

生産のデジタル化と中小製造業の 技術的独自性

上　野　　紘

- I. 問題の所在
 - II. わが国製造業の技術的競争力基盤の特性と問題性
 - III. わが国製造業の比較優位性低下とその要因
 - IV. 生産のデジタル化と新たな競争力の源泉
- 中小製造業の技術的独自性問題について考える——

I. 問題の所在

かつて、日本のカラーテレビ生産の一部が国内から海外に移管し、逆輸入されるまでに30年を要した⁽¹⁾。それが今日では、DVD、デジタルカメラなど最新鋭の製品についても国内での実用生産開始から数ヶ月後には東アジアへ部分移管し、逆輸入されるようになっている。このことは、わが国製造業のグローバリゼーションが一層深化してきた反面で、従来、わが国製造業の競争力基盤の根幹を成していた、材料生産から部品加工、組立生産までの生産部門全般にわたる国内中心の生産システムが大きく崩れてしまっていることを物語っている。それと同時に、その国内中心の生産システムの中に内蔵されてきた長期継続的取引関係による開発・設計・試作・生産・流通、さらには金融・労働に及ぶ固定的な強いネットワーク関係に基づいての微妙な調整と暗黙知の人的情報共有を通じて環境変化に柔軟に対応していくという、日本の国際間競争上の独自性ないしそこから派生している比較優位性についても大きく影響を受けるを得なくなってきたている。

すなわち、わが国製造業は従来、自動車・電気製品をはじめ、欧米に開発起点のある機能固定型の量産製品について⁽²⁾、開発起点国よりも「より高品質」で「より安価」な大衆市場向けの製品作りを生産の基軸とし、加工材料・半製品・部品調達における国内産業集積の活用、長期的な雇用・取引関係の下での改良・改善活動による学習効果とスキル育成、等々を通じつつ、プロセス最適化による国際競争力強化に傾注してきた⁽³⁾。その成果が第1次石油危機後のとくに1980年代における先進国の一般的低成長期に、ME（マイクロエレクトロニクス）技術の製品および生産工程への先行的導入効果と相俟って、輸出主導による日本経済の安定的成長と一人勝ち的な貿易黒字国化となって全面開花した。併せて、この過程で確立

したJIT（ジャスト・イン・タイム）またはトヨタ生産方式に象徴されるフレキシブル生産システムについて、ポスト・フォーディズムの生産システムであるとさえポジティブに議論されるなど国際的に高く評価されつつ、その後「リーン（Lean）生産システム（無駄のない生産システム）」として規定されるとともに⁽⁴⁾、海外現地系主力企業の生産現場にも同様のシステムが応用展開されるまでに至っている。

しかしながら、冷戦構造の解体に伴う世界的規模での市場型経済化とIT（情報通信技術）革新が同時連関的に急進展してきた1990年代に入って以降、わが国製造業は一転して国内過剰供給能力、過剰雇用の下で縮小均衡を目的とするリストラ対策が蔓延する一方、新製品・新業態の創出難に喘ぎながら企業数が減少基調に転じるなどで、「失われた10年」とも表現されたような超長期的閉塞状況に陥った。さらに、2000年を迎えた現在においてもなお、先行きの展望に確かな明るみを見出し得ていない実態にある。この状況を米国経済の長期的好調さや、97年のタイ金融危機に端を発した東アジア経済危機から立ち直りの見られる日本を除く東アジア経済の状況と比較すると、わが国製造業の競争力が明らかに大きく低下してきている内実を認識することができる。

この背景には、90年代当初のバブル経済崩壊による金融システムの解体がまずは重い重石として押し掛かっているとしても、その底流には、ひとつに従来型業種に関して、円高および細部に及ぶ政府の経済的規制に起因する国内高コスト構造からの脱却と貿易摩擦回避を加えた海外生産の急拡大や、低価格化を主流とする世界的大競争の進展、さらにアジア工業における品質・供給能力向上を伴った国際競争力基盤強化の影響による、わが国の国際競争力基盤の相対的弱体化がある。またもうひとつには、新しいリーディング産業としてその成長が世界的規模で期待視されているIT関連業種においても、わが国の場合には、アメリカン・スタンダードの興隆やベンチャービジネスが活発に展開している米国の後塵を拝しているという情勢にある。この分野では、むしろ台湾やインドなどが米国との生産ネットワーク関係を強めつつ、中小企業を中心に生産力基盤と国際分業関係を固めてきてもいる。いわば、わが国製造業は今日、グローバリゼーションとIT革新の波間にあって、先進国間競争および開発途上国との競争の谷間にはまり込むなか、従来の国内循環型日本の産業・企業システムが逆制度補完の論理によって大きく崩れつつ、新しい国際分業関係に基づいた生産システムの再構築を強いられていると言えよう⁽⁵⁾。1999年3月に政府主導による「産業競争力会議」が設置され、同年12月には同じく政府主催による「ものづくり懇談会」も開催された。これらの会議開催は、まさしくわが国製造業の国際競争力基盤の弱体化に対する政府レベルでの認識と、国をあげてのその再生への焦りを表していることにはかならない。

ところで、今日急進展している競争のグローバリゼーションおよびそれと一体化して展開しているデジタル・ネットワーク化を主流とするIT革新は、国際的企業間競争の激化の中で、国際的規模における合併・吸収のほか、戦略的提携などの合從連衡的協調関係の強まりを促進していると同時に、競争関係の上で注目される次のような新たな環境を醸成しつつある。それは、ISO（国際標準化機構）など公的国際標準に加えて、ディファクト・スタンダード（事実上の標準）による国際標準化の台頭とともに、変動変

