



Discussion Papers In Economics And Business

半導体企業の収益性：売上高、取扱製品群数および
ビジネスモデルによる差異

2001年～2013年の世界半導体主要58社のパネルデータ分析より

中屋雅夫
中村文亮
中川功一

Discussion Paper 17-04

Graduate School of Economics and
Osaka School of International Public Policy (OSIPP)
Osaka University, Toyonaka, Osaka 560-0043, JAPAN

半導体企業の収益性：売上高、取扱製品群数および
ビジネスモデルによる差異

2001年～2013年の世界半導体主要58社のパネルデータ分析より

中屋雅夫
中村文亮
中川功一

Discussion Paper 17-04

March 2017

Graduate School of Economics and
Osaka School of International Public Policy (OSIPP)
Osaka University, Toyonaka, Osaka 560-0043, JAPAN

半導体企業の収益性：売上高、取扱製品群数およびビジネスモデルによる差異

2001年~2013年の世界半導体主要58社のパネルデータ分析より*

中屋 雅夫†
中村 文亮††
中川 功一†††

要旨

本研究は、世界半導体企業58社の2001年から2013年までの財務データを用いて、半導体企業の営業利益決定要因を調査・分析したものである。半導体産業は、1950年代に発生し、その後60年以上、製品の性能向上、経済性向上を同時、持続的に成し遂げ、更に複雑化、多様化の方向に進み、今なお拡大を続け、現代社会に大きな影響を及ぼしている産業である。しかし、市場規模の変動は大きく、利益も売上高上位企業に偏在している。本研究は半導体産業を取扱う経済学・経営学領域での基礎となり得る研究を目指し、財務データという客観情報をもとに、パネルデータ分析統計解析手法を用いて、営業利益の決定要因を明らかにした。一般的に言われているように、利益を上げるためには売上高を上げなければならないが、半導体企業の場合、取扱製品群数を増やして売上高を上げてても利益は逆に低下するということが示された。また、近年、Fabless企業の躍進が目覚ましいが、Fabless-Foundryモデルが適しているのは、半導体製品群の一部製品群であって、多くの製品群ではビジネスモデルに有意差はないという結果が得られた。

JEL 分類：M10 Business Administration - General

キーワード：半導体、収益性、ビジネスモデル、製品群、パネルデータ分析

*本研究は科研費基盤研究 (B) 「日本企業の戦略硬直化」 (代表研究者：中川功一、課題番号：25285116) および平成28年度野村マネジメント・スクール研究助成「M&A がイノベーション推進に与える影響：半導体産業のデータ分析より」 (代表研究者：中川功一) の支援を受けたものである。ここに謝意を表したい。

† 大阪大学大学院経済学研究科 招聘研究員 nakaya@econ.osaka-u.ac.jp

†† 大阪大学大学院経済学研究科 博士前期課程 nakamura.f6742@gamil.com

††† 大阪大学大学院経済学研究科 准教授 nakagawa@econ.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

本報告では、21世紀に入り、複雑性、多様性をますます増している半導体産業における営業利益がどのような要因で決定されているかについて、世界の主要半導体企業 58 社の 2001 年から 2013 年までの財務データをもとに、回帰分析等の統計解析により、明らかにする。

半導体産業は、1947年に米国 Bell 研究所でトランジスタの発明がされ (Bardeen and Brattain 1948, Brattain and Bardeen 1948, Shockley and Pearson 1948)、1950年代後半に産業として始まった。その後、1959年に TI の J. Kilby が Germanium 集積回路の特許出願 (US Patent 3,138,743 June 23, 1964) し、1961年に Fairchild の R. N. Noyce¹が Silicon 集積回路の特許出願 (US Patent 2,981,877 Apr. 25, 1961) により集積回路の原型ができ、半導体・集積回路が各種電子・情報・通信機器、家電製品に使われるようになり、産業として急拡大し、1995年までは年平均成長率 15%以上、それ以後も 5%前後の成長を継続している (図 1.1)。1995年までは世界 GDP に対する比率が拡大して、0.4%を超えるレベルになり、それ以後は 0.4%~0.5%を推移している。

