

研究論文

新製品開発における「製造技術」の役割

— 経営学からみたMOT（技術経営） —

The Development of New Products and the roles of Plant Engineers

佐 武 弘 章*

- I. まえがき
- II. MIT産業生産性調査委員会報告書『メイド・イン・アメリカ』の指摘
- III. 公式組織理論とアメリカ型大量生産方式
- IV. 新製品開発の起点の変遷
- V. 新製品開発の第三の起点・「製造技術」概念について
- VI. 「製造技術」概念にどれだけの含蓄を読み込むか？
—多品種・少量生産の時代のもの造りのあり方
- VII. むすび

MOT (Management of Technology) は「技術者のための経営学」または「経営者のための技術学」を意図して最近注目されている大学院コースである。その社会的な要望は理解できるが、カリキュラム内容は理念的な性格であることが多く、養成される技術者＝経営者像が不明瞭なものが多い。

これまで新製品開発には研究開発部門・マーケティング部門・製造技術部門がそれぞれ独自の役割を演じている。これら諸部門が新製品開発（新市場を創出する画期的な製品から単なるモデルチェンジまでを含む）で重要な役割を果たすようになった背景には経営組織論とその基礎にある生産方式の構想の歴史的な変遷がある。本稿では、経営組織と生産方式とを重ねてその変遷を要約して検討し、これらの部門の中でもとくに製造技術部門の生成とその独自の役割に焦点をしばって考察している。この考察を通じて、経営学からみたMOT（技術経営）の課題がどこにあるかの解明を試みており、目標とされる技術者＝経営者像を製造技術部門長（例えば工場長）に見出している。

キーワード：製造技術, 後補充方式, モデルチェンジ回数, 新製品開発の起点, ユニット工場

I. まえがき

本稿の課題がどこにあるかを示すため、まず象徴的な事実を紹介する。

最近のアメリカの大学の動向をみると、マサチューセッツ工科大学（MIT）では大学院のMOT（技術経営）コースへの企業からの派遣学生が集まらなくなってきたという理由

* 福井県立大学地域経済研究所

で04年度から同コースを廃止したといわれ、「製品デザイン・開発および製造に特化した LFM (Leader for Manufacturing) プログラムの方に派遣学生が増加してきた」と報じられている¹。この事実に対し、MOTコースの必要性がなくなり、反対にLFMプログラムの重要性が高くなったかのような理解もみられるが、事実はそれほど単純ではない。

もともとMITの大学院ビジネススクール(MBA)には、MOT関連の教科目が含まれていたが、1980年代にこれらの教科目だけを取り出してMOTコースを開設したという経緯がある。今回このMOTコースを独立のコースとすることを止め、MBAの教科目の一部で提供することにしたというのが実情のようである。その理由は、MOTコースの派遣学生にもより広く経営管理論関係の科目の履修を勧めるためであるという。

また、LFMプログラムもMBAの教科目群を指す。このプログラムはその名称通りに製造部門のリーダー、端的にいうと工場長の養成プログラムを指している²。

アメリカの大学でのMOT関連の教科目の設置はすでに1960年代からみられるが、とくに70年代以降アメリカ製造業の競争力低下とくに日本企業と比較した競争力劣位に対する産官学を上げての政策的対応の一つの焦点となった。この間の事情はMIT産業生産性調査委員会の『メイド・イン・アメリカ』で詳しく報告されている。

後に若干立ち入るが、『メイド・イン・アメリカ』の政策的対応の焦点は日本企業に対するアメリカ企業の競争力劣位をどのようにして克服するかであり、6つの難点とそ

れに対する対策が提案されている。つまり、MOTについては日本企業の方が、意識的な政策をとったわけではないが先行しており、これに対しアメリカの産官学がとった政策的対応が大学でのMOTコースの増設であった。ところが最近その見直しが行われているようであり、その動向には今後も注意する必要がある。

本稿の課題は、アメリカの大学のMOTコースとその教科目の検討にあるのではなく、『メイド・イン・アメリカ』での6つの難点の指摘とくにそのうち最重点のある製造工程と新製品開発との関係に注目し、日本の大学でのMOTコースがこの問題提起にどのように応えるべきかを検討する点にある。製造工程と新製品開発との関係は歴史的に変化し、それゆえ両社の関係を第二次大戦後の歴史的展開の中で検討しなければならない。

新製品開発の起点がどこにあるかについては大別して二つの伝統的な考え方がみられる³。

第一は科学技術の発展を背景にした企業の研究開発部門にその起点と発生源をみる考え方であり、第二はニーズと市場での需要変動に対するマーケティングにその起点をみる考え方である。以下でその要点を検討する。

ところが、第二次大戦後の高度成長期から低成長期にかけて日本企業はいわばその第三の起点を示したことになり、この起点への政策的対応を『メイド・イン・アメリカ』は課題として取り上げたといえることができる。

II. MIT産業生産性調査委員会報告書『メイド・イン・アメリカ』の指摘⁴

MITは1986年末に「アメリカの国家経済の将来を脅かすほど深刻と思われるインダストリアル・パフォーマンス低下の問題」の調査委員会を発足させた。まず、同委員会の問題提起を確認する。—「アメリカのインダストリアル・パフォーマンスに生じた異変は何か、事態の打開と改善のために我々を含めてアメリカができることは何か。」

その後2年間余りの調査分析の後、1989年に次の書き出しで始まる報告書『メイド・イン・アメリカ』をまとめている。この報告書の出版が1989年であることに注目する必要がある。第2次大戦後、戦勝国アメリカの企業はその巨大な生産力をもって世界経済を支配していたが、1970年代以降日本メーカーがその卓越した競争力で世界市場に進出していった。1980年代は貿易摩擦に象徴されるようにアメリカが国内市場でも敗退を余儀なくされた時期である。

報告書の書き出しは次のようになっている。「一国の繁栄はその国の優れた生産力にかかっている。…」すでに製造業の付加価値は国民総生産の30%以下になり、サービス業を初めとする第3次産業のそれが60%になっているにもかかわらず、一国の繁栄が製造業の生産力にかかっていることを強調している。

