

論 説

技術経営と生産システム

今 田 治

目 次

はじめに

技術経営の特色

1. 技術力を基礎とした戦略的なマネジメントの重視
2. イノベーションの強調
3. 広範な対象領域
 - . 生産システム概念と技術経営における生産システムの位置づけ
 - 1. 生産活動とその水平的・垂直的拡大
 - 2. 生産システムとその構成要素
 - (1) 生産活動の連鎖
 - (2) 全般的な生産システム設計と生産管理
 - . 生産システムと技術
 - 1. 目的達成のための「手段」としての技術
 - 2. 製品技術と製造技術
 - . 同時開発による製品技術、製造技術の革新
 - 1. 松下電器産業株門真工場の特徴
 - 2. 「工場発信型」同時開発への積極的取組み

結び

は じ め に

技術経営¹⁾については、競争と市場のグローバル化、情報化、急速な技術革新の進展の中で、国家、企業が国際競争力を獲得するうえで中心的な位置を占めるという認識から、最近とくにその重要性が強調され、産官学一体となったプロジェクトの推進、大学においても専門職大学院の開設など技術経営強化のための活動が活発に展開されている。それに伴って技術経営に関する研究業績も急増している²⁾。

1) 技術経営については、Management of Technology (MOT) 以外にも、Technology Management、Engineering Management、Technology Innovation Management など様々な呼称がある。

2) 必ずしも研究書とはいえないものもあるが、技術経営がタイトルにつく単行本だけでも、以下のように 2000 年以降、急増している。

1. 山之内昭夫『新・技術経営論』日本経済新聞社、1992 年

(次頁に続く)

本稿では、この技術経営について、次の2つの問題意識から生産システムとの関連で考察している。

1 つは、文系と理系の学際的研究という点である。今日、議論されている技術経営は、主に理工関係技術分野の研究者、企業経営者、開発技術者から提唱されており³⁾、必ずしもこれまでの経営学における技術、研究開発、技術革新などの研究成果を踏まえたものではなく、相対的に独自の視点から研究がなされている。それゆえに、従来の経営学では見られなかった新しい視点、研究分野とともに、経営学でなされてきた研究分野・蓄積との重複もみられる。それらを整理し、「文」「理」の相互の発展、技術経営の発展を図ることが重要である⁴⁾。

2. 大島弘安『実践技術マネジメント』日科技連出版社、1998年
 3. 研究・技術計画学会、技術経営(MOT)分科会編『技術経営(MOT)の体系化を目指して』1998年
 4. 丹羽清・山田肇編『技術経営戦略』生産性出版、1999年
 5. 藤末健三『技術経営入門』生産性出版、1999年
 6. 山本尚利『ナレッジマネジメントによる技術経営』同友館、2001年
 7. 古田健二『テクノロジー・マネジメントの考え方・すすめ方』中央経済社、2001年
 8. 寺本義也、松田修一監修、早稲田大学ビジネススクール『技術系のMBA MOT入門』日本能率協会マネジメントセンター、2002年
 9. 山田太郎『製造業のPLMと技術経営(MOT)』日本プラントメンテナンス協会、2003年
 10. 松田修一監修、山本尚利著、早稲田大学ビジネススクール『MOT アドバンスト 技術戦略』日本能率協会マネジメントセンター、2003年
 11. 松田修一監修、早稲田大学ビジネススクール『日本再生モノづくり企業のイノベーション MOT(技術経営)時代へのシナリオ』生産性出版、2003年
 12. JMAC RD&E 技術・開発革新事業部『技術系のMBA MOT経営入門』PHP研究所、2004年
 13. 日置弘一郎、川北眞史『日本型MOT 技術者教育からビジネスモデルへ』中央経済社、2004年
 14. 松島克守『MOTの経営学』日経BP社、2004年
 15. 藤末健三『技術経営入門』日経BP社、2004年
 16. 出川通『技術経営の考え方 MOTと開発ベンチャーの現場から』光文社新書、2004年
 17. 桑原裕『MOTテキスト 技術経営とは何か』丸善、2004年
 18. 松田修一、山本尚利著、早稲田大学ビジネススクール『MOT アドバンスト 新事業戦略』日本能率協会マネジメントセンター、2004年
 19. 松田修一研究室、早稲田大学ビジネススクール『MOT アドバンスト 技術ベンチャー』日本能率協会マネジメントセンター、2004年
 20. 寺本義也、山本尚利『技術経営の挑戦』ちくま新書、2004年
 21. 岡本史紀『MOTイノベーション 進化する経営』森北出版、2004年
- 3) この点については、前掲、寺本義也、松田修一監修『技術系のMBA MOT入門』、9頁、参照。
- 4) この問題意識から、それまでに様々な視点で技術研究を行ってきた立命館大学経営学部の教員を中心に、安藤教授を研究代表者として、「技術経営研究会」を発足させた(1998年より)。研究会では、経営学部での技術経営教育について、様々な提言を行うとともに、多くの調査、研究活動を蓄積してきた(その成果の一部は下記報告書にまとめられている)。本稿はその成果に多くの教示を受けている。
1. 立命館大学 BKC 社系研究機構・社会システム研究所・技術経営研究プロジェクト『技術経営システムへの文理融合からの接近』2001年
 2. 立命館大学 BKC 社系研究機構・社会システム研究所・テクノロジー・マネジメント研究プロジェクト『21
(次頁に続く)

2 つは、技術経営の対象領域とも関わる点であるが、企業の生産活動とは何で、それは技術経営においていかに位置づけられるかという点である。新製品や新サービスを生み出す基盤となる新しい基礎技術や応用技術の開発は、技術経営にとって重要である。それゆえに、技術経営を論ずる際、研究開発過程に焦点をあてることが少なくない。しかし、多くの企業（起業）において、新技術を開発し試作品を製作しただけでは、市場と結びつかず、事業として成り立たない。製品コンセプトを市場化するには、Q（Quality：品質）C（Cost：原価）D（Delivery：納期）を保証する製品の生産過程（開発から量産）が不可欠である。製造技術は、その製品の競争力の重要な要素となる。このため、製造技術などの技術領域も、技術経営を考えるうえで不可欠の分野であるといえる。生産、生産システム、開発と製造、技術、製品・製造技術などを明確に規定したうえで技術経営の中に位置づけることが重要な作業と考えている。

