

### 3. 多種少量生産における手作業へのTPM活動展開

#### (1) はじめに

TPMは、経営管理手法の一つで、「全員参加の生産保全」のことである。

歴史的には、PM (Preventive Maintenance)、すなわち設備の予防保全を起源としており、設備管理を中心とした活動であったものを工場全体、全部門の活動に拡大してきたのがTPM活動である。

本節では多種少量生産の典型で、自動化や省人化がし難く、人手作業中心の航空機製造作業にこのTPM活動を展開・実施した事例を紹介し、またその結果で得た推進上のポイントを記述する。

#### (2) TPMとは

TPMとは Total Productive Maintenance の略であり、「全員参加の生産保全」を略称したもので、社団法人日本プラントメンテナンス協会の定義によると「生産システム効率化の極限追求（総合的効率化）をする企業体質づくりを目標にして、生産システムのライフサイクル全体を対象とした“災害ゼロ・不良ゼロ・故障ゼロ”などあらゆるロスを未然防止する仕組みを現場現物で構築し、生産部門をはじめ、開発・営業・管理などあらゆる部門にわたって、トップから第一線従業員にいたるまで全員が参加し、重複小集団活動により、ロス・ゼロを達成すること」とある。このTPMの日本での歴史を見ると、最初は米国式の設備の予防保全のPM (Preventive Maintenance) から入り、設備管理 (Plant Maintenance) のPMへと進み、更に生産保全 (Productive Maintenance) のPMへと進んできている。このことからわかるようにTPM活動は、Total の概念が入っているとはいえ、設備そのものを対象とした、あるいは設備中心の作業を対象にした活動（ここでは、「設備系TPM」と呼ぶ）が中心に展開されてきているのが実態といえる。

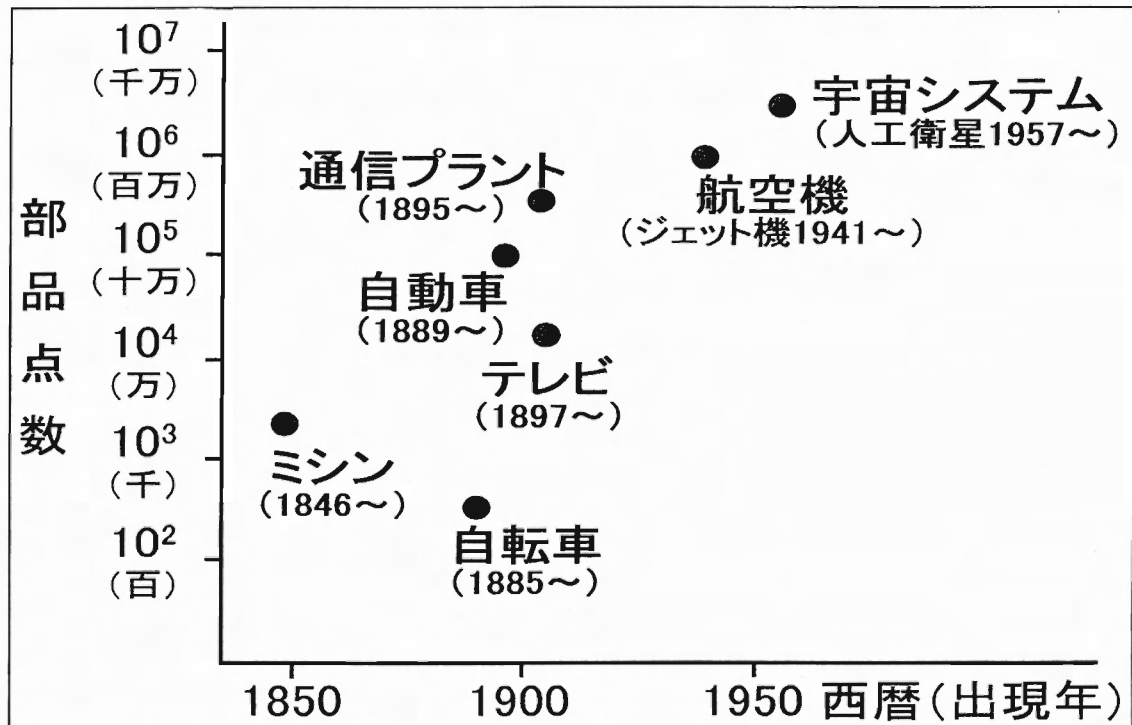
TPM活動の基本は、原理・原則に基づくあるべき姿と現状との比較からロスの顕在化、抽出されたロスを排除するための改善努力、組織・個人で行うための仕掛けと人材育成の3つにある。そして、通常は、①自主保全、②個別改善、③計画保全、④品質保全、⑤初期管理、⑥管理・間接効率化、⑦教育・訓練、⑧安全衛生の8本柱毎に定量化された目標を掲げて、部門横断的な専門部会と、トップから第一線の従業員まで全員が参加する小集団が編成され、目標達成のための活動が展開される。

