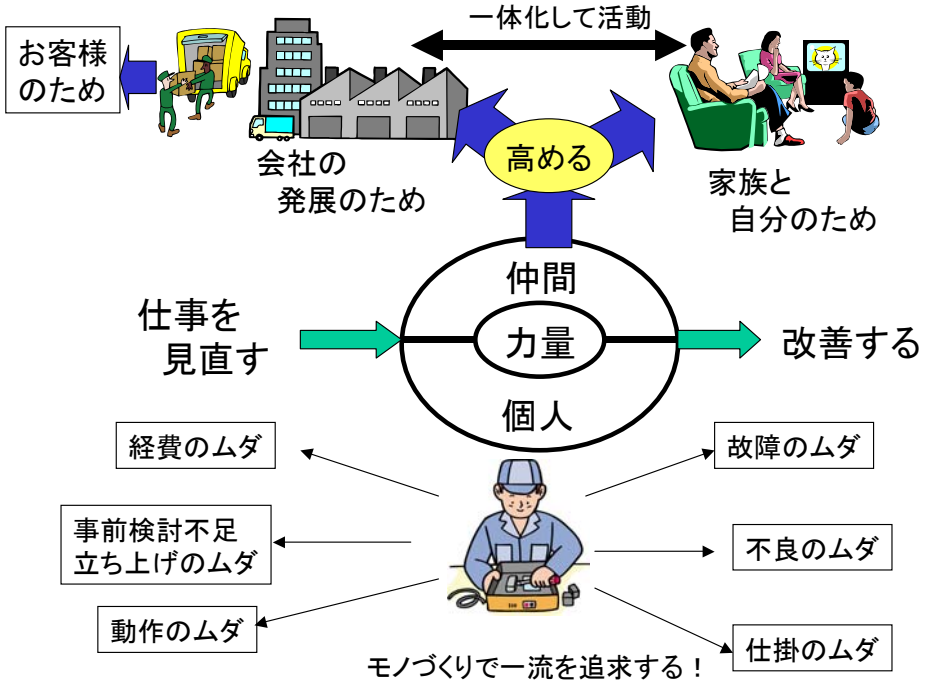
IE 手法：その実践的活用法

2011 年春・吉日発行

製造現場において、常に新たな改善の切り口と、人材育成を求めて！

著者：中村　茂弘

（社）日本能率協会　専任講師
（有）QCD 革新研究所　所長
URL：http://qcd.jp



IE活用意義は「モノづくりと個人育成のツール！」

【本書の要点】

IE 遍歴 40 年の記録と、IE を総合的・経営直結で活用した体験記をモデルに手法の活用展開と、問題意識を高める内容を事例的に紹介

製造現場において、常に新たな改善の切り口と、人材育成を求めて！

「IE 手法：その実践的活用法」の公開に当たって

はじめに

人が何らかの仕事をする以上、そこには必ず狙った目標があり、競争を意識した活動~進化が必要になる。一見、地道だが、正しく、科学的な解析と効果的な目標を定めた活動は、やがて飛躍的に見える結果を創出するが、この状況は、不況時、木々が冬に根を深く地中に張り基盤強化と、春への準備を進め、やがて春に花芽の準備から開花を迎える姿に似ている。だが、その努力の過程は目に見難い。また、最近、IE の基本から応用までを詳しく記載した書籍の入手が難しくなってきた。そこで、本書は IE（Industrial Engineering）手法を中心に、日々、目前の仕事をより善く改めるためのツールをまとめた書である。

IE の視点は、IE 理想－現実＝改善ギャップという見方で仕事を見直すことにより、問題意識を①原価（コスト）、②時間、頻度や動線、③改善すべき技術差異などを、ムダや改善ギャップの形で明確化して、スピィ-ディーに有効性を高める改善を図る具体策を求める活動を支援する内容であり、継続的改善活動の実現を狙った対策である。

テーラー、ギルブレスを発祥として 18 世紀末に開発された IE 手法の歴史は古い。だが、今も、この基本を基に多くの改善発掘や技術開発が繰り返され、対象を変え、産業界で利用技術が盛んであり進化している。そこで、本書では、その種の内容を、基本から見直し、対象を品質、設備故障や安全、環境問題といった多くの局面に総合化して適用する方法をまとめた。読者の皆様には、是非、これから本書で示す、『現場改善を実践する基本技術』を活用願い、更に高い実力発揮への錬磨～発揮への展開への一助としていただくことをお願いしたく、ここに書籍の形で体験してきた「IE 実践内容」をまとめた。

2011 年・春・吉日

（社）日本能率協会
専任講師　中村 茂弘
URL：http://qcd.jp
e-Mail：s_nakamura@mtc.biglobe.ne.jp

IE 手法：その実践的活用法

製造現場において、常に新たな改善の切り口と、人材育成を求めて！

2011 年春・吉日

（社）日本能率協会
専任講師　中村 茂弘

目次

第１章　企業活動と改善の必要性
１－１　筆者談：IE 手法との出会い　1
１－２　なぜ、製造現場では IE が必要か？　12
１－３　ものづくりの要素と原価改善の重要性　14
１－４　改善手法の適用の前に必要な問題発見能力の醸成　17
１－５　IE 手法一覧　20
第２章　IE 手法の歴史と問題意識～改善の視点
２－１　産業界の変遷と IE の歴史　22
２－２　Frederick　W.テイラーの取り組みと問題意識　28
２－３　Frank．B．ギルブレスの取り組みと問題意識　33
２－４　フォード I 世・コンベア生産誕生と問題意識　38
２－５　トヨタ JIT の誕生と生みの苦しみ　44
第3章　方法改善の技術
３－１　方法改善の技術とは　54
３－２　工程分析と現場診断法　73
３－３　5S 改善への工程分析応用～展開法　90
３－４　モノづくり革新への工程分析活用　99
３－５　事務・情報革新への工程分析活用　105
第4章　時間分析と仕事の評価
４－１　時間分析（SW 法）とレイティング　112
４－２　ワーク・サンプリング法と余裕率設定　142
４－３　PTS 法と改善　154
４－４　人ー機械分析、ライン・バランス、PERT 手法　169
４－５　超・時間活用法と管理・間接業務のムダ排除　192
第5章　ローコスト自動化
５－１　ローコスト自動化の必要性と効果　211
５－２　知っておくべき自動化の要素　217
５－３　ローコスト自動化に必要なノウハウのノウ・ホアイ化対策　229

５－４　ローコスト自動化に必要な工程機能分析　238
５－５　ローコスト自動化に対する投資評価　245
第6章　設備故障・不良・ケガ・環境問題のゼロ化対策
６－１　スピード故障ゼロ対策へ向けた IE 活用法　248
６－２　スピード不良ゼロ対策へ向けた IE 活用法　269
６－３　ケガ・ゼロ対策へ向けた IE 活用法　295
６－４　環境問題ゼロ化対策へ向けた IE 活用法　315
６－５　総合的リスク対策へ向けた IE 活用法　330
第7章　総合的 IE 活用法による経営効果倍増対策
７－１　納期短縮と変化対応生産へ向けた IE 活用法　342
７－２　全員参画改善の見える化展開法　359
７－３　目に見にくい現場問題の抽出～対策法　373

全 367 ページ

以上

第１章　企業活動と改善の必要性

１－１　筆者談：IE 手法との出会い

産業界には、仕事を進める必要上、IE（Industrial Engineering）手法を学ぶ機会を得る方は多い。だが、この種の手法を本音で自分自身の仕事の友とする発想は少ないと思う。そこで、この IE などという厳めしい手法を紹介する前に、筆者の人生を変えた IE との出会いを紹介させていただくことにする。その理由は、体験から推して、IE を友とすることが人生に大きな変革をもたらすからである。人生は１回しか無い。この大切な人生において、IE を切り口とした問題の捉え方と、時間活用、更には、仕事や人生の価値を的確に評価した活動に IE センスが役立つ。では、僭越ながら、筆者が IE により育てられた体験談を紹介することにしたい。

（1）筆者体験による『超・時間活用術』と、IE との出会い

学生時代筆者の専攻は金属工学だった。従って、人生設計は「企業経験を 3 年ほどした後、大学に戻り材料工学に集中する」というものだった。このため、筆者は、人と技術を重要視する日立金属㈱に入社した。なお、入社の理由は、学生時代に実習のチャンスを得た時に、このことを強く印象づけられる企業実習に参加させていただいたという印象が大きかったからだった。当時、就職は不況、しかも、早稲田大学の金属工学課でクラス委員を担当、就職は最後の一人になり、就職案内の無い企業へアタックを掛けざるを得ない事情があった。だが、会社は早稲田に募集をかけていなかった。そこで、知人のつてを探し、就職の交渉をしたが、幸いにも受験だけは OK とになった。ここまでは良かった。だが、不幸にも、就職試験の 1 週間前に、胸の病気が発見された。このため、受験の席で、「もし、再度の機会がいただけるなら、このような事情ですので、再度の受験チャンスを・・」と話して大学院に残った。この時、既に 2 年の受験浪人をしたムダに加え、また、2 年の年月を学生として追加しなければならない自分の運命に、何とも言えない落胆を感じた。特に、余り裕福でない家庭事情は、両親に、また、苦労と費用の追加を強いるからだった。時間と健康は自己管理すべきものである。金属工学がいくら大切といっても、「徹夜に近い勉学と実験で体を壊して皆に迷惑をかけた内容は私の失敗だった」と反省した。また、早くこの時間を取り返すことが、私の責務となった。

このような状況で早大・加藤研究室に入り研究生活が始まった。幸い、加藤教授の奥様が同じご病気をなさったことも関与し、ここで大きな経験をすることになった。まず、結核という病気だが、当時は難病、しかも、入院の宣告ぎ

りぎりの筆者は、通院で治療となった。病院では多くの方が、下を向いた人生を送っていることに一種の落胆を覚えた。この時、医者が「明るく前向きに、医者のメニューに従う方の回復の方が、病気に悩む方より早い。過去は取り戻せないのだから、早く回復することに集中しなさい」との言葉に、病気に負ける前に気持に負けないことの大切さを知ったが、そうは言っても、3 日毎のストレプト・マイシン注射の不快感、食事後に飲むパスというまずい飲み薬は、私に病気であることを強く意識させる内容だった。だが、これに負ければ人生は開けない。そこで、この種の試練には耐えることにした。

研究室では、当然、同級生が楽しく進める徹夜の実験は出来ない。このため、先生が持つ新たなテーマの担当となった。テーマはマス・スペクトロメーターという機器を用い、真空中で出る金属の蒸気に電子を当て、強力なマグネットで電子化された金属粒子を分解～測定することにより金属の溶融特性を把握する研究である。この当時、この研究は世界的に競争中のテーマだった。物理学者により理論は確立しており、実験でその理論を証明し、更に、当時、溶鉱炉における鉄鋼の生産に関与する内容まで追求する道を開くという研究だったが、その具体論は全く暗中模索という状態だった。

難しい内容は本書とは関係ないので除外するが、この研究テーマで大きな要件を学んだ。それは、「1 年みっちりと調査した内容が、開発中の分析機器の具体化と実験手順の効率化を飛躍的に短縮させる」という結果となった点だった。要は、他所で成功や研究最先端となっている内容を全て集め、整理して、実験計画（戦略）を立てれば、ムダな実験や研究を極小化できるという体験を得たからである。当然、実験は失敗の連続だった。だが、実験方式を決めたことが、学会で 1 番早い実験結果の報告となった。さらに、論文掲載が至難とされていたケミカル・アブストラクト誌（現在、最も科学雑誌で権威あるネイチャーに相当するとされていた）への掲載も許可され、この結果は研究生活に置いて栄誉な実績を残すことになった。更に、この研究の成功に伴い、翌年から企業を始め多くの献金があり、研究室の研究予算が豊かになっていった点も、筆者としては驚きであり、新たな体験になった。

以上、このような背景と人生の中で、日立金属からいただいた 2 年後に再度の就職試験を受けて就職となった。この時、筆者は「有名な金属材料研究所へ入るパスポートを得た」と考えていた。ところが、配属先は、突然、本社のプロジェクト部、しかも、研究開発投資評価と生産管理の IT 化だった。当時、最先端だった新分野への配属である。当時、筆者を含め 3 名が選抜されたが、はっきり言って、毎日文献調査や勉強だけの会社生活に、筆者は眠さとの戦いに困る毎日を送ることになった。このため、この時は、正直言って「折角の就職だが、会社を早く辞めたい」という気持を持った。

当時、上司は、同姓の中村信夫・開発部長だった。部長は、このことに気がついたようで、「君、上司や指導者すらいないこの分野を工学として研究して欲しい。私は、つい、半年ほど前まで、金属材料研究所の研究所長だったが、君の希望するような分野の研究はもう研究余地が無い。それより、今までの研究の努力と新分野の取り組みで新たな道とされるIT分野を開拓して、新たな自分の道を切り開いて欲しい。私には、指導できないが、「私も勉強する」という形で相談には乗る。また、日立製作所の中央研究所で同種の研究を進めるようだが、具体的なサンプルが無いようなので、当社がモデルになるというノミネイトをしている。多分、OKになると思うので、来週から席を研究所に移し、2週間に1回私に会う計画で事を進めて欲しい。なお、君も経営工学は全くの素人なので、早速、早稲田大学の夜学に通ってもらいたい！」という全く経験の無い道に入る命令を受けた。当時、この種の実験的な人材育成は会社でも始めてだったが、私にとっても、この先に何がどうなるか不安のスタートだった。

以降、当時､発展途上にあった大型コンピューター・プログラム、FORTRANの学習、経営工学の学習、加えて、サンプル・データとなる桑名の分工場への出張などを計画して、毎週部長のチェックを受けながら進めた。その結果、関係者のご指導よろしく、投資評価システムによる新作プログラムを、超短納期と言われた3ヶ月で完成させた。このプログラムは、工場を原価で分析して問題点を探り、改善内容を提示するものだが、これを使った分析結果を上司に提出した。はっきり言って、このレポートは、企業のベテランがよって集り助けていただいたことに、筆者の若さと数学が好きだったことが後押しした内容だった。だが、やがて新入社員としては考えられないホームランを飛ばす状況になった。要は、当時、赤字で生産立ち上げに悩む桑部鋳物プラントをたちまち黒字化する快挙につながったからだった。その状況だが、それまで、会社では、不良や設備不具合に企業の精鋭を集め、半年も苦しみ、鋳物製品である継手生産、に支障をきたし､シェアーまで大きく奪われつつある状況だった。これに対し、分析内容は『損益分岐点の見直し』を示したものであり、損益分岐点向上のためには、今の人数で（原価をあげないで）の操業が前提となる。そこで、1人づつ時差を組み、24時間操業をする以外に対策方法を提示、社長命令で、この対策が進められた。その結果、連続操業により、鋳物の製造条件が安定し、問題点が早く発生基にフィードバックされるなどの条件が活動した結果、黒字変換はともかく、品質や設備面でも予想以上、飛躍的な改善がなされ大幅黒字になった。ここで、筆者は、計算結果が関係者のベクトルの集中と的確な対策と判断を早めることを学んだ。当時の筆者は、この状況に、まだ、目を白黒しているだけの新入社員だった。だが、この取り組みは、地道な現状分析データを用いた経済性に関する実験（シュミレーション・システムの適用）であり､「金

属工学という対象とは異なるが、客観的、定量的な分析方法は、既に早大で行ってきた実験結果に似た内容と全く同じを持つ」という感想を持った。だが、当時、まだ、この種のアプローチが、IE の一分野であることを知らなかった。

この快挙以来、次々と副社長（社長になる方）に密着の形で、問題工場や製造ラインの改善テーマが与えられたが、同じような快挙が続いた。このため、筆者も、この新分野に取り組みを仕事して企業に残る意志を決めた。なお、この仕事の成功と内容は面白いが、本音は、早大に帰る積もりだった。だが、同期の友人が私の研究を進め、既に博士号を取得し、帰る場を失ったという変化が関与し、大学へ戻る計画は断念した。

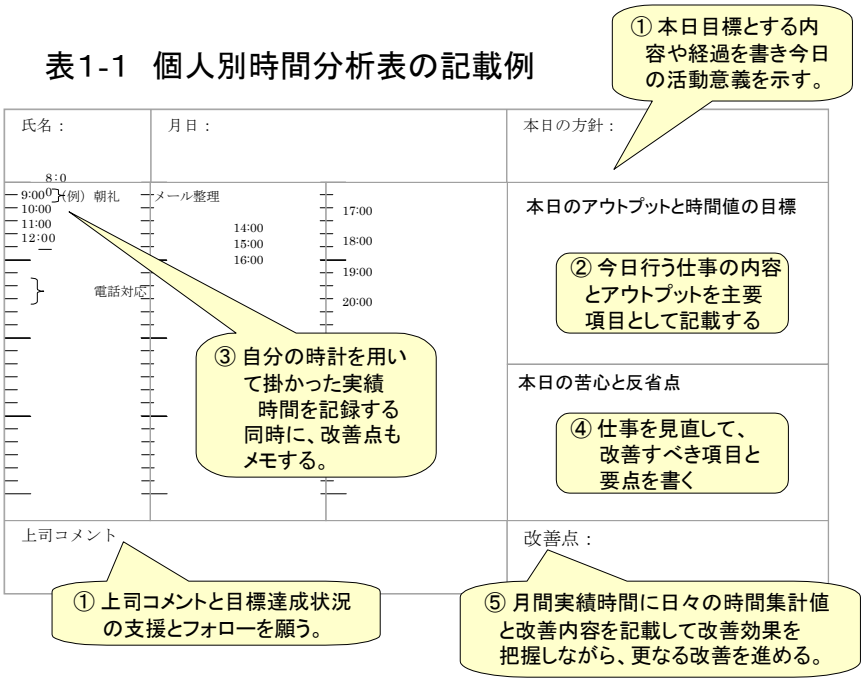
筆者の仕事は、やがて、この種の分析データ収集に IE の勉強を必要とした。そのような事情もあって、また、本社・新製品開発部と生産技術部を兼務となり、生産管理を含めた仕事も担当になった。更に、このような経緯が IE を中心に社内コンサルタント的な仕事となると共に、当時、設備合理化だけでは吸収できなかった省力化対策プロジェクトに関する全社担当幹事の任を得た。このような時（1975 年)、1 万人体制という社長方針が出された。当時、従業員は 12,000 人だった。また、社長方針は「やがて、定年退職しても補充無し、リストラ無し、新製品増強対応も図るので首切り無しで合理化せよ！」という内容だった。

話は長くなったが、ここからが、個人的に IE を必要とした内容となる。この頃、筆者は主任、特許部門の対策・・・・労働組合から各種イベントの幹事まで兼務して、仕事を進める若手ホープ的な仕事だった。とにかく多忙、だが、ある意味、当時は「多忙が自慢」ということを筆者も認める状況だった。しかし、運動不足と朝 7:30～夜 11:00 近くまで会社で働く日々は、やがて、何かと欲求不満で食べ過ぎの生活が 85Kg のデブ状態をつくり、血圧増加を招いた。このため、筆者はダイエットを始めた。同時に、運動をしてダイエットをより進めたいと考え、中学生にかじった剣道を復活、日曜日に剣道場へいった。だが、稽古が終わり、中学の友達と「もう一本」と残業よろしく試合中にアキレス腱を切断し、人生初めての救急車で入院となった。だが、この時、筆者は、とっさに、「手術より仕事が・・・」と考えた。このため、無理を願い、救急車の電話を借り、会社へ連絡を取った。すると、幸いにも、部長以下、一緒に事務の仕事をこなす女性スタッフが病院に飛んできていただいた。要は、仕事が明日から止まるから引継ぎが必要だったためである（これについては、今も、感謝とお詫びするが、当時のご迷惑を思い出す)。だが、医者を待たす形で内容を伝えた後、私は気を失ったようである（あり記憶が無い)。入院後、まわりの患者さん達から「3 日間も死んだように寝続けた」という話を聞いた。

事後談だが、「アキレス腱切断は日頃の寝不足が関与していた」という医者の

診断結果だった。入院は 21 日間だったが、ギブスをつけて出社した時、筆者は大きな衝撃に会った。その内容は次の 3 点だった。①筆者も「やる価値が薄い」と感じていた仕事は誰も手をつけていなかった。②筆者が担当していた仕事で、必ずやらなければならない仕事は分散して他の方がやっていた。この仕事は仕事の復帰と共に筆者のところへ戻ってきた。そして、③いつも、人生を掛けて夢を描いていた課題が机の上にあった。この仕事は、「つい多忙、また、明日にでも手をつけよう」と先送りばかりを繰り返してきた対象だが、この仕事が「今後のあなたの人生です！」と訴えかけてきた。この時、筆者は何かに申し訳なく、涙がこらえ切れなかった。また、「“紺屋の白袴”とはこのことを言うのか！」と思った。要は、「人のために良い仕事をサゼッションや援助する前に、自分の仕事を何とかせよ！それ無くて、本当の改善指導などゆとりを持ってできるはずが無い！忙しいという文字はよく使われるが、心と亡の合成語、滅びた人（亡人：ボウジン)」ということを思い出したわけだった。その後、①の無価値な仕事は内容を評価して止める。実施が必要なら、出来得る限り短時間で機能を満足する方法で処理する。②は IE 分析と共に、短時間化の改善を図る。③は最初から実施に必要なアウトプットを決め、それに応じた必要時間を①、②に先行して取る、ということにして、この改善方針を実行へ移した。この取り組みで成果はすぐ出た。筆者にとって、この体験は、正に「ケガの功妙」であり、③の実現が、「今の自分を育てた」と考える。

表1-1　個人別時間分析表の記載例



IE の利用は現状分析から始まる。筆者は**表 1-1** に示す方式で実態把握を行っ

た。また、**図 1-1** に示した時間とは？という IE の基本を重視してきた、なお、このような分析の結果、いかに自分自身、ムダな仕事をしていたか？痛感した。

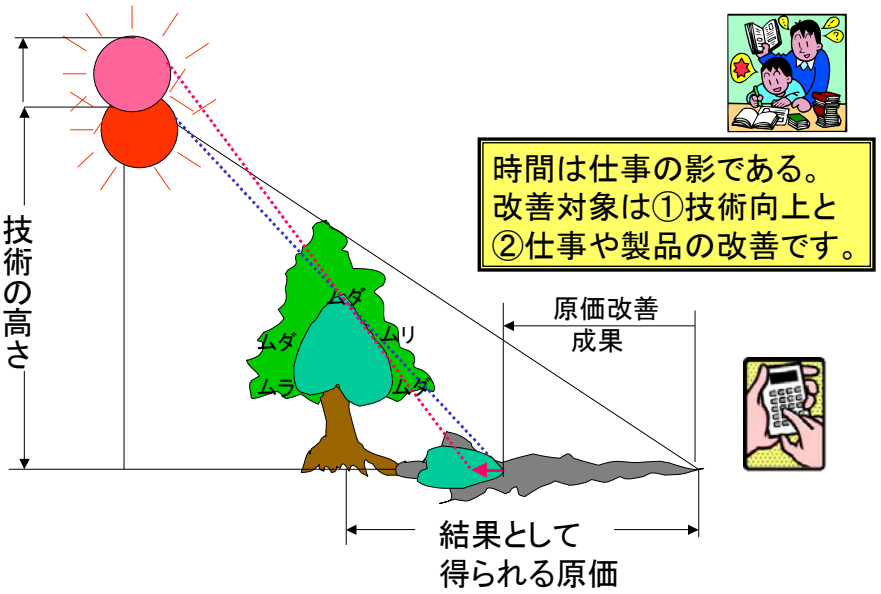


図1-1　時間とは？

この種の要件は**表 1-2** にも例示したように、今や、産業界で多くの著名人の著書にも見ることができる“気づき”のひとつである。

表1-2　時間活用の必要性を示す例

「ブラザーの再生と進化～価値創造へのあくなき挑戦～」より
開発部門配属時　　安井　義博　生産性出版　2003年12月18日 より

当時は夜9時、10時まで残業するのは当たり前だったが、私は早く帰りたいのでなるべく残業を減らしたいという気持ちもあった。しかしそれ以上に、与えられた仕事をやるだけでは飽き足りず、余った時間で自分のしたい仕事をしようと思ったのである。そして、それを行動に移してやっていた。

例えば、設計図を描く時には、いろいろと細かい計算をしなければならないのだが、当時は今のように高機能の計算機はなく、設計者が手廻し計算機で計算していた。しかし私は、設計者が計算に時間をかけるのはもったいないと思い、設計でよく使う計算をしてそれを表にした。まさに今で言う標準化である。表があれば計算しなくても答えが出るので、設計が早くできる。計算表をつくることは、与えられた仕事ではないので私がやる必要はないのだが、みんなが効率的に仕事を進められるように、自分でその仕事をつくったのである。そういう自分なりの工夫をいくつかやっていた。

自分で一から描くより効率的だと考えて、他人の描いた設計図の青焼きを借りてきて、それに描き加えたり消したりして仕上げたのだが、うっかりある部分を消し過ぎて、壁のないステーションができてしまったのである。壁がないと強度が不足するので使いものにはならない。それで、鋳型の現場からも設計の現場からも散々に怒られた。私はすぐ自分の非を認めて謝ったが、「検図の担当者と責任者がいて検図しているのに、私の間違いだけを責めるのはおかしい。検図というのは何のためにあるのですか」とも言った。

私はまだ経験の浅い設計者だったから、本当はそんなことを言ってはいけないのだが、私がみんなの仕事を効率的に進めるために、いろいろと工夫していることは見てくれず、失敗したところだけ見て批判するので、つい反論してしまったのである。

そして、ただ反論するだけではなく、この失敗も生かそうと考えて、検図の仕組みを変えることを現場提案し、それも自分なりに工夫した。もう一つおまけは、鋳物の熔接を現場監督の責任者に教わり、ステーションの壁を補強することで、製品はちゃんと納期に間に合わせることもできた。

そのように、私は若い頃から、仕事は与えられるものではなく自らつくり出していくものだという考えを持っていて、与えられた仕事は知恵と工夫で早く済ませて、残った時間で違う仕事をクリエートするということを実行していたので、自分で経験してきたことを全社的にやろうとしたのである。

すなわち、昨今、『超・時間活用術』関連の著書が多く出版されている。これ

は、過労死に陥らないため、早く自分の人生を大切にすることへの“気づき”を求める注意だが、読者の皆様には、ここまでの内容が、ご自身の社会人生に、多少なりとも、お役に立てば幸いである。

（2）ダイエットの体重低減策と IE 手法による原価低減の類似点

先に紹介したが、筆者は 163cm の身長に対し 85Kg のデブだった時代があった。この当時、肥満の危険域ぎりぎり、血圧は高く、糖尿病の誘発まで始まりかけた状況だった。デブと過大な脂肪は百害あって一利なしだが、この状況でサラリーマン生活を頑張っていた積もりだった。当然、検査で判定される前から友人や仲間のサゼッション、テレビなどの情報を基に考えられる手は打っていた。だが、体重は増加の一途をたどっていた。また、高血圧が社内健康検診後、医者通いになったが、ここで、科学的分析とヤブ医者／名医との遭遇となった。最初に会った医者はヤブだった。医者の注意意は「塩の摂取！」なので、この対策を素直に守り続けた。だが、体重低下はおろか、血圧低下も全く関係ない日々が続いた。このような中で再度の検診が行われ、いよいよ糖尿の余波が出ているということで、この病院を変更した。ここからが、名医の指導となる。以下に示すように、科学的、しかも、極めて納得行く形でダイエット対策が進んだからであり、再度、IE を自分自身の健康管理に使う技を知ったからである。

まず、病院を変更して問診と各種検査の後、名医は「血糖値を見る限りまだ糖尿病ではありません。だが、その体重と脂肪が問題を悪化させます。では、そこにあるズタ袋 25Kg を持って、このビル 8 階ですが、今から 1 階から 8 階まで階段で 3 往復して下さい。」といった。筆者は「無理です！先生、私を殺す気ですか？」「いやあなたの実態がそうなのです。163cm の身長は 60Kg です。2Kg 程度のバラツキは認めますが、60+25Kg をあなたはいつも動かしているのです。厳しいことを言いますが、この状態を続けると、あなたは、あと 10 年で死にます。心臓への負担が大きいからです。・・」という解説に、納得するだけでなく、幼い子供を持つ親として顔が真っ青になった。そこで、「先生、どうすれば良いのでしょうか？」と問うと、「ダイエットして下さい」という答えに対し、「やってきました」と、今まで行ってきた内容を説明したが、ここで、以下に記載する内容が全くムダだったことがわかった。

(ｲ) 食事を米からパン食にしたが反ってカロリー増加、無意味だった。
理由：パンとドレッシングつき野菜とバターの合計は米食の 2 倍以上のカロリーとなる状況だった。

(ﾛ) 一日 3 度の食事を 2 度にしたが、これは太る要因だった。
理由：当時のストーブを見れば判るが、燃料の段取り替えを減らすた

めには、その分だけ燃料のストックを多くする必要がある。人体も同じで、3 回の食事時を 2 度にすれば、1.5 倍のエネルギーストックが無ければ、科学的には 1 日の稼動が出来ない。

(ハ) 量を減らせばダイエットという誤り

理由：当時大好きだった、脂身の豚肉を減らしても、トータル・カロリーが減らした分を補うような食事メニューだと、カロリー低減には無関係である。

ここに記載した内容は一例だが、当時も極端なダイエットに伴う栄養障害などは多く、間違った方式が世間で流行っていた（だが、刺激的に報じられているこの種の内容が大きな間違えであることを、その後、計算により確かめる結果となった)。要は、食べながらやせる方法をこの名医に教わったわけだった。

当時もダイエット本はあった。1 冊 2,000 円程度の料理本だった（大卒の初任給が 5 万円代だったことを知るならば高価だった)。だが、医者は 350 円の「糖尿病治療のための食品交換表」㈱文光堂を提示し、「これを書店で購入して下さい」と言い、計算方法を例示してくれた。計算例は**表 1-2** のようになる。

表1-2 食材のカロリー計算の例 '92年9月1日の 筆者の昼食

単位は1単位80Kcalゆでた鶏卵1個に相当する。

食材	単位	カロリー:Kcal
1, ごはん どんり1杯	4.0	320
2, 味噌汁 もやし入り もやし10g、味噌10g		
10÷300＋10÷50＝0.23	0.23	18
3, カレイの煮付け: 油でから揚げ、醤油たれつき、野菜わずか		
カレイ賞＝0.5、たれ＝かたくりと、砂糖		
たれ:＝4÷25＝0.16 、 砂糖＝ 2÷10 ＝0.2	0.86	69
4, サラダ :		
トマト一切れ、キュウリ薄切り2切れ、キャベツ半にぎり		
＝50g÷300＝0.16	0.16	13
かつおフレーク大さじ1杯 20g÷70 ＝ 0.29	0.29	23
フレンチ･ドレッシング 一袋 15g÷ 10 ＝1.5	1.5	120
5, 肉の甘味噌煮、玉ねぎ少々、野菜つき(牛丼風)		
肉 60g÷60 ＝1.0		
みそ 10÷50 ＝0.2		
さとう 3÷10＝0.3	1.5	120
野菜(パセリ、レタス各ひとつづつ)とパン小片 0.1	0.8	6
合 計	9.34	747

9.34×80＝747

ダイエットは IE と全く同じ分析である。すなわち、食材を要素に分けカロリーを科学的に定量把握した後、この現状把握データを基に改良を図るというものであり、筆者が行ってきた対象が現場の仕事の分析に対し、食品という差だけだった。当時、IE を進める筆者には目の前に「興味深い対象を提供していただいた」という実感で、早速、手帳とカロリー表を購入、食べた食品のカロリ

一計算を進めた。この種の計算は、一見面倒くさいように見える。だが、1 週間、重量計で計測すれば目分量で簡単にできた。以降、医者に記録を見せて相談する内容は、工場で現場のデータを収集して改善相談をコンサルタントにかける内容そのものだった。

肥満は、人により、いろいろな理由が関与する。だが、筆者の場合、病的なものではなく、単にエネルギーの取り過ぎだった。なお、この表を使えば、食事の実態と改善発掘が可能である。例えば、フレンチ・ドレッシングを止めれば、120Kal 低減できる。この分、腹を満たしたければ、茶碗分のご飯 0.75 杯に置き換えるか、さらに満腹を狙うなら、野菜が 300ｇ:1 単位 80Kcal なので、450g を食べても良い。そうしてもトータル・カロリー747Kcal に変化が無いことなどが判るからである。IE 手法は、初段に詳細な現状把握が、目的決定に続く手順だが、正に、この分析は、その実情を科学的に示していた。このため、我が身の体質改善を進めながら医者と疑問点だけを相談する形となった。学んだ点として、「医者は改善のガイドはするが、患者の努力が決め手」というものだった。

このような対策で、筆者の場合、85Kgの体重は 1 ヶ月余りで 75Kgとなった。また、日々、少しづつ減っていったが、1 回でもカロリー・オーバーすると、戻ることを繰り返した。このような時、体重が 70Kgまで順調に推移したが腹の膨れは減らなかった。そこで医者に聞くと、「中村さん、ここに総体皮膚面積があります。$1cm^2$に 1gとして計算して下さい」ということで計算した結果、「なるほど、皮下脂肪というものが体重増に大きく効く」ということを知った。また、医者の話では、「脂肪層はスッポンジ状態で過食エネルギー保管を待っている。従って、完全にしぼんでしまうまで、約 3 ヶ月、風船のような表面が相互に癒着してもはやスッポンジ機能が無くなるまで 3 ヶ月かかり、続けることが重要、最初の圧縮は大きいところからであり、体重低減に効くが、小さい倉庫のような対象は消失に時間がかかる。・・・」という話であり、人体の不思議を始めて知った。このような対処で 1 年後には 61Kgの体重となり、現在もこの状況を続けている。この名医とは米国赴任の直前までの 6 年程をお世話になったが、私は優等生、また、健康面では全く心配ない会社生活を送ることが出来た。また、その後、米国で新設したAAP社というアルミホイール企業に赴任となったが、企業の収益改善にダイエットで得た経験大きく役立った。

ちなみに、米国における工場ダイエット・システムは下記の算式だが、従業員の方々の理解と努力で、短期間で黒字化を果たす基になった。

3 年回で 2 倍の力量向上は、次の算式の利用で改善と共に進めた。

（0.1%／日の改善）×（25 日／月）×（12 ヶ月／年）＝30%／年

（1 年で 1.3 倍の実力向上）×（2 年目：1.3／年）×（3 年目：1.3／年）＞3

（3）IE で見たムダな手法活用の例

ここで、今度は、企業改善指導に関する IE 手法適用上の注意点を例示することにする。産業界でも、IE 改善の指導にはヤブ医者と名医がいる。オレオレ詐欺ではないが、お金を取る目的で研修や現場指導を進める方々の所作であり、はっきり言って患者に当る教育や指導される側がしっかりしていないとダマシや時間の無駄になる例である。相手は、金儲けの一環で行うことを考えると、情報化の現在、我々は「騙された方に責任がある」と考えるべきである。

① QC（統計解析）を改善の後付け資料作成に指導する指導

統計は製品実現前に標準化の適用の是非を証明したり、各種の生産要素のばらつきを管理したりする事前検討のベースデータ-を提供する目的で利用すべき手法である。だが、エクセルを使えば 1 秒でグラフがつくれる内容を、3 拍 4 日もの研修を行い、わざわざ、不良統計を手書きでまとめさせる研修がある。更に、ここでは、不良発生時の現場・現物対策はなく、不良の要因発見討論という形で、長時間に渡りブレーン・ストーミングさせた後、発表会まで行う。要は、これは時間つぶしを行う研修方式であり、『死亡診断対策』という悪名がつけられている。

② 掃除 5S

時間外に美化や友好を兼ねて職場で行う清掃は別として、「掃除して美化を得れば会社が良くなる」というウソをつき、現場の写真を撮り、工場や職場の壁にべたべたと写真展よろしく貼りつけて品評会を行う例がある。本来、5S はムダ排除の手段だから、「後片付けは次の仕事の準備」とか、「掃除はムダ、発生源対策の発掘の前段」となる。5S は**表 1-3** に示したように、科学的に問題発生源対策を行う方式を進めるべきである。このため、単に美化だけを求める『掃除 5S』、同じ事を繰り返す何も進歩が無い取り組みに、『賽の河原の石積み』という苦言になっている。

③ 倉庫に人を投げ込んで、気づきで生産性向上を期待するセル方式

「中国に負けない生産」ということで、2000 年前後『屋台や方式』なる方式が流行したことがあった。**図 1-2** の左側がその形態である。この方式は、倉庫の中へ人を入れ、やる気と努力で生産性向上を願う方式である。だが、「なぜ、コピーマシンの組立作業の生産性が 3 年で 3 倍となるのか？」また、「この程度の生産性向上で 30 倍も違う人件費の吸収が出来るのか？」は説明しない。また、IE 分析で行う時計を用いた要素作業分析～改善や動線図によるムダ作業の解析もしないで精神的な取り組みだけを作業者に求める。「この方式の指導者(コンサルタント)は IE を知らない方なので仕方は無い」と言ってしまえばそれだけだが、その種の内容が見抜けない企業は評価力に問題が残る。

表1-3 「経営直結型5S」

5S	対 象と活用の狙い	適用手法
整理	IN／OUTのバランス対策で仕掛減とリードタイム短縮を評価基準に対策し、ｷｬｯｼｭﾌﾛｰを改善する	JITの適用
整頓	「段取り上手は仕事上手」の名のもと、作業の効率化を追求する	動作経済則
清掃	「清掃は点検なり」と設備の強制劣化の基を絶つ対策と、各種・発生時点不良対策を図る	QTAT（発生時点問題対策）
清潔	問題発生の潜在問題の予知・予防～未然防止対策を図る	PPA（ﾘｽｸ対策手法）
躾	常に仕事に疑問を持ち、一流の仕事を追及しつつ改善を図る・日々改善・努力	ﾉｳ・ﾎｱｲ活動

注釈： QTAT：Quick Turn Around Time ， PPA：Potrential Problem Analysis

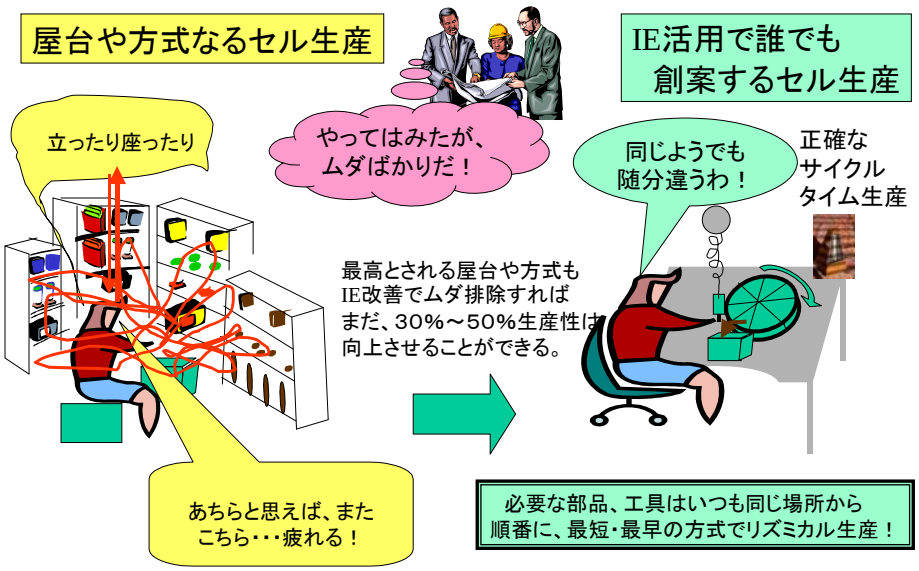


図1-2 屋台や方式とIE利用によるセル生産

では、3年で3倍の生産性向上がなされた理由を解説することにする。紹介された事例はコピーマシン製造の優良企業K社の結果だった。ここでは、半年毎にモデルチェンジを行う。従って、マルチ・スキルを持った組立のプロが生産性向上努力は図る。だが、これに加える形で、デザイン・イン対策を図ってきたことが、ここに大きく作用していた。すなわち、モデルチェンジ時に設計開

発部隊と共に、設計面から工数低減を検討してきた。要は、その種の用件を知っているか否かが判断基準であり、仕事の中身を知らないで形に飛びついた企業に失敗が多く発生した。当然、IE を知る企業は、この種の取り組みを横目で見ていた、その理由は、図 1-2 の解析で改善を進めれば、生産性向上の理由と、この方式の限界が判る。

以上、3 種の代表的なヤブ医者指導内容を示したが、この種の内容は期間をおいて時々登場する。このような場合、科学的解析という IE の活用が、その正体を明らかにするわけだが、逆に、IE を知っていれば冷静､的確にその種の手法や PR の内容を評価できる。従って、読者の皆様には、これから紹介する IE 手法を習得~活用されるようお願いしたい。

１－２　なぜ、製造現場では IE が必要か？

「現場 IE 活用・実践マニュアル」としては、製造現場で働く方々の IE 活用が中心となる。そこで、1980 年代の話だが、各社が教科書に使った、ある現場マンの体験から IE センスと言われる側面を探ってみることにする。

彼は入社して直ぐ旋盤作業を担当した。まず、指導を受け、加工を始め、慣れてきたため、多少気分的なゆとりが出てきた。そこでまわりを見渡すと、先輩は同じ様なものを加工しているのに、人により多少ずつ異なっており、汗をかきながら加工しているのに自分より能率の悪い人がいることを発見した。彼は不思議に思い、その手順を眺めてみた。すると、自分が教えてもらった手順とは違っていたし、手順の数も多かった。この時、彼は手順にムダがあるから能率が異なるのだと考えた。当時は能率給であったので 1 つでも多く造れば、それに応じた給与増があった。そこで、彼は自分が稼ぐため、今度は自分より能率のよい人のやり方を眺めてみた。その人の手や足を動かすスピードは決して早くはない。だが、自分よりもムダのない動作をしていた。彼は、細かく眺め、真似てみたら以前よりはるかに高い能率で仕事ができた。彼の所属した現場は 10 年も前から旋盤作業をしている人が多い。だが、このような問題意識を持った人はいても、次に述べるようなことまで考えた人はいなかったようである。即ち､「本当に正しい、能率が高く、しかも疲れない方法は１つしかないはずである。この方法の追求で生まれるのがいわゆるエンジンなら 100%の力を発揮させる「効率」だろう、それなのに誰もが何らかのムダを含んだ加工手順で仕事をしている。決して汗はかかない。むしろ楽な方のこの方法を守ることが本当の効率達成であろう」こう考え、彼は一番高い効率で仕事を達成し、皆の指導的な立場にまで職位が向上した。その後、時代が代り、個人を評価する能率給のウェイトは減っていった。彼は指導的立場に立ち、天性の勉強心から、

旋盤そのものの勉強をした。すると、手順だけでなく、旋盤自体を少し改造するだけで、製品に合った加工はできることを知った。さらに、加工を中断する仕事、例えば刃物交換の時間を短くする工夫等も余り金を掛けずに実践してみた。お金が十分廻してもらえなかったのも事実だが、彼は、目的は 1 つでも、それを果たす手段は未知であることを知っていたし、それを果たす技術の要素をうまく組み合わせることにより、案外自家製でうまく加工できることを実践した。彼は、指導的立場にあったが、単なる管理や、頭で考えたことだけで仕事を押しつけるやり方が嫌いだった。そこで、使っていない旋盤があると、自分が考えた方法を試していった。結果として、多くの自動加工部品（治具、設備）まで自作したが、このためには電気や、油圧迄も勉強しなければならなかった。この創造の世界は彼にとって実に楽しい内容だった。その後 1 人多台持の実践の成功を納めた。

後日談だが、彼はしばらくしてから IE を学び、自分と同じ考え、やり方をしてきた人々を知った。これには共感を覚えたわけだったが、彼は「もっと早く知っていれば近道が出来たのに」と言った。今は、この方は職場長として、仕事のかたわら、自分の今迄の実践を万人に向く方法として示し、改善の援助を行っているが部下達は高い問題意識と眼力で他にお手本となる仕事を続けている。

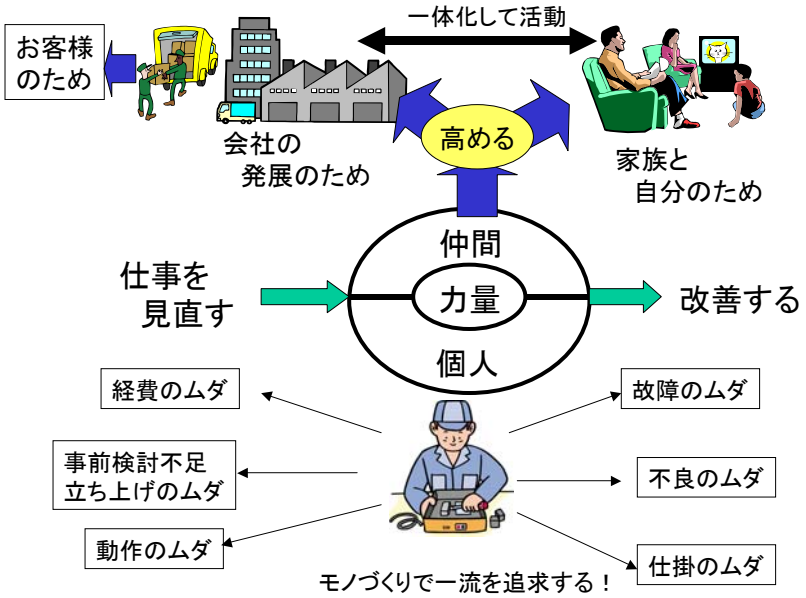


図1-3　モノづくり現場、生産性向上に努力する個人と会社

この話は、ある企業の現場指導者の実話である。だが、ある意味で**図 1-3** の実例を示している。今も、仕事は違っても、このような仕事術に生きがいを感じ

て改善を実践している人々は多い。彼等が口をそろえて発する言葉をまとめると、次のようになる。「我々はプロである。だから一番良い仕事のやり方を研究し達成できなければウソである。私達は年をとる。給与も年々上昇する。5 年前に比べると 2 倍近くになっている。その価値を生むための仕事が 5 年前に比べて変わっていなければ、やがては他の技術や海外生産に取って変わられ、自然原理が作用して、仕事自体の存在が他力によって消されることとなる。生産性向上は、我々プロの仕事であり、新しい技術、安価な技術へ革新してゆく主役は我々といえる。従って、楽をして高い効率を得る方法を追求している。誰のためでもない、自分のためであり、自分達のためだから」。

以上、企業は製品が世界市場で競争しているが、これと同様、製造現場も常に生産性や品質、納期、新製品立ち上げ競争をしていて、強い物が勝つ、というルールがある。ある意味、この内容は生産現場の宿命だが、逆に、宿命ということを認めるなら、また、「モノづくりを通して他社、他国に負けない一流の現場のプロになろう！」と考える方には、ここに紹介した“IE センス的活動”事例が役に立つのではないだろうか。

１－３　ものづくりの要素と原価改善の重要性

IE の定義は後でまとめることとして、高い問題意識を持ち、個々人がモノづくりのスキルを高める努力は、**図 1-4** に示すように、そのまま製造現場の生産

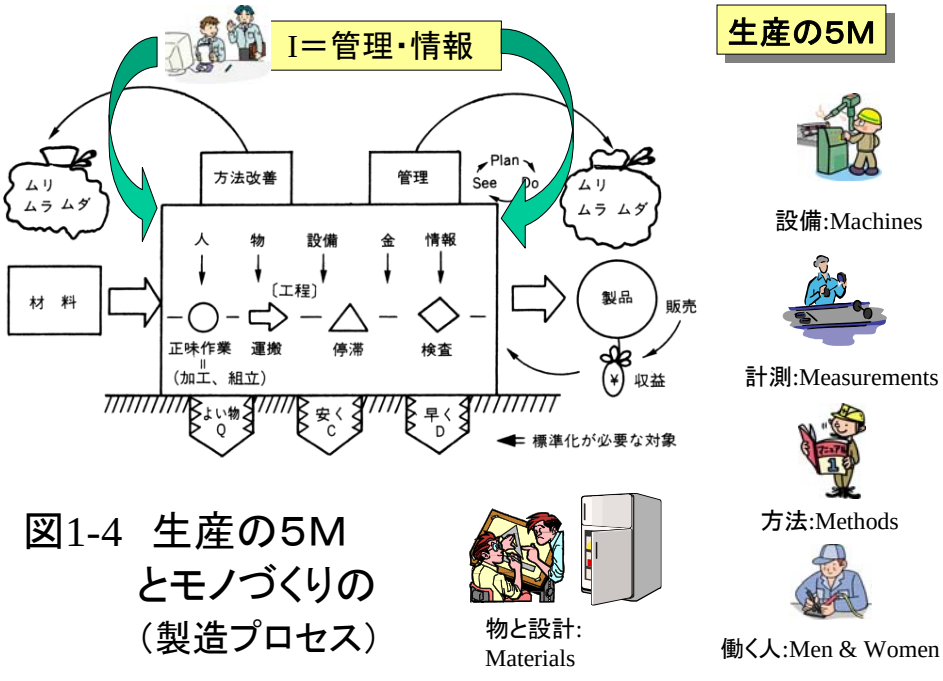


図1-4　生産の5M とモノづくりの（製造プロセス）

性をあげ、より少ない人、資材、設備、情報を有効活用するという内容となる。図中にムダ排除とあるが、これは改善の側面を示し「生産の原価をより低くすること」につながり、IE はこのための改善ツール（道具）である。では、その対象と関与する内容がどうなっているか？という点について簡単に解説することにする。原価は仕事の仕方により決まる。その状況は、先に図 1-1 で示した「時間は仕事の影である」という内容が時間→原価に置き換えた内容と同じ内容になり、モノづくりのプロセスを中心に描きなおすと**図 1-5** のようになる。なお、この原価を決める要素は、先の図 1-4 の 5M（人、方法、計測、設備、物＝設計）と I:情報・管理である、となるわけだが、この 5M＋I の働きかけの良否で原価は大きな影響を受ける。

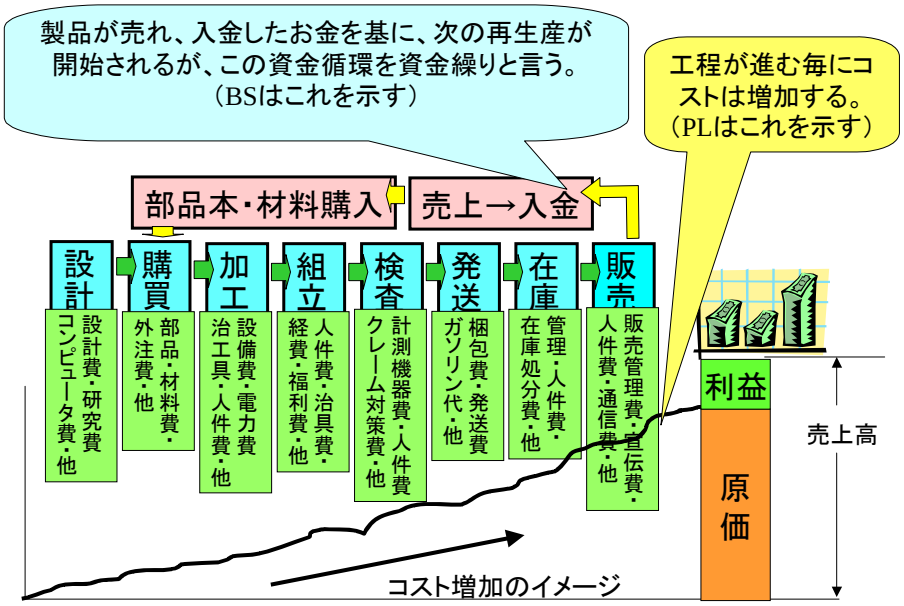


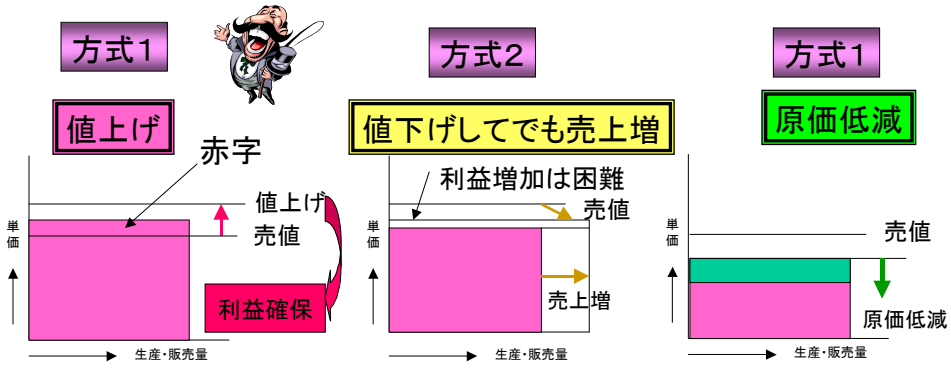
図1-5　製造原価の発生と資金ぐり

企業は利益創出が活動の必須課題のひとつである。利益が出なければ、給与やボーナスの支給支払いに危険が生じる。また、明日に向けた投資や税金を払って世の中に貢献するという役割も果たせない。要は、企業には、世の中が必要とする製品を市場に提供することと、利益を創出することで社会に貢献する活動がある。もし、企業が利益を出さない場合、やがては、社会にご迷惑をかけ、存在する価値をも失う。

要は、モノづくりを進めるメーカーにおいて、利益創出は極めて重要であり、生産性、品質、納期改善対策は正にこのための対策の手段となる。また、IE を活用して、早期、かつ、効果的な取り組みを図ることは生産活動を進める上で

重要な意味を持つ。では、利益向上にどのような方法があり、製造現場がどのような内容を担当すべきか？といった観点から、IE 活用の意義を解説することにしたい。

先に生産・販売活動と原価の関連を図で示したが、ここで利益向上施策を整理することにする。**図 1-6** は利益向上対策を模式的に示した図だが、利益向上策は 3 つの方式がある。方式 1 は、付加価値向上と値上げである。だが、現在、付加価値向上はともかく、利益向上のための値上げは製品競争力の低下を招く。方式 2 はシェアー・アップである。営業関係者が主に努力する対策だが、一般にこの対策は図と図に示した内容が示すように、売値を落として熾烈な競争をライバルと進め、結果、ようやく利益を確保する程度となるのが一般的である。この 2 つの方策に対し、方式 3 は原価改善で対処する方法であり、現場力向上に関与した内容を示す。しかも、お客様に費用面でご迷惑をお掛けしない対策であり、大いに進めていただきたい対象である。



方式1は値上げ方式である。原価があがったから利益が減る。それなら値段を上げて利益確保をしよう、というわけだが、この方式は顧客を失うまずい方式である。

方式2は,営業活動を中心に行うシェアー争いの形である。この方式は、売上はあがるが期待は大きいが、値下げが必要な例が多く,利益増加はなかなか難かしい。

方式3は原価低減で利益を確保してゆく方式である。この方式は、顧客に迷惑は掛けない。企業が行うムダ排除が中心なので、大いに推奨したい方式である。

図1-6　利益確保のための3つの道

以上、IE の目的や意義を概略説明したが、もう少し IE 手法の中身を具体的に説明してゆくことにしたい。製造現場で IE を活用する目的を平易に述べるなら、「よい物を安く、早く造るために、理想－現実＝改善ギャップ、という視点で未来のあるべき仕事を眺め（描き）、安全、確実、楽で早い仕事の追求を図る対策」となる。要は、このような考えに基づく人づくりと改善が IE 手法活用の目的となる。そして、そのためには、方法改善と作業測定という（標準時間設

定の）二面の解析が必要だが、先に解説したように、また、図 1-4 で示したように、製造業は原材料を投入し、労働力と設備（ワークシステムの三要素）を活用して製品を生み出す活動であり、この構成の強化を図るためには、モノづくりという建物に不況の北風が強く吹いた時でも、建物を支える「くい」を地中の岩盤に太く、深く根ざす対策の必要性を意味する。もし、地中に埋めた柱が浅く弱いと、建物が強風という不況風で簡単に吹き飛んでしまう。このためには、強く地中に打ち込む「くい」を太く強くしなければならない。杭の種類は、製品の競争力そのものを支える良いものを安く、早く製造する対策であり、この基盤を強化に、製造技術の向上と、ムリ・ムラ・ムダを省く対策が IE 手法の活用となる。

①「方法改善」: より少ない労力や設備、エネルギーで生産をできるようにしてゆくための改善。

②「作業測定~管理」: 方法改善のために現状の仕事が適正な効率を持つ内容かを時間という道具で測定し、測定時間を基に事前検討する。この対処で、企業活動、生産活動の円滑・効率化を図ってゆく対策。

〔IE の定義〕

IE とは、人・材料・設備・情報を総合したシステムの設計、改善、確立に関する活動であり、そのシステムから得られる結果を明示し、予測し、評価するために、工学的な分析、設計の原理、方法、手法とともに数学（統計）、物理学、社会科学の専門知識と経験をよりどころに行うものである。

１－４　改善手法の適用の前に必要な問題発見能力の醸成

IE は改善のツール（道具）である。道具そのものから改善を進める方法はある。だが、最初から経営数値に直結した改善テーマを題材にする方式の方が勝る。改善すべき程度と内容、対象がはっきりしていて、その対策を図れば、確実に目標とした経営改善効果を得る期待が確実化するからである。要は、目的と目標を定めた改善を IE 改善の対象テーマとする展開である。例えば、「ただ言われた通り〇〇手法を進める」方式と、確実に経営成果の達成を狙ったテーマの対策の間には大きな差が出る。では、演習問題式に問題発見技術を例示し、力試しを願うことにしたい。なお、この演習題（設問１）は、コーヒーを生産するプロセスの負荷山積み／能力＝負荷率を示した内容であり、生産計画の算定に利用する解析である。要は、**図 1-8** に示した会社全体の収益向上につながる活動の一部を示したものだが、一応、IE を志す方々なら、制約無し、という条件で、緊急時対策以外の案を 10 分で 15 件程度の創出を標準とお考え願いたい（数値につながる案の創出をお願いしたい）。なお、好ましく無いアイデアの

例：「気合で頑張る」「教育でレベルアップ」「設備投資すべき！」など、これは手段の手段であり、テーマ決定後に行う対策で解ではない。また、ライン負荷の平準化も改善結果であって、対策では無いことにご注意をお願いしたい。

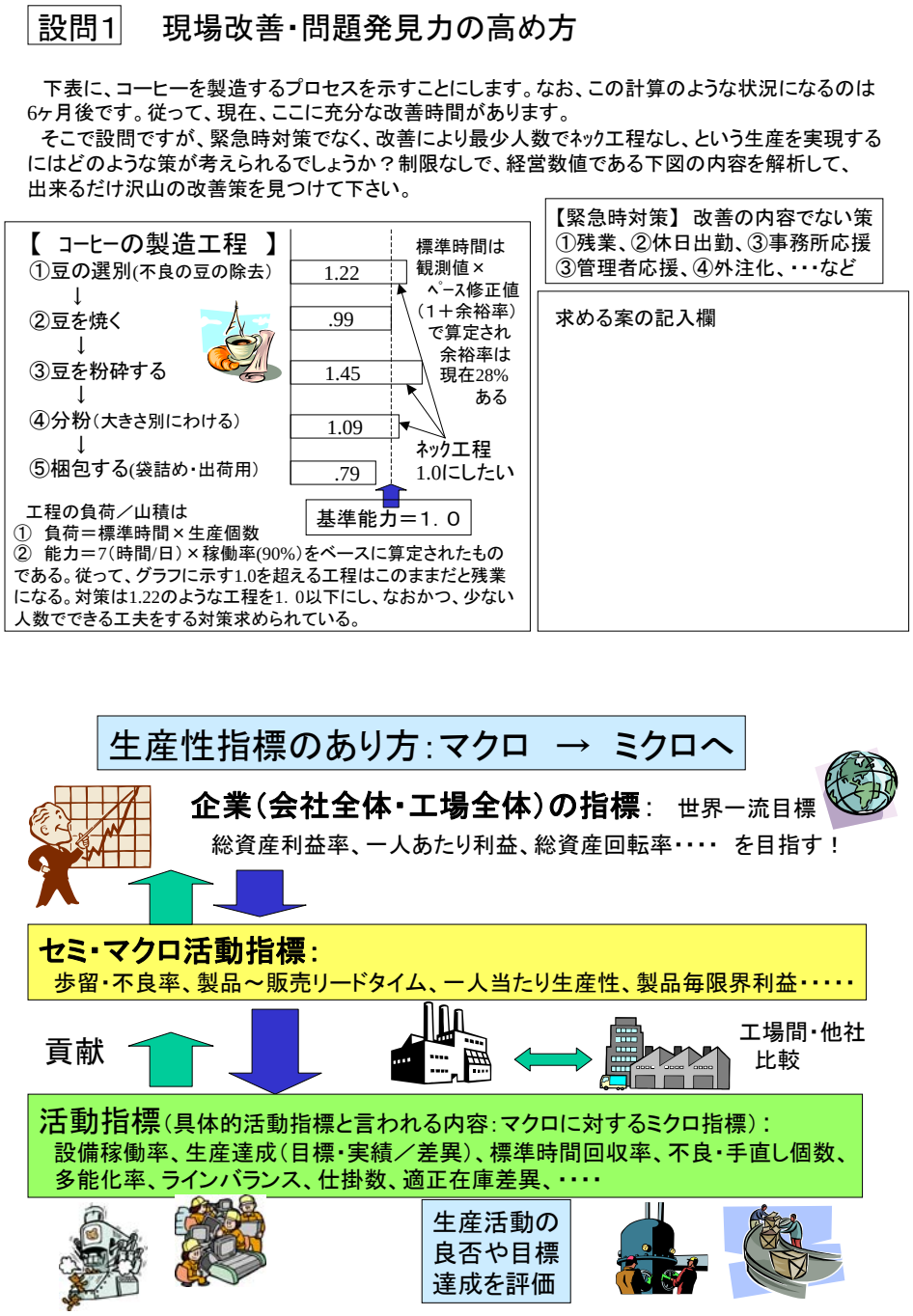


図1-8　原価低減の種、発掘法

設問１の解答例は、**図 1-9 と 10** になる。この例のように、まず、経営数値を使って数値に関与する問題（改善テーマ）を発掘した後、その問題解決に最適な手法を選定して活用することが、IE 活用の出発点である。

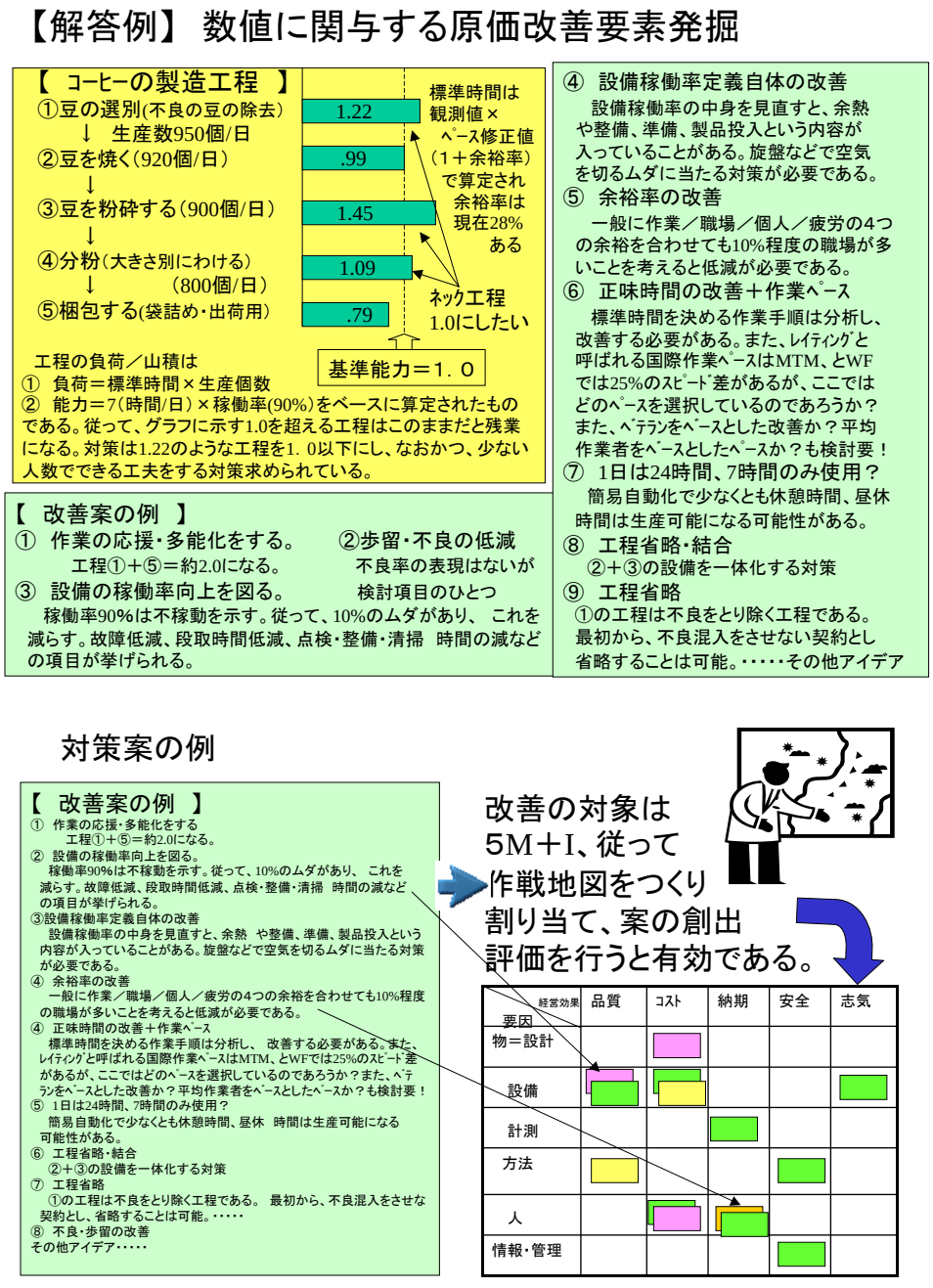


図1-9 改善策をアイデアバンクに登録する方法

１－５　IE 手法一覧

ここまで、IE の概要と重要性を原低との関係で述べてきたが、以下、IE 手法全体の内容を解説することにする。IE 手法には、現場の IE という、製造現場の作業測定や作業方法の改善をベースに、全体で、基本手法だけで、約 130 種類程度の手法がある。**図 1-10** は、その概要を示したものであるが、この現場の IE で得たデータを駆使して各種の改善検討を進める方式をエンジニアリング IE と言う。この手法には OR（オペレーション・リサーチ）など、数学的処理を間接部門のスタッフの方々が活用する手法などがあり、更に、その上に、システム IE という経営管理や IT を駆使して生産ラインの最適制御を図る手法などがある。この手法はエンジニアリング IE を経営戦略的に総合化して活用するものだが、このような 3 つの階層（ラミッド型）IE 手法を示す方式が IE 全般を紹介する方式として昔から用いられてきた。また、IE には、さらに QC（Quality Control）や VE（Value Engineering）を IE 手法として加える方式があるが、このように、広く範囲の選定をしたものを広義の IE と呼ぶ。このように、IE には多くの手法があり、対象や組み合わせにより、多くの名称、例えば、5S、JIT、セル生産、・・・・リ・エンジニアリングなどとなる。また、この種の分類では 3,000 件以上になる。また、欧米から来た、更に、日本で生まれた手法も、略称で呼ぶためローマ字が多い状況だが、この種のものは注釈をつければ、さほど難しい内容で無いことが判るはずである。

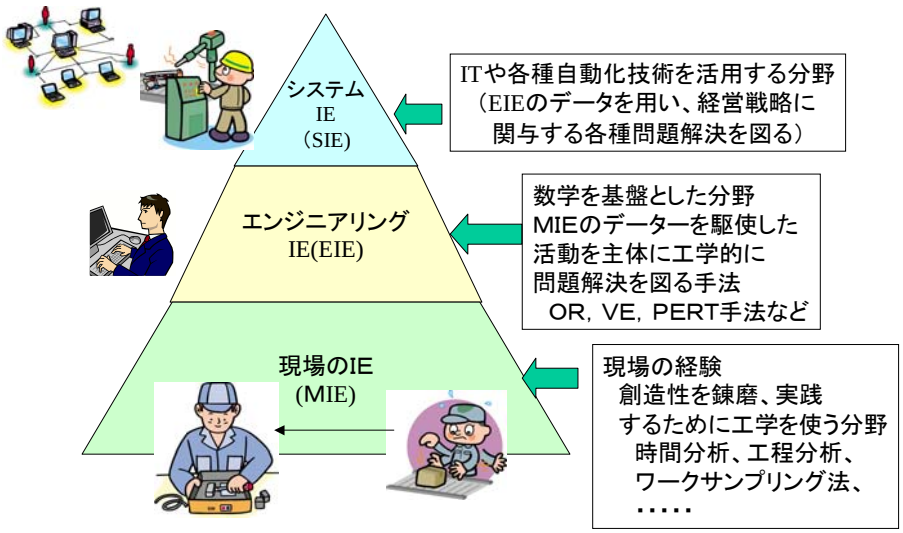


図1-10　IE手法の区分

要は、もし、不明な内容があれば、必要に応じて専門家に聞けば良い。IE 手法は仕事を測定～改善するためのツールである。また、基本は IE、QC、VE を基に組み合わせされた構成を持つことを知るなら、特例を除き、**図 1-11** の進め方と、**表 1-6** に示したように、また、製造技術や管理技術との連携を配慮して活用すれば、実務上、製造現場で活用する IE 手法の運用に問題はほとんど生じない。

表1-4　経営改善に必要な改善手法一覧

製造技術	生産技術			管理技術の区分
・化学平衡 ・断熱 ・熱伝導 ・熱応力 ・反応生成物 ・反応速度 ・化学平衡 ・移動速度 ・凝固温度 ・融解熱 ・圧力分布 ・境界条件 ・磁性度 ・粘度 ・剛性 ・押し出し性 ・鋳造性 ・ヤング率 ・・・・	・有限要素法 ・数値解析・制御 ・特性曲線分布 ・適応制御 ・ロボット ・組立自動化 ・センサー ・MTBF分析 ・メカトロニクス ・レトロフィット ・ライン制御 ・SQC ・LCA（Low Cost Automation） ・OR（Operations Research ） ・CAD／CAM ・IT ・・・など	・IE（Industrial Engineering） ・QC(Quality Control） ・VE（Value Engineering） ・JIT（Just In Time） ・TPM（Total Pre Maintenance） ・GT（Group Technology） ・DR(Design Review） ・行動科学 ・EE（Engineering Economy） ・ポカヨケ ・IR（InformationIn Research）等	・省エネルギー ・画像処理 ・コンピュータ統合化 ・フレキシブル・オートメーション ・シュミレーション ・ダウンサイジング ・TOC（Theory Of Constrains） ・PERT ・KJ法 ・アイデア発想法 ・CS（顧客満足度）解析 ・DTC（Design To Cost） ・オーダーエントリーシステム ・リスク分析 ・・・・・	・TWI（Training Within Industry） ・TP（Total Productivity）マネジメント ・VM（Visual Management） ・MIC（間接部門効率化手法） ・コンカレント・エンジニアリング） ・財務分析 ・TA（Transaction Analysis） ・目標管理 ・請負制度 ・F(Forman）計画 ・PPBS（Planning Program Budgeting System） 等

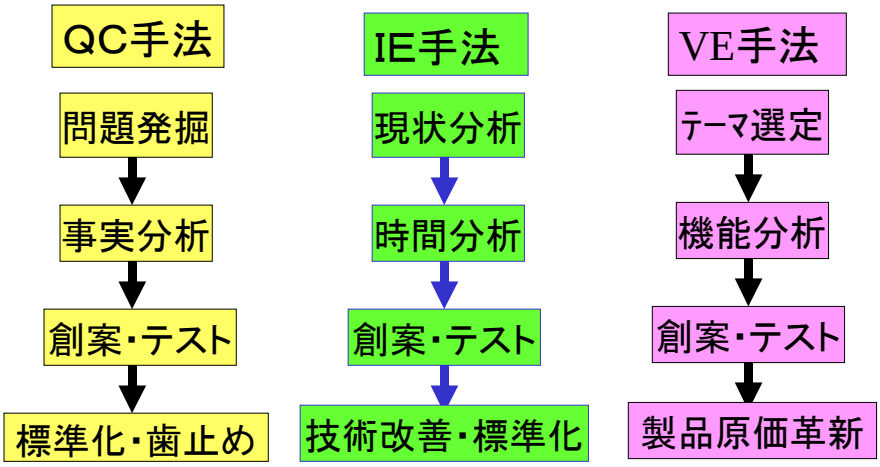


図1-11　現場改善の3大手法とスピード改善の要点

第 2 章　IE 手法の歴史と問題意識～改善の視点

２－１　産業界の変遷と IE の歴史

生産技術のひとつである IE 手法の誕生と発展の歴史は、産業の進行に伴う問題解決の歴史そのものである。**図 2-1** にその要点を解説したが、産業は産業革命で人力を蒸気機関で補う対策を基に、まず、この種の設備を運用する技術から進化していった。IE という、人が行なう仕事に注目した対策ニーズが高まったのは、1875 年、米国におけるテーラーとギルブレス両氏の活動だった。このため、この時代に IE という言葉が「仕事の科学」になった。

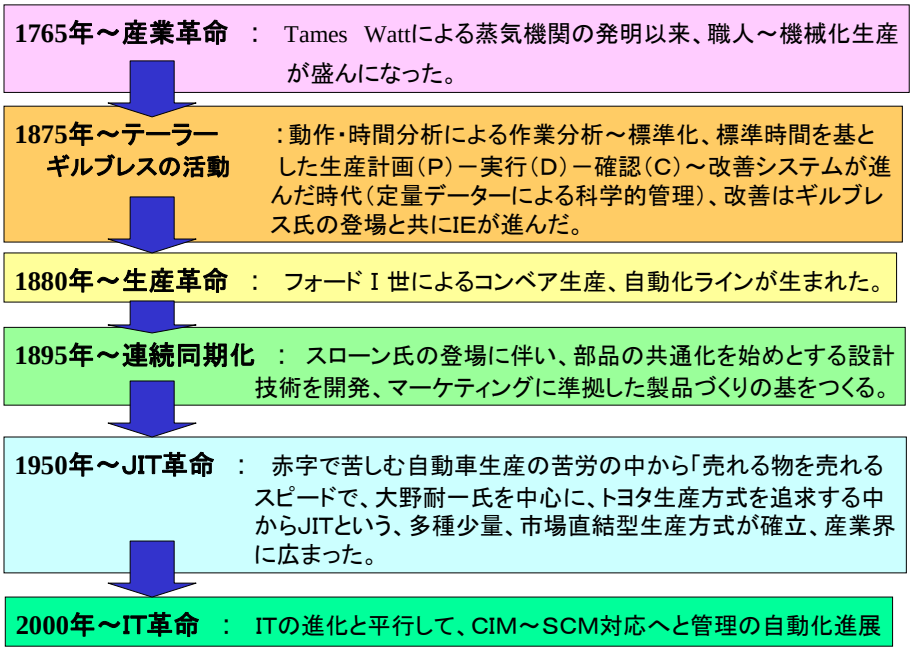


図2-1　産業発展の歴史

テーラーとギルブレス両氏の活動は後述するが、両氏は、ほぼ同世代に活動した方である。テーラーは時計を用いた時間分析でミッドベール鉄鋼において、同じ人数で 3 倍の人的生産性を達成させた。また、ギルブレスは、時計を使わず、動作研究をレンガ職人という立場から分析し、やはり同じ人数で 3 倍の人的生産性を高めた実績が各社に知られることになり、『仕事を科学的に分析～改善する研究』という新分野が誕生した。その後、10 年間も、「時間分析が仕事の分析改善に有効だ！」「いや、動作経済の研究のため、動作の分析改善が時計観測に先行すべきだ！」という論争があった。だが、「時間は仕事の影」という考えで、メナードが動作と時間を時刻表の形で示した。PTS

（Pre Determined）法である。現在、PTS 法には、新製品や組立ラインなどの事前検討に使う WF（Work Factor）と MTM（Motion Time Methods）がある。その後、これら、分析手法をコンベア生産という形で、1980 年代、フォード I 世が乗用車組立ラインの具体化に用いたことにより、産業界は、更なる、仕事の分析～効率化の研究が進展していった。

この当時はまだ、同じ製品をいかに早くつくるかが、各社の興味の対象だった。だが、時代は進み、多様化へ向かうことになった。この対策に当たって、「工場内は標準化で量産、しかし、顧客の変化には対応すべき」という考えが 1895 年頃からスローンが提唱し、『レストラン方式』の名のもと、各種研究が進んだ。この方式は、「例えば、レストランでは注文に応じて、エビの皮を向いておいて、天ぷらの要求があれば、コロモをつけて揚げる。他の魚と共に焼いて出すなら、塩焼きする。煮付けてソースで食べるお客にはボイルするという具合に、「顧客要求に対し、皮をむいたエビと粉や油、お湯や調味料を用意しておけば変化対応は可能！」という市場への生産対応を図る方式である。その後、産業界では、更に、多様化が進んだ。このため、1950 年頃、仕掛や在庫を抱え、赤字の中で苦しむトヨタ指導者が大野耐一氏を中心に、シングル段取り（10 分以内など 1 桁の時間で製品種の変更に対応）する方式などの追求を図った。その結果、図 2-2 に示した JIT（Just in Time）の創出を具体化させたわけであるが、その後、2000 年には、情報処理技術が進展、現在に見る現場では自動化、管理面では SCM（Supply Chain Management）など技術革新時代へ進んだ。

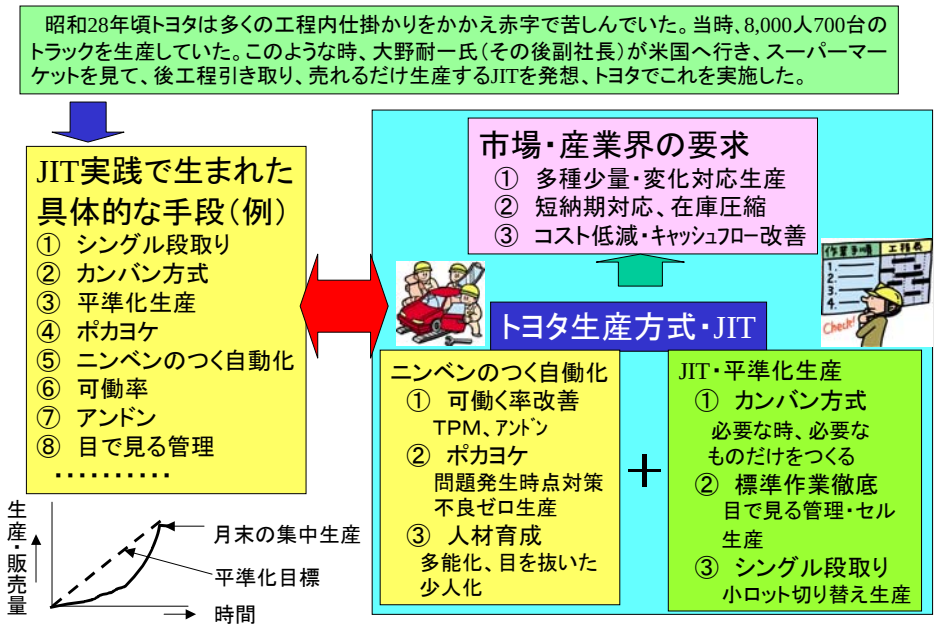


図2-2 トヨタ生産システム JITの誕生

このように産業の発展を整理すると、それぞれ、その当時問題とされる事項に、苦労しながら問題解決手法を開発していった歴史が見える。その結果、IE は問題解決手法として体系化され、IE 手法という内容に体系化されていった。この種の改善の歴史は今後も続くが、この要素を現場作業の変遷、ということで整理し直すと、**図 2-3** に示したような内容にまとめることができる。ご覧の通り、歴史的には職人芸でモノづくりを行ってきた家内工業を産業化へ持ち込んだ、という対処が製造現場の仕事の変化だった。要は職人芸では産業化が難しい。このため、仕事を分析し、分業化（一連の仕事を分担して担当する）、協同化（手間のかかる仕事は各分野で得意な方が担当して、平行同時に行なう）という取り組みを更に効率化するため、『標準化』を時計＋手順（動作）分析で行なう方式となった。更に、時代が進み、一部は自動化、それが出来ない作業はコンベアなどを用いた同期化生産という手段で切り抜ける方式が生まれた。これも、やがて、進化する IT＋自動化技術で、カバーする領域が拡大した。以上が産業の発展史だが、同時に、ここに示した内容は人類が常に問題意識を高め、改善を果敢に進めた痕跡と見ることができる。

以上、概略的ではあるが、産業発展と 5M の関係を整理した。

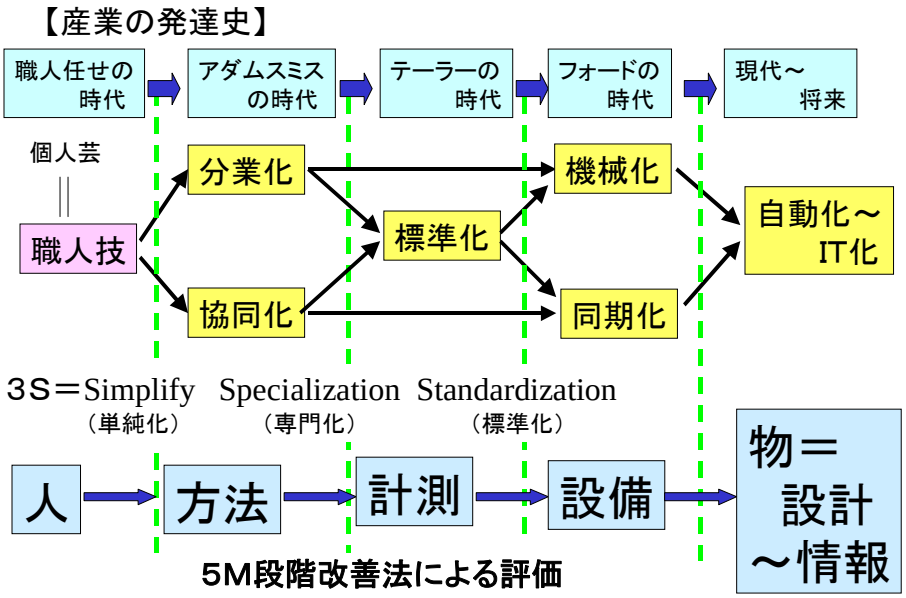


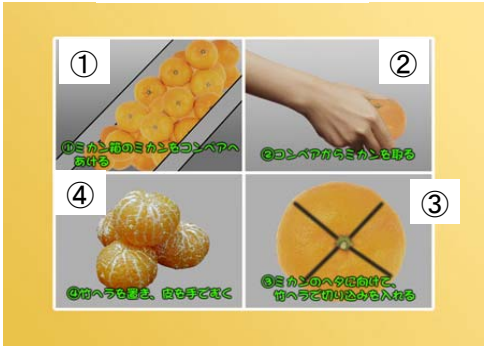
図2-3　産業の発達とノウハウの技術化の経緯

【ちょっと一息】クイズで実務

みかんキズ対策

ある缶詰工場では、通常、魚が捕れれば魚の缶詰貝が取れれば貝の缶詰、・・・という具合に生産を行っているが、ミカンの収穫時には基幹社員では生産がカバーできないので、どうしてもアルバイトを雇いしのがなければならない。幸いに近くに団地があり、家庭の主婦にお願いして対応することができるが、ピークの期間が短い上に、子供さんを抱える関係もあり、昨日は来たが今日はこれないなど、・・・・・多くの問題と共に、不良が10%も発生している状況だった。作業は右図のように、①コンベアにミカンを流す。②左手でミカンを取る。同時に右手でナイフを取る。③皮に切り目を入れた後、④ナイフを置き、両手で皮をはがしフォールスタイルにする、という内容である。そこで、設問だが、この不慣れともいう作業で発生する不良をゼロ化へ近づけながら生産性向上を図る対策案を数件ご創出願いたい。

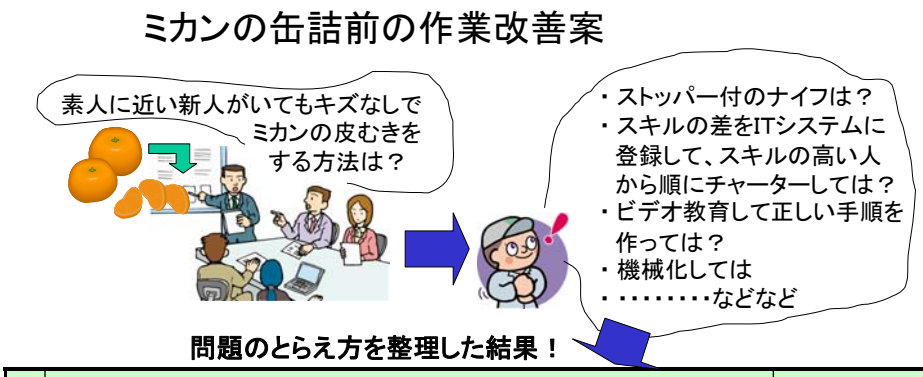
ミカンを処理する手順



メモ欄

【クイズの解】

このクイズは問題の捉え方により解が異なる。また、**図 2-3** をご覧いただくと、不良や生産性が、先の 5M の段階と共に減少する構成となる。こう考えると、**表 2-1** のように 5M に従って対策法を整理して活用すべきこととなる。



No.	アイデアの例	問題のとらえ方
1	新人とベテランを分け、ベテランには切れ目を担当、新人は皮むきだけを担当！	人の問題
2	スキルの差をITシステムに　登録して、スキルの高い人　から順にチャーターしては？	情報管理の問題
3	ビデオ教育して正しい手順を作っては？（標準化の徹底教育）	手順の問題
4	200°Cの蒸気をミカンに当て、膨れた時にナイフで切り、皮むきロボットで対応？	機械化の遅れ
5	ミカンの皮に応じたストッパーつきのナイフを使っては？	計測の問題
6	いっそ、バイオで実が成熟したら皮が自動ではがれる、いや、皮のないミカンをつくる研究をしたら！	物＝設計開発の対象

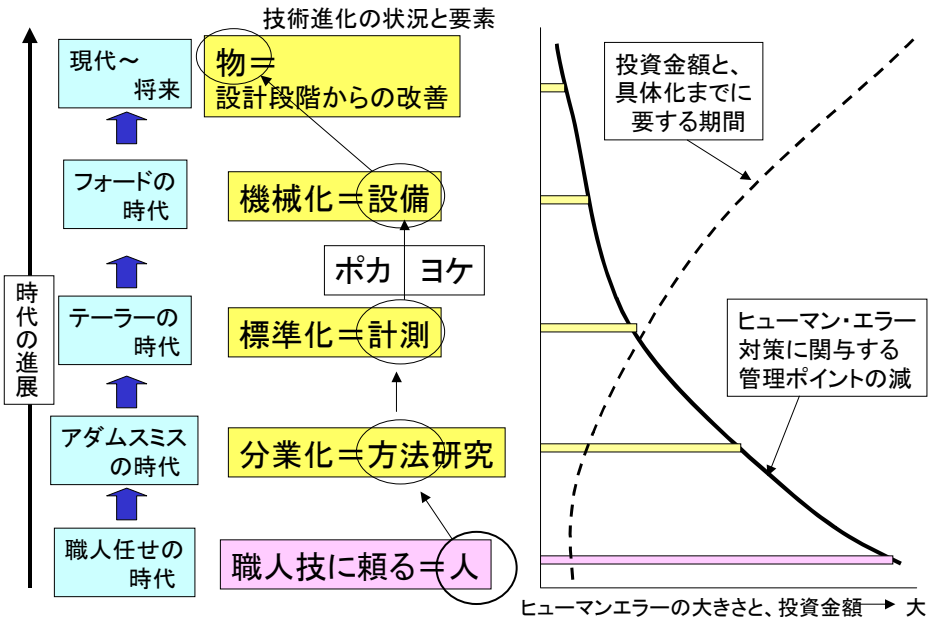
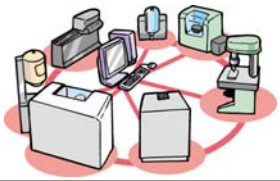


図2-3　みかんの皮むき対策と5M段階改善

「IE は歴史を持つ改善技術である。先人が成功、成果を得ている問題解決過程を再度、苦労してたどるべきではない」という教訓がこのクイズの要点である。現在、歴史は進み 21 世紀になった。また、**図 2-4** は最近の状況だが、情報処理技術の活用も、夢あるモノづくりの現場に生かすべき時代である。

表2-1　不良対策手段を例とした5M段階改善

段階	不良対策の主な手段	中心となる対策
物（設計）	製造技術の革新：源流であるものづくりや設計段階からの改善 製造・設計方式の革新例：電子回路→集積回路、溶接→金型で一体化製造の例、製造革新や、シンプル設計の多くはこの分野となる。	研究開発や設計面での改善
設備	不良を出さない自動化対策技術の適用：温度や人のノウハウの自動制御などがこの対象、鉄鋼における溶鉱炉や圧延設備のIT化など FAと呼ばれる自動運転やロボット利用による組立はこの例である	設備改善やIT化
計測	ポカヨケや治工具利用など、計量すべきポイントを押さえた対策 ・強制停止式ポカヨケ：不良や品質異常があればラインや設備ストップをして問題を報せ発生源対策を促す方式 ・アラーム式：製品を製造する重要管理項目に異常発生のきざしがあれば警告して、手を事前に打つことを人に促す。 ・治具や簡単な計測機器を用いることにより不良を出さない仕組みや問題の早期発見につなげる対策方式 ・良品と不良品を仕分けるだけのポカヨケは最後の手段とする	・製品の形状や特性利用によるローコスト自動化の対象として行う方式 ・各種センサーなどの利用技術
方法	・目で見る管理：標準化の注意点表示、5S利用の員数管理など ・人間工学を利用して問題発見を早くするしくみなど（例）飛行機のコックピットのメーター類は全て針が正規の時は上を向いている、異常があればすぐ発見できる	各種標準化の対象領域
人	QTAT、パトロール検査、・・・スピード・ダウンによる手順の確立など ～スキル登録まで	組織・責任体制や訓練～評価領域



IT化の進展と共に、情報収集～加工、蓄積面で生産管理の内容が大きく変革していった。

主な生産管理システムと、その内容

OR（Operation　Research）：第2次世界大戦で開発された敵を攻略する数学的な解析手法が、在庫管理、配送管理（ロジステック）、待ち行列などとして、広く産業界で活用された。

FA（Factry　Automation）：メカトロニクスと共に、生産自動化＋管理自動化にITの活用が図られていった。FMS（Flexible　Manufacturing　System　）は人が関与する同種の内容

CAD（Computer　Aide　Design）：メカトロニクスと共に、生産自動化＋管理自動化にITの活用が図られていった。CAM・CATも設備の自動プログラム管理、検査自動化として進んだ。

MRP（Material　Requirement　Plannig）：資材調達、自動発注管理システム

CIM（Computer　Integrated　Manufacturing　）：IT活用による統合管理システム

21世紀　IT・インターネット進展で、IT活用花盛りとなる。

図2-4　昨今のIE、特に管理技術の状況

２－２　Frederick　.W.テーラーの取り組みと問題意識

IE が今後の企業になぜ必要か？というテーマは、先の歴史的な解説と共に、読者の方々にはご理解を願えたのではないかと考える。また、ここに共通する内容は問題意識と、問題解決法の切り口であり、IE 手法の開発と活用は、現場で生まれた知恵と工夫、「根気と意欲」の持ち主による活動だった。その例として、時計観測によるストップ・ウォッチ法の詳細は、再度、後の章で解説するが、この手法の開発者である、Frederick Winslow Taylor の活動（以降、テーラーと略称）を追い、時計を用いた時間分析と改善に対する問題意識と改善対策の視点を整理し、彼の残した偉業について紹介することにしたい。

（ⅰ）　金属切削研究と高速度鋼の発明者

（ⅱ）　科学的管理法による経営革新運動の首唱者であり、実践推進者（科学的管理法の父と呼ばれる）

（ⅲ）　この科学的管理法による経営理念を実現するのに必要な仕事の研究手法と研究姿勢を創造し、新規の技術職能としての IEr（IE 技術者）を作り出した IE の創始者

まず、テーラーの生まれと作業分析の必要性を生じた経緯を紹介するが、彼の父は弁護士であり、彼もハーバード大学の法科を志して勉強し合格した。だが、ランプで光を得る時代、彼は眼を悪くし遂に入学をあきらめ 18 才で、あるポンプ工場に見習工として入ったとされる。ここで、彼は人並み外れた作業能率をあげたが、その後（4 年後）、ミッドベール製鋼所に入り一工員から出発して、6 年後に技師長にはまで昇進した。要は管理者として現場管理に当たったわけだった。だが、当時の現場管理方式は人間性無視、しかも理屈に合わない内容ばかりだったため、彼は大いに悩んだ。この対策が、金属切削研究や科学的管理法の基本的理念、作業の科学的研究による研究となり、A Fair Days Work（公平な一日の仕事）というストップ・ウォッチ法の発案となった。では、この間の事情を少し詳しく述べることとする。

彼がミッドベール製鋼へ移り作業長になり直面したことは「怠け」の存在だった。当時は、出来高に比例して賃金を払う制度（出来高制）を、どの企業でも採用していた。ところが、ここでは管理者は能率があると、単価の決め方が甘いとして、たちまち賃金を引き下げる ST（Standard Time:標準時間）のカットを行っていた。これでは一生懸命働く程、作業者は自分の損になる。このため、作業者は仕事を怠けた。それでも管理者は働かすため、「アメとムチ」と呼ばれる管理でこれに対抗した。すなわち出来高が目標より高いと誉め、低いと叱る、という方法であり、性悪説に基づき、奴隷を扱うような現場管理方

式だった。テーラーも、最初はこの管理を実践した。ところが、当然のように作業者から反発、やがて、機械をこわすなどの問題を起こす事態が発生した。ここで、彼は、人間尊重の立場から、「この解決のためには労使双方の何れの側からみても納得できる仕事量を決めるべきであると」考えた。また、この「公平な 1 日の仕事」を決める道は、当時、進化と共に社会的な信頼を得てきた「科学」を用いるしかないという発想を持った。当時、科学は産業革命から 100 年が経過しており、科学によって人々は多くの恩恵を得ていたし、信頼も厚かったからだった。従って、このような時代にテーラーが客観的とも言える科学を用いて 1 日の公平な仕事を決めようと考えたのは、ある意味、「当然の環境だった」といえるかも知れない。

テーラーは科学的思考の中に、例えば問題に直面して観察、分析、総合、評価という問題解決に手順があり、定量的に示された解決策は誰が実践しても繰り返し性があるという点に共感を持った。デカルトの言にも「分析を知らない人は、宝物を捜すとき、国中歩いて捜す人に似ている」という言があるが、仕事も、「分析をしないと、問題の性格や所在ばかりでなく、本質迄がはっきりしない」という考え方である。科学的アプローチとは、①分析によって仕事の性格（実態）をつかみ、②次のその中から量的な性質を抽出し、それを定量化する、③測定によって得られた結果から改善案をつくり、④実験してみる。⑤実験結果を集計し統計理論によって効果を判断する、という手順だが、彼は、一見、この手間のかかるように見える手順が、納得性も信頼性も高い仕事に対する理解を作業側にも管理側にも与える要件とした。

早速、テーラーはこの発想を基に「仕事の分析」の研究に入った。ムード的な観察では本当の仕事はわからない。そこで、仕事を要素動作にわけ、ムダなものは排除し、ムダのない仕事で新しい仕事を形づくる、という解析を行った。その結果、今迄の仕事と違ったやり方で仕事が達成できることを示したわけだが、この手続きで、IE の基本となる、仕事に対する現状分析～改善追及の方式を具体化させた。次に、この 1 つ 1 つの要素動作に改善後にかかる時間値を与え、仕事の達成時間を決めた。また、これが現在のストップ・ウォッチ法の基本になった。こうして時間を道具として用いて、仕事量が決まれば、労使双方に全く公平な内容で、そこにはいかなる恣意も入っていない「公平な一日の仕事」が決められると彼は考えた。では、彼がこの考え方を実践した事例の一部を紹介することとする。

① 金属切削研究

テーラーはこの時計観測の研究を 1880 年に始めた、一応の完成は 1906 年とされる。実に 26 年を費やしたとされるが、この研究成果は偉大な功績を残した。そのひとつが高速度鋼の発明だった（この研究は 1900 年に、パリの万

国博覧会にこの研究結果を出品、金賞。工学博士を授与のもとになった。）。

この金属切削研究は、各種の実験と共になされたものだが、直径 66 吋の堅型ボーリングミルで機械車の車輪切削を対象に切削工具の作り方や、形や、使い方をどうすれば仕事が早くできるようになるかを調べた内容だった。だが、この研究だけではその適用範囲が一部に限定されるので約 26 年間、10 種類の実験機械を特別注文して実験に供した。なお、実験回数は、何と 30~50 千回、使用材料 370 トン、実験費用 150～200K ドルという膨大なものだった。すなわち、この当時の実験としては費用も時間も大変なものだったが、彼は「研究のための研究ではなく、機械作業者に具体的な最もよい方法で、最も早く仕事をさせるための指導上の正確な資料を得たい、という実際上の必要に迫られたためだった」としている。また、この研究の結果、テーラーは次の 12 の変数が切削速度に関係することを発見した。

（ⅰ） 被切削金属の硬度
（ⅱ） 刃具の材料と熱処理方法
（ⅲ） 削りとる厚み（取りしろ）
（ⅳ） 刃具の刃の形状
（ⅴ） 冷却水その他の冷却作用の状況
（ⅵ） 切り込みの深さ
（ⅶ） 刃具を研がずに削りつづける時間
（ⅷ） 刃具の角度や逃げ角
（ⅸ） 切削に伴って起こる振動に起因する品物および工具の剛性
（ⅹ） 削るべき品物の直径
（ⅹⅰ） 切削中刃具の切削端におよぼす圧力
（ⅹⅱ） 機械のトルク、スピード、送り

このような研究の結果、金属切削を最も早くするためには、基本的には「切削速度」と「送り」と「切り込み」の 3 つをいかに組み合わせて最短時間を得るかを決めた。同時に、その背後にある上記の 12 のデータを基として数学の公式にまとめあげ法則化した。だが、毎回この公式を解くのは難解なため、テーラーは産業界に賞金をかけ、早く、しかも精度よく切削時間を算出できる方法を見出すことにした。その、結果、Carl. G. Bath の協力を得て実用的な計算尺を完成させた。（この解析法は、後に、過去の時間分析結果資料を用いて、これから着手する加工条件を基に、標準時間を短時間で算定する『標準資料法』の基礎を築いた）。いずれにせよ、この種の徹底した努力の積み重ねで、テーラーは仕事を科学的に解析すると同時に、万人が納得行く形で仕事を楽に、しかも、だれがやっても同じ時間で終わる方法を提示した。

② シャベル作業の研究

やがて、テーラーは1890年にミットベール鉄鋼を去り、コンサルティング、エンジニアとして各会社の改善に参加する活動に入ると同時に、彼は世の中に彼の思想と方法を展開した。この環境で、彼は異業種で、時計観測を使い、2～3の仕事の改善を実践したが、この科学的な仕事の研究は必ずよい結果を得たため、この方法に強い自信を持った。次に話すシャベル作業の研究はその例のひとつである。当時、ベツレヘム製鋼所の鉱石ヤードには400～600名の作業者が働き、鉱石や粉炭のシャベル作業に従事していた。そこで、テーラーは、いかなる作業方法が最大の運搬量を実現するかの研究に着手した。具体的実施に当って、彼は、改善の目的を明確にし、2～3名の熟練作業者を選んで観測した。その結果、シャベル一杯の重さが一定で、疲れず、1日の出来高が最高になるのは1回の運搬重量が21～22ポンドのときであることを知った。更に、シャベルを運搬物の山にさし込み、引き出すときの速さや、シャベルをさし込むとき、下が地面の場合、鉄板の場合いかに変化するかなどシャベルメーカーでも研究していないシャベルの基本研究をして、シャベルの大きさ、形状などを試作実験した。その結果、どんな材料の場合でも常に21.5ポンドがすくえるように約10種類のシャベルを用意した。同時に、シャベルを作業者の私物から会社持ちにし、シャベル工具室を設けて作業者に貸与するようにした。さらに作業の計画部門を作って、毎朝職長が作業者に作業内容、場所を指定し、適正なシャベルを貸与し、一人ひとりの出来高を毎日測定し、一定量の仕事量を遂行したものには下級金を支払うことにした。もし加給金がもらえない作業者がいると、指導者が作業方法を正しく訓練して、出来高に応じた加給金がもらえるように指導援助した。ベツレヘム製鋼所で、この方式を活用した結果、3年後、投資はほとんど無い状況で下に示すような効果を得た報告が残っている。

（ⅰ） 作業者人数　400～600名　→　140名
（ⅱ） 平均出来高　16ton／人・日　→　59ton／人・日
（ⅲ） 平均賃金　　$1.15日　→　$1.88日（スキル向上に伴う昇給）
（ⅳ） 作業費用　　¢7.2／ton　→　¢3.3／ton（46%化）
（ⅴ） 節　約　額　$78,000／年

さらに作業班別の出来高研究を進め、シャベル作業ではグループ単位で仕事を進める方式より、個人別に扱った方式の方が仕事量は増加すること、という現場管理方式も明らかにした。また、科学的に解析した標準時間を用いて、一日の標準作業量を算出し、目標という形で決めた。このような分析の結果、「いくら教育訓練しても標準に達しない作業者はその仕事に不適格であり、作業者本人にとっても会社にとっても不幸であり損失である」として、その方に合った別の仕事を世話するようにした。

以上、ここまでに示す内容を、彼は、**図 2-5** にまとめたが、この内容は現在、日々管理システムとして生産管理に各社で用いる基本形である（テーラーシステムの名がつけられている）。

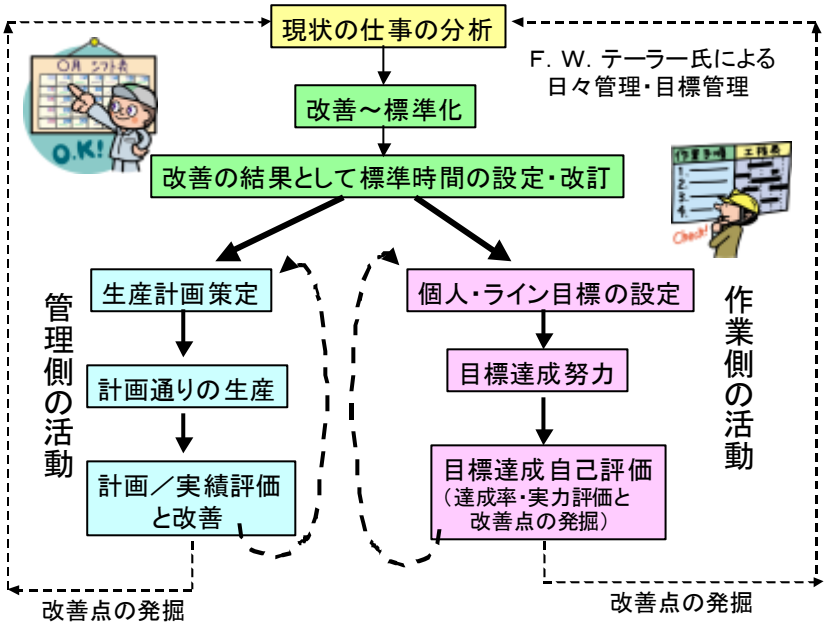


図2-5　テーラーシステム　　達成度管理＝目標／実績≧＜1？

更に、この研究は、その後、適正作業者、適正訓練、最善作業方法を個人別に徹底することの必要性を強調する形となり、その後、労務関連を中心に心理学者などが研究を進める題材を与えた。

上記の実践に加えて、彼は時間研究、疲労研究、賃金支払制度、工場組織論などの所産も残した。彼の狙いは作業への科学の応用だったが、その目的とするところは、労使間の利益配分であった。言い替ると「高い賃金を従業員が得」「企業はより多い利益の確保」を達成するという両者の目的への指向と実践こそテーラーの考えた IE の利用法だった。しかし、この画期的ともいえる考え方も、**図 2-6** に示した下ように、企業の管理側が改善努力を搾取、作業者を騙して儲けるという悪用があり、組合問題として労使間の政治的な論争にテーラーは巻き込まれた。内容は、テーラー方式の一部に、出来高制度があるが、反論者たちは、これを部分的にとりあげ、「作業者の目の前にニンジンをぶらさげて仕事をさせるやり方であると」して機械工組合に問題を持ち込んだ。だが、テーラーは労使間で合意して善用すれば全く問題ない内容であることを証明していった。この経過は、テーラーの著書『科学的管理法』に、法廷で争った経過と共に、詳しく紹介されている。彼は「出来高制を科学的な目標

との差をみて仕事ぶりを冷静に評価し、その対策をするための道具であり、目標に達しなかった人を低い賃金で罰する道具ではない。教育訓練や適正配置の道具である」と主張した。当然、彼が指導した企業ではこの種の問題はなかった。また、彼の指導を受け、生産性を短時間であげる技術を身につけた現場管理者が他社に 2 倍の給与で引き抜かれる例が多発した。だが、この種の論争にあった企業に行くと、労使間の問題に悩まされ、結局は、1.3 倍程度の昇給でも、人を大切に扱う管理者が働く企業へ移り、科学的管理法を展開して成果をあげていった事例などが、著書には詳しく記載されている。だが、残念なことに、彼は、人間尊重、「人づくりこそモノや改善づくりの基本！」が重視される時代を待つ状況で生涯を閉じた。

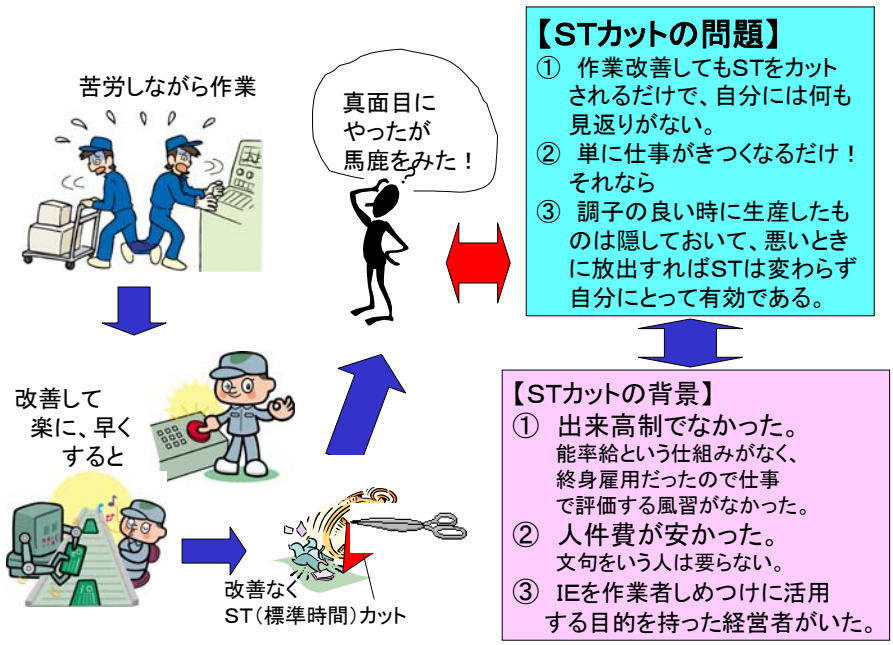


図2-6　標準時間の悪用・STカット問題

２－３　Frank．Ｂ．ギルブレスの取り組みと問題意識

“歴史的ないたずら”とされるが、テーラーが作業測定を中心に展開していった時代に、時間という概念を全くといって良い程考慮にいれず方法研究に取り組んだ人がいた。これがギルブレスである。テーラーの時間研究は動作の研究も含まれているが、やはり材料や設備工具を含む作業方法の研究が中心であった。これに対し、ギルブレスは動作そのものの研究から仕事の改善を進めていった。ここでも彼の実践を通して IE への取り組みを整理することにする。

ギルブレスは 1868 年米国のフィアフィールドで生まれたが、幼くして父を

失い経済的苦労をした。このため一度志したマサチューセッツ工科大学入りをあきらめ 17 才のとき建設会社にレンガ積み職人として入社した。だが、彼の発想は「単にお金を稼ぐため早くベテランになりたい」という一般人とは違っていた。その理由と活動を、テーラーが『科学的管理法』の中で賞賛している。その内容は「歴史的に 2,000 年以上にもなるが、この職に従事した職人は恐らく数百万人に達するでと考える。だが、数百年の間に、誰も、その道具も材料も作業方法にいたるまでなんらの改良も試みられなかった。だが､彼は科学的解析をレンガ積み作業に持ち込み、飛躍的に仕事を科学的に進める方式を確立した」というものである。では、ギルブレスの活動を紹介することにする。

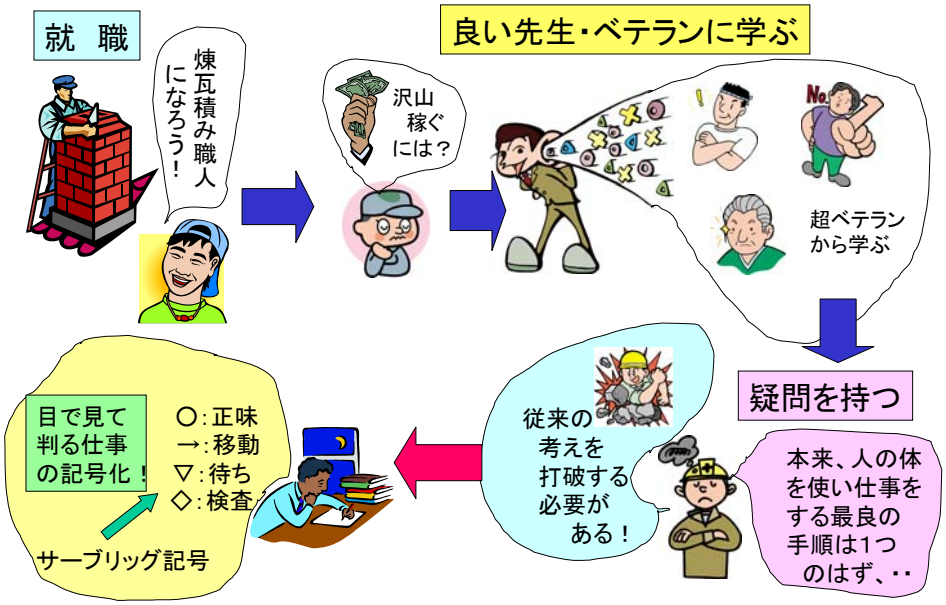


図2-7　ギルブレス氏の発想　1868～1924年

彼はレンガ工場に入社して、人より多くの収入を願った。この視点でベテラン達の仕事を観察する中ですぐ気が付いたことは、レンガ積み作業に当り、職人がそれぞれ独特な作業方法でやっており、同じ方法でやっている者は 2 人といない、という解析だった。さらに、1 人の作業者でも同じ動作でやっているわけではなく、速くやるときと、遅くやるときでは作業順序が違っているし、人に教える方法はまた違っていることを見つけ、これを問題点とした。ここで、彼はレンガ積み作業には「最良の方法」は世界に 1 つしかないはずである」と考えた。そこで、彼は、この発想で仕事の手順に注目し、仕事の解析と改善を追求していった。この経過を**図 2-7** に示したが、具体的には、ギルブレスは、壁、モルタルの箱、レンガの山に対して職人はどんな位置に足を置くべ

きか、モルタルの箱とレンガの山の高さはどのくらいがよいか、などの研究を進めた。その結果、1 個のレンガを積むのに 18 動作かかっていたのが、わずか 5 動作でできるようになり、ベテランを超えて 3 倍の生産性を得た。当然、まわりの方は給与が劣る。そこで、彼は、この研究内容を関係者に紹介したが、その通り仕事を進めると、同じように高い生産性が得られた。

これがきっかけで、彼は動作研究に熱中して行う必要から、建築の仕事を退職、以降、この手法の研究に専念した。その結果、たとえば、①高さの調節ができる足場を作り、ムダな移動は無くす。また、積み上げに必要なレンガ数だけを手元に事前に配備する。②レンガとモルタルの箱をのせる棚をちょうどよい高さに取りつけ、作業者はいちいち体を曲げ足もとからレンガを取りあげるようにする。③職人は上げコンクリートを均一にレンガの下に行き渡るようにするため、レンガをコンクリート上に乗せた後、コツ、コツとたたくが、コテを改良した。具体的改善内容は、コンクリートが均一に広がる形態にした上で、レンガをドンと乗せ位置決めするが、コツ・コツ作業を無くす方式とした。④コンクリート必要がなくなった時に混練する作業は、この間にレンガを積む仕事が出来ない。それなら、牛か馬、水車などの力を利用して、レンガ積み作業に平行して別途進める、といった仕事の改善を進めて行く方法改善の技術を確立させた。要はムダ排除対策だが、その結果、レンガ積み作業現場で、1 時間に 20 個のレンガ積みは 1 時間 350 個と、約 3 倍弱の仕事量を消化できるようになった。彼の改善手法は、仕事の手順を要素に分け、ムダを排除し、現状での最良の方法を再編成する、という手順をたどる。なお。テーラーが用いた時計観測は用いず、**図 2-8** に示した、動作の記号を用い、評価～検討して行くという内容であり、「最良の方法をつくれば、時間は当然減る！」という内容だった。この実績が基になり、彼はレンガ積み以外の仕事の改善にも動作研究を進めた。このような努力は、やがて「仕事を目で見てとらえ、科学的に改善できる」という方式は、当時、産業界で大評判になった。このため、産業界の中心をなす技術集団が集まる機械学会で、この内容を紹介する要請を受け、発表内容は機会学会で注目の的となった。その理由は、「人の作業は 18 種類の記号で分解され、どのような仕事でも分析の後、改善が効率的に検討できる」という科学的内容を示したからだった。これは、逸話だが、当時、「この記号の名前は？」と聞かれたギルブレスは自分の名前を逆にしてサーブリッグにしたとされるが、彼が明るくひょうきんな性格を示す内容であるとされる。いずれにせよ、テーラーが時計観測を中心に、作業を要素に分け、時間を評価基準として改善するという方法に対抗した形で、仕事の手順を分析して要素を評価～改善した結果、生産性をあげるという 2 大手法が、ほぼ同じ頃に産業界に生まれた。いずれにせよ、ギルブレスの偉業は、動作分析を行なうと、

仕事は目に見える形に示され、ムダを排除する道具として記号を使うこと、更には、この単位で作業を眺めてみると、一般の作業にはかなり多くのムダな動作が含まれていることが意識できる点にあった。

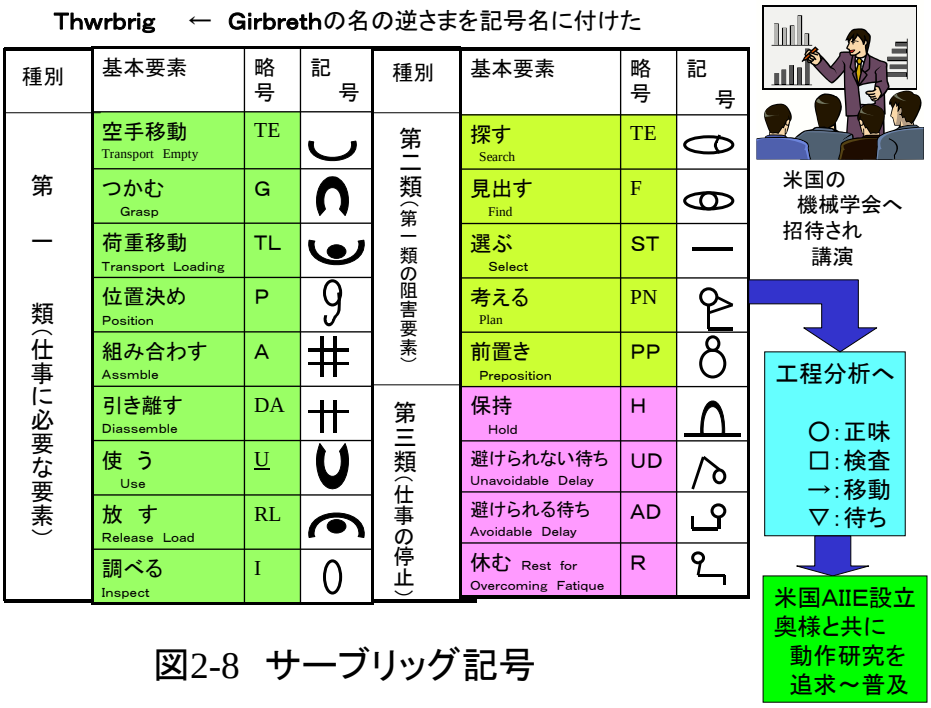


図2-8　サーブリッグ記号

このため、このような単位で作業をみる行動に『モーション・マインド』という名がつけられた。彼は、更に、この研究を進めた。その中には、例えば、微細な動作分析を行なうため、当時のムービー・カメラによる微細動作研究法を開発し、この技法を外科手術や高度な熟練作業者の動作分析に活用し、指先などに豆電球をつけ作業者の動作起動を写真にとって分析するというサイクル・グラフ分析がある。さらにこの豆電球を点滅させると、写真に写る軌道は点線になって描かれ、動作の速さに応じて点線の間隔に長短ができるので、動作に要した時間、速度、加速、減速の状況を見て、細かな動作改善に役立つ手法も開発した。やがて、時代の進展に伴い、その後、メナード氏の登場により、この方式は時間研究＋動作研究として一体化され、やがて、動作に対する時刻表という形で PTS（Pre Determined Time Standard　System）へ発展したが、二人の偉人は、この基盤をつくったわけだった（この手法は後の章で解説することにする）。

追加談だが、細かい動作分析の他に、ギルブレスは米国・IE 協会を設立、更に動作分析手法を進化させ、「工程分析」「レイアウト改善」「設備改善」等のムダ排除を発掘する手法の開発も行なったが、彼が人の動きの効率化を追求した背景には脈々として人間尊重の精神が流れている。ここには「妻リリア

ン婦人の温好な人柄と心理学をマスターした学識、人間に対する深い洞察等の影響が付加されたから」とされる。また、この内容を示す例として、彼の研究の中には、単に生産性向上だけを追及するのではなく、動作研究に併せて、疲労調査を進めた内容が残されている。この研究を見ると、現在、「作業側にとって、仕事は出来ばえがよく、早く、楽にしなければならないとの論理を示したことは、人間重視の時代の到来に、それを予測する形で価値が高い研究をIE 面に残した」という評価となり、この研究は、やがて、後の世に余裕率として確立される基をつくった。また、彼は、更に、単調作業にも厳しい目を向け、「単なる単純作業の繰返しは人間の思考、知性を侮辱するものである。このような仕事は機械にやらせるべき」して、この取り組みを進めたが、後に、このような努力は、やがて、全て現在人間尊重を軽量せんとする技術、人間工学、行動科学の基礎となった。

ギルブレスは 56 才にして死去した。だが、その後妻リリアン婦人が彼の偉業を継ぎ AIIE（米国 IE 協会）の会長を引受け、彼の偉業を世に広げる努力を 92 才で、この世を去る直前まで続けたことも有名な話である。

我々はギルブレスの活動を通して学ばなければならないことが多い。例えば“IE マインド”即ち問題意識こそ勝ちある仕事の追求には必要であるという点であり、IE には問題が王様、手法は召使として扱うべきこと（手法は道具である）内容である。更に、彼は「問題解決に当たっては、既存の手法にとらわれず、目的に合わせ新手法だって開発すべきこと」という内容を実践したが、手法開発の根底に流れる「科学とは人間尊重なり」という精神は、我々が IE 手法を使うとき、事前に強く認識しておくべき要件のひとつである。

【ちょっと一息】日本にもあった動作研究

「必要は発明の母！」という言葉がある。この言は、国や民族に関係なく、当てはまる言葉である。ノーベル賞や大発明にもこの種の現象が時々見られる。例えば､ライト兄弟が飛行機を飛ばす以前 1991 年に、二宮忠八が日本で初めて、カラスの研究から、ゴムを動力とした機械式航空機を飛ばした例がある。だが、当時、日本では評価されず放置、やがて、1903 年にライト兄弟が動力つきの航空機を飛行させたニュースを受けて努力を認めたそうである。

この種、同時発明や発見の例は多くの発明や発見に見られる現象だが、人は時代の要請や環境の変化に合わせて問題解決法を案出する傾向が高いようである。このように見ると、分野は異なるが、動作経済の研究は剣豪が活躍する時

代に存在した、有名な千葉周作にも、その種の例が当てはまる。彼は図 2-10 に示すように、中西一刀流を学び免許皆伝の状況で江戸へ出て剣道の指導に当たった。

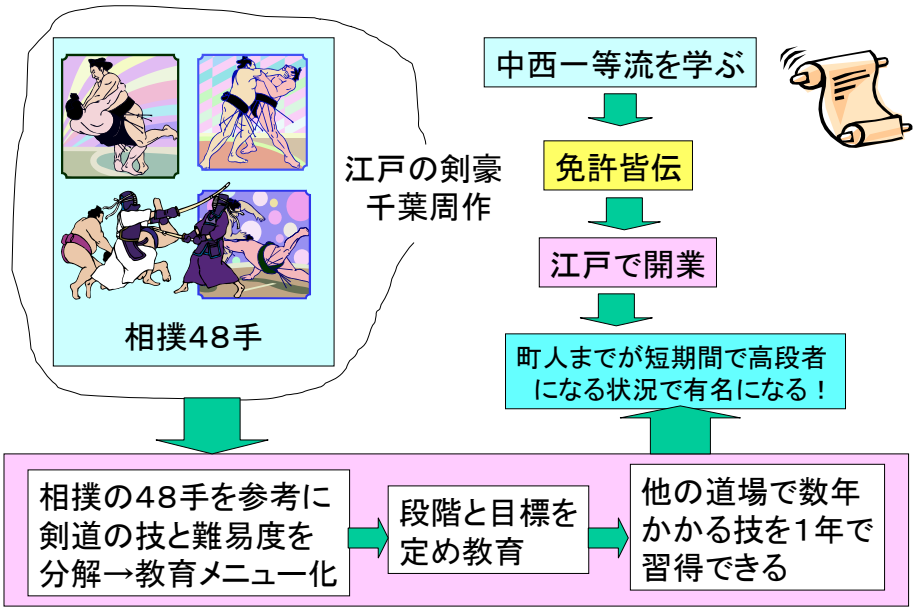


図2-10　古来剣法の伝承と剣豪･千葉周作の取り組み

この時、周作は、剣道の技を、初心者に早く、楽に習得願う対策に、当時は暗黙知、多大な訓練を要するとされてきた剣道の技に対し、相撲 48 手を参考に分解して、段階を設けて教える工夫を図った。その結果、「千葉道場で習うと、10 年要する技が 1 年で可能」という結果を示し、「町人までが剣道を習い、技を高め、多くの弟子を集めた」という話が残っている。これも、対象が異なるが、似た分析法を利用した例である（この種の解析は、日本が抱える技術伝承対策、特に暗黙知の対策に参考になる内容である）。

２－４　フォードⅠ世・コンベア生産誕生と問題意識

フォードⅠ世（以降、フォードと略称）は自動車王であり、現在のガソリン・エンジン式自動車の開発者である（乗用車普及を大きく進めた方である）。フォードは、コンベア・ラインの誕生以外に自動車部品加工設備の自動化などでも大きな革新技術を進め、IE 面ではコンベアの開発が有名である。では、フォードが持った問題意識と動機を紹介することにする。人によっては、コンベア・ラインを見ると人間無視と考える人々が多い。また、IE のゆきつくところは人間無視と誤って考える人々がおられるが、果たしてコンベ

ア・ラインが人間無視となるのだろうか？この種の疑問についても、その生みの親であるフォードの思想を見ることにしたい。

フォードのコンベア・システムの開発は**図 2-11** のようになる。

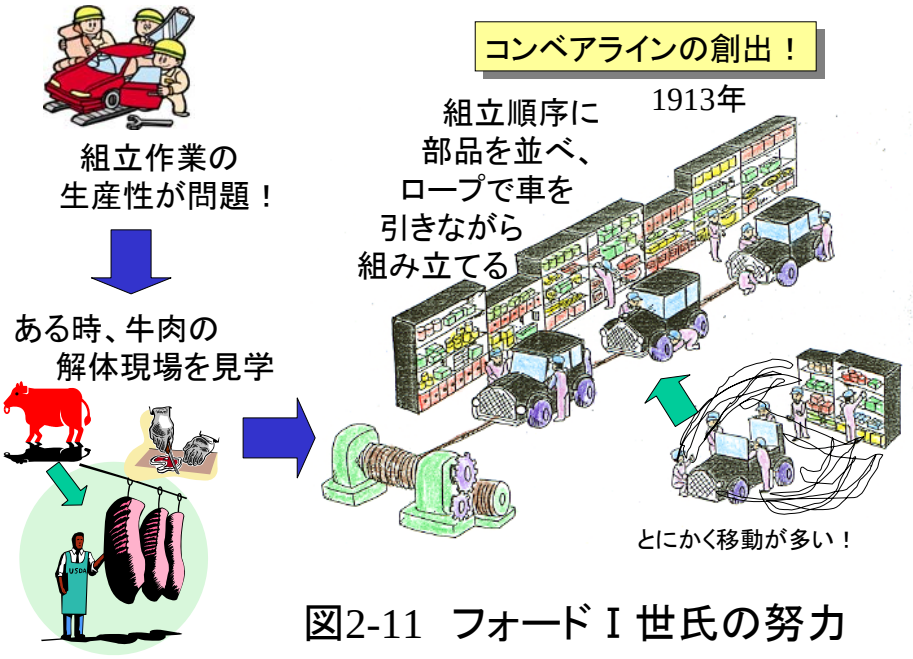


図2-11　フォードⅠ世氏の努力

フォードとそのスタッフは、1910 年ごろからテーラーの時間研究や、ギルブレスの動作研究などを最大に駆使して 1 つの作業を徹底的に、しかも科学的に研究し、部品加工の高速化や専用機化、熟練不要の作業標準化、労働分割専門化、流れ作業など、いわゆるフォードの大量生産方式の追求に努力していた。このような時、フードは、たまたま、肉の生産工場を見学する機会を得たそうだが、そこでは、台上を牛が流れ、その間で骨と肉を実にうまく仕分けする仕事が行われていた。この状況を見て、フォードは「この逆に、部品倉庫の中に綱で自動車を引き、組立すれば、生産性が高いラインができる！」と考え、早速、この方式を実施した。具体的な対処は、自動車にロープをつけ引っ張りながら部品倉庫の中を通し、組立作業のスムーズ化を図ったが、その結果、下に示した他の改善を加え、T 型車の価格を大量生産方式で 850 ドルから 600 ドルに引き下げることが出来た。この対策によって、フォードが願っていた「車の売価を引き下げることにより、当時、より多くの人々がこの便利な車を利用し、より豊かな生活を送れる」一歩をスタートさせたわけだった。

（ⅰ）　鋳造工場における鋼の品質改善や単体鋳造法の開発。

（ⅱ）　機械工場におけるシリンダーブロックの四方からの多軸専用ボール盤

の完成。

(iii) 組立工場における人、機械、材料の合理的配置（レイアウト）、部品の運搬方式の開発。

(iv) ベルトコンベアによる流れ作業方式の採用。

更に、フォードでは、このコンベア・システムの展開により、作業時間研究～改善と総合的計画編成は次第に成果をあげた。その結果、1913 年には 1 台当りシャシーの組立工数 12 時間が 1914 年には 1 時間にまで短縮される等の生産性向上がなされた。もちろんフォード・システムの場合、鋳造、鋳造工程などの技術革新と、1920 年代に入ってからのトランスファー・マシンと組み合わされた専用工作機械の発達による成果がここに付加されたが、当時としては飛躍的とも考える技術革新と生産性向上実績を示した。

この時点で、一般大衆にコンベア・システムに対する労働上の懸念が出てきた。それは、特に各組立工程が秒単位までの労働の細分化を図り、専門化と単純化が進んだためだった。また、「各工程で仕事をする様子がロボット的である」という批判が関係した。当時、各社で、高度かつ巨大な設備とコンベア・システムの組合せが使われるようになった結果、この方式が他社でも利用され、大量生産の典型となっていった。ここには、従来、組立のプロと言われた熟練者が職を失ったことも関与した。このため、「コンベア・システムは確かに生産性が高いが、労働者に厳しい一面を持つ」という批判が生まれた。このため、当時、この点に対し、フォード・I 世がコンベアをどのように考えるべきかが、産業界で注目された。この時、フォードは「顧客が安く、便利に乗用車を使っていただくため、コンベア・ライン方式を用いた。この思想は従業員に対して何も変わらない」と強調した。また、フォード自動車経営の中で次のように語った。「産業の終着点は、人々が頭脳を必要としない、標準化され、自動化された世界ではない。その終着点は、人々にとって頭脳を働かす機械が豊富に存在する世界である。なぜなら、そこでは、人間は、もはや朝早くから夜遅くまで生計を得るための仕事にかかりっきりになるというようなことはなくなるだろう。産業の真の目的は、1 つの型に人間の精神と肉体を、生存のための苦役から開放することにある。その生産物がどこまで標準化されるかは、国家の問題ではなく、個々の製造業者の問題である」と語った。この言は、1920 年代のフォードの言をそのまま直訳したものだが、フォードは、単に生産性向上をねらってコンベア・システムを創造したのではないことを示している。その理由は、彼の言が、現代で言う「生きがい」「働きがい」を現場に求めた内容であり、「人間は自動化された世界を望まない」とする考えを示しているからである。先に図 2-6 で示した ST カットは、この一部、科学的取り組みではなく、経営側の搾取だった。この種の問題は、必ず、労働側と管理側で

人の扱いの面で問題を起こす。テーラーが組合問題で論争した内容も同じ内容だった。

以上、人の扱いに関する課題は、標準化を扱う人々の相互信頼に関係する問題である。そこで、その後、以下に示すように、科学的に見て、『労働強化になる内容』も明確にする取り組みがなされてきた。

【労働強化とされる事項】

（ⅰ） 仕事のスピードをＷＦ120 以上にするように強要した場合（作業ベースについては後の章で紹介する）

（ⅱ） 正味作業の仕事内容に何ら変更がないのに、むやみに標準時間における余裕率を理由、納得性のないままカットした時

（ⅲ） 標準時間の中味に方法改善を加えない状態で標準時間を理由、納得性なくカットする場合（但し、目標として現状より短い標準時間を工場として与えられることはあるが、これは改善して達成すべき目標を示すのであり、労働強度とは無関係）

（ⅳ） 危険作業等の強要―――強制労働

【豆知識】　出来るだけ主義

『労働強化』という話は、時々、労使間で話題となる内容である。IE は日本に導入～1970 年頃多くの企業で活用された。だが、この間、日本でも間違った使い方から組合問題～倒産に至る企業まで発生した例があり、標準時間という思想を正しくとらえていない内容が関係した。その理由は、日本企業の多くに『気合で生産、日本の生産性は気合と根性、これこそが、大和魂』という風潮があったためだった。では、このような風潮に対し、再度、標準時間の運用を知っていただくため、盛んに使われた研修内容を解説することにする。

図 2-12 はイソップにある話である。ある旅人が遠く離れた町に行くため、砂漠を眺め推測していた。ちょうどその時、有能そうな人がやってきた。そこで旅人は、「あの町に行きたいのですが、・・」と図の右のように質問した。すると、その方が、「歩いて下さい」と言うだけだった。そこで歩き始めると、「ちょっと、待って下さい。その歩き方であの町へ向かうのですか」と問うので、「ハイ」と答えると「余裕 10 分程度を入れ、〇〇時間、□□時には到着します」と語った。そこで、旅人は時間を図りながら旅をしたが、賢人のいう通り、言われた時間で町へ到着したわけだったが、この話は、仕事の遂行と生産管理上、極めて重要な内容を含んでいる。その理由は、単なる旅行程度なら多少の時間のズレは許されるかも知れない。だ

が、顧客と約束した納期に仕事が終わらない。更には、予定を大きく過ぎて残業しても仕事が終わらない、といったことが生産の場で起きると原価面でも問題となるからである。

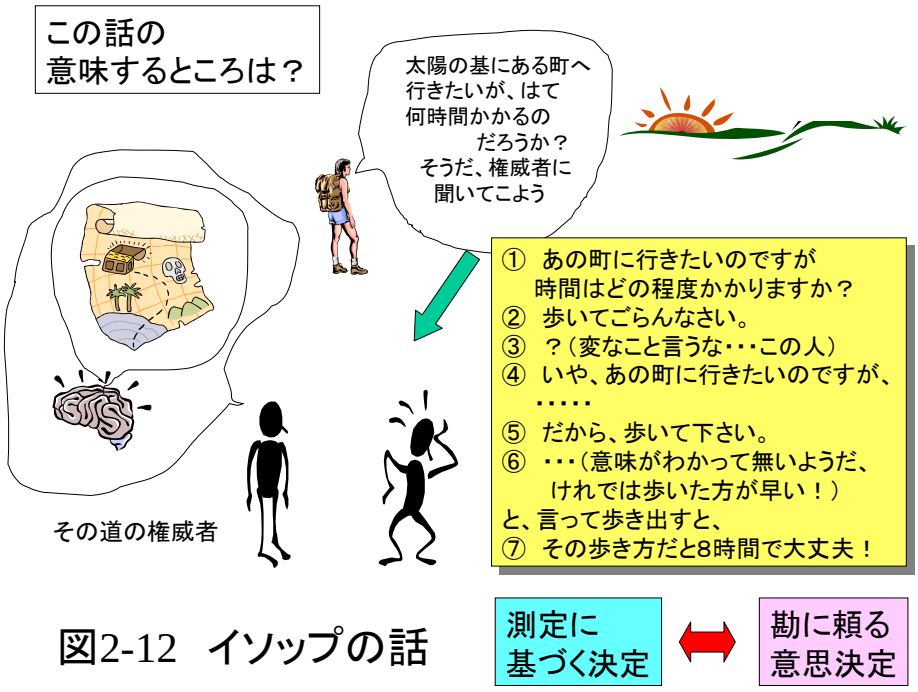


図2-12　イソップの話

標準時間の活用意義は**表 2-2** に示した通りだが、当時、気合で生産管理を行なう『やるだけ主義』という頑張りは、一時的には効果を発揮することはあっても、経営上多くの問題を発生させる。従って、長期に渡る生産には『出来るだけ主義』を使うべきである。その理由は「科学的に測定した時間、方法を把握して勘と経験で推測する時間とは、その運用と信頼性が全く違う」からであり、このイソップの旅人の話がその重要性を伝えている。要は、重要な仕事、特に、ネック工程に対しては、「歩いてごらんなさい！」という言にあるように、まず、仕事の実情を把握した後、工程距離÷（歩幅／時間）＝到着に要する時間を計算すれば、信頼のおける仕事の終了時刻が算定できることを示しているからである。また、もし、到着に時間がかかるようなら、歩幅や持ってゆく荷物、歩くスピードやラクダなど早い速度の乗り物の利用といった対策を検討が検討され、科学的に納得の行く改善案の適用も図れる対策も考案されるきっかけを生むことになる。

標準時間は、他の科学的分析内容が示す条件の通り、公明正大に運用することこそ重要である。なお、標準時間によく発生する問題に“甘い”“辛い”という問題があるが、これも工場全体で、再度、実態を探って検討すれば、解消

へ向ける対策が発掘できる対象である。以上、ここに IE の悪用の例を、あえて説明したのは、このようなことは IE 活用の場で、決して繰り返してはならない注意である。

表2-2　ST、CT、KT設定の目的と機能

No	目　　的	内　　容	機能		
			人中心の作業 ST	自動化設備	
				ST	CT
1	加工費の見積り	製造原価算出の基礎となる工数見積り	○	×	○
2	作業改善	現状のレベルの把握や改善点発掘の基礎	○	△	○
3	生産計画の基礎	生産達成に必要な人数、設備台数算出用	○	×	○
4	工程管理の基礎	日程、負荷／能力検討、ネック工程対策	○	×	○
5	外注管理の基礎	発注単価、外注作業計画、納期管理基礎	○	×	○
6	原価管理の基礎	工数、機械時間を原価分析～設定基礎	○	×	○
7	生産性測定の基礎	能率管理～技術改善、革新の基礎	○	×	○
8	奨励級などの基礎	標準時間をベースとした請負単価判定用	○	ー	ー
9	生産計画、納期管理の基礎		KT		

ST　：　標準時間（人に関与する作業達成時間、Standard Time）
CT　：　サイクルタイム
KT　：　工程タイム（STやCTに移動や待ちなどを入れた工程内物流の時間）

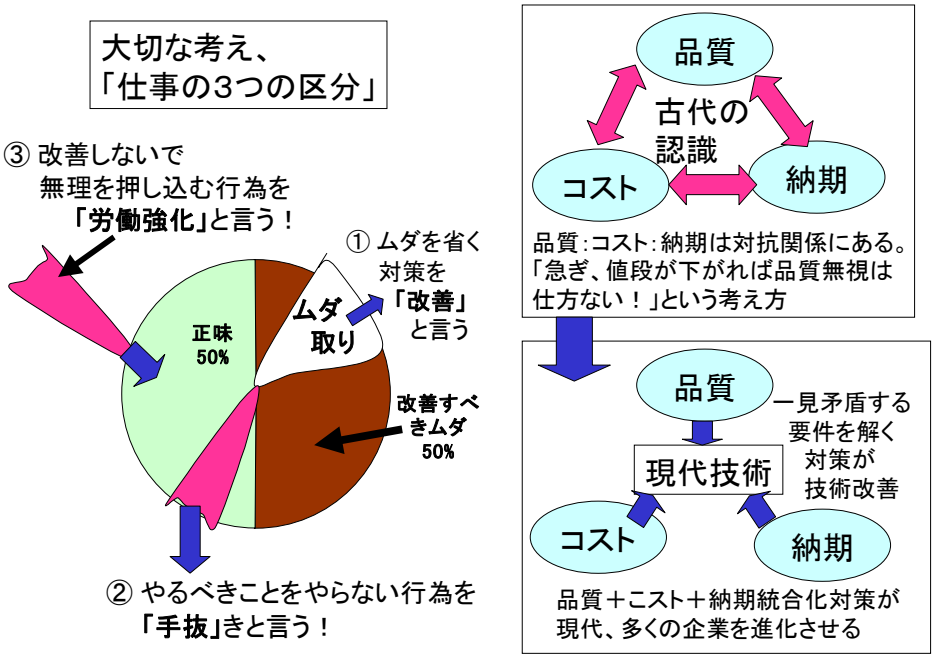


図2-13　技術改善とムダ排除の位置づけ

この種、標準時間の悪用は一時的に能率があがることはあるかも知れない。

だが、長い企業活動の中では結局後日の生産率向上の障害となることを過去事例が教訓として残している。要は、人間がモノづくりを進める製造現場では、管理側／作業側相方に良い結果を生まない。従って、読者の皆様に誤解が無いようにお願いしたいことは、**図 3-13** 左側に示した 3 つの区分である。すなわち、①改善に伴う労働密度の増加（ムダ排除の結果、仕事の条件は変わらない。または、良くなる対策）。②手抜き、③労働強化だが、この 3 つは明確に区別して仕事の内容を把握願い、正しい改善と、改善後に設定される科学的な標準時間の正しい運用を図ることを、切にお願いしたい。

２－５　トヨタ JIT の誕生と生みの苦しみ

先に、図 2-1 で、多種少量生産ニーズに対応する顧客ニーズに対応するために行われた技術対策の経過を簡単に解説した。では、つぎに、現在、TPS（トヨタ生産方式：Toyota Production System）の JIT（Just in Time 生産方式）を示した。では、トヨタ自動車・JIT 誕生の経緯を紹介することにする。

トヨタ自動車の JIT 創出は、正に、赤字で苦しむ苦難の産物である。では、この経過を、筆者が 1977 年にトヨタ自動車（以降トヨタと略称）を工場見学・研修会に参加する機会を得て学んだ内容を紹介することにする（なお、以下、当時・生産技術部長、大野耐一副社長のもとで JIT 開発に直接当たられた鈴村氏の解説だが、ここでは、その要点を記載させていただくことにする）。

トヨタの歴史は自動織機を発明した豊田喜一郎氏（1894 年から 1952 年）であり、氏は国産自動車生みの親ともいうべき方だが、大野氏はその下で豊田氏の精神を学び、先のフォード・Ｉ世から多くを学び製造現場に生かしてきた。その結果、1997 年、他社がオイルショックによる景気低迷で赤字に苦しむ中で、ダントツともいう 2,000 億円／年の高収益を得る状況だった。だが、ここに至るまでのトヨタ自動車の苦闘は並大抵の内容ではなかった。その状況は、鈴村氏の話に見ることができる。「自動車生産で儲けたと言われ、多くの方が見学にこられるが、私はまるで足らん！と思っている。車の値段は市場で決まる。今年 2,000 億円税込みで利益を出したが、半分は税の支払いだ。そこで、100 万円／台、生産が 250 万台であることを考えると、1 台当たり 4 万円の儲けとなる。だが、これは、たった 4%である。しかも、この生産には部品メーカーの方々のご努力と数百億円もの投資をして得た結果である。なお、この数字は、少しでもマズ事をやったら赤字転落になる数字を示している。要は、皆様に余り自慢できない内容であることをお断りしたい。しかも、この状況をつくるのにトヨタ・グループでは数十年もかけてきた。そのことを考えると、正に、今日のおごりなどは全くない。むしろ、まだ努力の途中と、お考え願えれ

ば、JIT 誕生の苦労がご理解願えるのではないだろうか？

「昔の話になるが、1945 年頃、国はトヨタ自工（以降、トヨタと略称）に対して「トラックだけ生産していれば十分」という指導だった。我々も「沢山つくれば安くなる」という米国式を柱に、コツ・コツと生産をしてきた時に首切りが起きた（1950 年）。この当時 8,000 人の従業員がいた。なお、1 人に対し自分を入れた家にトヨタで首切りが起きた場合、家族を含め、その影響は 4 倍、自動車の場合、部品メーカーが 10 倍ほどいるが、単純に見て 32 万人が突然､赤字、倒産となる状況だった。これに 2 倍の市民や関係者を考えると、64 万人になるが、社会的影響がいかに大きいかがお判り戴けると考える。このような状態だったので、当時、銀行は「トヨタに金を貸さない。貸すとつぶれるから回収できない」という状況だった。だが、倒産が及ぼす社会的影響が余りにも大きい。このため、日銀の名古屋支店長が「金を貸す。代わりに 3,000 人の首切りを、・・」といってきた。要は損益分岐点がこの数値を示すわけだが、当時、我々は 3 か月分の給与の 1 週間分しかもらえない生活で仲間を失いながらトヨタの建て直しに努力していた。この当時、受注はあった。だが、必要な車 1 台に対し、ドアーやヘンダーやハンドルが 1 台分あれば良いのに、「このプレスは高価！大量生産すれば、1 部品当たり安くなる」として、売れないものばかりを作り続けていた。ドアーの鉄板などは 1000 枚もあったが、1 枚使い、999 枚は在庫・仕掛となる。しかも、鉄板は錆びる。置き場を取る。必要な時に探すなど、無駄なことをやっていた。第一、これらの鉄板はすべて銀行から借りたお金を基にした産物である。ムダがムダを呼んでいた上に、この設備は高い。だから、1 人に 1 台をつけてフル生産しろ。沢山つくれば安くなる！といった状況で､段取り時間も多く掛かかっていたが、とにかく、まとめて沢山つくる方式で、今売れないものばかりを製造現場で生産していた。また、当然、当時は、この資金は全て銀行からの借金だった。売上の 7%ものお金を銀行利子として働いて返す努力が当時のトヨタ生産方式であり、売れるものを売れるだけ、売れるタイミングでつくっていい状況だった。

このような「車が売れて銭になる！売れないものをつくるから首切りの発生となる」という状況を、トヨタの関係者が身をもって感じている時、今の副社長である大野氏が JIT の考えを話した。だが、当時、トヨタの問題解決に対する先生はどこにも無く、独自に対策方法を案出して行く対策に入った（**図 2-14、15** は JIT が体系化されてから、それを学んだ各社が JIT を解析図化した内容のひとつである。この図が的確に問題を示すが、正に、生産調整に役立つように見える仕掛や在庫は、改善すべき問題を隠すだけでなく、ムダな借入金を増す元凶であることがわかる）。」

「トヨタ方式はいかに安く生産するかを追求した取り組みである。よく見れ

ば判るが、製品の売値は市場で決まる固定値（決まったもの）である。企業にはある程度の利益が必要、従って売値から必要な利益を先に差し引いた後、では、どのように製造を行なうか？と考え、対策を暗中模索した。

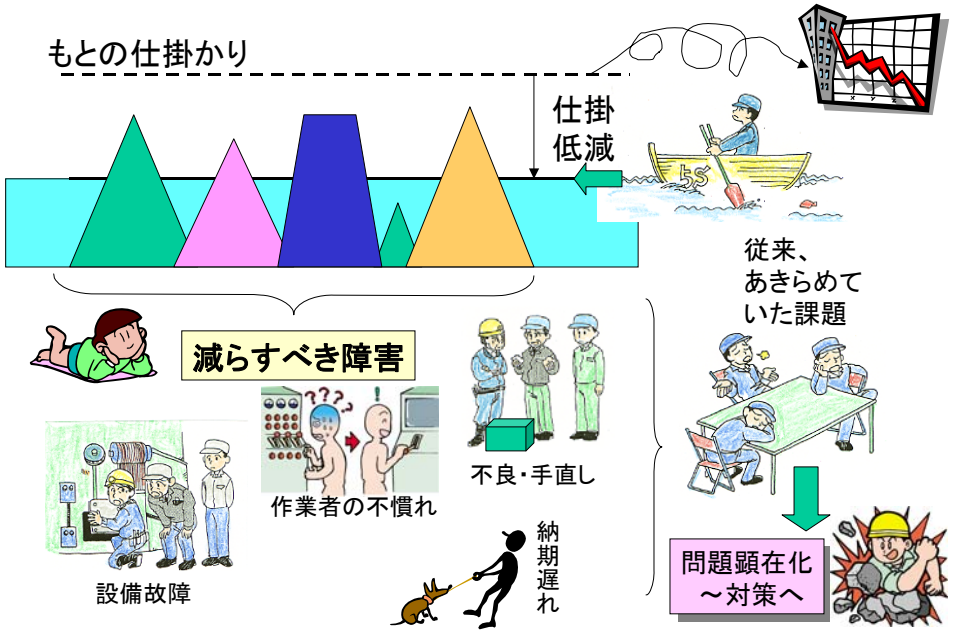
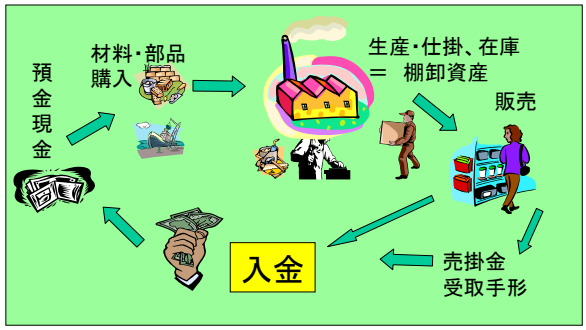


