

特集 作業改善に関する研究*

Study of Operation Improvement

久良木光夫 Mitsuo KYURAGI
安岡秀敏 Hidetoshi YASUOKA

The economy in ASEAN countries and China has been expanding by taking advantage of available cheap labor; cost reduction. These days the competition is becoming more intense with regard to quality improvement. We have been implementing “Operation Improvement”, which aims to reduce costs and facilitate improvement in quality, and as a result becoming a more competitive company. The effectiveness of Operation Improvement in “Quality Improvement”, “Cost Reduction” and “Improvement of morale” are mentioned in this thesis

Key words : Operation Improvement, Industrial Engineering, KAIZEN

1. 緒言

世界のモノづくりはメガ・コンペティション(世界大競争)時代にあり、自国のみならず全世界で激しい競争が行われている。近年、特に安い労働力をベースにアセアン諸国、中国が台頭し、コスト競争がより激しくなっている。また、これらの国々ではコスト面の優位性に加え、品質のレベルも急速に向上しており、ますます競争力をつけてきている。この時代に生き残るためには、今までの高品質を維持・向上しつつ、常にコンペティターよりも高いコスト競争力を持ち続けることが絶対条件となっている。

一般的に、製造業では労務費と設備費(償却費)を合わせた加工費を下げるのがコスト低減につながると言われている。この加工費を下げるために、当社では1960年代から「作業改善」が生産性向上の基礎として大きな役割を果たしてきた。

本論文では、この「作業改善」に焦点を当て、品質(Q)向上、コスト(C)低減への有効性、さらに作業改善を通じた製造現場のモラル(M)向上について述べる。

2. 作業改善とは

作業改善とは、人の作業を中心にラインが抱える問題点を総合的に抽出し改善を加え、生産性向上を狙っていく活動であり、労働強化による生産性向上とは一線を画するものである。

Fig. 1は作業者の1日の仕事量を時間軸で積み上げたものであり、改善の着眼点としては次の2点が挙げられる。

- (1) “動作改善” = 繰返し作業からムダな動きを分析し、解消する。

- (2) “稼働ロス改善” = 作業員間の仕事量(負荷)のバランスの悪さから発生するムダ、設備故障や不良処置から発生するムダを低減する。

本章では、動作改善、稼働ロス改善でどういった活動をするのか述べ、さらに標準作業をベースにした作業改善への取り組みについて述べる。

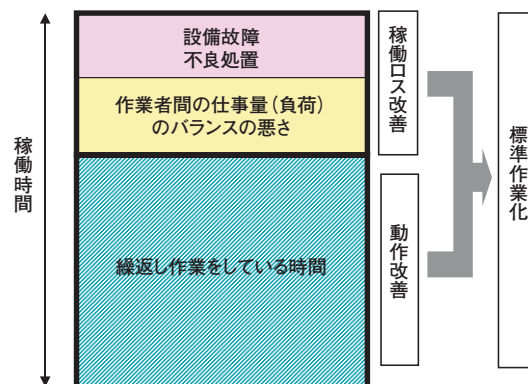


Fig. 1 Daily work volume of operators

2.1 動作改善

動作改善はモノを効率的に生産するために、人の作業を徹底的に分析し、ムダを排除していくものである。この考えは、19世紀終わりアメリカのテラーにより考案された、作業を細かく分けて測定する「時間研究(Time Study)」と、ギルブレスにより考案された、人の動きを18の基本動作に分割し分析する「動作研究(Motion Study)」が基礎になっている¹⁾。これらは、ムダな動きをなくし、より疲労の少ない経済的な動作の順序や組合せを導き出すことを目的としている。当社では、時間研究・動作研究の一手法であるMTM(Methods Time Measurement)を1963年より導入し、さらにそれを改善に結びつけることで、他社に先駆け

