

連載 情報システムの本質に迫る

第96回 アシュビーの法則

芳賀 正憲

情報システム学会は10周年を迎えましたが、人間中心の情報システムそのものは、人類発祥以来の長い歴史をもち、発展してきました。その発展を貫く原理が「アシュビーの法則」として表わされていることは、『新情報システム学序説』に述べているとおりです。

アシュビーの法則とは、システムが複雑多様な環境に対応して生き延びていくためには、そのシステムは、環境と同じ程度の複雑多様性をその内部にもたなければならないとするものです。環境と同程度の複雑多様性をもつことのできなかつたシステムは、存続していくことができず、淘汰されます。

同程度というところがポイントで、複雑多様性が少なすぎても多すぎても、存続が困難になるのです。

この法則は当然のことながら、人間のつくるシステム、国であっても産業であっても、企業であってもプロジェクトであっても、すべてに当てはまります。

典型的な事例として、20世紀後半の日米半導体産業の盛衰を見てみましょう。情報社会が急激な進展を開始した90年頃を境に、両者の消長がまったく対照的な動きになっていることが分かります。このことは、米国自身による、1989年と1998年の2回の分析によって、はっきりと示されました。2回の分析内容は、次のとおりです。

1. 1989年の分析

米国の半導体産業は、日本に完敗した。半導体は情報機器のみでなく、機械、自動車、工場設備など重要産業の基礎であり、その産業の衰退は米国にとって重大な関心事である。

衰退の要因は、産業の歴史にさかのぼることができる。

1950年代反トラスト法により、半導体最強勢力のAT&Tが市場競争から撤退し、そのすき間をうめるため数10の中小企業が出現した。いずれも、AT&Tを初めとする大企業の出身者が興したものである。それらの会社の1つからまた退職者が出てフェアチャイルド社を設立、そこからさらに退職者が出てインテル、インテルの退職者がさらにたくさん会社を作った。

米国は反トラスト政策から中小企業有利の税制があり、また新規開業の出資者を利する

ストックオプション制度があった。1980年代初めの規制改革で、特にサンフランシスコ地区のベンチャー資本が、中小企業の林立を後押しした。このため、当時半導体産業が成長し大規模投資が必要になったまさにそのとき、モトローラなど大企業から、優れた開発技術者が大量退職し、たくさんの中小企業を作ってしまった。

米国では、半導体のような高度に創造的で急速に発展する産業では、ベンチャー企業が最適と考えられていた。大企業でもフォードやGEが手がけたが、財務の専門家が責任者になったり利益中心で進め、うまくいかず撤退していた。IBMは自社使用のみで市場に出さないため、技術がみがけなかった。

一方ベンチャー企業は技術革新を進めるが、成功すると創業者が株式を売却して億万長者になり、その後会社は衰退するケースが多かった。これらの企業は短期利益志向で、設備投資より技術ライセンスの提供や海外生産にはしなかった。半導体の需給変動が激しいため、顧客や供給業者と長期の取引はなく、倒産やレイオフがひんぱんにあり、研究開発や社員教育への投資は少なかった。社員の帰属意識は少なく、年間転職率は20%に及んでいる。

半導体メーカーに設備や材料、サービスを提供する企業も同様にベンチャー的で乱立しており、55%の会社が売上高6億円以下、倒産寸前の会社が多い。

日本の場合、半導体は三菱電機、日立、東芝、NEC、富士通のような大規模・多様化した垂直統合企業が作っている。半導体の生産は売上の10~25%に過ぎず、生産の25%は自社で用いて、社内から先進性への要求も厳しい。戦略は長期的で、世界シェアの極大化をめざしている。大規模投資が可能で、研究開発、人材の育成にも力を注いでいる。顧客や供給業者との取引も長期安定的である。責任者には技術者が就任している。社員は終身雇用が原則で、転職率は低い。政府の協力も手厚く、研究開発計画を支援、投資助成金を与え、国内市場を保護し、輸出を奨励している。半導体製造の設備、材料、サービスを提供する企業も大規模・多様化した企業が多く、キヤノン、ニコンなどもその役割を担っている。半導体メーカー自身、企業グループを形成しており、グループ内に半導体設備メーカーをもつケースもある。