#### (3) 航空機製造業の特徴

ここでは、航空機製造業の特徴を自動車製造業との比較を通して概説する。まず、航空機を構成する部品数は200万点から300万点であり自動車のそれと比較して数十倍と言われている（図表2-15参照）。生産レートでは、構成部品数とは全く逆に航空機は多くて年200機であり、多くても自動車生産の1,000分の1程度である（図表2-16参照）。このように航空機は部品が多い反面生産機数が少ないため、生産立ち上げにおける部品当たりの治工具等の準備費（含む準備工数）はかけられなく、部品製作では汎用加工機であるNC工作機が多用され専用機の適用は希である。部品の材質は、アルミニウム主体ではあるが、燃費改善を狙い、更なる軽量化のために複合材料が多量されるようになってきている。この複合材料の部品製作の主工程であるプリプレグ積層においても一部NC積層機を活

用してはいるが主流は人手による積層作業である。また、機体の構造組み立てでは、溶接は信頼性の関係で多くは適用せず、リベッティング（打鋸）やボルトのねじ締めが適用が主流である。この組み立て作業においてもNCリベッティングマシンの活用はしているが、現状は人が手工具を持って作業する作業が大部分である。

図表 2-15 構成部品点数の比較



図表 2-16 自動車と航空機の比較

	トヨタ車	ボーイング航空機
開発費	10-20 億ドル	20-40 億ドル
開発期間	3-5 年	3-4 年
生産レート(1モデル)	50,000-200,000 台/年	50-200 機/年
生産期間	4-6 年	約 20 年
価格	8-40 千ドル	20-100 百万ドル
耐用期間	10 年	最低 30 年

(4) 手作業の自主保全展開

8本柱の活動の中で手作業職場の自主保全活動（例）について述べる。手作業職場の自主保全活動の7ステップは設備系の自主保全7ステップを参考にして、図表2-17に示すように1ステップでは不要物の徹底排除を行い、2ステップでは部品、手工具の管理方法の改善による作業効率向上を追求し、3ステップでは、1及び2ステップの維持を目的とした仮基準の作成・設定による「目で見える管理」を行い、次の4ステップでは人の動作ロスを中心に「3ムの排除」を徹底的に分析し、ロスの改善活動を推進することで設定した。

図表2-17 手作業の自主保全の7ステップ

ステップ	項目	実施内容	記事
1	初期清掃	不要物の徹底排除と治具、台車など、5Sを中心とした職場環境改善	定位置管理を 追及したスツ キリ職場への 改善
2	発生源困難箇所対策	組立部品、工具などの保管管理方法の改善による作業効率向上を目指した、発生源、困難箇所の発掘、改善	
3	仮基準の設定	清掃、給油・点検箇所を明確にした仮基準書の作成	「目で見える管理」
4	総点検	組立作業エリア、部品の在庫管理、組み立てラインのKIT/流し方などロスの総点検による3ムの排除を行う	
5	自主点検	総点検による改善の継続と更なる環境改善の実施	「快適な職場環 境づくり」の 確立
6	標準化と維持管理	各種点検/管理項目の標準化と維持管理の実施	
7	自主管理の徹底	問題解決能力を習得し改善活動の定着	

