

名城大学

# 経済・経営学会会報

No.102・103

『名城論叢』

第二十六卷

第二・三合併号 付録

二〇二五年十二月二五日

名城大学 経済・経営学会 発行

CAP 産業分析と日本の製造業

……藤本 隆宏 1

「勤勉革命」論の射影

……赤木 誠 16

《経済・経営学会および経営学部二五周年記念講演会

(二〇二五年一〇月一六日)》

## CAP 産業分析と日本の製造業

藤本 隆宏 (早稲田大学教授・東京大学名誉教授)

文責：関 承基 (経営学部)

### 現場の観察から始める産業経済学・産業経営学

これまで長年にわたり産業の現場を直接観察してきた。「経営学」専門としてポストを得て以降、経営学を教えてきたが、実際の研究内容を学問的に捉えたと「産業学」に近いといえる。大学生時代には、灌漑用水をめぐる水争いなどの農村調査を行い、その過程で現場調査の面白さを実感した。大学卒業後は三菱総合研究所に入社し、産業経済研究室に配属されたことで、現場を直接観察するという研究姿勢が一層強化され、それ以降

の研究活動の方向性を決定づけることとなった。

経済学のみでは産業の実態を十分に捉えられなかったため、トヨタ生産方式を含む経営工学を学んだところ、産業の付加価値の流れを分析するにはこの知識が不可欠だと認識するようになった。一九八四年には大野耐一氏とお会いしてこの確信を深め、トヨタ自動車を含む自動車産業の研究を継続的に進めた。一九八〇年代半ばにはハーバード大学に留学し、自動車の製品開発を研究した。この調査は、世界の自動車メーカー(二〇社の約三〇)の開発プロジェクトを横断的に比較分析するプロジェクトだった。それまで自動車メーカーが自社の開発期間や開発生産性のデータを外部に開示することはなかった。そのプロジェクトの結果をもとに書いたのが「Product Development Performance (製品開発力)」という本である。その後、一九九〇年に東京大学経済学部に着任し、そこで三〇年間、現場調査・産業分析に取り組んできた。その過程で出来上がった産業分析の一般枠組が、CAP (Capability-Architecture-Performance) アプローチである。

研究初期の一九八〇〜九〇年代には、製品開発組織の組織能力が開発プロジェクトの競争力(総合商品力、生産性、リードタイム等)に及ぼす影響について分析を行っていた。しかし研

究を進める過程で、設計思想（アーキテクチャ）が異なる製品に対しては、異なるタイプの製品開発の組織能力が必要な可能性があると認識した。ようするに、あるタイプの組織能力（Capability）を蓄積した企業が得意とする製品アーキテクチャ（Architecture）と、不得意な製品アーキテクチャがあるのではないか。例えばトヨタ自動車の場合は「多能工のチームワーク」のような調整型の組織能力（Capability）を備えているため、複雑な擦り合わせ型（調整集約型）の製品アーキテクチャ（Architecture）を持つ製品で競争力（Performance）を発揮する傾向があるのではないか。

私は年間数十社の企業・現場訪問を四〇年以上続けており、これまでに一〇〇〇以上の産業現場を観察してきた。日本国内のみならず、アジア、ヨーロッパ、北米を含む世界各地の現場を観察している。興味深いことに、一〇〇〇社以上の現場を観察してもなお、「このような事例はこれまでに見たことがない」という新たな発見がほぼ毎回得られる。このような発見が常にあるので、産業分析においては、統計や理論に加えて、開発センターや工場など、「ものづくり現場」を直接観察するのである。CAPアプローチは、そのような観察を積み重ねた結果として得られたフレームワークといえる。この分析枠組は約二〇年前より使用しており、二〇〇四年に書いた『日本のもの造り哲学』でも紹介している。

## 問題意識：日本の製造業における現状認識と誤解

一〇〇〇件以上の現場観察を続けてきた一つの理由は、産業分析における、統計分析・現場観察・理論構築の相互補完性である。産業研究において、統計分析は当然ながら重要だが、それが検証するのは変数間の「相関関係」であり、現象間の本質的な「因果関係」を確認するためには、実際に付加価値が流れ、人が働く「産業現場」の観察が不可欠である。真に腑に落ちる因果関係を特定するには、現場の観察が不可欠なのである。現場観察が導き出す知見には再現性と普遍性が宿っている。

こうした産業研究の観点に照らせば、現在メディア等で語られる一方的な「日本製造業衰退論」の多くは、統計的にも現場的にも、実態から乖離していないかと懸念される。一九九〇年からの約三〇年間でみると、日本の製造業は、躍進というには程遠い低成長ではあったが、「衰退」とか「空洞化」といった全否定的な言説は、統計的事実にも現場の現実にも反する誤謬である。日本の製造業は、全体趨勢として、低成長ながら縮小も空洞化もしていないかった。この三〇年間で、付加価値総額は約一・五倍、付加価値生産性は約二倍、工業製品輸出額は約二・五倍に増大している。

日本の製造企業や産業現場は、国内経済停滞や低賃金国とのコスト競争で大苦戦しながらも、多くは生き残りをかけた能力構築や生産性向上、設計改善などを継続した。それでも淘汰された企業や工場は数多く存在した。生産性を五年で五倍に向上