*2004年3月5日 原稿受理

て動作改善という分野を築き上げてきた。

動作改善ではFig. 2にあるような動作経済の原則²⁾に従い、部品の位置、右手・左手の使い方、動線経路など、細部にわたり分析を行う。実際の改善では、コマ数秒短縮の小改善の積み上げを行うが、その効果をFig. 3で説明する。これはある生産ラインであり、作業員10人で稼働時間は10.0時間/日である。ラインの流動スピードは、ネックである作業員②の作業時間により10.0秒/台であった。作業員②の作業時間を動作改善により2.0秒/台低減し、8.0秒/台にすることで、ラインの流動スピードが8.0秒/台になり、8.0時間/日で改善前と同じ数を生産することが可能となる。つまり、わずか2.0秒の改善で稼働時間2.0時間/日の低減となり、10人の作業員がいる本例では、トータル20.0時間/日の低減になる。つまり、わずか数秒の動作改善でも生産性に大きく影響すると言える。

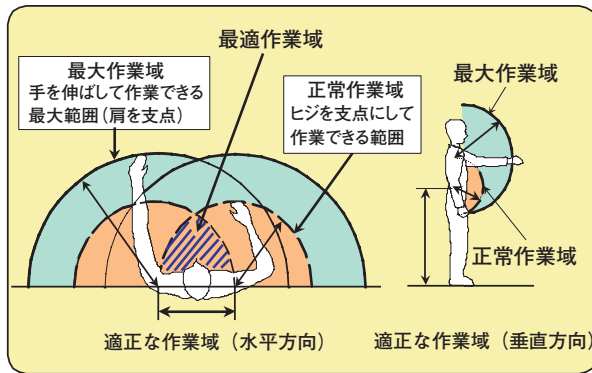


Fig. 2 Excerpt from “The principle of operation economy”

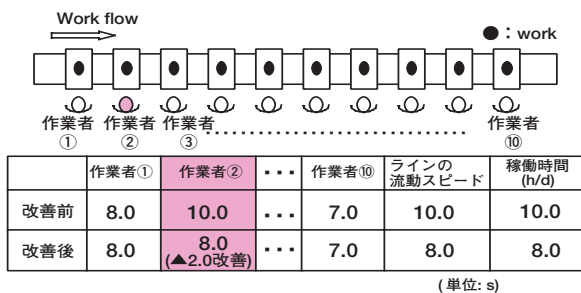


Fig. 3 The effect of motion improvement

2.2 稼働ロス改善

稼働ロスはラインバランスの悪さや設備故障、不良処置から生じるものである。Fig. 4より、ラインバランスとは生産ラインを工程ごとに分け、各工程での作業時間のバランスを表現したものである。ラインバランスが悪いと作業員間で手待ちが発生してしまい稼働時間のロスにつながる。手待ちを解消するためには、

各作業員間の作業負荷をあわせるようにしなければならない。

設備故障や不良処置については、実際に設備故障や不良の発生を無くす改善を実施する必要がある。また、異常発生時のライン停止時間の延長を抑えるためにも、異常に対して迅速に処置する体制・ルールも考えなければならない。

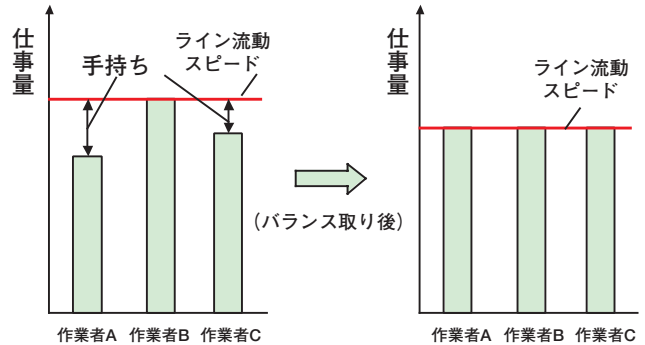


Fig. 4 Line balancing

2.3 標準作業化

動作改善、稼働ロス改善を実施した作業には、ムダな作業やバラツキが少ない。作業改善後の効率的な作業に加えて、安全基準かつ品質基準が考慮されるようにつくりこんでいったものを標準作業と呼び、これが生産現場における生産の標準となっている。