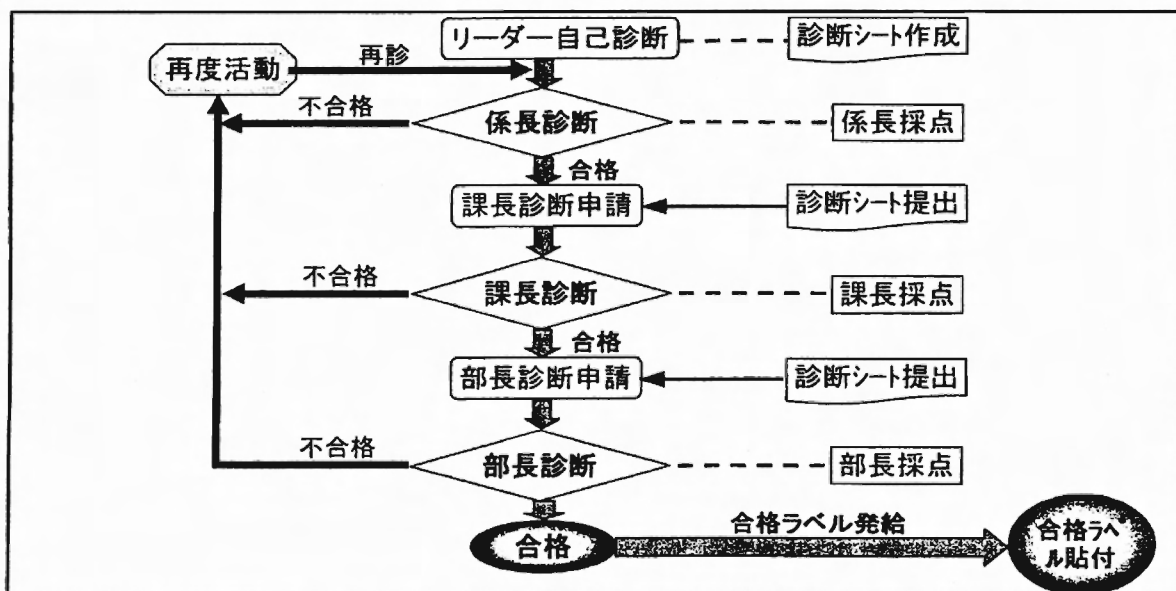
ステップ診断は、今回のTPMは部品製造及び構造組み立て作業の職場を持つ製造部門のみで推進した関係で最終推進責任者は部長であり、部長診断を合格することで次にステップアップできる活動を展開した。部長診断を受診するにはまず、リーダー自ら現場の仕上がり状態を自己評価し、診断シート of 採点を職場担当の係長が行い、職場担当の課長の合否判定を受ける。更に課長の診断結果、合格となった時点で部長診断を事務局に申請、部長診断の日程が確定後、部長より直接指導を受ける。部長は現場の状況进行评估し、フォロー及び激励とともに意見交換することで現場の第一線の従業員とのコミュニケーションを図ることを狙った（図表2-18参照）。

この自主保全活動の進め方は、部長・課長の指定職場を「職制モデル活動」として選定し、先行スタートさせて、半年後に全関係職場に全面拡大展開する方法を採用した。

ここで、設備系ではない手作業系の事例として複合材部品製造作業を紹介する。TPM導入時は作業エリアの整理・整頓、定置管理は不十分であり、従業員は不使用治具の谷間を狭い作業エリアとし

て使い複合材の切断・積層作業を行っていた。また、作業工程毎の流れについても、従業員の歩行距離の長さに対する作業ロスも意識することなく作業を行っており、3ムの存在及びその改善の認識は極めて薄かった。導入時の実態と職場のあるべき姿をまず課長、係長及びサークル・リーダーで話しあってもらった(図表2-19参照)。活動は7ステップに従って展開したが、最初の1ステップに時間がかかった。この職場は、クリーンルーム内作業にかかわらず使用しない治具の職場内放置、材料端材の整理不十分、手工具・計測器の定置管理ができていない状態であった。そこで、サークル全員に5Sの重要性や作業の基本を理解させるとともに、また実行しその状態を維持させることに注力した。

図表2-18 ステップ診断システム



1及び2ステップの活動を通して清掃、点検、塵分別等が容易に行うことができるようになり、この状態を維持するために3ステップ活動として「日常点検シート」、「職場レイアウト仮基準書」を作成した。この複合材部品製造作業等の手作業主体の作業では従業員によって、作業結果としてのリードタイム、製品品質の差が極端に現れる。そこで、誰が作業しても同じ時間、同じ製品品質が得られるようにサークル活動として写真付きの「品質基準書」も3ステップ活動の一環で作成した。4ステップは要素作業分析、この分析結果の全サークル従業員への教育・訓練を主に実施した。要素作業分析で使用した「作業分析シート」では、価値作業と無価値作業を仕訳し、無価値作業の撲滅改善につなげた。また、サークルの全従業員の「スキルマップ」を整備し、各人のスキルを把握するとともに各人の弱点を明確化できOJTが効果的に実施できようになった。