させたが、最終的には本社命令で閉鎖となった工場もあった。実際に国内製造業の企業数は約三〇年で半減した。しかし、裏を返せば、存続した半数の企業のみで以前を上回る付加価値を生み出しており、生き残った企業群の平均的な能力構築や競争力向上は著しい。しかし一方、日本製造業はピーク時でも就業者数約一五〇〇万人、現在でも約一〇〇〇万人の「中規模製造業」である。日本製造業の将来展望に関しても、上記の「根柢なき悲観論」は無意味だが、逆に「経済大国への復帰」とか「世界首位への回帰」といった主張も、過去も含め客観的な根柢に乏しく建設的な議論を生まない。考えるべきは「中規模製造業としての勝ち筋」であり、それは十分に現実的である。

### 三〇年ぶりの生産性底上げ時代

一九九〇年頃から二〇二〇年頃までの約三〇年間は「ポスト冷戦期」とも呼ぶべき時代であった。そして二〇二〇年代から我々は再び「新しい時代」へと突入しており、生産性の底上げが重要なテーマになると考えている。つまり、各地域・企業は、生産性の向上を継続しなければ生き残りにくい時代となるだろう。生産性底上げは、高成長産業でも低成長産業でも必要だが、とくに後者の場合、雇用安定のためには、生産性向上と同時に需要創造も行う必要がある。これまで観察してきた多くの中小企業の中にも、生産性向上と需要創造の両方を実現してきた優れた企業や工場が多数存在する。生産性が向上すると、低成長事業なら必要人員数が減り、例えば二〇〇人規模の工場が

一五〇人程度で事業運営が可能になる。その場合、余剰となった五〇人の従業員に対しては、どのような対応が取られるのか。五〇人の人員整理を実施すれば、その後の継続的な生産性向上の従業員モチベーションは確保できない。雇用安定型の日本企業にとって、解雇は最終手段である。

日本の中堅・中小工場企業の多くは、今も『売り手（企業）よし、買い手（顧客）よし、世間（地域）よし』という「三方よし」の考え方が強い。「経済が停滞する状況下で、生き残るために生産性を向上させた結果、発生した余剰人員は解雇するの」と、一〇年ほど前、北陸の繊維工場のある社長に尋ねたところ、「冗談じゃありません。そんなことをしたら、私はこの町で表通りを歩けなくなりませう」と答えた。例えばこの工場では、生産性を大幅に向上させる一方で、余った人員のために社長が走り回って革新的な繊維の仕事を親会社と交渉して五〇人分獲得し、二〇〇人の雇用を維持したのである。三方よしのうちの「世間よし」は、今の言葉なら「地域貢献」と表現できる。そして地域貢献で最も重要なことは安定雇用である。これらの議論は、経済計算上も、生産性向上と需要創造の同時追求が、雇用安定と利益確保（企業存続）をもたらす、という方程式として成立する。

### 「失われた三〇年」の本質と新しい時代への突入

過去数十年の日本と中国の賃金推移を比較すれば、一九五〇～八〇年代の冷戦期（経済成長期）の日本の継続的な賃金上昇

は、冷戦終結後の一九九〇年代に低賃金・人口大国である隣国・中国の世界市場参入（いわゆる一九九二年南巡講話）を境に、突如として終わり、その後、約三〇年の長い停滞局面を迎えたことが、産業統計資料からも見て取れる。一九九〇年代当時の中国製造業における賃金水準は約一万円であり、約二〇万円だった日本の賃金（高卒・高専平均初任給から推定）と比較して二〇分の一という圧倒的な差が、冷戦終結とともに突如出現した。さらにその後の十数年間、中国内陸部から都市部へ「労働力の無制限供給」があり、中国の賃金上昇が抑制され続けた結果、日本企業は、中国の一〇～二〇倍という賃金ハンディキャップを抱え、非常に厳しいグローバルコスト競争を強いられた。非価格競争力でコスト差をカバーできる産業（例えば自動車）は別として、賃金やコストの高低が国際競争力に直結する産業（例えば家電・繊維・雑貨品など）では、国内産業に勝ち目はなく、実際に多くの日本企業が国内工場を縮小・閉鎖し、中国等の低賃金国に生産拠点を移した。こうして日本の製造業は（総付加価値額は減らなかつたものの）、二〇一〇年頃までに就業者数が一五〇〇万人から約一〇〇〇万人に減少した。

しかし、アサシー・ルイスが半世紀以上前に予見した通り、やがて「ルイスの転換点」と呼ばれる時期が到来する。就業者数が約二億人から三億人に膨張した「世界の工場」たる中国製造業は、二〇〇五年頃から、内陸部の余剰労働力が底を突き、労働力不足の局面に入った。それ以降、中国の賃金は、おおよそ五年で二倍のペースで高騰し、二〇二〇年代には日本の約半分の水準に達したが、その後、中国の経済成長と賃金上昇も終

わり、停滞期に入った。一方、日本では団塊世代の退職もあり労働力不足の局面に入り、平均賃金が約三〇年ぶりに上昇に転じた。

仮に、冷戦終結・中国製造業の世界市場参入を契機とする価格と賃金水準の停滞の時代を「ポスト冷戦期」と呼ぶなら、二〇二〇年代から、日本はその先の新しい時代へ突入したと解釈できる。上述した構造的転換の理解こそが、将来を考えるうえで重要な鍵になると考えている。総じて、一九九〇年代～二〇一〇年代の日本製造業は、巨大な国際賃金ハンディや国内経済停滞の中で、「設計の比較優位」を持たないデジタル産業を中心に壊滅的に衰退した産業もあったが、それを補う成長産業もあり、全体としては縮小せず、生産性も向上した。つまり、日本製造業がこの間に経験したのは、「苦闘の三〇年」ではあったが、「失われた三〇年」ではなかった。