化の急速な市場構造に伴う製品のライフサイクル短縮化への対応として、製品開発期間の短縮化や過剰品質に対する抑制姿勢など、もの作りに関わる生産技術面の国際的平準化への動きが広がりつつあることである。この製品品質の国際的標準化あるいは生産技術面の国際的平準化への流れは、いうまでもなく我が国製造業企業に対してきわめて大きなインパクトを与えるを得ない。とりわけ品質基準に関する国際標準化（平準化）の問題は、アナログ的な人的コミュニケーション、言い換えれば、暗黙知による情報共有を通じて仕事の段取りをフレキシブルに推進しつつ、専門加工に特化した中小企業の熟練技能との密接な連携関係の下に、製品の精緻な最終仕上げによる高精度・高品質化を進めることで国際的に高い品質評価を獲得し、そのことが我が国製品のひとつの重要な非価格競争力（高付加価値化）の源泉ともなってきただけに、問題の持つ意味は重大である。わが国のもの作りのあり方と併せて、中小企業の存立の仕方自体にも大きく波及していくものと考えられるからである。

以下では、最近の国際的競争環境変化の中におけるわが国製造業の特に技術的競争力における特性と問題性を整理しながら、わが国製造業の今後の品質、生産システムなど「もの作り」に関する新たな競争条件の確保について検討してみることにしたい。

II. わが国製造業の技術的競争力基盤の特性と問題性

1. プロセス最適化に傾注してきた生産システム

わが国製造業は、歴史的には1960年代半ばからの第Ⅱ期高度経済成長期に、自動車、家電など加工組立型耐久消費財製品を中心にして、第Ⅰ期高度経済成長期と同様のスケールメリット追求型技術革新による市場シェア拡大を基礎にしつつ、第Ⅰ期高度経済成長期の輸入代替型工業化から第Ⅱ期高度経済成長期には輸出工業化への軌道を歩んできた。その後第1次石油ショックを経て、70年代後半以降の先進国を中心とする市場成熟化段階に入ると、上記業種のほかCNC工作機械（NC装置をコンピュータ化したもの、以下NC工作機械と称す）、MC（マシニングセンター、複合加工機械）、各種産業用ロボットなどの生産財組立型製品を加えて製品・生産工程に、戦後における半導体技術の集大成として発現したME技術を他国よりいち早く組み込んで（メカトロニクス化）きた。そのME技術を活用した生産技術の特徴である多品種少量生産・省力化・省資源・省エネ・微細・精密加工技術の高い効果が、製品の高品質・高精度・高機能化および高生産性（良好なコスト・パフォーマンス）に反映することによって、わが国の機械製品は国際競争力を飛躍的に強化して世界市場を席巻し、メイド・イン・ジャパンの質的安定性に対する高い評価とともに、競争力の源泉としての日本の生産システム自体に対する高い評価も獲得するなかで、高度な生産技術立国としての基盤確保と工業構造の高度化を実現してきた。

しかしもちろん、こうしたとりわけ1980年代において全面的に開花したわが国機械製品の良好なコスト・パフォーマンスに基づいた強い国際競争力は、単にME技術の先行的導入を中心とする製品・生産技術の高機能化によってのみ達成されてきたわけではない。そもそも、QCD（品質、コスト、納期）に現象す

る製造業の国際競争力は、その国がその時々に有している競争力要因を結集したものとして現れる。わけても、自動車のような高質材料、高精度・高難度加工部品を多く組み込む量産型の国際的製品においては、取扱う製品種類の領域にはじまって、関連する業種・企業の高水準な生産・技術開発能力や、それら企業との有機的かつスピーディな取引関係の構築など、企業内外の経営資源（ヒト、モノ、カネ、技術、情報）の量質にわたる最適な組合せ、あるいは、為替相場・市場構造などその時々の経済環境変化に対しても柔軟な生産システムが構築されているか否かといったような、あらゆる側面での競争力要因を統合化したものとして現れる。さらに付言するならば、生産に関わる決定的な国際競争力要因は、設備力を超えて工程面における作業の段取りの仕方や、生産現場従業者の学習活動や能力開発を通じた問題解決と技術応用能力、そして熟練技能者の最終製品仕上げに対する取り組み姿勢など、生産システムを運用するヒト（労働）の側のあり方に強く規定されていると言える⁽⁶⁾。

上の関係を我が国自動車、家電産業を念頭に置いて検証してみよう。まず取扱い製品の領域戦略に関しては、1950年代半ば以降、大企業体制作りと輸入代替工業化（内需開拓）を基礎にして、スケールメリット効果が大きく、所得弾力性の高い乗用車や家電製品など大衆市場向けの量産分野（したがって相対的に低価格帯）にターゲットを絞ってきた。また、1980年代の国内所得水準の向上に伴う消費者ニーズの高度化・多様化段階においては、大規模経済の利益をベースにしつつも範囲の経済性による利益追求策を加えて、製品種類の多様化とME技術の利用による品質の安定性強化や自動制御装置の搭載など製品機能・性能のグレードアップを図りつつも割安な高機能製品化へのシフトを進め、他国製品との間に製品差別化に伴う比較優位性を獲得してきた。そしてこの製品戦略を生産技術面において推進するにあたっては、NC工作機械、MC、塗装・溶接用産業ロボット、自動搬送車、自動倉庫などに代表されるME関連の省力的自動化設備・装置を生産工程へ連結的に導入（FMSやCIMなど）することによって自動制御による混流生産システムを構築し、材料、部品、工数、時間における無駄な要素の排除、そしてとりわけ市場変動に対応する多品種少・中ロット物のフレキシブル生産システムを完成させてきた。さらには、そのフレキシブル生産システムをいっそうフレキシブルに運用できるように、ラインストップ（目で見る管理）、金型のシングル段取り（9分以内での金型交換）、カンバン（前工程に対する使用部品量の発注指示）による部品調達など、人的要素と部品サプライヤーからの納入システムに工夫を加えることによって、自動制御システムと従業員による管理・改善活動を組合せた形の「自働化」システムとしてのJITシステムを確立してきた。つまりは、トヨタ生産方式に象徴される日本のフレキシブル生産システムは、市場変動に対してQCサークル活動など現場従業員の主体的・集団的行動と先端技術を結合させつつ生産の量的・質的フレキシビリティを向上させている側面と、価格・非価格両面における国際競争力強化の側面とを統一化させようとした現代的生産システムとして機能させているということができる⁽⁷⁾。この点に、機械化、自動化を主として現場従業員の作業領域を徹底的に簡単化し、単純な自動化量産システムとして完成させてきたフォード・システムと区別される変種変動型日本的量産システムの特質がある。

