

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

Ⅲの第7章～ 金属を削る作業の研究

現在、機械を使った切削の大半はカタログや仕様書の形で最適の加工の内容がガイドされています。しかし、1880年代、まだ、鉄鋼の品質に差があり、現在のような切削工具（含む、スローアウェイ）などが無かった時代、切削条件は現場作業者の経験に任せる形態で行われていました。このような時代、生産性は低く、加工職人のスキル差が多かったため、テラー氏はミッドベール鉄鋼の1つに「2倍の生産性を実現させたい！」という売り込みを掛けました。最適切削の研究です。対象は300名、加工職人を持ち、15年もの歴史を持つ企業だったそうですが、当初、この工場の工場長は、テラー氏の話に信用しなかったようですが、説得し、進めた経過と要点をまとめると、次のような内容と状況でした。

- ① 最初に定めたモデル機で機械加工の実態調査を進めると、加工には工具を研削して穴をあける準備～切削に至る多くの仕事があり、その実態が科学的に判った。そこで、最適な加工内容を明らかにして、計算尺の形でそれらの条件を出し研削した結果、2.5倍～9倍のスピードを出すことができた。
- ② かつて、機械加工は、その分野に多くの経験を持つ職人に丸投げで依頼する方式だった。職人たちは個々に自分の加工ノウハウを持っていたが、決して他人に教えなかった。加工スピードの良否がその職人にとって加工を依頼される(注文獲得)のベースになっていて、他の者より多く稼ぐツールにしていたためだった。テラー氏はその内容は科学的ではなく“目分量方式”と言った。さらに、この種の解析は管理者側の責任と考えて、その中身を解析し、「最良の方法を見つけ、職人を指導しながら育てるツールに行かない限り、機械可能ノウハウは、いつまでも闇の中となると」彼は考えました。
- ③ テラー氏は、機械切削の対象は、(a)どの位の切削速度が必要か？と、(b)送りをどの程度にすべきか？という2つの要件に対し、26年もの調査の結果、12の条件が関与するという整理をしました（算式も例示した）。これは、テラー氏の科学的調査に基づくもので、例えば、ある鋼材を切削する場合、低炭素鋼の切削工具とチルド鋼に焼き入れを施した工具では100倍の差があることや、高速度鋼と焼き入れした炭素鋼では7倍の差がある。切削の深さが1インチと1/16インチでは64倍の差があることなどを、緻密に時計分析を進めました。
- ④ さらに、テラー氏は、膨大な研究内容から最適な切削法を簡単に選ぶため、当時、多くの数学者に依頼して最適の算定が可能となる方式の提示を願いました。しかし、総てギブアップ状態の中で、カール G.バース氏が最適計算結果を提示する計算尺をつくったので、これを用いることにしました。
- ⑤ 以上、ここまでの努力で当時として、最適の加工条件を工場の管理者側が作業者に提示して最高の生産性で切削加工を可能にする方式をテラー氏は具体化させました。

テーラー氏が行った 26 年にも渡る膨大な研究は、当時、特殊鋼の発展を大きく進めるきっかけもつくりました。このため、現在、特殊鋼業界では、テーラー氏を“特殊鋼発展の祖”となっています。その理由は、当時の機械加工の解析努力を知れば判ります（科学的管理法の著書に、この解説はありませんが、筆者が関与した特殊鋼業界では、皆が知る話です）。

この頃、まだ、刃物鋼は現在のような性能ではなく、機械加工を開始すると、すぐに刃先が摩耗する。刃先を削る（当時、大半がバイトという鋼の刃先加工なので、短時間で摩耗し、削る）ということを繰り返していました。このため、機械加工は度々中断し、正味の加工作業時間の測定も中断、刃先研磨作業の測定に移る状況が頻発していました。この“刃先づくり”という作業は、ベテランと称する職人による技能差に大きく左右されます。このため、当時、各社とも、機械加工はこの方達に丸投げする状況でいた。したがって、このような生産環境の中で、テーラー氏が科学的分析を基に最適の切削条件を提示して行くという分析は至難の技だったことが判ります。ちなみに、氏は、最適値を求めるという標準作業の発掘に多くの測定と理論的な解析と裏付けに奔走しましたが、現在なら、この種の解析に Big データを用いた解析を適用すると考えます。しかし、当時、この種の解析手法はありません。そこで、テーラー氏達は、経験を積んだベテランの差と作業内容を解析し、多くの測定値を加工条件との関係で、その内容を評価する。その後、最適条件を求めながら、加工の条件設定を行う、・・・という長大な解析を地道に進めたわけでした。このため、ここに 26 年もの時間が費やされた状況が皆様にご納得いただけたと考えます。

