

F.W.テラーの科学的管理法に学ぶ

QCD 革新研究所 所長 中村茂弘

IV 科学的管理法特別委員会における供述

1. ギルブレス氏のレンガ積み・動作研究に対する見解

先にもテラー氏がギルブレス氏の取り組みに対し、絶賛する形でその取り組みを紹介しました。さらに、委員会の供述の中に、ギルブレス氏と面談した内容と共に、仕事を科学的に解析した後、生産性をあげて行く過程を詳細に紹介しておられます。テラー氏は時計観測を用いてムダ排除を進める方式を開発したわけであり、仕事の良否を結果として生じる時間を評価基準にしました。これに対し、ギルブレス氏は動作そのものを無駄なく楽に進める対策を進め、動作数の減が時間減となる仕組みを具体化したわけでした。IE の歴史では、この両者の方式のどちらが有効か？ということで、この2つの手法が確立の後、10年間もの月日と膨大な議論があったそうです。その結果、「時間は仕事の陰である」という概念と共に、両者の研究は動作に対する時刻表という形で、PTS (Pre-Determined Time Standard System) として体系化されました。以下の解説は、それ以前にテラー氏がギルブレス氏との対話で得た内容であり、尊敬の念を持ちながら、「仕事を科学する友」と言っても良い内容で委員会の供述で紹介した内容であり、価値が高い供述と考えます。

(1) レンガ積みの研究について

テラー氏によると「レンガ積みというこの研究は紀元後を見ても 2,000 年、紀元前を考えるなら 2,000 年も前から行われてきたわけである。このように、4,000 年も行われてきた仕事に初めてギルブレス氏がメスを入れた点に我々は注目すべきである。この仕事はレンガの上にモルタルを塗り、レンガを積み上げて行く仕事である。職人達は、昔から行われてきた方式に疑問を感じないで足場を作り、モルタルとレンガを運び、積み上げて行くわけだが、4,000 年、数としても膨大な職人達が何も疑問を感じないで行ってきた。この仕事に疑問を持った最初の方がギルブレス氏だったわけだが、彼の素晴らしい点は、1つひとつの動作に目を向け、実施して、いかにムダが多いか？と考え、対策した点にあった。そこで、私は彼と会う機会をつくり、直接お会いして、その状況をお聞きした。その内容を例示すると次のような内容だった（以下、ギルブレス氏が語った内容）。

- ① レンガ積みのムダ：「私の体重は 250 ポンド（1 ポンド=0.454 なので 113.5Kg）この大きな身体を 2 フィート（約 61 cm）かがめて 4 ポンド（1.8Kg）のレンガを取り上げる動作を行ったとたん、私は「なぜ、この仕事は、このようにきついムダな動作を繰り返して行わなければいけないのだろうか？」と思った。そこで、まず、足場を作った。また、レンガとモルタルを取りやすい方式にした。すると、思ったより楽な仕事になることに感激した・・・」
- ② レンガの準備：「かつて行われていたレンガの準備は次のような仕事だった。まず、レン

ガの置き場から手押し車にレンガを積む。しかし、バラバラだった。これを運ぶ人が 1 名いるが、この方は、作業場の近くに手押し車を傾けて落とす。レンガはバラバラで地面に置かれる。すると、次の作業者が、レンガのおもての面を上にして、その次に行く職人のため、積み上げて行く。その後、3 人目の職人がレンガ積み作業を行い、塀や家屋の壁づくりをするわけだが、最初から、必要箇所に必要数のレンガとモルタルをセットにした容器に入れて届けてもらえば、この 2 名の仕事は要らなくなると考え、進めた。…」と、ギルブレス氏はテラー氏に話しました。

- ③ 職人達のレンガ積み作業：「レンガ積みは、先に積んだレンガの上にモルタルを置いてレンガを積み、コテの柄でコツコツたたいて調整するという仕事です。しかし、モルタルを広がりやすい状態に練っておく、右手でコテを改良して必要量を先のレンガの上に乗せる。同時に左手でレンガを積めば、両手同時でこの仕事は終わる。さらに、コツコツと、レンガを乗せた後に調整するという仕事は不要になる。ようは、1 回でこの死後は終わる。…」
- ④ 改善効果：「私は、このように、動作に疑問を持って仕事を改良していった結果、動作数が 18→5 となった。しかし、仲間に、この作業方式を話すと、「我々が働く組会では、1 日に積み上げる数が決まっている。早くして何か得になるのか？」と言われた。しかし、当時、レンガ積み作業は高価できつい仕事、さらに、工事期間がかかるので、枠をつくり、コンクリートで塀や家屋の壁をつくる産業に押されていた。要は、レンガ積みは斜陽産業となりつつあった。そこで、私は、「このやり方なら、コンクリートに勝てる！」と話した。すると、賛同者が現れ、注文も入り、多くの職人達が私の方法を取り入れていった。その結果、私達の会社には注文が戻り、職人達の給与は 1 日 5\$ から 6\$ になった。

