

日本 MOT 学会による査読論文 (2009-5)

# 日本企業が抱えるモノづくりに関する課題と 今後の MOT 教育のあり方 —モノづくりに関する調査を通して—

## The Challenges Regarding Technologies faced by Japanese Companies and the Vision of MOT-EP (Education Program) in the Future — Through Research about Technologies —

澤口 学  
Manabu Sawaguchi

### 要 旨

「モノづくりに関するアンケート調査」から、日本企業は品質や製品化技術には自信はあるものの、製品企画力やイノベーション力には自信がないという課題が浮き彫りになった。そこで本項では、これらの課題に対する方策を MOT(技術経営)教育の観点から提示した。

### ABSTRACT

To begin with, I would like to clarify the challenges currently faced by the companies interested in MOT, using the Questionnaire survey about technologies. This survey consists of several main questions except base attribute. Especially, one of them focuses on "ISM (Interpretive Structural Modeling) method" in order to grasp "cause-and-effect relationship" of many challenges within the companies. The utilization of the ISM method features heavily this survey.

In the latter half, I would like to consider the role of MOT-EP (Education Program) from the viewpoint of "Innovation". Research suggests that MOT-EP be highly effective at upstream stage (R&D, New product planning, Development& Design etc.). This is because it ensures that most of the challenges Companies face make the shift from the downstream to the upstream stage as a result of this survey. In addition to this consideration, I would like to introduce "TRIZ" as an essential method of MOT-EP

キーワード：モノづくり、製品・技術開発力、イノベーション、MOT 教育、TRIZ

### 1. 本研究の目的

本研究の目的は、2005年4月から2007年3月にかけて実施した「モノづくりに関するアンケート調査」の分析結果から、日本企業（主に製造企業）が抱える“モノづくり関連の諸課題”を明確にして、それらの課題解決に有効な MOT 教育のあり方を提案する

ことである。したがって、本調査の意義は、“効果性に優れた MOT 教育の一つの未来像”を示す手段として、“モノづくりに関する諸課題の因果関係の解明（2.3 参照）にまで立ち入った点にある。なお、本論文の後半では、今後の MOT 教育の発展には「TRIZ（澤口、2002）の活用が極めて重要である」点についても言及するつもりである。

澤口 学 \*\*\*\*\*

(受領日：2009年\*\*月\*\*日、受理日：2009年\*\*月\*\*日)

なお、本調査の有効データは、本学で開催した MOT 関連セミナー (2005 年 8/23: 東京と 10/14: 名古屋) の参加者 82 名と異業種交流会 (2006 年 2、9、10、11 月) の参加技術者 63 名 (各社 2~6 名で 12 社) の合計 145 名分である。なお、異業種交流会の参加技術者も、アンケート自体は“個人対応”でお願いしているため、145 名のサンプルは全て個人レベルの回答で統一されている。

## 2. アンケート調査項目の概要

本アンケート調査は、前述した研究目的に鑑みて、基本属性を問う設問以外は、「モノづくり産業 (主に製造企業想定) のマネジメント (特に MOT) 関連の設問 (数問)」に絞っている。またアンケート調査は、全てセミナー・交流会の開始前に実施しているため、調査結果に直接影響を与えるような講義は一切行っていない。

### 2.1 基本属性に関する設問

#### ①年齢構成に関する設問

40 代 (63 名で約 43.5%) を中心に、30 代以下の若手 (50 名で約 34.5%)、50 代以上のベテラン (32 名で約 22%) も一定数おり、回答者の年齢的な偏りはない。

#### ②職務に関する設問 (複数回答可)

兼務者によって、合計数が回答者数をやや超過しているが、兼務者が特定領域に偏っておらず、サンプル数の比率結果に近似している。以上のことから、原価管理や保守も含めた“モノづくり (広義)” は全体の約 78% (135/172) に及び、上流部門の技術者 (技術研究、新製品企画、開発・設計) に限定しても約 64% (109/172) と過半数を占めていることがわかる。

#### ③従業員規模 (臨時・パート含む) に関する設問

「従業員 1,000 名以上の大企業の回答者が全体の約 75% (109 名)」を占め、「1,000 名未満の中規模企業の約 20% (29 名)」を加えると、全体の 95% (138 名) が大・中規模企業になる。つまり「300 名未満の“小規模企業” は約 5% (7 名)」と極めて少ない。

#### ④母集団企業の内訳に関する設問 (複数回答可)

母集団 (145 名) の所属企業を製品別に分類し、母集団の特徴を整理した。その結果、「資本財・部品メーカーは、全体の約 76.6% (111 名) を占め、「消費財メーカーは、全体の約 22.1% (32 名) であることがわかった。また「自社ブランド&自販体制をもつ企業」もかなり多く、全体の約 85.5% (124 名) を占めている。

以上の属性分析から、本論文で扱う一連の調査結果は、概ね「自社ブランドを保有し、自社販売体制による資本財・部品の大規模メーカー」で活躍する「研究開発系中心の中堅技術者」の意見が反映されたものであるといえるだろう。

### 2.2 主な経営課題に関する自社の認識評価を問う設問 (設問 A)

#### 2.2.1 設問方式

選択肢として提示した「11 項目の“モノづくりに関連する”経営課題」について、5 点法 (1: 非常に低い 2: 低い 3: 中程度 4: 高い 5: 非常に高い) で回答してもらい、合計値を有効回答数で割った平均値で示している。平均値が 3 より大きければ、その課題に対して比較的自信がある状態と見なせるし、逆に 3 未満の場合は、克服すべき重要課題としての認知度が高い状態と解釈することが可能である。

#### 2.2.2 選択肢の経営課題 (11 項目) の決定方法

アンケート調査の中で提示した経営課題の 11 項目は、今回の調査に先立って、2004 年 4 月~2005 年 3 月の期間で、一部上場企業 5 社 (自動車メーカー、化学素材メーカー、家電メーカー、自動車部品メーカー、テキスタイルメーカー) の開発系技術者 (約 280 名) に対して実施した「自社が抱える諸課題に関するヒヤリング結果」をもとに、親和図法 (KJ 法) でまとめたものであるが、最終的には、以前 (1999 年度) 本学で開催した MOT 系セミナーの参加者への「(類似) ヒヤリング調査の分析結果 (産業能率大学、2001)」も参考にして決定した。

