

半導体企業の製品集中度と収益性に関する 事業形態別分析

宮 澤 俊 憲

1. はじめに

半導体産業の業界構造が転機を迎えている。最先端製造ラインでは、シリコンウェハーが300mmへと大口径化され、デザインルールにも32nmプロセスが導入されて微細化が著しい。このような製造プロセスの急速な技術革新は、半導体メーカー各社に巨額の設備投資負担をもたらしている。また、MPU やシステム LSI のような製品では、機能の複雑化、高度化の進展により、半導体回路の設計開発に要する時間、労力、コストは増大する一方である。このような状況下では、大手総合半導体メーカー（Integrated Device Manufacturer、以下 IDM と略記）といえども、研究開発から設計、製造まで自社ですべてを賄う自己完結型の垂直統合事業スタイルは不可能となってきた。

これまで半導体産業の業界構造は、垂直統合型の手 IDM と、受託製造専門のファウンドリ、開発設計に特化したファブレス、IP を提供する IP プロバイダの三者から成る垂直分業型とが併存するという構図であった（図1）。しかし最近では大手 IDM が、一部の製品については自社工場

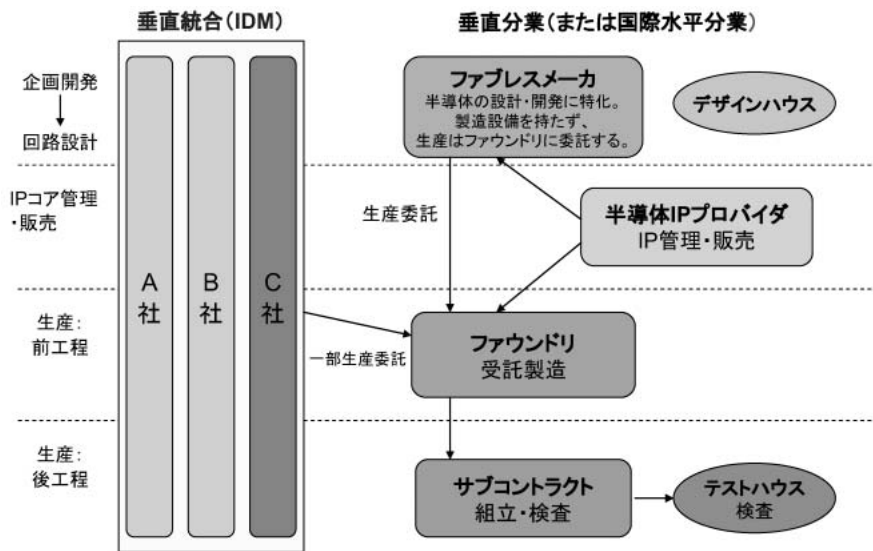


図1 半導体産業の業界構造

（社）電子情報技術産業協会ICガイドブック編集委員会 『ICガイドブック』、日経BP企画（2006）（P.26）をもとに一部改変

増えてきた。つまり IDM のファブレス化と、ファウンドリの IDM 化が同時に進行している。

さらに開発業務でも複数の大手 IDM がグループを形成し、製品の技術プラットフォームを共同開発するようになりつつある。この傾向は特にシステム LSI のようなロジック系製品で顕著であり、開発負担の軽減だけでなく業界標準の獲得も目的とした戦略が背景にある。

このような戦略的提携の活発化を引き起こしている主たる要因には、研究開発投資、設備投資負担の継続的な増大圧力がある。そのため、今後戦略的提携を軸とした業界の再編が加速する可能性が高い。

企業が同業他社と技術提携、事業統合、合併などの戦略をとる場合、相手企業の収益性や多角化度は重要な判断材料となる。本稿では半導体企業において、製品構成の集中度と、設備投資比率、売上高営業利益率、研究開発費率、研究開発効率などの経営指標が相互に如何なる関係にあるかを、事業形態別に分析し有用な示唆を得る。