図2-14　トヨタ・JITの狙い

資産の部

科　目	金　額
流動資産	62
現金・預金	22
受取手形	1
売掛金	12
有価証券	9
棚卸資産	4.5
貸倒引当金	－ 0.5
固定資産	38
有形固定資産	20
建物・建築物	10
機械装置	3
土地	5
その他	2
無形固定資産	3
投資有価証券等	15
資産合計	100. 0



流動資産：現金、並びに、比較的短期間で換金可能な資産の対象を示すが、売れる物を売れる時に売れるだけ短納期で生産すえば、資金の借り入れは極めて少なくなる状況を示す。

固定資産：1年以上にわたって所有したり、設備のように長年所有して使用する資産の対象であり、土地、建物、設備などの生産基盤を金額で示した内容

図2-15　貸借対照表と流動資産の回転

では、ものの考え方を示すことにしたい。私はこの面に詳しくないが、極めて単純に考えると、原価とは、材料費、労務費、エネルギー費・・・とある

が、この種、質・量・コストだけだろうか？ではタイミングの問題もある。だが、これはどうなっているのだろうか？不思議な話がある。現在、東名高速を走ると、〇〇物流センターなるものを多数見る。家電品などの倉庫である。だが、なぜ、物流センターに屋根が必要なのだろうか？私は気づいた。あそこは、物が停滞するために屋根が必要なのであり、要は、ダムや港の倉庫と同じ、売れるスピードで物をつくらないためにできた“停滞センター”である。どうも、日本人は停滞することを物流と名づけるクセがあるようである。だが、よくお考え願いたい。あの停滞の管理のため、人は必要だし、コンピュータは必要！金利も掛かる。こう考えると、ムダをためる元凶である。また、原価ばかりか売値までを高くする源であることがわかる。要は、売れるタイミングに外れたものを置いておき、余ったら秋葉原は無くなるはずである。あそこでは、残った製品を安値叩き売りする。また、このような行為を業界一斉に「セーノ」と、やっているから一見問題が無いように見える。だが、結局、高くなった原価を顧客に迷惑をかける形で上乗せした形で進めているわけである。

このように、『仕掛は悪！』と考えるのがトヨタ方式であり、仕掛が首切りの原因になってきたことは先の首切り劇でいやと言うほど我々は身にしみてきた。そこで、まず、このムダの除去から入り、結果、現在の JIT に至ったわけである（**図 2-16** に JIT 全体の状況を示した）。」

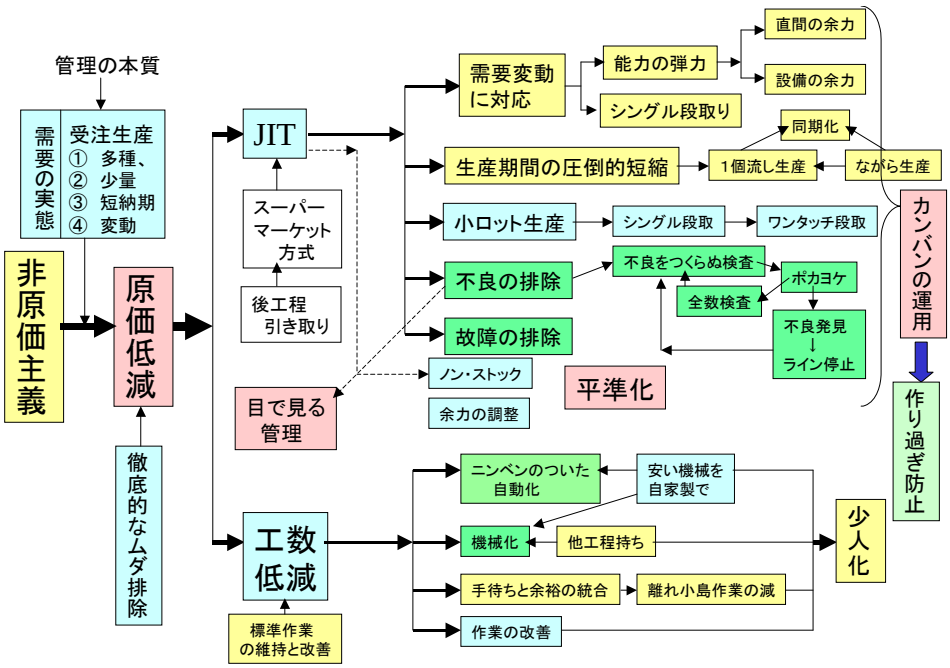


図2-16　JIT手法体系の全体

「ムダの見方にはいろいろある。あれがムダだ、といってサッと取れれば問題は無い。特に、オイルショック（1978 頃）までは、作ったものは、いつか全て売れるという時代だった。だから、作りだめをする生産が尊重されてきた。だが、ここでモノづくりの方式は変わった。必要なものしか買わない時代になり、能率向上の考えも変えなければいけない時代になったからである。ここで例え話だが、10 人で 100 台 1 日につくるラインがあったとしよう。これが「120 台つくれるようになった！生産性は 20%も向上した」という考えがある。過去の能率向上対策である。だが、100 台しか売れない時代に 20 台余計につくる必要があるのだろうか？20 台多くつくれば材料費も在庫の費用もかかる。売れないモノをつくるムダが増す。それより、我々は、売れる 100 台に対して 8 人でつくる策を採るべきである。このように、すればムダ発生が防げる。この種の内容はモノづくりの場に、他にも多数ある。例えば、月末集中生産などもそうである。月末集中で物が整うということは、量産時に適応するだけの設備と人と時間がなければできない。そうしなければ、在庫を持っておいて補充しなければ、この対応できない。では、月の初めには？と考えると、人も設備も遊ばせる話、要はムダが存在するだけのことになる。すなわち、月の初は生産しないムダをしていたことになる。従って、この種の対策には平準化した生産計画が必要になる。このように、モノづくりのプロセスを見直すとムダが多数あり、原価を高くしてきたことがわかる。我々は、何がムダか、何がムダでないか？をひとつづつ見直し、取る努力を 15 年間トヨタ本体で行ってきた。また、これを、15 年掛かって、グループ会社に展開していった。以上がトヨタ方式である。要は、今売れない製品は絶対に作らせない、ということから、カンバン方式（**図 2-17**）も、その一手段としたわけである。」

以上、まだ、話は続くが、ここには JIT 誕生に関する内容のみを記載した。また、この解説（JIT）を経済学的に見ると、「今売れるものだけを後工程引取りで生産する」ということになる。すなわち、BS（貸借対照表の流動資産の棚卸（材料購入～製造～販売）期間の短縮と仕掛り・在庫の減をベースに PL（損益計算書）の原価を高くするムダの顕在化を図る）という点に、経営改善の視点がある。さらに、この取り組みは、「沢山つくれば安くなる」という経済学とモノづくりを大きく変革させ、多種少量生産を変種変量（製品の種類も量も単時間で変化する時代と市場対応）へ大きく生産方式を変革させたきっかけをつくったと言う歴史的な意義を持つ内容である。

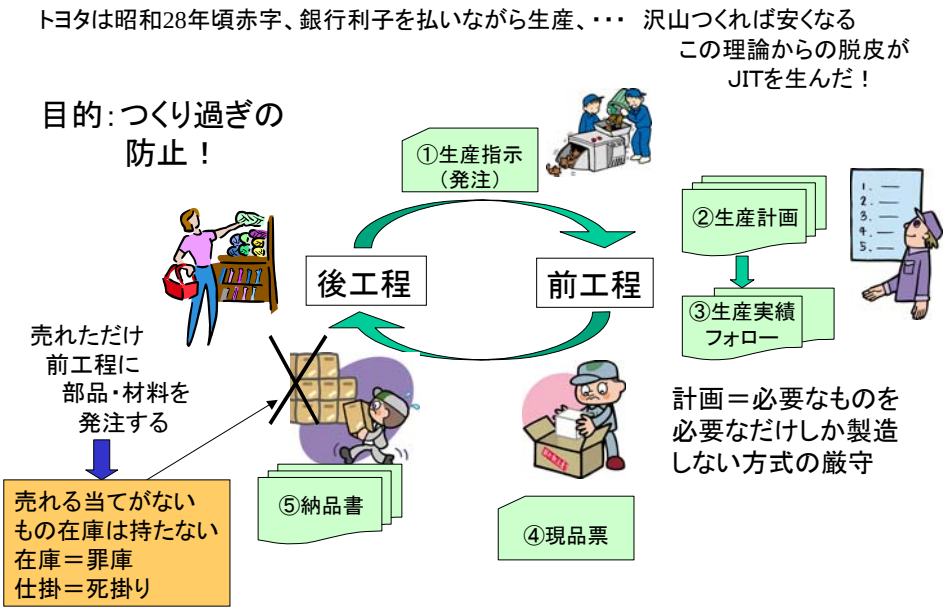


図2-17　カンバン方式の要点

第3章　方法改善の技術

３－１　方法改善の技術とは

厳しいものの見方だが、万物は流転する。すなわち、全てのものや事象は時間と共に変化して行く。モノづくりの現場においても、製品ライフサイクル、ライバルやグローバル台頭に伴う対応など、生産現場は常に競争市場への対応で新たな問題解決にさらされている。この意味で「ビジネスとは問題解決の連続である」という言う。モノづくりと仕事は常に改善を待つ状況である。このため、「効率的に問題を解決するには」という課題対策のため研究されてきた技術が IE の『方法改善の技術』である。方法改善には、(1)問題解決手順、(2)過去、多くの先人が見つけ、切り開いてきた法則の利用、(3)革新的なアイデアを求める技術という 3 つの視点があるが、順次、IE 的な視点を拡大（VE 手法などを含め）、その内容と活用法を解説することにする。

（１）問題解決手順

図 3-1 は『方法改善の手順』を示したものだが、かつて、IE を学ぶ方は、最初に「余り良くないはなしだが、泥棒の手順というのをご存知ですか？」という講義からスタートする例が多かった。

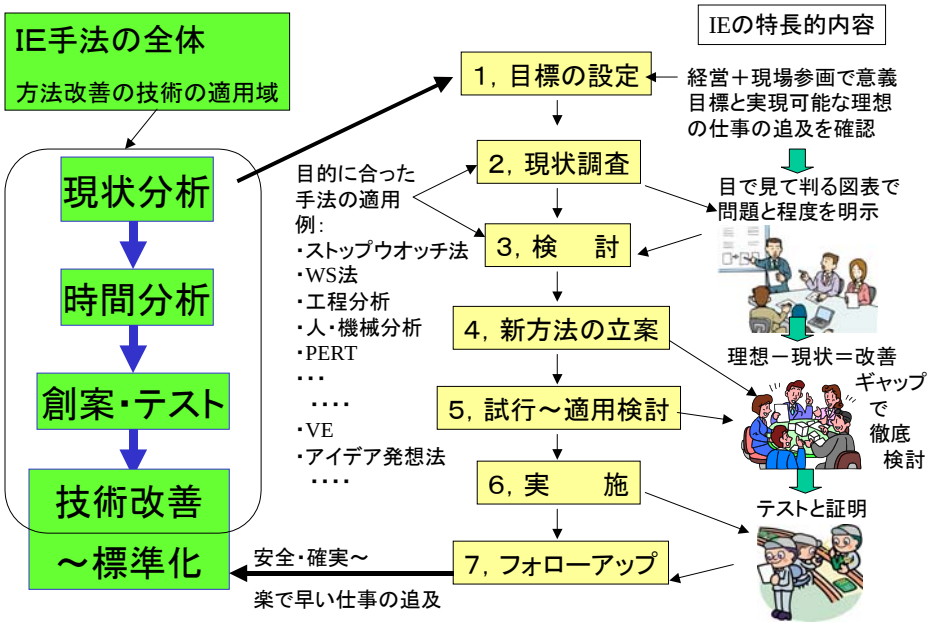


図3-1　IE手法による「方法改善の技術」

この問いは手順の大切さを示す例である。江戸時代、泥棒の親方が弟子に家に入って短時間で泥棒家業をする時に教えた話だが、「家に入ってタンスからものを盗む時どうするか？その手順は次のようになる。まず、風呂敷を床に広げる。次に、タンスは下から開け、必要なものを風呂敷に入れる。下から順にタンスの引き出しを引き、物品を奪い取るがタンスの引き出しは戻さない。どうせ、泥棒が入ったことは判る。理由は、まず、①泥棒に入られるような家の管理がまずい。これを教えるのが我々の役目だ。泥棒程度なら良い。管理の甘さでもっと大きな損をさせない教育のため我々が活動しているのだ。②次に、引き出しを上から開けると、また、閉めなければならない。戻す手間に時間が掛かる。音はするし、時間もかかる。この手順では、もう 1 家の盗みには行けないし、捕まる確率が増す。③風呂敷には決めた量だけを入れる。量を調整しながら盗むのがプロ、また、全部盗んでしまっては、盗まれた方も生活に困った点が出てくるし、量を調整しながら風呂敷に入れれば、盗んだ品を戻したり入れ替えたりする手間は無くて済む。丸めて肩に背負う計画をしながら物を入れるので、これも便利だ！言っておくが、泥棒に入る家は事前によく調べておいて、タンスへは直線的に進んで、短時間で直線的に戻る用意をすませておけ」と、落語調で語る講義内容だったが、この話は手順前後のムダを省くべきことを比喩的に示した話しだった。

泥棒の手順はひとつの例え話である。IE においても、現場の改善に当たり、手間や時間を掛けずに効果的な改善を進めることが必要である。IE 改善の特長は、図 3-1 の右側に示した内容となるが、以下に示すような運用が必要になるため、以下、「IE 活用上の注意点」という形で要点を整理した。

① 製造現場関係者が納得行く形で目的と目標を確認して進めること。

IE では省力化対策がテーマとなる例が多い。このような時、もし、仮に、製造現場関係者が参画して改善した結果、自分がリストラの対象になるという被害を受けるケースが生じると、2 度と IE 改善には協力しなくなる～他の職場も、IE 改善を毛嫌いする。労使問題に発展するなどの問題を誘発する。要は、ST カット問題が再来することになる。従って、省力化の前に、省力対象者の方が、新製品や多能化、他職場でより良い仕事に就く準備や環境づくりを図る対策が改善着手前に必要条件となる。

② 現状調査と改善検討は科学的に行なうこと。

現状分析には、定量的、かつ、科学的な手法を活用して実情を正確にとらえた事実に基づくデータを基に、問題と改善方向の見える化を進めることが絶対に必要である。特に、製造現場では、分析時が問題発見～改善追及のチャンスと考えた対処が必要である。データをまとめ、綺麗なグラフ化の後、ブレーン・ストーミングを進めることが、次の対策となる。この

ため、過去、紙と鉛筆で資料をまとめてから検討を進める方式が採用された。だが、ビデオ撮影で実態把握、現場討論で、パントマイム式に改善をつめる。同時に、ビデオのカウンターで改善程度をつかむ、この内容を机上で資料化して確認する、という手順の方がはるかに効率がよい。

③　アイデアはあらゆる方法で探ること。

「目的が決まれば解決方式は多数ある」と言われる。改善はアイデア勝負となるが、職場や歴史、過去の経緯の枠を越えたアイデア追求を計った後、「安全、確実、楽で早く、後戻りしない作業手順の確立」をお願いしたい。だが、このような構成に仕事が改善されると、今まで、その職場で仕事を進めてきた方が「従来の 3 倍にもなる生産量をこなすことが、精神的にきつい」と言った不満をもらすことがある。だが、一般的に、この議論をするより、新たな仕事は新たな方で、・・・として作業者の配転を行なうケースが採られる。また、この処置で、「前の仕事より良い仕事をもらった」となる例が多い。このことは、人的な配慮という局面で改善案を扱うべきことを意味した IE 改善策運用の例である。

（2）過去、多くの先人が見つけ、切り開いてきた法則の利用

①　動作経済の原則

「問題解決は手順に乗って」という言がある。この意味は、既に同じような問題解決を求める対象には同じ手法を活用すべきことを示唆した注意である。

では、たとえ話で改善案を得る例を示すことにする。読者の皆様への質問である。あの食用にしているフキの葉を取り去る時にどうするだろうか？フキは茎を食べる植物だが、料理する前に、茎と葉を分離する必要がある。手段には、1 本ずつハサミで切る。非能率的だからまとめてナイフか包丁で切るという方法がある。これは確かに良い手法である。だが、並べたり整えたりという手間と、道具が必要になる。更に、刃物が切れなくなったら磨ぐ必要が出てくる。ところが、農家の人のやり方を見ていると左手に 10 本位程度、葉を上にしてつかみ、右手で葉の少し下、くきのところをつかみ、両手でグイとねじり、葉と茎を分離している。簡単で早い道具不要の方法である。刃物を使うことしか頭になかった人にとって、この方法は意外な方法に見える。ちなみに、この手作業の生産性は、道具を使用する場合に比べて約 3 倍になるそうである。この例は一例だが、仕事のコツというものにこの種の改善内容は多い。フキと茎の分離機械の考案も一手段だが、この種の設備が利用できない作業には、有効な対策案創出の方向を示す例である。

IE には『動作経済の原則』というものがある。作業改善の場でギルブレスが工程分析を進める中で整理した原則である。**表 3-1** に原則を、また、**図 3-2-**

①と②に適用例を示したが、先のふきの茎と葉を分離する対策のように、この種の内容はムダな討論やアイデア創出対策努力を避け、先人の知恵を活用することにより有効な改善策を製造現場で適用すべき対象である。

表3-1　動作経済の原則と利用法

① 身体の利用の原則

原　　則	原則の意味する改善の検討方法
1，両手同時動作の原則	両手は対照的に動かし、同時に始め、同時に終了すべきである。
2，手待ち防止の原則	休憩時間以外は、片手を遊ばせたり、手待ちの無い作業にすべきである。
3，動作数最小化の原則	手の動く範囲は体を中心に扇形の範囲、距離や動作は出来るだけ減らす。
4，自然力利用の原則	モノの移動や作業には、出来るだけ重力や慣性を利用するとよい。
5，阻害無い動きの原則	手の動きは、急変、ジグザグ、制限の発生しない自由な動きにするとよい。
6，楽な姿勢維持の原則	不自然な姿勢や、身体の上下は出来るだけ減らすこと。
7，動作リズム化の原則	動作の順序は自然のリズムと自動性を持たせること

② 作業場所の配置に関する原則

原　　則	原則の意味する改善の検討方法
1，部材定位置化の原則	工具及び材料、操作レバーなどは位置を定め、取り置きなどを容易にする。
2，近接の原則	頻度の多い使用材料や測定具などは、近接し、移動のムダを減らす。
3，重力利用の原則	部材の移動には、重力やバネ、足踏み操作などの利用で容易化を図る。
4，正面配置の原則	体の回転や上下動作を防ぐため、よく使うものは目前へ配置する。
5，作業高さの原則	長時間作業には椅子を与え、同じ位置で作業の容易化を図る。
6，採光、照明の原則	作業に適した疲れない採光や照明を与えること。
7，作業環境快適の原則	作業場に対し、温度、湿度、通風を考慮して快適な作業を保つ対策を図る。

表3-2-①　動作経済の原則と、簡易自動化要素の適用

改善内容記載の結果
①上下動は、台の高さを一体化して上下移動のムダを無くし、簡単なプッシャーなどの利用を図る。
② 上下の昇降はせり上げ式の簡単な装置利用（ジャッキなどの改造などで対応）により位置変更を無くす。
③ 回転テーブルなどを利用して方向変更は移動中、ガイドなどの利用で済ませる。

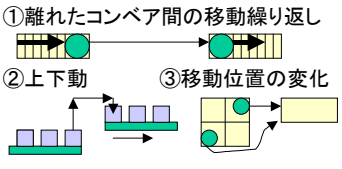
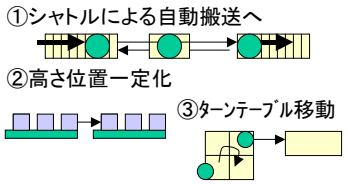
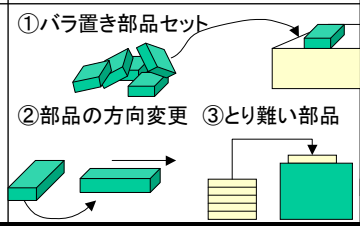
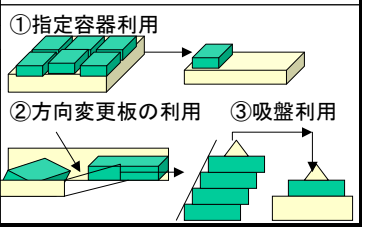
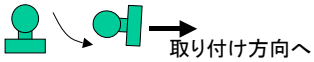
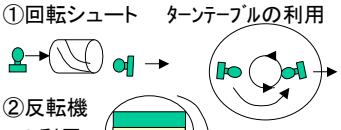
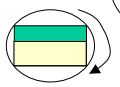
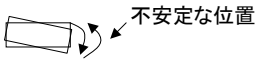
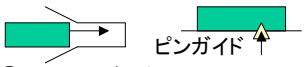
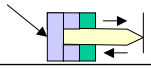
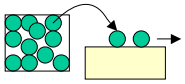
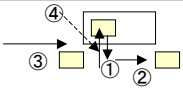
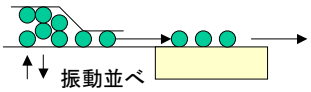
No.	動作経済の要点	改善前の事例	改善の例
1	動線は太く、重力の利用を図る		
2	形状の利用による取り出しの容易化を図る		

表3-2-② 動作経済の原則と、簡易自動化要素の適用（つづき）

No.	動作経済の要点	改善前の事例	改善の例
3	部品の方向変更 （自然力や形状、簡単な装置の利用）	①前置き：必要方向への回転  ②上下反転 	①回転シュート　ﾀｰﾝﾃｰﾌﾞﾙの利用  ②反転機の利用 
4	組立動作容易化 （形状、ガイド治具などの利用）	①位置決め（不正確→正確な方向へ）  ②毎回調整 	①位置あわせガイドの利用  ②外段取りガイドの利用 
5	同期化 （集約や分散化）	①作業位置干渉 置き換えが必要 ②多数結線 ③並べ準備 	①段取り台車の利用  ②自動並べ治具の利用 

② 間違えと場違い

IE 手法の適用の多くは人の作業を中心とした例が多い。そこで、間違えと場違いに関する注意点を紹介することにする。では、ここでひとつのクイズを例示することにする。

【設問 1】アメーバーの増殖

ここにアメーバーが 1 匹いる。このアメーバーは 1 分間で細胞分裂をして 2 匹になる。次の 1 分間（2 分目）にはこの 2 匹が 4 匹となる。このように、時間の経過で 1 匹も死なずに増える場合、10,000 匹を超える時間を求めてください。

【設問 2】ある母親の相談事

ある母親が「うちの子供はテレビばかりを見ていて困る。何か良い策はありませんか？」と相談に来たが、あなたの答えは？

メモ欄

この設問は、設問 1 が「アイデアは手順に乗って」とすると、設問 2 は、それと異なる解を求めることを要求した例である。また、一般に、IE の設問は設問 1 が 15%、設問 2 が 85%とされるため、IE 教育の最初に盛んに用いられてきた。

設問 1 は数学的な正解を求めたものであり、13 分で 8,192、14 分後には 16,384 匹になり、答えは 14 秒後には完全に 10,000 を超えるとなる。そして、算定方法は、電卓で 2×2×　－　－　－　－　とやって計算する方法、$2^n \geqq 10{,}000$ として計算する方法や、Logを解く方法。逆に、計算機で 10,000 を 2 で割っていって 2 以下になる回数から解を求めるがある。もっと高級な方法もあるかも知れないが、何も高級な手法を使わなくても、マージャンの点の数え方を利用してもよい。いずれにせよ 14 秒が正解である。

だが設問 2 の解はそうならない。ある方に聞くと、①テレビをこわす。②時間帯を決めて見さす。③飽きる程見せ飽きさせる。④放送局に電話をかける。⑤他に興味を持つものを与える。⑥ ・・・という解決策が出てくる。このように対策案はいくつも考えられる。だが、この母親が本当に困っている問題に少しでも役立つ方式が解となる。なお、この解は正解ではない。だが満足を与える解なら多少おかしな解でもよい。よく、この種の問題で、自分の考えを人に押しつけ解とする人もいるが、母親の関心がない解は無意味な解となる。このような場合、この方が提示した解は間違いではなく「場違いである」という言い方をする。以上が設問 2 の判断である。このように、現場改善作成においては、場合わせた手法と解の適用が必要になるケースがある。手法適用の場合、例えばドライバーが手元にあったとする。この道具はネジ廻しには効力を発揮する。だが、クギ打ちには不十分です。ところが、クギを打つ時、ドライバーの握る部分をうまく活用すれば、カナヅチより能率は悪いがクギは打てる。要は、IE 手法という形で問題解決に際して用意された手法には、「クギを打つなら金槌を使え」という選択肢がある場合と、ドライバーしか手元に無い状況でクギを打たなければならない場合が発生するケースがある。

こう考えると、IE は正にコロンブスの卵のような解作成法に似ている。人が行って成功する技術が目前にあれば使う。だが、無ければ探す、それでも解決策が見つからなければ苦労してあみだす対策である。なぜ、ことさらこのような解説をするか？というと、この話には意味があるからである。米国の有名な IE のテキストに見る話だが、「日本には我々が IE 具体化以前にりっぱな IE がある。豊臣秀吉がその例である。彼は清洲城の城壁築城にあたって、従来の職能中心の方人から、5～6 人の組に職人を編成し、仕事もいくつかのブロックに分け、理解しやすい目標をかかげ競争させた。この結果、組毎に競争をし、組中の仲間のつながりも強く、人間関係も良好となり、相促的効果に

よって想像を越える高い生産性をあげた事例がある」と紹介しているからである。この内容は戦闘に勝つため秀吉が知恵を絞りあみ出した方式であり、必要が生んだ対策のひとつだが、日本では秀吉の後、組織的にこの手法を応用展開した例は少なく、秀吉個人のノウハウに止まった。なお、1970 年頃、行動科学の一部に、小グループの理論としてまとめ、定量化されてから、皆に仕える技術として実施されるようになったわけだが、時には、理論の発表を待たずに実践的な有効策を活用すべきことが、このような歴史から学ぶことができる。これもまた、IE の一コマに加えて改善に活用すべき題材のひとつである。この例が示すように、IE はアイデアを得るためのガイドであって、個々の職場や製造現場の改善案を直接的に提供する道具ではないことを示した。

【ちょっと一息】

読者の皆様は『小牛の小道』という話をご存知だろうか？子供と牛追いの話である。昔、子牛を子供が棒をもって追いかけましたが、小牛は草むらを右へ左へと逃げ、倒した草の跡が残った。ある時、その跡を人が通った。通り易かったからであり、他に理由は無かった。やがて、多くの人が通り、草はさらに倒れ、より通り易い道になっていった。その後、荷馬車も通る道になった。だが、その道を通る人は、いつも始めは「なぜ曲がっているのか？」と不思議に思う。しかし、年月が経つと、いつの間にか慣れ、道は改善されないまま残った。やがてこの道の両側に家が建ち、道路となり、ビルが立ち並んだが道路は曲がったままだが、いつも町に新人がくると、「道を真っ直ぐにすればよいのに」と言う。だが、今では、もはやお金がかかり過ぎて真っ直ぐにはできない。また、問題は、町の人は毎日不便なはずなのに、いつしか慣れてしまい、何の不思議も感じないで暮らすようになる。やがて、「道が曲がっているこの風情が当地区の特徴です」と言い出す状況で、「道が曲がっていることに味がある」など、理屈をつけヤリクリして生活している。ところが、ある時、「いくら何でもこれでは問題」という知事が出現して大金を投じ、この曲がった道は真っ直ぐになった。この時、「これこそがわが町の本来の姿、さすが知事！」ということでこの町は活気に満ち、発展へ向かった町に変貌していった、という話が『子牛の小道談』である。

さて、現場で我々のまわりにこのような例は無いだろうか？入社の時には変だな？と思ったことも今は当り前になっていないだろうか、それより、それすらも忘れかけていないだろうか？ここまで、多くの切り口で改善や問題発掘の始点を紹介してきたが。IE 改善に必要なことは、意識していない問題の発

見、すなわち、慣れからの脱皮が必要になる。この種の見方に IE マインドの名がつけられてきたが、皆様には、改善に当たって、動作意識、時間意識、原価意識、品質意識、経営意識、過程意識といった多角的な問題意識をもって人材育成と共にものの見方を開拓していただくご努力を、願って止まない。

③　アイデア発想に有効なチーム力

IE 手法活用により、問題点が定量的につかめても、解決策が見つからなければ改善対策にはならない。また、アイデアがあっても磨きをかけなければ単なるアイデア（思案→死案）に終わる。そこで、アイデア発想法について簡単に解説することにする。

昔、ダンロップという人がいた。ダンロップ・タイヤの創業者である。この方は、当時、自転車や馬車が大流行していたが、何せ車輪は木に鉄が巻かれたもので、乗り心地の悪い乗り物だった。ダンロップは、硬くてやわらかく、フアフアしたものはないかとチエをしぼり続けた毎日だった。だが、そんなある日、町を歩いていると、ゴム・ボールが飛んできて頭に当たった。通常人なら、この時、「危ないな、・・」で済ますが、彼は違っていた。「ボールが当たったが、余り痛くはない。これだ！」と、これにヒントを得て、彼は自転車のタイヤを製造し、やがて、現在のダンロップ・タイヤの会社をつくる迄になった。さて、この話にあるアイデア発想の本質は何だったのだろうか？

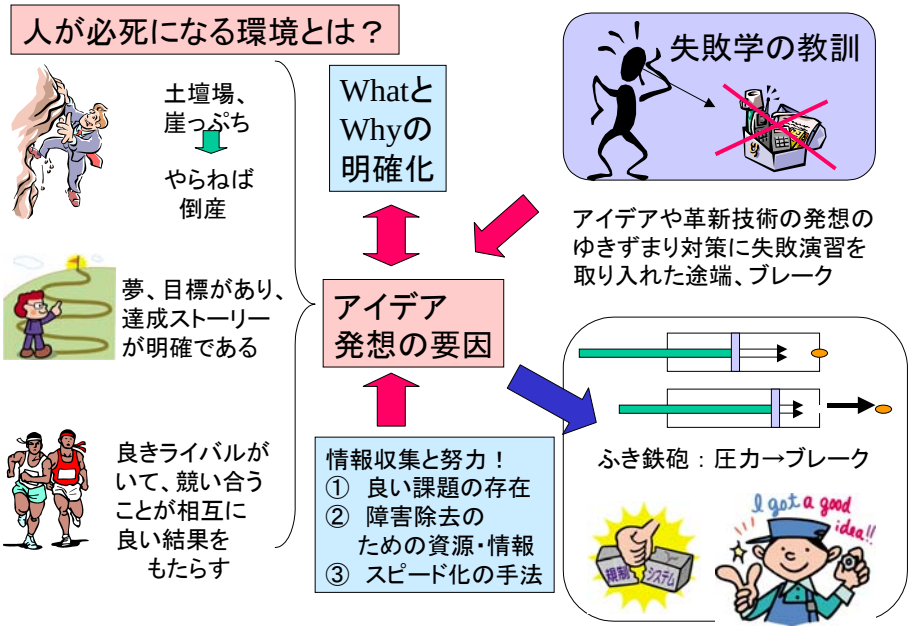


図3-2　大脳生理学から学ぶアイデア創出の原理

図 3-2 にその状況を示したが、大脳生理学の研究によると、この種の発想過程が理解させる。要は、困った人の頭に改善策が形成されるという原理である。すなわち、この例では、ダンロップ氏の頭の中にうずもれ、忘れられた記憶が、突然ボールに当たるというチャンスを得て、実を結んだわけであり、この現象を「フキ鉄砲現象」という。人間は世界最大のコンピュータの 14 万倍もの記憶力を持つ、頭脳というものを持っているとのことだが、「天才という人はこの引き出し方がうまく、日頃よりよく整理されているからだ」とされてきた。その状況は図 3-3 の右側に示した通りだが、素人はこれに対応する形で、右側のアイデア発想法の利用が有効とされる。

では、ここで頭の中にどのようなアイデアが入っているが人は簡単に引き出せでないか？という実験を進めることにする。また、新製品、新技術だけでなく、製造現場の発表会を見ると、簡単なアイデアを旨く引き出し、使っているが、どんなに素晴らしい技術も当り前のことの組み合わせで、要はいかにうまくこれを引き出すかが、問題解決の鍵となっている。では、ここで、クイズを出すことにしたい。

古新聞紙の活用を出来るだけ多数挙げて下さい。

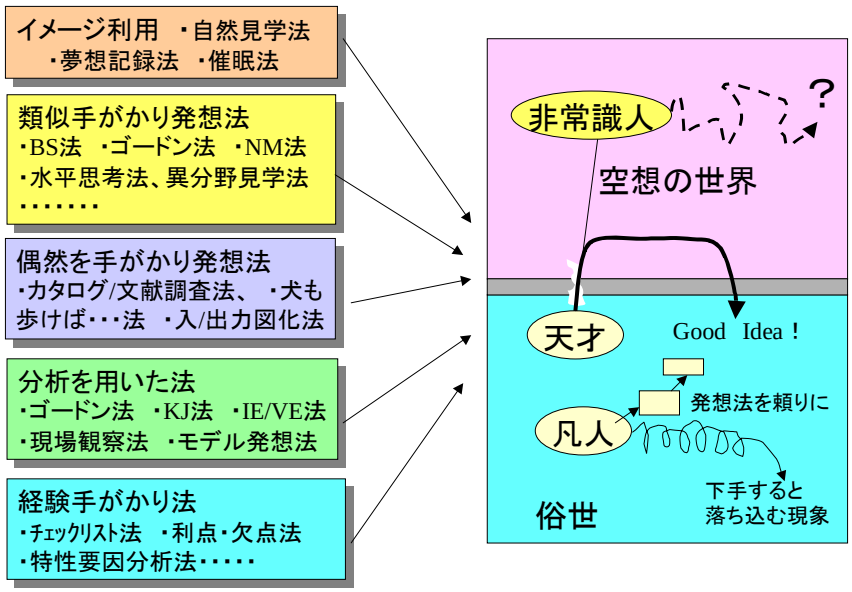


図3-3 ｱｲﾃﾞｱ発想法の種類と区分

図 3-4 に「古新聞紙の使い方」を例示したが、「言われれば当り前、こんなにあるのか？」と言いたくなるほど多数のアイデアがあることが判る。また、**図 3-5** に示したように、問題解決は豊富な知識の利用であることを考えると、集団によるアイデア引き出し法が必要になってくる。

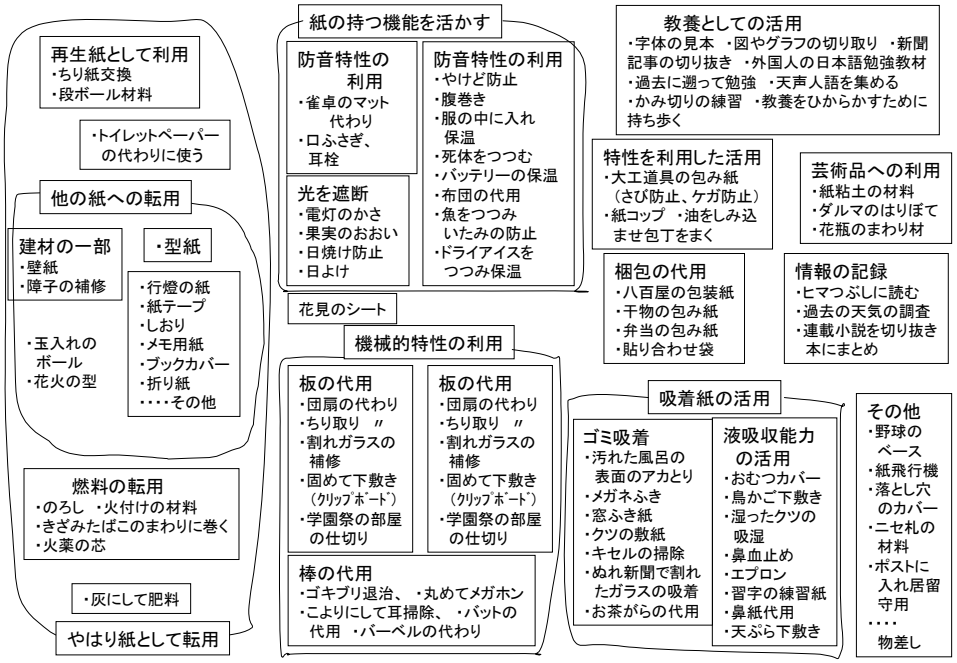


図3-4 「古新聞紙の使い方」アイデア創出例の例

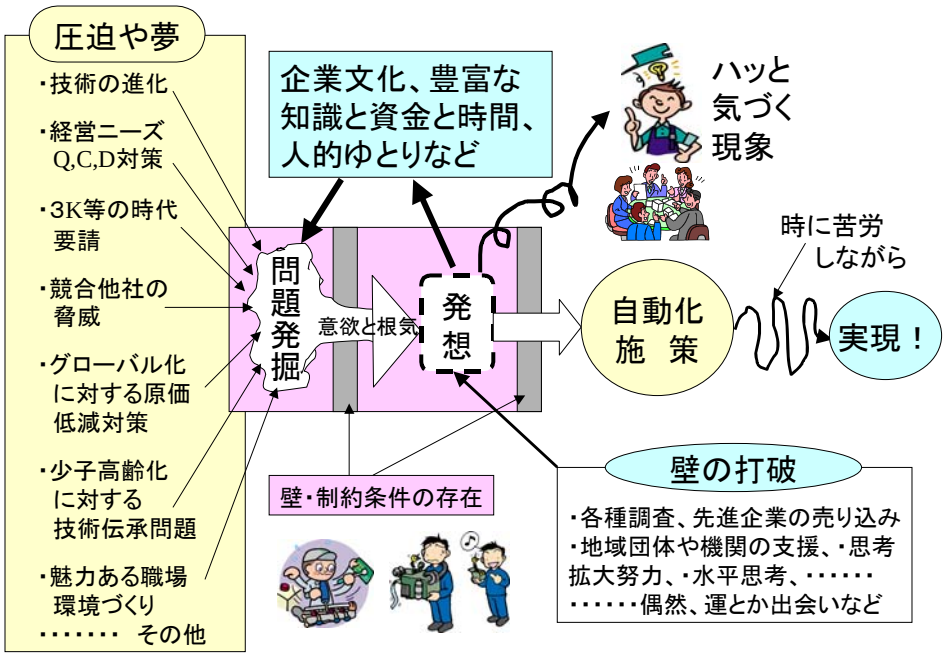


図3-5 アイデア創出～実現へのプロセス

そこで、つぎに、「三人よれば文殊の知恵」という言葉の利用技術ということで、IE 改善に最も利用が盛んなブレーン・ストーミング法の運用を例示することにする。アイデア発想の手法の数は多いが、共通することは 5～6 人の仲間でフランクに行なう点が共通している。まず、その理由は、アイデア創出には障害の除去が必要になるためである。

（ⅰ） 認識の関の打破

そのものの存在に気がつかず、自分で枠を設けてしまうことを示す。例えば日という字を 10 個横に並べ、1 本の線を入れ、10 個の字を完成せよという問が出たとします。白、旦、田、……というように書ける 8 個までは何とか直ぐ書けるが、最後の 2 つに困る。

だが、「1 つの日で字をつくる必要は」示してない。それが判れば 2 個で門という字となる。この例では、誰も「1 つの日だけを使って異なる文字を完成しなさい」とは言っていない。だが、連続した文字の処理が、勝手に 1 つで字をつくることに集中してしまう例である。

（ⅱ） 文化の関の打破

文化が発達し、習慣的に物を考えてしまうクセで生まれる壁である。例えば、「平均 18 才の女性ばかりの島、しかも 1,000 人いて、ほとんど布を身にまとう程度の服装、無料ご招待」と言って招待されると、中年のおじさんは 18 才付近の女性が多いと考えてしまう。ところが「幼児と老婆ばかりで、年齢を平均するとたまたま 18 歳である」ことを明かすと、応えは「行かない！」となる。この例は「統計でウソをつく」という著書などに出てくる例のひとつだが、文化が発達すると自然に枠をつくり、事実関係を確かめず、想像で結論を出してしまう例である。

（ⅲ） 感情の関

食わずぎらいという言葉がある。感情で勝手に枠をつくり、発想を止めてしまう問題である。例えば、「合理化」と聞いたとたん、「首切りに作業者を荷担させる行為」として「合理化反対」ということで、人づくりに有効に使える IE を導入させない例は、倒産企業に多い。また、「5S は基本、まず掃除から」として数年間掃除の徹底で美化は進んだが、問題の発生源対策を進めないで掃除の段階にとどまるだけの行為が、何も改善金額を生まない例などの例は、この種の代表的な例である。

これらの壁を破る一手段として、次に示すアイデア発想の手段がよく使われる。だが、この手法も「誤った活用は弊害や時間のムダを生むのでご注意！」となる。では、手法の紹介前に注意点を紹介する例を紹介ことにする。改善案の良否は、①経営における改善ニーズ、②テーマがメンバーの力量に適合しているか、もし、そうで無いとき、③メンバーの必死さと使命感に左右される。

これに反して、烏合の集に丸投げ「ワイワイ・ガヤガヤ式」の改善方式の適用は、相互の親愛の増強につながるかも知れないが、時間のムダな浪費となる例が多い。このため、下に示した注意と、運営を加味した上で、ブレーン・ストームングというアイデア発想方式の投入をすべき、とされてきた。

【ブレーン・ストーミングのルール】

(ｲ)　4～6 名でタスクを定めたチーム編成をする。

(ﾛ)　ブレーン・ストーミングは次のルールで行なう。

(i) 自由奔放にアイデアを出す。

(ii) 他人のアイデアに便乗してアイデアを出す。

(iii) 質よりアイデアの量(数)を求める。

(iv) 批判禁止で行う。

この４つのルールでアイデアを得たら、

(ﾊ)　評価基準を設け、現地、現物で最も有効な対策案を選定して、製造現場で適用研究を進める。

このように、「ブレーン・ストーミング法は改善案をつくることが目的であるが、手法を使えば魔法のようによい案が出てくるものはない」ということに注意をお払い願いたい。

（3）革新的なアイデアを求める技術

① VE 利用によるアイデア創出対策

IE に VE を含めるか否か？という議論は専門家に任せるとして、ここでは、改善の道具は全て IE に含めるという柔軟な考えでアイデア発想法の幅を広げた活用を図ることにする。

VE の誕生は米国国防省で仕事をしていたマイルズによるとされる。彼は第二次世界大戦開始の頃、資材調達をしていた。ここで、彼が困った問題につきあったことは、当時、建屋などの耐火材として使用していたアスベスト（現在は発ガン問題がありどの国でも使用禁止）がドイツから入手できないということだった。軍では決まった部材の調達が決められてわけだったが、彼は、この制約を破る形で、「火炎を防ぐ」という発想で資材調達対象を考えることにした。要は、従来の発想を変えて、この目的に合う対策を模索したわけだが、鉄板に耐火塗料を塗る。石材を使う、・・・と多くの代替材を見つけ、しかもその方が値段も安いという内容を明らかになった。そこで、この策を基に、軍の調達規定を変更して資材調達に当たったところ、耐火材以外にも多くの改善が図られた。また、国防費を 30 億ドルも下げるという快挙を果たした。さらに、この取り組みがきっかけで、資材調達に際し、納入側に VE 活用を義務づける制度化まで進め、国防費の大幅な低減に貢献したわけだった。では、VE

について、その後の進展を含めて活用法を解説することにする。

図 3-6 は VE の視点を示したものである。これは、従来、図の左側に示す通り、製品や部材の原価は経理による各種の原価発生要素の積み上げだった。だが、VE の視点はまず、対象物や仕事などを機能（目的）でとらえる。「目的が一つ定まれば対象技術や物、仕事の進め方は多数みつけられるはずである」という考え方をする。さらに、ブレーン・ストーミングや各種の調査でその対策を見つけ、最適の対象を抽出した後、最小限必要な顧客要求と製造上の用件を加え、その機能達成へ向ける案を抽出する手続きが取られる。

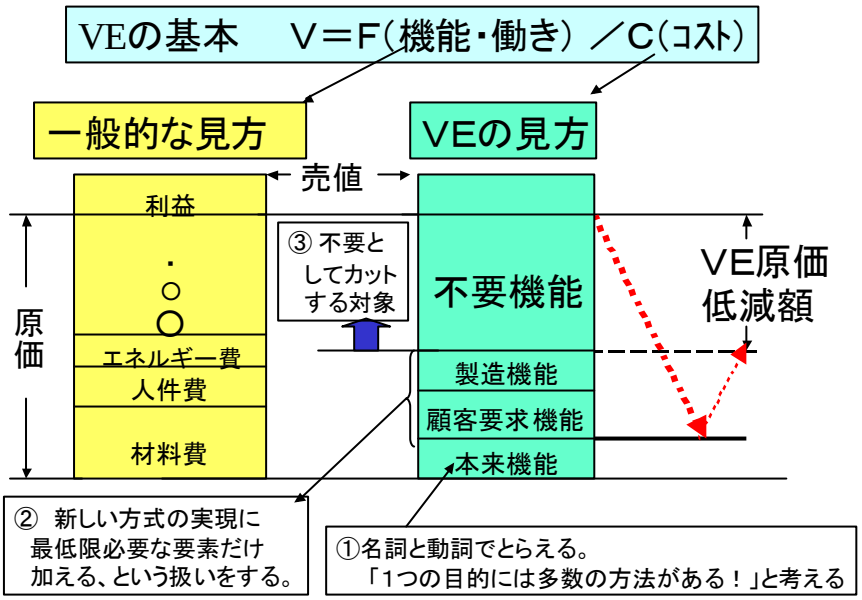
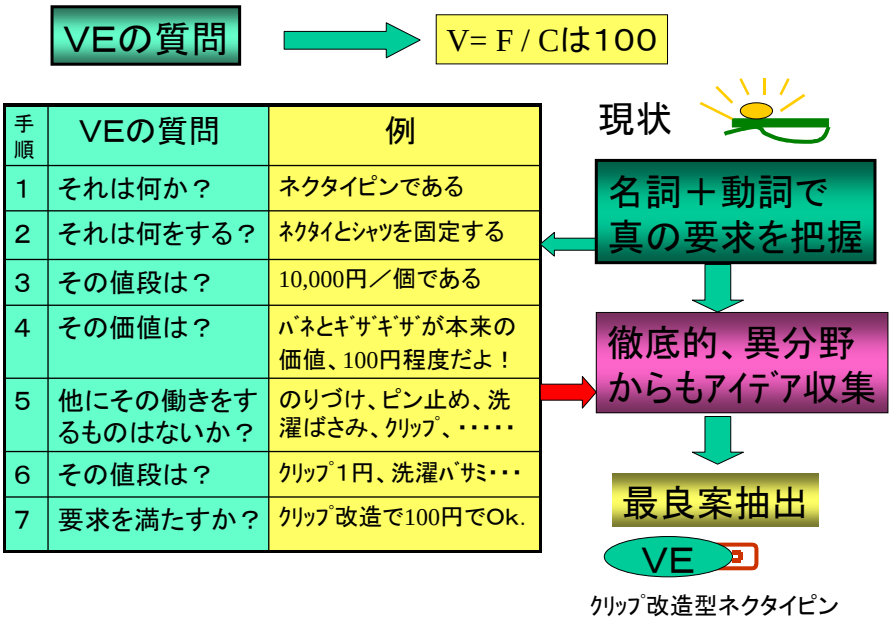


図3-6　経理的原価分析とVE原価分析の差異

では、**図 3-7** を用いて、このような VE を進めるために有効な質問ステップを紹介することにする。図の左の表は 7 つの質問を基に VE 改善を進める内容を、また、左側の図は VE 手法による解析内容をコメントしたが、この種 VE 手法の専門家的な内容は専門書をご覧願うこととして、方法改善に実務的に活用する要点を例示することにする。まず、VE 活用に当たっては、まず対象を決める。この例ではネクタイ・ピンが対象であり、手順 1 では「ネクタイ・ピン」とする。次に手順 2 はネクタイ・ピンの機能明確にする分析を行なう。このため、『名詞＋動詞』でその機能（この場合、物として存在するネクタイ・ピンが果たすべき役割、使用目的）を明確にする。次に、「では、基本機能だけに絞った価値は？」とするが、「この対象は①フレーム、②A と B を止めるバネ、③すべりを止めるギザギザした表面という 3 種程度の構成があれば、目

的とする機能は十分に果たせるわけで、宝石やネクタイ・ピンの美観を保つ構成は二次的な機能である」とする。以上が VE の解析手順と内容である。



手順	VEの質問	例
1	それは何か？	ネクタイピンである
2	それは何をする？	ﾈｸﾀｲとｼｬﾂを固定する
3	その値段は？	10,000円／個である
4	その価値は？	ﾊﾞﾈとｷﾞｻﾞｷﾞｻﾞが本来の価値、100円程度だよ！
5	他にその働きをするものはないか？	のりづけ、ピン止め、洗濯ばさみ、ｸﾘｯﾌﾟ、・・・・・
6	その値段は？	ｸﾘｯﾌﾟ1円、洗濯ﾊﾞｻﾐ・・・
7	要求を満たすか？	ｸﾘｯﾌﾟ改造で100円でOk.

図3-7　スピードVEに有効なVEステップと質問

そして、手順 4 では、「今の構成でコストを要する内容はたった 100 円程度と判定すると同時に、現在、目前に存在するネクタイ・ピンは、目的を果たすため、たまたま製造された産物と見ることにより、基本機能の価値把握と、代替案創出の準備を進める。

いよいよ手順 5 は「そのような目的なら他にも多くの対策がある」と考えてアイデアを求めるステップである。この段階で、先に説明したブレーン・ストーミングや、各種調査などが行われ、手順 2 の目的であった「A と B を結合する対象」に対し、制約無しで徹底的に情報を集める。VE では「熱い湯を出し切れ」という表現を使うが、アイデアを出し、否定すると、その段階で熱湯に冷水を同時に注ぐような行動を進める。この対策は、逆に熱い思いで頭の中に隠れている有効策を制限して出させない処置である。すなわち、「冷水を望むのなら、熱湯を出すことがムダ」としてしまう行為を関係者にさせる行為につながる、として制限してきた。

だが、手順 6 は手順 5 の逆である。実施可能な案を冷静に審議して抽出する。更に、価格も見積もる。なお、評価とは、第一段階は、単なる合否の振り分けだが、この種の処置が終了したら、振り落とした案に対しもう一度の見直を行い、アイデアの欠点を探りながら改善の可能性を求める処置をする。この

ような手続きで得た具体策を、手順 7 では抽出して具体化へ向けるわけだが、表の右図の例は、ゼムクリップが選択された。だが、このままだと貧乏臭いので、VE のシンボルマークを飾りとして付加してネクタイ・ピンの形で機能する製品を作成した。もし、この例が採用された場合、VE の評価が必要になるが、この算式は V（価値）＝C（VE 改善前のコスト）÷F（新しい機能で達成した価格）であり、この例では価値 100 倍となっている。

VE はアイデア創出が決めてとなるが、VE は「棚から牡丹餅」を待つ取り組みではない。VE の要点は「何としてでも良案を出す」という努力を助けるだけの手法である。よく、『案はもんで出せ！』と言うが、「名詞＋動詞」を活用した案の創出～育成法を例示することにする。**図 3-8** はその一例である。例は、VE のアイデア創出に教科書的になっている有名なアイデア追求法とされる取り組みを示したものである。

これは米国で実際になされた例である。まだ、ヘリコプターが飛ばされていない頃、寒冷地の冬に雪が電線に付着、その重量で送電線がばたばた切断された事故対策に対策チームは VE を適用した例である。ここではアイデアは多く出た。だが、良い対策案は無かった。

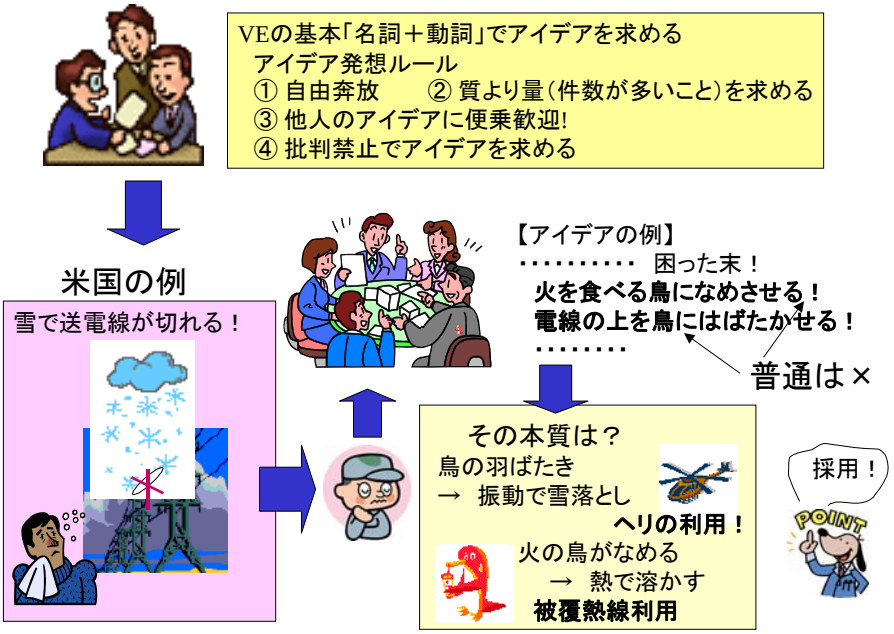


図3-8　VE＋アイデア発想法を用いた本質追究法

そこで、「アイデアは何を語りかけている」という局面からアイデアを再度見直し、その中から有用な技術手段を探ったわけだった。そのような手続きの結果、「鳥を羽ばたかせる」というアイデアは、ヘリコプターが飛行時に生じ

る多量の振動と風力を活用する案が抽出され。後に、この案がヘリコプターの活用だけではなく、技術面での改良に大きく貢献した、とのことである。「当時はプロペラ式の飛行機が活用され、ヘリコプターは見捨てられていた。だが、技術向上の結果、軍隊での輸送や救難などの対策に使われるまでになった」という話が残っている。

なお、産地でヘリコプターが入り込めない場所に対しては「火喰鳥に電線をなめさせる」案が抽出された。この案は、「被服線に熱を与えるという技術的対策がアイデアの狙い！」という扱いがなされた結果、被服電線に熱線を付加する対策がなされ、電線に付着した雪を融解除去する対策となった。

以上、アイデアには、その裏に技術的対策を願った要求が隠れている例がある。従って、アイデア検討時に 1 回の評価だけでふるい落として終了とせず、徹底的に案を探る対策が VE のあり方とされてきた理由がある。このため、VE 活用時に、この種の解析としつこさが VE 対策メンバーに求められてきた。

【ちょっと一息】　本当に電線の雪の除去なの？

筆者は「VE を活用して電線に積もった雪を落とす対策」という話を VE 研修の場で最初に聞いた時、「そういう方法があるのか！」という、手法上だけの興味だった。だが、米国・オハイオ州に 3 年間赴任した時、電線を切るのは雪ではなく、フリージング・レインという自然現象であることを知った。気象学的には極めてまれな現象とされる事象が毎年 2 月になると、この地方では頻繁に起きる。雨が降る時、途中で超冷気域を通過する。この場合、時間があれば霰（アラレ）となるが、短時間の接触なので熱だけが奪われた液体のまま落下する現象である。自動車など、風で片方からフリージング・レインが当たると、刷毛で塗ったように氷の膜が形成される。物体に当たってから、シャーベット状に広がり氷の塊になる零度以下の雨である。このような雨なので、道路はたちまちアイスバーンになる。従って、この雨が降る地域では、道路に岩塩などがまかれた対策が終了するまで、道路は運行停止となる。この雨を経験するとわかるが、道路走行中に車のフェンダーの横についているアンテナが時間と共に太くなって行く現象を見る。こうなると、誰もが運転を止め、道路わきに停止する。このようなフリージング・レインは電線をたちまち氷の太巻き状況をつくる例である。このため、重量に絶えられない電線は切れ、送電線が地上で火花を飛ばせながら飛び回るという危険な現象になり、山火事も招きかねない事態となる。目前でこの現象を見ると、先のアイデア対策がいかに重要だ

ったかが判る。また、日本では「電線に雪がつもる程度は・・」と思うかも知れない。だが、現地で目前にこの種の現象を見ると、改めて問題解決を求めた背景に存在の驚異が理解される。

【アンはもんで出せ！】

参考になる先輩談を紹介することにしたい。ある時、VE 改善で対策案の創出に行き詰まったことがあった。そのような時、アイデア上手の先輩が指導に着たが、VE メンバーの一人に「手を出せ、アイデア出しのコツを教える」と言い始めた。そこで、意味不明だが手を出すと、手に大福を置き「もめ！」と話した。大福を貰ったメンバーは言われるまま、手のひらの中で大福もちをもみ始めた。やがて、皮が破れ中からアンコが出てきた。その時、「食ってみろ」という先輩の言に従ってアンを食べたメンバーは「これは良いアンだ！」と言った。この時、この先輩、「良い案（アイデア）を出す方法が判ったか！」の言に、皆は「もみ方が足りないから、良い案がでない。もっと調査～検討を重ねなければ、・・・」と努力した。その結果、幸い、VE チームが狙いとする改善策をようやくたどりついたわけだった。以降、「案とアンはもんで出せ」が VE 対策の柱となり、改善案の創出は努力と豊富な知識と壁を破るあくなき努力が必要ということになった。アイデアはコロンブスの卵に近い性格を持っている。出来上がった内容を見ると、コロンブスが大衆の面前で生卵を机に立てる際、こつんと端面を壊して立てる状況に似た状況で、それまで対策に気がつかなかった方々が「なるほど」という現象である。このように、アイデアや改善策には、最初にアイデアを出す方は常に『根気と意欲』が必要だが、結果を知った人は簡単に真似ができる、という局面がある。

② VE から WD（ワークデザイン）への進展

VEは「チーム力利用による創造的活動」と一般に定義されてきた。また、その出発は米国・国防省、資材調達を担当するマイルズが耐火材を目前において代替品を探す歴史が出発点だった。その後、VEは進化、**図 3-9** に示すように、マイルズの方式に 2nd Look VEと名づけたが、制約の中でアイデアを見つける方式から、設計段階という制約条件のより少ない状態で行なうVE（1st Look VE）、更には、機能さえ満たせば設計図の無い状況で、全く異なるアイデアで要求を満たすZero Look VEへと、歴史的に発展した。

なお、図に示したように、VEには「名詞＋動詞」でアイデアを求める手続きがあるが、この種の用語の活用に工夫が必要になる例が多い。そこで、図

3-9 の右側に用語とアイデアの内容を例示した。2nd Look VEでは「稲を刈る」が活用されているが、この用語はどうしてもカマやカッターなどを連想させる。

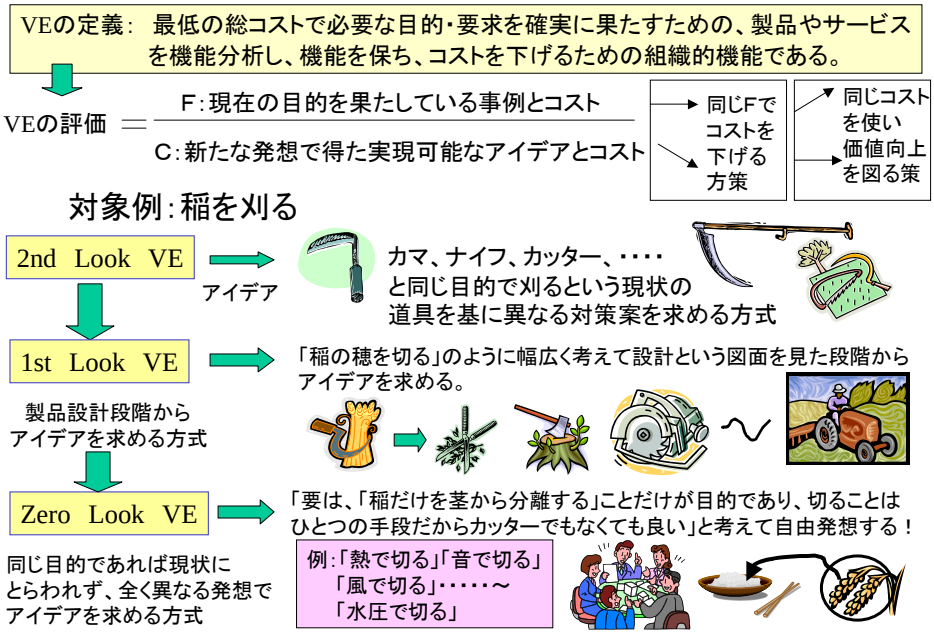


図3-9　VEとアイデア発想の要点

人は言葉によって生活習慣が関与するから、発想も制限される。このため、1st Look VEの段階では「稲を切る」という広い概念で対策を求める言葉を使う。また、さらに、Zero Look VEでは、より広く柔軟なアイデア創出が必要なため、例えば「AとBを分離する」というような言葉を用いる。

この種、VEの発想を広げる対策を下から上に展開する方式をVE専門家達は進めてきたが、「山に登るなら、最初からヘリコプターや宇宙衛星を使って、上から全体を眺めて、一番良い道を見つけた後に登山すれば良い」という発想を基に、製品であれば「ノータイム、ノーコスト」の理想状態のシステムを考え、それが出来なければ山を下るようにして制約を配慮、組み入れながら実現可能な案を探る方式を探求する方式が、米国・ナドラーにより生産システムの設計を対象に誕生させたWD（Work Design）である。WDの解析は**図 3-10** のようになる。また、生まれた歴史と適用分野は異なっていたが、上位展開の内容が 2nd Look→1st Look→Zero Lookの展開に似ているため、現在はZero LookとWDを同一視して、産業界で活用されている。

WD の発想は『理想システム設計』を目指した経緯から知っておくべき有用な視点が多い。そこで、**表 3-3** に一例を示したが、右側の従来型アプローチと

呼ばれる内容は一般の IE コンサルタントが指導する分析～改善追及方式とを比較したものである。

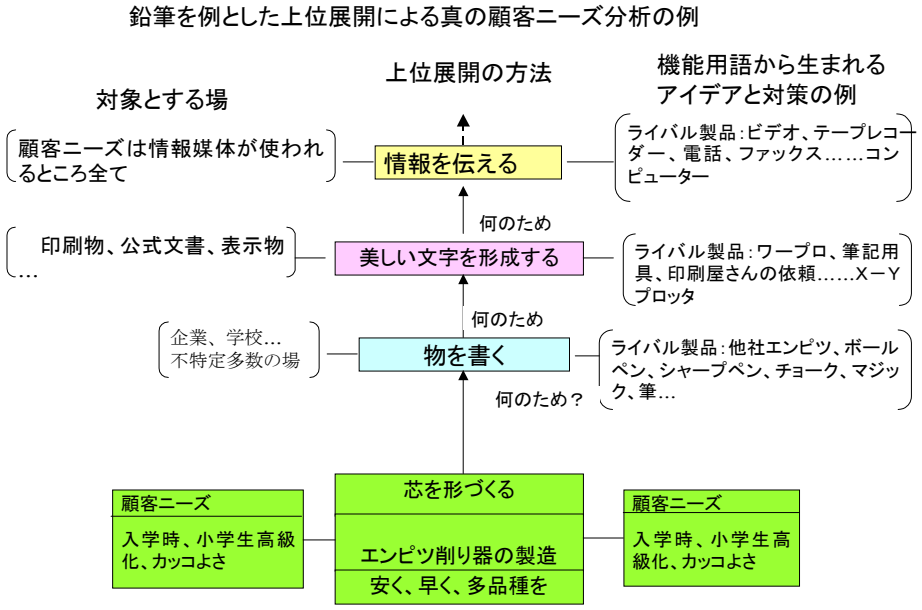


図3-10　WD（ワークデザイン）の解析法

表3－3　ワークデザインとIE的積み上げアイデアの差

（師岡教授による、ある病院：1000人程度、看護士さんが毎日1~2回の測温の改善を解析して示すと）

ワークデザイン（設計的）アプローチ	従来型・分析的アプローチ
① 論理的に可能な理想システムを考える ノータイム・ノーコストの達成を狙う （例）測温が不要なシステムを狙う：予防の指導で患者ゼロにする病院システムの実施 ↓ ② 研究開発的に可能なシステム （例）極めて小さなセンサー＋発信装置を患者の身につけておいて、全ITでデーター収集する ↓ ③ 現在の水準で導入可能なシステム （例）ITを利用し、温度＋発信器と共に、定時に測温データーを収集する（投資は掛かるが達成可能な方式）。 ↓ ④ 推奨システム （例1）患者の方の自主管理により定時アラームと共に測温願い、端末でデーター収集する	① ヒステリー分析 ・看護士のヒステリー具合、患者への接し方を分析して、ある程度のレベルに達しない者の教育や配置転換を考える ・白衣や病院色に対する影響が高い場合は色の面で工夫を図る ・バックグラウンド・ミュージックで緊張緩和を図る ② 動作時間分析 ・片手で体温計を渡す方式を両手渡し式に改善 ・渡す時間減のため脇の下めがけて手渡す ③ 工程分析＋経済分析 ・費用対効果を算定し、3分計を1分計とする ・効率よく巡回できるよう周り方、歩き方、レイアウト改善を図る ④ 改善意欲向上＋ミス防止運動 ・ボトムアップ改善運動の展開を図り、モチベーション向上とミス、トラブル減につなげる
まず、理想システムを追求する。その後、情報を集め、達成可能な案を上に記載のステップで探求する。このため、情報量は極めて少ない。	まず、時間をかけても現状を分析する。その内容を要素に分け、ムダ排除の考えに立ち、要素毎に改善を加えた結果をまとめて新システムとする。

IE では、どの解決法も、問題を正面から受け、現状分析を基にした解析結

果を基に、改善策を提案する方式である。これに対して、WD による方法は、まず、問題を名詞と動詞でとらえる点が違っている。要は「問題が解決されるのであれば、解は何でも良い。ノータイム、ノーコストで要求が満たされる案があれば、何も、困った問題をひとつひとつ調査～解決の創案ステップをたどる必要は無い」というものであり、このような改善法を演繹的（アプローチという（これに対し、現状分析に基づく改善法を帰納的アプローチという）。

では、筆者が関与した改善の中から WD 的な例を紹介することにする。対策内容を**図 3-11** に示すが、この例は、当初、「溶解炉の成分分析試料を作成する対策に自動化を適用したい」という要求だった。現状の作業を図の左側に示すが、溶解した鉄を柄杓のような器具で溶解炉から、作業者が高熱の状態ですくい、二つに割れた金型の接する穴に流し込む。その後、ある程度、冷えて固まった金型をハンマーでたたく、すると、作業場の床面に筒状の試料が転がるので、作業者は断熱対策が施された手袋でつかむ。水に入れて冷却する、その後、バリや端部をグラインダーに当てて、必要箇所を削る。形を整えた試料をカウントバックの試料ケースに入れる、・・・という作業だった。だが、資料入手に至るまで、高熱、かつ、危険を伴う職人技が要求される。しかも、早く処理しないと溶解炉の成分が変化するため、急がねばならない状況だった。

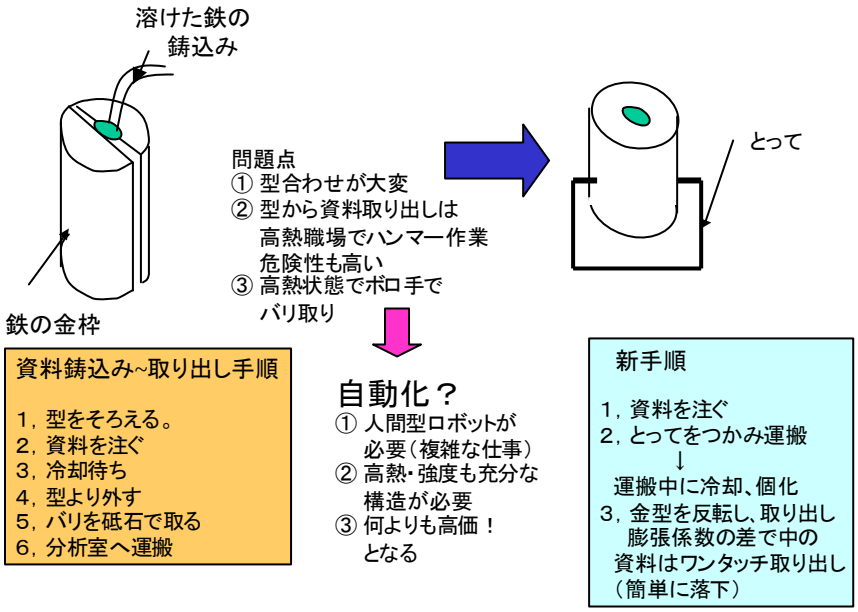


図3-11　鉄の成分分析資料の自動研磨機

当初、自動化は作業の内容そのものを分析して人から機械に置き換える方針で活動していた。だが、ある時、「銅で作った容器に溶けた試料を入れたらどうなる？」というアイデアが出た。対策案に苦慮する中で出たアイデアだっ

た。また、自動化には多くの課題解決と共に投資金額と実験が膨大にかかる状況であったことも、この意見を取り上げるチャンスを生んだ。そこで、早速、銅の大きなブロックに溶鉄を投入すると、「容器が溶けるのでは？」という心配はあった。だが、状況は違っていた。銅は熱伝導係数が高い。このため溶けた鉄試料の表面が固まり皮状になる。更に、先の鉄容器より早く冷却するため、試料を採取する場所からカウントバック分析室に運搬時間内に固化する。加えて、銅と鉄試料は膨張係数が異なるため、運搬中に鉄の試料が簡単に容器から取り出せることや、端部だけを簡単に処理すればカウントバックの試料としては十分であることが確かめられた。要は、試料を処理する設備は何も必要なく、目的を果たす試料の処理が実現したわけである。結果はコロンブスの卵現象だった。「もし、この自動機開発チームが WD を学んでいなかった場合、大変な苦労をした」という内容が、この取り組みの事後談だった。

もう一例、現場の自動化に関する WD 適用事例を紹介することにする。改善内容を**図 3-12** に示したが、この例は電子部品の端子の通電を自動化した設備におけるトラブル対策である。

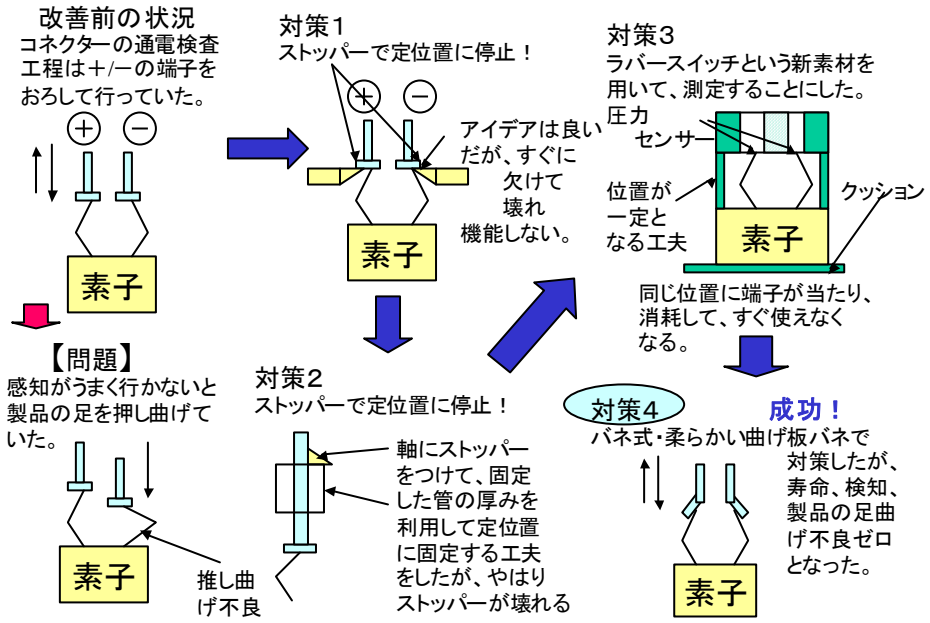


図3-12　IC素子の検査自動化へのWD適用事例

端子のプラス・マイナスと記載した端部に電子部品の足があたり、通電を確認するとロボットで次の組立工程に部品を供給するというものだが、図の左下に示したように、端子と電子部品の足の接触が不十分な場合、良品であっても部品の足を曲げる例や、不良として処理（ポカヨケで工程外へ排除）することが

あった。問題は、余りにもこの発生が多く、自動化したが、むしろ、部品不良発生機会という汚名を得た状況で生産がなされていた。そこで、対策だが、右側に順に示したように、「ストッパーを低位置で止める」ということでアイデアを出した。ところが、図面の上ではストッパーは機能しても、実際の作業では簡単に破壊してしまい寿命が無い。このため、各種工夫の上、対策 3 のラバーセンサーを見つけた。だが、欠点は、いつも同じ位置に当たるため寿命が短く、この案も、廃案となった。そこで発想を変えた。要は「なぜ、電子部品の足の先端で接触を取らなければならないのか？」と考えたわけである。すると「通電を確かめるのであれば線の先端でなく横でも良い」となった。この点に築き、WD にある「線間の接触を取る」として、対策を考えると、対策 4 が見つかった。要は、端子の上下幅は低位置でなくても良い。中央に線材を押す構造なので必ず、しかも、点ではなく、線状に接触端子にあたる方式である。また、この方式では金属の弾性が関与し、線材が検査で所定寸法以上に変形することは全く無いという事が確かめられた。これも、気が付けば当り前。だが、過去の制約に制限されて簡単な工夫が適用されていなかった問題を打破した例である。

③　VE 改善に必要な「生産性はあがったが、不良発生は？」の検証

昨今、生産性やコスト重視で品質低下を認めた結果、結局は市場クレーム～製品で大きな損金を招いた例が報道される。この種の問題や事件は VE と全く関係ない内容である。だが、逆に、アイデアの評価～抽出に注意すべき要件を含むべき要件である。そこで、VE に関するこれらの要件と注意点を整理することにする。

本来、また、絶対に守るべき内容は、VE の評価式、V=C/F は「品質を落として良いからコストを下げる策」を禁止している。「安かろう、悪かろう」は VE アプローチに無関係であり、もし、このルールを破った場合、一時的に利益を得たように見えても、結局は大きな損失と信頼を顧客や市場から失うことになるからである。製造現場への VE 適用も同じである。正しく無い VE 対策は、トラブルの発生に追いまわされるだけの毎日、すなわち、混乱を招く状況となるからである。では、「正しく VE を活用してきた状況がどのようになるか」という点に関して、同じような疑問から AOA が過去 VE 適用に関する調査した結果を例示することにしたい。

表 3-4 は VE 適用内容をまとめた報告の例である。この日本 VE 協会で発表された内容を見ると「シンプル設計による貢献」という形で VE の適用効果が示されている。要は、「VE 適用により、製品の品質に当たる信頼性だけでなく保全性や仕事の進め方に関与する人間的要素が大きく改善され、結果、品質向上効果も出る」という点である。また、このことは複雑な設計になればなる

程、トラブルや管理、部品交換やメンテナンスに費用と手間が掛かることを示している。この種の例は、その後も多くの事例と共に紹介されてきたが、要点は、「手抜きや品質低下を認める行動は全く VE とは無関係！」という注意だが、読者の皆様には、VE を用いてアイデアを出し、実施に移す際に、この算式による評価を十分配慮した案の選定をお願いしたい。

表3-4　VE適用影響

シンプル設計により各種技術対策面で貢献した
VE適用効果（1970年頃の米国・国防省（AOA)報告より）
1975年日本VE協会、VE研究会発表

主要効果	信頼性	44%	63%	と全て向上！
	保全性	40%	64%	
	人間的要素	25%	58%	
	品　質	38%	71%	

VE効果を示す主な理由（各、主要3項目を記載）

①信頼性		②保全性		③製造性	
(1)部品減少	34%	(1)部品減少	35%	(1)工数減少	30%
(2)繰り返し機能の増加	22%	(2)部品寿命の増加	18%	(2)部品減少	26%
(3)一様な材料	14%	(3)信頼性の向上	15%	(3)工具、ゲージテストの減	15%
④人間的要素		**⑤品質向上**		**⑥梱　包**	
(1)部品減少	34%	(1)工程数減少	27%	(1)重量・容器の減少	61%
(2)操作の単純化	20%	(2)部品減少	19%	(2)梱包の単純化	21%
(3)保全教育の減少	15%	(3)検査、テスト減少	19%	(3)手扱いの容易化	10%

質的効果			
・性能重点主義 ・セクショナリズム ・情報の不足 ・アイデアの欠如 ・時間の不足・・・	→	VE活動 ・チームデザイン ・定量的なデータの活用 ・システマティックな問題解決手順の活用	→	・価値情報の啓蒙 ・協力体制の確立 ・情報収集の徹底 ・独創力の開発 ・コストダウン専門家の育成など
といった従来の問題点				VE効果として得た関係者の実感

３－２　工程分析と現場診断法

IE の活用に当たっては、常に問題意識が重要になる。そこで、ここでは、工程分析を中心に製造現場における改善の視点に関し、高い見地から問題意識を持ち、活用する視点を紹介することにする。

（1）　IE による作業現場診断の歴史と、改善の視点

現場診断は日本の産業界を指導されたマンデル博士が 19７0 年代の初期、日本では IE が導入された時、将来を担う日本企業の IE エンジニアを指導する中で行った内容が有名である。その理由は、その後の日本の生産性向上を大きく飛躍させた内容に大きく関与した。そこで、問題意識と製造現場革新の切り口を示す例としてマンデル博士が行った現場診断の視点を紹介することにする。

博士は IE 分野の専門教授だが、この内容は電機産業関係者に IE 手法を教え、ある有名な現場を巡視した後、「皆さんがこれまで勉強された IE を基に、この工場を診断して、将来どの程度の生産性向上が期待されるか？を感覚的な内容でも良いからお話ください」と問うた。博士は 20 数名いた生徒 1 人ひとりに聞いたわけだったが、応えは 1.2 倍～2 倍だった。だが、博士は「4 倍！」と言った。この時、全員が疑問を持った。だが、**図 3-13** に示した内容と解説を見て、全員が納得した。

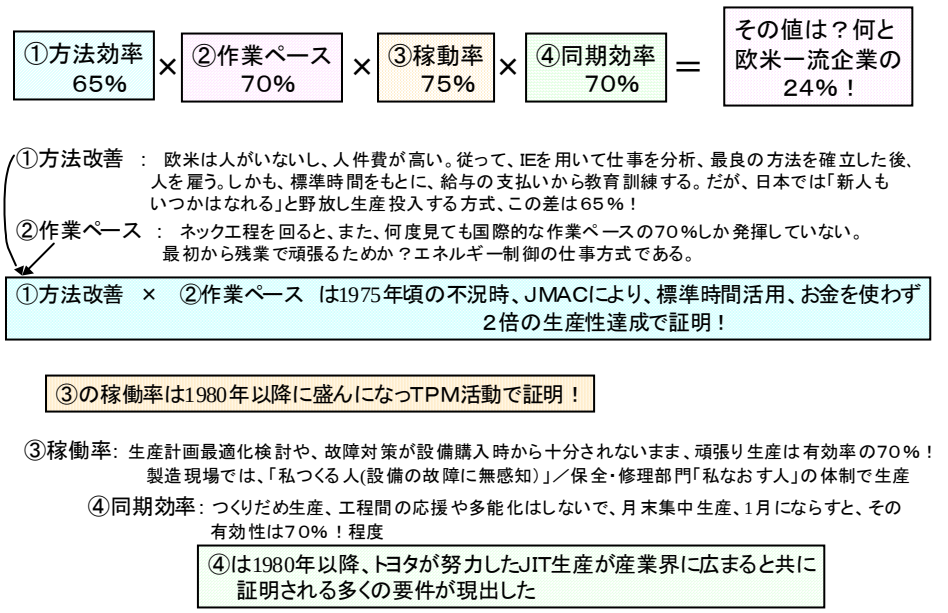


図3-13　マンデル博士の現場診断「4倍の生産性」とは？

1970年初頭

なお、マンデル博士は「4 倍の生産性」を次のように説明した。まず、①の方法改善の視点だが、黒板に先程工場見学した組立ネック工程の作業手順を記述して、現場で図った合計時間を記載した。次に、PTS 法（既知時間分析法という動作に対する時刻表：Pre Determined Time Standard ）を用いて、個々の要素作業に時間値を書いた。その後、部品の置き方や取り方、距離など、動作経済の法則を付記しながら、改善後の国際時間を記載した。そこで、現状の作業時間と改善後の計算結果を比較すると正味率は 65%が改善対象だった。次に、マンデル博士は、10 時と 2 時、4 時に同じ工程を研修生徒と訪問したが、その時のレイテリングを記載した。「日本の方は「朝は早から弁当さげても」と聞きますが、仕事の熱心さはともかく、先の改善で無駄なく定時で仕事を終了させれば、世界的標準ペースで仕事は終了します。だが、現状では残業、10 時の時は世界ペースだが、1900Kcal を 1 日会社で使う調整を頭の中で調整するため、平均的なレイテリングは 70%でした。事実、労働時間に対する正味生産時間をお聞きして計算すると、この数値になります。ここで関係者全員は「なるほど」と納得したわけだが、この内容は後に、㈱日本能率協会コンサルタントが PAC という標準時間をベースとして、オイルショックとして有名な不況時に、お金を使わないで生産性倍増を図る手法を産業界に紹介、多くの企業で、正に、この指摘内容を果たすかのように生産性向上効果をあげた。すなわち、期せずしてマンデル博士の指摘内容を証明することとなったわけだった。

次の稼働率③だが、「設備の利用状況を見ると、故障してからなおす。チョコ停がある。設備 5S に代表される設備点検・清掃が十分でない運転で、この企業では、設備が本来発揮する有効性の 75%しか活用していない」というものだった。なお、その後、**表 3-5** を用いて（社）日本能率協会の当時の故・十時会長が指摘した TPM の具体化へ向けた内容と同じ指摘では、更に詳細に欧米一流企業の取り組みと日本企業の設備生産性を比較した内容を解説したが、マンデル博士は、この一部を現場診断で示したのだった。

最後の④はトヨタ自動車が JIT を産業界に紹介して実施した結果、その一部が証明される形になった対象である。要は、かつて、日本の多くの企業が行っていた『月末集中型の生産方式』や平準化生産という工程バランスを改善指摘したものだったが、「その有効性は 70%となる」という計算結果を示した内容だった。

マンデル博士は、この 4 つに分けた指標を掛け算して 24%、すなわち、有効生産性が 1/4 となることを示した。しかも、IE 改善の対象となった電機業界は、当時有名、また、生産性が高いとされた企業だった。確かに、この診断内容は 1 企業だった。だが、指摘内容が論理的、定量的な IE 分析の結果だった

ため、一流企業から、この研修に参画した研修生の方々は、この診断結果を理解した。同時に、その後、日本各社で生産性向上を進め、多くの企業をリードする活動を進めるきっかけとなった。

表3-5　設備生産性　日／米・独比較

業種	国	A,労働生産性（千円/人）	B,資本装備率（千円/人）	A/B:設備装備率（%）
普通鋼	日	9，048	25，545	35．42
	米	8，998	9，230	97．49
	独	5，474	8，768	62．44
四輪車	日	8，131	6，250	130．09
	米	8，281	2，272	373．22
	独	6，183	1，421	453．26
総合化学	日	9，501	20，384	46．61
	米	10，151	7，861	129．12
	西独	6，891	4，498	153．19
製紙	日	9，724	17，681	55．00
	米	7，969	8，610	92．55
食品	日	8，752	6，352	137．77
	米	6，897	3，987	172．99

欧米の一流企業と、日本の一流企業を調査比較した結果、設備生産性は半分~1/3の状況だった。当時、日本にはまだ、F1ドライバーはおらず、設備運転技術の差に問題ある指摘が問い正された。

註釈:故・十時会長の言「日本の生産性は欧米に追いつき、追い越せの時代になった！と経済界は言っているが、中身を見ていただきたい。欧米に比べて、単に高価な新設備を投入して、「勝った」と言っているだけではないか？」この話がきっかけになり、日本では設備生産性TPM活動が開始された。

(1979年・JMA　故・十時会長発表「世界の企業の経営分析」より)

IE 改善には IE 手法適用前に、この種の視点が必ず必要になる。IE 研修を受けた方の中に、稀ではあるが「習った手法を活用していれば改善が進む」として詳細なデータ収集と解析を行う方がいるが、その前に、問題意識、すなわちムダを見つける視点が必要であり、このような視点とムダ排除の証明に手段として IE 手法の中から最適なものを選択～活用へ向ける、という行動様式が必要である（なお、このようなアプローチを IE では、『IE マインド』言う名をつけている）。

マンデル博士の指導の後、1990 年代に JMA では新たな生産性革新指標の必要性になった。このため、筆者も参画した TP（総合生産性）賞審査委員会で、多くの企業に参考にしていただくため、**図 3-14** に示す 3 つの切り口内容を提唱した。いずれも『時間生産性』だが、現在、多くの企業で活用中の内容なので以下、簡単に解説を加えることにする。

まず、図 3-14 の⑤だが、これはスピード生産性である。現在、『産業界の 6:3:3 制』という言葉が使われている。これは、水面下で新製品開発に 6 ヶ月を要するが、新製品が市場に立ち上がってから売上のピークまでが 3 ヶ月、後の 3 ヶ月には在庫処分を済ませて、次の新製品対策に集中すべきことを意味と

同時に、いかに製造現場の改善も急ぐべきかを示している。このように変化の激しい時代にあって、時間をかけた改善に先行して、小改善を積み上げる必要性を示した。図には時間経過と共に改善効果が積みあがる状況をイメージ的に表現しているが、この図で、小改善の早期積み上げが面積として大きな改善効果の値となることがわかる。

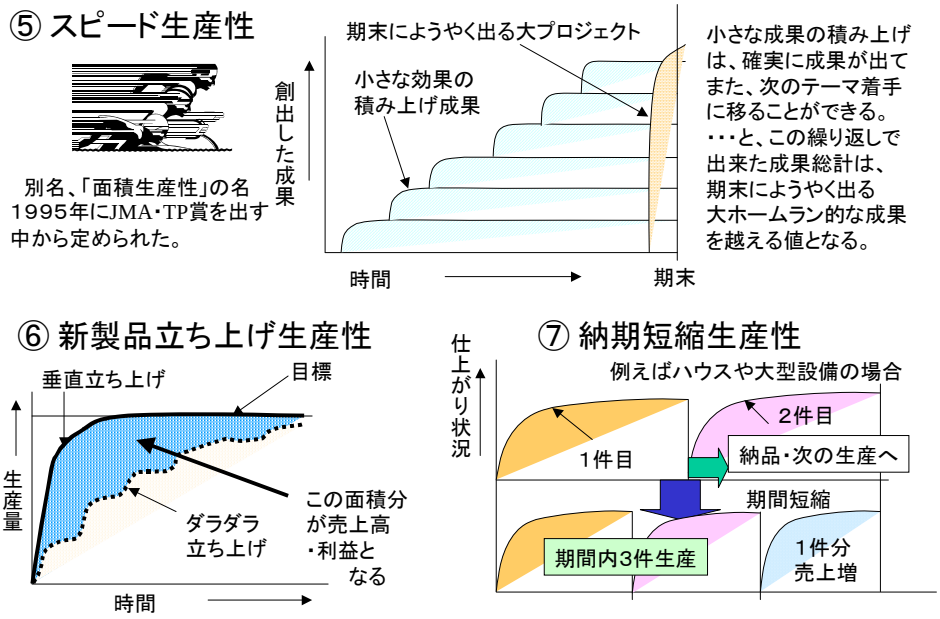


図3-14　追加すべき、もう3件の生産性指標

⑥の『新製品立ち上げ生産性』も⑤に似た、時間生産性である。新製品の立ち上げには、過去の蓄積技術を生かす対策と同時に、十分な事前検討が必要である。この対策が垂直立ち上げとなるが、事前検討と目標管理が無い新製品立ち上げはダラダラ立ち上げとなる危険性を高める危険性を招く。この差を図では差として示したが、両者の差は歴然である。要は、両者の立ち上げカーブの差が面積として出てしまうからである。

⑦の『短納期生産性』も期間短縮を家の建築や大型設備製作などを対象に適用した時間生産性の例である。図はある期間中に消化可能な仕事を示したものだが、同じ人数や設備規模で 2 件をこなす状況を 3 件こなす改善を図った例である。この種の対象は 1 件の度に売上の確保となるわけだが、この例では 1.5 倍の売上となることを示している。以上、目にとらえにくい時間をベースに、現在、多くの企業や製造現場が取り組む切り口を例示したが、ここに示したような切り口が IE 的な製造現場診断の切り口での例である。

さらに、もうひとつ、ターゲット・コスト的見方を IE 視点で活用する例を

紹介することとしたい。**図 3-15** だが、これは製品製造時間や工場の製造現場などのトータル時間を未来指向で考えて低減へ向ける『ターゲット・タイム』という VE 視点で行う解析方法であり、既に多くの企業で用いられ成果を得てきた診断法の例である。視点は、理想－現実＝改善すべきギャップとして数年後の状況や技術の進化を予想して将来のあるべき時間と構成を探るが、未来の改善に対して戦略的な技術発展内容を明確化した後、対策を促す点が特徴である。このため、左側に示した個々の要素を右側に示したチェック項目で検討を加えるが、この種の検討には、時には数分の 1、少なくとも 30%以上の時間低減を考えて、現状否定からこの種のチェック項目を利用すべきであるとされてきた。この種の思想は VE 的発想を基にした考え方だが、「数%の低減だと、現状の手直し程度で大幅な改善や革新的発想を人はしないため」とされている。

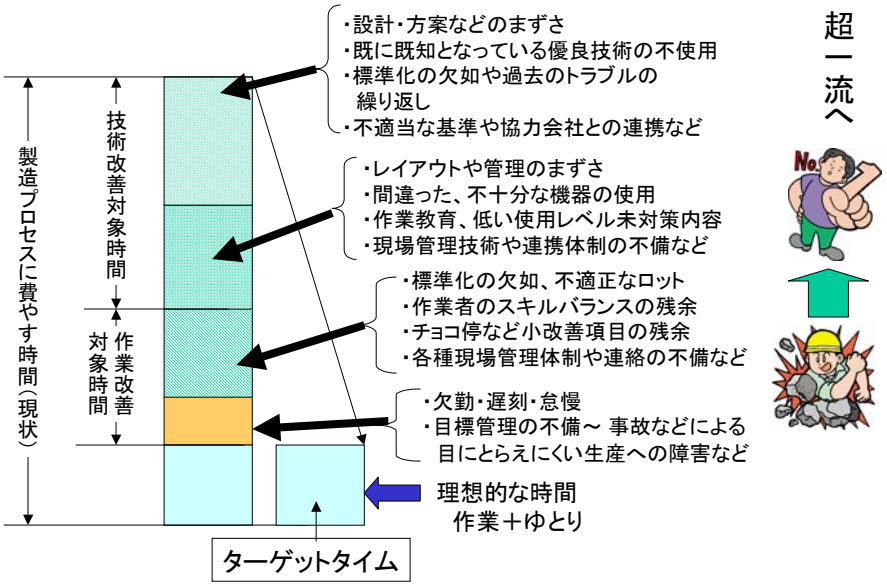


図3-15　製造革新のターゲットタイム解析例

（2）工程分析と ECRS 改善発想法

改善を効果的に行うためには、工程分析的なセンスが必要になる。そこで、工程分析という手法と共に、改善を進める上で基本となる『ECRS を用いた改善発想法』を紹介することにする。工程分析は先に紹介したギルブレスが開発～活用を広めた手法のひとつである。以下、簡単にその内容を紹介するが、**図 3-16** に示したように、ECRS 改善発想法と共に用いるべきことが推奨され

ている。すなわち、仕事を要素区分して、○：正味、→：移動、□：検査、▽：待ちの 4 つの記号でとらえるが、「最良の正味以外は全てムダ」と考え、徹底的に改善するため、不要な仕事や物、情報は、まず、「省略できないか？」と考えて扱う。この対策に制限がかかると、C：結合や、もっと良い方法に R:置き換える。これで案が尽きたとき（全ての改善案が尽きた時）、移動距離を短くする対策や、余りにも単純繰り返しになった仕事を簡単な自動化へ移す、といった改善手順を進めるのが工程分析の利用法である。

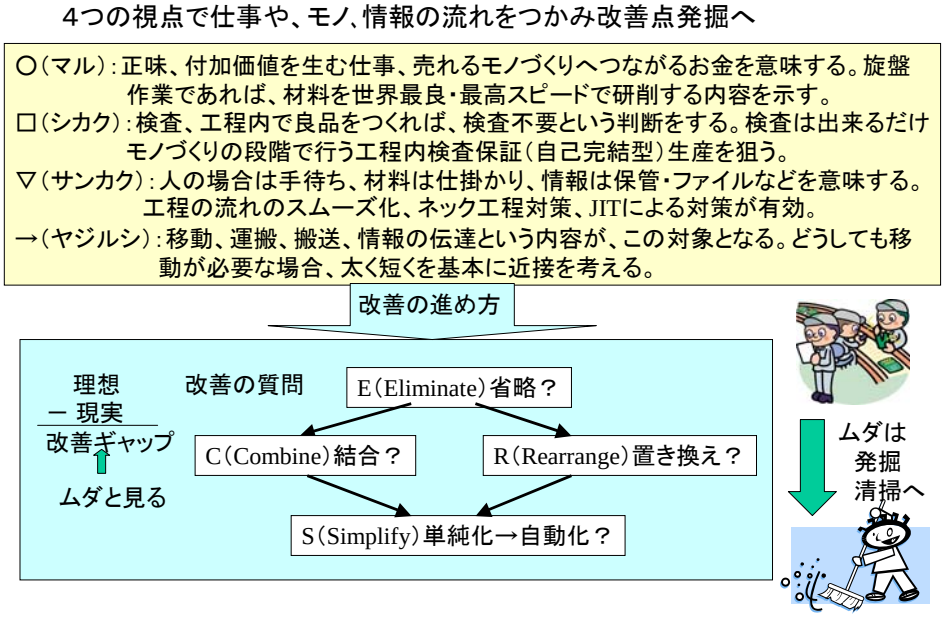


図3-16　工程分析とECRS改善の進め方

では、ここで、工程分析と改善を進める演習題を例示することにするが、以下に示す方式は国際的に新人育成と共に、仕事を早期に習得するための基本事項となっている演習題である。では、演習式に解析をお願いすることにする。

【演習問題】シールド板組立作業：現状分析用

ベテランの作業者 A の作業を紹介することにする。彼は、右手 2m 先にある、大きさ A5 版の銅板（煉瓦色の用紙を使う）を取りに行く。12 枚取れば充分なのだが、目分量で 20 枚程度を取り上げた。その後、2m 歩き、作業台に戻り、検査しながら机の上に 3×4＝12 枚並べる。その後、手元に残った銅板を、先の銅板置き場まで 2m 歩いて戻す。次は A5 サイズの黄銅版（青い用紙を使う）置き場に 1m 移動し、先の銅板同様に 20 枚ほどを取り上げる。黄銅版置き場から作業台までは 2m であるが、取り上げた黄銅版を A 氏は作業台へ持ち込んだ後、先の銅板の上に黄銅版を検査しながら並べる作業を行う。ここ

で、また、黄銅版は必ず残るので、黄銅版置き場へ 2m 歩き、戻した後、2m 歩いて作業台に戻ってくる。
ここからが組立作業である。まず、A 氏は 2 枚ずつ重なった板を 1 組づつとりあげ、机の角に十文字に重ねてゆく、これは後で取り扱いをやり易くする前準備である。それが終わると、眼鏡をかけ、0.1mm という誤差以内に納めるように重ね、鋲打ち機（ホッチキス）で 4 角を止める。止めた後、鋲打ち機を机に置き、今度はスタンプの近くに置いてある印を押す。この目的は上下を間違えないように次工程に指示するためのものである。このような手順で 12 枚の鋲打ちが終わると、次工程にあるボックスへ 12 枚（ワンセット）を運ぶ、移動距離は 2m だが、終わると、概ね作業台付近に 2m 戻る形で、先の銅板へと向かうが、ここからは、先の仕事の繰り返しとなる。

条件：①最初から組立てられた製品を買ってくる、または、一行で「改善案は自動化・ロボット化する」という案は却下します。あくまで、この板をつくる企業として改善案をつくって下さい。
②現在 12 枚ワンセットにしていますが、この制約はありません。
なお、現在、1 日の生産量は 800 枚、不良が 10%もある状況です。
③レイアウトなど変更は自由です。徹底的にムダ排除をして下さい。

工程分析記入用紙

No.	作 業 手 順	距離 m	正味 ○	移動 →	手待 ▽	検査 □	問題点と改善内容
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
合計（但し、1日生産800枚不良10%）							

改善案の記入欄

【現状分析の結果】

表 3-6　シールド板・組立作業工程分析結果(改善前)　＋　改善の要点

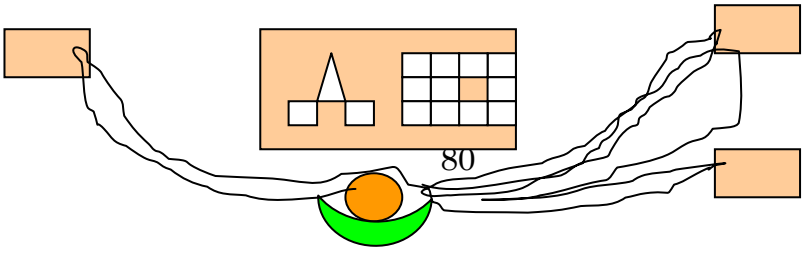
Ｎｏ	作業内容	距離	正味○	移動⇒	手待▽	検査□	改善点の記入欄
1	銅版置き場へ行く	２ｍ		⇒			①銅版は作業台へ移動して省略することができる（レイアウト改善）
2	銅版を取り上げる		●				
3	作業台へ戻る	２ｍ		⇒			
4	検査しながら並べる ３×４＝12 枚		●			■	②両手で同時に取れる工夫をすれば省略できる
5	銅版置き場へ行く	２ｍ		⇒			③銅版の隣に黄銅版を置けば移動は不要(省略)
6	黄銅版置き場へ行く	１ｍ		⇒			
7	黄銅版を取り上げる		●				
8	作業台へ戻る	２ｍ		⇒			
9	検査しながら並べる		●			■	
10	黄銅版を戻しに行く	２ｍ		⇒			
11	作業台へ戻る	２ｍ		⇒			
12	十文字にならべ四隅を揃え、鋲打ち・スタンプ打ちをする		●				④治具を製作して揃える作業は治具に置き換え ⑤四隅とスタンプを同時に打つ（結合作業）
13	次の作業台へ運ぶ	２ｍ		⇒			⑥次工程の置き場をこの工程の置き場と統合する
14	作業台へ戻る	２ｍ		⇒			
合計（1 日 800 枚 1 割不良）		17m	5	9	0	2	正味率は 5÷14＝37%

【現状の作業レイアウト】

作業台　　銅版

次工程置き場

□



置き場

黄銅版
置き場

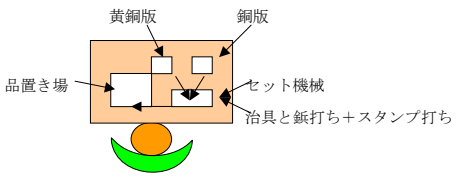
作業者

表 3-6 は現状分析である。ここで重要になる事項は工程分析による改善視点である。工程分析では「正味以外は全てムダ」という物の見方をする。表では 14 工程あるが○：正味は 5 件であり、正味率 37%である。従って、まず、「残念ながら今まで改善のメスを入れずに、この作業者には 63%ムダな作業をさせている。気の毒なことをさせてきた」と見る。そこで、「移動はムダである。1 秒の移動をするなら、正味の 1 秒へ移すべきである」と考えて、まず、作業机と材料置き場を統合して、この間の移動を E:省略する。同時に、A5 という小さな材料なので、手の届く位置に置き両手同時動作という形で行う（C：結合する）。また、3×4＝12 枚の並べは不要なので、E:省略する。銅版と黄銅版を同時に取り上げて合わせれば済むからである。更に、0.1mm の精度で手による材料合わせ作業は角合わせ治具に R:置き換える。同時に、治具にセットした状態のままで、安価な鋲打機 4 台とスタンプ打ちも行うと具合で全ての作業を C：結合する。このような改善結果を**表 3-7** に示したが、この改善で生産量は 3 倍、不良はゼロとなる。

表3-7　工程分析記入用紙（改善後）

No.	作　業　手　順	距離 m	正味 ○	移動 →	手待 ▽	検査 □	問題点と改善内容
1	両手で銅・黄銅版を取り上げる	0	●				千円刷の束から1枚とる時のようにずらす置き方をする
2	治工具に入れる	0	●				型枠（治具）に入れる
3	四隅の鋲打ちとスタンプ打ちを行う	0	●				鋲打ち機は4台とする
4	治具から取り出す	0	●				ワンタッチ取り出し式
合計2,400枚・不良ゼロ （例）改善されたセルは下図となる		0	4	0	0	0	

改善後のレイアウト例



改善した結果が最適セルとなる

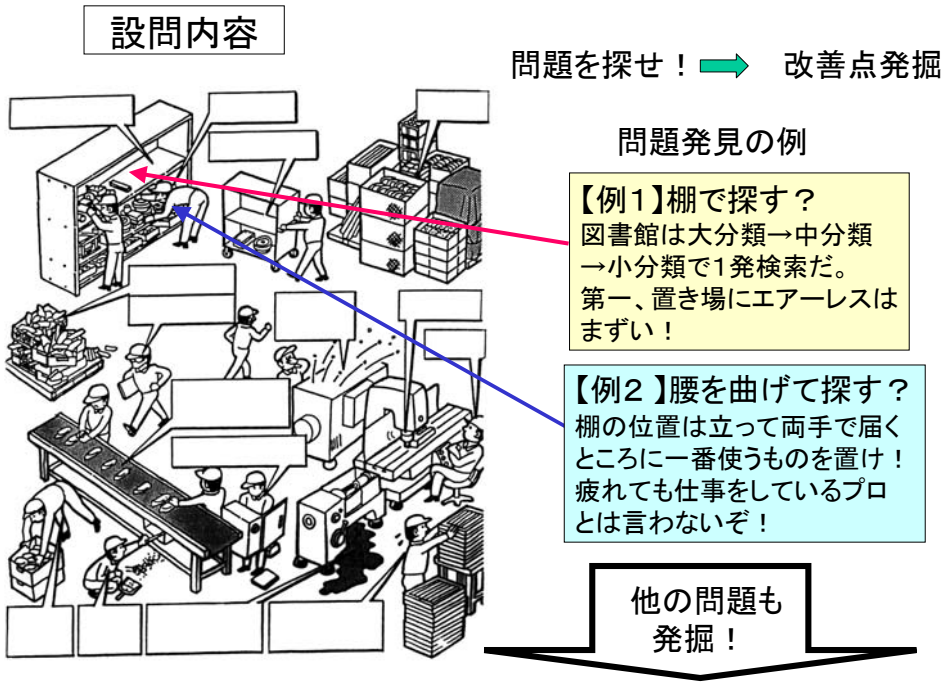
以上が工程分析を用いたモデル改善の例である。この手法は、既に多くの製造業で新入社員入社と同時に教育してきた。その理由は、(1)この分析手法が仕事を早期に覚える手法であること、（2）この手法そのものが『QC 工程図』と呼ばれる標準書作成の基本であることに加え、（3）新人であっても、ECRS 改善の質問をベテランにすることが、不良ゼロ対策に大きく貢献する機会を与える例が多いからである。では、ある地区で行った適用事例を紹介することにする。

内容はある地区で依頼された中小企業集団の新入社員研修の場で起きた事例である。「新入社員へ工程分析を教える目的は早期の仕事の習得だった」この研修は 1.5 ヶ月後に発表会があり、毎回 25～30 名程度の受講があった。だが、ここでは、必ず、数名が「不良ゼロになったので、それも発表します」という内容が発生した。発表内容は「仕事を覚えるため現場で諸先輩の仕事を分析してきましたが、やり難いと感じたところがあったので、「新人で恐縮ですが、ここのところ、例えばこのようにやっても良いでしょうか？」と聞くと、「面白いことを言う。今まで当たり前にやってきたが、言われるとなるほどやり難い、しかも、ムダが多い」と言って先輩達は私が分析したデータを見ながら改善に集中する状況が起きました。すると、より良い方法を提案され、最終的には“安全、確実、楽で早い仕事”になりました。また、「手伝った内容だが、我が社の PR にもなるので発表しなさい」となりました。そこで、今回の発表ですが、それより楽しいことは、「今まで○○機関の研修で標準化を進めてきたが、この方が良い。ついては、工場全職場を実習しながら、この方式で作業の見直しと標準化をやって欲しい」ということで、現場実習中です」という内容である。このように、工程分析は、新人が仕事を早く覚える手段だけでなく、不良撲滅や、作業の標準化～伝承に役に立ったため、ここに紹介した。

（3）工程分析的見方を中心とした現場診断の進め方

工程分析はたった 4 つの記号を覚えるだけで改善に取り組むきっかけを生むばかりか、改善の視点を ECRS 改善法の視点で改善を促す手法である。このため、現場診断の基本的な手法として活用が盛んとなり、現場観察によるムダ発見の道具として用いられてきた。要は、今まで、同じ職場で働く A さんに対して、「あの人は頑張っている」と見ていた見方を変えて、「果たして A さんの仕事の仕方は一流だろうか？」と見る見方である。「製品が市場で国際競争をしているのに、仕事の仕方も一流化を図るべきである。そう見ると、正味率が問題だ、第一、A さん頑張っているが、やがて歳を重ねた時、果たして、あの仕事が今のようにできるだろうか？自分もそうだが、ムダ排除の視点で早急に見直そう」という仕事のとらえ方を IE センスという。また、この種の問題意

識は現場出身のギルブレスの精神を前へ進める内容であり、改善前に問題をつかむ、改善内容を IE で定量化して改善結果を把握～証明するという手順上からも、現場を見て問題を見抜く問題意識と発見力が改善手法利用前に必要である。では、このような内容を日本で先進的に進めた JMA 専任講師のお一人だった、故・杉山友夫先生が挿絵と共に製造現場に教育してこられた内容の一部を**図 3-17** に例示することにする。読者の皆様には、ご覧願うと判るが、歩くムダ、仕掛やラインバランスに伴う待ちのムダ、故障や探すムダなど、ここには多くのムダがある。



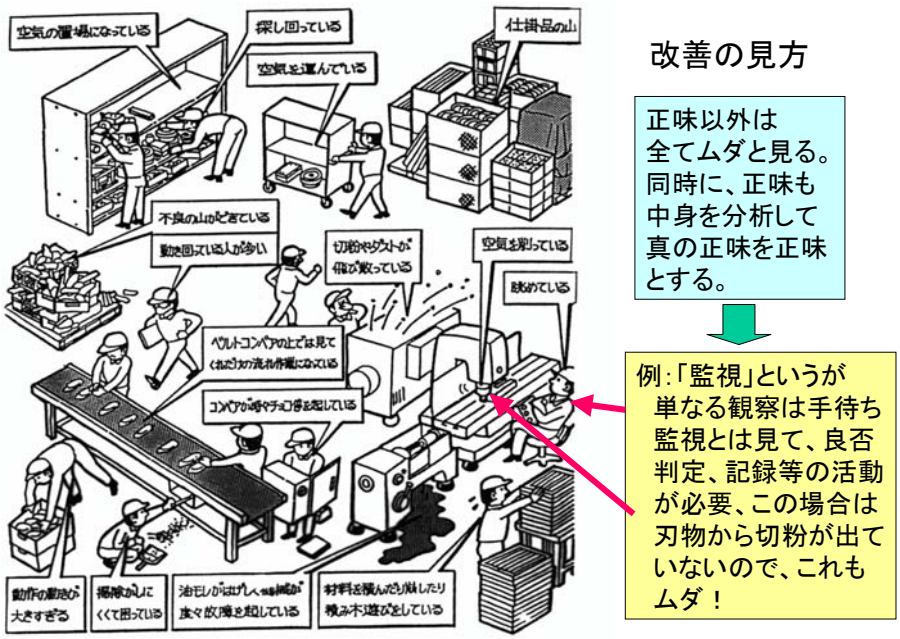


図3-17　挿絵利用による現場診断

【ちょっと一息】

K 電機の赤字脱出劇に見る、工程分析の活用成果

工程分析は 1800 年の末頃、レンガ職人として就職したギルブレスが開発した改善手法である。だが、運転時、自動車の窓を掃除するワイパーに代替する有効な技術がまだ見つかっていないように、古くても有効な技術である。

2005 年頃、トヨタ自動車を定年になった改善のベテランとリクルートが組んで現場改善を半年に渡って指導する状況が『K 電機を対象にした改善』という形でテレビ放映され話題となったことがあった。ここでは、赤字に苦しむ工場が数ヶ月で黒字転換する状況が示されたが、内容は工程分析を学んだ方であれば、そのアプローチの内容がすぐに理解できる内容だった。要点は次の通りだった。

① ビデオで現状を撮影する。
② 動く（付加価値を生まない移動のムダ）と、働く（K 電機の場合、ものづくりに直結した加工や組立といった正味作業）に区分する。
③ １分、１秒の改善もムダ排除の中に組み入れて行う。

という内容を総合的に実施した結果、まとめて作れば安くなる、と言って仕掛りや在庫を抱え、物を探す、運ぶために移動する、・・・というムダや、プレスした部品を 6m も移動して部品棚に置く作業を、移動式の台車棚にして横持ちで済ませる等の改善の結果、新規製品の生産リードタイムは 15 日以上かかっていたものを 3 日、更に、工場に大きな空きスペースを生み出しつつ、収益向上を進めた。要は、図 3-17 の内容を総合的に進めた取り組みである。この種の内容は、多くの書や文献などに見るように、また、多くのコンサルタント会社や筆者への依頼でも同種事例が提示してきた内容だが、今も、変わらず、IE を使った効果という形で紹介されている。

（4）総合的な現場診断法、（その１）『通り診断』

後の章で紹介する事項を含めた内容だが、ここまで紹介した工程分析が問題発見の視点を得ること、また、手法適用の前に、理想－現状＝改善ギャップという視点で改善対象を明確にすべき IE アプローチという手順上の必要性から、先に、現場診断法全体の解説をすることにする。

製造現場の診断手順は**図 3-18** に示した通りである。また、実務に当たっては、**表 3-8-①～③**に示したようなチェック表を先に理解して用い、ムダ排除の題材を探ることが要点となる。だが、ここで注意すべき点がある。診断という用語は医者でよく使われるが次のような意味を持ち、批判や評論、中傷と意味を異にする。要は、改善点を聞く側の配慮や立場を配慮しないと、時には折角良い改善内容を提示しても無意味になったり、感情的なトラブルになる例があるからである。要は、相手があって、また、改善内容を受け取る側の環境や背景を考えた診断の運用を願うわけであり、読者の皆様には、実施に当たって事前の環境づくりや意義や目的の明確化～公明正大面の対策をお願いしたい。

- 診断：医者が患者の身体状況をよく調べて症状を伝えること。なおそれ以降、回復への処置は、受診する側の意志や事情で決定される。
- 批判：事や状況、人の良し悪しに批評を加えた判断を下すこと。
- 評論：各種活動などを批判して論ずること
- 中傷：ある人について、根も葉も無いことを他人に告げてその人の名誉さえも損なうこと

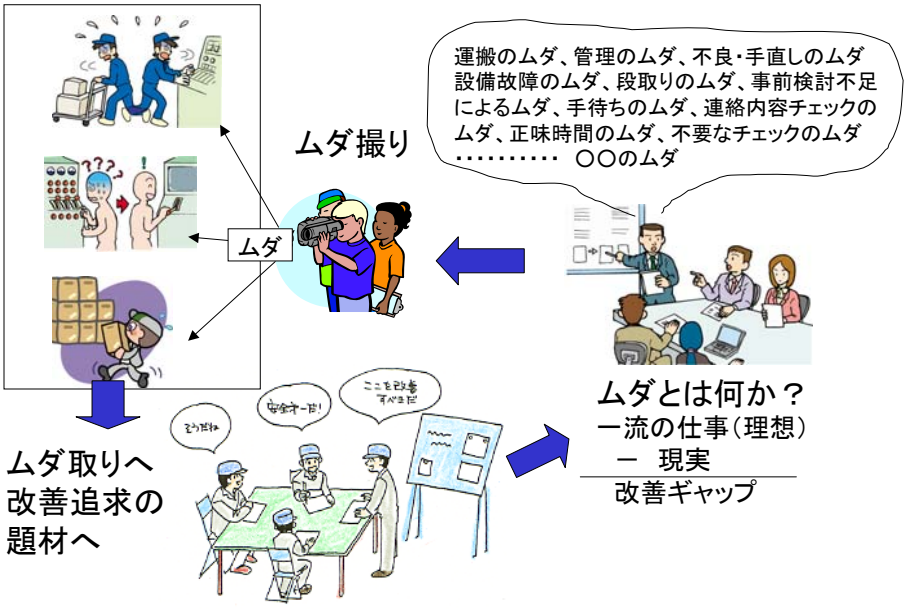


図3-18 製造現場の診断の際の要点

表3-8-① 通り診断項目の例

	項　　目	診断の視点	評価の視点	チェク内容記入欄
人的要因	①作業レイティング	作業ペースを国際評価基準WFの100と比較して遅速上の問題を探る。	一般に、作業ペースが遅い場合、適正、作業上でやりにくい内容や疲れる作業要素があるので、その面から改善を探る。	
	②多台持ち、多工程持ち性	設備を使う職場において余裕率を超える待ち時間がある場合を検討	時計観測により待ち時間の状況を把握して、人・機械分析による改善追求を図る。なお、組作業の場合は数名の作業者分析の後、手待ち時間の改善を図る策を作る。	
	③運搬省力度	付加価値に関与しない移動や取り付けなどの作業を評価～改善検討	作業の観察の後、動線図を作成して、移動やマテリアルハンドリング、物流などの改善対策を進める(含む自動化)。	
	④歩行者比率	ワークサンプリング的に現場観察して、歩行比率を評価～把握する	歩行理由を1件づつ聴取して各種改善を図る。例：レイアウト面、連絡や記帳、チェックの手順、治工具の準備やムダな歩行の対策などが対象となる。	
	⑤動作・通路抵抗	直性移動、通行の安全性などを総合的に評価	レイアウト的に直線移動出来ない。上下動や5S面で不安全な移動やムダな移動がある場合、改善を進める（手の動作を含む）	
	⑥作業環境	安全面、熱や光、危険物や汚れなど作業容易性を乱す要因を評価	楽な姿勢や活動が出来る工夫を労働負荷率、健康や安全阻害要因、5S面などの面から改善内容を探る。	
物的要因	①運搬待ち	工程間仕掛かり、在庫、購入資材を量と時間、金額などで把握～評価	「仕掛かり在庫は悪」の言に代表される内容をJIT、SCMの各種技術改善要素で、整理・整頓の問題要素を探り改善を図る	
	②移動の活性度	IEの活性指数評価を題材に現状評価を行う	活性指数向上を目安に工程間のつなぎ、スムーズな流れとムダ作業改善を図る。	

表3-8-② 通り診断項目の例

	項　　目	診断の視点	評価の視点	チェク内容記入欄
物的要因	③容器の入れ替え性	工程間の容器入れ替えの有無と状況を評価	ムダな容器への入れ替え、容器を利用した員数や検査容易性、移動の回数や容易性、通い箱など、環境面を含めた総合的な視点で改善を検討する。	
	④省エネルギー省資源性	地球温暖化と原価低減対策面から省資源・省エネルギー面を評価	ムダな熱の放出や空運転、代替技術や自然エネルギーの利用～歩留・不良、廃棄物減対策を総合的見て改善点を探る。	
	⑤物流改善	工場内外の物流分析を行いムダを明示～評価	レイアウト改善や、積み込み積み卸し作業、運搬機器の待ち時間や頻度など、総合的に物流解析を行い改善を図る	
	⑥保管方式	危険物、賞味期限など物的管理状況の評価	保管方式と管理方式を見て、法の準拠や責任者と管理の実態などを見て改善内容があれば対策する。	
設備	①省力自動化度	設備に簡単な装置やロボット追加による省力化～多台持ち化を評価	設備と人の作業を分析して自動化の可能性を探る。スピードアップや設備多能化により他の設備生産の吸収対策も含む	
	②故障診断	マシンチェッカーなどの測定器を用いた診断～故障箇所の相談と検診	ベアリングの老朽化や強度劣化なをPM関連の記録診断と共に総合的に診断して、故障の予防～各種改善検討を実施する	
	③段取り改善	製品段取り内容を評価して改善余地を評価	製品切り替えに伴う段取り替え作業内容や各作業者の編成内容を改善する	
	④設備5S診断	強制劣化に伴う箇所を診断～問題抽出を図る	ベアリングや作動箇所を診断し、強制劣化に関与する危険箇所の改善提示を図る	
	⑤PM体制診断	設備故障ゼロ化を目的に取り組みを評価	MTBF～FTA・FMEA解析まで、重要設備の故障ゼロへの対策内容を評価～改善へ	

【注釈】

表 3-8-①～③の運用については後の章で IE を学ぶ内容に従って、その詳細が逐次ご理解願える形になってゆくため、ここでは通り診断表の紹介に止めることにする。

表3-8-③ 通り診断項目の例

	項　　目	診断の視点	評価の視点	チェク内容記入欄
情報／管理	①物と情報の視覚化	生産管理の円滑化に関する情報授受を評価	生産指示、連絡、記録、フォローなどの一連の情報管理システムを分析して、情報一元化、物と情報の一致、JIT生産順守など、全システムの見直し～改善を探る。なお、手間を要し、使用の少ない見える化資料は廃棄を前提に評価する。	
	②標準作業の視覚化	物づくりに重要な製造・作業基準の適正化を評価	製造基準の重要項目の視覚化を中心に、物づくりと最良の方式の関連を把握して、標準化順守（規定を含む）の徹底度を適用面から改善検討を進める。	
	④不良防止システム診断	不良を発生させない各種・適用状況の評価	不良予備軍であるヒヤット段階で情報を発生もとに早期フィードバックさせ（QTAT)対策へ向ける管理面で改善余地を探る。同時に、製造現場における置き場管理との関係も診断対象とする（死亡診断的対策の防止を図る）。	
	⑤置き場管理	物が語る現場づくりの視点で各種活動を評価	JIT生産の順守を中心に、各種の部材の管理、取り置き基準と実態面で改善内容を提示する	
	⑥現場管理容易性	現場管理者が現場の活動や異常の早期発見対策容易性を評価する	レイアウト、IT化など、総合的に現場診断して、少ない工数で現場の活動や問題の早期発見が進む局面から改善を探る。	
	⑦先手管理性	各種資料と管理業務～会議・打ち合わせ内容の評価	各種管理業務を棚卸しして、時間活用術の視点から、管理業務における事後対策比率を低減へ向ける。	

（5）総合的な現場診断法、（その１）『自己診断』

製造現場の診断には目で見て問題がわかるものと、設備稼働率や不良発生状況など、データを取ったり、専門的な計測を実施しないと問題がつかめないものがある。この後者の内容が自己診断であり**表 3-9-①～③**に様式を例示した。

表3-9-① 製造現場・自己診断項目の例

	項　　目	診断の視点	評価の視点	チェク内容記入欄
人的要因	①一人当たり生産性～ST達成率	ライバル企業、または、社内類似職場と対比 ST：標準時間	IE分析により工程分析でムダ排除の後、WFなどで科学的に作業標準時間を算定して比較～判定する。	
	②つなぎ関連人員比率	正味・付加価値の高い仕事に比較して、運搬、検査などの比率把握	（つなぎ＋検査作業者・時間・回数）÷ 全作業者数・時間・回数を比較して、ゼロ化をベースに無付加価値作業低減を図る	
	③段取り時間	シングル化をベースに、製品切り替え段取り時間と程度を評価する	産業界で既に10分以内、10秒以内の段取りが行われている同機種を対象に比較して程度と達成度を評価する。	
	④多能化	各種の作業カバー程度と生産への影響度評価	セル生産においては、多能化作業カバー率、設備生産においてはマルチ作業のカバー率などを評価する。	
	⑤多工程持ち	単能工～多工程作業程度の程度を評価して1個流しの可能性をさぐる	工程間の仕掛低減やフレキシブル生産を目的に、前後工程をつないだ作業のマルチ化程度を評価する。	
	⑥新製品垂直立ち上げ度	過去の垂直立ち上げカーブを基準に更新を狙う	新製品立ち上げ目標の達成度合いを総合的に評価し、問題と次期立ち上げの改良へ技術蓄積を図る	
	⑦IE，QC、VE浸透率	改善の課題を与えられた時、現場で自主的に改善可能程度を評価	現場管理者やリーダーを中心にIE，QC，VEを使い切る応用実務力を評価する。この指標は各工程の予算達成に関与する。	
	⑧改善提案力	原価低減力強化のため活動と知識、意欲(活性度)を評価	1件/人・月の実施（提）案をベースに評価し、改善意欲、問題発見能力を生産目標達成力と共に現場力の形で評価する。	

表3-9-① 製造現場・自己診断項目の例

	項　　目	診断の視点	評価の視点	チェク内容記入欄
物的要因	① ラインバランス	工程間に残存する仕掛を題材に改善点を探る	各工程の作業手順を最適化の後、WF法により科学的標準時間を算定～ラインバランスの改善と各工程担当作業者のST達成評価を図る	
	②つなぎ率 （運搬は距離と頻度を掛け算で分析する）	1個の製品をベースに製造ラインの正味率評価を行い改善点を探る	分析後、（加工＋検査＋運搬＋停滞）÷正味の算式を基に、1.0を超える内容を問題視して工程結合や運搬距離短縮～工程間の移動自動化を検討する。	
	③活性度評価	材料や部品の取り扱いを評価して活性度の改善を図る	1：バラ置き、2：まとめ置き、3：枕やワンタッチ運搬容器内に置く、4：車付き容器～移動中という指標で移動活性度を評価して、工程間の移動改善を図る。	
	④仕掛～在庫停滞時間・金額	JIT・SCM性の適用程度を見る	仕掛や在庫停滞は棚卸資産悪化～不要資産減却の危険を持つ。ラインバランスや段取り時間、など、各種改善の評価とする	
設備的要因	①設備稼働率	スピード低下を含む停止時間と内容の把握	設備最適化と動かすべき時に稼動比率の増強を図る各種対策（チョコ停対策を含む）	
	②段取り時間	人的要因の③と同じ	同　左	
	③ 自動化工程数	省力自動化を目的に現場作業を判定	現場直接作業、検測、つなぎ、事務(記録や連絡など)・・・全ての作業ポイントを探り、安価で効果的な自動化対象を探る。	
	④自主保全率	故障低減を目的に自主保全の普及程度を探る	故障内容とメンテナンス～点検まで、設備故障防止に関する項目を見直し、自主保全対象と対処可能な力量程度をあげる。	

表3-9-① 製造現場･自己診断項目の例

	項　　目	診断の視点	評価の視点	チェク内容記入欄
その他	①生産実績 達成度	日々の生産目標達成上の問題～改善点把握	目標未達要因の分析と共に、常に目標をクリアーしている場合は目標値の変更や標準時間の改定を図る	
	②生産計画 変更程度 （時間･回数）	生産計画の変更に伴う問題対処と柔軟対処の度合いを評価	①生産計画計画の変更が招く混乱の対策、②上記対処への柔軟性、③小ロット化や小刻み生産にすると変更が少なくなるので、この内容も評価して改善項目へ加える。	
	③物と情報の 一致度	部品切れや棚卸精度のなど管理精度の評価	生産管理における動態管理･資産管理などの改善有無の把握～計画生産順守上の課題を把握し、改善点を探る。含む、納期回答スピードなど	
	④情報伝達率	各種の情報伝達に伴う意思疎通、連絡、指示上のトラブルの有無評価	作業指示、製造現場と設計の情報の的確性、発注元と協力会社間の情報授受のトラブルの有無を把握対策する。	
	⑤重点課題の 見える化	重要な情報を的確、短時間に伝える程度を評価する	現場関係者へ情報を的確、迅速に伝え、一体化した生産･改善活動の円滑化という視点で残余の問題の対策を図る種にする	
	相互的な診断結果記入欄			

【注釈】

表 3-9-①～③の運用についても、後の章で IE を学ぶ内容に従って、その詳細が逐次ご理解願える形になってゆくため、ここでは通り診断表の紹介に止めることにする。

ここで、一例として、表 3-9-①の②「つなぎ関連人員率」を診断する例のひとつを**図 3-19** に例示することにする。この図でご覧の通り、動線を作業現場に描くとムダが判る。この種の分析をまとめ、ECRS 改善をつめた後、効率化の程度を算定して工程間で作業するつなぎ関係の人員の改善を見積もる方法がある。この例は一例だが、工程分析を利用した解析だが、その他、工場レイアウト改善～自動化など多くの改善対策がここに含まれる。

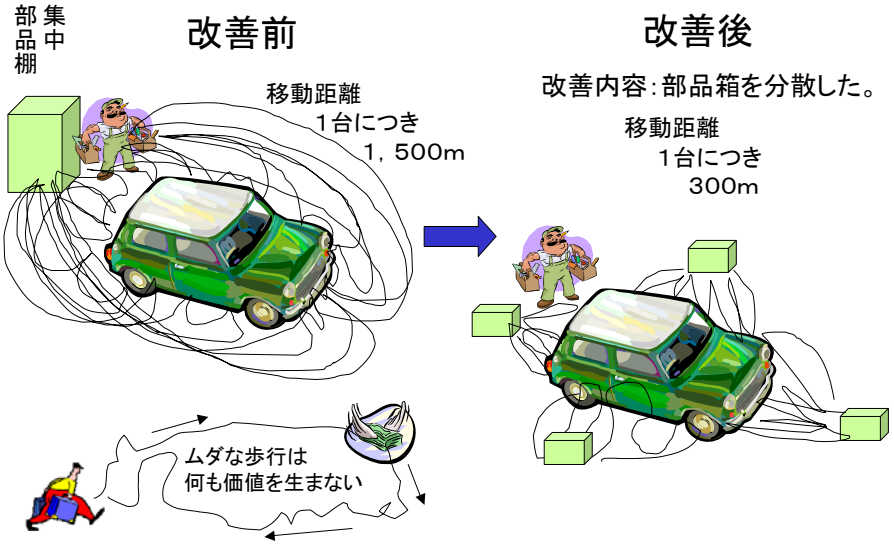


図3-19　動線による移動のムダを明示した例

３－３　5S 改善への工程分析応用～展開法

現在、多くの企業で 5S を経営改善の道具として活用している。その理由は美化という 5S の視点で、結果として示される製造現場の状況を評価基準にして実情を眺めた場合、「美化が満たされていない背景に製造上の問題が内在している」からである。これはひとつの評価例だが、多くの企業では、サプライヤー評価の第一番目の項目に「5S に問題がある企業の発注は控える」という項目がある。そこで、ここでは工程分析の応用が盛んな 5S 対策を対象に 5S 対策上で必要不可欠な内容を示すことにする。

（１）　5S の『整頓』対策によるムダ排除

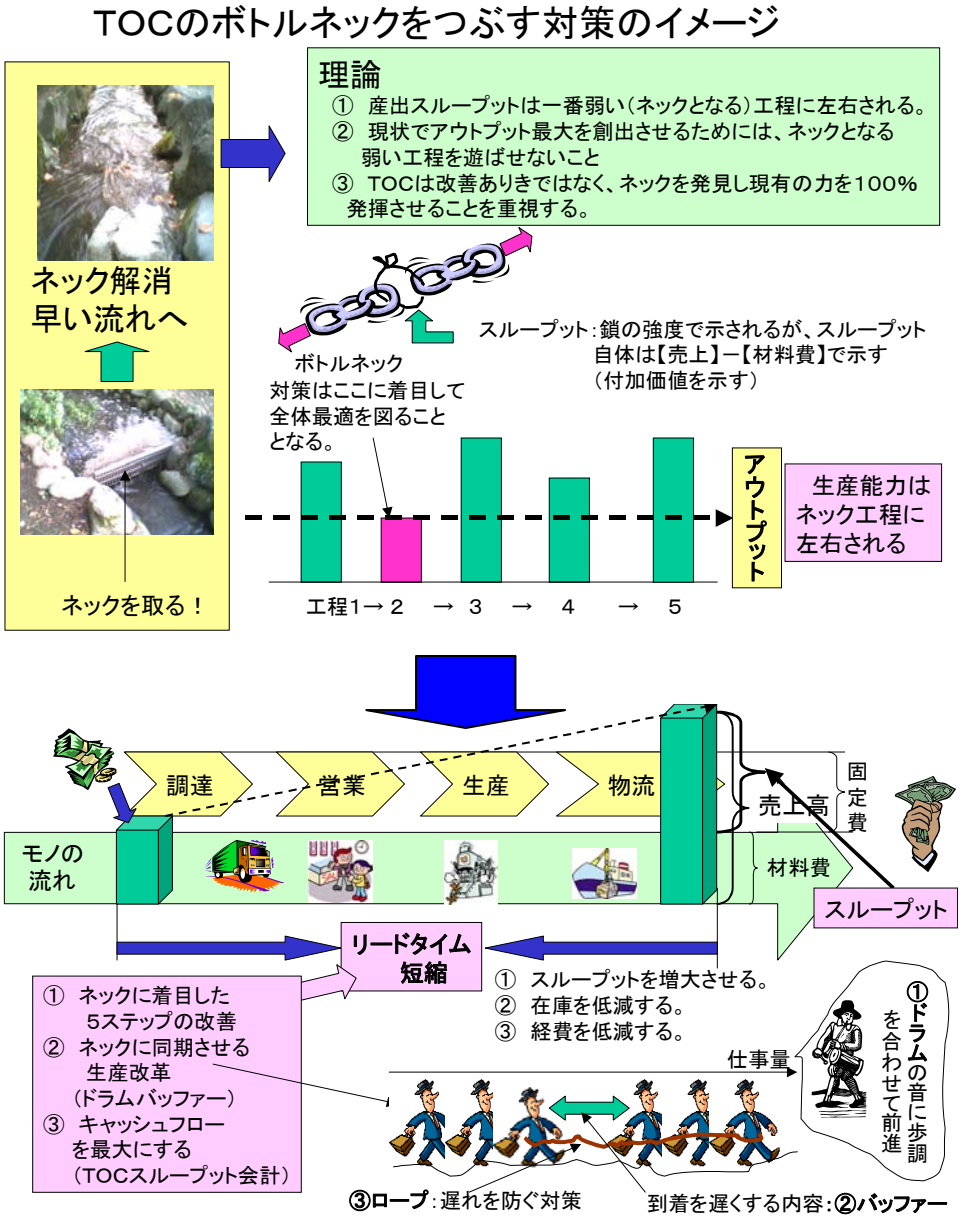
先に、第 1 章で表 1-3 を示し、経営直結型５S の内容を示したが、不要物の撤去の繰り返しは、単に不要資産滅却というムダな資産放棄、すなわち、必要だと思って買った部材や資源をムダに捨てるだけの行為となる。従って、この種の処置を 5S としている方々は、早期にこの処置から JIT を用いた『整理』対策に移るべきである。では、『整頓』を具体的に行う技術的手段を示すことにする。**表 3-10** は仕掛りや在庫が増加する理由をまとめたものである。表にまとめた内容から、仕掛り増加の理由は、IN：入りと OUT：出のアンバランスであることが判る。要は、売れるスピードで売れるだけをつくるという JIT に示された技術的対策が進めば、ダムや港の倉庫に見るように、途中工程でたまりが発生しないはずである。

表3-10　仕掛発生対策の原因と対策

No	問題を発生する要因 下記内容の不備が増加を招く	具体的手段の例
1	余計につくらない仕組の運用	工程の同期化、生産計画通りの生産・責任体制の徹底など （置き場管理の徹底）
2	過不足、計画変更をなくす。	小ロット生産の運用、つくりだめ禁止、日々管理の運用
3	小ロット生産システム化	段取時間のシングル化、セル生産の適用、多能化・多機能対策
4	設備トラブルの減	TPM（生産保全）対策、ZD（是正→予防）対策
5	不良・手直しの早期発見対策	ZD対策、ポカヨケ対策、事実分析による発生原因除去対策 ストップひもシステムによる発生時点問題対策（QTAT)
6	ライン同期化	ネック工程（平準化・技術改善）対策、カンバン方式の利用、 スケジューリング・システムの活用
7	工程間のつなぎ改善	物流・レイアウト改善、部品の内製化、先入・先出し方式の運用、運搬方法の改善、部品切れ予告システムの運用
8	JITの徹底	後工程引取りシステム、仕掛監査・赤札（駐車違反）作戦 目で見る管理・メトロノーム生産による標準時間厳守
9	作業、設備加工時間変動対策	時間分析～IE・QC・VE改善、応援・多能化対策
10	部材納入のスムーズ化	協力会社への各種JIT対策

QTAT:Quick Turn Around Time の略

このような内容の一部はTOC（制約の条件：Theory of Constrains）の一部でも扱っている。例を**図 3-20** に示すように、ネック工程を定量的に見つけて対策するという方式である（また、TOC は、表 3-10 の内容の一部を取り上げて対策を体系化していった対策に名をつけた手法であることがわかる）。



要素	行進との類比（Analogy）	生産・販売活動
ドラム	ドラムに合わた行進も、最も遅い人に到着が左右される	ネック工程が制約となりｽﾙｰﾌﾟｯﾄが決まる
バッファ	遅れの実態	工程の仕掛がバッファとなることに注目
ロープ	遅れ防止のため、最も早く進む人と遅れるひとをつなぐ対策	制約条件を制御する仕組みをつくり活用

図3-20　TOCが提唱するイメージ

では、工程分析を活用して大きく仕掛りと在庫を低減させた対策の中から『シングル段取り』を例示することにする。シングル段取りはポカヨケ対策でも有名な新郷重夫氏による製品種切り替え改善を大きく進めた改善技術である。シングルの名は 10 分以内に示されるように、1 桁の時間内に、例えば、大型プレスの型替えを行う内容を示す。この手法は、1970 年代、赤字で苦しむトヨタ自動車の副社長になった大野耐一氏が欧米の視察で帰国した時の話に遡る。大野氏がスーパー・マーケットで売れたものを売れたダケつくる JIT 方式を提唱した話を先に述べたが、帰国に際して、当時、2 トンものプレス金型の段取り替え時間を 5 分程度にして欲しいと新郷先生に依頼したことからスタートした。当時、トヨタのコンサルタントをしていた新郷先生は、この時、あるプレスで 4 時間の段取り時間を 2 時間半に改善していたが、この数値は世界最短だった。要求は、5 分の金型交換の必要性は理解した。だが、先生としては頭を抱える要求だった。逸話では、この対策にノイローゼになりかけになった様子を見た奥様が、「歌舞伎を見て息抜きをしましょう」と誘ったそうだが、歌舞伎を見る中で「1 瞬暗闇になり早変わりよろしく衣装を交換する場に発想を得た」とされる。要は外段取りへの気づきである。**図 3-21** がシングル段取りの手順であるが、これがシングル段取りの第一段階となった。

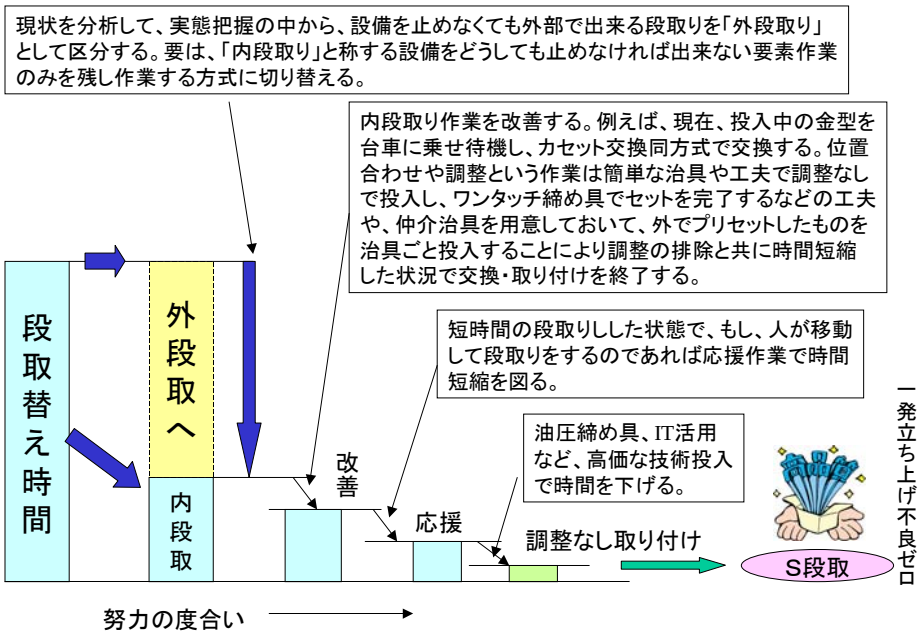


図3-21　シングル段取りを進めるステップの要点

このヒントで新郷先生は「段取り作業分析を、①同じ工数でも良いから、機械を止めないで行う段取り（外段取り）と、②どうしても機械を停止する中で行うべき段取り（外段取り）に区分すべきことを思いついた」そうである。そ

の後、③調整は排除し、選択という思想で固定や位置決めを行う。④ネジ締めなどはネジが 16 山で締め付けるのであれば、15 山までは緩みを止める機能、最後の 1 山が締める機能、という気づきを得て、数種のワンタッチ締め具を工夫していった。さらに、⑤短時間で段取りが出来るのであれば、プレスの場合、前後への人の移動がムダなので、応援者を得て 2 人で両側からの段取りを進める方式とした。このような改善でシングル化を進めたが、その種の技術を**図 3-22** に例示した。要は、多くの苦労と工夫の末、手法という局面から見ると、改善前の段取り作業に対し工程分析を行い、ECRS を駆使した結果がシングル段取り実現を果たしたわけだった。なお、この改善の後に施す、⑥油圧や電動締め具などは 5 分を 4 分にする程度の改善に貢献する程度であることを考えると、工程分析という古典的な手法の利用法にこのような快挙を果たした重要性が理解できる。

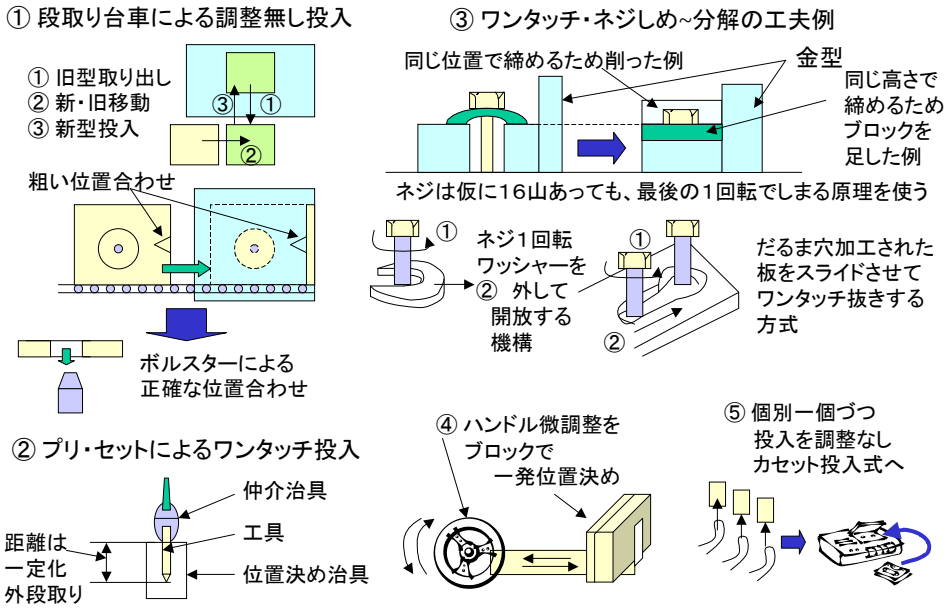


図3-22　代表的シングル段取りの技術

追加の解説で恐縮だが、当時、「シングル段取りは発想の転換」と言われた。その意味は、それまで、OR（Operation Research ）の在庫理論で提唱してきた「まとめてつくれば安くなる」という理論体系が成立する条件の見直しを果たしたからだった。数学や物理の理論が成立するには前提条件というものが必ずある。**図 3-23** の中に OR の理論とその前提条件を示したが、特に、図中の右の表を見ていただければ判るが、1 分/1 個生産に対して 8 時間の段取り時間は余りにも負担が大きい。そこで、勢い 100 個の生産から 10，000 この

生産を選択する。この方が段取りによる停止時間の影響が生産正味時間に対して少なくなるからである。

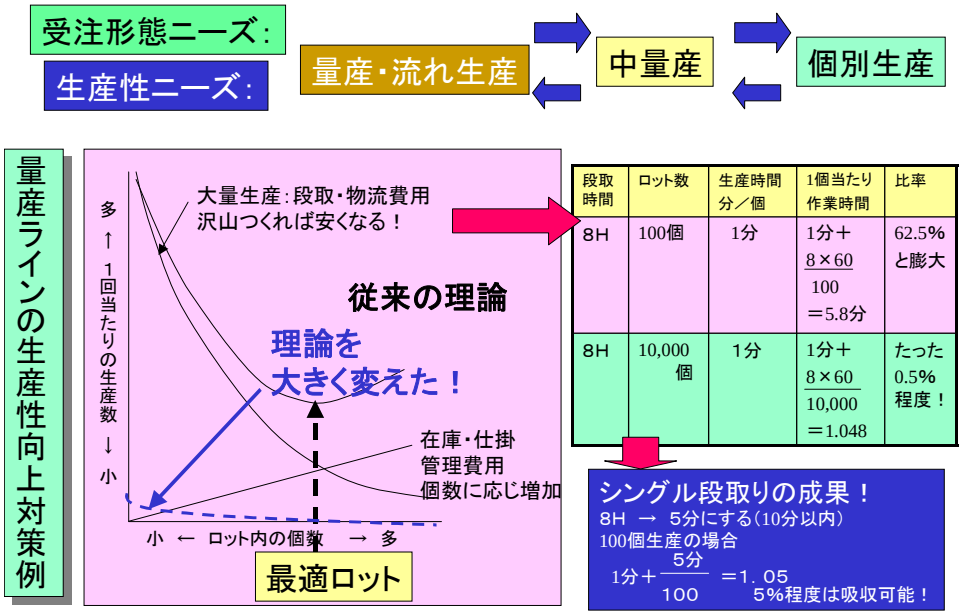


図3-23　ORの理論とシングル段取り

この状況が図のグラフの下降カーブとなるが、逆に、まとめてつくると、今度は在庫や保管管理費が増す。そこで、この両者の線を足して負担金額が最少となる点をかつては『最適ロット』と名づけて段取りの目安にしてきた。だが、シングル段取りはこの前提条件を全く変えてしまった。すなわち、8 時間が 5 分になれば、まとめて生産する方式の方は費用負担を大きくするからである。

以上、シングル段取りの歴史的、理論的背景を紹介したが、工程分析的にも多くの問題意識と視点を駆使してシングル段取りの実現が果たされていったことが判る。このように、仕掛り低減にはまだ多くの要素があるが、歴史的にはシングル段取りが最初でしかも大きな改善を果たしたことを解説した。なお、この考えは、その後、物流の世界にも広まった。大型トラック輸送を例にすると、ここでも、過去、「まとめて運べば安くなる」という理論だけだった。だが、「数社の機材や部材を混載する」という方式が IT 化や企業間連携で進むに従い、JIT 搬送と共に、仕掛りや在庫の低減が大きくなされていったからである。5S では置き場管理を充実させ、違反を取り締まる管理を重視する例があるが、この種の対策の前に、モノづくり面での各種改善を図り JIT や SCM 対策を進めるべきことが、ここまでの解説で、読者の方にはご納得いただけると考える。

（2）5S の『整理』対策によるムダ排除

JIT を用いた『整頓対策』を進めた後に行う対策が『整理対策』である。この対策には『動作経済の原則』を活用する。先に表 3-1 に示したが、これも IE の研究の産物であり 100 年以上もの歴史を持ち、人と産業が代わる度に繰り返し活用されてきた内容である。では、5S で重視される置き場管理に適用した例を**図 3-24** に示すことにしたい。

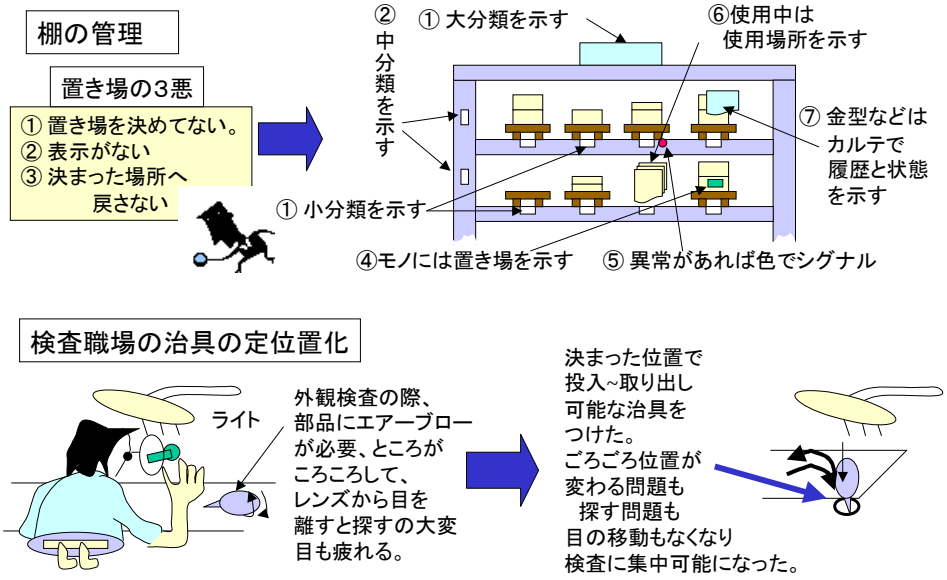


図3-24　置き場管理（含む改善）

棚は仕事の準備のために活用する目的で設置する。図に示すように、目的として探す対象への到達時間を短くするには、図書館で書を検索する、大分類→中分類→小分類方式で探す方式の利用が有効である。同時に、「製品が性状を語る」という処理が必要である。要は、金型であれば、金型カルテと共にメンテナンスや生産上、特に、品質面で前もって注意すべき点を段取りして示すことや、貸し出しの形で使用している時は、貸し出し札のような媒体を用いると、関係者相互で探すムダなどの手間の省略が測れるからである。