そして、鉄鋼業・化学産業・繊維産業などの各種産業の動向を調査した後、「世界経済におけるアメリカ」を問題にして次のように指摘している。

「生産性は企業の業績に影響を与える一つの要因にすぎず、その製品の品質と製品販売の前後に行われるユーザーへのサービスが、企業の成果を大きく左右する。ユーザーに企業が対応するスピードは製品のコストと品質に優るとも劣らないくらい重要である。企業の競争力は、新しい製品コンセプトを製品の形にまとめ上げて市場に供給する速さと、市場の状況に適応して製品ラインを転換していく企業の能力、あるいはユーザーから注文を受けてから製品を納入するまでの時間によって決まる。また、企業が如何にうまく市場を設定していくかということも決定的な要因である。」(訳書、65ページ)

単なる物財の生産性でなく、競争力を重視し、これを「プロダクティブ・パフォーマンス(産業経営の実績)」という用語で表現している。

「従来の生産性問題に関する研究は、問題の根本原因がマクロ経済政策にある可能性が高いという立場に立ってきたが、生産性低下の原因と思われる要因はもっと多い。これらの要因の多くは、企業が事業を行う環境に関わるものである。事業環境以外の要因として、指摘されているのは企業内組織と企業経営の問題である。」(訳書、78ページ)

問題の所在をこのように限定した後、アメリカ企業の生産性問題の弱点となっている要因として、6つの要因をあげ、各要因にそれぞれ1章を当てて考察している。

- (a) 時代遅れの経営戦略
- (b) 短期的視野
- (c) 開発と生産における技術的な弱さ

(d) 人的資源の軽視

(e) 協調体制の欠如

(f) 政府と産業界の足並みの乱れ

以下、各要因を述べた章のキーワードを要約してみる。

(a) 「時代遅れの経営戦略」—ここで指摘されているのは、大量生産システムと視野の狭さである。大量生産システムについては本稿の全体で検討する。視野の狭さとは、国内市場に視野を限定し、外国社会のニーズを軽視した経営戦略を指している。

(b) 「短期的視野」とは、毎年の利益率の高低で業績を評価する慣行を指している。

(c) 「開発と生産における技術的な弱さ」とは、基礎研究・軍事研究への投資が充分行われたとしても、それが製品化・工業化につながるとはかぎらない点を指している。この点を指摘した後、「製造プロセスと品質向上に配慮した設計」「製品開発におけるチームワーク」「製造プロセスの重視」「継続的な改善」という小見出しをつけて、それら各工程掘り下げている。本稿が目指する製造工程や「製造技術」の日米比較がここで最大の焦点になっている。

(d) 「人的資源の軽視」では製造業での作業の単純化と現場ワーカーが標準作業を定められた通りに遂行すればよいという見方を批判しており、その中の「教育・訓練の諸形態」の項ではオン・ザジョブ・トレーニングOJTの重要性を強調している。

(e) 「協調体制の欠如」と(f) 「政府と産業界との足並みの乱れ」では企業内の労使対立および行政と企業との意見調整の難航を批判している。

以上のようにアメリカ企業のパフォーマ

ンスを批判・検討した後、「好業績企業に共通する6つの共通点」をあげている。①コスト・品質・納期の同時的改善に努力したこと、②顧客に密着したこと、③供給業者との関係を密接にしたこと、④戦略的に優位に立つため技術を効果的に利用したこと、⑤企業の適応力強化のため、組織の階層を減らし、細分化の程度を低めたこと、⑥継続学習、チームワーク、参加意識、適応力などを増進する人事方針を採用したことである。

これら6つの共通点は少なくとも次の特徴をもっている。

まず、これらの共通点は上のアメリカ企業の生産性の弱점에1対1に対立するのではないが、全体として上の弱点を批判した要因からなっている。とくに、(a) 「時代遅れの経営戦略」で大量生産システムでのコストと品質とのトレードオフ関係を批判したのに対し、①「コスト・品質・納期の同時的改善に努力したこと」ではジャスト・イン・タイムJITに代表される日本企業の多品種・少量生産の諸方式を高く評価している。

次に、好業績企業は直接には国籍を問わない優良企業を指すとしているが、随所に日本企業への言及があり、明らかにJIT方式をとる日本メーカーを意識している。そして言う、「品質のための設計とJIT生産は、ともにフレキシビリティを目指して努力する中で鍵となる主要段階であり、生産競争という大きな新しい競技場に出現しつつあるものである。」(訳書、185ページ)

このような調査分析にもとづき高水準のプロダクティブ・パフォーマンスを達成す

るための政策的対応として②～⑥を提案している。ここではその詳説は割愛するが、特筆すべきは、その1章を割いて「大学はいかに変わるべきか」を論点としていることである（訳書、222ページ）。そこでは「科学技術系」と「人文科学系」という時代遅れの区分を批判して、両者を統合した教育体系の確立の重要性を強調している。その上で、「工学のカリキュラム改善」と「経営学のカリキュラム改善」を提唱していることは注目にあたいする。

MOTはここにアメリカ製造業の競争力強化政策の中心的な担い手となる。

Ⅲ. 公式組織理論とアメリカ型大量生産方式

この報告書では「時代遅れの経営戦略」と批判されているが、この批判の真意を読みとるためには資本制生産様式の成立とくに産業革命以後第二次大戦後の一時期までに企業経営の中で発達してきた経営組織の特徴を確認しておかねばならない。それは一般に公式組織理論The Theory of formal Organization⁵として定式化されている。

そこで研究開発の位置づけを知るために限定して公式組織理論に立ち入る。1960年代に日本企業の生産性向上の手本となったアメリカの経営組織論では、すでに新製品開発を業務とする研究開発部は製造部や営業部から独立した部門として位置づけられていた。かつ、この部門は研究開発部Dept of Research and Development, つまり基礎研究だけでなくその応用・展開を業務と

する部門の性格をもっていた。当時紹介されたアメリカ企業の典型的な組織図では、経営トップが責任・権限を第一次に委譲する部として製造部・営業部・財務部・研究開発部が並列して記されている。

公式組織理論は欧米の機能的組織を導く原理を定式化したものであり、第二次大戦後日本企業の合理化のモデルになった原理である。機能的組織では、個人責任（ほぼ職務に相当する）を明確にして、責任に相応する権限を与えることを基本原則にしている。当時およびいまなお個人責任のあいまいな日本企業の組織に対する批判となっている⁶。