以上を統計的に確認するために、過去三〇年間の日本製造業に対する産業データの一部分をみると、前述のように、一九九〇年に約一五〇〇万人だった就業者数は二〇一〇年になると約一〇〇〇万人に縮小された。この時期はいわゆる「就職氷河期」と重なるが、この間の失業率は二〇～五％で国際的には低い方だったので、五〇〇万人が失業したわけではなく、主に非製造業（サービス業）に流れていった。

一方、日本製造業の「付加価値生産性」（実質付加価値総額÷製造業就業者数）は三〇年間で約二倍になった。一九九〇年に約六〇〇万円・人・年だった付加価値生産性は、約三〇年後の二〇二〇年代には二倍（約一二〇〇万円・人・年）になっている。

これに対し、日本のGDPの約八割を占める非製造業における付加価値生産性は、この三〇年間、ほぼ横ばいの状態が続いている。このように、日本の製造業が長年にわたり、付加価値生産性を向上させてきた事実は、マクロ経済指標の客観的エビデンスによっても裏付けられている。二〇倍もの賃金ハンディキャップ（賃金差）を背負い、苦戦しつつも戦い抜いたその軌跡は、十分に評価に値すると言えよう。

$$V/a(\text{付加価値生産性}) = P(\text{価格}) \times v(\text{付加価値率}) \\ \times 1/a(\text{物的労働生産性})$$

※V=1個当たり付加価値額、a=労働投入係数、  
v=付加価値率(V/P)

個々の製品・工程ごとの付加価値生産性は、数式に表すと三つの要素に分解できる。これらの各要素の向上が付加価値生産性の改善に直結する。具体的には、価格は「商売改善」と「設計改善（設計高度化）」、付加価値率は「設計改善（VEなどの設計合理化）」、物的労働生産性は「生産改善」によって引き上げることが可能になる。例えば、トヨタ生産方式（TPS）を導入して徹底したムダ取りや省人化を推進するといった多くの日本企業の取り組みは、物的労働生産性の向上に資する「生産改善」の範疇に位置づけられる。しかし、「生産改善」を推し進めるだけでは、十分な付加価値を確保・維持することは難し

い。この点、例えばトヨタ自動車では、TPSで「生産改善」を徹底的に推進しながら、同時にVE（バリエーションエンジニアリング）に基づく設計の合理化、すなわち「設計改善」を同時並行で進めており、設計改善だけでも毎年一〇〇億円以上のコストダウンを実現してきた。

さらに、価格決定においても、自動車の場合は、製品設計を高度化した分、その付加価値に見合った価格設定を行っているようだ。例えば、かつて二〇〇万円だった車が、設計高度化と付加価値向上に応じて、いつの間にか三〇〇万円になっているという印象を持つが、それでも市場ではその価格で製品が支持され、納車待ちが発生し、売れ続けているのである。性能の向上を欠いた安易な価格転嫁は排されるべきだが、当該製品の機能や性能の向上の対価として相応の価格を設定する値決め戦略は、経済合理性に適った意思決定である。つまり、設計内容と付加価値に見合う「的確な値決め」は、今後の経営において極めて重要になってくる。品質・機能に見合った適正な値決めは経営者の仕事であると、稲盛和夫氏も強く主張している。価格決定戦略を放棄し、慣性的に価格据え置き、あるいは下げ続ける姿勢は、中国等との賃金差が二〇倍もあった一九九〇年代には不可避だったかもしれないが、現在もその慣性が続くとするれば、長年のデフレ期に染み付いた「負け癖」と言わざるを得ない。設計改善によって高められた付加価値に見合う分だけ適切に価格を引き上げることが、価格転嫁でも値上げでもない。むしろ、設計改善にも関わらず弱気な価格据置を続けるのは、事実上「無駄な値下げ」であるかもしれない。

## 新しい時代を生き抜く戦略

ポスト冷戦期と呼ばれた一九九〇年から二〇二〇年を経て、次の時代を生き抜くことができるのは、どのような企業なのだろうか。企業経営を生産性向上と需要創造の二軸で捉えようと、これら双方を追求する「積極的企業」と、いずれも停滞している「消極的企業」の二つに分類できる。価格も賃金も停滞した「ポスト冷戦期」においては、いずれの企業も、経済計算上、生存が可能であった。しかし、価格・賃金アップの中で産業競争が続くこれからの時代は、「積極的企業」が生き残る一方で、「消極的企業」が存続することは益々困難になるだろう。競争が厳しい産業では、コストの上昇分をそのまま価格に転嫁することは難しい。賃金の上昇と原材料費の高騰が続く局面において、競争が厳しく価格転嫁が困難な製品を扱う企業が利益を確保して生き残るためには、結局のところ「物的労働生産性」を高める以外に道はない。この論理は単なる根性論ではなく、コスト計算式を用いて表現してそうなる。「良い流れ」による生産性向上と「良い設計」による需要創造を行う「付加価値経営」を実践する積極的企業だけが生き残る可能性が高まる。