2. 製品集中度と収益性分析

企業の多角化度を測る方法には、分野別特許数を利用する場合と分野別製品構成を利用する場合とに分けられる。前者は技術的な面に焦点を当てた分析であり、後者は企業経営の面から製品戦略を重視したアプローチである。最近の研究を挙げると、Garcia-Vega (2006) は、分野別特許数の視点から企業の技術的多角化がイノベーションの促進へ与える影響を分析した。また、Hungら (2003) は、製品多角化の視点から台湾の先端技術企業の技術戦略を類型化した。

分析対象が半導体企業の場合、大量の保有特許を技術分野別あるいは製品分野別に分類することは困難である。そのため本稿では、企業の多角化度を製品展開の集中度で測定する。多角化の代表的な尺度には、エントロピー法とハーフィンダール指数があるが、本稿では後者を使用する。

国内外の主要半導体メーカーについて、事業形態別に製品集中度や収益力などの主要経営指標の関係を分析するために、以下の仮説を立てデータにより検証する。

仮説 1：製品分野の「選択と集中」を進めれば、規模の経済性により売上高営業利益率は高まる。

仮説 2：日本企業は、他国企業に比べて「選択と集中」が遅れている。一例として日本企業と米国企業では、「選択と集中」の程度が統計的に有意に異なる。

仮説 3：製品分野の「選択と集中」度と研究開発効率には、強い相関がある。

仮説 4：米国企業は、売上高営業利益率、研究開発効率に関して、日本企業と有意に異なる。

仮説 5：半導体企業においても売上高営業利益率と売上高研究開発費率は相反するという一般的関係が成立する。

仮説 6：IDM、ファウンドリでは設備投資比率が高いほど、売上高成長率も高まる。逆に設備投資を十分に実施できないと売上高も伸びにくい。

仮説 7：ファブレス企業は設備投資負担が僅少なため、大手 IDM より経営効率が高い。仮説のとおりならば、大手 IDM のファブレス化は有力な方向性の一つとなる。

3. 分析手法

相関分析と有意性検定により仮説を検証する。分析において、定義が必要な指標を下記に示す。

(1) 製品集中度

第 t 年の半導体企業 i の製品分野 j における売上高を X_{ij}^t ($i=1, \dots, n, j=1, \dots, m$)

企業 i の全製品分野の売上総額を $X_i^t = \sum_j X_{ij}^t$

製品分野 j の全企業の売上総額を $X_j^t = \sum_i X_{ij}^t$ とする。

このとき、製品集中度、寡占度をハーフィンダール指数を利用して、次のように定義する。

●第 t 年の企業 i 内部の製品集中度を、ハーフィンダール指数 $\tilde{H}_i^t = \sum_j (X_{ij}^t / X_i^t)^2$ で表わす。

●第 t 年の製品分野 j の特定企業による寡占度を、ハーフィンダール指数 $H_j^{*t} = \sum_i (X_{ij}^t / X_j^t)^2$ で表わす。

定義より、明らかに $0 < \tilde{H}_i^t, H_j^{*t} \leq 1$ である。 \tilde{H}_i^t が 1 に近いほど企業 i は特定製品分野のみに注力している。また、 H_j^{*t} が 1 に近いほど製品分野 j は少数の企業による寡占状態にある。

(2) 研究開発効率

過去の研究開発投資の成果が、当該年の売上高に反映されると考え、研究開発効率を次式で定義する。

第 t 年の半導体企業 i の研究開発投資額を、 R_i^t とする。

このとき、第 t 年の半導体企業 i の研究開発効率を、 $E_i^t = X_i^t / (R_i^{t-3} + R_i^{t-2} + R_i^{t-1}) / 3$ とおく。

(3) 事業化投資比率

西村ら (2006) 及び機械振興協会経済研究所 (2004) において、荒岡は、設備投資と研究開発投資の合計を「事業化投資」とした。本稿では、売上高に対する設備投資比率と研究開発投資比率の和を、事業化投資比率とおく。