この組織図と研究開発部の位置づけについては多くの問題点を指摘しなければならないが、ここでは次の2点にしばって検討していく。

第一に、当時のアメリカの企業組織では研究開発業務は製造部や営業部の中でそれらの部の本来の業務に付随して行われていたのではなく、それらの部と同列の独立した部としての地位を占めていた。この部が多くの場合に研究および開発部の名称をもっており、したがって基礎研究、応用研究、試作研究の諸段階を備えていたといえることができる。

このような組織図をとるメーカー企業では新製品開発は研究開発部を起点として展開されることになる。シェーマで表示すると、シーズは科学研究→基礎研究→応用研究→試作研究という手順をふんで製品化されることになり、科学研究についての大学その他の研究機関との関係を別とすると、基礎研究以下製品化して市場対応までがメ

メーカー企業の業務になる。

第二に、対応する製造部と営業部をみると、それらの部門はアメリカ型大量生産方式と大量販売方式をとっている。ここにアメリカ型大量生産方式とは多品種・大量生産方式を意味する。つまりフォード・システムに代表されるのは標準品種・大量生産方式であるが、70年代の製品市場が飽和状態になって以後、大量生産方式は多品種に対応しなければならなくなっていた。また、営業部は製造計画の前提になる販売計画を提示していたとはいえ、製造計画にもとづき産出された大量の製品を受けとめ、もっぱらその販売（商品から貨幣への転換）に終始することになる。

この組織図のメーカー企業の製造工程ではできるだけ安価な半熟練労働者が単純な反復作業を標準作業指示書の指示通りに実行すればよいとみなされていた。経営組織を貫く原理は機能的な横割り分業である。この種の機能的組織では、新製品の開発機能は研究開発部の独占的な職務とみなされる。

標準品種・大量生産方式は後から遡ってみると物財製品に対する総需要量>総供給能力の市場を前提に展開されてきた。ところが、1970年代中頃に先進国全体として物財製品が飽和状態になる。総需要量<総供給能力の市場に対し、大量生産方式は多品種・大量生産方式で対応していたが、その経営組織は依然として機能的組織と横割り分業を継承していたことになる。

物財製品の飽和化という市場条件の変化に対し、機能的組織と公式組織理論はどのように対応するかを問われていることにな

る。この問いにどの深さと広がりで答えるかが問題であり、その回答を模索する試みは現在も続いているとみられる。

IV. 新製品開発の起点の変遷

製品市場が飽和状態になると、研究開発部を起点とする新製品開発だけでなく、市場での需要変動にできるだけ早く対応し、また潜在需要をどのようにして掘り起こすかが一つの重点課題になる。営業部の業務には、製造計画にもとづく販売活動（商品を貨幣に変える活動）だけでなく、市場調査により潜在需要を察知する業務が加わり、その重点が後者に移っていく。

このようにして研究開発の他にマーケティングが新製品開発の発生源として目立った役割を果たすようになり、むしろ研究開発に先行する位置づけを得る⁷⁾。

新製品開発の起点としては市場でのニーズの変化が重視されるようになり、シェーマで表現すると潜在需要→需要変動→応用研究となる。新製品開発の起点のこの変遷を組織図上で表現することは難しいが、この変遷はその後部分的には機能的な横割り分業の批判と各機能を縦断して貫徹する職務・例えば主査制度やプロダクト・マネジャーの重視となって表現されている。

経営組織上では、このようにしてマーケティングと研究開発の重要性の強調とこれに対する製造工程の重要性の低下がいわれるようになる。つまり、製造工程ではどのメーカーも優劣がつけ難く、それゆえ製造工程で他社との差別化を図ることは難しい。

経営戦略の重点は製造工程よりもマーケティングや研究開発に移っていくことになる。

新製品開発の起点が研究開発とシーズにあるかマーケティングとニーズにあるか、この二つのシェーマは経営組織の歴史的推移つまり系統発生だけでなく、個体発生の場合についてもいえる。個々の新製品開発についても、市場ニーズまたは潜在需要から出発するケースと新技術開発またはシーズから出発するケースとがみられる。

そして、前者では開発されたシーズに対してニーズまたは市場での需要を探すことになり、後者では抽出されたニーズに対してそれを充たすシーズまたは技術開発が求められることになる。

前者のケースではシーズまたは生産者の論理では理解できない需要変動を探すという難題に直面することになるが、後者のケースつまり市場ニーズを起点とする新製品開発には別の決定的な弱点がある。顧客満足の重視、需要変動への迅速な対応などを経営ビジョンとして主張するのは易しいが、このビジョンを具体的な仕組みとしてメーカー組織を編成することは容易ではない。

市場ニーズを起点とする新製品開発を組織図上で表現することは難しいことを指摘したが、それは表現されるべきメーカー組織の具体的な仕組みが未だ開発されていないからである。つまり、基礎研究→応用研究→試作研究をふまえて、製造部が中量試作→量産体制に入る図式は明瞭に描けるが、市場ニーズを起点として需要変動に即応する生産体制をどのような方式で構築するには多くの難点が伴っている。しかもこの難点はもの造りの本質にかかわっている。

製造工程のためには機械設備・機器装置などの生産準備が不可欠であり、以下これらを生産準備と総称する。生産準備は一定期間の継続した製造工程と製品数量およびそれに対応する販売市場を前提として行われる。短期的で恣意的な需要変動に即応するにはこれら生産準備の制約の点で技術的に限界がある。

大量生産方式の強みはコスト面での規模の利益にもとづくだけではない。大量生産方式のもとでの安定した製造計画と生産遂行を前提にして初めて、産業革命以後の生産技術とその基礎にある科学技術の発展があったといえる。

これに対し、市場ニーズを起点とする新製品開発は照応する生産準備をどのようにして確保するかという点で各種の工夫を余儀なくされる。この工夫を通じて新たなビジネスモデルの試行錯誤が繰り返されている。

つまり、市場ニーズを起点とする新製品開発では、生産準備を含む企業経営を根拠から再検討する戦略的対応が避けられない。組立て型産業の中でもモジュール化傾向の強い電気・電子機器産業では需要変動に即応するための生産準備を回避したビジネスモデルが追及され、例えば部品加工と組立ての主要部分を外注に依存するデル・モデルが代表であるが、他方これに対応して部品加工と組立ての外注を引き受けるEMS (Electronics Manufacturing Services) が一つの業態として成立している⁸。