以上の問題意識に立って、以下では次の点について考察していきたい。

第1は、技術経営の特色を、戦略的マネジメント、イノベーション、技術経営の領域の3点から把握する。

第2に 技術経営の中で 生産システムがどのように位置づけられるかを明確にするために、企業の生産活動と生産システムの構造、さらに生産システムにおける技術（製品技術と製造技術）について明らかにする。

第3は、生産システムにおける製品技術と製造技術の革新について、松下電器産業㈱の門真工場におけるDVDレコーダーの生産を事例にして、具体的に考察する。

技術経営の特色

1. 技術力を基礎とした戦略的なマネジメントの重視

技術経営（管理）は、企業の競争力のカギとしての技術革新をどのような経路でいかにして実現し、またその技術選択をどのような基準で行うか等の課題に応えようとするものであり、包括的に次のように定義されている。

「企業レベルの技術管理とは、経営管理の視点から企業内での諸技術の開発・獲得・適用・移転・保護などについて、技術固有の動態や組織や戦略との相互作用を考慮しながら、統合的・体系的・組織的に技術を操作・制御・推進しようとする活動をいう。技術管理の研究はアメリカ

世紀の企業活動とテクノロジー・マネジメントの研究』2004年

私事で恐縮であるが、私は、2005年度に開設される立命館大学の専門職大学院・テクノロジー・マネジメント研究科に移籍することになった（経営学部と兼任）。開設の準備過程で、理系、文系出身の混在した教員チーム、企業、官庁の方々の議論の中で、技術経営、技術、社会科学的アプローチと工学的アプローチの融合（いわゆる「文理融合」）等について、多くの有益な示唆を受けるとともに、これまでの研究成果との関連で、技術経営をいかに把握するかを一定まとめる必要を痛感した。本稿は、私の専門分野である生産システム論の視点からのささやかな試みである。

力を中心に発展してきた。とりわけ重視されているのは技術革新の管理であり、製品技術と製造技術との間や、それらの技術的要因と管理的・経済的・社会的要因との間に見出される諸連関の明確化を基礎に、技術革新の操作可能性を深求している。」⁵⁾

この定義からもうかがえるように、技術経営の最も大きな特色は、技術力を基礎とした戦略的なマネジメントの重視である。とくに、最近では、わが国の技術水準は高いものの、技術を軸にした事業の構想・構築力を含む技術マネジメント水準が急速に悪化しているとの認識から、技術を経営資源として明確に位置づけ、技術の成果を企業の成長や収益力に結びつけるために、企業における技術課題を経営戦略と関連付けて体系的にマネジメントすることが強調されている。換言すれば、技術経営は、技術と市場を結びつけ、事業化するマネジメントである。

たとえば、経済産業省は、キャッチアップ型(先行モデルへ追いつくことが主眼。先進企業の製品コンセプトに追随して、製造段階で効率良く低価格・高品質の製品をつくる)の社会システムからフロントランナー型(先頭集団型。独自の構想力で技術・製品開発をリードする)への転換、技術力を活かしかける戦略的なマネジメントの構築、その担い手の育成という点から、次の点を強調している。

「我が国の科学インフラ分野の水準は30か国中2位(研究開発支出,特許取得:1位)。しかし、マネジメント分野の水準に関しては20位(起業家精神の普及度:30位,マーケティング:23位)と極めて低い。(IMD(International Institute for Management Development=国際経営開発研究所)による評価。2003年),研究開発テーマが事業化に至らず、「死の谷」と呼ばれる実用化段階で埋没,眠っていると回答する国内製造業は約8割に達する。(研究産業協会「技術開発力に関する企業アンケート」(H13.6)),我が国のイノベーションを加速し,産業競争力の強化を図るため,研究開発への投資だけでなく,技術成果を事業に結びつけ,経済的付加価値に転換するマネジメントが重要である。」⁶⁾

技術の特性に対する深い洞察力に加えて、研究開発の初期段階における市場性的確な評価、研究開発投資の決定、コア技術と関連技術の同時並行的開発など戦略的かつ機動的な経営判断とリーダーシップが求められる。そこに技術経営の必要性があるとされている。

2. イノベーションの強調

上にのべた経営戦略との結びつきとも深くかかわる点であるが、第2の特色は、イノベーションの強調である。イノベーションとは新しいものを生産する、あるいは既存のものを新しい方法で生産することを意味し、従来とは異なるかたちに諸要素を結合することである(「新結合」)。

5) 吉田和夫,大橋昭一編著『基本経営学用語辞典』同文館,1994年,51頁

6) 経済産業省・大学連携推進課『技術経営のすすめ 産学連携による新たな人材育成に向けて』2003年,2,3頁

シュンペーターは、新結合には次の5つの種類があると論じている。新商品の開発、新生産方法の開発、新市場の開拓、原料ないし半製品の新しい供給源の獲得、新しい組織の実現。イノベーションとは広く革新を意味しており、狭義の技術革新にとどまるものではない。新しい製品やサービスの創出、新しい生産技術、保守、物流システム、それらを実現するための新しい事業構造などを含める。イノベーションは画期的で非連続な革新と細かな改善を積み重ねていく連続的・漸進的革新の両方が組み合わさって社会経済システムの中に浸透していく。イノベーションは、製品や製法が市場で受け入れられてはじめて実現する。そのためには、基礎的な研究、応用技術開発、製品開発、生産技術開発、生産現場や流通過程の革新や合理化などさまざまな活動が必要である。さらに、イノベーションのプロセスは、新製品の普及を進めるための効率性（徹底したムダの排除）の追求と同時に、新しいコンセプトの製品、事業構造を創出するための創造性（ムダ、例外、あいまいさの許容、現状否定）の追求が必要という矛盾したプロセスである⁷⁾。

このイノベーションと技術経営との関連を重視して、山之内昭夫氏は、「技術経営とは技術がかかわる企業経営の創造的かつ戦略的なイノベーションのマネジメントである」と定義し、その視点を次のように整理している。

「企業（グループ）全体の経営革新のための技術経営という立場に立ち、企業理念・目的・戦略と一体のものとして、これらを具現化するための技術経営を考える視点である。

技術経営をイノベーションにおけるダイナミックプロセスとして捉え、移行過程のマネジメントを論ずる立場に立つ。その第1は、世界のトレンドリーダーとして新しい技術経営環境と市場環境を創出するプロセスのマネジメントであり、第2は、常に変動する経営環境に対して柔軟に環境適合するプロセスのマネジメントである。