4. データベース

(1) 使用データ

宮澤 (2008) では、半導体を WSTS の基準に準拠して7つの製品分野に分類し、レート・シェア分析により、主要半導体メーカーの「選択と集中」の程度を測定した。このとき利用した世界半導体工場年鑑2004年版と2007年版を本稿でも使用する。これに加えて、本稿では ED リサーチ社の世界半導体会社情報2008年版を利用し、両データベースを結合した。まず、データベースから素データとして、企業別製品分野別売上高、営業利益、設備投資額、研究開発費を得る。いずれも年次データである。

次いで素データから、分析に利用する経営指標として、売上高平均成長率、売上高営業利益率、設備投資比率、売上高研究開発費率、研究開発効率、企業別製品集中度、製品分野別寡占度、事業化投資比率を算出する。後者4指標の定義は、3節で既述した。

分析対象期間は、2003年から2006年までの4年間である。

(2) 対象企業

世界の主要な IDM とファウンドリを網羅し、日本企業については半導体売上金額上位20社、外国企業については、米国・欧州・韓国・台湾の売上金額10億ドル以上の全企業32社を対象とする。さらにファブレスについては、主要メーカーが集中する米国・日本・台湾から売上高上位15社を対象とした。対象企業名を表1に示す。

表1 事業形態別主要半導体企業

事業形態	企業名
IDM	東芝, ルネサステクノロジ, ソニー, NECエレクトロニクス, 富士通, 松下電器産業, エルピーダメモリ, ローム, シャープ, 三洋半導体, 日亜化学工業, サンケン電気, 三菱電機, 沖電気工業, 富士通デバイステクノロジー, セイコーエプソン, 旭化成エレクトロニクス, 新日本無線, 新電元工業, ミツミ電機 (以上, 日本)
	Intel, Texas Instruments, Freescale Semiconductor, AMD, Micron Technology, IBM, Spansion, Analog Devices, National Semiconductor, Maxim Integrated, Atmel, Fairchild Semiconductor, Avago Technologies, On Semiconductor, Vishay Intertechnology, International Rectifier, Linear Technology, Microchip Technology, RF Micro Devices (以上, 米国)
	Infineon Technologies (Qimondaを含む), STMicroelectronics, NXP Semiconductors, Micronas Semiconductor (以上, 欧州)
	Samsung Electronics, Hynix Semiconductor (以上, 韓国)
ファウンドリ	TSMC, UMC, Powerchip, Nanya Technology, ProMOS Technologies, Inotera Memories, Winbond Electronics (以上, 台湾)
ファブレス	メガチップス, ザインエレクトロニクス, トレックス・セミコンダクター, アクセル, リアルビジョン (以上, 日本)
	Qualcomm, Broadcom, NVIDIA, Xilinx, Marvell Technology Group, Altera, LSI, Conexant Systems (以上, 米国) Media Tek, VIA Technologies (以上, 台湾)

5. 結果

(1) 製品分野別寡占度

まず, 調査期間内における製品分野の寡占度 H_j^{*t} の推移を示す。

表2 半導体製品分野別市場規模 (単位: 億円)

	MOS マイクロ	ロジック	MOS メモリ	アナログ	個別 半導体	オプト エレクトロ ニクス	その他	製品合計
2003年	46,894	46,138	38,845	31,802	16,276	8,277	3,650	191,882
2006年	60,842	60,912	73,465	41,867	18,565	12,346	7,252	275,249

表3 半導体製品分野別ハーフィンダール指数

	MOS マイクロ	ロジック	MOS メモリ	アナログ	個別 半導体	オプト エレクトロ ニクス	その他	製品全体
2003年	0.3123	0.0467	0.0905	0.0577	0.0580	0.0887	0.2381	0.0485
2006年	0.2557	0.0526	0.1045	0.0624	0.0572	0.0925	0.2189	0.0433