標準作業には、“つくるべき時間”や“右手・左手まで考えた作業の順序”、“ワークの手持ち位置・数・置き方”が盛り込まれており、人の動きを中心として、ムダのない順序で良い品質のものを安全にかつ効率良くつくるための作業方法を定めたものである。

作業改善は、これをもとに実施する。標準作業と実際の作業を見比べることにより、さらなる作業のムダを発見し、改善へとつなげていく。すなわち、標準作業は改善を行っていく上でのベースとなり、Fig. 5にあるように、改善サイクルの中で活用していくのである。

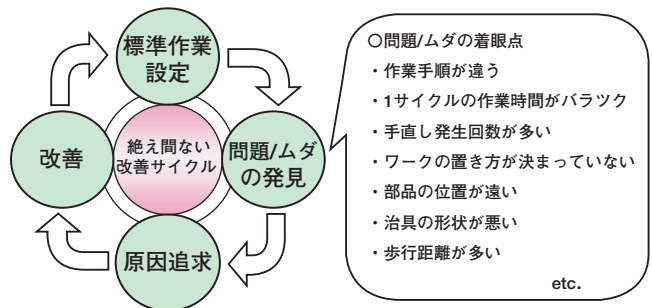


Fig. 5 Improvement-cycle based on the standardized work

3. 作業改善が品質（Q）に与える影響

良い品質の製品を市場に供給することは、顧客の信頼を得て企業が存続していくためには必要不可欠なことである。品質向上活動では、“品質は設計と工程でつくりこむ”³⁾という観点から、新製品企画・設計・試作の各段階でしっかりと評価しながら品質を源流段階からつくりこんでいく。そして、製造現場では、各種標準類を整備するとともに、QCサークル活動に代表される小集団活動を中心として、製品や工程の改善による不良発生原因の根本対策に継続的に取り組み、品質向上と生産性向上の両立をはかっていく。しかし、作業改善は、一般に生産性向上だけを主に狙った活動であると思われがちで、品質を向上させる活動とは、異なった活動であるという解釈をされることがある。また、作業スピードを上げることにより、品質悪化の一因になる可能性があると思う人もいる。

作業改善は、作業（動作）を細かく分析してムダを排除していく活動であり、結果的に不良の発生原因も改善していく。特に、品質が不安定なラインでは、不良発生によるムダが、生産性向上を阻害する大きな要因となり、品質向上が生産性向上の前提条件となる。

つまり、作業改善では、生産性の観点から不良発生原因の根本対策についても実施する。作業改善と品質向上との関係をFig. 6に示す。ここでは、動作改善、稼働ロス改善、歯止めとして実施する標準作業化、の三つの観点から作業改善が品質に与える影響について述べる。