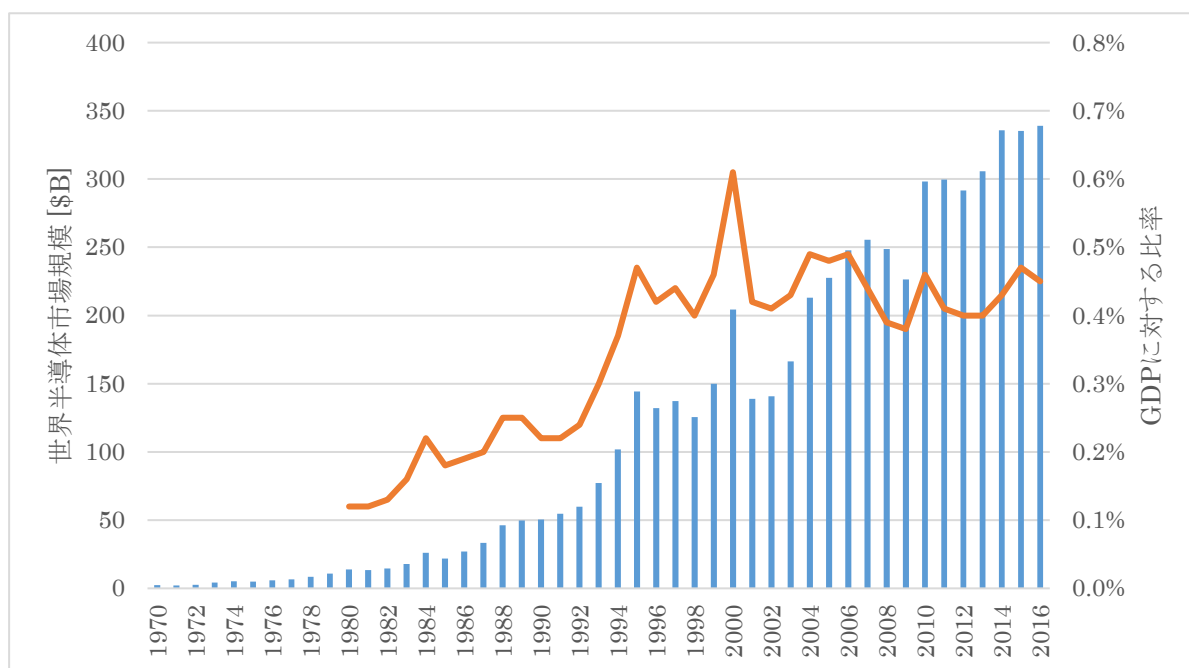


図 1.1 世界半導体市場規模と世界 GDP に対する比率

Source : WSTS、SIA、IMF のデータをもとに作成

半導体産業の拡大は、半導体集積回路製品の設計技術、製造技術の進展により、ワンチップに集積される素子数が指数関数的に増加し (Moore 1965、Moore 1975、Moore 2003)、それにより性能向上 (Dennard 1974)、経済性向上 (Flamm 1993、Grimm 1998、Byrne, Oliner and Sichel 2015) の双方が、長期間にわたり指数関数的に進化しており、半導体集積回路を使用した各種製品の性能向上、価格低下に貢献している。今後、社会生活を大きく変えると言われている IoT (Internet of Things)、AI (Artificial Intelligence)、ロボットの普及に大きく貢献し、第四次産業革命の原動力になると予想されている。

しかし、半導体産業全体の年毎の売上高を見ると、中長期的には拡大してきたものの、変動が

¹ 後に、Fairchild を退社し、Intel を創業する。

非常に大きく、図 1.2 に示すように、前年度比マイナス数十%からプラス数十%の変動は頻繁にみられる。それに伴い、利益の変動も大きいと推察される。実績として、図 1.3 は世界主要半導体企業²の売上高と営業利益の時系列変化を示したものであり、営業利益の変動も大きい(中屋 2011、中屋 2012、吉森・中屋 2013)。

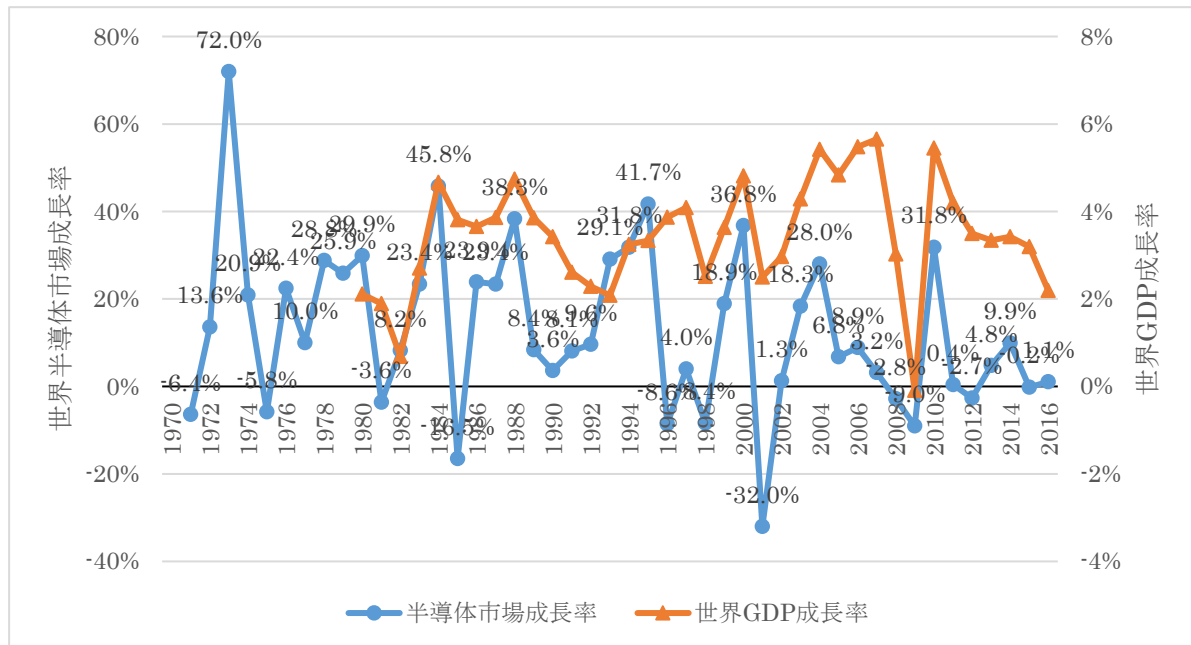


図 1.2 世界半導体市場および世界 GDP 成長率

Source : WSTS、SIA、IMF のデータをもとに作成

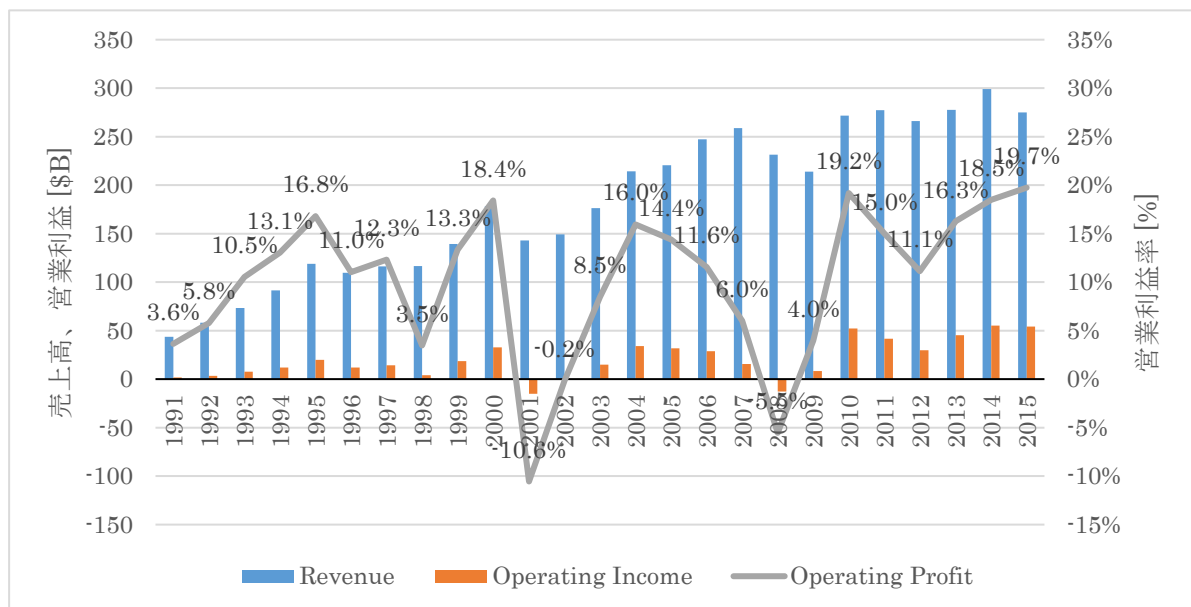


図 1.3 主要半導体企業の売上高と営業利益および利益率

Source : 各社が公表している財務データをもとに作成

² 世界主要半導体企業の選定に関しては、参考文献 中屋、中村、中川 (2015) を参照。本報告で取り上げる半導体企業は、自社ブランドで半導体・集積回路製品を販売している企業で、製造だけを行う Foundry や IP 事業を行う IP ベンダーなどは除外している。