なお、上述した方法で、アンケート調査に関する評価項目を抽出・設定した類似事例としては「設計過程のモデル化に関する研究」(中沢・松永・清水、1998) などがある。また一方では、調査分野が限定される場合は、関連分野の文献調査を参考にして、評価項目を設定している「品質管理の現状と変化に関する調査研究」(鈴木・松尾・アラウス、2009) などもある。

なお、抽出・設定された 11 項目は、「①製品・技術開発力、②品質面の技術力、③コスト面の技術力、④納期・スピーディさ、⑤ブランド力や市場イメージ、⑥商品企画段階のしくみ、⑦開発設計段階のしくみ、⑧製造段階のしくみ、⑨技術部門全体における IT 活用度、⑩技術者教育の有効度、⑪イノベーション力」である。

### 2.2.3 抽出・設定された経営課題の妥当性

設定された経営課題の11項目の妥当性について、MOT教育とモノづくり産業の変遷という観点から検証してみる。

#### 【“製造活動の効率化”に関わる経営課題⇒②、③、④、⑧対応】

“モノづくり分野“においては、高度成長期から一貫して、”製造活動の効率化は必須”であり、最近注目されている「MOT教育でも経営工学を教えるのがよい（黒須、2004）」との意見もあり、経営工学自体、管理技術（IEやQCなど）を活用した生産管理等の研究を進展させてきた側面もある。したがって、製造企業を中心に、「②品質面の技術力、④納期・スピーディさ、⑧製造段階のしくみ」を常に経営課題として意識することは必然である。また、オイルショック以降、円高下の製造活動の効率化の一手段として、輸出系製造企業を中心にVEの導入による原価低減活動も必須になり、「③コスト面の技術力」も重要な経営課題の1つである。

#### 【“フロントランナー”になるための経営課題⇒①、⑥、⑦、⑨、⑩対応】

かつて製造企業が得意であった製品目標の定まったキャッチアップ型戦略だけでは、新興国（BRICs）の追い上げをかわして産業競争力を維持することは困難（亀岡・近藤、2004）になっている。したがって、日本は革新的新製品・サービスを創造するプロダクト・イノベーションを強化して世界市場で“フロントランナー（先頭集団）”になることが急務（丹羽、2004）である。

そのためには「①製品・技術開発力」を高めて、モノづくりの上流段階である「⑥商品企画段階のしくみ、⑦開発設計段階のしくみ」作りが重要な経営課題になってくることは必然である。

また、プロダクト・イノベーションを実現するための「⑩イノベーション力」自体を強化する経営姿勢も欠かせない。なお、ここで提唱するイノベーション力とは「従来とは非連続的なものを作り出すパワー」という意味を意識しており、シュンペーターのイノベーション論（schumpeter,1934）に近いイメージである。したがって、「イノベーションとは単なる技術革新ではない（黒川、2008）」という前提で「①製品・技術開発力」と「⑩イノベーション力」は“別物”として扱っている。なぜなら、製品・技術開発力は、イノベーション実現の重要な要素にはなり得ても、ケースによっては、単なる高性能製品の開発に終わり、新市場

創造や社会変革というイノベーションに至らない事もあるからである。しかしその一方で、既存技術の活用ではあっても、それらの総合化（シンセシス）によって、「時代に受け入れられるまったく新しいもの（1980年代のソニーのウォークマンなど）」や、「画期的な組み合わせ（JR北海道のDMV（綱島、2009）など）」を生み出すこともあり、それらは明らかに、従来とは違う非連続のものを創造するパワーに他ならない。これがまさにイノベーション力である。

また、最近の日本のビジネススクールの中には、経営とITのコラボレーションから、イノベーション人材を育成してゆこうという試み（岡本、2005）もある。したがって、「⑨技術部門全体のIT活用度」とは、単なるCAD/CAMの活用によるITソリューションという括りではなく、製品の組み込みソフトも含めて、ITを広く製品自体の革新化に活かすといった広いイメージを想定している。

#### 【“企業の基盤強化”に関わる経営課題⇒⑤、⑩】

企業にとっては、上述した経営課題をクリアすることによって、高付加価値製品・サービスを提供し、企業のブランド価値を高めていくことも重要であり、そのためには、効果的なMOT教育を実施して、優秀な人材（主に技術者）を継続的に育成していかなければならない。したがって「⑤ブランド力や市場イメージ」を高めることと「⑩技術者教育の有効度」を向上させることは、企業の基盤強化に関わる経営課題といえる。

### 2.3 経営課題（11項目）の因果関係を問う設問

#### （設問B）～ISM法の活用～

設問Aは、提示した経営課題の11項目毎に、自社の認識評価をスコアリング方式（5点評価法）で回答してもらった内容であるが、設問Bは、さらに踏み込んで、各々の課題が、他の課題に影響を与えているか、あるいは他の課題から影響を受けているかを明らかにするための設問になっている。つまり、各課題間での因果関係の有無を問う質問になっている。

なお本調査では、各課題の因果関係の有無を把握する手段として、グラフ理論の基本概念を系統的に適用する手法である「ISM（Interpretive Structure Modeling）法（島田・原田、1999）」を活用している。ISM法を用いるためには、2つの項目間の関係を0と1で示す必要がある。例えば、課題①が課題②の原因系（本設問では前提課題と表現）になる場合は1、しかし課題①が課題②の原因系にならない場合は0とすることで、課題①と課題②の関係を0か1で示すことが可能になる。この決定を個人や数人の合意で決める

場合には問題はないが、今回のように回答者が多数に及ぶアンケート調査の場合は、0と1の閾値(カット値)を設定する工夫をしなければならない。

実は、本調査と類似するアンケート調査でISM法を活用した場合、全ての要素間の組合せの集計結果がほぼ正規分布に従うとの結果が報告されている(中沢・松永・清水、1998)ので、本調査もこの先行研究を参考に、「閾値(T) = 平均(m) + 標準偏差(σ)」と設定することにした。