図 3-24 の下の図も動作経済原則の応用例である。拡大鏡を用いて製品検査を行うような工程では、エアーかけをする治具が必要になる例がある。机の上に置いておくとコロコロと位置を変えるが、このようなとき、探したり、視野を拡大鏡から外すことで疲労を招く。そこで、この例では、置き場を位置固定する方式で習慣的にエアーかけを取り置きする工夫をした例である。

5S の置き場管理を、5S の著書では重視する向きがある。**図 3-25** の左側がその例だが、この種の例も鵜呑みの形で、形だけを真似ると、美観は一応整う

かもしれないが、反ってムダを生むのでご注意！という例を示した。

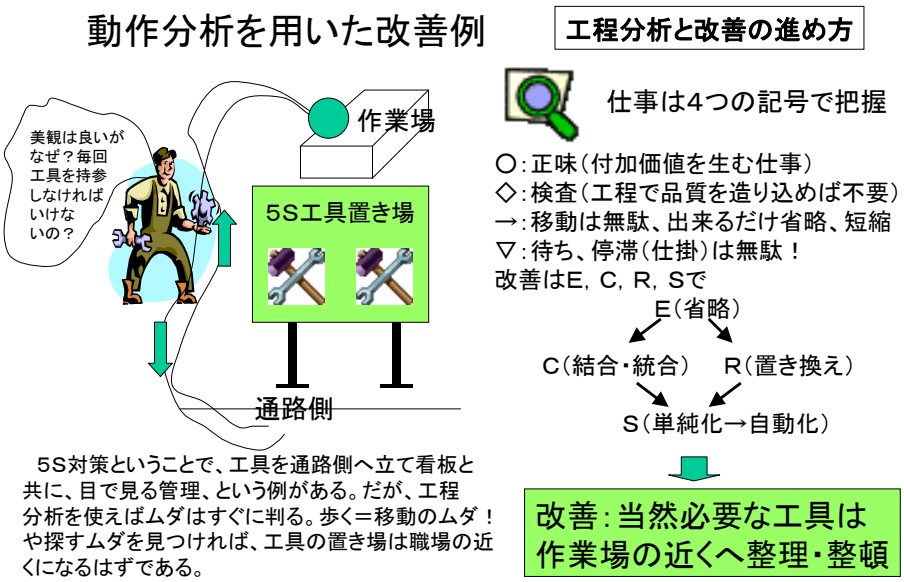


図3-25　まだ改善が必要な5Sの置き場管理

これも動線を入れればムダは歴然となる。要は、通路側に置くことを決められた道具を取りに行く移動のムダである。加えて、よく 5S の書で「工具類の白抜きの絵を置く場所に示すこと、そうすれば有り無しがわかる。・・」としているが、貸し出し札と返す時刻などの記載が無ければ、探す、道具が戻るまで待つムダが発生する。多分、この種の方式を推奨する方は、どこかで見たり聞きかじった内容をまとめただけであり、実際に仕事をしている方では無いようである。要は、どのように著名な先生がこの種の内容を示したとしても、実務的にはムダはムダである。

以上、「5S の『整頓対策』は動作経済の原則の応用が形になったもの」という内容であり、動作経済の原則から得た改善形態を解り易く示した例と見るべきである。その意味で、図 3-26 をご覧願いたい。また、そうすれば、先人の知恵の集積を活用する方式として 5S の整理対策が効果的な展開となるはずである。

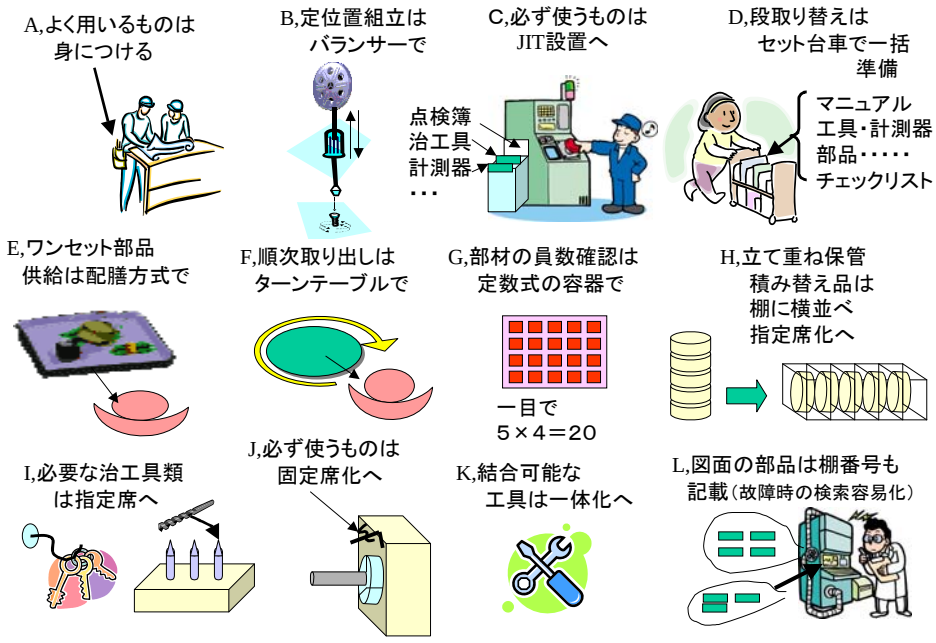


図3-26　整頓の動作経済原則応用による具体策の例

【ちょっと一息】　5S 成果をどのように算出するのか？

美化は気持ちが良いが金額効果は不明であることが多い。だが『掃除 5S』を宗教的に進める集団は、トイレ掃除を 3 日間の管理者研修行い、相互親和や何らかの気づきを求める例がある。また、「3 年間、毎日 1 時間の掃除を続けてきました。このため、近隣の企業やお客様から高い評価をいただいています！」と自慢する企業が時々ある。筆者も現場の管理者だったころ、当然、早出して、時間外に掃除を済ませ、仕事の準備や関係者との融和を目的とした雑談は心がけてきた（この種の処置は仕事の時間では無い。ボランティアによる時間外の行為である）。誰でも判るが、仕事の時間に掃除をするということは、その分、生産や改善という時間が取れないということを意味する。従って、掃除が必要なら半分の時間で済ませる。発生源対策に注力して掃除をしない仕組みや、ゴミやホコリが原因で設備の摺動部や回転部を強制劣化の形で損傷を早める対象も発生源対策を進めるべきである。要は、何も考えず、単に事後処理的に掃除を繰り返すムダを例示したが、この種の内容に気がつかないで掃除を繰り返す所作は、『賽の河原の石積み』である。「では、この種のテーマを IE 的にどのように取り扱うか？」ということになるが、それは、**表 3-11** に示したように、ムダ工数と金額でムダを示し（実態把握して）対策を早める

ことが要点となる。要は、問題があるから結果として美化の問題が現出するわけである。それなら、「改善を進めた結果美化を得る」という 5S を展開すればよい。これで改善効果と美化を一石二鳥の形で確保できる。また、同時に、IE センスの活用例を関係者に示す結果を得ることができる。

表3-11　5S改善の解析例

1，問題･テーマ名：機械職場の5S対策
特に、掃除のムダ、動作、資源のムダ

記載者　〇〇　　承認　〇〇

2，問題の状況（三現主義で事実をとらえて）撮影5月15日

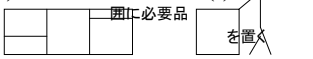
①奥の棚がエアーレス（空気の置き場）もの取りに体の回転必要
②手前の台の下は不要物撤去が必要
③キリ粉を床に飛散させ、掃除の手間が必要

項目	問題と程度	非定量効果
①棚整理の改善	10秒×10回×22日×12ヶ月＝7Hr/年	美観が問題
②台の下不要物撤去	・不要物5,000円 ・掃除工数10分×4回/月×12ヶ月＝8Hr/年	美観だけでなく、台の高さが異なる上下作業で疲れが多い
③切り子飛散	・掃除10分/日×22日/月×12ヶ月＝44Hr/年 ・掃除道具費用5,000円/年	美観もあるが、靴底の摩耗、スリップによる転倒など安全面の問題がある

3，ISO面のチェック	マネジメント面の影響内容（ﾁｪｯｸﾘｽﾄで再チェックのこと）
①ISO9001（品質面）	①で示すように、治具、工具が乱雑、機械の汚れは強制劣化不良のもととなる危険あり
②ISO14001（環境面）	③の油の汚れと飛散は地球環境への影響がある。掃除道具の廃却はゴミ問題・燃焼は温暖化へ
③OHSAS（安全衛生）	油こぼれはスリップ事故の要因 汚れ環境は健康問題に関与
④その他（原価など）	①~③59Hrは÷8Hr/日 ＝7.4日/年のムダ工数になる

4，改善効果集計
(1)年59Hrの工数のムダ、(2)費用1万円/年ムダ

5，改善内容と実施
(ｲ) 棚の高さを揃える



(ﾊ)切り子飛散防止改善

実施内容
担当〇〇
期限〇〇

３－４　モノづくり革新への工程分析活用

（1）ミニ・レイアウト改善

工程分析はひとつだが活用には以下に示す 3 種の対象がある。

①　作業者の作業手順を分析して改善～標準化対策へ向ける：作業者工程分析
②　製品製造などモノづくりのプロセスを追い　　〃　　：物流分析
③　情報の流れを追い　　〃　　：情報工程分析

この 3 種は、単に対象が異なるだけであり、工程分析の解析や ECRS の進め方は同じである。そこで、作業者工程分析の領域を離れ、物流分析を中心とした工程分析と活用法を示すことにする。まず、『ミニ・レイアウト改善』だが、ミニ・レイアウトは 1 つの製品の流れを追い問題を明確にして改善を図る方式であり、この種の IE 手法適用の基本とされてきた。では、演習問題を例にとり、分析と改善の方法を例示することにする。

以下、設問形式で現状の製品（モノづくりに関する）物流と工程分析並びに、現状、極めてムダの多い状況を示すが、革新的な改善策の策定を願いたい。なお、製品工程分析は 1 つの製品を生産する流れを追った分析である。工程分析の記入に際して、初工程で使用する設備台数が NC5 台となっている。だが、1 製品製造にはこの中の 1 台で十分、他の設備は他の製品製造を平行して行っていると仮定して解析～改善策の策定をお願いしたい。

現状レイアウトで実施の作業内容の解説

ここで示す例は、ある加工されたパーツを梱包～発送する迄の工程対象とすることとする。Ｘ社ではある電装品の加工を行い、それを梱包している。製品アイテムは30種類、聞き込みにより次の様な情報が入手された、という前提で工程分析による現状把握～改善を進めることにする。なお、工程分析は１つの製品に限った流れを追う手法であることを念頭におき、下の内容をご覧いただきたい。

① 部品は加工機5台により加工されて、1ロット約1000個の単位で箱に入れる。1000個／ロットの加工済品は加工後箱毎に置き場で一時保管する。加工作業者は3名で5台を使用している。なお、各製品は５台を通るわけではなく、１台の設備で生産が終了する。
② 一時保管された材料は事務所より指示される伝票に従って、加工済部品を取り、6m離れたエレベータまで台車に運びエレベータに台車と共に乗り2階へ送る。
③ エレベータは安全上、人が乗れないので運搬者Ｔさんは10m離れた階段へ行き、2階へ上がってエレベータより台車を引き出し、6m離れた洗浄機まで台車を押し、部品を運ぶ。
④ 洗浄機へは部品をバラバラに投入しなければならないので、箱よりボックスへ空ける。ボックスは前の製品の洗浄を待つ事があるので、平均40～50分くらい待つ。前の部品の洗浄が終るとホッパーを切り替え、洗浄機へ部品を投入する。
⑤ なおホッパーより洗浄機へ材料が投入される時、ポカヨケがついており寸法不良があると、自動的に除外される。又、部品にバリがあるものも除外されるが、これは手直しされ次のロットと共に統合される。作業者はＨさんであり、歩留は大体97％くらい。洗浄は1ロット当たり約25分である。
⑥ 洗浄が終るとＨさんは1ロットずつにまとめ、4ロットになったら、箱にロット毎に部品を箱入れし、防錆工程へ台車を運んでゆく（防錆工程は2階にある）。

現状レイアウトで実施の作業内容の解説（つづき）

⑦　運ばれた部品は防錆機にかけられるまで少し待つ。防錆機も部品の混入があるとまずいので、ロット毎に処理される。防錆機は脱脂、防錆液浸、液切り、乾燥の4工程があり、4台の設備で4工程となっている。1ロットずつ、この順で処理される。この担当はQさんだが、Qさんは防錆機の部品を1ロットずつ箱に入れ、やはり4ロットたまると、台車に乗せ、箱詰工程へ持って行く。直ぐに箱詰にかかれないものは仕掛場に、一時保管する。

⑧　箱詰は部品を10個ずつビニールに入れたものを10袋としてまとめ1箱にする作業である。作業者は女性5名の作業。箱詰には伝票づけが必要だが、その作業は事務所よりの出荷指示に従って行われる。なお、箱詰作業はお客様の時間納入に従って行われる。その関係で、防錆後の部品はある程度仕掛をもった形で行われている。又、箱詰時、キズ等の外観不良があると、それは不良として除かれる。不良率は前肯定の防錆に対し約2%程である。仕事は忙しく毎日1～2時間の残業が行われている状況である。

⑨　その他の内容として、初工程である加工工程は、部品加工毎に段取り替が必要になるが、段取り作業の内容は加工の治工具の交換が主な仕事で工具室より工具とプログラムテープを持ってきた。

なお、この工場における課題は、現在、「人手不足の傾向があり、補充も難しいので、できるだけ省力化を図りたいという要求なされている。」ことを仮定することにしたい。また、この工場トップの方は「1人省力2M¥程度は出したい。」という状況で改善案の提示が求められていて、全て設備の移設は簡単な状況、工場も改造、新設可能、具体性のある技術革新は制約条件なしで投入可能な条件にあるということにする。「とにかく、『制約条件なし！』で、徹底的にムダのない改善案を創案して下さい。

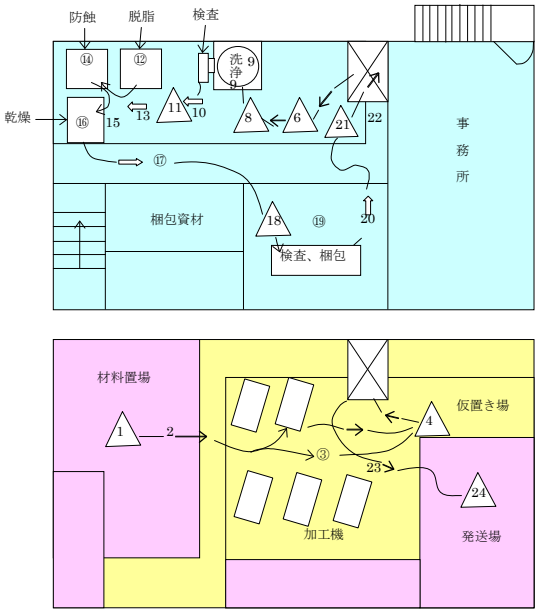
単一製品製造に関する工程分析（現状）

No.	工　程	○	→	▽	□	時間(分)	距離(m)	作業者	設備	技術	改善点(メモ欄)
1	材料置き場に保管			●		3日間		S			
2	加工機へ運搬		●			2	6	A,B,C	容器	手	
3	加　工	●				120/L		同上	NC5台	自動	
4	運搬待ち			●		30			台車	1000個	
5	運搬1階→2階		●			5	11	T	ｴﾚﾍﾞｰﾀ		
6	仮置き			●		30～60					
7	洗浄場へ運ぶ		●			2	2	H	台車		
8	洗浄待ち			●		30～60					
9	洗浄前寸法検査				●	30			自動機		
10	防錆場へ運ぶ		●			2	4		台車		
11	防錆機待ち			●		30～60					
12	脱　脂	●				30			脱脂装置	半自動	
13	移し替え		●			5	2				
14	防　錆	●				30		Q	防錆機	半自動	
15	移し替え		●			5	2				
16	乾　燥	●				30			乾燥機	半自動	
17	検査待ち場へ運搬		●			30	5		台車		
18	検査場待ち			●		30～50					
19	打コンキズ、寸法検査・梱包				●	35		L,J,K,L,M		目視	
20	運搬2階→1階		●			5		S	ｴﾚﾍﾞｰﾀ		
21	発送場に保管			●		1日程度					

次のページに現状のレイアウトと物流を記載した。設問の解析に対する注意があったが、改善案は第一次検討案、すなわち、大きなイメージを１時間以内につくる程度でよく、「詳細の検討はここでは必要ない」とお考えいただき、制約なしで革新的な改善内容の創案をお願いしたい（なお、当然、『完全自動化』とか、『海外生産へ移管』という一行で文字を記載する案は除外しま

す）。

設問における改善前の状況



【今回の改善の前提】
① 制約条件無しで改善を考えて下さい。（新建屋の建造を含む）
② 改善前/後で何がどのように改善されたかを工程数、人員の変化と共に示して下さい。
③ 改善は箇条書きの項目だけでなく、目で見てわかる方式で示して下さい。（レイアウトなど）

改善内容記載欄

では、解答を**図 3-37** に例示することにする。この演習を行うとⅠ型、または、図に示すU型案が出される例が多い。要は、機械加工グループを 2 名ほどで担当し、出来上がった中間財を自動運搬機で運ぶ案であり、その後の工程は一環ライン化をするという案である。検査・梱包は出来るだけ自動化する。現場事務所は生産状況の全体が容易に把握できる位置にする対策である。興味深いことは、この演習を行うと解が同じようになる点である。このことは、トータル的に製品の流れを追うと、1 つの産業では向かうべき方向がほぼ同じになることを示している。この意味で、各社とも、一度は御社の製品工程を分析して、未来案づくりに利用することを、お進めしたい。その理由は産業種により未来案はほぼ似ていて、早期到達企業が先行力を高めるためである。

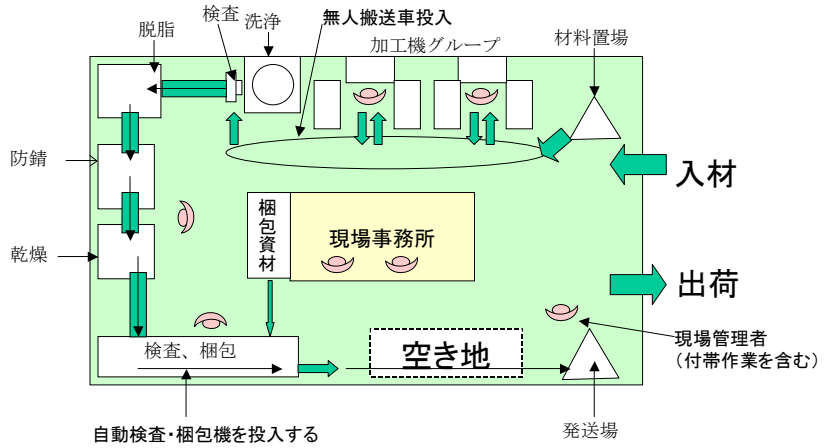


図3-37 ミニ･レイアウト解析～改善の例

つぎに、この案を革新へ向けるためには、工程を機能で見る手続き必要となる。この分析法を筆者は『工程機能分析』と名づけたが、**図 3-37** はその種の分析内容結果の例である。また、この分析をすると、例えば、洗浄－脱脂－防錆－乾燥という機能をひとまとめにしたアイデアは無いか？という発想になる。その結果、例えば、小さな運搬の減やロット生産による各種の作業、さらには、まとめて部品処理を行うために生じる打痕キズの防止が図れる案が浮かぶ。この演習題では、計算するとわかるが、4 台の設備でこの生産ラインでは生産数の消化が十分である。そうなると、4 倍の時間を使って、1 台の NC 機に個々に皿洗いや洗濯機機能を持った『小型の洗浄～乾燥機』をつけて、各ユニット・セルラインで加工～洗浄－脱脂－防錆－乾燥までを行う方式が創案さ

れる。更に、ここで、先に紹介した表 3-1：WD 的な発想を適用すると、「要は機械加工製品の精度が確保され、錆びない処理がなされていれば顧客の要求は満足するのですね！」という発想から、ポカヨケの設置で寸法は保証して、切粉などの洗浄を済ませた加工済み製品を気化性防錆剤と共にシール梱包してしまう案も実施案を創出することができる。要は、製品をまとめて処理する一貫ラインは必要無い案が検討されるわけである。

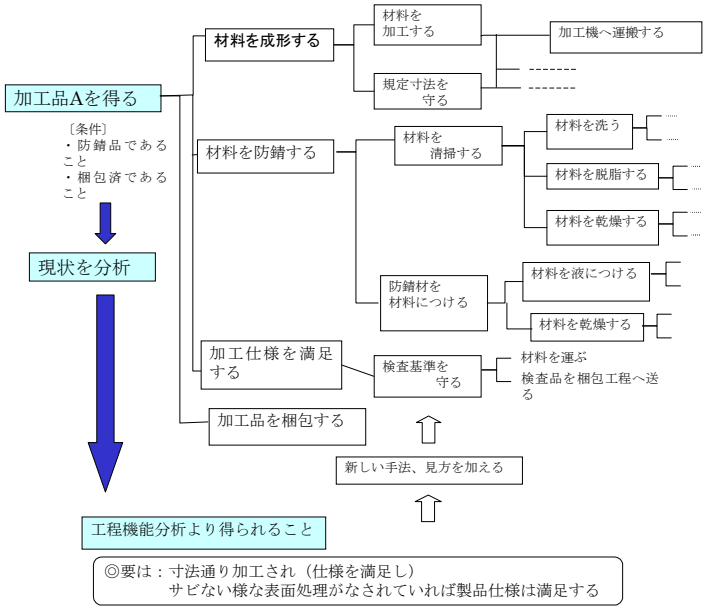


図3-38　工程機能分析

【ちょっと一息】

インクスに見る「携帯電話用・金型」生産期間の革新

工程分析の対象には、ここまで示した①『作業者工程分析』に代表される、人が行う作業手順の改善、②製品の流れを追って改善する『製品工程分析』、③情報の流れを追って改善へ向ける『情報工程分析』の 3 種の活用がある。インクスは山田氏が大手企業を離れ、創設した企業だった。ここでは、2002 年 NHK の『情報革命の脅威』という番組で、「従来は最高の匠の手を持ってつくる携帯電話用の金型生産 40 日を 10 日にした」という内容があった。しかも、期せずして放送の 3 年前に筆者が指導を依頼されていた自動車金型生産の期間短縮の検討に利用した工程分析と全く同じ分析が放映された。ここでは、

400 項目にも渡る工程分析に技術者 1 名を割り当てて、詳細にものづくりのノウハウを匠から聴取して横軸に設けられた時間軸を ECRS 改善して行くという内容が紹介された。また、成功の要点として、例えば匠が金型ピンと穴のはめ合いを「しっくり行く」と言った内容を 3 ミクロンという計測値でデジタル化することや、工程分析で現状の技能を把握し尽くした後、この技術者が新規注文品を手づくりした結果、匠が製作する金型と同じ技術レベルだったので、この指導に当たった匠は「おれも定年過ぎで良い仕事を IT に伝承できた。これで、おれも出番は無くなるようなので、第二の人生を楽しむ生活に行かしてくれ」と言って去った内容が示された。さらに驚異的なことは、この工程分析結果を基に改善を進め、翌年には 3 日、2007 年には IT と光造形技術の進化を加え 46 時間で形態電話用の金型製作を実現させる快挙だった。

かつて、工程分析は鉄鋼産業における溶鉱炉の匠制御の IT 化、圧延作業の自動化への IT 活用に使われた。1970 年頃、筆者が関与する金属工学関係者が必死になって取り組む内容だった。「インクス流」山田眞次郎著：ダイヤモンド社　2003 年を見ると、同種内容と共に、工程分析による解析法が詳細に記載されていた。なお、残念なことに、2009 年インクスは不況の波と共に、諸事情が関与して経営破綻～倒産となっている。だが、「工程分析の活用視点とその快挙」という観点から見て参考にすべき点が多いため、ここにその要点を紹介した。

筆者体験談で恐縮だが、日立金属㈱へ在勤の時、全工場毎に主要生産製品 1 品のモノづくりプロセス実態調査を行ったことがあった。ここで判ったことは、例えば名古屋の桑名工場ではメッキのため、鋳物継ぎ手部品を大量に遠地のメッキ工場へ運搬して、また、工場へ持ち帰り処理するムダが歴然となっていた。このため、一貫ラインプロジェクトが発足、酸洗いせずにショットブラスト処理の後、工場内でメッキするラインを完成させた。ここでは、当然、多くの研究開発が製造上なされたが、大幅な原価低減と生産リードタイム低減に貢献した。更に、焼き入れ炉の処理が必要な自動車用鋳物部品の生産はノジュラー・マレブルの具体化が鋳物研究所で具体化され、工場の中央にあった熱処理炉は撤去され、これも、原価、納期、品質面で大きな進展がなされた。筆者自身が直接担当したバー材加工工場では、前処理に材料を酸洗いしていたが、これを省略、不況時に大きな原価低減を得た。以降、現在の仕事に移ってからも多くの技術革新を経験してきたが、また、各社の改善に参画させていただいたが、同じような革新技術の研究～具体化にミニ・レイアウト改善が度々役立った。以上、手法は簡単、しかも 150 年以上も前に出来た手法だが、活用方法によっては、まだまだ、近代技術創出に大きく貢献する内容が多いことを紹介させていただいた。

３－５　事務・情報革新への工程分析活用

工程分析の適用対象を今度は管理・間接部門の仕事の流れに適用する方法を紹介することにする。事務の仕事は目にとらえ難い。しかも、多くの方々が部門間を超えて短時間でつなぐ例が多い。このため、問題があっても中々気づかないムダが多い。このため、事務工程分析の活用はまだ IT がそれほど進化していなかった 1970 年代に COBOL という言語を使うコンピュータ部門で盛んに使われた。しかも、極めて専門的、しかも、複雑な分析手法を用いる内容だった。だが、その基本は工程分析に業務に応じた記号、例えば、書籍やコンピュータファイルや書類や情報のまとめなどの記号を付加しただけであり、○は処理、→は通信、△は一時的な情報のファイルや保管、□は検印やチェック、データの照合であり、工程分析の○：正味、→：移動、△：待ち、□：検査そのものだった。そこで、ここでは基本的な 4 つの工程記号を活用した分析と改善方法を例示して、工程分析の応用の方法を示すことにする。

（1）情報工程による分析と改善の進め方

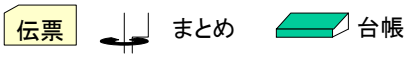
工程分析についてはここまで解説済みなので、早速、下に示した演習問題で解析～改善案策定を試みていただくことにしたい。

演習題：情報工程分析を用いた管理業務の見直し

【設問】
コンピューターから発行された伝票を協力会社に送る。協力会社では注文により生産し、伝票に生産量を記入して、持参する。
納入された際、窓口で注文量を計算して確認し、印を押し、納入とする。
この受注伝票は発注の基になっている台帳へ転記し、照合するが、伝票は捺印保管する。台帳も保管
20日になると伝票Bということで請求書が回ってくるので、台帳と確認して支払いをする。
台帳は保管、請求伝票も保管する。

この内容を情報工程分析図にし、改善案を考えて下さい。

【工程分析と改善の見方】
○：正味（付加価値を生む仕事）
◇：検査（工程で品質を造り込めば不要）
→：移動は無駄、出来るだけ省略、短縮
▽：待ち、停滞（仕掛）は無駄！
改善はE，C，R，S



記入欄

この演習題はバーコードを活用した JIT 運用が未発達の頃、協力会社と納入以来メーカーの間で一般的に行われてきた事務処理システムである。現状分析は図 3-39 の左側ようになり、改善案は右図のようになった。

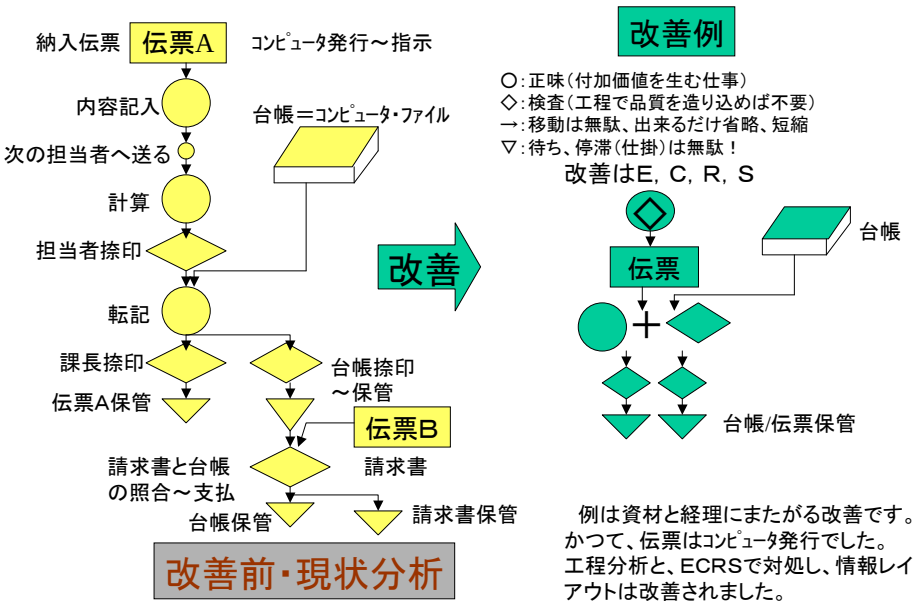


図3-39　情報レイアウト分析と改善

左の現状分析は読者の皆様には、もはや解説する必要は無いと考える。この例は、複雑な伝票処理とチェックが各部署の責務を果たす形でなされた例である。現在、多くの企業では IT 発注、JIT 納入が運用されているが、この方式を用いた例では、IT 内で情報の授受やチェックを行うものが多い。特に、JIT 納入では計画された製品を指定された時刻に、必要個数だけを遅滞無く、当然、全品良品で届けることが要求される。しかも、バーコードで納入確認と同時に、生産計画（発注）台帳へ確認～転記がなされる。また、支払いは、月末に銀行引き落としをする。また、納入実績は協力会社と納入以来側で情報一元化された内容を把握しているので、IT システムに登録された単価を掛けて支払いが自動的に行われる。このような内容を図 3-39 では改善内容として図の右側に示したが、ECRS の活用と共に伝票や転記、捺印などが不要となる。

以上、事務や管理間接部門の情報の流れは、ここに示した情報工程分析を行うことにより、その実情分析と改善が進むわけである。詳細の記載は省略させていただくが、筆者が実際に多くの企業や工場で、開発から出荷、納入、さらには、入金までを分析する、情報工程が 1/5～1/20 なる例まであった。この分析も、情報処理に手間を要する際には、適用をお奨めしたい手法である。

情報工程分析は、工場の製造レイアウトのトータル分析～改善と革新に対して、情報レイアウトの革新に大きく役立つ。このため**図 3-40** のような関連図で示す例が多い。また、情報工程の革新の多くは IT 化に関与する内容が多い。だが、**図 3-41** のような解析イメージで全体をとらえ改善に向けることが、この種の内容をイメージ～具体化させるベースになる。

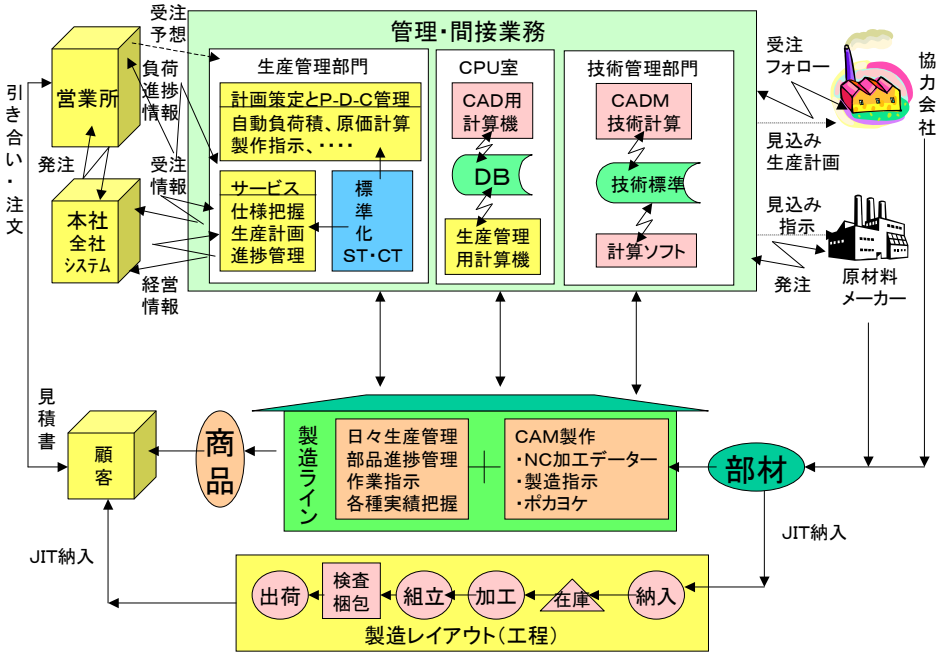


図3-40　IT活用による生産管理システム

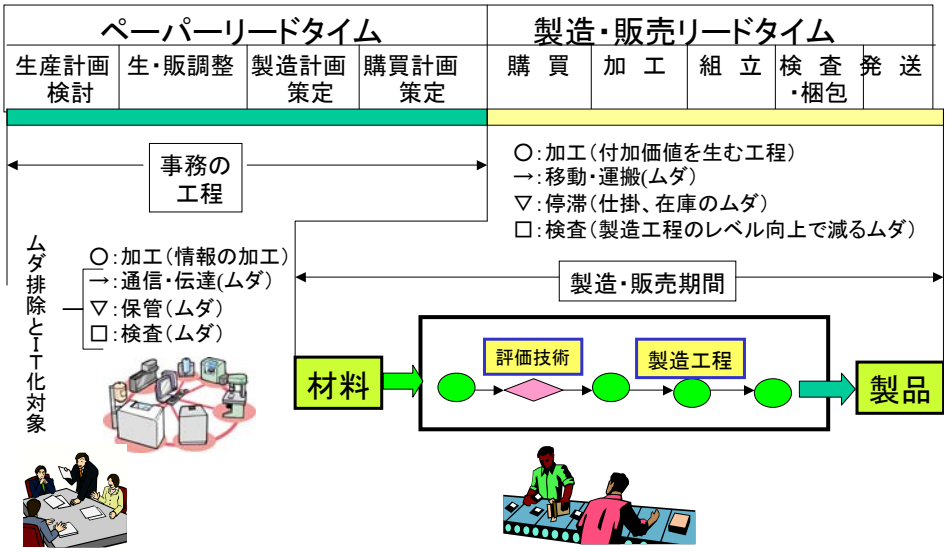


図3-41　工程分析による全受注～製造・発送工程の把握イメージ

イメージ的ではあるが、**図 3-42** を用いて受注～製作～納入リードタイムの短縮効果について解説することにする。図は、この種の特徴が顕著に出る工事物件の内容を示したものである。もし 3 ヶ月に製品 A と B の 2 件を製作～納入する状況に製品 C を期間内に取り組み 3 件消化できる改善を図った場合、2 件の生産では図の左下のような原価構成となる。だが、この期間中、固定費に変化ないため 3 件生産では 3 件に割り振られ横に長い形となる。しかも、その面積は同じ、そうなると、当然利益が増加するわけである。2010 年、ユニット・ハウスなどの建売住宅関連産業は不況の影響を受け、大幅に受注がダウンする。だが、そのような環境で、後発のアキュラホームは受注、利益を伸ばしたが、その内容は購入部材を多く大工の手間を減らすことによりトータルコスト低減と、工事期間低減を計るという戦略が顧客に歓迎されているからである。また、このノウハウ集を販売して、遠地の中小住宅メーカーの援助も進めている。産業は異なるが、同種の展開は多くの企業で見られる。そこで、目に見難い内容を扱う工程分析的解析の重要性を示す例として、ここに紹介したが、この種の解析内容は 1 名 10 分で調髪を行う QBB（Quick Barber）でも行われている。1 名 1 時間の調髪で 3,700 円を徴収する床屋に対し、1 時間・60 分に 6 人の顧客に対処して 6,000 円の売上高が確保している例が有名である。

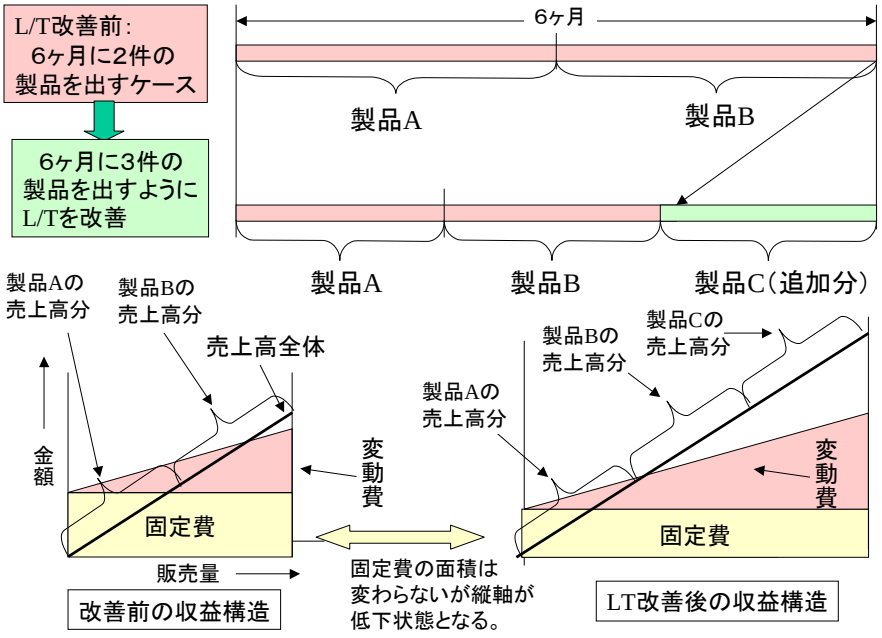


図3-42　目にみにくいL/T短縮効果（工事物件などに顕著に出る内容）

（2）IT 活用に有効なソフト・ポカヨケ

昨今、工場における生産管理に IT を活用する対策は常識的となっている。だが、IT を単に事務処理に活用するだけでは、工場で発生する各種問題の解決や事前検討・リスク対策には十分ではない。そこで、工程分析の途中で検討願いたい事項をソフト・ポカヨケという視点から眺め、その対処方法を例示することにする。**図 3-43** は IT をアラームとして使用する形態と機能をイメージとして示した例である。図に示すように、IT の機能は、読み、書き、ソロバン、メモ、ファイルの 5 つに限らない。時計機能とそれを利用したアラーム提示（ソフト・ポカヨケ）機能が付加されている。

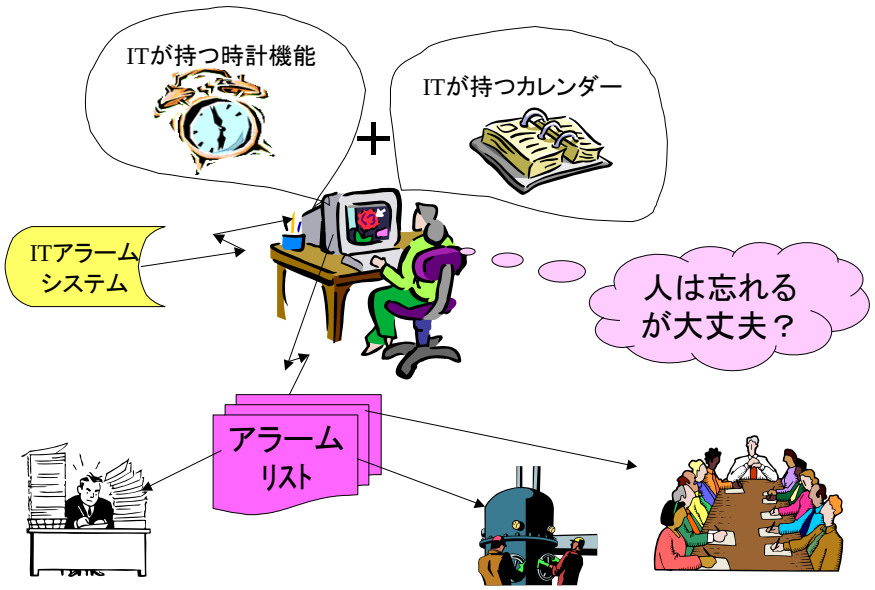


図3-43　IT活用による各種の仕事アラーム対策

では、次に示す設問を IT 化と共にどのように対策すべきか？という要件に対して設問を解くという形で情報工程分析を利用した対策内容を例示することにする。

【設問１】営業時の顧客情報モレ対策

営業の方々は注文をとることが本業である。そのことはよくわかるが、本来、聞いておくべき事項にモレや不確かな内容がある（人により癖がある）。このため設計者を始め、受注を受けた人が再度の問い合わせをする。・・・と、いった仕事が多い。こ問題を今後の IT 化対策の中で、いかにすべきか？を検討してほしい。

【設問２】長期発注部材の納入遅れ対策

大型、複雑な製品を当社では製造している。しかも、部品点数は 2,500 点にも及ぶ。この中で、長納期、試作的な性格を持つ部品は品質的にも問題が出そうなものがある。当然、部品毎に担当者を決めて発注手配をしているが、担当者により管理方式や判断基準が多少とも、異なるため、時に、納期上の問題となる例がある。では、現在、進めている IT 化でこの種の問題をどのように解消すべきか？対策を考えていただきたい。

【設問３】設計・開発業務の遅れ防止対策

設計・開発者は、一名、頭脳労働者と言われるが、当社でも頭で考える仕事の品質や納期対策は目で見にくいため問題となっている。設計のマネージャーは大略の予定や、設計上のポイントを知っているようである。事実、管理者として各種対策を関係者と進めてきたからである。だが、関係者は不安、また、遅れて出来た設計に短納期で関係者が手を打つ、変更に振り回される、という問題があり、困っている。今度の IT 化で仕事の負荷や進捗だけでもまわりの者（資材・購買、協力会社、製造現場、工程管理部門など）に判るようにして欲しい。あなたはどのような要求を、具体的方式として、IT 化を進める部門に要求しますか？

では、個々の設問に対する解答例を示すことにする。**図 3-44** の上部は設問１の対策例となる。

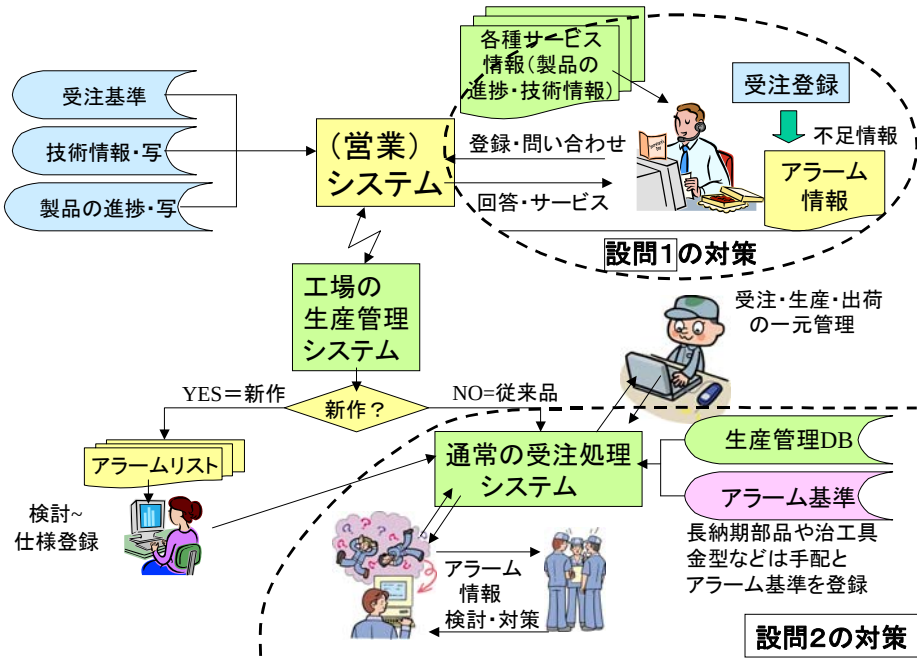


図3-44　アラーム対策（その1，2）

営業活動中、営業担当者が顧客情報の入手モレは工場から再度の問い合わせとなり煩雑、ムダとなる。そこで、全ての情報が正しくインプットされない状況で不足を IT ファイルからアラームとして出せば、営業関係者はお客様との打ち合わせ時に、要件の全てをインプットする行動を取る。なお、これでは営業いじめという非難がでる可能性がある。そこで、納期問い合わせや製品紹介や製造技術の中から、顧客に信頼を保ち提供できる情報を工場で活用する情報の写しとして提供することにより営業支援を IT 的に対策した例である。

設問 2 は長納期部品の納期管理対策である。これも IT システム的には対象が営業の記載モレと期限内に対処すべき内容モレという形では、設問 1 と同等の対策となる。

設問 3 は設計納期対応システムだが、設計の ST（標準時間）を始め、製造現場ほど細かい管理ではないが、それに似た管理システムに必要な標準類とアラームを装備することにより、各種事前検討と遅れ対策に寄与する方式が準備される内容を示したものである。筆者は数社でこの方式を適用したが、一番大きかった内容は、一見、設計者から反発がでそうな ST を実際に活用したところ、「設計者の技量向上に大きく役立つ」という成果を得た。

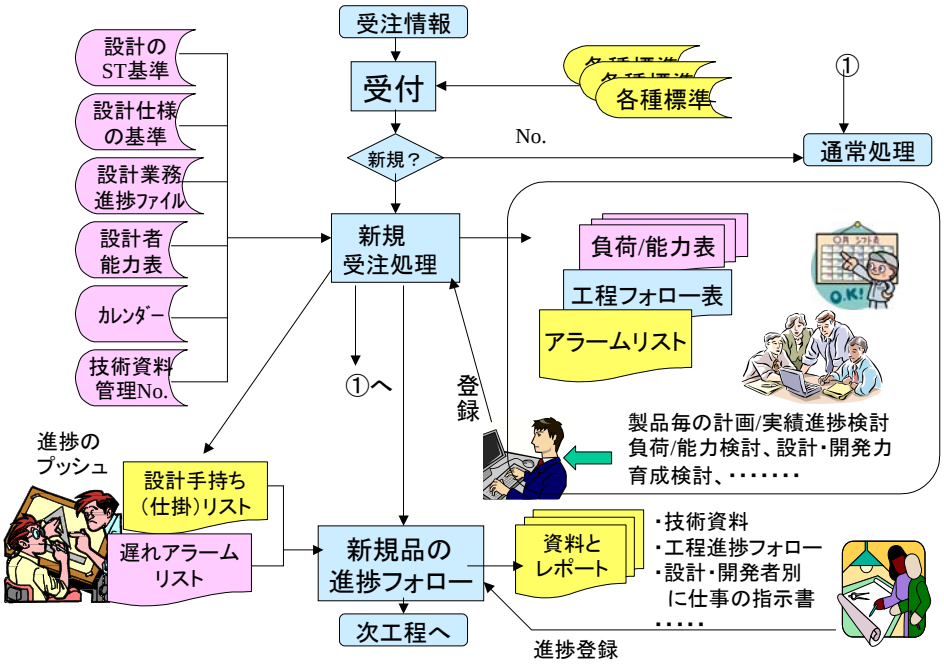


図3-45　設計・開発業務の日程、負荷/能力管理

以上、情報工程分析に関する分析方法、改善、IE センス活用によるアラーム対策から事前検討体制作りまで解説したが、情報化が進む昨今、読者の皆様には、さらに、本内容を発展させた展開を願う次第です。

第4章　時間分析と仕事の評価

４－１　時間分析（SW 法）とレイティング

（1）標準時間（ＳＴ）設定～活用意義

標準時間（以降 ST と略称）の定義は「熟練した作業者が決めた条件の基で 1 単位の仕事を完成する時間」とされている。だが、ST は、単に作業記録を基に求めた実績時間の平均値のようなものではない。理由は後で詳しく述べるが、ST は経営管理おいては、目標（Plan）を与え実績（Do）との差異を常に比較しながら改善諸案を作成し（Check）、スパイラルアップさせて世界一流の仕事づくりへ向けるための道具であり、企業活動のベースとして活用すべき意義を持つ。また、現場に於いても作業者にとっても努力目標として存在し、自分の働きぶりを自分でつかむ物指となる。同時に、ST は現在の現場の技術も結集した実力そのものであり、技術や知見が高まれば、当然改善へと結びつけてゆくための「改善の方向を知るための物指」である。このため、ST を科学的に決定する必要があるわけだが、ST を設定する理由は、テーラーが既に示したように、①仕事の終了が正確に見積もれる（繰り返し性）。②遅れや改善など、時間の進行や遅滞理由が仕事との関連で定量的にわかる（定量性）。③要素作業と時間の関係から時間がかかる理由や改善点が誰にでも理解しやすい（納得と信頼性）が高い、という点にある。この内容に関する要点は既に表 2-2 で紹介済みだが、IE と工場経営という大きな概念で再度、ST を設定～活用する意義を整理すると、以下のような項目となる。

（ⅰ） 日程計画、生産計画と ST

状況を**図 4-1** に示したが ST がないと仕事がいつまでに終わるか、生産の手順をどう組むかが決められない。すなわち、どんぶり勘定、勘や経験だけで日程を見積る方式の信頼性は薄く、顧客と約束した納期の順守、残業の発生状況や、人や設備をムダなく使っているか否かもわからないまま生産が行なわれることになる。

（ⅱ） 加工費低減は原低の重要な要素

製造原価は材料費＋加工費（人件費、外注費）＋設備費他の費用の和で決定される。この加工費は製品を加工する時の時間を基に決定する。これは大工の手間賃を支払うのに類似している。1 日当り x 円 y 日で仕事が終了する場合、x×y 円と掛算をして人件費を計算するが、ST はこの基となる。但し、単に ST を低減してもそれに応じた対策をしてゆかなければ何の人件費対策にもならないことをよく承知しておかねばならない。ST は現場の現状の実力を示す。変に仕事の内容をうすめて、それが定着すると、結果として

製品の原価は高いものになり、製品競争力がなくなり顧客により注文が来なくなり結局は全員に悪影響が及ぶことになる。従って、改善前に余剰の人材の育成～活用計画が管理者側に必要となる。

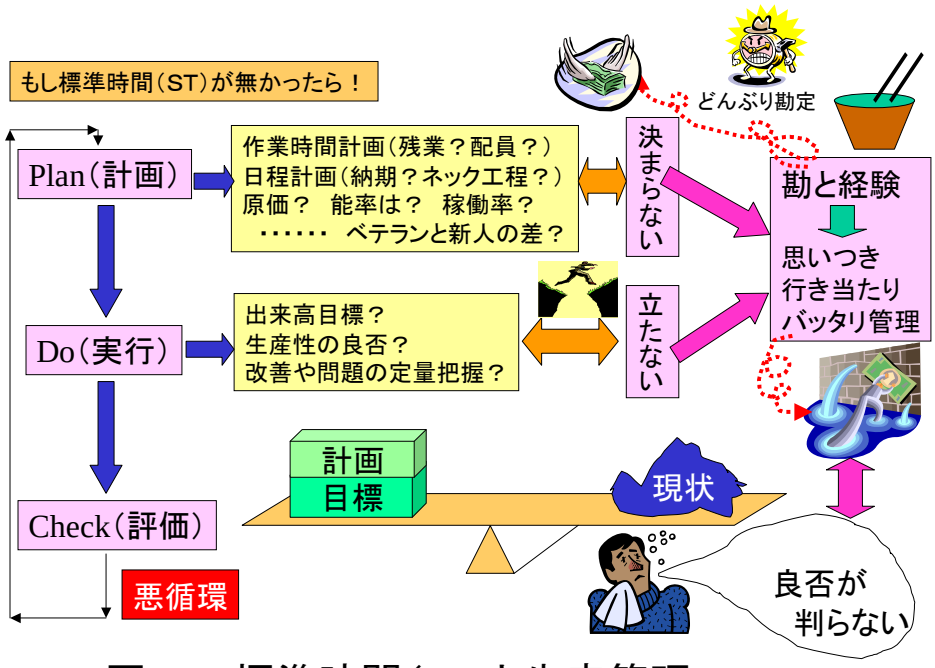


図4-1　標準時間(ST)と生産管理

余力対策の例として、例えば、現状ではコストが高く、注文になかなか結びつかない製品の原低に、現場の余力で対処し、原価を下げたり、品質向上や、省エネルギーに省力で蓄積した力を活用してゆくことも大切な対策である。

(iii)　人員計画への ST の活用

人員計画は生産に伴う仕事の量に応じて組立てられる。設備台数、生産重量、売上に比例させる方法もあるが、これは 1 つの目安にしか過ぎない。また、仕事量で眺めると、仕事上の問題点、将来の改善、従業員の研修の方向づけが的確になる。

(iv)　労働生産性による現場の実力の評価

世界市場に製品を販売、また、厳しい価格競争している企業にとって、もし、同じ現場がライバルメーカーに有ったとしたら、たとえ 10%ST が高く、人手が多くかかっても大変な原価の差となる。各社とも、世界市場に耐える原価の製品づくりに努力している。また、ST を用いると生産性の算式は以下に示すようになるが、労働生産性と ST の関連はパフォーマンスという現場力の発揮状態を正しくする上で極めて重要な指標である。

$$\text{生産性} = \frac{\text{生産量}}{\text{労働時間}} = \frac{\text{生産量}}{\text{ＳＴ×生産量}} \times \frac{\text{ＳＴ×生産量}}{\text{労働時間}}$$

（稼働率）　（労働生産性）

注釈：稼働率は企業の管理サイドが生産をスムーズに遂行するための条件整備の程度を示す。これに対し、労働生産性は、その設備を使って生産に当たる作業者のパフォーマンスを示す指標である。

（ｖ） 作業改善面への活用

「ST は改善の道具である」という言葉があるが、この意味は、先に樹木と太陽の高さで照らされた影の図を示している。この考えに立つと、同じ仕事で時間が掛かるという状況に対して、①何としても技術を高める、または、②作業のムダを省く活動内容の解析～改善遂行を意味する。すなわち、この要件は、時間を評価指標に使って改善すべきことを意味するが、もし、ST がなければ、この種の課題に対して定量的な仕事の把握や問題の定量的な把握が難しくなる。

（vi） 作業者への訓練と教育

標準時間は、現状で最も有効な仕事を進める条件をまとめたものだが、細かい動作手順の組み合わせで仕事の達成時間が決まっている。なお、この細かい仕事の手順を要素作業と名づけているが、この中味を検討し、個々に習得してゆけば、あてどのない教育方式より、はるかにベテランの域に達する時間が短くなるはずである。

(vii)賃金の評価

給与における能率部分が給与全体に占める割合が少なくなってきたとはいえ、ST を目安にすれば、人の働きぶりは定量的に評価が可能になり、賃金の評価にも参考にする資料準備となる。

（２）標準時間の構成

ST は仕事と技術を駆使した結果として、科学的、論理的な形で、関係者に信頼される形で示される必要から、**図 4-2** のような、『標準時間の構成表』というものが示されてきた。この構成と取り扱いは、作業側と管理側で、仕事と時間の扱いをどうするか？というテーマだが、同時に、構成を細かく具体的に示すことにより、改善点を見つけることもできる。また、細かく決めることにより、現状の現場の実態を十分に示すことができる。そこで、この構成表をどのように解釈して扱うか？について、設問を提示しつつ解説することにする。

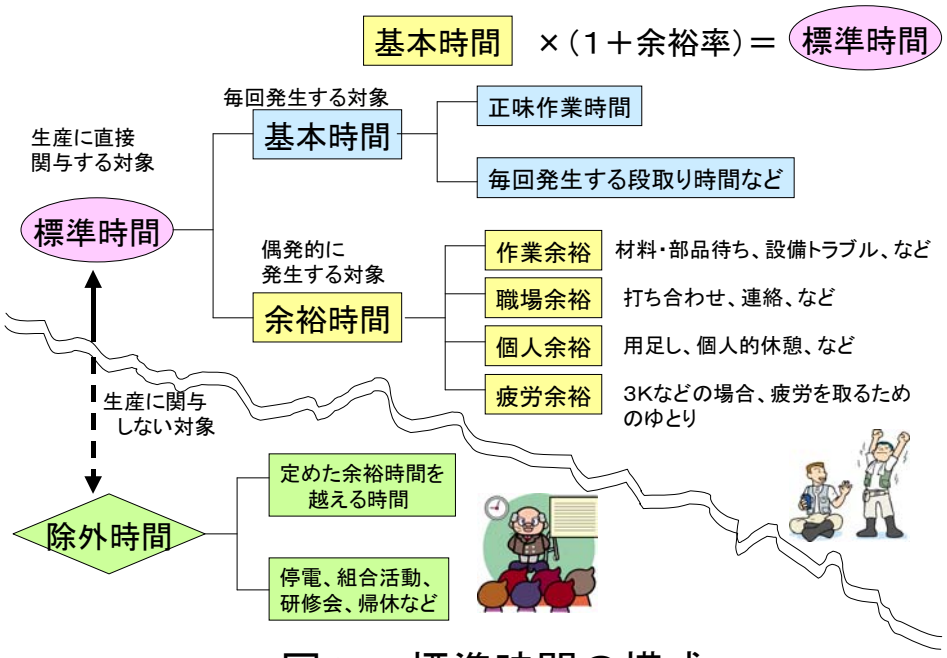


図4-2　標準時間の構成

【設問１】旋盤作業現場の切粉処理

ある旋盤では、切粉を人手で除去する必要がある。切粉は必ず発生していて、ほとんど毎回除去しなければならない。そうしないと、製品のキズの原因になる。または、刃先の寿命が短くなるからである。では、このような作業と時間を構成表のどの内容として扱うかを記載して下さい。

◎解：毎回、切粉の除去が必要という作業は基本時間の毎回発生する段取り時間などという分類に入る。但し、この内容はムダとして扱い、自動切粉処理機をローコストで適用する対象となる。また、この種の改善で切粉除去のための時間が無くなればこの時間は、その分縮減する。

【設問２】手を温めるしぐさ

ある職場では、手を温めないと作業が続けられない。休憩時間は別である。時々だが、人間としてはこの対策が現状では必ず必要になる。

◎　解：製品をつくる毎に毎回という内容では無い。そうなると、偶発的な対処を意味するので、この扱いは余裕率の中の個人余裕となる。なお、この状況は冬に独特の内容なので、職場の温度を見て余裕率の付加をする。当然、温度があがる春～秋には余裕率追加する（IE では時は金なりの思想に基づき「余裕率を払う」という言い方をする）。また、当然、対策は、温風器の設置や手が冷えない着装面での工夫が考えられ、この対策が適用された後は、この分の時間は削除する。

【設問 3】手待ち時間

A 機械加工機では加工中は自動加工等なので人は何もすることがない。もう 1 台機械を持てばもてるのだが放置されている時間がある。

◎解：この内容と時間は正味作業の機械時間として扱う。これは明らかに管理ロス時間であり余裕ではない、現場では余裕という言い方をしているところもあるが、これは誤りである。なお、現在まで、レイアウトや作業上、どうしても削減できなかった管理ロス時間として扱い、将来は当然対策されるべき内容として明示して職場で扱うべき内容である。また、この時間を無くしたから今迄より仕事がきつくなり労働強化だと考えたとしたら、大きな誤りである。疲労を回復するための余裕時間は、正味作業に応じた適正な疲労余裕時間として別に与えればよいからである。その理由は、余裕率の扱いとしてしまうと、担当者は既得権として保護を訴える例が生じる。一度でも、このような状況をつくると、次にこれを減らす際、感情的な問題となる。従って、この作業を設定した最初に管理ロスとして明確にしておくことが大切である。なお、このような時間は、後で人・機械分析で改善する対象となる。製造現場では、時々だが「設備を監視している」と主張する例がある。このような時、何をどのように、なぜ監視が必要かを明確にして、手待ちのロスと真の監視作業を明確に区分すべきである。

【設問 4】クレーン待ち（材料の到着待ちなども同じ扱い）

機械加工者が次の加工の製品を待っていた。余裕の限度として工場内では 10 分と定められているが、60 分待ってしまった（クレーン待ち）。

◎解：10 分は余裕率として扱うが、50 分は除外時間の中の無作業時間として扱う。全てを余裕率に当てない理由は、もし作業者の余裕時間がこのクレーン待の吸収のために、正味時間や他の余裕時間に影響を及ぼし休みもとれず、クレーンで材料が届いて行なう仕事に対し、努力してこの時間の吸収をボランティア的に吸収願うのは無理だからである。時には、この種の要求は労働の強度の限界を破る危険がある。そこで、余裕率分を管理ロスとして扱い、クレーン待対策を進める策をとる。なお、この種の努力を払っても、除外時間 50 分が発生してしまった場合、作業者の ST 内では吸収できないので、管理ロスとして区分する。その理由は、単に受身で作業者が待つ行動の変更を願うためにも、余裕率に制限を設け、余裕率に食い込まない段階でクレーン関係者や前工程に連絡して遅れを防ぐ処置が必要である。

以上、4 つの設問で ST の構成表による仕事や問題、そして改善の視点を示したが、ST 設定～活用に当たっては、個々の仕事の中身を評価してルール化

することが信頼性を高める。また、この種の用件を一度決定したSTは、野球試合時のルールのように、製造現場で、しっかりと守る努力を図らねばならない。これこそが生産活動を円滑にするための基本といえる。そのためにも、ここまで示した要件に対して細かい取り扱いを設定してゆく必要がある。なお、ここまでの内容でIEにはST設定～生産管理に使う管理という局面と、常に改善という局面がある点を読者の皆様は再確認されたのではないか？と考える。この種の内容を「IEは経営改善の道具である」という言い方をするが、IE手法の詳細に入って分析～改善や各種標準などの設定に当たったとき、思い出していただきたい要件のひとつである。

（3）標準時間設定手順に関する思想と、取り扱いの要点

標準時間は、仕事の改善を通し、現在までに得られた条件で実施可能な最良手順を決めた後、最終的には次の算式で設定する。

ST＝基本時間（観測時間×レイティング）×（1＋余裕率）

ST設定で重要な用件のひとつに“適正なゆとり”の盛り込みがある。仕事は正味とゆとりの存在バランスが妙味ある内容だが、この“ゆとり”について、このような話がある。

宮本武蔵という有名な剣豪が強かったのは、“ゆとりの活用”といわれる。武蔵は修行中、技術面では既に極限に達していた。だが、達人への壁は厚く、この限界に日夜悩みながら旅をしていた。そんなある時、武蔵を見た貴女（たかじょ）という遊女が武蔵に琵琶を聞かせたという逸話を紹介させていただくことにする。貴女の話を聞くうちに、武蔵はそこに求めるものが含まれている気がしたが、だが、更に悩みを深くした。その時、その姿を見た貴女は武蔵野眼の前で琵琶をナタで真っ二つに割り、琵琶にはピンと張った弦に加えて、胴に渡した横木が「ゆとり」として弦の音を助けているから良い音色が奏でられることを話した。以来、武蔵はこれを体得し、見切り二刀流という技法をあみだした、という逸話が伝えられてきた。この話には「達人にはゆとりが必要という意味と、一流の仕事にはゆとりの存在が欠かせない」という解釈が下されたが、1970年頃までは、IE研修の場で、必ず、匠と称された諸先輩方はこの話を弟子によく話したそうである（なお、IEでは、余裕率設定にワーク・サンプリング法が使われるが、この手法は後の項で紹介する）。では、標準時間設定の一手法である**図 4-3**にストップ・ウォッチ法によるST設定手順を示し、ST設定手順について、その基本ステップを紹介することにする。なお、ここまで何度も解説してきたように、ST設定前には改善が必須条件となる。そこで、あえてこの内容を図の上部に確認願うため記載した。

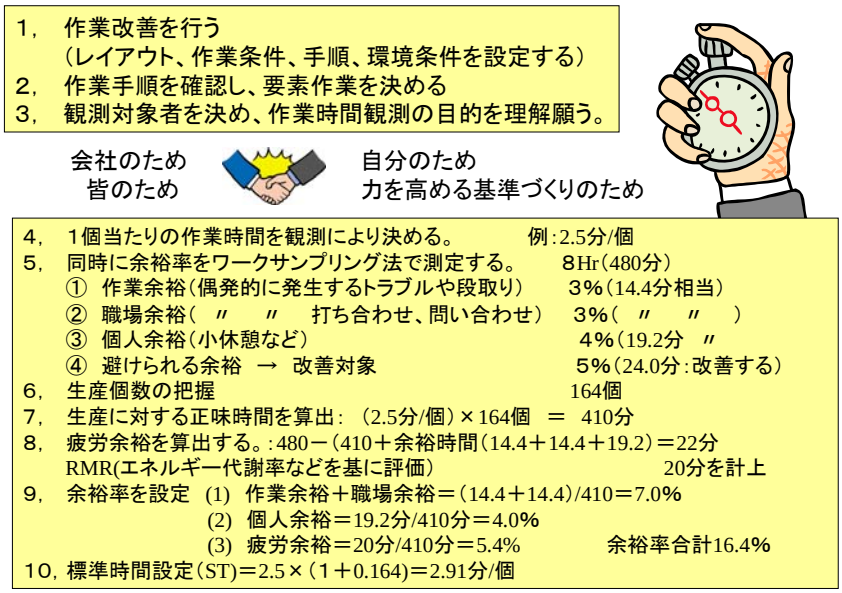


図4-3 標準時間設定手順（基本編）

時計観測の詳細は後述するが、通常数回の測定で正味時間を時計観測する段階で、仕事の構成や手順が決まり、改善し尽くされ、現場関係者の納得が得られた状況では、ほとんど作業時間にバラツキはないはずである。時計観測は時間の想定と、時計観測の場合、レイティング評価（これも後述）を行ない、基本時間を設定する。通常のベテランであれば、定められた作業条件の基では相互に信頼できる作業内容で一定の正味作業時間が得られるが、図の No.4 に示すように、2.5 分/個のように観測される。この時間は正味時間なのでこれに“ゆとり”に当たる余裕率の付加が必要になる。過去、余裕率測定を時計観測で行う例があった。ワーク・サンプリング法を知らない方々が問題を起こしたことがあった。その例は、ある女性が担当した作業分析時、測定対象になったこの女性の方、測定の意義や重要性は理解していた。だが、「トイレまで観測者が追ってくるのは問題！」となり労働問題に発展した。このような問題もあって、現場では「通常生産・自然体で作業していただいた中から偶発的に発生する内容を余裕率とすべき」という思想から、現在は、ワーク・サンプリング法が用いられるようになった。

No.5 の手順はワーク・サンプリング法による余裕率対象内容の設定数値を示したが、当然、全ての観測対象には改善点の発掘タスクがあり、No.4 の⑤は 5%の改善の発掘を例示している。なお、人が疲れるという現状はワーク・サンプリング法でも捉えられない。このため、No.6 でこの日の生産個数を日報などから入手した後、No.7 の手順で正味生産時間を算出し、No.8 のよう

に、1 日働いた全体の時間を算出する。ちなみに、この例では、410 分を引き算した残分を評価する手続きをとる。なお、この例では、RMR というエネルギー代謝率の測定データを一応参考にして評価（RMR については後述）し、ワーク・サンプリング法を使った観測時に改善を施し、疲れを誘発する仕事の改善を余裕率面でも図ったと改定して、20 分を余裕率とている。この種の判定は作業内容を吟味しないと決定できないが、その種の内容を把握し、関係者納得という形で設定することになる。以上、時計観測を行うストップ・ウォッチ法では、図 4-3 の流れで正味時間を求め余裕率設定を行った後に標準時間設定を行う。標準時間設定が科学的と言われる理由は 1 づつ設定に至る内容に理由が明確になっている点にある。当然、このような内容は次の改善～改定を待つ一時的な内容だが、経営管理側と現場側が信頼を持って活用する内容となる（ST 設定には、これ以外の手法（例えば WF 法）と、ストップ・ウォッチ法自体にデータ処理上の細かいルールなどがある（詳細は後述））。

（4）PAC による生産性向上

一旦設定された ST は経営改善の道具のひとつとなる。そこで、一例として、歴史的に有名な PAC（Performance Analysis Control）について紹介することにする（先に、図 1-13 マンデル博士提唱による『4 倍の生産性向上の要素』のところで概要だけを紹介したが、ここでは、さらにその詳細を示すことにする）。PAC は仕事の改善ではなく、ST の運用技術である。すなわち、定めた ST を基に、日々の生産活動の中で発生するわずかのムダを具体的、定量的に全てとらえ生産性の飛躍的向上を図る対策である。では、解説に入るが、PAC では**図 4-4** の中央～右にある算式と図が示すように、ST をもとに、ムダの発生内容に対し、責任区分を設けて、「本来、使用可能な 1 日の時間を各責任区分担当者がムダ放置を行っている。従って、各責任者が先頭に立ってつぶす」という活動となり、「今日のムダは明日には解決する」という対策をコツコツと繰り返す。その結果、小さなムダはジュワジュワと撲滅され、脅威ともいう 1.5 年～2 年程度で 2 倍以上の生産性の達成となる。このため、1975 年頃、不況の中で、組立ラインを持つ企業で PAC が各社で盛んに活用されたが、ここでは、ほとんどお金を使わず、モレなく魔法の生産性向上を果たした例が提示された。では、ST を基にした PAC 運用の要点を以下に示すことにする。

（ⅰ） 能率を分ける　……　図 4-4 の責任区分の図。

（ⅱ） P と C をやる　……　WF 法などで科学的に設定した ST をもとに日単位、月単位に能率の状況を把握する。

（ⅲ） PAC の A（Analysis）を行なう：ST をもとに、ムダの項目と値を集計

～責任者に分け、徹底した ST 未達要因の対策を図る。また、対策が生産性向上にどのように関係して行くかを日々、週毎、月単位に集計してグラフ化（見える化）して活動の貢献度とあるべき ST への達成管理を図る。

（iv） 作業者に作業意欲を出してもらう対策が何かを知り、対策を立てる：小グループ活動の推進と組長によるマン・ツー・マンの指導がこの決め手となる。

（v） 機動班をつくる：現場では出勤率、作業量が最悪の状況を仮定して人員をかかえる傾向がある。しかも、管理ロス対策にこれらの人々は充当され実際には仕事が忙しく、余剰はない状況にある。ところが、管理ロスを徹底してつぶしたかと聞くと、一般には忙しくて、という理由で放置してしまっている例が多い。この種の対策に当たり、ST を基に計算した作業工数が、たとえ 10 分でも作業から人を外し、生産対応が必要な部署へ投入する対策を図るルールを運用した。

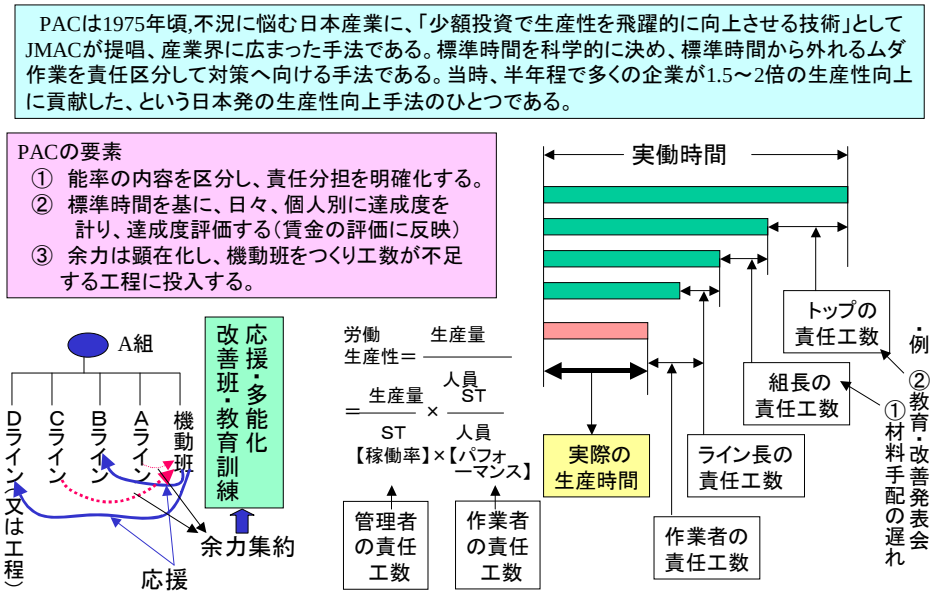


図4-4 PACによるムダ排除の構成

PAC ではこのために、フレキシブルな応援を可能にするため『機動的』の設置を推奨した。だが、この部門を専門的に置いた企業では『便利屋集団』という印象から、やがて、この運用方式を改善した結果、多能化育成などの個人育成プランや、期間限定でローテーションするなどの工夫へ移行した。

では、PAC を実際に運用する内容について解説することにする。**表 4-1** をご覧願いたい。PAC では個々の作業者にこのような日報の記載を願うが、この

表の除外工数という欄に、タイム・スタンプでSTの中に入れるべきではない内容が発生したものを自動記入して行く方式の例である。

表4-1 PAC管理作業日報の例

作業日報			○年○月○日 工程‥‥氏名‥Mr. A									除外工数	
在社工数			除外工数				符号	時刻スタンプ	C工数	備考	符号	内容
項目		工数A	符号	時刻スタンプ	C工数	備考	9	5/31 14:52 5/31 15:00	8		1	設備点検
日勤		480	10	5/31 8:15 5/31 8:20	5		14	5/31 15:10 5/31 15:12	2	除く	2	不良による手待ち～対策
夜勤		0	14	5/31 8:30 5/31 8:34	4		16	5/31 16:20 5/31 16:31	11		3	不良品、不要品の整理
休暇		0	21	5/31 9:23 5/31 9:40	17		3	5/31 16:45 5/31 17:00	15		4	クレーン、フォークリフト待ち (a)品物の取り付け外し (b)品物の運搬 ©治工具取り付け、取り外し
残業早出	1H		16	5/31 10:14 5/31 10:18	4		22	5/31 18:43 5/31 19:01	18		5	現場清掃
	2	120	17	5/31 11:12 5/31 11:27	7		1	5/31 19:01 5/31 19:15	14		6	組長、主任の作業者研修
	3		13	5/31 13:40 5/31 13:52	12						7	私用離席、病院
	4										8	組合。文体、消防活動
特記事項 遅刻・早退など											9	材料の整理
P=A+B+C Q=P-C F=E/Q											10	組、係、課の朝礼
A:在社工数		600	指示作業内容		製作数	工数E					11	機械故障、設備不具合
B:遅早工数		0	X554 シャフト研磨		29個	ST: 580					12	治具、工具測定待ち
D:応援工数		0									13	停電、ガス、エアー故障
P:就業工数		600	他部署応援								14	工具室、研磨室行き
C:除外工数		115	部署	時刻スタンプ	工数D	備考					15	事務所問い合せ、指示待ち
Q:投入工数		485									16	技能教育
E:作業工数		580									17	PAC管理表処理
F:作業者能率		120									18	材料待ち
											19	作業変更
											20	その他1( )
											21	その他2( )
								合計	115		22	その他3( )

では、表 4-1 について、さらに解説を加えることにする。

① 指示した標準工数：この作業指示内容はX555シャフト研磨。29個×ST＝580分が指示されている。要は、通常生産の場合、この標準工数以内であれば、現場は責任を果たしたこととなる。

② 作業投入時間：①の生産のためMr. Aが投入した時間は日勤8時間＋残業2時間：120分＝600分である。なお、この時間を全て生産に投入すれば600－480＝20分のゆとりが出るが、タイム・スタンプによる除外工数合計が115分存在する。

③ 投入工数と作業パフォーマンス：115分が除外されると、Mr. Aが生産に投入できる時間は600－115＝485分であり、580分の標準工数が消化できない。だが、Mr. Aは頑張った。その状況は580分÷485分＝120%という数値が示している。

④ 管理ロス：逆に、管理者側は、600分もMr. Aに投入願ったのに、また、予定では出来ない仕事を120%も努力して消化していただいたことを考えると、多くの除外工数を発生させ、結果として、485分÷600分＝81%しか有効性を発揮する環境を与えていないことを意味する。従って、この例では、管理ロスの名で知られる除外工数を早急に低減する手を打たねばな

らないことになる。このデータを見た管理者は「今日にでも手を打てるものを打つ対策要求が現場の日報で訴えている」と見る。

⑤　実行率：実行率は 580 分÷600 分＝97%をどのように責任区分してみるかが、PAC では「最後の整理となる。このことは、製造現場は 120%の努力をした。だが、管理側が除外工数というムダを発生させる状況なので 81%(19%)のムダを担当すべきであり、その対策ができなかったため、120%×81%＝97%という値になった」ことを示している。従って、この場合、管理側は製造現場に感謝すべきであり、何も文句は言えない内容となる。同時に、早急に管理者側が除外工数低減に改善の手を打つべき」となる。

以上、PAC では、ST を基に、科学的、緻密に問題を把握して 1 つづつこの種のムダをつぶす活動を実践する。表 4-1 に見る通り、個々のムダ時間は小さい。だが、ちりも積もれば山である。従って、この種の対策が進んだ企業では、カメが寝ているウサギをやがて追い越すように生産性向上の場でも、コツコツと継続する努力が、一時的にホームランクラスを狙う改善より、大きな差を生む実情を示した。すなわち、PAC の適用をご覧願うと、この種の小さい無駄を数十人×1 年間の労働時間も集計すると、いかに大きな数値になるかが読者の皆様にはご理解願えると信じる。

（5）ストップ・ウオッチ法

ST の中には、作業実績の平均や原価低減という局面から○○分で 1 個生産しなければ儲からないなどの理由でターゲット・タイム的に決める ST もどき設定方式がある。だが、この 2 種には科学性は無い。この種の ST 設定は、便宜的に、また、製品の原価を何とかある時間内に押さえたいという希望的な内容で、達成したい目標時間を仮設定したものであり、やがては科学的解析を待つ対象である。したがって、この種の例は科学的分析による信頼性の高い ST とは似て非な設定法である。先に、簡単に解説したが、科学的分析を通した ST 設定は F. W. テイラーが開発者である。では、その後、IE 専門家と共に研究が付加された ST を、どのように設定するか？という具体的な解説に入ることにする。

では、まず、ST の定義を示すことにする。ST は改善後に現在の経済、実務的な環境を十分に配慮して設定され、現在の技術と仕事の手順の影として設定されるが（先に図 1-1 に示した図の内容）、以下のように定義されている。

〔科学的に設定する ST：標準時間とは〕

(a) 標準の作業者が
(b) 標準の作業条件と
(c) 標準作業のもとで
(d) 向上の決められた標準の速さで
(e) 1 単位の仕事を完成させるのに必要な時間のことで
(f) その仕事に要する適切な余裕時間を加えたものである。

ST は神様や親会社、外部機関から与えられるものではなく、自分たちで生み育てるものである。また、設定と同様に常に改善を待つ対象であるということを念頭において、読者の設定～運用をお願いしたい。

では、ST 設定手順を**図 5-5** に示すことにしたい。標準時間設定に当たっては、仕事をトータルでとらえるのではなく、要素に分解する。要素分析は既に工程分析で行った内容に類似しているが異なる。すなわち、工程分析は関係者から聞き込みによる大きな単位、すなわち、時間～分の単位とするのに対して、秒を単位とした分析をする。このように、SW 法は工程分析に比較して細かい仕事の分解となる。次に、この要素毎に測定した時間を観測時間としてとらえることになる。ところが、観測時の作業ペースが必ずしも国際標準か否かがわかない。そこで、レイティングという基準で評価～修正を加え、標準作業者ならだれでも達成できる『基本時間』に修正する。この手続きが、図に示された、時計による観測時間×レイティング＝基本時間となっているわけである。後は、これに余裕率を加算すれば、上に示した標準時間（ST）の定義となる。以上、簡単にストップ・ウオッチを用いた ST 設定手順を解説したが、以

降、SW 法による ST に関する詳細な解説を進めることにする。

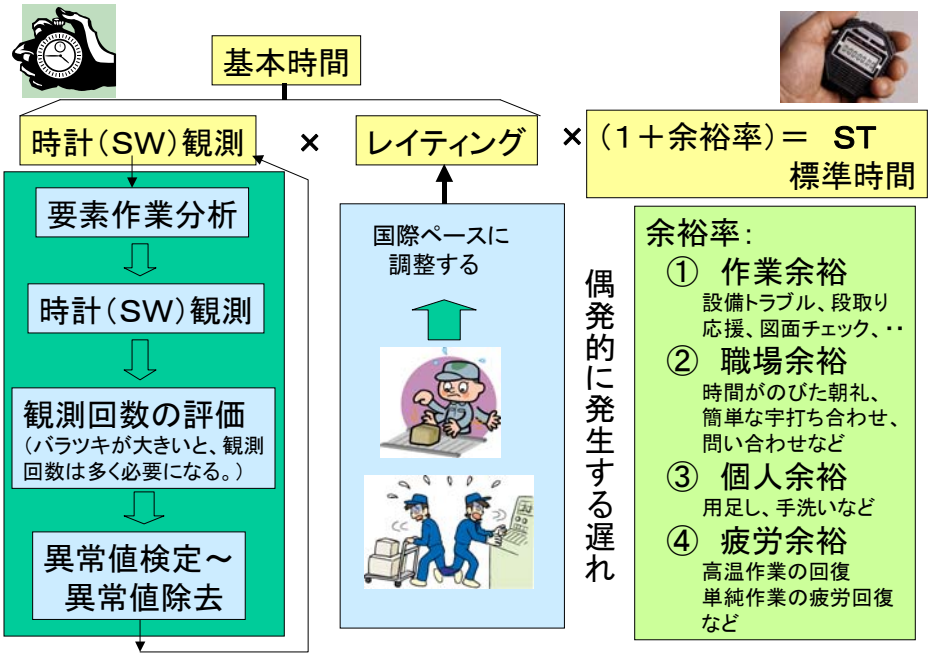


図4-5　SW法による標準時間設定手順の詳細

① 　要素作業分割の進め方

時計観測による要素作業の分解は図 4-6 の思想で行う（SW 法は、上部に記載したトータル時間を図る方法ではなく、図 4-6 の下に示した方式を採る）。

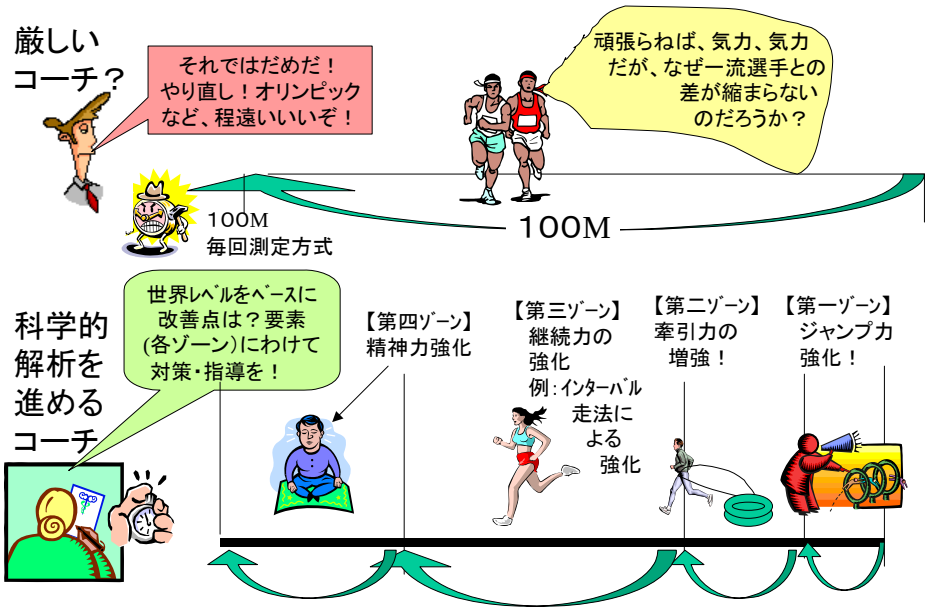


図4-6　ｽﾎﾟｰﾂ訓練に見る科学的な要素分割

（100Mランナーの育成を例として）

図 4-6 の例が特に有名になったのは、先のオリンピックで小柄なグリーン選手が 100m で世界記録を更新した時に公開された練習法だった。この時、多くのコーチが単にトータル時間を図って選手を指導する例に対し、米国の選手専門育成機関は 100m の走行を 4 つの要に分け、グリーン選手の指導に当たっていた。10 秒の壁を 0.1 秒切る毎にテレビ CM の入金が増すという賞金稼ぎもここに絡んでいたため、記録を大きく更新するまで極秘の練習を勧めていたが、小柄なグリーン選手が金メダルと大幅な記録更新を果たしてから、この要素作業分析内容の一部が公開された。この解析法は、単に早いか遅いかを全時間を時計観測して判定する方式ではなく、第一ゾーンが国際レベルに比較して劣るのであれば、ジャンプ力強化、第二ゾーンが問題なら牽引力強化、第三ゾーンが問題ならインターバル走法による持続力強化、第四ゾーンは年齢、精神力、栄養バランスによる研究成果を投入するが、この解析と練習方法が成績向上の大きく関与していたわけだった。これ以前も、この種の一部は各国で行われていた。だが、ここまで体系的に 100m の訓練を進める方式は公開されてなかった。このため、当時、各国で、この解析～練習法に注目が集まった（現在、この要素分解～改善（スポーツでは筋肉強化）は当たり前になっている）。ここにこの練習内容を紹介した理由は、①要素作業の分解で何が見えるか？という内容、また、②要素ごとに改善メニューが異なるという点に加え、③国際競争力が高まる産業界において、企業が活動するあらゆる要素を一流レベルと比較して力量向上を図る上で、異分野ではあるが、ST の設定～運用上で、参考にすべき内容が多いためである。

以上、要素作業の意義と活用を解説した。では、SW 法の詳細な解析に入ることにする。SW 法の適用に当たっては、まず、観測対象として選定した仕事を改善という視点で見直すべきこととなる。その後、**図 4-7** に示したような要素分割を行い、観測用紙を作成して時計観測に入る。では、例として、「黒板に文字を書く」という研修で行う要素分割の方法を解説することにする。この作業は繰り返して行い観測訓練に利用されてきた内容である。図の上のように、余り細かく分けても、改善や利用目的から見て、測定のための測定になってしまうため、歩く、書く、戻る（歩いて席に戻る）、座って待つ、という程度の 4 項目にわける。これで要素分割内容を定めると、今度は観測点を決める段階に入る。SW 法では「観測点は判りやすいチェック・ポイントを利用こと」するなっている。正確な時間測定を進めるためである。このための手段として、例えば、音や光などが出る時や、区切りがはっきりした箇所の選定を行う。黒板で字を各作業の時を例にとると、目で見て動作の終了を取ることもひとつの方法だが、例えば、立った時は最初に踏み出した床と靴が発する音、チョークで黒板に最初に文字を書く時に発する音、チョークを黒板の受けに置い

た時の音などを区切りがはっきりした観測点という形で定義して行う方式が採られる。だが、IT 化が進む現在、ほとんどの作業分析はビデオを用いる。従って、ここに記載の内容は「この種の内容は必要なら使う」という程度で理解して測定することをお勧めしたい。ビデオ撮影の場合、一般に、安定した作業を 3 回撮影する。また、現場でビデオ撮りした内容を被撮影者と共に見て、仕事の内容の確認や改善点などを討論した後に分析に入るべきである。この処置で、作業者が改善参画の環境整備に役立つからである。なお、時間分析は 3 サイクル撮影した 1 件を選び行い、他の撮影内容は、この 1 件の確認用として扱う。

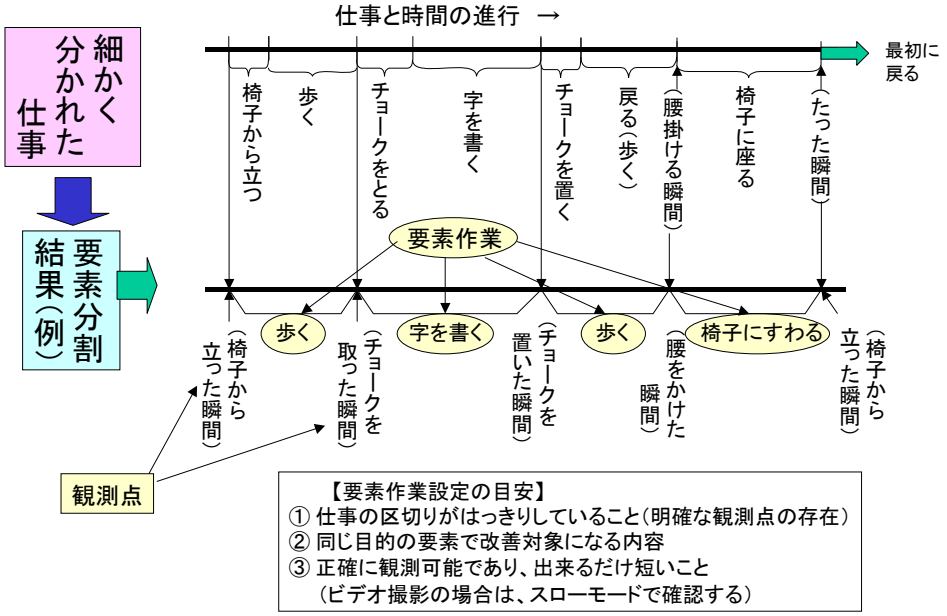


図4-7　黒板へ文字を書く作業に対する「要素作業分解」

②　時計観測の技術

ST 設定において時計観測には 1/100 分計を使う方法が一般的だった（現在はビデオ分析が主体である。ビデオは個々に時間が表示される機能を持っているので、それを利用する）。このため、1/100 分を 1DM（Decimal Minute）と言う。この時間単位は、0.20 分など、1 分＝60 秒を計算しないで 10 進法で各種の判断が可能なため使われてきた（多くの企業では、わざわざ 1/100 分計を購入して現場観測を行ってきた）。だが、目視観測からビデオで撮影して観測する場合、絶対に 1/100 分単位でなければならないという制限はない。従って、読者の皆様が好む方式を選択され、測定に当たることをお奨めしたい。

では、観測方法について解説することにする。時計観測には毎回ストップ・

ウオッチを止めて個々の時間を把握する早戻し法と時計は動かしたままにして、観測ポイントが来るとその時間をメモする『連続法』があるが、現在はほとんどの観測に、精度と簡便さから『連続法』が利用されている。では、**表 4-2** を用いて連続観測法による測定例を例示することにする。観測に当たっては、まず、作業手順を確認して観測点を明確にする。この記載例は縦型と呼ばれる方式だが、正規作業と書かれた欄の左側にその準備をした様子をイメージ的に記載した。観測は時計を動かしたまま行う。時間は要素作業毎に時計を見て記録するが、第 1 回目の測定では、0 から 15、25、35 というように記録して行く。この記録法で、要素毎の時間計算は 15－0＝15、25－15＝10、のように計算すれば、要素毎の時間が計測される。

表4-2　時間観測の方法

横型観測用紙の例

時計の読み

要素の時間：例　15－0＝15

区分	作業内容			1回目観測		2回目観測		3回目観測		4回目観測		5回目観測	
	No.	観測点	要素作業	0	時間	42	時間	86	時間	125		203	
	0	○○○		15	15	58	16	M		40	15	19	16
正規作業	1	○○○	・・・・・	25	10	69	11	110	X >	79	9	29	10
	2	○○○	・・・・・	35	10	82	9	20	10	94	15	38	9
	3	○○○	・・・・・	38	3	73	4	↓	―	99	5	54	4
	4	○○○	・・・・・		4		4		5		4		5
	5	○○○	・・・・・										

Y >

作業が入れ替わった内容を示す

測定中大きい、と感じた値
異常に大きな値があれば
後で異常値検定を行う

何か（XとY）の要素が入ったことを示す
この場合はX=○○　Y=◇◇と時間を
記載する

表 4-2 では第 2 回に↑↓という記号がある。これは連続観測で仕事が入れ替わった状況と測定を記載した例である。X と>があるが、これは正規外の作業が入った状況の記録、また、第 4 回の測定には○がついた時間があるが、これは観測中に要素作業は同じだが、何かの理由で時間がかかったことを示した例である。このように、連続法では、全ての仕事の発生と時間を記録する。以上が時計観測の基本形である。しかし、現在は、ビデオを利用した観測が主体となる。そうなると、この基本形も参考程度となる。だが、↑↓や X と>や○がついた箇所は余裕率対象とすべきか？改善すべきか？といった検討を要する対象としてとらえるべきであり、この種の解析の必要性を知る意味で、基本型で

あるこの種の解析と測定技術の理解は今でも必要である。

③　観測回数の設定

観測回数の決定は統計を用いた方式で算定する。また、当然の結果として算出されることは、測定時間のバラツキが少なければ観測回数は少なくて良いという内容である。このような意味合いから、バラツキがあるから観測回数の算定を行い「統計的にこのバラツキであれば、計測値が認められる範囲にある」という信頼性の証明をする処理であることを考えると、バラツキが発生しないように、対象作業を改善する対策を先行すべきである。

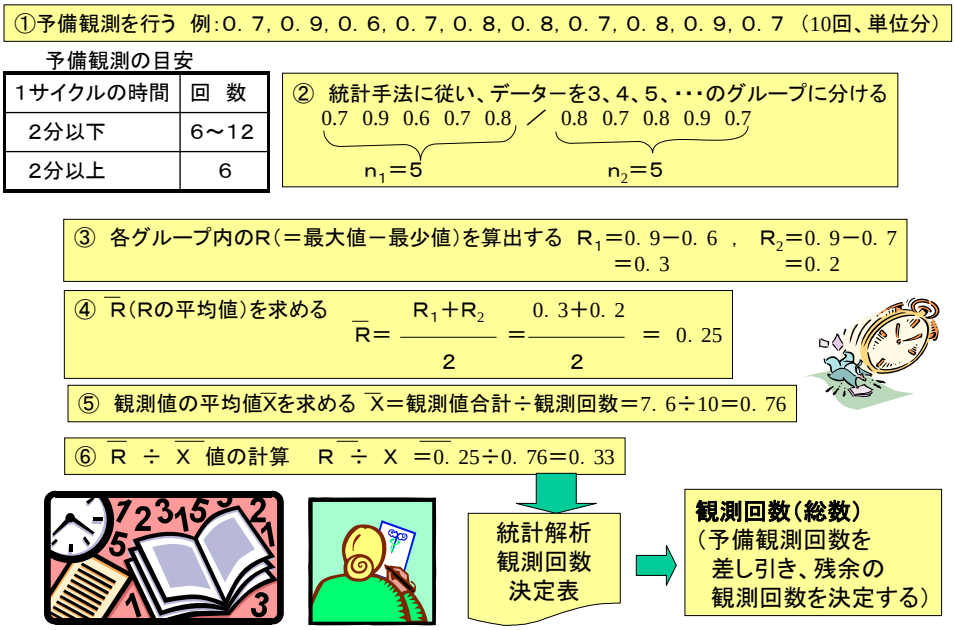


図4-8　観測回数の決定

では**図 4-8** を例に観測回数の設定内容を解説することにする。最初は測定回数が判らないので、予備観測を行う。この目安は図 4-8 に示した表に示す通りだが、ここでは 10 回の測定が行われたと仮定した。また、統計解析上、観測データはランダム性を要求されるので、観測順にならべたデータがここに示されている。このデータを基に行う処理は、データは 3～5 個のデータ・グループにわけるのが一般的な手続きとなるが、ここでは 10 個である。従って 5 個のグループに分ける選択を行う。次に行う処理は③～④に示したように、各グループの最大値－最少値の算出と、その平均を計算する。ここで、⑤の総観値からのバラツキがテーマとなるため、先の R の平均値（R バー）を⑤の値で割った値、⑥で示した 0.33 が観測回数決定の数値とする。以上の計算結果をもとに、つぎに行うことは、既に用意された表 4-3 を利用して観測回数の検出を

する。この例の場合、グループ内にあるデータは 5、バラツキが 0.33 なので、n=5 の表から±5%の場合は 0.33 となる。従って、一番左の欄の 0.32 と 0.34 の中間とクロスする欄にある値、30～34 の中間 32 回を観測回数として選択する。また、既に、観測は 10 回。予備観測で行っているため、32－10＝22 が、更に追加すべき観測回数と定める。±10%の場合は 0.32 の欄と 0.34 の欄と n=5 の±10%のクロスする欄より 8～9 回という値が得られるが、この精度の場合、既に、予備観測で 10 回測定済みなので「十分！」と判定する。

表4-3　SW法・観測回数の決定表

$\bar{R}/\bar{X}$ ＼ 精度	n＝3		n＝4		n＝5	
	± 5%	± 10%	± 5%	± 10%	± 5%	± 10%
0. 10	6	1	4	1	3	1
0. 12	8	2	5	1	4	1
0. 14	11	3	7	2	6	1
0. 16	14	4	10	2	8	2
0. 18	18	5	12	3	10	2
0. 20	22	6	15	4	12	3
0. 22	27	7	18	5	14	4
0. 24	32	8	22	5	17	4
0. 26	38	9	26	6	20	5
0. 28	44	11	30	7	23	6
0. 30	50	13	34	9	27	7
0. 32	57	14	39	10	30	8
0. 34	65	16	44	11	34	9
0. 36	72	18	49	12	38	10
0. 38	81	20	55	14	43	11
0. 40	89	22	60	15	47	12
0. 42	99	25	67	17	52	13
0. 44	108	27	73	18	59	14

④　異常値の処理

異常値検定も観測回数の設定と同じ思想で処理願いたい。データ処理手順は**図 4-9** に示す通りである。なお、異常値の処理内容は、既に詳しく図中に解説しており、更なる解説の必要は無いため、ここでは記載を省略させていただいた（要は、統計処理に従えば異常値の判定はできるからである）。注意すべき点は、「単に、ここに示した処理手順で機械的に計算してデータを処理するのは危険」という点にある。我々は、常に「異常値がなぜ発生するか？」という疑問を持ち、仕事の要因となる技術と作業手順の中身（図 1-1 の図の構成）をよく検討してからこのデータ処理プロセスに入るべきである。

異常値の発見は多くのノーベル賞学者が行ってきた発見などに見ることが出来る。ST 設定において、ここまでレベルの高い内容では無いかも知れない。だが、同じような思想で、時間を結果づける仕事の構成に目を向けていただき

たい内容が時々発生する。では、そのような１つの例を示すことにしたい。

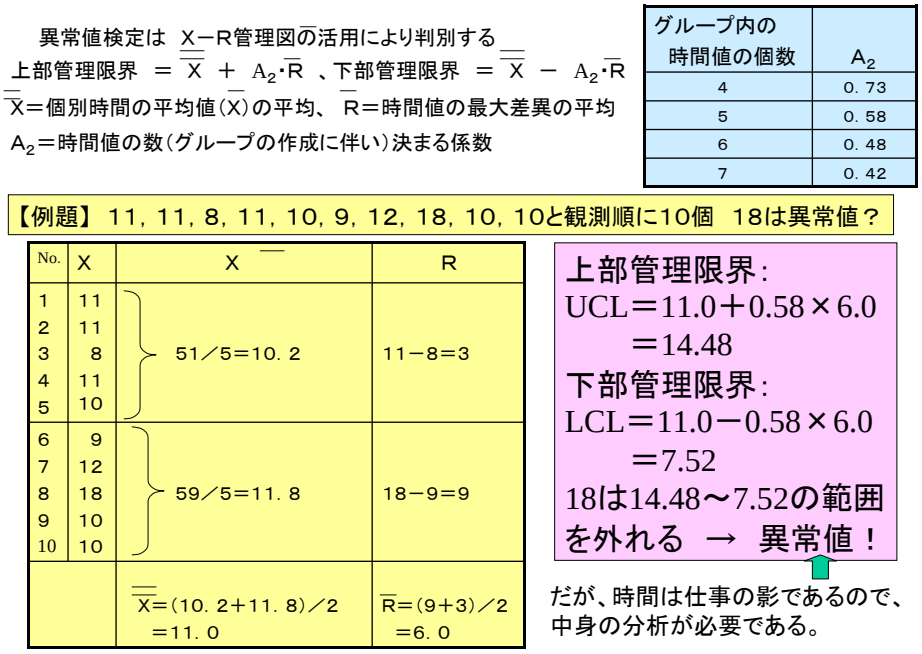


図4-9 異常値の検定の手順

ある鋳物の成形工程で作業測定した時の例である。ここでは、昼勤と夜勤では大きく作業測定時間が違った例があった。同じようなベテランが仕事する内容だが、夜勤作業者が 30%も短い時間で仕事を済ます状況だった。そこで、観測者が現場で再度確認すると、一般作業者が砂型を小さなヘラで丁寧に仕上げるのに対し、夜勤者はスコップの先端を利用して粗仕上げした後で、丁寧に小さなヘラで仕上げる作業方式を採っていた。最初は「このように少ない作業時間は測定ミスではないか？」と考えていた。だが、仕事の中身が違っていたので、異常値計算で除去する処理は行わず、夜勤作業者の仕事の仕方を標準作業と定め、これを標準化した。また、昼勤の関係者に対し、この作業方式を教育した。この種の例は製造現場で時々発生する。詳細は省略するが、例えば、筆者の体験でも、多くの部品を組立作業〜機械加工時間の測定にあった。そこでは、個人的に道具を改善したが、30%以上も効率良い作業だった。この例から、皆様には、異常値処理を行う前に、「時間は技術と仕事手順の影」という基本をベースに、仕事の中身の分析を注視するようお願いをしたい。

⑤ レイティング

時計観測がなされ、観測回数と異常値処理が終了すると観測時間としては信頼性の高いデータになりそうだが、ここに「人により、また、同じ人が同じ仕事を担当しても、時間帯や適正、集中度合いなどにより作業ペースが違うため

に、1 単位の仕事の時間に差が出る」という現象が残る。このため、時間観測に平行してレイティングという国際ペースを標準とした見直しが必要になる。

レイテリングは観測時に観測者が作業ペースを判定する技術だが、**図 3-10** の右上に記載したように 2 種類の国際ペースがある。MTM ペースは鉄鋼業や建設業など大きな作業単位の職場に使われ、WF ペースに比べて 25%遅いペースが基準となっている。これに対し、一般的に、コンベアを用いた組立職場では WF によるペースが選択される。いずれの作業ペースを選択すべきかについては、各企業の選択になるが、観測時間×レイティング＝基本時間の算式を使い、通常の作業者が行うことができる基準に修正（100 をベースに評価を行い標準ペース化）することが、レイティング利用の目的である。

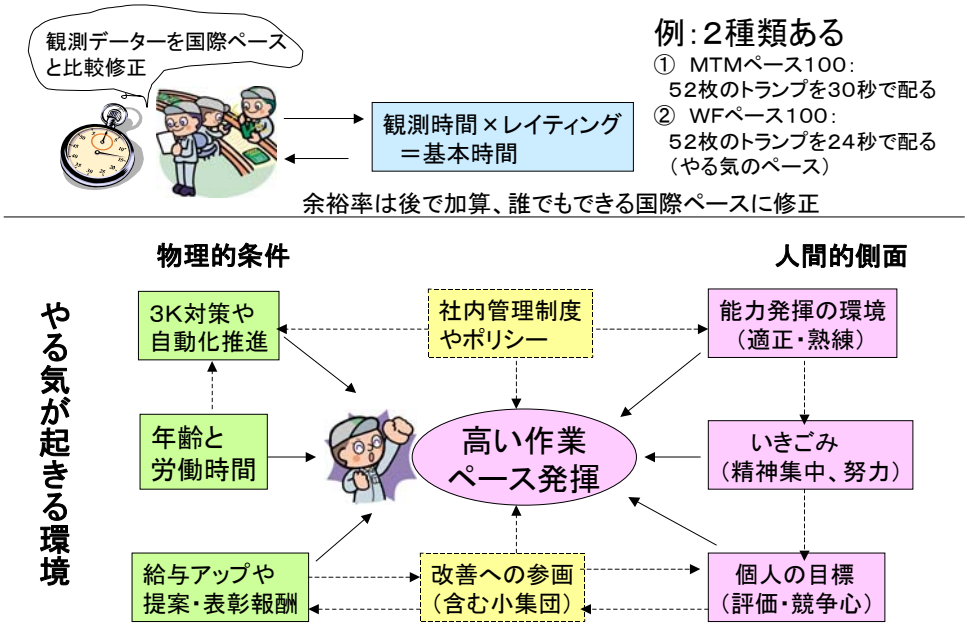


図4-10　レイティングと、その決定要因

本書では、「MTM にすべきか？」「WF にすべきか？」という判定に関する選択は各社に一任することとして、以下、レイティングの活用について解説することにする。

まず、レイティング活用の意義について解説すると次のようになる。目前で仕事をする方が 3 名いた場合の例を例示した。しかも、この場合、**表 4-4** に示したが同じ作業なのに、測定時に C さんはえらく早く仕事をしていた。これに対して A さんは体の調子か精神的に何らかの問題があるなるのでは？と思うような状況で遅いペースで仕事をしていたとする仮定した例である。

表 4-4　レイティングによるペース設定の必要性

作業者	A	B	C	メモ
観測時間（分）	0.50	0.31	0.20	→同作業で観測値が異なる？
レイティング	50%	80%	125%	←よく見るとペースが違う
基本時間（分）	0.25	0.25	0.25	→国政ペースで均一化可能

この例で見ると、同じ作業手順だがレイティング値が異なると、結果として得られる観測時間に大きく差が出ることがわかる。これは極端な例だが、要は観測時間×レイティングの計算で誰が行っても同じ努力、すなわち、国際ペースで仕事をすれば、無理なく、公平な仕事という形で正味作業時間においては達成可能な時間が得られることを示した。

なお、ここで、実務的にレイティングをどのように運用すべきか？という点についても解説を加えることにする。実務的には、C 氏のようなペースでは 1 日の作業続行は無理である。従って、「疲れないペースで仕事するように」と促すことが必要になる。また、B 氏には「標準ペースに修正願う」ということでレイティング・フィルムなどを紹介して 100 のペースを教えると同時に、「このペースは労働強化ではなく、このペースに適正な余裕率を加えれば、プロが有効な仕事を継続しても実務的には何ら仕事や健康上にも問題ないことを正しく伝える必要がある。要は、観測～評価が目的ではなく、現場作業者にもレイティングの存在を伝え、教育と共に全員がレイティング 100 で仕事の維持を願うべきである。また、この種の対処は測定に入る前に行う対策となる。なお、もし、測定提示に時に、A 氏のようにレイティングの値が 50%という状況が残った場合は注意すべきである。この極端に低い値には何らかの背景がある例が多いからである。すなわち、「A 氏には、何かレイティングを下げる背景が内在している危険がある」と見るべきである。当然、このペースで仕事を続けることが企業にとっては生産未達の危険性がある点はもちろんだが、この種の方の多くは、健康的、心理的に問題を持っている例が多い。従って、このような場合、現場管理者と A 氏が話し合うことが必要になる。すなわち、レイティング低下問題の背景は早期に把握して、仕事に集中できる環境に復帰する対策を図る行動が必要になるわけである。このように低いレイティングによる作業は生産性への支障だけではなく、ケガ発生の要因の検出に利用することがある。一般に、「70%以下のレイティングは注意を要する内容が多い」とされてきた理由は、この種の要因が多かったためである。工場をコンサルタントする方々が一般論として語る内容のひとつに「工場の改革依頼を受け、工場見学した際、朝礼が終わってからダラダラと職場へ戻る例、昼休み前に手洗い所に集まる職場や、作業に入っても 70%程度のレイティング程度の企業には改善指導を勧める前に、一丸となって行う運動会やイベントをお奨めすべき」という

例がある。この内容は、会社への不満、行動目標などの無い企業、さらには、職場の上司や人間関係などの問題を抱える場合にレイティングが低下する局面を示している。要は、改善や従業員教育の前に行うべき対処と内在する問題の解決の必要性がレイティング評価と共に重要であることを示した例である。一般に「人は企業で 1900Kcal しか投入できない。また、感情を持つから人間としての存在がある」とか、「現場の方々は感性で行動する、また、その 85%は仕事が好きか嫌いか？または、上司や仲間に認められているか？に仕事の質と量が左右される」という現場管理の指導内容があるが、実作業においては、この種の要因が関与して、レイティングという現象となって現れる。従って、「標準時間測定者に対し、単に、レイティングの訓練映像を見た訓練で、判別・評価能力をすべきではなく、もし、異常値を見つけた場合、評価の前に改善内容を探るべき」という注意があることをレイティング測定と共に例をした。

【こぼれ話し】「月曜日の朝 10 分」

かつて、IE・エンジニアが ST 設定法を学び、レイティング訓練が盛んに行われた頃、多くの企業でレイティングの活用研究がなされ、多くの適用事例が紹介された中に、「月曜日の朝 10 分」という注意があった。その後、これは製造現場を持っている現場管理者の常識とされた事項だったが、次のような示唆である。「月曜日の朝礼は 10 分以内とすべきである。だが、多くの会社では入れ替わり立ち代り 25 分以上も朝礼で訓示を述べる企業がある。この内容は当然だが、職場余裕で吸収できない無作業時間だが、それより、余り多くのことを聞いても、作業者の頭にはわずかしか残らない。休日解放後に長時間の立ち聞きは疲れるし、仕事をやる気で出てきた作業者の士気を失わせる。朝礼は国際的に 3 分以内と決まっている。聞いても行動に関与しない話は話す側には気持ちが良いかも知れないが聞く側には負担となるので、長話はムダというべきである。もっと怖いことは、10 分以内に真剣勝負に就かないと、その後、日数、すなわち、火曜日以降も 10%レイティングが低いままで生産ペースが推移するという点にある。以上、このような計測から、月曜日は 10 分以内で生産態勢に持っていっていただきたい」という注意である。

では、レイティング訓練～運用について簡単に解説することにする。レイティング訓練には以下に示した 3 つの方法がある。

(1)　WF 法による分析結果と比較して割り出す方法

この方法は、平均的、また、通常とされる実際の作業内容をビデオ撮りして時間を計る。同時に、その一部をファクター・ベースで実際に分析して国際時間を正確に算出する。既に WF による時間値はレイティングが織り込まれた時間値なので、算出結果を基に、類似対象となる要素作業を比較してレイティング値を決める方式である。

(2)　作業者に WF ペースを訓練と共に学んでもらい、実作業を行う方式

誰でもそうだが、作業をする実務者は頭の中にペースを持っている。従って、レイティング 100 であるいくつかの仕事を体験願った後で、日頃行っている通常作業を 100 のペースで行ってもらい基本時間にする方法。この方式は、一応、観測者が作業ペースを確認するが、レイティング修正という面倒な計算対処が不要、作業者にも納得行く設定が可能な実務的対策となる。

(3)　レイティング・フィルムによる訓練と評価

この方式は測定者のスピード感覚訓練を目的に行われてきた方法である。**表 4-5** のような表と共に、既に国際的に準備された、いろいろとペースの違う作業をビデオなどで見て、自分が感じたレイティング値を記入欄に記載する。その後、正解が紹介されるが、その値を正解欄に記入した後に、**図 4-11** のクロスする箇所に正解と記入値を記載して、作業ペースの見方を把握した後、各種の修正を行い、どのような作業を見ても正確なレイティング評価判断が下せるように訓練する方式である。なお、正確なスピード感覚を身につけるため、重力がかからない単純作業、例えば、ビデオ撮影時、表 4-5 の No.26 の「ボルト取り付け作業」の場合は右手でネジを回転する真似をする。No.27 の重量物運搬の場合は、空で(2.9Kg)の丸棒を取りに行く動作を

表4-5 ﾚｲﾃｨﾝｸﾞ演習用紙　　9巻 ﾚｲﾃｨﾝｸﾞ結果記入表

No.	作　業　名	シーンNo.	記入欄	正解（WF値）
25	ピンボード（両手同時）	25－1		
		25－2		
		25－3		
		25－4		
		25－5		
26	ボルトの取り付け	26－1		
		26－2		
		26－3		
		26－4		
		26－5		
27	金属材料の移動	27－1		
		27－2		
		27－3		
		27－4		
		27－5		

真似て、ペースを確かめるなどの対処を図って精度向上の助けにするといったノウハウがある。いずれにせよ、この種の対処を含め、図 4-11 を基に**図 4-12** のような検討を加えながら、目視で正しいレイティング判定が行えるように訓練を繰り返した後、本番の測定に入る方法である。

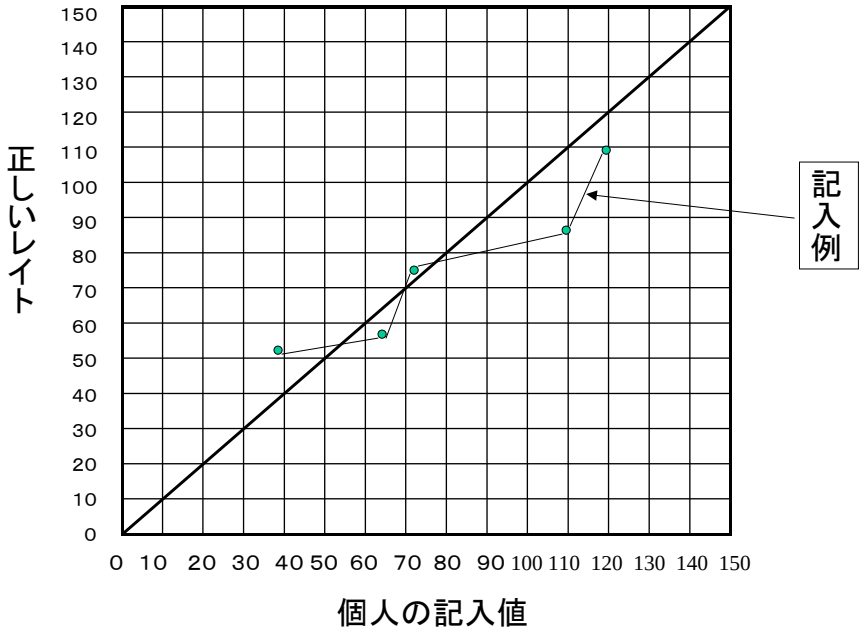


図4-11 レィテング評価結果

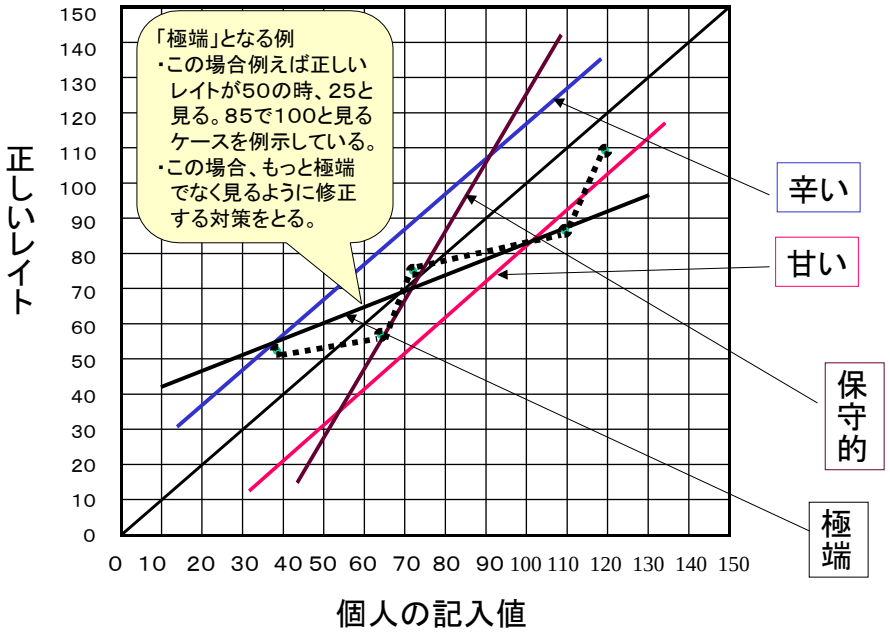


図4-12 レィテング結果を基にした修正の視点

⑦ 余裕率設定について

先の図 4-5 に標準時間設定手順を示したが、時計観測が終了して観測回数、異常値の検定が終了し、レイティング修正が終了すると『基本時間』という、ベテラン作業者であれば、ムリなく達成可能な正味作業に関する時間設定が行われる。後は、ここに、許される範囲で、偶発的に発生する各種の要素を吸収願うため 4 つの余裕時間（除外時間は無作業として区分する）設定を行う。なお、この時間の設定はワーク・サンプリング法で行う方式が一般的である（図 4-3 に ST の構成を、また、設定内容は図 4-4 の下欄に示した通りである）。ワーク・サンプリング法は、別途解説するが、要は、この種の方法を用い、下に示した算式と共に、ST は科学的に設定される。

ST（標準時間）＝（観測時間×レイティング）×（１＋余裕率）

なお、個々の余裕率は下に示された定義をご参考願いたい。

(1) 作業余裕：作業時に関与する正味以外の仕事で偶発に発生する仕事を吸収するために設けられた内容、通常 1～3%程度を目安にする例が多い。作業余裕の対象項目の例としては、材料到着の遅れ、機械のトラブルなどがある。なお、余裕時間内に入らない長時間機械停止などはここに含めず、無作業として扱う。この目的は、作業時間内で吸収できない点と、この種の内容が起きないように責任者を決めて手を打つべきとする点にある。このように、作業余裕と無作業は明確に区別すべきである。

(2)　職場余裕：仕事の遂行上で必要な問い合わせや打ち合わせ、昼・朝礼などで、予定をはみ出し、現場作業者が吸収する程度の偶発的な内容が対象となり、1～3%程度を目安とする。但し、この対象も定められた範囲を超えた内容と時間は除外時間の対象とする。そうしないと、例えば、指示や打ち合わせの方法がまずく、時間を費やした分を作業者が責任を負う形で吸収しなければならないからである。

(3)　個人余裕：トイレや手洗い、水を飲む、汗を拭く、手を暖めるなど、仕事に関与して個人的な処置が必要な項目をここへ定める。3～5%程度を目安とする例が多い。だが、タバコやコーヒーなどと共に休憩時間を別途取る職場では、この種の内容は個人余裕に含めない。既に、別枠で確保しているためである。

(4)　疲労余裕：熱職場や検査・組立などにおける単純繰り返し作業、目視検査で集中して顕微鏡などを使って製品の不良判定を行う仕事、さらには、重量物運搬など、人間として疲労回復が必要な職場に対し、疲労余裕を定める。かつて、コンピューターのキーパンチャーの仕事は腱鞘炎につながることから、2 時間の作業の後、2 時間の休憩が取られた。また、この種の作業は法規制がなされたものがある。一般に「疲れる」という現象はつかみ難い。このため、相対的エネルギー代謝率：RMR（Relative Metabolic Rate）の研究結果を用いたものがリ評価の参考として活用される例が多い。なお、RMR は単に設定のためだけでなく、疲れという負担軽減を考慮しながら適用してゆくことが重要である。

【相対的エネルギー代謝率：RMR について】

RMR＝｛（作業により消費された代謝量）－（安静時代謝量）｝
　　÷（基礎代謝量）

RMR は上の式で算定する。この算定は、労働安全局などで定めた作業に対し、マスクをつけた方が発する炭酸ガスを採取して、安静時の炭酸ガス発生量と比較して疲れの回復に要する値を定めたものである。なお、RMR に関する詳細は URL などに詳細が記載されているので、興味のある方は、ご参考ください。

例：http://homepage3.nifty.com/m-on/learning/ans.htm

本書では活用が目的となるので、以下、活用方法についてのみ解説することにする。では、**表 4-6** をご覧願いたい。これは、ある鋳物関連の仕事を例に RMR 疲労余裕の設定を例示したものだが、この基礎データは**表 4-7** の内容を検討してピックアップして作成したものである。疲労余裕は下表に示したように計算するが、この値を基に、実際の仕事の中身を見て納得がゆけ

ば、そのまま、疲労余裕として適用する。逆に、何か矛盾があるようなら、その内容を明確にしてRMRを用いた算出結果に修正を加えて活用する、という方式が実務的な活用法とされてきた。

表 4-6　RMRを用いた疲労余裕算定例

作業条件	%	作業条件	%
1，　努力	1.5	8，　創造性、集中力、注意力	0.3
2，　姿勢	1.0	9，　環境	0.2
3，　特殊作業や装具	0.2	10，　騒音	0.25
4，　細密さと目の疲労	0.3	11，　温度	0.2
5，　反復作業と神経度	0.4	12，　光度	0.2
6，　単調度	0.4	13，　床	0.2
7，　責任と危険に対する注意	0.3	合　計	5.45

表 4-7　疲労余裕の評価項目

①　努　力	%	②　姿　勢	%
・小努力座作業	0	・安定した座作業	0
・軽労働で軽いもの持ち上げ移動	1.0	・普通の歩行、通常の作業条件より悪い物の持ち上げ	0.3
・重労働で重量物の持ち上げ移動ときどき休める	1.5	・注意を要する停止、うずくまる作業で時々休めるが不自然な姿勢、	1.0
・超重労働、休みなし	1.75	・急激な停止、しゃがむ、うずくまる、作業でまれにしか休めない	1.5
②　特殊作業衣や装具	%	③　細密さと目の疲労	%
・特になし	0	・細密を要しない	0
・マスク、皮脚絆、長靴、手袋のような装具を時々使う	0.2	・時々細密を要する	0.3
・上記と同様の装具を使っているが時々とれる	0.6	・注意深い細密さを要する	0.4
・上記と同様の装具を間断なく使っている、取れない	0.75	・常に注意深い細密さを要する	0.7
④　反復動作と緊張度	%	⑤　単　調　度	%
・全然ないかあっても少し	0	・興味ある非反復動作	0
・ときどき忙しい。ある程度の反	0.3	・少し単調な動作	0.3

復動作	0.4	・かなり単調だが、時々休める	0.4
・忙しく変化の無い反復		・絶えず高い単調を持ちつづけ、休み	0.7
・猛烈なピッチの変化がない高い反復作業	0.7	なし	
⑦　責任と危険に対する注意	%	⑧　創造力、集中力、注意力	%
・責任と注意を要しない	0	・いらない	0
・責任と他人の安全に対し普通程度	0.3	・少し必要	0.3
・自分や他人の安全に関してかなりの責任がある	0.4	・必　要	0.4
		・高度に必要	0.7
・超危険な作業で、自分や他人の安全に対して十分注意を払う	0.7		

4-7　疲労余裕の評価項目

⑨　環　　境	%	⑩　騒　音	%
・清潔で条件の良い環境	0	・騒音なし	0
・少しの煙、汚れ、臭気、塵がある	0.2	・少しの騒音	0.2
		・周囲が騒々しい、時々休む	0.25
・煙、汚れ、臭気、塵がひどい	0.25	・非常に騒々しい、たまにしか止まらない	0.4
・煙、汚れ、臭気、塵が非常にひどい	1.75		
⑪　温　度	%	③　光　度	%
・温度調整ができて一定の好温度	0	・光度が安全で快適	0
・温度の変化が普通程度	0.2	・適度の光度で気安さが普通	0.2
・温度の変化があり、極めてよくない	0.25	・貧弱な光度、または、明るすぎて気安さを妨害	0.25
・温度の変化がひどく、極めて悪い	0.4	・非常に貧弱な光度または明暗のひらきが極端でひどく気安さ妨害	0.4
④　反復動作と緊張度	%	⑤　単　調　度	%
・全然ないかあっても少し	0	・興味ある非反復動作	0
・ときどき忙しい。ある程度の反復動作	0.3	・少し単調な動作	0.3
	0.4	・かなり単調だが、時々休める	0.4
・忙しく変化の無い反復		・絶えず高い単調を持ちつづけ、休み	0.7

・猛烈なピッチの変化がない高い反復作業	0.7	なし	
⑦　床	%		
・床がとても清潔 ・普通程度の床で、しめりけがない程度の清潔さ ・しめってざらざらで不潔な床 ・ぬれた床、すべりやすい床、ひどい凸凹	0 0.2 0.25 0.4		

（6）ST 設定の基本から応用へ

ここまで、ST 設定の手順と内容を解説してきたが、時代が進み、時計観測という基本技術を学んだ後、実務では次のような運用を進める活用が一般的になった。①時計の代わりにビデオを使う。②ビデオのスローモーションを使って仕事の中身を検討～改善する。③測定に当たっては徹底的に改善を進め、ベテラン作業者にレイティングを教え世界標準 100 で実施してもらった時間を用いれば測定時間は大きくスピードアップする、という方式である。そこで、**図 4-13** はこの要点を、また、その比較を**表 4-4** に例示した(参考資料)。

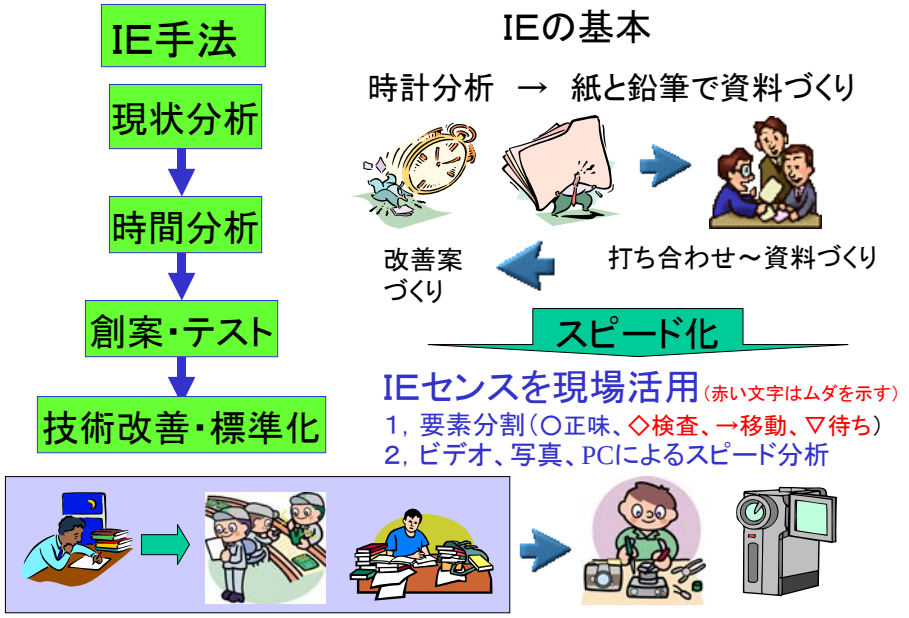


図4-13　現代のIE分析はビデオ分析~改善が主流

表4-4 ビデオ利用法、そのスピード改善性評価の例

No.	項　目	従来の方式（紙と鉛筆、会議室検討式）	液晶ビデオによる現場中心の改善
1	事前打ち合わせ	① 現場でビデオを撮る ② 事務所、会議室へ戻り打ち合わせ ③ 改善案を作成、再度、現場へ出て内容のチェック（最低3回は必要）	① 現場でビデオ撮り～再生確認、パントマイムで現状分析～改善検討、ほとんどの改善内容の確認は現場で実施 ② 標準化のポイントも確認（音声入力）
2	資料作成	① ビデオと分析用紙の利用が前提となる ② 分析用紙と改善提案用紙は別システム ③ 教育資料や標準書は改善案適用後に別途作成	① 簡単な改善はビデオ映写記録で済ませることが可能。教育も大半はビデオで済ませる対策が可能（視聴覚教育）。 ② 改善前後はビデオ記録を利用可能
3	改善手法活用	① ビデオ撮影＋別途準備したIE手法を用いた記録用紙にて分析 ② 改善手法はIEだけとなる危険性がある（決められた分析用紙使用の場合）	① IE手法は別途研修しておけば、パントマイムで改善手法の実践検討が主体となる ② スローモーション研究など、目視分析では出来ない内容の解析が可能
4	作業者へのPR	① 別途、説明資料の作成が必要 ② 改善発表検討会のようなセレモニーが必要になる例が多い。 ③ 改善内容は別途、現場へ持ち帰り、関係者へ説明～検討となる例が多い	① 改善検討時に現場参画による改善検討さらには、作業改善内容の確認、合意のとりつけも終了（現場参画改善） ② 資料作成は専門家に委託可能（外注化も可能）
5	スピード性	検討手順 ① ビデオ撮り ② 解析用紙による改善案作成 ③ 関係者説明（改善検討会など）が必要	現場で、現場関係者を入れた改善～確認の同時化が中心となるため、左記に対して1／5～1／10の工数で改善検討～標準化までが終了する例が多い。従って、短期間に多くの工程の改善着手も可能

このように、基本的な、時計と記録用紙を持ち現場へ向かう方法と、①～③の方法の違いは、例えば、初心者が始めて乗用車を運転するときに似ている。初心者が免許を取る時点では、ブレーキやブレーキ、さらに、アクセル時の左右確認に大げさな動作と確認を行ってきた。だが、ベテランが同時に数件の要件をこなす動作の差に似ている。さらに言うなら、両者の違いは、無料高速道路がある。しかも、混雑がないルートがあるのに、わざわざ、田舎道を探して遠回りして目的地に行く対処の差に相当する。表 4-4 は液晶ビデオと過去用いていた大型ビデオ式の改善の差を示したものだが、これでも 5 倍ものスピード差が出る。従って、現在のように多忙な技術環境の中で、紙と鉛筆と時計を用いた観測形態は、竹やりで機関銃部隊に戦いをしかけるような内容を意味する。以上、このような意味合いから、時間分析に当たっては、ビデオを大いに利用願いたい。さらに、**表 4-5** に示したように、PC のある時代にあって、標準書作成～改定のスピード化も併せて、工夫をお願いしたい。

表4-5 現場改善後の標準書のイメージ（見える化の要点）

工　程: 作業名:	改訂:　年　月　日 作成:　年　月　日	承認(印)	作成者(印)

作業工程分析内容(QC工程図)

No.	作業工程(順序)	工程記号	チェックポイント

写真1

写真2

写真3

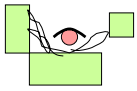
作業上の注意

1，・・・・・
2，・・・・・
3，・・・・

1，・・・・・
2，・・・・・
3，・・・・

1，・・・・・
2，・・・・・
3，・・・・

動線図など(例)



特記事項
（品質保証や安全など）
1，・・・・・
2，・・・・・
3，・・・・

４－２　ワーク・サンプリング法と余裕率設定

ワーク・サンプリング法（以降、WS 法と略称）は故・ティペット博士発案による作業分析手法である。博士は統計学の権威者だが、ある時、企業から「設備の稼働率を測定したいのだが、1 台に 1 名を割り付けて測定するストップ・ウォッチ法では、観測の手間が大変である。何とかならないか？」という相談を受けたことがあった。この依頼を受けた博士が、この企業につめて研究する中で、ある時、工場長が「生産の状況がうまくいっている時と、問題があって生産数があがらないときは概ね判る。その理由は、私は毎朝、職場を巡視するが、調子の良いときは設備が全部運転中であり、快適な音の下で生産が行われている。これに対して、生産量が出ない時は、ある設備に皆が集まりワイワイがやがやと対策に奔走している」という話をした。博士はこの時に「統計を使えば簡単に稼働率が測定できる。例えば、全くランダムな時間に設備の状況を見て、7000 回は稼動中、3000 回が停止状態なら、稼働率は 95%の信頼度で 70%として良い！」と考えたことが WS 法の開発のきっかけである。

（1）　WS 法の原理

では WS 法の原理を解説し、稼働率測定～ST の中に含める余裕率測定方法について解説することにする。**図 4-14** は統計手法の原理である。この種の内容は選挙で開票率が数%の段階で「当選確実」という内容がひっくりかえる例が無いことを見ても、信頼性の高い内容であることが判る（これ以外にも、この手法はテレビの視聴率、マーケット調査など多くの調査に使われてきた）。

統計解析を用いると、図に示したように、①ランダム・サンプリング、②期待する精度、③観測回数の 3 つの条件を満足すれば母数という内容が判らない対象の生起（事象の発生）率の把握が可能になる。なお、この詳細は**図 4-15** のようになり、そのまま設備稼働率測定から作業測定に利用された。

では、どのように統計原理を使って、設備稼働率の測定を行うか？その原理について、**図 4-16** を用いて解説することにする。図の左側は 4 台の設備が時間経過と共に稼動する状況と不稼動を示したものである。各設備の黄色いところが不稼動（休止）であり、その他の色（空色、青、緑、赤）が個々の設備稼働を示している。これに対し①～⑩と共にランダムに示された横線が観測時刻（観測点）である。このようにランダム性が確保されると、測定によって、各設備の稼動／不稼動の状況が回数で集計される。このケースでは、稼動が 25 回、不可動が 15 回（合計 50 回）だが、稼働率は 62.5%となる。ここで、この値と連続観測による値との比較が必要になる。すなわち、1 台ずつの設備稼働を正確に観測した結果との比較である。

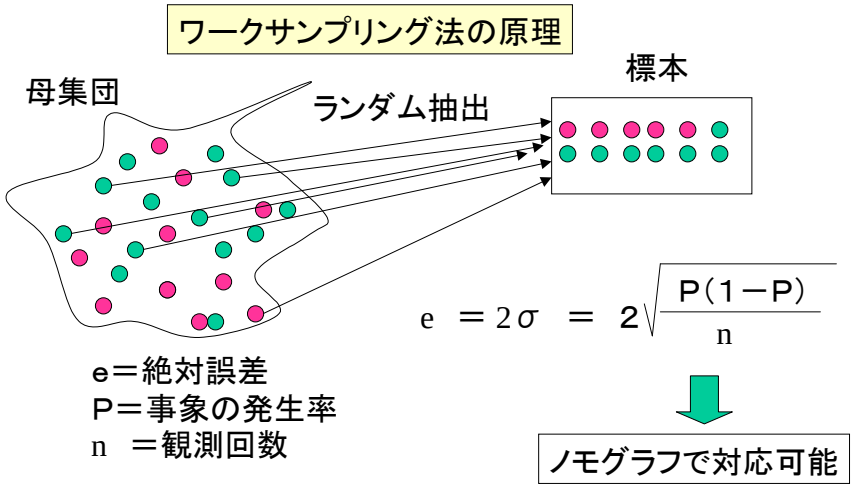


図4−14 ワーク・サンプリング的瞬間と統計理論

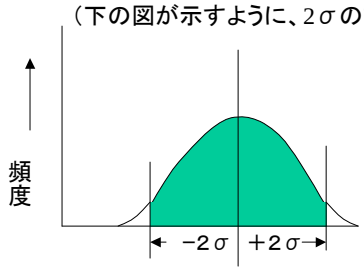
ある機械工場で平均停止率を調査することになった。まず、サンプル数はN=1,000とした。
この状況で停止が280回あったので、P=0.28だった場合、絶対誤差e＝？

e＝絶対誤差
P＝事象の発生率
n ＝観測回数

$$e = 2\sigma = 2\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

$$= 2\sqrt{\frac{0.28(1-0.28)}{1,000}} = 0.028$$

この結果から、絶対誤差は2.8となり、0.28＋0.028＝25.2 ～ 0. 28－0.028＝30.8となる。
また、この計算式は95%の信頼度なので、100回に95回がこの値に入ることを示す。
（下の図が示すように、2σの計算式は95.45%の信頼度となる）

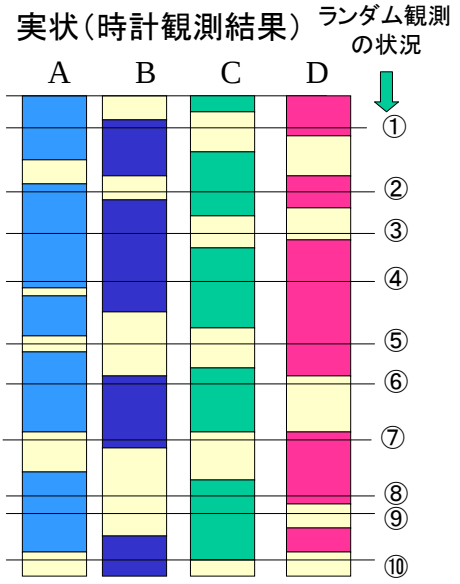


メモ：N個のサンプルから求められた平均値Pは、真の値を中心として±eの範囲にあると言うことが、95%の信頼度で言えるということである。逆に言えば、P±のどこかに真の値があるということを示すため、eで表す許容誤差のことを絶対誤差と呼ぶ。
また、この絶対精度eが平均値Pに対してどれだけの割合に相当するかを示す場合、e/P＝Sとして、相対誤差と定めて用いることがある。

図4-15 WS法による発生率、誤差、観測回数の関係

なお、時計観測によるストップ・ウォッチ（SW）法の場合、1 台の設備に各 1 名、合計 4 名がつきっきりで時計観測に当たり、個々の設備の稼働時間を集計した結果は 63.8%となる。ここで、WS 法との比較となるが、両者を比較すると、表に示したように、大差がないこと、また、WS 法は 1 名で 4 台の設備

稼働率であり、SW 法より測定効率が高いことを示している（この例は設備稼働率測定だが、人が行う仕事の分析～仕掛かりや、各種機器が通路を進行する状況などの状況分析にも適用可能である）。



ランダムサンプル結果

	稼動		不稼動	
①	///	3	/	1
②	///	3	/	1
③	//	2	//	2
④	////	4		0
⑤	/	1	///	3
⑥	///	3	/	1
⑦	//	2	//	2
⑧	///	3	/	1
⑨	//	2	//	2
⑩	//	2	//	2
計		25		15

	稼動率	不稼動率
WSの結果	62．5%	37．5%
時計分析	63，8%	36．3%

図4-16　時間分析へ統計の応用原理

（２）　WS 法活用の実務

では、WS 法による観測の手順を**図 4-17** に示すことにする。ここで、重要なことは、現状把握である。実情がどうなり、どのような改善を図り、結果として現状分析データをどのように使い、今後、どのような改善を目指して現場のモノづくりや力量をあげるかといった目的を明確にした対処である。これを観測の意義というが、この種の内容を関係者に話しておくことは、観測をスムーズにするだけでなく、改善点の発掘や被観測者と観測側の人間的な障害の除去にとって重要な内容のひとつとなる。特に①観測終了時に仕事の内容を聞いて確かめる。②観測は瞬間なので、前後関係を見て、現場に内在する問題点を把握したり改善策を討論する。時には、改善要求を現地、現物で確かめて改善案創出～改善内容をデータで強化する。また、③測定者がランダム時刻表を活用するということは、時々、大きな余裕時間を持つ WS 法の活用に付加された重要な対処（利用法）である。このため、「観測者が投入した時間に見合うだけの問題と対策を考える策も併用するチャンスを与える。WS 法の活用で大切なことは、「改善策は測定時に気づくのである」ということが観測前に観測者に指示される。その理由は、観測データを集計した後に作成する単なる円や棒

グラフを眺めていても何も出てこないからである。また、このような処置より、「問題、作業や設備稼働の実態、改善点を同時に見て、WS データで改善の必要性を裏付ける」という活動を進めることが WS 法を活用する重要な対処となっている。なお、WS 法を使う方々は、このような準備は[手順 0]に盛り込み、実施して行く重要な要件ひとつとお考え願いたい。

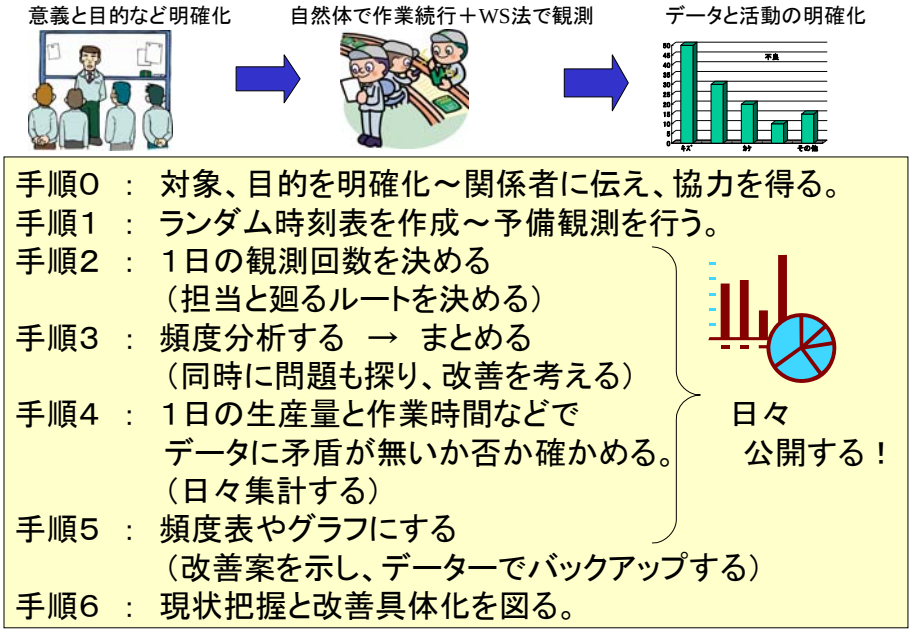


図4-17 WS法を実務に適用する手順

では、手順に従い、一般的に行われる余裕率測定の場合を例として観測の内容を解説することにする。

［手順 1］はランダム時刻の作成である。**表 4-6** にその例を示したが、これは市販されている 1 日 8 時間労働用、1 日 25 回測定用のランダム時刻表の一部である。作成原理は、コンピュータの中でサイコロのようなものを振り、全くランダムに時刻を得たものを並べた時刻表であるとお考えいただきたい。また、表の 1 つの欄をご覧願うと（ ）があり一番目が 0:05 となっているが、この（ ）は 19 番目に得た時刻を示す。以下、1～14 までは（ ）がつかず値も無いが、ランダムに出された 14 回分は除きランダム時刻が出てきたという内容を示している。このようにして 16 番を示す時刻～25 番目に出た時刻が記載されている。この表から、読者の皆様には、時間間隔はランダム、サイコロを振って出た時刻も、番号も、（ ）内を見ると全く規則性が無いことが判ると考える。2 欄以降も同じだが、1 欄と比較しても全くことなる時刻列が記載されている点にご注目願いたい。なお、どの表を選ぶかもランダムに選定を

お願いしたい。

表４－６ランダム時刻表（R.M.Barnes:Work Sampling の一部より抽出 ）

1	2	3	4	5	6	7
(19)0:05	0:20	0:10	0:15	(18)0:05	(23)0:10	0:15
0:20	(18)0:50	(16)0:35	0:25	0:25	0:25	(21)0:20
0:55	(24)1:20	0:55	(16)1:20	0:45	(21)0:35	(16)0:35
(22)1:10	(21)1:45	(24)1:00	1:40	1:05	0:40	(15)0:50
(20)1:20	1:55	1:10	1:55	(21)1:50	1:10	1:00
(24)1:35	2:00	1:45	2:00	(20)2:10	1:20	1:25
2:30	2:30	(19)2:00	2:30	2:20	1:30	(23)1:40
3:05	2:40	2:05	(15)2:50	2:30	2:25	(22)1:50
(16)3:10	3:10	(21)2:45	3:10	(19)2:35	2:35	1:55
(25)3:15	(23)3:30	2:50	(18)3:30	(17)2:35	2:40	2:45
3:25	(22)3:40	(22)3:00	3:45	(23)3:00	(24)2:55	(25)3:05
(21)3:45	3:50	3:20	3:50	(16)3:10	(19)3:05	3:50
4:00	4:05	3:30	4:30	3:40	3:15	(19)4:00
4:10	(16)4:15	(20)4:40	(20)4:40	(24)3:45	(17)3:25	4:25
(18)4:35	(17)4:20	4:45	5:10	(15)4:30	(15)3:30	(18)4:45
4:55	(19)4:25	4:45	5:20	5:00	3:40	(20)5:00
5:00	4:30	5:00	(17)5:30	5:45	(16)3:50	5:10
(15)5:05	(15)4:35	(18)5:55	(25)5:45	(22)5:50	4:00	(24)5:15
(17)5:35	5:20	(25)6:00	(19)6:15	5:55	4:15	6:20
5:55	5:35	6:05	(21)6:15	6:00	4:25	6:25
(23)6:20	6:15	(23)6:35	6:20	6:35	(18)4:35	6:50
6:45	(20)6:40	(15)6:40	(24)6:25	6:45	(22)5:40	6:55
6:50	(25)6:45	7:10	6:50	(25)7:00	(25)6:45	7:15
7:10	7:10	7:35	7:30	7:45	6:55	7:40
7:25	7:35	(17)7:50	7:55	7:55	(20)7:35	(17)7:45

【利用方法】8:00開始、No.1選定の場合、8:00+0:05→8：05・・・として、12:00～13:00昼食の場合
8:00＋4:00→12:00は昼休みとなるので、さらに＋1して13:00とする。

では、この表を用い、8:00～17:00 間（昼休み 12:00～13:00）で働く職場における測定時刻の設定方法を例示することにする。その内容は表の下に例示したが、例えば、1 欄の 1 番目 0:05 は 0:05＋開始時刻 8:00＝8:05 分に瞬間観測すべき結果を示している。以降、この方式で、表中の指定時刻＋8:00 で算出し、この表では 4:00 まで、すなわち、4:00＋8:00＝12:00 まではこの算式で算出する。だが、4:10 となると、12:10 となり、昼休みになってしまう。当然、昼休みは仕事をしていないので作業測定は出来ない。そこで、「4:10 は開始時刻 8:00＋昼休み時間 1:00 の 9 時間分を加算して 13:10 に観測すべき」となる。以降、1 欄の最終 7:25＋9:00＝16:25 まで設定して観測時刻とする。先に、4:00 は 12:00 としたが、13:00 の開始にしても良い。このような場合は測定前にどちらを測定時刻に選ぶか？をルールを決めて測定する。以上が、1 日 25 回の測定のケースだが、もし、1 日 20 回でよいという場合、好き勝手に時刻を選んではならない。これはランダム性重視を守る対策だが、このような場合、(25)～(21)の時刻を取り除いて 20 回とする。また、ここまで、1 欄の時刻の扱いを述べてきたが、1～Ｎまでこの種の表があり、実際に測定する時刻を決めるための計算方式は同じだが、1～Ｎの中からランダムに選ぶというのが一般的である。ランダム時刻表は、どのような選び方でもよく、1 日目 5 欄の表、2 日目の測定は 23 番の表、といった選び方もある。要は決まった時刻に