これに対し、製造工程のための生産準備の発展の歴史を継承しながら、市場ニーズと需要変動に即応する生産方式を構築して

いったのが、日本の自動車産業であり、とくにトヨタ生産方式での縦割り協業の「後補充方式」である。その代表的な手法は「かんばん方式」である。ただし、「後補充方式」は直接には既成製品の市場での量的変動に即応する生産方式であって、新製品開発のための方式ではない。とはいえ、新製品開発にも製品在庫量の最小化という点で必要条件になる。モデルチェンジの時期の決定には旧製品在庫の量が大きな影響力をもつからである。

製品在庫量の最小化を条件として、日本の自動車組立メーカーの開発期間は欧米メーカーと比較して明らかに短い。1980年代の自動車産業の調査で、アメリカ企業平均62ヶ月、ヨーロッパ企業平均63ヶ月に対し、日本企業平均は43ヶ月という報告がある。これに照応して一定期間（例えば、5年間）の乗用車のモデルチェンジ回数は欧米企業の乗用車に対し日本企業の乗用車は2倍以上と推測されている⁹。

組立型産業で開発期間を短縮する手法にはこれまでコンカレント・エンジニアリング（＝同時開発）や部品供給企業との協力を含むデザイン・インが紹介されている。

これらの手法を要約すると、まずコンカレント・エンジニアリングとは製品の製造・物流・販売・サービスの各プロセスに必要な条件を同時に集中して開発する手法と定義される。それは「製造しやすい設計 design-for-manufacturability」やサイマルテニアス・エンジニアリングとも表現されている。

新製品開発は、業種によって相違するが、一般にコンセプトの調査・製品設計・試

作・中量試作・設備設計の各プロセスをふんで継続して行われる。各プロセスの業務はそれぞれの部門別組織、例えば販売部門や製造部門など異なる組織の管理下で行われる。これに対し、コンカレント・エンジニアリングでは新製品開発の各プロセスの業務が同時に着手され、多職能のチームが協業して課題に取り組むことになる。その特徴は新製品開発にかかわる諸プロセスの業務がこのように部門縦断的で同時並行的に遂行される点にある。同時開発によって製品開発期間は格段に短縮する。

とくに、新製品の設計段階で製造部門が責任をもつ加工条件が考慮される点に注目する必要がある。「製造しやすい設計」にその眼目があり、製品開発期間とともに製造コストの低減が設計段階で考慮に入っている。

次にデザイン・インを要約する。日本の組立型産業では組立メーカーは必要な部品の多くを部品供給メーカーに外注しているが、そのさい部品設計をどちらが担当するかについて、いわゆる「承認図」方式と「貸与図」方式とが区別される。「貸与図」方式では発注する組立メーカー側が部品設計を行ってこれを部品供給メーカーに貸与するが、「承認図」方式では発注側の要求する仕様（性能・寸法・取り付け部設計など）にもとづき部品供給メーカー側が詳細設計を行い、発注側の承認を得る。

「貸与図」方式が大量生産方式をとるアメリカの組立型産業の伝統的な方式であったのに対し、「承認図」方式は日本の組立型産業とくに自動車産業にみられた方式である。ただし、両者は典型的な場合であり、

現実には両者の中間の諸方式もみられる。

「承認図」方式は、部品供給メーカーの技術水準の高さも前提になるが、組立製品の設計段階から部品供給メーカーが製造工程での諸条件を提示して参加することを意味し、新製品の開発期間は格段に短縮される。

つまり、「後補充方式」による製品および部品在庫の最小化を必要条件にして、直接にはコンカレント・エンジニアリングやデザイン・インの手法で新製品開発の期間を短縮して、日本メーカーは新製品開発の回数を増やしてきたといえる。

「後補充方式」およびコンカレント・エンジニアリングやデザイン・インは組織縦断的な手法であり、総称して「製造技術」といわれる。それは新製品開発に当たっての製造工程に基準を置く判断の方法と理解される。つまり、単なるアイデアではなく、どのようにして造るか、どれだけ低いコストで造れるかを判断の基準とする。ここにわれわれは製造工程を起点とする新製品開発の類型をみることができる。

ここで「製造技術」とは一種の「使用技術」であり、生産技術と意識的に区別される。「製造技術」は、組立メーカーの研究開発・生産準備・製造工程・物流過程・販売活動を貫く管理方式を指している。「製造技術」についてはすぐ後にその特徴を詳しく述べる。

このようにしてわれわれは新製品開発の三つの類型をもつことになる。シェーマで表現すると、①科学技術→基礎技術→応用技術→製品化、②潜在需要→応用技術→製品化、③「製造技術」(＝「使用技術」)→

応用技術→製品化¹⁰。

MITの報告書『メイド・イン・アメリカ』がアメリカ製造業の競争力低迷を指摘してその対応策を提示したとき念頭に置いていたのは、このような日本メーカーの「製造技術」であったといえる。再確認すると、同報告書ではアメリカ企業の生産性の弱点を指摘して6つの要因(a)～(f)を挙げ、とくに(c)「開発と生産における技術的な弱さ」の項で基礎研究・軍事研究への投資が充分行われたとしてもそれが製品化・工業化につながらないと述べて、「製造プロセスと品質向上に配慮した設計」「製品開発におけるチームワーク」「製造プロセスの重視」「継続的な改善」の欠如を問題にしている。

MOTがアメリカ型大量生産の機能的分業を批判して製造工程と新製品開発との関係を重視すべきことを戦略的な課題としたのは、この「製造技術」に注目してである。

V. 新製品開発の第三の起点・「製造技術」概念について

そこで次に、新製品開発の第三の起点ともいえる「製造技術」についてみる。

「製造技術」とは生産技術—製造工程の設備設計や検査基準などの生産準備を担当する一とは区別された「現場技術」を指すが、それがどのような原理にもとづいて展開されているかは未だ理論的に解明されていない。そこでまず、「製造技術」という一つの領域が存在することを確認する。次に、この領域に属する諸手法を検討する。