2. 企業経営における重要事項

企業経営において、重要なことは長期的に持続可能な利益を出すことである。利益（営業利益）は会計上では売上高から売上原価、研究開発費、販売管理費、その他費用³を差し引いたものである。これらの費用を、半導体企業活動に照らせ合わせて示したものが図 2.1 である（中屋 2011）。最終的には、製品を販売して売上を得るために、マーケティング、設計、製造、セールスの活動にかかる費用が発生する。マーケティングは、多様化、複雑化する半導体製品の仕様を決めるための重要な役割で、機能仕様が複雑で設計付加価値型の製品群（MPU, Logic ASSP, Analog ASSP など）では、この組織機能の優劣で事業の成否が決まるくらいである。従って、これらの製品群を手がける企業のマーケティング費用比率は多くなると推察される。設計は、上記設計付加価値型の製品群では特に重要で、ユーザニーズを満たす機能、性能を、決められた製造条件で製品化でき、開発にかけられる時間的制約も満たしながら遂行する必要がある。この部分の費用は研究開発費に入れられ、近年この比率が高まっている。製造は、半導体産業を拡大させてきた原動力であり、費用の半分は、製造にかかる売上原価で費やされる。

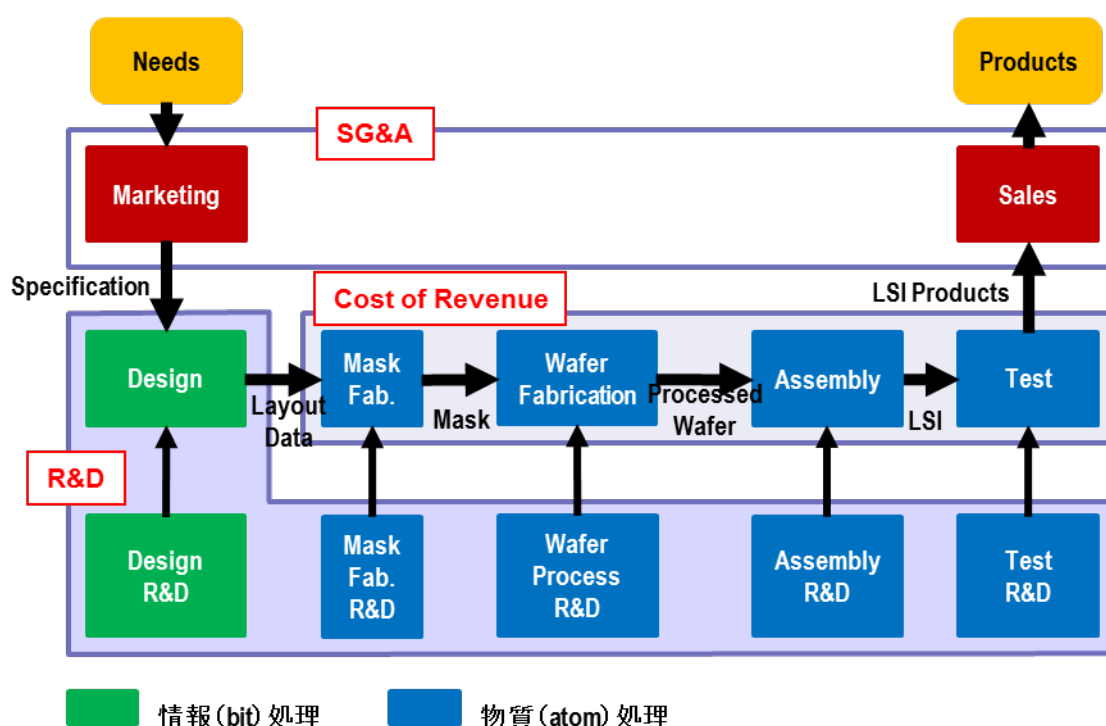


図 2.1 半導体集積回路作成フローと費用の分類

利益を上げるためには、半導体製品群の多様化、複雑化に伴い、製品群ごとの技術の共用性が少なくなる中で、どの様な製品群を選択し、各種製品サービスの提供（何を提供するか）、設計・製造（どうやって作るか）、それらを含めたビジネスモデルの差異により、各種費用は大きく影響を受けると考えられる。製造、研究開発、マーケティング、セールスなどの費用を効率化し、事

³各国の会計制度の違いにより、リストラ費用の取り扱いが異なり、米国ではその他費用に繰り入れることができ、営業利益で大きな赤字を計上しているケースがある。例：Freescale 2008、Broadcom 2001 など

業を推進していく必要がある。

$$\text{営業利益} = \text{売上高} - \text{売上原価} - \text{研究開発費} - \text{販売管理費} - \text{その他費用} \quad (2-1)$$

$$\begin{aligned} \text{計算営業利益}^4 &= \text{営業利益} + \text{その他費用} \\ &= \text{売上高} - \text{売上原価} - \text{研究開発費} - \text{販売管理費} \end{aligned} \quad (2-2)$$

式(2-1)、式(2-2)から、売上高が上がれば営業利益が上がるように見えるが、売上原価、研究開発費、販売管理費等も売上高の関数になっており、売上高と共に増減する。これら費用は、半導体製品の製品群によって異なり、また、ビジネスモデルにより異なると推察される。

営業利益は、上記各項目で示される表層の売上と費用で表されるが、実際に事業化される製品群の深層的な費用分析が必要である。しかし、個別製品群の費用構造は、外部には開示されておらず、間接的に推察するしかない。