技術が関与するイノベーションは企業が保有する技術知識体系を新たな知識体系に変容させる行為であり、それは知的体系の組み替えといえる。」⁸⁾

とくに では、「徹底した経営効率の追求と同時併行的に企業家的な創造を追求し、経営革新を図ること」⁹⁾の困難性、また、「既存の知の体系を創造的に破壊し、新しい知の体系を確立するための社内の葛藤」¹⁰⁾を指摘し、その克服が不可欠であることを強調している。

そして、この技術経営の立場から、具体的な内容として、テクノ・イノベーションの8つの領域（商品、事業、技術、市場、技術人材、組織、グローバル化、情報システム）を挙げ、各領域が相

7) 以上については、一橋大学イノベーション研究センター編『イノベーション・マネジメント入門』日本経済出版社、2001年、第1章を参照。

8) 前掲、山之内昭夫『新・技術経営論』27～29頁

9) 同上、29頁

10) 同上、30頁

互に関連し合い、結合されることによって水準の高い経営革新へと結合されるとの考えを示している¹¹⁾。

今日の技術経営では、次の経済産業省の定義のように、研究開発から事業化のプロセスのキャッチアップ型からフロントランナー型への転換のために、たえざるイノベーション創出、加速化が強調されている。

「MOT とは、技術を事業の核とする企業・組織が次世代の事業を継続的に創出し、持続的発展を行うための創造的、かつ戦略的なイノベーションのマネジメント。

我が国の産業界の現状を踏まえると、的確な技術開発の目標設定及び開発戦略の構築、外部資源等の活用によるイノベーションの活性化、イノベーション・プロセス・マネジメント、知的財産権マネジメント等への対応などが MOT における重点対象と考えられる。」¹²⁾

3. 広範な対象領域

技術経営の対象は、企業における技術創造と実用化の過程を含む広い範囲にわたっている。米国の研究動向を踏まえて、丹羽清氏は技術経営を次のように定義している。「技術経営は、企業における従来からの経営要素である人・物・金に加えて、技術を新たな重要な要素としてとらえ、その研究開発や購買から、適用、売却、さらには撤収に至る全過程に対して計画と運用の管理を扱う。」¹³⁾

「『技術経営とは、技術の研究開発から運用の全過程に対しての戦略的・戦術的計画と運用管理である。その守備範囲は、主に工場のなかに注目するインダストリアル・エンジニアリング(IE)と一般的な公共政策との間に横たわる広い領域』であり、事業戦略との関連や、研究開発、技術転移、技術者組織、マ-ケティングなども含んでいる。」¹⁴⁾

そして技術経営の具体的課題の例として、米国で開催されている国際学会における 26 の領域名をあげ¹⁵⁾、ライフサイクル軸(基礎的研究、応用的研究、開発、設計、製作・調達、販売、メンテナンス、技術移転)とシステム軸(人間、プロジェクト、組織、資源、技術、戦略)という2つの軸の各々の要素の組み合わせが技術経営の実践領域に当たるとしている¹⁶⁾。

また、寺本氏は技術経営の領域を、製品技術と製造技術、バリューチェーンという点から次のように示している。

11) 同上, 33, 34 頁

12) 前掲, 経済産業省・大学連携推進課連携推進課『技術経営のすすめ 産学連携による新たな人材育成に向けて』1 頁

13) 前掲, 丹羽清・山田肇編『技術経営戦略』1 頁

14) 同上, 序章, 5 頁

15) 同上, 16 頁

16) 同上, 192~194 頁

「企業経営のうち、技術課題を扱う経営領域を MOT（テクノロジーマネジメント）領域と定義する。MOT は企業技術経営のうち製品技術とオペレーション技術を含む。

製品技術とは、企業の収益源である製品・サービスそのものに含まれる技術体系を指す。オペレーション管理技術には、製品を生産するための生産技術（生産管理、品質管理を含む）、ロジスティクス技術（調達・物流・アフターサービスを含む）、情報管理技術（IT 投資、ナレッジマネジメントを含む）が含まれる。

また、研究開発マネジメントは MOT の一部を構成する。企業の研究開発は、製品・サービスの研究開発とオペレーションに関連する研究開発を含む。……

MOT は厳密に定義すると、企業のバリューチェーン（経営、人事、情報、マーケティング、開発、調達、生産、物流、アフターサービスなど業務プロセス価値連鎖）における技術課題を体系的に経営することである。」¹⁷⁾

さらに、最近では、研究開発段階から市場投入に移るまでのプロセス以降、技術が市場化され、厳しい競争を勝ち抜き、市場を制覇し、事業として継続する段階までを技術経営の領域であると主張されている。ハーバード大学のブランコム教授らは、その点を比喩的に「ダーウィンの海」と述べられている。たとえ市場化に至っても、生存競争している多くの生命体が満ちあふれる「ダーウィンの海」（市場での競合製品の出現など激的な競争環境）では、その競争を耐えて生き抜いたものが、進化してニュービジネスにたどりつけるというものである。そのためには、技術リスクの軽減、市場の特定、人材と資金のマッチングが必要とされている¹⁸⁾。

以上から確認できたことは、次の点である。

技術経営は、技術を経営資源として明確に位置づけ、技術課題を経営戦略と結びつけて体系的にマネジメントすることであり、言い換えれば、技術と市場を結びつけ、事業化するためのマネジメントである。そして、創造、継続、発展のために、変動する環境に柔軟に対応しながら、絶えず新技術と市場を創出するイノベーションのマネジメントでもある。さらに、技術経営は技術創造と実用化にいたる全過程に対しての戦略的・戦術的計画を策定し、実行、管理を行うことである。したがって、技術経営は、技術自体の効率的なマネジメント（技術予測、技術評価、技術戦略・開発、技術移転など）を取り扱うだけでなく、技術を中核とした企業経営の革新のあり方を示すものである。

以上の技術経営の特色を踏まえたうえで、次に以下の点を考察していきたい。

技術経営において、生産システムはどのような戦略性をもつのか。「技術創造と実用化にいたる全過程」において生産システムはどの位置をしめるのか。生産システムにおいて技術はどの