まず、原理・原則は解明されていないが、

「製造技術」の独自の領域が存在することは確認することができる。この領域の存在を示す事例として、トヨタ生産方式の開発者の大野耐一氏と鈴木喜久男氏の説明を紹介する。

大野耐一氏は「生産技術と製造技術との違い」という論評でハサミの例で説明している。ものを切るのに、ものの性質によってどのハサミを選択・開発するかを考えるのが「生産技術」であり、そのハサミを使ってどのようにしてものを上手く切るかを考えるのが「製造技術」である¹¹。

また、鈴木喜久男氏は織田信長の戦略で「製造技術」を説明しており、全文を引用する。「織田信長が相当なアイデアマンであったことは、長篠の合戦で鉄砲の使い方工夫を凝らした戦法を用いたこつをみても、容易に推し量ることができる。

当時、鉄砲は織田軍だけが持っていたのではなく、数の多少はあっても全国のほとんどの武将が鉄砲を持っていた。

しかし、それまでの刀や槍・弓矢とは異なる鉄砲という武器を「どう使うか」を真剣に工夫したのは、おそらく「信長が初めてである」ことを、その使い方容易に察することができる。弾を込めている間は撃てないので、隊列を三列に分けて一組が撃っている間に、一組が弾を込め、もう一組が射撃待機というやり方で、武田騎馬軍団をせん滅した。

また信長は鉄砲の使い方のみならず、敵との間に何段もの柵を作り「時間を稼ぐ」という戦法などは、道具を「如何に上手く使いこなすか」という苦心と発想の転換をした好例だろう。

400年以上も前のこのような工夫に感心してばかりもいられない。

企業が持っている生産設備は、企業によって「特別なものを持っている」ということはごく稀である。例えば、各企業で使われている鑄造・鍛造設備や、旋盤・フライス盤・平面研削盤などの工作機械を初め、プレス・塗装設備など、いずれも設備を作る専門メーカーによって作られたものである。

このようにどこも同じ仕様の設備をメーカーから買ったままの状態で使っているとすれば、各企業の優劣の差は現れない。問題はこの設備に「どのような工夫を加えて」「如何に上手く使いこなすか」ということではないだろうか¹²。

信長の「製造技術」は戦争技術の事例であってあまり相応しくないが、この技術の独自の領域のイメージを端的に表現している。少なくとも、二つの性格を指摘することができる。

第1に、「製造技術」は機械設備や器機装置の「使用技術」である。機械や機器のハードはその使用とは別に客観的に存在するが、それらからどれだけの機能を引き出すかは使い方によって異なってくる。したがって「製造技術」は機械や機器を使用する現場でだけ発揮されるのであり、この意味で「現場技術」といえる。

フォード・システム以来、アメリカ型大量生産は、作業者と生産設備の標準的な使い方を前提としており、少なくとも標準的な使い方以上のものを期待していなかった。これに対し、作業者と生産設備の使い方現場で独自の工夫を加えたのは日本の自動

車メーカーとくにトヨタ生産方式である。大野耐一氏はこの点について次のように述べている¹³。

第二次大戦後日本メーカーの10倍と推測されるアメリカ自動車メーカーに追いつくための戦略について、「欧米と同じ機械を使っているのに、生産性に大きな格差が生じる。つまり、生産性の差は機械の生産性ではないと思った。そこで、生産の平準化や標準作業化、レイアウトの変更など、生産システムの変更に力を入れた。」上の鈴木氏の「信長の製造技術」の後半にも同様の指摘がみられる。

第2に、「製造技術」がその優れた効果を発揮するのは社会化された労働または組織化された作業においてである。個人が単独で機械設備を使用する場合にも「使用技術」は言えるが、とくにその顕著な成果は組織化された作業で現れる。したがって「製造技術」は作業の組織化または労働の社会化を前提にし、単なる自然科学の領域を超えて人間意識と慣習を含む社会科学の領域にわたっている。

この点について、大野氏はさきの「生産技術と製造技術との違い」という論評で、「製造技術」はかつてアメリカの工場現場でみられたプラント・エンジニアリングに相当すると述べている¹⁴。そして、工場経営を統括するプラント・エンジニアの必要を説いている。

これらの事例より、「製造技術」という独自の領域が存在することが認められるであろう。かつ、この領域は技術領域であるが、自然科学を超えて人間の社会関係とその歴史を含んでいるということができる。

しかし、「製造技術」の独自の領域の存在が認められたとしても、この領域がどのような基本原理にもとづき、どのような諸原理からなっているかは、未だほとんど解明されていない。トヨタ生産方式の主要な部分はこれまで現場での経験と熟練によってだけ体得されており、知識として学習できる部分はきわめて少ない。

まず、「製造技術」の領域は、企業社会（または資本制生産様式）の成立とくに産業革命以後、製造工程への機械体系の導入によって傾向的に減少してきたとみられる。大量生産方式と労働の単純化によってこの領域は消滅に向かっていたかのようにみえる。

この傾向の中で、日本メーカーは機械設備・器機装置の使い方の工夫に注目することによって改めてこの領域を拡大する方向に転換させたということが出来る。このかぎり、「製造技術」は未知の領域であり、その諸原理を理論的に解明しなければならない領域である¹⁵。

製造工程が新製品開発の第三の起点とみられるのはこの「製造技術」によってである。

日本の自動車メーカーが新製品の開発期間の短さとモデルチェンジ回数の多さで欧米企業と比較して優位を保っていること、この優位に直接に貢献しているのは同時設計やデザイン・インという手法であることは上に指摘した。これらは「製造技術」の具体的な手法に属するが、しかしそれらがどのような原理にもとづく手法であるかは未だ十分に解明されていない。今後の研究課題として残されている。

VI. 「製造技術」概念にどれだけの含蓄を読み込むか？—多品種・少量生産の時代のもの造りのあり方

公式組織理論では企業の各部門は機能的に分割され、部門間は横割り分業で結びついていた。公式組織理論の下部構造の工場では見込み生産（または計画生産）の多品種・大量生産方式が行われ、横割り分業のもとで各工程は規模の利益を追求していた。