表2は半導体製品分野別市場規模の推移である。全製品分野で市場は拡大している。表3は製品分野別ハーフィンダール指数の推移である。ロジック, MOSメモリ, アナログなどの領域は, 指数が上昇し寡占化が進みつつある。これに対して, MOSマイクロは指数が低下している。これは参入する企業が多く, 市場が分散する傾向にあることを示している。

製品分野別市場規模とハーフィンダール指数の推移を図2に示す。

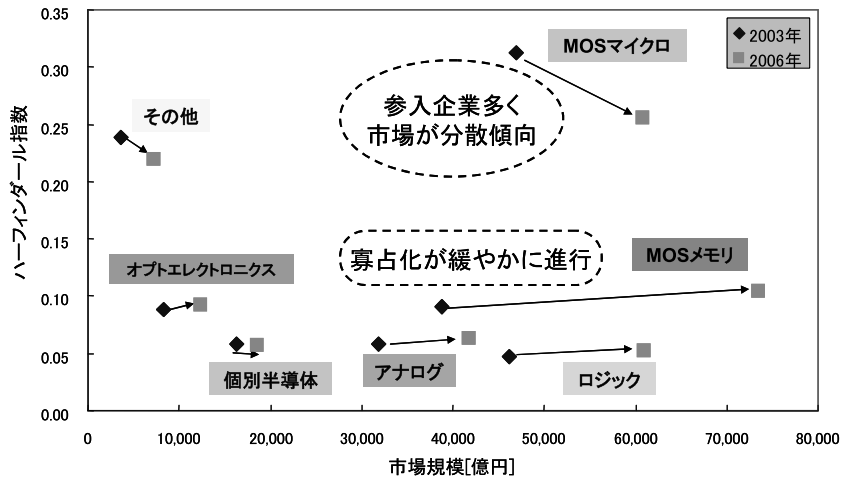


図2 各製品分野の市場規模とハーフィンダール指数（2003年と2006年）

(2) 「選択と集中」による収益性

表4に売上高営業利益率と製品集中度 \tilde{H}_i^t の相関係数 r を企業の国籍別に示す。

表4 売上高営業利益率と製品集中度の相関（2006年）

日本IDM 13社	-0.336
米国IDM 17社	0.161
台湾ファウンドリ 7社	0.049
全企業 42社	0.281

従って企業の国籍や事業形態の相違に関わらず、「選択と集中」により自社の製品分野を特定領域に絞り込んでも、それにより営業利益率が高まるとはいえない。仮説1は個別企業のケースでは起こり得ても、全体的には成立するとはいえない。

表5に製品集中度 \tilde{H}_i^t の推移を示す。

表5 製品集中度の平均値の推移

	2003年	2006年
日本IDM全体	0.514	0.502
日本大手7社	0.373	0.403
米国IDM全体	0.677	0.648
米国大手7社	0.743	0.696
欧州IDM全体	0.362	0.337
韓国IDM2社	0.635	0.799
台湾ファウンドリ7社	0.861	0.879

表6 平均値の有意差検定（等分散）

	日本	米国
平均	0.502	0.648
分散	0.063	0.049
観測数	20	19
自由度	37	
t	-1.920	
P (T<=t) 片側	0.031	
t境界値片側	1.687	
P (T<=t) 両側	0.063	
t境界値両側	2.026	

(有意水準5%)

表5より日本の大手IDM7社は、製品集中度は低いが、「選択と集中」が進む方向にある。しかし、日米の大手IDM7社だけを比較すると、製品集中度に明らかな差異が見られる。これを2006年時点で双方の中堅IDMまで含めても統計的に有意な差があるかを検証する。まず等分散の検定において日米企業双方の分散に差は存在しなかった。そこで等分散を仮定して平均値の有意差検定を実施した。表6は検定結果であり、両者の製品集中度の平均値には有意な差があることを示す。