17) 前掲、寺本義也、松田修一監修『技術系の MBA MOT 入門』、24～25 頁

18) Lewis Branscomb and Philip Agerwald, "Between Invention and Innovation" USA:NIST, 2002A)

ように把握され、技術経営の技術対象として、どのように位置づけられるのか。

以上の説明のためには、まず、企業における生産活動との関連で生産システムの明確な概念規定が必要である。

・生産システムの概念と技術経営における生産システムの位置づけ

1. 生産活動とその水平的・垂直的拡大

生産は、基本的には生産要素（労働対象、労働力、労働手段、生産方法）の結合のプロセスであり、それによって生産要素を有形（製品）・無形（サービス）といった産出物に変換し、価値を増殖し、効用をうみだす機能である。生産の過程は、労働者が労働手段をもって労働対象に働きかける労働の過程であり、同時に計画、実施、統制という作業の管理の過程でもある。

労働手段の発達を基盤とする生産能力の発展は、社会の技術的・経済的連関の複雑化と多様化を促進し、これに伴って、生産過程における水平的・垂直的分業が進展する。

労働手段の機械化、自動化、ME（マイクロ・エレクトロニクス）化、とりわけ ME 技術は ME による情報系、制御系の技術革新を基礎として、従来の古典的機械技術を前提とした技術的与件に大幅な変更を迫り、分業とその統合レベルの高度化への途を開いた。

機械工業では数値制御工作機械、マシニング・センター、自動搬送装置などから構成されるフレキシブル製造システム（FMS：Flexible Manufacturing System）による生産加工の自動化を主体として、設計の自動化、工程計画の自動化、そして、これらを統合するコンピュータ援用生産（CAM：Computer Aided Manufacturing）が開発された。さらに ME 技術を技術的基礎として、マ・ケティング、開発、製造、販売、物流といった各部門の統合化をはかりながら、生産リードタイムを短縮し、変動する市場のニーズに対応する、いわゆる CIM（Computer Integrated Manufacturing：コンピュータ統合生産）化の動きが、企業の経営戦略、生産戦略として展開されている。そして ME 技術複合を媒介とする、情報通信手段の発達とともに、経営戦略と生産過程をつなぐプロセス（経営戦略の生産戦略、生産計画への反映、販売、購買、財務、会計などの経営機能と生産機能のネットワーク化）、さらに生産過程全体の効率化がすすめられている。

2. 生産システムとその構成要素

こうした状況の中で、生産過程の研究は、単に工場における生産諸要素の結合による生産活動（製造）だけでなく、水平的（開発、設計、生産準備、購買、製造、販売・物流）、垂直的（戦略、全般的管理、生産コントロール）に有機的な統一性をもつ生産システムとして捉え、その最適編成を模索する方向に動いている。

その際、生産システムの定義については、経済学、経営学（とくに生産、労務管理論）、システム工学などにおいて、多くの論者によって、社会経済構造、労使関係まで含めるものから、最

も狭義の生産職能である製造プロセスに限定するものまで、さまざまな視点からなされている¹⁹⁾。本稿では、先に述べた生産の規定、生産活動の拡大（生産活動の連鎖）、さらにシステムという点から²⁰⁾、生産システムを次のように規定する。

生産システムは、特定の生産目的（例えば、市場変化に対応した柔軟な生産など）に対して関連づけられた、生産活動の連鎖（製品開発、生産準備、購買、製造）、生産活動の管理（計画、実施、統制）および生産要素（労働対象、労働力、労働手段、生産方法）の、有機的に連結した集合体である（図表1参照）。

生産活動の連鎖

生産システムにおける生産活動の連鎖は、製品開発（製品企画と設計）、生産準備、購買（材料、部品の調達）、製造から形成される。

製品開発は、製品企画と設計プロセスに二分される。製品企画では、市場のニーズ、競合製品、自社の技術シーズ、予想利益などを勘案して、製品コンセプト創造、製品仕様決定、製品計画がなされる。製品企画で決定した商品としての要求を、研究開発の成果²¹⁾を経て技術的

19) この点と、この章の生産システムの考察においては、以下の文献を参照にした。

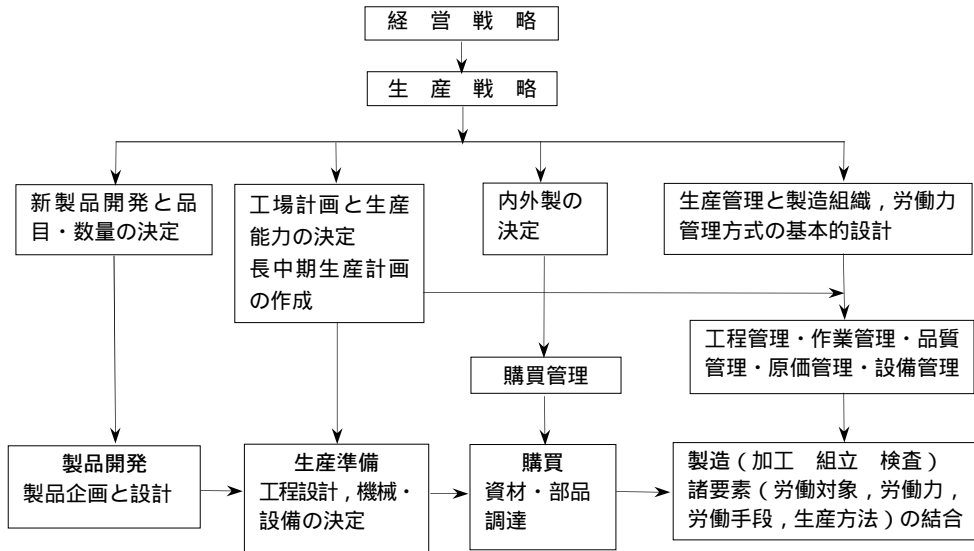
1. 坂本清「生産システムとは何か」大阪市大『経営研究』第53巻第2号、2002年1月
2. 人見勝人『生産システム論』同文館、1990年
3. 小川英次・岩田恵明『生産管理入門』（改定増補版）同文館、1994年
4. 国狭武己『現代生産システム論』泉文堂、1996年
5. 玉木欽也『戦略的生産システム』白桃書房、1996年