観測する弊害は、その時刻の近くに観測者が訪ねてくる予測を外す。さらに、先述したように、ランダム時刻表が一定しないことを利用して、観測者は時間的に多大な余裕時間がある時には、必ず、「改善すべき！」と思った現場へ再度の訪問を行い、作業状況を観察して改善を考える対策をお願いしたい。なお、観測当初、観測者が WS 測定に当たり、慣れていない場合、要素作業をどう定義するか？現場観測するルートや観測する位置(地点)をどうするか？・・など、この種の内容の実践～打ち合わせや取り決めを行う必要が生じることがある。そのような場合、よく実情を見てルール設定をお願いしたい。また、WS 法では、短期間にデータを整備する要求が多いが、このような場合、数名で観測を行う方式が採られる。このような時には、予備観測としては 2 日程度行うことをお薦めしたい（なお、この種の測定環境の整と共に、予備観測時に得たデータは、その後に行う本観測のデータと統合させる）。

［手順 2］は 1 日あたりの観測回数の設定である。その状況を**図 4-18** と共に示し、解説することにする。観測回数の設定には、予め絶対誤差を決め、予備観測データを参考に事象の発生率を見積もり（この時点では正確なものが無いので仮に予備観測データを回数設定のデータに使う）、統計の算式を用いて計算する。だが、既に計算式を使わなくても、このためのノモグラフが著書などに出ているので、それを活用する方法がある。いずれにせよ、この例では、発生率 30%程度の対象に対して、2%の絶対誤差を狙うと 2,200 回の測定が必要な例を示している。

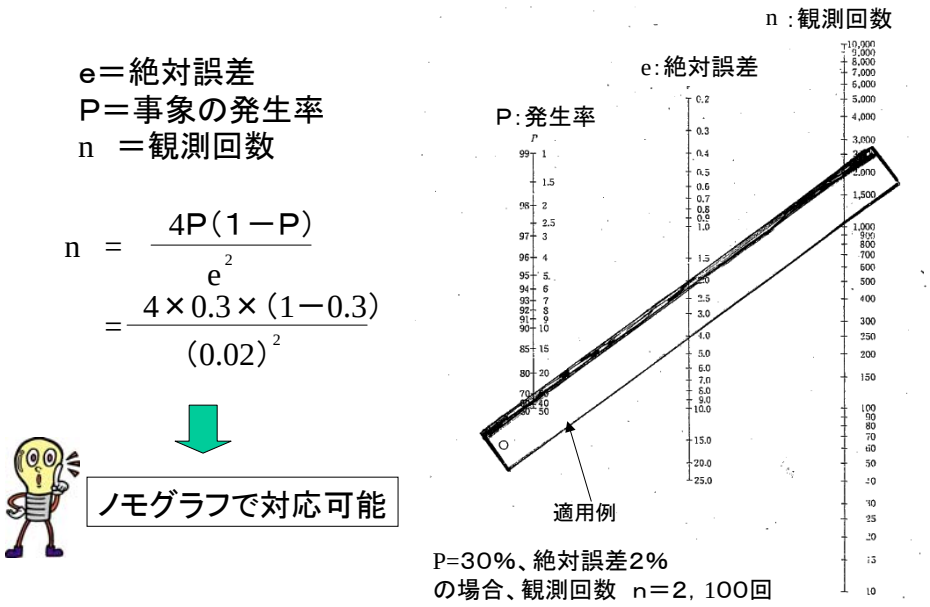


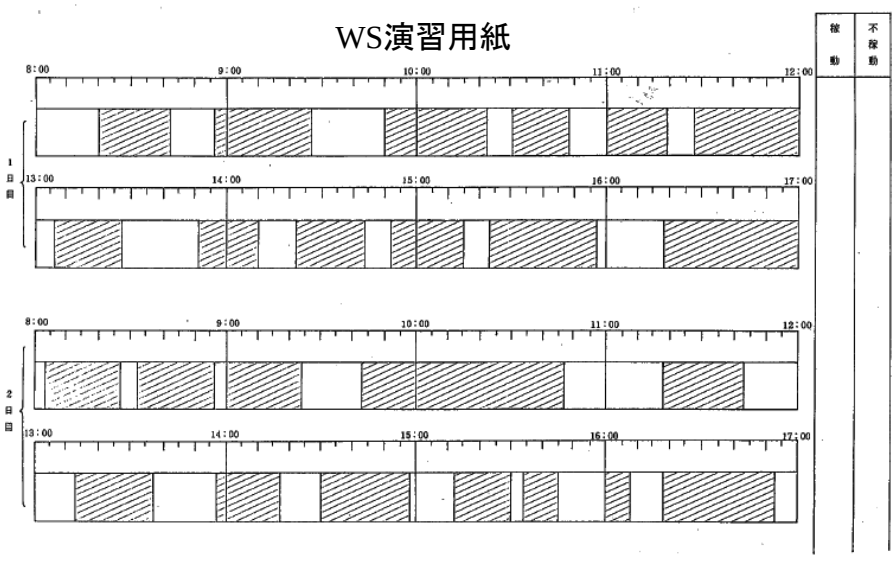
図4-18 WS用のノモグラフ

この種の観測は、確かに精度が高いほど良い。だが、一般に、作業測定の場合、2%という高い精度まではいらないはずである。そこで、この値を仮に 5%とすると、観測回数は 340 回程度となり、この条件で良ければ、340÷（25 回/日）＝13.6 日(1 週 5 日の場合が約 3 日)となる。この場合、3 名で同時測定すれば 340÷（3 名×25 回/日）＝4.5 日とするか、「5 名×3 日で測定を終了させ、残りの 2 日間を改善に当てよう」といった観測方式が採られる（実務的にも、この種の観測法が多い）。なお、本観測では 340 回から予備観測回数を引いた後、25 回/日×観測者人数で割った値を基にする配慮をお願いしたい。

［手順 3］は WS 法による観測本番に入ると、［手順 4］は測定対象になった観測日に特別なことがなかったか？とか、生産数に ST を掛け、WS による観測時間の比率と比較して両者が合うか（矛盾が無いか）？をチェックする必要が生じる。要は、WS の信頼性を把握するためである。

［手順 5］は観測データを製造現場に公開する内容だが、公明正大性を現場と約束した内容を果たす事項であり、これは[手順 0]の実践である。

［手順 6］はレポートとして WS による観測結果を報告書に作成する手続きであるが、その種の用件は、観測結果の取り纏めとなるため、ここでは記載と解説を省略した。以上、ここまでで WS 法に関する全ての解説は終わることになる（予備観測の参考として、下に演習問題を例示しておくので、ランダム時刻表を活用した練習にご活用いただければ幸いである）。



（3）　WS 法利用による実務的な作業分析（余裕率測定を含めて）

1980 年代、まだ、日本では「WS 法活用の初期」といった時代だった。この

ため、余裕率測定には 1 ヶ月もの時間を費やし、5～10 名もの関係者を投入する観測が大手の企業で盛んに行われた。精度を重んじたからである。計算してみればわかるが、先の 30%の発生率に対し、一ケタ精度をあげ 0.2%とすると、観測回数は 2,100 回が

（4×0.3×0.7）÷（0.005×0.005）＝33,600 となり、16 倍、すなわち、3 人で 5 日の測定が 16 倍×5 日＝80 日となってしまう。実施すれば判るが、2 ヶ月もの測定は、理由は判っても、観測を行う関係者が我慢できない。また、同じ時間を使うのなら、その時間を改善に回した方が経営的にもメリットが出る。そこで、実務的には、精度は 0.01 程度で我慢して 1 ヶ月で済ませようという内容となった。また、現在、観測期間はさらに短縮されている。その理由は、WS 法の精度向上は「学問的には納得するが、製品ライフサイクルが短く､人件費が高い状況で、そこまで精度を追わなくても観測データは使える」という理解に変化してきたためである。このため、先に示した 3 日程度の測定で済ませる測定方式が一般的な WS 法の活用形態となっている。

WS 法は瞬間観測した仕事を事実としてどのように捉えるか？が最も重要な要件となる。そこで、つぎに、WS 時に何をどのように見るか？について設問形式で紹介することとする（実務展開の準備としてご活用下さい）。

設問　WS的な現場診断

WS的なワンルック改善発掘法は、瞬間観測で動作経済の原則を実務的に活用することが重要である。この種の手法は、既に、安全や5Sパトロールやisoシリーズで問題発掘～改善点指摘、という形で、現場診断技術の一部として多くの場で実施されてきた。では、その種の内容を『写真法』の形で示すので、改善策の提示をして下さい。

記載欄 ： 各ケースにおける改善点を例示して下さい。

ケース 1 は棚の状況、また、ケース 2 と 3 は作業の状況を示す。ランダム時刻表の時刻にこのような作業の場合、WS 法による測定では、ケース 1 は部材の取り出しは無く、作業者もいないので人の作業の測定では無視することにな

る。これに対し、ケース 2 は作業中（ケガキ作業）、ケース 3 は材料の取り出しという判定を瞬間的に行う。もし、ランダム時刻表の時刻から少しでも遅れる場合、作業が進行しているために測定内容が変わってゆく。従って、このような誤差は WS 法が持つ測定誤差となる。このため、1 桁精度をあげて回数を多くする方法より、瞬間観測とランダム性を重視すると同時に、ビデオを用いて、定められた時刻になった仕事を瞬間的に撮ったものを利用する方が良い。このような理由とビデオ活用もあって。現在、日本の各社では、ランダム時刻表を工夫して、WS 法の測定期間を 1 ヶ月の測定から、3 日の測定×1 日 25 回を 75 回・100 回に増す測定方式が採られる。

測定精度に関する実務的な解説はここまでとして、ケース 1～3 には改善すべき問題が内在している。その多くはストップ・ウォッチ法により済ませておくべき要件だったが、事実は、現場の事情に伴い変化する仕事も多い。その種の例として、例えば標準作業で決めた通り全てが行かない例があった。さらに、改善レベルがあがると、WS 法による分析時に新たな改善を発掘するケースがある。では、その種の問題を例示することにしたい。ケース 1 だが、この例を見ると、「棚から物品が取りやすいか？」という疑問がわくはずである。そこで、改善をつめると**図 4-19** のような改善になる。すなわち、下の機材はしゃがんで取るのがムダ。また、棚は空気の置き場なので、棚間をつめ、写真の左に描いた斜め棚にした方が、部材が見やすく採り易い構成となる。

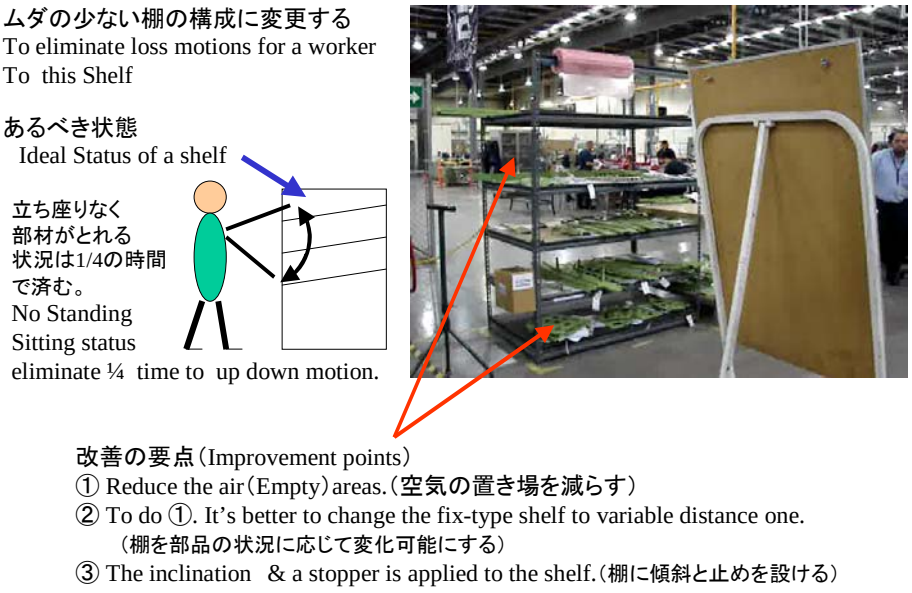


図4-19 置き場の改善

先に解説したように、WS 法はランダム時刻表に基づく観測である。また、

職場全体を見るため、「空き時間があり、良い方法があれば、短時間ではあるが、現場関係者と話をする」ということが許されているが、WS 法では、この種の改善様式は大いに取り上げる要件とされてきた。

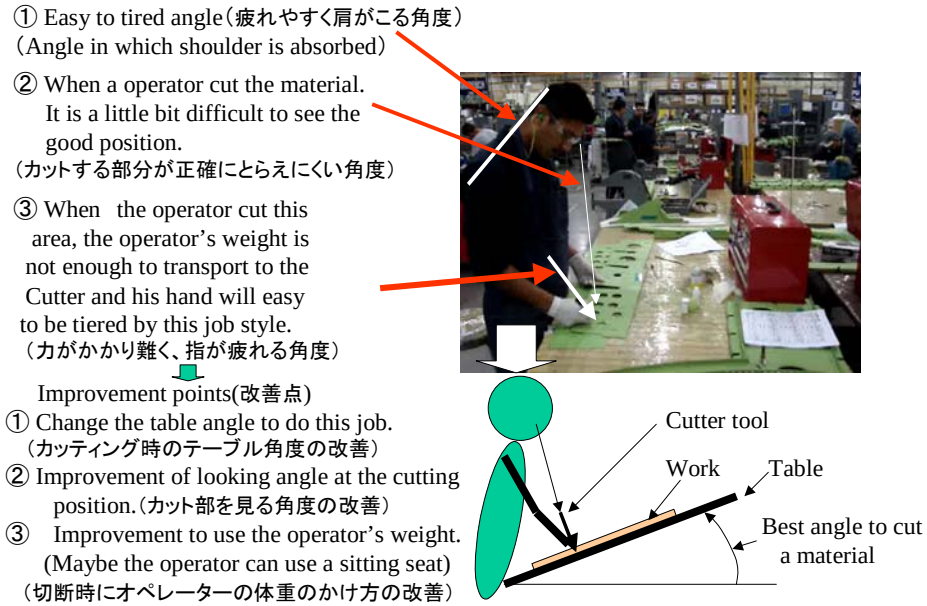


図4-20　作業姿勢とカット時、力の容易化の例

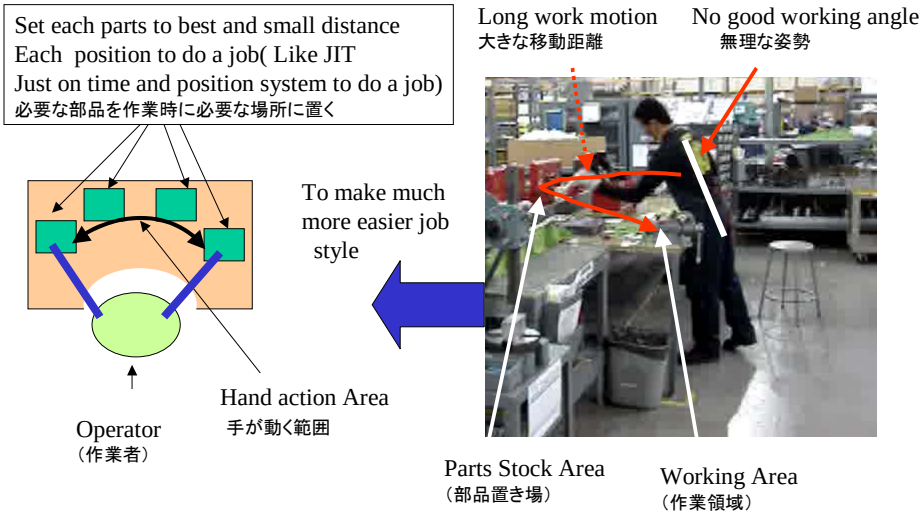


図4-21　部品置き場の距離低減

次のケース 2 と 3 だが、**図 4-19 と 20** に示したように、動線を入れれば改善が必要な対象であり、WS 法による観測後、再度、ST 設定内容を見直す対象となる例である。

以上、WS 法においても、「現場測定は改善の発掘」という思想と実践を進めながら観測に当たることが肝要である。WS 法においては、このような観測と改善を進めた結果、例えば、**表 4-7** のように観測データを集計して、余裕率対象内容は余裕率として評価した上で設定を行うが、ここで、また、このデータを見るとマクロ的な視点から改善の検討に入る。この分析例はある機械加工職場の分析だが、観測時に要素作業の取り決めをして観測結果をまとめた結果、付帯作業＋余裕＋不明が 37%という大きな値になっており、この例では、段取り作業が 20%強、このため、正味が 42.7%と半分、しかも機械操作に大きな時間が取られていることが判った。要は、お金になる仕事の比率がたった 15.7%という状況だった。このように、まとめた WS データは、再度、総合的な視点で眺め分析して改善をつめる必要が生じる。なお、詳細な記述は省略するが、この例では、レイアウト変更を進め、不明な移動や歩行の減、ワンタッチ段取り対策、機械操作の IT・自動化を設計段階から進めて正味率をあげる対策を図った。以上、ここまでに解説したように、我々は、いろいろな切り口からデータを分析して改善点を見つけることを WS 分析活用の要点とすべきである。なお、この時に用いた WS 分析用紙を**表 4-8** に、また、ストップ・ウォッチ法と WS 法の違いを**表 4-9** に例示したので、実際に、読者の皆様が WS 法を使う場合の参考になれば幸いである。

表4-7　WS法による現場観測結果（例）

	要素作業	生起率%		要素作業	生起率%
正味作業	機械操作	15.3	付帯作業	機械掃除	1.0
	検査測定	5.2		作業指示	2.8
	切削中	15.7		ダライ粉掃除	0.2
	ダライ粉とり	0.5		治具・バケットの搬送	0.2
	図面解読	2.3		搬送（製品）	7.0
	手入れ	42.7		部品の員数チェック	1.0
	小計	42.7		歩行（工具などを探す）	5.5
段取り作業	加工物の取り付け・外し	9.3		小計	17.6
	加工中の検測	3.5	余裕・他	記帳	2.0
	ゲージ合わせ	0.8		私的行為	0.1
	工具・刃物の交換	1.4		整理・整頓	0.7
	工具を探す	1.7		生理的欲求	0.9
	芯　出　し	1.6		伝達・打ち合わせ	2.6
	治具の調整	0.6		疲労余裕	0.7
	治具の取り外し	0.6		待ち	2.3
	小計	20.3		その他	1.8
	合　　計	63.0		小計	12.1
				不　明	7.3
				合　　計	37.0

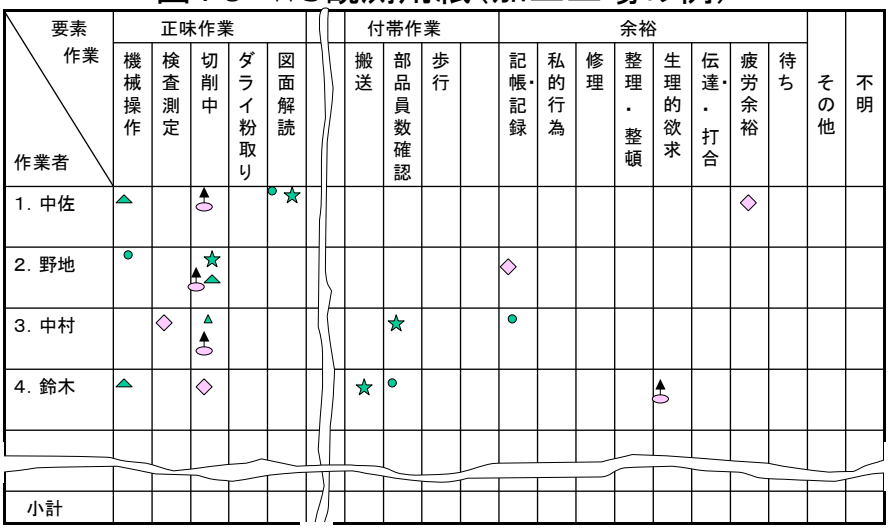
問題点 加工中の比率が低い！

設計段階からの自動化の対象

段取りのシングル化改善対象

改善の視点 ・レイアウト改善と ・連絡網の整備でかなり減らせる

図4-8 WS観測用紙（加工工場の例）



ランダム時刻表に基づき、観測位置を決めて、下記記号を用いて要素作業の実態をつかむ。

時刻と記号：● 8:10 ☆ :8:25 △ :8:30 ▪▪▪▪▪▪ ◇ :15:15 ▲ :15:15 ▪▪▪▪▪

表4-9 ストップウオッチ法とワークサンプリング法の比較

項　　目	ワーク・サンプリング法	ストップ・ウオッチ法
1，測定方法	複数の対象を設定して瞬間観測による測定を行い、頻度として状況把握を行う。	1：1方式で観測対象の仕事と時間を、時計を用いて、連続観測する。
2，観測結果	頻度をベースに仕事や余裕、ムダなどを発生事象と比率でとらえた後、観測期間を基に、時間値を算出する。	時計観測による時間値そのものが、各事象の観測時間となる。
3，観測費用	1人で複数対象が測定できるので、一般に、ストップ・ウオッチ法より安価	ビデオ利用の測定で無い場合、1：1のため費用と時間がかかる。
4，状況把握	瞬間観測であるため、一瞬の見逃しが発生しやすい。また、観測データが頻度で（1時点を示すので）仕事の前後関係は別途把握する必要がある。	全記録を記載するので仕事に関する問題と理由、前後関係で仕事の遅速などが発生した時、把握可能である（ビデオ利用はスロー解析なども可能である）。
5，レイティングの評価	瞬間観測なので、製造現場にレイティング100で仕事を進めていただく要求や環境が無いと、この評価はできない。	作業手順の全てをとらえるため、レイティング評価は可能。
6，被観測者の感情と作業者との対話	瞬間観測とランダム観測なので、被観測者は気にならない形で作業が進められる。また、観測中に起きる問題や事象の確認と改善追求が測定中にできる。	1：1のため被観測者が慣れないと意識した環境での作業となる例が多い。また、例えばトイレへ行くなどの個人余裕の観測には不向きである。
7，適用対象	複数設備の稼働率測定 人が行う作業に関する余裕率測定	ワン・サイクル作業（その要素毎）分析

４－３　PTS 法と改善

人が科学を重視する理由は、①内容が論理的で判り安い。②分析内容がムード的でなく定量的である。③繰り返し性が高く、将来の対処に再現・確実性が高い点にある。IE は『仕事の科学』と言われるが、仕事を科学的に解析して活用することは、極めて重要な対策法である。本書では、ここまで、工程分析、ストップ・ウオッチ法、ワーク・サンプリングと進めてきた。だが、「毎回、同じような測定を毎回繰り返すのではなく、人の仕事を分析した膨大なデータを、新製品立ち上げなどに利用し、作業編成や必要工数と人員の見積もりをする。また、立ち上げスピードの向上や人件費を中心とした費用見積もり精度の向上に使えないだろうか？」という要求を持つ方は多いと考える。だが、既に、このような要求は先人も持ち、対処してきた。そこで、以下、このような要求に対処している PTS 法（Pre Determined Time Standard System）について解説することにする。

（1）　PTS 法の開発、メナードの努力

PTS 法の概要は**図 4-22** に示した通りである。この手法の研究は 1920 年頃だが、PTS 法には、1948 年にメナードが発表した MTM 法（Method Time Standard）と、1935 年にクイックが発表した WF 法の 2 方式がある。なお、この手法は、各社で多くの手法開発を進めるまで、特定の専門機関が特許的な制度を運用して、手法の教育と資格制度を付与する仕組みが運営されてきた。

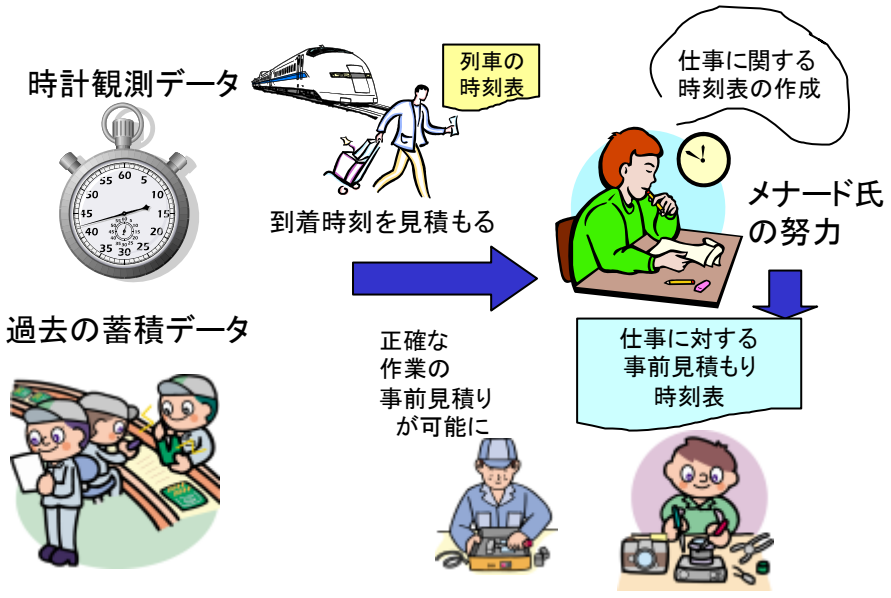


図4-22　PTS（既知時間分析）法の概要

PTS: Pre Determined Time Standard System

では、PTS 法の特徴と開発の歴史を追うことにしたい。PTS 法は大きく 2 つに分かれるが、MTM はノーマル・スピード、WF はやる気のペースというレイティング面であり、WF 法の法が早く、そのスピード差は 25%である。では、ここでは、一例として、MTM の創始者であるメナードの活動を追い、標準時間の設定原理を追うことにする。

メナードはある米国企業でIEエンジニアとして標準時間の測定を行っていた。しかし、企業は倒産、困っている時に、折良く「これから製造する新製品に対して、コスト低減が十分にできて、実際に組立作業を行った場合、誤差が少ない手法を科学的に提示した方に賞金を出す」という案内を見た。この広告は、問題解決に Wanted を掛けた広告だったが、この広告を見たメナードは、即座に、「現在持っている膨大なデータをベースに仕事に対する時刻表を作成する」という発想を持ち、その対策に取り組んだ。その結果、仕事に対する時刻表を完成し、メナードは、賞金を出す企業を訪問して、新製品対象となっている組立製品を借用し、製品を分解、組立手順を決め、作業方法も改善しながら時刻表から時間を見積り、作業手順書＋ST とした。メナードはこの検討資料を、賞金をかけている企業に持ち込まれたわけだったが、その企業が予想していた作業工数に対して 30%以上もの組立工数の低減を果たした。加えて、作業手順をベテラン作業者達に示し、実際に組立作業を行ってもらった結果、計算結果と5%の誤差で組み立てが完了するという成果を得た。当然、メナードは賞金を取得したが、以来、この、「時計無しで正味・標準時間が見積もり可能な手法！」が世に広まっていった。以上が MTM 法誕生の逸話である。

その後、この手法が更に研究され現在の PTS 法になったわけだが、その特徴は、**図 4-23** に示したように、仕事の手順と条件が整えば、時計を使わないで標準時間の正味時間が事前見積もりできる点にあった。特に、時刻表に使う時間はレイティング済みの時間値を使うので、この面の訓練は不要になった。また、「時間が掛かる仕事はムダ」という見地で手順や仕事の条件を検討して行くと、定量的に改善も進めることができることも判った。特に、新製品のライン立ち上げに PTS 法を活用すると、原価低減、新製品立ち上げスピードの効率化が図られるため、過去、勘と経験、頑張りで立ち上げを図る対処に対して、極めて効果的な取り組みになった。このため、日本ではライン・コンベアのように繰り返し性が高く、1 分以内という短時間で仕事が済む作業に WF 法が盛んに導入されていった。特に、電気製品組立ラインへの適用が盛んになされたわけだったが、ご承知の通り、ここでは、常にムダ排除を図って原価低減が必要なる。また、新人の早期育成に対し、仕事の手順と時間、ムダ排除を科学的に進めることが可能だったため、多くの企業で活用された。さらに、WF 法を用いれば、新ライン創設前に投入人員や原価目標が論理的に算定できる。また、生産立ち

上げに関する問題も WF 法の内容を横に置いて比較・解析すれば明確、かつ、定量的に改善内容が把握できるため、PTS の有効性を大きく高めた。

一般に、MTM 法は鉄鋼産業など、作業ペースを早く出来ない長サイクル作業に適用して行く例が多かった。その理由は MTM 法の構成が、前段取り、正味作業、後始末まで一連の仕事の流れを分析するという特徴を持っているためだった。MTM 法を使うと、仕事の手順設定にモレがなく、改善を進めながら標準時間設定に役立つという内容が内在していたためである（MOST と呼ばれる手法はこの面を体系化し、JMAC（(株) 日本能率協会コンサルティング）が提唱する手法として産業界で使われてきた)。これに対し、WF 法は細かな作業の改善～正確な時間見積もりを可能にしたこと、また、MTM より 25%スピードが速い（やる気のペース）ため、コンベア・ラインを持つ家電製品などの生産を進める組立ライン生産を進める企業に普及した。

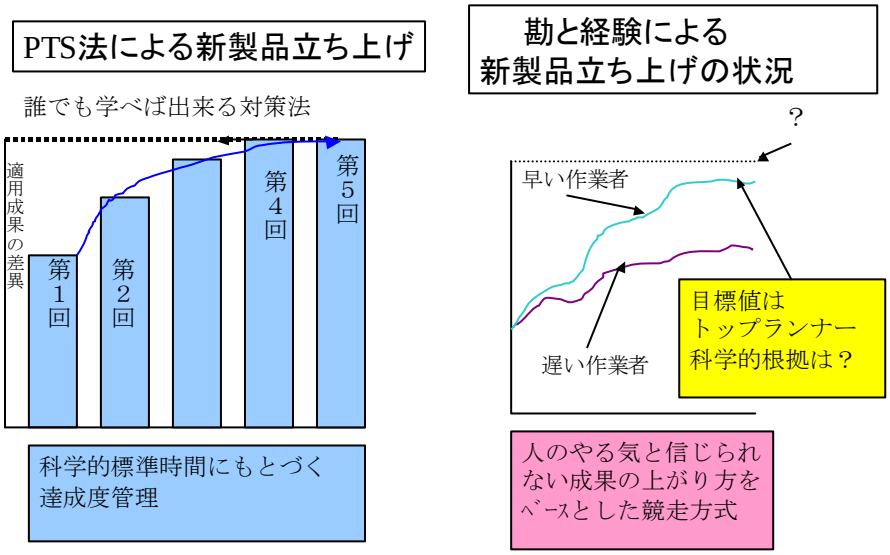


図4-23　PTS法を活用した新製品立ち上げと、勘と経験による立ち上げの差（セル生産の例）

（2） PTS 法による正味標準時間の算出

では、PTS のひとつである KYS 法（簡易要素作業分析法）を紹介することにする。PTS 法の特徴は**図 4-24** の上に示す通りだが、WF 法には、図の下に示す 3 種の方式がある（この 3 種の差は精度を基とした分析の詳細程度による区分である)。ちなみに DWF は名が示す通り Detail の分析に適する手法であり、「一般の方が習得するのに 1 ヶ月程度、1 分の仕事の分析に 2 日程度を要する」とされている。これに対し、最も精度が荒い AWF でも習得は 2 日程度である。そこ

で、ここでは、その種の詳細分析の前段に初心者が学ぶ、KYS を紹介することにする。その理由は PTS の原理と時間見積もり方法が解れば、その他、詳細分析をする WF 法の理解が可能になるからである（また、現在、多くの企業で活用が盛んなモダプツ法など、世の中に多種ある PTS 法の習得が早くなる）。では、PTS 法のひとつである KYS 法の解説に入ることにする。**図 4-25** は KYS 法による要素作業区分である。KYS 法では、人の仕事を分析すると基本的にはこの 5 つとし、ここに定義された内容を使って作業手順を分析する。「時間は仕事の影」という言があるが、正に、KYS 法による時間見積もりは、この基本動作要素を基に、仕事の手順と難易度を見て時間を加算して行く方式である。また、この手続きは、時刻表で列車やバス、歩行や自転車などを使って目的地へ行く距離や難易度を評価して積算した結果が到着時間として算出する手続きに似ている。

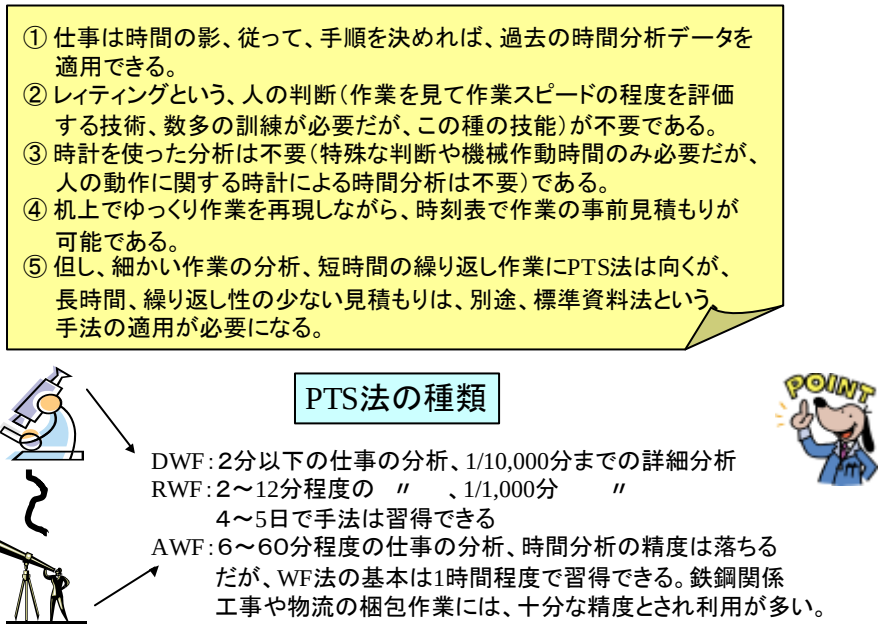


図4-24　PTS法の特徴

では、**表 4-10** に移動動作を示し、その解析内容を紹介することにする。まず、表の見方だが、左側の欄をご覧願いたい。移動距離と記載されているが、この“移動”は手の移動距離を示している。ちなみに、＜8 は 8cm 以下の手の移動を（一般には指先の移動を）示す。ねじを回したり、指の 1 動作で部品を手元に寄せるなどの動作がこの種の例である。次の 8～50cm は、手と上腕の動作距離を示している。次に、時間見積もりの前に区分する“難易度”がある。A クラスは容易な動作であり、枠内に解説がある動作が全て A クラスとなる。これ

に対し、B クラスは、枠内に定義されているような難易度が高い内容を示す（KYS 法ではこの 2 種類しかないが、「動作の難易度や移動距離も幅があり過ぎるのでもっと細かくわけるべき」という時には、AWF さらに、RWF、さらには、DWF というように詳細分析が可能な手法の勉強が必要になる）。このように、KYS では粗い区分で時間を見積もるが、その時間値は、仕事の手順と難易度などを評価した後、表中に〇で示された値を選定することで時間見積もりを行う。

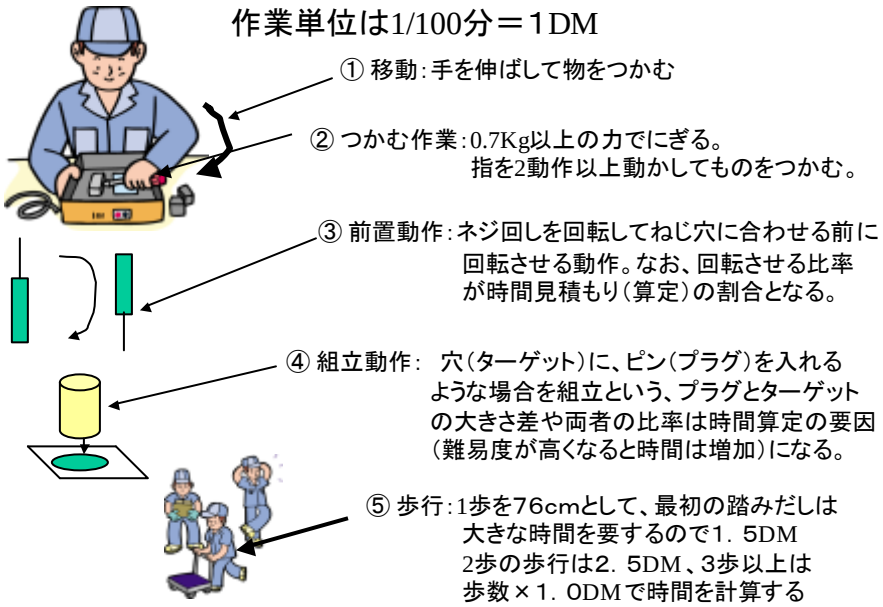


図4-25　KYS（簡易要素作業分析）法の動作分析の要素

表4-10　KYS法、移動（Tr）の計算（規則と時間見積もり）

出展：産業能率大学　経営管理研究所

【記号の意味】 ～：迄 ＜　：未満 ＞　：超 （　）の中は時間値 1DM＝1/100分 を示す。		分析のルール定義 Aクラス（容易な）動作	分析のルール定義 Bクラス（難度が高い）動作
		①軽い物を漠然としたところへ投げる動作、②別に注意せず、迅速に手を動かす動作、③物をつかむため、または、手を物の上に置くため手を伸ばす動作、④物を漠然とした位置に置くために運ぶ動作	①手をのばすと同時に胴体が動かす必要が生じる動作、②直径50mmの円や球より小さい空間を狙って動作を終わらせなければならないような「運ぶ」「手を伸ばす」動作、③刃物や火などがあり、用心を必要とする移動、④障害物をよけるため経路が円より鋭く曲がる動作
移動距離cm	＜ 8	反復するときは2動作につき（0．5）	（0．5）
	8～50	（0．5）	（1．0）
	＞50～100	（1．0）	（1．5）
	＞100	（1．5）	（2．0）
重量または抵抗の追加 ＞ 0．9		＋（0．5）	＋（0．5）

（1）表の見方　：距離の増加に従って、同じ作業でも時間が増す。クラスがA→Bになると時間増になる
（2）分析の仕方：移動距離を見る→AかBを判別する。マトリックスの中に記された時間を選ぶ。
例1：500gの部品をとるため45cm手をのばす。部品は10cm角　45－Aと書き0．5DMを選ぶ。
例2：直径20mmの小さな部品を取るため手を70cm伸ばす　70－B＝1．5DM

では、表 4-10 の下にある（2）をご覧願い、KYS 法による時間見積もりの状況を把握願うことにする。例 1 は 500g の部品を取るため手を 45cm のばす例が示されているが。45cm は移動距離 8～50 に入るのでこの行を選択する。次に、A クラスか？B クラスか？と見る。この例では単に手をのばすだけである。従って、A クラスの定義の範囲となる。この条件で A クラス＋8～50cm のクロスする欄を見ると、〇の中に 0.5 という値がある。ため、0.5DM を選ぶ。なお、表に示された DM は 1/100 分を示す（既に多くの測定でレイティング済みの国際的な正味作業時間であり、やる気のペースでベテランなら誰でもこの時間で標準的に作業が完了することを示している）。次の例 2 は 20cm の小さな穴の近くへ 70cm 手をのばす作業だが、この距離は＞50～100cm に入り、B クラスをご覧願うと直径 50mm 以下の穴という定義となるため､表中の 1.5DM となる。

設問1　KYS法の移動(Tr)に関する時間見積

下に示した作業内容に対し、KTS法の表を用いて時間を算定して下さい。

1，400gの部品を箱に投げ入れる。手の移動距離は75cm。

2，1．5Kgの材料を大きな箱に投げ入れる。手の動きは30cm。

3，直径25mmのボルトを、ほぼ同じ大きさの穴まで運ぶ。手の移動距離は30cm。
なお、まだ、組立は行っていない（組立のための準備としての移動だけ）。

4，手でナットを10回まわす。手の移動は4cmの反復繰り返し。

5，手を75cmのばしてドアの握りを軽くつかむ（力は0．5Kg程度）。

このように KYS 法では、仕事の手順と内容、難易度を見て、表に定められた時間を選ぶ。では、上に示した演習題の解を得る手続きについて解説することにする。例えば、「30cm 手をのばしてものを漠然と投げる」という場合、手の動作距離は 30cm、投げられた部品が 50cm で、その後、部品は、10cm 転がり、合計 60cm となっても、手の移動は 30cm なので、この距離を選定する。また、難易度は A クラスである。このため、この作業に要する時間は 0.5DM となる。このように、KYS 法では、KYS 法で定めた定義通り、手の移動距離が時間を規制する。なお、一般に 70cm を超えると胴体の移動が生じる。この移動も手の移動でとらえるが、このような仕事において、KYS 法では胴体の移動が生じる

行為は配慮済みである。

KYS 法による計算はここ迄に示した通りだが、この表をご覧になると、A から B に仕事が移ったり、距離が大きくなると、また、重量が 0.9Kg を超えると、時間がかかる状況となることが判る。このため、「B クラスの仕事を改善して A クラスに出来ないか？」という問いかけが出てくる。また、移動距離が増すほど時間が増す内容も「距離を減らす工夫を要求している」という問題意識を持って仕事を見ることになる。このように、時間が増す条件を WF（Work Factor）と言うが、この WF を減らすべきメッセージが動作内容と共に見られることが PTS 法の特徴であり、PTS 法を活用した改善の進め方の要点である。では、先に示した設問の解析結果を下に示すことにする。

設問1の解　KYS法の移動（Tr）に関する時間見積

表の見方、①手の移動距離をみる。 → ② クラスA or Bを表から判別時間をつかむ。
③重量の割り増しが無いか？を判断する。
改善の見方：(1)距離の短縮は？(2)クラスをB→Aへできる？(3)重量低減の可能性は？

1，400gの部品を箱に投げ入れる。手の移動距離は75cm。
75－A ＝ 1．0DM

2，1．5Kgの材料を大きな箱に投げ入れる。手の動きは30cm。
30－A ＝ 0．5
0．9kg超：重量割り増しW＝0．5　＝ 合計1．0DM

3，直径25mmのボルトを、ほぼ同じ大きさの穴まで運ぶ。手の移動距離は30cm。
なお、まだ、組立は行っていない（組立のための準備としての移動だけ）。
30－B ＝ 1．0DM

4，手でナットを10回まわす。手の移動は4cmの反復繰り返し。
10×（4－A） ＝ 10×0．5 ＝ 5DM
（表中にあるように、ネジ回転の時、手は自動的に手早くもどるため2動作につき0．5DM）

5，手を75cmのばしてドアの握りを軽くつかむ（力は0．5Kg程度）。
75－A ＝ 1．0DM
ここで、0．9を超えると＋0．5DMが必要だが、この例では不要。
また、つまみ型、握り型で0.7Kg超の時はつぎのつかむ（Gr）の表の
利用が必要になる（この例では0．5Kg程度なので不要）。

表 4-10 に基づく移動に関する分析が出来れば、それに続く「つかむ動作」「前置き動作」と「組立」「歩行」だが、この分析も、先の分析と同様に進めることができる。KYS 法の活用に当たって、注意すべきことは、まず、作業内容を A クラスと B クラスに分ける対処である。その後、表を上から下に見て行き、対象とする動作分析に、対象になる仕事の有無を判断してあれば取り上げ、表の中の時間値をピックアップしてゆけば正味標準作業時間が求まる。では、**表 4-11** を用いて「つかむ動作」「前置き動作」の算出方法を解説することにする。

まず、「つかむ動作」の分析だが、移動中に指を開け閉めしてものをつかむ程度の内容はつかむ動作の対象にはしない。だが、0.7Kg を超えるとつかむ動作

となる。重量が関与するためである。それ以外に、例えば、ある箱に入っている乱雑に入ったネジなど小さな部品や絡んだ部品を取る場合、指を 2 動作以上移動して部品をつかまなければならない。このような場合、つかむ動作の対象になるが、縦≥6mm 以下、横 3㎜ 未満といった寸法が小さい対象物の場合は B クラスに示された対象となり、時間値が増す。更に、両手同時動作でここまでに示した作業が行われた場合、更に、作業に難易度が増すので「表 4-11 に示した内容に従って加算すべき」となる。以上、表を上から下に見てゆき、作業を遅くする要件に関与する対象があれば選び、時間値を加算することで「つかむ作業」に関する時間見積りが完了するという活用が KYS 法の解析手順である。

次に、「前置き動作」が示されている。前置きとは、例えばペンの向きを整えてキャップに入れる準備動作を示し、決めた方向に部材を回転させて所定の向きに整える作業などを意味する。また、このような仕事の有無と共に、A クラスと B クラスの区分を行うが、一般に、25cm を超えないものは片手で回転可能として A クラス、この寸法を超える部材は両手を必要とするので、KYS 法では B クラスと定義されている。また、乱雑に部材が置いてあるものは、例えば、対象品は 50%の回転が必要として KYS 表の前置きから、時間値×50%のように計算する（もし、前置き対象比率が 30%なら、この値を掛け算に使う。この計算方式も表の下欄に記載されている内容を、再度、解説した)。

表4-11 KYS法 つかむ動作(Gr)と前置動作(PP)

出展:産業能率大学　経営管理研究所

	つかみの型		クラスA	クラスB
つかむ動作Gr	つまみ型、及び、にぎり型		重量が0.7Kg超の場合	
	技巧型		指の2動作以上が必要な場合	
	複雑型	主要寸法	クラスB以外の全て	≦ 6mm and < 3mm
		直径又は厚み		
			0.5	1.0
	技巧型、及び、複雑型で両手同時の場合			0.5
前置動作PP	前置きの型		クラスA	クラスB
	前置き動作とは、物をつかみ、使える向き(例えば組立方向など)に回転する動作。主要寸法はおおよその目安である。		片手で置き換えする	両手、又は、片手で同時置き換えの場合
			主要寸法(25cm以上は、一般に両手で方向変更が必要	
			～25cm	＞ 25cm
			0.5	1.0
	この表は前置き100%の時の値が記載されている。従って、乱雑に箱の中に入っているネジなどの半分(50%)を置き換える場合(ランダムに置かれていた場合は、このケース)例えば、クラスA 0.5DM×0.5(50%)＝0.25DMと計算する。当然、30%なら0.3、60%なら0.6をかける。 要は、仕事をする条件をよく見てから計算すべき点は、先の移動、つかむ動作と同じ。逆に、パーツフィーダーで取りやすく部品ならべが完了している場合は前置の分析は不要となる。			

次に、図 4-12 を用いた「組立」「歩行」の分析方法を紹介することにする。組立とは、丸棒を穴に入れる。ネジ山にネジ回しの先を差し込む。角に積み木

や紙片を揃えて置くといった作業を全てまとめて“組立”と呼び、丸棒のような対象をプラグ、穴のような組立対象をターゲットと呼ぶルールになっている。まずAクラスとBクラスの差だが、例えば、丸棒を穴に入れる（組立）作業の場合、相互の隙間が3mm以上あれば容易な組立ができるためAクラス。3mm未満の場合、組立難度が増加するのでKYS法ではBクラスとしている。まず、この区分をして、A、Bの一方を選択した後、表を上から下へ見て行き、該当する内容があれば抽出し、同時に時間を加算して行く。仮に、ある作業でAクラスを選定したとすると、次に検討する内容はプラグとターゲットの比率となる。表を見ると、比率が0.9超と0.9以下になっているが0.9超は0.9以下より挿入が容易であり0.5DMと1.0DMの差となっている。組立の第一ステップはこの比率だが、次に把握距離を検討する。ここで25cm以上の丸棒（プラグ）の先端を持ってターゲットとなる穴に入れる作業があれば、この項目を選択して、さらに、0.5DMを加算する。要は長い棒のような工具や部品を手に持って先端を穴に入れる場合に作業負担度が増すためである（先端の振れを調整するには時間がかかる）。

表4-12 KYS法 組立動作(Asy)、歩行(Walk)

出展:産業能率大学　経営管理研究所

			クラスA	クラスB
組立動作	ターゲット(T)の寸法差(隙間が大きい方が入れ易い、小さいと難)		≧ 3mm	< 3mm
	プラグ(P)／ターゲット(T)の比率 すきまはA/Bで区分されるが、更に比率が関与	< 0.9	(0.5)	(1.0)
		≧ 0.9	(1.0)	(1.5)
	把握距離(持つ位置と組立位置の距離)	> 25cm	(0.5)	(1.0)
	2つのターゲット間の距離	> 18cm	(0.5)	(1.0)
	かど合わせ(箱などに入れる時の方向修正など小回転の作業の割り増し)	≧ 0.75	(0.5)	(0.5)
	両手同時動作割り増し		(0.5)	(0.5)
	重量に対する追加(2.3Kg超の場合、超える分の2.3Kgまたは、その端数毎に加算する)		(0.5)	(0.5)
この表は、まず、A or Bで仕事を分析する。次に、上から、仕事上、該当するものがあれば、分析の規定に従って、次々と内容を記載(これをワークファクター:仕事を遅くする要因として記載)しながら、時間値を加算して行く。逆に、改善はこのようなワークファクター除去の改善が望まれることになる。				

歩行	1歩	2歩	3歩
	(1.5)	(2.5)	(1.0)× 歩数
	1歩の歩幅は平均76cmとする。従って、人により異なった歩幅に基づく計算が必要な時は、この基準に基づいて計算することができる。		

次に、U字型のバーの先端を同時に穴のようなところへ入れる作業があった場合、距離が離れていてはU字の両先端を同時に2箇所のターゲットに合わせるため、困難さが伴う。そこで、18cmを目安に、18cm以上なら時間を加算、18cm以下なら時間の加算は無くてできるという定義でこのような組立作業の

評価が追加要求されている。更に、例えば、長四角やひし形をしたものを同じような形をしたターゲットに挿入（組立）する場合が発生した場合、0.75 の比率、すなわち、75%以上の精度で組立が要求される場合、それ以下の精度に対して手間や調整作業が伴うため時間を加算する。また、ここまで記載した内容を両手で同時に行う作業があれば、さらに時間の追加する。加えて、重量物を持って組立の場合は 2.3Kg を目安に、2.3Kg 以上あれば加算、無ければ時間値の加算をしないで組立時間の計算を進める。以上で組立に関する表の使い方の解説は終わる。なお、実務では先端がとがったプラグを穴に入れる作業において比率をどのように見るか？といった疑問が出る。この場合、KYS 法では、先端から 1/3 の部分の寸法をプラグ寸法とみるべき定義されている。同時に、この種の工夫を計算する時､対象品の検討項目にすべき示唆をしている。なお、この種の細かい作業に関する定義は、KYS の表計算の場合疑問になる例が多い。だが、その種のケースは既に RWF や DWF に定義されている。このため、もし、読者の皆様が、この種、KYS 法で正確な時間測定を望む場合、この種の手法の勉強が必要になる。このように､「時間は仕事の影である」という原理そのままを使った時間見積もり法が KYS 法を例とした PTS 法である。なお、再度の説明で恐縮だが､「この手法による仕事の手順解析と同時に、難易度を軽減する改善の要求が常に KYS 法の方から出ている」と考えて PTS 法をお使い願いたい。

設問2　KYS法を使ったその他の分析

力試しに、研修後に分析をお勧めします。

1，釘箱に手をのばし（距離30Cm）乱雑に入っているところから、釘（長さ40cm、直径3mm）を1本つかむ（釘箱の入り口は50mmより大きい）。

2，小さなピン（長さ5mm、直径2mm）が乱雑にいっぱい入っている容器に手をのばし（距離60cm）、1本つかむ（容器の口は50mmよりも大きい）。

3，右手を30cmのばして、ボールペンの軸（長さ90mm、直径8mm）をつかみ、同時に左手を30cmのばしてキャップ（長さ50mm、直径10mm）をつかむ（両方とも複雑型つかみ）。

4，床においてある板（厚み5cm、長さ30cm、幅15cm、重量2Kg）を取るため胴体を90cm曲げてつかみ、90cm持ち上げる。

5，容器に乱雑に入れてあるボルト（長さ100mm、径13mm）を取り、向きを変えて径16mmの穴に運ぶ。

6，容器に乱雑に入っている丸軸（径6mm、長さ75mm）を取り、穴（径8mm）に45cm運んで組み立てる。

7，箱(2Kg)お持って20歩あるき、床まで75cmおろして身体をおこす。

記載欄

KYS 法の最後の分析項目は“歩行”である。人は第一歩を踏み出す場合、多大なエネルギーを要する。このため 1.5DM となっている。だが、2 歩、3 歩以

上となるとこの負担は軽減されるため、2 歩の歩行は 1.5＋1.0＝2.5DM としている。また、3 歩以上になると、0.5DM の負担が無視される程度となる。このため、1.0×歩数＝必要時間という計算になっている。なお、歩幅の標準は 75cm だが、人には身長の差があるため、必要ならこの歩幅を基に時間修正が許されている。

ここまでの解説を入れた設問集を前ページに設問 2 として設けたので、計算願いたい（解は下に記載した。なお、解答例は仕事の捉え方が異なれば時間値は当然異なるので、ご注意願いたい）。

設問2の解答例 KYS法を使ったその他の分析

	【解析例】
1，釘箱に手をのばし（距離30Cm）乱雑に入っているところから、釘（長さ40cm、直径3mm）を1本つかむ（釘箱の入り口は50mmより大きい）。	30-A ＝ 0.5DM Gr-A＝ 0.5DM 合計1．0DM
2，小さなピン（長さ5mm、直径2mm）が乱雑にいっぱい入っている容器に手をのばし（距離60cm）、1本つかむ（容器の口は50mmよりも大きい）。	60-A ＝ 1.0DM Gr-B ＝ 1.0DM 合計2．0DM
3，右手を30cmのばして、ボールペンの軸（長さ90mm、直径8mm）をつかみ、同時に左手を30cmのばしてキャップ（長さ50mm、直径10mm）をつかむ（両方とも複雑型つかみ）。	30-A ＝ 0.5DM Gr-A ＝ 0.5DM 同時ゆとり0.5DM 合計1．5DM
4，床においてある板（厚み5cm、長さ30cm、幅15cm、重量2Kg）を取るため胴体を90cm曲げてつかみ、90cm持ち上げる。	90-B＝1.5DM,Gr-B＝0.5DM 90-B＝1.5DM，重量割り増し0.5DM 合計 4．0DM
5，容器に乱雑に入れてあるボルト（長さ100mm、径13mm）を取り、向きを変えて径16mmの穴に運ぶ。	75-A＝1.0DM，Gr-A＝0.5DM， PP-A-50%=0.25DM,75-B＝1.5DM 合計 3．25DM
6，容器に乱雑に入っている丸軸（径6mm、長さ75mm）を取り、穴（径8mm）に45cm運んで組み立てる。	45-A＝0.5DM，Gr-A＝0.5DM， 45-B＝1.0DM， Asy0.75-A＝0.5DM 合計2．5DM
7，箱(2Kg)お持って20歩あるき、床まで75cmおろして身体をおこす。	歩行(20歩）20DM（1DM×20歩） 75-B＝1.5DM、重量の追加0.5DM 75-B＝1.5DM 合計23．5DM

（3） 標準資料法による PTS 法の効果的な活用法について

KYS 法の理解は PTS 法を理解する最短の方法のひとつである。特に、①仕事の内容を詳細すれば作業時間は過去の蓄積データを基に見積もれる。また、②分析に際して、WF という負担度の存在が時間の掛かる内容となっている点や、③細かく見える負担内容をムダ排除という視点で検討すべきことなどがわかる。だが、問題は、「分析に時間が掛かる」という点である。毎回ここまでに示したような方式で正味標準時間を分析していたのでは、精度はともかく、製品ライフサイクル短命化や技術革新が急速に進展する時代にあって、関係者が時間見積もりをする工数負担が膨大となる。だが、IE は常に改善、このため、当然だが、PTS 法もこの面にメスが入った。すなわち、「時間の精度がある程度の範囲（±5%程度）なら、簡単に標準時間が算定できる方式を採用したいと」いう要求に対する対策法だが、この対策法を『標準資料法』という。

では事例を紹介することにする。下に示した**図 4-26** は電子部品のような小さな部品を基盤に組み立てる作業に対し、部品の形状を見て、簡単に標準時間算定を行う対策である。図の上には 7 種類の部品を示したが、上表は部品 1 個を選定して PTS 法（この例では KYS 法より精度が高い RWF 法で個々の組立作業手順を分析）により得た時間値を記載した。先に解説のように、7 種類を個々に全部算出する工数は多大となる。そこで組立作業を見直すと、組立現場では 7 種類の部品を扇型に作業者の目前に配置して組み立てる作業である。また、7 種の部品の形状は個々に異なる。また、この作業では、似たような組立作業をしていることがわかった。そこで、図の下に示した表を作成して、作業の有り／無し、を判断して〇印で示し、「先に分析した 1 つの作業を基に評価した結果、簡単に他 6 種類の部品の標準時間が提示できるようにした」という例である。このように、PTS 法を用いて詳細に作業分析を行った後、もし、同じような仕事があれば、その手順を分析する。先に詳細分析したデータを用いれば変化する類似作業に対して精度よい見積もりが可能となる一例だが、このような方式が標準資料方法である。このような方法以外にも、過去の分析かっかをグラフ化しておき、新たな作業時間の見積もり（算出）を精度よく行う方式がある。また、PC に簡単な問いを入れておいて、問いに答えながら短時間に正味標準時間を算定する方法などもある。いずれにせよ、過去に詳細分析したデータを整理し、変化する多くの作業に時間見積もりを進める方式の総称に『標準資料法』の名がつけられてきた。

では、この種の応用例として、筆者が『特許・リサイクル対策研究会』で幹事を担当させていただき、産業界にリサイクル設計技術改善を訴え、大きな賛同と利用を得てきた標準資料法を紹介することにする。現在、エコ対策は待ったなしの状況である。**図 4-27** は、筆者著「リサイクル設計の技術」㈱日本能率協会マネジメントセンター　1996 年発行に詳説した一例である。経済産業省は 3R すなわち Re-Use, Reduce, Recycle）を提唱している。この内容はこの活動に呼応する形で提唱した内容であり、企業側がものづくりの初段に対策すべき内容を具体的に示した手法である。

では、図 4-27 を解説することにしたい。工場生産物が循環して地球に悪影響を軽減する対策の要点は示した通りである。では、この中から分解容易性に標準資料法を用いた例を紹介することにする。「時は金なり」という言葉がある。時間を金額換算して分解容易性に利用してゆく方式である。ここでは、使用済み部品を工場へ引き取ってから個々の部材に分解する対策だが、簡単に分解できない時､特殊な破壊技術で材料の分離を行う必要が生じる。

各種の部品の形状と種類

組立方式	迎えはんだ		チューブ挿入			リード成形	
部品の種類							

ひとつの部品を分析した状況

手順	作業手順(作業内容)	基本時間(RWF分析値)
1	部品を取る	0.022 分
2	部品を置く	0.008
3	フラックスをつけてはんだ槽へ浸漬する	0.115
4	布をとる	0.014
5	布でリード線をふく	0.007
6	布をおく	0.005
7	チューブをリード線に挿入	0.033
8	チューブを部品本体に挿入する	0.044
9	リードの取り付けを確かめる	0.010

毎回、上表のような分析を繰り返さなくても、一度算定した内容は、同種の仕事の有無や、繰り返し回数などをチェックするだけで、利用可能となる。その状況は以下の通り。

標準資料法による時間設定の状況　部品組立毎にあれば○、無ければ白抜で表記

手順	要素作業	基本時間	迎えはんだ		チューブ挿入			リード成形	
1	部品を取る	0.002	○	○	○×3	○×4	○×2	○	○
2	部品を置く	0.018	○	○	○	○	○	○	○
3	フラックスをつけてはんだ槽へ浸漬する	0.115	○×2	○					
4	布をとる	0.014	○	○					
5	布でリード線をふく	0.007	○×2	○×2					
6	布をおく	0.005	○	○					
7	チューブをリード線に挿入	0.033			○×2	○×3			
8	チューブを部品本体に挿入する	0.044					○		
9	リードの取り付けを	0.010						○	○
合計			0.293	0.178	0.140	0.195	0.096	0.040	0.040

図4-26　標準資料法適用事例

ところが、破壊は、一般に多大なエネルギーとコストやその他の処理技術を必要とする。このため、「分解技術を設計段階に盛り込み、材料の仕分けの容易化を図る目的で分解容易性を重視すべき」となる。このような考えで、先の研究会では、多くの企業の方々と研究会を発足し、10 年にもわたる活動を進めると同時に、具体的技術の提示～実際の製品への適用に努力してきた。

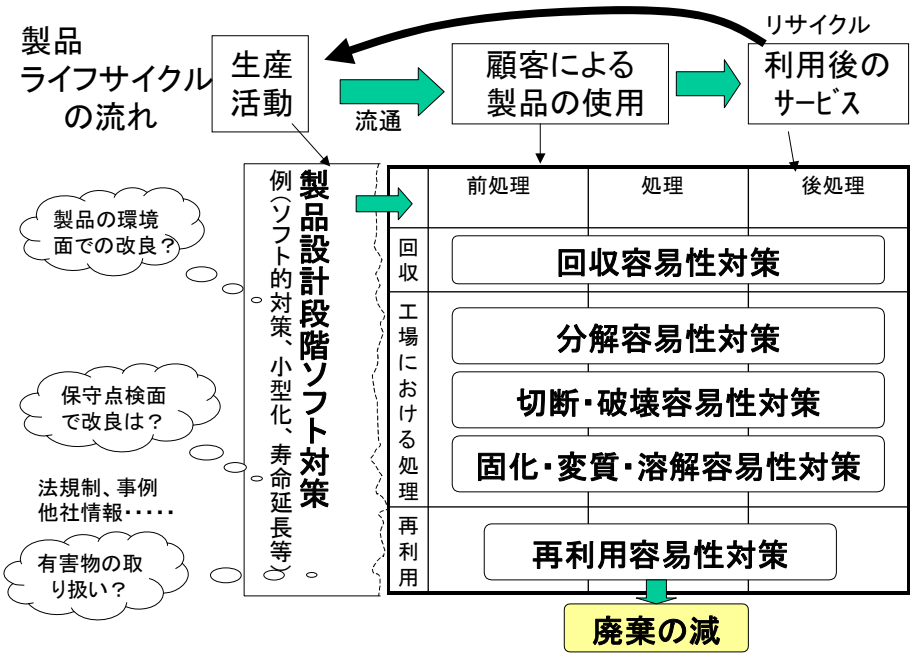
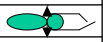


図4-27　製品ラフサイクルと望まれる対策

では、**表 4-13** に「分解容易性評価技法」の名で産業界に示した内容を示し、簡単に表の構成を解説することにする。表の縦軸の RP 記号は、分解要素技術である。また、ここには、分解容易な対象を上から下に、順に並べた。横軸は分解基本技術に対して WF 的思想で、手間のかかる要因を加算式に並べた。さらに、この縦軸と横軸で構成されたマトリックスに点数が記載されているが、この点数は基本的な分解を対象に、例えば家電品の分解に対し、基本分解手順に負荷がかかる内容を作業分析と、使用する道具やエネルギーと人件費を算定し、負荷コストという形で積算した結果をマイナス点の形で評点化した点数である。なお、分解すべき対象は家電品だけではない。家具や自動車など多くの組立製品が世の中にある。そこで、その種の分解も、同じ思想で取り扱えるよう、点数で難易度を表現し、製品種が変化してもある程度の精度で分解性のコスト見積もりが可能な内容とした。この PTS 法の形態に似た表を実務に使用したわけだったが、活用の結果、製品特性を考慮していくつかの要件を修正すれば、設計面で大幅な分解容易性の検討ができることを具体化していった。この詳細（既に、この手法の紹介以降、多くの企業で活用や同種の研究が図られた結果、現在、組立製品のほとんどが分解容易化済み設計となっている。なお、1993 年当時、PC などは数時間の分解が 3 分ほどで済む例や部品点数が 1/6 化した例などを発表してきた事例など）は、先に紹介した事例をご覧願うこととして、この「分解容易性評価技法」も、標準資料法の拡大解釈版という形で見ていただければ幸いである。以上、ここまで、詳細な PTS 法を標準資料法として組立部品

に適用する事例と、マクロで荒削りだが設計面の改善に使う標準資料法の活用まで、多くの方式があることを示した。

表4-13 エコ対策のための「分解容易性評価技法」

No.	RP記号	→加算 基本作業に関する要素				
		①基本失点	②運搬・移動大	③手、体の回転運動を要す	④軸、位置合わ せ交差大	⑤人手による0.9Kg以上
1	下抜き	0	−5	−5	−5	−5
2	上抜き	−5	−5	−5	−5	−5
3	横抜き	−5	−5	−5	−5	−5
4	止め抜き	−5	−5	−5	−5	−10
5	チャック開き 	−5	−10	−5	−5	−10
6	バネ押し移動	−10	−10	−5	−10	−10
7	バネ押し抜き	−10	−10	−5	−10	−10
8	回転外し	−15	−10	−5	−10	−10
9	回転抜き	−20	−15	−10	−10	−5
10	引き抜き	−20	−10	−15	−15	−5
11	クサビ抜き	−25	−10	−15	−20	−5
13	焼きバメ	−30	−15	−15	−20	−5

付加作業						
	13:両手で道具使用	−5	14:特殊な道具使用（含む資格）	−5	15:作業姿勢が悪い	−10
	16:可視性が悪い	−15	17:振動、環境上の問題などの対策要す	−15	18:古くなった部材の特殊加工処理	−20
	19:安全上の対処が必要	−20	20:エネルギーコスト設備コストが特に必要	−25	21: その他（失点は−5〜−30）	適宜

４－４　人－機械分析、ライン・バランス、PERT 手法

ここまで工程分析に次ぐ形で ST 設定手法を紹介してきた。この種の手法は数値で時間の長さを知ることはできるが、どの手法も、時間の長さを目で見てとらえるには難がある。そこで、この種の問題を対策した(1)人－機械分析、(2)ライン・バランス、(3)PERT 手法の（Program Evaluation and Reviewed Technique）3 つを紹介することにする。一般の書物では、この 3 つの手法は全く別の扱いをしている。だが、表現形態は異なるこの 3 つの手法は、『時間の長さを目で見てわかるようにした問題解決法』という点では同じ目的を持つ。このため、本書では並列的に、その内容を紹介することにした。

（1）　人－機械分析

人－機械分析は、時間の長さが目で見て判るため『手待ちのムダの排除』に大きく役立つ。では、図 4-28 の例と共に、人－時間分析の解析～改善法を解説することにする。

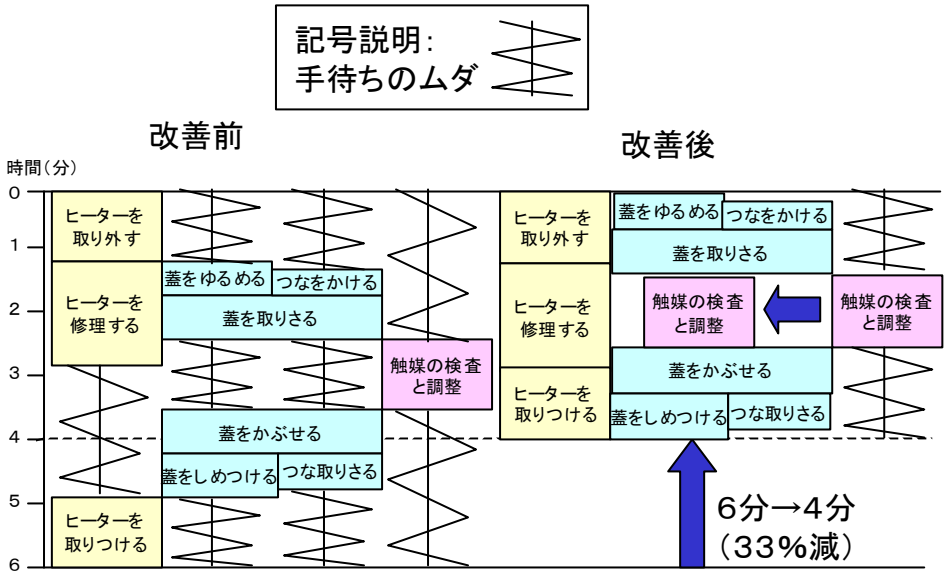


図4-28　人-機械分析によるムダ発掘

手待ちのムダは図の上部に示した記号の通りである。なお、この種の記号の設定に制限は無い。白抜きでも、波線を用いた表現など、何を行ってもかまわない。この種の表現方法はともかく、人－機械分析の表現を用いると、この図が示すように、左側で働く 4 名の作業に対し、左から 3 名の方は待つ必要が全くないことが判る。すなわち、ヒーター取り外しに平行して、同時に蓋をゆる

める。網をかける方が作業すれば、手待ちは不要となり、図の右側にように、33%時間が削減される。さらに、右図をご覧願いたい。4 名作業の内 1 名の検査担当者がかなりの時間待ち状態で、短時間の検査だけの仕事をしているが、その他の方が検査技術を習得すれば、3 名作業で吸収可能となる。このように、「待ち時間のムダを目で見てとらえ、図の構成を変えれば、ムダ排除され、正味率が高い仕事の編成が構成できる」という手法が人－機械分析による改善法である。なお、人－機械分析はこのような図化の総称であり、人－人や機械：機械の時間分析を含めた名称であり、ここに記載の内容も人－機械分析に含めている。

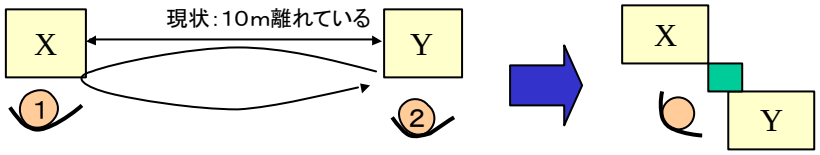
以上、この図の解析に見るように、手待ちのムダを、数名で行う作業や人と機械の組み合わせに活用して「目で見てムダと改善効果をつかむ」構成を検討する手法が『人－機械分析』である。では、演習問題を用いて多工程持ちの解析を願うことにしたい。

設問　人･機械分析

現在、左下に示したように、設備Xには作業者1が作業してある部品の加工を行っている。また、加工した部品は設備Y、作業者2が担当して仕上げ加工する。すなわち、設備Xは設備Yの前工程というわけである。問題は設備X、Yとも自動加工機であり、作業者1、2は加工物の取り付け･取り外しを行っているが（作業者2は最終検査も担当）、手待ちが多い点にある。現在、右下のように設備を近接して、L字ラインにすると同時に、1人で2工程持ちを図りたいという状況である。現在、設備Xの加工と設備Yの加工を1台で行う設備が開発されているが高価であり、投資は出来ない。また、いづれかの設備を改造して2工程の加工が可能な方式をつくることも出来るが、これは、生産を中断しなければ出来ない。また、高価であり、これも出来ない。そこで、下に示した時間分析結果を基に、2工程持ち化が可能になる対策を検討願いたい。なお、設備XとYの間に、加工した部品を一時保管するなどの対策はできるものとする。

【作業者1の作業状況】
① 部品取り付け　0.5分/枚
② 機械加工　1.0分/枚
（作業者は待ち）
③ 材料取り外し　0.25分/枚

【作業者2の作業状況】
① 部品の取り付け　0.5分/枚
② 機械加工（待ち）　0.5分/枚
③ 部品取り外し　0.25分/枚
④ 加工済み品の検査　0.25分/枚
⑤ 設備Xで加工済み部品の運搬　1.0分/4枚を1回で運ぶが、設備XとYを近接した場合、この作業は不要



演習題（改善前）の仕事の状況は**図 4-29** に示した通りである。また、設問の要求は、その下に記載した記入用紙をご利用願い、1 人で 2 工程持ちの図を構成する対策となる（設備を 2 台受け持った生産となるが、この場合は前後工程を 1 人で受け持つため、多工程持ちという意味合いから 2 工程とする）。では、読者の皆さまに解析をお願いしたい。

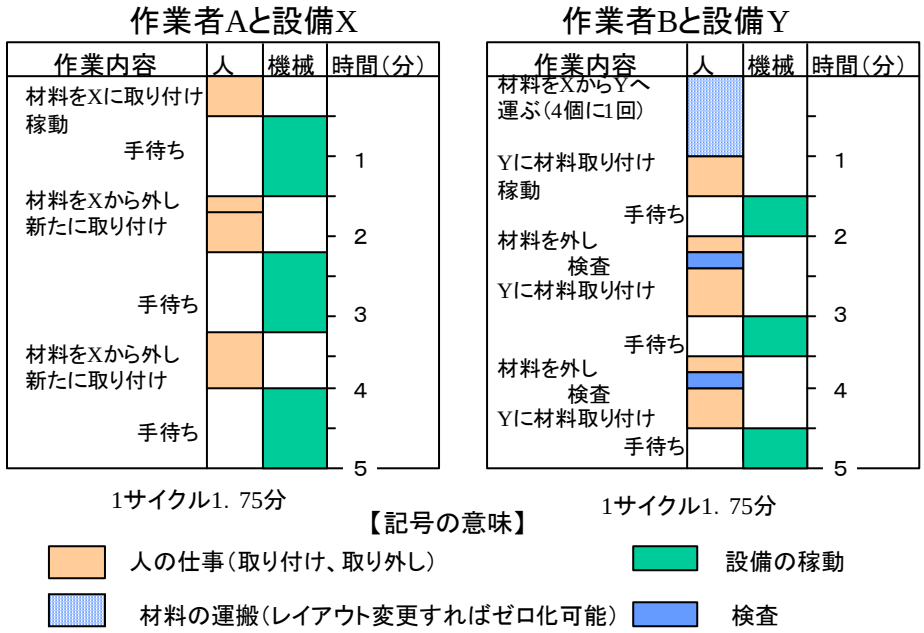


図4-29　多工程持ちの検討(改善前:現状作業)

多工程持ち化　記入表

作業内容	人	機械 X	機械 Y	時間 (分)
				1
				2
				3
				4
				5

この設問の解は図 4-30 のようになる。なお、この図を見て「人的なゆとりが無いので、労働強化ではないか？」と見る方がいる。だが、この時間値は ST であり、余裕率は配慮されているので心配の必要は無い。

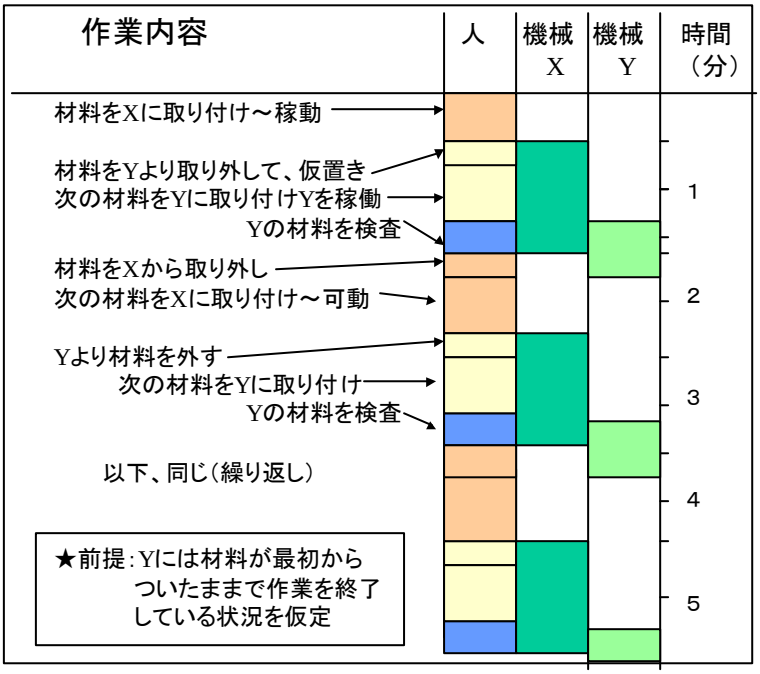
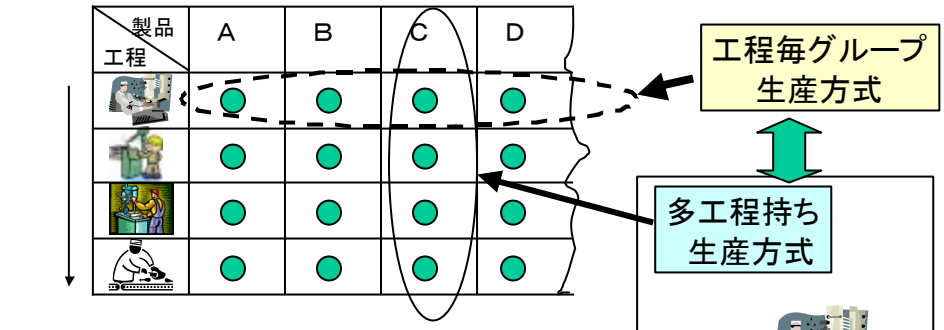


図4-30　2工程持ちの分析結果

ここで多工程持ちと多台持ちの区分を紹介しておくと、**図 4-31** のようになる。すなわち、同じ工程の同種設備群を数台持つ対処が多台持ちであり、このような、モノづくりの工程に従って設備を持つ構成を、IE では『多工程持』と言う。**図 4-32** に示したように、かつて、多工程持ちに『サーキット方式』という名がつけられていたことがあった。



多台持ちと、多工程持ちの違い

区分	多台持ち	多工程持ち
納期・仕掛・LT	ロット生産のため仕掛は多く、LT長くなる	1個流しが可能のため、仕掛、LT、納期は短い
品質問題のフィードバック	工程毎責任は明確 工程間の問題のフードバックは遅くなる	工程責任でトータル的な品質保証性が高い 問題のフードバックも早い
作業・管理面	単能工・専門技術化に有効である。	多能化が必要 変化対応が容易

図4-31 「多台持ち化」と「多工程持ち」の差異

これは、同じ設備群を１名で多台持ち化し、仕掛かりを抱えた生産に対し、モノと人、仕事の流れを同一化した生産方式であるため、人-機械分析には、図 4-33 のような表現が使われてきた。

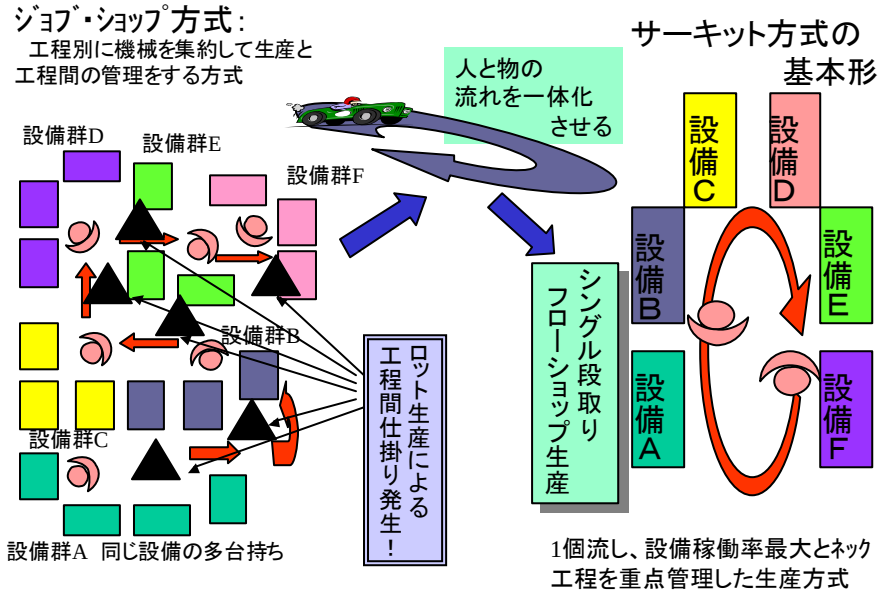


図4-32　サーキット方式の代表的な形

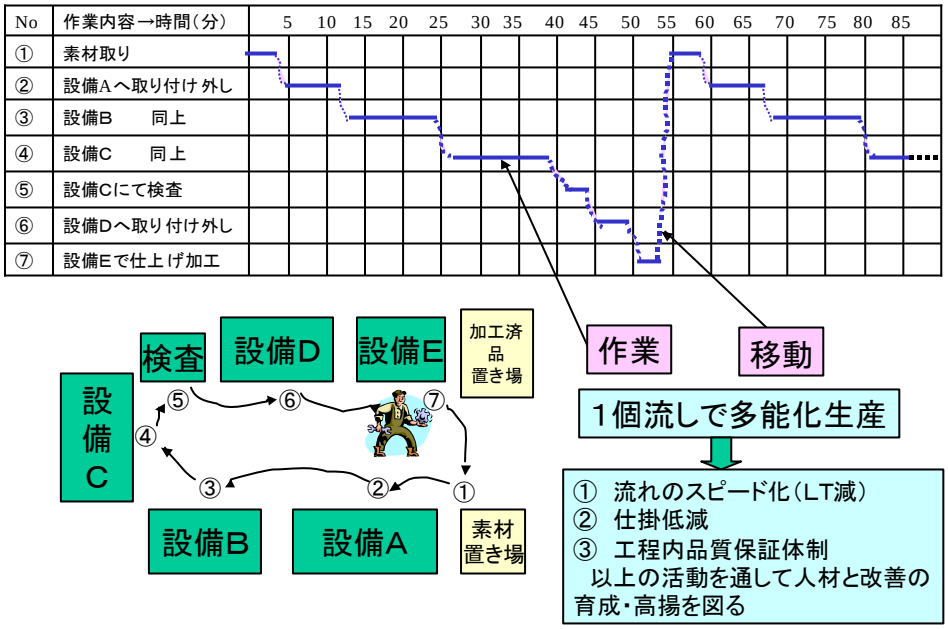


図4-33　多工程分析の記載様式の例

（2）　ライン・バランシング

ライン・バランスを取るという対策はコンベアライン生産では日常的に行う対策法である。単に作業者の作業を見ていても評価は出来ないため、WF 法など、科学的な時間分析～ST 設定手順で分析したデータを基にこの解析を進めるが、その理由は、一般に、現場関係者がネック工程を見ていても、ライン・バランスの問題の有無や評価が困難なためである。例えば、ネック工程と、それ以外の工程を比較した場合、手を伸ばす距離や何か余計な仕事を入れネック工程時間に合わせていても、判別しにくい場合が多い。また、ある時間帯にネック工程とされる工程で、ベテランが高いレイティングで作業している状況を見ても、余裕があるように思って見てしまうため、ネック工程と判別しない例が発生する。特に、観測者が親しい仲間の仕事を見た場合、「○○さんは今日も頑張っている」という見方をするため、ラインが持つ問題の発掘を難しくする。すなわち、「人を見て仕事の中身を見ない観察は、仕事の手順やムダ、レイティングの実情を正しく判断させない」という例である。このため、ライン・バランスの評価と検討・対策に当たっては、人を見るのではなく、各作業を科学的に分析して作業時間を評価すると同時に、理想－現実＝改善点ととらえる注意が必要になる。同時に、「○○さんは頑張っているが、あのような仕事をさせ、苦労させておくべきではない」と考えて、解析に当たるべきである。

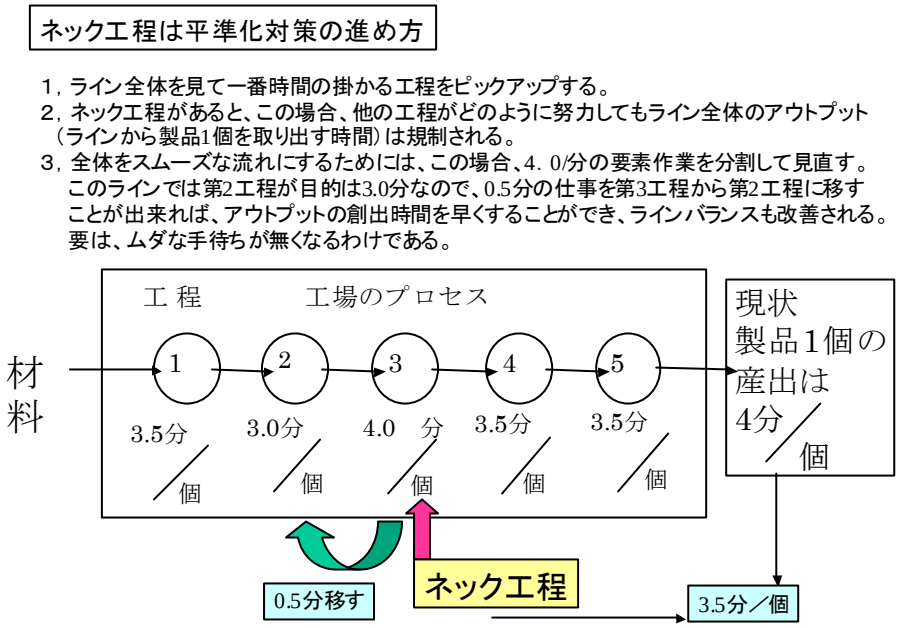


図4-34　工程分析と改善への展開例

では、**図 4-34** を例に、「設定された ST を題材にライン・バランスをどのように取って行くか？」という解析法を紹介することにする。なお、ここでは、先に図 1-9 で示した、ハード的という、標準時間を基に ST 改善を図ることによりネック工程を無くす方法は、改善の範囲なので、ここでは除外し、定められた標準時間のやりくりでネック工程を改善する方式（ソフト的対策）を紹介することにする。

図 4-34 に示した通り、ライン・バランス対策に当たって重要なことは、まずネック工程に注目し、他の工程の待ち時間減と、その利用を考えることを出発点とする。この演習題の場合、第 3 工程がネック、第 2 工程に空きがあり、他の工程が 3.5 分/個で製品が流れている。また、ここでは 3.5 分/個で全体のバランスを取ることが好ましい。このように見て行くと、0.5 分/個を第 3 工程から第 2 工程に移すことによりバランス効率（各工程の待ち時間減）を図る案となる。なお、実務的にこのように簡単な例は少ない。そこで、ライン・コンベアで日常的に検討する対象を例示し、ライン・バランスの検討を進める実務的な課題の解説を進めることにする。

下に示した**図 4-35**（演習題）は、テレビや PC などの組み立てをライン・コンベア用いて行う場合、基盤に部品を組み付ける際、作業内容時間と ST を□の中に示したものである。

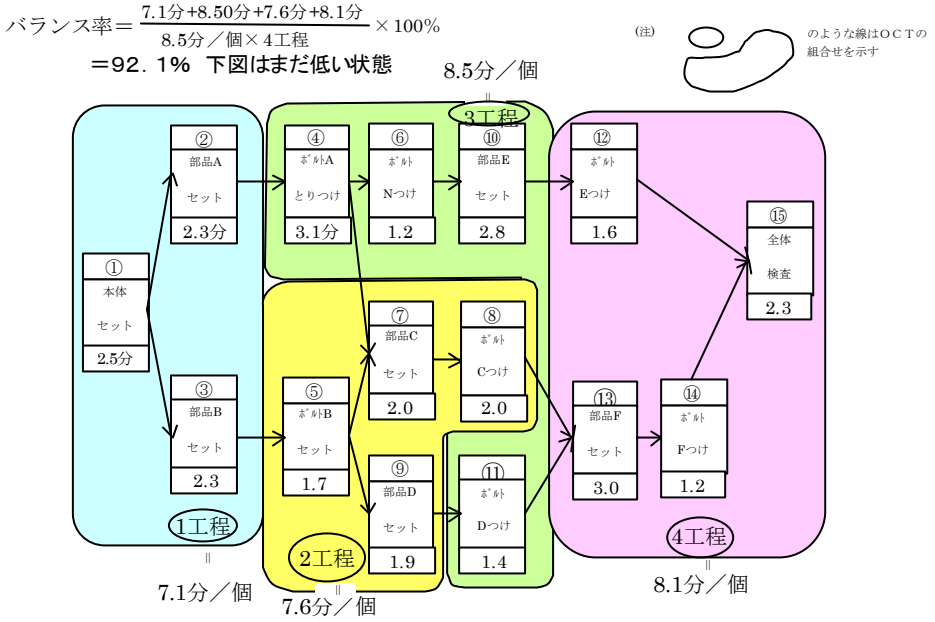
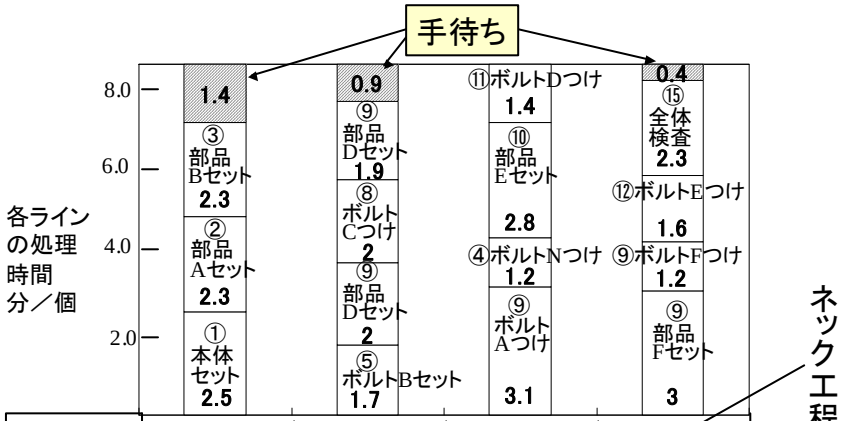


図4-35 ラインバランス対策とネック工程対策

ここで、読者の皆様には「組み立て順序は変えることが出来ない」という前提で、「個々の部品組み立てに関する処理と担当を、どの工程で行うか？」をご検討願いたい。なお、〇で囲んだ 4 つの工程で分担している作業のライン・バランスを計算すると、ムダがあることがわかる。



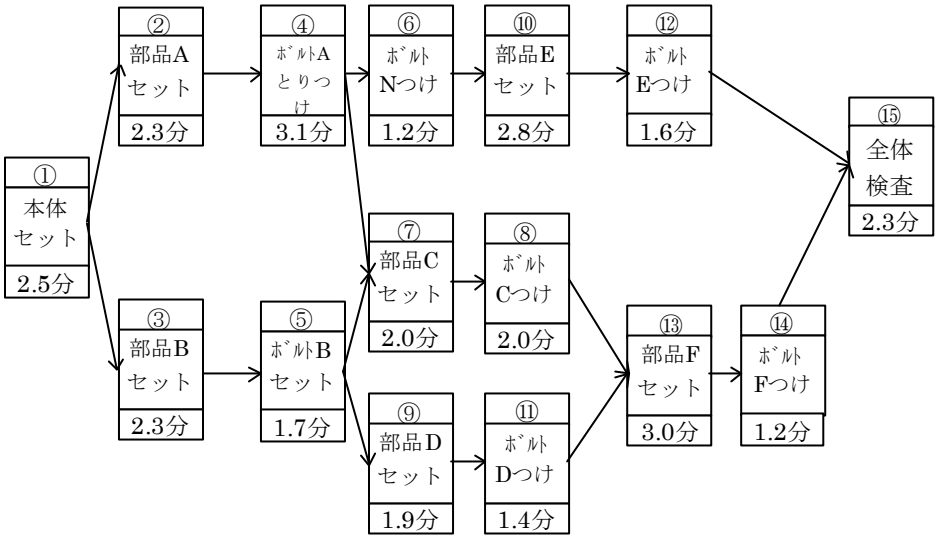
工程	第1工程	第2工程	第3工程	第4工程
各工程の合計値(分)	7．1	7．6	8．5	8．1
バランスロス	1．4	0．9	0	0．4

図4-36 ラインバランス改善前の状況

演習題 では、早速、下に示したラインにおいて、4 工程で仕事の組み替えをして 99%以上のライン・バランスを持つ組み合わせを作成願いたい。

演習問題

新バランス率＝ ―――― ×100% ＝ %



この状況を図で示すと、**表 4-14** となり、有効作業比率は 92.1%、ライン・バランスの改善が必要である。「ライン・バランス対策に当たっては、少なくともバランス率は 95%以上にすべきである。そこで、組み合わせを変更して最適バランスを作って下さい」という対策が設問の要求事項である。

改善を進めると、解は**図 4-37** のようになる。なお、このようにライン・バランス化を図るには、①科学的に ST を基に解析する。②4 工程で最適バランス化をつくるためには、全作業時間を集計して（このケースでは 31.3 分）÷4 工程＝7.825 を算定基準にする。③この場合は 7.9 分程度の値を仮設定した上で、工程の頭、または、最終から順に工程毎の時間を足しながら、7.9 分に近い組み合わせをつくる。同時に、4 工程の中身をつくって行く方法、という手順で解析を進める手順を採ることを、読者の皆様に、お勧めしたい。この方式はランダムに組み合わせを探るより有効である（なお、手法上の内容で恐縮だが、このようにライン・バランス化を図った例を見ると、図 4-36 が示すように、目で見て、手待ち時間のムダを排除してゆく手続きとなっている）。

$$\text{新・新バランス率}=\frac{7.9+7.9+7.6+7.9\ (\text{分／個})}{7.9\ (\text{分／個})\times 4\ \text{工程}}=\frac{31.3}{31.6}=99.1\%$$

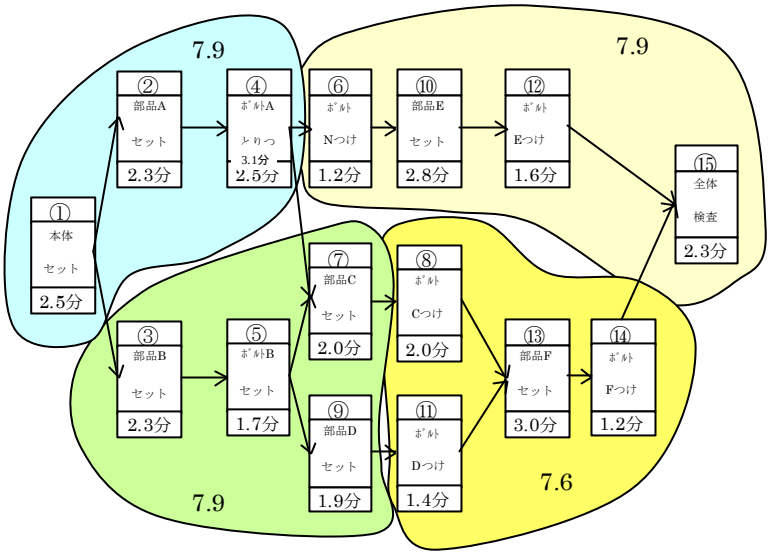


図4-37　ラインバランス対策の例

ライン・バランスを取り、平準化生産を図ることは、仕掛かりや在庫を持たない JIT 生産に重要な対策であることがわかる。そこで、このため、この面に特化した TOC（Theory of Constrain：制約の条件）という理論が、ゴールド・ラッシュ博士によって提唱され、「ザ・ゴール」という著書になった（TOC は先に、図 3-20 で済み）。TOC の目的は**図 4-38** に示したネック工程

の対策であるが、解消効果を「スループット」という産出金額で評価して、対策の意義を明確にし、徹底的にネック工程に注目、ネック工程に、手待ちを発生させない制御の重視をする経営的な視点を加えた点が特徴である。さらに、TOC では、**表 4-14** に示したように、職場や職制の壁を取り去り、工場や企業一体となってトータル改善を進めるという検討を促す特徴を付加した。このため、1990 年後半の頃、産業界で大きな注目を得た。

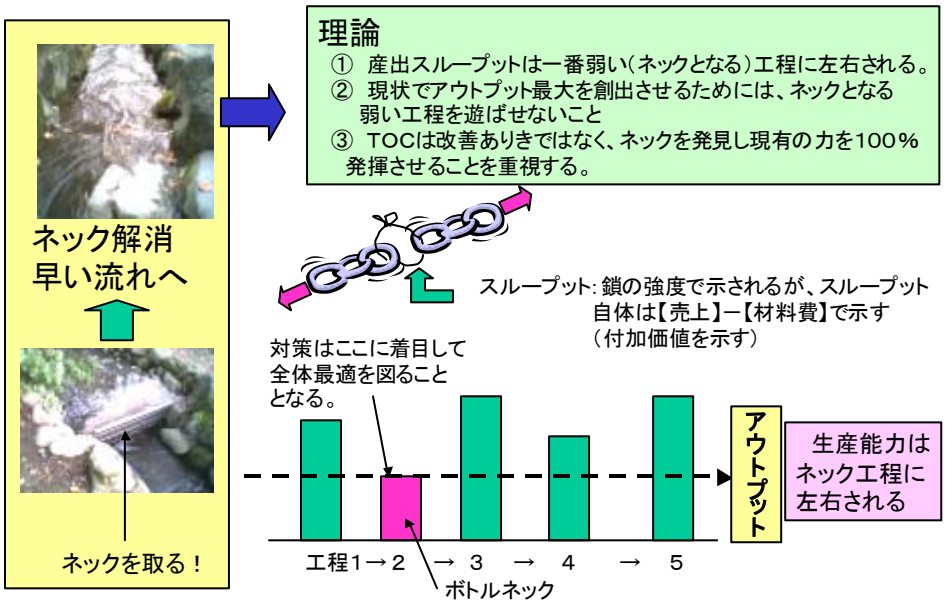


図4-38 TOCにおけるボトルネックの扱い

表4-14 TOCが持つ3つの制約条件とは

① 物理的制約 ： 設備的ネックや製品構成、人的に工数不足になる例を言う。

② 方針制約 ：制度や制約の存在が誤った意思決定や判断を下す例

(1) ボトルネックでない工程の方々が各種改善を進める努力をしているが、全体最適には影響しない例(例:一律改善を奨励する小集団活動など)

(2) 部門間の壁:縦割り組織が応援や助け合い、相互乗り入れで解決できる問題の阻害要因となる例

(3) 時間・スピードを成果指標に入れていない成績評価システムの存在
(例:コスト低減を重視し、仕掛の存在におもきを置かない例や、改善成果を重視し、今行うべき小改善や対策が遅れる例、事前検討で解決すれば問題にならない事項の放置など。)

(4) 個別原価制度による固定費割賦のいたずら:固定費回収が目的となり、固定費回収という理由で作りすぎを行い、見かけ上儲かる計算で作り過ぎやプロダクトミックスのからくりに落ち込み、スループットに間違った判断を下してしまう例

(5) 仕切単価制度が関係し、工場で生産し、納倉したものを売上計上する例は実際に売れていないものを売り上げにカウントしてしまう危険がある。この種の内容は、スループット増大につながらない内容である。

③ 市場制約： 生産能力が需要を超えてモノ余りの環境になる例はネック工程対策を図っても、スループット増大にならない例である。

（3） PERT 手法

PERT 手法は NASA・アポロ計画の早急具体化対策の過程で生まれた手法である。特徴は、ネット・ワーク理論を用いてプロジェクトを総合管理し、短期間に実現させる目的で、スケジュール管理と事前検討重視で計画達成リスク低減も組み入れた点にあった。だが、手法の面から見ると、「手待ちのムダを目で見てわかる表現をして進める」という表現がその主要な機能であることがわかる。では、PERT 手法の解説に入ることにしたい。

PERT が開発される前、スケジュール管理は。**表 4-15** の、『ガント・チャート』だった（なお、現在、ガント・チャートは余りにも活用が一般的になっているため、この手法の開発者であるガント博士が作ったスケジュール手法であることすら忘れ去られている）。ガント・チャートでは、実施項目毎に期間を書き、活動期間の長さを横線で示す表現方式を採る。また、この方式は、仕事と期限管理が明確なため、多くの企業や関連業務でスケジュール管理に利用されてきた。だが、NASA のアポロ計画の推進に活用すると、この手法には大きな欠点があることが判った。その時の検討要件を表の右下に示したが、特に、「相互に絡み合う仕事の管理が出来ない」という問題が大きかった。このため、NASA では、プロジェクト・チームが組まれ PERT 手法の開発がなされた結果、ここに見る手法として体系化された。

表4-15 ｶﾞﾝﾄ･ﾁｬｰﾄと新製品開発へ適用上の問題点

No.	プロジェクト項目	期　日	完了のﾌｫﾛｰ
1	新製品の構想検討	├──┤ 担当〇〇	（済）
2	市場調査	├────┤ 担当□□	(済)
・	～	～　～	
・	～	…　～　…	
・	～	～　～	
N	新製品立ち上げ計画	├──────┤ 担当△△	
・	～	～　～	
・	～	～　～　….	
X	販売体制強化	….. ├──┤	
	…..		

ガント・チャートの利点	欠　　点
①仕事の項目と日程の関連が明確である。 ②担当者の設定が容易、また、フォローがしやすい。 ③図の表現が簡単、教育しなくても、そのまま活用できる。	① 仕事の関連がつかみにくい。 ② 重点・クリティカルな日程がつかめない。 ③ 総合的に日程計算する方法がない。 ④ 日程短縮の際、余裕の存在と活用法がｶﾞﾝﾄ・ﾁｬｰﾁでは表現しにくく、掴めない。

なお、かつて、ガント・チャートに代わる手法として、工程分析を工夫したブロックチャートが使われてきたことがあった。だが、ご承知の通り、この分

析法は仕事の流れを図化した手法だった。また、あえて工程分析の記号を増やして、各種の処理や意志決定やコンピュータのプログラム作成前に各種情報の処理プロセスを作図して活用する対策に活用されてきた手法である。このため、この手法も仕事の関連は解る。だが、やはり、ガント・チャートのように日程管理には不向きだった。その理由は、プロジェクト管理には、工程分析＋日程管理の機能が必要になるわけである。要は、工程分析やブロックチャート共に、「時間上のネックが作成者の頭の中だけとなる」という問題点を残していた。そこで、NASA のプロジェクト・チームはこの問題解決に、列車の経路をつなぐ形をしたネット・ワーク理論の適用を研究、PERT 手法として体系化した。なお、この手法が生まれた当初は、数学を駆使した手法であり、我々のような製造現場の実務を進める者にとって手法の習得は難解だった。このため、運用面で次々と工夫が加えられた結果、本書に示すとおり、現在では極めて容易な手法となり、産業界で活用されるようになった。では、**図 4-39** に示した PERT を使って、図化と活用の要点を解説することにする。

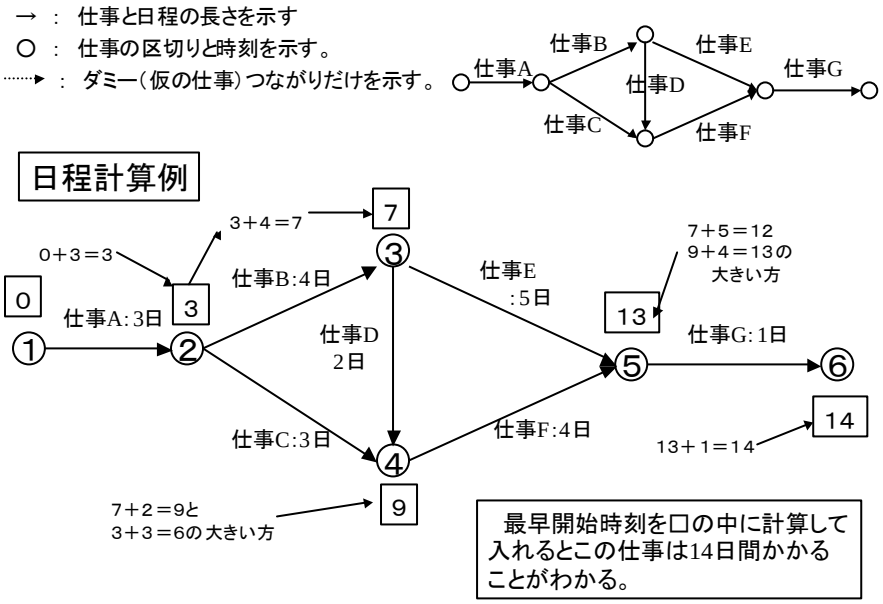


図4-39　PERTの表現方法と日程計算の例

PERT 手法の表現は、①矢線で仕事（アクティビティ）を表す方式が特徴である。仕事には期間がある。そこで、矢線の末端を開始時点に。末端を終了時点とした。また、②このつなぎの節目（ノード）：日時（時点）を○で表現した。また、③実際の仕事は発生しないがつながりだけを示すものとしてダミーと呼ばれる破線の矢印を使うことにした。以上、この 3 つの記号だけで全ての

スケジュールが表現できた。同時に、PERT 手法は、「日程計算やクリティカル・パスという日程的に余裕が無い重点管理すべき仕事と日程を明確にする」という表現形式までを可能にした。

では、図 4-39 を基に、その表現方法と日程管理に至る内容を解説することにする。まず、①→②だが、この表現は開始ゼロ日から仕事 A を開始、3 日間かかり、0+3 日目に仕事が終了することを示している。仕事 A が終わると、②の 3 日に仕事 B と C のスタートを同時に行うことが出来る。仕事 B は 4 日かかるので、③が示す日程は 3+4＝7 日となる。また、③が終了すると、仕事 E と D をスタートして良いという内容を示す。だが、④の仕事 F は②→④に至る仕事 C が終了してもスタート出来ない。その理由は④にもうひとつの仕事 D が入ってくるから、仕事 C と D が終了しない限り仕事 F のスタートは出来ないわけである。「では、いつ仕事 F が開始可能になるのか？」となるが、④の右下に記載した 3+3 という②→④と③→④の日程のかかる方、すなわち、最大値によって最も早く仕事に着手する時間が決まる。このため、この例では、9 日目が選定される。このように PERT 手法では、最大値を見て出発日程を評価する。また、仕事 F の場合、最も早く仕事を出発可能にする日程を『最早開始時刻』と名づけている。このような表現と共に、②→④の仕事（パス）D は 9 日に仕事 F を開始する場合、余裕が無いが、逆に、仕事 C は 9－6＝3 の余裕を持っていることがわかる。この意味は、3 日間遊んでいても、その後の 3 日で済ませれば良い状況を示す。また、直ぐに仕事を始め、3 日間で終了させ、残りの 3 日は遊んでいても良いことを示すが、これに対し、余裕日程の無い②→④の仕事を『クリティカル・パス』と言う。後は、仕事 E と F で、⑤で終われば、最終の仕事 G を終了となるが、このプロジェクトには 14 日間が必要になることがわかる。

以上、PERT 手法による図化の進め方と日程計算を例示した。なお、この種の計算は複雑な図でも全く同じである。また、現在は、コンピュータを用いて作図と日程計算するシステムの中でも同じことが行われ、図と日程計算の結果が関係者に提供する IT システムを整備した企業は多い（ビル建設などでは一般的となっている）。

では、ゆとりがあるパス（経路）にある仕事を最も遅く出発させた場合、どのような時刻になるか？すなわち『最遅開始時刻』の計算を**図 4-40** に示すことにしたい。

『最遅開始時刻』の計算は Minimum（最小値）を算出しながら、⑥から逆に算式する。最早開始時刻と最遅開始時刻が一致するところは、余裕がない状況を示し、赤い線で示したクリティカル・パスとなる。また、クリティカル・パスの遅れは全体の遅れを意味する。

以上が PERT 手法によるムダの無い日程管理の作成法である。もうひとつ、**図 4-41** を用いて、ゆとり利用の方法を例示することにする。図の左側の PERT 図は全て最早開始を繰り返す状況と、各パスという仕事に対し、その期間に必要な人員を表示している。この例では、左側のケースでは一時的だがピークが発生している。そこで、ご覧の通り、図の左側のように右側に③→④と仕事を遅らせる。この例では、このような処理でピークを解消する。

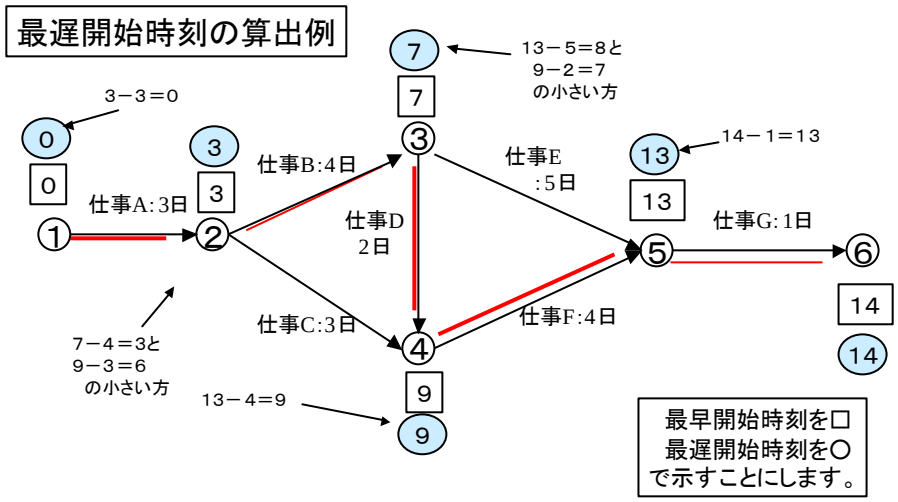


図4-40　余裕の有無の計算

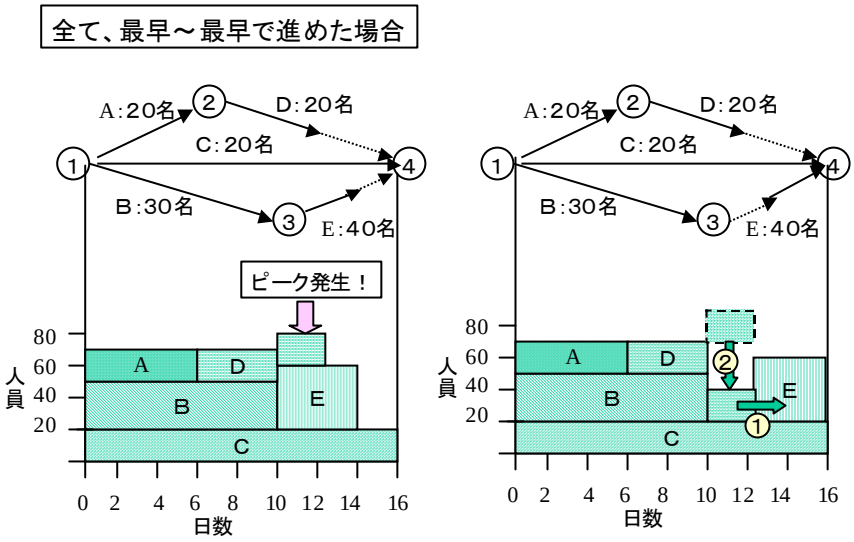


図4-41　PERTを用いた負荷（山）崩し

【よもやま話】

左記にも紹介してきたように、「IE は経営改善の道具である」そこで、ここまでに紹介した 3 種の IE 手法の中から、PERT 手法を例に大きな経営改善を果たした歴史的な例を紹介することにしたい。

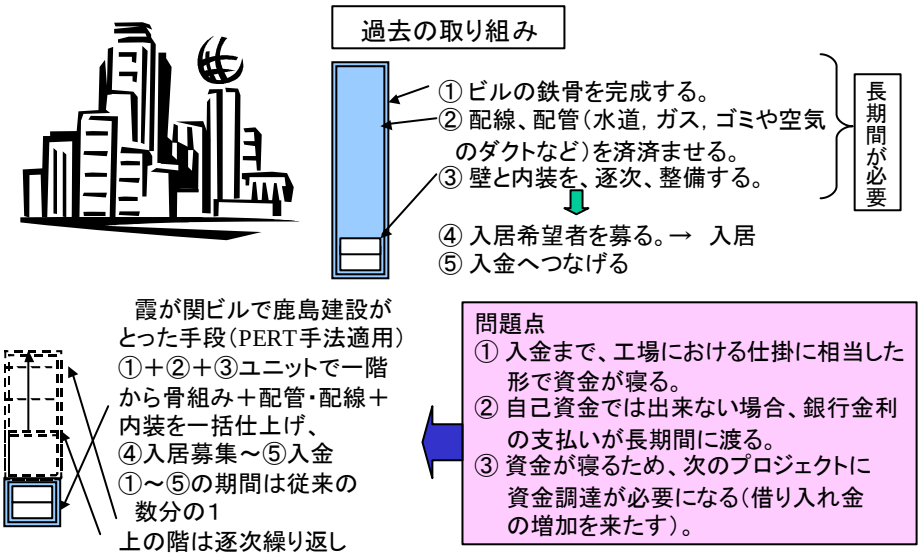
先に紹介したように、筆者は日立金属(株)在勤時、入社直後に早稲田の夜学へ通い OR という経営管理の手法教育を受けたことがあった。当時、OR は大学で金属工学を専攻してきた分野とは全く違う内容、また、得意とする数学だったため、楽しく勉強した記憶を持つ。このため、その後、所属した部署で研究開発の日程管理へこの手法の利用を提案すると、すぐに会社の管理システム（研究計画企画・進捗報告書）に制度化された。研究開発に関する期間短縮に意味ある活用を図るためである。だが、当時の筆者は、本社・プロジェクト部所属だったため、各研究テーマに奥深く入り、個々のプロジェクトの期間短縮に直接関与する立場ではなかった（先進企業が対処していた管理システムを日立金属(株)でも常識的に使う環境を整えたという程度だった）。このような時、折しも、中村開発部長から、「装置産業を担当する機装部で、何としても大幅な期間短縮と、収益向上を併せた対策が必要である。PERT を使い成果を挙げている鹿島建設の方が運用面の指導に来てくれるので、君も参加して勉強しなさい」という命を受けた。この内容は、①事例研究と共に、PERT 手法を実務的に適用して効果を出す。この適用効果を示すと同時に、②他の研究テーマを促進して新規事業発展の基盤となる新製品実現率の向上を図る。また、③この対策で材料メーカーとして、新たな事業展開の早期実現を図るという事業戦略的な内容だったが、鹿島建設 A 氏が紹介された『PERT 手法の運用』と共に、部長が出した命は大きく進んだ。なお、この話は別の機会に紹介させていただくことにして、この種のプロジェクトの成功に大きく関与した A 氏から紹介された内容を紹介することにしたい。A 氏の話はここまでに示した内容であり、『やさしく学ぶ PERT 手法』だった。また、要点は次のような内容だった。

「鹿島建設が PERT 手法を本格的に使うニーズが出たのは、あの高層の『霞が関ビル建設』の受注を取る戦略に当社が動いた時です。当時、「米国では高層ビル建設が盛んだが、日本での建設は儲からない」とされていました。地震対策も大きい要因にあったわけです。だが、それより大きい内容は工事システムにありました。図をご覧下さい。経営的に PERT 手法の活用ニーズの重要性

がご理解願えると思います。

よもやま話

建設で赤字で困る中、高層ビル建設で収益を得た歴史



かつて、ビル建設と入金システムは、ビル建設が終わり、お客様が入居されてから支払いが行われていました。建設終了後に、受け渡しという儀式と共に行われる要件です。ビル建設も、上図の上部に示したように、①～⑤の順で行われてきました。従って、右下に示したような問題がありました。これに対し、PERT 手法の適用は、革命的な工事スケジュール検討を果たしたわけです。先の全体の鉄骨建設を終えてから順に、各専門業者が担当してゆくという、順送りシステムではない工事システムを現出させたのです。要は、下から部屋をつくる。この際、ユニットで部屋の構成を考え、鉄骨のユニット枠建設と同時に②の配線などユニット工事として行う。また、内装。そして、部屋が完成すると同時に、上層部分は工事中だが入居願う方式の実現です。これに対し、PERT 手法活用方式では、上層部の建設に必要な機材は全て、エレベーターでユニット搬送可能な構成に変革させました。要は、短納期で工事工数の低減を図る策に PERT 手法を用たわけです。その結果、「高層ビル建設は儲かる！」ということが明確になりました。そこで、受注、皆様が知る短期建設が果たされました。同時に、『霞ヶ関ビル建設』で収益が出て、これが、現在の『高層ビル建設の夜明け』を生むきっかけとなりました。以上、PERT 手法は経営戦略具体化の道具です。・・」というお話だった。A 氏から「改善技術の駆使は経営改善のツール」という内容を具体例と共にお話しと、簡単な手法運用の対処を教わったわけだったが、特に、①プロジェクトの要件をすべてカー

ド化する。②カードを分類して、前後関係を整理しながら、PERT 図化を進める。③改善内容とリスクをカードで書き改善を加えながら、徹底的に高い生産性で徹底的な短納期にした戦略図に仕上げる、という作図法も、実務的に PERT 手法を作成する方法として筆者には大変な勉強となった内容だった。

A 氏にこのような教授を受け、筆者は「なるほど、IE は経営改善の道具である」と実感したわけだったが、以降、深川工場を真岡へ移転、桑部工場レイアウト一環ライン化、など研究開発分野だけでなく、多くの経営を左右する場で PERT 手法の適用を進めてきた。また、毎回、劇的とも言える期間と工数短縮、リスク対策が図れた経験を得たことは今も感謝している。この種の内容は、他の書にそれぞれ記載しており、ここで、再度の記載は控えるが、現在、企業支援を進める中で、同種の成果を得ている。PERT 手法の活用は、①事前検討段階で多くのムダを排除する。②その時点で最良の知恵を結集した図に各種内容が集約できる。③目で見て、重点管理すべき内容とリスク対策要件をつかみ、全員参画で参画者の力量発揮や協力、貢献度の認知までが具体化して行く、という点にある。なお、この種の内容は、ライン・バランスや人ー機械分析を用いても同じでだが、特に、PERT 手法の実践は、この種の内容を体験する機会が多い。

【ちょっと一息】こんな PERT 手法の活用があった！

「引っ越しの PERT」

日立グループで系列会社の IE 研修の講師を担当していた頃の筆者談を紹介することにしたい。最初の話は、筆者の IE の師のおひとり、当時の(株)日立製作所・茂原工場、相田課長の体験談である。「運動会に PERT 手法を活用して効果をあげた。その内容は「今回の運動会は雨になるかもしない」というものだった。「今までは、雨なら中止。だが、1 年に 1 回の運動会、一所懸命に準備と練習をしてきた関係者には、何ともあきらめのつかない事態を招く。そこで、何とか、午前中でムダなく全員が用意してきた内容を消化したい。その後、体育館でゆったり飲み会が出来れば、雨に関係なく、家族と仲間と楽しい会になるのだが、・・」という関係者の悩みが、私に寄せられた。そこで、私は、「仕事にしか適用してこなかったが、この際、PERT 手法を使おう」と言った。皆が賛成してくれたので、PERT 手法を運動会のスケジュール管理に使ったわけだったが、大成功だった。幸い、この日は、今年の運動会は午前中だけが曇り、午後から雨となったため、用意した PERT 図に従い、旗を振り合図

をして無駄なく競技やイベントを配備した結果、流れるように運動会が進んだ。また、雨が降る午後には全員が体育館に待避して大宴会となった。いや、中村君、PERT 手法も使い方だね！・・・」という話だった。ところが、このお話しの直後、筆者が所属する技術本部で部屋の移転、すなわち、有史以来の引っ越しとなった。結論は PERT 手法の活用で大成功だったため、IE 研修の講師中、当時の経営研修所・大森主幹にお話ししたところ、「面白い！早速、報告書作成と共に IE 研修で紹介して欲しい。ここには、PERT 手法運用のノウハウが集約されている！」ということで、毎回の紹介を促された。以下、筆者談はつたない内容だが、「四角四面の IE 活用から離れて IE を学ぶのに最適！」と、関係者には評価された。また、「ST と PERT 手法適用法を示す好例」という評価を得て、多くの IEr に活用されてきため、古い話ではあるが、あえて、下に、その内容を紹介させていただくことにした（この話は、4 版で絶版となった「現場の標準化技術」日本能率協会発行に掲載されていた内容を復刻させ、ここに記載した）。

① 引っ越し開始前の状況

この話は、当時の生産技術部、重役を含め、部課長が 30 名程度、平均年齢 40 歳、女性 3 名、若手 6 名(筆者を含む 30 歳以下の者)の職場を全て別の場所へ移すという内容である。もし仮に、若手と女性陣で引っ越しを担当させられた場合、おそらく、全く業務を離れこの作業を担当してもフルタイムで 3 日を要すると目される状況だった。この時、今まで、専門的に 50 数歳の事務局担当者が計画を進め、会議で何回も関係者に話を紹介してきた。だが、内容が固まっていなかった。このため、あと 1 週間を残す状況で、窮状を知った技術本部長が筆者に「選手交代、君に一任したい。何とかしてくれ！」ということから対策を進めた一種のプロジェクトだった。なお、この計画策定に当たって、このプロジェクトを進めてきた庶務担当者の話を聞いたが、PERT 手法的に見て、全くの検討不足だった。引っ越しが短期間で済まなければ、若手と女性陣に全ての負担が来ることは必然、また、業務には大きな支障をきたすことは明白な状況だった。そこで、丸 1 日をかけ、以下に示した現状確認と条件を整理、部門長会議で次の事項を認証願い、若手チームを編成と共に引っ越しの実務に当たった。

(1) 引っ越し作業は部課長の関係なく全員で行う。実施できるのは今週末の金曜 13:00～17:30 だけである。17:30 から物流専門業者による工事が開始されるので、全員参画が絶対条件となる(当日、出張等は停止となった)。

(2) 安全と全体管理のため、女性は、当日は重量物運搬作業から外す。安全の配慮と作業状況の時間管理、一部、付帯的な作業に限定する。

(3)　今回の引っ越し品の大半は書類である。コンテナへつめ、行き先表示をつけておけば、引っ越し担当の業者が月曜日の朝までに所定の場所へ運んでくれる。なお、この間、個人の机はカギをかけ業務停止、津引き出しはテープでとめて動かないようにしておく。ガラスや陶器製などの割れ物は別室の決まった場所へ事前に運んでおくことにした。

以上、ここに記載した内容はトップが了承、全員に言い渡された。

② 引っ越し前に行ったデータ収集

IE は現状把握が前提となる。今回のテーマも、ムダの無い計画策定の前提条件であることに変わりはない。そこで、下図のようなレイアウトを持つ技術本部の実態調査を行い、PERT 図作成～作業条件の設定を行った。

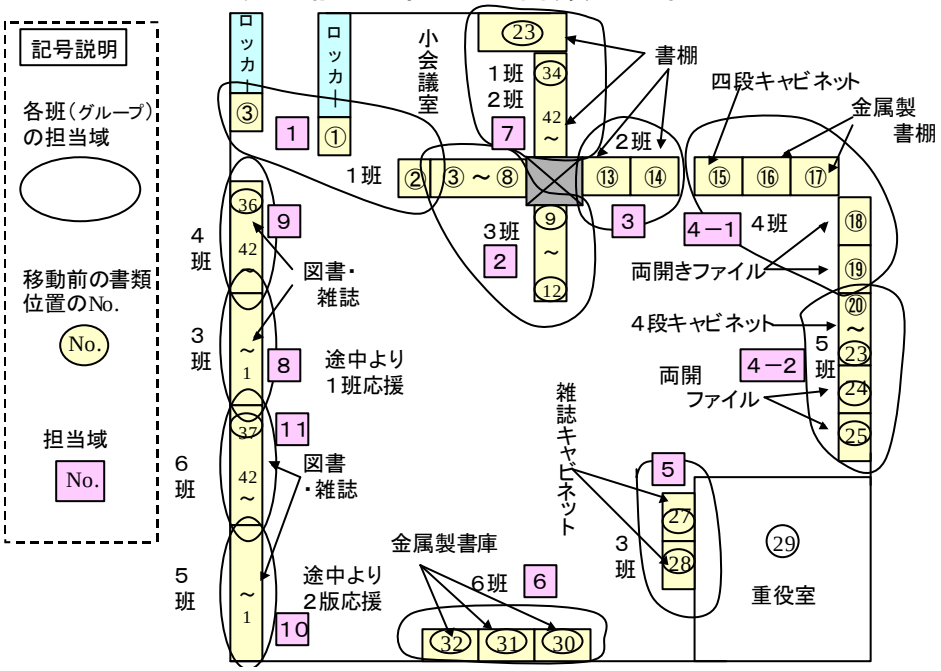
(1) 書類の置き場を全ての計測。

(2) 書類をコンテナにつめる作業について KYS 法を用いて算定した。なお、1 名で 1 コンテナ詰めを仮定、年齢と安全を考慮してレイティングは 50%とした（コンテナ詰めの ST 算出を事前に行った）。

(3) 1 つのコンテナへ詰める書類の長さは 120cm 以下とする。それ以上つめると、重くなり腰痛などの危険が発生するためである。

なお、コンテナへの梱包に当たって、既に梱包作業を開始している他の職場を調査したところ、1 梱包 1 時間以上を費やしていた。その内容を見ていると、この際に不要書類の廃棄をするためだが、時には、過去、見つけられなかった“なつかしい書類”を眺めたり、仲間となつかしむ等の判断が介入するためだった。このため、今回は単に箱につめるだけの単純作業に集中していただくことにした。

引っ越し前の部屋内:書類の配置状況



③ PERT 図作成を中心とした作業分担の設定

今回は切羽つまった状況である。しかも、「1 回のみの対処で有史以来の移動劇を成功させなければならない」条件だった。だが、同時に、IE の実を示す場でもあった。このため、筆者は、可能性研究をふくめ、下に示した表 A による見積もりを行った。また、全員参画で作業すれば、十分、時間内に終了するという見積もり結果を得た。そこで、この種の成功のカギとなる ST 運用設定と、運用の要件をつぎのように設定した。

(1) 1 人で 1 コンテナ梱包に対する ST(標準時間)を 2 分×レイティング 200%×（1 +25%の余裕率）=5 分とした。なお、これ以外に、休憩を設け、作業改善を討論願うため 1 分を追加、6 分/コンテナとした（この標準時間はかなり甘い）。なお、流れ作業による改善を図れば、1 分程度になることは計算済みだが、この内容は最初に紹介しないで、グループ相互に競争や改善の楽しみを作業中に含める運用とした。

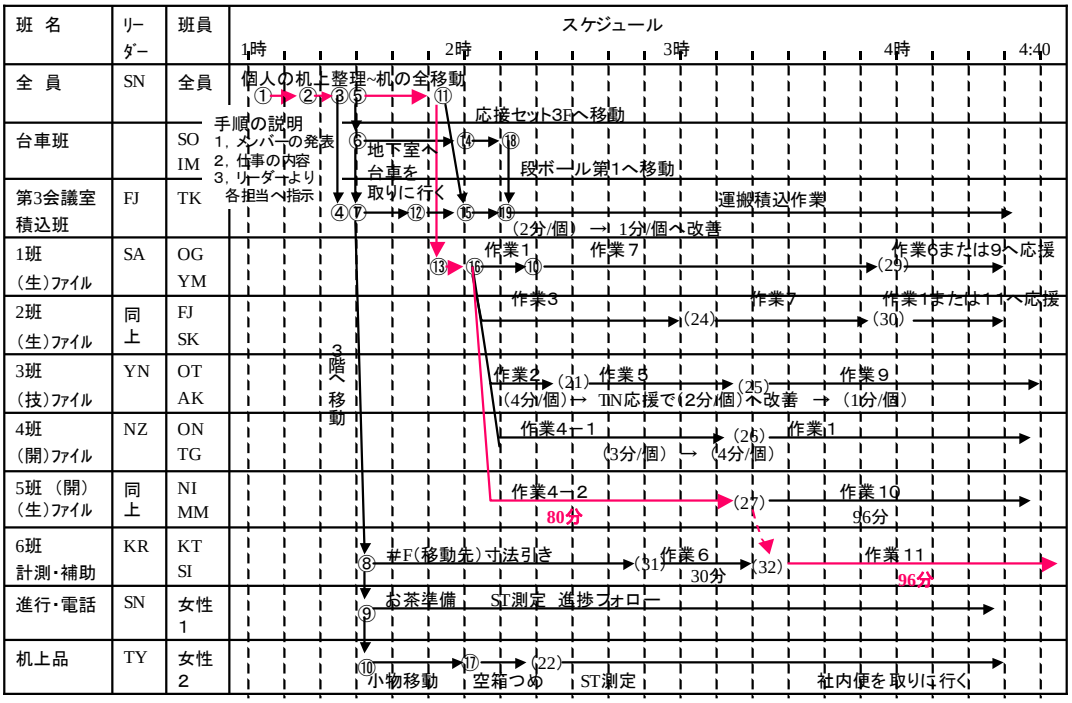
(2) 書類の梱包には開梱後の処理を考え、次ページの図に示したように、実務者をリーダーとし、部課長が梱包作業を担当する構成とした。また、他の部署の応援も、その部門の実務を担当する実務者の指示に従っていただくこととした。その理由は、開梱後の種類の復帰が実務者の仕事に直結するためである。

(3) 対象とする棚や書類の位置に対しては、全て No.をつけ担当を設定すると同時に、個々に関係者と打ち合わせ、次ページの PERT 図に従って梱包順などを設定した。

表A　引っ越し作業位置と書類の長さ(実態調査)
～梱包に必要な時間(見積もり結果)

設定No.	内　容	長さcm	コンテナ数	梱包必要時間	設定No.	内　容	長さcm	コンテナの数	梱包必要時間
①	(生産)四段キャビネット	80	2	作業1 21分	(20)	(開)四段キャビネット	1590	14	作業4－2 84分
②	同上	80			(21)	同上			
③-1	カタログ	60			(22)	同上			
③-2	マイクロフィルム	120	1		(23)	同上			
④	(特許)四段キャビネット	80	5	作業2 30分	(24)	(生産)両開キャビネット			
⑤	同上	80			(25)	同上			
⑥	同上	80			(26)	雑誌キャビネット	450	9	5 54分
⑦	同上	80			(27)	同上	600		
⑧	同上	80			(28)	書　類	－	1	なし
⑨	同上	80			(29)	(環境)ガラス戸棚	260	5	作業6 30分
⑩	同上	80			(30)	(特許) 同上	170		
⑪	同上	80			(31)	同上	170		
⑫	同上	80			(32)	小会議室(研)棚	540	5	作業
⑬	(生産)木製棚	650	11	3 66分	(33)	同上　雑誌棚	2160	20	7 156分
⑭	同上	650			(34)	机上品	80	80	
⑮	四段キャビネット	1590	14	4－1 84分	(36)1-21	(技)図書	3549	15	8 90分
⑯	金属製ファイル棚				(36)22-42	同上 入口側		15	9 90分
⑰	同上				(37)1-21	同上	3759	16	10 96分
⑱	両開キャビネット				(37)22-42	同上 窓側		16	11 96分
⑲	同上				合　計		17,108	150	879分

表B　引っ越しに使ったPERT手法



④　当日の経過(実践内容)

計算結果と PERT 手法によると、時間内に全ての梱包が終了することが確かめられた。しかし、当日、通常業務停止で引っ越し作業に全員が参画しなければ終了しないという条件があった。だが、この内容を当日までに全員に

伝える時間的な余裕と場はなかった。このため、関係者は大変に不安に思っている状況だった。そこで、作業開始前に全員を集め、下記に示した条件に従っていただければ、時間内に終了は可能であることを伝えた。ここで、全員が安心して作業にかかることになるが、なにせ、通常はこの種の作業を全くしない方々（せいぜいゴルフか、仮定の書類整理程度の仕事しかしない方の集まり）である。そこで、用意した安全第一の垂れ幕で、安全面の注意をつたえ、ゆっくり梱包作業を進める注意と、梱包時には 1 名が仕事の補助程度で安全監視を担当するよう依頼し、以下に示す作業手順の実践に入った。

(1) まず、リーダーが各グループ関係者を集め仕事の内容を伝える。つぎに、個人の机上にあった小物を用意していた小部屋に移動、仕事してきた机を全て封印した。同時に、用意していた、書類のコンテナ梱包作業に最も向くレイアウトにするための移動を開始した。

(2) コンテナ搬送用の台車確保を含め、この種の準備は 13:00 開始、13:40 に全て終了した時点で、再度、全員を集め、安全面の注意と書類梱包に当たってリーダーからの指示に従うようお願いした。同時に、適当な時間に休憩（お茶を用意）することを伝え、本流である書類の全員一斉でコンテナ梱包作業を開始となった。

(3) 筆者は全体を統括するので、司令部のようなところに位置して全員の活動を見る役目だった。同時に、女性の方々に作業時間の測定を願った。また、適宜、処理が早いチームと遅いチームを連絡願い訪問して、状況の把握を把握行ったが、開始から約 30 分、春ではあったが、汗をかく方が出てきたため、第 1 回目の休止を宣告、全員に集合を願った。ここで、まず用意していた、お茶を一杯、余裕を持っていただくと同時に、グループ毎の作業時間と工夫、他のグループの旨いやり方の状況を願った。さらに、安全第一の注意と共に、再度の作業開始を願った。その後、40 分経過、再度の休憩時に、PERT 図に示したように、生産性の差が出てきたため、メンバー構成の一部入れ替えによる作業時間の平準を図った。また、最高スピード・グループの作業内容を紹介願い、更なる改善を進めて梱包詰め作業を進めていただく対処をした。その結果、15:40 には、全ての作業は終了することができた。

⑤ 結果の評価

当日、予定していたグループに 1 名の病欠が出た。また、予定していなかった工事が追加されるなど、細かい事項が発生した。だが、この種、予定外の事項は吸収し、17:30 まで約 2 時間程度の余裕を残して引っ越し作業が終了した。快挙だった。この種の成果は PERT 手法の運用による妙味である。では、活動の要点を記載することにしたい。

(1) 引っ越し作業の全体管理をする私だけでなく、相互に梱包作業を進める全員が 1 室で相互に同じ仕事を進めていたため、ゆるやかな競争と、相互に技を盗み改善するという有用な環境でコンテナ詰め作業が進んだ。なお、私は直接に書類梱包に手を出したのは、最後になったネック工程に対する 10 分間程度だった。

(2) 今回、もし、梱包作業の乱れが発生すれば、全て若手の実務担当者がその工数をかぶることになる。このため、彼らがリーダーとして部課長にコンテナ梱包に協力願いつつの作業だった。この対処は、後日、書類の復帰～整理という実務面だけでなく、「リーダーとして活動する多くの内容を得た」という利得を得た。事実、後日、「部下が上司を旨く使うことは得難い経験である」という話を得た。なお、上司からも「部下に協力を惜しまず、仕事を思いやって手伝う内容は、今後、家庭でも対処すべき大切な体験をさせてもらった」という感想をいただいた。

(3) 何といっても、今回の取り組みでは、全員が公平、しかも、単に梱包作業に没頭するのではなく、改善を考えながらの仕事は「楽しかった」と皆が語っていた。この話は、全体集会という休憩・お茶会で達成時間の内容、作業が早いグループから技を盗む、時には、他のチームの仕事を見て手を止め、改善を話しながら仕事を進めるという小集団活動方式は、チーム力を高め、「本来、やらされ感しか持てない仕事を楽しくした」という内容が関与したためだった。

以上のような対処で、引っ越しは無事に終了した。なお、「技術本部の連中はぎりぎりまで手をつけないそうだ。苦労するぞ！」という他部署の話に対し、15:40 の終了は「驚異的、なぜ？」となった。事実、他部署の見学が多く、部署によっては、この時間帯に、まだ必死の梱包作業を続けていたからだった。部署によっては、17:40 まで必死になっても終わっていないところもあった。ちなみに、我々は部屋では仕事が出来ないため、各人が近隣の本屋へ行く、コーヒー店に行く・・のゆとりを過ごし、就業ベルと同時に、総務関係者が用意していたつまみと缶ビール、または、缶ジュース一人一缶で簡単な宴会でお開をする余裕まで生まれた。

以上、つたない話だが、PERT 手法の活用事例を紹介させていただいた。なお、先に紹介したように、この話は㈱日立経営研修所で毎回、事例紹介させられたメニューである。その理由は、受講後のアンケートに「つぎに受講する○○君にも是非聞かせて欲しい」という記入が多かったことが関与する。加えて、「IE 面で重要な要件がコンパクトにまとめられている」という評価があったためだった。要点は、(1)IE、特に ST の運用を重視する PERT 手法は事

前検討を重視だが、幸い、この事例は、実務的に具体化させた内容を持っている。(2)ST 達成と改善は実務者側の要件であり、やらされ感でなく、積極的な活用がここに望まれる。この事例はその要件も満たしている（特に、職位に関係なく皆が「時間は仕事の影である」という内容活動した）。なお、最初に流れ作業なら 1 コンテナ 1 分をいう分析を KYS 法で済ませていた。だが、関係者に開始前には紹介していなかったが、結果はそうなった。このため、終了後に、その内容を紹介すると、「IE は素晴らしい」となった。また、「最初からこの内容を紹介した場合、中村の強制労働の順守となったかも？」という評価だった。これも ST 運用の妙味である。加えて、(3)何と言っても、「全員参画、公平、情報共有化の中で、組織が持つ目標達成活動が進んだ」という点が顕著な PERT 手法の活用となった点だった。この内容は体験者である実務担当者間でも、話題になった内容だったが、IE の実務運用という局面でも注意すべき要件だったため、研修の場で事例紹介が続いた。

４－５　超・時間活用法と管理・間接業務のムダ排除

IE は経営改善の道具である。そこで、以下、管理業務を担当される方々の仕事の改善に関する活用を紹介することにする。

（１）仕事のプロが見逃しがちな時間活用実態

「時間は仕事の影である！」この言葉が如実に示すように、時間は、仕事を進める技術の良否と仕事の手順に含まれるムダの存在によって左右される。だが、「日本人は勤勉である」とか、「何事も形から入り応用へ展開すべき」という気風が高いためか？今も「インプット（情報や資料など投入）を多くして時間をかえて努力すれば、成果はいつか出る」と考える方は多い。この種の方は「何でもよいが、とにかく努力を続ければ、いつか努力が報いられる！」と語る方がいるが、一度しかない大切な人生において、ムダな努力（インプット）は極力避けるべきである。そこで、以下、仕事一般に通じる内容として、『超・時間活用術』の局面から、IE の活用法を紹介することにしたい。

超時間活用術が提唱する注意点は、概略、**図 4-42** のようになり、示す内容は、過労死への警告と共に、個人が一度しか無い人生を大切にする示唆と、仕事を構成する中身を見直す工夫である。では、まず、一般論だが、日本における間接部門の業務処理に対する生産性はどのようになっていて、何を見直すべき状況にあるか？について、IE（ST）的な視点から解説を進めることにする。

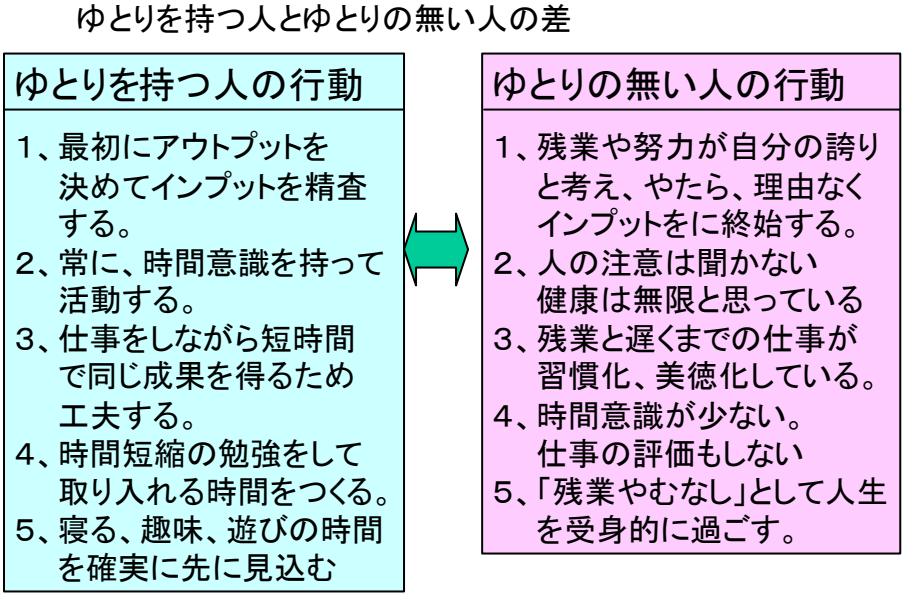


図4-42　ゆとりを持つ(生む)仕事術

ご承知のように、製造現場の生産性は 1980 年代以前、諸外国を下回る状況だったため早急な対策が図られた（表 3-5 で解説済み）。だが、間接部門は、（財）社会経済生産性本部が 06 年 4 月に発表した世界 30 ヶ国のデータを見ると、ルクセンブルグの 90683 という指数に対し、日本の生産性は 19 位 59651 であり、アメリカ、ベルギー、・・・OECD の 59658 にも劣る状況である。このことは、日本の間接業務が仕事の効率面で、まだ、日本企業には多くの改善余地を示している。では、演習題を設け、日本では「頑張っている」という見方をしがちな仕事の評価から間接業務の改善のあり方を検討願うことにしたい。

【演習問題で、お試しを】

管理の仕事は現場生産に比較して目にとらえにくい。このため管理者の行動内容に対する判断を間違う例が多い。そこで、あるデパートの「お中元模様替え」を担当するリーダーN さんの活動を見ていただき、改善点を明示することにする。この例は、若手、新任リーダーが果敢な挑戦を図り、汗と努力の物語である。この物語を読んでから解析するのも良いが、時間が無駄になる。そこで、No.毎に、後づけで、本来、管理者として当然実施すべき事項を附記することにした。演習としては、記入用紙の〇毎に皆様にコメントを願うことにする。なお、この例の場合、一生懸命仕事はしているが、現場管理技術面からすると、正に素人的な内容となっている。要は、管理技術の利用は全くなく、汗と努力だけが目立つ内容となっている。どのように優秀でやる気があって若い管理者でも多くのムダをかかえた結果、端から見ていると「これが管理者なのか？」という例である。では、物語をスタートすることにする。

N 氏 28 歳はデパートの新任主任として今度のお中元の準備を担当することになった。150 名もの方々を要して、年 2 回のイベントである。N さんは、早速、上司と現場で打ち合わせを念入り（？）に行った。（①コメントは後述）やる気満々の N さん、早速必要機材の準備に部屋へ戻り電話を開始、模様替えの準備となった（②）。作業内容は気の遠くなるほど多くの要件を消化しなければならない状況であり、関係者はいつものことだが、徹夜覚悟の出社だった（③）。

いよいよ作業開始である（④）。こんな中で N さん、作業着に着替えて陣頭指揮の活躍である（⑤）。そのような時、ある部門から部品不足の連絡が入った。「それだけでは、足りませんか？」と N さんが、問い合わせに来た方に聞いたが、やはり部材が足りなかった。そこで、自ら倉庫へ走り部品を持参、幸いに部品があったので何とかしのぐ例が数件あった（⑥）。やがて 19:00N さんは腕組みをして皆の仕事をみていた（⑦）。結局、全従業員汗と努力で深夜まで作業

となった。でも、ようやく見通しがついたので、各部門、明日は定時の 8:00 からの出社で良いという判断で帰宅となったわけだった。

翌日、商品棚へ製品を並べる作業を大急ぎで各部署で皆が行った（⑧）。この仕事は時間に間に合ったが、店開店の 45 分前になって。上司が N さんを呼んで「このディスプレイはまずい。安全通路をふさぐ状況では問題だ！」という指摘に「今やります」と小走りに大工道具がある部屋へ、今日は大工さんが休み、N さん自らの対応が必須だった（⑨）。いよいよ開店、10:00 となった。N さん。時間は過ぎ、お客様がデパートになだれ込んで来る中でカンカンとんとん、30 分後に何とか上司の命令通りの処置を済ませ、その後、1 時間程休憩を取りお中元の設定が終わり、お客様が買い物をする中をスッキリした顔で巡回していた（⑩）。一応、関係者にお礼、また、「よくやった」の声に応えつつの巡回だった。その日の売り上げ集計である。大きな札束を運び集計する姿と共に「なかなか大変な仕事です」という内容でこの物語は終了する。

分析欄：〇＋No.の項目毎に現場管理技術上の問題点を記載して下さい。
（本来、管理者として行うべき項目の列挙をして下さい）

【管理技術から見たＮさんの行動上の問題点】

では、この演習題を解析することにする。日本には、(1)若く、やる気に満ちている。(2)優秀、能力が高く将来性を持てる人材である。(3)仕事に熱心で責任感が高いという方々は多い。この演習題は「事前検討不足の一言でまとめられる」また、国際的・理想的な仕事（あるべき仕事）という局面で解析すると、個々には一見、当たり前に見える行為の集まりで構成される仕事にはムダが多い状況である。では、個々に問題をあげ解説して行くことにする。

① 事前検討にはメモが必要、この企業では、毎年、盆暮れに模様替えを行ってきたはずだが、事前検討チェックリストをもっていない。多分、この会社には無いためと思われる。だが、管理手法を知っていれば完全なものではないが、2 日程度でつくれる内容だが、ここでは、全く用意されずに現場を観察していた。

② 部屋にはお中元立ち上げ計画表は見あたらない。同時に、資材調達のリストもなく電話する状況、果たしてまわりの方々の援助はどうなっているのか心配な状況で模様替えがスタートした。

③ 事前検討に関係者が加わり、PERT のような作業計画表はない。いつもこの方式で模様替えを行ってきた歴史があるためである。

④ 誰が何をやって良いかが不明のため、作業現場はごたごたした状況で、各人が勝手に思いつく作業に集中、といった状況である。

⑤ 本来、管理者であるならば、計画表をかかげ、進捗を追う、すなわち、P-D-C の活動に集中すべきだが、作業着着用、現場応援、皆と共に汗水流していては全体が見えなくなる。

