

# 現代の生産様式の発展の傾向

唐 渡 興 宣

## 1. システムとしての生産様式の発展の歴史としての資本主義

### (1) 組織的生産としての資本主義的生産様式

資本主義的生産様式は協業という組織的生産から始まった。資本主義はどんなに市場経済が発展していても利潤を目的とした組織的生産が行われるところでしか開始されなかった。その協業という生産はマニファクチャ分業として開始された。マニファクチャ分業は二種類に分類される。

第一に異種マニファクチャと呼ばれるもので、その製作物は相互に独立した部分生産物の単なる機械的な組み合わせによって形成される。その典型的生産物には時計マニファクチャがある。相互にばらばらな部品は時計という完全な機械になるように職人の手で集合され、組み合わされる。

第二のものは有機的マニファクチャと呼ばれ、その製作物は連続的で段階的な諸過程を通過することによって形成される。その典型的製作物は縫針マニファクチャにおいて見ることができる。縫針は72から92種の部分的過程を通過することによって形成される。過程から過程、段階から段階へと製作物が進んでゆかなければならないが、このことに特殊な費用がかかるということは大工業の立場からすれば、マニファクチャの原則に内包する短所である。各段階に分離され、振り分けられた諸労働は相互に直接的に依存しており、それが、諸労働の連続性、一様性、規則正しさ、秩序、及び一様な労働の強度を生み出していく。

マニファクチャは基本的には以上の二種類からなるが、異種マニファクチャと有機的マニファクチャが結合したものは結合マニファクチャと呼ばれる。マニファクチャは基本的には以上の二種類に分類できる。有機的マニユにおける労働は加工といわれるもので、異種マニユの労働は組立といわれるものである。ただ、異種マニユにおける部品の生産は加工を前提としている。この部品の生産が有機マニユによって生産され、それが一箇所にお集中されているかぎりでは結合マニユとなる。

以上の加工と組立は製造業における基本的作業であり、今日も変わるところはない。マニファクチャの機械はマニファクチャにおける全体労働者であって、各段階に振り分けられた諸部分労働者が一齐に作動し、一つの全体機構として製作物を作り上げる。マニファクチャは人間を器官とする生産機構（システム）である。このシステムは客観的機構として

現代の生産様式の発展の傾向

発展していく。

## (2) 機械制大工業—連続的生产様式

機械は作業機、原動機、伝導機からなるシステムである。資本主義的生产様式は利潤（剰余価値）の生産を目的とするもので、連続的生产を要求する。この連続的生产にとって最大の障害は人間である。マニファクチャの機械は全体労働者であったが、このシステム的に編成されていた全体労働者にとって代わったのが機械である。全体労働者がシステムとしての機械に取って代わられることによって、労働者は客観的機構に包摂される。

機械、すなわち作業機が原料の加工に必要なすべての運動を人間の助力なしに行い、そしてはや人間の後援を要するに過ぎなくなるや否や、それは自動体系となる。この自動体系（システム）が資本として労働を従属させる。機械の構成部分の複雑さ、多様性、及び規則正しさが増すことによって、機械は自動体系となる。

マニファクチャにおける労働が半芸術的であった間は、生産はそうした労働者の増大に制約され、徐々にしか増加されえなかったが、機械制大工業はその生産を飛躍的に増大させた。生産が客観的機構として確立し、人間の主体的要素がそこに移譲されることによって大量生産が可能になる。それは市場の飛躍的拡大をもたらし、世界市場を創造していった。生産が主体的要素によって制約されているかぎりでは、そうした飛躍は生じない。客観的機構としてその生産システムが新しく組織されるたびに、生産と市場は飛躍的に拡張していく。資本主義的生产様式はそうした歴史を繰り返す。

「本来的な機械体系は種類を異にするが、相互に補足しあう諸作業機によって遂行される相異なる段階的諸過程の相関連する一系列を労働対象が通過する場合に初めて、個々の自立的な機械に取って代わる。」（『資本論』第一部第4篇13章）

本来的な機械体系は機械の分業に基づく協業において完成される。この段階において資本主義的生产様式は客観的機構として完成され、生産過程における労働者の主体的要素は完全に客観的機構としての機械体系に移譲される。

## (3) 独占資本の生産様式—生産の連続性+弾力性

本来的機械体系のもとでは、労働対象が諸作業機が分業に基づく協業を行っており、これらの諸作業機が形成する諸生産段階を労働対象が通過するときに生産様式は客観的機構・システムとして完成するというこのマルクスの指摘は驚くべき洞察であり、20世紀になって初めて展開されるフォード主義的大量生産体制を予測させる。フォード主義的大量生産における革新はプロセス（加工・組立）における機械の革新ではなく、ハンドリング（部品、半製品の流れ）の過程における自動化にあった。機械によって遂行される各生産段階・過程を半製品がベルトコンベアによって通過していく<sup>1)</sup>。この流れ作業は分業を細分化し、その労

働をより単純化していった。その単純化された労働には最適動作、最適時間が要求される科学的管理（テーラリズム）が適用された。この大量生産体制のもとで、資本主義は独占資本主義となった。生産はますます客観的機構となっていった。この生産体制は1960年代の世界的な高度成長の土台をなした。

生産が独占資本のもとで一層の客観的機構として確立するや、それは飛躍的な大量生産をもたらした、それは同時に飛躍的な市場拡大をもたらした。

機械制大工業における生産の連続性に独占資本は生産の弾力性を追加していった。

大量生産体制は部品の規格化、標準化、互換性を進め、それは製品の品質一定を進めていった。独占資本は市場を大改造し、市場を掌握し、統制可能なものに作り変えていった。それまでの市場における需要と供給は価格と生産量の変動によって調節されていた。市場は価格調節的市場と数量調節的市場が未分化であったが、それが明確に分化していった。