20) システムは、集合性、関連性、有目的性ないし目的追求性、合環境性という4つの属性によって、最も抽象的には、次のように規定される。「システムとは互いに関連を持つ2個以上の要素の集まりで、全体としての機能をもち、ある環境の下で規定の目的を達成するものである」「システムとは、インプット（環境がシステムに与える作用）を受け、アウトプット（環境に対する働きかけ）を産出し、環境の変動に適応するように、相互に作用しあう諸要素の集まりである」（前掲、人見勝人『生産システム論』16～19頁、藤本隆宏『生産マネジメント』日本経済出版社、2001年、5～14頁、参照）

21) 「研究開発と呼ばれる段階は、設計と並行して新製品に必要な技術を開発する場合と、設計に先導して技術開発を行いその新技術を利用した製品開発を行う場合とに分かれる。前者をニーズ先導型、後者をシーズ先導型と呼ぶ。ニーズ先導型研究開発では、新製品開発に必要な技術的ブレークスルーを達成することが目的であり、シーズ先導型では研究開発戦略に基づいて開発した技術を応用した製品を開発することが目的である。」（吉川弘之、富山哲男『設計学 - ものづくりの理論 -』放送大学教育振興会、2000年、44、45頁、参照）

この指摘は、生産システムと研究開発、また後に述べる製品技術と製造技術の関連を考察する上で重要である。研究開発は、研究と開発に分けられ、研究は基礎研究と応用研究の2つに分けられる。開発とは、基礎研究、応用研究および市場や経験から得た知識を利用し、新しい素材、製品、設備装置、工程等の導入、改良を行うことである。本稿では、研究開発のうち、研究部分（基礎・応用研究）は相対的に独自なものと考え、生産システムには含めていない。

図表 1 生産システムの構造



出所)筆者作成。

な要求仕様に変換し、これを実現する方策を決定するのが設計の段階である。設計は概念設計、基本設計、詳細設計、意匠設計、そして実際に製造するために必要な情報を決定する生産設計の各段階に大まかに分かれる。

生産準備は、企業では生産技術部門が担う活動で、機械・設備の決定、工程設計、作業形態の決定などを行う。生産準備では、設備投資計画を前提とし、新製品開発や製品設計および販売計画などで決められた、指示書、部品表および設計図面などにもとづき、品質、コスト、生産規模、生産開始時期について、定められた目標通りに工場で量産が可能なように準備がなされる。製造は、大きく分けて、加工、組立、検査という工程に分かれ、原材料のインプット、生産諸要素の結合、製品のアウトプットがなされる。製造を狭い解釈としての生産システムとして論じられる場合も多いが、本稿では生産システムの最も基本的な一要素と考えている。

この一連の過程を全般的に計画し、詳細な日程計画にまで展開し、実施、統制する管理活動も生産システムの重要な要素である。

全般的な生産システム設計と生産管理

今日、経済の国際化と国際間競争の激化の中で、経済価値生産の中核である企業の生産領域の基本的重要性が見直され(生産課題が戦略的課題に)、また短期間に急速に変化する環境変化に対応するために、経営戦略と生産システムの結びつきが強化されている。具体的には、経営

戦略に対して生産システムの構造を合わせるための生産戦略の策定，その戦略に基づく全体的な生産システムの設計（戦略的生産計画），それを遂行する管理の展開である。

は，工場計画と生産能力の決定（工場立地，工場数，工場の規模，工場レイアウト・機械レイアウト，設備や工程技術の基本的選択），長中期生産計画の作成，新製品開発と生産品目・数量の決定，資材・部品調達（内外製）の基本方針，そしてこれらを支える基盤としての生産管理と製造組織および労働力管理方式の基本的設計である。は，生産システム自体（主に製造）に組み込まれた生産管理の活動である。具体的には，工程管理（スケジューリング，生産統制），作業管理，品質管理，原価管理，設備管理，そして購買管理である。

．生産システムと技術

1. 目的達成のための「手段」としての技術

技術は，広くは社会・経済目的のための手段として，狭くは生産過程における手段とくに「労働手段」「労働手段の体系」として，人間労働との直接的関係において分析され，最も抽象的には，生産目的に規定されたかぎりでの労働力と労働対象，労働手段の結合様式と規定し得る。技術を，生産過程において人間と労働対象を媒介し人間活動に役立つ手段の体系とみる，この技術の規定は，生産力を高める人間労働の目的において，労働手段がまず重要であるという着眼に基づいているが，その基本的な特色は次の点である。

第1は，技術は生産技術を中核として考察され，しかもそれはすでに目的達成のための「手段」として，社会の再生産過程の中に組み込まれ，社会的・経済的規定をうけた，社会的に機能している次元で把握される。

第2に，技術は，属人的な技能（熟練，応用能力）と，労働手段，労働対象，技術知識など物的，客観的なものとして把握される。

技術把握を正確に行うためには，目的達成のための「手段」であり，そして技能（主体的），物的なもの（道具，設備機械・機器など）と知識（客観的）の統一したものであるという基本視点を堅持しつつ，技術の「物的形態」（道具，設備機械・機器など），「知識形態」（科学的知識など）がもつ独自性（自然科学的・技術学的特性，創造性と法則性）への配慮も不可欠である。

技術の「物的形態」，「知識形態」は技術と同一概念ではない。技術は，自然と物質とプロセス，およびその法則性の，目的に合った利用を基礎としている。技術は，人間が労働過程で利用し，その合目的的活動の効率を高める物的システムを包摂する。しかし，技術に対する「目的」からくる規定性（社会的機能性）と人間労働の介在（技能）を無視し，技術を「自然と物質とプロセス，およびその法則性」「物的システム」と同一視することは，社会的・経済的諸条件を考慮しない非現実的な技術解釈となる恐れがある。「物的なもの」は，目的に対し，そのための実践の確実性を保証する手段としての「客体」として位置づけられなければならない。

2. 製品技術と製造技術

以上に述べた技術の最も基本的な規定は、技術の飛躍的進歩、社会経済への影響の拡大の中で、ますます重要性が増しており、広義の生産システムの分析（産業、国家レベルの再生産過程に関わる生産構造）には、不可欠かつわけて有効な視点である。しかし、考察がよりミクロ的となり、対象領域が限定されてくるにつれ、とりわけ、すでに述べた企業レベルにおける生産システムを問題とする場合には、個別的な生産過程、生産現場における技術の機能は、労働手段だけでなく、それと関連する他の手段要因（労働対象など）、およびその運用の諸条件（技術的設備の利用方法など）によって変動するため、より具体的かつ精細な把握が必要である。