さて、こうした自動化生産システムが安定して作動するためには、最終組立工程に流れてくる材料・部品も一定程度以上の精度と均質性が確保されたものでなくてはならないが、それ自体、生産工程内での品質の作り込みと不良品排除による無駄の節約に伴うコスト削減効果を持つことになり、それが「良く」て「安い」製品作りという一見矛盾する課題を生産システムに内部化した効率的なわが国生産システムの特徴のひとつということにもなっている。そして、そうした一定程度以上の精度と均質性を持った材料・部品が現実に確保されてきたことにもまた、日本製品と日本の生産システムの強さの根拠があった。たとえば、わが国が得意な「もの作り」の中でもとくに日本のお家芸とも評価されてきた製品に、多くの量産型部品作りに欠かせない基礎的生産財としての金型がある。中小企業が多く担うその金型製作においては、各種のNC工作機械やワイヤー放電加工機を中心とするME技術、高機能加工技術などの積極的な開発・活用と並行して、熟練技能者の経験と機械の加工能力を超える美的仕上げ観に裏打ちされた知識・ノウハウ（スキル）を最終工程にまで届かせるという、技能と技術の日本の融合によって他国製品の追随を許さないほどの高品質・高精度化が達成され、それがユーザー製品・部品の高品質・高精度化を倍加させてきた。そのほかでも、NC工作機械に組み付けられる高質の切削工具、産業用ロボットの動作を左右する高機能・高性能のモーターやベアリング、各種の治具など、高級加工機の実用化を支えてきた重要な周辺技術が多くの分野にわたって国内に存在している。こうした高品質・高機能製品の安定した中・大量生産を具体化するに必要な主に中小企業の担当する周辺技術の持続的高度化が、政府による業種別近代化対策と相俟って同時並行的に推進されてきた点も、日本の機械製品の非価格競争力に一層の強さを与えてきた要素として見逃してはならない重要なポイントとなっている。

しかしながらそれとは裏腹に、材料や部品精度のバラツキを含めた少量・単品物などの個性的な製品作りに対しては、当然ながらこの日本の中・量産システムは馴染まず、こうした製品は少なくとも大企業の取扱う製品領域からは原則的に排除されてきた傾向を否めない。それはまた、市場シェア拡大志向の大企業同業者間競争において、同種類製品の同質化競争を通じた製品の過剰品質競争ないし過剰機能競争、あるいは過剰な多品種化競争を促進する性質を内部化してきたことを意味してもいる。と同時に、1980年代後半のバブル経済時にはその潜在的症状が顕在化したところもある。この点、製品領域政策において、たとえばドイツの自動車生産のそれが「高価格」だが熟練技能による手作り部分も多く含んだ「満足度の高い非量産型製品」としてステータスのある個性的高級車作りをターゲットとし、しかも同業者間でも需要者階層を棲み分けてきた製品競争政策と比較してみると、わが国企業の製品競争政策における横並び構造が明白となる。後述するように、それが品質・技術の標準化（平準化）への流れを含んだ今日の国際間競争の激化と変動変化の急激な市場構造へのシフトの中で、わが国製造業が中途半端な立場に位置する状態に陥るという問題性を内在させることにもなった。

こうした構造は、地場産業など非量産型中小企業性業種に関連する主力設備の多くが今日でも欧州製をはじめとする外国製の特殊機械によって占められている実態、あるいはその地場産業さえ、基本的には

戦後一貫して機械化と量産化への道を追求してきたことに起因して、今日ではアジアを中心とする開発途上国からの追い上げに伴い一般的に衰退化傾向にある状況を見るとき、あらためて見直してみるべき局面にあるように思われる⁽⁸⁾。

2. 補完関係の中に組み込まれてきた中小企業加工技術集積

自動車、電気製品に見る日本の機械関連完成品のこれまでの競争力基盤は、このように無駄をなくしつつ品質を向上させながら生産費用を削減し、さらに生産性と市場変化への対応力を向上させていくという、企業内外の経営資源をいわゆるプロセス最適化のために傾注させてきたところにある。しかし先にも指摘したように、この日本的生産システムはまた、個別アッセンブラー企業内部のTQC（全社的品質管理）運動や最新鋭設備の導入を中心とする生産技術の先端化対応を超えて、材料メーカー、部品メーカーなど他の企業との取引関係においても、国内のグループ企業・系列企業・下請企業を中心に長期継続的取引をベースにしつつ、生産における密接な補完関係を形成することによって取引企業間に暗黙の合意を含んだ強い信頼関係と情報共有関係を築き、強く、クローズドな生産ネットワーク・システムを形作って機能してきた。