これに対し、上に紹介した「製造技術」が独自の競争力を示す組織では研究開発部・製造部・営業部などの部門間は縦割り協業で連携している。照応する工場では「後補充方式」で多品種・少量生産が行われ、素材投入から製品産出までの全工程を通したリードタイムの短縮が追求されることになる。

日本の自動車メーカーの開発期間の短縮とモデルチェンジ回数の多さに直接に貢献しているのは部門間の縦割り協業による同時設計（CE）やデザイン・インという手法であることをすでに指摘した。しかし、横割り分業の公式組織と縦割り協業の〔後補充方式〕とをこのように対立概念と置くならば、同時設計は単に横割り分業の不徹底さと各部門の責任・権限のあいまいさを表現しているにすぎない。また、デザイン・インの「承認図」方式は組立メーカーが発注内容を厳密に規定していないだけかもしれない。

これらの手法が積極的な意義をもつためには、縦割り協業の根底にある「後補充方式」がどのような積極的な意義をもつかを明らかにしなければならない。そこで、第

三の起点の特徴をより明確にするために限定して、「後補充方式」について原理的な検討を行う。

多くの論点を検討しなければならないが¹⁶、ここではそれらの論点だけを箇条書きにする。

まず「後補充方式」の仕組みとその行われる条件をみる。

①後補充方式は1ラインが複数品種を加工する場合に適用され、複数品種・少量生産を前提とする。したがって、後補充方式は見込み生産の標準品種・大量生産方式と対立する概念である。

②後補充方式は造りすぎを防ぐ手法である。ライン後のストアに各品種の最低在庫をもってこの最低在庫から引き取られた分だけを製造することが認められ、最低在庫以上の在庫はもたない。したがって、後補充方式をとる製造工程では規模の利益を追求することは許されない。

③後補充方式は受注生産を究極目標にしているが、受注生産ではなく、見込み生産の性格をもつ。受注生産では注文後の製造期間が納入リードタイムになるが、後補充方式では製品在庫で対応するため注文に対する納入リードタイムはゼロである。

また、見込み生産の大量生産方式では仕掛および製品在庫の期間が不定期のため着工・産出リードタイムを特定することができないが、後補充方式では着工・産出リードタイムの製造リードタイムに等しくなる。

④特定の品種を前提にすれば、その品種の需要とその変動はストア在庫からの引き取りによって知ることができる。しかし、潜在需要がどのような品種を期待している

かを直接知ることができない。

以上は「後補充方式」について直接に指摘できる性格である。さらに、これらの性格から導き出されるもの造りの経営環境を検討する。

①後補充方式は複数品種・少量生産に適用されるが、これに対立するのは典型的には1ラインが1品種を製造する多品種・大量生産方式をとる「専用工場」である。「専用工場」に対立する概念としては、後補充方式は「ユニット工場」を念頭に置いている。「ユニット工場」の概念についてはすぐ後に述べる。

②大量生産方式では見込み生産と売れ残りを仕掛および製品在庫で保管することを見込んで製造工程は規模の利益を追求するが、これに対し後補充方式ではストア在庫の引き取られた分だけ加工するのであるから、この方式が追求するのは規模の利益以外の利益原理である。その主要な利益原理はリードタイム短縮の利益である。

③見込み生産の大量生産方式と対比すると、後補充方式では仕掛および製品在庫は最小化するのであるから着工・産出のリードタイムを最短化することが原理になる。また、受注生産では加工期間に等しい納入リードタイムが必要になるが、これと対比すると後補充方式は納入リードタイムがゼロになる。後補充方式と受注生産のどちらをとるかは当該工場の置かれた経営環境によって違ってくる。

④見込み生産の大量生産方式では需要変動は計画変更を媒介にして製造工程に影響し、その間のタイムラグを伴う。これに対し、後補充方式は特定品種について需要変

動に即応する方式である。特定品種以外の品種については間接的な対応になる。

後補充方式の性格の以上の要約から導き出される工場の経営環境として、後補充方式は「専用工場」を前提としないということを確認することができる。「専用工場」について、例えば、トヨタのカローラの専用工場である高岡工場は、日本全国の乗用車市場を前提にしてその総需要に対する供給を課題にしている。

したがって、一車種の中での仕様の変種を別とすると、一品種・大量生産になる。この場合には後補充方式をとる根拠は限定されたものになり、仕様の変種レベルでの多品種に対してだけ後補充方式をとる根拠がある。現実にトヨタでは最終製品の乗用車はディーラーの販売計画にもとづく計画生産であって、後補充方式をとっていない。後補充方式は最終組立工程のライン・サイドのストアから前の部品供給システムで採られている。

これに対し、後補充方式が想定する工場の経営環境は「ユニット工場」である。「ユニット工場」とは特定製品・例えば乗用車の国内市場を構成している全車種・車型の組み合わせセットについて、それを等分したセットを地域の規模で製造する工場を意味する。

見込み生産の大量生産方式は規模の利益を追求し、対応する市場は、一定の限度内であるが、大きければ大きいほど利益は大きい。これに対し、後補充方式は規模の利益を条件にしないのであるから、対応する市場も大きさを問題にしない。ただし、現実には後補充方式でも規模の利益はいたる

ところで見いだされ、追求されている。

後補充方式が規模の利益を追求しないかぎり、対応する市場規模は地域市場で充分であり、リードタイム短縮を初めとする諸他の利益を追求しやすい規模でよい。「製造技術」が想定しているのはこのような経営環境である。

さて、「専用工場」と対立する工場概念である「ユニット工場」についてみる¹⁷。ここでは抽象的な定義ではなく、トヨタ生産調査室が1970年代後半に考えていた具体的な工場構想を紹介する。

自動車の生産段階は鋳造・鍛造—機械加工—部品組付け—プレス—ボディ加工—塗装—総組立てからなっており、各段階は横割り分業のもとで独立の業種を形成している。「整流」生産方式はこの横割り分業を見直して各生産段階を通した縦割り協業の流れを構想しているが、鋳造・鍛造による素形材の製造から完成車の組立までを同一工場で行うシステムが「ユニット工場」である。

「ユニット工場」は自動車産業の垂直統合と見られるが、フォード・システムのように大規模なものでなく、地域の需要に対応する多品種・少量を組立てる工場である。生産調査室によると、その総組み立てラインは2直で1日に1,000台の完成車を組立て（月産2万台）、従業員数は約2,000人という計算であった。この構想のための準備として、1日に1,000台分のボディや部品を鋳造する設備やプレスを部分的に実験し、「ユニット工場」が現実に実現可能なことを実証していた。