第 8 章 科学的管理法の実施とその効果

（1）金属加工の研究に科学を持ち込み成功へ持ち込むための要件

テーラー氏の活動と配慮を見る限り、金属加工に対して行った科学的解析手法の導入と展開は、どの企業に持ち込んでも問題が無いように見えます。しかし、そう考える理由は、現在、この種の対策が既に産業界で当たり前になっているためです。しかし、この種の解析をテーラー氏がパイオニアとして進めるには、多大な苦勞がありました。では、その苦心と注意点を整理して行くことにします。

① 金属加工の調査段階に学ぶ点

科学的管理法の書中に、「この仕事は科学的分析の対象として、当時、極めて難解だった。人と機械（物理的な解析要件）が複雑にからみあっていたためだった。しかし、数か月くらい経つと、極めて有用な成果がでてきた。その理由は、今まで勘と経験に頼っていた職場を科学的に解析して、その結果を活用するだけでも、その差が大きかったためだった」と、テーラー氏は記載しています。また、この成果が大きかったことが、その後の解析を助けることになっていったようです。しかし、逆に、今後、科学的には全く問題ない新手法を適用して、成果も期待できるが遅い場合、時に、その種の研究を続行することが難しくなる危険が生じることがあります（後述のモデル的展開や、成果が出るまで経営層が我慢できるか否かといった点も、新手法の展開に配慮すべきことが判ります。ちなみに、トヨタ自動車の JIT

具体化は開発に 15 年、普及に 15 年経過しました。読者の皆様が、別途、この達成までの苦心談を知るならば、当時、正しいと思って進める戦略の大変さが理解できるはずです。

② 金属加工の研究の経過の段階に学ぶ点

「機械加工の研究が開始され、その経過が関係者に紹介されるとすぐに工具の開発が並行して行われていった」とテラー氏が解説していましたが、これは、「当時、工具の切削性能が極めて低かったか？」を示したものです。今回の金属加工の研究の目的は、この職場の生産性向上だったわけでしたが、この対策ニーズが当時の企業経営層だけでなく、機械加工を進める技術者達にとっても重要課題であり、企業競争の基になっていたことが推察されます。このような段階でテラー氏は冷静に進めている経過を評価しました。その状況は、「仕事を科学するする場合、完全を求める(完全に総ての調査と理論解析が終わった後に公開する)ことも大切だが、今回の機械加工の調査～科学的見地からの解析の場合、段階的に成果を得た経過を見て公表していった」という記述から判ります。なお、このように科学的な調査と解析が困難な対象に対し、テラー氏は下に記載した方針を定め、果敢な解析を進めました。

- (a) 単に時計を使った解析だったが、正確に事実を測定した。
- (b) 観測対象はベテランを見つけ（選定の後）、その機械作業を分析した。これは、「標準化を具体化して行く上で、常に最良の方式を示す」という、標準化の思想を、テラー氏は貫きました。
- (c) 機械加工において、観測中にムダを見つけたら、即座にそのムダ（例えば、刃物：工具の改善により、再加工する時に加工が停止するムダや、速度低下ロスなど）を除外して、新たな方式（改善後の形態）を築き、観測していった。

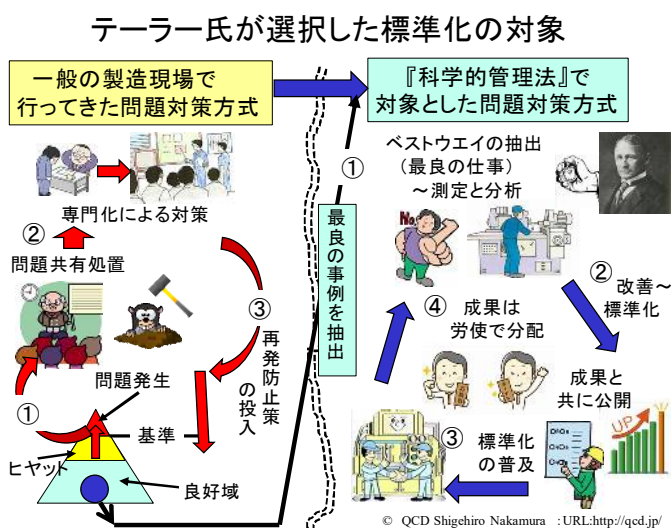
③ 科学的解析に際して何を対象に分析すべきか？

当時の機械加工の解析は機械設備が対象だったが、各設備を操作する工員の要素が生産性を大きく作用していました。このため、テラー氏は、この面に対する配慮と注意を次のように整理し、我々に示しました。