繰り返しになるが、「設計改善」を反映しない「価格据え置き」を良しとする姿勢は、ポスト冷戦期に染み付いた「負け癖」と言うべきである。「付加価値経営」の推進とは、創出された付加価値に見合った適正価格を実現することを意味する。それこそが本来、産業全体が目指すべき望ましいあり方である。その点、自動車産業が付加価値に見合う価格設定で一定の成果を取

めているのに対し、家電産業は、継続的な設計改善にもかかわらず弱気な価格設定が続いたとの見方が一般的である。しかしその家電産業でも、付加価値に見合う適正な価格を維持しているように見える事例として、ドラム式洗濯機が挙げられる。約三〇万円という高価格帯ながら、生活を一新させるその価値を認める消費者層に広く受け入れられている。

マクロデータに戻ると、工業製品の輸出は増加傾向である。日本の産業が強いと言われた一九八〇年代、日本の工業製品の輸出額は四〇兆円以下だったが、二〇二四年には一〇〇兆円を超えている。しかし、この間、日本の工業製品輸入も大きく増加している。つまり、現在の日本の貿易状況は、二〇〇年前にデヴィッド・リカードが提唱した「比較優位説」に基づき、概ね、得意な工業製品をたくさん輸出し、不得意な工業製品はたくさん輸入しているのである。

したがって、日本が有する比較優位・比較劣位の所在、すなわち「日本の製造業は何が得意で、何が不得意か」を冷静に見極めることが経営戦略や産業政策の策定の出発点となる。集計的な結果は貿易統計に現れているが、重要なのは、具体的にどのような製品の輸出比率が高いのかを詳細に分析することである。そこで一つの参考になるのが「設計の比較優位」という視点である。製品には、複雑な設計（構造・機能関係）のものもあれば、比較的シンプルな設計の製品も存在する。我々はこうした製品の設計特性をアーキテクチャ（Architecture）という概念で定義しており、複雑な設計（多対多対応の機能構造関係）を要する製品は「インテグラル（擦り合わせ）型」のアーキテ

クチャ、シンプルな設計（一対一対応の機能構造関係）の製品は「モジュラー（組み合わせ）型」のアーキテクチャと分類している。

それでは、日本が得意とする分野は一体どこにあるのだろうか。東京大学と経済産業省による共同調査の結果、日本が比較優位を有する領域は、複雑な設計や高度な調整を必要とする「インテグラル（擦り合わせ）型」製品である傾向がアンケート調査の統計分析によって明らかになった。例えば、デスクトップPCの生産拠点はもはや国内にはほとんど残っていない。一方で、電子部品や半導体製造装置、工作機械、高機能自動車、機能性化学製品などは、依然として高い輸出比率を維持している。そして、これらの製品は、設計において複雑な調整を要する「擦り合わせ（インテグラル）型」に分類される。以上を踏まえると、中規模の日本製造業がとるべき戦略の一つは、厳しい機能要求や制約条件をクリアする複雑な設計（インテグラル型アーキテクチャ）の製品、つまり得意分野での生産と輸出に注力することであろう。

### 「設計の比較優位」に基づく「二正面戦略」

日本製造業が就業者数約一〇〇〇万人の「中規模」であるのに対し、中国製造業の就業者数は約三億人と推定される。「中規模国家」の戦略の要諦は、自由貿易を通じて「貿易の利益」を創出することにある。つまり、比較優位を持つ得意分野へ徹底的に特化・集中することである。ところが、昨今の企業の経

営計画や政府の産業政策においては、自らの強みよりも、成長分野への投資が一方的に強調される傾向がある。半導体、宇宙・航空、医療といった、世界の成長産業に注目すること自体は重要である。しかし、言うまでもなく、自社の特定事業の規模は「産業規模×自社シェア」、日本の特定産業の規模は「世界産業規模×日本シェア」である。世界の有望成長産業であつても、日本産業や日本企業が持続的な競争優位を獲得できず、微少なシェアに留まるなら、その自社事業や日本産業に将来性は無い。

インターネットの時代、世界の有望成長産業の情報は圧倒的な量で米国から入ってくるが、その多くは「アメリカが競争優位を持つ産業」である。したがって、単に「世界的に見て有望な成長分野に見える」という理由のみで安易に参入したとしても、勝ち筋（競争優位）が見えていなければ勝ち目はないのである。「それぞれの国や企業が有する組織能力の傾向には違いがあり、それに応じて得意分野も異なる」という、経済学二〇〇年の比較優位原則を前提に、戦略的に考え行動すべきである。

グローバル競争が厳しさを増すなかでも、いわば「二正面戦略」ともいふべきしぶとく戦略を展開する日本企業もある。例えば、得意な「擦り合わせ（インテグラル）型アーキテクチャ」の製品では、設計の比較優位を武器に、製品の機能向上の手を緩めず、「高価格・超高性能」の製品を「性能重視」の顧客に売り切り、製品性能で追随を許さない「逃げ切り」戦略を追求する。一方、新興国の製品が技術力を上げ、「低価格・まあまあ性能」の製品で、性能・価格バランス型の顧客を奪う状況、つまり「逃げ切りが困難」という状況に直面した日本企業の中

には、逃げ切り一辺倒の戦略を転換し、反転して新興国企業とのアライアンスを構築して成功する事例も見られる。そして、顧客が徹底的に価格重視の市場は割り切つて捨てる、あるいは自社の新興国拠点に任せる。つまり、「逃げる・組む・捨てる」の明確な判断を行う必要がある。