3. サンプルとデータ概要

3.1. 調査データ

本報告では、世界主要半導体企業 58 社の 2001 年から 2013 年までの 13 年間、売上高と営業利益を公表している 673 サンプルおよびその中から売上原価、研究開発費、販管費までも公表している 58 社のパネルデータを用いる。内訳は、2001 年から 2013 年までの 13 年間存続した企業が 40 社、期間中に設立され 2013 年末に存続している企業が 8 社、2001 年以前に設立され、2013 年末に存続していない企業が 6 社、期間中に設立され、2013 年末に存続していない企業が 4 社となっている (Appendix A 参照)。各社の製品群ごとの売上高に関しては、調査会社 IHS 社 (現 IHS Markit 社) の発行している Annual Semiconductor Market Share, Competitive Landscaping Tool 2014 をもとに、各社の売上高をベースに算出した。58 社の売上高は、2001 年から 2013 年まで、各年の半導体市場規模の 85%以上をしめており、ほぼ半導体市場を表していると思なしてよいと考える。

3.2. 売上高と営業利益

まず、調査データ 673 サンプルの売上高と営業利益について、散布図で示す (図 3.1)。この図より、近似直線を求めると、

$$\text{営業利益} = 0.2358 \times (\text{売上高}) - 0.4088 \quad R^2 = 0.7568$$

となり、決定係数 R^2 は 0.7568 と高く、営業利益は売上高規模により、高い比率で説明できている。更に、二次多項式で近似をすると、次式のようになり

$$\text{営業利益} = 0.0044 \times (\text{売上高})^2 + 0.0759 \times (\text{売上高}) - 0.0386 \quad R^2 = 0.8262$$

⁴本報告では、各国の会計制度による差異を少なくするために、計算営業利益を導入した。

決定係数はさらに高くなる。このことは、売上高と営業利益の関係は、線形よりもさらに、逓増モデルの方が適合しているということを示している。実際、営業利益は (2-1) 式で示されるので、売上原価、研究開発費、販売管理費が売上高に比例して、変化すれば、相関係数も高いということとは理解できる。

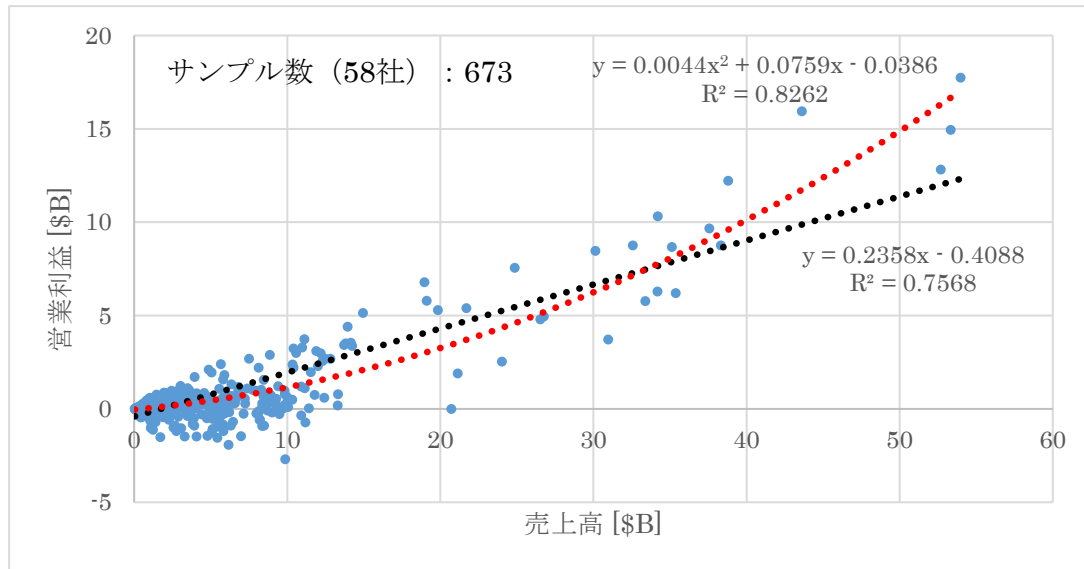


図 3.1 売上高と営業利益の散布図 (58 社 2001 年から 2013 年までの 673 サンプル)

Source : 各社が公表している財務データをもとに作成

しかし、図 3.1 をよく見ると、売上高は\$15B 以下のところに、大半のサンプルが集中していることがわかる。そこで、2001 年～2013 年までの累積売上高トップ上位 5 社の 65 サンプルとその他 53 社の 608 サンプルを分けて表示し、近似曲線を描くと、図 3.2 に示すようになり、上位 5 社のサンプルは売上高と営業利益は強い相関を持っているが、その他のサンプルではほとんど相関が無いということが示された。

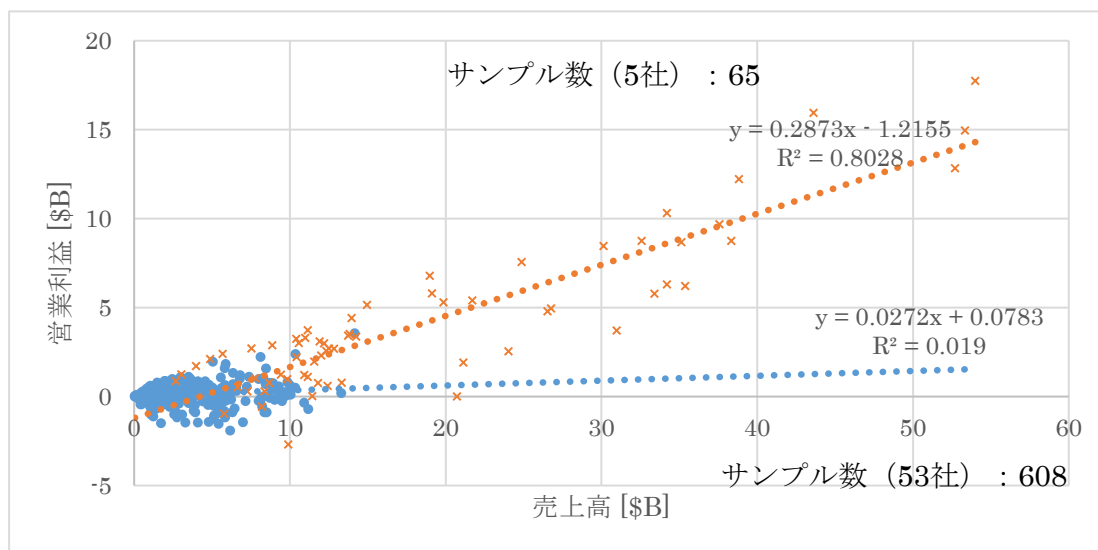


図 3.2 売上高と営業利益の散布図 (上位 5 社とその他 53 社を分けて表示)