すなわちこのシステムは、取引先企業が自主的に行う品質管理・生産性・コスト・リードタイムにおける持続的な改善成果と各種の情報利用を、あたかもアッセンブラー企業が内部対応成果と同様のように吸収するという、囲い込み的企業間関係に裏付けられて成立してきたことを確認する必要がある。関満博氏の指摘するように⁽⁹⁾、わが国機械産業は、生産に要する特殊技術（先端技術）・中間技術（加工技術、組立技術）・基盤技術（機械加工、プレス加工、プラスチック成型、表面処理、熱処理など）をフルセットかつそれぞれの技術分野が国内に高度のレベルで集積している産業基盤の上に立って、デザイン・インのようなコラボレーション（協働作業）や承認図メーカー⁽¹⁰⁾のような詳細設計能力のあるサプライヤーの育成・活用を通じつつ、製品開発期間の短期化、取引に伴う諸コストの削減、そしてJITという仕掛品在庫の圧縮による適時適量生産を可能としてきたのである。さらにこれに付け加えるならば、新製品開発に際しても、とりわけ東京・大阪など大都市地域に多集積している基盤技術に関わる下請形態を中心とする中小企業が、それぞれ専門的に有している加工技術を工程分業的に連結させることによって地域加工技術集団としての体制を構え、いかなる開発製品・試作品に関してもこれを地域内で具体化させていくという地域FMSとしての機能を持ちながら、量産化の段階では地方の量産工場へ生産移管させていく仕組みで生産面における地域間機能分担を行い、国内循環型の国内一貫型生産システムを構築してきた。したがって、この大都市における中小企業加工技術集団の存在は、大都市の研究開発機能を下支えするとともに、大都市をしてわが国の先端技術と研究開発の拠点として機能させつつ、わが国全体の産業構造の高度化過程を実質的にリードする役割を演じてきたと言える。しかしその反面で、中小企業の持つ独自の技術が自らの製品化（プロダクト・イノベーション）に応用活用されていく方向に結びついた多様な技術展開

への道は狭まれていく結果となって、中小企業の自立的経営が要請されている今日に至ってその問題性の一端が内包されることにもなった。

III. わが国製造業の比較優位性低下とその要因

このように、わが国機械産業に見る競争力の源泉は、一方における大企業による高質材料の高い供給能力を背後に控えつつ、製品戦略における中・量産分野への特化、企業内生産におけるME技術の利用による自動制御システムと生産現場従業員による作業上の諸調整とを融合化させたフレキシブル生産システム、そして中小企業を中心とする専門加工分野の技術集積をアッセンブラー企業の内部組織であるかのように活用する強い企業間ネットワーク関係に求めることができる。

しかしながら、このような組織内技術革新と現場従業員による生産管理および企業間関係の三位一体によるフレキシブル生産システムを通じたわが国製造業の比較優位性は、1990年代に入ってからのグローバリゼーションの深化と同時進行のIT革新とともに急激に失われてきている。ちなみに、通商産業省編『通商白書2000』に示されている顯示比較優位（RCA）指数を用いた「日本の世界に対する比較優位性指数の変化」から、その変化を1980年、90年、97年の時系列で業種別に見ても、この約20年間において家電製品、コンピュータをはじめとするほとんどの業種でわが国は指数を大きく低下させてきている実態が明らかにされている⁽¹¹⁾。

わが国製造業の比較優位性を低下させてきた理由には、大きく捉えて3つの要因を指摘することができよう。その第1は、従来型の量産的な機能固定型業種・製品について、東アジア地域を中心に急進展してきたわが国製造業企業の海外生産化拡大による国内生産量の縮小傾向および製造コスト削減の観点から関連する部品・資材のグローバル調達への転換に伴う国内循環型生産システムのひび割れである。第2は、•世界的レベルで展開しつつある製品ライフサイクルの短縮化に伴う生産リードタイムの短期化および過剰品質への抑制傾向の台頭による、日本的生産資質に対する影響である。そして第3には、今後の成長を見込まれている機能発展型業種・製品として捉えられるIT関連業種・製品（ソフトウェアも含む）については、たとえばパソコンのように、標準化された部品を多様にセットして多種の製品を激しい技術競争と市場ニーズ変化に敏捷に対応して生産していくという、組合せ最適化の生産システムが適合的な業種・製品にシフトしてきたことに関わっている⁽¹²⁾。つまり、IT関連業種・製品の場合には、生産に関わる競争力上の比較優位性の有無が、生産のデジタル化によるスピード生産や低コスト標準部品の調達、あるいは部品のモジュール化など、生産情報と仕事の段取りをコード化し、コンピュータおよび同関連機器を駆使して進めていけるか否かに左右されるようになってきた。したがって、こうした業種・製品の生産に際しては、これまでわが国が得意としてきた製品機能固定型業種・製品のように、各企業の独自的仕様によるカスタム部品の微妙な調整によって品質を高めることや、そのためにフェイス・トウ・フェイスをはじめとする直接的な人間関係を通じて情報を共有することできめ細かな仕事の段取りと調整を行い、また取

引企業との間でも人を介した緻密なコミュニケーションを図っていくことが、必ずしも重要な競争力要因にならなくなってきたのである。以上の3点をもう少し具体的に見てみよう。