⑥ 緊急時対策は予防対策に劣る。だが、何とか事なきを得たことは幸運と見るべきである。

⑦ 単に作業状況を眺めているだけである。本来、計画があれば、進捗が早い部門があれば、遅れる部門に人を送るなどの手を打つ対策を行うが、ここでそれはなかった。

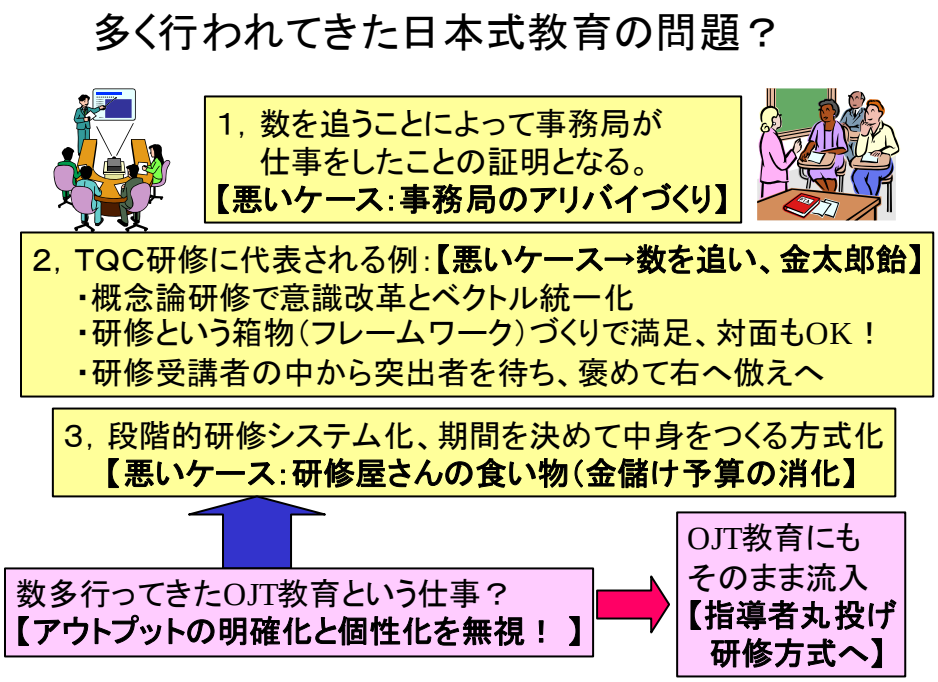
⑧ 1 人で出来る仕事を 3 人で行う例などが現場では多発しているが、毎年、この状況だったので、関係者は別に疑問を持たずに仕事をしている状況だった。人手不足の中、当然、この種の作業は改善すべきである。

⑨ なぜ、上司 T さんは事前検討時にこの状態をチェックしなかったのだろうか？そうでなくても、昨日、この工事の状況を 19:00 に、現場を巡視すればチェックできたはずである。

⑩ 実施事項の問題の記録も反省も無い状況で巡回、本人としては「やれやれ大役を果たした」ということであろう。技術伝承対策上からも、過去の反省を次に活かすべきである。

この話しに（　）がなければ、「N さん、よくやった」となるかも知れない。だが、残念ながら N さんのせいというよりこの会社の事前検討システムの脆弱さをNさんが全てかぶった例である。しかも、「これが毎年 2 回、しかも、年間の収益の約半分を確保するお中元とお歳暮の模様変え、果たしてこれで良いのだろうか？」と誰でも疑う内容であり、岡目八目、事前検討の無さが多くのムダ、すなわち、無管理状態のムダを暴露しまったという話しである。

この種、日本には「頑張っている」「若いから経験を踏み、そのうちに、・・」という話は多い。だが、若い時から仕事術を知っていれば、この種のムダをして「よく頑張った」という内容も「もっと、やるべき仕事があるのに、ムダとムダな達成感を味わう人がまだ日本にいたのか？」ということになるわけである。管理や仕事は目にとらえにくい対象である。このため、製造現場では科学的に仕事を解析～改善に向ける手法が生まれた経緯があったが、「間接部門は良い結果を生むため、情報をつくる仕事」という場の違いがあっても、ここに記載したような見方で物事を見て行くべきこととなる。だが、このように話を進めると「人材育成だ！」と言う方がいる。だが、下の図のようにならないように、教育も IE 的に見直す。すなわち、アウトプットを見てインプットする対策をお願いしたい。



（2）間接業務における情報処理効率化の視点

「間接業務という仕事は、大半が情報をインプットして良い結論を得て、良い行動につながる対策」とされる。だが、改善の方法を知らずに仕事をする方を見ると、多くは**図 4-43** のような形態になる危険性をはらんでいる。

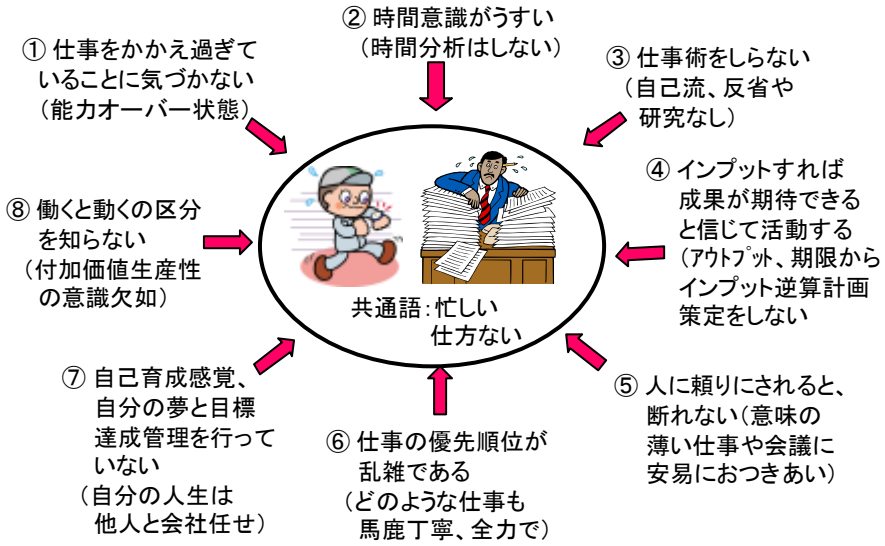


図4-43　毎日、仕事に追われる人の特性

これは、仕事を抱えて日々押し流される形態だが、ご本人は必ず『多忙』と言い「ムダが多いから」とは言わない例がほとんどである。忙しいという文字は「心を＋亡くした人」の合成語とされる。仕事を意識しないでこなし、毎日が追われ追われて人生を過ごす「亡き人に至る」過程を示し、業務上も危険な局面がある。では、先に示した欧米の一流企業の間接と比較して「どのような切り口でその間接業務を評価すべきか？」という内容から解説を進めることにする。

図 4-44 は先に示した現場の生産性は欧米の 1/4 という解説をされたマンデル博士に対し筆者が講演会で質問した中で答えをいただいた内容である（この解析式は、まだ、今のように IT は進化していない日本、1980 年の頃の状況であり、IT と言っても、せいぜい大型コンピュータで給与支払いなどの定例事務を中心に間接業務をこなす程度だった頃の評価である）。筆者の質問に対し、マンデル博士と名古屋大学の熊谷教授の答えは、図の下に示したように、何と「1/5 程度です！」という応えだった。博士は、その要素を 4 種に分けて説明されたが、「日本人は「先ず命令されたことをやってから反省しよう」という仕事の形態が多い。このため、①良い課題か否かを評価しないで取り組む例がほとんどである。欧米一流企業では、良いテーマをこなせば報酬が違ってくるので、徹

底的に事前検討して、時には、価値の無いテーマには最初から取り組まないので、この効率は 1/1.5 程度である」と説明された。加えて、

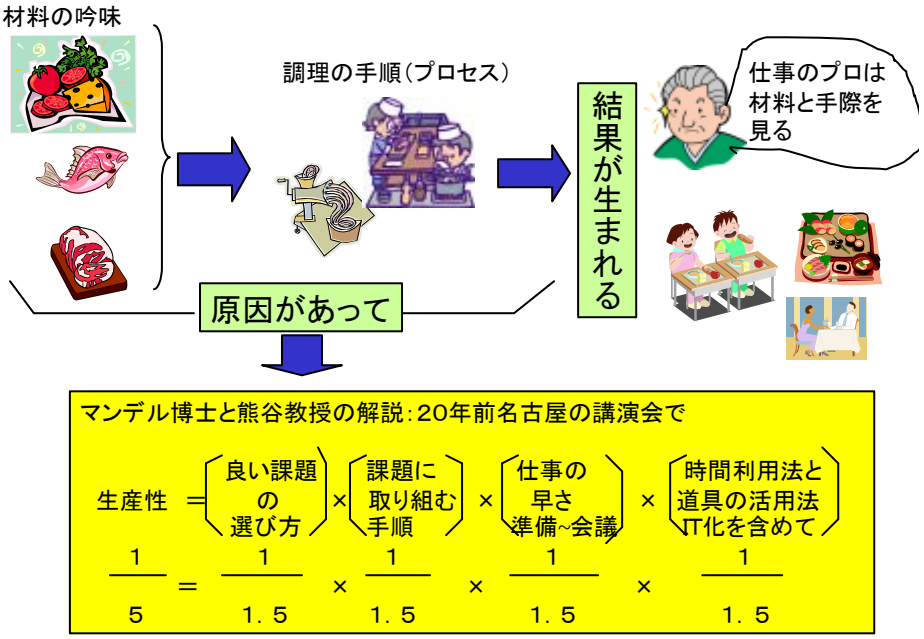


図4-44　情報を料理する！

「②次に、欧米一流企業の方が課題に取り組む手順だが、欧米では、テーマ決定後、テーマに応じた最適な論理的思考を学んで活用する。だが、日本ではわいわいガヤガヤと話を進めてゆくうちに、何とか結論を導き、合意するという方法が多く、その差は 1/1.5 となる。さらに、③「段取り上手は仕事上手」という内容が示すように、アウトプットと問題解決手順、必要最小限りで、有能なプロと情報を集めて仕事を進める。臨機応変が日本の間接部門の応用技になっているが、よく見ると事前検討しておけばムダが目立つ例ばかりである。そうなると、これも有効率が 1/1.5 程度となる。最後は、④明らかに追いつきにくい文字数の問題がある。欧米は英文字 26 と多少の記号で文書をまとめるが、日本人は漢字、ひらがな、カタカナのローマ字と多くの文字を使い、日本独特の情緒を加えて仕事を仕上げる。このため、この比率も 1/1.5 となり、結果 1/5 の結果となります」という解説だった。その後、このいくつかを米国赴任で体験したが、筆者は、この種の局面を意識させられる事態を多々経験してきた。では、意志決定の側面から、この状況を示す欧米の研究例を紹介することにする。

1980 年以前、特に欧米の一流企業の方々が、ここでは特殊な仕事のノウハウを持ち、仕事を早く処理してきたわけではない。だが、高い効率を達成している。その理由は、「日本より早い時代に、このような問題の対策に、問題意識を

持ち手法開発を行い、それを活用してきたから、欧米の一流企業と日本企業の間で間接部門に生産性の差が出てきた」と見るべきである。

では、一例を紹介することにしたい。NASA の例である。ここでは、アポロ計画を進める中で分かったそうだが、例えばペンタゴンにいる有識者が議論すると、「優秀で経験のある方であることは認めるが、「遅い」しかも抜けの多い！」という問題があった。そこで、NASA では、このような問題対策に対して、社会学者と心理学者のケプナー、トリゴー氏を任命して問題対策を図る活動が開始された。両氏は多くの事例や意志決定がスムーズで結論も良い権威者の思考形態を分析した。その結果、**図 4-45** のような構成と意志決定方式があることが解った。これが、KT（ケプナー・トリゴー氏の名前を取った意志決定の効率化対策）法に体系化された経緯である。その様式の一部を**表 4-15** に、また、PPA というリスク対策（潜在問題の発生予防/緊急時対策の準備によるリスク軽減を図る対策）を**図 4-46** に示した。この方法を使うと判るが、目で見てワンペーパーで必要、かつ、短時間で十分かつ、必要な事項がまとまる（従来の会議の 1/5～1/3 時間で質の高い検討が終了する）という経験をすることがある。

ここで、先に示した「デパートの模様替え」の演習を思い出していただくと、あの例は、N さんが、図 4-46 を用い、リスクを事前検討して、管理下に置くという対策と全員参画による PERT 手法を用いたムダの無い計画をつくり、さらには、P-D-C システムと共に計画達成を図れば演習題にするほどの内容ではなかったことがわかる。このような見方で管理・間接部門の仕事をみると、毎回、異なるように見える仕事は表 4-15 のように 6 種類しか無いことや、問題解決

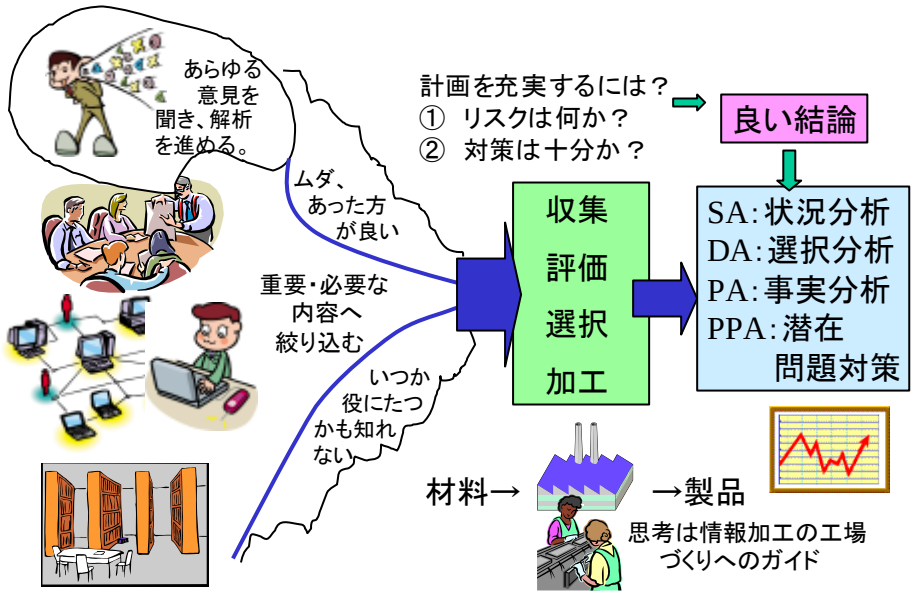


図4-45　KT法による４つの区分

表4-15　会議効率化のための6つの区分

No.	区分の観点	問題解決の手順（区分欄の英字がKT法の手順を示す）
1	トラブルの原因究明が必要である PA	①問題は何か？→②原因は何か（なぜ？で探る）→③5W1Hで原因を現場で探す→④起こっている事例とそうでないものを比較し、違いを見つける→⑤発生メカニズムを簡単な図で示す→⑥1問題→1原因→1対策方式で対策を作成し、実験~適用を図る。
2	要求、話す意味が抽象的、具体化を要す	①目的は何か？聞く→②名詞＋動詞で示す→③インプット/処理・機能/アウトプットを区分して行く→④要は何か？要求と③の内容を図化する→⑤インプットをアウトプットへつなげる処理過程を図化する→どこがポイントか？ウエイトを明確にする→とるべき案をつくる
3	問題がごちゃごちゃして整理が必要 SA	①誰の立場で何をしたいか文章化する→②問題点・関心事を15件ほど列挙する→③理由を示す→④ウエイトづけする→⑤重要分野に対し調査/原因究明/案の策定~評価選定/案があるがリスクを想定など、着手内容を整理する→⑥担当・期限を設定し、行動をとる
4	案を一つにしぼりたい DA	①案を3案作成する→②評価基準をつくる→①と②をマトリックス化した表を用いて3案の相互比較、評価~抽出を行う
5	事を進める上で心配事を明示~対策する PPA	①プロジェクト計画をつくる(PERTなど）→②不安な事項を列挙する→③不安な理由を記載する→④①の影響度を評価する→⑤予防策を創出する（同時に実施容易性・効果を評価する）→⑥緊急時対策を考える（同上）→リスクの低減状況を評価する
6	良い案をつかみたい	①テーマを明確に→②調査を含め草案する→No.4を用いて抽出
ー	コメント	自然体で各問題解決要求区分に従って一覧表化して対策する

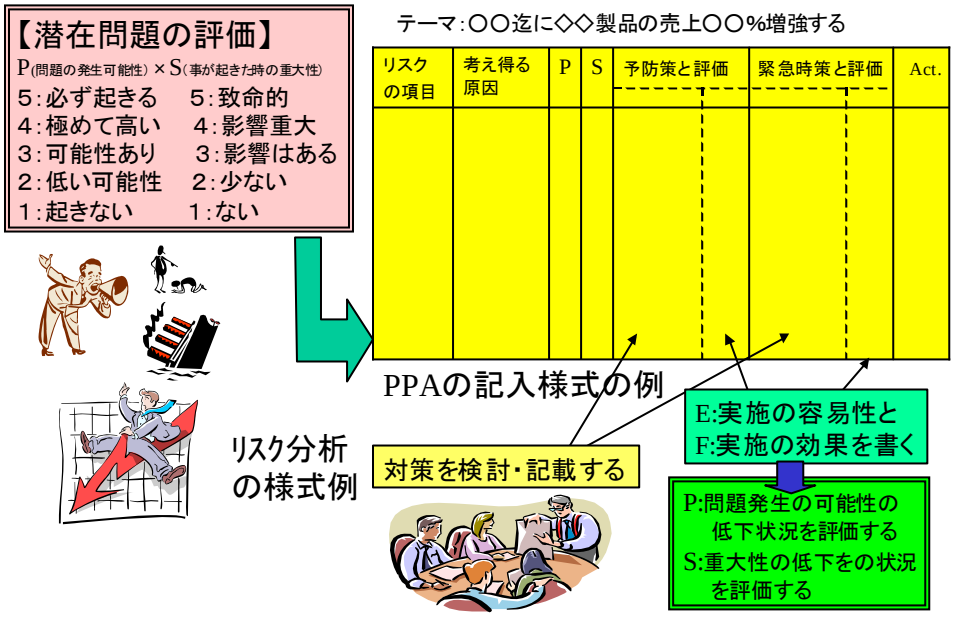


図4-46　PPAの様式(Potential Problem Analysis)

手順を「見える化」して、全員の知恵を集める策が有効だったことがわかる。

産業では、人が数名いて仕事をする限り、必ず、そこには仕事の早い方と遅い方が発生する。生産性の差とムダの発生だが、この内容は製造現場でも、事務や管理、新製品開発など、対象が異なっても状況は似ている。従って、その

解析が必要になる。仕事には、①仕事の流れと、②仕事を処理するために行う人の仕事に対する働きかけがある。この状況を**図 4-47** で示したが、情報処理工程は①の横軸に示した仕事の流れであり、②の縦軸は、モノづくりに当たる情報加工に対する働きかけである。また、①は情報工程分析による改善を行う対象であり、②は ST 的視点による改善対象となる。そこで、この 2 面から解析が必要になるが、そのような視点の一部を**図 4-48** に示したが、これは、『超・

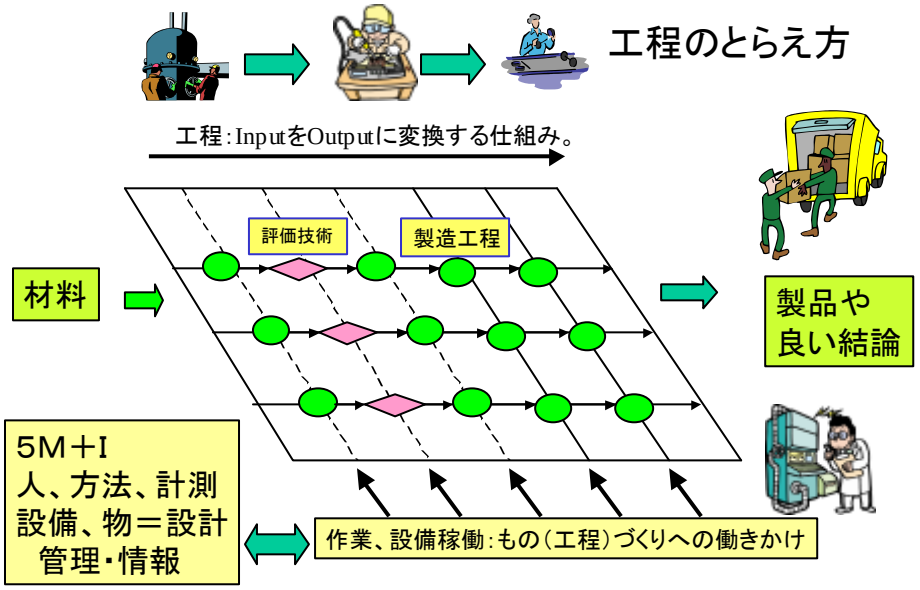


図4-47　工程と5M＋Iの働きかけ

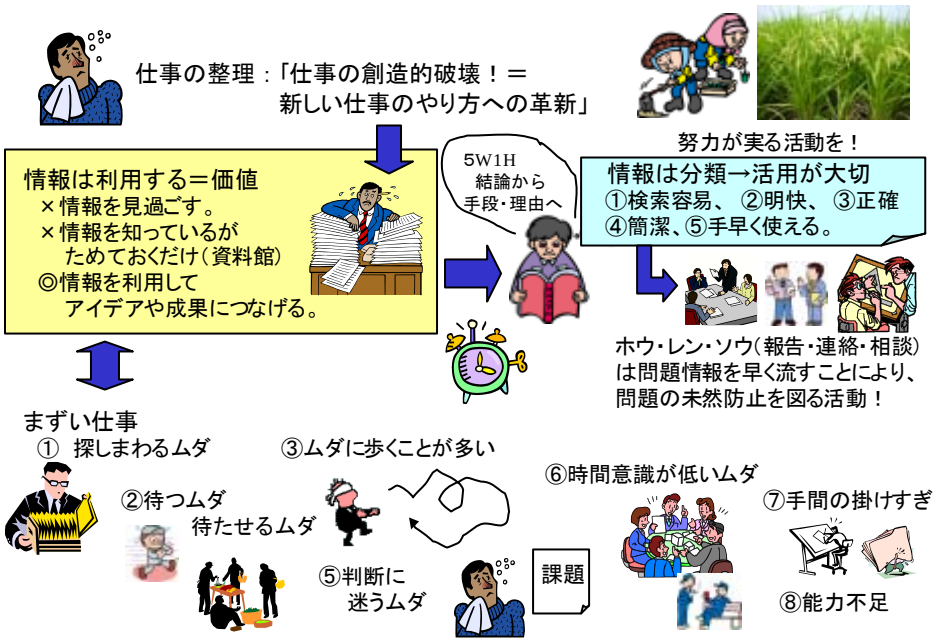


図4-48　超・時間活用術の要点

時間活用法』の対象とされてきた分野である。『超・時間活用法』の考えは、製造現場のムダ排除と同様に正味率の増強にあるが、そのためには、図 4-49 のような見方で仕事を見直すべきである。

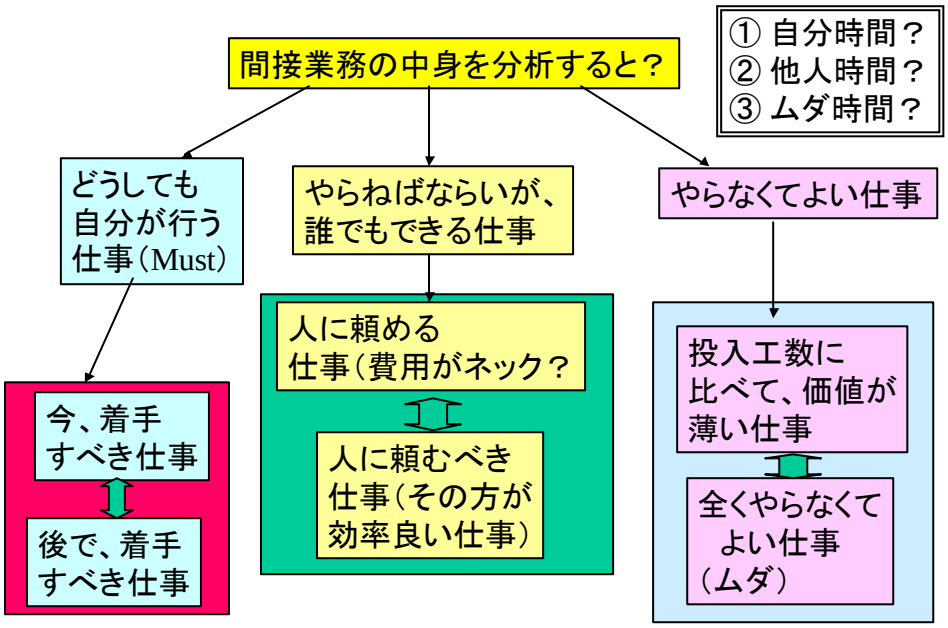


図4-49　個人で行うべき、仕事の区分・仕分けの視点

すなわち、まず、個々の間接業務に対して、(1)必ず行うべき仕事や要件（Must 項目）、(2)やるべきだが、人に任せられる仕事（High Want 項目）、(3)カットすべき項目（Want 項目の中で、後で行うべき対象や捨てられる仕事）といった内容に大きく仕分けを図る対策である。特に、管理・間接部門では、目に見にくい“情報処理”という仕事を扱う。このため、とかくその実態や問題を見逃す傾向が強い。その結果、「一生懸命仕事していれば期待するアウトプットが出る」という誤解や、「人の頭を使う仕事で、発想を得るという内容は多くの訓練と人による個性などが関与するので生産性の対象にすべきではない」という誤った考え方を持つ方が多い。そこで、上図で仕事自体の存在を評価することが必要になる。

大発明や経験の無い問題の対策に衆知を集めた対策を図る仕事は、その思考プロセスに経験がなく、持てる経験や個性などが関与する。また、この種の仕事には、時間を最初から固定してアウトプットを求めることには無理がある例だが、ビジネスという仕事のほとんどは問題解決なので、次の手続きで仕事が進めるべきである。すなわち、①テーマを決める。②情報を集める。③評価基準を決める。④最良案を抽出する。⑤抽出した最良案といっても内在するリスクがあるので、その対策を図る。⑥実施スケジュールを決める。⑦目標達成状

況をフォローすることにより、完成へ導く（P-D-C システムの運用）、という手順である。特に、頭を使う企画業務においては、大半の仕事が、(1)目標や目的、制約条件などを決め、(2)ある範囲と件数を決めて調査した後、(3)目的にあった情報を選んで整理する、という手続きで進む。この手順の要点は、目的、目標、対策規模を決め、ムダをしないで思考の生産性を図る対策を示唆している。このように、一部の特殊な研究や発明などの業務は除き、ビジネスの大半の業務は、ここまでに示した仕事の処理手順で仕事が処理されてゆく実態を知るならば、大半の間接業務に効率化対策の手を入れることが可能になることがわかる。なお、ムダ排除には**図 4-50** のチェックを進め、同じアウトプット（成果）なら、ムダをしないインプットと処理プロセスを進める対策をお勧めしたい。

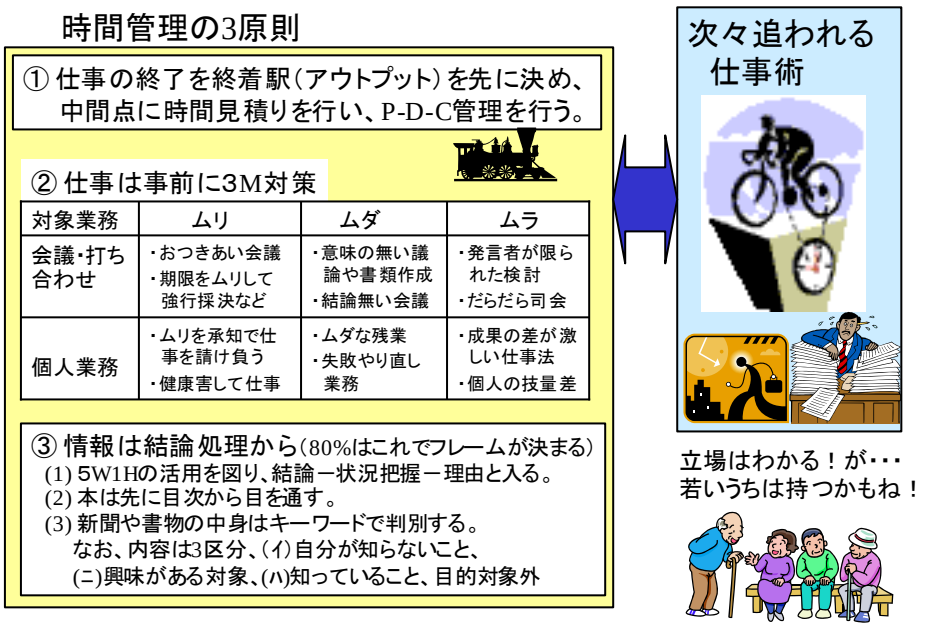


図4-50　時間管理と改善の視点「支配？」or「被支配？」

（3）超・時間活用術に必要な『仕事の見える化』

産業界に「段取り上手は仕事上手」という言葉がある。また、この対策のため、間接部門に『事務の 5S』という手法まで生まれている昨今だが、この手法の狙いは決して事務所の美化でなく、必要な情報を JIT 的思想、すなわち、今必要な情報を、必要なだけ集めて使う工夫を進めた結果、整理・整頓された環境をつくる対策である。

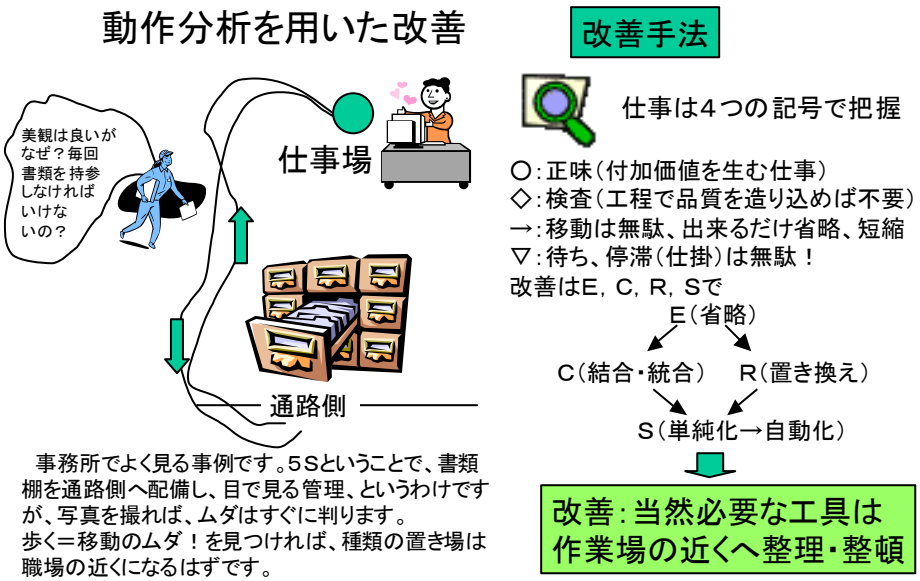


図4-51　動作経済5Sの例

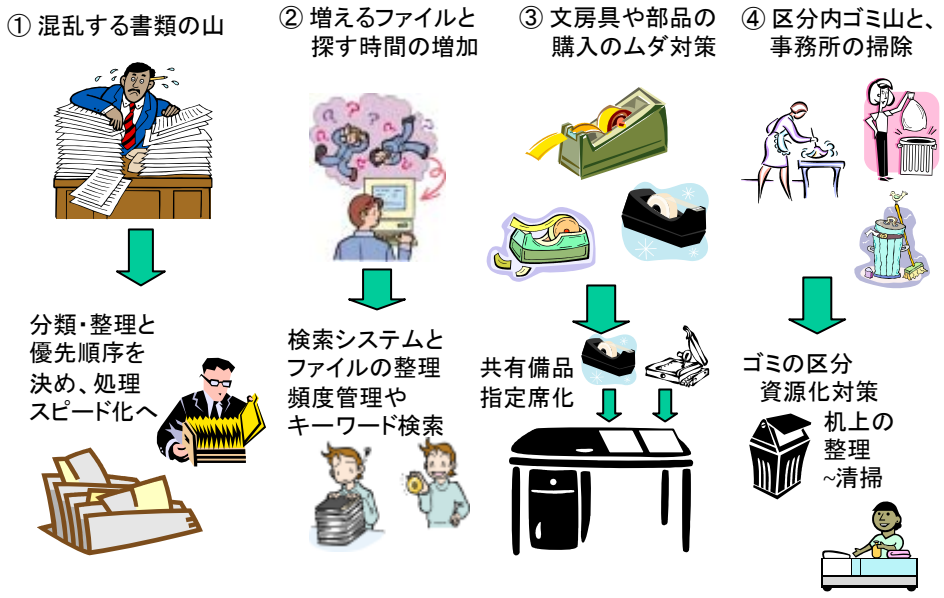


図5-52　1日程度の実施で終わる、事務所5Sの例

この種の対策にあたって我々がまず行うべきことは、PC ファイルの管理を含め、**図 5-51～図 5-53** のような、仕事に当たる環境整備を促す対策であるが、これも形にとらわれ、「仕事がし難い」という内容にならないよう、仕事の本質を正しく評価し、E 的見地から仕事を評価・改善する対策をお願いしたい。

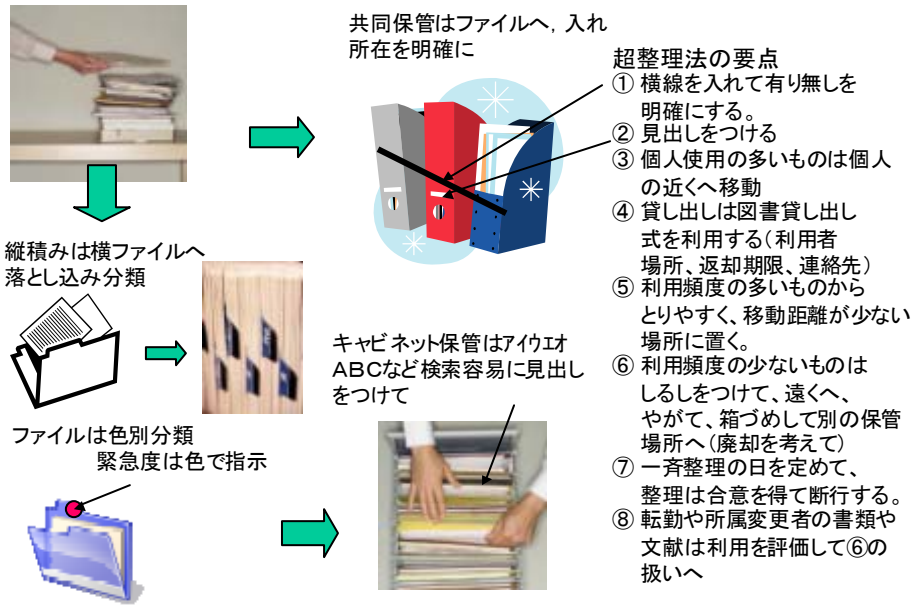


図5-53　紙ベースファイルの保管法（検索中心・超整理術）

筆者はかつて、例えば設計業務に ST を定める対策を指導したことがあった。だが、この ST は製造現場のような時間単位（秒）では無い。もっと粗い時間の単位である。ここでは、定めた ST を基に設計達成状況を、目標管理指標として活用しながら設計実務者と共に活用していったわけだが、この経過から、設計 ST を基に設計者の実力の差と、対処すべき内容が明確になっていった。このため、このように問題が定量化されると、自然に、具体的テーマを決めた教育や、CAD などの利用技術に対する改善などの効率化対策が進んだ。また、このような経過から、筆者は、人材育成のツールとして ST の重要性を再認識した。

では、この中から、日常業務における『仕事の状況を見える化』させる方法を例示することにする。**図 5-54** は、カードやクリアーファイルなどを使い、残業無しで行い能力線を設けて仕事の負荷と着手内容を「机上に見える化」する方式を紹介することにする。この方式は ST を用いてスケジュール管理を進める方式だが、このような簡単な目標管理で、個々のカードに書かれた仕事がどのように消化されてゆくか？という進捗と問題点などが把握できるので、『仕事の見える化』に役立つ。

以上、間接業務に対する改善の視点を例示した。また、超時間活用術は個人が自分自身の時間と人生を大切にすることが出発点となる。この意味で、この種の対策の具体化に当たっては、下記の事例と第 1 章示した筆者談を、「IE 手法を自分自身の仕事の進め方に活用する」という内容を、思い出していただければ幸いである。

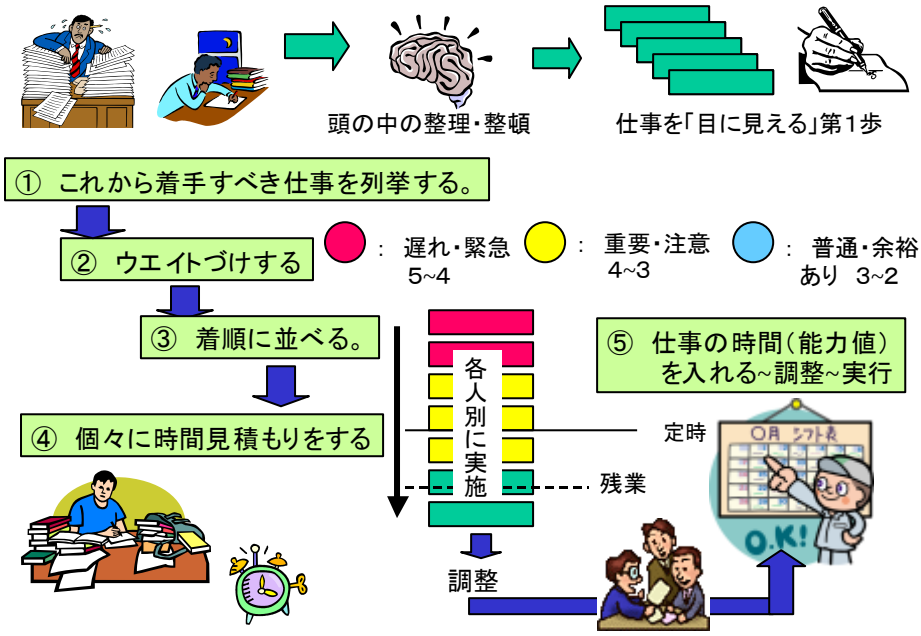


図4-54　カード法による、仕事のウエイトと順序づけ

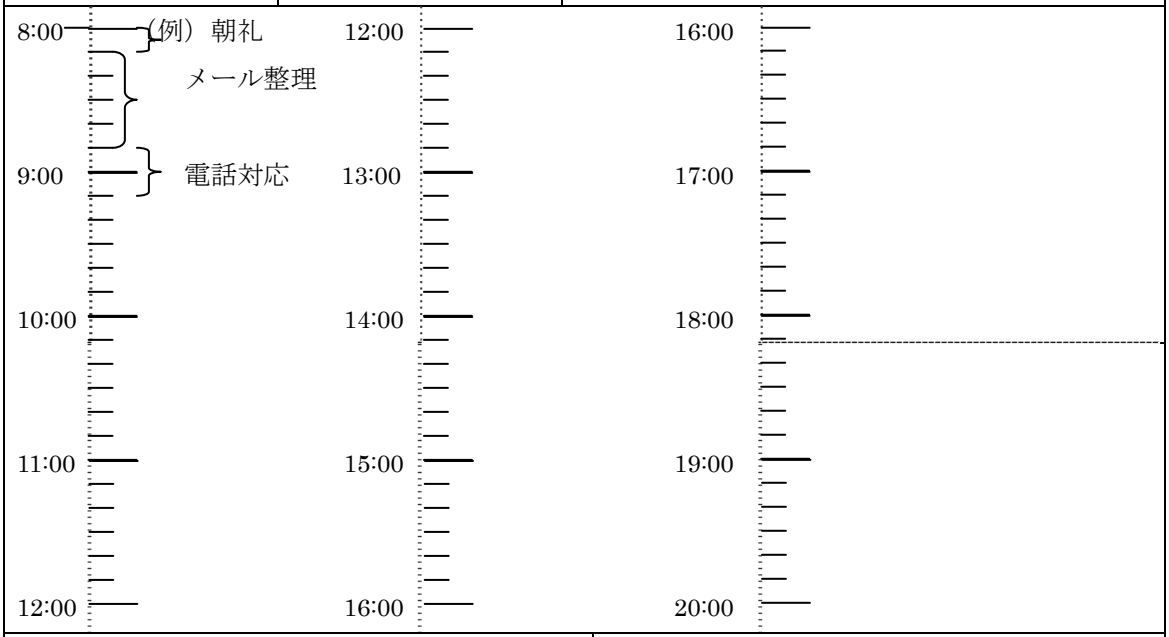
【仕事の見える化の大切さ】：事例「設計管理の仕事を見直すと」

IE 手法をかつて新製品を主体とする研究部門に適用した例を紹介することにしたい。ここでは、毎日、関係者が遅くまで仕事する状況であり、将来を担う新規事業の進行に障害があった。ある時、筆者は、この問題の対策を依頼され、まず、**表 A** を用いて 1 ヵ月だが、各人に自己時間分析という形で分析を行っていただいた。毎日、結果は個人でとりまとめ、各人が、何をすれば同じ仕事をしていても時間短縮になるか？という疑問を持ちつつ行う調査である。具体的な運用は、仕事の内容と時間を**表 B** の用紙に毎日集計願い、日々何をすれば時間短縮になるか？という改善、さらには、個々の改善項目に対して、1 月の時間値毎に低減値を見積もっていただくという対処までを関係者全員に願った。

研究開発者は妬く 50 名程だった。全員、「良い研究に早く着手したい」という課題を持っていたが、先に解説のように、いつも深夜まで仕事をしている実態に疲れを訴える状況だったためか？筆者の支援に極めて協力的な環境で分析が進んだ。研究開発環境や上司の働きかけ等多くのバックアップ要因はあったことも、日々、大変忙しい仕事の中でこの分析を進めていただいた環境支えたように思う。なお、時間分析は開発関係者にとって本業ではない、また、一時的に負担をかける改善への取組みは押し付けではうまく行かない。そこで、事前に、IE 手法を教育し、無駄の見方、各種改善のコツを半日だが教育した。これも、この分析には貢献したようである。

表 A　個人別時間分析用紙

氏名：	月日：	本日の行動目的



本日の反省：	改善点：

表 B　個別時間、日々集計表(一部記載例を含む)

項目 ＼ 月日							メモ
1、朝礼	10	10	20	30			
2、連絡(メール、打ち合わせ)							
3、会　議							
4、設　計							
5、調　査							
6、試作工程フォロー							
7、顧客打ち合わせ							
8、出　張							
9・・・・・							
10・・・・・・							

日々掛かった時間(分)

累計値(分)
例 1 ：1 日目；10 分
2 日目；30 分＝10＋20

時間合計と
改善見積値

いずれにせよ、分析は快調に進み、多くの問題と改善が分析と共に進んだ。また、その結果の一例を示すと、**図** A のようになった。

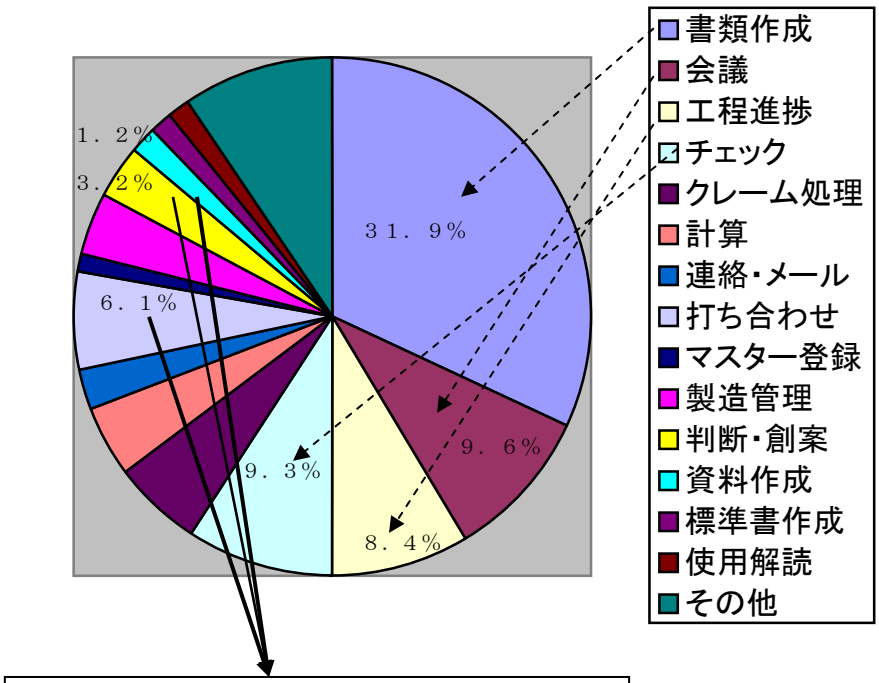
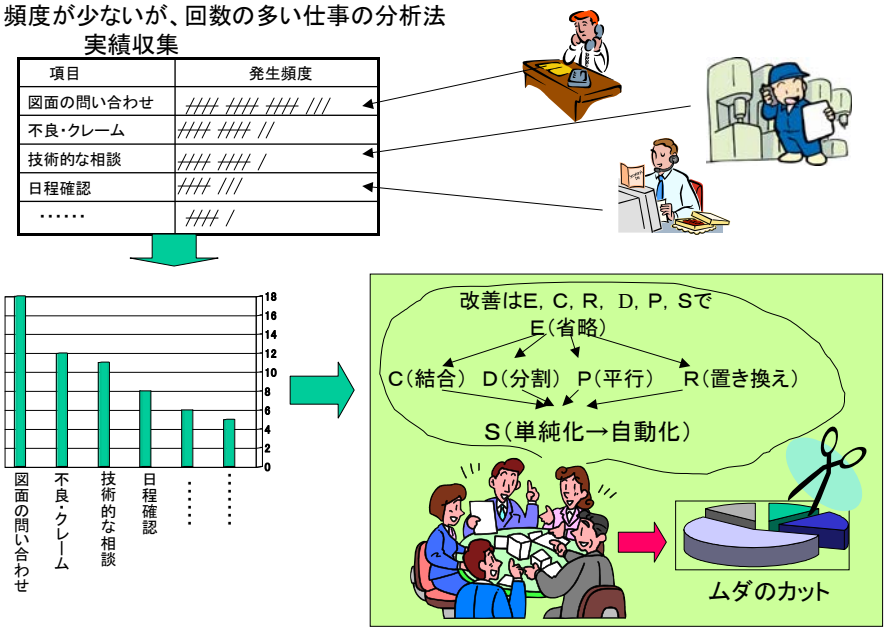


図 A　研究開発部門の仕事内容を分析した結果

図 A に示した内容はある研究開発関係者、キーパーソンの方の例である。この結果を見て、本人の発言は、「夢のある開発を受け持つ私が、本当の仕事、即ち、開発業務そのものの中で創造的な仕事は 1 月に 11%程度しかない。本当に創造性な仕事はその半分となると、たった 5～6%にしか過ぎない。これでは開発業務がうまく行かないのは当たり前だ！」という内容だった。また、分析を通して、改めて知った忙しさの中に没頭してきた自分達の姿だった。また、「このような考え方でその他 95%の仕事の中味を見ると、自分の仕事のミスに伴う言い訳資料作成、現場とのトラブルや調整のための資料の作成、会議や打ち合わせなど、創造性とは無関係な、報告・連絡・調整業務に時間が多く取られ、前向きの仕事が出来ないという内容になっていた」と話された。更に、「自分の仕事は感性的には判っている積りでも、見えないものである」と語った。これは、「仕事に夢中になっていると当面の課題の処理に追われる毎日になり、自分が仕事を進めている内容の良否が見え難くなる。いわゆる、ただ夢中になり目

の前の課題とスケジュールをこなしているだけの毎日になる」という現象である。これを「日々追われる毎日」というが、この分析の結果、定量的に自分の仕事の仕方を反省し、早急な改善が必要であることが、キーパーソン以外の方を含め、異口同音で改善認識を強く持った内容だった。事実、そのような気持を表す発言の中に、「改善点は極めて多い。後ろ向きの仕事は無駄である、いつも疑問を感じていたが、ここまで問題が大きい状況であるとは認識していなかった。早急に何とかしなければ、・・・・」という内容があったことを見ても、この例が関係者がムダ排除の必要性を強く感じる意味深い IE 分析だった。

ここで改善の詳細を云々するには紙面が少ないため改善の一部を**図 B** と共に示すことにする。改善内容は、個々には短時間である。だが、例えば頻度が多い電話などの対応では ECRS が上手に使われている。また、先の分析で、例えば 8.4%を閉める会議の改善は、**表** C のような対処が行われた。さらに、ここでは、報告書類はワンペーパー化（紙 1 枚にまとめる様式化）を進める。・・・といった改善を進めたわけだったが、結果、仕事の機能は落とさず、30%超の時間を改善する策が案出～実行された。以上、この例で判る通り、管理間接部門でも、①現状が正確に分析され、②問題点が目で見て定量的にわかると、③仕事をする方々が自ら積極的に改善を進むことや、④個々には細かい改善だが、



図B　電話など、頻度分析と業務改善

その種の改善を集めると、結果として、大きな改善となり、⑤関係者の人材育成が図れるという結果を生むという状況になった。また、「人が仕事をする限り、

IE 手法の活用の場は変わらない」という内容も、ここまでの IE 適用事例と共に、読者の皆様にご理解願えると信じる。

表 C　会議の効率化対策(ルール設定)

前提 と区分	①　アウトプットを決め、出席メンバー、議事次第を決め事前連絡する。 ②　会議の区分：情報提供、指示、審議決定、アイデアの創出・討論 問題の整理・対策の方向付け、作業実務、その他
会議削減 検討事項	（1）　会議全体時間の削減の考え方と方向 ①　目的別会議時間の厳守（事前登録、議事録に進め方、改善を明示） ・　1H(時間)ベスト、2H ベター、3H マックスとする ・　部内会議は 1H 以内（ｵｰﾊﾞｰはペナルティ） ・　他部門を含めた会議は 2H 以内 ・　全社会議でも 3H 以内 ②　会議ゼロの日の設定 ・毎週水曜日は全ての会議をやらない日とする。 ③　参加人員の厳選 ・　討論を必要とする会議は 10 人以内とする。 ・　代行できない人の代理参加や同一ｾｸｼｮﾝからのﾀﾞﾌﾞﾘは止める。 ④　会議資料の事前配布励行 ⑤　会議終了後は今後の効率化を工夫し計画の上散開すること （2）　打ち合わせ時間の削減の考え方と方法 ①　各長が部下へ決定権を大幅に権限委譲し、根回し時間を減らす。 ②　会議室を廃してﾃｰﾌﾞﾙ、椅子、ﾎﾜｲﾄﾎﾞｰﾄﾞだけのｵｰﾌﾟﾝｽﾍﾟｰｽとして打ち合わせする人の所在が一目でわかるようにする。 ③　打ち合わせｼｰﾄ(1 枚)を記入しつつ、目で見てわかる情報伝達、確認書の作成を打ち合わせ時間内に行う。単なる情報伝達は回覧、掲示、朝礼で済ませる。 ④　資料は事前配布、必ず見解や対策案を入れておく ⑤　雑談的内容は昼食時に打ち合わせを行う方式にする。

第5章　ローコスト自動化

５－１　ローコスト自動化の必要性と効果

時代の進む中で、人から道具へ、さらに、道具を集めて設備へという流れは、ある意味で産業が進む方向であり、IE を活用して生産性向上を追求する道のひとつである。特に、少子高齢化やノウハウを設備に蓄積しておくことにより、きつい労働から人が解放し、知恵を駆使して、安価な発展途上国の人件費に対応した競争力の高いモノづくりを日本企業の中に育てる取り組みは、最近、ノウハウ保護と共に製造業では極めて重要な対策となっている。また、この種の歴史的な流れは、先に図 2-3 の『5M 段階改善法』と共に解説した内容であるため（再度・掲載)、その一部を、動作経済の原則を生かし IE の発展系としてローコスト自動化へ発展させて行く例を表 3-2 などで示した。では、以下、その種の内容を更に整理し、ローコスト自動化としてまとめて行くことにする。

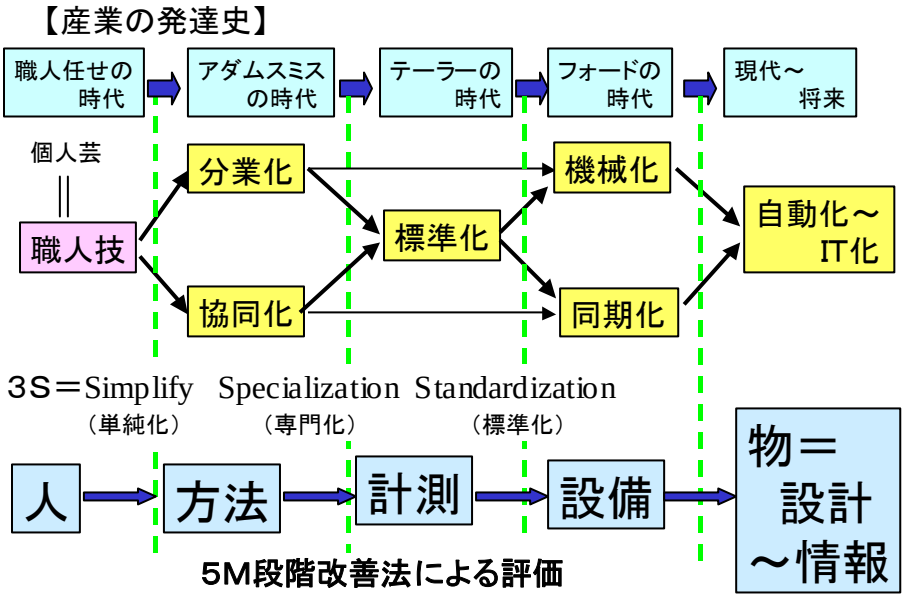


図2-3　産業の発達とノウハウの技術化の経緯

（１）ローコスト自動化の対象範囲

「歴史と実践体験は最良の教科書」という言がある。この内容は、世界は広く、産業界では、何か課題を定めて取り組む時、よく調べると、そこには必ず成功者がいることを示唆している。また、その種の方々は、多くの調査、悩みなどをすでに克服し、成功に至る術をあみ出し、改善ストーリーと体験を整理

していることが多い。ある意味、IE は実践の学と言われるが、正に、その種の内容を体系化していった内容と見ることができる。そこで、以下、産業界が自動化に取り組んだ結果得た内容を整理し、自動化の必要性と位置づけを明確にすることにしたい。なお、今回、ここでテーマとした自動化の対象は革新技術を開発して大きく工場革新を図る対象ではない。**図 5-1** の左側に示したように、この種の対象は、一般に、実現に大がかりな投資と検討を要する対象である。このため、研究所や専門技術スタッフが扱ってきたわけだが、これに対し、右側今回のローコスト自動化の対象は、「現場で現実を見て、問題解析を蓄積したノウハウと共に安価な金額で実現へ向ける対策の結果、自動化という結果を得た」というアプローチ方式である。

このような見地で、筆者がある企業で対策した例を**表 5-1** に示した。だが、ここまで述べた両者の比較には大きな差がある。このように IE の発展型として自動化を利用する改善対策と、最初から現有する技術を編集して合理化投資を進める方法には大きな差が生じる。だが、どちらの方法を投入するかは、企業の方針や投資環境、製造現場の歴史や取り組み、改善を進めるレベルに大きく左右される。このため、ここでは、その両者を比較して良否を論ずることを避け、ここでは社内ノウハウを生かし、現場力を結集し、IE などの改善技術を駆使して進めるローコスト自動化に限り、以下、解説してゆくことにする。

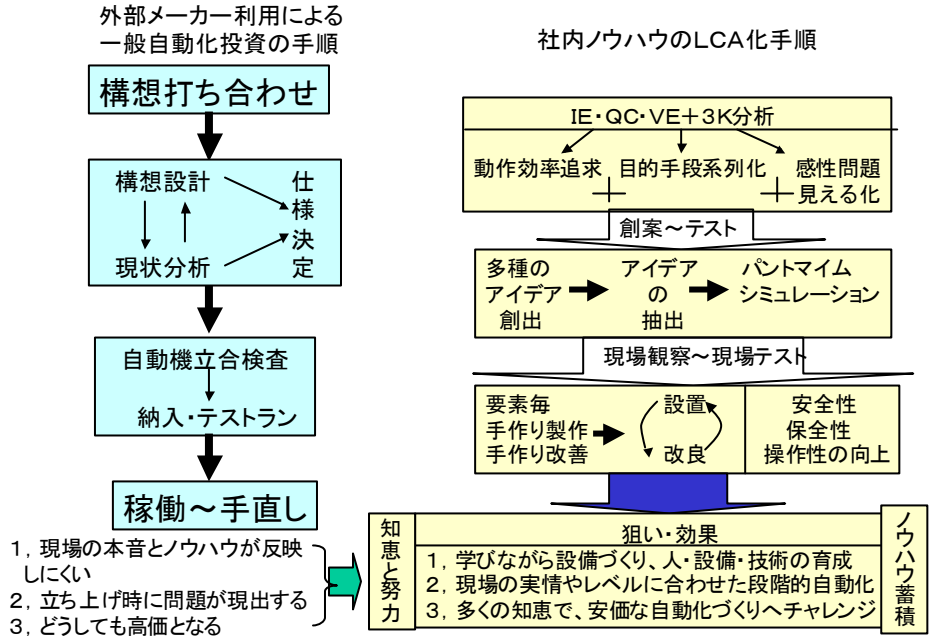


図5-1一般的自動化投資と社内・LCAの差

表5-1 LCAと外部メーカー依頼による自動化の比較　　電子部品組み立て企業の例

No.	比較項目	LCA（Low Cost Automation）の場合	外部業者利用の場合
1	一人当たり投資額	50万円以下、回収期間は3ヶ月（なお、製品変更は多く6ヶ月で製品は変化する状況）	200万円程度（ネゴ前）、回収期間は1年程度（このため、当初より汎用性が前提）
2	追加費用	手づくりなので、全体の予算を見ながら人手作業の中から対象を調整、改造は経費程度の設計を前提とする	打ち合わせ時に基本設計が決定され、その変更は新たな費用追加となるケースが多い
3	旧部品の流用	旧部品の再利用は前提、加えて、有給設備や既廃棄部材も工夫して再利用	旧部品の再利用はほとんど無い。メーカー任せで新部品で製作
4	自動化適用範囲	当初、対象の60%程度、自動化の対象範囲は必要と費用を見て判別する方式	フル・オートマチックを考えた設計で一括発注（メーカーのノウハウに頼る対応）
5	立ち上げ条件	作業自動化要素を段階的に定め、現場参画で要素を積み上げ、確認しながら自動化を進める（時間は掛かるが現場参画）	業者へ現場分析データーなど、要求に応じて提出しながら設備自動化の条件を打ち合わせ構想設計～製作,立会い検査へ
6	人材の適用	社内の保全、または、改善班要因を専従が専従して、技術者と相談しながら設備化を進める	技術者2名程度が半専従、会議を繰り返す形で関係者を巻き込み設備化を進める
7	責　任	試しながら設備を現場に持ち込み～テストラン、製造現場が受け取る契約が成立した段階からは現場の責任で管理（移行）する	仕様の打ち合わせで所定の機能が発揮されないと時はペナルティ。仕様モレは担当の責任でカバーするが、実際は追加投資の是非が検討される
8	設備の改造	自由	追加投資となる例がほとんど
9	ノウハウの適用と保護	自由、ノウハウ保護の安全度は高い。ノウハウの技術化は関係者の勉強になる	契約と信頼・実現への信用が必要。なお、自社に無い技術知見の具体化に対しては外部利用メリットは大きいことがある。

なお、後述するが、大型投資やハイ・テクと呼ばれる対象、例えば、多機能ロボットや自動化も、細かな要素に分けると、個々には、今回のローコスト自動化に利用可能な対象が多い。そこで、この種の内容の一部は既知・利用可能技術として、本書でも、その解析法と利用方法例を紹介することにする。

（2）ローコスト自動化の活用メリット

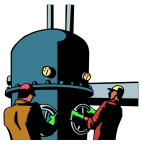
筆者がIEとローコスト自動化の関係を同時に検討するようになったのは、日立金属(株)本社・生産技術部で省力合理化委員会の幹事としてプロジェクトを進める幹事役として活動していた時だった。1975年代の頃である。当時、人件費がうなぎ登りだった。また、全社の売上高の24%を占める中で「参画社会をつくろう」という人間尊重の、従業員の持ち株制度と共に、企業発展を進めるには、新製品開発、新技術の進展に12,000人の従業員を10,000人体制の確立を果たす必要があった。このため、コンパクトで、質の高い製品づくりをより強化する『少数精鋭生産方式の具体化』の方針がトップから提示された。だが、この対応に設備投資対策だけでは限界が出ることは明らかだったため、この対策に、IEを進める対策を並行して進める策が取り上げられた（なお、当時、この種の方針と取り組みは同業他社でも重視されていた)。ちなみに、設備投資だけで社長方針を進めた場合、1人当たり投資額が1,000万円以上だった。このことは、経営的に見て、資金繰りだけでなく、投資メリットが全く出ないため、「知恵と努力と現場ノウハウを生かした改善の追加が必要となった」という問題が

経営トップ会議で審議された。そこで、この対策のため、筆者達は、まず、鉄鋼連盟 IE 部会に出席した。この時、既に同種の問題を経験してきた大手鉄鋼メーカーの方々にお聞きすると、「我々が、20 年前、なぜ IE を鉄鋼業界が IE 導入を図ったか？」という話から、「戦後、「日本を再生するためには？」と欧米を調査すると、ハード・ウエアという製造技術を駆使した自動機に加え、IE を中心とした管理技術と改善技術の重要性が顕在化したため」というお話を得たが、この時、筆者達は「あの大きな自動化した設備生産を進める企業において、IE の重要性を強く認識した」という点に脅威を感じた。さらに、当時、鉄鋼分野では自主管理活動を現場小集団活動の名で活発に運営されていたことや、ボトムアップ改善の重要性を学んだ。なお、この種の活動が生まれた歴史に野呂博士が日本の鉄鋼業を実現させた時代背景がある。日本の鉄鋼生産はドイツから学んだ。だが、海外から技術導入した溶鉱炉から全く溶鋼が出ないで苦しんでいた時、野呂博士は現場関係者の努力と見識を徹底的に調査し、日本のコークスが燃焼時に崩れやすい問題を明らかにしていった。具対策は小さい数本の穴から送風して燃やすという現在の溶鉱炉操業方式を具体化させたわけだったが、これで現在の鉄鋼の操業基盤を確立させたわけだった。

表5-2　手づくり自動化で得た要件（各社の事例主なもの）

① TPMにより、「設備に強い人づくり」の結果、簡易自動化の着手へ
現場のノウハウの設備化、各種、設備改善提案の創出～既存設備の見直しが進んだ結果、故障が少なく、メンテナンス性の高い設備改良が、そのまま、新設備製作に生かされる例が多くなった。

② ロボット導入～利用開発が自社で拡充した例
自社に合ったロボットの使用研究が、当初は適用開発を中心に進んだが、やがて、整備～改造などのノウハウを蓄積した結果、簡単なロボットは自社製作に至る。また、多くの簡易自動化への応用展開となった。

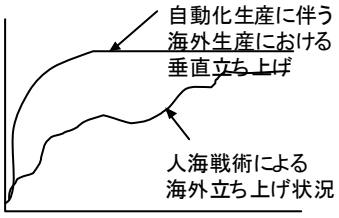


③ 現場関係者の改善班専従による簡易自動化の進展
過去、技術スタッフが専門的に行ってきた仕事を、現場作業者から人を募り、教育～改善の実践を進める中から、“からくり”の名に代表されるように、簡易自動化を製造現場関係者が手作りで進めるようになった。

また、別の事例だが、筆者達はライン合理化を日立グループの IE 実践内容から学んだ。ここでは、M 工場で 10 億円もの大型設備投資計画を投入してテレビのブラウン管の製造を計画して進めていたが、これに並行して省力化を進めて

いた IE チームが、「現場参画改善と共に、半年で投資なしで 3 倍の生産性を達成図り、10 億円もの投資を不要にした」という例を学んだ。

表5-3　自動化により得る各種効果（自動化メリット）



① 新製品、工場立ち上げに際して、少人数で、教育工数と期間が短く進行する。

② 不良発生の防止：ノウハウの設備化により、不良発生～品質のバラツキ防止に役立つ

③ ノウハウの社外流出防止：
現在のようにアウトソース活用が多い、新卒者が就職後、3年で36%も離職する環境では、ノウハウの蓄積、保護は重要な問題となる。だが、設備内にノウハウが蓄積されていれば持ち出しは出来ないため保護に有効。

④ 労働から人を解放：
単調、過酷な仕事などの自動化は労働から人を解放し、より人間的、頭脳労働的な仕事への変換を促進する例が多い。中国に比較して30倍の人件費という時代には、この対策は有効に作用した例が多数あった。

⑤ 24時間労働に対応
自動化は24時間運転が可能、しかも、人が対応できないスピード生産が可能なため、原価競争力面で貢献する策となっている。

その他、定量化が難しいが有効な点（例として）

① 人が労働から介抱され安全性が増す（危険作業の場合）。
② モラール工場につながる。
③ 他の仕事を取り込めるので、効率向上につながる。
④ 顧客より品質（モノづくり面で）信頼を得る。
⑤ 工場がスッキリする（発生源・5S対策を前提とする）。
⑥ 品質向上の基盤となる（問題の早期発見体性の運用が前提）。
⑦ 新人でも早期に仕事が覚えられる（ノウハウ伝承に時間がかかる要件を自動化した場合、特に有効）。
⑧ 労働組合的問題、特に3Kの自動化の場合、問題の回避が進む。
⑨ 工場の技術向上の基盤整備と、技術波及がなされる。
⑩ 工場のポリシイや、夢の実現方針（中期計画）に設備対策が設定される場合、夢や理想の実現実態を従業員に示す形となる。
⑪ メンテナンス・サイクルを向上させる活動を通して、設備に強い人づくりが進み、この面の提案増加につながる期待が大きくなる。
⑫ 若い方々の印象が良く、就職率向上の一助になる気待が高まる。
⑬ 納期短縮（遅れ防止）に貢献する（同時に、仕掛低減効果も大きい）。
⑭ その他、残業減や生産の変動に有効な例もある。

さらに調査が進み、（社）日本能率協会で TPM（Total Product Maintenance）や設備自動化への IE 活用など多くの研究がなされつつある発表に出会ったが、ここでも、大幅な設備投資軽減策が IE 手法活用と共に実現している多くの他社

の優良技術を学んだ。以上、当時、筆者は 3 種の全く異なる業界で、IE を活用して生産性向上を安価に図る取り組みを学んだわけだったが、この種の対策が日立金属㈱における IE 導入の要素となった。このような調査と研究を進めながら 10,000 人体制具体化に努力し、先の図 3-2 に示したように、IE～自動化へ進む道と、「既に具体化した優良・効果の大きな設備投資をバランスよく投入すべき道を評価しながら進める対策が最も有効である」という方針と取り組みを企画書として筆者達は提出した。その後、この企画書は、即座に『省力・合理化委員会の方針と活動内容』となり、省力化対策が開始された。なお、このような調査と研究で得た内容をまとめると**表 5-2** となるが、当時、この種の取り組みは他の製造業でも、同じように取り組まれる内容だった。その後、この種の内容は、現在の IT 利用など、高度に進化した技術でより問題解決が進んだが、21 世紀になった現在、グローバル化や少子高齢化対策がより重要度を増す現時点では、**表 5-3** に示したような内容と共に、その重要性が益々高まっている。

（3）人が困っている問題の自動化対策

自動化には、生産性向上目的と、人が本来行うべきではない仕事を自動化で対応して行くという技術開発の方向があるが、**図 5-2** はその種のローコスト自動化の一例である。

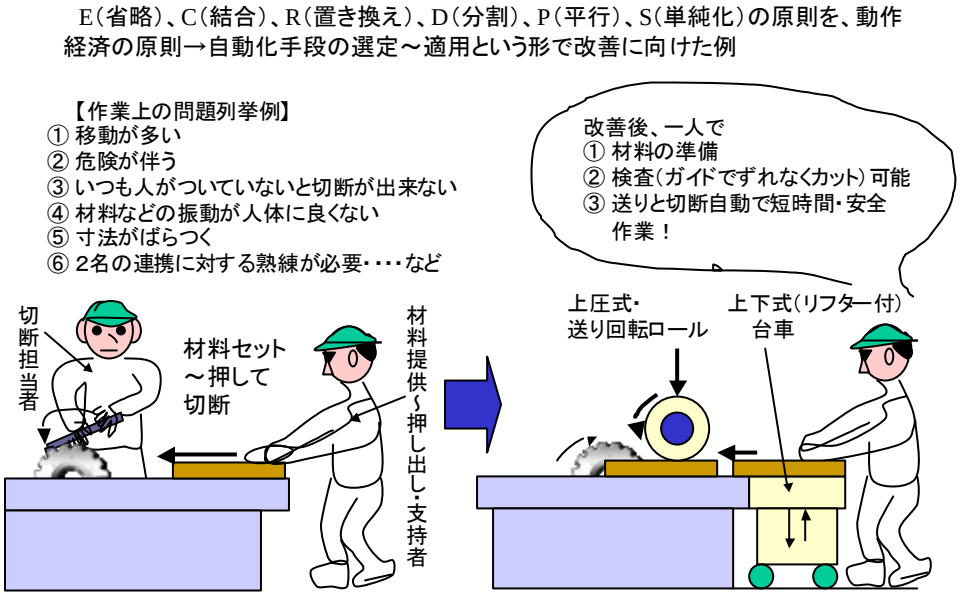


図5-2　3K作業の安全確保と半自動化対策

ご覧の通り、この作業は 2 名で連携を取りながら材料を切断する作業である。図の左側は 3K（危険、きつい、きたない）作業を示す。作業負担レベルとして

は、それほど高い内容では無いかも知れない。だが、切断材を手で押さえて送る作業は、やがて切断時に受ける振動で白蝋病などを誘発する危険性が高い。この例では、仕事と改善の対象は、「切断材を押さえながら前へ押す」という内容だが、この種のものは、右図で示したように、横方向を押さえ、ガイドする板と送りローラーを用いれば、簡単に改善できる。また、このように改善すれば、もはや人が苦労して行う内容では無い。改善後に人が行う仕事は、材料の段取りと品質の確認～機械の調整とメンテナンスなどとなり、安全・確実で楽な仕事の構成となる。以上、簡単な事例を用いて、3K 対策の例を示した。

他に高額投資だが低コスト自動化になった例がある。ビール瓶にビールをつめる工程において、最終のビール瓶に入った製品検査工程で「ビールを飲まないでも酔う」という現象を対策した事例がある。改善前この仕事は、目視で検査する関係上、25 分程度で交代しないと、目の疲れや見逃しなどが発生する仕事だった。また、この作業に、過去、250 名もの検査員を要していた。だが、現在は、CCD カメラと画像処理つきのポカヨケ装置を用いる方式で 24 時間操業となっている。これは、5 億円を投入した大プロジェクトだった。だが、この例では、1 人当たり 200 万円という低コスト投資の自動化だった。同時に、改善効果は費用面だけではなく、避けられない目の疲れが原因となる見逃しは皆無となり、高品質生産を自動化と共に実現させた。このように、一見、高額な投資を要した高度自動化も、対象によっては安価となる例がある。これからは 3K を持つ現場では、「採用する人の面で困る」いう問題や、技術伝承面で費用と時間がかかる例が多くなるが、「人にやさしいモノづくり」という局面を織り込んだ自動化ニーズの追及は、今後も自動化の重要な課題である。

５－２　知っておくべき自動化とその要素

では、安価な自動化を具体化させる要点に入ってゆくことにする。この対策に当たって行うべき要件は、①IE 分析を用いて徹底的に仕事を単純簡素化する。②仕事のノウハウをノウ・ホアイ化させ、③安価な技術構成で置き換えることと、④完全無人化作業というハイ・レベルな内容を狙わない対策に重視することであり、ここには、⑤既に産業界で活用されてきた信頼性が高く、メンテナンス面でも手間やコストが掛からない技術要素の投入が必要になる。そこで、③と⑤に関する対策の一例として、ポカヨケの活用を紹介することにする。

（1）ポカヨケ対策

図 5-3 は感知センサー利用によるポカヨケの実施例であり、その内容は次のようになる。

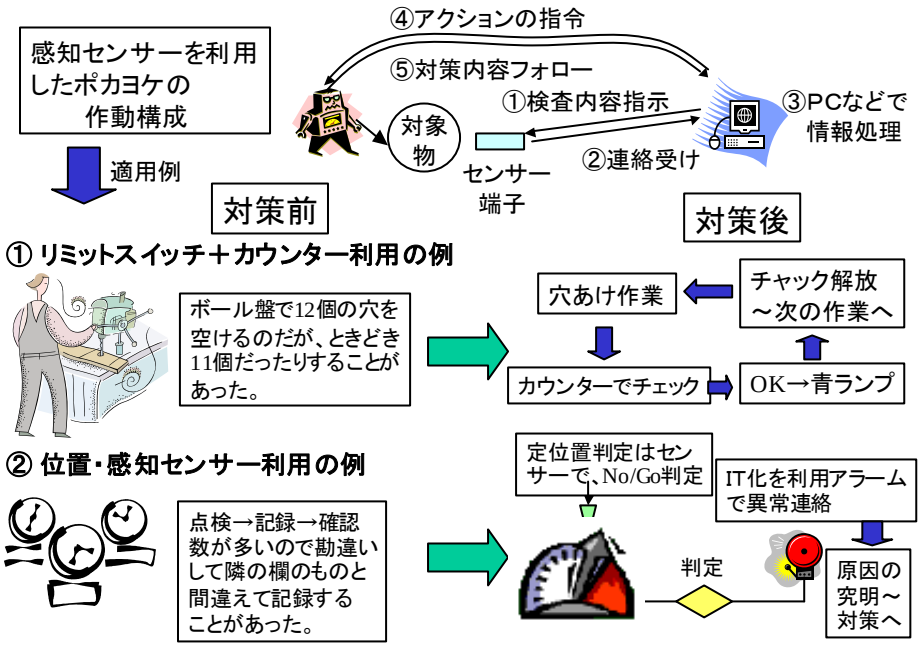
① はボール盤で穴明け作業をする際、穴をあける個数の間違えを起こさない対

策に対してポカヨケのカウンター機能を利用して自動化した対策。

② のようなメーターが示す値の判定する作業の目的を整理すると、定められた値を No：Go という形で判定するケースが多い。このような要求が判ると、メーターの規定値に対してセンサーで、それから外れた状態を検知させ、アラームを利用して人の対策を促す対策が適用可能となる。

③ はアルミ・ホイールのような製品である。この種の製品を加工する際、もし、デザイン面と反対に加工設備へのロボットによる持ち込み準備台にセットすると、加工時に裏表を逆にセットしたため、加工時に切削用の刃物だけでなく、設備を壊す危険もある。そこで、この問題に対し、静電容量式センサーを用いてデザイン面の有無判定ということで対策したものであり、自動機の補助的な作業の信頼性向上を安価なポカヨケで対策した例である。

④ の作業は、作業前は、製品の品質（形状変化、割れや欠け、製品キズなど）を目視で判定する作業と、個数（員数）検査の両者を受け持っていた。このため、員数間違えの問題を生じていた。そこで、人には人が得意とする品質判定（官能検査）に集中願い、個数は 1 個当たりの製品重量をインプットして重量計で個数の判定作業を受け持つ方式にした例である。



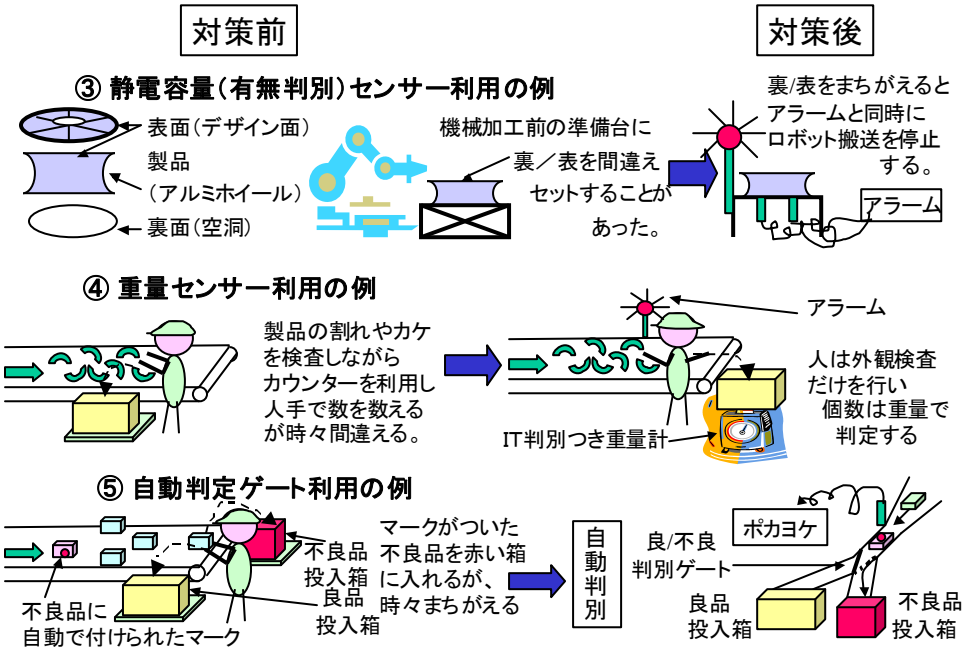


図5-3　感知センサー利用によるポカヨケ

表5-4　ポカヨケに利用が多い各種センサーの例

No.	区　　分	解　　説
1	形状利用式	PCなどのコネクターなどに見るように、その形状、方向でしか取り付けができないものや、ピンを立て、その方向にしかセットできない工夫をしたもの
2	目印や色表示利用利用式	簡単な判定や停止位置、調整などに、ストッパーをつけたり、色表示で間違えをなくす。安全ロープやマークなどで問題の発生防止を図る対策
3	高さ利用式	加工穴の状況や取り付け時に、間違わないように高さの特性を利用する方式。ゲートにこの考えを利用して寸法やサイズを分ける方式もある
4	ストッパー機構	定位置停止やズレ防止にバネピンやガイドを利用する方式
5	機械・磁気・電気式センサー利用式	ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ、静電容量式センサーを利用して位置や製品の高さ、長さ、部品や加工終了の有無などを検出する方式。赤外線式なども含まれる
6	光センサー利用式	非接触型のﾚｰｻﾞで部品の有無、位置などを知るセンサー利用の各種ポカヨケ カラーセンサー利用式などはここに含まれる
7	浮き子など物質の質量、特性利用式	液面の高さ検出、液体の質量・濃度差などを利用した各種センサー利用のポカヨケ
8	温度・圧力・振動センサー利用式	ﾊﾞｲﾒﾀﾙ、起電力、ﾎｲｽﾄﾝﾌﾞﾘｯｼﾞなど、物理現象や特性を利用して、物理量を電気信号としてとり出して物理の管理などを行う方式
9	X線、放射線利用式	板圧や容器の液面、溶鉱炉の燃焼位置などを利用する方式
10	バイオ式	PHや液中に混入した吸湿物材料の化学反応、ｶﾞｽｸﾛﾏﾄｸﾞﾗﾌｨｰなどによる方式
11	その他	CTスキャン、CCDカメラとコンピュータ画像処理による形状、位置判定式

この作業は、既に不良判定時に不良品に赤いマークがつけられたものを「つい見逃す」という問題を「色別センサーで自動判定することにより判定ミスの無人化を果たす」という効果があった。

この種の例は、完全自動化が図れる例ばかりでは無いが、ある意味、製造現

場では常識的な対策であって、知恵とポカヨケという道具を駆使して、自動化により困難な作業から人を解放した例である。

当然、ポカヨケには、形状の工夫による取り付けや取り違いミスを防ぐ対策から、ハンダなどの対策に見られるように部品相互にハンダがつながる問題を防ぐため、材質そのものを変化させたり、注油の際に間違った種類のオイルの注入を防ぐためにオイル注入容器と注入側の注入口の色を同じにして人が間違えるのを防ぐ策がある。センサーの類は、この種の対策で対策が出来ない時に用いる対策であるが、その主なものをまとめると**表 5-4** のようになる。

以上、ポカヨケは不良発生防止に重要な技術対策手段のひとつであり、人が行う作業を助ける。このため多くの使用実績があるため、既にあるローコスト自動化の道具のひとつという形でここに紹介した。

（2）自動化に用いる搬送機材や機器の整理

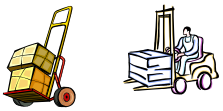
自動化に際して、知っておくべき事項の中に、ネジや、電気制御や、油圧、空圧機構とその利用、更には、素材の判定～加工技術がある。その全てをここに記載する紙面が無い。そこで、一例として、IE 改善と大きな関連が出てくる「物の移動」に関する要素技術を例示することにした。では、**図 5-4** に「物の移動」に関する内容を例示することにする。

ここには 8 種の分野に分けて各種の搬送方式を示したが、この種の内容をヒントにして自動化の対象選択する対策したり、現有する技術や機器に自動化のための手段を追加して自動機に仕上げて行く例である。

LCA化に当たっては、下の例を参考に、一部、または、機構の利用がヒントにする例が多い対象

①運搬車～AGV（自動搬送車）

手押し運搬具　フォークリフト、　各種の台車　スキット台車、 自動車、 リフター付台車 トラック、トロッコ、リヤカー、三輪車、自転車 飛行場の荷物輸送車、列車、コロ、階段搬送用の荷物台車、リニアモーターカー、一輪車、AGV、スイングアーム、船、浮き板、シャトル台車、など



②コンベアの類

ベルトコンベア、ローラーコンベア、エプロンコンベア、チェインコンベア、パンコンベア、振動コンベア スクリューコンベア、トロリーコンベア、ウオーキング･ビーム式コンベア、モノレール、シューター、気送管式コンベア、チューブ式粘体輸送コンベア（チューブをローラーで押し、中の粘体を搬送）、ゴンドラ、メリーゴーランド、など

③ ジャッキ、ウインチ、ホイスト、プッシャー類

クレーン　ジャッキ　ネジ利用の上下移動、油圧･プッシャー、エアーシリンダー、リフター ウインチ、ホイスト、リール巻き上げ式バランサー、両ネジ式締め具（テニスコートのネット上下）、テコ利用の上下装置、カム利用の上下装置、モーター＋ギヤ式上下装置、らくらくハンド（無重力式クレーン･搬送機）など

④ リフター、エレベーター、エスカレーター

プラットホーム式リフター、立体駐車場用のリフター、工事用クレーン、ロープウエイ、スキー場用リフター、など

⑤流体コンベア

カイワレ大根栽培～収穫用の流体ケースコンベア、紛体輸送パイプ式・高圧空気による流気式コンベア、流動床式コンベア、エアーパレット、流水混合式コンベア（生コン搬送車より工事現場への搬送）

⑥クレーン、ホイスト

天井クレーン、ポスト型ジブクレーン、門型クレーン、無人天井走行モノレール＆クレーン

⑦つなぎ装置、ほか

金型横送り機構、スライド・コロ式搬送装置
重力利用JIT棚、回転コンエア、フローラック
スタッカークレーン、シーソー式スイング搬送装置、エアーシューター、滑り台、ターンテーブル

⑧パーツフィーダー類

パーツフィーダー、ロータリーフィーダー、ロボット搬送、スイング式材料、部品送り機、

図5-4　物を搬送する手段の例

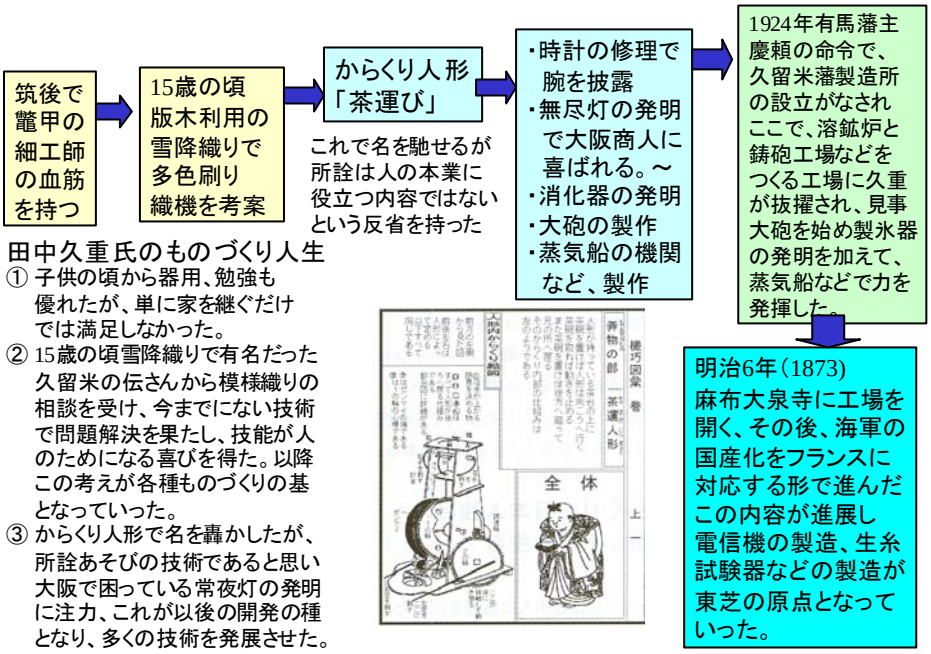


図5-5　田中久重の活動とカラクリ人形製作

特殊な例では、**図 5-5** に示した、江戸時代のからくり人形として有名な『茶運び人形』の原理を解析して、製造工程内で加工品の重量を利用、バネで重力エネルギーを蓄積して、シャトル・カーを外部エネルギーやモーター類の利用なしで稼働させる例などがある。この種の技術開発には、多くのスタッフ陣の

研究と、知恵を絞った努力が必要だったが、今後の地球環境問題を考えるならば、搬送自動化に考慮すべき重要な技術開発を示す例である。

（3）ローコスト自動化に必要な使用材料～設備メンテナンス知識

設備自動化は有効な合理化対策である。だが、設備化する際に、材料や組立の構成、更には、メンテナンスの折り込みをしておかないと、故障時に「自動化したことが無意味だった」と考えたくなる例をつくる。そこで、以下、一般教養的な例ではあるが、歴史的に有名な、メンテナンスの費用が膨大になった結果、国をも滅ぼすことになる例を紹介させていただくことにする。

あの栄華を誇った『ローマ帝国滅亡』談である。滅亡の大きな要因のひとつに、水道で満たされたローマの水道網を「経済的にメンテナンス出来なくなった」という問題があった。これは昔話である。だが、実は、これに似た恐れが近い将来の日本にもある。その問題は、現在、バブル時代につくった橋梁や

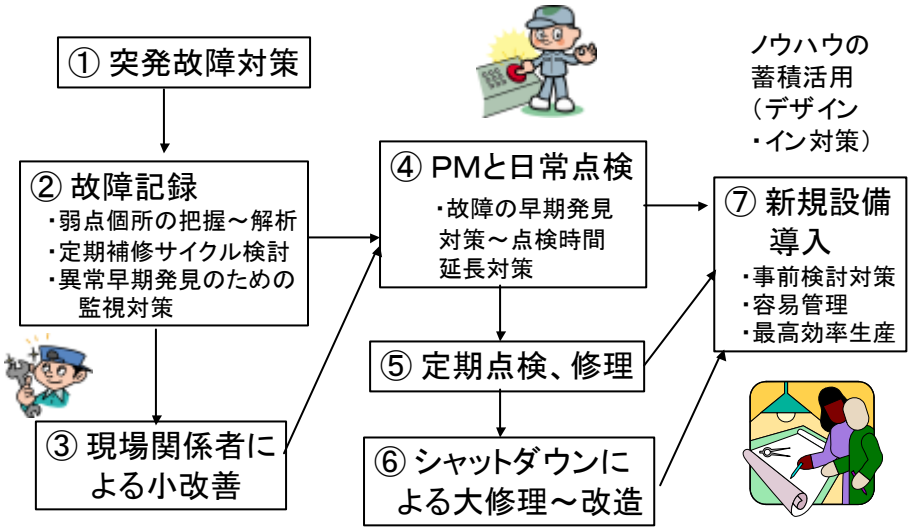


図5-6　設備メンテナンスを配慮した設備改善戦略展開ガイド

道路がやがて老朽化し、'00 年：9000t の建設廃棄物は'35 年に 3 億 8000t となるという計算結果である。通産省は、このため、既に、1 億 4000t 以下にする対策を急いでいるが、その対策の重点はメンテナンスによる延命対策である。この対策例のひとつに、千葉県のいすみ鉄道がある。ここでは、赤字路線を運営する中で、既に、メンテナンスによる延命策を展開し、効果をあげつつある。このように、資源問題とエコ対策を抱える日本の物づくりにおいては、現場改善と平行させた形で、また、あらゆる製品設計の場で、メンテナンス性を十分配慮した効果的な設計法の強化の見直しが盛んである。このために、設備改善

戦略の策定においては、**図 5-6** に示した展開が必要になっているが、その理由は、「過去、設備の設計開発は製造と切り離され、デザイン・イン対策が図られない状況で設計が進むことが多かった」という問題があった。事実、製作～据え付け・稼働の立ち上がり、更には、製造や機器使用に際して多くの問題が発生した。そこで、以下、このような実態を読者の皆様に知っていただきたく、泥臭いが、現場実務者の活動と苦心を紹介させていただくことにする。

「我々は A 社鉄鋼部門の保全係である。職場は 15 名、24 時間稼働の設備をメンテナンスするが、故障ゼロ、「発生しても早期立ち上げ再発ゼロ」の工場方針にリンクする形で相互の力量向上に努力してきた。このため、設備の機構を学び、現場の方々の意見も入れ、操作性や日常管理面で多くの改善を進め、同時に、不具合部品の交換やメンテナンス時間の提言をスタッフに行ってきた。この取り組みには数 10 年かかった。だが、ようやく初期の目標を達する体制が出来、今は TPM（Total Product Maintenance）活動を進め、オペレーター参画で、故障低減の一部を担う体制が、ようやく確立した。今、思うと、この種の努力は認める。だが、今は、新設備設計段階から設備を良く学び、現場の意見を設備設計・開発部門に具申していればよかった話である。また、そう考えると、今は「数万時間にも及ぶこの努力は全くのムダだった！」と考える状況である。このような時、重要工程の設備更新が決まった。チャンス到来である。もう受け身的な対応はしたくない。そこで、「今度こそデザイン・イン対策の実践！」とした。具体的活動として、スタッフ部門に我の精鋭を送り込み、設計・開発段階から過去の問題～現場の事情を組み入れた設備検討を進める積もりである。・・・」以上が現場の設備保全関係者の取り組みだが、これは日本で盛んに行われてきた TPM 活動の一例である。なお、この例を見てもわかることだが、製造設備の開発設計当初から現場の事情を配慮した設備設計、特に、メンテナンスの容易化などの使い勝手を配慮した対策の重要性が判る。

では、この面に集中して、設備設計～製作前に知っておくべき内容の中から、主なチェック・ポイントを例示することにする。**表 5-5** は自動機製作に当たって導入前にチェックすべき事項である。

また、次の**図 5-7** も、メンテナンス性に関する事項だが、これは製造現場関係者が注意すべき事項である。この中で、モンキーがある。モンキーの使い方より重要な対策は「モンキーを使わず、レンチを使うべき」とすべき点にある。製造現場ではモンキー＝猿がひっかくキズづくり、また、ガムテープや針金を使用した一時しのぎ対策などは『5S 禁止事項！』としてきた。その理由は、モンキーはボルトの頭をいため、ボルト外しや占めつけに支障をきたす要因を生むからである。

つぎにメンテナンスの知識として重要なことは、操作性、部品交換性、点検

容易性などの項目に関する事前対策である。要は、故障修理や老朽化対策上、点検や部品交換をする容易性に関する要件だが、この種の対策は製品設計・開発段階にデザイン・イン対策の形で現場関係者が参画して対策すべき内容である。

表5-5 自動機製作時に知っておくべき事項の例

この種の常識はLCA製作前知識として知っておくべき事項だが、技能検定の著書にも多くの事例が出ているので、LCA製作に当たる方々は事前にチェックをお願いしたい内容である。

（ ○ ）1、A職場では水を使うためサビが発生しやい環境のため、効果だが特殊鋼を用いた。
一般に、炭素工より合金成分の多い特殊鋼の方が錆び難いが、出来るだけ対腐食性の高いものを選定すべきである。

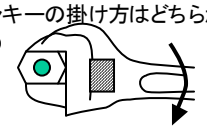
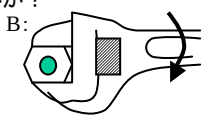
（ × ）2、熱伝導の高い金属は次の通りである。アルミニウム→鉄→銅→特殊鋼
銅 →アルミニウム → 鉄 → 特殊鋼となる。このため、特に、断熱が必要な個所は特殊鋼を利用する。逆に、放熱が必要な個所には銅やアルミを利用すると良い。

（ × ）3、一般に構造物へ利用するコンクリートの方が、基礎工事に用いるコンクリートより砂利を多くしておくべきである。この方がコンクリートが少ない割に強度が増すためである。
砂:じゃり:セメントの比率は次のようになる。 基礎工事用＝1:3:6. 構造物用: 1:2:4
このように、基礎工事用の方がじゃりが多い。

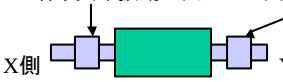
（ ○ ）4、材料が伸び力を受ける個所があり、そこには太い材料を用いることにした。
材料の伸びは引っ張り応力と長さに比例し、断面積と弾性係数に反比例する。
従って、断面積が大きいほど、耐圧力性が増加する（圧力を受ける場合も同様）

（ × ）5、振動する部分にダブルナットが必要だが、この理由はネジの締め付けを2倍にすると言う意味が関係する。
ボルトとナットのゆるみ止めが目的であり、締め付け方が2倍になるわけではない。

① 潤滑油の点検で試料採取に際して正しいものを選んで下さい。
(A):運転中に採取する。 B:停止後、しばらくしてから採取する。
C:作動前、停止時に採取する。 (D):運転直後に採取する。

② モンキーの掛け方はどちらが正しいか？
(A): 
B: 

③ ボルトとナットの締め方はどちらが正しいか？
A:規定の工具でカー杯、必要ならハンマーでたたいてしめる。
(B)規定の工具で締め、固くなったところで止める。

④ ベアリングが次のように使われている設備で片方のベアリングが老朽化に伴う異常振動が出たため交換した（ベアリングは極めて高価）。


(A):両方とも交換すべき
B:Y側も確かめたが問題は感じられず、X側のみ交換
C:異常音がしたXのみ交換

⑤ 油汚れを防ぐ網目状のフィルターが汚れた
A:ブラシでこすり、頑固な汚れを取り、再装着。 (B)振り洗い程度で再装着

理由記載欄

D又はA 理由は時間経過で混入物が分離するため。

モンキーの掛け方はAであり、下のあご部で荷重を受ける構造だがモンキーは排除して、本来、レンチを使用すべき

締め付け過ぎは逆効果切れる恐れあり

片方に異常がある時 人が感知しない状況でも、既にY側も異常に近い状況を来たした状況になっている

ブラシの強制洗浄は網目幅を壊す

図5-7 製造現場側が注意すべき設備メンテナンスの知識

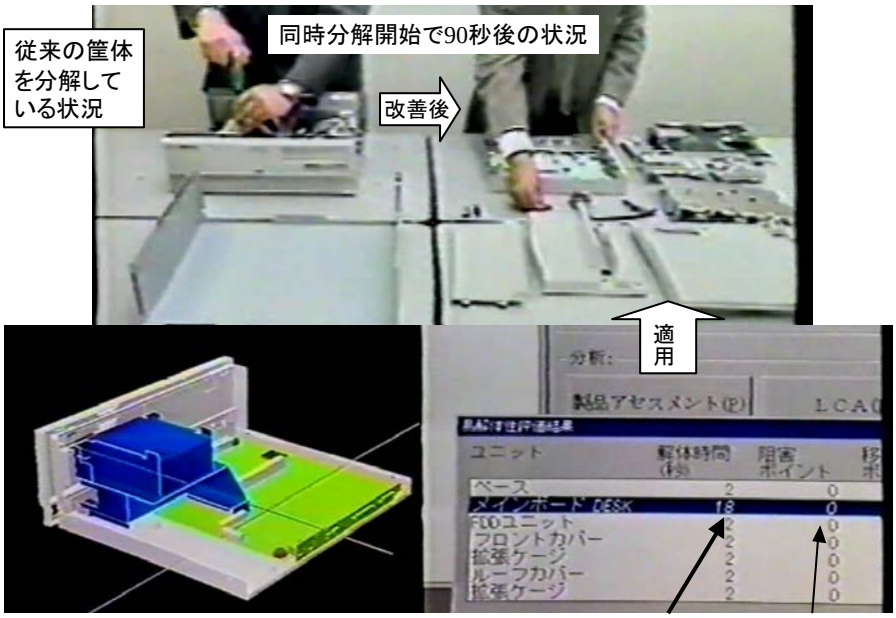


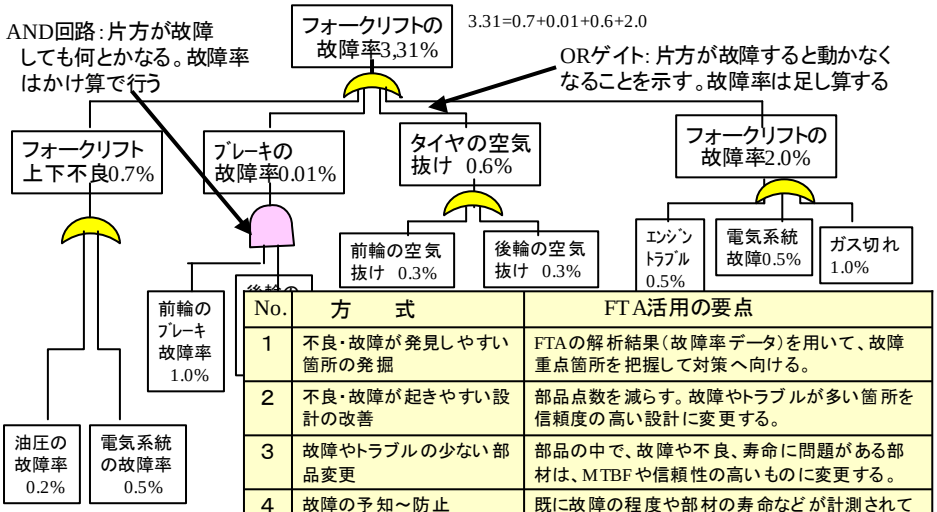
図5-8 解体容易性事例

では、この対策に、参考となる考え方を**図 5-8** に例示することにする。この例は'93 年当時、筆者が主催した特許・リサイクル対策研究会に参加されていた NEC の技術者の委員が取り組み、産業界に紹介した事例である。対象は、当時ブラウン管式 PC だった製品をラップトップ化へ変へる段階に分解容易化対策（先の表 4-3 に類似した解析）を進めた対策であり、この対策で、手分解で 1 分 40 秒かかる左側のネジ止め機構は、フィットインというワンタッチ組立＋分解技術の利用で、「短い時間で分解が完了！」させた。

その後、分解容易性手法という形で筆者達は書を産業界に発行したが、その後、多くの企業が、同種の技術を使った PC になった。この意味で、この事例はその先駆けとなった事例である。最近、この種の対策は更に進み、カメラにおいては、同種技術をメンテナンス・サービスの使い、例えばオリンパスなどでは、一眼レフのメンテナンス・サービスを進め、お客様を待たせず、故障や部品交換を図るという新ビジネスを登場させているが、この例などは、メンテナンス容易化の局面と、**図 5-9** に示した品質対策の面からも、分解＋組立容易化を製品設計開発時に、デザイン・イン対策と共に進める対策は製造設備の円滑稼働と生産性維持向上面で重要な対策を進めた例のひとつである。

ここで、多少とも FTA（Fail Tree Analysis）に対して解説を加えることにしたい。この手法は品質保証面と、製品活用後に要求が出てくるメンテナンスの融合を橋渡しする重要な解析手法のひとつである。FTA には DR（Design

Review）段階で品質レベルを向上させる対策と活用術がある。図には、その内容を示したが、図の左側の表が FTA の活用術を示す内容であり、メンテナンスに関与する課題を DR 対策と共に示した例である。また、表中の No.1 と 2 は FTA の本来の目的であり、故障率低減を狙いとした FTA の利用法であり、No.3 と 6 が顧客側の使用に関する内容、主にメンテナンスの対象である。



No.	方　式	FTA活用の要点
1	不良・故障が発見しやすい箇所の発掘	FTAの解析結果（故障率データ）を用いて、故障重点箇所を把握して対策へ向ける。
2	不良・故障が起きやすい設計の改善	部品点数を減らす。故障やトラブルが多い箇所を信頼度の高い設計に変更する。
3	故障やトラブルの少ない部品変更	部品の中で、故障や不良、寿命に問題がある部材は、MTBFや信頼性の高いものに変更する。
4	故障の予知～防止	既に故障の程度や部材の寿命などが計測されているものはアラームを装備し、問題対処を図る。
5	故障時のバイパス準備	故障発生可能性の高い箇所はバイパスや早期自動交換などのバックアップ事前に準備する。
6	いよいよダメなら、ワンタッチ交換方式を準備	どうしても故障する箇所が事前にわかっているとき、カセット式で部品やユニット交換を図る

図5-9　FTA解析と故障時のメンテナンス対策

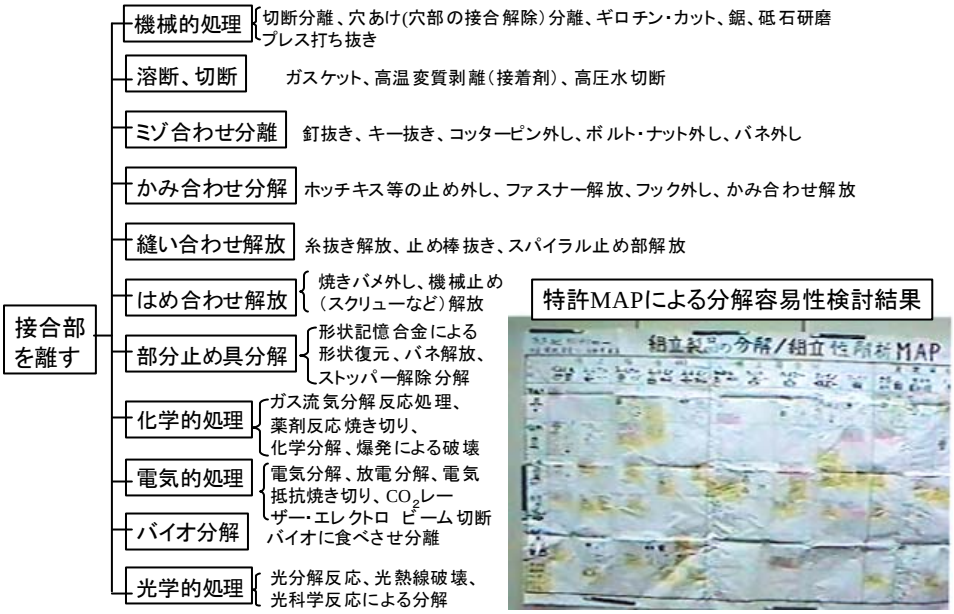
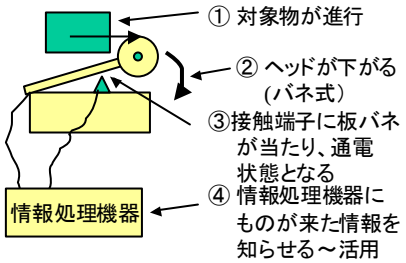


図5-10　分解容易性の技術とアイデア体系図の例

以上、FTA 活用に当たっては、製品や機器開発検討の当初から、故障や部品などの寿命対応と共に、メンテナンス時の分解～部品交換容易性への対処の必要性を注記させていただいた。なお、このためには、分解容易性技術が必要になるが、この対策に**図 5-10** を参考にしていただければ幸いである。

では、簡単に図 5-10 の解説を加えることにする。図の左側は分解容易性の要素技術である。だが、全てが有効な手段というわけでは無い。そこで、実際に対策手段を選定する場合には、個別の機器や職場、設備の使用環境を、対象とすべき機器の構造設計を分析して行う必要がある。この資料は、従って、対策を考えるときの参考資料的内容だが、アイデアを得るため、筆者達が分解容易化技術の構成を体系化した例である。右下には特許調査を行ったサンプル写真が出ているが、縦軸に分解容易化技術、横軸に実際に使用されてきた組立構成と、この構成で作成されたマトリックス上に調査した分解容易化技術の事例を特許として置き、既知技術、更には、アイデアを創出までを図化した事例である。写真は小さいが、ここで、示したい内容は、単に、先の構成で分解容易性を見直すだけではなく分解容易性を加味していただきたく、ここに紹介した（なお、筆者達が調査した詳細をお知りになりたい方々は「リサイクル製品ハンドブック」日刊工業新聞社発行をご参考下さい）。

表5-6　ポカヨケ情報抄録化のイメージ（例）

<table>
<tr>
<td>①名詞＋動詞で目的を書く
例：接触機能を用いて物質の有無をつかむ</td>
<td>②技術分類、キーワード
例：接点リレー、タッチセンサー、リミットスイッチ</td>
</tr>
<tr>
<td>③技術内容（構成・作用）
 
</td>
<td>④効果／欠点
利点
・安価である
・入手が容易
・取り付けが容易
欠点
・接点寿命がある
寿命を過ぎると
誤動作となる

⑤評価
項目と基準：コメント
・簡単なものには適用できるが、頻度高く利用する対象や長寿命の要求には同じ機能を持つ無接点リレーの利用が優れる。</td>
</tr>
<tr>
<td>⑦ これから得られるアイデアやヒント
・コンベアの搬送部品の搭載漏れのポカヨケに有効
・安全策に光り遮断式センサーとともに活用するとよい</td>
<td>⑥適用事例（範囲）
適用場所、設計・製作者や利用者

・A工程B設備の作動システムの一部に利用
M氏担当職場、内線5643
・クレーンの作動域制限に安全装置として利用
S職場F棟１－３地点（天井部分）</td>
</tr>
</table>

以上、ここまで、「ローコスト自動化に対して知っておくべき知識」というテーマで必要な要件を整理してきた。なお、この種の内容は、企業として要素技術集の形で蓄積して活用することが、再度、同じ努力をするムダな取り組みの

防止となる。IT が急速進展している現在、①IT を活用して、過去に同じような目的で問題解決努力を図ってきた技術知見を容易に検索して活用する。また、②新たな工夫や技術の進展がなされた場合、ベースデータを更新し、共有化する。さらに、③社内に実施例があるのであれば、その状況を事前につかむ。④問い合わせや見学したりして的確な利用状況を把握しておく、という方式でこの種の情報は活用すべき時代になった。また、このような対処に当たって、**表 5-6** のような抄録化が便利である。なお、例としてポカヨケを例示したが、「名詞＋動詞」と技術上の二種の記載と検索方式を記載した。その理由は、ローコスト自動化対策に当たり、直面する問題を解決する場合、その要求を「名詞＋動詞」で行うためである。また、図には、目的、構成、作用と効果、利用分野と利点/欠点などを記載したが、このような情報処理は、筆者が過去、製造現場でローコスト自動化に現場出身の方々が改善班という形で活動する際に大変に有効だったため、ここに記載した。

５－３　ローコスト自動化に必要なノウハウのノウ・ホアイ化対策

ノウハウの伝承は技術伝承上の最大の課題である。だが、同時に、ノウハウの解析が出来れば、伝承の容易化、ノウハウ保護だけでなく、自動化対策に大きく作用する。そこで、その解析区分と対策を**図 5-11** に記載した。

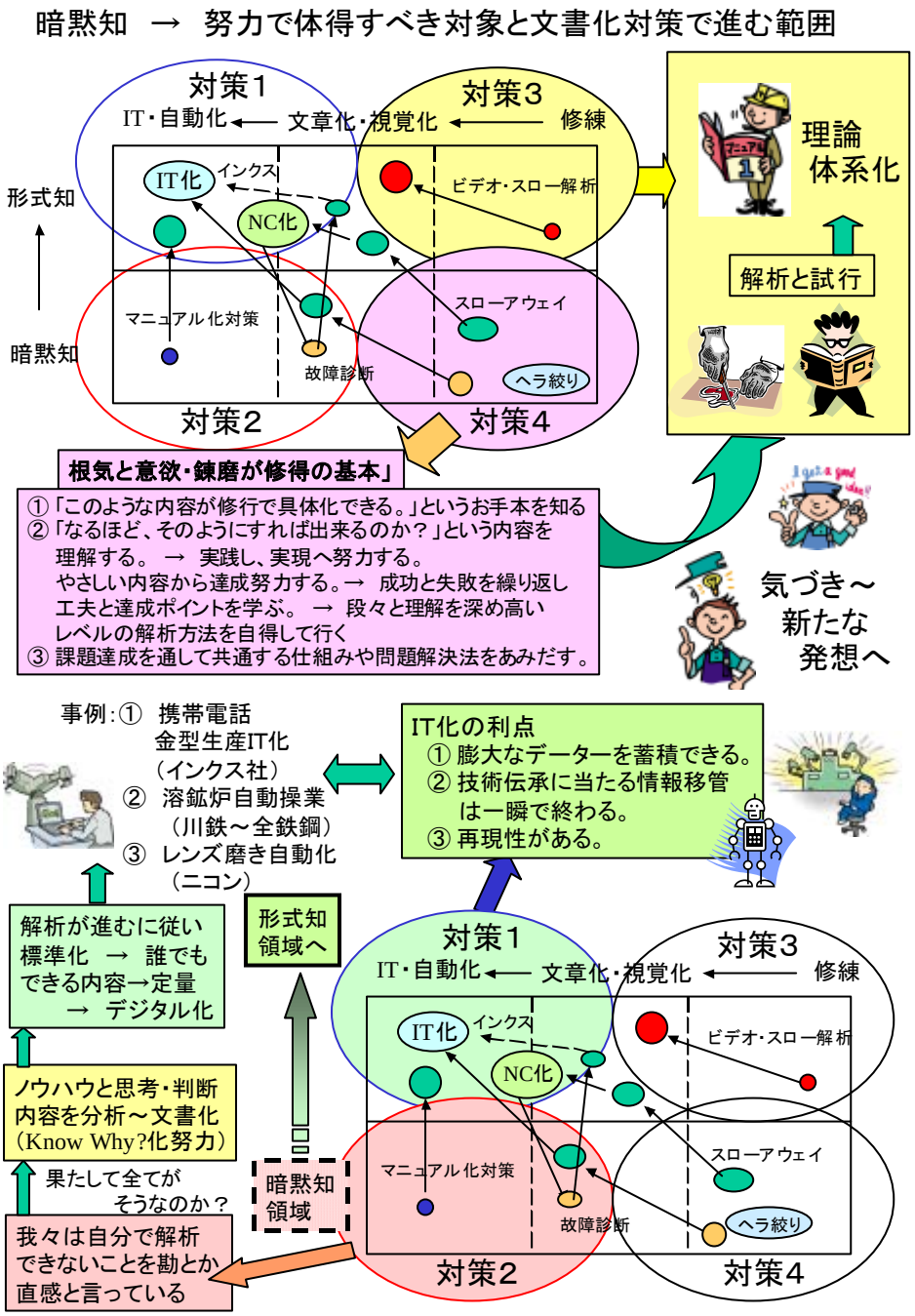


図5-11　技術伝承・4つの対策区分

では、この解析について解説を加えることにする。図 5-11 の上下の図にあるマトリックスは、対象とすべき項目を分析する方式である。縦軸が問題を示し、対象が認識知という誰にでも中身がわかる内容から、下に向かうに従って暗黙度が増す状況を示した軸である。要は、この軸は対象とする仕事が持つ問題の性格を示す軸である。これに対し、横軸は左から右にデジタル解析などがなされ、機械化や IT 化の対象となる方式～ビデオ解析や文書化による対策可能対象～さらには、修練により習得する対象といった、問題解決手段を示す軸である。このように、縦軸に問題、横軸に解決策（対策法）という構成でマトリックスを構成させ、対象となるテーマを 6 象限に分ければ、対象とすべき仕事の性格が判別可能となる。つぎに、「具体策を選別するため、今回、対象とするノウハウのノウ・ホアイ化対象となる仕事をどのように位置づけるべきかが？」という対策がテーマとなる。そこで、筆者は対策を区分したわけだが、最終的に 4 つの区分となった。また、この分析方法、並びに、その対策は下に区分した通りである（筆者著「技術・技能伝承術」工業調査会発行に詳説。なお、ここでは、ローコスト自動化が対象となるので、対策 4 を対策の 1～3 の領域にどのように持ち込むか？が課題となる）。

対策１の領域：既に、産業界では自動化や IT 化が進み、ローコスト自動化に際しては、費用対効果で評価する領域である。なお、対策費用が嵩む場合、その VE を駆使して目標とするローコスト自動化の範囲に持ち込む努力を進めることが求められる領域でもある。

対策２の領域：この領域は、時には暗黙知ととらえ勝ちだが、既に、ノウハウと考えていた仕事がセンサーやモノづくりの原理を利用した機器が開発されている対象である。従って、その種のものを組み合わせて構成すれば、暗黙知を自動化に持ち込むことができる。また、この対策が進めば、対策 1 の領域でローコスト自動化対策へ向けることとなる領域である。

対策３の項目：ノウハウをビデオや、各種の計測機器を用いて、習得者が理解できる形態になれば、伝承が容易になる。この領域では、この種の手法を駆使して、伝承の容易～スピード化をマニュアル化や『仕事の内容の見える化』などが求められる。

対策４の領域：この領域は問題の対象が暗黙知であり、対策も暗黙知の領域となる。具体的例に、金属表面を加工するキサゲや、脇にバーを抱えて 1 枚の金属板に押し当て、回転させながら H2 ロケットの先端を理想的な局面に仕上げて行くヘラ絞りといった仕事などがある。この領域の仕事は、特別な対策方法が見つからない場合、永年の修練で身につけた技を駆使してモノづくりのノウハウを習得しなければならない対策と

なる。

つぎに、ノウハウのノウ・ホアイ化というテーマに触れて行くことにしたい。人が産業革新に関係し、技術の解析を産業発展と結びつけながら先鋭化した内容は既に図 2-3 に示したが、ノウ・ホアイ化の前に、再度、あえて下図に示し、「ノウハウ解析のあり方」という視点から解説することにする。

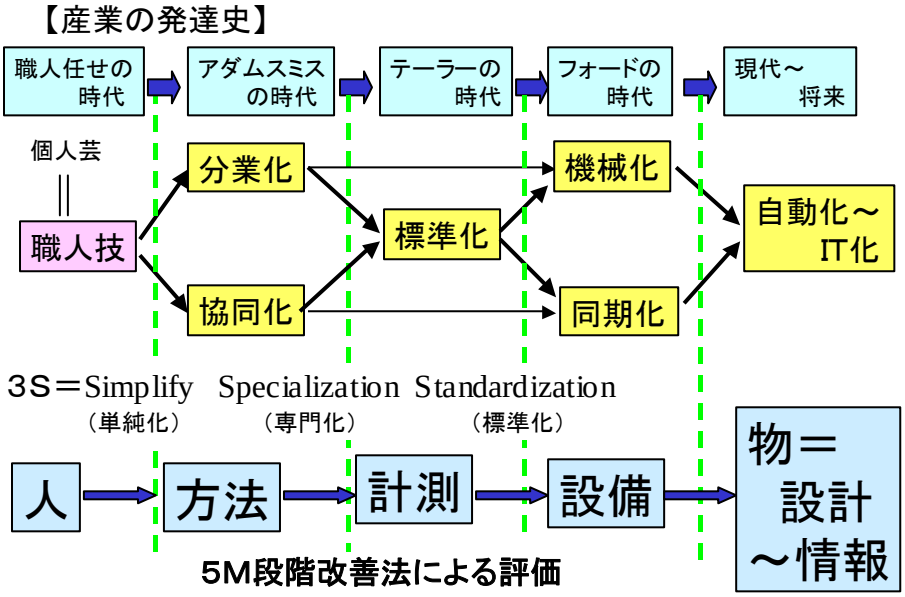


図2-3 産業の発達とノウハウの技術化の経緯

産業発展の歴史を追うと、人が仕事を進める内容を分析した結果、そのノウハウを標準化という伝承可能な手段に持ち込む流れがあることが判る。つぎに、その中身を定量化する解析となるが、定量化と共に、多くの機器や道具の適用可能性を高める対策に入る。さらに、それが進み、その種の内容を総合化すると、設備化対策へと進化する。後は、製品自体、すなわち、設計やモノづくりといった、設計や製造技術の革新となるわけだが、人→方法→計測→設備というアプローチがノウハウのノウ・ホアイ化に大きく関係する。また、このようなアプローチを早め、安価な技術で「設備にノウハウを蓄積する」という対策がローコスト自動化の対象となる。従って、先の対策４の領域をいかに効果的に解析するかが、重要なテーマとなる。では、先に簡単な紹介をしたインクス、その創設した山田眞次郎氏の言と活動を、もう少し詳しく紹介することにする。

山田氏によると「インクスは、IT エンジンがきっかけになって生まれる爆発的な生産性の向上を、世の中に知らせなければならないとの思いから生まれた。・・・新生産システムに落とし込める技能は、職人がまだ健在で働いている

うちに、その技能の分析を行い、マニュアル化やシステム化を図り、「技能」をIT 化と連動する。「技術」に落とし込むことが急務である」ということで、大手企業を退職、インクス社をつくり具体策に当たった。その結果、2002 年には、当時、携帯電話の金型製作に一流職人の手を持ってしても、最短で 40 日以上かかっていたあの困難とされてきたものを 10 日で製作可能にした。さらに、翌年には 3 日、2005 年には 46 時間で製作可能にしていった。ここでは、最終的に、金型を削る技能を解析してノウハウをノウ・ホアイ化させ、光造形で鋳造金型を直接つくる技術を完成させたわけだが、このような技術解析過程で、例えば、職人用語のひとつである「しっくり行く」という押し出しピンと金型の勘合を 3 ミクロンという数量で把握しながらデジタル化へ持ち込んだ努力があった。現在、インクスはリーマンショック後の資金難から倒産している。だが、「技術者を定年過ぎの匠に密着させ、ノウハウをノウ・ホアイ化した成果」という功績は大きかった。特に、山田氏が当時「金型製作においては、どのような技能も、解析出来ないことは無いはずである」と語られたことは、当時、多くの生産技術者に衝撃を与えた。なお、ここで行われた内容を拝見すると、工程分析を縦軸：横軸に時間分析した作戦地図だった。また、その解析法は職人に密着しながらノウハウのノウ・ホアイ化を進める形態は、過去、「鉄鋼の圧延を IT 活用と共に自動化する」「溶鉱炉制御に当たり、技術者が匠に着きっきりになってノウハウを聞き出し、技術解析～自動化プログラムへの移行を図る取り組み」に似ていた。以上、インクスの取り組みを例示した。この対策は、「匠でなければ出来ない作業」という内容を解析～定量化した結果、IT・自動化へ至る道を早めたことを特徴的に示す事例である。

つぎの例は、筆者も経験があるが、鋳物産業には多くの暗黙知が経験と共に蓄積され、これが、製品実現や格差となっているテーマに対する対策事例である。老舗ではこれがノウハウとなっている。だが、長期に渡ってこの解析を進めてきた永瀬留十郎工場は 130 年もの歴史を持つが、野村進著の老舗大国ニッポン「千年、働いてきました」角川出版につぎのように説明している。

「鋳造業者のあいだでは、いまだに、鋳物は「神秘的」とか、材料に使う鉄の「処女性」といった言葉がある。だが、鋳物は偶然の産物ではない」という発想から、昭和 46 年頃からデータ解析を行い「物理のかたまり」という発想で解析の結果、現在 80%くらいまで、ソフト化を成功させてきた。「現在は 90%以上を IT 化しながらノウハウ保護も進めている。・・」なお、この詳細は不明である）が、この種の例から、今後の課題だが、人の努力と進化してきた解析・測定機器を駆使すれば、特殊なものを除き、ノウハウのノウ・ホアイ化はかなり可能性の高い方法があることがわかる。

では、ここで、**図 5-12** を用いて、故・新郷重夫先生が筆者達に研修時に伝授

された「ノウハウのノウ・ホアイ化解析法」を紹介することにする。先生のお話は次のような内容だった。「皆様が受ける研修は「靴下を 2 枚はけば靴ズレをしない。という程度の内容であって、後は、習った原理を現場でいかに活用するかに掛かっている。だが、そのように私の話を受け取らない人がいるので、事例でお話させていただくことにしたい。図はある工場でのお話である。研修生に、先の「靴下を 2 枚はけば靴ズレをしない」という話をしたところ「早速やります。良い話をいただきありがとうございました。」ということだった。その後、工場見学と現場指導となったが、一番前に座り熱心にノートをとっていた現場の職長の方が、コツ・コツと金型の端をたたきながら、位置調整を行った後、定位置に固定する作業をやっていた。そこで、「これは大変な仕事だね」というと「大変です。私は 20 年の経験を持つので数回の調整で済むのですが、新人の場合、もう大変です。回数はかかるし、時間が膨大にかかり、しかも、品質に問題が出る恐れがあり、結局は私が担当になるわけです。・・・」と自慢顔で話した。そこで、「ここへ、靴下を 2 枚はけば靴ズレをしない！という話を投入すれば苦労は無いよ」と言うと、「先生、あの話は納得です。だが、20 年のベテランでなければ出来ない仕事と「靴下を 2 枚」の話は全く関係ないですよ！」と、言い訳をされた。そこで、私は、「では、新人を連れてきて下さい。一発締め付け微動なし！を見せます」と言うと、「いくら、新郷先生でも、これだけは無理です。」、という話になった。

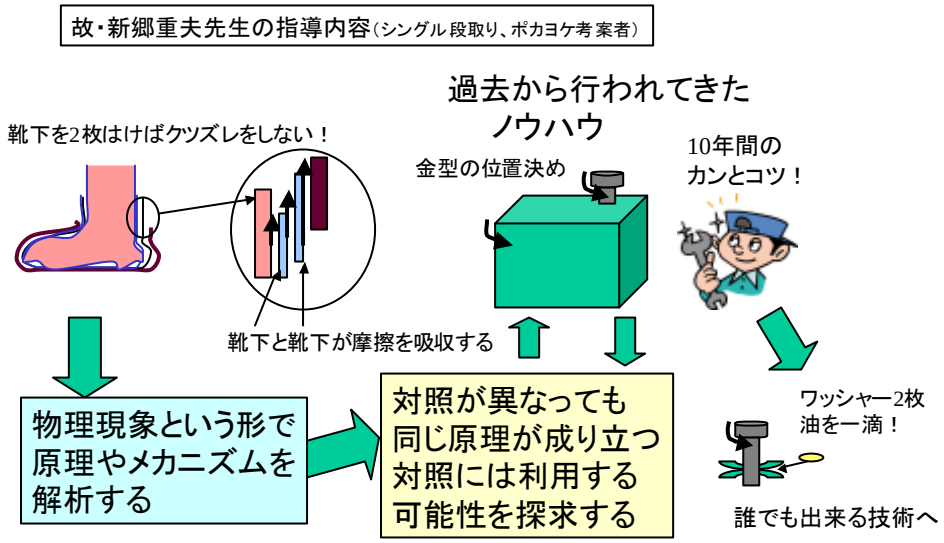


図5-12　ノウハウのノウ・ホアイ化対策事例

そこで、私は、「では、新人、全くこの仕事をした経験が無い方を連れてきて下さい」と要求しました。やがて新人が来た。そこで、右下の図のように「まず、ベテランの職長さん、金型を定位置に金型を置いて下さい。いいですか？では新人さん。私の言うとおりにやって下さいよ！まず、魔法の一滴ではありませんが、ワッシャーを 2 枚、触っていただくと判りますが、プレスバリの無い面を相互に合わせ、潤滑油を 1 滴注いで下さい。つぎに、ボルトを回しますが。レンチを持ってゆっくり締めた後、コン・コン、ばたばた、「エイヤでギュ！」と思い切り締めて下さい」と説明し、言う通りにやっていただきましたが、金型は微動せず、ぴったり定位置に収まりました。その時、この状況を見ていた職長は唖然とした顔になりました。そこで、私は「靴下の原理は靴下と靴下の間に生じる摩擦をいかに減らすことでした。要は、靴と足との摩擦を減らし、結果靴ヅレを防ぐか」を解説したわけです。このように、「我々実務者は、一般論でも良いから、その話に含まれる原理と応用を聴講者が現場で活動することが、「研修内容を役立てる」という内容である」ことを、この方に知って貰ったわけです。さらに、「部下の頭や金型をコツ・コツたたくのが仕事のコツではなく、ノウハウのノウ・ホアイ化を現場で生かすコツを開拓すべきである」という話もしたわけですが、以降、ここでは、研修内容を生かした多くの改善が進みました。・・・・」という講演内容だった。

この話には、ノウハウのノウ・ホアイ化を具体化させる上で極めて重要な要素がある。このため、筆者も、ローコスト自動化の際のノウハウ解析に利用させていただいてきた（それらの内容を一覧する形で**表 5-7** に示した）。

表5-7　ノウハウのノウ・ホアイ化対策例

No.	ノウハウ・テーマ	例：ノウ・ホアイ化と技術的対策の要点
1	鋼を焼きいれの際、刀匠が刀を油や水中で適度に振動させる技	鋼を油や水焼入れする際、液槽に入れると、瞬時に鋼表面で液が気化して空気の断熱膜を形成する。このため、刀匠など高度技能者は振動させ、この空気膜の除去～再度の液と鋼の接触を効果的に行うが、気化熱利用ならミスと（細かい液粒）の放射で同じことが可能となる
2	ネジをボルトにはめる時、手先で調整して井桁（曲がっボルトに入りらない）対策をする	ネジをボルトに入れる時、半回転することにより“カチリ”という音でネジ山の相互のフィットがスムーズとなる。ベテランは手加減でこれを行うが、自動化にもこのまま利用すれば同じ作用となる
3	プラスチック材や人口大理石を方枠から外すとき、爪で表面を削り、加減を見て、型から外し割れを防ぐ	爪で材料の硬さを測るより、ブリンネル式（鋼玉を押し付けて幅で硬さを見る方式）、または、ショア一式（三角錘型のダイヤモンドの先端を決まられた過重で押し、定時間に材料に入った深さで硬さを判定する方式）を利用したデジタル硬度計の利用で可能
4	湿式の成形体をプレス成形の後、金型から取り出すが型にへばりつくので手加減して壊さずに取り出す	成形した材料が金型から離れ難い理由は成形材料と金型の平面の間に空気が無く、真空状態になっているためである。従って、この処理をすれば、ロボットで簡単な取り出しは可能になる（例、少し横移動した後取る。金型に穴を設け、成形後に空気を成形材と金型間に入れる処理など
5	材料の加工を旋盤で行うと熱膨張するので、作業者の経験で加減して仕上げる	バイトと材料の間で加工時に切削熱が発生し、材料に熱が移動～蓄積した結果、材料の膨張が、材料の冷却待ち、加工時に膨張を予測した加工ノウハウとなっていた。要は、圧搾空気を一気に膨張冷却し、刃先に当てれば、この種のノウハウは不要

読者の皆様にも、この種の解析内容は IE を発展させる形で、ローコスト自動化を進める対策にご利用願えれば幸である。

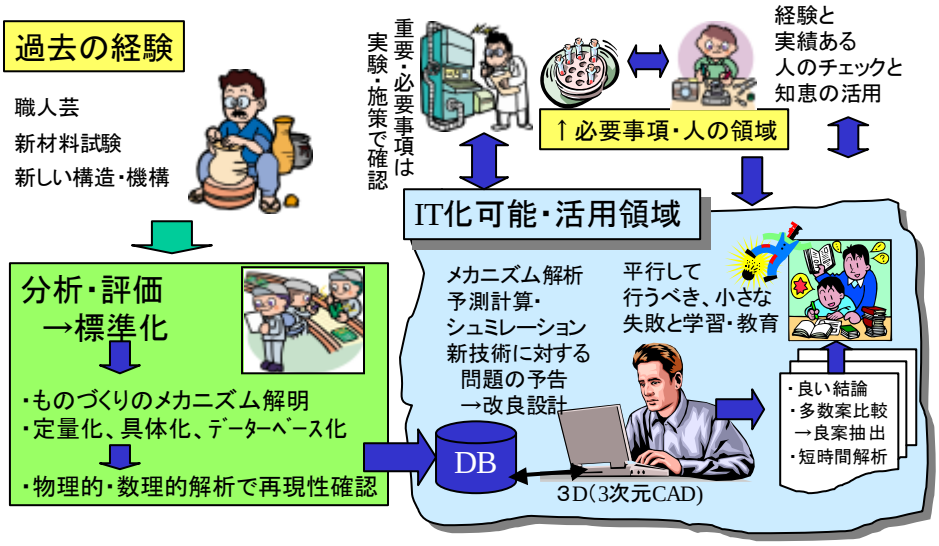


図5-13　ITによるノウハウ蓄積活用

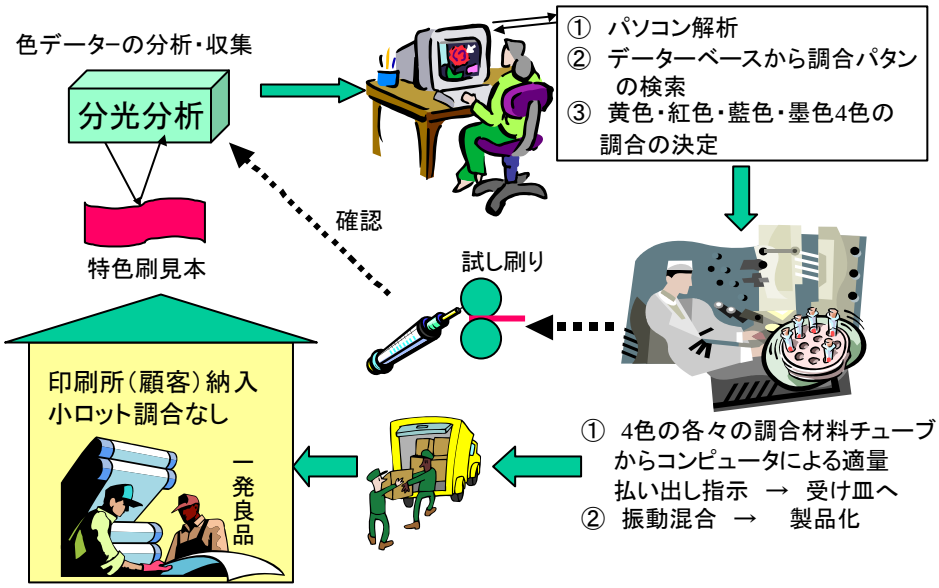


図5-14　特色刷り用インク調合機の構成
（谷口インク製造㈱の例）

現在は IT の時代である。そうなると、この事例は、先の対策３の項目の対象となる。この種のノウハウ解析に当たっては、ビデオや測定器と共に現状分析を進めた結果をマニュアル化する例が多いが、技術伝承に際しては、**図 5-13** に示したような解析、また、1990 年初期に**図 5-14** に示した特殊印刷の調色自動化

に用いられた解析をご参考願いたい。その理由は、特殊な作業も、時により、人が持つ「ノウハウをノウ・ホアイ化する」切り口になる可能性を、現在、進化しつつある IT が高める可能性があるからである。

以上、ノウハウのノウ・ホアイ化へのアプローチを例示した。この種の対策はポカヨケ同様に、最初は対策２の領域、すなわち、「ノウハウが中心となり対策は習得しかない」と思っていた仕事が、実は、既に技術対策手段が産業界に存在していて、あえて IE を用いた解析～自動化の検討を進める必要が無い対象になる例を紹介した。このような事例と解説から、「技術伝承課題の全てを対策１の領域へ持ち込むか否かは、その中身をよく分析～対策手段も産業界を調査すべきである」となる。その理由は、ノウハウの伝承だけに注視していると、例えば、世間には携帯電話があるのに、わざわざ 10 円玉をくずして、数が少なくなった公衆電話を探して相手に電話をするような行為になることを意味するからである。現在は、もはや、このように、面倒、お金と時間がかかる手続きを取る方は少ない状況である。だが、この種の技術変化を知らないため、苦労しながら技術伝承や教育のための努力をする例に、筆者は時々逢うことがある。そこで、あえて、以下、その種の例を紹介することにする。

図 5-15 はその一例である。

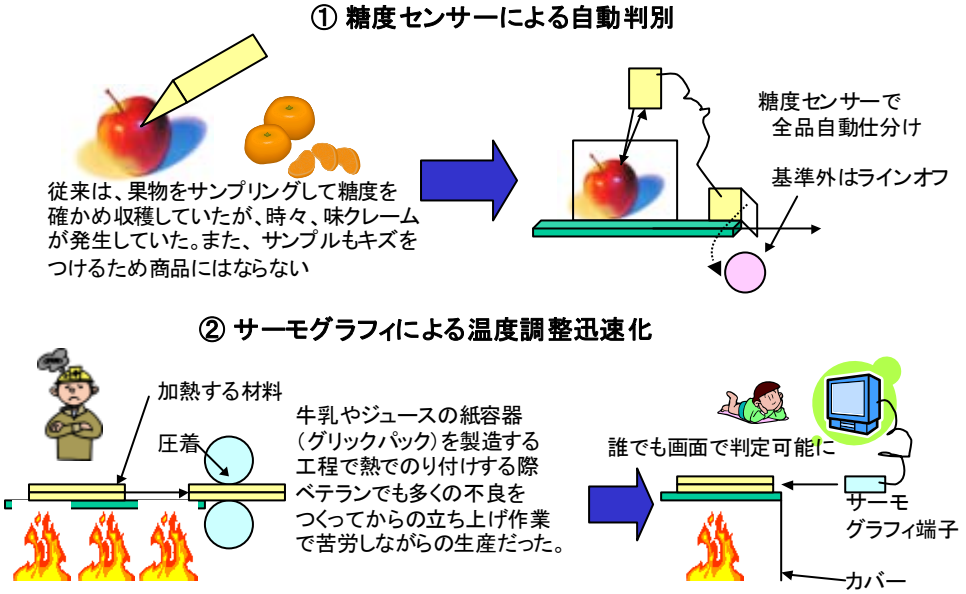


図5-15 特殊センサーによるポカヨケ適用例

図の上の①は糖度センサーによる自動判別である。鳥は果実の味をかぎ分ける。これは、人が感知できない光波をとらえることが出来る。このため、この光を感知するセンサーを用い、糖度を定量的に把握して果物の仕分けと糖度保

証の自動化は農業で盛んに行われている。ある時、ある企業で、この例を紹介しただけで同種対策が進んだことがあった。要は、ここでは、「存在を知っているか否か？」だっただけだった。

つぎの②は、赤外線センサーの利用である。1990 年の中頃、筆者は左側の状況で、技術伝承問題に困っている企業の相談を受けたことがあった。その時は、訪問と同時に、「シュワルツネッガーの映画で対策しては？」といって対策に至った。これは、映画俳優のシュワルツネッガーが「プレディター」という映画の中で、人が発する赤外線対策を行い、宇宙怪物と戦って勝利するという内容だが、赤外線が発する温度をセンサー（サーモグラフィの形で表示）でとらえる手法であり、この技術の利用がこの企業における対策だった。要は、紙パックの接合面の温度を正確にとらえる技術の利用である。この対策により、また、図で示した温度調整のノウハウを自動化対応で対処したが、この対策で立ち上げ時に発生する不良と時間は 1/10 以下になった。この例も、この企業で、この種の技術は知っていたが、このような作業への適用を考えていなかっただけのことだった。

さらに、図は無いが、「ガラスの表面を検査するが見逃しをして困る」ということで筆者が行うヒューマン・エラー対策に出席され、相談をかけられた話を紹介することにしたい。この時、筆者が「今回の研修へご出席された目的は、それにだけに限った取り組みですか？」と問うと、「それだけが、我が社の品質問題です！」という応えだった。そこで、「別室にある私の PC をお貸しします。インターネットで表面の傷検出センサーを探してください」と言うと、「過去調べました」という内容だった。そこで、「いつ調査されましたか？」と問うと、「3 年前です」との返事だったので、筆者は、「かつては、10 年ひと昔だったのですが、今は 3 年ひと昔です。お調べを！」ということで、ご努力願ったわけだった。その結果（1 時間の後）、「見つけました」となり、この方の目的は達した。だが、一応、残りの研修は在籍された。その 1 週間後、この方から電話があり、「見逃し不良はゼロになりました。ありがとう！」というお話と共に、「センサーで発見～発生元へのフィードバックが早く、的確になったため、不良撲滅になりました。2 名の交代で 3 直だった仕事は 30 万円の機器で不要になり、本人はおろか、お客様の評価もあがりました。・・・」というお話しをいただいた。「2 名×3 直＝6 名の方は、新規事業の取り組みに移れたことも大きかった」という内容だったが、これも、知っているかいないか？という差が問題解決に大きく作用する事例である。以上、ここまでの事例は、体験談の中でも、特に顕著な対策例だったため、あえて、事例として紹介した。

５－４　ローコスト自動化に必要な工程機能分析

ローコスト自動化に当たっては、IE の解析を利用した後、徹底的に有効なアイデアを求め、実現へ向けることが重要になる。また、この対処がローコスト自動化を実現へ向ける決め手となる。そこで、この対策に最も有効な VE 手法の紹介を進めることにする。

（１）　工程機能分析の進め方

人が仕事をするという時、必ず、そこに、目的がある。そこで、**図 5-16** による「VE の基本概念」を用いて、「何のためにその仕事を進めるのか？」と問い、仕事の目的や機能を名詞と動詞で示すことが、改善上、有効となる。同時に、「人が行う仕事を他の有効な手段に置き換えることが出来れば置き換えるべきである。さらに、そこに、ローコスト自動化の有効な手段（方式）があれば、その方式を利用すべきである」という要求がある時、工程分析の後に、工程機能分析～自動化手段の検討対策を進める策が有効である。

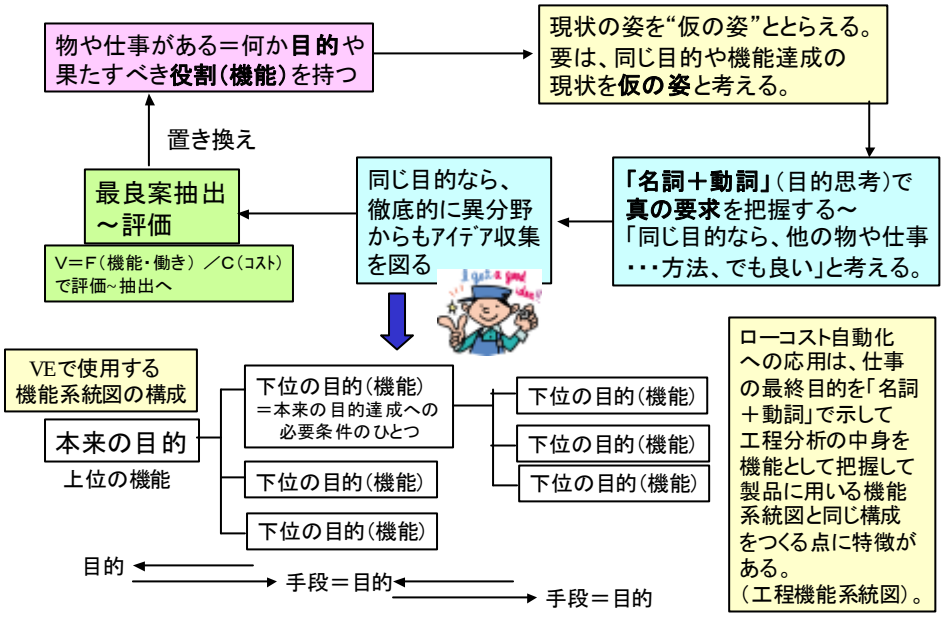


図5-16　VEの基本コンセプトを整理すると

なお、このような扱いは、先に工程分析と共に活用する ECRS を用いたアイデア検討方式（省略・結合・置き換え・単純化）の中から Re-Arrangement（置き換え）の原則を活用する方式を発展させた内容ととらえることが、IE 改善としては適切な扱いとなる。だが、VE は歴史的に IE とは別の歴史的な経過をた

どってきた。このため、無理に IE の一部であるという扱いをしないで、「改善という目的に当たっては、どのような手法を使っても良い」という、VE 思想の利用を、読者の皆様にお薦めしたい。

では、VE における部品構成を機能としてとらえる「機能系統図」を解説した後、先の図の左下に示した「工程機能（分析による）機能系統図」の作成方法を紹介することにしたい。

まず、機能系統図の基本型を例示することにする。**図 5-17** は過去プリンターの印字に用いていたリボンを介して文字をハンマーで紙に打って行くハンマー・プリンターヘッドの制御素子を VE 解析したものである。当時、この図を作成した狙いは「この構成を用いてコストを 30%以上低減する」というプロジェクトだった。対象とした部品の構成は、一種のモーターのような構成をしている。すなわち、電気的な制御で球形状の表面に印字された鋳造品の文字を回転させながら位置制御した後に、モーターにハンマー作用を発生させ、印字を行うという構造である。この対象は電気的な制御は別のシステムであり、ここでは、図に示した構成が VE の対象だった。そこで、VE 手法を用いて機能系統図化したわけだが、この図をご覧いただくと、右端が個々に分解された部品であり、そのひとつ一つが意味を持ち、全体の部品に役割を果たしながら、意味を持つ構成を果たしていることが判る。また、この構成こそが VE の機能分析の特徴である。

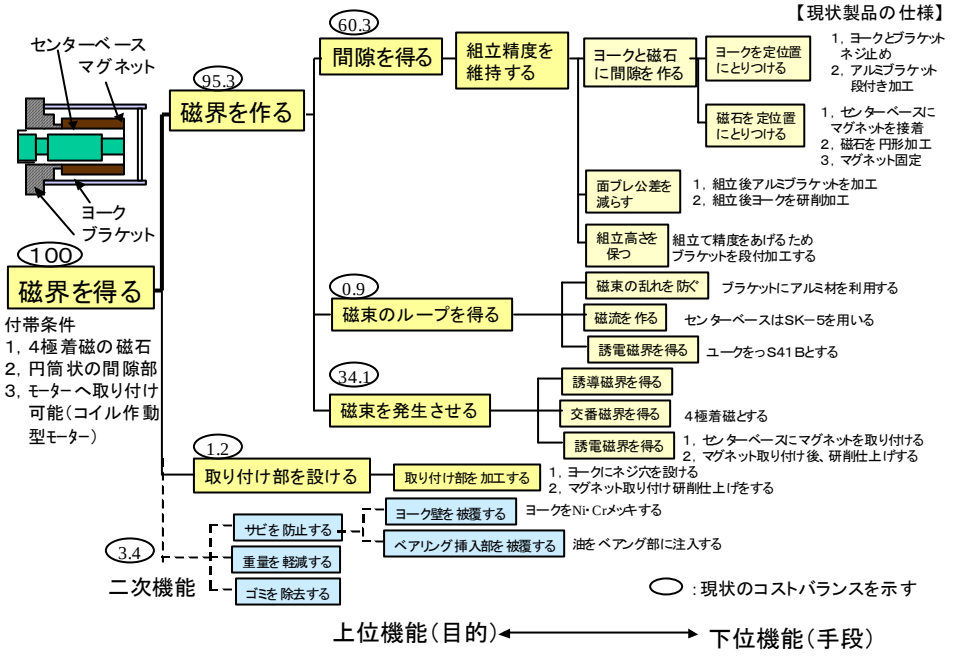


図5-17　部品構成を解析した機能系統図の例

先に解説したように、VE では、このような構成はあくまで“仮の姿”ととらえる。また、つぎに行うべきことは、「最終目的で同じ目的（機能）を果たせば良い」と考え、上位の目的に合う対策である。他の、さらに有効な手段を考えて行く活動である。「この取り組みで、有効な手段があれば、その方式に置き換える」という手続が VE によるアイデア検討である。

この事例では、マグネットを加工された金属部品で中空に吊る構造を、プラスチックで鋳囲む方式にした。また、モーターはコイルと磁石を用いた構成だが、材料費が安く、最も高性能なモーター方式を挙げ、比較検討して、品質と性能は従来のレベルを保ちながら価格低減へ持ち込んだ。ここでは、この詳細は専門的になるので、解説や事例紹介を省略するが、このような対策を総合化した結果、30%以上の原価低減目標を達成した。では、ここで、VE の基本型から離れ、今度は、作業手順を工程分析する方法～工程を機能でとらえ、アイデア発想と共に、ローコスト自動化案を得る手順について、モデル作業を例に、その解析手順を例示させていただくことにする。

設問　**工程機能系統図化**

条件
①パイプ太さは一定である。
②長さは6種類注文に応じて生産する。
③同種ラインが10本り、完全自動化は
　狙っていない

上に示したような条件で、次ページに示すようなパイプ切断作業が行われている作業が10ラインある場合、完全自動化ではなく、「工数低減という追求で3名程の省力を簡易自動化と共に進めたい！」という要求がなされた。そこで、①作業手順の内容を機能分析して工程機能系統図を作成する。②上位からアイデア発想を行う。③適用可能策を提示する、という手順で安価な自動化案の作成を試行して下さい。

メモ欄（必要な用紙は適宜追加をお願い致します）

このような作業を解析して工程機能系統図の構成化する手順の最初に行うことは、パントマイム式でモデル作業を実施しながら、作業内容を確認して、「名詞＋動詞」で記載する解析である。そのような解析の結果、「名詞＋動詞」をカードに記載していった状況を**図 5-18** に例示した。また、次のページには、**図 5-19** として、先の図 5-16 並びに図 5-17 を参考に作成した工程機能分析結果を例示

した。

工程機能系統図を作成した VE 分析の結果をご覧いただくと、最終目的に対して、個々の作業が何のために必要か？が判る。加えて、「バリ無し定尺パイプを得る」という仕事をするメーカーとして何をすべきか？となる。