中国・アジア市場におけるホンダの二輪事業の戦略は、こうした比較優位に基づく峻別と状況に応じた戦略的提携の典型例といえる。自社の中国事業が中国企業の格安模倣品によって、価格重視の中国地方市場で窮地に立たされた際、ホンダはあえて、現地で最も高い模倣能力を持つと評価した中国企業（新大洲）との資本提携を行い、同社にホンダの中国向けモデルを生産させた。ホンダはこの中国企業のサプライチェーンなど、低コスト生産能力を尊重し活用する一方、製品の品質・性能面の向上を行うことで、ホンダ品質のホンダ製品の、従来の二分の一のコストによる生産が可能になった。かつては模倣品の三倍もしていたホンダ・モデルの価格は一・五倍にまで低下した。ホンダ製品と中国模倣品の性能の差を考慮すれば、価格重視の中国市場はともかく、性能・価格バランス型の顧客が多いベトナムなどでは、ホンダ製品の競争力が復活し、シェアで中国品を圧倒した。すなわち「中国企業と組むことで中国製品に勝つ」という二正面戦略である。

現在の厳しいグローバル競争下では、全面的に勝つことは難しく、勝てる領域と勝ち筋を絞る必要があるが、それができていく有力な日本企業は少くない。単純な楽観論も、単純な悲観論も、企業や事業の成長を生まない。その点、「失われた三〇年」

を経て、「どうせ何をやっても駄目だ」という「負け癖」が染み付いてしまった企業も見られる。だが、今こそ自社の競争戦略（勝ち筋）を改めて原点から見直し、組織能力や製品アーキテクチャの戦略的ポジションを見極める必要がある。

## CAPアプローチ…グローバル時代の産業分析

このように、現代の産業分析においては、「設計の比較優位」という視点を真摯に捉え直すべきである。標準的な経済学は、過去約一〇〇年、標準設計製品の静態的生産を前提として一般均衡モデルを極めてきたが、その反面、産業現象を付加価値の流れで捉えるという発想が弱く、また、付加価値の根拠である設計の概念を軽視する傾向があった。しかし、現代の複雑な競争環境においては、個々の製品の設計概念の綿密な分析なしには、少なくとも産業現象の分析は成立しない。これが、私が約四〇年間にわたつて産業現場を観察し続けて導き出した結論である。そこで提唱したのが、産業競争における「設計」とその「流れ」を分析する「CAPアプローチ」である（図一）。

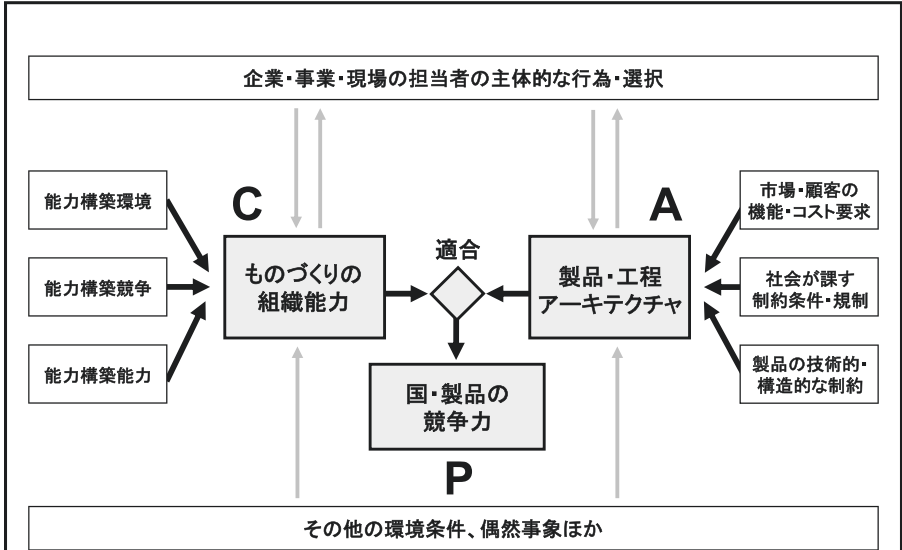


図1 CAPアプローチ：グローバル化時代の産業分析

CAPアプローチでは、産業現場の組織能力 (Capability) と製品現物の設計思想 (Architecture) の動態的な適合が、産業の競争力 (Performance) を高めると捉える。例えば、歴史的な理由で、トヨタ自動車に代表される「高度な調整能力を持つ産業現場」が数多く存在する国は、高度な調整を必要とする「調整集約的な製品 (インテグラル型製品) において「設計の比較優位」を獲得しやすいので、その領域に特化・集中することで、産業の競争力や付加価値を最大化できる。逆に、アメリカや中国に代表される「分業と専門化に長けた調整節約的な組織」が主流の国の産業現場は、高度な調整を必要としない「調整節約的な製品 (モジュラー型製品) において、その競争力を発揮しやすい」という仮説である。