- (a) 工員の精進と努力を奨励給の関係で分析する必要性について：「人の活動や、より良い方法を見つけるため、研究者達を支援するという工員の動機、動き～心理についても分析が必要である。要は、賃金や処遇の保証が無い環境で、工員達が実験に協力して行くという保証はないためである！」
- (b) 標準化：常に最良の方法を求める活動と、現場環境づくりについて：「(a)の環境が無ければ(b)を求める条件が欠ける」とテラー氏は注意しました。
- (c) 実験結果を現場で定着する対策について：テラー氏は「科学的管理法で確立した最良の方法は、職長の仕事（責務）として位置付け、現場・生産管理を行わなければならない。まず、重要な点は、それを実施する工員に教え、生産計画という形で書類を持ちいて実施事項と経過の記録を指示する（P-D-C システムの運用により P=D の状況をフォローして C：チェックする）。ここで仮に未達の者が出た場合、スタッフな

どを使い、その者を再教育して、必ず、達成可能な力量を身につけさせる処置を進める。なお、この種の教育指導で、習得者に当たる工員をロボット化させたり、言う通りの仕事だけを行う人間や、常に、この種の指導者や命令を待ち、自ら考え、生産性を挙げて行く努力をしない人間にしてはならない」という注意を定めました。

【特記事項】ここで、テーラー氏が観測対象にした標準化思想（私見）をまとめることにさせていただきます。図の左側に示したように、一般的に、工場における生産管理では、問題



が起きると緊急対策を図り、通常の生産に戻す取り組みをしています。しかし、テーラー氏が進めた標準化の追及は図の右側の形態です。これは、標準化＝最良の方法の確立、また、このようにして確立した標準化の波及こそが、その工場の生産性向上に最も近いという内容です。昨今、モデルを成功させ広げるという方式が盛ん

ですが、その種の対策法はこれと一致する対策法と考えます。

④ 科学的管理法を用いる企業関係者に対する注意

テーラー氏は、ここまで解説してきた内容を「科学的管理法を企業の職場に投入する際の“精神”ということ、下に記載した『4大原理』として示しました。

- (a) 真の科学を発展させること：常に、現在の方式はどのように探求～整備しても不完全、改良の余地はまだあると考えて進めること。
- (b) 工員の科学的選択と、その科学的教育及び発展に努力すべきこと：何を教え、そこまでできるように育てるか？については、個人により異なるので、その状況を常に分析しながら標準化（最良の方法）に対する教育を図ること。
- (c) 労使間の有誼的協調：公明正大に科学的内容を公開し、労使協調で相互理解と納得を得た環境で科学的管理法を運用すること(当時、企業による搾取や労働強化等がストライキの基になっていたため)。
- (d) 管理者と工員は企業で受け持つ機能が異なるだけであり、その条件下で均等の責務を受け持って活動すること。：テーラー氏は、「企業によっては、管理者は貴族的な地位と上下関係を運用する例があるが、テーラー氏は、人には能力を発揮すべき職域がある。これは、企業内で受け持つポジションであり、上下関係や地位の差でなく、機能である。従って、持ち場立場で最良の能力を発揮する管理体制を運用すべきである」としています。このため「もし、個人がその機能を発揮して行く上で不向き（適性が無い）

場合は、配転すべきである」としました。さらに、テラー氏は、「人は、個々に持ち味や才能を発揮させ、働く喜びを得るために科学的管理法を利用することを目的とすべき」という考えを提示しました。

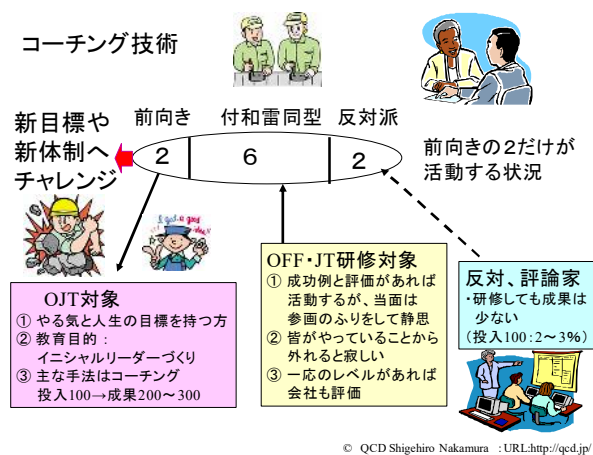
(2) 科学的管理法実施の心得

テラー氏達が開発した科学的管理法を真似て導入した企業（ここまでの注意を無視して導入して進めた結果）、ストライキを始め、多くの問題を起こした企業が発生しました。さらに、この時、この種の問題企業から、テラー氏に成功企業名の紹介を迫られた時、彼は、「皆様は見聞きした内容を基にした展開ではなく、成功へ至る要点や注意、疑問点は直接私に聞きにきて欲しい。また、現場で実状をご覧願ひ、直接関係者に質問される方式をお奨めします!」としました。これは、次に続く、科学的管理法に対する米国の裁判の場で行われた答弁にも関与するわけですが、テラー氏達は科学的管理法の適用について、次のような注意点を公開しました。