数量調節的市場では商品の品質一定、価格一定のもとで、需給の調節が生産量の変動によって行われる。需要が増大すれば生産量を増大させ、需要が減れば、生産量が減らす、というように、生産の弾力性が市場を調節する。そのために品質一定、価格一定が維持され、それは新たな市場拡大をもたらした。

他方で生産が自然条件によって左右され、連続的生産が不可能な生産物は価格調節的市場において販売される。こうした商品は需要と供給が集中するセリ人のいる組織された市場で取引され、需給の変動は価格によって調節される。大規模な市場では世界中の需要と供給が集中し、先物取引もおこなわれ、時空をこえた需給が集中する。その市場では価格変動が付き物であるが、いったん価格が決まれば、その商品は数量調節的市場の原理に従い、数量調節的市場に従属・包摂されることになる<sup>2)</sup>。

しかし、この生産体制は60年代の後半から70年代にかけてその「管理」に対する反発を生み出し、「労働の人間化」が世界的スローガンとなった。

#### (4) JUST IN TIME 生産様式—生産の連続性+弾力性+柔軟性

フォード主義的大量生産はその単調かつ単純な作業のために欠勤率と定着率の悪化に悩まされていた。そのためにフォードは新規採用を380%にしなければならなかったし、労働者をひきつけるために、日給を平均の2.5倍にしなければならなかった。その後、この労働はHR、福利厚生の実施、労働衛生の改善、労働のモラル・志気を探求する産業心理学、労働社会学、経営学が新しい学問領域として発展させてきた。1960年代の後半から1970年代の前半にかけて、「労働の人間化」のスローガンのもとに、世界的な「管理」への反対が労働運動のみならず、学生運動（大学紛争）においても現れた。こうした状況の中で、新しい生産システムが、イタリア、スウェーデン、日本で始まった。そうした試みにおいて最も成功したのが、典型的にはトヨタのJust In Time生産システムで、それは1985年頃には日本の支配的

## 現代の生産様式の発展の傾向

生産システムとなっていた。フォーディズムによる大量生産体制は計画的過剰生産能力と在庫の保有によって市場を掌握するものであったが、グローバリゼーションとスタグフレーションのもとでの激しい競争（大競争）はそれらが無駄、過剰なものにしていった。その生産システムは多品種少量生産、高品質、低価格の実現を目指した。多品種少量生産、高品質は低価格と矛盾するもので、低価格を実現するために、無駄を徹底的に排除することが追求された。そのために看板方式による無在庫生産が追求された。部品や中間製品が決められた時間に、決められた量が看板に支持されたとおりに、各部署に搬送されるというのがそれである。細分化された分業のもとでの単能工の単純労働がチーム生産におきかわり、労働者は多能工化していった。従来の生産ラインは細分化された分業であったが、それぞれの生産段階は少しずつ生産時間が異なっていた。その時間的相違を調節し、それぞれの生産が平準化するの部品や中間製品の在庫であった。その在庫を無くしたので、各生産段階における時間的相違をチーム生産によって克服するというものであった。人手が足りないところへは、他の部署のものが協力するというのがそれで、チーム全体でひとつの生産ラインにおける生産を全体で行うために、生産ラインはU字型に折り曲げられ、チーム生産が展開していった。

この生産システムは1980年代抜群の効果を挙げ、日本は物づくり大国としてそのプレゼンスを高めた。沈黙していたかに見えたアメリカはデジタル技術とIT技術を発展させ、その巻き返しを図っていた。日本が勝利していたかに見えていたのは、ごく一部分にすぎなかったことが徐々に明らかとなり、気がついたときには、日本の物づくりは大苦戦を強いられることになっていた。

## 2. 「擦り合わせ型」(統合・インテグラル)型生産システムとモジュラー型生産システムの対立

1990年代後半から、NIEs諸国、中国において世界中から安価な部品を調達し、それらをパッケージ化して組み立てるだけで安価な量産品が生産されるようになり、日本の特に電気機器メーカーがその市場のシェアを喪失していった。21世紀になってこの傾向は強まり、高機能、高品質の日本製品は日本だけで通用するものとなり、日本という特殊な場だけに適応できるように進化を遂げた日本の物づくりは「ガラパゴス化」と揶揄されるようになった。

### (1) 【擦り合わせ型】生産システム

モジュラー型に対立する生産システムは擦り合わせ型と呼ばれ、それが統合（インテグラル）型と同義に語られ、日本の生産システムは後者に属するものとして言われてきた。擦り合わせというのは生産の前段階の工程が次工程のために提案したり、相談したりして次工程の生産物との噛み合わせをよくするために作りこんでいくことで、その生産は次工程との協

業を取り込んだ分業ということになる。それは製品の始めから終わりまでその企業で一貫生産を行う垂直統合型の日本企業に見られる特徴である。

この擦り合わせは企業内だけでなく、下請け・系列企業との間で行われており、多くの場合にはこの企業間分業における擦り合わせを指している。ただし日本の下請け・系列企業は長期的取引を通じて結びついており、垂直統合に匹敵する準内部部門ともいえるものである。垂直統合型の企業は日本だけでなく、世界中に存在しているが、それらの企業は必ずしも擦り合わせ分業を行っているわけではなく、各生産工程が自立した分業を行っており、それが欧米では普通で、擦り合わせ型が即統合型というのは正しくない。これは日本の場合を一般化した表現である。この「擦り合わせ」における日本の下請け企業（その殆どが中小企業である）の擦り合わせという関係技術は世界に冠たるものであることは事実である。日本の物づくりはこの中小企業の擦り合わせ技術によって支えられているとあって差し支えない。