## 2.4 活用頻度の高い管理技術や創造技法を問う設問 (設問 C、D 対応)

### ➤ (設問 C) 活用頻度の高い管理技術を問う設問

活用頻度の高い管理技術を問う設問であり、選択肢の中から、現在活用している管理技術には○(複数回答可)、最も定着していると判断した管理技術1つには◎をつけてもらう方式である。

なお、選択肢の中に示した管理技術は「1.VE(価値工学)、2.QFD(品質機能展開)、3.DFMA(製造性・組立性考慮設計)、4.タグチメソッド、5.FTA・FMEA(故障の木分析・故障モード影響分析)、6.QC、7.IE、8.OR、9.PM、10.TOC(制約理論)、11.TRIZ、12.その他( )」である。この選択肢は、以前本学の類似調査(産業能率大学、2001)で提示した10項目の管理技術にプラスして、近年「技術課題解決の革新的方法論として注目されている旧ソ連で開発されたTRIZ(澤口、2002)」を追加したものになっている。

### ➤ (設問 D) 活用頻度の高い創造技法を問う設問

設問8と質問形式は同じである。つまり現在よく活用されている創造技法を問う設問であり、選択肢の中から、現在活用している創造技法には○(複数回答可)、最も定着していると判断した創造技法1つには◎をつけてもらう方式になっている。

なお、選択肢の中に示した創造技法は「1.ブレイン・ストーミング、2.欠点列挙法、3.希望点列挙法、4.特性列挙法、5.チェックリスト法、6.入出法、焦点法、7.シネクティクス法、8.等価変換思考法、9.KJ法・親和図法、10.NM法、11.形態分析法、12.ワークデザイン法、13.TRIZ(各ツール利用)、14.その他( )」である。

この選択肢も前回本学で実施した類

似調査の16項目(産業能率大学、2001)を基本に据えつつ、13項目に集約している。具体的には、前回調査で活用頻度が0%~0.15%だったワースト3項目(ZK法、クロス法、システム合成法)を削除し、さらにKJ法と親和図法の類似性の高さから1項目として扱い合計12項目に集約した上で、設問8に加えたTRIZを、設問9でも追加して合計13項目とした。なお、本設問にもTRIZを入れた理由であるが、従来の管理技術(特にVEなど)を活用する中で、アイデア発想を効率化するツールとしてTRIZが有効であるということ、事例研究を通して実証した例(Sawaguchi、2000)があるし、日本VE協会でも2003年度から「TRIZ普及・活動研究会」を立ち上げ、さらにVEハンドブック(上野・土屋・田中・中神、2007)でもTRIZの章(第11章“VEにおけるTRIZの活用”)が設けられ、創造技法としての期待度も高まっているからである。

## 3. アンケート調査の考察

基本属性に関する設問を除いた設問A,B,C,Dの調査結果」に対する考察を行う。

### 3.1 設問 A ~ 主な経営課題 (11 項目) に対する 自社の認識評価の結果考察

平均値が高いベスト3は「ブランド・イメージ(3.41点)」「品質面の技術力(3.39点)」「製品・技術開発力(3.28点)」であり、この経営課題には比較的自信をもっている企業が多いことを示している。その一方で、平均値が低いワースト3は、「商品企画段階のしぐみ(2.58点)」「イノベーション力(2.69点)」「技

表1 経営課題(11項目)に対する企業の評価結果

経営課題 \ スコア	1	2	3	4	5	平均値	標準偏差	分散値	合計値
1. 製品・技術開発力	2	21	62	46	9	3.28	0.85	0.72	140
2. 品質面の技術力	1	18	56	56	9	3.39	0.82	0.67	140
3. コスト面の技術力	2	37	59	35	7	3.06	0.88	0.77	140
4. 納期・スピード	1	42	57	33	7	3.02	0.87	0.76	140
5. ブランド・イメージ	4	24	37	61	14	3.41	0.98	0.96	140
6. 商品企画段階のしぐみ	8	59	60	8	4	2.58	0.80	0.65	139
7. 開発設計段階のしぐみ	3	36	75	23	3	2.91	0.76	0.58	140
8. 製造段階のしぐみ	2	17	73	34	11	3.26	0.83	0.69	137
9. 技術部門のIT活用度	1	29	69	38	2	3.08	0.75	0.56	139
10. 技術者教育有効度	1	55	62	21	1	2.76	0.74	0.54	140
11. イノベーション力	5	58	58	13	6	2.69	0.85	0.73	140

術者教育有効度 (2.76 点) 」であり、これらの課題は、今後の克服課題として企業内で顕在化しつつある項目である。

この結果から第一に言えることは、下流段階の課題(「品質面の技術力(ベスト2)」や「製造段階のしくみ(ベスト4)」には自信を持っているが、上流段階の課題(「商品企画段階のしくみ=ワースト1」等)には問題を抱えているという事である。

この傾向性は、前回の調査結果(産業能率大学、2001)や本調査の中間報告(澤口、2006)(産業能率大学バリューイノベーション研究プロジェクト、2007)でも確認された内容である。やはり下流段階の課題に対しては、高度成長期以降、各社が製造段階で積極的に推進してきた“作業標準の作り込み”や“現場重視の改善活動”あるいは“SQC(統計的品質管理)の徹底”などが、現在の高評価につながっていると推察できる。

なお、ベスト3とワースト3の評価値間には、「統計的仮説検定」から、有意水準0.01で有意差があるという結果を得ている。

すなわち、高評価(ベストスリー)の平均値 $\mu_1$ と低評価(ワースト3)の平均値 $\mu_2$ の間に差があるか、すなわち、帰無仮説 $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ なのか、あるいは対立仮説 $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ なのかを統計的に検定した結果、対立仮説 $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ を選択する方が99%の確率で確からしいという結果になったということである。なお今回の標本数は137~140で大標本( $n > 30$ )として扱えるので、近似的にそれぞれの平均値、を母平均 $\mu_1, \mu_2$ として計算している。