また、2006年時点で韓国IDM2社と台湾ファウンドリは、製品集中度が極めて高く特定分野に特化している。日本IDMとは明らかに有意な差がある。従って、仮説2は欧州IDMを除くと成立する。

表7には、研究開発効率 E_i^r と製品集中度 \tilde{H}_i^r の相関係数 r を企業の国籍別に示す。

研究開発効率と製品集中度の間には、日本企業と台湾ファウンドリのみ弱い正相関が見られる程度である。従って、仮説3は必ずしも成立するとは言えない。

表7 研究開発効率と製品集中度の相関
(2006年)

日本IDM 11社	0.586
米国IDM 13社	-0.269
台湾ファウンドリ 7社	0.444
全企業 36社	0.430

表8 売上高営業利益率と
売上高研究開発費率の相関 (2006年)

日本IDM 12社	0.021
米国IDM 17社	-0.002
台湾ファウンドリ 7社	-0.846
全企業 40社	-0.192

さらに平均値の有意差検定により、日米IDM間で売上高営業利益率、研究開発効率に関して、平均値が有意に異なるかを検定した。その結果、どちらの指標においても日米IDMは等分散であり、かつ5%有意水準で平均に差は見られないことが判明した。すなわち、仮説4も個別企業レベルを除けば、全体としては成立しない。

表8には、売上高営業利益率と売上高研究開発費率の相関係数 r を国別に示す。台湾ファウンドリのみ $r = -0.846$ となり、強い負の相関が計測された。それ以外では相関は見られない。すなわちファウンドリでは、研究開発投資を削減して研究開発費率を下げると、費目として研究開発費が入る一般管理費が減少するため、必然的に営業利益が増える。その結果、売上高営業利益率が上昇するという一般的な関係が成立している。従って、半導体産業では仮説5はファウンドリにおいてのみ成り立つ。

表9に、2003年から2006年までの平均設備投資比率と売上高平均成長率の相関を示す。IDMでは、設備投資が成長力の源泉であるとともに、重い投資負担であることも裏付けられる。仮説6はIDMについて成立する。また、表10からも設備投資と研究開発を合わせた事業化投資比率が高いほど成長力が高まることが分かる。

表9 平均設備投資比率と
売上高平均成長率の相関

日本IDM 10社	0.910
米国IDM 12社	0.818
台湾ファウンドリ 6社	0.250
全企業 33社	0.709

表10 投資比率と製品集中度、成長度、利益率との相関

日・米・欧・韓・台33社	製品集中度 (2006年)	売上高平均成長率 (注)	売上高営業利益率 (2006年)
平均設備投資比率 (注)	0.5365	0.7089	0.2414
研究開発効率 (2006年)	0.3710	0.3630	0.2604
平均研究開発投資比率 (注)	-0.3923	-0.2801	-0.3205
平均事業化投資比率 (注)	0.3510	0.6132	0.0617

(注) 2003～2006年の平均値

表11 ファブレスとIDMの経営効率

各社平均値	売上高営業利益率 (2006年)	売上高研究開発費率 (2006年)	平均研究開発投資比率 (2003～2006年)
ファブレス 12社	13.2%	16.9%	16.7%
IDM 34社	9.58%	16.8%	17.6%

表11は、ファブレスとIDMの経営効率の比較である。ファブレスの設備投資額はIDMと比較して相対的に僅少なので、営業利益と研究開発の視点から評価する。両者の研究開発投資比率はほぼ同程度であるが営業利益率は乖離している。IDMにとって工場を維持する設備投資費用が営業利益率を引き下げる要因であることが推測される。

6. 考察

日本企業は、全体的には他国企業に比べて製品分野の「選択と集中」が進展していない。しかし、製品集中度を高めれば売上高営業利益率が高まるわけではなく、また研究開発効率の高い企業で必ずしも製品集中度が高いとは言えない。両変数間に強い正相関があれば、製品分野を絞って研究開発を実施すれば売上高営業利益率も上昇するが、半導体企業全体で見るとこの関係は成立しない。従って、他社との事業統合や戦略的提携を進めるにあたり、必ずしも製品分野の近い競合企業を対象にする必要はなく、注力する製品の市場規模や市場成長性により判断すべきことといえる。