図表 2-19 TPM導入時の実態とあるべき姿

導入時の実態		あるべき姿	
エリア	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業エリアが狭い</li> <li>必要な手工具、計測器が手元になくムダな動きが多い</li> </ul>	エリア	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業エリアが広々としたムダのない流し方</li> <li>基準書による清掃箇所が極少</li> </ul>
人	<ul style="list-style-type: none"> <li>3ムに気づかない</li> <li>自分で直そうとしない</li> </ul>	人	<ul style="list-style-type: none"> <li>自分の行動範囲が最短</li> <li>3ムを追求した日常管理</li> </ul>
物	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃材、廃棄物の区別がされておらず問題意識がない</li> <li>5S管理がされてない</li> </ul>	物	<ul style="list-style-type: none"> <li>手工具、計測器の定位置管理</li> <li>5Sの定着した資材管理と作業エリア</li> </ul>
環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄物の区別がされてなくクリーンルームの環境意識がない</li> <li>床の汚れが長年続いている</li> </ul>	環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>クリーンルームの本来の姿</li> <li>床の汚れが目立つ職場</li> </ul>

#### (5) 手作業の個別改善展開

個別改善活動は改善効果を出すことはもとより従業員一人ひとりのコストに対する意識を向上させ、価値・無価値の観点で作業を見る目を養い、また継続的な活動の基盤作りとしての改善手法の習得も重要なテーマとして捉え、取り組んだ。これら個別改善活動は、「部年間合理化活動」と称して、従来から取り組んできた伝統がある。そこで、今回TPM活動をスタートするにあたって改めて各種改善の手法や意図の理解を深め、より効果を明確とするため各テーマとも事前に定量的目標を定めるとともに成果の客観的な測り方も明確にして取り組むことにした。

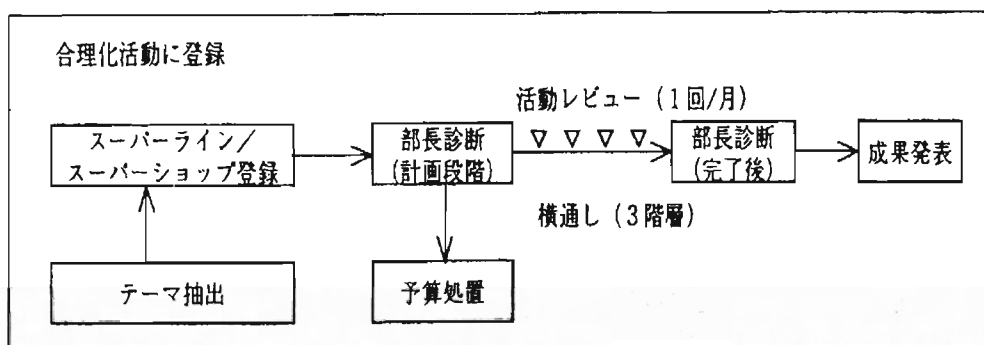
この個別改善活動の進め方は、ここでは「スーパーライン/スーパーショップづくり」と呼び、各課より4、5テーマを抽出し、その中から更に各課1、2テーマを代表テーマとして選定し、「スーパーライン/スーパーショップ」に位置付けし取り組んだ。個別改善活動では、いわゆる固有技術が要求されるので、特に職場横断的なテーマや専門技術的なテーマに対しては生産技術要員等の他部門の専門技術を持つメンバーもサークルメンバーとして指名・参加させることで各職場の技術力を補完する方法を採った。

進め方及びフォローの仕方は、図表2-20を参照のこと。

ここで、手作業系の事例として中型ジェット機構造体組み立て作業を紹介する。まず簡単に作業の内容を説明する。作業は、組み立て治具の所定の位置にそれぞれの構造構成部品（板金部品、機械部品及び複合材部品がある）を面やピンで位置決めし、クランプで固定後、リベッティング（打鋸）やボルトのねじ締めで結合するものである。このリベッティング（打鋸）やボルトのねじ締めは、第(3)項で前述通り、手工具を用いた手作業で行う。この作業のTPM活動の取り組み前の問題点は、示達予算が守れていないこと、1数分析の結果、付随作業比率が約40%もあることであった。