1. 東アジア地域における生産基盤強化

まず第1の東アジア地域を中心とするわが国製造業企業の海外生産化については、今日ではおよそあらゆる業種・製品分野で進んでいるとともに、その方向が拡大の一途にあることもすでに多くの調査報告を通じて明らかにされているところである。さらに部品・資材の現地調達率についても、「生産コスト削減」「為替リスクの回避」「現地技術の向上」などを理由として増加への流れが強まっているほか、日本国内における製品・部品の輸入増が加わって国内生産枠は縮小基調にある⁽¹³⁾。その上で最近は、国内での新製品開発から海外への生産移管までの期間がきわめて短期化しており、今後の需要増が期待されている先端技術関連製品にあっても国内での生産拡大への期待は希薄になっている。たとえばこうした製品の動向を、現在では日本の企業が世界生産シェアの約80%を占めるとともに、組み付け電子部品の海外調達の困難性から国内生産割合の高かったデジタルカメラのケースで見ても、国内主力メーカーの多くが組立工程に関してその大半を今後インドネシア、中国、マレーシア、台湾などアジアに切り替え、国内生産は最高級機種をごく少量生産するにとどめていくとの方針が打ち出されており、最新鋭製品の場合でも国内生産の基盤は急速に弱体化していく方向性が強くなっている⁽¹⁴⁾。また、従来は一定の企業との継続的取引の多かったテレビ部品・資材や自動車部品・資材についても、セットメーカーが一定の品目に限定しつつもインターネット利用を含めてグローバルな範囲で国際調達していく傾向にある。これによって、国内部品サプライヤーとの取引関係自体も再編成が相当程度進行していきそうな方向にある。

こうした海外生産のウェイト増や原材料・部品・資材の海外調達増への転換は、とくに東アジアにおける生産基盤の強化がその背景にあることはいうまでもない。最近の東アジアにおける生産基盤強化の状況を、たとえば前掲の『通商白書2000』によって中国・華南地域（珠江デルタ地帯）の事例で見ても、当地域ではとくに90年代に入ってから日本、台湾、韓国、米国の電機、事務機、精密機械関連の組立・部品メーカーの進出増とその後の家電、通信機器関連民族系企業（郷鎮企業、私企業）の集積を通じて、今日では電子部品・組立産業の世界的生産拠点が形成されるに至っていると報告されている⁽¹⁵⁾。これを通じて現地進出の組立企業にしても、使用部品のおよそ80%を低コスト、短納期で現地調達できるに及んでいるとともに、同地域内では、日本の東京大田区や東大阪市に展開しているような仲間取引による受注調整さえ見せつつ、共通部品の生産というネットワーク型生産を梃にして集積が集積を生む自己拡大のメカニズムが働き出しているという⁽¹⁶⁾。

2. 製品・生産技術の国際的標準化傾向

第2の、製品ライフサイクル短縮化に伴う生産リードタイムの短期化および過剰品質に対する抑制姿勢

の台頭問題は、第1の東アジアにおける生産基盤強化とも大きく関わっている。すなわち、IT関連製品を中心にドッグイヤー（dog year）の展開と称されるほどに製品のライフサイクルが短縮化していることに伴い、それに使用する部品は完成品よりも少しだけ長持ちすればよいとする考え方方がわが国内外で台頭してきている⁽¹⁷⁾。そうなると、一定程度の品質水準さえ確保できれば企業間競争における主たる問題は製品の低価格化と短納期化の実現が第一義的となり、高コスト傾向の日本製高質部品をあえて使用する必要性も低下せざるを得ない。それはまた使用材料の質にも波及し、日本国内では企業ごとに細かく型番までが指定されて使用されているといわれる鋼材などについても、たとえば中国での生産においては、多くの現地メーカーが、生産する時点で最も早く入手しやすくかつ安価な材料を共通して使用する形で、標準化された材料を使用するようになってきているようである⁽¹⁸⁾。

こうした品質重点から低コスト化と生産時間のスピードアップ重点への競争要因の変化は、部品の東アジア調達をいっそう促進するところとなっている。と同時に、東アジア現地企業が使用する生産設備についても、採算に見合う水準の設備利用への姿勢を広げてもいる。たとえば、フィリピンの或るローカル・サプライヤーの場合では、大型成形機、大型プレス機、精密金型などのように、高級な日本製でないと品質確保が困難な一部の設備を除いては日本以外から輸入された設備機械や原材料が使用されている傾向が強いとの調査結果もあるが、その理由について、日本製の機械は確かに技術力が高いとしてもやはり大量生産物に適した機種が多く、また何よりも高価であることで採算面から引き合わないところにあると指摘されている⁽¹⁹⁾。この理屈は原材料にしても同じことで、カスタマーからの特別の日本製利用の指定がないかぎりは、台湾製もしくは韓国製が使用されているという⁽²⁰⁾。このことは、いかに高性能・高機能な非価格競争力のある製品・部品・材料であっても、高価でありすぎることは今日では国際競争力を有することにならなくなってきたことの事実を示しているものと捉えられよう。そして、こうした事実は、高質・高機能の中・量産型の製品作りにターゲットを置いてきたわが国のもの作りの政策に関して、今後の進路を改めて検討することの必要性を投げかけてもいるのである。

IV. 生産のデジタル化と新たな競争力の源泉——中小製造業の技術的独自性問題について考える——

さて、前項で第3の問題として指摘したように、今後の産業をリードする主力製品は、コンピュータに代表される情報関連製品のような、一定程度標準化された部品を多様に組合せることによって生産される機能発展型製品になろうとしている。また、こうした情報関連機器が生産過程にも多様に活用されるにつれ、仕事の段取りの仕方においてもヒトによる情報共有に基づいた段取りと丹念な調整とを基軸にしたアナログ方式よりも、ビジネスプロセス全体に関わる情報をデータベース化しつつ、コンピュータ利用によって一貫的に処理していくデジタル方式の方が適合的であるという情勢が生まれてきている。米国産業の再活性化、あるいは東アジアにおける生産基盤強化の源泉のひとつもまたそこにあると見られるのである。