#### 競争力 (Performance)

競争力 (Performance) の本質は「選ばれる力」である。競争力は「表の競争力」と「裏の競争力」に大別でき、さらに、「誰が誰に選ばれるか」を基準に分類すれば、①企業が資本市場で選ばれる「収益力」(稼ぐ力)、例えば利益率や株価…②その製品が製品市場で選ばれる「表の競争力」(売る力) 例えば市場シェアや価格…③それを作る現場が経営者に選ばれる「裏の競争力」(付加価値の流れの良さ) 例えば物的生産性や製造品質…以上の三層に分類できる。そして、裏の競争力(流れの良さ)は、良い流れを作る組織ルーチンの体系、すなわち、④ものづくり組織能力(流れを作る仕組み)が支えている。組織能力↓競争力の因果連鎖は、この四層で捉えられる。そして、これら

四つの要素は互いに独立しているのではなく、各層の強みが上層へと連鎖的につながっている。①収益力は資本市場において当該企業が投資家選ばれる力（会社のもうけ、株価）を示し、②表の競争力は実物市場において当該企業の製品が顧客に選ばれる力（価格、性能、納期、ブランド、広告の効果、市場シェア、顧客の満足度）を意味する。③裏の競争力は顧客からは見えない現場の実力を測る指標のことで、その製品をつくらせている工場が経営者に選ばれる力（生産性、コスト、生産リードタイム、開発リードタイム、開発生産性）を示す。最後に、④ものづくりの組織能力は、競争力の連鎖の基盤にあるものであり、他社が簡単に真似できない現場レベルの「付加価値の良い流れを作る組織ルーチン」（整理整頓・清潔、問題解決、改善、ジャストインタイム、フレキシブル生産）を指し示す。トヨタ生産方式という組織能力は約二〇〇のルーチンがあると云われており、このルーチン群が現場の「良い流れ」を支える重要な組織能力として機能している。

要するに、ものづくりの本質は「良い設計」の「良い流れ」をつくることと表現できる。生産性向上に取り組み際、真つ先に検討すべきは「良い流れ」を実現する「裏の競争力」を高めることである。ここには、物的生産性を大幅に向上させる余地がまだまだ残されている。実際の現場では、改善によって生産リードタイムを五分の一に短縮し、生産性を五倍に引き上げるといった事例は決して珍しくない。

#### アーキテクチャ (Architecture)

アーキテクチャ (Architecture) は、「設計思想」とも呼ばれるもので、人工物（例えば製品）の「機能」と「構造（部品）」の抽象的な関係性を規定する設計思想のことである（図2）。例えば「製品」という「取引される人工物」の設計は、基本的に製品の機能要素と構造要素（部品）の関係性で表すことができる。例えば、モジュラー（組み合わせ）型製品の代表例であるパソコンを見ると、「演算」「表示」「記録」という三つの機能を、それぞれ「CPU」「ディスプレイ」「記憶装置」という三つの部品が単線的に具現化する因果関係を持つ。つまり、機能群と構造群が一对一の対応関係でシンプルに結ばれている。一方、インテグラル（擦り合わせ）型製品の代表例である自動車を見ると、「走行安定性」「乗り心地」「燃費」という三つの機能要素と、「サスペンション」「ボディ」「エンジン」という三つの部品が相互に錯綜する形で影響し合っている。つまり、機能要素と構造要素が多対多の複雑な因果関係を持っている。「走行安定性はこの三つの部品のうち、何によって決まるのか」と自動車エンジニアに尋ねれば、おそらく「三つ全てが関わっている」という回答が返ってくるに違いない。残りの「乗り心地」「燃費」という機能に関しても同様である。このケースで、三機能要素と三構造要素をつなぐ線の数に注目すると、モジュラー（組み合わせ）型は三本であるのに対し、インテグラル（擦り合わせ）型は九本（三×三）に達する。すなわち、前者は調整節約的なアーキテクチャであり、後者は調整集約的なアーキテクチャといえる。そのため、モジュラー型製品では、歴史的な理由で分

業型の現場が多い米中などが競争力を持ち、逆にインテグラル型製品では統合型の現場が多い日本などが競争力を発揮しやすい。これが「設計の比較優位説」である。

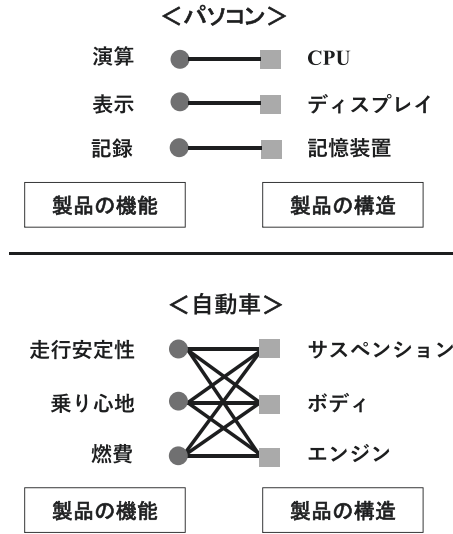


図2 アーキテクチャ (Architecture)：製品の機能と構造の関係性

米国や中国に分業体制に長けた組織が目立つ背景には、歴史的な経路依存性が存在する。基本的に、これらはそれぞれの高度成長期において労働力の流動性が極めて高かった国々である。中国の歴史を振り返ると、内陸部と沿海部の間で、数千万規模の人口が概ね三年周期で入れ替わるといって大規模な移動が、長期にわたり繰り返されてきたことが分かる。米国では、一〇〇年以上前に数千万人の移民が流入し、彼らの労働力を即