この擦り合わせ技術は殆ど半芸術的で、日本の多くの大企業が苦戦している中で、日本の中小企業が生産している部品、中間財には世界中からの需要がきており、それがかろうじて日本の物づくり大国を支えている。日本では作られていないものはないといわれるほどに、あらゆる生産領域をカバーしているが、このような国は日本しかない。その日本の中小企業の擦り合わせ技術について中沢孝夫氏がそのルポにおいてある中小企業の技術を紹介している。

「……今作っている自動車のミッションの部品の場合は、格差が20ミクロンくらいなところが勝負で、しかもプレスを打った後に本当の精度が問われますが、金型を作ったりするときに機械に取り付ける治具・工具をつくるかが大事になってきます。治具・工具はすべてその場その場のものなので設計図はありません。どういう刃物をどのような角度で取り付ければよいかなどを考えるのです」<sup>3)</sup>

中沢氏はこの話に以下のようなコメントをしている。

この技術者たちは図面なしに三次元をイメージすることができ、頭の中で完成図を想像し、機械を動かせる。このように最初から三次元を想像し、物づくりできる人は一つの工場で10年に一人といった確立で出現できればよいと、工場の社長は述べている。このようにして生産される部品、中間財は他国の追隨を許さないものであろう。

日本のJIT生産システム・柔軟生産システムにおいて労働者はチーム生産を可能にする多能工として作業を行っている。それが可能であるのは、基本的には労働が単純化されているからである。擦り合わせが行われているのは他部門との協業によって部品または製品開発を行っているところにおいてである。このような擦り合わせ技術は他部門との共同的关系において発揮される技術であるから、「関係的技術」といってよいであろう。

上記の半芸術的労働を行っている労働者は機械に従属するというよりも、機械を道具のように使いこなし、その主体性を発揮している。それはマニファクチャにおける熟練の技は

## 現代の生産様式の発展の傾向

道具を使いこなす技として、道具と一体化していたのに類似している。擦り合わせにおける労働者の熟練の技は機械を使いこなす技としてその主体性が発揮されている。擦り合わせ型生産の場面での主体的契機の介在は、客観的機構としての資本の生産システムとして労働者を包摂する点では弱点である。他方で、10年に一人出るか出ないかという匠の技が日本の擦り合わせ技術を支えている。こうした技術・技能の形成が日本に独自であるのは、日本の終身雇用と年功序列制という長期雇用慣行にあるということは容易に推察できる。その慣行が労働者を資本のもとへの包摂を可能にしている。

### (2) 日本の擦り合わせ型生産技術の停滞が日本の競争力の低下の原因か

擦り合わせという関係的技術が日本の競争力の中核をなしてきたが、それが東アジア諸国に拡散し、日本がその競争力の維持を困難にし、日本の凋落となっているという説を港徹雄氏が以下の如く説明されている<sup>4)</sup>。

1. 日本の生産技術の多くは暗黙知の部分が大きく、国際的移転が困難であったが、それらがデジタル技術の発展によって形式知化され、移転しやすくなった。
2. 先端的な機器をもってしても代替されない技術は日本の熟練労働者を雇用することによって移転が進められている。定年や日本の大手電気メーカーの不振に伴うリストラによって解雇された熟練労働者が中国、台湾、韓国、更にはタイで再雇用されるようになった。
3. 海外企業との合弁事業や技術提携が進み、こうした提携を通じて現地への日本企業から技術者や技能労働者が派遣され、技術移転が進んでいる。
4. 日本の完成品メーカーの成長鈍化に伴い、従来の下請・系列との関係の解体の動きが強まり、それらの企業が海外への販売を拡大し始め、それに伴う技術移転が韓国、台湾企業の技術開発を進展させた。

以上が日本が急速にキャッチアップされた事情とされている。以上のことは事実であろうが、日本がその技術の粋を投入し、開発し、特許によって守られた製品が当初は100%の世界のシェアを誇っていたにもかかわらず、国際標準化されるや否や、新興国の企業が参入し、日本が一挙にそのシェアを数%近くまで落としていくという事例が最近の特徴である。技術では勝利するが、事業で撤退を余儀なくされるという事情の説明には上記の理由は説得力に欠けるように思われる。

港氏はデジタル技術の発展が新興国の技術を急速に高め、日本の擦り合わせ技術を相対的に衰退させた技術の代表例として、三次元(3D)CADを挙げている。これは前項で述べた三次元をイメージして加工する擦り合わせ技術を不要にし、新興国も日本の擦り合わせ技術に急速に接近したとされている。3D・CADに代表されるデジタル技術の発展によって、設計段階において、試作品がサイバー上で作られ、実際のテストもサイバー上でのシミュレ

ーションによって不具合をなくすことが可能となり、製品開発に要する時間を大幅に短縮することを可能ただけでなく、親企業と下請企業との分業関係が不安定となり、日本の競争力基盤を弱体化させているというのが、港氏の主張である。港氏は90年代後半における3D・CADに代表される技術を3D/ICT技術として総括し、第三の産業分水嶺の時代でもあるとしている。新しい技術体系のもとで、日本の企業間分業という競争力基盤が弱体化し、他方で、デジタル技術の発展が新興国の急速なキャッチアップを招き、日本の凋落を招いたとされている。