Source : 各社が公表している財務データをもとに作成

3.3. 58社の累積売上高、営業利益、営業利益率

58社の2001年から2013年までの累積売上高、累積営業利益、営業利益率を示すとそれぞれ図3.3のようになる。累積営業利益の多い企業順に左から並べている。売上高、利益は偏在しており、売上高は上位5社で45%を占め、その5社で営業利益は90%を占めている。累積売上高の平均値は\$46.1B、累積営業利益の平均値は\$4.8Bである。また、売上高上位企業が、必ずしも営業利益上位企業になっておらず、Toshiba、SK Hynixは累積売上高が、\$131B、\$96Bと多いにもかかわらず、累積営業利益は、\$6.8B、\$8.8Bと利益率はあまり良くない。また、Renesas Technology、Renesas Electronics、NEC Electronic、Infineon、STM、Micron、Freescaleなどは、累積売上高は多いが、累積赤字になっている。

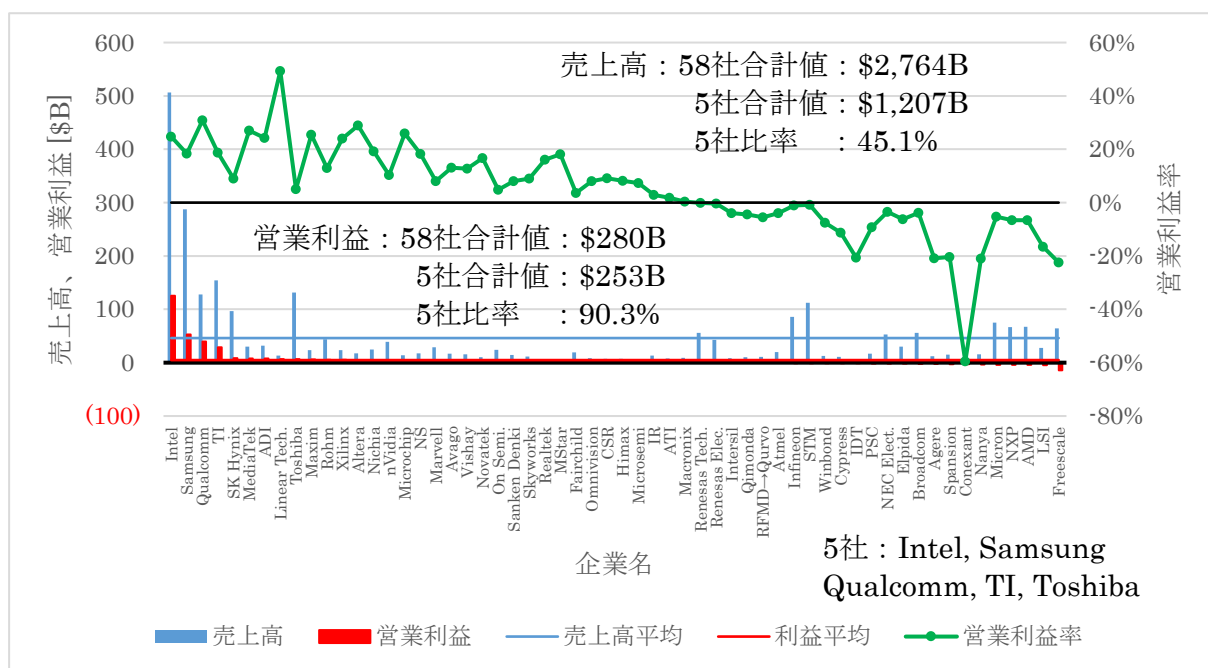


図 3.3 58社の累積売上高、累積営業利益、営業利益 (2001年～2013年)

3.4. 小括

「営業利益を上げるには、売上高を上げなければならない。」というのは、式(2-1)、(2-2)から理解できるが、年間売上高が\$15Bを下回るような企業では、売上高が高い企業が、必ずしも高い営業利益を示していない。これは、売上高を単に大小で計るのではなく、「**売上高の質**」が重要だということを示している。それでは、「**売上高の質**」とは何かということを解明していきたい。

4. 仮説構築

第3章より、半導体産業では確かに規模の経済が働くけれども、それはIntelやSamsungなど売上高1兆円を超えるような業界の突出した上位企業について言えることであり、その他のほとんどの企業にとって高利益の源泉は異なるところにあることが示唆された。それでは、具体的にどのようなマネジメントが求められることになるのだろうか。本研究では業界で特に重要な意思決定とされる事業領域の幅：取扱製品群数と、FablessかIDMかというビジネスモデルに注目してみることにする。

4.1. 売上高と利益の直接的関係

図 3.2 で 53 社の営業利益と売上高はほとんど相関関係がないと述べたが、これはタイムトレンドや企業固有条件を無視してデータをプールして分析した結果である。パネルデータとしてこれを分析するならば、利益と売り上げの関係を再確認することから始めるべきかと思われる。(2-1)、(2-2) 式に示すように利益のベースになるのは基本的には売上高であることも考えれば、まずはこれを第一の仮説として設定し、半導体業界における売上高と営業利益の関係について検討してみたい。すなわち、売り上げの伸びが必ずしも利益に結びつかないという結果が顕れたならば、そこには利益を圧迫する重大なビジネス要因がそこに介在しているとみることができるのである。

【仮説 1】半導体産業において、売上高を拡大すると、営業利益も拡大する。

4.2. 取扱製品群の数と種類

半導体集積回路製品は、さまざまな産業で応用されており、多様な製品群に分類することができる。それぞれの製品群ごとに必要となる設計技術、製造技術も異なり、製造や研究開発、マーケティング、セールスに必要な費用も異なる。それにより製品群ごとの収益性も当然異なってくるため、どの様な製品群を取扱うかということは、利益に影響を与える非常に重要な経営事項となる。ただし、半導体業界ではある製品領域で事業を行うには、技術をはじめとする各種資産の蓄積が必須であり、ある製品の利益率が良いからと言って容易に変更できるものではない。すなわち、製品群を自由に選択することは困難であると考えたうえで、既存の製品群ポートフォリオを軸に、そこから新領域へと拡張していくか、それとも絞り込むべきか：いくつかの製品群を保有することが利益の観点で望ましいかという視座から分析をしてみたい。