そこで問題は、従来、デジタル型のME機器を積極的に導入しつつも、仕事の段取りともの作りに対す

る取り組み方の上ではアナログ型を基軸とし、その微妙な融合化を競争力上の獨創的特徴としてきたわが国製造業にとって今日、そうした部品の標準化やコンピュータによる情報共有を通じたもの作りへの傾向に対していかなる対応を通じて比較優位性のある展開を図っていくべきか、というきわめて重要かつベーシックな選択を迫られるようになっているところにある。

生産関連情報をコンピュータまたは多種多様なME機器に入力することによって生産過程を連結的に自動化し、開発・受注から納品に及ぶ生産のリードタイム短縮化とそれによるコストダウン、市場変動に対する柔軟な生産を一元的に管理するあり方を「生産のデジタル化」と捉えるならば、わが国における生産のデジタル化は、すでに1970年代後半頃からME機器の単体利用→FMC→FMS→CIMへの流れとともに急速に進展してきた。今日では、生産過程の上流に位置する開発・設計・試作工程に三次元CAD(立体的に設計・デザインできるコンピュータ)など、より高機能なコンピュータが利用されつつ、これら工程の大幅な時間短縮化とともに、開発・設計プロセスにおけるコンカレント・エンジニアリング(同時並行作業)の推進など、デジタル・ネットワーク化による作業も内外企業との取引業務を含めて徐々に広がってきており。そしてこうした生産のデジタル化の進展を通じて、作業における熟練技能者の担当領域を狭めつつ、熟練技能者の持つ経験や勘などの暗黙知としての情報(アナログ情報)が形式知の情報(デジタル情報)として機械にビルトインされる形で、いわば技能の技術化への流れが強くなっている⁽²¹⁾。たとえば、デザイン・設計作業における三次元CADの利用は、現物としての試作品作りを省略することによってこれまでの工程を短縮化させることにもなる⁽²²⁾。それは、仕事の段取りを人間によるものからコンピュータによるものへ変えるとともに、現物の試作品作りの機能を担ってきた大都市中小企業の存立基盤にも大きく影響を与えることになろう。

こうした意味での生産のデジタル化は、わが国が牙城を築いてきた金型生産においても進展しつつある。これまでのわが国での金型生産は、およそ70%がデジタル化し、最終の仕上げ作業を中心として30%が熟練技能者による精密加工を通じてミクロン単位での高精度の品質水準に高め、ユーザー側の安定した量産体制をバックアップする能力を競争力上の大きな特徴としてきた。これは、精密性と耐久性の高い部品に対するこれまでの需要の多数存在と併せて、超微細加工に対する機械力の限界が背景にあったことに関わっていたと考えられるが、最近では、設計作業における二次元・三次元CADの利用を通じて設計のデジタル化が進む一方、製作段階でもNC・MC工作機械やワイヤー放電加工機など省力機械が有する加工能力のいっそうの向上によって、たとえ未熟練者による機械操作であってもかなりな精密加工が可能になってきている⁽²³⁾。そのことが、韓国、台湾など金型生産の歴史の浅い諸国でも今では一定程度の精密な金型生産を可能とさせつつ、従来は技術的に困難であったわが国企業における金型生産のアジア現地生産化および海外からの金型調達など、国際分業を進展させてきてもいる⁽²⁴⁾。今後、機械による精密加工能力がこれまでの加工限界領域にも及ぶ一方、製品サイクルの短期化に伴う部品品質の劣化や少量生産化のいっそうの進展が見られてくるとするならば、今後わが国の従来型製品政策に変更がないかぎり、耐久性と精密性

を強みとしてきたわが国の競争力上の特徴も、やがては薄らいでいかざるを得ないであろう。

生産のデジタル化の流れをこのように見ると、今後におけるわが国製造業の生産のあり方として、いかなる方向性が求められることになるのであろうか。生産のデジタル化は、生産関連情報のコード化を通じて他企業とのデジタル情報ネットワーク化とともに生産のデジタル・ネットワーク化を深化させ、それはまた生産の標準化と平準化をいっそう進展させていくことになる。単なる標準化、平準化は、当然ながら生産の集中化を促し、わけても中小企業数を減少させることにもなる。そこで中小企業としては、生き残るためにどこに生産加工上の独自性を表すかの競争になる。かつて工作機械のCNC化が進展した1970年代後半においては、中小の工作機械メーカーにおいても多面加工能力の強化など、従来型機械の高機能化という形で、各メーカーとも同じような対策が打ち出されてきたなか、企業独自の提案力の強化が課題とされてきた。

しかし、量産物がいずれにしても東アジアへの生産シフトを強める方向にある下で、今後におけるわが国製造業の国内生産面での独自性は、基本的には外需対応を含めて個々のニーズに応じた独自的・個性的な製品作りの枠組みの中で見出していく必要があろう。プロセス・イノベーションからプロダクト・イノベーションへの生産態勢の転換を通じた市場の深耕である。独自的・個性的な製品作りは、機械力のみで対応できるものではない。従来から日本製製品がそうであったように、アナログ型としてのヒトの技能（スキル）と感性による製品への味付けがむしろ一段と重要な競争力上のポイントとなるように思われる。この点、わが国の消費者は、「特注品など自分風に適合させた財やサービスを評価し、品質の差に敏感で」あり、この傾向は「特注を評価し、品質にこだわる日本の生産者にも通じる」との指摘もあるように、個性的市場としての要素も多分に内在している⁽²⁵⁾。ちなみに、こうした個別ニーズへの国内生産対応について、最近では大企業のどちらかと言えば量産物分野においてもマス・カスタマイゼーションという形での個別的対応も見られつつある⁽²⁶⁾。それは、部品を標準化する形ではあるが、個々の注文に応じて部品を組替えて完成品にするイージー・オーダー的生産の形式を探っている。またその生産技術に際しても、高価なME機器の多使用を避けて機械と人間との最適な融合化を配したセル生産や一個流し生産など、一人生産方式も導入されつつある。ただし、現在導入されている一人生産方式は、熟練の機能と分業の機能の新しい統合を試みようとするわが国らしい生産システム形成への試行錯誤を示し、熟練の発揮による仕事のフレキシビリティや作業者の仕事に対する達成感を伴って生産性の向上とコストダウンを実現できるという効率的要素も持っているとしても、反面で労働能力を極限まで活用することによって労働に伴う疲労を増やすという新たな問題点も指摘されており、必ずしもなお最適な生産システムとはなっていないなど、改善の余地がなお根深く潜在している点も指摘されている⁽²⁷⁾。