例えば、ベスト3である「製品・技術開発力(3.28点):」とワースト3である「技術者教育有効度(2.76点):」の間で、 $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$   $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ を設定すると、 $Z_0=5.504$ になり、この検定推定量の値は棄却域 $Z_0 > 2.575$ に入ることになり、 $H_0$ は棄却され、 $H_1$ が採用される。この結果から、「製品・技術開発力(3.28点)」と「技術者教育有効度(2.76点)」に有意差があるという結論(有意水準0.01)が得られるわけである。

この一連の結果から「製品・技術開発力(3.28点=ベスト3)」と「商品企画段階のしくみ(2.58点=ワースト1)」の間にも有意差(有意水準0.01)があるのは明

らかだから、日本企業は下流段階のみならず、上流段階に関連がある「製品化(応用)技術」にも一定の自信を持っている」ことを伺い知ることができる。製品・技術開発力の高評価の背景には、日本企業の国内総生産に占める研究開発費の比率がバブル崩壊後も世界のトップクラスを維持しているという事実がある。スイスの国際経営開発研究所の競争力ランキングでも日本の科学技術に対する評価は高く、「2008年は科学インフラ分野で2位(総合では22位)」(IMD、2008)にランクされている。ところが、このように製品化技術が高い評価にもかかわらず「商品企画段階のしくみ」がワースト1になっているのはなぜだろうか。少なくとも、この調査結果から「日本企業は、強みである製品化技術を新製品企画にうまく活かされていない」という“深刻な問題”が浮かび上がってくる。このような“問題”は、以前の調査結果でも確認されており(産業能率大学、2001)、今後日本企業が世界市場でフロントランナーを目指す上で“大きな壁”として横たわる問題かもしれない。

### 3.2 設問B~各経営課題(11項目)の因果関係分析に関する考察

前節では、選択肢に示された11項目の経営課題毎に評価値(平均値)の結果に対する考察を試みたが、各課題間の因果関係の分析までは踏み込んでいない。そこで本節では、ISM法を活用して各経営課題間の因果関係を調査した設問Bの結果に関する考察を行う。ちなみに11項目の経営課題の順列( ${}_1P_2$ )=110通り毎の全回答者の反応の合計を集計すると表2に示す通

表2 各経営課題(11項目)の因果関係集計表

ある課題(X側)の前提課題(Y側)があるか、そして前提課題が存在する場合、その課題は何かについて、各課題番号に○を記述してください。(“なし”から複数回答までOKです。)											
X ← Y	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
①製品・技術開発力		35	45	24	11	58	65	23	22	50	73
②品質面の技術力	52		36	19	10	22	67	77	19	30	14
③コスト面の技術力	57	49		32	11	36	60	75	21	28	27
④納期・スピード	50	30	17		6	29	57	79	40	15	16
⑤ブランド・イメージ	55	71	22	30		49	11	4	9	9	53
⑥商品企画段階のしくみ	49	14	21	20	39		32	11	20	24	53
⑦開発設計段階のしくみ	56	33	32	28	7	47		26	36	39	37
⑧製造段階のしくみ	46	51	41	41	3	17	42		22	28	20
⑨技術部門のIT活用度	17	11	14	31	5	17	30	12		33	27
⑩技術者教育有効度	43	24	14	7	9	21	34	11	28		37
⑪イノベーション力	61	25	21	13	26	41	31	16	22	55	

基本的には110(順列)の頻度を正規分布に従うと仮定する。ゆえに $(m + \sigma)$ は上位約15.8%に入る頻度を1として扱う。ゆえに50が閾値になる。

平均値	31.6
標準偏差	18.2
$(m + \sigma)$	49.7
0と1のカット値	50

りになった。

2.3 で言及したように、表 2 の結果から、上位約 15.8% (平均 (m) + 標準偏差 (σ) に対応) に入る数値 (“1” と回答した累積数) を T (閾値) 以上として正式に 1 に変換している。

本ケースの場合、T (閾値) = 50 なので、50 以上の数値が 1 に変換され、表 3 に示すようになる。

表 3 の結果に対応した方向性グラフを経営課題 (11 項目) の因果関係図として整理したのが図 1 である。図 1 を見れば、より多面的な考察が可能になる。例えば、設問 A で平均値が高かった「品質面の技術力 (ベスト 2)」は、「ブランド・イメージ (ベスト 1)」に影響があることが因果関係から確認できるので、「品

質に自信のある会社は自社ブランドにも自信を持っている構図」を読み取ることができる。

したがって、この 2 課題がベスト 3 に入ったことは納得のいく結果である。さらに、「製品・技術開発力 (ベスト 3)」も「品質面の技術力」や「ブランド・イメージ」に影響があるので、やはりブランド・イメージに自信がある会社は技術力が品質向上にも寄与し、それが結局は自社ブランドのイメージの確立に貢献しているという関係を読み取ることができる。特にこの考察に関しては、高度成長期以来、一貫して高い技術力を維持しながら高品質の製品を提供してきた家電製品、自動車・バイク等の産業が、ブランド・イメージのウエイトも極めて高い (約 80%) 産業に育っているという“事実” (公正取引委員会、2003) も後押しになっている。また、「品質面の技術力」は「製造段階のしくみ (僅差でベスト 4)」と相互に影響し合いながら向上してきた側面も確認できた。

一方ワースト 3 の課題の方も、結論から言えば、お互い相対的な結びつきが強いことは明らかである。具体的に言えば、「技術者教育の有効度 (ワースト 3)」が「イノベーション力 (ワースト 2)」に影響を与え、「イノベーション力」がさらに「商品企画段階のしくみ (ワースト 1)」に影響を与えている。したがってこの 3 課題が総じて点数が低いのも頷ける結果である。さらにもう 1 つ注目すべき課題がある。それは「技術部門の IT 活用度 (3.08 点)」