ここで、本報告で使用した製品群分類を表 4.1 に示す。分類は、IHS CLT の分類 (WSTS の分類ともほぼ同じである) に従っているが、製品の特徴や市場規模を考慮し、統合化、細分化を行い 17 製品群に分類している。表 4.1 には各製品群の市場規模、成長率もあわせて示している。

図 4.1 に 17 製品群の市場規模の時系列推移を示す。2013 年市場規模のトップ 3 は Logic-ASSP、MPU、DRAM で、その売上高年平均成長率 (CAGR) も高くそれぞれ、8.1%、5.3%、6.6%を記録している。DRAM は市場規模が大きく、年平均成長率も高いが変動が非常に大きい。年平均成長率が高いトップ 3 製品群は、Sensor & Actuator (15.2%)、Optical Devices

(9.6%)、Flash (9.5%) である。また、Memory-Others、Micro-DSP、Logic-Std.、Logic-DD、Analog-ASCP は 2013 年の市場規模が \$10B 以下であり、年平均成長率 (2001 年から 2013 年) も低く、Memory-Others、Micro-DSP、Analog-ASCP については、マイナス成長である。このように製品群により、差異が現れ、競争環境等は異なっている。

半導体企業は、1 製品に特化した企業から 10 製品群以上取り扱っている企業まで様々である。取扱製品群の種類および数は、各企業が各種経営判断により決めている。製品群選択は設立の経緯による影響及び設立時期による影響が大きい。半導体専門企業として設立された企業は比較的取扱製品群数が少なく、一方、電機、通信、情報機器企業の半導体部門としてスタートした企業 (部門) は、取扱製品群数が多くなる傾向にある。こうした初期条件から、事業戦略として製品群を拡張すべきなのか絞り込むべきなのかをここで問うのである。

表 4.1 製品群分類と各製品群の市場規模、年平均成長率

	製品群分類	Market Size in 2001 [\$B]	Market Size in 2013 [\$B]	CAGR (2001- 2013)	決定係数 R ²	大分類
1	Memory-DRAM	11.7	35.0	6.6%	0.5489	Memory
2	Memory-Flash	7.9	28.0	9.5%	0.7891	
3	Memory-Others	6.6	2.5	-6.5%	0.8010	
4	Micro-MPU	23.5	42.4	5.3%	0.8807	Micro
5	Micro-MCU	11.2	15.3	2.5%	0.5293	
6	Micro-DSP	4.3	2.7	-3.7%	0.2070	
7	Logic-Standard	1.8	1.6	0.7%	0.0411	Logic
8	Logic-Display Driver	3.1	6.3	3.5%	0.2251	
9	Logic-PLD	2.6	4.5	5.6%	0.8447	
10	Logic-ASSP	22.0	57.6	8.1%	0.9085	
11	Logic-ASCP	12.1	18.8	3.7%	0.5863	Analog
12	Analog-GP	9.0	18.3	6.8%	0.8512	
13	Analog-ASSP	14.5	25.8	3.9%	0.6949	
14	Analog-ASCP	4.1	3.1	-2.9%	0.5023	Discrete
15	Discrete	13.1	19.7	3.7%	0.7301	
16	Optical Devices	9.2	29.2	9.6%	0.9320	Optical
17	Sensor & Actuator	1.0	7.3	15.2%	0.8968	S & A
	TOTAL	157.5	318.1	5.6%	0.8193	

Source : IHS CLT 2014 の調査レポートデータをもとに作成

取扱製品群数が少（1-5）、中（6-10）、多（11-15）に分類して、平均費用構造を示したものが図 4.2 である。取扱製品数が増加すると営業利益率は減少している。

取扱製品群数を増加させた場合を考えてみよう。参入事業領域を増やすことにより、売上高は増加するという意味では取扱製品群数を増やすことにメリットはあるだろう。しかし、本研究ではむしろ取扱製品群数がもたらすデメリットに注目する。近年の半導体産業では、製品群領域によって共用できる製品技術・生産技術が減りつつある。そのため、製品群数を増やしても規模の経済・範囲の経済を享受することはできず、売上原価、研究開発費、販管費の費用効率を悪くしてしまうと思われる。そこで、ある売上高を単一製品群の売上高で達成した場合と、複数製品群の売上高で達成した場合で比較すれば、費用の効率化という観点からすれば前者のほうが利益拡大には貢献すると考えられる。従って、ここでは、下記の仮説を提起する。