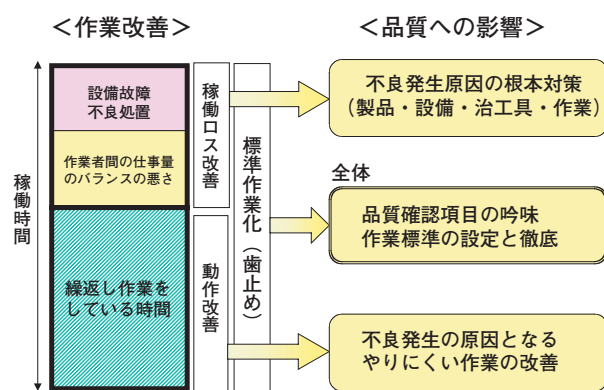


Fig. 6 Contents of the operation improvement and the effects

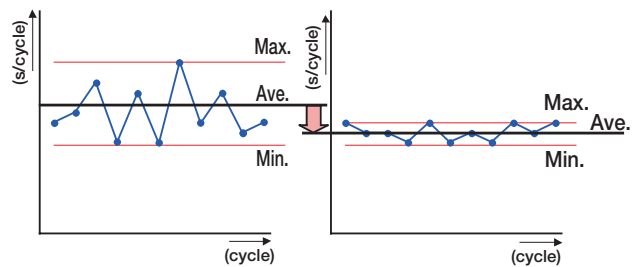
3.1 動作改善による品質向上

動作改善には、“動作距離短縮”と“動作のバラツキ解消”二つの着眼点がある。特に、動作のバラツキを解消する改善は、品質を向上させる上で最重視する。

ここでは、動作のバラツキ解消による生産性と品質の向上について述べる。

3.1.1 動作のバラツキ縮小による1サイクルの平均作業時間低減

Fig. 7は、バラツキが大きい作業と小さい作業を比較したものである。この工程で、Min.の値が、作業可能な時間と考えると、両者の実力は同じである。しかし、生産性の面から見ると、右のグラフのように、作業のバラツキを小さくすることで、全体の平均値が下がることから、安定した工程となり生産性が向上するのである。



<バラツキの大きい作業> <バラツキの小さい作業>

Fig. 7 Fluctuation in 1-cycle-operation time

3.1.2 標準作業の実施によるライン全体の稼働ロス低減

Fig. 8に示すように、ラインで作業している場合、1人の作業時間のバラツキ（遅れ）が、他作業者の手待ちにつながり、ライン全体の稼働ロスや作業リズムの乱れを引き起こしてしまう。つまり、作業改善では、作業時間のバラツキに着目して、“標準作業に基づく安定した作業”を実現することで、生産性と品質の両面で効果を得るのである。

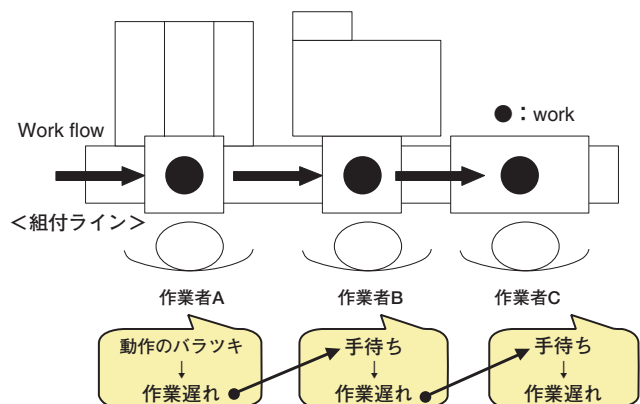


Fig. 8 Loss time due to the other operator's fault

3.1.3 不良の根本原因排除による不良・手直しロス低減

動作改善では、“部品を箱から取りだし、治具にセットする”、“ビスを取り、締め付ける”という具合に、作業をいくつかの要素に細分化して分析する。（その細分化された作業を要素作業という）そして、それぞれの作業についてコマ数秒にまでこだわって分析を行う。Fig. 9は、各サイクルを要素作業別に見たときのバラツキを表したものである。サイクルごとに見ると安定しているように見えるが、一つひとつの作業を要素作業単位で分析すると、時間のバラツキが大きいことが分かる。改善の着眼点は、この要素作業のバラツキを低減することである。

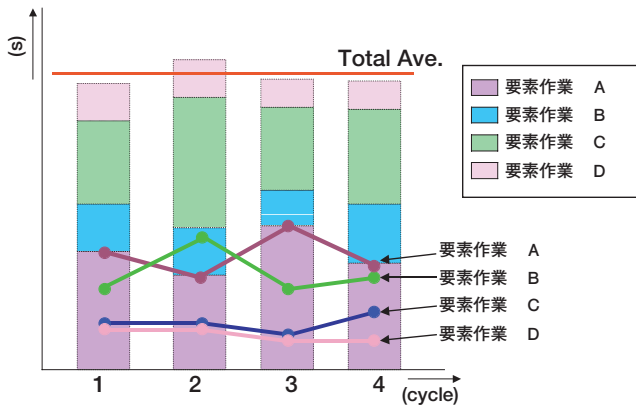


Fig. 9 Operation time difference by work element (1 cycle)