以上の主張には多少の無理があるように思える。この見解は港氏の言う3D/ICTという時代を画する技術の発展が新興国の企業に及び、日本の競争力が相対的に低下したことに日本の凋落を求めるものである。新興国、特に台湾、韓国、中国の発展には目覚しいものがあるが、その発展が新興国の企業を技術的にキャッチアップさせ、日本を追い落としていったというよりも、「技術で勝ちながら事業では負け続ける」日本の企業の「事業」展開のあり方が問題であったことが問題なのである。世界市場で製品が大量普及し始めると、市場シェアを急速に落としていった実例として、最近、とくに指摘されているのが、液晶パネル、DVDプレーヤー、カーナビ、DRAMメモリや太陽光発電パネルで、それらは当初、圧倒的なシェアを誇っていた。アメリカに登録されていた液晶関連の知的財産権（2万5057件、2005年）のうち日本企業は87.5%を占め、韓国は11.1%、台湾は1.4%でしかなかった。特許だけでは市場での優位性を維持できないのである。したがって特許のような知財権を超えた事業の仕方があることを以上のことは示唆している。新興国の企業の技術発展は確かに目覚しいものがあり、キャッチアップの期間が短縮していることは確かであるが、3D/ICTの技術発展の成果は新興国だけでなく、日本も享受しているはずである。3D/CADのような技術は日本の擦り合わせ技術に不利に作用してきたのであろうか。

3D/CADは擦り合わせ型の生産を行っているところで初めてその効力を発揮する。したがって日本の擦り合わせ技術は強化され、企業間分業を弱体化させるというよりはむしろ強化し、10年に一人という職人の登場を待たなくても困難な作業の実現を可能にしている。欧米でも3D/CADは利用されているが、設計と製造との間が相互に自立した分業で行われてきたために、それが擦り合わせのために利用されない。本来、このCADはアメリカの自動車生産におけるような相互に自立的な分業を前提に開発されたもので、日本のように協業を組み入れた分業を前提にしていない。詳細な設計図面を描くオペレーターが完璧に自己の仕事に責任を持ってこなし、他の部署の者との協力は最初から考慮されていない。それは日本のような擦り合わせで自動車を生産しているところでは、この3D/CADは使いにくいわけであるが、それでもそれを使って開発期間を20ヶ月以下に短縮し、欧米企業よりも10ヶ月短くしている<sup>5)</sup>。

日本がこの間自虐的に問題にしてきたのは、日本製造業の「ガラパゴス化」ということで

## 現代の生産様式の発展の傾向

あった。日本の製造業は世界標準の流れに背を向けて、世界一厳しい目をもった日本の顧客にのみ特殊に適合した製品開発を行い、特殊な進化を遂げてきたというのがそれである。確かに、当初は世界市場で100%近いシェアを持ちながら、それが大量普及し始めると一挙にシェアを落とし、日本市場でのみかろうじて維持するところまでにシェアが下がり、それは数%となる。

日本のガラパゴス化といわれる現象はどこに原因があるのであろうか。

これについては日米自動車生産における比較から、日本の過剰設計に陥った経緯について塩見治人氏が調査されている<sup>6)</sup>。アメリカは自動車生産における生産性の遅れを「リーン生産方式」によって1980年代の後半において取り戻した(逆キャッチアップ)としている。アメリカの「逆キャッチアップ」にもかかわらず、1980年代の後半におけるバブル期において、日本の自動車メーカーは「過剰設計」を競い合い、日本のリーン生産がファットな製品を作りあげることになる。製品のバラエティ過剰、モデル・チェンジの頻度過剰、共通部品過剰、過剰装備、過剰品質が定着することになる。この傾向は90年代のグローバルな競争の中で部品の標準化、オープン化の流れに逆行することになる。

1990年代半ばにおける円高でアメリカの自動車生産はコスト面で追いつき、日本の競争優位は大きく後退していた。こうした中でトヨタは新車開発、部品生産において擦り合わせによる共同開発体制を強化し、開発生産性を高めていった。いわゆるガラパゴス化からの脱出を擦り合わせ、インテグラル型生産システムを強化することによって乗り切ろうとした。同時に、1995年における「情報システム高度化プロジェクト」を立ち上げ、「総合CAD」を開発・設計からサプライヤー群までに導入し、一貫情報システムの基盤を構築した。1998年には3次元CAD/CAMの導入によって、ヴァーチャル・シミュレーションによって画面上で擦り合わせによる開発体制を整えた。それによって開発施策を3回から1回に、開発期間を5ヶ月短縮し、開発プロジェクト件数を38件から54件に増やしている。

擦り合わせ型の典型である自動車においては3D/ICT技術の出現が日本を相対的に後退させたというのは妥当しないばかりか、むしろこの分野ではこの技術を利用して「ガラパゴス化」からの脱出の機序を与えていることが理解できる。したがって問題なのは標準化され、オープンな市場環境で安価に調達可能なモジュールの組み立てが可能な領域において日本の「技術で勝ちながら事業で負け続ける」という事態が生じているのである。

## (2) モジュラー型生産システムの核心

日本企業が技術開発、製品開発、市場展開と国際標準化をしたにもかかわらず、普及の兆しが出て3~4年後には韓国、台湾、中国などのキャッチアップ型企業群に市場を奪われていくことが近年の特徴となりつつある。特にそれはデジタル技術を内蔵した電気機器において特徴的である。しかし高度な擦り合わせ技術を必要とするプロセス(加工)型商品におい

ては日本の企業は健闘しており、その分野では新興国の企業の参入の余地はない。

日本が後退する製品群に共通して存在しているのはマイクロ・コントロール・ユニット(MCU)とファームウェア(組み込みソフト)の作用による製品の変化であった。1990年代、半導体の技術革新が急速に進み、エレクトロニクス産業は大きく変化してきた。デジタル家電の製造において設計工数の60%以上がソフトの開発に費やされるようになってきている。自動車のエンジンにおいても30から40%はソフトに費やされるようになってきている。MCUと組み込みソフトが電気機器の深層に組み込まれるようになると、その作用が製品の設計・製造をモジュラー型に転換させ、そこから新興国の企業が大挙して参入し、価格の暴落が生じる。