企業レベルにおける生産システムの考察にあつては、技術を生産活動の連鎖（製品開発、生産準備、購買、製造）のどの段階で、どのような位置関係においてとらえるか（領域・過程の限定）が問題となる。より詳細に企業経営の視点からみれば、「どのようなものを、いかにして生産するか」、つまり製品技術と狭義の生産技術、すなわち製造技術に大別して考察すること、しかもその際、それぞれの機能と構造を把握したうえで、両者をその区別と相互連関のうえで統一的に把握する視点が要請される²²⁾。

製品技術は、どのようなものをつくるのかという、目的物の内容をきめる技術のことであり、製品技術の特性は、社会的な利用目的に対する機能（基本機能）の内容、信頼性、操作性、安全性、保全性、環境適合性などの補助機能、そして必要な機能を果たすための構造（製品構造、製品構成）から把握される（機能に対応した構造部分が明らかにされ、生産コスト、購買コストから評価がなされる）。

製造技術は、製品の生産過程において、どのような方法で目的物をつくるかという技術であり、製造技術の特性は、労働手段（生産設備機器、その規模、構造と性能）、労働対象（材料、補助材料）、労働力（技能）、これらの結合において適用される客観化された諸方法（生産方法など）から把握される。製造技術には、生産管理、品質保証方法なども含まれている。

製品技術は、市場の需要の態様と、そこで適用されている製造技術（および、それに対応する一般的生産コスト水準）を与件とし、それによって基本的に規定ないし限界づけられる。本来、製造技術は、単に製品を作るだけの技術ではなく、製品の構造・機能・コストをトータルに保証するものであり、その意味で製造技術は、製品構造そのものを決定づけている。逆に、製品の機能と構造の決定（製品コンセプト、製品仕様、製品計画、製品設計）は、生産の質、量、コストなどの点から製造技術を規定する。

製造技術の重要性は、次の点で重要である。 QCD、生産効率を満足した柔軟な（種類、量

22) 製品技術と製造技術については、次の文献を参照。

宗像正幸『技術の理論』同文館、1988年、第5章

とも)「量産化」、他企業には模倣されにくい「隠れた競争優位」²³⁾、強靱、かつ柔軟な企業体質の形成。他部門、他企業との連携、QCD、適応能力の向上などについて、地道な一貫性をもったアプローチによって可能となる(トヨタ自動車の例)。

これらに加えて、製造技術の高度化、開発による製品技術革新、さらに SE (Simultaneous Engineering: 同時開発 同時参画, 同時設計, 同時処理) による製品、製造技術ともの革新などが付記されなければならない。

以上から 生産システムにおける技術の分析視角に関して、ひとまず次の結論がえられよう。

それは、技術は目的に規定された労働(物的)手段の体系という視点を基本におき、技術の自然科学的、技術学的な規定要因についても、必要に応じて、また対象に応じて漸次分析を深化させる。そして企業の生産過程における具体的な技術把握は、その製品技術と製造技術への分化と相関のうちに行う必要があるということである²⁴⁾。

これまでの考察を踏まえて、技術経営における生産システムの位置づけ、機能を技術面も考慮してみると、次のように言える。

技術経営の対象は、企業における技術創造と実用化の過程を含む広い範囲にわたっているが、生産システムは、創造された技術を製品化し、製造する生産活動を行う。生産システムのマネジメントは、生産活動の連鎖(製品開発、生産準備、購買、製造)、生産活動の管理(計画、実施、統制)および生産諸要素(労働対象、労働力、労働手段、生産方法)を有機的な統一性をもつシステムとして捉え、その最適編成を行い、企業の目的に貢献することである。生産システムにおける技術経営の技術対象は、製品技術と製造技術、その相互連関によるイノベーションである。

この点を、さらに具体的に松下電器産業(株)門真工場を事例にして、次に考察したい²⁵⁾。

23) この点は最近「ブラックボックス化」として、たとえば松下電器産業(株)では次のように述べられている。
「...商品の優位性を確保するための技術力の強化、特に「ブラックボックス」技術の開発に力を入れてまいりました。ブラックボックス技術とは、商品を分解すればわかるが、特許などの知的財産権で守られている材料・プロセス・ノウハウ等が囲い込まれ、商品を分解してもつくり方がわからない 生産方式や形態・仕組み、管理技術など、ものづくりのプロセスが囲い込まれているといった理由で他社が追従できない技術やノウハウのことを指します。こうしたブラックボックスを数多くもっていることが松下の強みとなっています。」
(松下電器産業(株)『アニュアルレポート 2003』, 7 頁)

24) この基本的な規定は、技術経営における技術把握を考察するうえでも重要な点である。技術経営では、技術を経営の軸にすることは強調されるが、その技術規定は論者においてまだかなりのばらつきがみられる。ただ、すでにみたように、方向性としては、技術を「目的に対する手段」として、社会経済的規定要因も配慮し、研究開発領域だけにとどまらない総合的、全体的な技術把握に向かっている。社会的なものと自然科学的、工学的な規定要因、全体と部分的なものの区分と連関について、経営学、工学などの技術把握の方法論の違いも含めて検討される必要があろう。

25) 章は 2004 年 7 月と 11 月に行った、松下電器産業(株)門真工場における調査に基づいている。工場長、衣川一成氏(2004 年 12 月より長野県の松本工場に転勤)、生産技術課・参事、魚原清氏、生産技術課・主事、小野十二郎氏、本体製造課・課長、岩本孝義氏、工場管理課・課長、牧野邦夫氏、工場管理課・企画係・主事、
(次頁に続く)

・同時開発による製品技術、製造技術の革新

1. 松下電器産業(株)門真工場の特徴

門真工場は、2000年10月に発足(新事業体制によって、これまでのビデオ工場、光ディスク工場、ものづくり支援工場の3工場が一元化)、生産品目は、DVDレコーダーを中心とした完成品(DVD+HDDレコーダー、VCR+DVDレコーダー)とDVDレコーダーに使用するキーパーツ(実装P板、成形、プレス、光学デバイス)であり、キーデバイスからデジタルセット商品の一貫した生産を行っている。従業員数は893名(04年)で、その中の14%(125名)が、工場技術、生産技術、それから品質管理課、工場管理課、製造強化室という専門職能である。