事業提携や統合の相手先企業の選択には2通りある。一つは自社の製品分野と直接競合する製品群を持つ企業である。この場合、特定製品分野で大きなシェアを獲得できる可能性が高い。他方は自社の製品分野と重複の少ない製品群を有する企業である。ただし、この選択では、両社が別個に市場成長性のある製品を有しているか、または市場規模が小さくても高いシェアを持つ製品を有しているかが前提となろう。

エルピーダメモリの例が示すように、市場規模が大きい製品分野でシェアを高めることを目的とする事業統合は、大手企業間で効果的に機能する戦略である。これに対し中堅企業では、製品群が比較的重ならない企業と相互に補完し合う提携や合併が有効である。ロームへの沖電気工業半導体部門の事業売却は、このケースにあたる。また、自社が注力する製品の市場規模が限定的であっても、競争力があり魅力的な製品群を提供し続けることができるならば、他社と提携せず独自の道を進むことが可能である。該当する企業としては、日亜化学工業が挙げられる。

また、日米のIDM間で売上高営業利益率、研究開発効率に差は見られない。日米に限らず大手IDMでは、設備投資額の大小が売上高成長率を左右する傾向にある。これは市場規模の大きいMPUやメモリ製品分野で特に顕著である。サムスン電子による米サンディスク社への買収提案と、それに対する東芝の防御とサンディスク社のフラッシュメモリ製造設備の一部買取りは、その一端を示すものである。

IDM の設備投資負担は重く、今後は生産委託や基幹工場を除く工場売却によるファブレス化が、有力な選択肢の一つとなってこよう。

7. 結 論

本稿では、半導体企業が戦略的提携、事業統合や合併を検討する際に有用となる製品集中度やいくつかの経営指標を用いた分析から得られる示唆を提示した。大手 IDM と中堅 IDM では、自社の製品集中度、製品の市場規模、市場成長性などの要因により、とり得る戦略が異なってくる。日本では中堅 IDM が大手 IDM より特定製品分野への集中が進んでいるのに対し、米国では逆に大手 IDM の製品集中度が高い。両者の中堅 IDM の戦略分析には、詳細な製品構成と輸出比率、国内市場特化の度合などの観点が必要となる。これは今後の課題としたい。

また、IDM だけでなくファブレスも含めて個別企業レベルで業績比較や、技術面も含めた戦略比較を行ない、成長力を高めて好業績をもたらす要因を探りたい。

参考文献

- [1] EDリサーチ社『特別レポート これで完璧！世界半導体会社情報 2008』
- [2] 機械振興協会経済研究所『Engineering Industries of Japan』, No. 38 (2004)
- [3] グローバルネット『LSIデータベース 世界半導体工場年鑑 2004』
- [4] グローバルネット『LSIデータベース 世界半導体工場年鑑 2007』
- [5] (社)電子情報技術産業協会 IC ガイドブック編集委員会『IC ガイドブック』, 日経 BP 企画 (2006)
- [6] 西村吉雄, 西野壽一 編『MOT 大企業における技術経営』, 丸善 (2006)
- [7] 宮澤俊憲『主要半導体メーカーの製品ポートフォリオ分析に基づく事業評価』, 東京成徳短期大学 紀要第41号 pp. 45-52 (2008)
- [8] Garcia-Vega, M. “Does Technological Diversification Promote Innovation? An Empirical Analysis for European Firms,” Research Policy Vol.35 pp. 230-246 (2006)
- [9] Hung, S., Liu, N. and Chang, J. “The Taxonomy and Evolution of Technology Strategies : A Study of Taiwan’s High-Technology-Based Firms,” IEEE Transaction on Engineering Management Vol. 50, No.2, pp. 219-227 (2003)