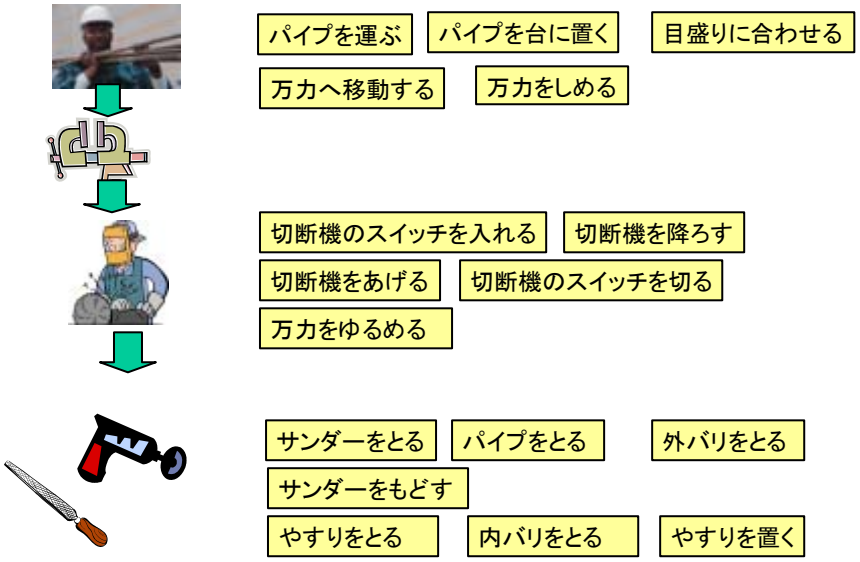


図5-18　定尺・バリ無しパイプの製造手順分析例

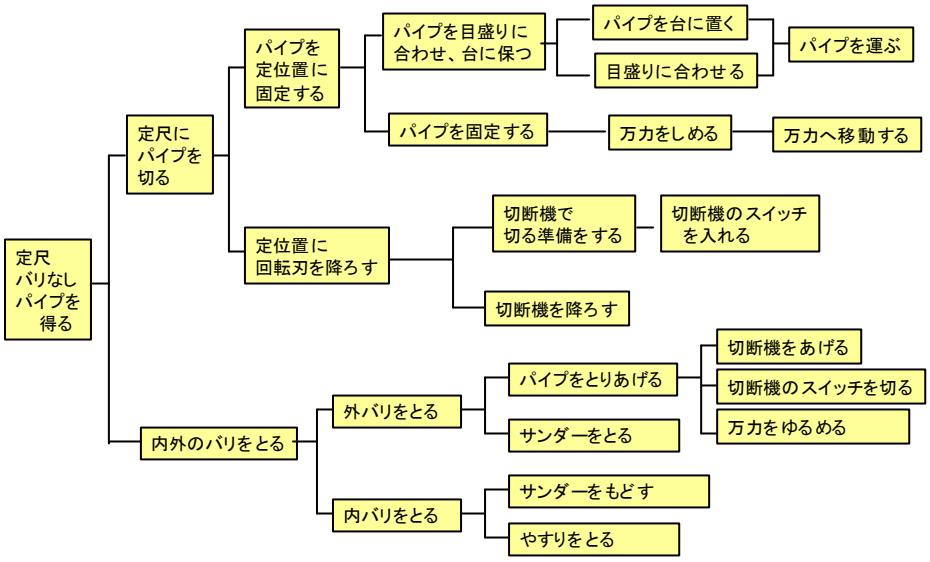


図5-19　定尺・バリ無しパイプ切断作業の機能系統図

ここで、皆様には、改善対策案を得るために、VE 手法が提唱する、下位の要求を見て行う改善、例えば、「歩く距離を○○m 短縮する」という対策を積み上げ

るのではなく、「上位の要求をとらえ、より大きな成果を得る効率的な手法で対処する策を探る、という見方でこの解析を用いたアイデア検討を進める」というアプローチをお薦めしたい。

では、具体策を得るために行う対処内容を紹介することにする。この例でまず行うべきことは、現在の作業にとらわれずに、「定尺パイプを得る」という対策と「内外のバリをとる」対処である。前者のアイデアとして、切るべき寸法種が決まっていることを前提に考えると「突き当て式ストッパーを利用して定寸の選択を行う。その後、エアーか油圧、バネや人の体重を利用した上からのパイプ固定をしながら手でカッターを下ろしてパイプ切断を済ませる」という方式の中から適用可能案の選択をすればよい。つぎに、内外同時にバリを取る作業の対策だが、パイプの直径は一定であることを配慮し、レモン絞り器の構成、すなわち、回転式でパイプのバリを削り取る案などを選択すればよい。後は、この構成を具体化させるわけだが、完全自動化を狙うのでなければ、ローコストで作業の一部を自動化する程度でよい。生産性をあげて、他のラインの生産を排除すれば、今回、対象に対する改善目標は達成されるからである。

（2） 工程機能分析の活用事例

では、つぎに、ローコスト自動化対策に当たって、実務的に VE を応用した事例を紹介することにする。**表 5-8** は筆者が関与した例だが、この作業は 4m もあるバー材を自動機にならべ処理する段取り作業の改善だった。また、作業の様子は表の右上に示すイメージだ。精密な加工作業に対して重労働、かつ、コツを必要とする作業だった。このため、工場では過去、何度も自動化に取り組んできたが、当時、まだ効果的な手段は無かった。

そこで、筆者と現場作業者 3 名、保全部門 2 名でプロジェクトを組み、対処となった。早速、作業内容を機能分析したが、その結果、表の右側の分析の通り、①「大束から小束を分離する」、②「小束を整列させる」という「名詞＋動詞」の 2 点に絞って改善案を追求が必要となった。当然、アイデア具体化に当たって、特許や他社事例の調査を加えたが、その結果、得た情報は**図 5-20** のようになった。

自動並べ装置実現に当たっては、①と②の個々の機能に対し、個々に 30 件を目安にアイデアと情報収集を行った。また、案の抽出は、例えば、大束から小束を分ける対策には、(1)ベルトで横にした山形鋼に分け取った後、残りを重力で払い落とす方式を選定した。つぎに、小束を整列させる方式の具体化に当たっては、(2)人が材料をしごく動作をヒントに、バー材を数本の箸のようなものの上に載せ、バタ・バタと数回上下させる実験を行った。その結果、(1)と(2)で①と②の要求事項を具体化させる案の実現が確かめられ、この構成でモデル機

を製作した。このように模型を製作した実態に近い設備は手動作だった。だが、自動機のモデル的な作動と材料並べの確実性（検証）の確認は十分だった。

表5-8　長尺バー材自動並べ装置の開発

改善前の作業内容のイメージを右上に示したが、4mに近いバー材を、手袋をして、大きな束から分け取った後で、台上でしごき、からみを取った後、1本づつ、右側の傾斜台に移して行くが、材料は重たく、表面に塗った油で作業着も汚れ放題になる、といった作業だった。

	手順分析結果		機能分析
作業分析内容	1，材料を運ぶ（天井クレーン利用） 2，番線をほどく 3，材料を取りやすくする （全体を大束と呼ぶことにする） 4，大束より小束を取り上げる（5～10本） 5，2～3回、持ち上げ～おろしを繰り返してカラミをとる 6，辛味を取ったらバー材を台におろした後、並べる 7，1本づつ、傾斜台に分け取りならべる。 ・・・・ ・・・・ 繰り返し＝~~(0.2＋0.8＋0.2)×10回~~＝12分程度	2～3分 0.5分 0.5分 0.2分 0.8分 0.2分	取り扱う範囲 名詞＋動詞 大束より小束を分離する ① カラミを取る 小束を並べる ② 小束を降ろす この分析により、簡単だが、 ① 大束から小束を分離する ② 小束を整列させる の2点に区分して対策へ向けることにした。

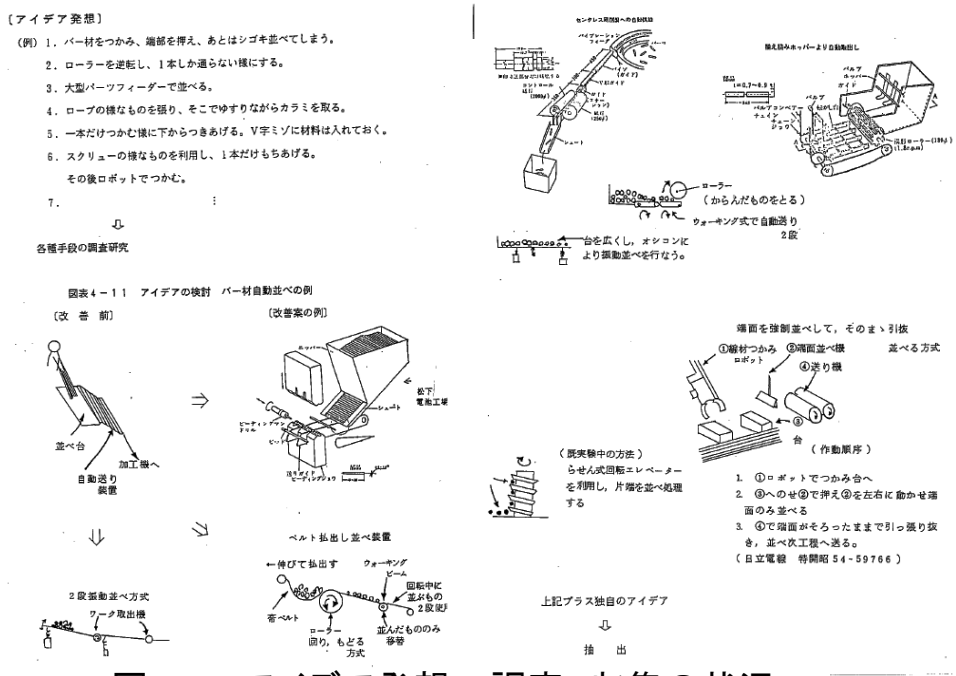


図5-20　アイデア発想～調査、収集の状況

この対策で VE 的な解析と共に実現可能案の構成が出来た。そこで、**図 5-21** の左側に示した設備が製作を具体化させた。なお、(1)は大束から小束材を分け取るため、ベルトに大束を入れ、油圧モーターでベルトを巻き上げながら山形鋼の L 部へ持ち込み、残った材料はベルトを基に戻す時に、ベルト側に落下させる方式とした。また、(2)は大きなゆりかご式のスロープで、バタ・バタと数回上下させる処理と同じ機能を持たせる対策を図った。この 2 件が基本構成であり、自動並べ装置の要点だが、設備具体化と共に、無人での長尺材の並べの自動化を具体化した。

さらに、右側の設備は、左側の 1 号機をモデルに価格もサイズも 1/2 化を狙って改良～製作したものである。以上、設備具体化に持ち込む苦心談はともかく、VE の活用により開発すべき技術要件が明確にしたことで、設備具体化の実現が果たせた。この成功以降、筆者は同種方式で多数のローコスト自動化の製作の支援を進めてきた。また、どの例も同じような成果を得てきた。同時に、ローコスト自動化に当たって、ここに示した「工程機能分析」という解析は極めて有効であることが示せた。

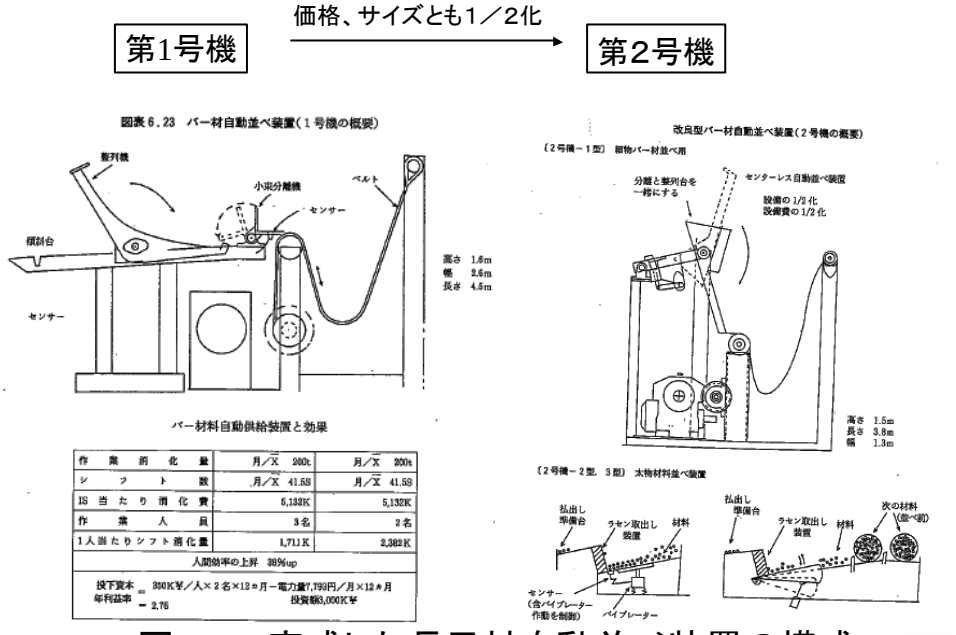


図5-21 完成した長尺材自動並べ装置の構成

５－５　ローコスト自動化に対する投資評価

（1）ローコスト自動化指数について

すでに自動化の有用性については表 5-3 に、その内容を紹介したが、「ローコスト自動化の検討に当たり、どのような視点で評価すべきか？」を整理して行くことにする。では、最初に作業の見直しと活用が盛んな「自動化指数」を紹介することとする。下に示した内容は自動化指数だが、この指標の利用にあたっては、①製造現場を巡回して自社と他社を比較する。②数件ある工場間の取り組みを比較する。③指数が示す視点で自動化対象分野を探る、といったアプローチを読者の皆様にお薦めしたい。すなわち、指標設定は一つの手続きだが、同時にローコスト自動化の対象を探る対策である。

自動化指数の例

① 自動作業比率（時間値）＝ 自動化工数 / 総作業工数　② 自動作業比率（点数、頻度）＝ 自動作業の数（点数、頻度） / 総作業の数（点数、頻度）

工場や職場全体を見て、省力化の対策程度と余地を、時間と頻度面から探る。頻度は工程分析を用いて現状把握～自動化対象分野を探るために活用する

③ 無人着脱数 ＝ ロボットによる着脱数 / 総着脱数　ロボット適用分野を調査して、未着手の分野の検討～難易度評価を行い、適用の順序づけを図る

④ 無人運搬率 ＝ 搬送頻度（または距離） / 全運搬頻度（または距離）　AGV（自動運搬車）の利用や、コンベア～シューターなど、物流自動化の余地を検討する

⑤ 自動加工比率＝ 自動加工時間（または頻度） / 自動加工時間（または頻度）＋作業者の工数（または人数）

⑥ 自動検査比率＝ 【 ⑤と同じ算式にて検査状況を把握する】　検査の省力化の評価～余地を探る

⑦ 自動ストック管理率＝ 【 ⑤と同じ算式にて検査状況を把握する】

仕掛品低減のため工程間の自動ストック～運搬自動化を探る。自動倉庫化はこの分析対象

⑧ 自動管理率 ＝ データーインプット～連絡などの自動化（IT化やセンサー利用） / データー取り扱い総数

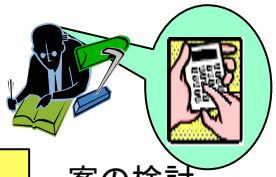
事務や機器へのデータ転送～生産管理や伝票など、情報処理のI自動化が狙い

（2）設備投資評価

産業界では「自動化メリット」が重視される。この際、まず、地球環境改善への貢献、労働環境や安全対策など、定量的に効果が見込まれないが実施すべき対象は除き（戦略的に進める対象は除き）、一般の設備投資は次ページのように①投資利益率と、②投資回収期間が、企業における投資メリット評価の基本とされる。このため、まず、この種の数値的な検討の後、付帯的効果、すなわち、感性や環境、各種のリスク回避要因など、非定量的な要件が検討して、最終的に意志決定する対処が、設備投資評価の進め方である。

なお、この際、その要件となる、増加利益と増加固定費＋増加変動費の費用対象項目を明確にする必要がある。また、各要素を十分に検討して、投資メリット計算が期待できる改善を加え、最終的な意志決定を行うべきである。

個々の設備投資評価



案の検討

投資利益率＝ {（利益増加額）×12ヶ月}×100 / （設備投資額）＋（付帯費用）

★付帯費用は工事費や治工具など投資に関する内容を含める。

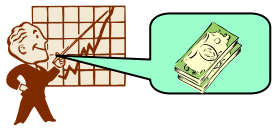
評価・判定

投資回収期間＝ （設備投資額） / {（利益増加額）×（1－税率）＋（減価償却費）}×12ヶ月

採用

設備投資評価は2つの評価式を用いて行うのが一般的です。投資案自体は多くの案件をつくり評価、検討するわけですが、最終的には1案に絞り込み採用とします。この時に使う評価式は
①投資利益率: 投資した金額で得られる利益という効果の状況を判定する。
②投資回収期間: 投資したお金がどの程度の期間で回収されるかを見る。

増加利益の計算



① 増産による利益増加額 ＝ {（設備投資後の計画販売数量）－（設備投資前の販売数量）}×（設備投資前の販売単価）

② 単価変動による利益の増加 ＝ （設備投資後の販売数量）×{（設備投資後の販売単価）－（設備投資前の販売単価）}

A:増産による増加利益合計:③ ＝ ① ＋ ②

④ 原単位向上による効果 ＝ 例:材料費低減(VE)、ｴﾈﾙｷﾞｰ低減、不良・歩留対策・・・
（設備投資後の計画販売数量）×（原単位低減額￥／数量）

⑤ 省力合理化効果 ＝ {（設備投資前の人員）－（設備投資後の人員）}×（設備投資前の一人当たり人件費）＋{（設備投資前外注費）－（設備投資後外注費）}

⑥ その他利益 ＝ （設備投資後の経費、金型・治工具費など） －（設備投資前の経費、金型・治工具費など）

B:合理化による利益:⑦＝④＋⑤＋⑥

増加固定費

① 減価償却費＝（取得価格）×（償却率）×（1／12）
（註）設備に付帯する特殊工具、金型の償却費は含む
② 租税公課＝（取得価格）×（固定資産税＋都・市の計画税率）×（1／12）
③ 保険料＝（取得価格）×（保険料率）×（1／12）
④ 賃金利率＝（投資分）＋（売上増分）
投資分＝（投資額予算分）×（社内利子率）×（1／12）
（註）設備に付帯する特殊工具、金型の償却費は含む
売上増分＝（売上増加額）×（運転資本の回転（手持ち）月数）×（社内利子率）×（1／12）
（註）売上が立つまで資金が寝る場合には利子を考慮する。
⑤ 販売管理費＝（売上増加分）×（社内営業費用2~3%）
⑥ 設備管理費＝（積算（積み上げた）設備費用、または、新設備予算額）×（率3~5%）
⑦ 設備設置・据付・調整などに関与する付帯費用（経費）＝（付帯費用）×（1／12）
⑧ その他費用＝（官庁等への届け出費用、教育費、技術移管費、転勤者の費用、組織変更に伴う事務費や移設費用、など）
C: 固定費合計 ⑨ ＝ ①＋～⑧

増加変動費

D: 増加変動費＝（設備投資後の計画販売数量）×（変動費原単位増分￥／数量）
（註）直接材料費、ｴﾈﾙｷﾞｰ以外に副資材関係の一部変動分を含む。

以上、簡単な解説だが、ローコスト自動化を始め、自動化などの投資評価を紹介した。なお、繰り返しになるが、コスト・メリットが少ない対象に対しては、先に紹介した製品・部品 VE を設備 VE と変名して活用した原価低減対策の適用をお願いしたい。

第6章　設備故障・不良・ケガ・環境問題のゼロ化対策

６－１　スピード故障ゼロ対策へ向けたIE活用法

IEは、誕生当時から「経営改善の道具である」と言われてきた。また、活用範囲は広がり、設備、品質、ケガや環境問題の対策～スポーツ技術向上に至るまで幅広い利用がなされている。そこで、第6章では、工場内部の改善に対し、故障、不良、ケガと環境問題対策を中心にIEを応用展開する方法を紹介することにする。

（1） TPM誕生に関する問題意識

IEを工場改善の道具として使う立場に立てば、「IEとTPMの違いは？」という論議は意味を持たない。その理由は、人の作業内容を設備の動作や欠陥ゼロとの比較に置き換え、「理想－現状＝改善ギャップの明示」で図れば、アプローチに全く差がないためである。では、このような視点を、TPM誕生を通して解説することにする。

次ページの**表6-1**は1979年（昭和45年）JMAで行われた故・十時会長の講演内容であり（先に表3-5として紹介）、筆者の記憶では500名超もの方々ご出席の会場で紹介された内容だった。同時に、この講演内容はTPMの活動が始まるきっかけを作ったデータである。表の下に解説があるが、この当時、新聞やテレビなどの報道は、「日本の生産性は欧米に追いつき、やがて欧米をしのぐ段階に入った」という報道と共に、「Japan as No.1」という著書や講演会が盛んに行われ始めた。この時、十時氏はこのような状況に対し「冷静な評価が必要」ということで、その実情を紹介された。「現在、産業界では、「日本の生産性が欧米に追いつき、追い越し、世界一になった」としていますが、このデータをご覧下さい。確かに、一見、A欄に示したように、どの産業を見ても生産性は日本が一番になりつつあいます。だが、その中身をご覧下さい。「日本にはF1ドライバーがまだいない」と、スポーツ界では騒がれています。確かに、日本でF1カーは作れるのですが、運転が未熟、一流レベルに至っていない状況です。皆様の中には、「スポーツと産業界は違う」というお考えをお持ちの方が多いと思います。しかし、その考えは違っています。では、その理由を解説します。JMAで各産業において、欧米の一流企業を調査して、その資本装備率を調べたのがB欄です。この内容をご覧になっていただくと、正に、F1カーレース同様、高価で高性能なF1を持っているのと同じ数字であることが判りました。要は、従業員一人当たりが持つ設備を欧米企業の設備装備という形で比較すると、2～

3 倍も良い設備を持っていることを示しています。

表6-1　設備生産性　日／米･独比較

業種	国	A,労働生産性（千円/人）	B,資本装備率（千円/人）	A/B：設備装備率（%）
普通鋼	日	9，048	25，545	35．42
	米	8，998	9，230	97．49
	独	5，474	8，768	62．44
四輪車	日	8，131	6，250	130．09
	米	8，281	2，272	373．22
	独	6，183	1，421	453．26
総合化学	日	9，501	20，384	46．61
	米	10，151	7，861	129．12
	西独	6，891	4，498	153．19
製紙	日	9，724	17，681	55．00
	米	7，969	8，610	92．55
食品	日	8，752	6，352	137．77
	米	6，897	3，987	172．99

欧米の一流企業と、日本の一流企業を調査比較した結果、設備生産性は半分~1/3の状況だった。当時、日本にはまだ、F1ドライバーはおらず、設備運転技術の差に問題ある指摘が問い正された。

註釈：故･十時会長の言「日本の生産性は欧米に追いつき、追い越せの時代になった！と経済界は言っているが、中身を見ていただきたい。欧米に比べて、単に高価な新設備を投入して、「勝った」と言っているだけではないか？」この話がきっかけになり、日本では設備生産性TPM活動が開始された。

(1979年･JMA　故･十時会長発表「世界の企業の経営分析」より)

そこで、A/B を計算しました。C 欄です。この数値を設備装備率と言います。人の要素を消して設備の使い方、すなわち、F1 ドライバーの運転技術に当たる数値です。この数値で欧米と比較した結果をご覧下さい。この表を見ると、米国に対して設備装備率は産業界をおしなべて 1/3 程度となります。あの、ドイツと比較しても 1/2 程度です。要は、正に、設備の運転技術が未熟な状況と言わざるを得ない実態がここに示されています。これを見ても「そんなはずはない！」と言われる方に事例を紹介することにします。ある化学装置の会社です。ここでは日本のコピー会社を米国に作ったわけですが、現地の設備管理方式、どちらかと言うと日本では無視しがちな、①清掃：ゴミ・ホコリを除去して強制劣化を防ぐ対策。また、②点検：故障発生前に問題を見つけて対策することにより、故障ゼロ生産で高いスピード生産を維持する。③注油・誤操作ゼロの徹底：オペレーターに職務として、十分な設備知識と弱点分析を教えて、注油や誤操作ゼロを図る。それを責務として徹底する、という極めて基本的な内容を実施したわけでした。その結果、同じ人数で 2 倍の生産を続けています。この食品会社も同じです。このように、設備を運転する基本技が日本産業は未熟という警告をここに紹介させていただきますので、各社で、是非、この内容をご検討下さい。・・・」という内容だった。

この講演をお聞きした時、筆者は日立金属に在勤中だったが、真岡で生産す

る自動車鋳物工場が 3 年の努力で人数はそのまま、小改善だけで 2 倍の生産を達成していた。また、桑名地区にある桑部の鋳物継ぎ手生産工場でも 2 倍の生産性を達成していた時だった。このため、この内容は納得のゆく話としてお聞きしたわけだが、このデータを持ち帰り経営幹部会議への報告した。すると、「2 年期限で TPM の活動」が全社的に展開となり、当時は大変大きな成果を得た。なお、当時、「このような取り組みは筆者が関与する多くの同業他社で、足並みを揃える形で、しかも、相互に勉強しながら進んだ」というのが、当時の日本の状況だった。

（2）故障ゼロ生産アプローチへ至る取り組みの歴史

故障ゼロ生産と共に、2 倍以上の設備生産性追求を図るために必要なことは、**図 6-1** に示した IE で用いる「標準時間構成表」の利用である。

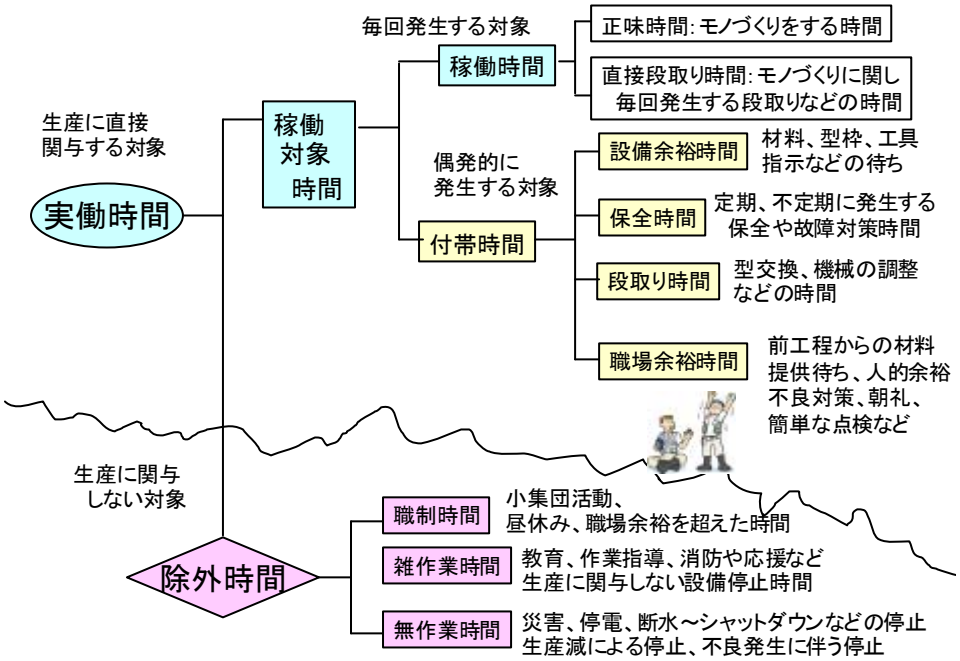


図6-2　設備稼働時間の構成

この表の構成は対象を人の仕事から設備の稼働状況に置き換えたものだが、稼働時間の中の「本来あるべき正味時間以外はすべてムダ」という見方で現状分析を行う。この対処で、設備生産性向上に関する問題の発生内容の発掘と、その要因と程度を明確にする処置が進む。要は、この構成表の理想値にアプローチさせるためには、『不良ゼロ＋故障ゼロ＋最高スピードによる生産達成の追求』を理想と定め、「そのために何をすべきか？」という整理をすることが設備生産性向上対策の出発点となる。では、このような考えを生んだ、TPM 活動の

先駆者である GE 社の活動を紹介させていただくことにする。

図 6-2 は、GE 社における設備生産性向上対策に対する歴史的な経過を追ったものである。過去、GE 社では、「設備は故障するもの」という扱いをしてきた。日本で言う「形あるものは必ず滅す」という思想で生産していた内容に似ている。だが、この『突発故障』という事後処理は、生産現場の混乱だけでなく、設備故障前に発生する品質トラブル～納期遅れや残業の発生を始め、故障時の部品や要員の確保～不定期作業に伴うケガの発生危険性まで、意味の無いムダの山を次々と発生させる元凶である。

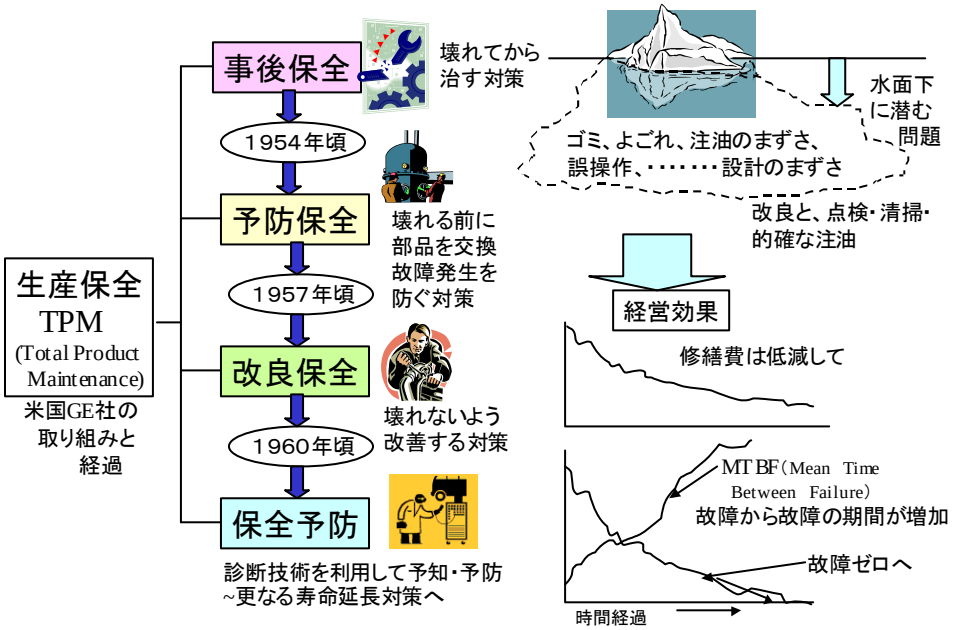


図6-2　米国GE社で行われた設備故障対策の歴史

そこで、GE 社では、1954 年に「故障する前に問題となる部品を交換する」という『予防保全』を適用した。これで、突発故障に伴うムダの排除はなされた。だが、次に問題になったのは、「単なる部品の定期交換ではコストが嵩む」という問題だった。そこで、1957 年から部品の寿命延長と交換時間の低減を『改良保全』という形で進めていった。その結果、大きな効果と共に設備上の問題が軽減し、設備スピードの向上へと発展させた。更に、この研究は時代の進化と共に生まれた計測技術を用いて、個々の部品や設備の状況をモニターリングする。もし、この診断で多少とも病気に相当する兆しが見つけたら、部品交換と共に、先に研究してきた改良保全を追加する形で技術改善を図る対策を進めた結果、1960 年頃からは、『保全予防』が進み、GE 全社へ展開～成果をあげた。以上、この状況が欧米一流企業で研究され、TPM の活動の前進である故障ゼロ

ステップとして広がっていったわけである。このような活動成果の一部を図 6-2 の右側に示したが、「修繕費低減と共に設備故障の低減が図れる」という、一見、この事例は、矛盾すると考えられてきた製造現場における対処内容も大きく変革させた。要は、「正しい設備管理～改善ステップを踏めば、お金をかけて設備管理をする策より効果が大きい」という基本事項を歴史的な取り組みと共に GE 社が提示したからである。以上、ここに示した取り組みは、十時会長の講演以降、日本の産業界による調査で判ったことだが、更に、この内容を強化して進める機運が国内で高まった。このため、JMA から派生した JIPM が中心となり、現場力強化・全員参画で進める日本的な特性を付加して TPM 活動として体系化し、今日、誰もが知る、日本における産業界の設備生産性向上の中核となった。なお、ここでは、**図 6-3** に示した構成で『6 つのムダ排除』を中心に多くの企業が TPM 活動の展開が推奨されたが、その取り組みと成果は、読者の皆様が、PM 賞を受賞される多くの企業事例に見る通りである。

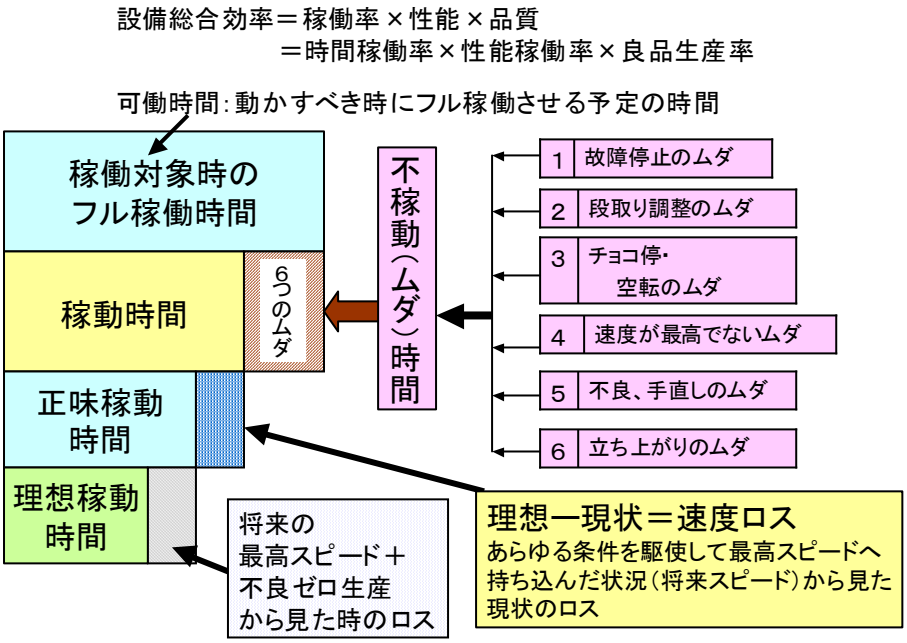


図6-3　設備総合効率と6種のムダ

（3）故障ゼロ対策に対する IE 的視点

TPM の専門的な内容は JIPM が発行する各種の著書などをご覧願うこととして、本書では、実務的に TPM を IE 視点で活用してきた筆者をとりまく関係者達が、設備生産性向上対策を進め、体験を通して学んだ内容を紹介することにしたい。なお、その視点は、先述の図 6-1 と 2 が狙いとする、『あるべき正味率

達成』をいかにスピーディーに図るか？という点にある。**図 6-4** は、そのような目的で、筆者達が実践した故障ゼロ対策を進めるステップである。では、具体的アプローチについて簡単に触れることにする。なお、本来、IE 視点を重視するなら、本来、この種の対策は設備購入～検討時に行うべき要件となる。だが、実務的には、現存する設備の故障対策が多いので、ここでも、まず、その種の対象を対象とした故障ゼロ対策に関する実践展開法から対策手順を紹介することにする。

設備故障対策の【手順 1】の初期清掃は、強制劣化対策である。強制劣化は**図 6-5** に示したように、部品寿命を極端に短くする要因であるため、『設備 5S 対策』の名称で進めることが多い。

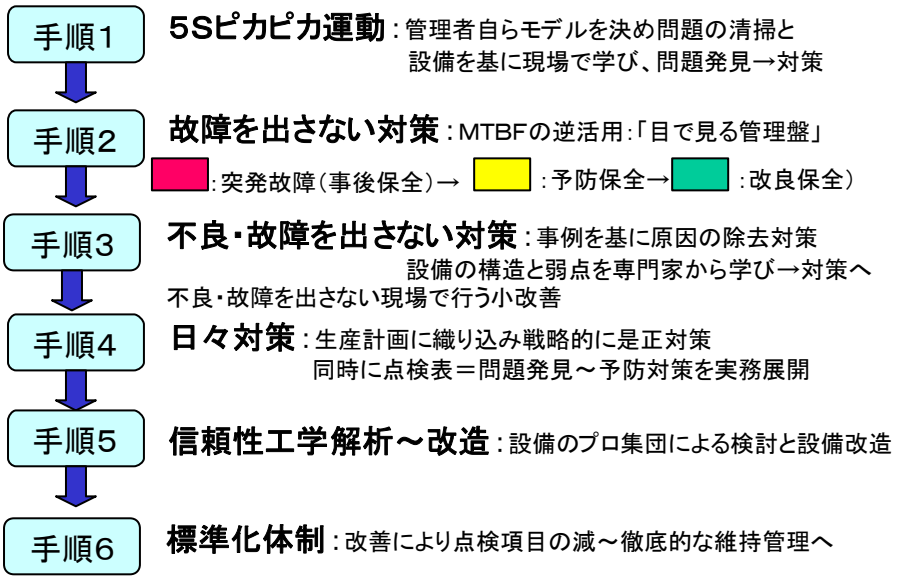


図6-4　故障低減を効果的に進めるための手順

初期清掃は短期間・集中的に行う必要がある。その理由は、汚れの発生源対策に行動を移さないと、『賽の河原の石積み』状態を繰り返すだけになるためである。従って、この種のムダ作業撲滅のためには、汚れの基となる原因を設備清掃と共に進め、発生源対策を図ることが要点となる。筆者達は、この取り組みにスキル管理で有名な中井川正勝先生の方式を選定して実践してきた。中井川先生はジェット機の信頼性工学実践者であり、企業指導で多くの成果を短期間に得た方である。そこで、本書では、その実践方法を知っていただくため、以下、先生の苦心談と共に、対策の要点を紹介することにする。

【中井川正勝先生のスキル管理】

物理現象というものは、宇宙誕生から繰り返す内容である。従って、この種

の内容に時代の新旧はない。事実、故障ゼロ対策成果をあげてきた企業で、今も、以下に述べる内容と似た対策が繰り返されている。では、中井川先生が行った『故障ゼロ対策』の取り組みを紹介することにする。

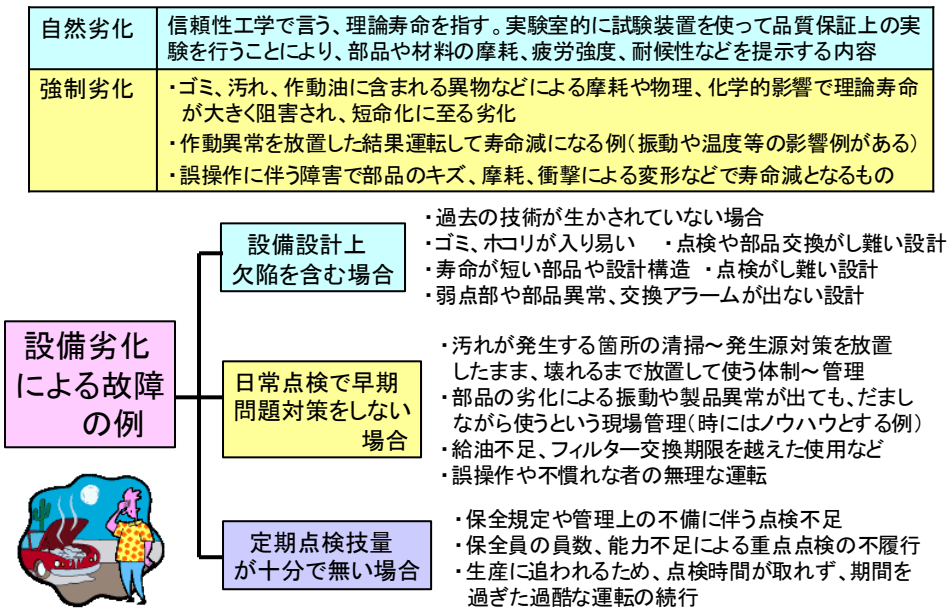


図6-5　自然劣化と強制劣化

先生が企業に顧問として招待されたのは昭和 38 年だった。また、その企業が先生に求めた要求は「作業者の教育訓練体系の構築」という内容だった。すなわち、「不良や故障で企業の収益が悪化している根源は、作業者の未熟による」と管理者達が考えていたからだった。その事例として、例えば、ここでは「半年前に購入した新鋭機が現在 1/2 のスピードでしか生産できない上に不良を多発している」という内容や、「現場で機械設備を使って作業する方々に標準書がない」また、「機械を診て触ると、あってはいけない振動や音を発する状況なのに管理者が放置して、的確な手を打っていない」という状態だった。

そこで、先生は即座に『ルッサーの法則』を関係者に説明し、「作業者訓練の前に、その前提となるゴミやホコリによる強制劣化の原因を除去しなければならない」と説得した。だが、“のれんに腕押し”状態だった。事実、「そんなつまらないことをするより、早く作業者の再訓練をお願いします」という話ばかりが帰ってきたからだった。また、「うちの機械は高い信頼性で設計されているので、あなたが指摘するような問題はないはずである！」という反発まであった。実際に現場へ出て設備を診た先生は「ジェット機ならたちまち落ちる！」とまで言われたそうだが、「うちの機械はジェット機ではありません。そんな理

論は会社に関係ないので会社内で言わないでください。・・・・」という答えまで返ってくる状況だった。しかし、中井川先生はこのような四面楚歌ともいう中でも、「不良が出るということは、既に設備が故障していることを意味する。もし、不良をゼロに接近させれば、設備は今の 2 倍のスピードが可能である」という考えをつくった。また、「この理論をいつか必ず証明しよう」と考えた。

ちょうど、そのようなとき、エナメル線を線引きする企業から立て直しの依頼が飛び込んできた。この工場の要求は「とりあえず、現場を改善し、不良率を 1/3 程度にして赤字を脱出したい。近く設備は更新するので、それまで持たせて欲しい」というものだった。早速、先生は現場へ出て設備を診断した。ところが、真の原因は、この現場を持つ管理者達がいう、「設備の老朽化で困っている」とか「作業者の未熟で・・・」という問題とは全く関係の無い内容だった。先生は、ここでも「設備の微欠陥を直せば（正規の状態に正せば）不良はゼロになり、設備生産性も回復し、新しい設備への更新など全く必要ない」ということを説明した（図 6-5 の内容)。だが。ここでも反発だけが返ってきた。そこで、先生は「これ以上議論しても駄目だ」と考え、「班長 1 名と保全作業者 1 名と私にしばらく改善を任せて欲しい」と進言した。赤字に困るこの工場の関係者は、他に案がないので、この採用を採用、いよいよ、中井川先生の理論の実践が開始された。

具体意的には、①汚れがたまったデッピング槽の汚れを取る。②平坦度の出ていないスクイズ盤の平坦度を出す。③巻き取りリールの芯ブレを取る、・・・・など、製造技術上の問題を是正し、強制劣化のもとになる要因をひとつづつ除去していった。このようにして、全ての問題要因が除去された途端、巻き取り不良の手直しをしていた作業者はゼロ、製品のコブ、外形不良などもゼロになっていった。その結果、生産性は 3 倍、設備の更新は全くない状態でこの工場は黒字に変換させることができた。また、この取り組みの結果、中井川先生の理論は実証され、多くの賛同者を得た。また、その後、各社を指導する中から『スキル管理』という名のもとで強制劣化対策による不良・故障ゼロ生産が実現していったが、この話は今も残る重要な取り組みである。

以上、強制劣化排除は正しい理論を知った段階では「論より実践」が具体策となり、いかに、集中的に人と手間をかけ短期間に清掃＋汚れやゴミの発生源除去を図るか？が重要となる。要は、IE 的に見て、掃除の繰り返しは意味無く、①発生原因を除去することが重要である。また、このために、②当面除去できない場合はカバーをする、といった暫定的対策ではあるが、機械の摩耗を防ぐ対策を進める。③設備停止がある時間帯に定期点検を「点検は清掃なり」という言葉と共に、簡単な点検と清掃で、とりあえず、強制劣化の発生程度の軽減を図る対策を進める、という対策が【手順 1】である。だが、この段階は設備生

産性向上対策の第一ステップに過ぎない。このため、この対策を済ませたのち、速やかに手順２へ移行する段階へ進む。

【手順２】は故障を出さない対策である。故障の発生有無と程度を TPM では MTBF と MTTR で測定と評価をするが、その計算方式は**図 6-6** に示す内容となる。一般に、過去、多くの企業ではデータを記録～保管して、グラフ化して毎月の会議資料に用いるだけのケースが多い。問題は事後対策を認めるのではなく、問題発生に至る前に問題を発見して発生時点対策する点にある。更に、原因を除去する対策を図るという改良保全というアプローチが実務的に行われなければならない。また、このアプローチをスピーディーに行うか否かが、先の図 6-2 で示した設備故障ゼロ対策の早期実現に関与する。そうなると、単に、データを取り、グラフ化と共に、この手順に示す方式を活用しない対処は『死亡診断書づくり』となる。そこで、筆者達は実務的に MTBF を用いるため MTBF の逆数を取り、期間中に何件事後/予防/改善がなされたかを、故障記録カードを赤/黄色/青の 3 色でわけした。このような『見える化』手法を用いて、製造現場で関係者が容易に見える場所に**図 6-7** のように表示したわけだが、これは IE が提唱する問題の顕在化である。同時に、今度は 1 問題→1 原因→1 対策を事実分析と共に進めた。突発（事後）故障の再発ゼロ化へ向けた恒久対策へ向ける対策を進める対策だが、同時に、1:29 で問題発生：ニアミスに当たる問題発生前に発生する要因除去対策である。

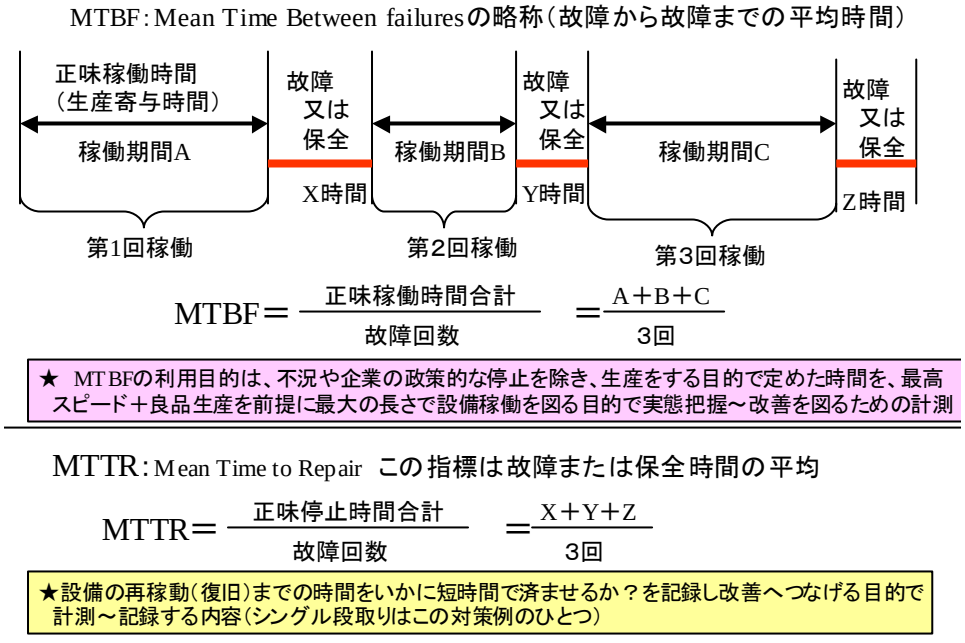


図6-6　MTBFとMTTR分析の進め方

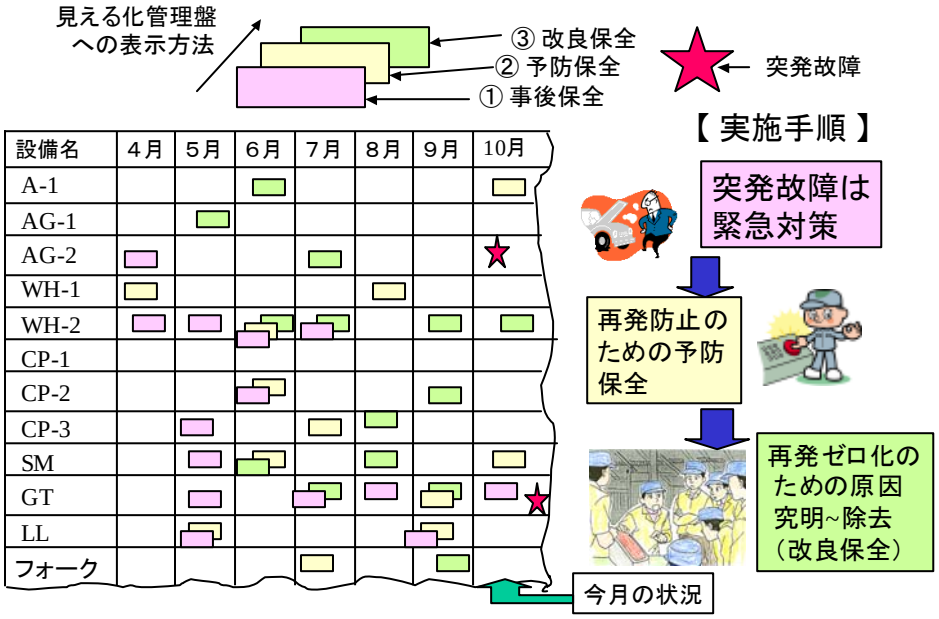


図6-7　時々刻々進む「設備故障の見える化」

このような対策が進むと、やがて赤カードで示した突発故障という事後処理を激減させることが出来た。そこで、つぎの【手順 4】では、日々管理という点検を繰り返す対策に入った。ここでは、早期に問題が発生しそうな箇所や、定期的に点検や注油をすることが決められた箇所の改善を進める。対象は、①やりにくい。②時間が掛かる。③短時間だが点検やメンテナンス上の回数が多い箇所である。要は、IE 視点で、時間が掛かる、頻度が多い仕事をムダととらえ、その軽減策に集中する対策の早期実践である。すなわち、日々点検しながら、同時に、問題発見と改良を、日々進める対策である。改善した例としては、例えば、交換が多いフィルターを改善する。液量、温度上昇などの管理が必要な個所にポカヨケを付けたり、簡単な自動注油方式（例えば点滴機構の利用）をつける。または、メーターに印を付け、作業位置から簡単に見える位置に設置変えして確認を楽に早くするなど、生産の中で生じる停止時間程度を繰り返して安価に進められる改善を進めた。この種の小改善の結果、最終的に設備の機構や設備と製品製造の関係で、その基本機構や製造技術のあり方に立ち至って問題解決しなければならない要件が浮き彫りになってきた。そのような内容は専門化の知識と技術、さらには、研究的な改善に及ぶ対象だが、当然、この問題には、専門化がプロジェクト・チームなどを組んで対処願った。ここでは、設備が持つ、設計的な構成の本質まで攻め、時には技術革新的な対策を入れ、故障ゼロと共に、故障ゼロ生産設備にステップ・アップしてゆくが、これが【手順 5】の実施内容である。

以上、このようにして設備改善を進め、故障ゼロ～スピード・アップまでを進めた結果、後は保全予防に代表される【手順 6】の点検に入る。だが、ここまで設備改善を進めると、経験による内容で恐縮だが、設備点検項目は極端に項目の数が少なくなる。また、もし、点検項目が多い場合には、「点検の質は維持して、項目と点検時間を低減させる改善」を更に進める。以上、この 6 段階の手順（ステップ）が、故障ゼロ生産＋更に高い品質を維持しつつ、高い設備スピードを得るため、進めるために最も早く実務的な手順である。では、ここまで記載した手順と、故障低減の状況を活用した結果を図 6-8 に例示することにいる。

図 6-8 は、手順 1 と 2 を実施した 3 ヶ月の状況である。ご覧いただくと、突発故障が減り、予防、改良保全が時間経過と共に多くなり、故障対策の構成が変化した状況となっていることが判る。現場で生産する方々ならこの構成の変化が何をもたらすかが肌で感じると考える。要は、「故障に追われるという受け身の仕事から、故障ゼロに大きな時間と知恵が投入できる、という攻めに仕事が転じる」という変化である。ここでは、200 台の加工設備を使い。160 名ほどの陣容で生産するこの工場での実施例だが、その後、ここでは、1 年後に故障ゼロ生産を達成させた。以上、筆者達の体験談を紹介したが、この手順を用いた取り組みは、今も多くの企業で適用願い、同じような成果の創出が繰りされてきた。

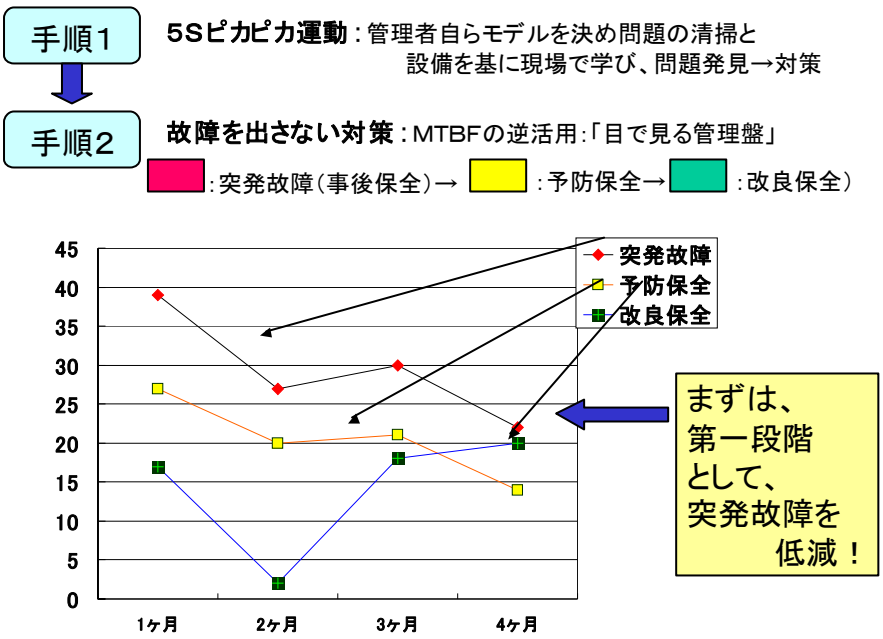


図6-8　故障ゼロ生産の追及状況の一例

（4） 故障解析の実務

TPM では「設備に強い人づくり」を基盤に、多くの改善活動が行われる。人づくりは物づくりと共に設備育成に欠かせない内容を持つ。このため、この内容が重視されるが、一般論や製造現場で目前に置かれた設備に詳しくならなければ、いくら多く優秀な専門知識を頭につめても意味が無い活動となる。この例は野球のピッチャーに 4 番バッターの訓練をするようなものである。すなわち、心理分析は相手の心理や技術を知る上で多少は参考にはなるかも知れない。だが、それより、明らかなことは、不得意なポイントに打てない球を投げる技術を習得できるか？という解析と訓練の方が有効な対処であるという点にある。では、ここまで記載の内容を証明するような事例を紹介することにする。

事例は、筆者が米国に赴任して生産に当たった時の内容である。当時、設備を中心とした製造なので、最初、日本から 2 名の設備専門スタッフの支援を願った。彼らの仕事は正に「設備に強い人づくり」だった。そこで、現場で育ってきたプロである 2 人に指導をお願いすることを進めたが、最初はなかなか進まなかった。そこで、2 人を呼び、今後の対策を聞くと、「電気とは？とか機械構成とは？油圧とは？・・・と基本技術から、しかも、日本で 10 年に及び、自分が勉強してきた基本を教える必要がある。ここでも、あらゆる設備に対応できる技術を教えようという取り組みをしてきた」という内容だった。だが、米国のアルミ生産の工場は、鋳造、加工、塗装という 3 種の機械をマスターすればよく、熔解や検査設備は現地の専門メーカーが管理する方式だった。しかも、年 2 回の長期連休の時に見直せばよく、この方たちが懸念する故障は、全く無い起きない状況だった（事実、先の 3 種が重点管理設備であり、故障ゼロ生産が必要な対象だった)。そこで、この設備専門スタッフに「この 3 種の設備に限って（個々に数台あるが同機種）設備の原理を描き、対策の要点、トラブル発生時の対処を筆者自らが学び、現地の方々に教える前に対策を図る」という対策をお願いした。その結果、①原理図で機構の構成を示し弱点と理由を示す。②設備トラブルの種類は決まってくる。従って、油圧、電気、設備の動作機構など一般論を総合化した万能情報から探るのではなく、**図 6-9** に示したフローチャートを見て、判定内容に従って進めば必要情報の検索が出来るようになった。③また、「それでも解決がつかない問題は、メーカーを呼ぶ」という扱いにした。このような対処で、この 2 人の現地教育（日本側からの技術伝承教育）は 1/10 以下の工数になった。だが、筆者はこの取り組みで大きな反省をした。その理由は、この対策を整理するまで、設備教育はこの 2 人のベテランに丸投げしていたからだった。設備保全課に所属する 2 人が新人の設備保全者をプロに育てるためには、確かに基本からの教は有効かも知れない。だが、その方式では、工場立ち上げは出来ず、故障の山に日々追い回される。この種の問題に

気づくべき責務は現場管理者である筆者にあった。この意味で筆者は大反省をしたわけだったが、逆に、「教育にはマネジメントが必要である」という教えを実感した。この示唆は、「あらゆる活動に、目的と目標、すなわち、アウトプットを先に決めてインプットする」という IE 視点のチェックをすべき注意であるが、IE を進める自分自身、最初にこの要求を定めないで設備専門スタッフに丸投げする処置を、この体験と共に反省した。

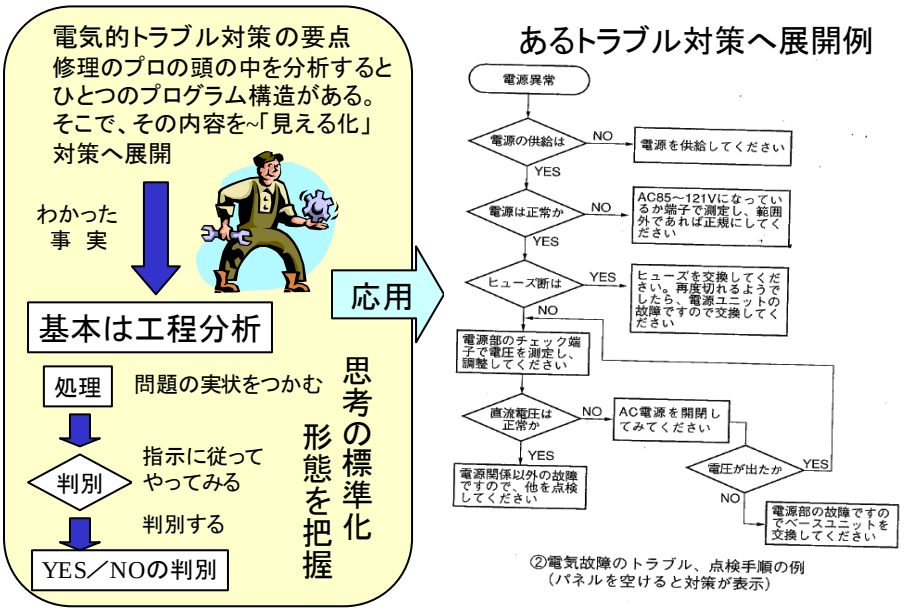


図6-9　電気面での故障や点検を容易にする
「見える化」対策の例

では、つぎに、この「設備に詳しくなる教育」には原理図化法というツールが必要、かつ、有効で要件を紹介することにしたい。設備は図面に基づいて製作されるが、設備が物づくりを確実な内容にする要件は、物理現象を具体化させるために必要な原理構成を駆使した活動が関係する。なお、不良は、この原理に何らかの不具合原因が存在し、故障は、その原理を維持管理する上で弱点とされる箇所である。その例として、摩耗や材料との関連で発生するトラブルがあるが、これらの現象は、必ず、物理的な作用によって起きる。なお、設備メンテナンスのプロは頭の中にイメージを持つが、それが素人に判らない点が製造現場で設備トラブルを起こす原因のひとつになっている。ここまで、説明としては難しい、解説をしたが、この種の内容は IE を用いた工程分析で行えば極めて明確にすることができる。要は、ここまでの内容を設備の原理図という形で、全てを見える資料化を図れば済むからである。では、以下、これも筆者のつたない体験談を用いた説明で恐縮だが、実践例を用いて、原理図化法の活

用方を紹介することにする。

図 6-10 は線材を引き延ばして定尺に切断する設備である。設備は数メートルあり巨大な対象である。だが、機構は簡単である。図に描いたように、丸まった 1cm 程度のバー材線材を直線状に伸ばし、定尺に切る。低尺に切るためには、先端が必要寸法になったら、センサーで検知してカッターを下ろせばよい。要は、「複雑で巨大な設備も、その原理は単純な機構だった」という例である。図中に解説があるが、問題はこの設備で切断ミスが発生した点にある。

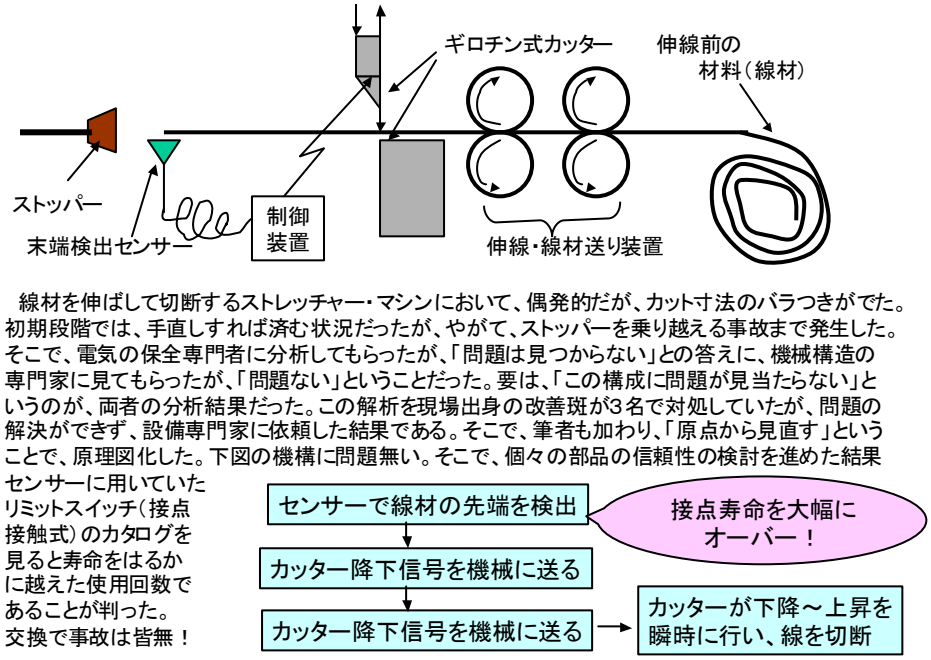


図6-10　ストレッチャー・マシンの切断トラブル解析

当時、「原理は簡単なのになぜ起きるのだろうか？」ということが問題になった。材料が定尺で切れないと、不良や手直しとなるが、加えて、先端がストッパーを越え、安全面でも対策が必要というトラブルが時々だが発生していたからだった。この状況が起きると、オペレーターは早急に非常停止をかける。このため、工場としては、安全装置の追加を急遽施した。だが、問題の原因を除去しない限りは繰り返す。そこで、まず、機械の専門化に現場に行ってもらいチェックした。しかし、不思議なことに、立ち会っている時に、このトラブルは起きない。このため、機械の専門化は「機構上、刃物が降りる速度が落ちる状況では無い。これは、電気的な問題と考える」と言う。その理由は、「1 日中現場に立ちつくした観察結果と図面を基にした結論である」と言い張る状況が発生した。そこで、今度は電気の専門化に見ていただくことにした。そこで、測定器をつけ、「定尺になった信号を受け、切断歯を降ろす信号を見たが、全く

問題が無い。100 回以上も検査したが、状況は同じである。機械的な機構は専門家に見て貰わないといけないが、電気的な回路と制御には全く問題は無い」という報告を筆者にしてきた。だが、事実、トラブルは起きる。しかし、機械と電気の専門化 2 名を昼夜設備の前に立たせて、この偶発的なトラブルの原因究明に当たって貰うお願いは、他の部署との関係を含めて出来ない事情があった。このため、素人に近い方々ではあるが、私と共に設備保全を担当する若手 2 名が問題解決に当たることになった。筆者もこの設備に対してズブの素人のため、先の機械と電気の専門化に頼み、原理図化法を用いて作動機構を教えていただき、解析に入ることにした。それが、図に示した内容だが、先に示したように、機構は実に簡単だった。また、電気制御回路も図にすれば素人でも判る内容に描けた。つぎに、この図を用いて質問となった。機構を見る限り、確かに、機械と電気の専門化のいう通り、問題が起きるはずが無い構成である。だが、実際には問題が起きている。ここからが素人のすばらしい発想である。『岡目八目提案』と言うが、「機構に問題が無ければ、個々の部品の信頼性ですね？質問ですが、リミット・スイッチで線材の先端検出をしていますが、何時つけた部品ですか？」という質問が出た。1 日の生産処理数を計算すれば取り付け期間でどの程度の回数が接触したかが判る。この質問は、当時の自動車のエンジン制御に使われていたポイントというカット・アウト・リレーによるトラブルを乗用車が持つ者が経験してきたからであり、今回の解析で似た機構が図にあったため行ったの質問だった。そこで、早速、電気の専門化がチェックしたが、図に示した設備において、カタログを見ると、何と、その使用期間をはるかに超えていることが判った。この質問と解析で対策は進んだ。要は、新品のリミット・スイッチに交換する。また、使用回数は生産実績をカウンターの数値と共に記載しているので、以降は、「スペアー・パーツ式で現場に容易しておき、寿命の80%程度で交換する」という管理に切り替えたわけである。それ以降、当然だが、このトラブルはゼロ化された。このように、現場、現物を、専門化が見ても見逃す内容も、原理図で示すと、身近な類似トラブルで原因の特定が出来るケースが多い。特に、物理現象は原理を図化すると子供でも内容が判るという特徴を持つ。従って、この手法は不良対策の解析に活用してきたわけだが、IE にある。「問題を図化することにより改善点を明確にする」という手法の応用のひとつと考えればよい。以上、この解析は、事例に示したように、故障解析にも、そのまま活用可能な手法である。このため、その後、筆者は、この種の例に遭遇する度に活用してきた。

（5）過去の類似事例を生かした故障ゼロ対策

故障ゼロ対策の基本は、「他山の石」示唆にあるように、過去や他社の教訓を

生かし、最初から問題を起こさない設備づくりにする対策が早い。物理現象は原理が同じであれば繰り返す特性を持つからである。加えて、ローコスト自動化 5-2 項「知っておくべき自動化とその要素」（３）で紹介したが、ある鉄鋼メーカーのメンテナンス部隊と製造現場が故障対策を進めてきた話を思い出していただくと参考になる。ここでは、「長年に渡り苦労しながら進めてきた設備改善は、人づくりや経験の蓄積面では重要だった。だが、最初から設備の弱点をまとめ、デザイン・インの形で事前検討していれば、10 数年に渡る設備改善努力は不要、現時点の視点で見るとムダだった！」という内容を紹介したが、この体験談は、「何がムダであり、何をすべきか？」という IE 的な視点を如実に語った事例だった。要は、火事の場合、予防しないで出火を待つ。出火してから対策するという方式は『事前検討不足』のそしりを免れないばかりか、ムダ放置を意味するからである。ここまでの解説に示す通り、当面の故障対策はともかく、究極としては、再発ゼロ対策を進め、最初から故障を起こさせない仕組みづくりを図る対策が設備生産性向上の基本となる。また、この種の対策に当たっては、設備に関する蓄積情報と活用が要点となり、各社で課題としている設備故障ゼロ対策は、スピーディーかつ戦略的に展開すべきとなる。そこで、**図 6-11** に設備故障ゼロ対策を戦略的にどのような形で攻めるべきかを示した。なお、この種の内容は橋梁のメンテナンスに展開し、長寿命化を図りつつ取り組みに事例を見ることができるため**図 6-12** に例を示した。

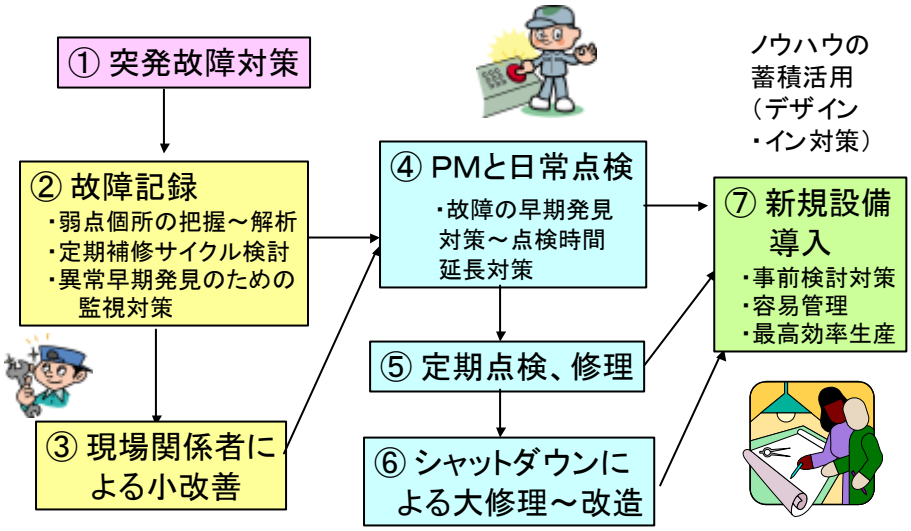


図6-11　設備改善を効果的に進めるための戦略展開ガイド

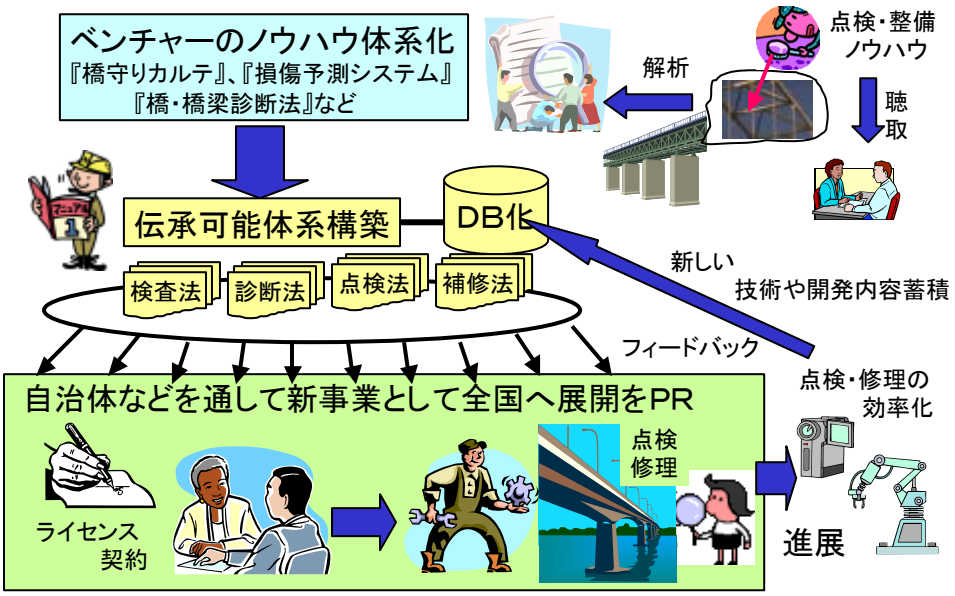


図6-12　橋・高速道路の橋梁メンテナンス
・ベンチャー企業の取り組み（事例）

以上、故障ゼロ対策～設備メンテナンスによる長寿命化対策に IE という局面から各種の対策内容を整理し記載してきたが、設備故障ゼロ対策の要点は問題発生を未然に防止する点に集約することとなる。そして、このためには、「安全（ケガ・ゼロ）対策や地球環境問題に見るハインリッヒの法則を実務的に活用すべき」となる。ハインリッヒの原則を**図 6-13** で示したが、ハインリッヒの法則が示す問題発生：リスク＝1:29 という内容は、「30 件の中の 1 件が問題として潜在化する現象を理解した上で、問題発生の下にあるヒヤット領域をいかに崩すか？」という理論を実務的に現場で活用して行くか？という点にある。なお、この法則は保険会社の技師が調査内容を発表後に氏の名前が付けられたものだが、ほとんどの問題発生がこの形態になる事実があることから世界に広まった法則である。法則の由来はともかく、この理論を使う我々にとっては、表現された基準の下にある不安事項をいかに効率的に除去して、図の右側に示した状況に持ち込むかがテーマとなる。そこで、設備故障を発生させない対策への応用となるが、この対策に当たっては、故障の予備軍として発生する問題を設備点検という形で発掘して対策する活動が重要になる。では、ここで、設備点検と共に必要となる点検簿とその運用について、この扱いを含め、次ページに、設問形式で読者の皆様に問題点の発掘をお願いすることのにしたい。内容は、「コンパクトな点検簿」として、ある書物に紹介された例であり、製造現場の設備点検に使った様子が記載されたサンプルである。だが、ここまで記載した IE 視点で見ると、運用上も多くの問題を含む点検簿である。では、いくつ問

題点が発掘できるか？腕試しの積もりで評価をお願いしたい。

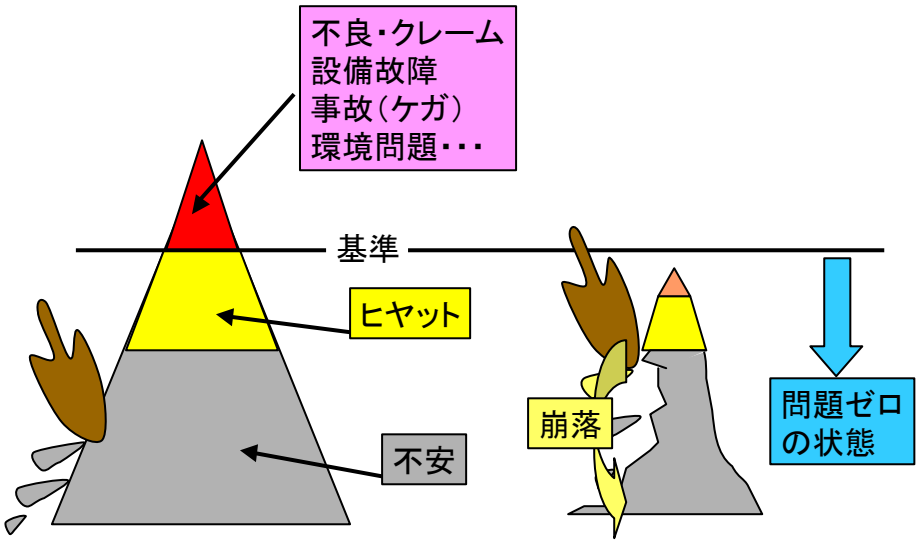
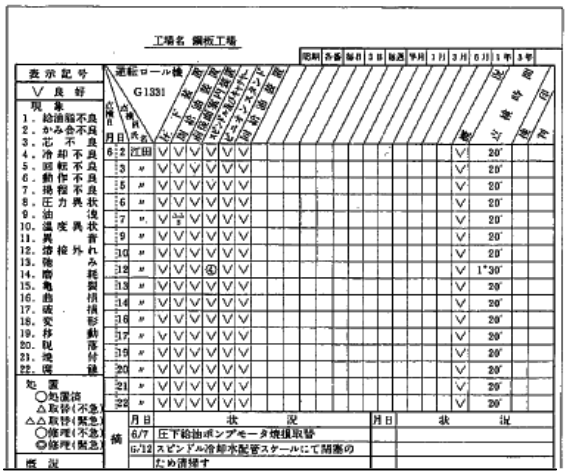


図6-13　ハインリッヒの法則を用いた問題発生原理

設問　点検簿の点検

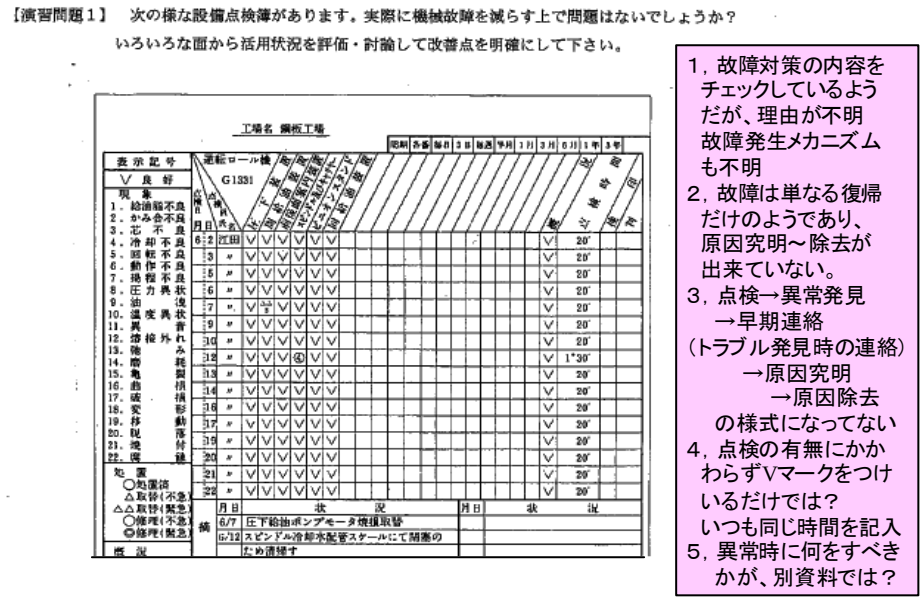
下に記載した点検簿はある企業で活用されてきた例である。だが、設備故障低減にはあまり役立っていない状況である。そこで、もし、この種の点検簿を利用して設備故障対策の一手段として有効活用する場合、どのように改善すべきか？改善点を記載して下さい。

記載欄



［注釈］：解答例は次ページに紹介

では、前ページの点検簿の問題を下の図と共に、解答例の形で示し、解説することにする。問題とすべき事項は**図 6-14** の右側に記載した通りである。歴史ある製造現場では、このような問題が発生する例は多い。点検簿は付けているが故障は減らない現象である。



1，故障対策の内容をチェックしているようだが、理由が不明故障発生メカニズムも不明
2，故障は単なる復帰だけのようであり、原因究明～除去が出来ていない。
3，点検→異常発見
→早期連絡
（トラブル発見時の連絡）
→原因究明
→原因除去
の様式になってない
4，点検の有無にかかわらずVマークをつけているだけでは？
いつも同じ時間を記入
5，異常時に何をすべきかが、別資料では？

図6-14　点検簿のあり方

この演習題は、その種の行動に留まる運用を図る職場に共通して見られる現象だが、これでは故障低減は進まない。その理由はこの点検簿が持つ問題と共に、設備故障ゼロ化の活動を促す記載が無いことが関与する。例をあげると次ような指摘となる。①何のために設備点検をすべきかが記載されていない。②異常の早期発見を関連部門に伝え原因を除去する対策が無い（この例では単なる復旧に留まる内容が記載内容に見られる。また、連絡指示などの記載も無い)。③点検簿をつけること自体が点検となり、実際に点検しないで V マークをつける行為が発生する。これは、「点検している」というアリバイづくりに似た動作だが、このような点検簿の活用では、故障の原因除去がなされないため、故障を繰り返す。本来、点検簿は問題の兆しを早期異常発見して対策するツールである。また、それでも、万一、問題が発生した場合、再発防止のために原因究明を図り原因を完全に取り去る対策を行い。維持管理に点検簿を活用してゆくためのツールである。また、そうしない限り、物理現象は必ず繰り返す。また、そのような対策を進めるには、先に解説したように、設備の作動原理と弱点が図化され、管理する内容を常に点検者にわかる記載も必要となる。だが、演習題の点検簿は、「単に、ムダなマス目と点検項目の羅列だけであり、この種の指示も、製造現場の担当者の方に設備の弱点と管理の要点が判らない。以上、こ

の種の記録簿には、故障ゼロ対策思想と実践を促す内容が何もない。このような意味からも、この種のチェックシートは無意味な記載の繰り返しを要求するムダな書類！」とすべきである。さらに、点検簿に対する注意として、項目が多いと点検が確実に行われているように見えることがある。だが、実際に使ってみればわかるが、項目が多ければそれだけ点検時間が掛かる。「点検をする」と言うことは、「問題の兆しの有無を発掘する」ということだが、余りに多い点検は物づくりの時間に食い込むため、作業者が手を抜く要因を内在する。ハインリッヒの法則が自然発生する。また、このようにIE思考で点検という仕事をとらえると、点検項目や表現などを改善することが、現場活動では重要になる。この対策に当たっては、確実な点検を順守するためには点検項目を減らす改善に取り組む必要となる。そこで、その対策の例として、例えば、点検項目を外す程度に設備改善レベルを進める。この手が及ばないものは、日々点検項目をチェックして改善し、日々点検を週点検へ移せるようにする。更に、月から年、また、メンテナンス・フリー対策などの改善に持ち込み、点検対象から外す対策へ向ける、といった対策を進めるべきことになる。以上、点検の扱いについてIE視点で取り組む改善内容を例示した。もし、皆様の職場に、この種の思想と運用をしていない点検簿があれば、是非、皆様の職場で、ここに記載した改善をお願いしたい。

このように、大切な設備点検（問題の兆しを早期に発見して改善対策する対策～点検自体の仕事を改善する対策）を進めるには、「設備に詳しい人づくり」と共に進める、設備KYT（危険予知訓練）が必要になる。そこで、**図 6-15** に設備 KYT を例示することにする（設備 KYT はケガ対策の KYT を設備に転用する形で1991年に筆者著「現場の標準化技術」日本能率協会マネジメントセンター発行の中で紹介したが、その後、産業界で使用された方式である）。実際の展開は図に見るように、演習問題形式で、やがて設備故障につながる要件を挿絵で受講者に検討願う。つぎに、解を紹介するが、この内容は JIPM などで用いている教育内容である。なお、この種の資料は教科書であって、実務書ではない。実務書に改善して、自職場の設備故障をゼロ化するためには、さらに、この図面を利用して、職場の設備写真を撮る。図面をもう 1 枚焼いて、過去発生した設備トラブルを検討する。まだ、管理しなければならない要件を点検簿にチェックリストの形で明示して、「学んだことをすぐ実務に使う」という思想で、現場・実機（現物）を題材にした管理資料作成をする。以上、設備点検簿に対する運用を演習題と共に示したが、この種の日常点検や監視が、設備故障の兆しをつかむ仕事であることを示した。なお、この対策も21世紀の時代にあっては、人が持つ特性を各種モニターリング機器でカバーさせるという手法もある。そこで、本書では、その一例を**図 6-16** に示した。人か？機器の利用か？は各社

のご事情にゆだねることになるが、この種の対策も、先に紹介したように、問題発生の未然防止に活用する運用を付加していただく対策をお願いしたい。そうしないと、このような機器活用も、点検設備導入だけが目的となり、故障ゼロ対策が何も進まない危険を持つからである。

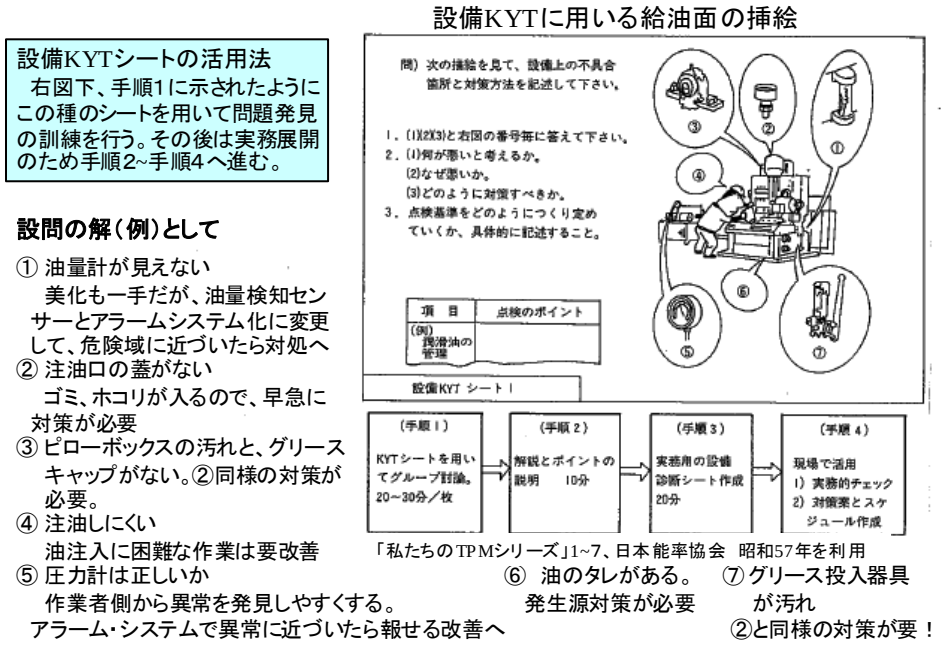


図6-15　早期異常発見訓練のための設備KYT

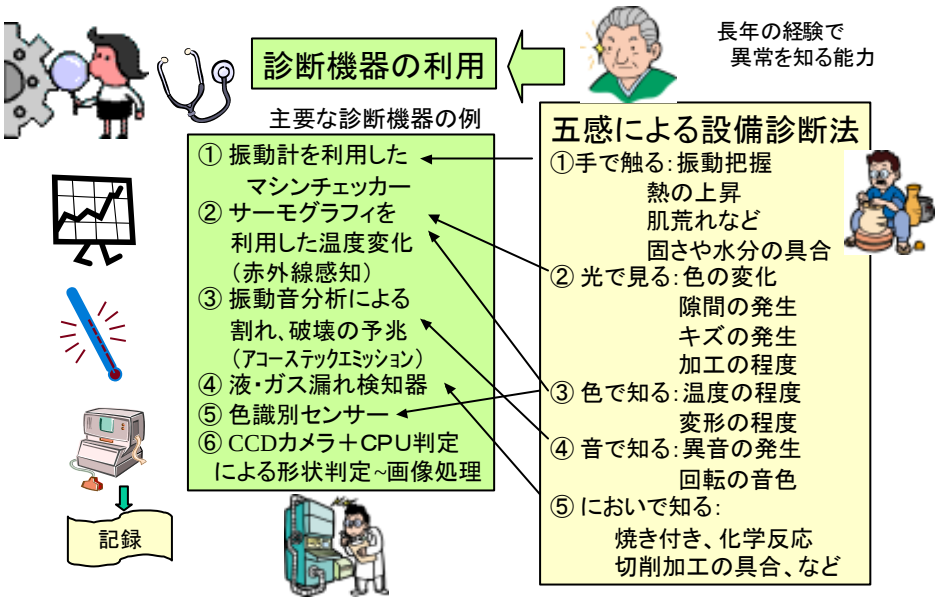


図6-17　設備診断、各種装置

６－２　スピード不良ゼロ対策へ向けたIE活用法

（1）IE視点で見た不良ゼロ対策の歴史

設備から物（製品実現というモノづくり）に対象を移し、品質改善の歴史的な流れを追うことにする。ここには、先の設備改善同様、事後処理→発生時点対策→予防という対策があり、製造現場における問題対策から上流工程である設計・開発と製造現場の結びつき（デザイン・イン対策)、という流れがある。品質保証・管理・改善に関する文献や活動は、ISO9001 を含め産業界にあふれるほどある。だが、本書では、この歴史的な基本要素を中心に、IE 視点から、事実分析と不具合原因の除去対策を例示してゆくことにする。

品質管理・改善の発展を 10 年スパンで整理すると、重要な取り組みが流れとしてとらえる。この整理は、ある意味、その底流にあるものが設備管理・改善と同じである。

① 1950 年代：検査で品質を作り込む時代

この時代は戦後の復興期である。日本製造業が戦後の立ち上がりから国際競争力強化に目標を置き活動を始めた頃だが、日本の製品は全く国際的に信用されない時代だった。筆者が 7 歳の年が 1950 年だが、母親に手をつながれ荒物屋にいった時、母が太陽に鍋底を向けて買う物を選んでいた記憶がある。子供ながらに不思議に思い「何をしているのか？」と聞くと、「ほら、穴のあいたのがあるでしょ。選ぶのよ！」ということだった。3 つにひとつの程度で穴があいた鍋が売られていた状況だった。また、選んだ鍋も 3 ヶ月程度で穴があき、荒物屋へ行くと「すみません。お隣へお願いします」という話がきた。そこで、隣へ行くと“イカケ屋”という看板があった。そこには職人がいて、鍋の穴に小さな金属を入れ、たたいて修理してくれた。だが、また、数ヶ月持つと穴があく、するとイカケ屋へ持って行く。この状況で数回対策すると買い替えが必要、というのが当時の日本製鍋の品質だった。

この種の事実を証明する話として、当時、ソニーがトランジスタを利用したラジオ、ウオークマンを出した例がある。米国の見本市に出し販売のきっかけにしようとした時の話である。当時、米国の見本市で評価を得ると、国際的に認められる。ちなみに、最盛期の売上高を 100 とすると、一気に 85%程度の売り上げになる状況であり、ソニー製品は革命的な登場だった。その理由は、当時、机 1 個ほどの大きさのラジオが今の小型ラジカセ程度の大きさだった。だが、ソニー製は小型であり、戸外で聞ける。しかも、ローラースケートに乗った女性が魅力的に登場する PR を行った。しかし、観衆が Made in Japan であることを知った途端に、黒山のように集まった観衆が蜘蛛の子を散らすように逃げ去った。この内容はプロジェクト X でも放映され

たが、その後、SONY はドイツの有名な販売店で評価を得た後、米国へ向かい、今の SONY を築くきっかけをつくった。

タミヤというミニ 4 駆をつくるメーカーにも同じ経験がある。この話は「タミヤの歴史」という著書に記載されていたが、当時、超合金のミニカーを見本市に出した。この時も「黒山を築いた。だが、「Made in Japan だ！」と見学者が言ったとたん、誰も展示場に来なくなった」と記載されている。

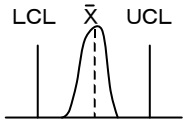
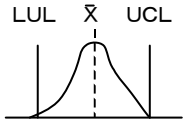
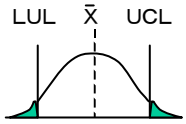
以上、事例を紹介したが、要するに、1950 年代、日本では品質に問題があるものが市場に「仕方ない」ということで販売されていたが、いくら良いものを作り、出しても、国際的評価は今日の発展途上国の製品と比べてもはるかに劣る品質とされた。このような状況では、メーカーにクレームが行く。当然、品質の悪いメーカーの製品を顧客は買わない。そこで、日本メーカーは検査に人を増やし厳しい検査をして不良の流出を防いだが、この活動に「検査で品質を作り込む」という名がつけられた。

② 1960 年代：統計的品質管理の時代

各社が品質問題で悩む 1950 年代の終わり頃、たまたまデミング博士が日本を訪れた。ちなみに、デミング博士は品質管理の権威者ではなく、数学を専門のする大学教授の一人だった。だが、この時、品質問題で困る企業が相談をかけた。その時、博士は**表 6-2** に示す『抜き取り検査』を米国では適用していることを紹介した。

加えて、「検査で品質はつくれない。検査は製造でつくった品質の良否判定が仕事である。従って、ロット毎に検査し、統計的に見て不良が混在する

表6-2 工程能力を用いた評価

No.	分布の状況とC_pの値	評価と改善指針の例
1	 C_p > 1.33 : 工程能力は十分ある。	工程能力は十分過ぎる程度になっている。不良発生の心配はないほどに改善が進んでいると判断される状況にある。 この状況を保ちつつ、作業の改善、設備の加工、>組み立てスピード向上などの対策と共にコスト低減を進めて良い環境にある。
2	 1.0<= C_p <=1.33 工程能力はあるが疑問	一応、予定の規格範囲域に工程能力は入りつつある。現状のレベルとしては不安が残るが、一応、製品の製造に材料や部品を活用するという判断がなされる。だが、管理レベルが低下するとたちまち危険になるので注意。この状況では検査を厳しく行い、納入するものに不良が入らない対策を進めることが必要である。この状況を安心することなく、No. 1の状態の達成に努力すべきことは言うまでもない。
3	 1.0 > C_p 工程能力不足	工程能力を大きく改善する必要がある。まず、検査は厳しくし、流出をゼロにすること。次に、何が工程能力を低下させているのか？5Mを徹底的に調査し、原因究明～恒久対策の追及を図るべきである。いずれにせよ、早急に品質を乱す要因を特定し、改善を進めなければならない状況である。

製品や部品はロット・アウトして製造に戻しなさい。同時に、工程で物づくりをするのだから、その要素を見直すと同時に、検査工程に不良を送らないように指示しなさい」と、デミング博士は教えた。この話をもとに、日本では「工程で品質を作り込むべき！」という思想をつくり、多くの企業では、検査課という名称を改め、『品質管理部』とした。同時に、この組織を、工場長と独立させ、顧客の立場で製造品質を評価する仕事となっていった。

③ 1970 年代：ZD プログラムの時代

日本が欧米渡来の統計手法を品質管理に使うことが広まる時代、米国と旧ソ連の間で冷戦状態が続いていた。このような時、第二次対戦終了時に両国で 2 分した、旧ソ連が連れて行ったドイツの学者 V2 ロケットの開発者が大陸間弾道弾（以降はミサイルと略称）を開発していた。しかも、ピンポイントで米国の攻撃ができる。このことは軍事均衡が破られ、第三次世界戦争を誘発する懸念を招く恐れを意味した。そこで、米国は、急ぎ同種ミサイルの実現を米国全土に求めた。しかし、当時、短納期、かつ、不良・手直しゼロという要求に応える企業は皆無だった。

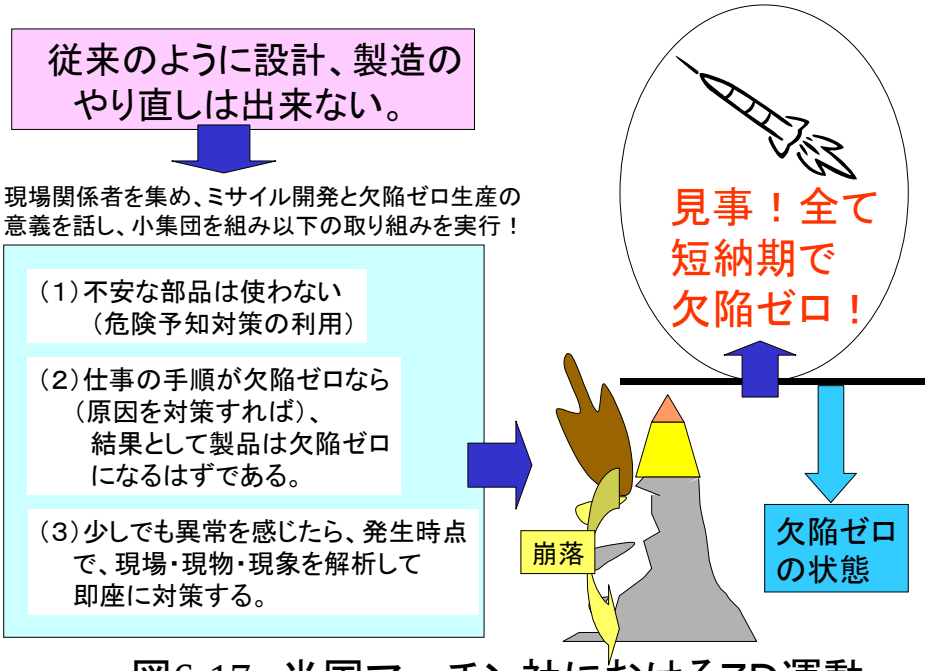


図6-17　米国マーチン社におけるZD運動

そこで、国防省はマーチン社に白羽の矢を立てたが、この時、品質管理部長を担当していたハルピン氏は大変に悩んだそうである。その結果、**図 6-18** に示す対策を考え、現場に訴えかける形でミサイル製造を進めた結果、見事に欠陥ゼロ生産を連続的に実現させたわけだった。その後、このような成果が米国国防省に認められ、ZD（Zero defect）システムという名称で 1955 年

に米国の調達規格：Mil-Speck になった。なお、日本では NEC が ZD プログラムを導入、大変な品質向上成果をあげた。この内容が 1970 年に経団連で行われた日本経営トップが集まる会合で紹介されたわけだったが、その時、JMA を中心に NEC から日本全国に展開する策が取られ、1970 年代は ZD プログラムの普及と小集団活動を仲介としたボトムアップ改善活動が日本全土に広がり、日本の品質は飛躍的に向上した。

④ 1980 年代：JIT による「ストップ・紐・システム」～QTAT の時代

ZD プログラムの要点を、先の設備故障ゼロ対策の歴史と比較すると、事後処理からヒヤット管理、すなわち、不良予備軍という問題発生の兆しをとらえて問題対策を図る方式の活用という、ある意味、対象が異なるだけであり、アプローチ内容は全く攻め方である。そこで、この方式を組立ラインで取り入れたトヨタ自動車は、「ストップ・紐・システム」という名称を定め、自動車生産ラインで不良ゼロ生産に取り組んだ。その状況を**図 6-18** に示したが、ここでは、①少しでも品質異常を感じたらライン担当の作業者に組立ラインの停止の権限を与える。②ライン停止と共に、チームワークの名がつく現場関係者が現物を見て原因究明する。③原因究明がなされ、手が打てる状況になるまでライン全体の停止を続ける、という対策を実施した。

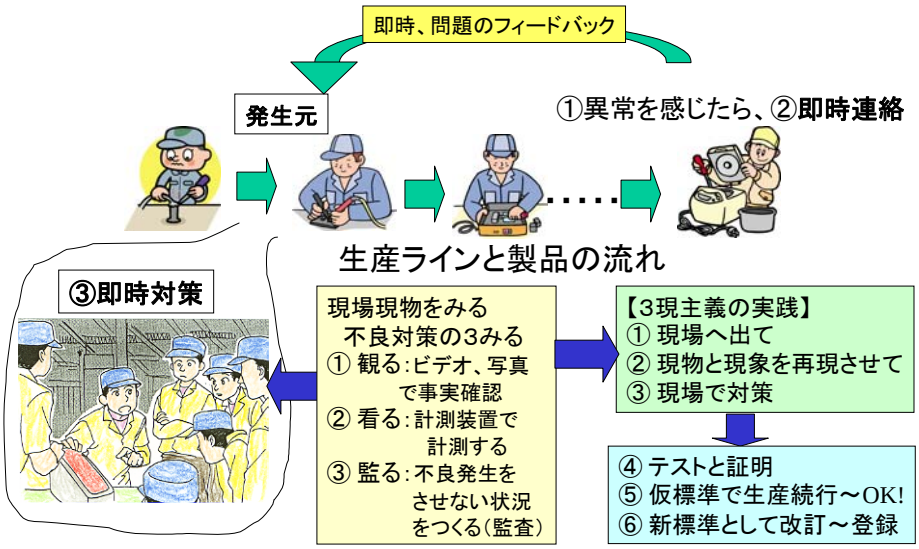


図6-18　QTAT（Quick Turn Around Time）運用の要件

筆者も 1979 年にトヨタ自動車の見学研修会ということで拝見した。この時、目前でライン停止があり、「残業が 0 から突然に 1 時間に変更」となる

状況で、このシステムが運用されていた。そこで、筆者達は質問した。①当時、この工程では「不良率は 0.0001%。だが、この種の数値は企業サイドの勝手な数値です。お客様にとって、1 台の車の不良は 100%以上に値します」という考えと、②停止に伴う損失金額については「ライン全体が 1 時間停止する金額は確かに 2,000 万円になりますが、問題は発生時点で無ければ、あの 3 億円事件（事件発生時に手の打ち方がまずく、当時、警察が犯人の戸逃がした事件）のように、原因究明が難しくなります」ということだった。加えて、③ライン停止が突然の場合、ラインで働く方全てが「残業対応は可能という状況では無いはずである」と考え質問すると、「多能化で対応します。必要数量はこれで確保します」ということだった。当時、「不良は出ても仕方がない」と考えていた筆者達は、正に『目からウロコ』だった。

なお、国際的には 1980 年代に米国で Japan バッシング・自動車問題が日米間で火を吹いたことがあった。この当時、米国車は日本の品質に劣る状況だった。このため、米国ではレイ・オフと共に多くの失業者が続出、日本車が順調に売れていることに不満を持った失業者達が地面に穴を掘って日本車をたたき込み、棒やハンマー、足で蹴飛ばすという現象が米国内に多発した。しかし、このような訴えかけでも問題は解決しなかった。このため、米国政府が手を打って、GM とトヨタの合弁企業をわざわざ西部のカリフォルニアに建造した。ここで、JIT を中心としたムダ排除生産方式の中で「ストップ・紐・システム」が活用されたわけだが、結果、1990 年代にはサターンという名称の車を独自に生産して品質の良さを証明する形で GM が蘇生した。同時に、「ストップ・紐・システム」は、この世界的とも言える実験を経て、グローバル展開しながら組立産業における不良ゼロ生産の地位を得て、世界に広がった。だが、装置産業はライン停止が出来ない。このため、当時、「ストップ・紐・システム」の要点を分析した結果、異常の兆しとなる情報を発生元に即座にフィードバックさせて不良発生にまで持ち込まないという内容を生かした QTAT（Quick Turn Around Time）システムが運用された。

⑤ 1990 年代：ISO9001 の時代

当時、まだ「人が関与する生産において、ヒューマン・エラー対策は難物中の難物である」という考えがあった。だが、「ストップ・紐・システム」を導入した企業で不良ゼロ生産が次々と実現していった。また、アプローチは異なるが 6 シグマを導入した当時の GE・ウエルチ会長が顧客重視の品質改善面で大きな成果をあげた。この状況を**図 6-19** に示したが、内容としては、後工程検査でフィードバックを有効に作用させ、不良発生を防ぐシステムだが、この種の例が各所で発表されていった結果、国際的に品質管理・改

善を検討する ISO の関係者は「不良を出さない方式が各社で整備されつつある。それならば、顧客重視の思想も組み入れ、標準化を基盤にマネジメント・システムとして、第三者が審査しても、その取り組みが証明可能な方式を各社（正式にはソフトや間接部門も対象となるため“組織”というが各社はその一部）でドキュメント化していただこう」という動きが生まれた。このため、1990 年代は ISO9001 がグローバル展開していった。

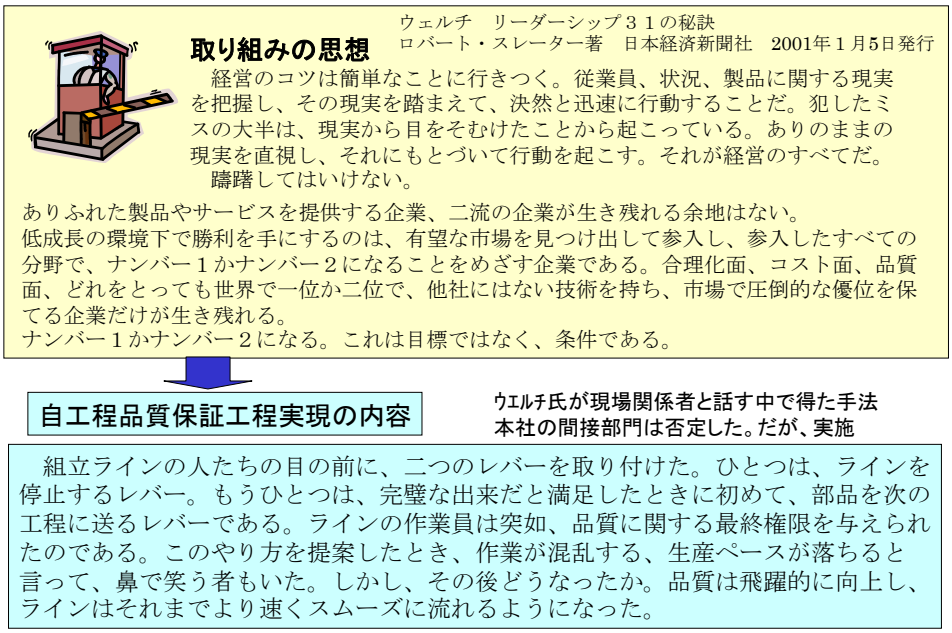


図6-19　GE　ウエルチ全社長が行ったゲートシステム

⑥ 2000 年代：IT・新製品開発段階から不良ゼロを追求へ向けた時代

いよいよ 21 世紀の現在となった。製品ライフサイクル短命化と新技術が次々と生まれる中で、短期間で新製品が交代する時代に各社が直面する時代に入った。このような時代に、製造現場では不良ゼロ生産の体系が確立しつつあった。また、不良は新製品がその 85%を持ってくる状況がクローズアップしてきた。新製品は最良の情報の編集で設計・開発という内容で編成されなければ、事後処理の形で不良問題に追い回される事態になる。そこで、デザイン・イン対策や 3D(三次元 CAD)に代表されるが、ここで IT：情報化技術を生かした新製品検討が各所で研究されていった。この対策には多くの手法がある。先に GM の再生を紹介したが、ここでも IT を中心とした品質～部品調達システムを 2002 年に NHK の放映と共に伝えた。この時点では、品質面で IT 活用の有効性を示したわけだったが、①リーマン・ショックに至るまで一種の保護政策のもとで大型車を生産してきたこと、②トヨタ自動

車など HV に見るように、環境対応面で大きく遅れをとり、また、③経営管理の面で各種のリスク対策に手を打っていなかった面などが関与し、**図 6-20** に示した内容の効力発揮が短命に終わった。だが、このことは、「大きな地球環境問題といった社会ニーズを考慮した品質のとらえ方をすべき」という戦略設定の重要性の一端を示す例とお考え願いたい。「1 つの大きな戦略の失敗は 1,000 の改善手法の投入でもカバーは不可能」という注意が産業界にあるが、ある意味で、「GM における顧客重視の品質には、この種の検討が必要だった」という反省と共に、マーケティングという局面を加えた品質改善の重要性、をこの教訓から学ぶことができる。

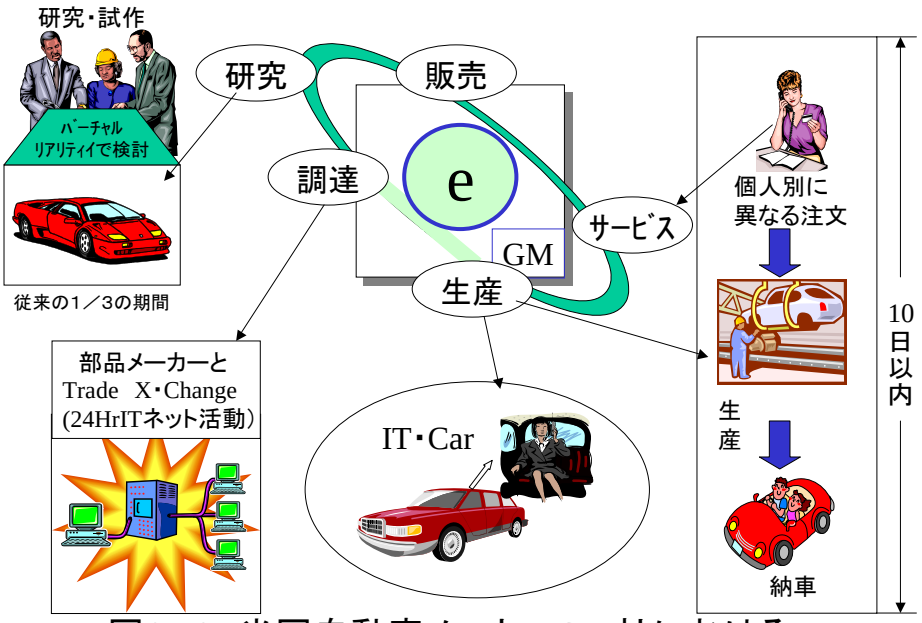


図6-20 米国自動車メーカーGM社における
e-GMのイメージ

（2）品質コスト

QC 手法を中心とした不良対策活動に IE 視点を加えることは、その活動の在り方を大きく左右する。この対策は先の 6 シグマにも見られる。6 シグマはモトローラーが創設した 6 シグマ・アカデミーという教育機関が 1900 年末頃に米国内に提唱した不良ゼロ対策（6 シグマ自体 100 万個に 3,4 個以下の不良を意味する対策）である。GE がこの手法を導入～展開する際、「IE の考えでこの手法を見直し、工夫して展開したことが成功の要点とした」としている。要は、導入後 3 ヶ月で GE 式に改良したわけだが、単なる統計資料づくりに統計を使うのではなく、時間や品質コストという内容をここに付加して、不良ゼロの意味合いと活動のスピード化を図った点に成功率を高めた要因が大きく作用した。

不良を出せば顧客クレームにつながる。こうなれば、顧客の信頼が、やがて、売上高の低下となる。また、社内的にも事後処理のために多くのムダな対策会議～組織強化、資料づくり、研修、・・・と後ろ向き対策に大きな時間やコストが追加される。この種の取り組みに対応する例として、**図 6-21** の上部をご覧願いたい。これは、国内の例だが、「不良対策に各社がどの程度のムダな費用を要したか？」を示している。

主な品質トラブルが招く対策費用の例

メーカー	不具合が生じた製品	対策費
A社	PC用リチウムイオン電池	510億円(2006年度)
B社	原子力発電所のタービン	300億円強(2006年度)
C社	FF式石油温風器	249億円(2005年度)
D社	湯沸かし器	200億円
E社	自動車	非公開
F社	洋菓子	160億円(2007年)
G社	携帯電話用リチウムイオン電池	200億円(2007年予測)

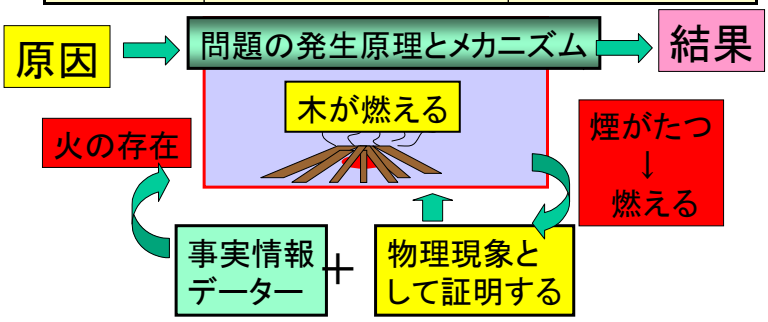


図6-21　問題発生原理と、品質問題が招くコストの例

ご覧の通り、社外クレームを発生させると、企業が破格の金額をムダに流失していることがわかる。この例から、「単に、個数や意識教育や訴えかけだけでは、不良対策は進まない！」と考えるべきである。

ここで、泥臭いが、もう少し卑近な例をとって品質コストの影響をご覧願うことにしたい。

【設問】品質コストの算定

A 社ではある組立製品を 1,000 個／月生産している。この時、５％の不良が発生していた。内容は線切れであり、この時の材料はムダになるばかりか、この補修（手直しに）は 30 分が毎回かかり、月に６回もあった。このため、改善活動や、新製品対応に苦慮していた（手が足りず出来ない）。人件費は 40 万円／月、残業は 1,500 円／Hr・人、材料費 0.3 万円／個、エネルギー費 0.1 万円／個の状況で不良損金の計算をして下さい。

前ページに示した内容は、ある製造現場における品質トラブルと共に発生するコストである。「コストの範囲をどこまで採るか？」という点には多くの考えがあるが、読者の皆様には演習題の積りで算定をお願いしたい。

前ページの設問に対する解は下に記載したような解となる。なお、品質コストの計算において、「費用の範囲をどこまで採るか？」については、多くの見方がある（この例は機会損失まで対象に入れている)。だが、実際に製造現場を管理する方には、ここに記載した内容を納得されると考える。この種のコスト計算に当たっては、3 時間という余力をムダにしないで、計画的に明日の発展につなげる考えが必要であり、この内容を他のムダと共に金額表示してゆくことが重要である。この例では、例えば、新たな仕事や改善、価値の向上につながる仕事に使えば、年間 400 万円が回収できるからである。不良対策に当たっても、単に、製品やムダにしたエネルギーだけでなく、IE にある「時は金なり（時を利用した利益創出法)」の見方を考慮してムダを明確にすることが重要である。

品質コスト算定例

不良発生で企業倒産に至る例がある。この種の金額の算定は別にして、ここでは、工程内不良の算定を行うことにする。なお、「機会損失額をどこまでとるか？」は、製品環境や各社の情況により異なるが、一例として、下記には、A社で行っている例を示すことにする。

1，材料費：1,000個の良品をつくる必要上、余計にかかる費用
［生産量1,000個／月］÷［良品率0.95］＝［不良を見込んだ生産量1,053個／月］
［余計にかかる材料費］＝（1,053－1,000個／月）×（材料費0.3万円／個）
＝１５．９万円／月

2，エネルギー費：
［余計にかかるエネルギー費］＝（1,053－1,000個／月）×（エネルギー費0.1万円／個）
＝5．３万円／月

3，手直し(修理）に対策を要する工数（手直しによる追加費用）
1回に30分のムダが発生し、月6回、また、残業代は0.15万円／Hr・人を占め、事実、この職場では残業が発生していたと仮定します。
①（30分×6回／月＝３時間）×（残業費0.15万円／Hr・人）**＝０．４５万円／月**
② 残業しないで生産や改善につかえるはずだった人権費のムダ
ここでは、人件費は一人当たり40万円／月・人とします。
(1)（人件費は一人当たり40万円／月・人）÷（22日×7.75Hr／日＝175.0Hr／月）
＝（1分当たり段取り人件費0.23万円／時間）
（人件費0.23万円／時間）×（30分×6回／月＝３時間）
＝ムダにかかった工数費用**０．６９万円／月**
(2)　不良をムダに生産した人件費のムダ＝(1,053－1,000個／月)×（0.23万円／Hr)
＝１２．１９万円／月
ムダ合計＝15.9＋5.3＋0.45＋0.69＋12.19＝34.53万円／月（年414万円）

この例のように算定し、品質面のムダが判れば「費用を投じても対策すべき」、となる。

この種の例は、他の分野にも多い。例えば、世に中で携帯電話やメールが常識的になっているにも係わらず、また、十分な資金と収益を持っているが、旧態依然の方式に固執して、全ての連絡文書を封書と手書きの文書で対処、郵送し、答えを待つという対処を重視している方がいたとしよう。だが、この方は、メールを使い短時間で各種の連絡を済ませる方を知っている。「さて、携帯電話

やPCによるメール・サービスのメリットと投資評価をいかに行うべきか？」を調査・研究することに多くの時間や資料作成をする命令を関係者に下していたと仮定した場合、果たして従業員が満足して効率の良い仕事を続けるだろうか？従業員の方々は、たとえ理屈は理解しても、世の中がメールや携帯電話の時代なので仕事にならないのではないだろうか？なお、筆者の場合、この種の環境で仕事するのであれば、このような方との議論は避け、個人でPCを購入して使う方式を採ってきた。では、このような体験談を含め、品質コストの活用法を説明した例を紹介することにしたい。

ごく最近のことだが、ある集合研修で、研修生の方から「TZD研究会で実践された手法がいかに実務的で役立つかがわかりました。私は企業でたった1人の出席です。このフォローアップ付きの研修で1.5ヶ月後に発表会に対し、今回テーマとしたい内容の解決に、仲間を説得して、技術的には全く問題なく進めることが出来る自信を持ちました。だが、トップが抵抗勢力になりそうです。何か良い手はありませんか？」という相談を受けたことがあった。そこで、「まず、その前に、あなたが、お持ちのテーマについてですが、現在、どの程度のムダ・コストかを計算願えますか？計算方式は・・・」と、ここまでに示した内容に似た形で、相談に乗った。すると、数分の後、「対象は食品です。ムダになる食材を含めて1月80万円、年間で960万円になります。いや驚きました」という内容だった。そこで、「そうですか、私は、あなたの現場の事情は行ってみないと判らないのですが、また、今は対策まではお手伝いできませんが、どうでしょうか？「80万円は使い放題で不良対策を進めたい。対策後、880万円はギャランティー（確約）します！」とトップに話し、「任せて下さい」とされては？・・・」と言うと、「なるほど。それは良い方法だと思います。早速、そうします！」ということだった。その後、5日の後ですが、この方からに電話が来ました。内容は、「説得も不良対策も終了！トップから次のテーマをと言われ、部下も「この方式なら参画しやすい」ということで、休みまで出て対処してくれています。企業は収益向上が活動の大きな柱ですが、研修であなたが話された通り、ムダ・コストの明示がトップや部下に集中して不良対策を徹底的に行う原動力であることを体験しました」という話をいただいた。この例が示す通り、現場・現物・現象を頼りに行う不良の原因究明~除去対策の要件に『品質コスト』によるムダを損金という形で出すことは、不良対策の促進を促す“通訳”のような役割を果たすことがわかる。

（3）標準化の設定～順守（運用）

自動機にモノづくりのノウハウを蓄積して製品品質を作り込むという対策を除き、人が関与する物づくりにおいて基本となることは「標準化の順守」であ

る。「標準化の順守は最初から不良を出させないモノづくり」という現場管理を意味する。そこで、言い古された内容だが、標準化が持つ意味と、実務面における活用の要点を整理することにする。

図 6-22 は標準化と標準化設定手順である。一般に、標準化とは？という定義は「安全、確実、経済的、楽で早い仕事を追求した結果」という言に集約される。このため、現状で製品・品質を規定のレベルで製造するため、会社としては、標準化をベースに教育・訓練して、その力量に足る方を生産に当ててきた。このように、標準化の順守が品質保証の前提となる。では、このように定めたはずである標準化に対して、読者の皆様には、演習問題形式で、“順守”という局面から、重要な要件の整理を願うことにしたい。

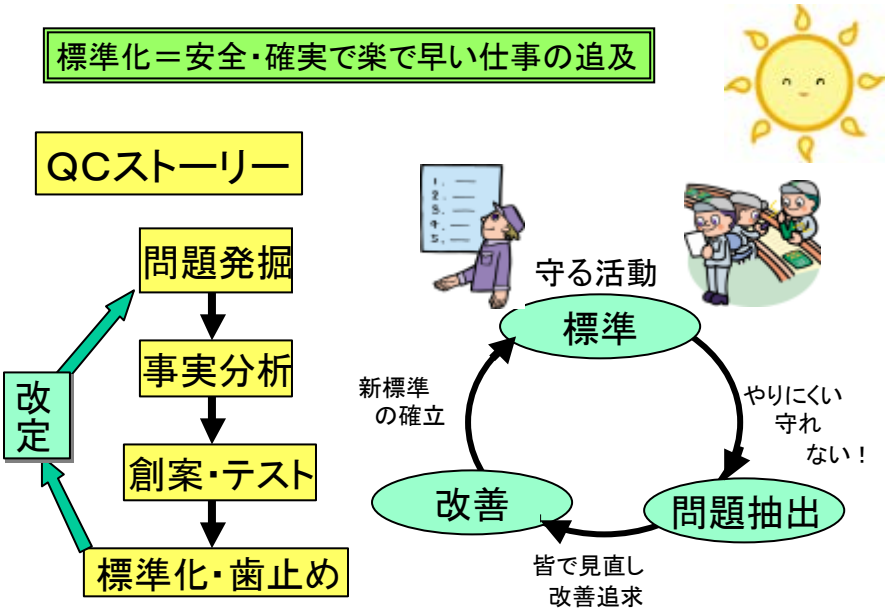


図6-22　標準化設定と、運用のあり方

【設問】

これはあるお菓子が大量の回収事件を起こした時の事例をまとめたものである。事件は、ある菓子メーカーY 社が販売したレーズンサンドに金属片が入っていた。また、顧客が食べて口をケガしたため、メーカーは早速、全販売品を回収したという問題だった。では、以下、Y 社の対処を紹介させていただくが、皆様は、この会社の対処をどのように判断するか？まとめていただきたい。

メーカーの分析結果は、「ドイツ製バターの中に金属片が混入していたものを使ったことが理由である」という内容だった。Y 社には金属探知器がある。レーズンサンドに金属片が混入していれば検知可能である。当然、このレーズンサンドは、この金属探知器を経由していた。では、なぜ、この金属探知器でレ

ーズンサンドに入っていた金属片が検知できなかったのであろうか？関係者が調査した結果は、次の通りであった。「レーズンサンドはアルミホールで包装されている。ところが、この包み方がうまくいってないと、アルミホールに金属探知器が反応してしまい、機械停止になる。そこで、「作業者が感度を落とし、製品を通過させていた」ということだった。アルミホールで包んだお菓子を持ってきて、また、実際に事故を起こした金属片、また、それより小さい金属片をお菓子に入れ実験したが、正規の感度でテストすると、両者とも確実にこのポカヨケ装置である金属探知器でつかまることが確認できた。更に、このような状況でＹ社は次のような手を打ち、関係者に解説した。

① アルミホイールで包装してから金属探知器を通す場合、包装の方法がうまく行かないと機械停止が頻繁に起きるので、包装前にレーズンサンドを金属探知器の通過を行う。

② 更に細かい石などを検知できるＸ線検査機を導入し、2 重の検査をする。

「この事件の内容を見ると、金属探知器で調査すれば、また、前工程を探って行けば、問題の原因はバターに金属片が混入したことはつかめる。今まで、この種の内容は即日関係部門に連絡することになっていたが、購入を管理する資材部門に連絡する取り決めで無かったので、規定を改定し、連絡を確実にする」という品質管理部長の解析だった。

この話を聞いたＹ社の工場長が、この内容に対し「いや、今までこの種の事件は無かったから安心していました。金属探知器に対する過信があってのではないか？と反省しています。」という話をされ、更に、「どんな良い管理システムをつくっても抜けがあります。大いに反省していますが、これは、品質に対する管理体制の不備、関係者の意識の欠如、コミュニケーションの問題と考えています。・・・特に、コミュニケーションの問題は重視して対策へ向けたいと反省しています」という説明でこの取り組みは終了していた。

翌日、この内容を報じたテレビ番組では、「コミュニケーション問題は重要です」ということから、この種の対策を行う企業事例を紹介していた。具体的な例として、無免許でバスを運転した企業を訪問した例があった。そこでは「コミュニケーションの改善には、上司に部下が声をかけにくい雰囲気があるのではないか？と考えました」ということで、朝、お茶を飲みながら相互に声をかける運動や、免許証を確認しながら「本日も頑張って下さい。・・」と会話がしやすい環境づくりに取り組む状況が紹介された。もう 1 件、原子力発電所で、従業員が原子炉を検査したデータを企業ぐるみで隠した事件があった発電所を訪れ、そこで、行われていた内容も紹介した。ここでも「全修業員にアンケートをとったところ、「部下が上司に話しにくい雰囲気がある」という内容を重視しました。そこで、外部教師にお願いしてコミュニケーション改善研修をやり

始めました」という内容が紹介された。その具体策も紹介されたが、一例をあげると、ある講師のもとで行っている研修会風景が映写された。例は「言葉のコミュニケーション」と呼ばれるゲームだった。その内容は、講師と生徒がバレーボール大のボールを投げ合いする。時に、講師が受け取らないで歩いてゆく、この時、生徒に気持ちを聞くと「さびしい！」と答えたり、今度は、急に講師がきついボールを返し、生徒がとまどう内容だった。ここで、生徒の感想は「よいコミュニケーションの反省になりました。・・・」という内容でこの放送は終わっていた。

さて、ここで読者の皆様への設問となる。『是正対策』の局面からすると、ここに述べられた対策は当を得た内容であろうか？もし、そうでないのであれば、皆様には、どのような手を打つべきであろうか？個々の内容を解析して再発防止策を提示していただきたい、という内容がこの設問の求める解である。なお、残念なことだが、Y 社はこの事件の 3 ヶ月後にまたその後 6 ヶ月の後、同じ理由でレーズンサンドの回収事件があったことを追記させていただく。

【記入欄】　次の設問を参考に、Y 社の進め方に対する問題と対策を記載して下さい（ISO9000:2000 を基にした国際的な解釈を願います)。

1，　Y 社のトップがいうコミュニケーションと管理体制強化が不良低減につながるだろうか？つながっていなかったから問題を再発させた。 では ISO9001 に規定されているコミュニケーションをあなたは、具体的にどのように扱うか？記載して下さい。 2，　X 線検査設備導入の判定は？ 問題の再発を見ると、X 線検査機の導入は有効性が無かった。では、この種の説明を、あなたは、どのように解釈しますか？ 3，　是正という内容から判断して Y 社は何をすべきか？ （下記、解説の前に、“是正”を国際用語で定義して下さい）

参考事項：ISO9001 に記載されている内部コミュニケーション

5.5.3　内部コミュニケーション

トップマネジメントは、組織内にコミュニケーションのための適切なプロセスが確立されることを確実にしなければならない。また、品質マネジメント・システムの有効性に関しての情報交換が行われることを確実にしなければならない。

筆者は「標準化＝問題発生対策の予防」という意味合いから、この演習問題

を各所で使ってきた。だが、この演習を行うと、意外なことに、各社に『是正対策書』があるにも係わらず、“是正の意味”をご存知ない方が多い状況だった。まず、是正だが、ISO9001 規定 8.5.2 に「不適合の**原因を除去する**処置をとること」定義されている。原因を除去しない限り問題は再発するからである。事実、Y 社はこの取り組みが不十分だったため問題が再発したわけだったが、この点に集中した的確な対処をすることが、この種の対策の要点となる。では、以下、筆者達が行ってきた設問の解釈を標準化の扱いと共に、紹介することにする。

【解答例】

① コミュニケーションの問題の扱い

バス会社と原子力の会社の行為は「犯罪行為」であってレーズンサンドの事件とは全く関係がない。免許がない方がバスを運転すること、原子炉の点検で出てきた内容の報告も報告が義務づけられており、問題が明らかなのに報告しない行為は法律で禁じられている。両者とも、それを犯すことは犯罪である。いくらコミュニケーションの改善を行っても、犯罪者は、それを犯す目的で行動するから、防ぐのは難しい。どのようにコミュニケーションの改善を図っても、犯罪の意図を持つ者に、この種の善意の方式は通じないから、罰則があるわけである。あえてそれを犯す者にこの種対策は無意味である。従って、この種の対策は『問題のすり替え』と考えるべき内容であり、是正対策とは全く関係ない対処である。

② レーズンサンドへ金属片が混入した内容に対する是正処置

金属の混入対象がドイツ製バターであったことは明確な内容となっている。それならば、製造元であるドイツのバター製造先に金属探知器をつける契約を進めるべきである。そうしなければ、問題は再発する。原因は Y 社では除去できないからである。この際、Y の探知機は、ドイツのバター・メーカーの監視、ダブルチェック機能を演じることになる。もし、このようにしていて、再度の問題発生がある心配があれば、国際協約である“契約”を利用して高額な賠償金を請求すればよい。賠償金は高いほど良い。先方がこの金額を恐れて対策の手を打ち、問題のないバターを提供する可能性が高まるからである。この行為は決して“いじめ”ではない。厳しい基準をクリアーする優良メーカーは、その品質の良さが製品格差になり売り上げを伸ばすことになるからである。要は、協力会社育成の意味からも、この種の対策が必要であり、世界的な視野に立てば、この種の内容こそが、協力会社育成の要点となる。従って、サプライヤーには、この趣旨を伝え、活動して行くことが ISO9000 の八大原則が示す『共に顧客の満足と食の安全を確保する、サプラヤーとの協業』となる。

③ 企業内の対処

(1) 金属探知器の扱いについて

Y 社の製造現場で行われた行為は①同様に犯罪行為である。品質保証の基準を作業者の勝手な行動で変更することを許すのであれば、最初から品質基準は Y 社にないというのも同然ということになる。従って、この対策は、金属探知器の基準を決め、会社として保証を確実にする必要はある。そのような、順守を具体化させる是正対策（原因を除去する行為）の例として、「決められた標準を操作できないよう、その部分にカバーをかける」という対策を進めることが、再発防止対策となる。“勝手に調整できる”という問題の原因を除去しなければ、この問題は再発するからである。事実 Y 社は同種事件を再発した。この内容を見ても、原因を除去しなかった功罪が再発を招く結果となっている（是正対策のまずさを証明する内容となっている）。

(2) 更に高度な X 線による検知器の設置について

X 線検知器の導入は、一見､当を得た説明に見える。しかし、この二重投資は問題のすり替え（アリバイづくり）に過ぎない。X 線をつけても、また、より細かい金属片や石などの検出ができても、感度調整部分はいくらでも現場で触れる状況であれば、また、感度調整部分を操作できないようにしない限り、この種の高精度の設備導入を図っても、問題の再発は免れない。原因のひとつである“勝手に感度を変えることができる”という要因は何も除去されていないからである。加えて、顧客志向の立場からすると、「知らなかったが、おたくは、金属片だけではなく、石まで混ぜていたから X 線検査機を購入されたわけですか、今まで、その問題はどうなっていたのですか？」と言いたくなる。この時、この会社は何と答えるのだろうか？いずれにせよ、問題の原因を除去しないで別の対策に逃げる方式は真の原因を追及する行為とはかけ離れた行為である。

(3) アルミホイールの包装について

この問題は、確かにバターに金属片が入っていたことが問題である。検知器は導入時にアルミにくるんだ状態でお菓子に入る金属の有無を検出するテストが行われ導入されたハズである。そうしなければ、この種の評価機器は導入するはずがないからである。この問題はアルミ包装のまずさが問題だった。だが、まだこの問題は放置されたままである。事実、金属検知器がアルミに反応したので金属検知レベルを操作したことが問題の要因だった。だが、Y 社では、包装のまずさを直す内容は何も行っていない。包装のまずさを直せば正規の作動に入るわけだが、Y 社の関係者は包装のまずさは全く直さず各種の対策に入っている。事実、包装を正規に直せば金属探知が的確に行われる状況がテレビでは放映されていた。ここで

包装に関する問題が浮かび上がる。この問題の放置、例えば、包装のまずいことが、やがて、ゴミ、ホコリ、虫や細菌の侵入を許すことになる危険をはらんでいる。また、この種の要因を除去しないで、高感度 X 装置、コミュニケーションの方に対策を走らせていること自体、是正対策という内容を理解していない活動を示す結果となっている。要は、この設問では、包装の問題は放置されたままである。以上、このような対処を見る限り Y 社品質保証は信頼出来ない内容となる。

以上、この設問において特に注意すべき点は、企業として、また、顧客との最終保証として重要な金属探知機に定めた標準を作業者が勝手に取り扱ったことに対して企業全体が何も手を打っていない点にある。特に、先の品質改善・管理の歴史で述べた問題発生時に、管理者自身が①現場へ出て、②現場見物をみて、③現場で対策するという行動を採っていない点だが、この種、事実確認をしないまま机上の空論で各種の対策を行う処置は、**図 6-23** の 3 現主義（現場へ出て、現物・現象をみて、現場で対策する）と共に行う不良対策アプローチとは大きく異なる。以上、この設問は、標準化を定めても誰も重視していない事例である。

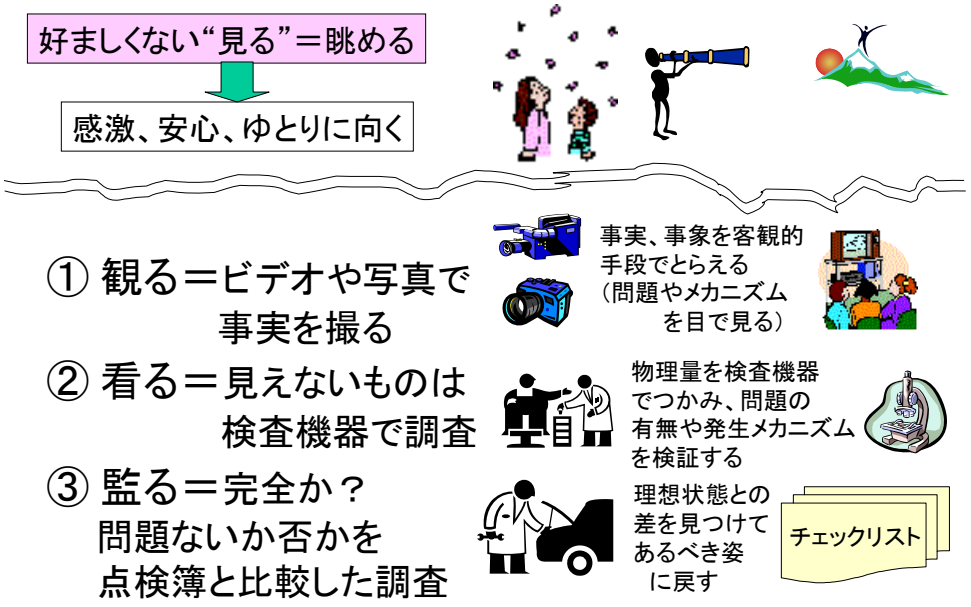


図6-23　3現主義に使うべき“みる”という行動様式

では、つぎに「優良企業各社が標準化をどのように取り扱っているか？」について事例を紹介することにする。例は、先の GE の 6 シグマにおける活動内容である。ここでは「標準化の不順守は犯罪と同じ扱いをする」として、6 シグ

マの活動を始めてから数年間「5%の失業率を維持する」という運用を図ったことが紹介されているが、「標準化を決めて守らない作業者はテロと同じである。従って、自然退職の 1.5%は除き、＋3.5%に当たる方々を常に検査官が現場をまわり、この種の方々を摘発して退職を願う。GE に入りたい優秀な方が殺到する状態で、この種の方々を雇用する必要は無い」というものだった。

（3）やってはならない『死亡診断対策』: 適用すべき QTAT 対策

下に示した演習題は ISO9001：1994 で「統計の扱いを明確にせよ」という規定を理解願うため、不良対策の研修で度々用いてきた設問である。では、早速、腕試しの積もりで解析をお願いしたい。

演習問題「統計の扱いの明確化」について

設問： あなたはQC7つ道具であるチェックシートを学んできたとします。そこで、質問ですが、「このチェックシートを活用して不良低策をいかにすすめるべきか？」について経営的見地から見解を示して下さい。問題は新規購入のコピーマシンの状況です。

注意点: ①本当は御社の重要製品の不良対策を取り上げていただきたいのですが、手元にデーターがありません。従って、下記を例にして見解を示して下さい。 ②経営的見地からの見解は方針的な内容ではなく、「関係者が具体的行動になる内容」をお願いします。③本件に対する質問と要求内容があれば講師の方に自由にお願い致します。

新型コピー機の不具合チェック状態　正 は発生件数を示す（この例は5件を示す）						
曜日	月	火	水	木	金	土
濃い	正 ///	正正正 ///	正正 //	正 正	正 //	正
うすい	正正	正 正	正 正 ///	正 正 正 //	正 正 正 ///	正 ////
破れ	/	//	正	////	//	////
よごれ	正	正 //	正 //	正	正 正	正
カミコミ				正 正 //	正正正	正 ///
その他	/	/	/	/	/	/
不良合計						
総数	388	420	403	456	438	230
比率%						

注釈：土曜日は半日

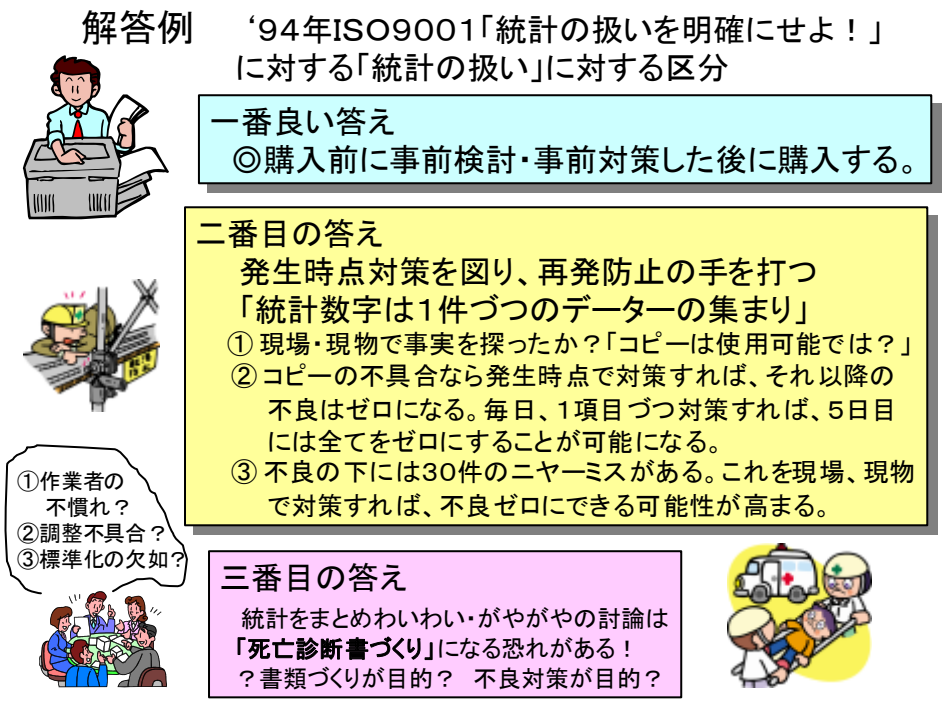
記載欄

前ページの設問は、今まで 15,000 人以上の方に、研修で「不良ゼロ対策の歴史」を丁寧に解説した後に行ってきた。また、三現主義の利用や、ヒヤット段階にストップひもを利用する。更には、事前検討段階で不良ゼロを図る、という内容をすでに詳しく紹介した。だが、これはその後のゲームなのに、判を押したように、この表の計算に没頭する方ばかりだった。また、そこでは、このような計算の結果、討論を盛んに行うわけだが、答えはすべてブレーン・ストーミングによる想定原因だった。ゲームのテーマは「統計の扱いの明確化」であり、その種の不良対策は**図 6-23** の三番目の答えを意味する。本来、統計手法は新製品や新技術を事前検討段階、製品実現の証明を目的に使うため準備された解析手法である。だが、図に示したように、過去、日本では多くの企業が、発表会の後付資料として使ったり、不良が出ているにも係わらず、不良の統計資料作成のため「しばらく様子を見よう」という形で使ってきた。この扱いは、例えば「1 週間データを取れ」と製造現場に指示することが、「1 週間、データを取れ！」ということは「1 週間、不良が出ているのに原因を探らず、不良を作り続けろ！」という処置を意味するため、『死亡診断書対策』の悪名を持つ。また、このような統計の扱いを避けることを示唆した内容が ISO9001：1994 の 4.20「統計の扱いの明確化」だった。だが、このゲームを渡されると、①嬉々として計算（統計の集計）を開始する。②問題発生の多い項目を抽出する。③相互に思ったことを話してもらい、想定原因をいくつも列挙して、「再度の調査と検討が必要」という行動を採る方が多い。たぶん、この種の行動を取る理由は、過去、この種の統計利用方式が、関係者の頭にすり込まれた結果と判断される。統計は不良防止のツールであって、資料作成のためのツールでは無い。この種のゲームに当たっては、まず、1：29 のハインリッヒの原則を基に、1 件も問題が出たら現場・現物・現象を目の前に置き対策することが必要である。そうしない限り、不良発生を認める活動になるし、このような行動を取れば、統計資料の集計も全く必要がなくなる。同じ 1 週間の統計を取る期間に、不良ゼロを実現する対処が進む方が良いはずである。更に、この対策を進め、基本的に統計を扱うのであれば、「事前検討段階で統計を活用して不良を最初から発生させない」という対策になって行くはずである。不良対策に同じ時間と手間をかけるのであれば、ここに記載した対策に注力すべきである。

過去、図 6-23 の下に示した発表会が日本では盛んだったことがある。だが、それは 1960 年代のことであって、現在、統計はここまでに記載した扱いが国際的に推奨されている。

では、ここで、**図 6-24** の上部に事例を示し、さらに詳しい解説を加えることにする。この事例は筆者がある改善発表会で司会を頼まれた時の内容である。筆者は、この時までに、ほぼ同じような問題を受け対処した経験を持っていた。

事例を図の下に示したが、筆者が関与した職場では 2 名の方が、すでに、この発表の時に、全くミスをしない作業を 8 ヵ月間も続けていたが、ここではベスト・ウエイ（最良の方法）で仕事をしていた。



品質改善は予防対策が一番、発生時点が2番であり、事後対策、特に、死亡診断書会議は行うべきで無い。右の図はそのことを示している。このように、1週間データを取り、想像と空理空論で、体験から対策を出す方式では、原因に到達する時間と効率が問題となるからである。また、左図の改善だが、この対策法は、3日程度、発表に2ヶ月を費やす方式も問題である。以上は、見た目は活発でも問題解決を遅くする例であり、事前検討段階で使う統計を、本来の使いかとは違った利用の例である。

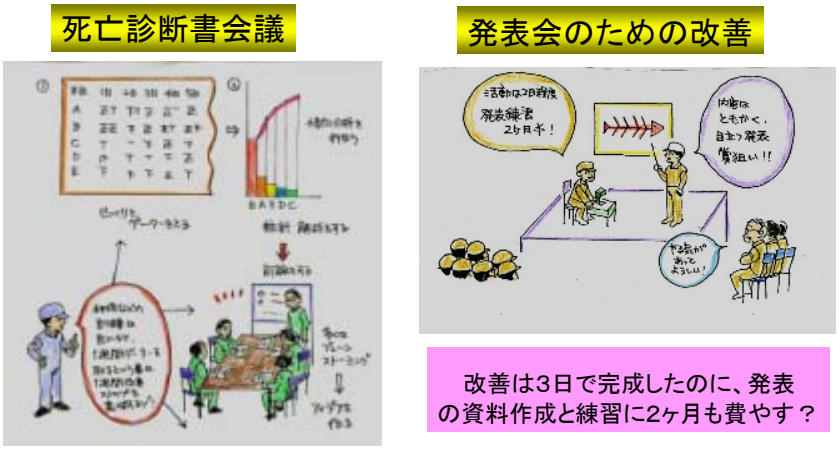


図6-23　遅く、効果の少ない改善改善の例

これに対し、図の上部の攻め方はブレーン・ストーミング方式でアイデアを出す討論方式だった。要は、不良を許す『死亡診断対策』に加えて『想定原因によるアイデア検討』に特性要因図などを使って実施し、「良かれ！」と思うアイデアを「当たるも八卦式」で出して対策す方式だった。発表内容は「6ヶ月でヒューマン・エラー半減」としていたが、この根拠は全く無い。

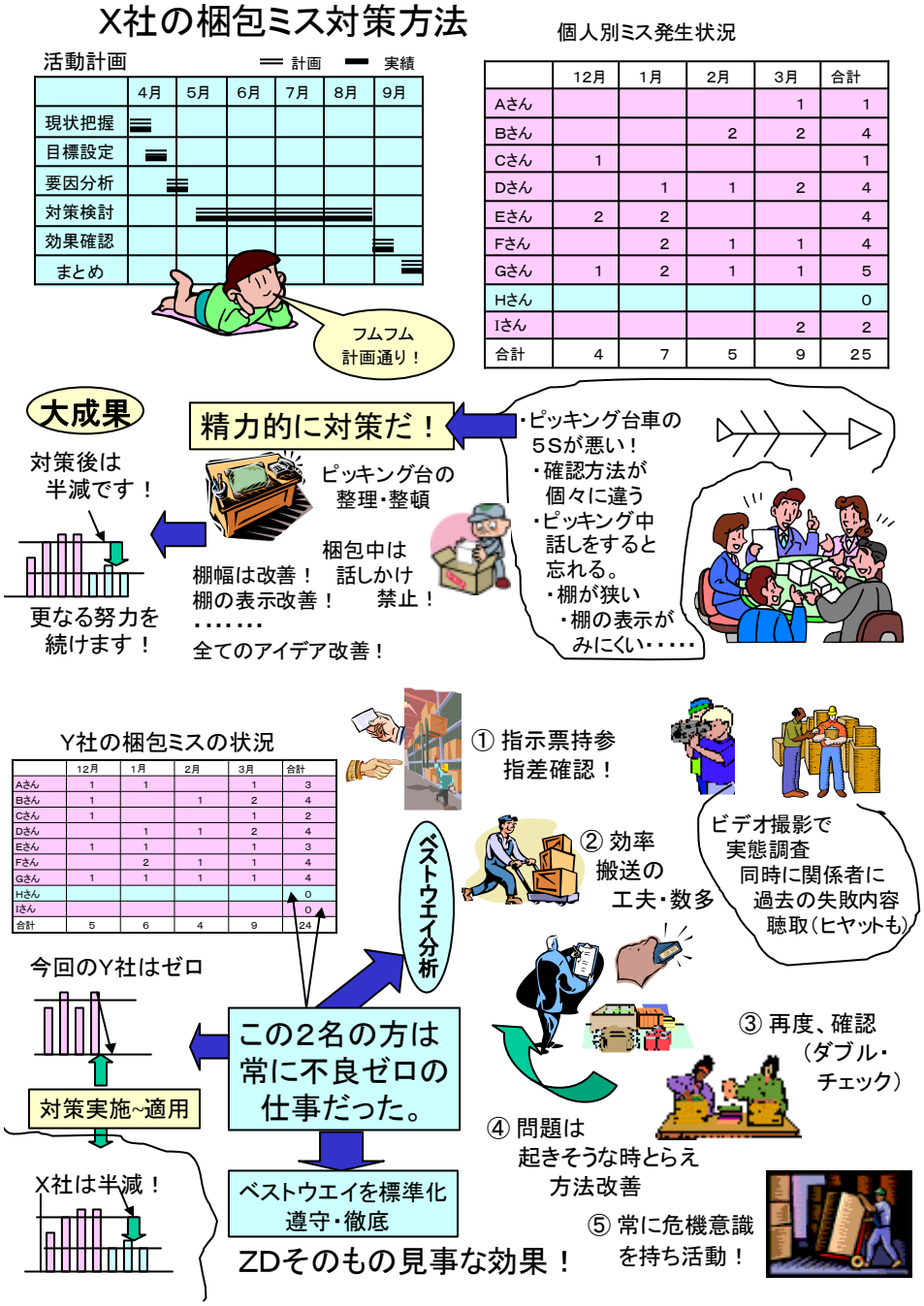


図6-24　梱包ミス対策、2つのアプローチの差

その理由は、『手順の中にある不安やヒヤットが顕在化してヒューマン・エラーとなる』という、先に解説したZDプログラムの繰り返しを許す形になるからである。誰が見ても、これに対し、最初からミスをしない手順を適用する方がはるかに良い。図の下の取り組みは、筆者の話を聞き、そのまま、ベスト・ウエイを標準化して順守した内容だが、IE視点で見れば、両者の差は不良対策だけでなく、対策スピードとムダ工数に面でも大きな差が出ることが判る。

（4）不良発生の場合の解析と対策

ここまで、主に人が関与する仕事を題材として各種対策を紹介してきが、その重点は予防だった。人の作業の場合、危険の兆しがある部材や機器を使用しなければ、後に残る不良の要因は手順の欠陥の有無となるため、標準化対策がその中心となる。だが、不良対策には、もうひとつ、物理現象対策の適用が必要になるものがある。そこで、以下、物理現象対策における原因除去の方法を、簡単に、紹介することにする。