戦力として活用することで大量生産方式が成り立っていたが、その多くは数年後には、より条件の良い職を求めて転職するという労働力の循環（高い離職率）が生じていた。人材の流動性が高い状況において、人材を即戦力として活用するためには、シンプルな製品を、入れ替え可能な単能工による分業体制で生産することが経済合理的だったわけである。これに対して、米中の移民や農民の大量流入なしに高度成長期を乗り切った戦後日本では、労働のスイッチングコストが高いため長期安定雇用が経済合理的であり、その結果、労働力の流動性は、歴史的に米国や中国に比べて低かった。その結果、戦後日本では「多能工のチームワーク」による統合型・調整型の組織能力が発達した。トヨタ生産方式はその典型例である。

#### 組織能力 (Capability)

最後に、もろぐりの組織能力 (Capability) は「良い設計の良い流れ」を実現するための組織ルーチンの集合体を意味する。先述した通り、トヨタ自動車は約二〇〇のルーチンを備えており、高度な調整能力の集合体となっている。例えば、現場の「流れ改善」による生産性向上を推進するには、まず現場組織が「流れ図」を作成し、顧客へ向かう付加価値（設計情報）の流れを正確に把握することが出発点となる。現場の各ステーション（作業者・設備・ソフト・マニュアルなど）における設計情報の「空間的な流れ図」に加え、各工程の「時間的な流れ図」を正確に描いていく。イメージとしては、列車の路線図とダイヤ図を作る作業に似ている。まず全社レベルの流れ図（高高度の空間流

れ図)を一枚にまとめ、その中で「流れの悪い部分」(問題箇所)を特定する。その後、問題箇所が多い領域にズームインして中高度、さらに低高度の空間流れ図を描き込む手法である。

東京大学ものづくり経営研究センター(MMRC)では、二〇年以上にわたり、このような現場組織の改善活動の支援を継続的に行ってきた。現在でも、こうした産学連携活動が引き継がれ、「ものづくりインストラクター養成スクール」および「ものづくり経営コンソーシアム」として運営されている。例えば、工場長候補の有望人材を各社・各産業から募集し、彼らに座学の「ものづくり集中授業」を受講してもらった後、他社・他産業の現場に入ってもらい、三日間の現場観察と約三週間の改善検討を行ってもらう。全体で二か月ちよつとのこうした「スクール」を二〇年以上続け、受講者は二〇〇人を超える。そして彼らの改善実習は、二〇%ぐらいの生産性向上提案をコンスタントに生み出している。

産業分析においては、個々の産業内での技術競争を強化することも重要であるが、産業間の比較分析や知識連携を行うには、産業横断的な概念である「アーキテクチャ」や「ものづくり組織能力」の理解と活用が不可欠である。産業競争力の一般理論を明らかにするには、産業を超えて応用できる汎用的な概念が必要なのである。そういう意味で、「CAP分析は自動車、家電、化学、半導体、ソフトウェアといった産業の異質性に関わらず、産業横断的に適用可能なアプローチである。

## デジタル化時代のアーキテクチャ分析・上空・低空・地上の三層構造モデル

デジタル(Digital)化の世界については、アーキテクチャの観点に基づいて、「上空」「低空」「地上」の三層からなる構造として把握することが有効である。「上空」はサイバー層であり、オープン・モジュラーアーキテクチャの世界である。インターネット、クラウドコンピューティング、ソーシャルネットワークといった、物理的な重さのない世界を意味する。ここではプラットフォーム競争が展開されており、現在もGAF(A)(Google, Amazon, Facebook, Apple)をはじめとする一部の米国プラットフォーム企業が圧倒的な支配力を握っている。インテグラル型プロダクトで強みを持った日本企業は、オープン・アーキテクチャ由来のプラットフォーム競争で出遅れ、特に人口動員力が効く消費財(BtoC)のプラットフォームでは、日本企業が「上空」領域で米国企業に正面から挑んでも勝算は高くない。しかし、顧客信頼関係や設置シエアが効く生産財(BtoB)プラットフォーム競争では、まだチャンスはあるだろう。

一方で、一部の日本企業が今も競争優位性を発揮している領域は「地上」である。「地上」はものづくり現場のフィジカル層であり、多くはクローズド・インテグラル型アーキテクチャによって成立する、重さのある世界を指す。〇か一のデジタルの論理や数理で動く「上空」とは異なり、「地上」では重力・摩擦・熱・振動などの物理法則に支配されるため、因果関係が複雑に絡み合っている。したがって、何らかの設計(機能構造

関係)の問題を解決するには、高い調整能力が不可欠となる。トヨタ自動車をはじめとする日本の有力製造企業は、長年にわたって磨き上げてきたチームワーク・調整能力によって、この世界では簡単に模倣できない競争力を維持している。

中間の層である「低空」はサイバーフィジカル層であり、「上空」と「地上」をつなぐ領域である。具体的には、インダストリー四・〇、IoT、ソーサエティ五・〇、エッジ・コンピューティング、デジタルツインなどと関連するデジタル領域を指す。この中間領域では、上空と地上の双方の知識をバランスよく持つことが求められる。しかし、顧客データの管理・共有を伴うため、企業間の信頼性の確保が不可欠である。この点を考えると、日本企業にとって勝機のある領域と捉えられる。例えば、コマツのKOMTRAXは、顧客との信頼関係を活かしたデータ共有で、この領域で成功を収めた先進的な事例として挙げられる。しかしそのコマツも、競合企業とのデータ共有によるより大きなプラットフォームづくりでは苦労している。競合企業のデータ共有に成功しているB2Bプラットフォームは、まだほとんど存在しないようであり、今後の課題である。