である。この課題自体の平均値は普通以上であり、問題とすべき課題とは認識されていない (表 1)。しかし注目点は、他の 10 課題との因果関係が 1 つも確認されず、結果的に因果関係図の中でこの課題だけが孤島化した事である。この結果は、モノづくり産業の技術部門の IT 活用が、他の課題へどんな影響を与えるか (あるいは影響を受けるか) を明確に認識できていないことを示唆している。しかし現実には、ソフトウェア開発 (IT の代表的産業) の重要性は日々増しており、デジタル家電はいうに及ばず、自動車の商品開発に必要とされる組み込みソフトウェアも重要性は日々高まっている

表 3 各経営課題 (11 項目) に関する直接関係行列

0か1に変換した行列(直接関係行列)											
X ← Y	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
①製品・技術開発力		0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
②品質面の技術力	1		0	0	0	0	1	1	0	0	0
③コスト面の技術力	1	0		0	0	0	1	1	0	0	0
④納期・スピード	1	0	0		0	0	1	1	0	0	0
⑤ブランド・イメージ	1	1	0	0		0	0	0	0	0	1
⑥商品企画段階のしくみ	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1
⑦開発設計段階のしくみ	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0
⑧製造段階のしくみ	0	1	0	0	0	0	0		0	0	0
⑨技術部門のIT活用度	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
⑩技術者教育有効度	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
⑪イノベーション力	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

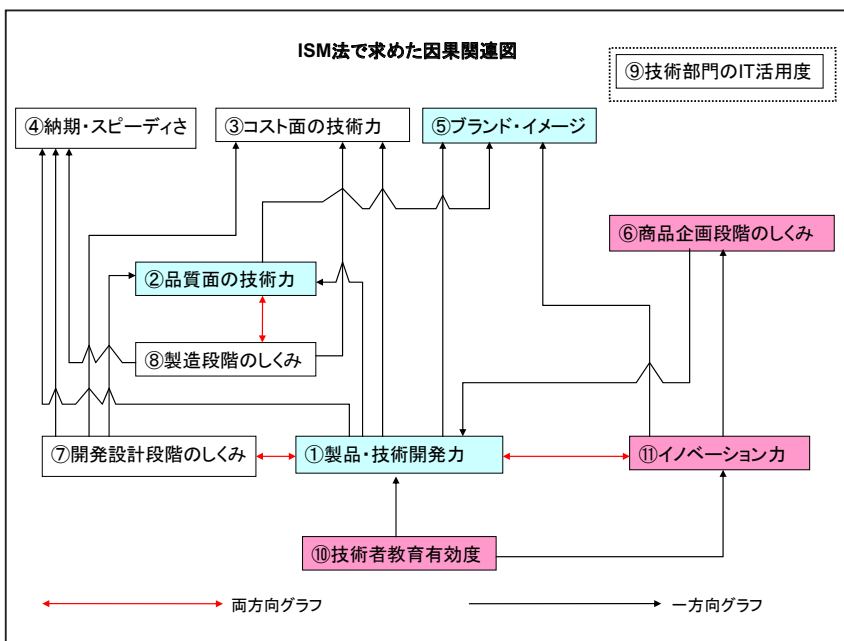


図 1 経営課題 (11 項目) の因果関係図

のである。したがって、今後はモノづくり分野の技術者もハードにこだわるだけではなく、ITを積極的に活用し、情報技術も絡めた革新度の高い「ユニークな新製品＝新たな利便性」を創造する姿勢が求められるだろう。例えば、アップルの iPod や任天堂の Wii などはハードの枠を超えて、IT環境を積極的に活用したからこそ、ヒット商品に育ったのではないだろうか。さらに、今後の MOT 教育のキーになるとと思われる「イノベーション力（ワースト 2）」を中心に、ベスト 3 とワースト 3 の課題に焦点を絞った因果関係図（図 2）を観察すると、あらためて「技術者教育の有効度（ワースト 3）」が、「製品・技術開発力（ベスト 3）」や「イノベーション力（ワースト 2）」に対する直接要因になっていることが浮かび上がってくる。

したがって、「技術者教育の有効度」の評価点が低い（2.76 点）現状認識のままでは、「イノベーション力（2.69 点）」を高める上でも大きな障害になるし、その障害が「商品企画段階のしくみ（2.58 点）」に対する自信喪失にも直結するのだから、今後、技術者教育いわゆる「MOT 教育」の真の有効性が問われる時代が近々到来する（あるいは既に到来している）のは疑いの余地がないところだろう。また、「イノベーション力（ワースト 2）」と「製品・技術開発力（ベスト 3）」の間に相互依存の関係が存在するのは興味深い。今のところ、ベスト 3 の「製品・技術開発力」のプラスの影響と「品質の面の技術力（ベスト 2）」が貢献して「ブランド・イメージ（ベスト 1）」の高評価を保っているが、今後ワースト 2 の「イノベーション力」を高めて、ワースト 1 の「商品企画段階のしくみ」を早急に向上させていかないと「ブランド・イメージ」まで低下に転じる可能性がある。このような事態を防ぐためには、高評価の「製品・技術開発力」をうまく「商品企画段階のしくみ」や「イノベーション力」の向

上に直結するように「MOT 教育」を再構築していくのが早急の経営課題である。

### 3.3 設問 C ～管理技術の活用度に関する考察

図 3 を見れば明らかなように、活用度・定着度ともに、QC（活用 77 名、定着 31 名）が断トツの第 1 位で他の管理技術を圧倒している。この事実から見ても、経営の諸課題（11 項目）に対する自社の認識評価を問う設問 B で、多くの企業が「品質面の技術力」