一般に、製造現場で製品製造を行う段階は、製品開発～試作を行い。「これならば不良は出ない。」または、「条件を守れば不良発生は極小化できる」という条件と教育の基で量産に入る。だが、そのような条件下で不良が発生するケースは、5M（人・方法・計測・設備・物＝設計）＋I（管理と指示などの情報）の要素のひとつが製造の条件から変化したことによる例が多い。だが、注意すべき点は、「不良の原因が複合であることは極めて希である」という内容である。その理由は5M＋Iの個々の要素が管理限界を外れるケースを見ればわかる。例えば、人が行う手順や機械や部品の精度が限界を外れるケースは1/500程度とされるが、この値を使うと複合原因の発生は1/500×1/500＝1/250,000という数値になる。このような常識的な内容を、NASAでも調査したが、その結果を、「条件を定めて生産する製造現場で起きる問題の97%は、1問題－1原因－1対策で原因の除去を進めることができる」としてきた。この解析に対し、筆者は「後の3%は何ですか？」という質問をしたことがあった。すると、「1/250,000の数値が示す通り、複合原因を考えるのは無意味です。技術的な計測手段が無いため、確信を持って1問題－1原因－1対策と言い切れないだけです！」という応えだった。これに対し、過去（1960年代）、日本における小集団活動では、ブレーン・ストーミング方式で「仮想の原因を討論して、多くの手を打って行く内に、やがて、どれか判らないが不良は減って行く」という方式を採っていた。このような解析を示すと、また、当時としては仕方が無い状況は配慮するが、この方式の効率の悪さが判る。先に解説したように、不良発生の要因は、原因と結果の関連であり、原因が除去出来ない限り再発する。従って、「不良発生原理を、発生メカニズムを物理現象として図化して示し、原因を除去して問

題が発生しない条件下で物づくりを進めるべき」となる。事実、不良だけでなく、設備やケガといった事故が起きると必ず図を用いた解析が行われてきた。その理由は、この種の解析は極めて自然、かつ、判りやすく原因除去した内容を確認できるからである。では、1 問題－1 原因－1 対策の解析方法を紹介することにする。

次ページに示した**図 6-25** のコールド・チェーンという現象は、かつて使用禁止にしていた海砂をコンクリートに使うという違反行為が基になった事件である。岡山～九州間で新幹線のトンネルの壁が落ちる事故だった。幸い、けが人が、もし、高速運転する新幹線のレールに崩落した場合、大事故になる内容として取り上げられた。海砂の使用は違反（犯罪行為）である。だが、現象として出てくる内容は物理現象であり、その状況は下図のようになる。すなわち、この問題の原因は、コンクリート内に補強材という形で利用された鉄芯が錆びたため（鉄（Fe）が酸化しFe_2O_3となる）膨張、内部応力の形で内側からコンクリートを外へ押した結果、22.5 度の破断角度で壁面から剥離～落下した。JR 関係者がこの原因を把握して以来、この問題は、再工事と共に確実な技術対策が取られ、心配はなくなったわけだが、要は、1 問題は「コールド･チェイン」、1 原因は「酸化した鉄の膨張によるコンクリート内に発生した内部効力」、1 対策は「アルカリ状態で固化するコンクリート構成の具体化」となる。

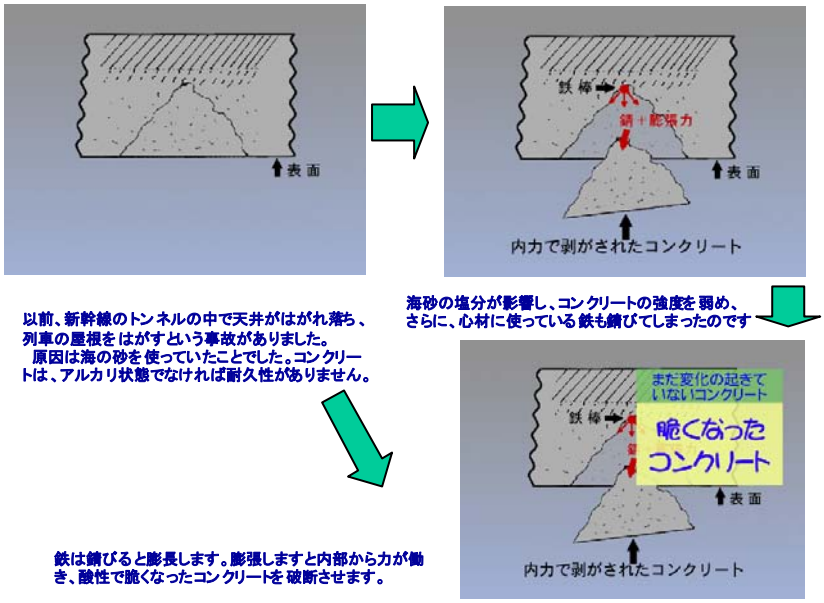


図6-25　原理図化法の活用事例
コールド･チェーン現象の解析

このように、物理現象解析に当たっては、1 問題－1 原因－1 対策を進める上で必要になる、原因と結果の関連を示す図化法を『原理図化法』というが、物理現象解析に当たっては、図を用いて問題発生のメカニズム解析を示し、原因

の除去の内容と、再発防止の手の打ち方に対する評価を進めることは、極めて効果的な対策法である。そこで、この種の解析と、原因を追及する際に用いる「なぜ？」という理由解析、更に、1 問題－1 原因－1 対策を柱として、真の原因を 5M＋I との関係で効率よく解析する手法を TZD（Total Zero Defect）対策研究会では開発した。その名を 5W 法と名付けたが、以下、5W の解析手順を簡単に紹介することにする。

5W 法は次ページの**図 6-26-①～③**に示した通りである。5W の名の由来は「5 回 Why?と問いながら原因を追及する手順と、5M＋I という不良発生要因を現場、現物で確かめるときに 5W1H を用いるが、5 つのステップで解析を進める時に、5 が頻繁に出てくること。また、W を中心とした解析があるため 5W という名称にした」という程度の内容である。要は、現場・現物・現象をみながら（観察・計測・完全な状況との比較をしながら）問題発生の真因を追求する際に、1 問題－1 原因－1 対策方式で事実を基に探る方式を図式化した手順である。なお、図はモデル的に解析内容を示したものであり、研修の場で、この解析法を習った後、この手法は現場でメモを持って解析する（なお、手順 1 と 2 は、事前に研修室で 1 度実施すれば十分であり手順 3 以降を現場で実践する）。

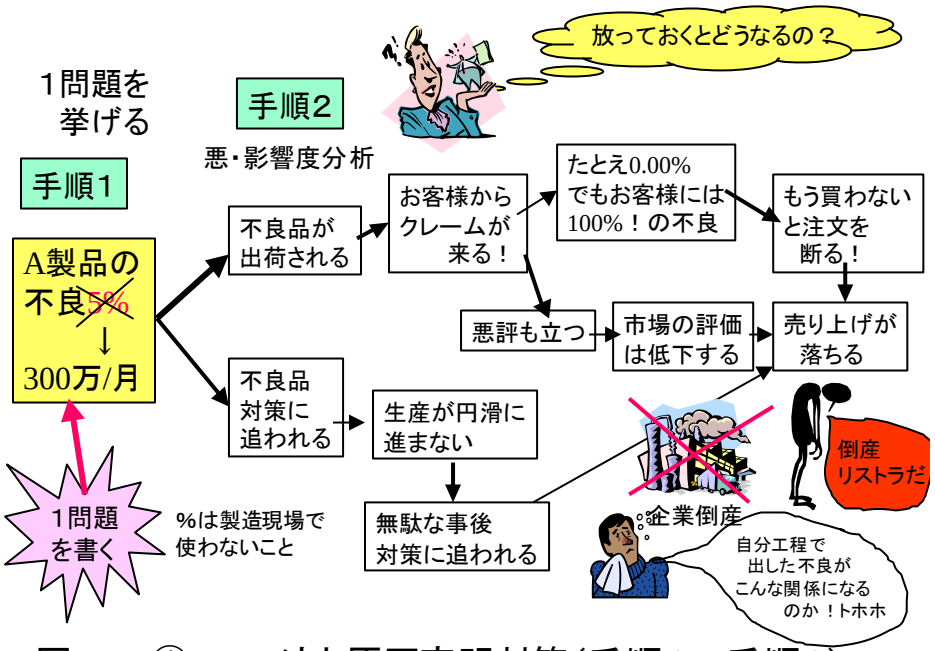


図6-26-①　5W法と原因究明対策（手順1～手順2）

上図に見るように、加工品の不良解析に対して、手順 1 では金額で問題の大きさを認識する（品質コスト）。手順 2 では、会社の問題として放置するのではなく、個人の問題まで掘り下げて行く。また、手順 3 では 5M を題材にブレーン・

ストーミング、名詞止めで要因を列挙するのではなく、「なぜ？」の質問と共に、現場で現物・現象を解析しながら理由を文章で記す。同時に、5 回のなぜ？で同種の原因追及～確認を行いつつ、原理図化法で問題の真因を示して行くという追求を進める。

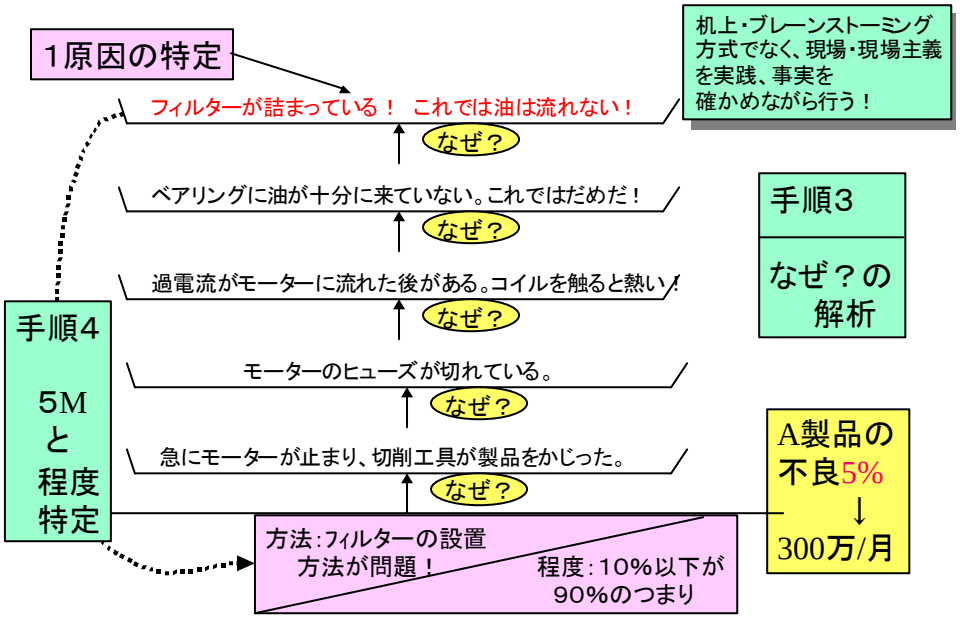


図6-26-② 5W法（手順3以降、なぜ？の解析～）

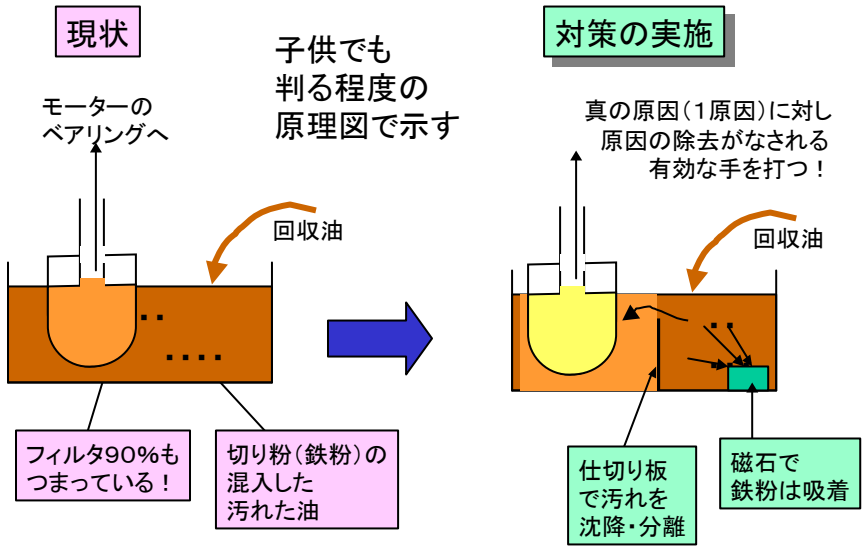


図6-26-③ 5W法 手順4・5：1問題→1原因→1対策

なお、「なぜ？」と問う各段階で図化をしながら原因と結果の関係を絵解きして行くが、ここでは、この種の解析を省略し、図 6-26-③に集約する形で図を例

示した。このように手順 4 で原因となる対象が追求され、始めて 5M＋I のどの要因か？を特定～確認した後、手順 5 では 1 原因－1 対策方式で原因を除去するわけである。

以上が 5W 法の解析手順である。物理現象を解析する有名で評価の高い書はワン・ペーパーで図や表などを使い原因と結果の関係を紹介している。後に続く資料はそのための説明や証明データである。このことを知るなら、不良対策に当たり、分厚い報告書と長い説明は「ご本人が原因と結果の関係を掴んでいないため、まわりに説明しながら意見や解析の切り口を得るために活動する形態」と見るべきである。事実、ご利用願うと解るが、ワン・ペーパー表現と共に、5W 法の解析を願うと、原因除去がかなり早いスピードで進む。このため、この種の対策に悩む方々には、是非お勧めしたい内容として、ここに解析内容を例示した。

（5）デザイン・イン対策

デザイン・イン対策の有用性は下に例を示す通りである。

デザイン･イン対策の有用性

【各社で得てきた内容】
① 事前検討により、未来に発生する問題に対し、関係者協力の上、先験的に手が打てる。
② 残余の問題（発生時点対策）についても、心構えや準備ができるので、いざ、という時に、関係者の総合力発揮に効果的
② 情報共有化の結果、新製品立ち上げ時の準備に有効

事前検討により問題回避を図る有用性は、不良を出してから大騒ぎして火事に似た火消しや、謝罪劇を行う状況ににている。かつて、NASAでKT法を研究する中で、この手法の開発者、ケプナー、トレゴー両氏が調査の結果、その道の権威者が3名×2時間の検討で将来問題の85%が対策可能な例を示したが、次の図に示した、筆者解析事例と、期せずして、その内容が一致している。

一般に、事前検討と、未検討でトラブルを起こし、火消し対策する場合の工数は前者/後者：1/20とされるがいかに、事前検討が大切かがわかる。だが、注意すべきは、①上下関係といった制約を外す。②協力会社を含めて、発言する内容を権力で押さえつけない。③出席者は少数精鋭、十分な情報と評価能力を持つ方々の参画を前提とすることは言うまでも無い。

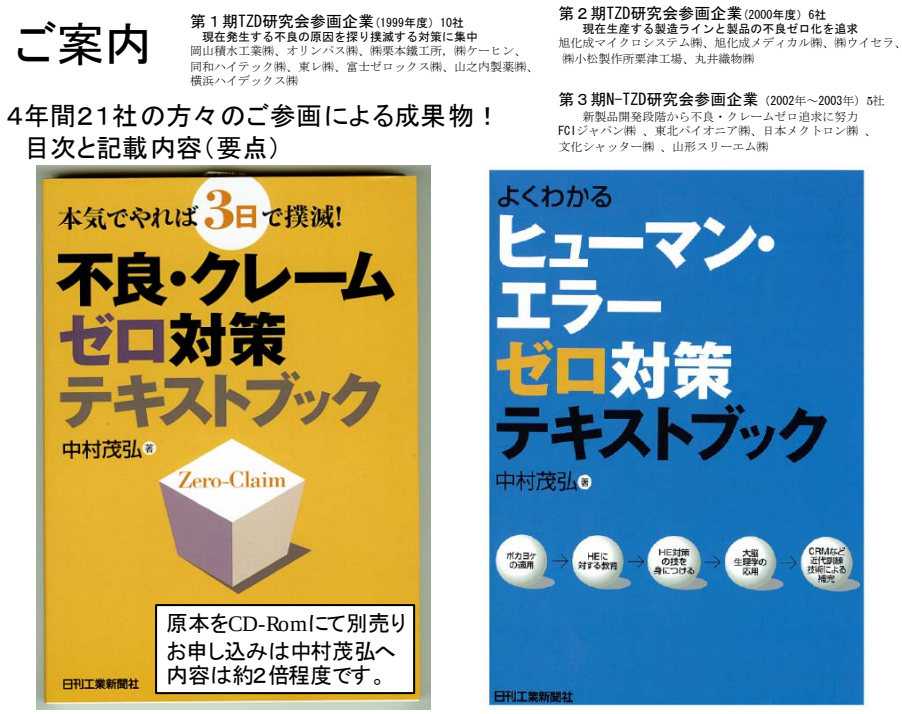
2006年に新経団連会長に就任されたキヤノンの御手洗氏がデジカメの国内回帰の成果を評して、「開発と生産がバラバラにある状況ではシナジー（相乗）効果が得られない」とテレビで話されていた。また、この成果創出の要点を「キヤノンの収益を支える主力製品のひとつであるデジカメは、販売から2ヶ月で値崩れする環境にあって、デザイン・インにより、12ヶ月、5年前の納期の2/3にした戦略により、収益確保はもとより、高品質、設計ミスで生じていたコストの減も200億円低減した」という内容だった。この例を見ても、新製品開発～製造～販売期間の短縮の効果の大きさが判る。

「新製品開発段階で検討モレの内容が製造現場で製品立ち上げをする際に発生する不良要因の 85%を占める」とされるが、この状態を IE 的に見るならば、「火事が起きる事態を知りながら放置するより、事前対策が事後対策の工数の 1/20 以上になる」当然、このことから、「火事を起こしてから火消しに努力とい

う対処より、事前検討策を採るべき」となる。なお、この種の事前検討を効率良く進める対策については、N－TZD（新製品開発段階からの不良ゼロ対策）研究会でつめた内容の一部が URL で公開しているので、この種の対策が必要な方は、是非、この研究内容のご利用をお願いしたい。要は、「備えあれば憂いなし」の実践である。

URL: http://www.qcd.jp/corporateActivity.html

なお、ここまで記載した内容については、下記の書をご参考願うことにしたい（TZD 研究会報告内容の大半を記載した書です）。



６－３　ケガ・ゼロ対策へ向けた IE 活用法

「安全第一」は工場活動の基本である。このため、多少ともこの危険がある企業では工場管理の重点と定め、各種の体制と管理組織～教育の徹底に努力してきた。そこで、これに加える形で、ケガ・ゼロ対策に対し、IE という局面から極めて基本的な内容を整理することにする。

（1）物理現象とケガの発生

ケガをした方に、「ケガをなぜ起こしたか？」と問うと、「あわてたから」「ついうっかり」など多くの要因を聞く。当然、前提は人間的な要素が問題となる。だが、物理現象的に見ると、**図 6-27** のように「エネルギーとの接触」が直接的な原因である。従って、まず、最初に着手すべきは「人間的な局面の前段にケガを起こさない仕組みと環境づくりを進めるべき」となる。つぎに行うべきことは、作業標準を基としたケガをしない手順の励行と指差し確認など、「注意 1 秒、ケガ一生」を実践したケガ発生防止対策となる。

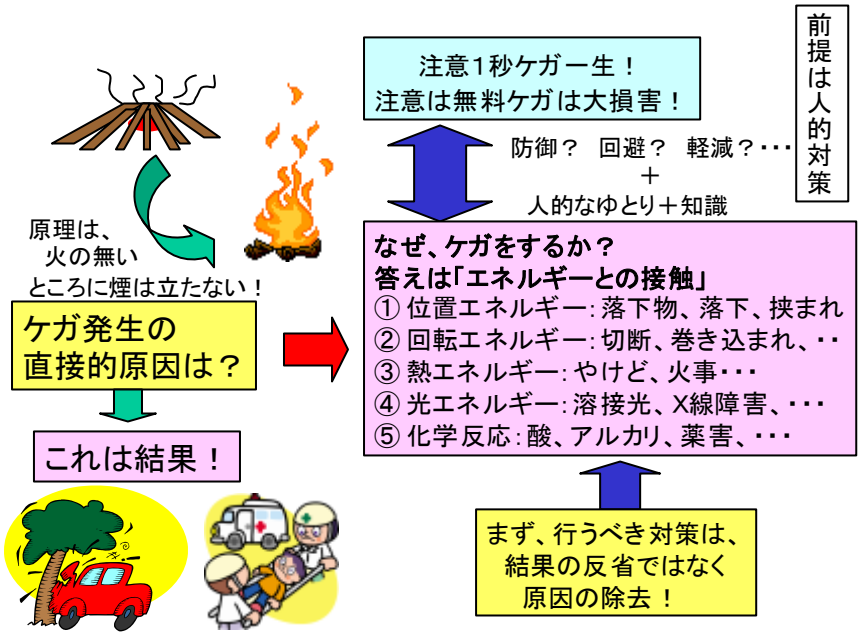


図6-27　ケガ発生の理由

このような対策で最後に残る事項は人間的側面であり、この要件は不良発生も共通する課題である。そこで、本書では、ヒューマン・エラー対策ステップという形で問題と対策を整理することにする。

筆者が重大災害を目前にしたのは、学生時代、工作室でフライスを使う下級

生の事故だった。大学の工作室には旋盤やフライスなどの機械が多数あり、安全教育を受けた後、加工方法を教えられ技量がある程度になった段階で機械を一人で操作する許可が下りるという管理体制で運営されていた。筆者も、このような状況で2年ほど経過し、私の研究室の下級生に旋盤作業を教えている時、突然に大きな聞き慣れない音がした。異常音である。後ろを振り向くと、筆者とは全く関係ないが、私の下級生の同僚が地面にうずくまり、地面とフライス盤は血だらけだった。あわてて「大丈夫か？」と聞き、同時に救急車の手配となった。中指を中心に3本の指第2間接までを失った事故に遭遇した。その時、その方は気丈だった。だが、もはや失ったものは戻らず、後で大きな悔やみと共に、人生の進路変更に至ったことを、つい最近になって知った。「昔話ですが覚えていますか？」と下級生が語ってくれた話にあった。正に注意一秒だが、この時、「フライス盤には布の使用禁止」という看板が目前にあった。フライスの歯は 6,000 回転ほどだったと記憶する。彼が加工表面をきれいにしようとして布を出した手が引き込まれた事故であり、初歩的なミスである。当然、彼にも教育はなされていた。しかし、魔がさしたと言えばそうなるが、図 6-28 の一番上に示した違反行為がこの重大災害を招いたわけだった。幸い、それ以降、筆者のまわりではこれ程大きな災害に遭ったことはない。

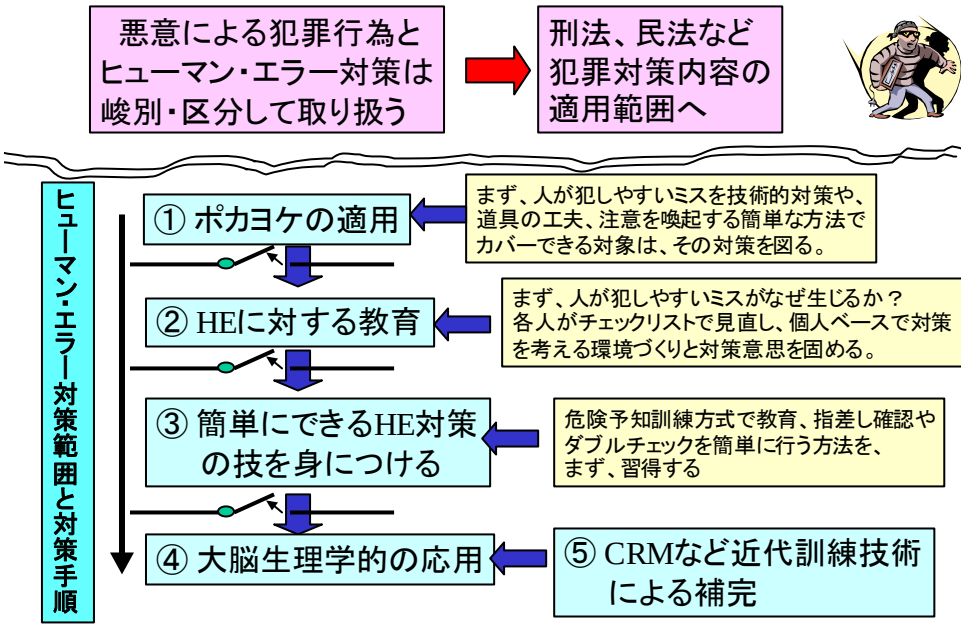


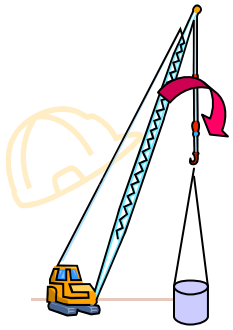
図6-28 ヒューマン・エラー発生と対策ステップ

筆者は、優秀な仲間との出会いに加え、いつも、この話を関係者にしてきたことが多少とも関与しているように思う。この例も含め、安全対策に当たっては、ケガ・ゼロの手順に入る前に、この種不正行為ともいうべき手順を除去す

べきである。産業界を見ていると、プロと称する方々が仕事を進めている状況で信じられないような大きな災害を見る例がある。では、その種の例を下に示すことにする。読者の皆様には『他山の石解析』の見方で、違反行為の抽出をお願いしたい。

この事故は一例だが、その後も、大風や突風が関係しない現場でも時々発生している。他山の石解析の要点はつぎのようになる。①他社の事例だが「なぜこのような事故が起きるか？」という原因分析力の有無があるか否かをテストする。②気がつかない要因が、似た状況で発生すれば、その危険にさらされる確率が高まる。従って、事故後の解析はテレビ・ニュースや新聞などの解析を参考にしてチェックすることで、『危険を見抜く能力』のチェックに役立つ。さらに、③もし、業種が違っても類似の仕事がある職場がある場合、チェックリストの記載要件を見直す。具体的にその種の用件が、いつ、どのように作業に入る前にチェックされ、問題回避になっているか？を調べる。さらには、KYT（危険予知訓練）を行って、完全に問題を発生させない条件整備を行うことがケガ防止につながる。安全対策研修を受けると、必ず「危険は隠れて牙を研ぎながら登場を待っている。・・・」という内容を学ぶ。1:29 のハインリッヒの原則の活用に対する注意である。では、このような考えに立ち、以下に示したケースに対し、出来るだけ多くの視点から問題の要因の列挙をお願いしたい。

設問　　クレーン横転事故の解析



09年4月14日午前11時44分、東京都千代田区麹町4丁目マンションの新築工事現場で、太平洋基礎所有のクレーンで地中に埋められたパイプ6トン長さ2mを吊り上げ移動する際、加重に耐えられず道路側に倒れた。その結果、6人に被害（クレーンオペレーターと歩行者は重体）、クレーンは片側3車線をふさぐ形で倒れた。クレーンアームはトラックの運転席に倒れ3人が閉じこめられたケガをした。もし、急停止が遅ければ、死亡事故となっていた、という状況だった。

このクレーンと吊り方の制限は、10m以内に対象物を置くとワイヤー2本で13トンが吊り上げ可能、1月13日の点検では問題無い状況だった。対象物は10.5トン、4月18日の警視庁捜査1課は距離が14mと、距離適正を超す状況を伝えた。なお、このクレーンはケーシングという吊り上げ対象物から、約20m離れたところで掘削工事を応援、その後、2m弱近づいただけで、対象物であるケーシングの吊り上げに入っていた事実を公表した。

ケガ・ゼロ（再発ゼロを含む）の立場から、この事件を参考に、考えられる問題と対策を挙げて下さい。

記入欄

人によっては、事故を見ると他人事、「1:29 なので自分には災害は訪れない」と考える方がいる。だが、現場で実務に当たる者は、「200％の注意をした方が

助かる」いう教えを知って実践すべきである。このような考えに立ち、では、前ページの解析内容を進めることにするが、結果は図 6-29 のようになる。

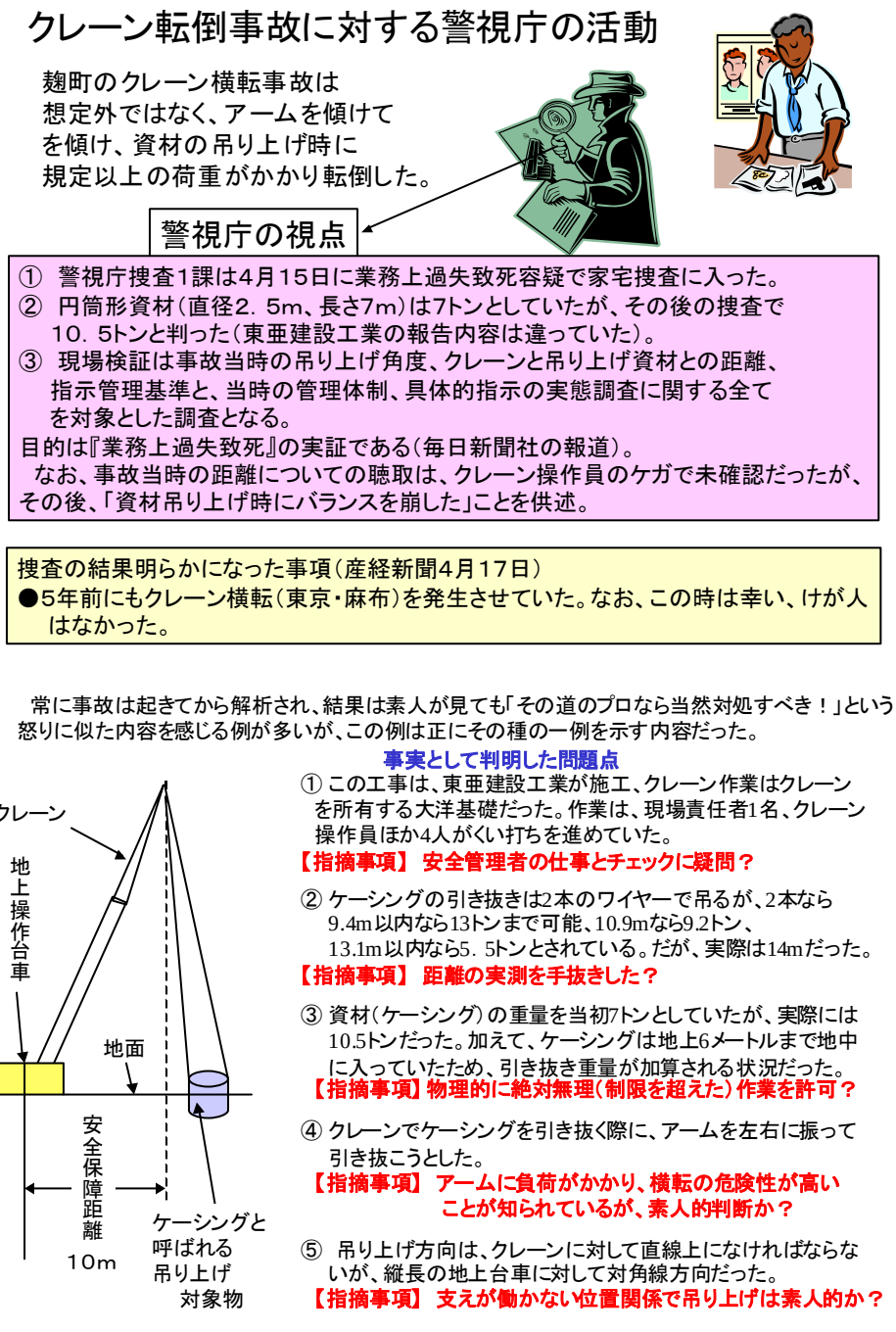


図6-29　クレーン横転事故の解析例

この解析は一例だが、要は、①犯罪に近いような物理的な条件を犯すと必ず牙を研いだ悪魔が登場する。また、②リスクは気づいて対処するのと、本人の

勝手な判断で、「大丈夫」としてしまう取り組みとは大きく異なる。③リスクは発生した時、初めて、その重大性が判る。従って、この事象を予見して手を打つという対策が安全管理の基本となる。この解析で、読者の皆様は、更に、先に示した「注意一秒ケガ一生」という注意と、危険を感知しないで仕事をすることの恐ろしさとムダを再認識されたのではないだろうか？当然、この種の用件はヒューマン・エラー対策というケガ・ゼロの技術手段の教育・訓練に入る前にチェックすべき要件である。「慣れが危険を目隠しする」という言がある。**図 6-30** を見れば判るが、飲酒運転に見られるように、確かに、「自分は大丈夫、これくらいは見逃される」という方がいる。この種の方々は常に「手抜き」や「近道行動」を取るため、やがて大ケガに至る。要は「手順の中に不良（欠陥）がある不正行為の繰り返しは、悪魔が常に発生を待つ状態で、やがて重大事故になる！」というわけだが、残念ながら、これは『自然の理』である。

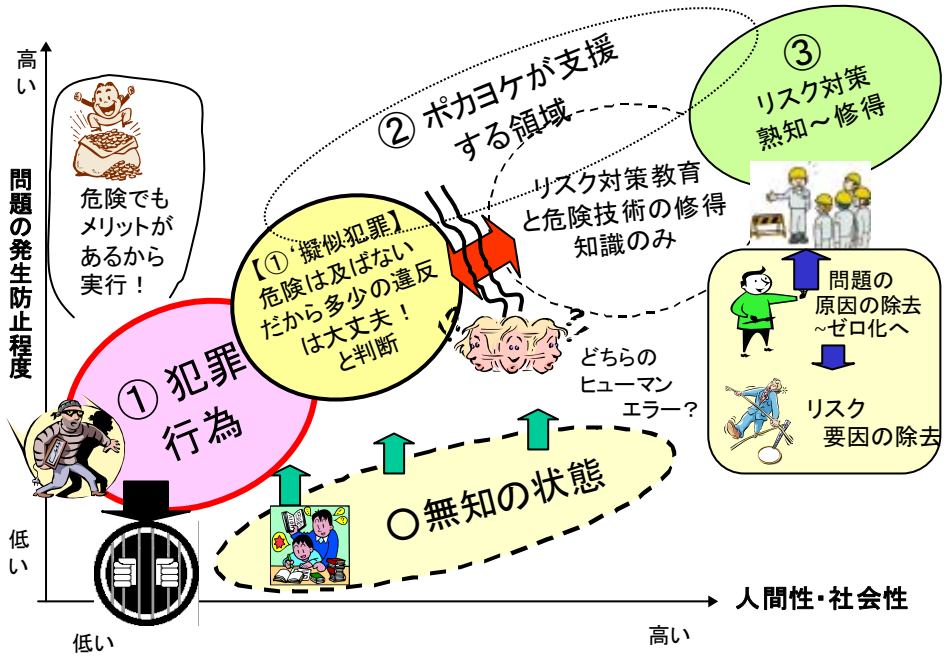


図6-30 ヒューマンエラーと犯罪の区分

（2）安全コスト

人のケガを金額に換算することには多くの難がある。その理由は金額換算が出来ない内容が多いからである。たとえば、①本人が人生で失う取り返しのつかない内容。②職場の仲間や、ケガをされた家族が被る物理的弊害や精神的損害、さらには、③事故対策に伴う企業活動などである。だが、ケガを事例に、判る範囲でコスト的内容を示すことは、あえて、事故の重大性を精神的な局面

をよりクローズアップさせる作用がある。そこで、以下、この種の研究例を**表6-3**に例示させていただくことにする。

表6-3　建設現場に関する労働災害損失金計測例

高木元也（独立衛生総合研究所）「これからの建設現場の安全を考える」第3回労働災害損失額の計測
2009．1．1　No.223　論文より原文のまま

区分	災害程度	事例1：死亡	事例2：休業59日 休業40日、2名
直接的損失	労災保険額	元請189万円	元請17万円
	会社規定補償額	2次下請2，400万円（補償費）	2次下請11万円（休業補償等）
	訴訟関係費	元請2，350万円、2次下請1，850万円（示談金）	ー 工事の中断1日
	その他	2次下請45万円（遅延損失）	2次下請1万円（通信交通費）
間接的損失	被災者稼得能力喪失	2次下請3，654万円	2次下請118万円
	工事関係者の追加作業など	元請158万円 2次下請178万円 （作業手待ち等）	元請20万円（調査記録等） 2次下請14万円（救援等）
	営業損失	ー	2次下請1億円（失注）
合　計		1億933万円	1億189万円
事故の内容		橋梁河川改修工事中にｸﾚｰﾝでｾｯﾄしたｸﾘｱｰﾊﾟｲﾗｰ5tが転倒被災者1名が死亡	水道配管工事の隅だし中ﾋｭｰﾑ管が転がり両足を挟まれ1名が骨折、1名は第5指骨折

労働法に定められた労働災害保証金関連事項

出典：フリー百科事典『ウィキペディア（Wikipedia）』より

使用者(雇用者・雇い主)のみが負担する労働保険料により運営される。
・保険料＝賃金総額×保険料率
※保険料率　事業の種類により0.45%～11.8%。但し、事業所での事故率により保険料率が増減する、「メリット制」がある。
保険料率の高いものには、次のような事業が挙げられる。
・水力発電施設、ずい道等新設事業:11.8%
・金属鉱業、非金属鉱業、（石灰石鉱業又はドロマイト鉱業を除く。）又は石炭鉱業:8.7%
・採石業：7.0%　・林業:6.0%　・石灰石鉱業又はドロマイト鉱業:4.6%　・漁業:4.1～4.0%
労働災害発生の可能性が高いとされる、いわゆる「3K」（きつい・危険・汚い）業種の保険料率が高くなっている。

業務災害に関する保険給付として
1. 療養補償給付
2. 休業補償給付
3. 障害補償給付
4. 遺族補償給付
5. 葬祭料
6. 傷病補償年金
7. 介護補償給付 があり、

それとパラレルに通勤災害に関する保険給付として
1. 療養給付
2. 休業給付
3. 障害給付
4. 遺族給付
5. 葬祭給付
6. 傷病年金
7. 介護給付

【企業内の影響の例】
① けが人の仕事が空きになる。生産へ影響
② まわりの人に迷惑をかける
③ 本人の痛み、指や足の切断の場合、再生は困難、復旧にリハビリが必要
④ 職場の士気低下、企業の評判低下
⑤ 対策会議や安全監督関連の監査など
⑥ 安全教育の実施やPR活動などの推進
⑦ その他、……

注意1秒怪我一生という言がある

この解析を見てわかるが、「精神的、ケガをされたり死亡されたりした内容は取り返せないわけだが、当面の事故処理という一時的な処置にも、膨大なコス

ト、関連する部署や関係者が費やす時間が発生している！」ということがわかる。特に、事故がなければ何も無い状況と比較する必要がある。要は、ケガ発生と未然防止との比較だが、この比較でわかることは、「当然、ケガ発生をさせない予防策がケガを出してからの対策に勝る」という内容となる。

（3）ケガ（重大事故）発生の要因の解析

ヒューマン・エラー対策については、不良ゼロ対策を中心に、既刊書；筆者著「ヒューマン・エラーゼロ対策テキストブック」日刊工業新聞社に詳説したが、ヒューマン・エラー対策用件は全く同じである。そこで、以下、図 6-28 を頼りに、このステップを安全対策に利用する方法を紹介することにする。なお、一般論を述べても意味が無い。そこで、読者の皆様には、まず、**東部・伊勢崎線の人身事故の状況**を演習問題の形態で紹介～解析願うことにする。ご検討を願う視点は、人が担当する仕事に「管理ポイントが余りにも多かった問題」という視点にご注目願いたい。

【人身事故事例の紹介】

では、事故の状況を**図 6-30** に示し、事故に至る背景などを紹介することにする。

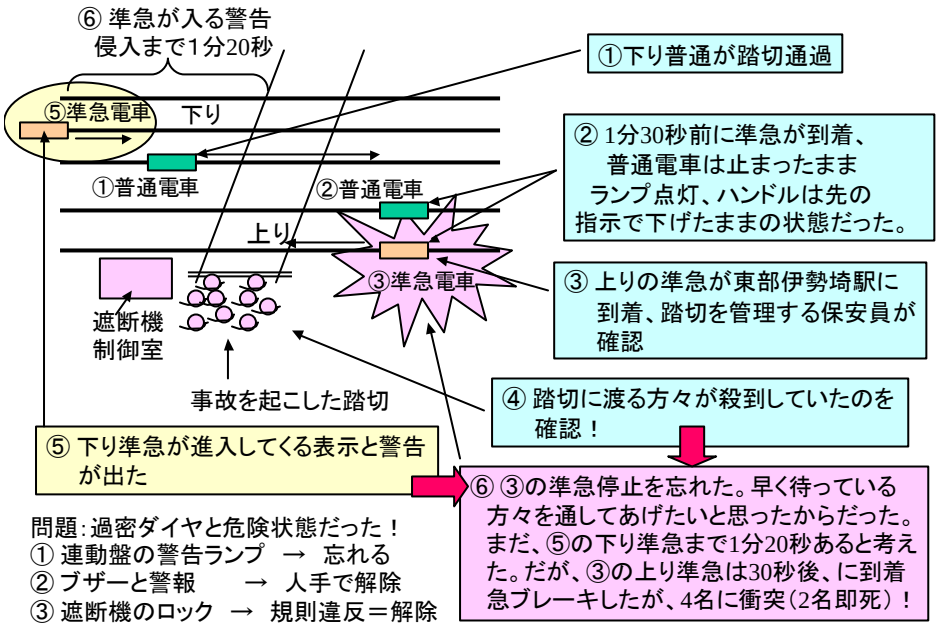


図6-30　東部踏切事故の状況（2005年3月15日16:50）

この事故は東部鉄道伊勢崎・竹の塚駅付近の踏切で、2005 年 3 月 15 日 16:50 に起きた事故だった。そこには、悲惨な事故の背景に「なぜ電車が通過するのになぜ踏切が開いたのか？」という疑問がある。では、このような事故に至る経過を解説することにする。

この事件の一部に K 保安員（踏切操作員）の違反があったことが報告された。

操作室にポカヨケはあった。だが、違反行為という形で使用されてなかった。従って、事故は「K 保安員の違反行為」とされた。だが、事故発生のメカニズムと事故に至る環境が、必ずしも、個人の責任にだけに集約できる状況ではなった。このため、結局、この対策には、多大な投資を要した立体交差というポカヨケ対策としては最良の策が実施された。なお、当時の日本国内には、まだ同じような踏切が 59 箇所もあり、平成に入り 4 件もの人身事故が起きていた。この内容は、本件とは関係ない。だが、筆者としては、変なことに税金のムダづかいをするより、同種対策に早く向けていただくことを願うわけである。では、話を戻し、事件の要点を解説することにする。

事故現場では、事故に至る前から、手動式の遮断機で踏切の上下を行い、各種ポカヨケの装備と共に、2 名の踏切員に任されていた。この状態で、18 年勤務の K 保安員が担当していた中で事故は発生した。状況は、図 6-30 に示す手順の中で、「準急列車が踏切に進行しているのを忘れた！」という人為ミスが発端と報道された。すなわち、事故に至る状況は、図に示す手順の⑤下り準急が踏切へ進入する警告の前、④の踏切に人が殺到していた状況を見た時、③の上り準急が踏切へ 30 秒で到着することを忘れ、「下り準急到着まで、あと、1 分 20 秒あれば、待っている方々を通すことができる！」という判断ミスを引き起こしたことが原因だった。なお、上り準急の運転手は踏切の開閉に気づき、急ブレーキをかけた。だが、残念にも 4 名がはね飛ばされてしまった（2 名死亡、2 名が重傷)。また、もし、もう少し踏切が早く開いていた場合、その後に続く 15 名もこの惨事に巻き込まれるという状況だった。あえて言うなら、これでも、事故に遭わなかった方にとっては「不幸中の幸いだった」という内容だった。

では、この職場の作業環境や事故の要因となった背景や問題とされる事項を解説することにする。なお、K 保安員は過去にも、同種事故を起こしそうな状況があった。だが、必ずしも、K 保安員だけを責められない事情がここにあったので、その理由を、以下、順次箇条書きにまとめたので、ご覧を願いたい。

【保安員の操作手順とポカヨケなどの状況】

① ランプ点灯により列車が踏切内に入る状況を保安員に連絡する（単なる注意式のポカヨケだった）表示灯を用いた踏切操作がなされてきた。
② 保安員は、必ず、ランプ点灯を指差確認しながら、ハンドルを下げて、踏切をしめる方式を踏襲してきた。
③ ハンドルが下がると自動的にロックがかかり、保安員が解放しない限り開かない仕組みだった（これは強制式ポカヨケだったがロック解除した)。

【違反行為の実状】

① 列車が踏切に入る連動盤と呼ばれるパネルで状態をランプ表示する。
② ランプがつくと警報機が鳴るようになっている。

③ 遮断機のロックを解除しない限り、踏切は開けられない仕組みである。

【違反に対する監督と対策の状況】

① 事故を起こしたK保安員は、過去、事故を起こしかねない状況で作業したことがあり、注意を受けていた。

② だが、その後も、時間があると判断される時、K保安員は踏切を開けて踏み切りを待つ人を通していた。また、駅長はこの事実を知りながら対策してなかった（黙認、この種の作業は常道化していた）。

③ 立体交差のような高架化対策は300億円を要する。なお、IT利用による高度踏切制御システムでも安全な踏切開閉制御がある程度可能だが、この種の対策は行う計画になってなかった。

以上のような状況で事故は発生したわけだった。なお、事故防止の最終関門である遮断機のロック解除は禁止事項に定められているのに、K保安員が、なぜ、ロック解除に至ったか？について、その内容をもう少し解説する必要がある。「事故が起きたら責任問題にする」という解析だけでは、この事故の発生メカニズムはつかめず、原因の除去が出来ないからである。そのことを知っていただくためには、過去10年間、この仕事をしていた保安員の手記を用い、この職場の不安全極まりない実状を整理する必要がある。

① この職場は3交代2人一組だが、この事故に似たヒヤリ、ハットに相当する事態は何度か経験してきた。自分もあやうく踏切をあげるロック解除ボタンに手を伸ばしそうになり、ヒヤットしたこと何度もあった。

② 踏切を開閉する操作室に対し、時に、待つ方々が大声で怒鳴る、石を投げてガラスを割るということが度々あった。また、踏切を待つ対策の改善を労働組合に言い、会社側に改善や、少なくとも、お詫びの放送などを申し入れてきたが、それに対しては何も応えも対策も返ってきたことがなかった。

③ 1時間に3分程度の踏切開閉で、人が渡るのを見て、いつも渡り切れるか否か心配だった。担当保安員は、渡り終わるとほっとする状況で、1日の仕事が終わるとぐったりと疲れる毎日だった。事故を見て、もしかしたら、自分も同じ事故を起こしていたかも知れない。「今時、人手でこのような目と耳にたよるだけの危険で原始的な作業を、なぜ残しておくのだろうか？」と、いつも思って仕事していた。

では、この事故の解析をお願いしたい。

記入欄

【解析例】

東部・伊勢佐木線の事故は図 6-28 のポカヨケの段階～ヒューマン・エラー対策の教育を行う前に必要な『安全確保のための前提条件』に関する内容を解析することにする。この企業では、既に危険域：ハザードが高い状況に対して、会社側、労働組合とも問題を放置していた点が挙げられる。すなわち、踏み切りを開け閉めする仕事と安全管理を、すべて K 保安員に仕事を丸投げしていた点である。しかも、過去、関係者から来る苦情処理も放置、改善も安全上の注意も指導も行ってこなかった点を挙げることができる。本来、この種の事件は『不作為』という管理責任も関与する。だが、裁判員制度が無い時代の判決だったためか？不思議なことに、「管理責任を問うだけの証拠固めができなかった」ということで、管理者達は無罪となった。だが、JR・西日本の事件を見れば、この種の安全管理に対して管理責任が重大なことは明白である。裁判の判定についてここで論ずるつもりは無い。だが、事故防止の視点、まず、作業環境の実態から、問題の要点を IE の工程を追う形で整理することにする。

まず、この種の危険域では、管理側の関係者が「ポカヨケをつければ安全である」ということだけで物事を考えるべきではない。このような踏切を残し、使ってきた事情は不明だが、特に、このケースの場合、事前に、危険を予知した対策と共に、次に示すような対策を早急に取るべきだったことが反省される。

(1) OHASA に当たる、労働安全衛生面からの規定の遵守、徹底を運用基準とすべきだった。特に、現場丸投げの形でなく、管理責任者が、この種の違反行為が起きない対策の整備と運用を図るべきだった。当然、ここには、監査システムを運用し、違反防止だけでなく、改善すべき課題の明確化と共に、安全確保のための継続的改善を進めるべき内容だったことが惜しまれる（その後の判決では、K 保安員だけが罪に問われたが、常識的、国際規格の適用を考えるなら、当然、この事故は管理者の責務不履行となるはずである。だが、このための物証がなく、判決では「証拠不十分？」という理由で管理責任は問われなかった）。

(2) 踏切事故につながる開閉の状況は、当然、そのリスクが残存する場合、IT・通信システムを併用して、運転する列車側に知らせるポカヨケ装置の装備が必要となる。また、この種の方式が運用されていれば、運転手側でも異常を早期に察知し、列車をストップさせ、この事故に至らなかった可能性を高めたと考えられる。

(3) この事故の対策は、最終的に、立体交差になった。人身事故が起きてから対策する方式ではなく、ここまでの内容を見て判る、「高いリスクを含む環境を持つ職場は、計画的にリスク軽減のための手を打っておくべき」ことが悔やまれる。

以上、ここまでに解説した内容と対策が、この事件から学ぶ点であるが、工場生産においても、ポカヨケを適用する際、ポカヨケ自体の妥当性と、その運営の詳細までを決めて運用すべき点にある。特に、この例では、問題発生可能性が高い状態だったことが以前から明白だった。要は「猫の首に誰かが鈴をつける対策」に相当するという対策に具体的な手を打っていなかった点が大きな問題点である。この種のテーマは、企業トップが問題を先送りするのではなく、具体的な安全責任者を決め、予算をつけて物事を進めない限り、問題解決は図れない。単に、従業員や管理者が多ければ安全が保たれるものではない。この現象を図 6-31 のリンゲルマン効果が示しているが、いわゆる『もたれ合い』という現象である。だが、物理現象として現出するケガや死亡事故対策には、この種の効果を認めるのではなく、個々の要件に責任を定めた対策が必要になる。

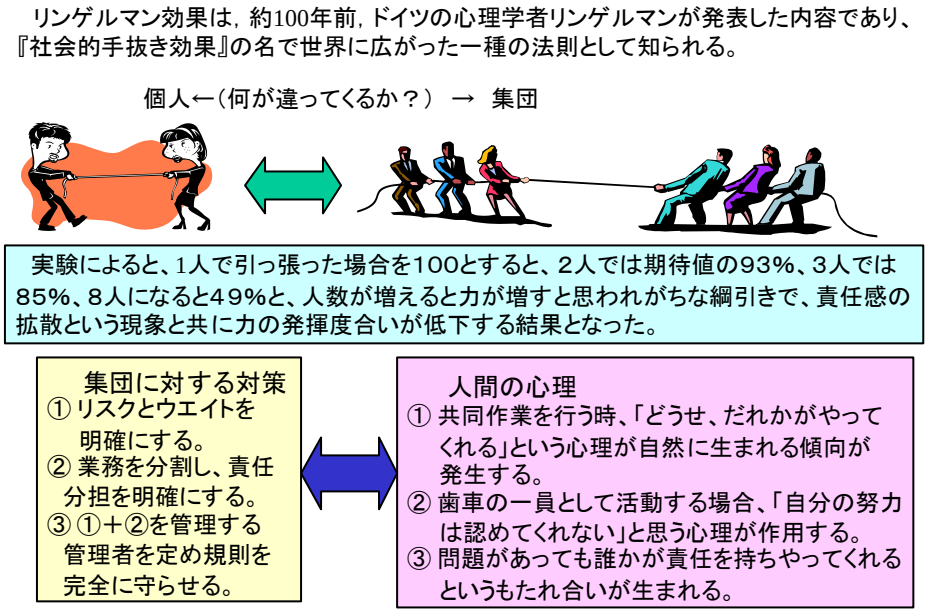


図6-31　リンゲルマン効果

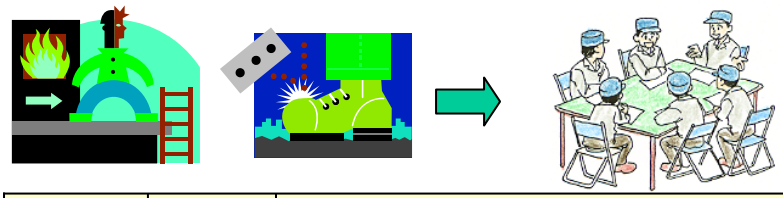
また、安全ではエラー・セーフというポカヨケをつければ、人は安全が確保されると考える方がいる。だが、このことに関する疑問を解析した実験結果と学説に我々は注意を払うべきである。この注意を促しているのは『リスク・ホメオスタシス説』である。これは、1982 年交通心理学者ジェラルド・ワイルド博士が提唱した学説である。内容は「人はリスクの目標を個々に持って判断している。従って安全対策を進めリスクが減ると、人はよりリスキーな行動に変化させるため、長期的には、その安全対策は無効になる」という注意である。この説の検証はミュンヘンでタクシーの会社で ABS（アンチ・ロック・ブレー

キ）が登場した時の報告に基づく。注意点は、「ABS 搭載のタクシーと搭載しないタクシー・ドライバーの行動の差を調査した結果は ABS 搭載車に乗る時の方が走行スピードは速く、車間距離も短く事故が多かった」という事実であり、ワイルド博士は「人が関与する仕事においては、各種ハード的な安全対策も大切だが、リスクの目標基準を引き上げ、心理面の対策による動機付けと訓練の対策にも重点をおくべき」としている。この内容は、先に解説したように、「ハインリッヒの原則では 1:29 でヒヤットが事故になって現れるが、自分には 29、運が悪い方だけが事故に遭う」という考え方ではなく、「200%の注意をした方が助かる」という思想を安全の解析には適用すべき対策を示唆している。また、このような意味見合いから、現場関係者には、KYT を含めた図 6-28 の③以降の「安全対策の技を身につける」という対策が、必要になる。

（4）KYT の活用の技術

安全対策を行う企業で KYT（危険予知訓練）は常識的な内容であり、安全点検と共に危険防止の重要な活動ツールのひとつとなっている。このため、本書では既に図 6-16 で設備 KYT を紹介したが、この手法は、本来、人のケガ防止を目的とした対策であり、実務面への応用展開となる。そこで、以下、再度、簡単に KYT について解説し、その利用技術という局面から、その実務的な内容を解説することにする。ちなみに、KYT の要点は**図 6-32** となる。

【中央労働災害協会が示す内容】
1，危険に対する感受性を鋭くする。
2，集中力を高める（不注意を防ぐ）。
3，問題解決力を高める。
4，実践力を高める。
5，職場風土づくり（危険予知へ参画を高める）



ステップ	項　目	実　施　事　項
第1ラウンド	現状把握	どんな危険がどこに潜んでいるか？
第2ラウンド	本質追究	これが危険のポイントだ（リスクの明確化とウエイトづけ）
第3ラウンド	対策樹立	あなたならどうする（実行可能案の創出）
第4ラウンド	目標設定	私たちはこうする（実施内容の明確化～実務展開へ）

図6-32　危険予知訓練：KYTの狙い

KYT は、図や写真、ビデオなどで社内にあるような類似の仕事を見て、危険が潜む内容を発掘し、これを実務に生かす対策である。事実、この種の書やビ

デオ､DVD や教育は中央労働災害協会が多くの内容を発行されている｡従って、本書では KYT の詳細な進め方については、この種の情報をご利用願うとして、ここでは、その運用（応用）面に限り解説することにする。

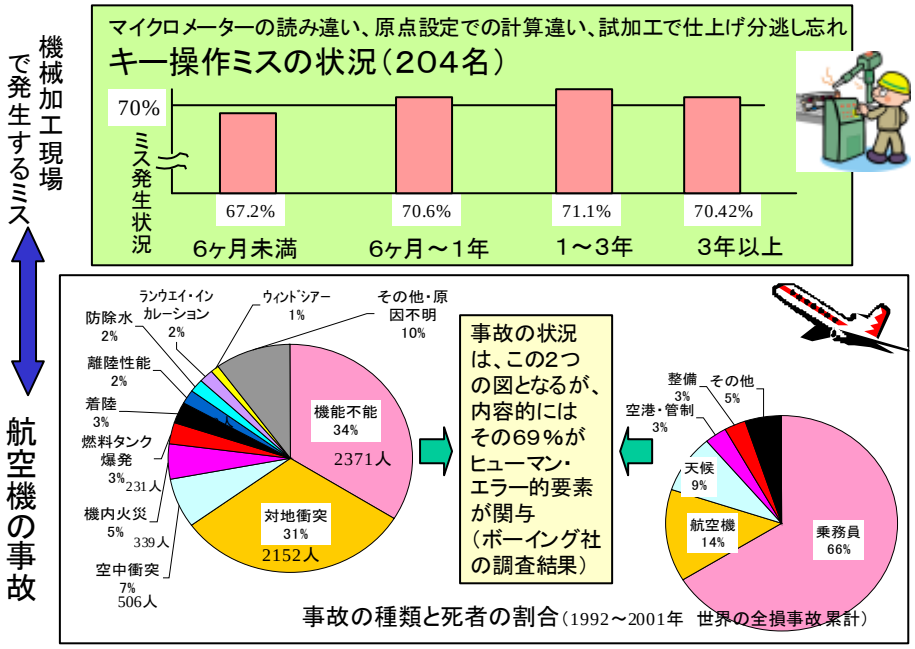


図6-33　異なる分野における人的ミス発生状況の比較（例）

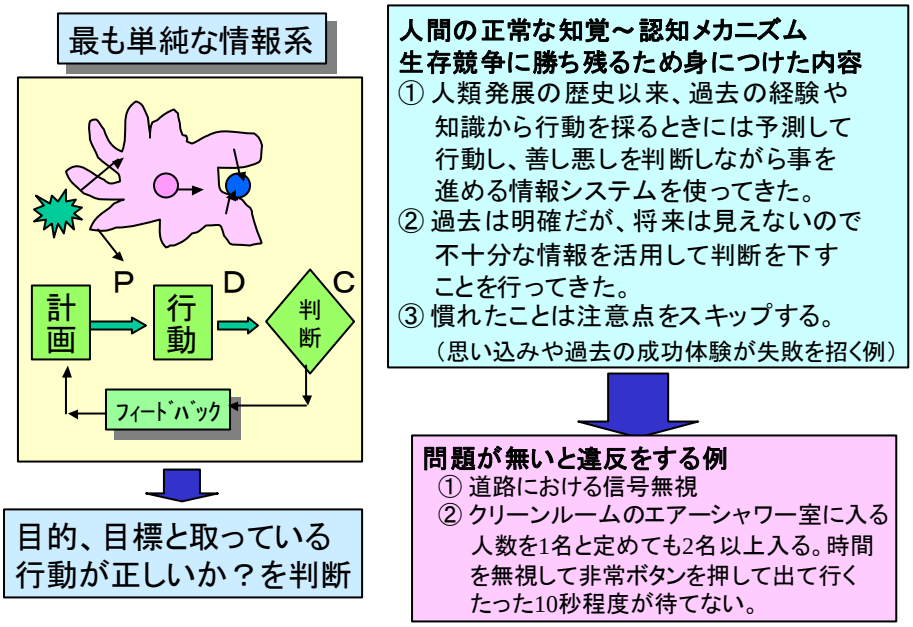


図6-34　人間を含めた生物の行動パタン

人が誤りを犯す事象はベテランと素人の差、仕事の違いによる差がほとんど無いことが調査されている。**図 6-33** はその種の事例を示したものだが、加工設備を使う仕事でマイクロメータの読み違え不良を解析すると、その 70%がヒュ

ーマン・エラーだが、航空機事故の調査も同じような値となっている。要は、「どのように自動化を進めても、最後に人が扱う機器などの扱いは人にゆだねられるという状況である。従って、教育と訓練が必要である」という調査結果である。なお、**図 6-34** に示したように、人は必ず大脳を使い予測して活動する。このことが、ミスを呼び、ケガを生じる要因になるわけだが、「ケガが起きる危険域はハザード MAP と共に明確にしておくべき」となる。**図 6-35** は、ある装置産業の取り組みである。ここでは、過去、発生したケガに対して再発防止の手を打つ対策を進め、それなりに成果は得てきたがゼロ化には至らない状況だった。そこで、OHSAS（ISO18001）にもあるように、KYT 訓練の後、危険域を工場レイアウト上にハザードの形で表現していった。要は、「問題が出てから再発防止策を練るより、最初から問題を発生させないように危険作業と領域を抽出して KYT を利用して危険域の撲滅を図る」という展開に切り替えたわけだが、この取り組みの変化で、グラフに見る通り大きな成果を得た。すなわち、ハインリッヒの法則を証明するかのようにケガ・ゼロを維持した事例を作ったからである。この種の取り組みを成功させてきた企業は多い。筆者も米国最近の時、米国ではデュポンの STOP システムが有名だったため、米国企業で導入した。なお、この取り組みは KYT の実践であり、デュポンでは、この時までに 20 年近くケガ・ゼロを維持していたからだった。このように、KYT は、単に研修の場で成績をあげる対策や、単に、知識として教養的に内容を頭脳に蓄積するだけでなく、リスク評価を、実践の場である現場で活用する対策技術を高めることがケガ・ゼロ実現の要点である。

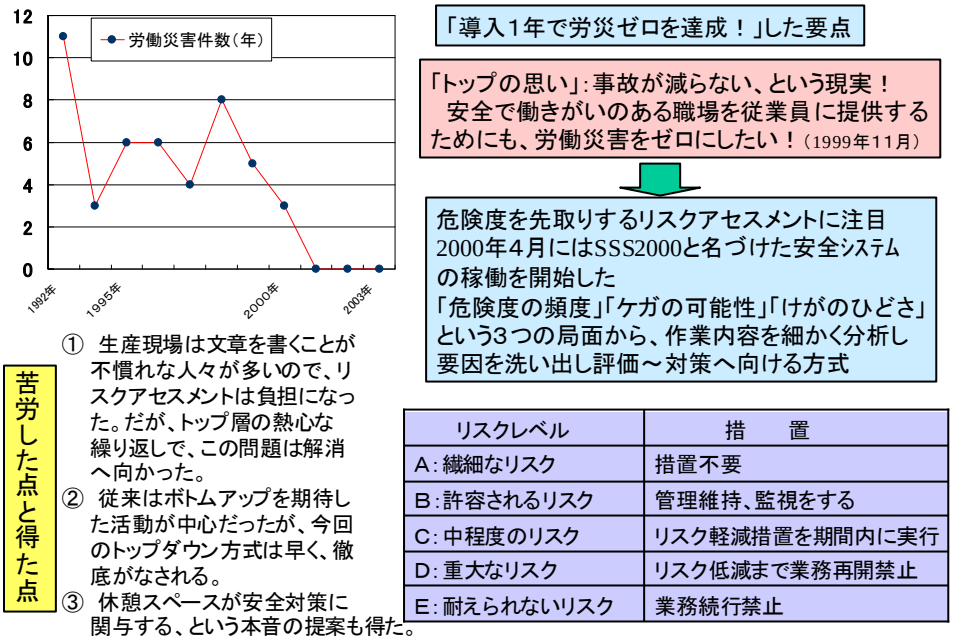


図6-35　S社によるKYT応用実践例

ケガを発生させない現場環境を企業側が整備すると、つぎの KYT 対策は個人の訓練の段階となる。安全の基本は『指差し確認』がその基本技だが、指差し確認の実行は問題発生を 1/6 化させる効果がある（下記 URL で紹介されている。URL:http://www.standby-go.com/sikaku/kytt.htm）。

では、この種の基本技術を安全面で先端を行く航空業界で実施し、資格試験にもなっている CRM（Crew Resource Management）を参考に紹介することにする。CRM の誕生と危険情報の収集に関する内容は**図 6-36** となるが、内容としては KYT と全く似た内容で危険に対する予知～回避技術の習得状況を判別して行く方式である。CRM の特徴的な運用点は、①試験官がシミュレーターランダムを使って出すトラブルに対して、パイロットが確実に安全回避活動を実施できるか否かを試験する。②どのようなベテランであっても、試験が不合格になった場合、地上勤務となる、という厳しさにある。ここでは、③副操縦士と共に、時には問題回避マニュアルを取り出し、指差し確認＋音声確認＋ダブルチェックという基本技を問題発生の時に実施できるか？という実践力の可否を試験の項目としている試験内容を、我々は注目すべきである。

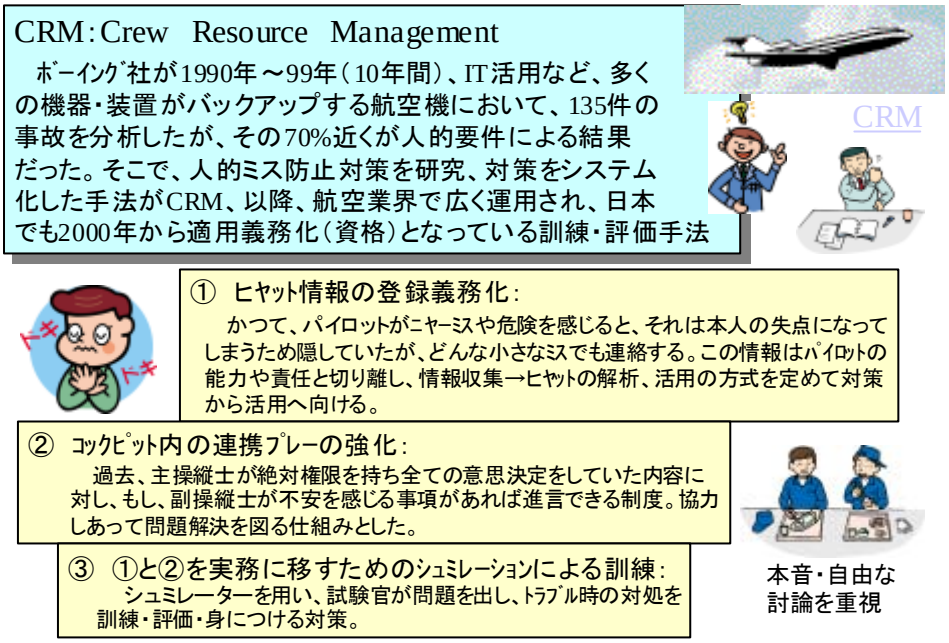


図6-36　CRMを利用した徹底安全訓練対策の進め方

要は、リスク対策技術を単なる知識としてではなく、完全に実践可能な技術ということで身についているか否か？について毎年 1 回は、義務として評価する点である。航空機の事故は大量死亡事故になる。従って、機長の体調が思わしく無い時は、申告して航空機の運航を代わるといった要件を含め、安全管理に注力している。CRM では、この「身につけて現場でリスク対策を実践する力

量を持つという訓練と対策」が基本事項となっている。そこで、製造現場における転用がテーマとなるが、各社で実践の場合、「KYT 実践力は個人にゆだねられた技術」という局面で資格化するなどして、この要件を利用した職場の安全強化を願う方式をお勧めしたい。

（5）IE による時間・ゆとり視点

安全対策の詳細は多くの著書が示す通りである。また、学問的にも、**図 6-37** が示すように、多くの切り口がある。だが、この種の内容は専門著書が多数出ているので、ここでは、安全の基本となる「安全確認が完全に行うための“ゆとり”時間の確保」という局面から、個々人がケガを防止する要件を整理することにする。

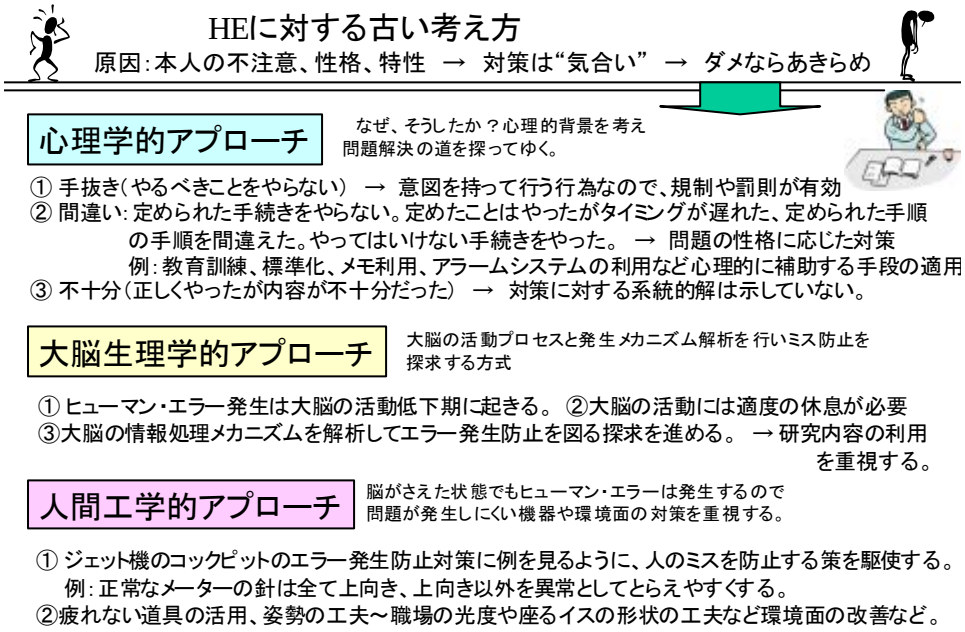


図6-37　3つの学問体系によるヒューマン・エラー解析

ここで、“ゆとり”の対策を取り上げる理由は、①ケガをした経験者が「再度確認すればよかった」「ついあわてて」「知ってはいたが、・・」という例が多いからである。要は、「時間的な余裕があれば、確認して問題発生までには至らなかった」という内容である。また、②余裕があれば、事前検討やチェックを十分に行えるため、大脳に再度、注意すべき内容の確認が確実になる。さらに、③正味＋ゆとりは標準時間設定の基本要素であり、正確な仕事の分析でムダ排除を図り、まず、仕事の前に安全確認を確実に行ってから仕事に入るという対策も進む。この対策は IE 手法活用対象だが、この効果は、次ページの**図 6-38**

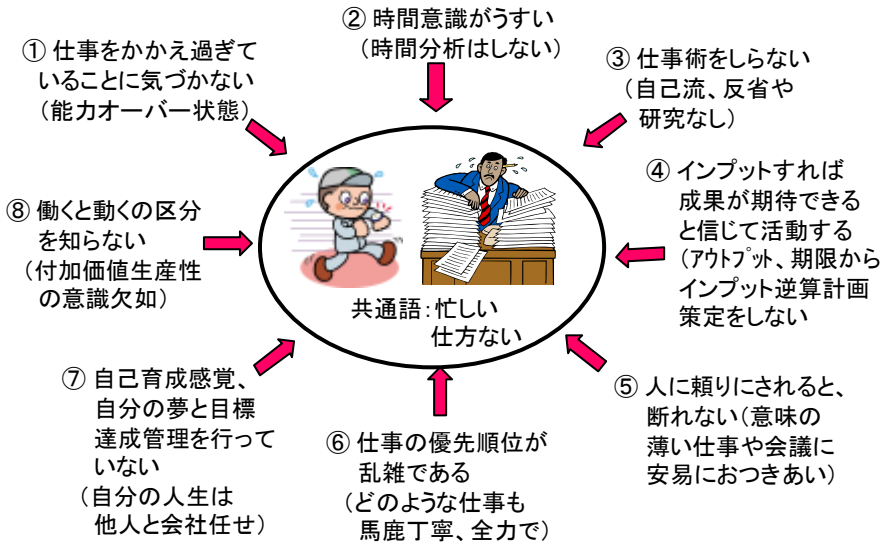
が示すように、問題を抱えて悩む状況から疲れの防止まで、多くの問題の解決に役立つ（なお、個人的な問題を抱えて悩む事象や、体調不良、寝不足や二日酔いなどは、現場管理の問題として仕事に就く前段に対処すべき現場管理上の問題として対処をお願いしたい）。

図6-38　大脳生理学に基づくヒューマン・エラー発生要件

表6-4　人が活動するフェーズとエラー発生状況

フェーズ	各フェーズの解説	表面化する状況や問題の例
Ⅰ	疲労が激しい時、単調な状態で意識がぼける現象が起きやすい状況。	①目の前の信号を見落とす。②面倒である！という感情で点検や確認をやらない。③目前の用件に結果を考えずに手を出す（場面行動）。④感情的になり乱暴に振る舞う。⑤早々仕事を打ち切る
Ⅱ	家でリラックスしている状態や休息時の状況。思考などのソフトウエアは働くが前頭葉のソフトウエアは休眠した状態。	①予測機能が休止のため、予測しなければならない事項に注意を働かさず、見逃す。②確認するまでもないと信じて、チェックを怠る。③読み違い、早合点、早のみこみをする。④前にも経験があると考えて行動する。⑤割り込み用件に気を集中し、やるべきことをしない。など、反射的に手を出す。近道反応をするまで。
Ⅲ	明快な意識、つまり前頭葉が活発に働き、積極的に行動をしている状況である。従って、ミスは1,000,000回に1回以下の状況。	①時間の切迫、状況の急変があると即断する内容に迷いが出ることがある。②一方の問題や注意点に集中した結果、他の対象に注意が行き届かないことがある。③作業の課題が複雑だとチェックや判断を誤る
Ⅳ	緊急事態ですくんでしまう状況。大脳がパニック状態になる。大脳のエネルギー水準は高いのだが、過度の緊張や情動による興奮が関係し目前の事態だけに集中するに留まる。	①目前の出来事にびっくりしてただ見つめるだけ。 ②課題緊張のためあらぬ判断や行動をとる。指示されたことや訓練して身につけたこと全てを忘れる。 ③怒りや恐怖のため、日頃は取るであろう冷静な行動とは全くかけ離れた行動をとる。 ④パニック状態に陥り無意味な行動をとる。

このような事情があると、仕事に集中できないため、事故につながる確率が増すためである)。要は、前ページの**表 6-4** に記載したように、作業環境と個人の作業条件を大脳生理学によるフェーズⅢ、すなわち、集中して誤りを少なくする大脳活動環境を具体化させることが要点となる。



仕事は3年で半減、残業ゼロ、2割のゆとりを狙うと良い

図6-39　毎日、仕事に追われる人の特性

表6-5　日常生活で習慣づけるCRM項目

考えるクセ、習慣づける活動の例

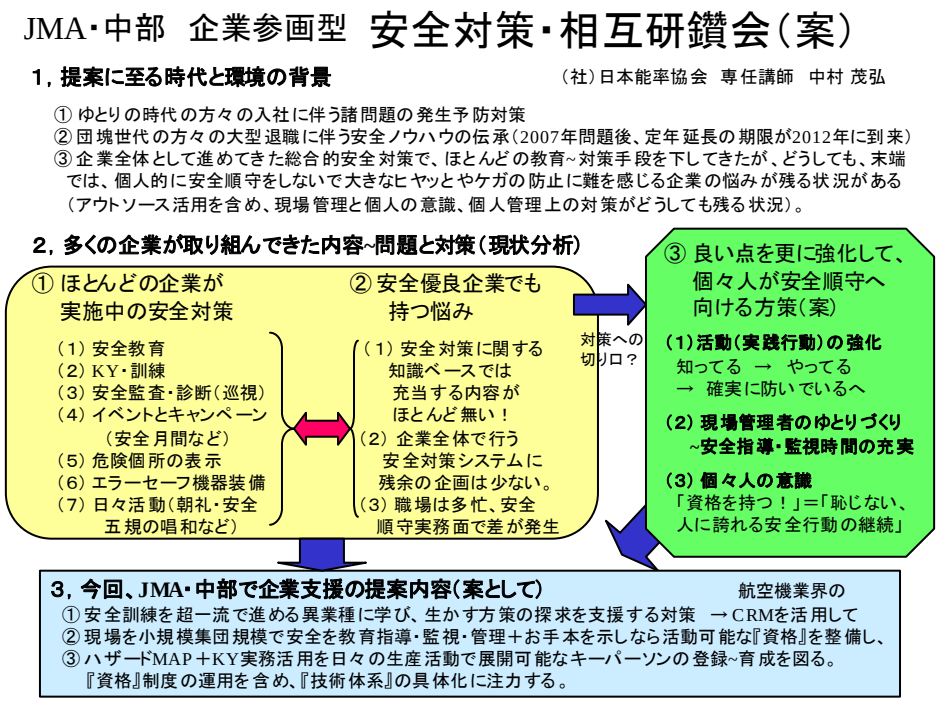
No.	項　　目　　の　　例	チェック
1	たばこや携帯電話をかけながら運転しない	
2	交差点で赤なら、車が見えなくても渡らない	
3	信号が赤から青に変わったときも、必ず左右確認する	
4	いくら寒いときでもポケットに手を入れて歩かない	
5	外出の時、必ず、火の元や施錠、持って行くものを指さし確認する	
6	忘れやすいことや人との約束は必ずメモをとる	
7	ヒューマン・エラーを発生しやすい自分のクセをつかみ、対策をつくり、実施して失敗を減らす努力を日頃から行う	

西鉄バスの実験　芳賀繁著「うっかりミスはなぜ起きる」中央労災より
有責事故を2回以上起こした運転手さん45人を15人ずつの小集団に分けて自由討論を4時間、その後、三隅先生（外部指導者）が紙を配り「明日から自分は安全運転のためにこういうことを注意してみたいと思ったことを、この紙に書いてくれませんか？皆様が書いたものを私が集めたりしません。皆様が自分に誓う言葉を書けばいいのです。お書きになったら今晩一晩だけは免許証の中にはさんでおいて下さい。明朝くずかごに捨ててもかまいません。」➡ 事故は1／5となった
要は2：6：2の原則の存在と、自覚！

また、このためには、仕事に“ゆとり”を確保する必要がクローズアップすることになるが、この対策は、安全対策だけでなく、仕事の効率向上や改善活性化、働く意欲向上といった面でも重要な対策のひとつである。このため、対策が必要な作業に対しては、先に示した『仕事の改善（IE 活用）、特に、工程分析～時計観測による標準時間設定を、再度見直し、ご利用願いたい。また、同時に、**表 6-5** の個人的な KYT 対策と共に IE の活用でケガ・ゼロ生産をお願いしたい。

【参考事項】　ヒューマン・エラー対策を安全対策に生かす取り組み

現在、筆者達は、JMA の品質対策で進めてきたヒューマン・エラー対策を、安全対策に生かす取り組みを異業種交流の形で『安全対策技術』ということで体系化の模索を開始した。その要点は、膨大な知識と情報を知る内容は各社にお任せして、①企業全体の管理から小規模集団管理で安全管理の完全対策を目指す。②知識を実践するため、『安全対策実践技術』を CRM に似た形で『安全運用資格』へ向ける（ガイドラインを提唱）。③ハザード MAP で危険域を明確化させ、危険点のリスクを大幅に削減する対策（リスクを管理下に置く）を技術改善とともに進めるという対策である。下に示した内容は検討中の内容だが、各社でこの種の内容を高め、完全なる作業安全の確保につなげていただくことを願う次第です。



安全対策・相互研鑽会の活動（案・含む特徴）

1，目的と特徴とすべき事項

OHSASを含め、安全対策は、既に多くの活動や機関などによる教育や資料が十分過ぎるほど整っているという歴史も内容も充当された分野である。個々人に至るまで、実務面で安全の重要性（認識）と実践レベルをあげるためには、各社が持つ知見を結集、異分野の超一流の対策を参考に、下記内容を抽出~強化を図る必要が高いと考え、今回の安全対策を提言~異業種参画による活動へ向けることを願う次第です（優良、数社との検討内容を参考に、下記の内容を整理しました）。

2，安全対策の要点

教育・訓練はすでに充実

本音で語るべき！

実際には、各社にアンケートが必要

課題：抜けなく、安全防止技術知見を個々人が実務で、日々、展開する対策

【行動様式】	【管理方式】
知っている	① 大集団 → 小規模集団管理 統制
↓	
確実にやっている	② 効果＝O:安全／I:有効な活動
↓	
確実に防いでいる（仲間を含め）	③ P－D－Cマネジメント（より高度な安全目標の達成）

3，現場管理者が図る安全徹底有効策（案）

① 多忙ではできない → 超・時間活用術の投入が必要
② 大人数管理は不可能 → 管理の分散化が必要
小集団程度のリーダー分散管理
③ 単なる教育・刺激策 → 資格制度と活用が必要
では、沈滞する （但し、毎年更新、事故で剥奪）

4，活動の活発度を促す『安全対策資格』の項目（例）

① 安全基準＋指差確認（呼称）活用力
② 現場実務の場におけるKY駆使力
③ 朝礼など日々訓話による確認・刺激力
④ ハザードMAP準備・安全巡視（診断）力
⑤ 安全作業お手本作成・指導徹底力
（作業時の不安全発生時の注意~是正対策を含む）
⑥ 安全表示・ポカヨケ対策力

安全対策に対する資格制度の必要性（案）

思想：「知っていて行わざるは、知らざるに同じ。学んで、効果と意義を知り、行う意思を示し、行わざるは、知らざるより劣る！」

1，資格取得の意義と有効性について

① 個人で安全知識~現場活用レベルが十分と思っているレベルと、第三者が客観的に認める資格とは実情が異なる。
② 有資格者は、他人の目を常に意識する。逆に、違反行為は反発を受ける。
③ 資格を維持することで、常に、レベルをチェックし、勉強する行動を促す。

2，『安全指導・管理資格』の性格について

① 内容設定の判断基準
(1) 小集団グループで活用可能な範囲と内容とする。
(2) 実務に使える項目にしぼる
（資料作成を重視する内容は除外し、訓練~実際に製造現場で実施確認可能な内容に限定する）
(3) 技術手段を中心に内容を設定する。
② 参考事例：航空機の資格訓練にあるCRMをモデルとする（防火隊の競技資格も参考に）
③ 取得は免許制とし、期限、職場変更で更新する。
（更新は定期的な資格試験、違反や事故発生で剥奪する）

2， 資格設定の例（試案として）

例：朝礼安全訓話
3分以内、要点のみ伝え、伝達程度を確認することを前提とする。

【レベル1】 安全の話ができる（安全五則の要点などの解説程度）
【レベル2】 安全確保に対する注意点ややるべき事項を身近な事例を使い、具体的に説明できる。
【レベル3】 安全対策やKYの要点を相手に伝え、相手の言葉で話をさせて、守る活動へ持ち込む
【レベル4】 相手に安全対策上のテーマを与えておき、現場・現物で認められる内容へ進む対処を語らせる
【レベル5】 レベル4に加える形で、今度は、相手の方が、周りの者に伝え指導する（教育・指導・監査）する行動が起きる環境を湧き出すようにする。

６－４　環境問題ゼロ化対策へ向けた IE 活用法

（１）　地球環境問題

現在、地球温暖化の影響を示す事象が各地で発生しているが、個人的にも、この影響を強く感じる時代である。だが、この種の問題が起きる危険性に対する警告は、**図 6-40** に示したように、既に 1970 年代にローマークラブ（MIT）による研究結果を著書「成長の限界」で報告してきた。だが、残念ながら、人類は、この問題を結果的に先送りしたため、その後、「限界を超えて」という著書と共に、既に地球環境上、多くの問題が発生している事例と共に、最終対策とも言うべきリサイクル対策を始めとした処方箋が出された。なお、この頃から地球環境問題が現実化した。このため、現在は地球環境問題を配慮しない物づくりはありえない状況になった（CSR（企業の社会的責任）の重要項目に位置づけられ、エコ配慮～対策抜きの生産活動は無いという時代である）。

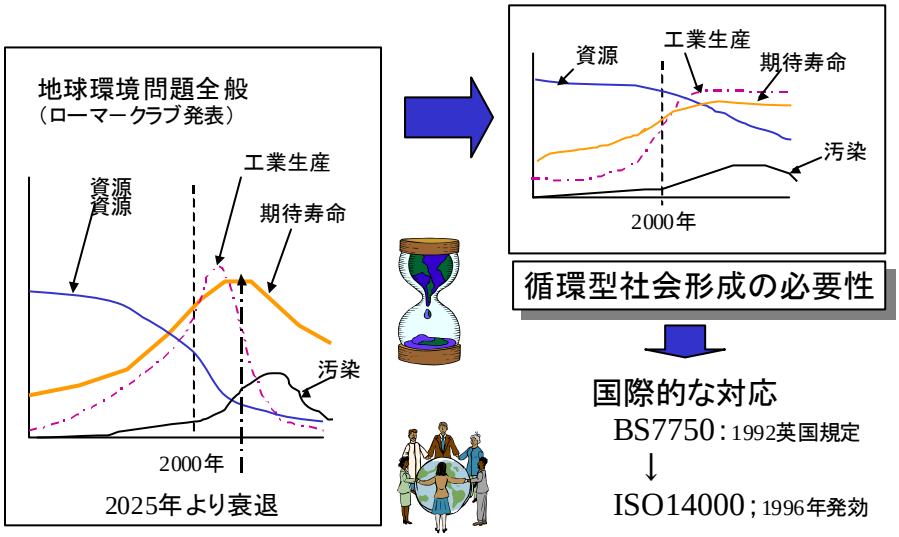


図6-40 「成長の限界」が示す地球環境問題

我々がエコ対策に高い問題意識を持つべきことは当然だが、加えて、ここには IE 手法を活用すべき領域が多い。そこで、以下、筆者達が取り組んできた内容を紹介することにする。

先述のように、筆者達は 1993 年頃から特許・リサイクル対策研究会をつくり、多くの企業関係者のご参画を得て、物づくりの立場からエコ対策に貢献する各種対策を進めてきた。この活動内容と特許調査は、**図 6-41** の上の図に示した製造・販売、サービスと、工場へ使用済み品を受けるトータル的な内容の対策と

共に、すでに URL：qcd.jp に紹介しているが、ここでは、特に、工場における エコ対策（改善）に関する対策を紹介することにする。

図6-41　環境側面と環境影響の見方

なお、その前に、環境問題について強い問題意識を持っていただくため、地球環境問題に関する要件を例示することにする。

日本で最初に地球環境問題が大きく取り上げたのは 1970 頃の公害問題だった。当時、企業が廃棄した液や廃棄物が影響したわけだが、代表的な例は、6 価クロム、有機水銀や、カドミュウム汚染問題だった。また、この種の問題は公害裁判で企業側が既に敗訴となった。この内容をご記憶の方は多いと考える。このように人体に直接的に被害を及ぼす内容をインパクト（衝撃）と言うが、地球環境問題はこのような直接的な影響だけとは限らない。企業のモノづくりのプロセスを通した生産活動、製品、サービスから生じるもの環境側面（アスペクト）が複雑にからみあった結果、環境影響として現出する例も大きい。そこで、上述の内容に加える形で 1990 年代には、ISO140001 が規定化され、マネジメント・システムという形で、この環境側面の問題を含め、地球環境に影響が出ない仕組みづくり（エコ対策）を国際的に規定化する形で、多くの企業や組織や関係者の参画を得る努力が図られてきた。この時点で『かけがえない地球』という言葉が生まれたわけだが、「人がどう地球に価値を置くか？」が検討され、以下に示す利用価値と非利用価値が提示された（CREAR 誌 2007 年 3 月号による分析)。

① 利用価値（利用することの価値とされる内容）
- (1) 直接的利用価値：直接的に人類の経済活動において利用されるため、市場で取引される対象、食料、木材、鉱物など、いわゆる「資源」
- (2) 間接的利用価値：それ自体は直接的に取引されることはないが、間接的に人間にとって利益となる創出、あるいは、指示する対象、森林による治水や無水資源、観光資源など。
- (3) オプション価値：現在は調節的にも、間接的にも利用していないが、将来、利用する可能性があるという価値、生物の遺伝子資源として潜在的利用や、自然地域を将来観光などに利用する可能性を持つもの

② 非利用価値（直接的な利用と係わらない価値）
- (1) 遺産価値：自分では利用しないし、利用する可能性はないが、将来後世のために残す価値を感じる対象
- (2) 存在価値：自分や他のだれかが利用することによって感じる価値ではなく、そのものや、状況が存在していること自体に価値があると認められる対象。野生動物や秘境あるいは、文化遺産や伝統など

この利用価値の定義がなされてから、一つの事件があった。これから紹介する事例は 2010 年に起きたメキシコ湾の海底油田からの原油掘削事故ほどではない。だが、地球環境影響が具体的な形で現実化した事件だった（なお、この事故の環境影響は、オバマ大統領の活動にも影響を与えた事件であり、今後の海底油田開発にも大きな影響を与え、掘削を低減する活動にもつながった事件である。だが、現段階では地球環境問題への影響は未知数なため、ここではこ

の記述記載を省略させていただき、小規模ながら、しかし、大きな影響を及ぼした過去の似事件を、“環境影響の事例というここで紹介させていただくこととした)。では、米国・1989 年 3 月 24 日米国アラスカで起きたにエクソン社バルディース号の油流事故の状況を簡単に紹介させていただくことにする。

この事件は、原油 13 万バレル中、27 万バレルが海上に流出した事件であり、生態系への影響が大きく 10 億ドルの支払い要求がなされた。その理由は、この事件では 350 マイルもの海上汚染となり、ニシンや鮭などの魚類を含む生態系に被害を及ぼした結果、その対策に 5.5 ヶ月の間、多くの人々が 4 年もの歳月を費やし、汚染洗浄がなされた、という事象が発生したためだった。

以上、石油の海洋流出という直接に地球環境に影響を与える例を紹介した。だが、地球環境への影響は直接に影響を及ぼすものばかりではない。環境側面という内容がある。そこで、つぎに、製造現場の活動に直接関与する事項を例示し、地球環境問題との関連を明確にしてゆくことにする。

生産現場における問題の例として、例えば、不良問題を挙げることができる。不良をつくったことで、ムダなエネルギーや残業で追加生産するといった事象が発生する。だが、この「日常的な内容！」と思いがちな事象が、実はCO_2を地球環境へ多く放出する～燃やすゴミの増加がCO_2の増加となり、やがて地球環境対策に影響を与える。このように、物づくりの現場で行うムダ排除が、やがて直接的に地球環境問題への影響となる例は工場生産活動の中には残存している。確かに、このような環境側面は、先の石油が海洋流出した事故と比較して、直接的に地球環境への影響が目にとらえにくいかも知れない。だが、地球環境問題に対しては、確実に悪影響を与える要件のひとつである。

では、過去、このような見方から、ここまで解説した要件に加える形で対策が必要な対象として、IE を駆使した解析が各所で行われてきた歴史を紹介することにする。その代表的な解析法は LCA（Life Cycle Analysis）である。この解析は工場における生産活動過程（プロセス）の分析からお客様が製品購入をされて使用する際の影響、さらには、廃棄に至る地球環境の影響をトータル的にとらえる工程分析の応用である。例として、ガソリン・エンジンを使用する自動車などは、車の製造も然ることながら、その後、「自動車使用時の排気ガスが及ぼす地球環境への影響の方が 100 倍以上も大きな値になる」。このような分析結果が紹介された結果、2010 年を元年に、自然や夜間電力を使用して安価にモーター駆動による EV（電気自動車）の利用を求める高まりが強くなった。筆者も地球で活動する一員であるということで、コンバート・カーと言われる対象だが、微力ながら、使用済みの商用小型車を EV 化する取り組みを両毛地区の方々と共に進めている。日本には、現在 760 万台の車が運行しているが、新車 EV での置き換えでは地球環境への影響軽減対策には間に合わない。また、

一般に、地方で通勤や仕事に乗る距離は 50km 以下である。そうなると、この種の対策は地球環境改善の大きな一助となるはずである。加えて、両毛地区は赤城おろしという風が吹くが、この種の自然エネルギーの利用は有効なため、EV の一部電力補充を風力発電でカバーする策が考えられる。このため、風力発電を利用した発電を EV に利用する策を、地域限定ネットで（小規模ベース）で行う策を模索中である。以上、筆者達の努力は、地球温暖化対策に対しては、確かに小さな取り組みである。だが、この種の活動の広がりを願い努力している（もし、このような対策にご興味をお持ちの方は、次の URL をご参考願えれば幸いです（URL：qcd.jp「両毛プロジェクト」に紹介)。

では、ここまでに記載した内容を基に、企業と個人がどのような活動をとるべきか？という一般的な課題対策内容に入ることにする。この要件については、既に、その行動方針を経済産業省は、下記、3R 対策として提唱してきたが、読者の皆様には、問題発掘～改善テーマ発掘にご利用願えれば幸いである。

1R：“Reduce”地球環境に影響を与える生産や製品、サービスを無くし、他の方法で同じ機能を果たす改善と対策や、省エネルギー対策や長寿命化対策など。

2R：“Re-Use”使用済み品の再利用に関する改善や対策。

3R：“Recycle”使用済み剤を材料に戻して繰り返し使用へ向け、廃棄を極小化する。

なお、地球環境問題は法が関係する対象も多い。そこで、簡単にその種の内容も例示させていただくことにする。

① 環境基本法：環境保全の基本理念、責務、各種方策と、対策の結果得る内容を明示

② アセスメント：環境影響に及ぼすメカニズムを通して、禁止事項等の明示と対処に関する内容を示唆した内容を紹介。製造現場でも分析～監視が必要な要件が多い。

③ 特定工場における公害防止組織の整備に関する法律（経済産業省が提示）

④ 大気汚染防止法、水質汚濁防止法、農用地の土壌汚染に関する法律、悪臭防止法、騒音規制法、振動規制法、化学物質の審査及び製造等に関する法律、など。

：この種の法は通常の生産、並びに、事故や火災など、異常時において、現場管理者が何をどのように定め、問題発生防止と共に、異常時に問題の軽減をいかに図るかをマニュアル化～教育・訓練し、責任者を決め、対処することが求められる。

⑤ 廃棄物の処理及び清掃に関する法律、家電リサイクル法、容器包装リサイクル法、建設リサイクル法、食品リサイクル法など（全て略称で法の内容を記

載した）

：この種の法への実務的な対処は、使用済み材の分別回収が対象になる例が多い。製造現場では、「分ければ資源」という内容を概念と分別回収～リサイクル（資源として再利用へ向ける対策への従業員の活動が重要になる）

⑥ 労働安全衛生法：OHSAS の内容と一部ダブルが、従業員も地球環境に住む一員である。ケガ・ゼロを含め、放射・X 線、化学物質を中心に、塵肺やアスベスト、発ガン物質などによる被爆の原因除去がこのテーマとなるため、制度や管理、監視などが必要になる職場がある。

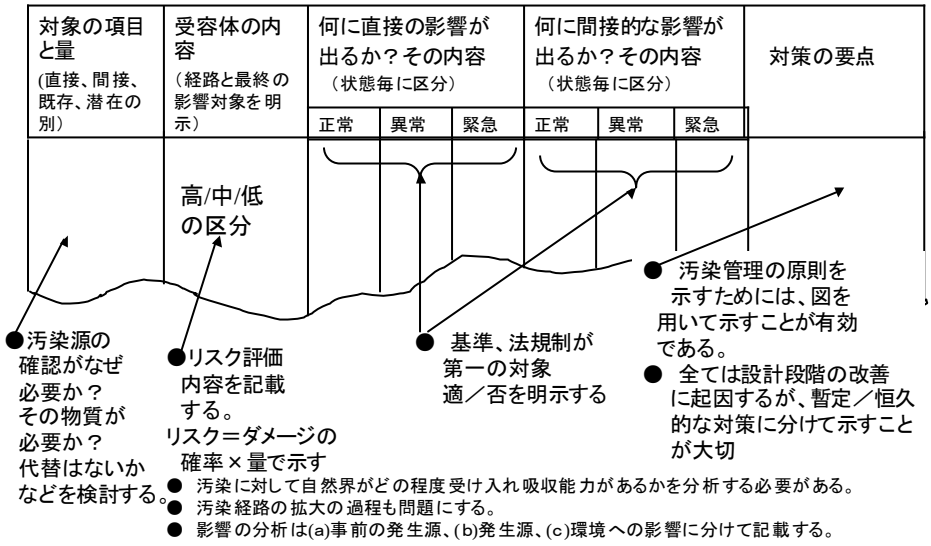
⑦ 資源の有効な利用の促進に関する法律（３R 対策)、エネルギー使用の合理化に関する法律：製造現場における創意工夫による３R 対策と省資源・省エネルギー対策

⑧ その他：グリーン調達法など(例：鉛入り半田使用部品の購入禁止など)

（2）環境アセスメント

地球環境への影響を具体的に把握～理解（現状分析を）するためには、**表 6-6** に示された、『環境アセスメント分析』が必要になるが、環境アセスメントは IE アプローチそのものである。表をご覧いただくと判る通り、この表の作成には、必ず、工程分析が必要となる。

表6-6 環境影響(アセスメント)分析様式の例



また、先に不良ゼロ対策で解説したように、現場、現物、現象の確認と計測も必要となり、その種の事実分析とデータが無ければ、環境影響を具体的な把握

は不可能である。また、この表を用いて、詳細に実態（事実）が解析されると、つぎは、改善への着手が必要な段階に入る対策となる。

では、製造現場を例に、具体的にこの表を用いた活用方法について解説を加えることにする。製造現場で活動される方に対しては、卑近な例として、まず、工場で使用している材料や副資材、エネルギー・・・作業する際に用いる、小は、ウエスなど全ての材料と廃棄される生成物、ガスなどを対象物として列挙する。このような実態把握の後、先に記載した汚染源の発生危険度を法や科学的な資料を用いて評価するわけだが、同時に、危険性がある対象は、代替案の策定を図り軽減を検討する。以上の取り組みで、実態把握～改善を図ることを、ISO14001 などでは技術監査（内部監査としての技術的な対策を含む内容）と言う。当然、改善対策を図っても、まだ環境影響が残る対象があるかも知れない。そこで、その種の対象に対し、監査では「自然界で、どのような汚染メカニズムで影響を与えるか？」という調査を加える。その具体的な解析内容は、受容体、すなわち、例えば、公害に関する化学物質が水中→微生物の体内に入り→小動物や植物→・・・人体や自然環境に影響が至る過程を分析の後、直接、間接の影響を調べる対策である。このような調査の結果、それが、通常の生産に伴う状況で発生する可能性があるのか？又は、工場におけるトラブル時に発生した内容と共に発生するのか？を判別し、管理と改善に役立てる、という解析が、この種の表の利用方法であり、監査を通した工場における生産活動の見直し～改善対策である。

なお、環境問題対策において、この表を工場で作成して活用する目的が『ゼロ・エミッションの具体化』に関与することが多い。ゼロ・エミッションの定義は「ある産業から排出されるものを他分野の材料として活用することにより全く廃棄物が出ない社会をめざす取り組み」を示す。以上が環境アセスメントの説明だが、生産現場で活動される方々には、このような分析と共に、泥臭いが、まず、「身近にできる取り組み」ということで下記の要件をチェック願いしたい（もし、改善可能なテーマがあれば、早急な対処をお願いしたい）。

① エコ・タウンによる廃棄物の資源化：例えば、廃棄した材料や梱包材を他のメーカーの資源として利用する対策（故紙回収～パルプの代替使用、アルミ缶の原料への利用、不良や残材となった鉄板を専門業者に販売、建材やコンクリート、木材の再生利用～最終的には熱源としての利用まで）。
② プラスチック、木材、金属など 36 項目に分類整理する規定と置き場指定により、再利用（使用）側との連携を図り材料利用効率をあげる取り組み。
③ 製品を分解して、リターン材の一部として工場内で再利用向ける対策
④ 使用済み品、有休品の相互再利用を工業団地グループで図る（IT ネット対策）
⑤ 空トラックの相互利用

⑥ 回収電池やバッテリーなどを社内の電気補給に利用に当てる対処
⑦ 食堂で出たゴミの肥料化
⑧ ビール工場や食品工場、スーパーマーケットなどで出た廃棄物に技術的処理を加え、家畜用飼料に変換など
⑨ カニ殻などから有効物質キトサンなど、人口皮膚など高付加価値材料へ利用
⑩ 廃熱や小規模流水などを利用したエコ発電
⑪ その他、不良低減や効率化による廃棄物や省エネルギー対策など

以上、ゼロ・エミッション対策を単なる分別の徹底にしぼる例があるが、エコ対策を製造現場で積極的に進めていただくため、ここでは、拡大解釈する形で例示した。

（3）リサイクル対策の区分

地球環境問題は物理現象のひとつである。太陽系肥大化に伴う地球温暖化問題は 50 億年も先になる。太陽の大きさが増大、やがて地球が太陽に吸収されるため、遠い未来は、地球の温度上昇は避けられない問題である（学説）。だが、CO_2 の増加はこの危険を早める。したがって、我々は、当面、太陽から地球に注がれる熱線の放出を妨げる対策を急ぐ必要がある。公害問題も物理現象である。カドミュウム汚染でイタイ・イタイ病になるという内容も公害物質のたれ流しが招いた問題は、物理現象が現出した一例である。これを見ても、概念的な対策や間接的な対策も、その対策要件が、「物理現象の対策に直接的に結びつかなければ、対策の意味をなさない」ということになる。そこで、この面に対し、「特許・リサイクル対策研究会」による活動内容の一部を紹介させていただくことにする。

先に LCA と共に解説したように、工場で生産する製品プロセスや個々製品に対して個別の技術改善を進めることは、それなりに重要である。だが、製造～使用～使用後の全プロセスを分析して改善すべき切り口を総合・戦略的に整理し、効果的な対策を図るべきことは、より重要な対策である。このため、研究会では**図 6-41** のような解析を行い、企業にやがて戻される使用済み品の扱いを改善する取り組みを進めてきた。

では、上図の解説内容を簡単に紹介することにする。まず、図の左端の『製品開発段階のソフト対策』だが、最初から要求機能を満たす事項を、製品という物質にしないでソフト的な手段で対処する対策であり、地球環境に対する物理製造に関与する環境影響は極小化できる対策を示したものである。このような観点をはじめとして、研究会では、「以下に示す 6 種類の対策の後、最後に地球環境への影響が少ない形で廃棄物とすべき」と考え、具体的な技術手段を産業界に提示してきた。では、以下、各項目の要点を解説することにする。

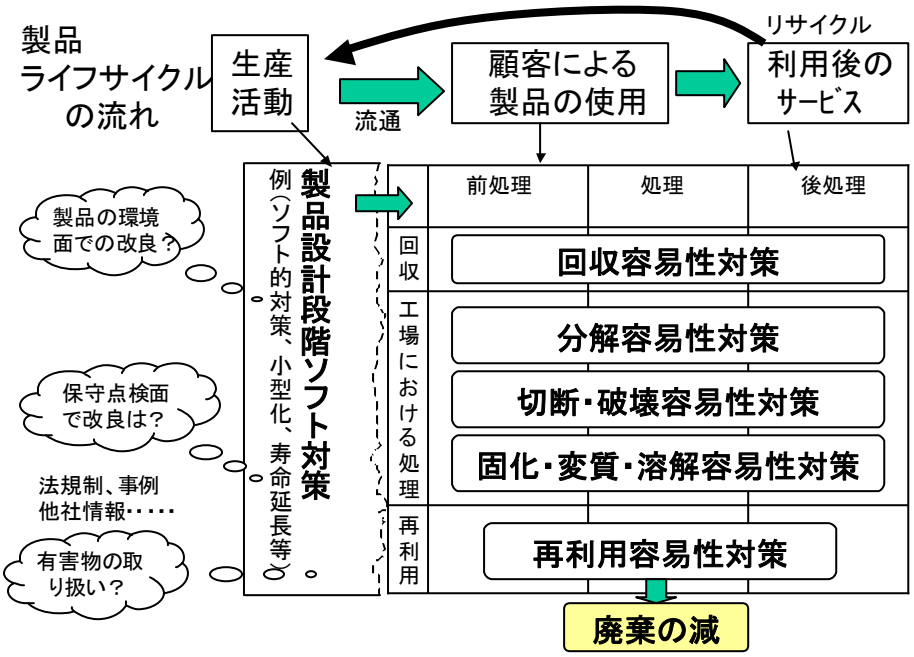


図6-41　製品ラフサイクルと望まれる対策

① ソフト的対策：製品に対する要求をソフト的対策で対処する方策である。例えば、看板や資料作成を光と映像化すれば物を製作したり、資料の作成は要らない。また、どうしても物品化するのであれば、使用寿命を数倍化すれば、製品を廃棄する回数と量の減が図れる。更に、電気回路を超 LSI に見るように小型化してゆけば廃棄すべき対象は減る。このように、知恵と世界最先端技術を駆使して物をソフト的対策で行う方式には多くの方法がある。

② 回収容易性：リサイクルの入り口は、いかにお金と手間を掛けずに回収するか？という内容が出発点となる。では、コストと手間が比較的少ない方式から順に、回収方式を例示することにする。この対策には(1)デジカメで画像対応する前の方式だが、例えば、レンズ付きフィルムが一時注目されたことがあった。この例は写真を撮りフィルムから印画紙に変換する際、お客様がカメラ一式を店に持ち込むことで回収システムが完了する例などは、この代表例である。多少手間が掛かるが、(2)拠点を決めて対象物をしぼって回収する方式。この方式はボランティアで空き缶や新聞紙など、指定の使用済み品を市民が運び、回収する方式である。(3)デポジット方式もボランティア的な回収方式である。この方式は顧客にお金を支払い、目的とする使用済み品などを回収する方式である。その他、乗用車のように旧型車を下取りする方式も、回収という視点から見ると似た内容となる。

③　分解容易性：企業に使用済み品が回収されると、分解して資源毎に分ける仕事が発生するが、組立製品は分解の容易性が課題となる。この対策に設計改善手法を用いて容易化する対策がこの分類に入る。

④　破壊容易性：容易に分解出来ない対策には、部材の接合部を容易に破壊することが要求される例が多い。一般に、製品設計者は壊れない物づくりに集中してきた。このため、過去、この種の概念は薄かった。だが、リサイクル対策上、例えば、歯の先端を折りながら使うカッターに見るように、使用目的が終わった段階で、簡単に破壊できるように、接合部分に工夫する構成がこの対策が重要になった。当然、機械的破壊だけでなく、熱や化学変化もこの対策の重要な対策の範囲である。

⑤　処理容易性：材料の種類を統一したり、絞ってゆく対策は、材料に分解後の処理を容易にする対策だが、この種の対策はソフト対策に分類される。ここでは、回収～分解された部材の処理の容易性が対象となる。この種の例として、ペットボトルの素材をカッターで切り、溶かして卵を運ぶケースにする処理などは、この種の例である。

⑥　再利用性：過去、廃プラスチックで牧場の杭や植木鉢を生産する試みがなされたことがあった。コストを安くするため、自動化設備がつくられたが、1 日の稼働で数年分の日本製品が製造可能だったため、技術的には可能な技術も、「最初に市場を決めから対策すべき」となった。このような事例発生以降、廃プラスチックを他の目的に使用する素材として研究する対策が各所で進んだ。例えば、カニの甲羅から高価なキトサンを抽出して人工皮膚に利用する。携帯電話や家電品の回路を回収して金やレア・メタルの高効率で回収を可能にする技術は、この種の対策例である。

⑦　廃棄容易性：廃棄という処理が最終となる対象は、例えば、自然に帰る有機素材にする。使用済みの船を魚礁にするなどの対策は、この分類となる。

以上、ここまで、リサイクル対策に当たって製品設計段階から対処すべき内容を中心に、製品～回収～使用済み材の処理までの全体を見直し、対策へ向ける戦略的な技術開発方向を示した。では、この中から、③の分解容易性を例に、その具体策を例示させていただくことにしたい。

（4）分解容易性

リサイクル対策のためだけに分解容易性を追求する方式だけでは、現状の物づくりの阻害が懸念される。そこで、具体論に入る前に、**図 6-42** のようなコンセプトを作成して対策に入る必要が生じる。

組立・分解容易な具体策の例は積み木細工とされる。

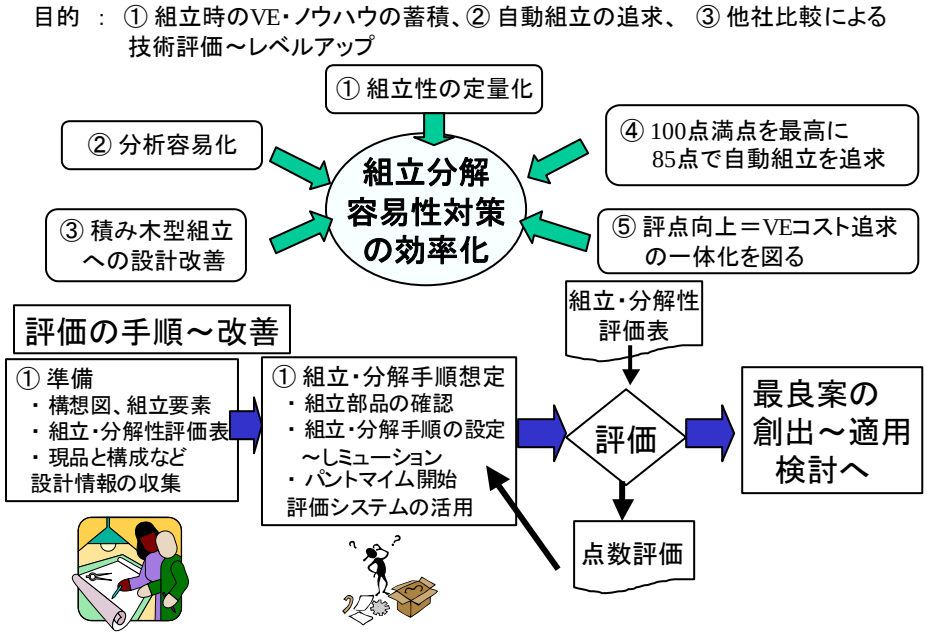
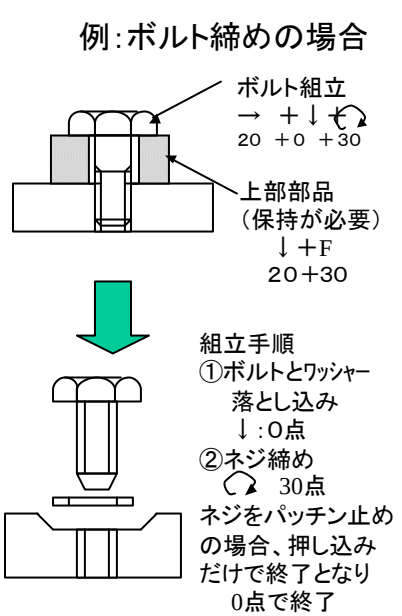


図6-42　組立･分解容易性評価技法の位置づけ

そこで、ここでは、簡単に組立と分解が終わる技術を手間ゼロ＝100 点として最適案を見つけて行く方式を採る例が多い。囲ぐるみなど特殊な例は除き、組立と分解は、ある意味で、組み立て作業の手順を逆に仕事を行えば分解が進む例が多い。そこで、その種の解析～評価方式を次ページの**図 6-43** に例示した。



区分	記号	減点	組立同左の内容（例）
移動	↓	0	上から下に積み木組立する
	←→	20	部品組立に伴う水平移動
	↘↗	30	部品組立に伴う斜め移動
	↑	30	組付部品を上に移動する
	↻↺	30	〃　を回転移動する
	↻	30	ネジしめのように回転移動する
	F	20～40	組立時に部品を整える（Forming）
	PP	40	被組立品を裏返す、立てるなど
結合	B	20	ボンドなどによる結合･接着
	H	20	焼きバメなど熱収縮結合
	C	20	カシメなどによる結合
	W	20	溶接などによる接合
	S	30	ロー付けなどの接合
中間加工	M	60	組立時に手直しが発生する場合、穴加工の追加など
	P	20	組立後、調整のための切断や研磨などの作業追加

図6-43　組立･分解性評価のイメージ

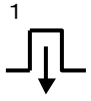
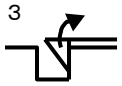
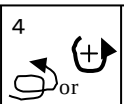
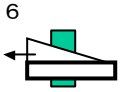
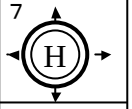
なお、図の左側には組立性評価の状況を示したが、100 点をベースに記号で示した処理に伴い複雑で手間が掛かる要件が発生する毎に失点が加算されて行く状況までを示した。また、失点を少なくするための改善を示し、この種の対策により組立・分解容易性が進も対策を例示した。

このような評価技法は、ある意味、表 4-10 などで示した PTS 法の応用を設計時に簡単に行える様式に応用した工夫ということができる。そうなると、IE 改善のつぎの一手は改善手法の発掘となる。また、このような意味合いから VE の活用がここでも有用になるわけだが、研究会でも、このような内容を検討し、**表 6-7** のような分解性発掘ガイドと評価手法を探求した。なお、この詳細はここまでに記載した内容の繰り返しとなるため、読者の皆様には、特許・リサイクル対策研究会が著作した下記の著書のご利用を願うことにしたい。

①中村茂弘著「リサイクル設計の技術」1996 年：日本能率協会マネジメントセンター発行、②特許・リサイクル対策研究会「地球にやさしい未来技術　Ⅰ＆Ⅱ」1997 年・1999 年：日本発明協会発行、③特許・リサイクル対策研究会「リサイクル設計ハンドブック」2000 年：日刊工業新聞社、他

なお、ここでは、一例ではあるが、この種の手法を活用した企業事例発表がなされたので、適用事例の一例ということで紹介させていただいた。事例は、すでに示した図 5-8 である（参考になれば幸いである）。

表6-7　分解＋組立容易性(簡略)記号化の例

記号化	1 	2	3 	4 	5	6 	7 
用語	引き抜き	止め外し	ツメバネ外し	ネジ外し	ダボ抜き外し	クサビ抜き	熱バメ外し
解説	・組み木構造 ・茶筒構造 ・ハメ合いの一部を外し分解する構造	止めを外し2つの組立部品を外す構造をしめす	・ツメ、止めバネを外し分解する構造 ・フィットイン、フィットアウトを含む	・ワンタッチネジ分解機構の全て	・強引引き抜き分解を持つ機構の全てをしめす	・衝撃や摩擦力による組立構造の分解の全て	・熱膨張係数の差を利用して固定～外しを行う機構
参考例	・歯車、モーターのプーリー固定 ・ハメ込み上端止めするカバーなど ・スライド式ストッパー	・会議室のドアー ・鎖のつなぎ外し ・鉄片、カバーなどn固定物外し機構	・リックサックの止め ・蛍光灯のバネ止め ・レンズ付きフィルムの分解構造	・ネジ止め各種方式（だるま穴、スライドストッパー機構など）	・筆記用のペンのふた ・もーたーの止め外し ・ファスナーシール、マジックテープなど	・各種クサビ止め（タルのタガ外しを含む）	・圧延ロールのスリーブ交換など

分解容易性は、単に使用済み製品を回収した後の対策だけでない。設備故障時の部品交換～長寿命化対策にも大きな関連を持つ。先に図 6-6 の下に示した

TPM でいう MTTR（Mean Time to Repair）という内容の改善である。例としては、部品寿命が迫り、部品を交換すべき時にケースや部品を分解して交換する対策だが、ここには、当然、「長時間の停止をしたくない」また、「交換する手間や安全性からも、部品交換の容易化を進めたい」という要求がある。すなわち、対象は異なるが分解容易性の利用が必要になる例である。

（4）オンライン・研修を例にしたエコ関連の対策

環境対策問題への対処は製品・生産・サービス～回収後の処理対策に伴う内容だけではない。人材育成に関する勉強の方法にも、大きく関与する。このため、すでに WPO や、EU などでは、『カーボン・フット・マイレッジ』という言葉が使われている。また、その対策のひとつに、主張費低減とエコを兼ね、異国間でコミュニケーションする際にインターネット接続のテレビ会議システムの利用を促している例がある。そこで、以下、この面に対する対策例を紹介することにしたい。

出張や遠地移動には、飛行機や列車、バス、電車、自動車が利用されるが、この種の移動には必ずエネルギーが必要になる。だが、「簡単な打ち合わせや研修内容であれば、時間と空間を越え、インターネット回線を利用したコミュニケーションを取れば移動の必要は無い。事実、今や、Webカメラと通信を使えば無料で海外を含めたコミュニケーションが出来る時代である。従って、例えば、「出張や宿泊を伴う研修会に参加することは、貴重な時間とエネルギーの使用と、多くのCO_2使用いうムダを発生する」ということになる。筆者も米国の知人の要求を受け、**図 6-44** のような形態で研修を試みてきた。その方式は、①企業が改善したい資料を事前に受け取り分析する。②講師側が解析して、解析手法と共に相談をかけていただいた企業に送る。③質問と共に、波及を顧慮した質問を新たに受ける。④再度質問に対するフィードバックとサンプルなどを送った後、⑤TV会議システムを利用した研修会でQ&Aを行う、という方式である。その結果、1.5～2 日程度を要する研修が、双方の事前検討で 3 時間もあれば十分だった。

米国と日本の間で行った研修風景を上図に示すが、この方式が従来の研修方式を大きく変革させる内容を持つことも確認できた。要は、①研修前に研修生と講師が交流して基本事項程度の内容は紹介する。②研修の場では、実務指導、③研修後もアフターケアーして成果を得るまで支援することができるからである。この状況は、**表 6-9** の左側に示した通りであり、**図 6-45** に示した差となる。

図の左側はオンライン研修を適用した結果である。また、この研修で明確になったことは、オンライン・エコ対策だけでなく、『T 字型人づくり』の言葉に代表される内容が実務的に進んだ点だった。

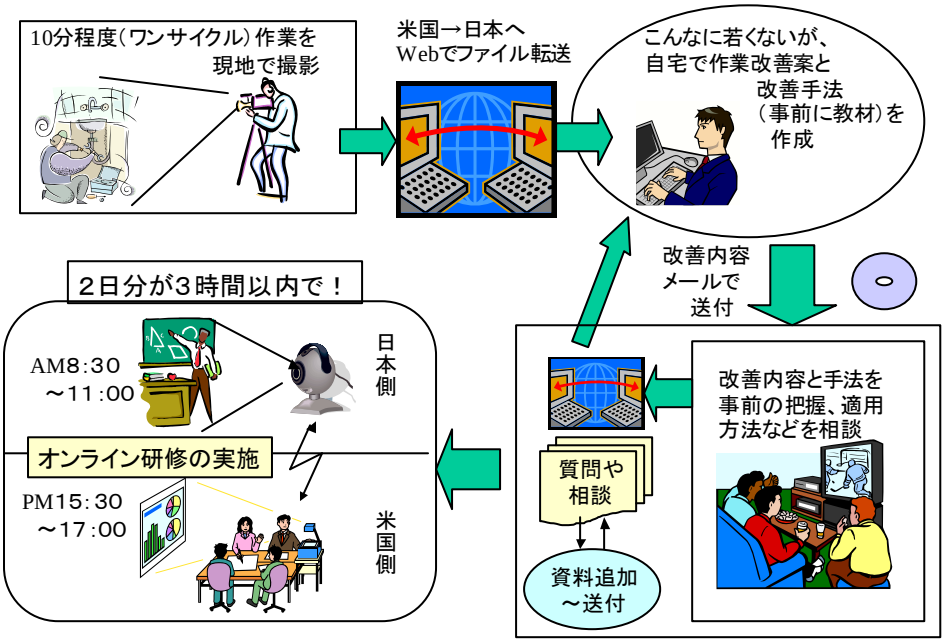


図6-44　オンライン研修の実施手順（イメージは図化）

オンライン研修風景と効果

下に示した写真は米国の企業グループ、製造トップマネジャーの方々にオンライン研修を行った状況です。中央、右側の映像は、日本のJMA・会議室で研修を行う中村が講師として解説の様子、左側が事前に資料送付した内容で、伝えるべき内容を、相手側のPCで操作願い映したものです。詳しくは、次ページに紹介しますが、３時間弱で、２日程度の内容を伝え、なおかつ、今まで、海外研修では貰ったことが無い。オール5を20数名の方々からいただきました。このように評価が高い理由は、後のページで絵解きしますが、この経験で、全く異質で新たな研修がオンライン研修で可能になることを経験したことは、大きな成果でした（現在、同種内容は国内でも波及中）。

研修全体の様子、なお、Q&A時にはカメラマンがWebカメラでアップ画像を送っていただいたので、まるで、1対1で質問～討論を進める内容だった。

研修をプロモートしてくれた米国PCS社(出版社)社長Bodek氏　　筆者

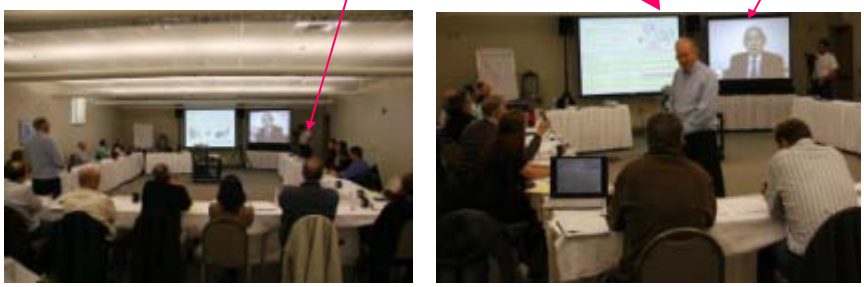


表6-9　オンライン・エコ対策研修と、フェース・ツウ・フェース研修の比較

◎完全に優位、○優位、△不足、▲劣る

研修の流れ	フェース・ツウ・フェース方式	オンライン・エコ研修（双方向TV会議利用式
1，事前準備	▲案内を見てメニューで判断や評判 △先の受講者からの内容評価など	◎JMA・URLによる演習問題の無料入手 （テキストに相当、何を教えるか事前把握可能）
2，一般知識の理解	△講義を通し、ベクトル合わせの形で実施 （研修の7～8割はこのために時間を使用）	◎上記により移動、宿泊不要、教材自由で自習 ◎研修では簡単な解説とQ＆Aで3倍の効率 ○研修費用は1／2～1／3が一般的
3，最新重点課題の把握整理	△講師の一方的紹介後に研修内でQ＆A △各社のニーズに関係なく一般論を解説、その後に質問者に合わせてQ＆A～相談	◎申し込み企業ニーズを事前把握後、研修 ○JMAが把握する事例を参加企業に合わせた形で研修を進める（研修内容はフレキシブル）
4，気づきと、研修生間の相互交流	◎相互討論による思わぬ気づき、発想取得 ○講師との触れあいで得る感性気的な影響	○1：Nのマルチ討論だが、相互に他社を気にせず受講や質疑が可能（1社の仲間でまとまり受講のため一斉にベクトル合わせが可能）
	相互に別物的な研修環境を持つため、特徴のみを記載、○の無いものは欠点、以下同様	
5，現場での指導	○現場での指導や診断で研修室で習った実務を再確認。○指導内容以外の改善要点などの発掘。○トップを巻き込んだ指導や今後の展開の相談に対応	△フェース・ツウ・フェース方式の内容の一部をビデオ分析などで保管する程度になる
6，フォローアップ～次への展開	▲出張と面談に半日が必要 △フォローアップ発表会は有効だが時間がかかる（このため、追加研修を実施） ◎本音と実情が判った状態で相談にリンク	◎要求に応じ、短時間で段階的な教育内容の投入が遠地で可能 ○事前資料送付で、フォローは個別、短時間次の指導内容に個別に資料提供可能
★研修の主役は受講生個人（自身）、同時に、早期成功体験が自己育成に最も有効！という観点で内容を整理した		

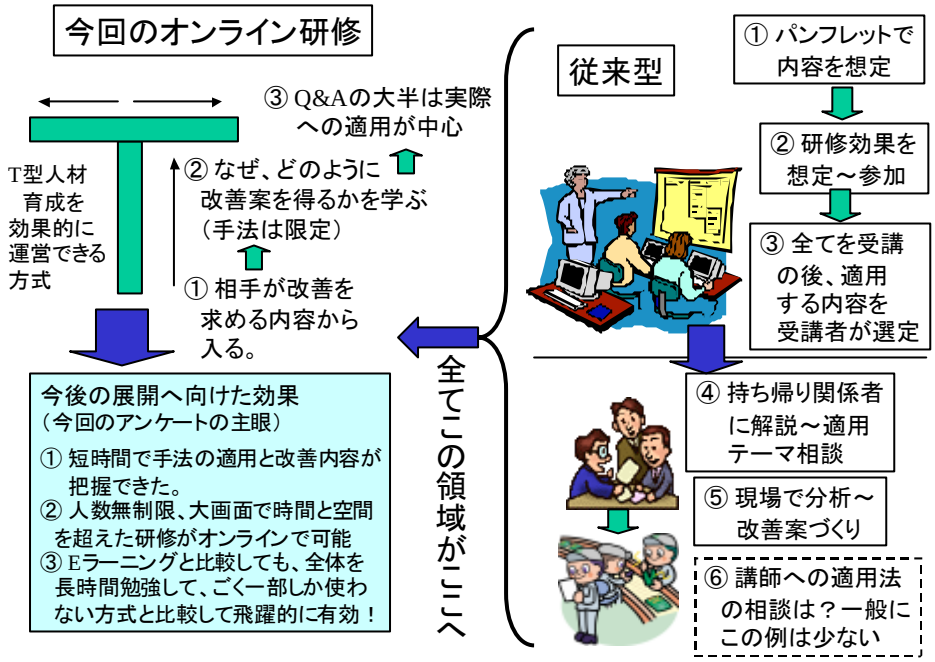


図6-45　従来型研修とオンライン研修の差異

このため、図にはT文字の形と①～③に、その内容を示したが、「自分が解決したい問題の解決内容と解法を知った後に、波及や今後検討すべきテーマに対し、焦点を絞った内容と成功可能性の高い内容を得た状況でオンライン研修を受ける方式が、従来型の研修とは、大きく異なる教育形態になる」ということが、読者の皆様にはご理解願えるのではないだろうか？右側に示した従来方式

は、とにかく、全てを学んでから、「さて」という形で、受講者自身が習った手法の適用を考える方式である。加えて、公開研修で行われる不特定多数を対象とした研修で、1 社の方が関与する内容は少ない。さらに悪い点は、特別な処置を除き、「研修後に習った手法を使う際に講師に相談ができない」という問題が残る。このような比較で、読者の皆様には、両者を比較して、自分が知りたい内容の的中比率、さらには、テーマへの適用効率がオンライン研修に比較して大きく差が出ることが読者の皆様にはご理解願えると考える。

以上、研修効率がエコとどの程度関係するかを算定する点に課題は残る。だが、IE 的に見て、この多忙な時代、人生で貴重な時間活用に伴うムダなエネルギー発生防止という局面から、ここに記載の視点と共に、人材育成面でもエコ対策を加味した対応を読者の皆様にお願いする次第したく、ここに事例を紹介させていただいた。

６－５　総合的リスク対策へ向けたIE活用法

IEには「目に見にくい、とらえにくい問題を定量化されたデータや事実と共に『見える化』させることにより、問題解決へ向ける手法」という対策手法がある。更に、事後的な問題を分析～改善し、再発防止を図ると同時に、事後処理から事前検討に持ち込み最初からムダ発生を防止させる道へつなげるアプローチへ向ける対策を具体化させて行く目的と方向性を持つ。また、このためには、最初から『理想－現実＝改善ギャップ』という見方で、改善対象を見ることが行われてきた。そこで、この種、未だ顕在化していない『リスク』と言う対象を評価法～検討する方式を以下に取り上げ、解説することにする。

（1）　リスク対策の歴史

リスクは発生して、始めてその重大性と影響が現出する。この対策を系統的に進める研究は今も盛んだが、その発祥はNASAにおけるKT法が出発点とされることが、多くの文献に紹介されてきた。そこで、まず、簡単にリスクに対する解説を行い、その後、KT法の創始者である、ケプナー、トリゴー両氏の対策内容を紹介することにする。

リスクの定義は**表6-10**とされ、「危険を犯してまでも一発勝負の賭けをする」とか、株の証券に見る投資のように、「危険があるから保険を掛ける」という内容もある。だが、一般に企業では、リスクは除去、回避すべき対象である。問題を起こしてから事後対策を進めることは多くのムダな時間や費用などを費やすためである。

表6-10　辞書に記載された“リスク”に関する解説

名　詞：「危険」「冒険」「危険率」「保険金額」「被保険者」「賭ける」
「損傷や損害や損失を招く可能性」
動　詞：「危うくする」「賭ける」「冒険を冒す」「大胆にやってみる」

「一般に危険の可能性を言う。実現の頻度と重大性がここに注目の的となる。さらに、時間経過と共に起こる影響度の拡大性、緊急性、影響度の深刻性なども注意を要する内容である。」

先に解説のように、リスクは潜在化して、顕在化と同時に始めてこのムダが明らかになる。これに対し、リスクの兆しがある段階で「備えあれば憂い無し」と、準備された策を適用することは、その道のプロの所作となる。では、この種の考え方を手法という形で体系化する必要が高かったNASA・アポロ計画時

の取り組みを紹介することにする。

アポロ計画は 1961 年～1972 年の活動であり、故・ケネディ大統領が「人類が月面到達させる」という目標を掲げ、実現、偉大な成果を短期間にあげたプロジェクトだったが、この背景に、旧・ソ連とのミサイル技術のギャップがあった。事実、旧・ソ連はソユーズという友人の宇宙衛星を米国に先行する形で成功させていたため、それまで曖昧だった宇宙開発を早急に成功させる必要があった。しかし、この当時、この種のプロジェクトを統括するペンタゴンの進め方は、部門間の調整や各種の論議などが混乱する状況であり、意志決定のスムーズ化に大きな難があった。そこで、第 4 章で紹介した PERT 手法の開発に平行する形で、心理学者と社会学者のケプナー、トリゴー両氏に「意志決定の効率化」という課題が託された。両氏は早速、この研究に入ったが、効率良い意志決定メカニズムが解析できなかった。そこで、お手本とすべき形で各社意志決定を効率的に進めてきた産業界や各種機関などで著名な方に会い、事例を示してもらいながら、その意志決定の手順と盛り込まれる内容を聴取した。その結果、下に示すような内容と共に**図 6-46** に示したような意志決定メカニズムを明確にしていた。そこで、既にある成功事例から意志決定に関する成功の要件を抽出し、体系化を考えたわけである。

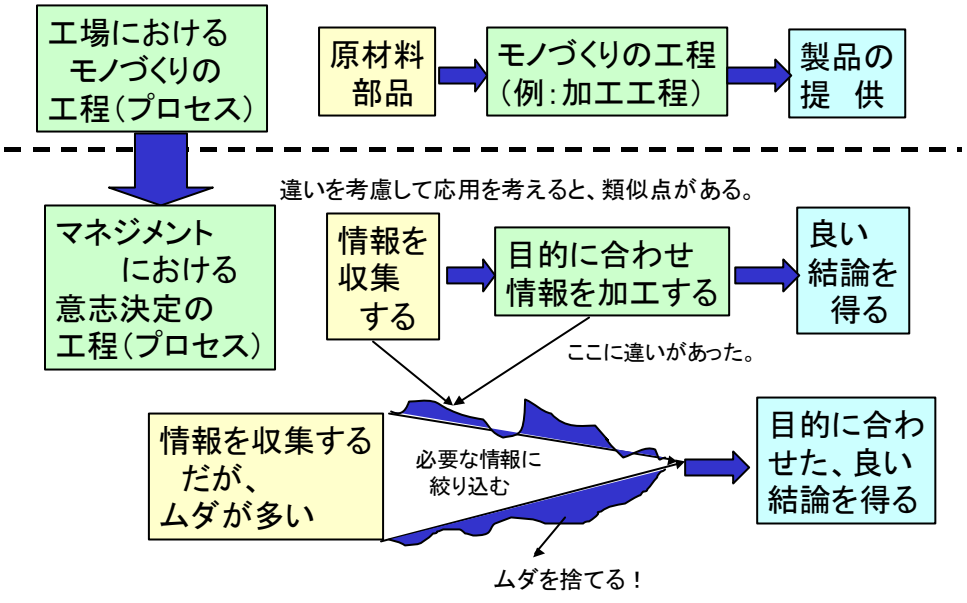


図6-46　情報加工を効率的に進める過程(プロセス)

(1)，有能で実績をあげていると思われる人達は、管理という仕事に秩序だった方法を使っている。質問の仕方は適切であり、目前、あるいは将来起こるか

も知れない重要な問題に情報認識が早く、収集も着実、優先順位の決定や、リスク対策も充分である。

(2), 問題解決に成功するためには、情報以外に何かがなければならない（これを先見性、決定力という）。先人の教訓がここに役立てられるケースが多い。

(3), このために行う合理的手法、思考力は「事実に基づいて、必要な情報を集めて、その情報を基に、良い結論を導き出すことである。」

その結果、つぎに示す 4 種の手法を確立した。

(1) SA （ Situation Analysis：状況分析）：混乱する状況に当たり、関心事を挙げ、事例把握～対策を考えた後、トップ立場で重要性を評価し、限られた人や金、時間という資源を駆使して着手すべき手順化を図る。

(2) PA（Problem Analysis：問題の解析）トラブル発生時に、現場・現物で「問題を起こしている事象や事例」と「問題が起きても不思議が無いが起きていない事象や事例」と比較しながら、発生原因を事実と共に確かめて原因を除去する対策へつなげる解析法。

(3) DA（Decision Analysis：多数案からの最適案抽出解析）目的に数案を考えた後、評価基準を設けて最適案を抽出する。抽出した案に対してもリスクという形でリスク対策を準備させる手法。

(4) PPA（Potential Problem Analysis：潜在問題の解析）１つの案を実施に向ける際、リスクを想定してウエイトづけの後、予防対策と緊急時対策を創案してリスク軽減へつなげる解析法

以上が KT 法を体系化した経緯であり、リスク対策に関する手法は PPA と DA の一部である。また、適用の差は**図 6-47** とした。「DA の場合、多数存在する選択案の中に最適のものがあれば選定する。最適案がが、計画の詳細を策定して行くに従いリスク発生の検討を要する対象と、または、最初から 1 案を企画していて進行させるがリスクの回避を図る場合に PPA の手順を用いて解析と意志決定をすすめる」という意志決定手順が KT 法により得た意志決定プロセスである。

リスク対策においては、(1)何が起きているか？を一度立ち止まって冷静に判断する必要がある。そこで、この種の考え方を Stop & Think としている。また、(2)「どうしてそうなるのか？」という理由解析をできるだけ事実情報に基づき、想定すること、そして、(3)何を、「どういう処置をとるべきか？」を図 6-38 のような形式を左から右に進め、ワン・ペーパーで関係者が検討結果を全員で見える（情報共有）形で考えて、(4)「将来どのようなことが起きそうか？」リスクの想定を行う。また、「それならば、・・・と対策」案を考えるが①問題防止を未然に図る対策として『予防策』、「どのように予防策をとっても、万一、事が発生した場合にどうするか？」と考えて緊急時用対策を準備しておく。ま

た、本当に、事が起きた場合、用意しておいた緊急時用の対策を適用して被害の発生を最小に留めるわけであるが、この一連の手続きでリスクの回避～軽減を図る方式が KT 法におけるリスク対策の要点である。

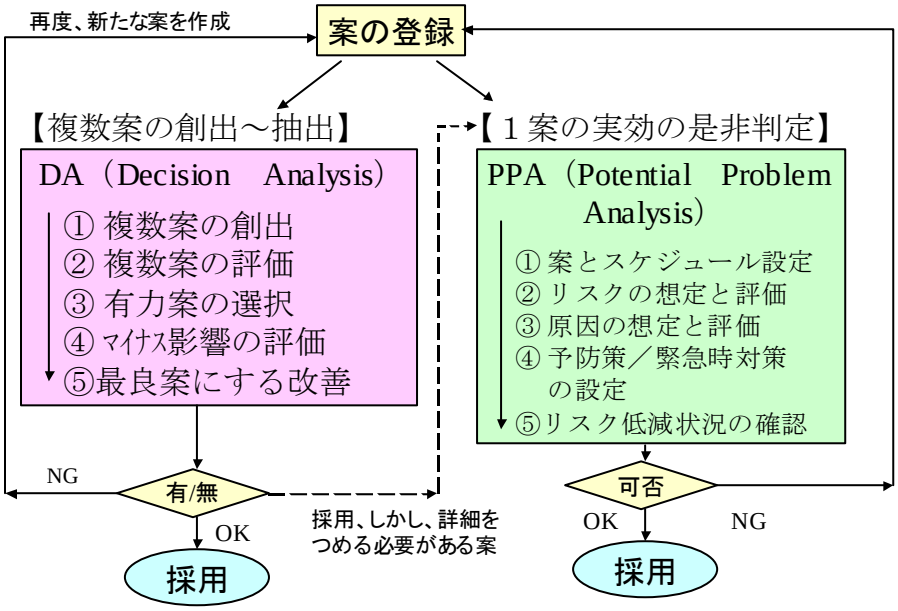


図6-47 リスク対策における意志決定プロセス

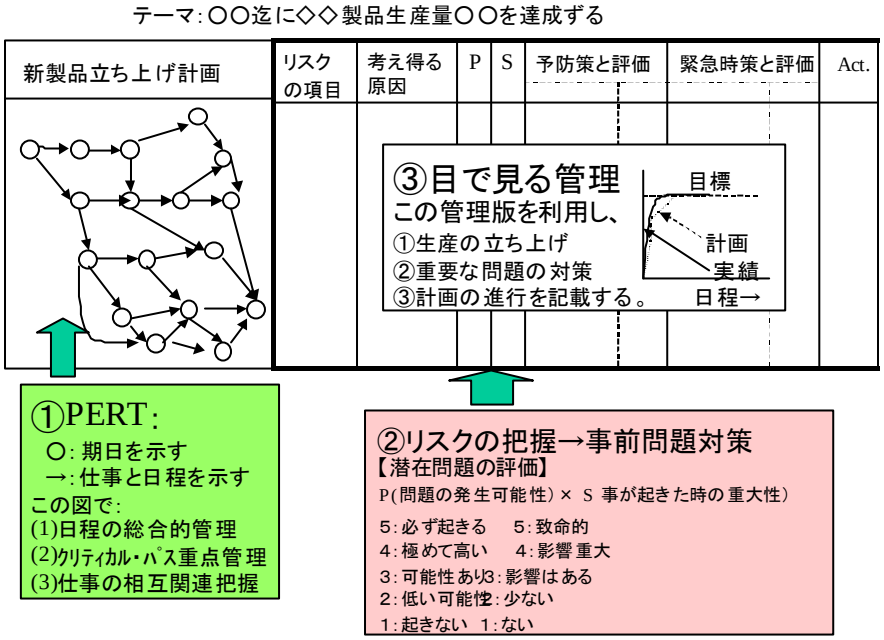


図6-48 新製品立ち上げを例としたリスク対策

以上、KT 法におけるリスク対策の要点を解説したが、リスク発生後の対策には（事後対策の手段）には、(1)金をかける、(2)技術を導入する（技術＝人の場合は人を投入する)。(3)工数・人を投入する。要は期間を延長する。ということになる。だが、「事前検討は事後処理の 1/20 以下という数値を知るならば、何としてもリスク対策を図り、KT 法の解析の基、リスクを管理下に置いた仕事を進めるべき」ということになる。では、この種の内容をご理解願うため、ケース・スタディを用いて解析リスクをお願することにする。

【ケース・スタディ】ある小型パソコンの開発

Ａ社は電機業界で有名な大手である。今まで、大型のコンピュータを製造していたが、これからの業界の状況を見て、小型のコンピュータの製造に乗り出すこととした。この分野ではすでに後発である。したがって、Ｂ社に向く専用コンピュータを開発し、情報ネットワークとともにＢ社のイメージ向上、といった経営戦略にリンクさせる形で製品の開発を行うこととなった。Ｂ社のライバルＣ社も多分同様のシステムを開発してくる恐れがあり、急ぎ開発することとなった。

このプロジェクトはＢ社からＡ社の社長に個人的関係から依頼があり、この対応のため、Ｓ部長を中心にプロジェクトが組まれた。なお、新型の小型コンピュータはＡ社開発による新部品を搭載する計画であり、この部品を投入することが今回のＡ社の目玉である。後発ではあるが、新部品を投入したコンピュータをＢ社で活用することは新しくＡ社が売り出す製品の知名度を大きく世の中に知らせるという効果もあり、Ａ社としては大きく期待が持たれた。この計画は営業部門から提案がなされ、プロジェクトが出発した。この任に当たるＳ部長はこの大型コンピュータの開発では有名な方で、研究畑では博士号を持っている。若手 20 名を集めて、製品の開発とプログラムの開発が出発した。

開発の状況は担当重役に報告する形で行なわれた。期間は 9 ヶ月である。新部品の搭載に伴い、従来と異なるプログラムが必要になる。このため、プログラムの部門は早速昼夜を通して開発が行なわれた。開発は順調と見られた。しかし、開発が１カ月も経過しないうちに、新製品に重大な欠陥が見つかり、従来から開発をしてきた、少し大きいが旧部品を活用せざるを得ない状況になった。これに伴う緊急会議が持たれた。開発に努力したプログラムは全く使えないわけではないが、大幅変更であった。会議で分かったことだが、この開発テーマ発足の時から、リスクはあったそうである。情報がＳ部長には流れておらず、部品開発部門では何とかしようと頑張っていたことが、会議をやって始めて明らかになった。

このため、プログラム開発を担当していたＴ課長はカンカンである。「わかっ

ていれば対応を考慮しながら開発に当たった！」と激怒している状況で会議が進んだ。製品の設計側もだまっていなかった。Ｓ部長に喰ってかかる状況であった。部品開発部門は「申し訳ないがこのままでは 9 ヵ月の約束に間に合わないので…」と釈明した。トップから「何とかしろ！」との声で会議は終了。Ｓ部長を中心に対策が組まれることとなった。しかし、各担当課長は不満たらたらであった。「出来るわけがない！」「大体何で今頃！」の意見が殺到した。会議は深夜まで続いた。結局はやるしかない！ということで散会した。詳細は決まらないし、各担当課長も不貞腐れて散会した状況であった。この時点でＳ部長は各担当にプロジェクトリーダーとして宣言した内容は次のような内容であった。「まあ、問題はあるが、やるしかない！来週に会議をやるからそれまでに対策案をつくり集まってくれ！トップに報告する都合もあるし、君達の実力を信じているからね！と言うことだった。君達は若いからこのような経験は少ないと思うが、私も何回も経験している……」という話もあった。

プログラム担当のＴ課長は早速関係者を集めて状況を説明した。当然のことながら、部下の不満は爆発した。「兵隊さんは頑張るが……」との不満を始め、納得に苦労したが詳細は検討するに至らず、強制的に仕事を割り当てる状況で仕事の割り付けを行った。この事情から、そうせざるを得なかったが、実際に仕事が始まると遅れが生じてきた。Ｓ部長には立場上何とかするが問題は多いと報告した。他の部門も同じ状況だった。

その後 3 ヵ月、全体しては 4.5 カ月の時、全体の遅れは明白となった。プロジェクトの予算金額もオーバー気味である。この時、Ｓ部長は社長から呼び出しを受けた。「君、部下から直訴があったが、プロジェクトは大丈夫か？」「いろいろと問題がありまして……」「君、Ｂ社の社長の約束をどう考えているのか？君の管理能力を疑いたくなる。明日までに対策案を早急に持って来い！金はこの際いくら掛かってもよい……」

このような命令を受け、Ｓ部長は課長を集めて会議を行った。「金は掛かっても、期限を守れ！というお達しだ。この際、人員を強化してもよいから期限に間に合う案をつくらねばならない、当社の社運が掛かっている」と話、課長を集め、ようやく、深夜に対策案をまとめて、提出した。

これと平行して、Ａ社の社長はＵ技術担当専務に相談をしていた。Ｕ専務の意見では「学者肌のＳ部長には荷が重い仕事ですね。トップ指導でやらねばだめでしょう」ということだった。このためＳ部長の話にＵ専務も同席する形でＡ社の社長は報告を受けた。しかし、報告を聞くうちに、内容のつめの甘さにＡ社の社長はガッカリした。この時点でＵ専務に音頭を取ってもらうよう指示し、実質的にはＵ専務の指揮でプロジェクトの見直しが図られることとなった。

この時点で、3 ヵ月の遅れは必然であった。この時、間が悪い事にＣ社が同じ

ようなシステムをＢ社に対応する形で作成する、という新聞発表がなされた。対象が顧客情報の把握に関する内容でもあり、もし、Ａ社の開発が遅れればＢ社は大変な被害を被ることになる。このため、Ｂ社よりＡ社の社長に期限までに何とか完成するよう依頼が来た。Ｕ専務は必死になり全員を説得し、人員を集めて対応策を検討した。人の追加はもとより、金額の追加も行った。しかし、期限には 2 ヵ月遅れ、しかも、体面は何とかつくろったが、問題の多いシステムは顧客からもクレームが殺到した。

結局は手直しに手直しを重ね、半年遅れでようやく機能するシステムが完成したが、まだ、おもりのためにＡ社の駐在員をしばらくは置く体制で顧客対応をしのいだ。これでＢ社は大きく顧客を失った。Ｂ社の社長は口にこそ出さないが、「二度とＡ社には」頼むまい、と思っていることは事実である。これを示すこととして、Ａ社の他の製品は購入禁止となっている状況である。なお、Ａ社ではＳ部長の責任問題が議論されているようである。もし、Ｓ部長が叱責されれば、Ｓ部長が長年Ａ社に貢献してきたことは何だったのだろうか？という恐れも、次のプロジェクトを担当する部長は心配している状況である。

記載欄

【ケース・スタディ解析の例】

①リスクの存在について

・大型コンピュータの開発の歴史が、小型コンピュータの開発にどれほど類似性があるか？

・小型コンピュータの市場の条件、戦略の設定、顧客の選定は有効であったか？

・9カ月という日程の中で、ネックとなる事項の管理、事前のリスク（潜在問題）の解析をどのように見ていったか？

・新しい部品の開発を目玉として、プロジェクトを推進したが失敗の程度と危険度をどのように想定したか？

・新しい部品が技術的に完成しなかった時の暫定策、または回避策、代替案をどのように扱い、考えていったか？

問題の事前対策上、リスクとなりそうな内容を想定し、事前に対策するのと同時に、準備を充分に行うことが重要である。

②どの時点に、何をすべきだったのか？の解析

・開発案の設定時

　・小型コンピュータ設計の市場要求の整理

　・ライバル比較と当社の製品の特徴、セールスポイントの明確化

　・顧客、対象市場の条件、環境、リスクの想定と事前対策

　・新部品投入時の判定

　・部品開発の内容とスケジュール、成功のためのキー技術の達成条件の洗い出し

　・新部品成功のキーファクターと難易度解析

　・新しい部品投入に伴う、従来と異なるソフト設計上の変更点、従来のソフトとの互換性、共通性、転用性の検討

・開発プロジェクト体制

　・きめ細かいスケジュールと実施事項、責任体制の整備

　・中央集中化した情報管理システムの整備

　・重点分野のリーダー（責任者）設定とフォローアップ会議の決定（責任の権限）

　・リーダー会議によるテーマ推進の計画／実績フォローの強化

　・異常の早期発見（計画との差異）と対策

③Ｓ部長という管理者の能力について

　・“人”の問題にする前に、Ｐ－Ｄ－Ｃシステムによる、マネジメント・システムの整備が必要であった。

　・責任と権限は、具体的な推進項目が明確にされた後に再度、整備する

ことが必要である。それぞれの詳細項目と共に期限が整備されていなければならない（関係者の合意と納得)。

・マクロな管理は一見自由だが抜けが多い。マクロ管理はどうしても“人”のレベルに左右される。したがって、ミクロ、具体的な計画の内容の明示、さらには、アウトプットを難易度と項目と共に明示し、重点部分は全体と個々の関係で、内容とその進捗がフォローできる方式が必要である。