以上の過程は日本が世界市場を席捲していたときのアメリカで1970年代から特に80年代において生じた。そこでは完成品を相互に独立した複数のモジュール(主要なユニット)に分解し、それらを標準化していった。エレクトロニクス製品はそうしたことが可能でもある。標準化されることによってそうしたモジュールの製造技術はオープンとなり、モジュール相互のインターフェースをオープンな環境で結合できるようになった。そうしたモジュール生産に新興の企業が大挙、参入するようになり、オープンな部品生産の水平分業がグローバル市場に出来上がり、安価な部品が入手しやすくなった。それはその多くを内製化していた垂直統合の企業の牙城を脅かすようになっていった。モジュールが入手しやすくなり、それらのモジュールの結合基準も標準化されるようになり、完成品生産における技術がなくても完成品が容易に生産されるようになった。多くのモジュールが標準化され、共通に利用される部分が70%と近くにまでなると、そこに5%ぐらいの誰でもが生産できない新機種タイプのモジュールを開発し、他の企業との差別化を図ったり、ある特定分野のモジュールの生産に特化したりして、そこに付加価値を集中させて大量普及を図るという企業が現われるようになった。そうしたモジュールをブラックボックス化し、あとのモジュールはオープンな市場で調達すれば、後は簡単に組み立てられるようになる。そうしたブラックボックス化されたモジュールを購入すれば、新興国の企業も参入可能となる。そこからその製品の価格の下落と製品の大量普及が始まるようになる。そうした製品の生産にはOEM(Original Equipment Manufacturer)、ODM(Original design Manufacturer)、EMS(Electronic Manufacturing Service)という委託生産企業が担うようになる。

技術の粋を集めて作られた日本の製品もモジュールに分解され、中途半端に守られていたブラックボックス化された領域も解体されて、標準化され、その生産が大量普及されるようになる。特に委託生産の展開によって一挙に日本製品がシェアを落とすことになる。

## (2) モジュラー型生産システムのもとでの事業展開

MCUの機能・性能は飛躍的に高まり、それに伴ってソフトも巨大なものになった。MCU

## 現代の生産様式の発展の傾向

はマイコンとしての演算と制御を行う MPU にメモリ機能や入出力回路及び周辺制御回路などを組み合わせて一つのチップに集積したものである。この MCU とその配下にある組み込みソフトを集中カプセルしたチップセットを入手すれば、基幹部品の単純組み合わせだけで製品機能が復元される。MCU と組み込みソフトの介在によって、それぞれの部品の連携が可能となり、その連携の過程がソフトに蓄積されようになる。たとえ誤操作をおこなったとしても、組み込みソフトが修復し全体の機能を維持していく。以上のチップセットは人工知能として製品の頭脳の役割を果たす。デジタル製品においては、それぞれのモジュールの機能を独立に発展させることができ、それらの独自に発展していく機能が生み出す過程が蓄積される。モジュール間の機能の調整・擦り合わせがチップセットを介して行われるようになる。それまでは生産の場で擦り合わせによる部品生産が行われていたのが、製品の内部で部品間の機能の調整が行われるようになった<sup>7)</sup>。

以上のチップセットが出てくるや新興国の企業が大量参入し、それらの企業はそれぞれ独自に発展している部品をオープンな市場で入手して組み立てる。はじめから垂直統合的企業ですべてを生産する企業は価格競争によって急速にそのシェアを失っていく。以上の過程は日本において初めて生じたことではなく、既にアメリカにおいて生じていた。

モジュラー型生産システムの展開の典型はパソコンにおいて始まったことを宇田理が追跡している<sup>8)</sup>。1980 年代初頭、PC がビジネスにおいても使えることをアップルがアップル II という製品において示して見せた。そこから PC 市場の潜在的成長性が明らかとなり、IBM は PC 開発に乗り出した。IBM は先行していたアップルを追い落とし、自社の製品を業界標準機にするために開発期間を一年以内に定め、それをクリアするためにハードウェアの設計仕様を公開（オープン）し、PC を構成する基幹部品を外注した。すなわち IBM は PC の全体を制御する OS をマイクロソフトに、演算処理の中核をなす MPU をインテルに外注し、IBM-PC は 81 年に発売されたが、ハードウェアの仕様のオープンにしたことで、その発売と同時に周辺機器メーカーやアプリケーション・ソフトメーカーが大量参入し、IBM-PC の利用環境が潤沢となり、発売後の 2 年のうちにアップルを追い抜いていった。

オープン化は以上のように一挙にアップルの市場を奪っていった。しかし IBM のオープン化は他のメーカーにも事業機会を提供した。コンパックを先頭に多くの IBM 互換機メーカーが参入してきた。IBM はインテルの MPU を採用し、PC を高性能化していったが、コンパックは本家を上回る高性能化で対応していき、PC 市場は IBM とその互換機メーカーによって支配されるようになる。そこでの競争は IBM と互換機メーカーとの業界標準機を巡るものとなっていった。しかしオープン環境のもとではその競争は製品差別化から価格競争となっていった。かくして PC 市場は最も収益を上げにくいものとなっていった。

PC 市場での価格競争は新興国の企業がオープン環境のもとで参入してくるようになると激烈を極め、生き残れる企業は独特なビジネスモデルを追及しないかぎり皆無となった。例