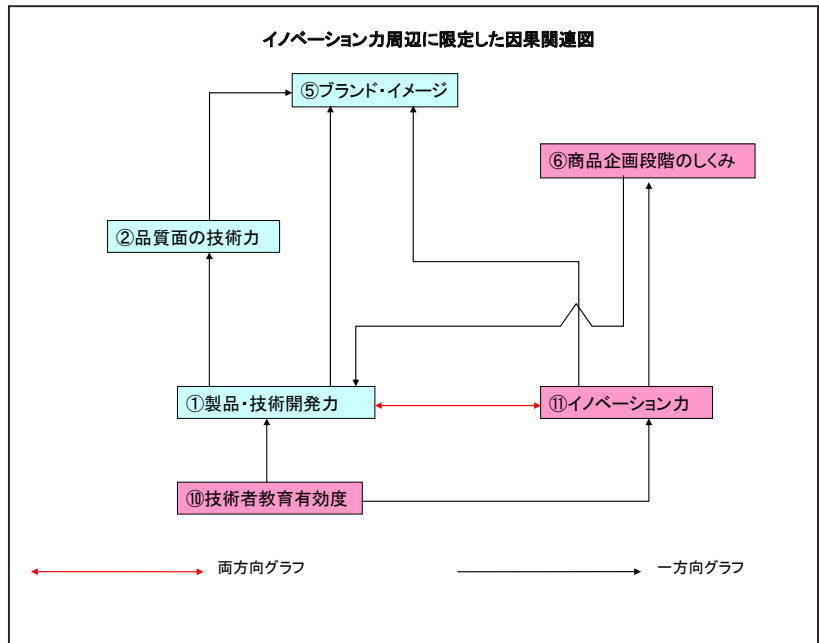


図 2 イノベーション力周辺の因果関係図

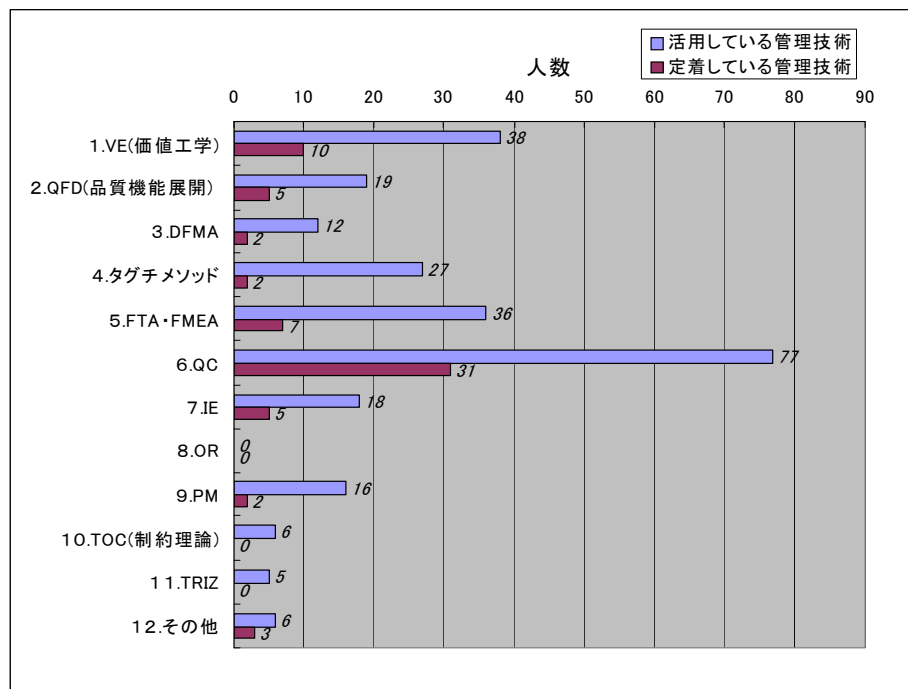


図 3 活用頻度の高い管理技術

に高い評価点 (3.39 点 = ベスト 2) を与えた背景を伺い知ることができる。その他に活用頻度が比較的高かった管理技術として VE (活用 33 名、定着 10 名)、FTA・FMEA (活用 36 名、定着 7 名) と続く。VE は機能分析による製品のコストダウン等に役立ち、FTA・FMEA は製品の信頼性保証に有効である。これらの管理技術は製品ライフサイクルに対応させると比較的下流段階で有効な管理技術という印象が強い。しかし、日本のモノづくり産業は、前述したように、革新的製品・サービスを創造し、世界市場で“フロントランナー”になることが時代の趨勢なので、製品ライフサイクルの上流段階で有効な管理技術を導入して、社内展開を推進していくことがポイントになってくる。

具体的には、QFD (活用 19 名、定着 5 名)、TRIZ (活用 5 名、定着 0) などが当てはまるだろう。特に、TRIZ の場合、過去の特許分析から体系化された“革新的問題解決理論”として近年注目され、一部の企業では、実際に次世代製品の企画・開発 (井上・山田・吉岡、2004) や新製品の技術矛盾の解決 (Sawaguchi、2000) に適用され効果が確認されている。しかし、今回の調査結果や第 3 回日本 TRIZ シンポジウムの参加者 (195 名) の約 66% が 2 年以下の経験者である (日本 TRIZ 協会、2008) ことなどを考えると、TRIZ はまだまだ活用頻度は低く、導入段階であることがわかる。

ところで、全回答者数 145 に対して、活用頻度総数は 260 であり、1 人平均 1.79 選択している。一方、定着化している管理技術を選択した総数は 67 で全回答者数の約 46% に過ぎない。この結果から、社内で管理技術を定着化させるのは容易ではないという事実を伺い知ることができる。

しかしながら、QC だけは活用数に対する定着率が約 40% (31/77) あり、全体平均の約 26% (67/260) を大きく超えているのは注目に値する。やはり日本企業にとって QC は、他の管理技術に比較して相対的に馴染み深い管理技術であることを伺い知ることがで