動作の繰り返しにバラツキがあるということは、繰り返すごとに何らかの異常（通常と違うこと＝標準作業と違うこと）があるということである。そこには、高度な技能、カン、感覚に頼った、作業ミスの多い“やりにくい作業”が存在し、それが不良の発生原因になっていることが多い。ここで、ある作業改善の中で取り組んだ事例をFig. 10に示す。バラツキの大きいやりにくい作業をバラツキの小さい安定した作業に徹底して改善することで、結果的に、品質に悪影響を及ぼす不安定な作業がなくなり、バラツキが低減され、同じく工程内不良も低減された。

以上から、動作改善における動作のバラツキを解消する改善は、作業時間のバラツキ縮小による生産性向上だけでなく、不良発生原因の対策にもつながる改善であると言える。

	改善前	改善後
概略図	<p>↑ 圧入 ワーク ↑ 圧入ミス → 浮き、傾き発生</p>	<p>↑ 圧入 ワーク ↑ 圧入 ブロック治具をはさんで圧入</p>
作業時間	<p>↑ 11.6 ← バラツキ 5.2 s 6.4</p>	<p>↑ 7.2 ← バラツキ 0.8 s 6.4</p>
工程内不良	11件/日	0件/日

Fig. 10 Reduce the number of defective products by eliminating the operation fluctuation

3.2 稼働ロス改善による品質向上

稼働ロスを無くす改善では、稼働ロスの要因別割合を定量的に分析し、通常、ロスの大きいものから優先順位をつけて改善に着手する。

特に、不良発生に起因するロスが稼働ロスの大半である場合は、生産性を向上させるために、不良低減への取り組みが不可欠となる。したがって、作業改善において、不良低減にも取り組むが、その問題解決にあたっては、QC手法を活用し、作業者・監督者・関係部署と一体となり、不良発生原因の根本的な対策を行い品質向上による生産性向上を狙う。

また、設備故障発生（ライン一時停止）時には、作業者の標準作業が乱れて作業のリズムが狂い、それがチョイ置き、工程とび等、不良発生の原因になっている場合があり、設備故障低減への取り組みからも品質が向上すると言える。

3.3 標準作業化による品質保証の歯止め

作業改善は、標準作業を明確にし、遵守することを前提として改善を進め、標準作業の改訂を繰り返していく活動である。その改善プロセスの中では、加工・組付といった付加価値のある作業以外は、ムダとして改善の対象に取り上げて検討する。したがって、品質確認作業も、ムダの一部と捉え、各工程での品質チェック箇所の再絞込みや安価な道具立てなどにより効率的かつ確実な検査方法を検討する。

また、改善活動の過程でラインの作業者と管理監督者を中心に設定する標準作業は、当社の代表的な品質保証の基準・歯止めである、“工程管理明細表”や“QAネットワーク”で定めた品質確認作業が考慮さ

れていることはもちろん，“作業要領書/チェック要領書”に記載された注意点を含めて、右手・左手の使い方まで含めて細かく定めていく。

そして、Fig. 11に示す標準作業票に、品質チェック箇所を明記する。他にも、要素作業ごとにチェックすべき項目、チェックの仕方を製造現場で使いやすい形でまとめた、Fig. 12のような例もある。標準作業は、バラツキのない安定した繰り返し作業を実施するためだけに設定するのではなく、異常処置のやり方・ルールといった品質に関わる項目も明確に織り込んだものであるため、不良の流出を防ぐためにも重要である。