(2) ギルブレス氏の功績を題材にしたテラー氏の供述内容

ギルブレス氏の科学的な仕事の解析～改善でレンガ職人は、かつて 1 時間 120 個が最高だったレンガ積み作業が、平均でも 350 個/Hr となった。この成果をテラー氏は次のように解析し、委員会で供述しました。

- ① レンガ職人の生産性向上は科学的に仕事を解析し、改善した結果である。
- ② レンガの置き方、用具の準備と仕事の進め方(手順の標準化と指導)、モルタルの固さの維持などは、管理側の仕事として、職人達の仕事から分け、最良の方式をつくる(この種の要件の整備は管理責任である)。
- ③ 旧方式は職人集団に仕事を丸投げする方式であり、仮に、1 人でもその集団の中に作業性が劣る者がいると、その方がネックになる。このため、この種の集団は良い職人を集める。相互に差が出ないように処理量を決める。均一性を求めるという方式を採り、結果的に低い生産性をベースに職人集団の保護を図ってきた。しかし、新方式では、最良の方式を追求する。その結果を基に個人を教育して、意欲的で生産

性の高い集団を編成するという管理方式であり、旧方式と大きくことなる。

また、このように、テラー氏とは異なる科学的な仕事の解析方式を採ったギルブレス氏の功績を紹介して、生産性向上に対し次のような要件が必要であることを論述しました。

- ① レンガ積みの仕事は科学的に解析し、改善し尽くした内容を職人に示した。
- ② 用具や作業条件～仕事が早い者とそうで無い者を把握して、教育や、安全、確実に早くできるようにするという仕事は管理側の責任とすべき内容であることを示した。
- ③ 「標準化＝最良の仕事である」と定義して、①と②の活動の基盤にしていって。

2. テラー氏が科学的管理法を具体化して行くまでの苦心談

当時、仕事を科学的に解析して生産性向上を図ったり、人材育成を進める～労使協調で顧客志向の生産形態を進めるという活動は、図に示したように、『第二次産業革命』と言われ

生産管理の歴史

1765年～産業革命 : James Wattによる蒸気機関の発明以来、職人～機械化生産が盛んになった。

1875年～テラー・システム : 時間分析による作業分析～標準化、標準時間を基とした生産計画(P)～実行(D)～確認(C)～改善システムが進んだ時代(定量データによる科学的管理)、改善はギルブレス氏の登場と共にIEが進んだ。

1880年～生産革命 : フォードI世によるコンベア生産、自動化ラインが生まれた。

1895年～連続同期化 : スローン氏の登場に伴い、部品の共通化を始めとする設計技術を開発、マーケティングに準拠した製品づくりの基をつくる。

1950年～JIT革命 : 赤字で苦しむ自動車生産の苦勞の中から「売れる物を売れるスピードで、大野耐一氏を中心に、トヨタ生産方式を追求する中からJITという、多種少量、市場直結型生産方式が確立、産業界に広まった。

2000年～IT革命 : ITの進化と平行して、CIM～SCM対応へと管理の自動化進展

© QCD Shigehiro Nakamura : URL: <http://qcd.jp/>

た位置に当たります。何事もそうですが、今まで世の中に全くなかった方式を具体化して行くためにテラー氏は多大な努力を図ったわけでした。科学的管理法が企業の生産性向上に貢献すると同時に、当時、大きな問題となっていたストライキ問題の解消を例とした働く側関係者のためになり、広まり、活用されて行くまでの苦心談が委員会で紹介されました。では、以下、