【仮説 2】半導体産業において、製品群数は営業利益額と負の関係がある。

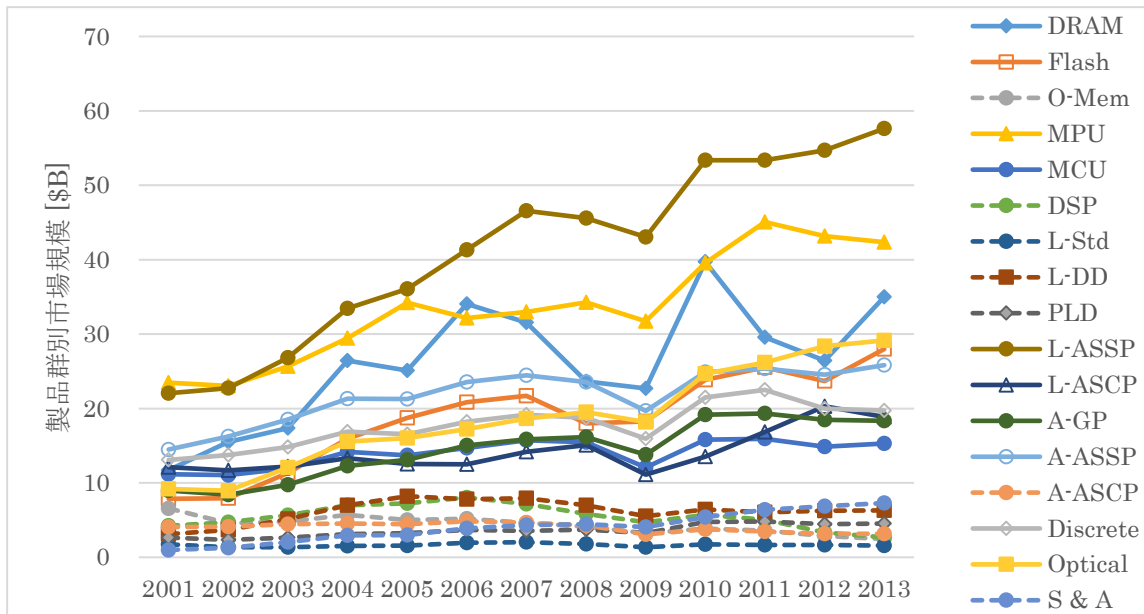


図 4.1 製品群別市場規模の時系列推移

Source : IHS CLT 2014 のデータをもとに作成

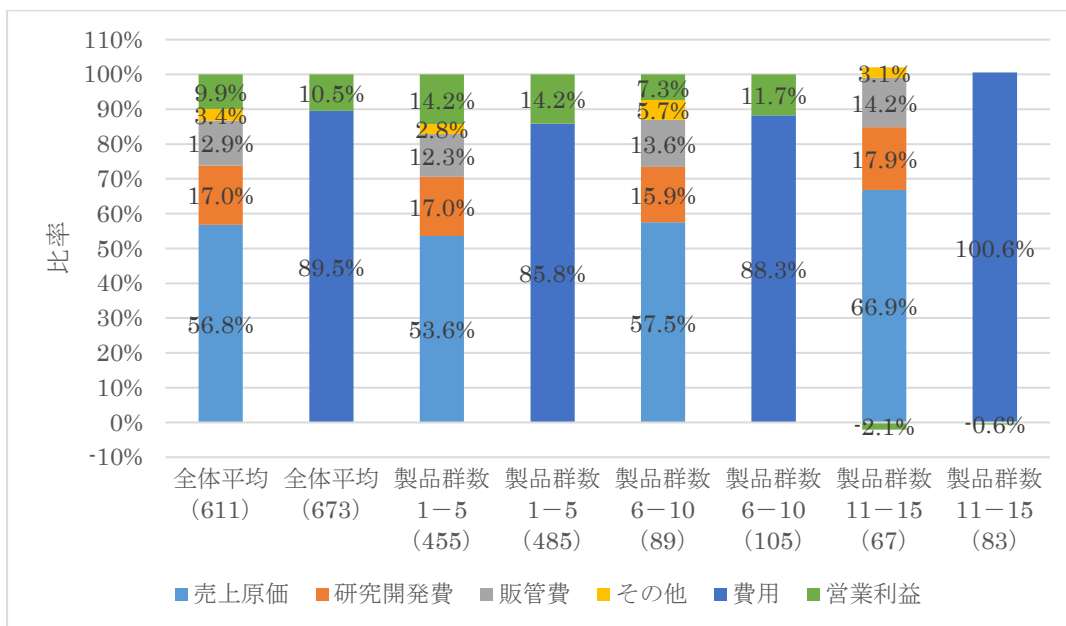


図 4.2 取扱製品群数の差異による費用構造比較 (比率) () 内の数字はサンプル数

Source : 各社公表の財務諸表と IHS CLT 2014 のデータをもとに作成

上述の売上高と製品群数の関係からすると、2 者の交互作用もまた利益に負の効果をもつと考えられる。売上高は製品群数が増えれば（増やさなかった場合と比較して）おのずと増えると想定される。製品群を増やすことなく伸びた売上は、追加的な固定費をあまりかけずに稼いだ売上であるため、利益を増やすことができるであろうが、製品群を増やしながら稼いだ売上は追加的な固定費がかかるために利益なき成長となるリスクが高くなると考えられるのである。以上の関係を整理するならば、以下の仮説を得ることができる。

【仮説 3】半導体産業において、製品群数と売上高の交互作用は営業利益に対して負の関係となる。

4.3. ビジネスモデル (IDM と Fabless)

半導体産業の黎明期は、半導体企業が、マーケティング、設計、製造、セールスと自社で一貫して行い、更に設計や製造で必要となるソフトウェア、ハードウェア開発まで自社で行っていた。しかし、技術の進展に伴い、複雑化、多様化が増し、組織機能の一部を外部委託するケースが出てきた。1980年代後半から、製造工場を持たずに、製造を外部に委託する「Fabless-Foundry モデル」(Chatterjee, Gudmundsson, Nurani, Seshadri & Shanthikumar 1999, Dhayagude, Jayagopal, Manayathara, Suri & Yaga 2001) というビジネスモデルができ、プロセス微細化とともに巨額になる製造設備投資ができなくても半導体事業に参入できるようになってきた。特に米国シリコンバレー地区や台湾の新竹地区に Fabless 企業が数多く設立された。

現在、Fabless-Foundry モデルが、半導体企業の収益性を高めるためには有効だと言われ、産業全体としてもその方向に流れている。しかし、Fabless 企業が取扱っている製品は、MPU, Logic DD, Logic PLD, Logic ASSP, Logic ASCP, Analog ASSP, Optical の 7 製品群⁵で、特に Logic ASSP, Analog ASSP, Logic ASCP を取扱っている企業が多い(図 4.3) これは、Fabless-Foundry モデルがすべての半導体製品群に適切だということではないことを示している。

Fabless 企業が取扱う製品群は Logic ASSP が突出しており、累積売上高、平均売上高も Fabless 企業群が上回っている。次いで、Analog ASSP で、両製品群とも半導体企業が比較的複雑な製品仕様を作成し、その価値に對価を払ってもらおうという設計付加価値型製品群であると言える。また、市場規模は大きくないが Logic PLD 市場は、基本特許回避や製品活用のための設計環境を揃える必要があるために、参入障壁が高く、市場の大半を Fabless 企業 2 社 (Xilinx、Altera⁶) が占めている。このように、市場規模拡大の著しい Logic ASSP で Fabless 企業が優位であるが、半導体産業全体を見ると限定的である。

図 4.4 は IDM 企業群と Fabless 企業群の売上高時系列推移を表したものである。Fabless 企業群の売上高は、全体の 3 割にも満たないが、伸び率は IDM 企業群に比べ高く、着実に増大している。また、IDM 企業でも一部製品を Foundry に製造委託するケースが増えてきており、自社で製造かどうかという見方をすると、この売上高の差は縮まると推察される。