つまり、標準作業の設定と遵守を行うことは、効率の良い作業のやり方を示すだけでなく、品質を保証する上での基本となる。

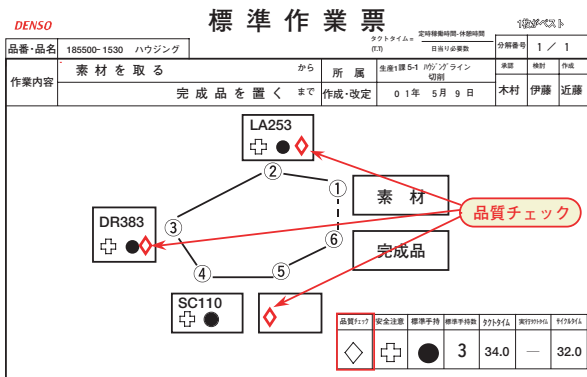


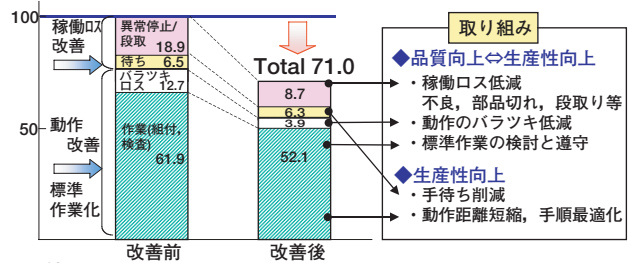
Fig. 11 Standardized Work Chart

No.	作業手順		保証項目				保証方法				
	作業内容	部品番	回数	面	異品	欠品	締付	組付	貼付	手段	回数
1	ケースを取る	5190	1		●					目視	1
2		5200	1		●					目視	1
3	外周ビス締付(7ヶ)	1730	7	A	●	●				マーキング	7
4	チェックA面										
5	フレート組付(4ヶ)	8120・8110	2	B	●		●			手帳・マーキング	2
6		2300・3090	2	B	●		●			手帳・マーキング	2
7	グリス塗布		7	B	●					目視	7
8	シパー組付(2ヶ)	8130・3110	2	B	●		●			目視	2
9	リンクビス組付(2ヶ)	0420	2	B	●	●				マーキング	2
10	チェックB面										
11	リンク組付(1ヶ)	8590	1	C	●		●			目視	1
12	グリス塗布		1	C	●		●			目視	1

Fig. 12 Quality check sheet by work element

以上、作業改善が品質向上に与える影響について述べてきた。Fig. 13に、ある作業改善の効果と取り組みについて紹介する。この活動では、標準作業を基本にして、稼働ロスの改善と動作改善に取り組み、生産性向上と品質向上の両面で大きな効果をあげている。この例が示すように、作業改善は、生産性向上を切り口に、品質不具合の真因対策にも取り組み、品質・生産性の両面で効果をあげていく活動なのである。

<総稼働時間の改善前後の変化(改善前を100)>



<効果>

生産性向上(工数削減)	29%
品質向上(工程内不良)	50件/月 ⇒ 8件/月

Fig. 13 The effect of operation improvement

4. 作業改善が原価(C)に与える影響

作業改善は、人の作業を中心に改善を実施する活動であり、“製品1台当りの作業時間低減による労務費低減”の面で有効な手段である。ここでは、加工費の内訳である“労務費”と“設備償却費”，二つの観点から作業改善が原価に及ぼす影響について述べる。

4.1 作業改善がサプライチェーン全体の労務費に与える影響

Fig. 14は仕入先まで含めた原価の内訳である。一般的に、製造業における労務費の割合は、10%前後だと言われている。その数字だけを捉えて「10%の労務費を仮に半分にできたところで、原価全体に占める効果は5%にしか過ぎない」と考えがちである。ところが、Fig. 14のように、当社だけを見ると原価に対する労務費の占める割合は少ないが、1次仕入先、2次仕入先の原価にも、当社と同様に労務費が含まれており、サプライチェーン全体で見るとその割合は大きい。ある製品ではその割合が1/3~1/2に及ぶ実例もある。したがって、グループ全体で作業改善を行い、労務費を低減することは、原価低減に大きく寄与するのである。