その要点を紹介して行くことにします。

(1) ミッドベール鉄鋼所において、職長就任～部下となった旋盤機械工達の抵抗と対策
先のご紹介の通り、1878年にテラー氏はミッドベール鉄鋼所へ入社しました。この頃、ようやく不況が通り過ぎようとしていたそうですが、彼は社内でいろいろな現場作業をたどりました。このような時、たまたま、経理の方が不正を犯したということで、急遽、この仕事に就きました。この仕事は難なくこなし、余り興味を持たないでいる時、今度は、機械工場で働くことになりました。この時、彼は熱心で能力が高いことを買われ、若くして現場の職長に就任しました。ここからが、「一日の公平な仕事」という思想を基に科学的に仕事を分析した現場管理と生産性向上へ足を運ぶ出発点になって行きました。

テラー氏が受け持つ旋盤工が働く職場では「持てる力量の1/3程度 of 生産性に制御して仕事をする」という形態でした。このため、テラー氏が職長になったとたん、「あなたは、この職場で生産性をあげる努力をする積りか？」と工員達が言ってきました。彼は「そうだ！」と答えると、「6週間以内に、我々はお前を追い出す！」と言われたそうです。当時、

テラー氏が若いという状況もあり、この種の嫌がらせが3年も続いたそうです。しかし、工員達の給与は出来高制でした。このため、「私を信じて欲しい」ということで、テラー氏の現場管理法についてくる方達を選び、人数をしばって生産性のあがる方式の実施を願いました。すると、成果が挙がっていったわけでしたが、やがて、この種の仲間も彼を裏切る行動をとっていったそうです。そこで、やむなく、この方を除外し、また、人を固定してテラー氏のやり方に賛同してもらう説得をして努力願ったわけでした。だが、やはり、やがて反対勢力に取り込まれて行きました。そこで、次に、テラー氏は、全く旋盤作業の経験は持たないが頭が良さそうな若者を見つけ、「旋盤作業を習得しないか？」と誘いました。すると、「旋盤を覚えたい、給与増にもなるので、お願いします」ということでした。早速、この種の方達に旋盤作業を教えると、たちまち、好成績を出していったわけでしたが、やがて、かつて、共に生産性を挙げ、離れていった工員達に取り込まれてしまい。生産低下状態になってしまいました。テラー氏は「この壁はかなり厚く、強大である。だが、数年前まで共に仕事をしてきた彼らは決して悪人ではない！と考えていた」と委員会で解説していました。

テラー氏の職場で、彼は生産性をあげるためあらゆる努力を続けたわけでしたが、やがて、旋盤加工現場を管理する現場で、生産量をあげない策という形で、旋盤工たちが、あえて機械を故障させるという行動が出てきました。そこで、テラー氏は、この種の事態も予測していたので、かつてから準備していた「機械を壊した工員は、その内容に応じて弁償願う！」という制度を発動することにしました。テラー氏の強みは、つい最近まで旋盤工だった点です。工員が原因でない機械故障と、あえて故障させた内容を確実に判定できたため、この制度の適用に不満を言う者は皆無でした。しかし、当初、この規則を運用しても、機械故障は減らなかったのですが、やがて、この制度のため、給与減で生活が困る工員が出てきました。すると、その頃から、徐々に生産性向上に否定的だった旋盤工の態度と考え方が変わってきました。ここまでの環境変化に持ち込むまで、テラー氏は耐えたわけでしたが、委員会の証言の中で「仲間として働いている部下を良く知っているが悪い人は一人もいない。しかし、機械を壊し、生産性をあげる指導に抵抗してくるため、幾度も会社を辞めたいと思った。そうして、頑張っている中で、私は、『1日の公平な仕事』を示し、これを基に現場関係者と生産の進め方を話して行かない限り、この問題を解決する道はないと思った」と論説していますが、この内容こそが、「旋盤作業を時計観測する」という科学的解析の動機になったそうです。さらに、このような経過を経て、テラー氏が実感した事実に必要な要件がありました。