結局半導体の市場は米国の中小企業と日本の大企業の戦いになり、資本、開発、設計、製造、品質保証、販売、いずれの分野でも米国は太刀打ちできない。

もともと、半導体の製品と製造技術を進歩させたのは米国である。日本は米国から、技術も設備も輸入していたのである。1970年代、日本は技術で1~2年遅れていた。しかし、国家計画でキャッチアップに成功した。

1970年代末からの、ニーズの大きな変化も日本を有利にしている。それまでの小型素子の迅速開発から、超大規模集積回路大量生産への流れの変化は、広範な研究開発・製品開発、巨額の設備投資が可能な日本に優位性を与えている。

結果として1970年代半ばに比べ、1987年の世界シェアは、米国は60%から40%に低下、日本は28%から50%へとほぼ倍増している。特にマイクロプロセッサな

ど先進的、重要な分野で日本は優れており、最先端・高密度のDRAMでは、実に市場取引の80%を日本が押さえている。半導体の主要技術12以上のうち、米国が現在リードしているのは、わずかに3つだけである。このままでは、米国半導体産業の一層の衰退は必至である。

米国半導体産業復活の対策として、技術レベル向上のための国と民間の共同企業体セマテックが設立されている。この活動も重要であるが、日本に対抗するためには産業構造の改革が必要である。このとき、税額控除、政府調達保証、輸入割当、研究開発援助のような保護政策は効果的でない。重要なのはむしろ本質的な問題の解決に役立つ、顧客や供給業者との長期的な関係のような長期戦略の奨励、資産売却益より製造投資の収益率を高くする、開発者が自社技術で長期的収益を上げることを援助する、転職の減少、教育訓練の充実を奨励する、などの施策である。

II. 1998年の分析

米国の半導体産業は驚くべき復活を遂げた。米国は再び世界最大の生産国になった。92年には世界のトップ6社のうち3社を米国が占めた。インテルはマイクロプロセッサを支配している。中小メーカーも健闘している。93年、米国の世界シェアは43%となり、日本は42%に低下した。半導体製造設備も、世界トップに躍進し、そのシェアは53%に達している。

衰退と復活の要因が、3つ考えられる。第1は、シェアの変動を日米の為替レートの変動や景気循環のずれなどマクロ経済の変化によるとするものである。第2は、政府の産業への支援である。第3は、衰退も復活も産業の構造自体が作り出したとするものである。以下に各要因について検証を進める。

(1) マクロ経済の変化

日米両国で、半導体の世界市場の2/3を占める。両国とも生産した半導体の半分以上を、自国で使っている。したがって国内総需要が落ちると、世界シェアも低下する。90年代前半、たしかに日本経済は低迷した。しかしそれだけでは、同時期の日本の世界シェアの低下は説明できない。

半導体は、機能により価格が大きく異なる。そのためシェアの計算は、数量ではなく数量×価格によっている。80年代後半、ドルは円に対して大きく下落した。その結果、日本のシェアは見かけ上大きく計算されている。しかしそれだけでは、当時の米国のシェアの後退を説明することはできない。結論としてマクロ経済では、米国の半導体産業の衰退と復活の説明は完全にはできない。

(2) 政府の支援

政府の支援は、2つの側面から行われた。第1は、日米半導体貿易協定の締結であり、第2はセマテック（技術レベル向上のための国と民間の共同企業体）の設立である。

日米半導体貿易協定により、日本は米国で半導体を国内価格以下で売れないことになった。しかし米国でDRAMの生産が進まなかったため、この処置はかえって日本企業に大きな利益をもたらしてしまった。

また協定により、日本市場の開放が促進されることになった。当初米国企業のシェアはなかなか伸びなかったが、90年代半ばには協定前（9%）に比べて倍以上になった。ただし、これだけで米国の復活の説明はできない。