えばデルは原則的に店舗を持たず、ダイレクトメールによる直販ビジネスを展開した。グローバル市場で調達した標準化された部品を組み立て、カスタマイズした PC を直販していった。その際、エンドユーザーを政府部門と法人部門に絞り込み、大衆市場をターゲットにしないという「選択と集中」をおこなった。政府、法人部門に絞り込むというのは、PC 経験者をターゲットにするということであり、当該部門は IT 部門を持っており、補修には簡単に対応できるという特色をもっている。一般的な利用者にして顧客サービスが少なく済む。こうした顧客サービスのコストを節約できるだけでなく、絶えず低下していく部品価格を販売価格に反映させていった。量販店を介して大衆市場において販売するメーカーは高コストの顧客を相手にしなければならず、PC の価格低下に伴って販売量が増え、コストが増大していくという悪循環に陥っていった。

こうした PC 市場において収益を上げてきたのは、OS と MCU を販売してきたマイクロソフトとインテル（両社をウインテルという）であった。MCU は PC にとっては不可欠の基幹部品であって、インテルにとっては PC が売れば売れるほど儲かる仕組みが作り挙げられていた。この仕組みについては後に考察するはずであるが、MCU について少しだけ述べておこう。デジタル技術について私は全くの素人であるから、この点は専門家の意見を拝聴するしかない。

2008 年の秋から始まったアメリカ発の金融危機は自動車、電機業界の 2009 年の業績を悪化させていた。インテルも大幅な業績悪化をさせていたが、09 年第一四半期の営業利益率は 10% を維持していた。もともとインテルは DRAM を発明した半導体の最大手であったが、1980 年代半ばの日本企業の攻勢によって DRAM 事業から撤退し、プロセッサ事業に移行した企業である。インテルは、PC 市場で 80% 以上のシェアを確保し、その寡占的な市場支配を理由に EU から 1500 億円の制裁金を課せられるというほどに圧倒的な強さを示してきた。インテルはプロセッサに関する最先端の設計技術と製造技術を開発し、内製している。その MCU と組み込みソフトは不可分の関係にある。

「インテルが優れているのはハードウェア技術だけではありません。ソフトウェアについても相当力を注いでいます。小さなチップの中に 10 億個ものトランジスタを搭載する大規模な設計にとってはソフトウェア技術は不可欠です。また設計したプロセッサにバグがないかどうかの検証もしなければなりません。トランジスタの数が膨大なためにその検証も容易ではありません。世の中にはない大規模な半導体の設計をするためにはその道具も自ら作る必要があります。世の中にあるような道具（CAD と呼ばれます）を使用していたのでは、最先端のプロセッサを設計することはできないのです」<sup>9)</sup>

こうして開発されたプロセッサにはソフトウェアが不可欠である。この不可欠性とは、競合他社からより性能のよいプロセッサが発売されても、それをインテルのプロセッサと取り替えることができないということにある。それまでに蓄積されてきたソフトウェアを

## 現代の生産様式の発展の傾向

無視することができないために、結局はインテルのプロセッサを使用するしかない。新しいプロセッサに取り換えたならば、それまでに作成されたファイルを開けることができず、それを作動するにはソフトウェアをすべて取り替えなければならないということになる。ここではソフトウェアがハードウェアを積極的に守る役割を果たしている。

インテルのMCUと一体となった組み込みソフトを集中カプセルしたチップセットに他の標準化されたコンポーネントをインターフェースの基準さえ守れば、誰でもPCを組み立てられるようになる。このモジュール型生産は主体的要素を徹底的に排除した客観的機構としての生産システムとなる。こうしてモジュラー型生産が爆発的に新興国の企業に普及していくことになる。しかしモジュラー型の生産の前提には「擦り合わせ型」の生産が介在している。既に述べたようにプロセッサの開発には既存のCADのような道具、機器では役にたたず、新しい道具、機器を作り出さなければならない。それは開発担当者の主体的努力と試行錯誤の過程であろう。最先端のものであればあるほど、そうした主体的な関わりが必要となる。

以上のインテルの技術に関して木村秀紀氏は日本の技術について厳しい評価を下している。インテルの技術は日本の技術とは隔絶したものになりつつある。インテルの最新の中央演算処理装置（CPU：Central Processing Unit）ペンティアムDはクレジットカードの半分ほどの面積であるが、そこに約4億個のトランジスタが詰め込まれ、それらが電子回路で結合されている。その複雑な回路の上を数百万行のソフトウェアが走っている。木村氏はその設計と製造技術は日本の「匠の技」を遥かに超えた高度なものであるとしている。

「日本がCPUの設計について行けなくなり始めたのは、1980年代後半である。CPUから手を引き、日本が力を注いだのは、メモリである。メモリについてはアメリカのシェアを奪い、一時は世界で80%獲得した。メモリは微細加工技術が勝負所である。いかに細かい回路を作れるかが技術の優劣を分ける。微細加工も知と技の粋を極めた技術であるが、チップに巨大な回路網を埋め込む設計技術とは隔絶したレベルの差がある。……あえて言えば、小学校の教科と大学の教科ぐらいの差がある」<sup>10)</sup>

他の追随を許さない技術の粋をブラックボックス化し、他はオープン化していく事業展開の方向が示唆される。すべてをオープンにして生き残れる企業は存在しない。

### (3) 市場支配のメカニズム—インテルの事例—

モジュラー型生産システムは標準化され、オープンな市場で調達される部品のユニットを組み合わせたという形式をとっているが、その心臓部にMCUと組み込みソフトが内蔵されており、それがモジュール間の機能を調節しているのである。PCの販売はその心臓部であり、インテルがその付加価値を集中カプセルしたチップセットの販売に貢献することに帰着する。こうしたビジネスの仕方を作りだしたのがインテルである。このインテルの事業の仕