門真工場の強みは、アナログ、デジタル、映像の磁気、光による記録、再生、メカニズム、PCB(プリント・サーキット・ボード)、プレス、成形、薄膜といった、ありとあらゆる技術にわたって、スキルをもったメンバーが裾野広く存在することである。そういった特徴をうまく生かして、工場部門が、開発ステップの川上、あるいは、商品の源流の中にいち早く入り込み(研究・企画・開発・設計へのアプローチ)、商品設計完成度を高める、そして、製造技術も高度化して新製品の立ち上げを迅速に行う活動を展開している。

生産形態は、2001年7月より、コンベヤーシステムからセル生産方式に転換し、現在セル生産比率は94%となっている。さらに、門真工場は、グローバル生産体制のマザー工場として、「世界同一品質モノづくりによる」世界同時生産立ち上げの実現を担っている。

2. 「工場発信型」同時開発への積極的取組み

開発から量産までの大きな流れは、要素開発 開発先行設計 製品企画 製品設計 量産試作 プリ・マスプロ マスプロダクション(量産)となっている(図表2、参照)。

門真工場の大きな特徴は、工場部門(品質管理、生産技術、工場技術、製造)から選ばれたメンバー(「コンカレント開発部隊」といわれている)²⁶⁾、構想検討段階から技術メンバーの中に参

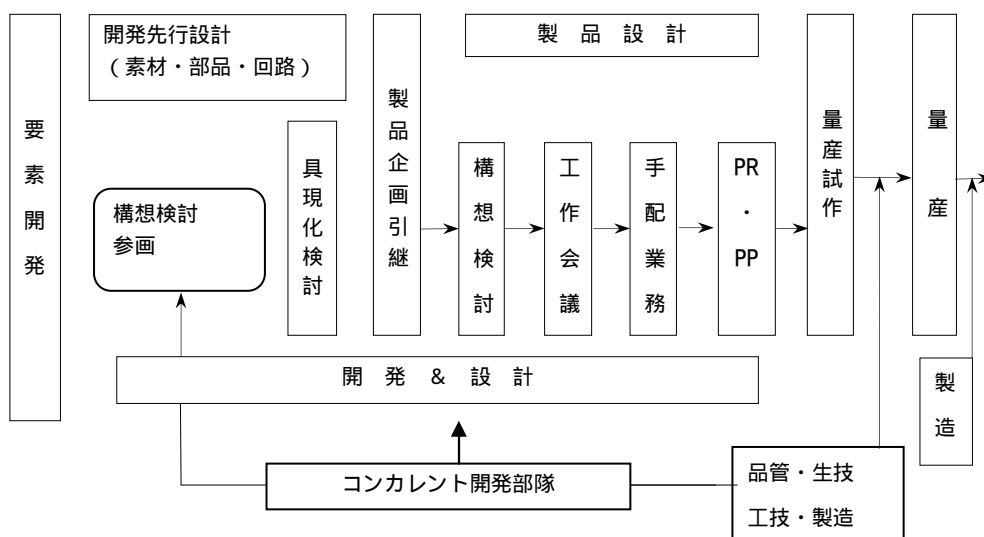
奥隆春氏には、詳細なプレゼンテーション、工場案内、質疑応答など長時間にわたってしていただいた。心より感謝申し上げたい。

本章の内容以外でも、セル生産、グローバル同時生産立ち上げ、それと関連した製造技術の革新(実装工法の開発、新たな工程管理、個人ノウハウのデジタル化など)についても貴重な知見を得ることができた。しかし、紙幅の都合で本稿では詳しく述べることはできていない。別稿で改めて論述したいと考えている。

26) 工場技術は、開発設計から工場への製品の橋渡し、製造における製品の見極めが中心的役割。生産技術は、あくまでも商品を最も合理的に、コスト安につくっていくかという体制構築、そして設備機械、要素技術の開発が中心的役割。工場部門に生産技術を抱えていること、さらに工場技術、生産技術だけにとどまらず、製造にも、商品特性に強いメンバーが多くなる点が、開発設計にも参画できる大きな要因になっているとのことである。

松下電器産業とトヨタ自動車は現場改善などでいろいろ交流を行っているが、この工場部門の開発設計への
(次頁に続く)

図表 2 開発・製造プロセスと開発への参画



出所) 松下電器産業(株)真工場資料より作成。

注) PR: Pilot Run, パイロット・ラン(試流し)(試生産)

PP: Pre Production, プリ・プロダクション(事前生産)

画していることである。従来は、この構想検討段階は、商品企画、開発設計部門中心でなされており、工場部門は工場試作段階からの参加にとどまっていたが、現在は、単なる量産工場ではなくして、工場部門が開発の早い段階から参画し、いわば「工場発信型」のコンカレント(同時)開発と量産の共存する工場(単に決められたものを製造するだけでなく、製品を「進化」させることができる工場)が目指されている。

ものをつくる現場の視点を入れて、単に作りやすさというだけでなく、顧客の要望(機能、価格、デザイン、使いやすさ)をどれだけ商品に生かしていくかという点も一緒に検討する、そして顧客満足の高い製品を市場に提供するということが工場の基本的スタンス、マネジメントの基準に置かれている。

具体的には、製品機能・構造(製品構造、製品構成)の検討、製品コスト、製造コストの切り

参画について、トヨタ自動車側は次のような感想をもったとのこと、「なぜ開発設計の源流から工場部門が入れて、提案などできるのか、自動車メーカーでは多くの課題があり、むづかしい。新しい部品はすぐには使えない。信頼性のある部品しか使えない。でも、松下はいろんなLSI、ロジックなんかでも新しくどんどん開発して、どんどん商品に入れてくる。そういう点は、車のメーカーは命を預かっているので、あまり冒険的なことはできない」(工場長談)

このことは、自動車と電器企業の製品・製造技術を比較考察するうえで多くの示唆を与えてくれる。

下げのための数値目標の設定，生産性向上，製造技術改善のための諸方策の検討がなされている。

製品構成変化の 1 事例として，DVD レコーダーを見ると，2000 年 5 月に発売された最初の DVD レコーダーの製品構成点数を 100 とすると，現在の E55 商品（2004 年度モデル）は 16，つまり約 6 分の 1 まで減少し，価格も 25 万円から，6 分の 1 に低下している。一番大きな変化点は，2000 年から 2001 年で，製品点数は半分に，市場売価も 25 万円から 13 万 5000 円と約半分に下がっている。この時期に，特別プロジェクトが生まれ，門真工場のもてる技術，技能を総動員して，開発設計の視点と工場の視点を交えて検討したことが画期的成果を生み出し，今日の活動につながっているとのことである。