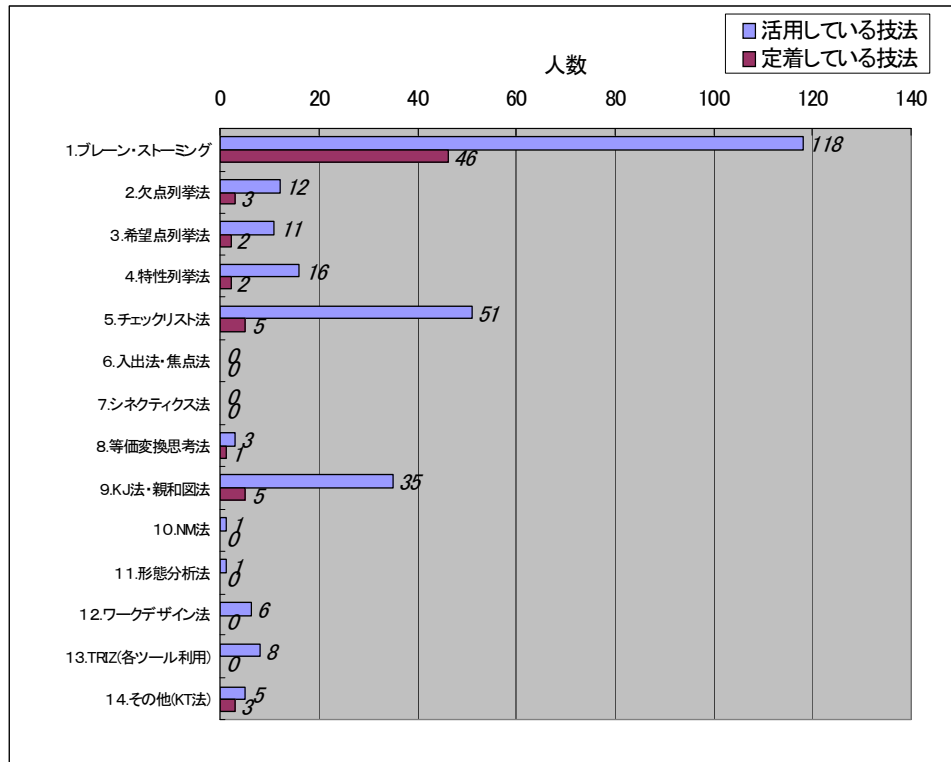


図 4 活用頻度の高い創造技法

きる。

### 3.4 設問 D ~ 創造技法の活用度に関する考察

図 4 から明らかなように、創造技法の活用度・定着度ともに、ブレン・ストーミング (活用 118 名、定着 46 名) が断然トップの第 1 位である。その後に続くのは、チェックリスト法 (活用 51 名、定着 5 名)、KJ 法・親和図法 (活用 35 名、定着 5 名) である。それ以外はみなどんぐりの背比べ状態である。また、定着度で見ると、設問 C の結果とほぼ同傾向であり、全回答者数 145 に対して、活用頻度数の総数は 267 で、1 人平均 1.84 の選択であるが、定着化している創造技法の総数は 67 と低く、全回答者数の約 46% で、くしくも設問 C と同じ比率である。この結果から、企業内で創造技法を定着化させるのは管理技術と同様に容易ではないことがわかる。

ところが、第 1 位になったブレン・ストーミングだけは活用数に対する定着率が約 40% (46/118) で、全体平均の約 25% (67/267) を大きく超えている。これは設問 C の QC と全く同じ傾向である。ここで、1 つの仮説として想定できるのは、QC を導入した企業は、改善提案等の検討でブレン・ストーミングを積極活用し定着させたというプロセスである。しかし今後、製品の上流段階の課題 (次世代製品の企画・開発など) に適した管理技術として前述した TRIZ や



QFD等の活用が期待されることを考えると“創造技法としてのTRIZ（活用5名、定着0）もまだまだ発展途上であることがわかる。

#### 4. 調査結果の考察

一連の調査結果（設問A,B,C,D）から、今後のMOT教育のあり方と、MOT教育におけるTRIZの有効性について考察する。

##### 4.1 今後のMOT教育のあり方

モノづくり産業の発展を振り返ると、1960年代の高度成長期から1980年代にかけては、技術者に対して、主に“日々の改善意欲”が求められ、製造業の教育体系も、「IEによる現場作業の標準化やSQCによる製造製品の歩留向上、VE（価値工学）による製品のコスト低減活動等の研修」が多かった。つまり、主に下流段階（製造、生産技術、品質管理など）のムダ・ムリ・ムラを低減するための技術者教育であり、これらの教育の有効性も極めて高かったものと推察される。というのも下流段階における企業課題に対して、今でも多くの企業が相対的に高い評価（表1）を与えているからである。特にQC活動の場合は、高度成長期を通して、SQC手法の徹底によって製造段階のしくみが強固になり、さらにTQC活動の展開によって、全社的な品質意識も格段に高まっていった（西堀、1990）ことが広く知られている。このような事実関係を知れば、今でもQCの活用・定着度が他の管理技術に比較して相対的に高い（図3）ことも納得できる。しかし、従来型教育を踏襲するだけでは、“キャッチアップ型戦略”から脱皮して、世界市場でフロントランナーを目指す“プロダクト・イノベーション”の実現には不十分である。つまり今後の「MOT教育」としては、圧倒的に上流段階（R&D、商品企画、開発設計部門など）を意識した“イノベーション力の向上や創造力の養成”が最重要になってくるのである。これを怠ると、今は高評価の「ブランド・イメージ（ベスト1）」も、低評価の「イノベーション力（ワースト2）」の影響で、高評価が揺らぐのは否定できない。また、その一方で、高評価の「製品・技術開発力（ベスト3）」と低評価の「イノベーション力（ワースト2）」には双方向の関係が有り（図1、2）、調査時点では非常に歪な印象を受ける。したがって、今後は、自信がある「製品・技術開発力」を積極的に活用して、プロダクト・イノベーション戦略を実現できるようなイノベティブな教育体系を早急に確立する必要がある。もし、これが実現化すれば、「イノベーション力」が「効果的なMOT教育」によって向上し、それが「製品・技術

開発力」と「イノベーション力」との相乗効果を生み、最終的にはブランド・イメージの安定化にも寄与するからである。

##### 4.2 MOT教育におけるTRIZの有効性

低評価の「商品企画段階のしくみ（ワースト1）」を向上させるには、前述したTRIZを「MOT教育」の中心管理技術として位置づけ、“イノベーション活動の支援ツール”として位置づけることも一向に値することではないかと考えている。その理由の1つとして、世界のTRIZ研究の中核をなす“ETRIA（欧州TRIZ学会）”で、2004年から2007年にかけての発表論文を分析した結果、“イノベーション”が論文のタイトルや重要キーワードになっているものが、全体の約30%（55/186）を占めており、少なくともTRIZがイノベーション活動と極めて関連性が深いことが示唆されているからである。また、欧州のエンジニア教育でも、上流段階の技術課題が最重要であるとの認識が高まり、そのような課題解決にTRIZが有効であると評価され始めている（Iouri,2007）し、TRIZはイノベーション活動をシステムチックに実践し、次世代製品の企画・開発手法としても効率的である（Darrell,2002）との意見もあるので、TRIZはMOT教育の中核手法としての期待度も高いといえるだろう。