「ユニット工場」では車体の鋳造工程と

プレス工程から完成車の組立て工程までのメイン・ラインを内製化している。メイン・ラインにつながるサブラインは部品・組部品を使用（＝組立）する場所と時点で生産するという原則でライン編成している。「ながら設備」で生産できれば最もよいが、すべての部品を内製することはできない。外注利用の比率はかなり高くなる。また、作業員規模は現場の直接部門だけでは約2,000人とされている。1980年代にトヨタは乗用車だけでも年産約300万台を製造していたが、このような量産体制には「ユニット工場」を倍数化することで対応することになる。「ユニット工場」は年産24万台の計算になり、10工場で日本全国の240万台に対応することができる。

「ユニット工場」は多品種・少量生産を行い、ライン編成は混合生産になるが、特定品種に特化した「専用工場」が総生産量の短期的な変動と雇用調整という難題をもつのに対し、多品種を生産する「ユニット工場」では総生産量は相対的に平準化すると推定される。また、大規模市場ではなく、地域市場を前提とする「ユニット工場」では寒冷地仕様や高温地仕様など独自の地域対応に具体的に取り組むことができる。

どの規模のエリア、どれだけ多品種で全体最適を求めるかは製品市場での需要の平準化と要員供給の増減を視野に入れて戦略的に展開すべき問題になる。大規模を前提としない「製造技術」と地域対応によって、従業員満足と顧客満足の双方を最終目的とする経営ビジョンが工場編成そのもので表現されることになる。現地生産を進める今日の自動車組み立て企業の方向を先取りし

た構想といえるであろう¹⁸。

VII. むすび

以上の検討より、MOT（技術経営）の重点課題は「製造技術」を導く原理・原則の解明にあり、MOTコースの目的は「製造技術」の視点の修得にあると本稿は理解する。大野耐一氏の表現を借りるとプラント・エンジニアの養成に相当すると理解してもよい。

以上の検討から得られる結論を列挙する。

(I) MOT（技術経営）はこれまで未開拓の領域であり、この領域の一部は「製造技術」という表現でこれまで現実の経営実践の中で追求されてきた。この領域は製造工程の発展の歴史を踏まえながらも、最終消費者の需要変動に即応することを課題としている。

20世紀初めの大量生産方式の成立以後の製造工程の発展の歴史は合理化の歴史であり、コストダウンの歴史であった。コストダウンが重視されたのは所与の労働量でより多くの製品を社会的需要に対し提供する必要があったからである。この基本構造は1970年代の物財製品市場の飽和化によって一つの段階を画する。

1970年代以後の物財製品の飽和化以後には、コストダウンに努める根拠は需要に即応した供給に求められる。大量生産方式のもとで追求され、高度化してきた生産技術を継承して需要に即応した供給を課題にしたのが「製造技術」である。

なお、本稿では「製造技術」を考察する

さいモデルとしてトヨタ生産方式を念頭に置いたが、「製造技術」はトヨタ生産方式だけでなく、その他の自動車産業の企業、さらに多くの組立型企業で展開されている。

(II) 「製造技術」が新製品開発の第3の起点として認められるとすれば、新製品開発は三つの起点または類型をもつことになる。①研究開発の起点、②マーケティングの起点、③「製造技術」の起点であり、シエーマで表現すると①科学技術→基礎技術→応用技術→製品化、②潜在需要→応用技術→製品化、③「製造技術」(＝「使用技術」)→応用技術→製品化である。

新製品開発においてこれらのタイプのいずれが主導権をとるかは各産業の性格、加工型・装置型・組立型および各国独自の社会関係によって異なってくる。したがって研究開発の起点やマーケティングの起点でもMOTの発想と視点は要求されている。

とはいえ、「製造技術」の起点は製品市場の飽和化を前提とした、いまなおその原理・原則の解明されていない領域である。それゆえMOTの特徴はこの領域で端的に現れているといえることができる。

(III) MOTは自然科学と社会科学という伝統的な科学領域の区別を統合する、またはそれを超える独自の面をもつことになる。

「製造技術」をさらに考察する手掛かりを得るため、若干方法論的な検討に立ち入る。経済理論が「製造技術」(＝「使用技術」)をどのように扱ってきたかをみると、経済理論は「製造技術」をほとんど無視し、そこに立ち入ることを禁欲してきたといえる。

この点を意識して分析したK. マルクスの経済理論をみると、経済理論は市場論であ

り、市場論では商品に焦点をしばって分析が行われている。ここに経済理論の社会的な広がりと同時にその限界がある。本稿にとって関心のあるのはその限界である。

商品は使用価値と価値（価格）からなるが、ここに使用価値とは「可能的な」使用価値＝有用な物財を指す。言い換えると、使用価値は商品としては「可能的な」使用価値つまり使用される前の使用価値であり、それは売買された後消費過程に入って「現実的な」使用価値になり、消費されて消滅する。物財の「可能性」次元と「現実性」次元とをこのように区別するとすれば、物財の生産と消費には「可能態」世界と「現実態」世界とが認められる。市場論に焦点をしばる経済理論は「可能性」次元に分析の課題を限定している。つまり、「現実性」次元に立ち入ることを禁欲している¹⁹。

「可能的な」使用価値＝有用な物財にはさまざまな使い方があがるが、物財をどこまで使いこなすかは「現実性」次元の事象である。経済理論は物財の標準的な使用を想定して商品市場の「可能性」次元の事象に分析の課題を限定している。この限定のもとで、私的所有＝私的使用とみなされ、売買すなわち物財の私的所有の変更が分析されている。

経済理論が「可能性」次元の事象に禁欲するのに対し、経営学は「現実性」次元の事象の分析を課題にする。それゆえ、その分析は明確な条件のもとに行われねばならない²⁰。

(IV)「製造技術」は規模の利益を追求しないのであるから、国民経済とその拡大を予想する巨大市場を前提する必要はない。こ

の点はさきに「後補充方式」に照応する工場概念を問題にして「ユニット工場」に触れたとき指摘した。MOTとして具体的に「製造技術」を理解するならば、MOTも巨大市場と規模の利益を前提する必要がない。