しかしいずれにしても、今後におけるわが国製造業の国内生産のあり方は、大企業としても量産から個を重視した製品開発に基づいた生産へ転換し、中小部品メーカーとの協力関係についてもその個別的な関係の中で新しい分業関係を再構築していくことが必要となってこよう。風間信隆氏が指摘するところによ

れば、自動車の例に見る日本とドイツの製品販売政策の違いは、ドイツでは「良いもの」を「高く」というコンセプトの下に、高品質概念についても数値では評価しにくいユーザーの主観的体験から生じる高い満足度に支えられた「個性的」なブランド力にあるという。また、そうしたブランド力は、熟練技能によるもの作り、独創的な製品・設計技術・哲学、高い技術水準の部品メーカーの存在に裏付けられた高い商品力に基づいているともいう。これに対してわが国の場合には、従来、「良いもの」を「安く」というコンセプトの下に、高品質概念についても「故障の少なさ」や「燃費の良さ」など数値化でき、価格で評価されるキャッチアップ型の没個性的な製品政策にあったため、メーカー間の過当競争体質が定着してきたと捉えられている⁽²⁸⁾。下請企業を中心とするわが国部品メーカーの生産体制も、基本的にはこの枠組みの中に組み込まれてきたものと理解することができよう。

世界的規模での大競争時代にある今日は、ドイツ業界の場合でも価格競争に巻き込まれてきているようであるが、わが国はむしろ従来のドイツ的製品政策を導入することを通じて市場創造を図っていくべき時機を迎えていくように思われる。そして、加工技術に専門化している割合の多い中小製造業も、その持つ固有の技術を機械力と熟練技能との組合せによってプロダクト・イノベーションへの転回の中で改めて独自性を見出し、自社製品化あるいは設計サービス業を含めて、関連する企業との技術ネットワーク化を通じた個性的製品化への対応を図り、従来の「良くて、安くて、多量の」製品政策を基軸に構築してきた大企業との単なる補完関係を見直していくことが大きな課題になっていると言えよう。そして、こうした製品政策の転換と併せて、量産体制の支持基盤を形成してきた大都市を中心とする中小企業技術集積を組み直していくことが必要になってきているように思われる所以である。

注

- (1) カラーテレビは、1960年に国産化され、1990年に松下電器産業(株)がマレーシアに進出して生産した14型TVを逆輸入した。その他、家庭用VTRは75年に国内販売されて92年にシャープ(株)がマレーシアから逆輸入(国内生産から逆輸入まで17年)、CDプレーヤーは国内販売が82年、92年松下がシンガポールから逆輸入(同10年)、ワイドTVは91年に国内販売、95年にソニー(株)が16型をマレーシアから逆輸入(同4年)するなど、国内販売から逆輸入までの期間は急速に短期化している(日本経済新聞、1995年6月11日参照。出所は、村社隆「大都市工業集積地域の中小企業と構造変化」、内田勝敏編『国際化と地域経済』世界思想社、1996年所収)。
- (2) 森谷正規氏によれば、製品の持つ基本的機能には2つのタイプがあるとし、自動車、テレビのようにその用途が固定しているものを機能固定型、パソコンやソフトウェアのようにその用途が多様に発展可能性を持っているものを機能発展型と類型化している。本稿におけるこの用語も、森谷氏の概念に依拠している(森谷正規『技術空洞化論』東洋経済新報社、1995年参照)。
- (3) ここでのプロセス最適化は、あらゆる無駄を省いて品質を良くしつつ、生産コストを削減していく