しかしその一方で、本調査で明らかになったように、TRIZ自体の活用頻度はまだまだ低いので、TRIZを産業界に効果的に普及させる工夫が必要なもの事実である。そもそも、TRIZの活用頻度が低い理由は、前述（3.3参照）したように、日本におけるTRIZの歴史がまだ浅いこともあるが、より本質的な理由としては、TRIZは旧ソ連で開発された“クラシカルTRIZ（Ideation,1999）”と呼称される多種多様な個別手法から構成されており、それらの手法を体系的に活用することが難しいからである。

したがって、活用頻度・定着度が高いQCの「QCストーリー」のような実践的かつ活用も容易な「TRIZストーリー（仮称）」のようなガイドラインの開発・提供が急務である。

#### 5. まとめ

今回の調査を通して、今後のモノづくり産業は、モノづくりの下流段階に力を入れた技術者教育から脱皮して、上流段階にシフトし、イノベーションをキーワードにしたいいわゆる「MOT教育」が重要であることを述べてきた。その中で、新たな管理技術として、TRIZをコア手法として教育体系に入れることを提案してき

た。筆者はこの教育体系の基本型をすでに JR 東日本建設工事部門で展開している (澤口、2005)。今後はさらに、日本のモノづくり産業の特性を考慮したより効果的な「MOT 教育」を計画・実施していくことが重要であると考え。

(さわぐち まなぶ)

《参考文献》

1. Darrell Mann (2002) Hands-On Systematic Innovation: CREAX Press.
2. Ideation International (1999) Tools of Classical TRIZ: Ideation International Inc.
3. IMD WORLD COMPETITIVENESS CENTER(2008) "IMD WORLD COMPETITIVENESS YEARBOOK 2008",IMD,pp.172-173.
4. 井上敬治・山田彰子・吉岡恵 (2004) 「車両用快適トイレシステムの開発 (快適なトイレ空間を目指して)」『Technical Review JR EAST』No07, Spring2004,pp.68-72.
5. Iouri Belski (2007) "TRIZ Course Enhance Thinking and Problem Solving Skills of Engineering Students", Proceedings of the TRIZ-future conference2007, pp.9-14.
6. 亀岡秋男・近藤修司 (2004) 「テクノプロジェクター育成を目指す MOT 教育」『経営システム』Vol.14, No.1,pp.27-32.
7. 公正取引委員会 (2003) 『ブランド力と競争政策に関する実態調査』,公正取引委員会.
8. 黒川清 (2008) 「グローバル時代に何が起きているか」,『イノベーション思考法』,PHP 新書, pp.16-50.
9. 黒須誠治 (2004) 「経営工学科が MOT を」『経営システム』Vol.14, No.1,pp.38-42.
10. 中沢弘・松永久・清水良樹 (1999) 「人間の設計過程のモデル化に関する研究 (第 1 報)」『日本機械学会論文集 (C 編)』65 巻 631 号, pp.410-416.
11. 西堀栄三郎 (1990) 「品質管理とは何か」,『創造力～自然と技術の視点から』,講談社,pp.76-136.
12. 丹羽清 (2004) 「技術経営による企業革新」『経営システム』Vol.14, No.1,pp.33-37.
13. NPO 法人日本 TRIZ 協会 (2008) 「第 4 回 TRIZ シンポジウム開会にあたって」,『第 4 回日本 TRIZ シンポジウム論文集』,pp.11-16.
14. 上野一郎・土屋裕・田中雅康・中神芳夫 (2007) 「VE における TRIZ の活用」,『VE ハンドブック』,(社)バリューエンジニアリング協会, pp.478-504.
15. 岡本吉晴 (2005) 「法政大学大学院イノベーション・マネジメント研究科 - 経営と IT のコラボレーション -」『オペレーションズ・リサーチ経営の科学』Vol.50, no.12,pp.797-803.
16. (学) 産業能率大学 TRIZ 企画室 (2001) 『研究開発等技術部門における課題認識の実態に関する調査報告書』
17. (学) 産業能率大学総合研究所バリューイノベーション研究プロジェクト (2007) 『バリューイノベーション』, 産業能率大学出版部, pp.100-113.
18. Sawaguchi Manabu (2000) "Effective Approaches to Solving Technical Problems by Combining TRIZ with VE", Trizcon2000 The Second Annual AI Conference Proceedings,pp.101-107.
19. Sawaguchi Manabu (2001) "Study of Effective New Product Development Activities through Combination of Patterns of Evolution of Technological Systems and VE", Trizcon2001 The Third Annual AI Conference Proceedings, pp 1-15.
20. Suhumpeter,J.A. (1934) "Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle", Cambridge: Harvard Univ.Press.
21. 澤口学 (2002) 『VE と TRIZ 革新的テクノロジーマネジメント手法入門』, 同友館
22. 澤口学 (2005) 「企業の MOT 教育における TRIZ 手法の可能性」『TRIZ Letter (産業能率大学 TRIZ センター編)』第 21 号, pp.1-5.
23. 澤口学 (2006) 「日本企業の MOT 教育に関する研究」『第 36 回日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集』,pp.164-167.
24. 島田哲夫・原田利宣 (1999) 『コンセプトデザイン』, 科学技術出版, pp.70-74.
25. 鈴木秀男・松尾博文・アラウス (2009) 「日本の製造企業における品質管理の現状と変化に関する調査研究」『日本経営工学会論文誌』,Vol.60 No.1,pp.28-39
26. 綱島洋一 (2009) 『Dual Mode Vehicle 走れ! ダーウィン』, 中西出版.