また、職場も整理・整頓が行き届かず雑然としていた。そこで、取り組み方としてはフェーズⅠとして、5S改善、定置管理の徹底から着手することにした。次にフェーズⅡとして不具合による戻り作業がかなり発生していたので「不具合なぜなぜ分析」を推進し、フェーズⅢとして組み立て工程作業の中で割り付け予算工数をオーバーしている問題工程に対する「赤虫退治3ム発掘」改善推進、流し方改善としてマテハン・レイアウト改善の推進、組み立て最終検査で指摘される小不具合（スコークと呼んでいる）の撲滅作戦推進及びワークサンプリング法作業観察による詳細改善の推進を段階的に実施した（図表2-21参照）。取り組み状況及び工数低減状況は図表2-22に示す。

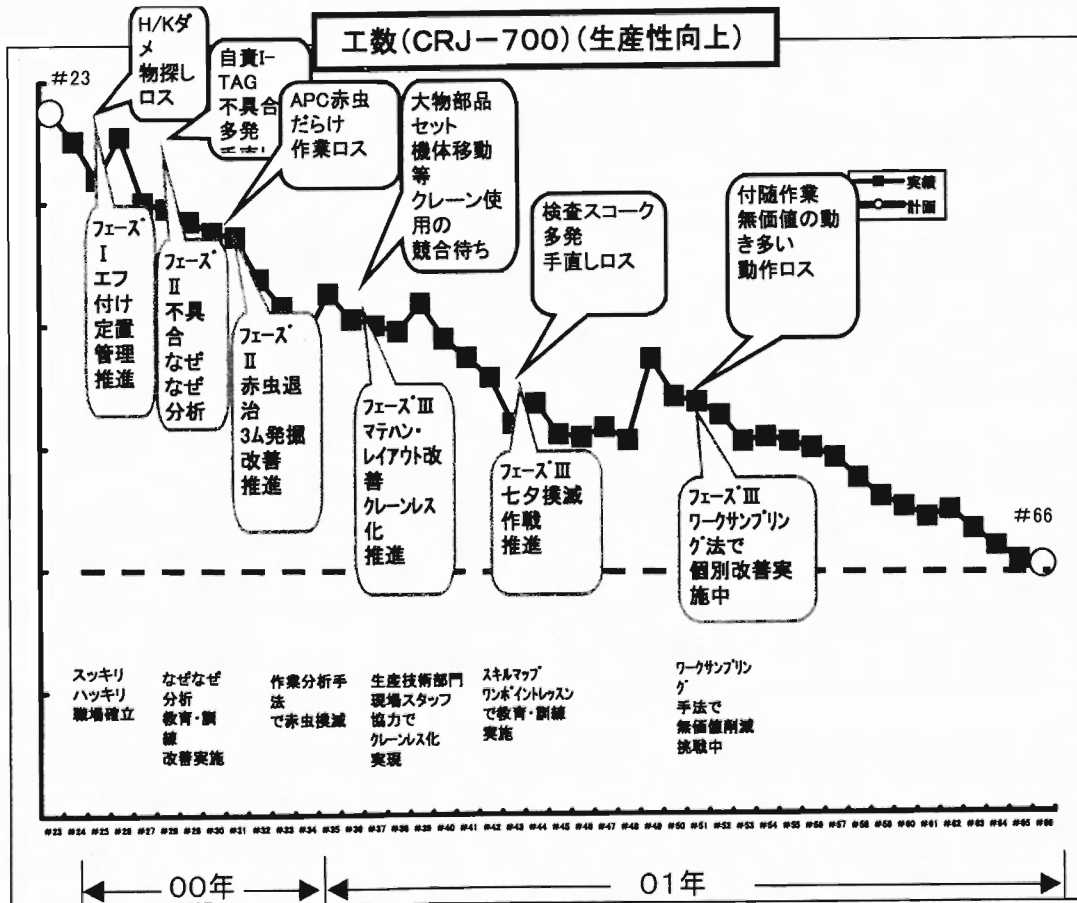
図表2-20 活動のフォローの仕方



図表2-21 取り組みのフェーズ

フェーズ	推進事項	内容
Ⅰ	定置管理推進	工具の目でみえる管理、他(要素別集約と低位置化)
Ⅱ	不具合なぜなぜ分析推進	I-TAG不具合のなぜなぜ分析と改善の推進
Ⅲ	赤虫退治3ム発掘改善推進	APC(Assy Planning Chart)の赤ムシ(目標オーバー)原因分析と改善
	マテハン・レイアウト改善・クレーンレス化推進	狭いエリアでの機体移動の容易化と効率化
	七夕撲滅作戦推進	スコーク(手直し)の分析と対策
	ワークサンプリング法で個改善推進	価値、無価値の観点でロス削減