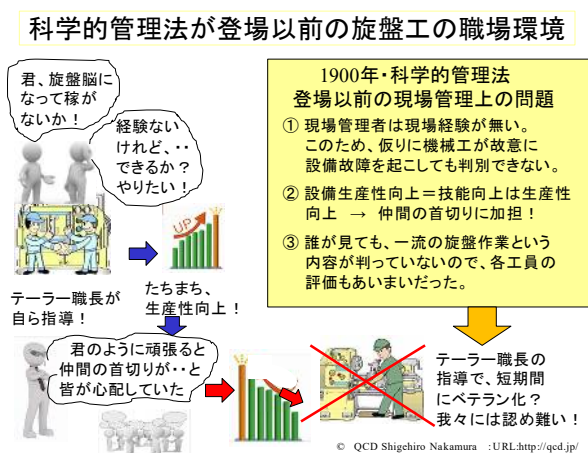
- ① テラー氏以外の現場管理者は現場経験が無いので、現場で何が起きているのかが、解らない。特に、あえて、作業者が機械故障を起こしても、その原因が、機械が持つ特質による故障か？作業者が敢えて壊したのか？その判断すらできなかった。
- ② 機械工である工員の一人ひとりをよく知っているが、仕事は好きであり、旋盤工という職業に誇りを持っている。しかし、生産性向上は自分達の特にならないとムード的に思

った集団の中で活動している。このような環境の中で、仮に、一人だけが抜け駆けした形で生産性をあげると、仲間に迷惑をかけると考えてきた。

- ③ 生産性向上がなぜ必要か？どのような旋盤操作手順や方式が一流の仕事なのか？どのように挙げれば一流の旋盤工という評価となるのか？・・・といった内容は、本来、管理者が旋盤工に示すべき内容だが、

この種の責務は現場管理者の任に当たる職長の仕事とされてこなかった。

このような状況は、図のようになっていたわけだったが、以上が先に紹介したように、テラー氏が「1日の公平な仕事を科学的に示す！」という動機となっていた理由でした。なお、テラー氏は科学的管理法に着手した動機



を、この委員会でも次のように紹介しました。

- ① 私が科学的管理法に手をつける動機は、現場職長の仕事上、工員の怠惰（怠惰と共に、そこに関与する問題）と闘うためだった。
- ② また、ミッドベール鉄鋼所における時間研究は旧式の現場管理法を正す目的で進めたものである。
- ③ この意味で、科学的管理法は、ある一人または数名がある学説の前提の下で作りあげたものではない。多くの人たちと、①と②を正そうという苦難の中から、結果として生み出した方式であり、製造現場で各種の問題解決を進める中から、現在の形となった内容である(泥臭いが実践的な方式であることを言明された)。

(2) 機械加工工場における科学的管理法の適用例

テラー氏はバース氏が勤務する 300 名、しかも、機械加工では評価が高く 10 数年もの操業実績を持つ機械加工企業から、科学的管理法の導入以来を受け、その要求に対処していた経過を、委員会で紹介しました。この企業は近隣でも生産性も収益も高い企業でした。ベテラン揃いであるということも誇っていたため、対象にされた工場の工場長は、「適用不要！」と反対だったのですが、バース氏の熱心なまでの説得で「試してみろ！」となり科学的管理法の導入が開始されたわけでしたが、3年で2倍の生産性となりました。

この時、時計観測で機械加工の実情を細かく調査していったわけでしたが、まず、モデル設備を選びました。機械加工は削り速度とその速さで生産時間が決まりますが、この最適化に 12 項目もの変数が関与するというのが、テラー氏の分析です。しかも、この 12 項目の組み合わせを用いて最適値を計算するには、膨大な時間と手間が掛かります。このため、

この解決策を多くの数学者に願ったわけでしたが、テーラー氏達は、その中でガント博士など数名の関係者が作成した計算尺が有効であるという状況を得ていました。そこで、この企業では、まず、モデル機を決めて機械加工のテストを進めました。すると、ベテランが最適生産を行ってきた値に対し、1.5~2.0の生産性を即座に示したわけでした。この成果と共に、実験と、更なる機械加工の最適化を追求する研究が続行された結果、先に紹介したように、この工場では3年で2倍の生産性となり、工員達の給与も35%増加となりました。

テーラー氏達はこの結果を見て、「この工場は確かに他社より生産性が高った。しかし、その成果が今回のような発展の芽をつんでいた。さらに、どのように経験豊富な工員と言えども、時間研究を専門的に行い、科学的、理論的に最適加工要件を決めるという研究データに対応しても、その一部を知っているという範囲に留まる！という証明になった」という内容を、委員会で紹介しました。ちなみに、機械加工の生産性を左右する項目を例示すると次のような要件があります。