方を以下で紹介しておこう。そこには日本が今後その技術の粋を集めて作り出した技術を事業家していく方向が示唆されている<sup>11)</sup>。

#### 【第一段階】

インテルは自社の技術革新を集中させた MPU と組み込みソフトを集中カプセルし、それをブラックボックス化されたチップセットとして販売した。そのチップセットを入手すればパソコンは容易に組み立てられるようになった。それまでは技術独占によって圧倒的に市場を支配していた垂直統合型の IBM はガリバーのような巨人として市場を支配していた。1980年代の標準化と部品のオープン化が進むなかで、コンパックなどのベンチャー企業群によって IBM はその市場を失いはじめた。

高付加価値を集中カプセルしたインテルのチップセットを搭載した PC は IBM の牙城を崩壊させていった。

#### 【第二段階】

インテルはそのチップセットとインテルの技術の詰まった別のユニットを搭載したプラットフォームを製造・販売した。このプラットフォームを土台にすることによって他のモジュールが一層容易に結合しやすくなり、PCの生産に多く企業が参入しやすくなり、コンパックはその市場を拡大していった。このプラットフォームによってインテルの MPU の販売が拡大していった。ある領域をブラックボックス化して製品を販売する手法は日本も行ってきた手法であるが、そのブラックボックス領域をいつまでも維持できるものではない。このプラットフォームはそのブラックボックス領域を維持するばかりかむしろ積極的に守る役割をはたしていることが解かる。

#### 【第三段階】

インテルはプラットフォーム備えたマザーボードの製造ノウハウを台湾企業に提供した。

PCはそのマザーボードの上で組み立てられるもので、PC製造に不可欠のものである。マザーボードそれ自体は簡単に製造できるものであるが、そのマザーボードにその深部にMCUを封じ込めたプラットフォームが搭載され、そのマザーボードがPCの製造レシピ付で中国などに販売されていった。台湾の企業によるマザーボードの輸出は拡大し、PC生産は一挙に拡大すると同時にPCの価格は急速に下落していったが、インテルのMCUの価格だけは維持され、インテルのMCUの粗利益は50~60%の水準を維持していた。

PC価格の暴落は他のPCの存続を危うくした。コンパックはその市場を喪失し、パッカー社に吸収され、IBMは製造部門からすべて撤退し、ソフトウェア分野に転進した。以上の戦略は単にブラックボックス領域を守るだけではない。それはまたブラックボックス領域の市場シェアを拡大するというだけでもない。それは競争相手を再起不能になるまで追い落とし、市場を独占していくというものであった。

#### (4) 競争の形態変化

以上が単なる部品メーカーにすぎなかったインテルが主役となって市場を支配した過程であり、インテルよりも技術力、資本力がはるかに上回る IBM を敗北させた過程である。今まで付加価値は完成品に詰まっているものと考えられてきたが、完成品には付加価値は殆ど無く、部品の中に詰まっているのである。この部品を売るために完成品を販売させる。誰でもが作れるようになれば、製品価格は価格競争によって下落し、利潤率は低下するが、完成品は爆発的に売れていく。こうした構造の中で垂直統合型の企業は殆ど生き残れない。インテルは PC のマザーボードを台湾企業に作らせ、それを中国をはじめとする新興国に輸出した。こうして PC が容易に作られるようになると、そこに大量の企業が新規に参入してくる。新規に参入してくる企業は標準化された部品をオープンな環境で組み立てがおこなわれるモジュラー型生産が展開する。こうした環境のもとでは、新規に参入してくる企業には製品差別化は不可能であり、それは必然的に価格競争となり、収益は殆ど得られないものとなる。こうした環境で PC が売れば、付加価値を集中カプセルしたインテルのチップセットが売れていく。インテルはこうして MCU を 10 億個も販売していった。

以上のような競争環境のもとで、従来は特許によって知的財産権が守られていた。エレクトロニクス製品には数千の特許が詰まっている。DVD だけでも 2000 以上の特許が詰まっており、日本はその内 200 の必須特許を持っている。こうした特許を各社が主張すればその製品の価格は極めて高くなる。パテント・プールという条件のもとで、パテントの全体が製品価格の 10% の水準に置かれるようになる。日本のパテント料は製品価格のせいぜい 3~5% 程度しか得られなくなる。新しい技術を開発しても、それによって得られるパテント料は製品価格の 1% 程度でしかなくなってきた。新興国はパテント料を 10% 支払っても、それを別のところでカバーするようになる。途上国はそれを製造原価の引き下げによって補おうとするから、殆ど利益はえられない<sup>12)</sup>。

以上のような知的財産権を巡る環境のなかでは特許権を主張するだけではブラックボックス領域は守られない。インテルが展開するような新しい市場戦略が必要となっている。

#### 4. 今日の生産様式の発展の傾向

擦り合わせ型とモジュラー型という生産システムは対立的側面があると同時に相互補足的側面がある。既にみえてきたようにインテルは MCU と組み込みソフトという付加価値領域を集中カプセルしたチップセットを独占的に大量販売できる体制を作り上げてきた。このブラックボックス領域以外はモジュラー型の生産システムである。このモジュラー型生産は新興国における生産拡大を促し、それは大量の雇用を生み出し、労働力の商品化を促進し、それは新たに市場を拡大していった。モジュラー型生産システムはグローバル化する経済に適合

的なものであり、その発展は必然的なものであった。それは簡単な訓練さえなされれば誰にでも遂行可能な生産であり、人間の「助力」なしに自動的に作動する生産システムのもとで人間は機械の「後援」のみを行うものとして、生産システムは徹底的に客観的機構とされ、人間の主体的要素は徹底的に排除されている。客観的機構としての生産システムは資本の生産の必然的方向である。1万数千の部品を必要とする自動車の生産は擦り合わせ型の典型であるが、これらの部品が直接組み立てられているわけではなく、いくつかのユニットにまとめられて組み立てられる。ユニットの数が少ないほうが生産はより容易となる。このユニットはフォードで24、フィアットとでは40、トヨタでは240といわれている。ユニットの中身はともかくユニット同士はその形式知化された結合基準さえ守られれば誰にも組立可能となる。合理化過程とはそのままでは理解不可能な状況を理解可能にする努力であると定義するならば、以上の過程は複雑な過程が簡略化される合理化過程である。モジュラー型生産システムはその方向を担っている。