図表 2-22 取り組み及び工数低減状況



(6) TPM推進上のポイント

TPMの8本柱の中の手作業系の自主保全及び個別改善に絞って多種少量生産を代表する航空機製造業で適用・展開した事例の概要を紹介したが、最後のまとめとして“次にTPMを展開するとした場合、どんなことが最終推進責任者（中小企業では、社長や工場長）として大事か”の観点で列挙したい。

① トップダウンとボトムアップのバランス

TPMは、サークル活動を展開するとはいえ、有志参加や任意参加ではなく、操業時の職制、ラインと同じ編成（あるいは、職制を細分したサークル）をとる。もともとラインの組織であるから上部の意志と指令は伝え（トップダウン）易い。一方のサークル活動は、本来自動的なものであり、職制中心では、現場の改善提案や意見・要望（ボトムアップ）はし難い。従って、職制が気をつけなければいけないことは、現場の第一線の“真の声”を聞くことのできる努力が必要なことである。トップの方針や指令が弱くてはTPM活動を進めることができないが、逆にトップが強すぎて現場の第

一線の“真の声”を聞く耳を持たないとT P M活動の狙いである人材の強化や自主性を期待した継続的活動による着実な成果出しは望めない。

#### ②工場管理の基本は5 Sの継続

自主保全活動の1ステップは5 Sを中心とした職場環境（身の回り）改善である。T P M改善のステップを2、3と進めてきて、現場を見て気づくのは、折角サークル全員で綺麗にしたこと、物の置き方・置き場を決めたことが維持されていないことである。なぜ5 Sが維持されないのか？その理由のひとつは、決めたことが、そのサークル職場のすべての状況を配慮して合理的に決められていないケースもあるが、大部分は生産現場における5 Sの大事さがサークル全員で認識しあっていないことにある。5 Sは、現場改善の土台であることを繰り返し教育し、現場、現物で指導する必要がある。

#### ③上位目標の各サークル目標へのブレイクダウン

T P M活動は、最初の1、2年で一定のレベルにたどり着く、即ち、いままで放置していたことを取り戻す面が多分にある。よって、T P M部外者から“職場は綺麗になったが、経営数値には目に見えて結びついてこない”との声がしばしば聞かされた。この解決策としては、部外者に対するT P Mへの正しい理解・啓蒙も必要であるが、当事者としては上位の経営目標を可能な限り各サークル活動テーマの目標に、特に定量的に割り付ける必要がある。但し、この定量的目標割付は各サークルのステップ進捗度の評価を確実に行った後でなければ失敗につながる。

#### ④仕事＝作業＋改善の風土改革

各サークルのステップ診断に現場に出向き、前回指摘したことがやられていないことが発見された時程残念なことはない。診断結果として、“不合格”を伝えざるを得ない。このような場合、管理者、上司は、サークル・リーダーのやる気や努力不足を責める前に次のことを考える必要がある。

“現場は古き良き時代とは違い、若手従業員の働くことに対する意識も違い、またリーダーは日常のルーチンワークに追われ改善を検討・考案・実施する時間を持っていないのではないか”。従って、管理者、上司は第一線の従業員の改善する時間を業務時間中に組み入れること、改善した時間の一部を現場に与える等の改善実施のできる環境・仕組み作りが必要と思う。この環境・仕組みを作った上で仕事とは、作業（ルーチンワーク）及び改善をあわせたものであるとの認識を全員で共有して継続させる必要がある。

以上の推進上のポイントは、T P M活動の推進のみにいえることではなく他の経営手法を採用しようと、組織のあるいは現場の改善活動展開全体にいえる内容であろう。組織の規模や業種・業態に関係なく、企業を継続させて行く上でこの中で最も大事と思うことは、仕事は作業（ルーチンワーク）及び改善活動から成り立っていると経営者が認識し、またそのための体制（環境・仕組み）を企業内に確立することであろう。