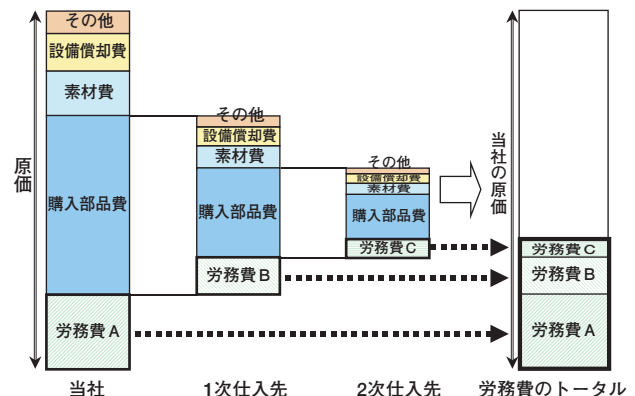


Fig. 14 Cost structure (Incl. suppliers)

4.2 作業改善が設備償却費に与える影響

生産性向上を図るためには、新しい技術や設備を投入し、工程の再編成と人から設備への置き換えを検討し、実施する。その際には、単純に人の作業を設備に置き換えるのではなく、設備の投資対効果を考慮し、効果が見込まれる場合には設備導入を検討する。ただし、現状の作業にムダが含まれているのかどうかを分析してあることが、その前提として必要となる。

ここからは、人から設備への置き換えを検討する上で、投資基準の観点から以下、述べていく。

Fig. 15の左のグラフはある組付け工程の現状の工数を示している。現状の姿から投資対効果の検討を始めると、出来高工数：1340秒を基準とした許容額まで設備投資を行う合理化計画を立案してしまう恐れがある。しかし、この場合、実際の正味工数は730秒しかなく、正味工数を基準にした投資対効果で判断すると投資許容額は下がる。

さらに追求すれば、Fig. 15の右のグラフのように更なる投資許容額の引き下げも可能となる。この図は、現状の作業に対して作業改善を行った結果を比較したものである。改善後の姿は作業改善により20%の正味工数が低減できたとする。この改善後の姿（正味工数：584秒）に対して、合理化設備投資を図れば、当初の出来高工数（1340秒）に対する許容額に比べて、56%減の投資で導入できる設備の検討が必要となる。このように、作業改善実施後の、ムダのない作業、サイクリックな作業だけを合理化することで投資を最小限に抑えることができる。これが、より低コストな設備づくり、結果として設備投資抑制につながる。

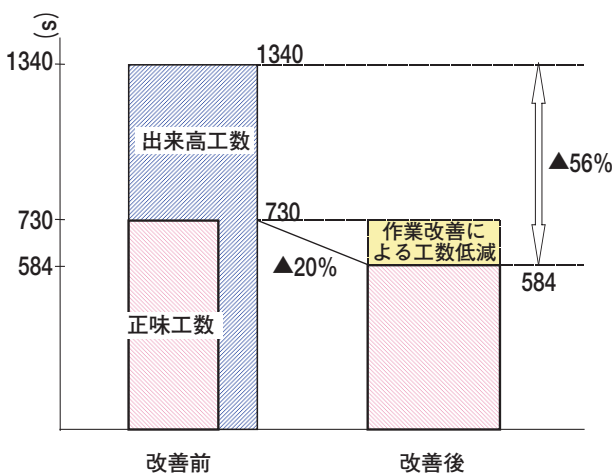


Fig. 15 Net hours (before/after KAIZEN)