しかし、ユニットの中身は擦り合わせ領域を多く残したものである。既に述べたようにインテルのMCUはCADのようなハイテク機器でも間に合わず、独自の道具でもって作り出さなければならず、その領域では人間の主体的関わりが大きく作用する。演算処理というという機器に仕事をさせるには暗黙知では不可能である。このMCUと不可分な関係にあるソフトウェアにも同じことが言える。

ソフトウェアは人間の能力に依存する人間的な技術である。他方で、それは機械に仕事をさせるわけであるから、機械（計算機）が理解できる普遍的なものでなければならない。この普遍性という点を除けば、ソフトウェアの生産は労働集約的である。ソフトウェアの設計と製造は不可分の関係にあり、たとえアウトソーシングが行われる場合でも、擦り合わせが要求される。通常的大量生産工場では両者は分離されるが、ソフトウェアの開発は製造活動というよりも製品設計であり、設計こそが製品である。ソフトウェアの設計において、それを注文する側は最初から自分たちの望むものを正確に定義できているわけではなく、開発チームが多くの試行錯誤を繰り返さないと正確な設計や新しい機能を見出せない場合が多い。開発プロジェクトはソフトウェアが正確に機能するには常に設計、コーディング、テストを繰り返す必要がある。設計者が必要な機能を正確に把握した仕様を書き、プログラマーがそうして書かれた仕様を読み、アプリケーションを構築し、設計チームと共同作業を行う場合にソフトウェアは有効に機能する。

モジュラー型生産による製品のブラックボックス化された領域は擦り合わせによって生産されており、その部分だけは統合化された生産となっている。家電製品や電子機器の生産がどのように簡略化されたモジュール型生産システムになろうと、通常マイコンと呼ばれるMCUと組み込みソフトを基幹要素している限り、擦り合わせ・局所統合型の生産システムを前提にしなければならない。モジュラー型生産が進めば進むほど、モジュール相互間の機

## 現代の生産様式の発展の傾向

能を調整するソフトの役割が大きくなる。それだけ擦り合わせ的な労働集約的作業の比重が増大してくる。この傾向はあらゆる部門に浸透している。

トヨタのハイブリッド車プリウスはドライバーがガソリンか電気かを選択しつつエンジンを機動させているのではなく、いずれを利用するかをマイコンと組み込みソフトのセットがその都度の状況に応じて使い分け、全体としてエネルギーの効率の最適化を実現しており、その都度における車の走行の状況が記憶される。そこには100個以上のマイコンと数百万行の組み込みソフトがその機能を担っており、その部分の知能化が発展してきている。ハイブリッド車の高級機種には1千万行を超えるものがある。これは一人の人間が書いていれば1千年以上はかかる膨大な作業である。そのような膨大な作業でありながら、たった一行のバグだけで機能不全が惹き起こされるように、それは過酷な作業である。このように製品の死命を決するソフトウェアをどのように組み込んで行くのかが決定的に重要となっている。この方向は車のロボット化である。マイコンと組み込みソフトによって制御される製品はあらゆる電気機器に多く見出されるようになってきている。全自動洗濯機、炊飯器、クーラーはロボットそのものである。それはロボットの産業化ではなく、「産業のロボット化」<sup>13)</sup>である。それはソフトウェアがもの作りの中心に移行していく中で、製品のうちにシステムが統合化されるシステム・インテグレーションの時代となったことを意味している。モジュラー型生産は擦り合わせ型生産を前提にしつつ発展し、システムインテグレーションを製品に反映させる構想の場は擦り合わせ側にある。

## 注

- 1) フォーディズムを特徴づける技術については、森たかし『第一次大戦—1920年代のアメリカ資本主義』（講座帝国主義の研究・3アメリカ資本主義）所収、青木書店1972年）150ページ。
- 2) 独占資本主義の市場については唐渡「資本主義の新しい段階」（『政経研究』第86号2006年5月）参照。
- 3) 中沢孝夫『中小企業新時代』岩波新書、1998年、199-200ページ。
- 4) 港徹雄『日本のものづくり 競争力基盤の変遷』日本経済出版社2011年、9-10ページ。
- 5) 藤本隆宏『ものづくり経営学』第1部第4章「ITと組織能力の愛称」光文社新書、2007年参照。
- 6) 塩見治人、橘川武郎編『日米企業のグローバル競争戦略』名古屋大学出版、2008年、118ページ
- 7) MCUの機能については、藤本前掲書第2部第5章「光ディスク産業」から学んでいる。
- 8) アメリカにおけるIBMとその互換機メーカーとの攻防に浮いては塩見・橘川前掲書、第3章参照
- 9) 宮永博史『理系の企画力！』禅伝社、2009年、176ページ
- 10) 木村英紀『ものつくり敗戦』日経プレミアムシリーズ36、2009年、209ページ
- 11) 小川紘一『国際標準化と事業戦略』第5章「パソコン産業に見るアメリカ企業のビジネスモデル」白桃書房、2009年。参照。

- 12) パテントの役割が小さくなってきていることについては、前傾所小川第12章「知財マネジメントの役割変遷」参照。
- 13) 「産業のロボット化」については以下に学んでいる。岸宣仁『ロボットが日本を救う』文春新書、2011年、133ページ。