### 応用編：「大きなSDG」を同時に考える

国連が提唱するSDGsは、サステナビリティの行動準則として世界に受け入れられている。しかし、これからの、さらに複雑化した社会の問題解決は、さらに大きな視点で、サステナブル(Sustainable)、デジタル(Digital)、グローバル(Global)

の三つの領域の問題群が複雑に絡み合った「大きな連立方程式」を解く「大きなSDG」という観点を必要としている。つまり、サステナビリティ(Sustainability)は多くの場合、もはやそれ単独で議論されるべき概念ではない。デジタル(Digital)およびグローバル(Global)の視点を同時に組み込まなければ、問題全体の把握や解決は難しい。

一つの例は、自動車の電動化とスマート化をめぐる近年の産業動向である。最近、中国の研究者と一緒に中国の電気自動車がなぜ売れているのかについて研究しているが、特に注目しているのは次の三点である。一点目は「カーボンニュートラルの実現の文脈において、果たして電気自動車の生産・販売・利用は常にCO<sub>2</sub>削減につながるのか」というサステナビリティ(Sustainability)の視点、二点目は「中国市場での中国自動車の生産・販売の強さは、単に電気自動車(EV)であることではなく、ソフトウェア・デフィアインド・ビークル(Software Defined Vehicle)でもあること(SDVEV)」というデジタル(Digital)の視点、三点目は「中国系のSDVEVメーカーが特に中国市場で強力な製品開発力を発揮する一方、伝統的にハードウェア系で強いドイツや日本の自動車メーカーは、中国系のBYDなどのSDVEVメーカーや、ファーウェイ、アリババ、テンセントといった中国のデジタル系企業との国際提携によるSDVEVの共同開発を模索している」というグローバル(Global)の視点である。

アプリケーションソフトの頻繁なOTA更新が必須のソフトウェア・デフィアインド・ビークルでは、アウトカー系(車

外接続) ソフトとインカー系(車内制御) ソフトをつなぐオペレーティング・システム(車載OS) が重要となるが、インターネット・アーキテクチャでは強いがオープン系に弱い日本等の自動車メーカーが、中国市場向けのSDVEVを開発するには、自社や自国のみでは対応が困難である。例えば、ドイツの某自動車メーカーは当初、「ドイツで数千名の優秀なソフトウェア(組み込みソフトウェア) エンジニアを採用すれば、自社のみでSDVEVの開発は可能である」と考えていたが、実際には大幅な開発遅延に直面した。そこで現在では、少なくとも中国市場向けSDVEVの開発には中国のソフトウェア企業やSDVEVメーカーとの協業が不可欠であると判断し、多数の対中国際提携が急速に進展している。

しかし、例えば日本のソフトエンジニアと中国のソフトエンジニアが、OSを共同開発するのは、彼らの間でアーキテクチャや開発手法の違いが大きいため、簡単ではない。日本のインカー(車両制御)系の組み込みソフトウェア・エンジニアは絶対的に「安全第一」で、制御の信頼性が九九・九九%などといったレベルで保証できなければ新製品を開発しない。開発手法も、全体システムの機能保証をしてから次に進む「ウォーターフォール開発」が主流である。一方、中国のアウトカー(インフォテイメント)系アプリケーション・ソフト・エンジニアは、アップデート競争のスピードを重視し、個別機能ごとに集中開発する「アジャイル開発」を得意とする。このように、アーキテクチャの異なるソフト開発の考え方は根本的に異なっており、お互いを「宇宙人」とみるほどに発想が異なる。

それでも、中国市場向け車両のSDVEV開発には現地のソフトウェア企業との協業が不可欠になってきている。インカーソフトとアウトカーソフトの開発手法や開発思想の違いは、言い換えればアーキテクチャ(Architecture)の相違にほかならない。同じソフトウェアであっても、車両制御の組み込みソフトウェア(インカー)と、インフォテイメント系のアプリケーションソフトウェア(アウトカー)では、その性質が大きく異なる。それら両方を同時に動作させるオペレーティング・システム(OS)を開発しようとすると、その開発は非常に複雑で困難な状況になる。それでも、現代の自動車企業は、グローバル(Global)な競争と協調を、デジタル(SDV)とサステナブル(EV)の両方の領域で同時に追求しなければならない。以上のように、「大きなSDG」を前提とする現代の産業分析においては、設計論、アーキテクチャ(Architecture)論の考え方を応用することは、多くの場合有益であることが示唆される。

### 結論

結論として、日本企業は、強い現場(コテコテのものづくり能力の構築)と強い本社(しぶといアーキテクチャ戦略)を両立させることで、地球温暖化、デジタル化、米中摩擦が交錯する「大きなSDG」の新しい時代を乗り切る必要がある。そうした時代に求められる人材は、諸葛孔明のような「軍師」である。戦略と現場の双方に精通した「産業の軍師」が次々と現れ、次世代のものづくり現場を築き上げていく未来を期待している。

## 注

(1) 本稿は「経済・経営学会および経営学部二五周年記念講演会」での報告を関承基（名城大学経営学部）が記録・編集し、本稿掲載のために報告者の加筆訂正を経て、掲載の許諾を得ている。