5. 作業改善を通じたモラル (M) 向上

3, 4章では作業改善が製造業の品質、原価に寄与していることを論じてきた。本章では、作業改善が職場の活性化の源であることを述べる。

一般的に、作業改善はスタッフが客観的に問題点を捉え、改善する活動だと考えられている。しかし、ある作業をスタッフが詳細に分析したところで、1日中その作業を担当している作業員自身の方が問題点を熟知しているという点は自明である。すなわちスタッフだけでは作業員が抱えている問題点をすべて把握するのは難しく、作業員の意見を参考にしなければならないことも多い。つまり、作業員からの意見を取り入れながら改善することが問題点を捉える最善策なのである。そのことにより、作業員自身の改善に対する意識が高まり、作業員主体の活動へと次第に移行していく。そして、作業員がやり遂げる喜びや達成感、人に認められるといった働く人のモチベーション向上に必要な自己実現の欲求が満たされていくことを感じ始める。これがモラルの向上にもつながるのである。実際、作業改善に取り組んだ職場では、Fig. 16にあるように改善提案件数も増え、職場が活性化されたという実例も多い。

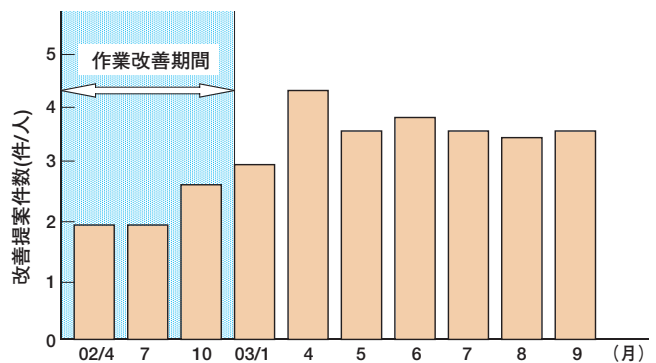


Fig. 16 Number of proposed KAIZEN items

作業改善が狙いとしているのは、この、現場主体の活動となることで職場が活性化する点である。つまり、スタッフからの押し付け感から陥る「改善する人、される人」という構図をなくし、現場の監督者と作業員で自分たちの職場を良くしていくために知恵を出し合い、自分たちでオーナーシップを持って新しい標準作業を築き上げていくということである。

これまで作業改善が及ぼす職場の活性化という観点から述べてきたが、これは職場内に限らず、この流れ

が工場全体、会社全体に広がることで、その波及効果は大きい。これが企業が成長するための礎となるのである。

6. 結言

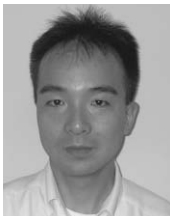
本論文では、作業改善に関する研究として作業改善が品質、コスト、モラルの観点から経営に寄与していることを論じた。品質面では、作業改善を徹底して行うことが、“工程で品質を作りこむ＝品質不具合の真因対策活動”へつながり、コスト面では、サプライチェーン全体の労務費低減、さらには設備投資抑制になることも併せて論じた。最後は、作業改善を全員参加で自主的に行う“作業改善文化”を醸成していくことが、従業員一人ひとり、さらには職場（会社）全体のモラル向上につながることを述べた。つまり、一

つひとつの作業へのこだわりからはじまる“作業改善文化”を当社も含めグループ会社全体に醸成することが、企業発展の源泉である“従業員のモラル向上＝人的資源の有効活用”にまで波及し、グループ全体の原価低減（経営）に大きく寄与するといえる。

<参考文献>

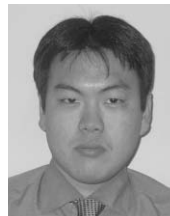
- 1) 上野一郎：マネジメント思想の発展系譜，日本能率協会（1976），pp.95-99.
- 2) 藤田彰久：I Eの基礎，建帛社（1978），p.127.
- 3) 石川 馨：品質管理入門 A編，日科技連（1989），pp.24-26.

<著 者>



久良木 光夫
(きゅうらぎ みつお)

生産管理部
国内外の製造現場製造体質強化活動
の企画・推進に従事



安岡 秀敏
(やすおか ひでとし)

生産管理部
国内外の製造現場製造体質強化活動
の企画・推進に従事