(a)改革はおもむろにおこなうべきこと：「今回の科学的管理法を旧来の現場管理法にする際（切り替えて行く時）、余り、急激にすべきではない」とテラー氏は注意してきました。その理由は「人と企業にはそれぞれ固有の歴史がある。

(a) ここでは、慣れ親しんだ習慣があり、その変更には、十分な合意と納得が必要になるからである。・・・」としています。この研究はその後、下図に示したように、2:6:2の原則や、モデルを作り、成功の後に横展開するという方式になっていったわけでしたが、重要なたつづきのひとつです。

(b) 新方式の展開前には、専門の指導者を設けること：「科学的管理法の導入に際して、関係者は、兼任や、2足のワラジを履く状況で科学的管理法を導入してはならない。当然、企業幹部の理解と指揮のもとで、この種の運用を図るべきである」と注意しています。その例として、3,000~4,000規模の企業で出来高制を投入して失敗した例を挙げています。「ここでは、導入前に十分な教育訓練を現場管理者達におこなったわけでしたが、科学的管理法の運用に移っても、



科学的管理法の運用に移っても、我流に頼る一部の職長達は、科学的管理法のルールを守らず、作業者に無理をさせて生産性を挙げさせ、しかも、報酬を与えなかったそうです。このため、この企業では組合問題~ストライキとなった」と、テラー氏は解説していました。

我流に頼る一部の職長達は、科学的管理法のルールを守らず、作業者に無理をさせて生産性を挙げさせ、しかも、報酬を与えなかったそうです。このため、この企業では組合問題~ストライキとなった」と、テラー氏は解説していました。

(c) 経営幹部が自ら指揮しないで科学的管理法を展開して失敗に至った例の紹介もありました。要は、会社の幹部が参画せず、企業のスタッフが導入～展開した例ですが、現場関係者にとって、2重構造の形で科学的管理法を展開した例です。昨今、ISO関連で導入する例に似た形で、「書類はそろったが活動や経営効果は疑問？」と言った例に似た、経営効果があがらない失敗例です。

(3) 科学的管理法により得た生産性向上成果の分配について

当時、科学的管理法を導入して生産性が2倍以上になる企業が多数ありました。「このような企業において、その努力をした工員達の給与をどうするか？」という質問がテラー氏のところに多数寄せられました。それに対し、氏は「科学的管理法を導入～展開した結果、生産性が2倍や3倍といった成果を得た場合、工員の給与などをその比率であげるべきではない。その理由は、(a)企業にはお客様がおられること、また、(b)企業自体発展のために資金が必要なことがあり、(c)従業員の昇給もこの3つのバランスの中で決めるべき環境にあるためである。生産性を挙げ、高い製品が安価になれば、お客様の購買が増え、製品によっては、今まで購入できなかった人たちが買える環境になるので、社会貢献となる。企業も競争しているが、新製品の開発や市場開拓～従業員の教育育成といった課題があり、ここにお金が必要となる。なお、私が関与してきた企業では1.6倍程度にしてきたが、この比率の決定は各企業で十分に検討してお決めいただきたい」としました。

その例として、テラー氏は、先に紹介したズク運びの生産性向上の事例を紹介していました。「ここでは、当初、雄牛のようにまじめに単純作業を熱心にこなす作業者に頑張ってもらいました。彼は、科学的解析した最良の仕事の内容に対し、真面目に仕事をして、短時間に3.6倍の生産性を実現して、ズク作業を業とする企業のお手本となりました。しかし、即座に彼の報酬を3.6倍にしたわけではありません。その理由は、総て彼の才能と努力で得た生産性値では無かったためです。教えた側、さらに、その前に行った科学的な作業分析などが、その成果創出に関与します。さらに、彼が高い生産性を達成した段階で、この方式をその他の人に伝えて行うという教育などもありました。このような条件を考え、私は、最初に3.6倍の生産性を達成した彼の給与を1.6倍にしました。当然、彼は、ここまでの内容を理解、納得して報酬のアップに満足したわけでしたが、その後、彼をモデルに、この高い生産性を達成した方には、順次、1.6倍の報酬を払って行きました」というテラー氏の解説です。もし、この最初に3.6倍の生産性を達した方が、仮に個人業であり、一人で、この仕事だけで生きて行く、さらに、途切れなくこの仕事（含む注文獲得も個人の状況）が続くのであれば、3.6倍の報酬議論は受け入れられるかもしれません。しかし、多くの方の努力と知恵で達成した生産性向上に対する報酬は、これらの内容を検討して、その配分を決めるべきです。このように難しい質問もテラー氏のところへ多数寄せられたわけでしたが、彼は、企業関係者と従業員（時には株主や顧客）が納得行く内容を皆と話し、検討して実務的に納得が行く道を開拓して行きました。

次に続く