・目で見る管理手法の適用により、関係者全体がプロジェクトの動きと、個々の活動の良否、フィードバックがよくわかるようにする必要がある。

・プロジェクトマネージャーは、プロジェクトマネジメント手法を学び、その基本を活用しつつ、全体をマネジメントすることが必要である。自己流でやったり、ムードに頼る管理は問題が多いからである。

以上が演習題の解析となる。だが、先にリスク対策のところで解説したように、事前検討段階で十分なリスク対策を図っていれば、その後に起きる問題は回避できたことが、読者の方々にはご理解できたはずである。

では、この設問のような場合に対するリスク対策の在り方を解説することにする。リスク対策は事前検討重視である。そこで、KT 法では、この項目を主体に次のような対策を技術対策としているので、この種のテーマ検討にご利用願いたい。

(1)事前対策・事前検討の重視、(2)リスクの分散、(3)制限をして安全域より手をつける、(4)強化する（資源の投入、ガードを固める)、(6)ルートを変える（次策、代替案切り換え)、(7)早期に部分撤退、(8)保護策を利用する（保険、他所へ転嫁）(9)強気に頼る（泣き込み、駆け込み寺)、(10)オープンし、全員から知恵を集める仕組みをつくる。などであるが、ケプナー、トリゴー両氏によると「良き大将は良き参謀や外部の専門家のコンサルを受けていた」としているが、「この種の関係者はリスク対策の相談や研究、事例を沢山保有していた」という内容もリスク対策を実務的に進める上で、読者の皆様の参考になれば幸いである。

（2） ハザード MAP 作成と IE 活用

リスク対策は、マネジメントにおける意志決定や安全や環境対策に限った応用ばかりではない。そこで、製造現場の管理に対し「問題の未然防止」という切り口をもとに、『リスクの顕在・見える化』対策に有効な『ハザード MAP』に関する解析～活用対策法を紹介することにする。なお、ここでは、この対策ニーズが高い食品工場を例に、その解析手順を例示することにする。

食品メーカーは昆虫、髪の毛、バイ菌（細菌）～農薬などに含まれる使用禁止物質対策まで、多くの要件に的確なリスク対策を要求される業界である。また、2000 年代に入る以前、食品偽装や犯罪的な事件を含め多くの問題を起こしたため、社会的にも厳しい対策が進んでいる業界のひとつである。筆者も、この対策のため、JMA において各社で進め、成果をあげてきた内容を「食品異物対策セミナー」を進めてきた。その視点は IE を始めとする科学的アプローチだが、重要なことは、「最初から食品リスクの発生を防止する対策」である。そこで、ここでも、既著書「食品産業の異物対策マニュアル」工業調査会発行の中から、リスク対策の局面を抽出し、以下、その対策内容を紹介させていただくことにする。

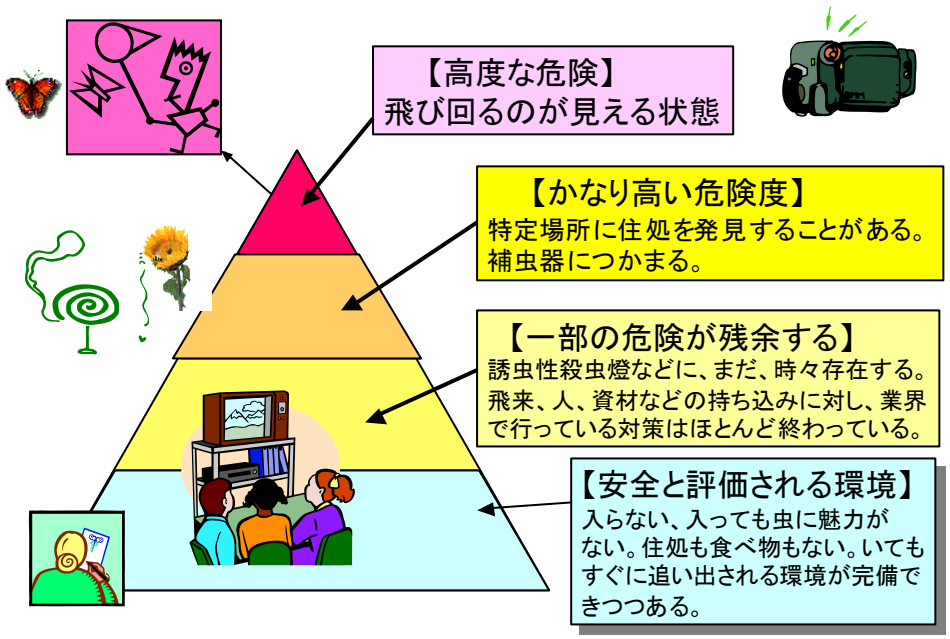


図6-49　食品混入リスクと、工場の昆虫存在のイメージ

ハインリッヒの法則を参考に昆虫の混入リスクを図化すると、食品への昆虫混入リスクは**図 6-49** のようになる。なお、食品工場環境へ直接・間接に虫が混入する経路は**図 6-50** となり、殺虫剤の対策だけでは、リスク対策が困難な対象となる（この対策は地球環境汚染面からも避けるべき対象である）。

昆虫は自然界に生息し、限られた特性の基で生息している。このことは、嫌いな条件や生息に適さない環境の準備が進めば自然にいなくなるという物理現象を意味する。筆者はこの考えで食品メーカーと昆虫対策を進め成果を得てきたが、その決め手になったのは、**図 6-51** に示したハザード MAP の利用だった。ハザード MAP 作成に当たって行うべきことは「人間が虫の気持ちになり工場を

くまなく調査することを出発点に現状把握を行い昆虫の存在リスクを明確にする」という活動である。これを実践して、徹底的に(1)昆虫の生息場所、(2)昆虫の育成過程、(3)昆虫の飛来経路などを調査する。このような調査は事実分析に基づく調査となるわけだが、カメラやビデオを現場へ持参して、例えば、床洗浄後の排水口、設備や台を設置している柱や桟などを調査する。

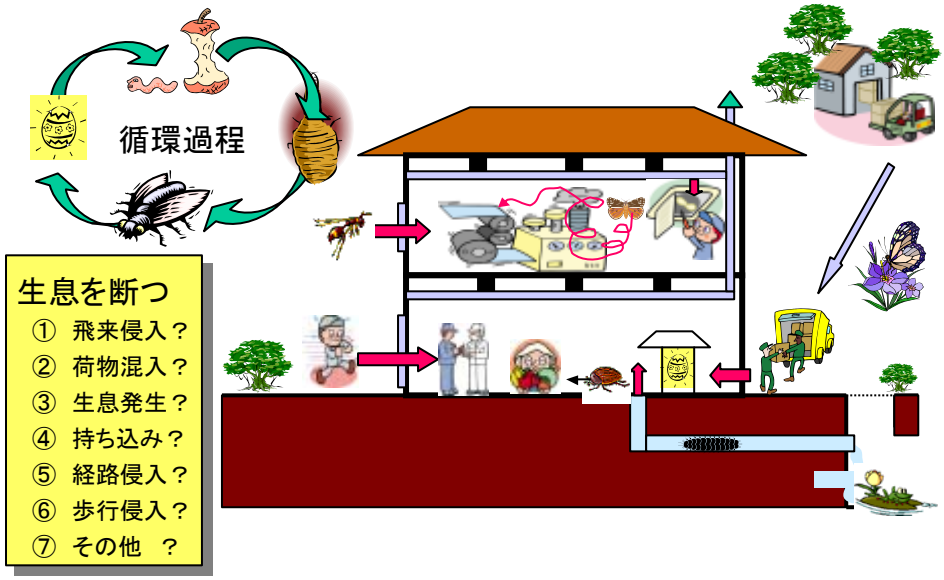


図6-50　専門家による、虫の生涯と進入経路のイメージ

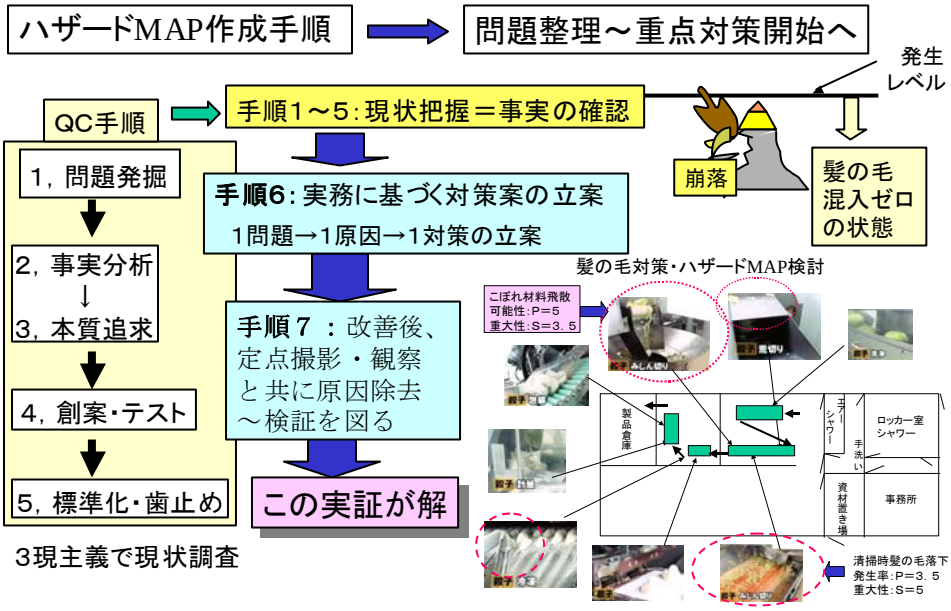


図6-51　ハザードMAP作成手順とモデル

もし、食材や食材カスなどが楊子程度残っていても、昆虫に取っては大食料倉庫となる。従って、設置台の柱などの場合、片面に粘着材がついた壁を貼るシート材などを置き、反対側から工場の圧縮空気を吹き付けて飛ばし、付着させる。また、天井ダクトなどは掃除機にパイプを設けて吸引の後、ゴミの中に昆虫の存在が無いか否かを確かめることを行う。更に、人は工場へ入る時、エアー・シャワーを浴びるが、荷物が別口から持ち込まれるケースがある。そのような場合、段ボールの穴に入っている虫を持ち込む恐れがあるため、エアーで段ボールの穴に圧縮空気を入れ、先の粘着面に付着させる。工場の隙間から光りが漏れる場合、この環境を好み集まるマダラメイガのような昆虫対策には、夜間のモレ光の有無をチェックする。・・・・といった内容を順次チェックした後に、ハザードMAPを昆虫の虫種毎に作成して行く。何せ、昆虫は全地球生物の3/4とされ、有史以来の存在であり、小さくどこへでも入ってくる。だが、嫌い、住めない条件をつくることを昆虫の特性に応じて対策することが決め手となるが、ある虫にとって嫌いなことが、ある昆虫は大好物という例がある。従って、この種の内容を専門化に聞き、調査結果を基とした対策が決めてとなる。

詳細は先の書、または、URL:qcd.jp の「企業に役立つ情報」の中から、「食品異物対策」の内容をご覧願うこととして、この種のリスク対策には、先のハザードMAPを現状分析～戦略地図的な対策を進めることが要点となる。ある種、食品への髪の毛混入対策や、工場に侵入するネズミや小鳥などの小動物の対策も似た内容で対策ができるので、この種の問題にお悩みの方は、是非、ハザードMAPを作成した対策をお願いしたい。事実、筆者がお手伝いした食品メーカーでは、対策後、数年間経過しているが、この種の問題の発生は皆無である。この例を見ると、この面にハザードMAPを利用して行くことは極めて効果の高いアプローチということができる。なお、HACCPなどでも、同種取り組みが推奨されているが、この面で問題をお持ちの方には、是非、HACCPのチェックと併せて本書に記載の内容の活用を願う次第です。

第7章　総合的 IE 活用法による経営効果倍増対策

IE を学び活用する目的は、具体的な経営効果の創出と、IE を使う方々の個人的成長である。このため、「IE は経営改善の道具である」と言われてきた。そこで、ここまで紹介してきた内容を総合化して、大きな（システム IE の）視点から IE の総合的な活用法をまとめることにする。

7－1　納期短縮と変化対応生産へ向けた IE 活用法

（1）　国内回帰と、超短納期生産の必要性

モノづくりを取り巻く経済と生産技術など、変化が激しい状況を『産業界 6:3:3 制』というが、これは、**図 7-1** の右上に示したように、新製品開発に水面下で資金を投入する期間を 6 ヶ月、新製品が立ち上がってピークに至る期間が 3 ヶ月、ライフサイクルを終えるまでが 3 ヶ月という状況を示す。事実、家電品、PC、携帯電話から乗用車まで、最近は、この種の製品環境は、正に 6:3:3 制に示される製品ライフサイクル短命化の対象である。

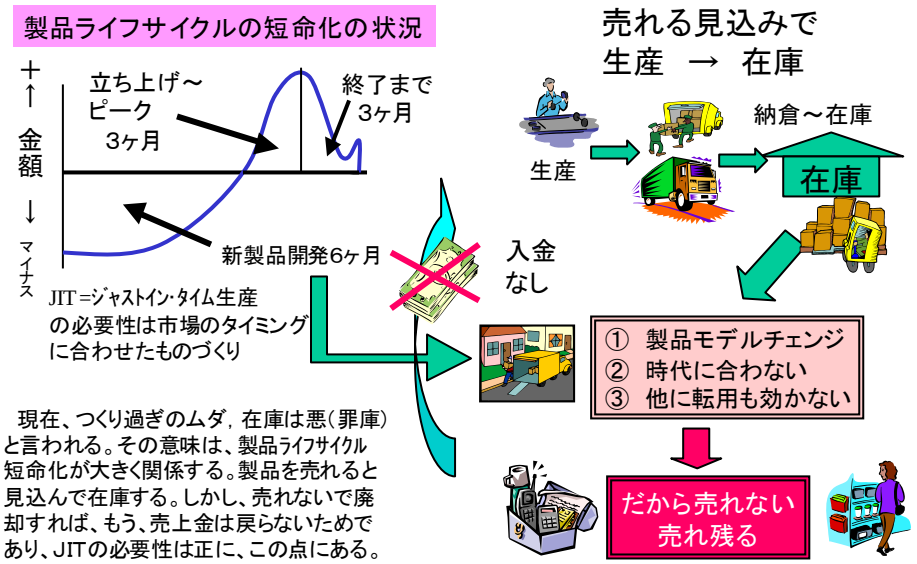


図7-1 「産業界の6:3:3制」の脅威

このため、この種の業界では、JIT 対応に当たり、仕掛かり＝“死にかかり”在庫＝“罪庫”の文字を使ってきた。その理由は、“罪庫”の場合、売れる積もりで製造したものを在庫したが、不幸にも売れなければ、一生懸命、汗水流して製造した製品をドブへ捨てるしかない内容を意味し、不要資産減却処理とい

う形で、売り上げも利益も生まないムダな生産を意味するためである。工場に仕掛かった部材も同じ扱いである。今や、売れない中間財を向上の現場にかかえることが、不要資産滅却～資金繰り悪化を招き、企業を滅ぼす要因になりかねない時代である。最悪の場合、正に、仕掛かりは“死にかかり”を招く。このように、新製品が立ち上がってピークに行くまでが 3 ヶ月と短い製品は、何としても、売れる市場に、売れる時、売れるだけの製品を素早く出す対応が必要となる。特に、昨今は、海外を含め、売れる市場へ強いライバルが 2 ヶ月程度で参入してくる状況に加え、競争激化に伴う値崩れが発生する。このような生産・販売環境を知るならば、この種の企業では、超・短納期対応を図る対策が経営上の重要課題であることがわかる。では、ここまで解説した説明が、実社会でどのようになっているか？について、産業界に大きな示唆を与えた事例を紹介することにする。

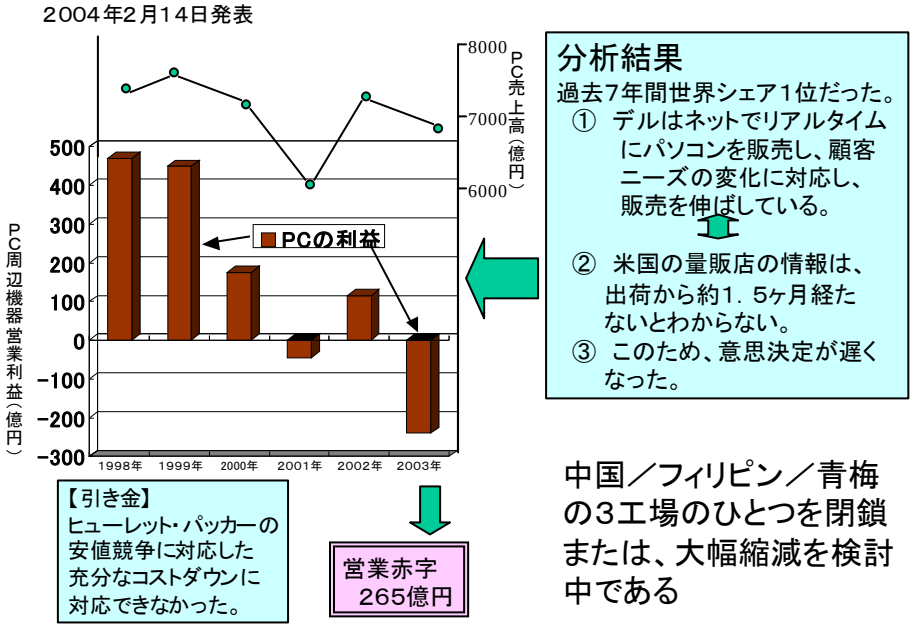


図7-2　過去最悪の赤字に陥ったT社パソコン事業

図 7-2 は、2002 年に公開、産業界を騒がせた、ある大手メーカーの PC 生産・販売の実情である。PC は、一般大衆を市場とした販売製品の一例である。この企業では、従来から通常的に、量販店に PC を大量納入してきた。また、バブル崩壊不況前、収益確保のため海外へ安価な人件費を求めて生産を移管した。このため、バブル崩壊に伴う不況時（2001 年）には、何とか大きな赤字とならずに済んだ（凌いだ）。だが、PC の販売が回復したにもかかわらず、2003 年に大きな赤字である。なお、この企業が行ってきた生産・販売対応は、量販店の

売り上げデータは 20 日締める。その後 1 週間程をかけて売れ筋を把握する、という方式だった。また、海外へ生産指示をして市場対応を図り、生産～船便で製品が市場に配備されるまでに 1.5 ヶ月かかる状況だった。ここでは、先に紹介したように、ピークの 3 ヶ月に近づく状況での販売はもはやピークに近く、市場では値下げ状態となる。また、事実、ヒューレット・パッカード社が出す類似 PC の値下げ交戦のため、図に示したように 265 億円の赤字を生む結果となり、当時、この状況を、T 社で「腐ったトマトをたたき売りの形で PC を市場へ提供する状況だった」と報じた。以来、同じ製品環境を持つ多くの国内（日本）産業は、海外への技術・ノウハウ流出防止対策を含め、固定部は海外、変動部は国内生産という策に切り替える企業が多くなった。

子供でも、常識的に、「夏を過ぎてから、かき氷をお客様に届ければ、特別な状況を除いて、断られるだけ。ムダ、常識でしょ！」と言う。これに対し、先に紹介した T 社の事例が発生する時代に、一人の学生が短納期で必要な構成だけで提供する PC を製作販売した企業が、居並ぶ大手 IT 企業を押しのける形で伸長した。かのマイケル・デル氏が創設したデル社である。デル社は 2005 年には世界シィエアーは 2 位を確保したが、デル社は、当初ファックス注文を受けて即日配送する対策を進めていた。また、その後、インターネット時代の変化にリンクする形で市場対応を図ってきた企業である。かつて、筆者も PC の更新時期だったため、注文したが、この新しいビジネスモデルと生・販対応のおかげで驚異のスピードで PC を受けとった経験を持つが、「注文を受け、入金されると翌日には納入、という製造・販売方式で市場対応を図る」ということで有名な企業のひとつである。そこで、この生産・販売方式を**図 7-3** に示したが、産業界では、この方式を SCM（Supply Chain Management）と言う。ここでは、IT を中核に、デリバリー・ピザのように、1 品管理よろしく、注文を受けた後、注文に応じた部品とソフトウエアをアッセンブルして、超・短納期で顧客納入を図るシステムを運用している。変化の激しい時代にあっては、先に図 3-41 で紹介した、トータル・リードタイム面での対策が極めて重要である。このため、リードタイムの影響を、単に「在庫金利程度の影響しか無い」と見ていた企業関係者は、初めて、「単に、BS：貸借対照表の流動資産に対する影響が PL：損益計算書の金利負担だけの影響ではない。長い納期は、売上高そのものの低下と共に、不要資産減却、といった悪影響、すなわち、リスク（機会損失）面から検討すべき」という気づきが必要になった。

以上、6:3:3 制と T 社の事例を示した。このような生産・販売環境の変化が産業界に発表されてから、多くの企業で、短い新製品ライフサイクル製品の海外生産を持つ企業で見直しがなされたが、その結果、『国内回帰』という状況が発生した。同時に、この種の対策の結果、多くの企業では、**図 7-4** の下に注記し

た「リードタイム短縮がもたらす経営への影響」を経験した。

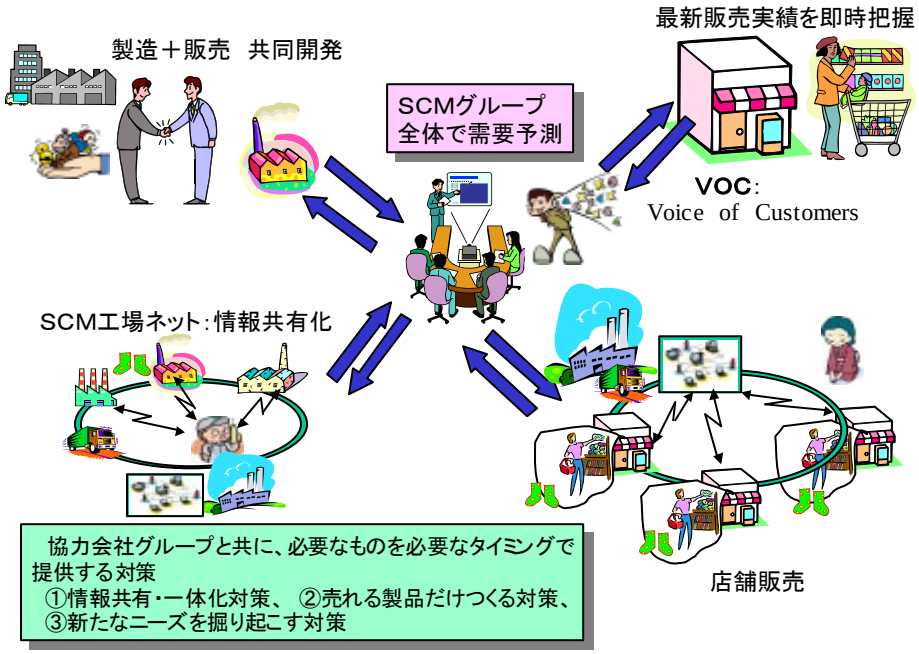
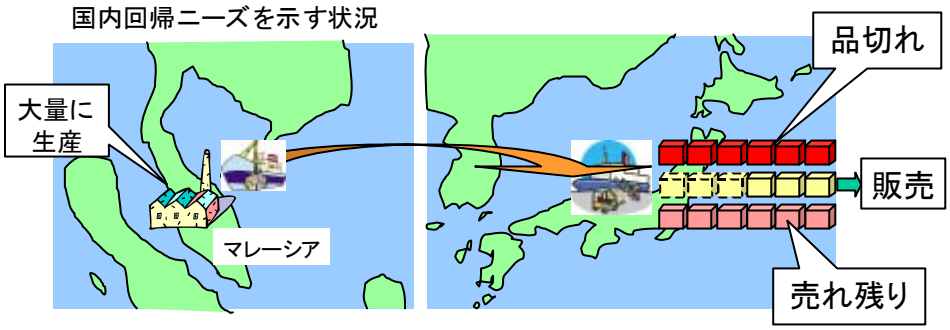


図7-3　SCM対策の要点



考慮すべき、海外生産でJIT化出来ない弊害

1，不要資産滅却損

2，売れるものが無い→売れない＝機会損出

3，仕掛かりがQTATと次期新製品の投入の傷害！

図7-4　国内回帰が必要な製品の状況

すなわち、「変化の激しい製品は市場で近い場所で売れる時に売れるだけ生産・販売」という戦略と対策は、①売り上げの機械損失ロス、②売れ残り品の

滅却ロス、に加え、③海外製品の製造に関する指導や不良品混在の時の対策時間を要する問題、また、在庫があると「売れた段階で新製品を投入しよう」という新製品開発対策部門が、次期新製品を出しても、その新製品自体がもはや市場のニーズを失ったタイミング外れの対応になる、と言った問題への対処である。この種の解析は経理が事後で提出する決算書では判らない。トータルコストと機会損出を算定して、始めてわかる内容である。以上、生産～販売～納入～入金リードタイムをという総合的な解析は、IE 的にトータルコスト解析と共に、目に捉えにくいリスク解析を含めた評価と解析の必要性を如実に示す一例であることを示した。

（２）　「IT 偏重だけが短納期対応ではない」という事例

納期短縮同様、品質向上は売上高を確保するための基本事項である。この種の例は**図 7-5** に示したように、衣類販売で有名なユニクロが示している。だが、もはや国内では「良品は当たり前」という状況になっている。そこで、ここでは、これに加える形で「超・短納期対応に IT が絶対必要か？」という内容を紹介させていただくことにする。『小回りの効く経営』という言葉があるが、以下、IE 的に見て「巨漢大砲的な対策で“IT システム過大視論”や、“IT 万能論”だけに我々は偏重すべきでは無い」という事例を紹介することにしたい。

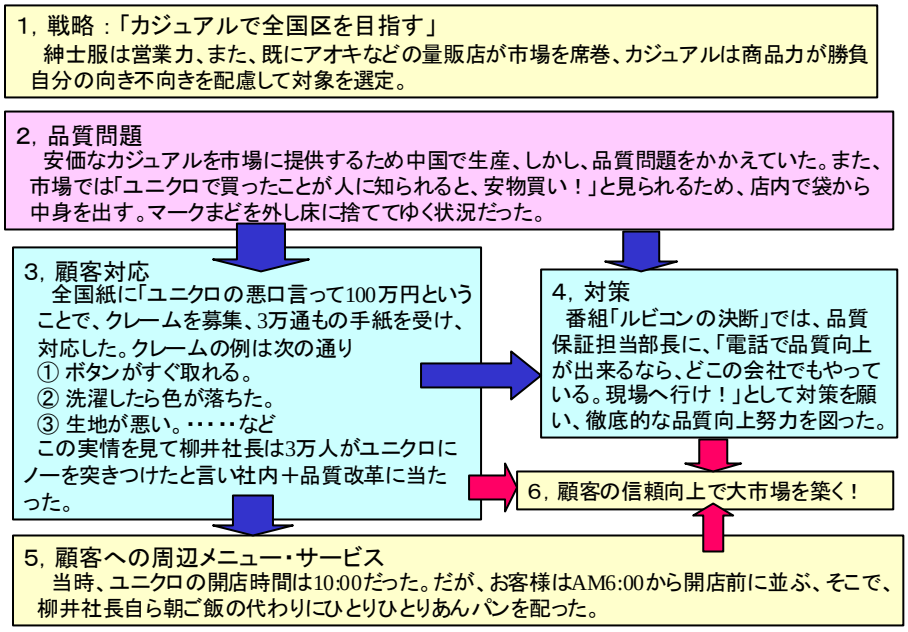


図7-5　ユニクロ発展の大きなきっかけ

これは、ある優秀な 13 名の町工場（エーワン精密）、不況の中でも毎年 35%以上の高い売上高経常利益率の確保を図ってきた中小企業の取り組みである。

対象製品は金属加工であり、この企業の方針は「価格も割高では無いが、高品質で、なおかつ同業者のどこよりも早く納品できれば、これは絶対に競争に勝てるにちがいありません。また、企業収益面でみても、仮に、短納期で次々と仕事をこなせれば、一日あたり 50 を 100 の注文対応が可能になり、単価が同じなら利益は倍になる！」という取り組みだった。ここでは「通常 1 週間や 2 週間は優にかかるようなコレットチャックの製造が、当社なら 1 日～3 日あれば十分」としている。また、その具体的な取り組みは以下ような対処を進めた。

① 受注対応：注文は基本的に電話かファックスです。本社で注文を受けると電話の場合はその場で、ファックスの場合は担当の女性がすぐに注文主に電話をして詳細を確認し、必要事項を書き込んだ注文伝票をファックスで工場に送ります。ここまでは 30 秒から長くても 1、2 分で対応してきた。

② 工場への連絡～材料手配：工場では事務員が、本社からファックスされてきた注文伝票を確認し、すぐさまそれを、そのままエアシューターに入れて現場に送る。それを受けとった現場の担当はその足で資材置き場に走り、必要な材料を選ぶ。この時、いちいち資材部門を通す必要はないので時間はほとんどかからない。

③ 製造：顧客からのファックス（ファックスに追記した内容を注文伝票として、現場でそのまま作業指示書に活用して）、選んだ材料を機械にセットしたらすぐに作業開始。後は注文伝票に基づいて、工程ごとに作業が進めるが、最も腕の良い担当者がモノづくりに当たる。これにより、モノづくりに必要な正味時間は十分確保した生産を進める。

④ 最初からベテランが製造を担当し工程で品質を作り込むため、別途、再度の製品のチェックや検査はしない（今まで、この方式で不良やクレームは無かった）。

⑤ 万一、製品に問題が生じた場合、すぐに新しいものをつくって送る。また、再度、新しい部材を使っても、短納期なのでお客様の要求通りで製造対応ができるので、もし、クレームがあっても、年間の品質管理に掛かる費用よりはるかに安価となる。

⑥ 来月もまた注文が来ると予想できる製品は、時間のあるときに 8 分まで仕上げ、仕掛品の形で保管しておき、注文が入ると同時に後の 2 分を仕上げる方式を採っている。この対策で満杯生産の 70%の機械負荷時間にしている。

⑦ 終身雇用を会社の基本とし、働けるうちは働くという運用が従業員の責任感の基になっていることは事実である。従って、「何としても納期は守る」ことに対してはあらゆる手段と対策を従業員があみだしてきた。利益の内容も公開しており、頑張ったらかならず還元してきた（賞与は利益配分という名にして運用してきた）。このためか？従業員が良い人をつれてくるので、人

的にめぐまれた環境で生産してきた（逆に、他社で「経験がある」と言って威張る人は雇ってこなかった)。

以上、短納期戦略を実務に生かしている企業事例を紹介した。この事例にはIT も派手さも無い。だが、多くの企業で制約と考えている内容にとらわれず、常に最良の道を見つけるため知恵を出してきた結果が、短納期で顧客と収益増強の基を築いた例である。また、この例は、VE の「納期短縮という目的には多くの手段がある」の応用、と見ることができる。

この事例だけでなく『品質・納期をダントツ化』し、市場直結型のビジネスモデルと共に伸びてきた企業は多い。「これからの日本産業は量から質の重視、少子高齢化時代にあっては、市場直結で感動を与える製品づくりをすべき。量産物は海外生産で」といわれる昨今だが、加えて、人件費の高い日本では「日本でしか製造出来ない高付加価値製品が重要となる」とされている。この意味で、**図 7-6** に示したように、品質はダントツ、つぎに、売れるモノづくりのために、超・短納期がテーマを重視する企業が多い。では、このような取り組みを進め、社会的に信頼をえつつある例を**図 7-7** と共に例示することにする。

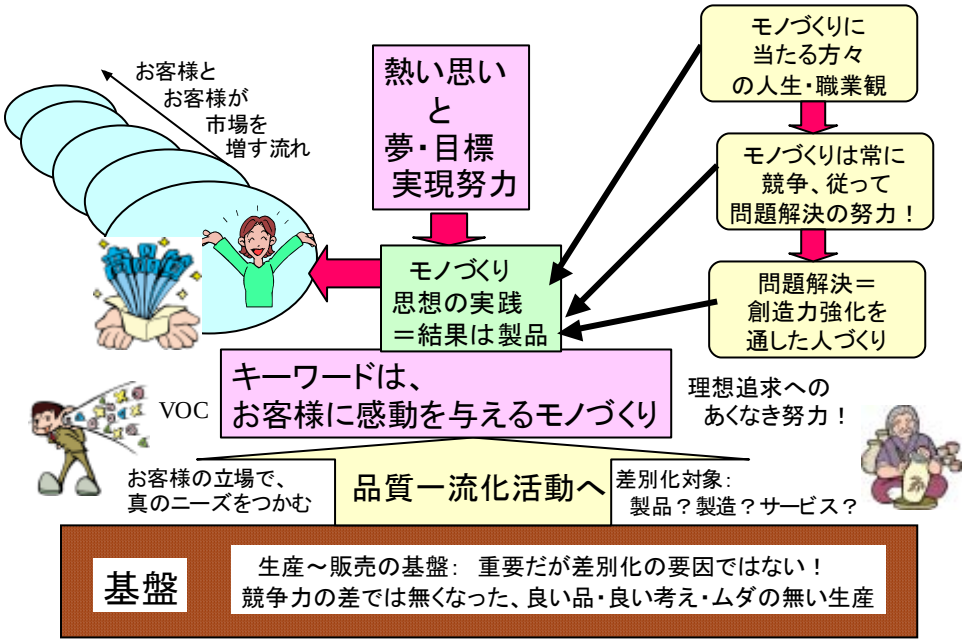


図7-6 品質一流化戦略とモノづくりの構成

七福タオルは既に品質はダントツだった。だが、タオル業界では多くの企業が、問屋に納める、値段は言いなり、といった中で、発展途上国産のタオルに押され青息吐息の状況で産業を続ける企業が状況とされる。この種の企業では、出来るなら補助金目当てに日々の活動を進める状況で何とか日々を過ごす、あ

る種、斜陽産業的な中で生産を担当する策がとられてきた。だが、七福タオルは、この種の受け身的な市場対応から脱皮を図った。戦略は、品質戦略を立て、吸水性の高い特性を東急ハンズに評価願い単独販売することから開始した（問屋を通さず直接販売）。特に、ホテルが求める吸水性の高い仕様の市場を見て、タオルに製造者名と電話番号を入れる策に出たわけだが、この対策を展開後、顧客から直接注文を受けるという状況が発生した。この時点から、七福タオルの製造・販売形態は「お客様が見える製造・販売」となっていったわけだが、同時に、七福タオルでは、特殊な編み方、すなわち、お客様から直接注文を受けたデザイン対応を図った。ここに縦糸と横糸に色染めする技術を駆使して対応したわけだが、この対処が、今日の成功を得た内容である。特に、ハリウッド・スターが購入～口コミ PR へつながったことは、宣伝しなくても、お客様の口ききで販売を伸ばして行くという市場展開につながったため、現在の高収益を得る企業の地位を得た確保に至った。この例は、顧客から直接注文を受け、小型配送システムで直送するわけだが、ダントツ（高）品質＋超納期対策を戦略的に展開した代表的な取り組みである。

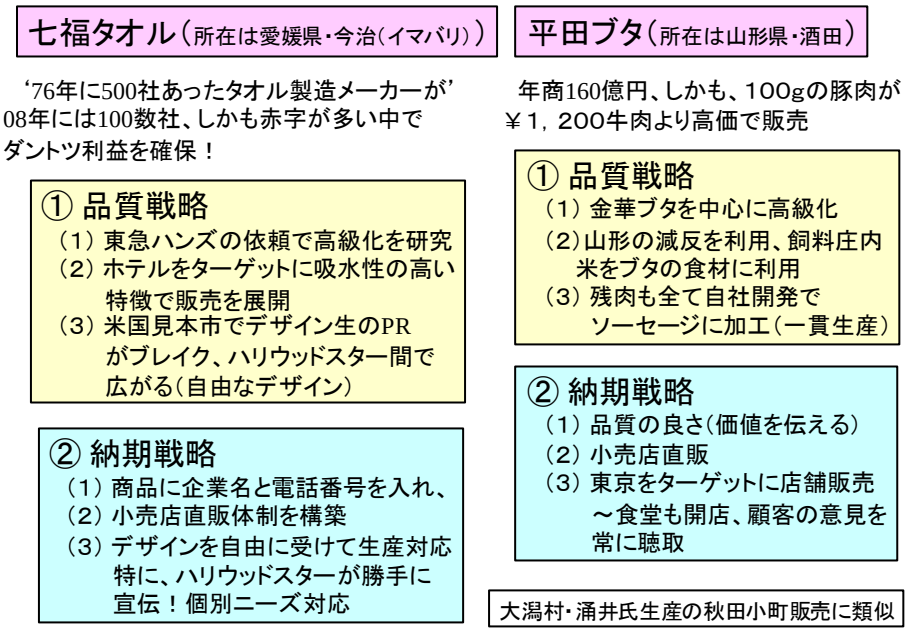


図7-7　ダントツ品質・納期戦略の展開の取り組み（事例）

図 7-7 の右側の平田豚も、これに似た取り組みを進めてきた。一般に、豚肉もスーパーなどでの販売は輸入肉に追われ低価格競争の渦中に入る。そこで、平田豚では、金華豚といわれるパンダに似た高級豚を東京に店を出して食して販売する策を展開した。また、山形という米作の地で、減反となった土地を利

用して飼料用のブランド米を生産、これを豚に食べさせる対策を図った。高級肉が常に維持~確保可能な策の展開である。さらに、残肉が出ないようにソーセージまで自前で製造するなどの工夫を加え、新鮮、かつ、短納期で納める対処を図った。当然、食の安全をも含めた対応を進めてきたわけだったが、この一連の対策が顧客を集め、牛肉よりはるかに高い値段だが、高級豚肉の販売を大きく伸ばし、現在はブランド肉として知られる製造・販売環境を維持~確保した。

図 7-7 の下に「大潟村・涌井氏の秋田小町（米）販売」の一行を記載したが、この事例も、農業という業界は異なるが、先の 2 件に似た取り組みで成功した例である。涌井氏は他県から大潟村の干拓に入耕した。だが、ようやく軌道に乗る段階で減反政策にあった。そこで、国が進める野菜などの生産に切り替えたが失敗。そこで、「結局は米の生産だけが可能な地で米づくりに徹する」という基本に戻り、最高品質・短納期で顧客へ直接販売して行く戦略を立て活動した。その結果、数年という苦労の時間が掛かったが、無農薬で顧客直送・ブランド化の理解と地位をお客様の評価と共に確立した。涌井氏によると「秋田小町はコシヒカリのようにブランドではない。そこで、「米を良くして売り方を工夫する」という対策を考え、無農薬＋ブランド化を進めた。当時、ヤミ米のそしりを受けた。だが、農家ながら、顧客を歩き、米の味を定量評価する技術手段を揃えた。この対策に当たっては、顧客が焚く炊飯器を自ら全て購入、旨い炊き方の研究を工夫した後、お客様を訪問して指導しながら味の改良~直販の販路を築いていった」という努力をされた。このような時、お客様から「お米を洗わないで炊ける工夫をして欲しい」という要求も受けたので、不洗米の対策を図り、自動化生産ラインをつくり対応した。また、出荷時に余ったヌカからアルコール生産を進めるなど関連技術の具体化までを進めた。この取り組みは、やがて米の SCM 販売として有名になる、国も進めるお手本になった。涌井氏によると「農協に持ち込み、誰が購入するのかがわからない米づくりではなく、お客取が見え、米づくりの喜びが直接生産者に伝わる米づくりを続ける」と話されていた。

ちょっと一休み

【発想を変えた納期短縮談】

納期短縮に当たっては「あらゆる知恵を駆使して」という内容と共に、壁を越えた発想を持つことが、「備えあれば憂い無し」という内容につながる例がある。そこで、その種の内容を簡単に紹介することにしたい。

★１：筆者学生時の体験談

筆者が早稲田大学・加藤研究室でマス・スペクトロメーター本体を先生の図面に基づき製作していた時の体験である。IE とは無関係だが、筆者は、金属を真空中で溶解してエレクトロン照射した帯電体を磁石で分析して容体特性を探るという研究を担当していた。この研究は世界で競争する研究のひとつだったが、結論は世界初、このため、ケミカル・アブストラクトへ研究論文の投稿～掲載となった。また、この研究の努力の中に納期問題があったので、簡単に紹介させていただくことにする。

当時、実験に使用する機械の部品は匠に以来しなければ出来ない対象だった。また、図面を詳細に記載して発注した場合、通常の手続きでは 3 ヶ月かかる状況だった。そこで、当時の私は、伝票処理をそれなりに行い。川崎の中小企業へ依頼した。なお、この時、依頼伝票を郵送するのではなく、依頼先に図面と材料と共に伝票を持ち込んだ。要は、顔を見た直接依頼である。この時は、多少ではあるが事務的な時間を短くしたいためだった。その理由は、通常ルートの場合、当時の学校側から企業への加工依頼は、2 週間毎に締め切り、まとめて郵送していたことを知ったからである。川崎への依頼先は、ある町工場だった。特殊依頼なので 3 ヶ月、しかも、大ベテランが多忙の中に「学生からの依頼」という内容で、値段も安い部材のオーダーだった。だが、この状況のままで研究は間に合わない。そこで、匠に事情をお話したが、「よし、出来るだけ急ぐ」という状況だった。だが、この言葉だけでは、具体的にいつ部品入手ができるのか？判らない。そこで、筆者は居座り作戦を考えた。相手に悟られてはいけない。そこで、学生なりに考え、つぎのように話した。「素晴らしい、お仕事ですね！是非、折角の機会なので見学させていただいてよろしいですか？」と言うと、「OK！」となった。この時は 13:00 だったが、勉強を兼ねて見学していた。当時、旋盤に乗っていた加工製品は、かなり複雑高度だったが、匠は見事にこなしていた。このため、舌を巻く感じで話も聞きながら旋盤作業を見学させていただいた。そのうち、3 時の休憩に近くなったので、お金はわずかだが、小遣いでお菓子を買ってきた。見学料のつもりだった。3 時の休憩にそれを出したが、加工職人の方々が集まってきて、お茶を飲みながら雑談となった。これは、これで楽しい内容だったが、作業開始、結局は 18:00 まで見学となった。すると、「今日は残業だ。夜食につきあえ！」といって、当時はまだきれいだった川崎の海岸からとってきたアサリを鉄板で焼き始めた。「学生さん食べな！」といってわけていただいたが、こんなおいしいアサリは、この時以降、筆者は食べた記憶はない。また、雑談が始まった。そのうち、今度は研究内容を聞かれたので、一生懸命話した。その後、「おれたちは残業だ。どうする」と言われたので、また、この部品が出来なければ、研究室にいても何もすることが無い

ので、「明日も勉強させていただいていいですか？」と言って帰宅することにした。すると、帰り際、「面白い学生だな。いいよ、明日きな！」とのことだった。この日はアルバイトの家庭教師があったので、事情を伝え、現在も保有しているブルーバードで家庭教師の仕事へ向かった。そして、翌日の訪問を迎えた。この企業へ行くと、「学生さん、急ぐのなら、この仕事を後回しにして、やってやるよ」と、10 時頃だったと記憶するが、職人さんが私に話した。「エッ、いいのですか？」と言った。筆者は弁当持参で 3 日ほどは工場に居座って、何とか、納期督促に貢献できれば、と思っていた。だが、この話の後、すぐに見事な加工が始まり、結局は 12 時に部品は完成した。この時、筆者は「3 ヶ月の仕事の正味は 2 時間半程度なのか？」という実情を知った。このおかげで、研究は予定以上に進んだため、先に解説のように、世界で一番の研究成果発表となった。

研究完成後、この企業に、お礼に行った。この時、職人さんは「そこまでしなくても、・・でも、その気持ちがうれしい」というお話をいただいた。以上、昔話で恐縮だが、筆者の体験談を紹介した。筆者は今も、この扱いには感謝している。また、ここでは、「学校の図面は現場を考えていない」ということで、**図 7-8** のような極めて当たり前だが重要な内容も学んだことは、その後、納期短縮だけでなく、職人気質や、現場の苦心と共に、その後のデザイン・イン対策に重要な内容を得た。現在も感謝する思い出話だが、当時の職人の方には、再度の感謝と共に、ここに事例紹介させていただいた。

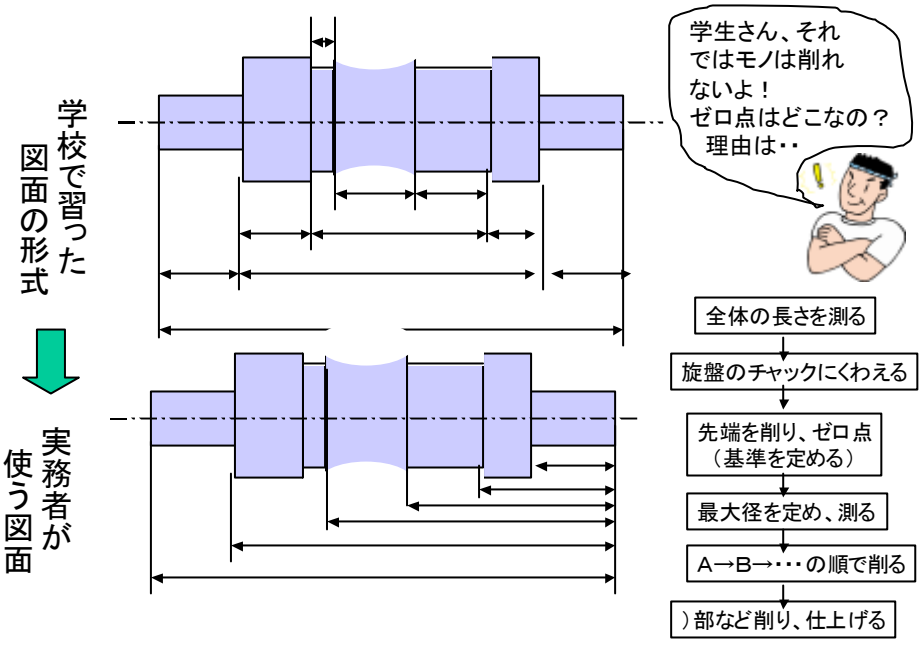


図7-8　学生の図面と、現場関係者の図面の差

★ ２：故・大野耐一氏（当時、トヨタの副社長）講演で得た 24 時間活用

この話は 1970 年、オイルショックで各社が苦しむ中で高収益を誇るトヨタが 2,000 人にも及ぶ JIT を学ぶ企業の方々に対する講演会で、故・大野耐一氏がお話しされた内容である。当時、大野トヨタ副社長のお話はつぎのような内容だった。「誰もが知る通り「1 日は 24 時間」である。私たちは JIT を進めてきた。だが、まだまだ勉強すべきことは多いので、今も勉強中です。その中から、先月、中国へ行った時の体験談を紹介させていただくことにします。中国で「背広を買って欲しい」と言われたが、「2 日後には帰国するので、無理」と言いました。見本品を見た限り、品物はそう悪くない。しかも値段が安く、家庭でも、「そろそろ新調しなくては」と、女房と話していた矢先の話だった。このため、「短納期なら何とかしたい」と言った。すると、「1 日で出来ますので、ご帰国には十分です」ということだった。私は信じられないので、「なぜ 1 日で、しかもオーダーメードでできるのか？」と問うと、「もし、ご注文が決まれば、この 3 名の内の 2 名は今から寝かせます。1 名は今から寸法をとらせていただき、図面をつくります。図面ができた頃、先に寝かせた 1 名が起きて、生地を裁断し、仮縫いします。ここまでが 8 時間×2 名の仕事です。その後、もう一人、寝る指示をした 1 名が起きてきて、本縫い～仕上げまでを行います」ということだった。そこで、オーダーしたが、この店が約束した通り、背広が手に入った。この例から、やはり 1 日は 24 時間、しかも、このような納期短縮法もあるのか！」と私は学んだ次第です。・・・」という講演内容だった。この時、筆者は「なるほど」と思った。だが、このような内容が日本企業で産業として活用する事例が生まれるという発想までは持てなかった。しかし、下記の事例は、この内容を実に旨く生かし、製品化とビジネス成功を果たしている取り組みである。この内容を知ったとき、筆者は、「この種の話は、否定するのではなく、応用を考えることが大切である」ということを学んだ。

★３　24 時間を活用した事例：住本科学による油洗浄装置

住本科学は石油タンカーや建設機械の油洗浄を実に効果的に進める企業である。主力製品は油洗浄フィルターであり、**図 7-9** に例示したように、円盤状の和紙を数枚重ねた構成で円盤の隙間を利用し、外から中へ汚れた油を濾し取る際に汚れを除去するシステムを販売している。筆者も日立金属在勤の時、環境担当・同期の今村氏の紹介で潤滑油を使う職場の機器をこの方式に変更したが、“大ホームラン”という大成果を得た例を多く経験してきた。最初はオイルショックの時だが、この技術が注目された。住本社長にお会いした時「タンカーは廃油を会場に廃棄できないという制約がある。このため、この当時までに、既にフィルター交換と新油補充だけでタンカーのエンジンオイルなどの対応

を進めて」という実績データを拝見させていただいた。当時、建設機械も廃油廃棄が出来なくなっていたため、適用が始まった時の話である。住本科学の方式は使う油を仕様中と、洗浄中の 2 種にわけ 24 時間をフル活用することが、その特徴である。油は汚れきった状況では洗浄が困難になる。そこで、人間の肺の構造と同じ機構で、ほんの少しの汚れの段階で汚れのもとを取り去る方式を採用してきた。具体的な対策は、タンカーに使う油は 12 時間使用すると、洗浄済みの油タンクのものと全て入れ替える。その後、使用していた油を 12 時間かけて洗浄する方式を用いていた。この対策では、12 時間という時間をフルに使えるので、完全に、しかも、大きな投資をしないで油を完全洗浄が可能である。建設機械の場合、昼間は運転、夜間は停止しているので、1 つのタンクだが、全作動油をゆっくり洗浄する方式を使っていた。要は、1 日 24 時間の使い方の工夫が上手にシステム化していた。そこで、この時分割管理を筆者が関与する職場でも利用したが、常に油を汚さないシステムは、機械作動を円滑にするだけでなく、作動油に関する多くの問題と、安価な洗浄装置の利用を果たした（なお、先のホームランはこの技術の適用だった)。

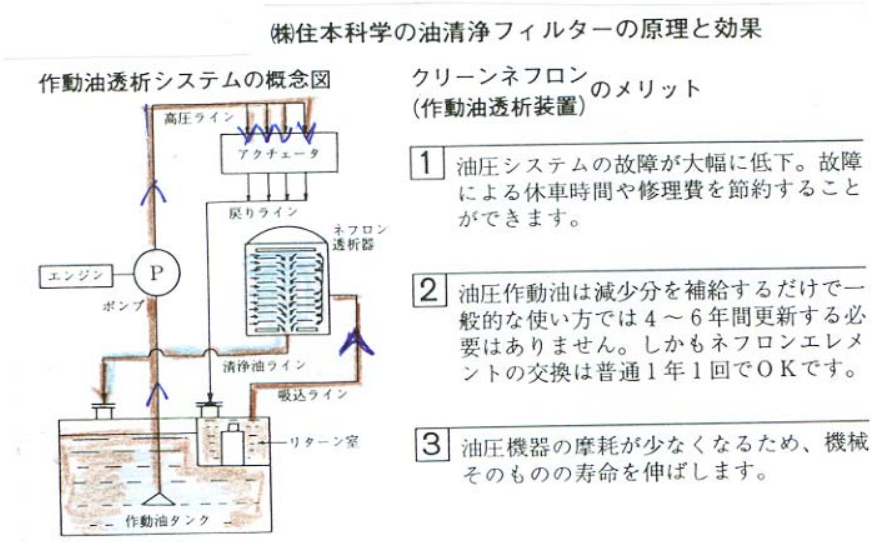


図7-9 住本科学製 ネフロン

★４　24 時間を活用した事例：夜間・畳張り替え産業

かつて飲食店や旅館業界の常識的は、畳張り替えは、あえて休日をつくった対処が必要だった。だが、伊丹空港に接する TTN コーポレーションでは、PM11:00 頃、顧客が去った後に畳を持ち帰り、翌日の AM9:00 には張り替えを

済ます仕組みを運用している。ここでは、畳表のはり替えに、1 枚 5 分で済ませる合理化設備を投入しているが、この取り組みは、正に、故・大野耐一氏の講話内容を地で行く内容である。多くの斜陽業界の畳業がリフォームなどに転業する中で、この企業は年商 27 億円・高収益を誇ってきた。また、「夜間作業は、交通渋滞にあわず、有効な産業形態を維持できる」としている。

★5　24 時間を活用した事例：夜間に運送用車両整備～車検対策産業

ヤマト運輸の子会社のヤマトオートワークス（整備専門企業・年商 139 億円）も、24 時間の活用を成功させた企業である。一般に、自動車整備は昼間に車両整備を行うが、この対処は 3 日程度が必要となる。だが、ここでは、一晩車をあずかって、翌日に車検を終了させ、お客様に戻す方式を実施している。この夜間整備方式を実施した結果、自社の運送車両利用率向上になったわけだったが、自社の車両の車検整備だけでは空きが出る。そこで、他社の車検整備サービスを行った。また、顧客から好評を得た結果、夜間産業を確立させている。ちなみに、現在、ヤマト運輸 4 万 5000 台、他社の車両 6 万台の比率でサービスをしているが、3 日間を要する車検と、夜間車検で朝から車両を使える物流会社の収益面差は、7～8 万円程度にもなるそうである。当然、ここでは、短時間で夜間整備を専門・効率的に行うため、一般の整備工場に比べ改善を進めてきた。例えば、①タイヤを 1 人作業、専用クレーンでつり込む方式、②リフトでトラックを持ち上げ、床照明と共に作業の容易化、③工具は天井からつり下げ、探す手間など対策により、過去 2 名で 8 時間の整備を 2 時間にする工夫がなされてきたことが、ここに記載の内容の実現に貢献している。

以上、各種の事例を紹介したが、従来、その業界では当たり前に思ってきた“一種の制約条件”を大きく見直し、打破していることが、納期短縮を大幅に進めた成果を生んでいった例を紹介した。

ここまで紹介した革命的な例から見るとはるかに及ばないが、また、最初に紹介したが、筆者が取り組んだ企業事例を、再度、紹介することにしたい。筆者は、1970 年に日立金属に入社だが、この時、最初に学んだ仕事はコンピュータ・シミュレーションを利用した各種新製品プロジェクトの収益向上対策だった。このようなシステムが完成した時、桑名地区の鋳物工場の解析を担当したが、当時、工場は赤字、技術担当専門・副社長以下、蒼々たる技術陣が乗り込んで、当時、工場立ち上げに注力していたが問題は解決に向かっていなかった。これに対し、この面には素人という筆者が、経営計算で「損益分岐点がおかしい」すなわち、計画当初に比べて高いという計算結果を提出した。この時期、この製品は、ライバルに大きくシェアーも奪われる状況もあったわけだったが、損益分岐点対策に、関係者の知恵を集め、24 時間操業計画を適用した。すると、

それまでの大問題だった諸事項は雲散霧消した。なお、その理由は、判ってみれば当たり前の要件ばかりだった。当時、それまでの操業は断機運転だった。このため、鋳物の製造条件が一定化しない。また、問題が発生しても関係基に伝わるのが遅いため手の打ち方が遅れる。・・・といった状況だった。だが、この種の問題は24時間連続操業で雲散霧消した。不良問題も生産量の問題も消え、黒字化したが、その解決策は、例えば、昼勤は朝8:00に作業開始17:00終了という作業形態内容だった。「24時間操業のためには、行うべき仕事に応じて、一人ひとりの出勤時間を個々に決めて運用する」という方式だった。だが、この奇抜ともいう操業方式で、鋳物を製造する物理的条件が一定化したためだった。今にして思うと、この策は、苦肉の策である。だが、ある種、偶然に発案した24時間の活用法の実践例だった。

（3） デザイン・イン対策：開発・製造・販売リードタイムの必要性

新製品ライフサイクルの短命化が激しくなってきた現在、多くの企業が新製品開発段階から現場参画をする取り組みは、新製品垂直立ち上げに必要不可欠な対処となっている。

事例の中に、2005年に新経団連会長に就任されたキヤノンの御手洗氏がデジカメの国内回帰の成果を評して、「開発と生産がバラバラにある状況ではシナジー（相乗）効果が得られない」とテレビでお話しされていた。また、この成果創出の要点を「キヤノンの収益を支える主力製品のひとつであるデジカメは、販売から2ヶ月で値崩れする環境にあって、デザイン・インにより、12ヶ月、5年前の納期の2/3にした戦略により、収益確保はもとより、高品質、設計ミスで生じていたコストの減も200億円低減した」という内容だった。この例を見ても、新製品開発～製造～販売期間を短縮する効果の大きさが判る。

現在、どの企業でも常識的になっているこの種の取り組みは、1800年代に米国でなされ、その名は、CE（Con-Current Engineer ）という名称がつけられた。手法自体は、先に図3-39で紹介したPERT手法の運用面を改善して、新製品開発～生産～販売を一体化した取り組みに適用した対策であり、その特徴は、平行同時に多くの与件を進めるという運用である。ちなみに、米国でCEが体系化された理由は**図 7-10**に示す通りである。図に示したように、CEは平行同時に新製品開発課題を進める対策である。この方式の基は日本で当たり前に行ってきた内容だった。すなわち、新製品開発における最初の段階から関係者を参画させ、権限も大幅に委譲する形で進めてきたというものであるが、米国はこの仕事の中身を、米国流に論理的な解析を進め、各社で利用可能な技術体系に組み直した結果にCEの名称をつけた。その結果、**図 7-11**に示したように、事前検討の充実と共に、職場の壁や立場を越えた新製品開発を有機的に進める

方式が確立したわけだったが、米国における大きな変革は、「過去、ガラス部屋にホワイト・カラーの方がいて、現場へは出ない。現場関係者も上からの命令を守っていれば仕事は評価される。

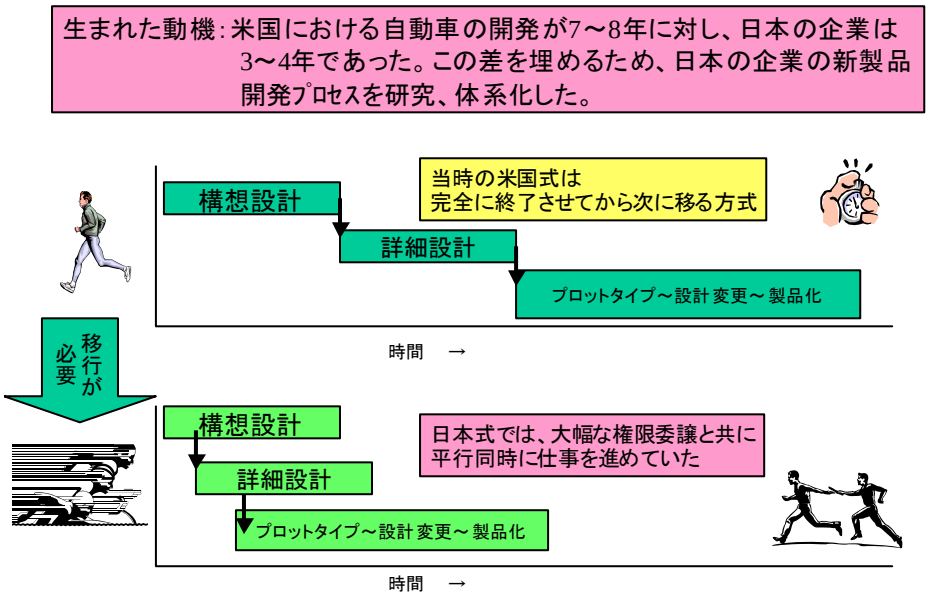


図7-10　コンカレント・エンジニアリング誕生の背景

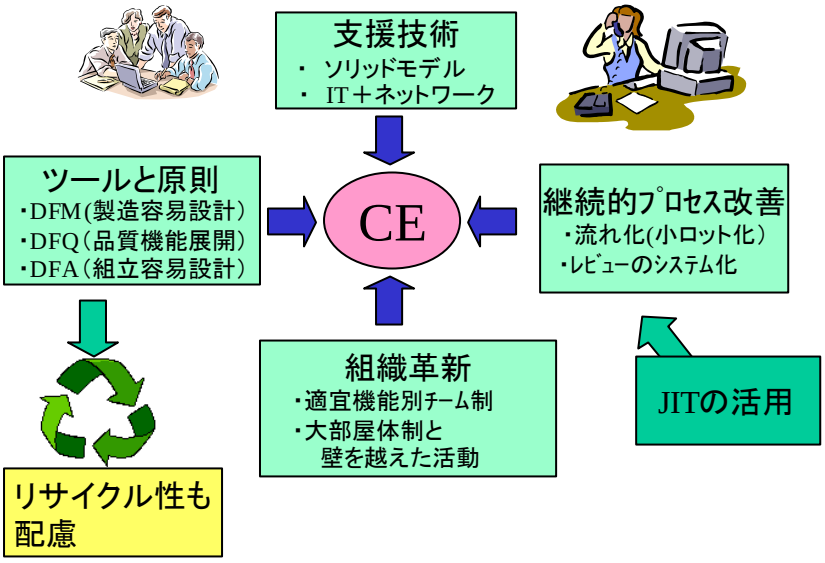


図7-11　CEの4つの切り口

「一般に、米国の地では、改善点を現場から開発・設計部門に進言すること

は、一種の反抗とみなされる風潮があったため、官僚的な組織で活動してきた。また、この種の要件が関与して、新製品開発スピードが日本にはとても及ばない、という結果となっていた」としている。だが、日本企業でも反面教師的にCEを分析したところ、学ぶべき点が多数発掘された。その結果、その種の内容を改善し、①新製品開発段階から参画して、現場の事情を開発・設計者に理解願う。②デザイン・イン対策と共に、新製品立ち上げ準備を製造部門が図る。時には、③高価な技術導入や設備投資をしないで、現場ノウハウを通した安価なモノづくりを実現する、といった内容の改善を進め、今日、我々が書で知るCEとなった。

以上、この詳細はURL：qcd.jpに紹介された新製品立ち上げ準備内容をご参考願うこととして、読者の皆様には、納期短縮という局面から、IE的にまだまだ研究～改善の余地の多いデザイン・イン対策の概要を解説させていただいた。

７－２　全員参画改善の見える化展開法

IE 手法は製造現場で実務を行う方々が中心になり開発～活用が進んできた科学的な問題解決手法である。特に、科学が持つ、①わかり易い表現で改善すべき問題を示す。②問題と解決策が定量的に把握できる。③対策内容が予測でき、繰り返し性が高いという特徴は、各種改善を効果的に進める面で大きな作用がある。このため、有効で効率性に富む IE 手法は『仕事の科学』の名で活用されてきた。IE には、先に図 1-10 で示した、①製造現場で活用する『現場の IE』、②スタッフ部門が数学解析を中心に展開する『エンジニアリング IE』と③経営トップが戦略的に使う『システム IE』の 3 種の適用分野がある。この中で、特に、製造現場における改善は、現場の方々が習って、自ら使ってきたため、『現場の IE』として歴史を持つ。また、ここで活用する手法は、例えば、工程分析や、時計を使った時間分析のように、現場で直接実務を担当される方々が自ら活用できるように平易な内容で表現する方式が準備されている。加えて、現場で実務に当たる方々に有効なガイドが、IE の精神である。なお、その内容は、

（理想とすべき世界一流の仕事）－（現状）＝改善ギャップ

の見方で問題と改善すべき課題をとらえる方式だが、この算式の活用は、自分の仕事のレベルや価値向上を継続的に進める上で役立つ、また、企業では、この種の改善活動を総合化して、目で見て判る形で経営数値の向上に貢献してゆく環境づくりが必要である。そこで、以下、『システム IE』の中から、TP マネジメントを取り出し、その活用方法を示してゆくことにする。

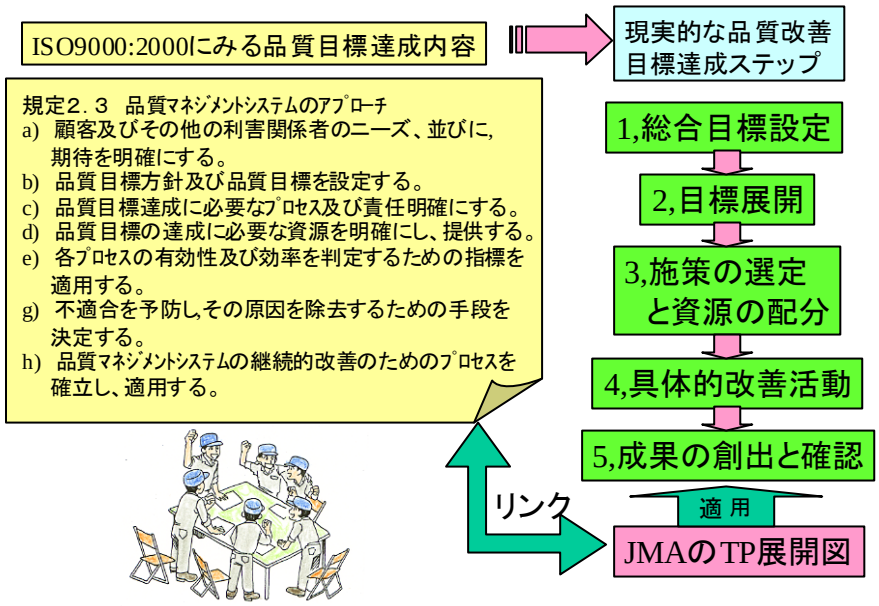


図7-12　全員参画で品質向上を進めるには

（1）TP マネジメントの構成

個々の現場改善を経営側の関係者の立場から見ると、①トップダウン目標とボトムアップ改善課題の整合対策、②極めて強力な経営改善促進策を目で見て示す対策、③経営予算を確実に確保する P-D-C 活動・管理となる。このため、JMA では 1965 年頃に、このようなマネジメント・システム具体化に対し産学協同で研究を開始した。なお、ここでは、単なる理論武装だけでなく、実務的な効果をあげる実証実験を、企業に賞を出しながら進めてきた。その結果、『全員参画による改善マネジメント体系の見える化』対策を体系化、その名称を『TP（Total Productivity）マネジメント』としたが、**図 7-12** に示した、このマネジメント体系は、既に多くの企業で活用され、品質マネジメントの分野では ISO シリーズにも、同内容が文書化されている（なお、ISO の規定は要求事項という形で必要項目だけの明示である）。

卑近な例だが、企業や工場、経営トップが「世界一流になる」と宣言し、方針を出しても、具体的な活動にまで展開～実施されなければ、『単なる、お題目』となる。また、製造現場として、どのように小さい事項でも、全体目標と個々の達成内容が貢献度と共に示されていなければ、関係者に改善の意義が伝わらず、個々の改善はスピードをあげて実現する意欲を阻害し、結果、成果の出ない活動に留まる。従って、この種の問題を対策するために、極めて当たり前の対処だが、

① 総合目標を定める。
② 具体的に仕事のプロセスや組織に展開し、各所の課題、小目標と整合を図る。
③ 各目標と課題に対し、最良・最速の問題解決手法をガイドする。
④ と②と③の内容をマトリック化させ、必要なところに必要な手法と対策を登録する。
⑤ 具体的活動を図り成果へつなげる。

という手順を、『目で見て判る仕組』を運用し、経営側が関係者全員に示すことが重要になる。以上、このような問題解決手順を JMA で具体化させた方式が**図 7-13** に示した TP 展開図である。では、以下、その具体的展開内容を解説することにする。

【手順１】総合目標の設定

TP 展開図は経営計画の中身を『見える化』する対策である。1 つの工場を例にとるなら、工場には予算があり、毎期その達成に努力する活動がある。そこで、まず、この予算を『総合目標』と定める。次に、工場には組織があり、その個々の組織には目標達成のタスクがある。この個々の組織（工場では工程と

呼ぶ）が持つ目標や課題と今期の予算である総合目標をリンクさせる必要が生じる。この対策は【手順２】となるが、以下、総合目標と個々の工程や組織が持つ目標との関係、また、総合目標が展開され活動に移りフォローアップへつなげる全体像が**図 7-15** であり、『経営目標を目で見た形』で構成して行く構成が必要になる。

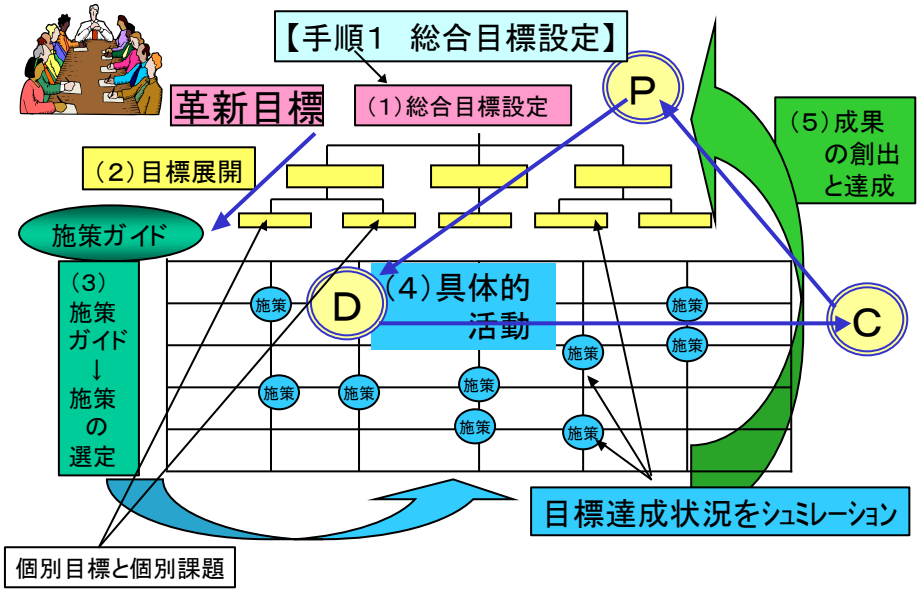


図7-13　全員参画目標達成活動に活用する
TP展開図とは(基本形)

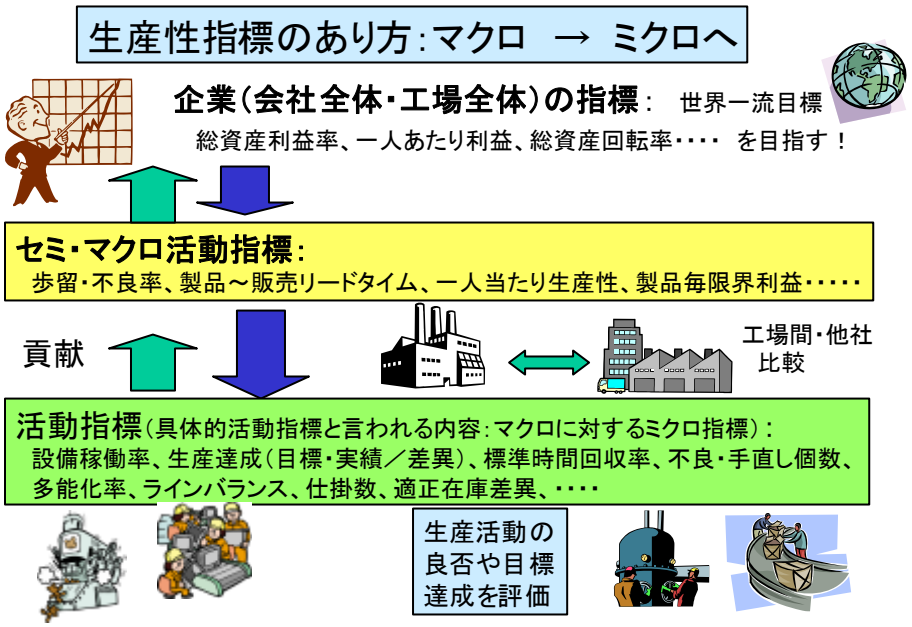


図7-14　各種経営マクロ指標とミクロ指標の連携化

では、このような内容を背景に、先に、示した図 7-13 の「総合目標設定と個々の組織や工程をあづかる部門が持つ個々の課題と、どのように納得の行く連携を示す図化を図るか？」という、具体的な対処の解説に入ることにする。

【手順２】総合目標の展開

図 7-15 をご覧願いたい。ここでは、総合目標が設定されると、まずトップダウン要請という形で、目標を下位に展開する。ここで大切な点は、「目標を各部門に一律に展開する行為は禁止する！」という注意である。その理由は、各プロセスや個々の部品などが持つ課題を明確にして、それと連動させなければ、目標展開が掛け声だけに終わる。さらに、目標設定に際して、当然、各部門の課題の大きさや内容は異なる。また、実施の対象や課題との関連がない目標展開は、総論賛成、各論反対となり、納得性の無い展開となる。

そこで、TP 展開図においては、一度展開した目標は、各プロセスや設備、部品などが持つ課題をまず洗い上げ、解決した時の見積りを図る。これが下位目標の検討である。この種の目標を、今度は上位に積み上げ、総合目標との整合を図る手続きをとる。この手続きを TP マネジメントでは『トップダウン＋ボトムアップの整合』と言うが、このような処置により、両者の整合と共に、下位の目標を受け持つ関係者には、総合目標に対する課題と貢献度が明確になる。

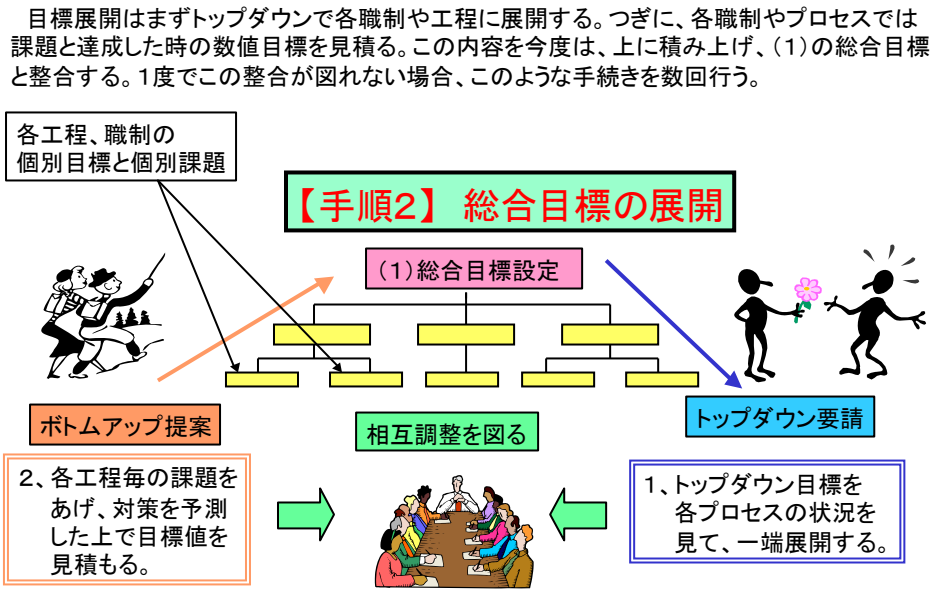


図7-15　TP展開図による目標展開～整合の進め方

【手順３】施策の設定

ISO9001 では、“資源の有効活用”と共に、“効率”と“有効性”の要件が、

品質改善効果をあげる対策（QMS=Quality　Management　System）の中で重視さる。この内容は、企業はトップの指揮のもとで、限られた時間、人、物、設備、情報……を駆使し、スピーディー、かつ、効果的な成果創出を望む、という内容だが、当然、この内容の実現を具体化させることが､品質改善だけでなく、原価改善や、納期短縮という経営改善の場でも、当然、必要になる。

そこで、この対策を具体化させるため、つぎに、「展開された目標をいかに効率よく進めるか」という手続きに入ることにする。この対策には、先験的に用意された問題解決手法を提示し、関係者に選択していただく方式の活用が有効である。即ち、各職制や工程、製品毎に設定した目標に対し、最も有効性が高く、効率良い問題解決手法（改善手法）をガイドとして示す。また、各部門ではこのガイドを参考に、最適な手法を選定して、具体的施策にして活動へ向ける対策を図るわけだが、具体的な対処は、施策ガイドを縦軸：各部門の改善目標と課題を並べた TP マトリックス上で行う（この検討は総合目標として定めた予算達成のための経営シミュレーションである）。

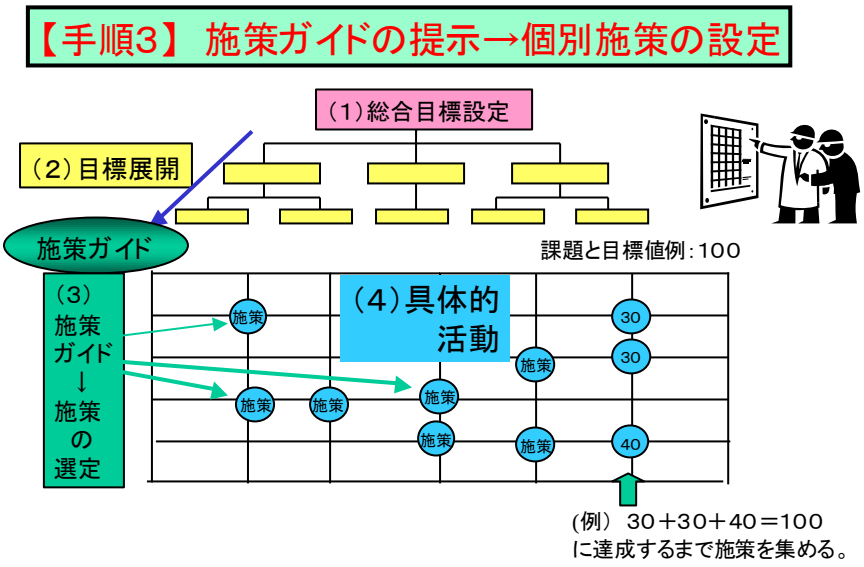


図7-16　目標展開図と施策ガイドの利用による目標達成努力を進めてゆくイメージ

具体的な施策ガイド適用の例は、IE、QC、VE、JIT、・・・・といった各種改善手法や、IT～製造技術革新、製造技術手段の適用であり、問題解決手段の具体的な提示は**図 7-16** の左下のようになる。では、目標値達成と施策ガイドを利用した各部門に定めた目標値達成イメージを例示することにする。図の左端をご覧願いたい。ここには目標値を 100 としているが、この達成へ向け、縦軸

に改善手法を割り付けた問題解決手法を利用して、目標値 100 を越えるまで、その下に示した対策手法＋項目で達成努力を進める対策が、ここまでに解説した対処となる。また、以上のような取り組みが個々の部署に展開された目標達成を検討する状況だが、ここでは TP マトリックスでは組織の壁を越えた検討も行う。この対策を TP マネジメントでは「わたり」と名付けているが、例えば、後工程で仕上げる製品の自動化を考えるより、前工程である設計で改善する策があり、総合的に設計改善策をとった方が仕上げ工程の改善より大きな成果が期待される場合、その策を選択する。要は、両者の策を個々に行うのでなく、分担して総合効果を挙げる策を検討する検討である。更に、テーマ具体化で確実に成果を得る見込みがあるものを「固いテーマ」、調査研究をすれば確実な成果見積もりは可能になるかも知れない。だが、そのような手間をかえているより、成果が見込まれる内容を「柔らかい目標」として実施を急ぎ、完了後に確認するといった目標設定法が各社で運用されてきた。以上、TP マトリックスは、これ以外の検討手段を加えて総合目標の達成を進めるが、この努力で個々のマトリックスに登録されたテーマを実施に移すこととなる。なお、個々のテーマは大小様々となる。また、貢献度と寄与率が総合目標との関連で明確になる点、さらには、「塵も積もれば山になる」という実態が TP マトリックス上で確認できるという事は、改善をもれなく全員参画で進めるドライビングホースになる。

【手順４】具体的な改善活動の明示

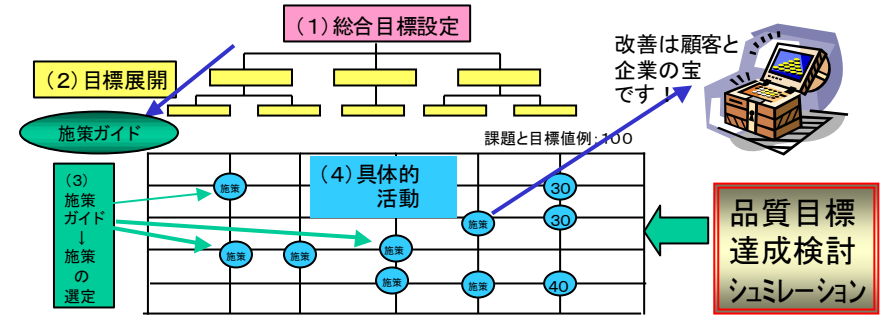
ここまで TP 展開図の作成手順を解説してきたが、後は、決めたテーマの実践～成果の集計となる。だが、ここで一度、立ち止まり、「なぜ、このような図をわざわざ、手をかけつくる必要性があるのか？」という疑問について解説することにする。このような図をつくる意義は、全体と個々の役割を一元的に表示し、個々の改善が、全体のどこに、どのように貢献するかを示すためである。このことは、サッカーや野球であれば、個々の選手のポジションと役割、貢献度を正しく知った上で試合に臨む姿と似ている。人は、個々人が持つ役割分担、果たすべき使命、個々の努力と成果が確実にチームの勝利、得点に貢献していることが解ると、2 倍以上の力を発揮する。このように、現場の一人ひとりが、目でみて、自分が着手するテーマがどこ位置づけられ、何をすれば、また、何にどの程度役立つか、という内容を貢献度という形で知ることは、スポーツでいうなら、勝つための役割、使命を知り行動する内容に似ている。これと同じ意味で、生産現場においても、目標達成意義を顧客志向のものづくりと共に示す。なお、この種の対策は、全員参画で総合目標達成を図る上で極めて大切な手続と意義を持つ。

TP 展開図という経営改善作戦地図はワンペーパー作成し、全員が見ることが

できる場所に表示する方式が、多くの企業で採られてきた。他に、このような表現をする手法に『目標管理』がある。TP 展開図は、この種の手法を改善したものだが、目標展開に無い特徴が付加された。そこで、この内容を「両者の違い」という形で**表 7-1** に整理した。

表7-1　TPマネジメントと目標管理の差

比較項目	TPマネジメント	目標管理
1，構　造	Ｗｈａｔ・ＷｈｙとＨｏｗ　ｔｏを区分して表示する。	目標の中に手段を内在させる方式を混在させる。
2，目標展開	○　外部志向、製品が市場で他社と競争する内容を配慮して目標を展開する	△　内部志向、○　上ー中ー下の展開はTPマネジメントと同じ
3，貢献度	○数値で示す	△計算値はない
4，評価式	企業の目標/実績対比	Q･P･S(品質･生産性･安全)は向上 C･D(コスト･納期)低減を1式で評価
5，目標の対象	中期経営計画をベースに今期の経営改善総合目標を設定する	毎期、予算と･各部門が考えた目標とのすり合わせでまとめる
6，目標達成方式	○全員参画で組織のウエルバランスを調整してチャレンジブルな目標達成管理へ	△各部門提出の目標を各部門一任で任せる
7，中期経営計画とのリンク	○重視して企業一流化をめざす。	△特に行わない
8，施策の抽出	○全工程の診断～全てのアイデアを集めアイデアバンク化し、方針に従い抽出	△毎期、各部門で思いつく改善案を集めて施策とする程度
9，トータルコスト面の検討	○総合目標設定時に実施	△各部門のコスト低減内容を単に集計しただけの内容を総合化
10，活動形態	○職場、職制などの壁を越えた目標達成活動を図る。	△個々の部門長に一任形態が主



品質目標展開図が持つ特徴

1、目標達成と具体的活動の関連が一覧化可能(総→中→各論の一連化)

2、各テーマと、総合目標の関連、貢献度が数値で判り、重点指向で策の管理ができる。
目標には成果創出が確実(硬い目標)と、 問題は判っ ているが、適用する手法や効果に確実性が約束できないもの(柔らかい目標)の区分も色別表示で明示できる。

3、部門間を超えたテーマの検討が可能である。

4、○で示した個所を用いて、達成:青色、検討中:黄色、遅れ:赤色を用いて目で見る管理と共に、テーマの進捗管理が可能である。

図7-17　TP展開図の活用法(例として記載)

TP 展開図は製造現場で『目で見る管理』という形で、個々の活動と、総合目標の達成状況を表現する方式である。また、このための道具として活用するため、**図 7-17** のような活用上の工夫がなされた。この図が特に注目されている点は、部門間を超えて改善テーマの検討・対策と調整などがスムーズに進む点である。TP 展開図では、この種の内容も図上に表現してつかむ工夫を図るが、この種の資料は時に応じて、TP 展開図マトリックスに番号を付ける方式程度の処理で、運用が可能になる。

【手順５】成果の創出～フォロー

「活動なければ成果なし！」という言がある。どのような良い考え方や案、施策や管理システムも、実行しなければ、ここまで進めてきた努力は無意味となる。このため、手順 4 では具体的活動と個々の課題、目標達成内容を下の図表の〇印のところへ登録すると同時に、何を（テーマ)、誰が、いつまでに、どの程度（目標値)、どのようなやり方で、……と 5W1H に代表されるように、具体的に定めてゆく。このような対処と指示システムで各所、各人が対処すべき課題と目標が示されると、手順 5 では、具体的活動で得た成果を TP 展開図上に記載して集計するという手続きに入る。

かつて、工場において全員参加式改善に、人を集めテーマは集まった方々で決める方式があったが、この方式はどうしても人の面で気を使う。その結果、関係者が参加しやすいこの方式は、小集団活動が盛んな時代に各社で使われてきた。当初、この方式を使うと、改善活動が盛んになされているように見えた。だが、高い目標達成へのチャレンジ性は少なく、簡単に達成できるテーマばかりだった。このため、経営効果は少なかった。そこで、TP マネジメントでは、これとは大きく違う小集団運営を図る対処を図った。その具体的な活動は、テーマを先に定め、最も、その解決を早く、効果的に解決できる手法とチーム編成（人の募集）を図る方式である。実際にこの方式を実施すると、成果の達成、テーマ進行スピード、改善グループ相互のチャレンジや切磋琢磨が進み、人材育成の面でも有効性が高かった。以上、**図 7-18** は、ここまで述べた内容を、目で見て判る方式と共に示したイメージ図の形で示した。

TP 展開図を用いた目標達成と管理の基本は、P（計画）→D（実行）→C（確認）の輪をまわし、スパイラルアップさせながら、A（あるべき姿へ高めてゆくための活動）を図る取り組みである。これを、ISO9000 では、企業が超一流化になってゆくための継続的改善と定義しているが、TP マネジメントでも、この管理を用いて、P-D-C の輪をスパイラルアップさせ、超一流の人と改善、企業が定めた目標管理システムの具体化へ向け、Act.（活動）をとる方式を運用する。このように、各種定めた活動を管理し、短時間にアウトプット最大化させ

る活動を産業界では、マネジメント（管理）と言うが、**『管理の基本は目標÷実績＝１にする努力』**である。TP マネジメントでも、目標達成管理はこの式で行うわけだが、この達成が終わると、次の行うチャレンジは、また、更なる高い目標を定め、次の達成へ向けて努力する活動が開始される内容へ移る。

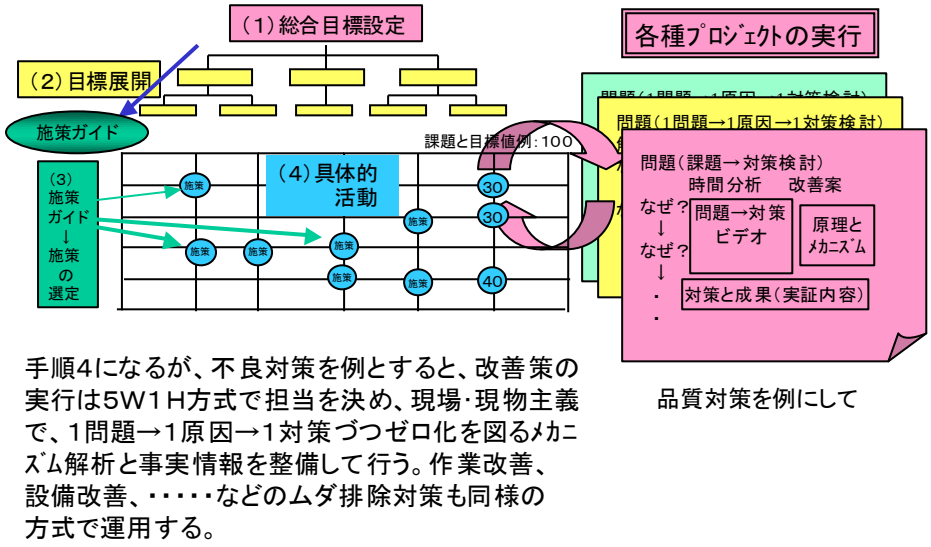


図7-18　具体的改善活動を登録する状況

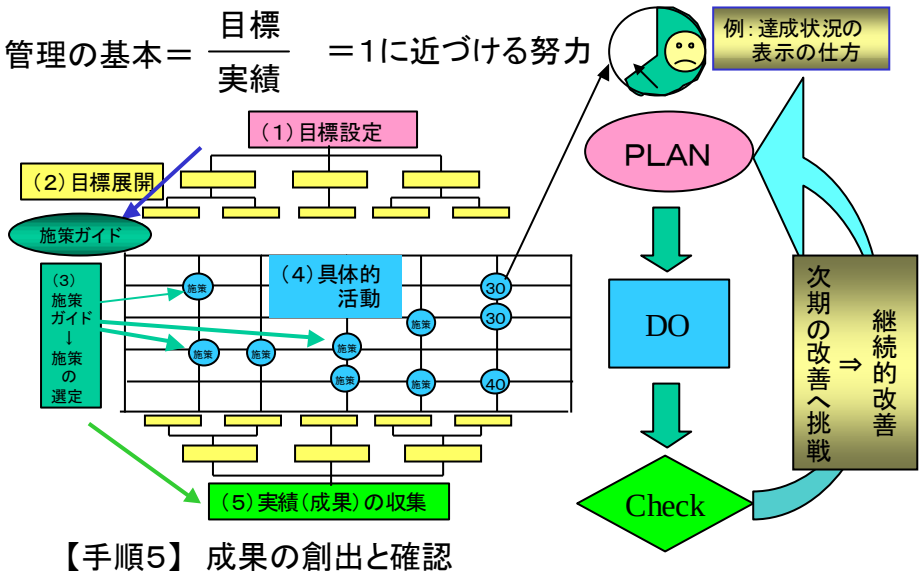


図7-19　TP展開図とP-D-C

以上、今回、ここまで紹介したTP展開図は、単に1期分の活動内容を示したものである。また、その構成は、(1)～(2)が目標設定～展開、(3)～(4)は成果を挙げるための活動の準備であり、(5)は成果集計である。TP展開図では、〇印で定められたところにある施策が完成すると、その成果を、ジョウロのようなもので、水を集める如く成果を集計した形で総合実績が集計し、総合全体目標に対比するが、この手続きで総合目標の管理を図る。先の説明と重複するが、TPマネジメントでは、ここまで記載の要件の実践で1期の活動が終わると、第2期目のTP展開図作成～挑戦を図り、未来へ向け用意された次の段階の目標達成へ向けた活動へ移る。

昔、筆者が製造現場で仕事をしていた若い時、「管理者、管理者？このような内容や人は、日頃の生産・販売活動では必要ないのでは？」と思ったことがあった。これは、野球やサッカーの試合が順調である時、「監督やコーチがいなくてもチームは勝ち進むので無用！」という考え方に似ている。しかし、イザという時、更には「チームの力をより高めたい」という時、これらの管理者の存在が極めて重要になってくる。試合前の練習の指導、相手チームの戦いぶりを分析して作戦をつくる。練習、強化対策を図る。いざ、という時選手の入れ替えを図る諸策は監督やコーチの責務だが、この方たちは、この種の管理手段の投入により、チームを勝利へ導く仕事をする。もし管理者やコーチ陣が、この要件を決め、指示しなければ勝利へのストーリーはつくれない。また、これがマネジメントの重要性を示す局面である。

先にも紹介したが、産業界には「間違った戦略やマネジメントの活用は、問題に気づいた後、1000の手法を投入しても、そこに生じた問題をカバーすることは至難である」という言がある。この意味を理解するなら、的確な中期経営・技術目標の達成計画の明示を目的とする『システムIE』の一部であるTPマネジメントの利用の重要性が、読者の皆様には、ご理解願えたのではないかと考える。要は、未来の高い目標達成を狙った基本技として、また、全員が情報共有しながら、個々の目標達成の意義と貢献度を、『目で見て判る』形でIE手法を経営に直結して示す方式がTP展開図のよる表現方式である。

（2）TPマネジメント開発リーダー秋庭先生の体験談

TPマネジメントはJMAを中心に、産業界のトップ、JMA関連の企業コンサルタント、著名な大学教授による編成で開発~展開されたマネジメント手法だが、これ以前、製造現場改善マネジメントの主流は『小集団活動』だった。このため、新たな日本的マネジメントが求められ、秋庭先生を中心としたTPマネジメントの企業適用研究がなされた。筆者は、ある程度このマネジメント手法が体系化された時点で、かつて、プロジェクト・リーダーとして活動していた日立

金属の桑名工場で TP 賞を受賞した。また、米国から帰国した時点で、このプロジェクトへ TP 賞・審査委員の形で参画させていただく機会を得たわけだったが、このような中で、TP マネジメントの実戦経験を豊富に持つ秋庭先生からお聞きした体験談を紹介させていただくことにする。なお、この話は、正に TP マネジメントと、現場丸投げ式で、「とにかく頑張れ！」・『わいわいガヤガヤ式改善』との差を示した例だった。

「TP マネジメントを活用した場合と、従来式の小集団活動で改善を進めるという企業内実験をした例があります。同じ製品を同じ人数(300 名)で製造する工場を持つ大手の例です。データー公開は控えることが約束ですが、従来方式で「頑張れ、塗れた雑巾をさらに絞り切れ！」という方針で活動する部門と、TP マネジメントを活用した部門の活動の差です。ちなみに、前者は期に 3%の原価改善だったわけですが、後者は高く定めた目標、20％を達成しました。では、私が指導したこの企業、もちろん、私は TP マネジメントを指導した側ですが、そこでの指導談を紹介することにしょう。・・・」と言って語られた内容である。なお、TP 賞審査時に得た話だが、今も適用企業名は隠す必要があり、ここでも企業は割愛させていただくことにする。

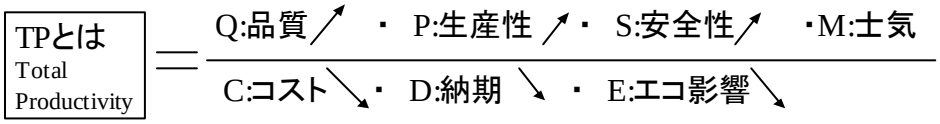
「多くの企業で用いている生産性から話を進めることにします。一般に、企業で用いられている生産性の指標は I／O 管理です。工場の生産性の構造がとらえ難いので、”投入”に対する”産出”をとらえて、その効率を見て行く方式です。一人当たりの売上、付加価値率といった指標はこの種の代表的な評価指標です。要は、インプット（I）がどの様に変換されアウトプット（O）になるか？という取り組みですが、多くの企業では、この指標を用いた改善法に余り深く関心を持たず、結果として得られる I／O 対比ばかりに興味を持つ状況です。このような活用では、この変換プロセスに解析や改善が加えられないため、改良点が見つからず、結果が出れば OK!としてしまいます。また、ここでは、途中で行う変換プロセスをブラック・ボックスとして扱い、結果オーライで経営管理を進めるわけですが、この方式は一種の『丸投げ管理』ということになります。これは、「中身はともかく、結果で勝負！」というマネジメント・システムです。では、このブラック・ボックス式管理の欠点を挙げたいと思います。この管理方式では、勢い、管理者の仕事は効果が出そうな人と手法の投入を関係者に要請する形態が採られます。しかも、毎期、３比主義で活動結果の是非を問い、活動努力はともかく、結果が悪い場合、例えば、前期の目標を達成しない状況が発生する場合などの対処は、余り、納得の行く論理や分析なく、組織や人を入れ替えることが繰り返されます。要は、新体制に期待して新たな成果を要求するわけですが、問題解決の方法に進展が無いので、同じことを繰り返し、挙げ句の果てに、他社で少しでも効果があがっている手法を聞くと、即座

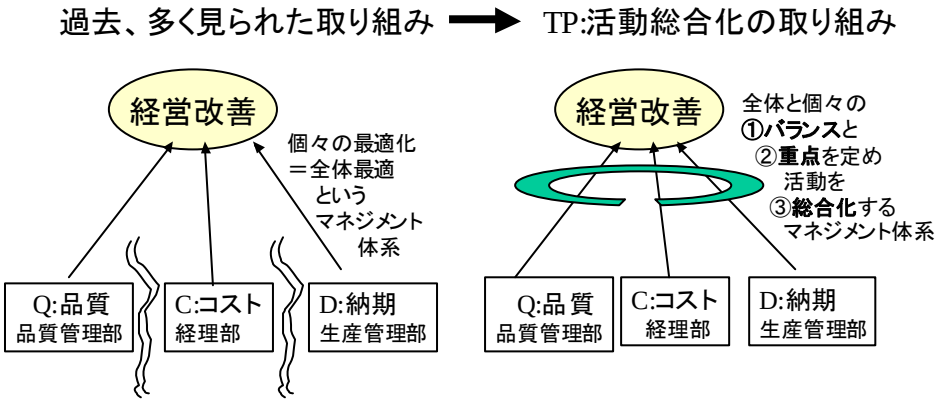
に導入を検討させる方式が発生します。この例は極めて多い状況です。産業界には、ターン・キーという言葉があります。この言葉が、この種の行動を代表するわけですが、ワンセットで、世の中で有名なやり方を投入すれば、打ち出の小槌の様に効果が挙がるという期待を示す例です。この様な処置をした管理者の方々は必ず、「我が社では革命的手法を導入した。後は、人事を尽くして天命を待つ」話されます。しかし、やがて頓挫して私たちに相談にこられます。この場合は良いのですが、改善手法の中身を詳細に分析したわけでいため、「他社で成功しているのに、我が社で事がうまく進まないのは気合いと努力不足である」と考え、勢い、「もっと知恵を出せ！勉強と努力が足らんぞ！お前ら」と叱咤激励して、やる気を刺激してアウトプットの創出を期待する行動になる例がほとんどです。また、この種の企業では、部下の方々は、何をやっても結果が出れば良いとなれば、結果が早くでるものばかりをつまみ食いや、食い荒らしをした結果、本来、対策すべき課題だけが残り、誰も手をつけず、結果、やがて改善が頓挫します。以上が、この種の取り組みに見られる傾向です。多くの場合、先にご紹介したように、トップは部下に改善業務を任せたので、詳細な活動までは立ち入って来ないのが一般的です。「〇〇先生のご指導で成果が出ないのは、習う、君たちが問題！」として中身には何も触れないで先生へ改善を丸投げする。また、指導する〇〇先生も、製造の専門家ではなく、会社のご事情も短時間では判らない。細かな問題は判らないなどの条件で物事を進めざるをえないため、結局は「改善体質に問題あり」と言って逃げる行動に走ります。逆に、経営トップが「活動の中身を知ってしまうと、強いことが言えないことになる」とも考え、中身不明のまま、対応も「雑巾をしぼれ！しぼれ！」「やる気が改善の全て」という刺激的行動になるのが通例です。ここまでのお話でご理解願えたと思いますが、この種の取り組みで発生する問題の要点は、インプットをアウトプットに変換する方法と活動の中身をつかもうとしない点にあります。すなわち、インプットをアウトプウトに変換する手順と構造、進め方の良否と評価基準に関与します。だが、私はこの種の事情をある程度は理解しています。その理由は、多忙な、また、インプットをアウトプットに効率よく変換する技術に知識や経験をお持ちではない経営トップの方々に、毎回、「個々のテーマに対して、問題解決プロセスをご覧になりながら指導する活動をとるべき」という要求をすることに無理があるからです。従って、簡単にこの種の要求を満たすツールの導入が必要になります。

では、解決策を示すことにします。次のページをご覧下さい。この図は総合生産性 TP（Total Productivity）という指標です。本来、経営的な見地からすれば、ディメンジョンは違っても一本化してものが、学問的には「品質や納期などの項目に生産性の指標が設定できない」というテーマがあります。要は、図

に示した算式で扱えば経営上は扱いが可能ですし、極端な話、ポイント制でも、相互のウエイトやバランスを制御すれば、総合的に経営効果をあげる対策はいくらでも見つかります。だが、コストは金額、生産性と納期は時間や比率・・・と異なるわけです。ですから、そのままを使うマネジメント方式では、活動の内容を見て、効果が出なければ、「人が多い、何とかしろ！」とか、「産出に対してエネルギーの投入基準量を上回っているから減らせ！」という指示をすることになります。

TPマネジメントの狙いと評価式





要は、品質・納期・安全・士気の面では生産性が先のコスト面の生産性と同等に比較が出来ないという悩みを解消しないままマネジメントを進めると、同じ土俵の上でこの様な重要課題が同等に比較検討出来ない状況に陥ります。その結果は、「いたしかない」として、多くの経営トップは、テーマ毎これらの内容を分け、各部門長を設けて責任分担させる方式を取る策を展開します。だが、問題の解決がスムーズに進まない。そこで、次に、自分の分身という形で、この種の課題を進めるラインとは別の監視役をつくります。品質管理部長、生産管理部長、経理部長などや、安全委員長を設定する例がこの対策です。その結果、各種会議でライン関係者の改善進捗をフォローしながら、その進め方に対し、評価~指示を要求の形で示す策が運営されます。この考え方は、「個々の課題が解決へ向かえば総合的に問題は解決するはずである」という思想です。だが、この方式で叱咤激励される個々のライン担当部門長はたまったものではあ

りません。全体と個々のバランスより、部分最適化が自分の責任であるから、他の部長とは関係なく、最大の努力をする。その結果、会議の度に生産部門の関係者は振り回されることになります。この様な問題が起きる理由は「総合的な生産性指標が定められない」という問題に尽きます。ここまでお話しさせていただいた問題解決法はトップ・ポリシーの設定にも大きく関与します。御社では無いと思いますが、トップ・マネジャーが振り子の様に方針を変える現象を、他社では多く見かけます。この例はインプットをアウトプットに変換する構造がわからない。そなると、「ご自身が示した方針が間違っているのではないか？」と誤解してしまう点にあります。本来、方針を立てたらその浸透程度と、全体と個々の活動のバランスを見た制御、更に、重点テーマの進め方が問題なわけですが、この状況が一覧して判らない状況では、「方針が間違っていたのかな？」と思う現象（誤解）です。もし、方針が徹底していれば、また、活動のプロセスが管理できれば、方針が正しいか？も違っているかは手にとるように判るのですが、これが判らないため誤解して悩んだ結果、コロコロと方針を変えてしまう行動になる例です。要は、一般に、経営トップの方々は、この種の問題解決策に知識を持ち合わせないためです。従って、先にお話ししたように、物事がうまく進まないのは、自分の方針や戦略が間違っているのではないか？と誤解してしまった結果、方針を変える現象や、組織や担当を変えて天命を待つ、逆に、自分の無能さの現出というように勘違いして叱咤激励策に入った結果、「雑巾の絞り方が足らん！」という発言になったりするわけです。

では、対策をお話することにします。要は、全体と個々という企業が取り組むべき諸活動を図に示し、貢献度と実施すべきアウトプットとインプットを正しく評価する仕組みを企業内でつくれば良い。しかも、先に示したように、経営的に見れば、Q,C,D は同一土俵で扱う方法論があれば助かります。また、部分最適化だけを狙ったバラバラの活動を重点と連携対策を『見える化』させて、一枚の作戦地図上で管理するマネジメント方式を展開すれば、複雑怪奇になる活動は無くなります。かつて、企業内部にムダが数多存在する時代、また、変化が余りなかった時代には、勘と経験でも、何とか事が進み、それなりの成果が出ました。しかし、今の時代はインプットをアウトプットに変換する構造を見て、アウトプットが確実に出る管理をして行かねばならない時代に入っています。現在は、事の善し悪しや、進捗を確実、ビシブルにする責務が、管理者に求められている時代です。また、経営の中身を従業員にビジブルに示すことは、従業員の士気を高め、活動を活性化するからです。・・・・」事後談だが、この企業のトップを始め関係者の方々は「『乾いた雑巾を絞り続けるマネジメント』をしていたら、未来は無い！」と話しをされたそうです。

７－３　目に見にくい現場問題の抽出～対策法

（1）現場で困っている本音的な問題を抽出～見える化対策する意義

人は感情を持つ。このため、「製造現場関係者が行う仕事の成果は感性で 85%左右される！」とされてきた。要は、個々に製造現場で仕事を進める方たちが、上司や仲間が「自分を認めているか？」「頼り、まかされているか？」・・「好かれているか？」といった精神的側面が仕事の集中度~離職にいたる内容に大きく関与するという事象である。この状況を上司と部下の期待のミスマッチという関係でとらえると、**図 7-20** のような形となる。

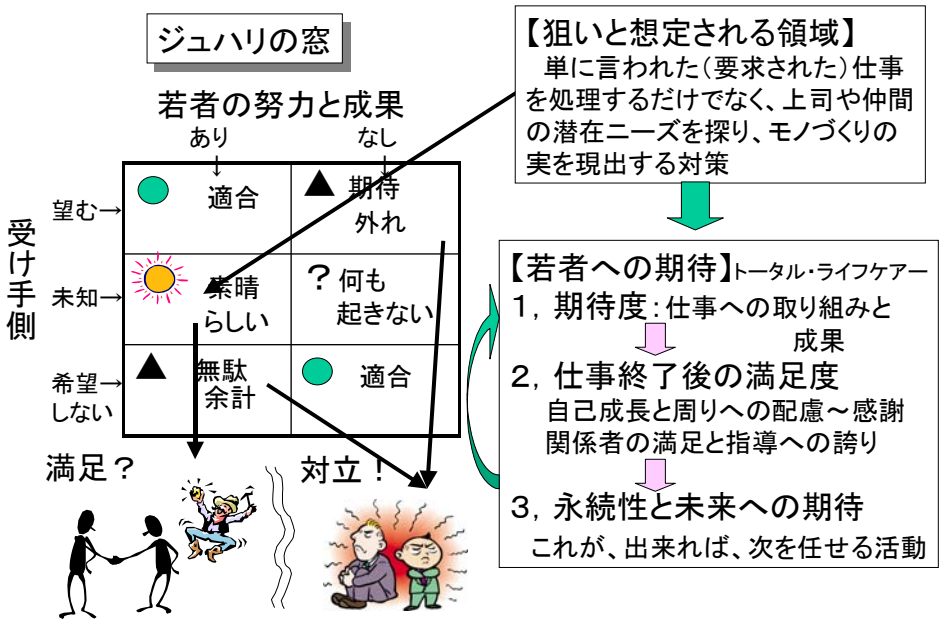


図7-20　上司・職場の課仲間と自分自身の間で
仕事のミスマッチを防ぐ視点

そこで、この種の問題に IE 手法を適用し、「目にみにくいが困っている問題」を顕在化させ、対策へ向ける手法を、体験談と共に紹介することにしたい。

話は古いが、筆者が米国工場へ赴任、3 年間マネジャーとして活動する中から体験した内容である。200 名足らずの工場だったが、工場建設から立ち上げ、ようやく生産が軌道に乗るかに見えた頃だった。収益的にも少しプラスになり始めた時、「UAW（米国ユニオン労働組合）に入りたい」という動きがあった。そこで、その内容を現場で聞き込み調査したところ、「うちの会社は人を大切にしない！」という不満だった。このため、UAW に援助を求めるという活動に対し、「多くの環境改善策を展開しているのに、なぜ、このような不満を従業員が持つのか？」を再調査した。なお、ここで用いた図化のイメージは**図 7-21** だった。

要は、従業員全員から無記名アンケートを取り、図の右下に示したカードを用いた図化法で分析～全員に公開する方式である。すると、問題の本質が、「設備がよく故障する。このため、スムーズな生産が続けられないばかりか、ケガの基や、自己育成などが進まない」という具体的な問題ばかりだった。そこで、日本へ設備のプロを要請、4 名を投入して徹底的に故障ゼロ化に努力した（P.259 に具体策は記載済み）。この問題の深層は設備故障に伴う問題と考えて対処した処置だった。この時、人事関係者は UAW 対策に奔走していた。だが、筆者は「従業員が本当に困っている問題の解決こそ、一体感を持った企業改善体制の基盤になる」と考え、組合問題とは全く関係なく、現場の問題点を集め、図化して対策を図っていた。ところが、アンケートを集計し、従業員の不満の根源をつかみ公開~改善を進めたが、この対策が終了すると、組合問題は即座に雲散霧消した。当初、人事部門が進める UAW 対策と、筆者が進める設備故障ゼロ化対策とは別の活動と考えていた。だが、アンケート集計内容が公開され、筆者達の故障対策が紹介されたとたんに「UAW へ入りたい」という声は全く消えた。

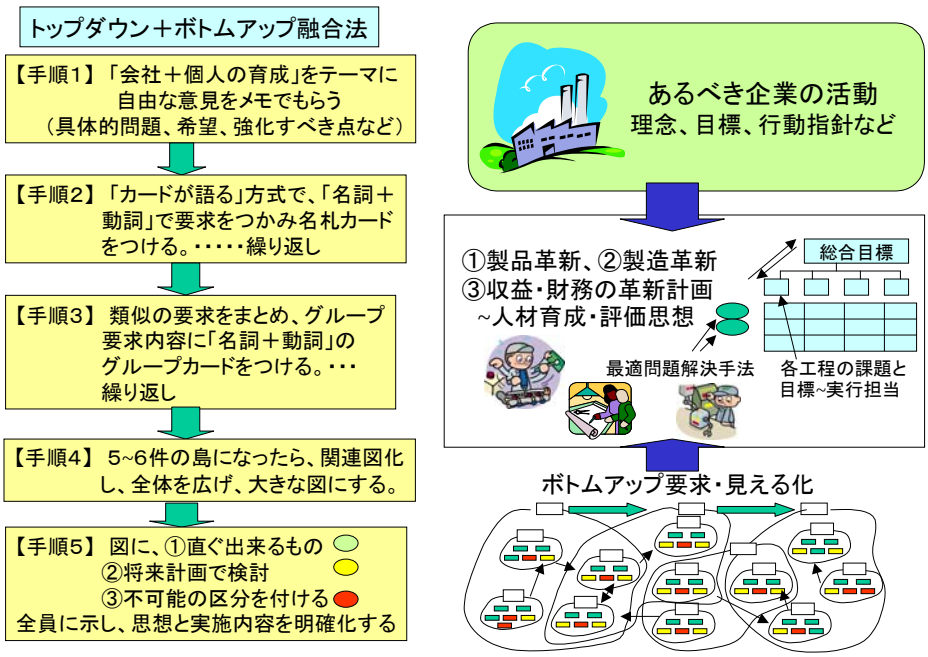


図7-21 トップダウン＋ボトムアップ融合化の手順

もともと、ここでは、企業として UAW に入る必要性を企業も多くの従業員も考えていなかった。従って、UAW はひとつの解決手段として、従業員が選んだ策だった。後で、「これほど従業員を大切にする環境づくりを進める企業なら、UAW 入会は関係ない」という判断だったことを、UAW 入会を熱心に進めてきた従業員の方々から聞いた。この体験以降、筆者は、本質的な問題の解決を図

ることが重要であり、マクロ的、曲解して表面化した「UAW に入るべき！という問題に直接的な対策を進めるべきではない」ということを理解した。なお、この対処は、IE にある現状分析だが、この時、この種の問題に当たっても現状分析の大切さを知った。

後で知ったことだが、「米国の UAW は全国規模の組織は政治的な活動を目的に動くが、地方の UAW は、その地域で従業員を大切にしない企業を攻めるという違いがある」とのことだった。これも、米国で学んだ大きな事項だった。同じ時期、このような内容を証明するかのように、米国ホンダ自動車、オハイオ工場で UAW 問題が発生した。この例は、正に米国全体に UAW 戦略を展開する部門が、政治的にホンダへ UAW が介入する目的で介入策を展開した例である。だが、ホンダは従業員の育成や作業環境整備に努力されてきたため、現地での評価が高かった。このような環境でホンダでは、全従業員を対象にした投票までなされたが、「UAW へ入る必要なし」という結果が出された。1990 年だったと記憶するが、ホンダ・オハイオは筆者達が工場を立ち上げた同じ地であったことも関与し、近くで工場の建設～操業を始めた筆者達は、企業や業種が違っても、同じような問題と、同じような解決法があることを、この時に学んだ。

（2）カード式「目に見にくい問題の図化」の作成手順

製造現場で目に見にくいが、感性に関する「困った問題」や「本音」に関する問題は、その本質を探ってみると、意外に経営に直結した重要な問題であることが多い。例えば、「作業着が汚れて困る」「疲れて困る」といった問題を探り、設備が時々トラブルで止まる事態に、現場関係者が汗みどろになって対策する、“嫌な仕事”を無くす対策であり、「従業員を多雪にする」という立場でとらえ、早急な改善を進めるべき対象である。

では、具体的な手続きを解説することにする。困った問題は**図 7-22** のようにして定義して関係者から提出者は無記名で集める。なお、単に現場で「困っている問題」と言っても根拠がないものや評論的で実態の無いものは取り扱いができない。この種、問題の実態の無いものは、解析にムダな時間を費やすばかりか、たとえ気持はわかっても、結局は解決策を創出することが出来ない。また、実施効果も評価できない。そこで、この種の記載は、「評価不可」として、再度、提出者に返却して意味の明確化を願う手続きとする。なお、このようなムダ防止のために、読者の皆様には、事前に、記載者に**図 7-23** の様式の②に示した内容をカード収集前に記載願うことをお勧めしてきた。

製造現場から集めた問題の事例がはっきりすると、①の問題が③に「改善要求」として、「要は何をどのようにして欲しいかが明確になり、その検討を進める道を開ける」という対処が、この種の記載の解析を進める出発点となる。具

体的な対処は、**図 7-24** に示したように、「名詞＋動詞」で要求事項をとらえ、1枚づつ、カードに書かれた要求を明確にする処置を施す対策を進めてきた。

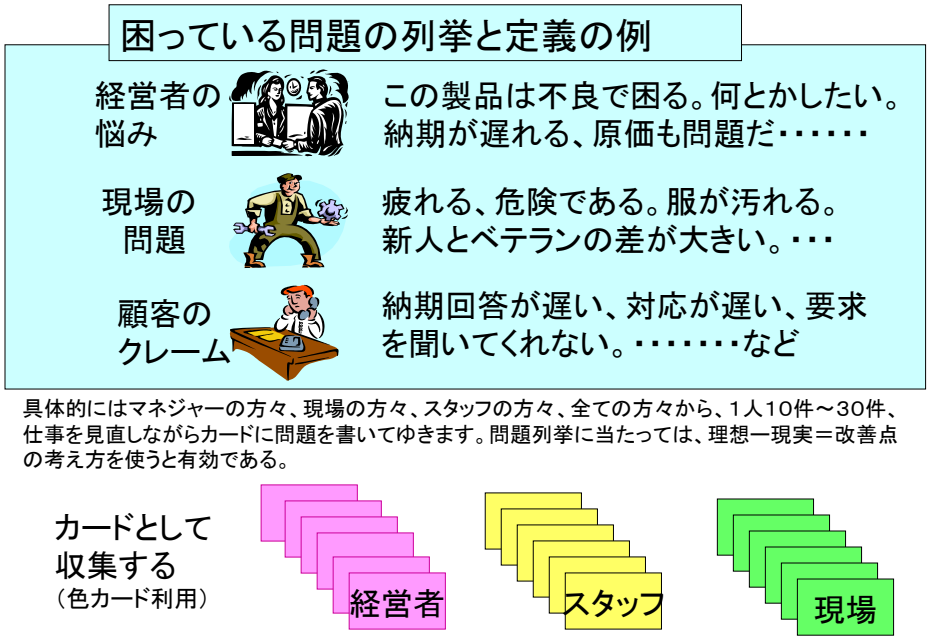


図7-22　現場で収集する目にみにくい困った問題とは

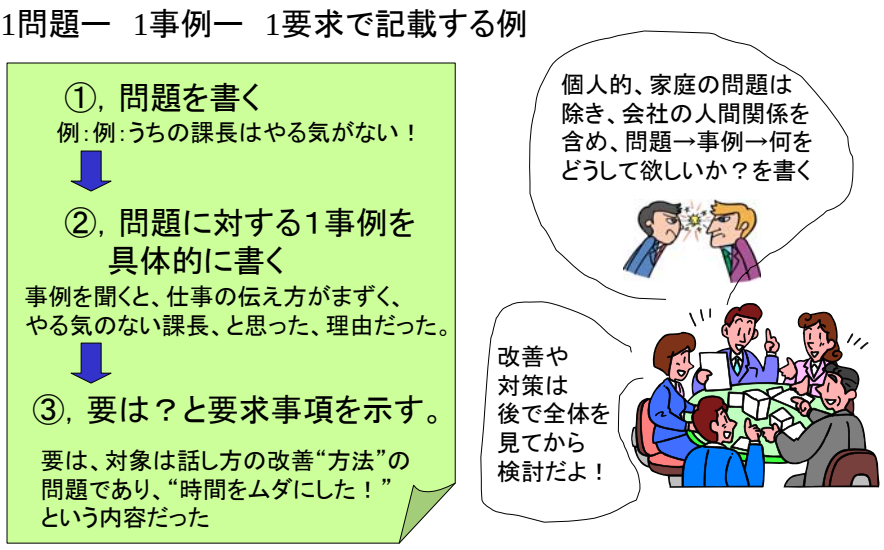


図7-23　1問題1カード式でとった問題を書く様式

また、筆者は、問題列挙に際して、①1 人 1 週間に 30 枚程度としてきた。要は、②どのような細かな問題でも良いから集める。仕事しながら感じた問題は

何でも挙げる、という方法で問題カードの作成を願うと、③問題発見、気づき力向上という福次効果も助長される効果が出る。

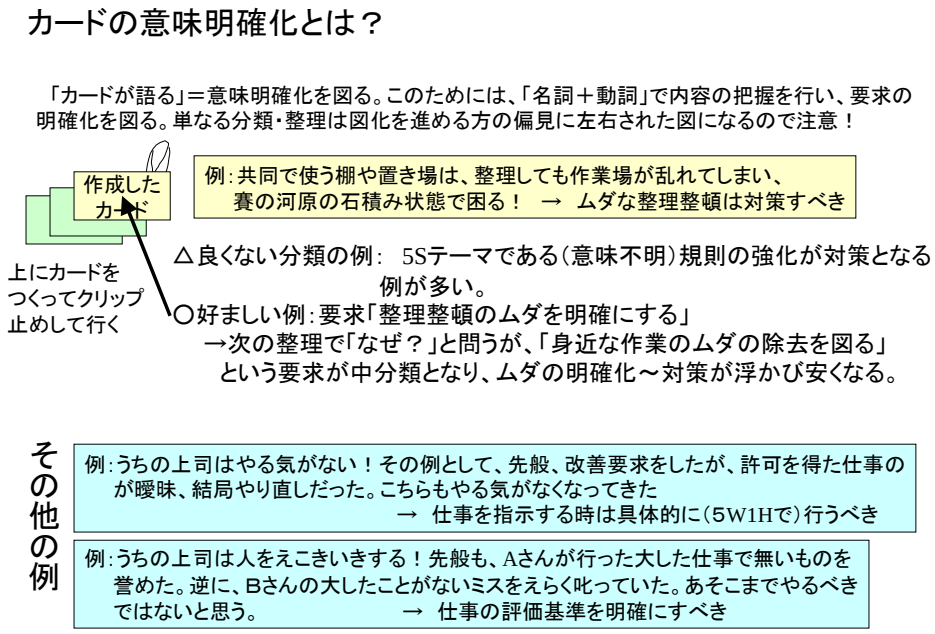
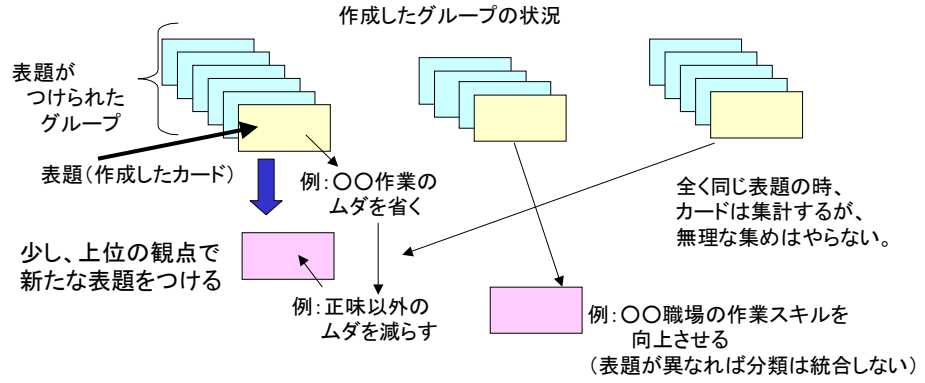


図7-24　収集した本音カードのまとめ方

このようにして、カードの作成～収集が終わると、つぎに行う内容は「島づくり」という類似カードのまとめとなる。この対策は**図 7-25** となるが、具体的な処理内容は、「同じ要求を集め、グループ化する」とお考え願えれば進むはずである。



【避けるべき表題作成の例】

① 最初から自分が持つ結論を持って、カード作成を誘導してしまう表題のつけ方
例：我が社の歴史や文化、過去の経緯から、〇〇してしまうので、〇〇を辞めさせるべき！など
② 否定的表現 ： 「〇〇が悪い」「〇〇すべきではない」「〇〇の不足」など 否定は良いが対策案の創出を阻害するために避ける。
③ ぐるぐる廻りのカード作成 （例）「設備が老朽化している」→「不良が出る」 →「結局、生産に追われて時間が取れない」・・・・・この場合は「〇〇設備の〇〇不具合を除去する」で原因の除去は可能であり、後の議論は波及内容であり不要（原因が無くなれば消える内容である）

図7-25　カード群を見直した「島づくり」

提出された全てのカードを評価して「島づくり」が終わると、今度は、島として記載した「名詞と動詞」のカードを表紙として、集めたカードは、その事例の形で表紙の下にクリップ止めして隠すし、表紙のカードを評価しながら、さらなる島づくりに入る。このステップは、多少とも経営的に高い見地から島として定めたカードを見直し、「名詞＋動詞」で表題をつくる対処となる。

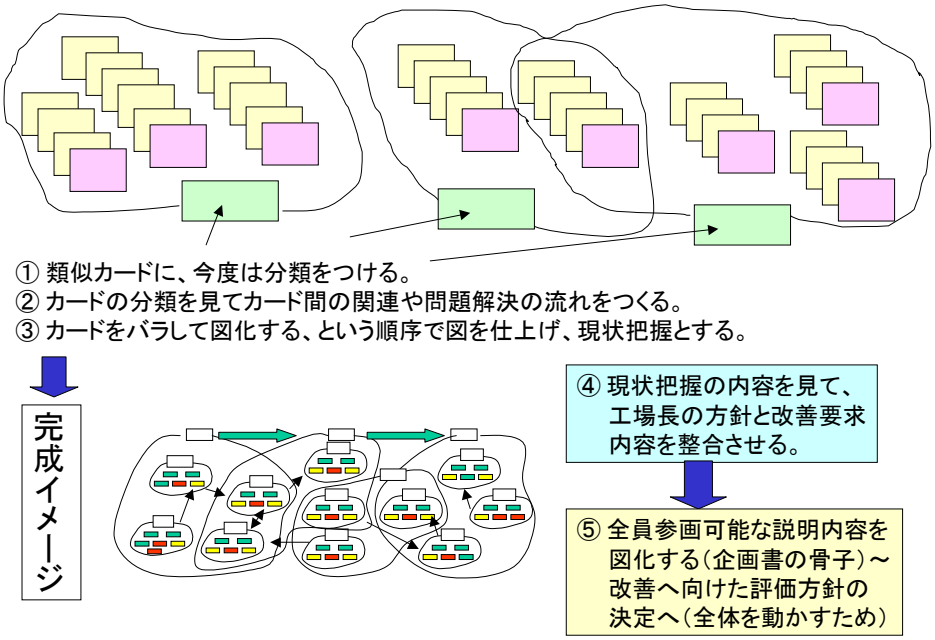


図7-26　カードグループのまとめと全体を図化のイメージ

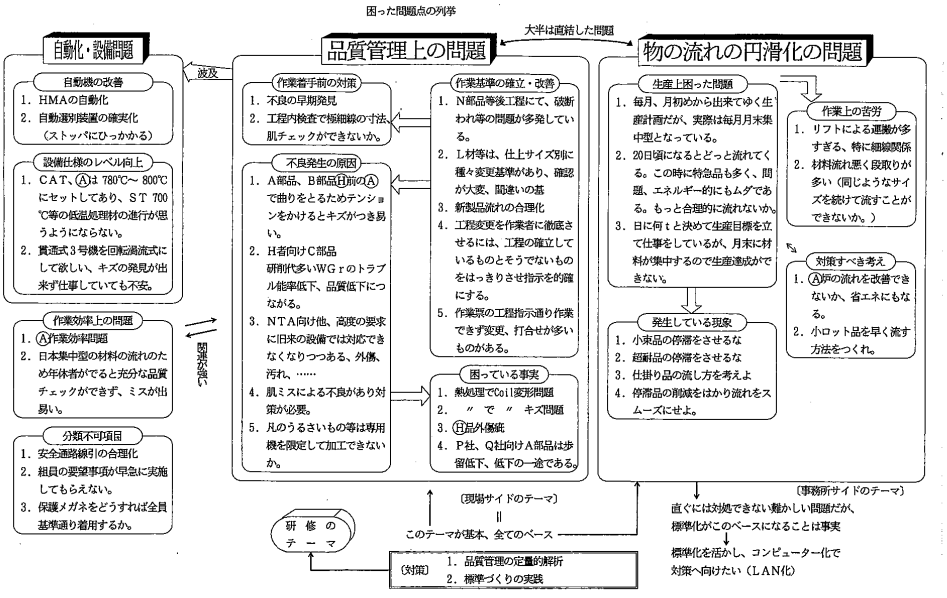


図7-27　カード式問題整理結果の例

なお、この段階になると、品質や生産性、設備改善や職場の安全環境といった、ある程度の分類を想定しながら表題となるカードを作成する必要が生じる。このような手続きをイメージとして**図 7-26** に示した。また、例を**図 7-27** に示した。

（3）テーマのウエイトづけ～アイデア貯金箱へ

図 7-26 や 27 により図化された内容を見て、つぎに行うことは、改善対象となるカードの評価と抽出である。この図に示されたカードは玉石混交である。また、実現ができないものもある。そこで、①直ぐに着手できるもの、②調査研究した後に実施を検討すべきもの、③現在着手しないもの、という区分で、図の個々のカードに①：青色、②：黄色、③：赤色の区分を色ベタの丸いカードなどを添付する。この手続きで、第一時的に実施へ移す可能性の高いものを抽出するわけだが、同時に、問題＝改善要求としてカードを提出した方に対しては、ご自身が提出したカードがどのようになっているか？をご覧願い、ひとつは、取り扱いがどうなっているか？つぎに、評価がどうなっているか？と確認願う。このような表現を採る目的は、この種のカードを提出した方々から納得を得ることが主体となる。従って、評価の後、取り上げられなかったカードに対しては、他のカードとの関連を見る。実現可能な代替案を出す。他のカードを参考に実施可能な改善提案を出す、・・といった対処をお願いしたい。この種の対処は、「ここに提示されたカードは改善要求であり、職場や仕事を改善するためのデーターベースである」と伝えて、「目的は同じだが、対策案はカードに記載された内容だけではない。他に有効な手段があれば、それを改善案として提出願う」ためである。いずれにせよ、ここまでの手続きで、収集した現場の問題や改善要求を、ジグソパズルのようにまとめ、現場に個々人が抱える問題を目で見てわかる形態として示してゆく。また、その図を公開して、関係者に全体と個々を見て、今度は全員参画で職場や仕事の問題を無くす努力を図る対策に、この図を使うわけである。以上、図が完成し、実施可能な要件の抽出や、図をヒントにアイデアの創出がなされると、今度は、この種の要件をカードに書き直し、アイデア貯金箱に投入して実施へ向けた評価の段階に入る。

筆者達はアイデア貯金箱に “テーマ・ポケットマトリックス”という名称をつけて活用してきた。では、**図 7-29** にテーマ・ポケットマトリックスの構成とアイデアを割り付ける方法を紹介することにしたい。縦軸の 5M＋I は、工場における問題発生要素である下記の英文字の頭文字、5 つの M と I を示しているが、次のような内容である。すなわち、

人：Man & Woman、方法：Method、計測：Measurement、設備：Machine、物=設計：Material、管理・情報：Information　の略称である。

なお、横軸は経営効果として知られる下に示す QCDSM を意味し、
Q:品質、C：コスト、D:納期（ここには T:時間や P：生産性を入れる）、
S:安全（ここには E:エコ対策を含める）、M：モラル向上（提案件数の増加、自己研鑽などを含める。単なるやる気は計量出来ないので含めない）を示す。

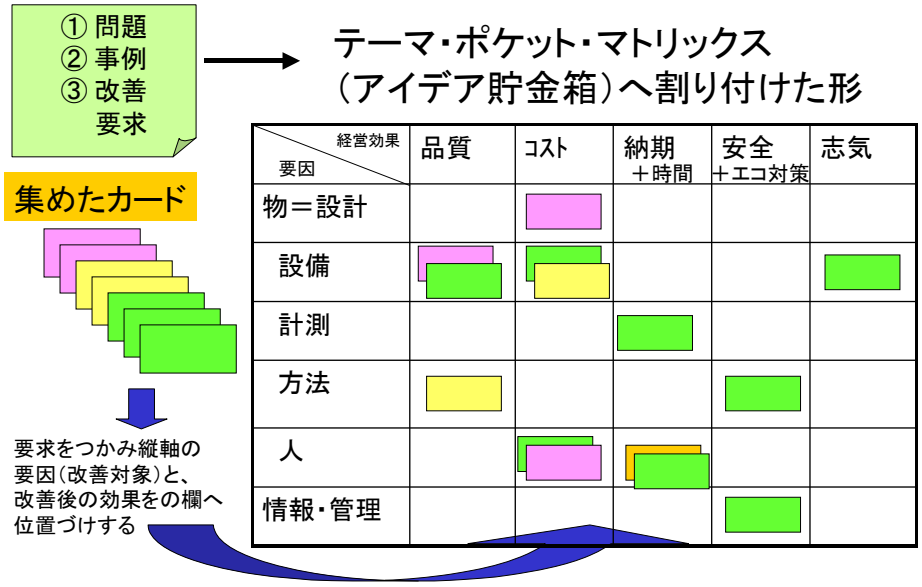


図7-29　アイデア貯金箱に改善要求カードを置くイメージ

なお、各カードの割り付けは枠をまたがった置き方をしないようにお願いしたい。その理由は対象と効果の判定が曖昧になるからである。要は原因系で縦軸の要素を 1 件選び、横軸は直接、また、できるだけ定量的効果が記載される項目に当たる 1 項目を選び、このマトリックスでつくられた 1 枠にカードを置くことをお願いしたい（カードは手書きの文字だけでなく、現場改善を対象とした写真を用いても良い。改善を対象としたカードとして同じ取り扱いをする）。

このようにして割り付けたカードを、全て横並びに並べて、テーマ・ポケットマトリックスに入れるには難がある。そこで、次に行う手続きはウエイトづけとなる。ウエイトづけは経営側の判断で行うが、ウエイトは**図 7-30** のウエイトを用いて行う。その理由は次のようになる。

① 重要性が高い×効果が大きい×実施が容易という 3 種の評価でウエイトが高い物を抽出することで、早く成果があがる対象を抽出できるので、改善活性化を促す。また、改善実施で、困難とされているものも実力向上が消化可能な案の抽出に役立つ可能性を高める。

② 重要性、効果とも高いが実施が困難、となった対象は再度、対策案を練るチ

ャンスを与える。

③ 重要性×効果とも余り大きく無いが実施容易な対象も①に似た形で実施化を早める評価対象になる可能性が高まる。

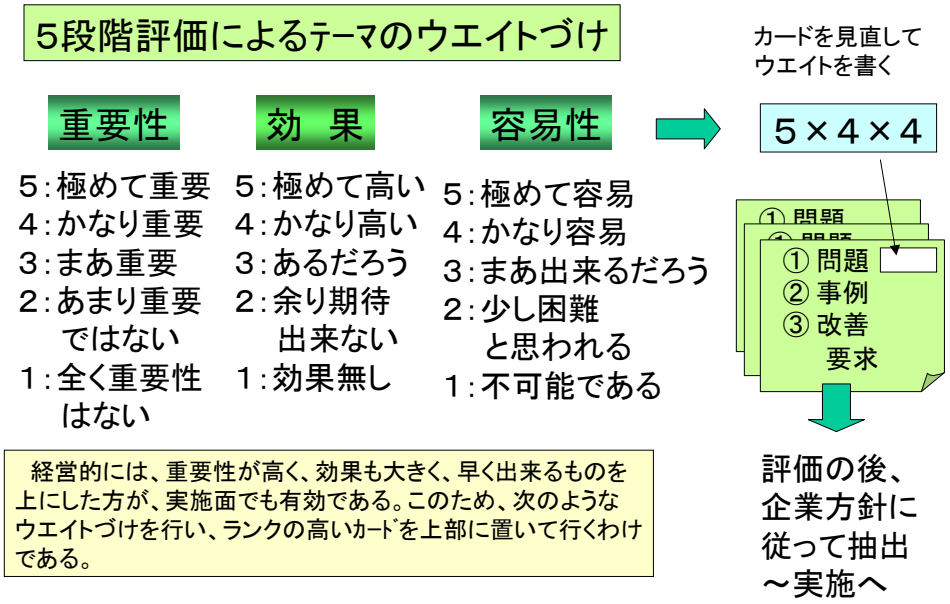


図7-30 カードのウエイトづけ

改善活性化の成否はスピードが決め手となる。すなわち、経営トップが評価した小改善をスピーディに進めると、また、新たな改善テーマを発掘するというサイクルが増大する。なお、このような時に、過去に見捨てられかけたテーマを再度ブラシアップすることで、思わぬヒントが得られることがある。いずれにしても、「改善は永遠！」ということで、この種の手段を駆使して改善促進と、新たな改善の発掘に努力することが、ここで行う解析の要点となる。

次の段階は、テーマ・ポケットマトリックス上で評価選定されたテーマを実施に向けた軌道に投入する対策である。なお、ここに投入資源、すなわち「改善テーマを限られた人員・時間・予算で効率良くすすめるべき」という課題が出てくる。そこで、ウエイトづけが終了し、次に行うことは、工場方針に従いウエイトづけされたカードの中から、方針に合う対象を抽出する手続きに入ると同時に、この手続きで得た対象のカードには効率よくスピード改善を進めるため、最適手法の設定を行うという整理を行う。この状況を示したものが図 7-31 の右上の抽出したカードを対策手法毎に分類する手続きである。

このようにして選定したカードは各工程に割り付けて実施へ向けるわけだが、この状況を図 7-31 の左側に示した。このマトリックスは横軸に工程、縦軸に改

善手法を記載したものであり、カードはこのマトリックス上に割り付けると同時に、もし、手法面で見て、他に類似の改善内容が他工程にあれば改善策を追加ものがあれば追加する。さらに、例えば、金型加工工程において、仕上げ作業で努力する内容が限界設計の精度をあげるということを行う。この例として、例えば、NC などの加工精度をあげることにより仕上げ工数が低減できるようであれば、この種の内容を追加施策の形で加えるという対策検討を行う。以上、テーマ・ポケットマトリックスを利用して、横軸では、まず、1 つの改善手法に対して各種工程における課題の検討と追加を図る。

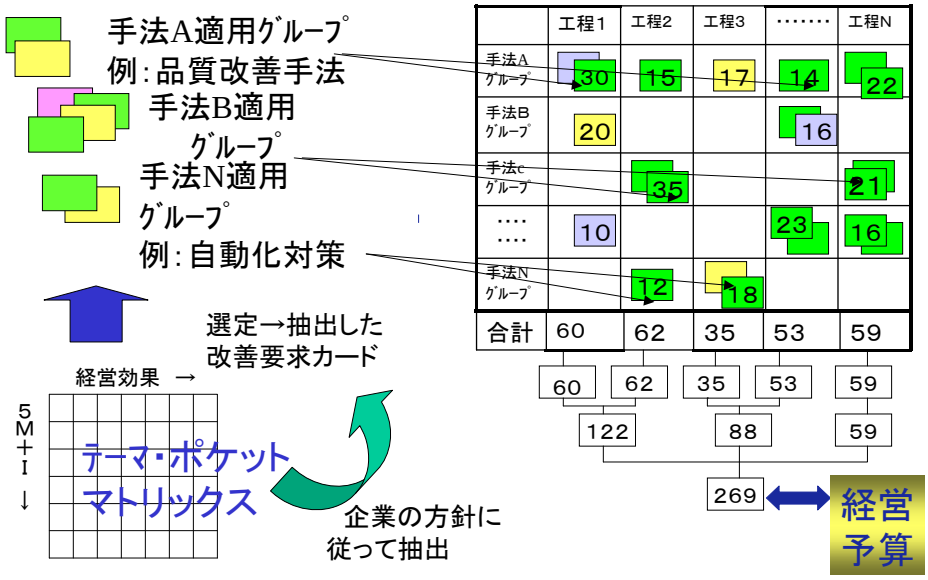


図7-31　改善選定カードの実施～効果見積もり

次に、縦軸の検討に入るが、１つづつ、手法毎に改善策をマトリックスに割り付けた後、今度は、工程毎に縦に見て、各改善対象のカードが、本当に有効な手法か否かをチックする。要は限られた資源で最良の効果をあげるための検討～対策を図る段階に入るわけだが、このマトリックスの各枠によっては数枚のカードが割り付けられることが多い。この場合、表面にもう 1 枚カードを追加して、その下に存在するカードの項目を記載すると同時に、改善効果を見積もりした集計値を記載する。以上の手続きで実施内容と各テーマの割り付け、さらに、各カードの改善見積もり値がマトリックスの各枠に記載されるが、図の下に記載した逆三角形の図はこの内容を川の流れを集めるようにして集計して行く様子を示したものである。このように集計すると、①個々の改善は小さな改善効果だが、②集めた結果が、どのように経営予算に関与するかが計算で

き、経営貢献度も数値評価できる構成となる。このため、③逆に個々のカードを改善担当する側から見れば、改善を行った内容が企業にどの程度貢献するか？といった内容までわかる。ここで、個々のカードの改善見積もりだが、多くの場合、既に工数低減や不良対策などで効果金額が確実に見積もれるもの（固いカード）と、実施して見ないと確実な成果が見積もれない対象がある。この種のものは括弧づけして見積もりを粗く行う（柔らかいカード）ことにより、確実な効果見積もり内容と区分する。なお、この種の処理に余り時間をかけず、実施を早めることを目的に効果算定を行うことが、この時点では有効な手続きとお考えいただきたい。その理由は、実施を早めることが、この手法では重要な対処としているためである。以上、このようにして、多くの改善案を実施へ向ける手続きが終了すると、この解析も、実施からフォローアップの場に局面に移る。

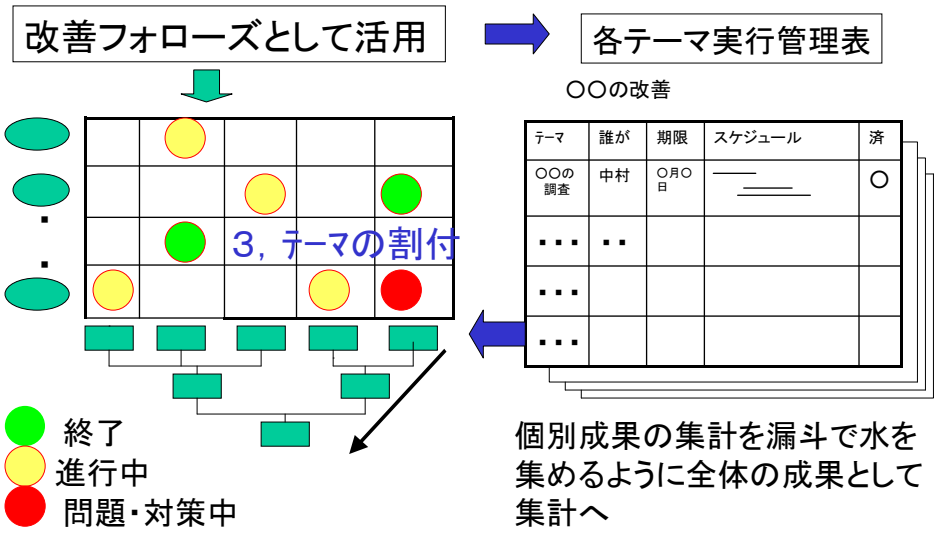


図7-32　ボトムアップ改善結果集計の状況

では、**図 7-32** に改善のフローアップを『目で見る管理』で行う方法を示すことにする。図の左側は先のマトリックスと改善結果の集計だが、実施に移って異なる点は、個々のカードの見積もりから、今度は、実施で得た実績の集計となる点である。実施の結果得られた値は、まず、個々のカードに計画／実績の形で記載して行くが、この際に、終了したもの、計画通り進行中のゾーンと個々のカードに緑色の色ベタカードを表面に貼るなどして終了の状況を示す方式を推奨したい。黄色いカードはこれから注意しておくべきもの、また、赤いカー

ドは遅れているものや、何らかの理由で中断した内容を示すが、この種の表示により、大略だが、一覧で工場全体の進捗状況をつかむ様子をイメージとして示すことが出来る。なお、当然だが、各カードは実施が前提となる。実施内容は、簡単な改善は除き、5W1H 式の実施計画～フォロー表が必要な改善テーマがある。そこで、このために必要な、実施計画の記載～フローアップ可能な様式を図の右側に示した。

以上、ボトムアップ改善に関する内容の解析を「目に見にくい問題の図化」という形で示した。なお、図 7-31 をご覧願うと図 7-13 で示した TP 展開図を逆さまにした形であることが判る。従って、この図の活用に当たっては、先の TP 展開図と統合化をお願いしたい。また、ここまで、感性に関する問題と IE による定量化された問題とを平行して、その重要性を伝えることが、現場改善の促進に欠かせない事項が問題となるケースがある。そのような時には、**図 7-33** のような表現で問題を関係者に示す方式を用いることをお薦めしたい。この方式ではコストや不良・クレーム低減は金額評価、納期は時間、安全は強度、地球環境問題は機会損失コストと企業評価というように、評価の基準（単位：ディメンジョン）が異なる。このことは、「○○は重要！」と経営関係者が現場に話す場合、混乱する要因になるわけだが、各テーマを図のように示せば、感性で問題の重要性の把握が可能になる。この表現法は、単なる「優先順位の見える化」だけでなく、着手すべきテーマの重要性を経営側が示すという効果がある。このため、ここに例を示した。

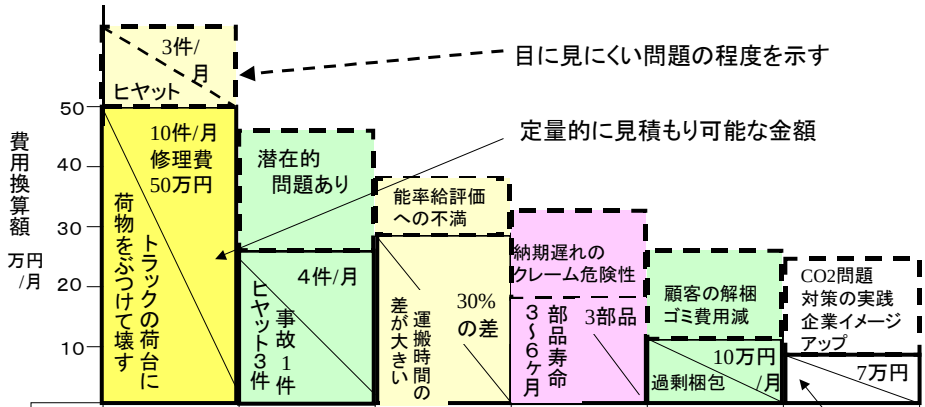


図7-33 トラック運送職場の問題をウエイト図化の状況

終わりに

2011 年春吉日

(社)日本能率協会・専任講師　中村 茂弘

筆者は 1970 年から、約 40 年 IE を中心に各種改善支援の仕事を担当してきた。本書は、そのような『筆者の IE 体験談』を手法の活用とともにまとめたものである。本書を無料公開する理由は、IE 的視点で産業界や仕事を見ると多くの改善のヒントが得られる内容を多くの方々に紹介することが、多少とも、諸先輩達から教えていただいた御礼になるのではないか？と考えたためである。

日本は少子高齢化。海外への生産移転や、発展途上国の追い上げが厳しい場にある。さらに、“ユビキタス”が示すように、この種の基本情報は Web で簡単に手に入る時代になった。従って、「この種、講習会的な内容は事前に各社で進めていただいた後、実践面で問題を持つ企業の支援に当たるべき」と考える。なお、この考えは、すでに多くの企業で取り入れられ実践しつつあるが、『畳の上の水泳学』に似た研修や議論式研修の脱皮には大きく貢献しつつある。特に、筆者が支援依頼を受ける企業に対しては、ここに記載したような内容を研修前に知っていただくことが、間違いなく、製造現場で実際に持つ問題の支援にすぐ着手できる比率を増す状況である。以上、まとめると、今後、『実践の IE』各社の強化して行く対策ウエイトの増加へ努力を続けたく、IE 実践マニュアルの形態で本書をまとめた次第である。

終わりに、本書作成と筆者が IE 実践に多くのご指導、ご鞭撻をいただいた諸先輩や仲間の方々に対し、まずは深謝申し上げます。なお、その内容とお名前をここに列記すると紙面がとても足りない状況です。そこで、その事情は承知しながら、本文をもって御礼とさせていたくことと致しました。

2011 年・春・吉日

（社）日本能率協会・専任講師
中村 茂弘
URL：http://qcd.jp
e-Mail：s_nakamura@mtc.biglobe.ne.jp