図表 3 製品構成シンプル化の影響



出所) 松下電器産業(株)門真工場資料より作成。

注) C : Cost (コスト), S : Service (サービス), D : Delivery (納期), Q : Quality (品質),

L / T : Lead Time (リードタイム)

図表 3 は，製品構成と，品質，コスト，納期，サービスの関連を明らかにしているが，製品技術革新と製造技術革新の具体的内容と相互関連がよく示されている。

開発設計段階に工場部門が参画することは，製造技術面でも大きな効果をもたらしている。商品の源流に入ることによって，情報が同時進行し，技術試作のあたりから大量生産で使う設備などを見極められるため，製造技術の開発，準備が「前倒し」でできるようになっている。また，セル生産などの新しい製造方式，現場からの改善提案の活性化，工場部門での調整・検

査システム、ソフトの開発などにつながっている。

セル生産は、松下電器では2つの目的（市場変化に対応するフレキシブルかつスピーディーな生産、そして製品、製造をよく理解して情報が発信できる能動的な社員の育成）をもって導入され、7つの視点を基準にしている。セル生産5つの基準（多能工教育システムの構築、複数セルの競争原理、材料供給方法の工夫、セル毎の日々PL（損益）管理、セルを生かす全員の知恵）、セル生産2つの効果（工場収支の向上（在庫・生産性・品質・コスト）、商品開発・設計へのフィードバック（コンカレント開発））である。実際、総投資額は10分の1となり、15分で機種切替え、2時間でフロア全体的大幅なレイアウト変更など柔軟な生産体制が築かれ、また工場部門での改善提案が活性化するなど大きな効果があがっている。

製造開始で明らかになる製品そのもの、また製造技術に対する不具合点、疑問点については、工場の中にコスト・リダクション委員会が設けられ、工場の各層（技術スタッフから現場のワーカー）からの情報を集約、検証するシステムが構築されている。製品設計への改善提案も多くなされ、たとえば、ダイレクトコネクター方式の導入、トップケースやファン防振ゴムの廃止などによって、コスト削減、作業性改善が進んでいる。

さらに、製造技術そのものの高度化が工場部門自体で図られている。「からくり治具」と呼ばれている治具、検査プログラム（モジュール化と工程モードを工場部門が作成）、調整・検査機器などの開発である。たとえば、あおり調整（レーザーダイオードからの赤色レーザーがディスク面にまっすぐ行っているかの調整）のための機器は従来、1台1850万円したものが、今日では20万円で前以上の性能のものが製作されている。

結 び

以上で、技術経営の特色、技術経営における生産システムの位置、機能について、生産システムおよび技術の概念を明確にしながら、また具体的事例もまじえて考察してきた。

そこで明らかになったのは次の点である。

技術経営は、技術を経営資源として明確に位置づけ、技術課題を経営戦略と結びつけて体系的にマネジメントすることであり、換言すれば、技術と市場を結びつけ、事業化するためのマネジメントである。そして、技術を核とした企業経営の創造、継続、発展のために、変動する環境に柔軟に対応しながら、絶えず新技術と市場を創出するイノベーションのマネジメントでもある。さらに、技術経営は技術創造と実用化にいたる全過程に対しての戦略的・戦術的計画を策定し、実行、管理を行うことである。したがって、技術経営は、技術自体の効率的なマネジメントを取り扱うだけでなく、技術を中核とした企業経営の革新のあり方を示すものである。

技術経営の対象は、企業における技術創造と実用化の過程を含む広い範囲にわたっているが、生産システムは、創造された技術を製品化し、製造する生産活動を行う。生産システムのマネ

ジメントは、生産活動の連鎖(製品開発, 生産準備, 購買, 製造), 生産活動の管理(計画, 実施, 統制)および生産諸要素(労働対象, 労働力, 労働手段, 生産方法)を有機的な統一性をもつシステムとして捉え、その最適編成を行い、企業の目的に貢献することである。生産システムにおける技術経営の技術対象は、製品技術と製造技術、その相互連関によるイノベーションである。

松下電器産業(株)門真工場では、開発、製造が一体となって、この「相互連関によるイノベーション」をすすめており、製品、製造とも早いスピードでの革新がみられる。

技術経営は、よく「経営のわかる技術者」「技術のわかる経営者、事務スタッフ」を育成することが目標といわれているが、その点でも、本稿で考察した技術の基本的な規定(技術は目的に規定された労働(物的)手段の体系。その視点を基本として、技術の自然科学的、技術学的な規定要因についても、必要に応じて、また対象に応じて漸次分析を深化させる。そして企業の生産過程における具体的な技術把握は、その製品技術と製造技術への分化と相関のうちに行う)は、企業の生産活動における技術に対する一定の共通理解に役立つものと考えられる。

また、技術経営はきわめて学際的な内容をもつが、学際的であるためには単に「文理融合」を言うだけでなく、各研究領域の対象、認識視点、分析ツール概念などを明確にしたうえで、具体的に共同でプロジェクトを組んで相互理解を深めながら、新たなコンセプトの発展をはかることが大切であろう(本稿は、そのための基礎的な作業であった)。経営戦略、生産戦略と生産システム、その個々の要素との関連、SCM(Supply Chain Management)との関連、マーケティングと製品設計、グローバルな生産準備活動と生産技術部門の役割、変種変量生産に対応する柔軟な製造、技能の「デジタル化」等々、共同プロジェクトの課題は枚挙にいとまがない。今後は、産官学、文理の共同プロジェクトをたちあげ、文理双方の院生、学生を教育しながら、技術経営の深化に寄与していきたいと考えている。

付記：本稿は、以下の研究資金による研究成果の一部である。

文部科学省科学研究費補助金(基盤研究B),『イノベーション・システムと技術経営(MOT)の実証的研究』(課題番号16330081, 研究代表者:立命館大学経営学部教授, 今田治)

立命館大学社会システム研究所, 学内提案公募型プロジェクト研究『イノベーション・システムと技術経営(MOT)の実証的研究』(研究代表者:立命館大学経営学部教授, 今田治)