逆に、MOTでは需要変動により密着するため地域市場とその特殊性に接近する必要があり、これはまさしく「ユニット工場」の問題意識に照応する世界といえる。「後補充方式」を基本原理とする「製造技術」によって、生産方式は規模の利益を追求する巨大市場の想定から解放されたといえる。とすれば、生産方式は多品種製品を視野に入れた混合生産で縦割り協業を編成し、地域の従業員満足と顧客満足を追求することができる。

MOT概念の中にどれだけの含蓄を読み込むかは今後議論されねばならない論点となる²¹。

¹ 日本経営工学会『経営システム』（14巻1号、2004,4）42ページ

² これらの情報は澤田善次郎氏（椋山女学園大学教授）松本毅氏（（株）アイ・さぼーと取締役）のご教示による。

³ ここにいう起点について、新製品の開発期間の出発点をどこにとるかはこれまで充分議論されているとはいえない。藤本隆宏、クラーク.K.B『製品開発力』（田村明比古訳、ダイヤモンド社、1993年）では出発点を「その商品のコンセプト造りの最初の会議」でとっており、本稿でも新製品の開発計画が全社的な企画になった時点を重視して「起点」という用語を使っている。

⁴ MIT産業生産性調査委員会編『メイド・イ

ン・アメリカーアメリカ再生のための米日
欧産業比較―』(ML.ダートウズ他, 依田
直也訳, 草思社, 1990年)

- ⁵ 公式組織理論の代表的な文献, ブラウン.A
『経営組織』(安部隆一訳, 日本生産性本部,
1963年)
- ⁶ CCS経営者講座など, および昭和30年代
の日本企業の経営組織批判を参照された
い.
- ⁷ マーケティングの権威書・コトラーの『マ
ーケティング・マネジメント』ではマーケ
ティングの調査研究の一部に新製品開発を
位置づけている. なお, 技術・シーズが先
か, 需要・ニーズが先かは17世紀イギリ
スの資本制生産様式の成立以来議論されて
きたところである. マーケティング重視は
19世紀後半から20世紀前半にかけての技
術発展と製造設備の巨大化に対するアンチ
テーゼとしてことさら強調されたといえ
る.
- ⁸ 90年代以降マーケティングを起点とする
新製品開発で新たな経営戦略が策定され,
展開された. 本稿では製造業に課題を限定
しており, 詳説しないが, 小売業を含め
ると多くの新たなビジネスモデルが出現し,
注目されている.
- ⁹ 前掲藤本・クラーク『製品開発力』の調査
を参照されたい.
- ¹⁰ 製造業の業種区分では, 加工型・装置
型・組立型という区分は現象形態でのタ
イプの分類であり, 理論的な概念規定で
はない. この区分を利用すると, 鉄鋼
業・化学工業などの装置型や繊維産業な
どの加工型では研究開発主導の傾向が強
いが, 20世紀後半に大きなウェイトを占
めるようになった組立型ではマーケティ
ング主導と「製造技術」主導の傾向があ
るといえる.
- ¹¹ 大野耐一『大野耐一の現場経営』(日本能
率協会, 1982年) 169ページ
- ¹² 鈴木喜久男『NPS百話―その1―』(NPS
研究会, 1995年) 207~208ページ
- ¹³ 下川浩一・藤本隆宏『トヨタ生産方式の
原点』(文真堂, 2001年) 10ページ
- ¹⁴ また, 社内テキスト『トヨタ式生産シス
テム―基本編―』(改訂版, 1975年) 序
文の序文, 「とかく現場は質・量・コスト
を個々に考えやすい. 質・量・コストの
三つを調和する技術を, 私は昔「現場技
術」といった. ある人はこれを「製造技
術」という。」
- ¹⁵ 佐武弘章編著『「整流」によるもの造り―
トヨタ生産方式を導く8つの原理―』(東
洋経済新報社, 2005年)が「製造技術」
の原理の解明を試みている.
- ¹⁶ トヨタ生産方式を総括した特徴―または
トヨタ生産方式からトヨタという固有名
詞を除いた名称―は未だ確定されていな
い. この生産方式を導く基本原理とそれ
にもとづく体系的な展開では, 後補充方
式は縦割り協業の中軸の役割をするとみ
られる.
- ¹⁷ 佐武弘章『トヨタ生産方式の生成・発
展・変容』(東洋経済新報社, 1998年)
第8章に「ユニット工場」にかんするトヨ
タ生産調査室での聞き取り調査が収録さ
れている.
- ¹⁸ トヨタ生産調査室が「ユニット工場」を
構想した動機はオイルショック以後の不
況対策にある. それまで工場または企業

内でだけ縦割り協業を推進してきたのに対し、より厳しい経営環境を予測して企業を超えた業種にわたる縦割り協業を構想せざるを得なかった点にある。ただし、「ユニット工場」は一つの構想（または理念）であって、それが完全に実現したわけではない。その後トヨタの製造戦略は専用工場と「ユニット工場」との間を揺れ動くことになる。

- ¹⁹ マルクス『経済学批判要綱』「序説」の叙述、「列車の走らない、したがって消費されない鉄道は、ただ「可能的」に鉄道であるにすぎず、「現実的」に鉄道であるわけではない。生産がなければ、消費もない。しかしまた消費がなければ生産もない。」（『マルクス「資本論」草稿集』大月書店 I, 37ページ）このように生産と消費、「可能性」と「現実性」との関係を吟味した上で、経済理論は課題を方法論的に「可能性」次元の分析に限定している。
- ²⁰ 物財をどのように使うかつまり「現実性」次元の事象は個人的または生産的消費の場で行われるが、個人的消費は経済理論の外の世界、プライベートな世界の事象であり、社会科学の立ち入る世界ではない。生産的消費も通常はプライベートな世界に属すが、その結果が社会生活に影響を及ぼすかぎり無視できない。
- ²¹ 本稿の初めにMITでのLFM（いわゆる工場長の養成プログラム）の重視を紹介した。各大学のカリキュラムにはそれぞれ独自の経緯があり、一概に評価することはできないが、本稿の考察からみて重視すべき論点をはらんでいると推測される。