こととして捉えている。

- (4) Womack,J.P.,Jones,D.T.and D.Roos [1991], *The Machine that Changed the World*,Harper Perennial.
- (5) 日本的経営、メインバンク制度をはじめとする日本の様々な産業・企業システムは相互に補完関係をもって成立しているが、これらシステムの一角が崩れると、他のシステムも波及的に崩れていく傾向を逆制度補完の論理として捉えている。
- (6) この点について、山田基成氏も、企業の競争力の源泉は機械やソフトウェア自体が直接の競争力の源泉ではなく、自動化ラインやソフトウェアを造り上げる人のスキルにこそ競争力の源泉があると捉えている。山田基成「技術の蓄積と創造のマネジメント」(「商工金融」2000年4月参照)。
- (7) この日本的生産システムの意義と特質については、坂本清「日本の生産システムの特質と動向」(宗像正幸・坂本清・貫隆夫編『現代生産システム論』ミネルヴァ書房、2000年所収)で詳細に分析されている。
- (8) こうした観点から日本の地場産業の特性と発展の経緯を研究した代表的な文献として、山崎充『日本の地場産業』ダイヤモンド社、1977年がある。
- (9) 関満博『フルセット型産業構造を超えて』中央公論社、1993年参照。
- (10) 浅沼萬理氏は、部品の生産に際して、アッセンブラーが設計し、サプライヤーに設計図を貸与して製造を行わせる場合の図面を「貸与図 (Drawings Supplied)」、これに対して、アッセンブラーが大まかな仕様を提示し、その仕様に適合する部品をサプライヤーが開発する場合、アッセンブラーはその図面を提出させて検討し、承認を与える場合の図面を「承認図 (Drawings Approaved)」と規定している(浅沼萬理『日本の企業組織革新的適応のメカニズム』東洋経済新報社、1997年、187頁参照)。
- (11) R C A 指数 = (A国の i 財の輸出額 / A国の総輸出額) / (i 財の世界輸出額 / 世界総輸出額) × 100。『2000 年版通商白書』では、最近20年間における日米主要製造業の対世界貿易上の比較優位について国際連合「Y I T S」資料を用いて分析している(同白書128頁参照)。
- (12) この点について藤本隆宏氏は、製品設計の基本ルールであるアーキテクチャーの最も基本的な分類は「統合型(擦り合わせ型)」と「モジュラー型(組合せ型)」であるとし、前者はオートバイのように、製品ごとに構成部品の設計を相互に調整(擦り合わせ)しないと製品全体として良い性能が出ないタイプであり、後者はパソコンのハードやソフトのように、部品と部品の接合部(インターフェイス)を事前に標準化することで、それらの部品を単に組合わせれば多様な製品ができるタイプであると規定している(日本経済新聞「経済教室」2000年5月2日参照)
- (13) 現地調達率を引き上げた理由として、本文中で指摘した理由のほかにも電気機械では「原材料・資材調達の統合・強化」をあげる企業もあり、現地技術の向上と関わって注目される動きとして捉えている(通商産業省編『通商白書2000』100頁参照)。

- (14) 日本経済新聞、2000年8月16日参照
- (15) 前掲『通商白書2000』38~39頁。資料は、日本貿易振興会香港センターおよび日本機械輸出組合香港事務所の調査によっている。
- (16) 同上書38~39頁。
- (17) 新聞報道によると、アジアに進出している日系企業ではパソコンや携帯電話など製品のライフサイクルが短くなり、品質よりも価格が競争を左右するようになってきたことで、部品は完成品よりも少し長持ちすることを基本にすればよい、また、日本企業が大量取引の輪に入るには、神経質な日本基準を捨てアジア基準になじむ必要があるとの考え方を持つ企業が広がってきていると紹介している（日本経済新聞、2000年4月12日参照）。
- (18) 日本経済新聞、2000年4月12日、9月5日参照
- (19) 森澤恵子「現地生産の展開とローカル・サプライヤ」（大阪市立大学経済研究所、森澤恵子・植田浩史編『グローバル競争とローカライゼーション』東京大学出版会、2000年所収、95頁参照）。
- (20) 同上書95頁。
- (21) 現在活用されているCNC工作機械をはじめとするME機器は、実際には熟練技能者の有しているスキルをソフトウェアに入力することによって動作して部分が多いと言われる。
- (22) この点についての最近の資料としては、馬場練成『大丈夫か日本のもの作り』プレジデント社、2000年が参考となる。同書によると、自動車の設計は、従来、デザイナーが描いたスケッチをもとに、クレイ（粘土）で実物大のモデルを作り、それを三次元測定機で計測した後にサーフェスモデルとしてコンピュータ情報に変えていたが、それが今では工程の流れをすべてデジタル情報で一元化し、クレイによる実物大モデルの作成過程は省略されるような改革が始まっているという。
- (23) 同上書の事例による。
- (24) 金型生産の国際分業関係の進展に関する最近の研究としては、村社隆「中小資本財工業の国際化過程と構造変化—金型工業のケースー」福山平成大学経営学部紀要、第4号、1999年3月や、池田潔「国際化の下での金型産業の地方展開と熟練技能者の育成方策」北九州大学「北九州産業社会研究所紀要」第41号、2000年3月などが参考となる。
- (25) 西村清彦「日本型ネット経済、IDが核」（日本経済新聞「経済教室」2000年6月19日参照）。また、日本の消費者の品質に対する厳しい姿勢については、経済企画庁編『平成12年版経済白書』でも指摘している（191頁）。
- (26) ひとつの事例をあげると、建設機械を製造しているA社の場合、顧客が求める建設機械が多様である点に個別に対応するためにアームの長さやバケットの大きさなど組合わせ種類を280通りを用意し、顧客の要求に応じて完成品を組み立て、その設計データを工場に送ると4日後にはオリジナルな建機が出来上がってくる、という製造業で最も進んだ受注生産システムを構築している（日本経済新聞、2000

年9月27日より)。

(27) 坂本清「日本の生産システムの特質と動向」(宗像正幸・坂本清・貫隆夫編『現代生産システム論』ミネルヴァ書房、2000年所収、192頁参照)

(28) 風間信隆「ドイツ・モデルの特質と動向」(宗像正幸・坂本清・貫隆夫編『現代生産システム論』ミネルヴァ書房、2000年所収、91頁参照)。

なお、鈴木良始『日本の生産システムと企業社会』北海道大学図書刊行会、1998年（第6版）や横田澄司「日本企業の生産システムと高付加価値商品」（名古屋市立大学経済学部ワークショップ編『メイド・イン・ジャパンの21世紀像』ミネルヴァ書房、1998年所収）も日本企業が追求してきた製品の特質と日本企業の生産システムについて言及しており、参考となる。