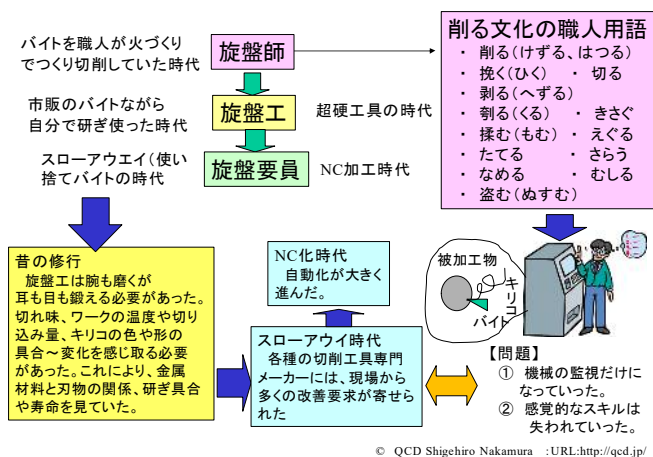
- ① 削られる金属の質（硬さ、削る速さに影響する性質）。例として柔らかい低炭素鋼と半焼き入れ鋼、または、チル鉄では100倍の差がある。硬度を感覚的につかむ工員の技能ではなく、このような鋼種を先に知り、最適速度で削る情報を得た方が確実なスピードで研削できる。
- ② 鋼のバイトを工員が工夫して最適の刃先をつくって研削に入る方式より、鋼の性質にあった高速度鋼を使った方が良く、7倍もの研削スピード差になる。
- ③ 研削時にキリコが被切削材から出るが、実験による最適のキリコ発生状態で削ると、キリコに関する諸問題の軽減に大きな差が出る。

以下、実験により得られた最適切削の状況をテーラー氏は12項目にわたり具体的に示し、さらに、「現在、活用されている工具は不完全！」という考えで、工具の改良を特殊鋼メーカーと進めていったわけでしたが、これが、特殊鋼の飛躍のベースになった内容でした。このように、テーラー氏達が行ったこの解析は、都合26年間にもなったわけでしたが、この工場では時計を用いた解析が進むに従い、さらに、生産性向上が図らって行きました。

この結果と、職人技と言われる内容と比較してテーラー氏達は「工員達は限られた条件の中で最適な機械加工の探求に努力されています。しかし、機械加工は刃物の研究は特殊鋼メーカーで無ければできない。加工する鋼材は鉄鋼メーカーでなければできない、機械加工する設備のスピードや振動、剛性などは、機械メーカーで無ければできません。このような工員の領域を超えた専門家と検討を重ね、さらなる最適化を求めるという仕事を工員達に丸投げしても、限界があることは歴然です。要は、ここに専門的な研究が必要になるわけです。・・・これは、管理側の責務とすべきです」という内容を委員会でも紹介したわけでした。これを現在の技術に例えると、各種の最新鋭の研究内容をBigデータ化した内容と、個人が苦労しながら勘と経験で作り上げた最適技能とされる内容の差に相当するように思います。また、管理責任として加工の最適化情報を企業がつかみ、製造現場で直接作業を進める方達に提供して行くことは、人材育成面で重要な対策です。次ページの図は日本において、

テラー氏が活動中の時代に活躍された加工の現場の匠たちの活動です。まだ、十分な技術情報が無い中でも最適な生産を追求するため、知恵を駆使してきた内容です。このような努力に対し、的確な技術情報を提供することは、更なる展開になって行くことが、読者の皆様には簡単に想定されると思います。事実、その後、米国を中心に切削加工の刃物はスローア

切削加工における日本の匠の活動と技術向上の変遷



ウェイとなりました。しかし、当初、この利用は従来の刃物鋼に比較してそれほど差が無かったという状況でしたが、日本で機械加工作業に当たる匠達から多くの提案や改善内容がスローアウェイのメーカーに提供されました。その結果、諸外国に勝る加工レベルでスローアウェイと、その利用技術が進化したそうです。このような歴史から、企業の専門技術者は、

最良情報を製造現場に流し、共に研究を進める大切さが解ります（逆に、この活動を管理側でシステム化しないと、オペレーターが使う NC に見られるように、何も考えずに加工素材を設備に取り付け～取り外しを行うだけの作業（チャックマンと呼ばれた）人達だけが現場で作業する形態になる恐れがあります）。

次に続く