セマテックは、次世代製造プロセスや機器の開発を助成し、半導体製造装置の安全性、清浄性、信頼性、システム統合に関し標準を開発した。また、新装置の品質認定の共通手続きを確立したが、これはそれまで顧客ごとの個別対応にコストと時間をとられていた中小の装置メーカーに多大のメリットをもたらした。半導体メーカーと製造装置メーカーとの連携を強化したことは、セマテックの最大の貢献と評価されている。ただし、セマテックが米国半導体産業の復活に大きく貢献したとは、断言できない。

(3) 産業構造

80年代後半、ベンチャー的な米国の半導体メーカーは、技術革新には強いが、事業全体では日本の大規模・垂直統合企業にたちうちできないと見なされていた。しかし90年代前半、この見方に変化が現れた。

きっかけは、インテルの躍進である。パソコンが最大の戦略的市場になったとき、IBMはインテル、マイクロソフトとともにこの市場に参入したが、メインフレーム中心のIBMはパソコンをそれほど重要視せず、チップの権利はインテル、基本ソフトの権利はマイクロソフトに与えてしまった。両社はそれらを他社にも販売、爆発的な市場の伸びとともに、両社のシェアは世界の実に80%に達した。

IBMは、自社でパソコン部門も半導体部門ももっているのであるから、垂直統合を生かした発展が期待されたが、実際にはできなかった。同様のことは、日本の半導体メーカーである垂直統合企業についてもいえる。日本のメーカーは、メインフレームとそれに必要な汎用メモリへの固執があり、メインフレームが凋落すると半導体事業もいっしょに凋落してしまった。その間に米国企業は、マイクロプロセッサ、グラフィックアクセラータなど、新しく付加価値の高い半導体にシフトしていた。

注目すべきは、コンピュータ分野での競争構造の変化である。従来1社で垂直統合されていたコンピュータシステムの構成が、異なった企業による水平分散構造に変化した。水平構造内の連携は、インタフェースを規定した産業界の標準による。このような世界では、新しい独自製品で市場に最初に参入し、標準を握ることが重要になる。競争の武器は、デザイン能力、製品化スピード、新しい市場のチャンスをつかみ対応する柔軟性などであり、

これらについては、日本の垂直統合企業より米国のメーカーはるかに優れている。

なおインテルは、1社で米国半導体企業利益の1/3を稼ぐなど躍進しているが、設計や製造能力を高める、利益を新たな投資に向けるという、ベンチャー企業にはない取り組みをしてきている。

結局、米国半導体産業の復活をもたらしたのは、水平分散化した産業構造の中で、設計力の強さにもとづき、複雑で革新的な製品の開発をして、技術と市場の変化へすばやく対応した能力であり、知的財産権の強化が、これを補強している。

今後については、半導体アプリケーションの専門化を増進し、革新的ですばやい対応の設計に特化することが、競争優位の源泉といえる。ただしインテルのように、設計と製造は連携しなければならないという考え方もある。どちらの進め方もあり得る。最適な組織的解決方法は、状況により変わっていくと考えられる。上流から下流まで、長い半導体製造プロセス内部の複雑な相互関係を見きわめる方法を学ぶことが重要である。

いかにも米国らしい、率直・明確な分析がなされています。

この分析によると、米国は一貫してベンチャー志向であり、日本は一貫して垂直統合の大企業志向でした。しかし、その成否は半導体市場の要求する課題の構造によって大きく変遷し、80年代までは日本が米国を圧倒していましたが、90年代以降、市場構造の変化により逆転、日本は完敗し、半導体産業は危機に瀕しました。

浦昭二先生は、情報システム学に次のような定義を与えられています。

「世の中の仕組みを情報システムとして考察し、その本質を捉え、そこに横たわる問題を究明しそのあり様を改善することを目指す」実践的な学問である。

一時は産業のコメとさえ呼ばれた半導体産業の盛衰に学び、21世紀、日本社会の仕組み、政・官・産・学の組織構造と機能を、どのようにデザインし改革していったらよいか、情報システムの専門家に突き付けられた課題です。

参考文献 M. L. ダートウズスほか著、依田直也訳「Made in America」

(草思社、1990年)

R. K. レスター著、田辺孝二ほか訳「競争力」

(生産性出版、2000年)

この連載では、情報と情報システムの本質に関わるトピックを取り上げていきます。

皆様からも、ご意見を頂ければ幸いです。