半導体製造は巨額の資金を投入しなければならず、稼働率が低くなると収益性を悪化させる。また、常に先端プロセスにおいて、競争しなければならない製品群を有している場合には、継続して巨大な設備投資が必要になる。従って、製造設備を保有する IDM モデルよりも、製造を他社に委託する Fabless-Foundry モデルの方が収益性を高めるには有利であると考えられている。そのため、2001 年から 2013 年の間に IDM から Fabless にビジネスモデルを変更した企業が現れた。図 4.5 に IDM と Fabless の費用構造の平均値を示す。平均費用構造で見ると Fabless のほうが良い。しかし、前述したように、Fabless 企業が取扱っている製品群は 17 製品群の内 7 製品群し

⁵ IDM 企業が Foundry に委託している製品は含んでいない。また、サンプルデータが 13 未満の場合も除外している。

⁶ 2015 年 12 月に Intel に買収をされた。

がなく、半導体産業全体を見たときに、Fabless モデルの方が優位であるということは言い難い。このことを検証するため、「Fabless が有利である」という作業仮説を置いたうえで、これを検証してみる。

【仮説 4】 Fabless 企業の方が、IDM 企業よりも営業利益額が高くなる。

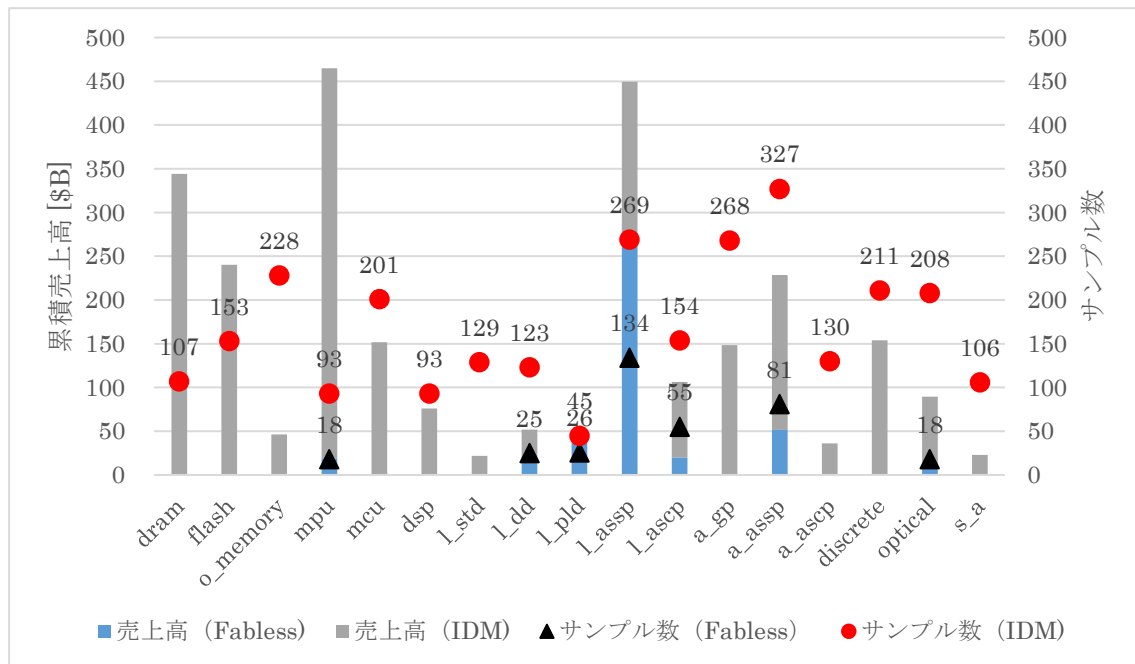


図 4.3 IDM と Fabless の売上高とサンプル数（製品群別）

Source：各社公表の財務諸表と IHS CLT 2014 のデータをもとに作成

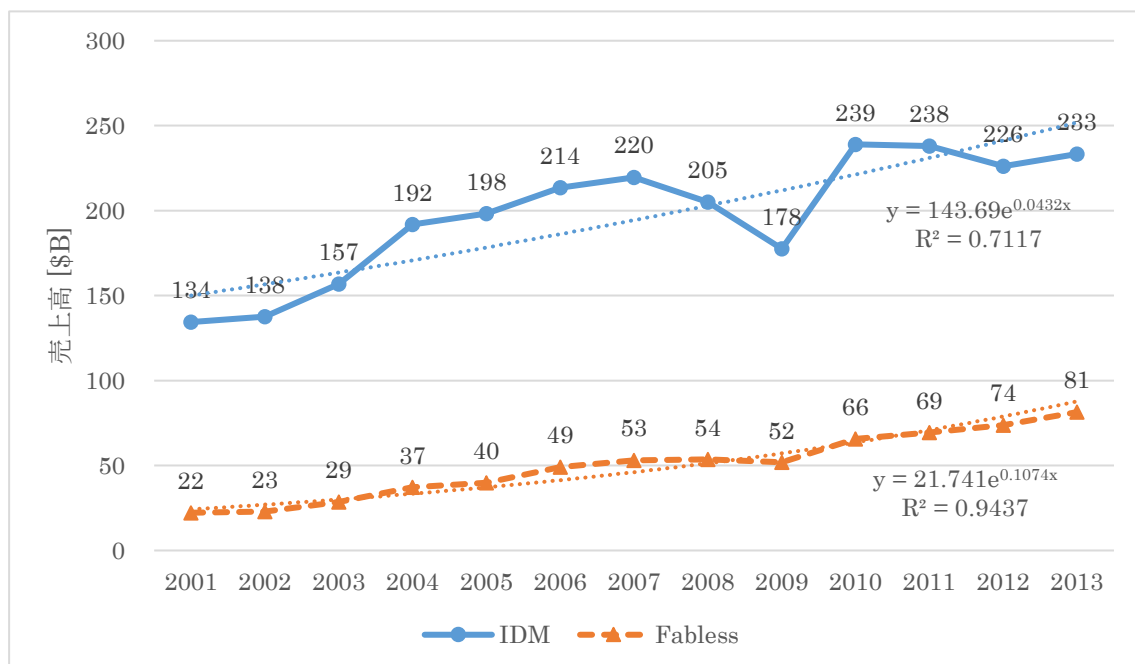


図 4.4 IDM と Fabless の売上高推移

Source：IHS CLT 2014 のデータベースをもとに作成

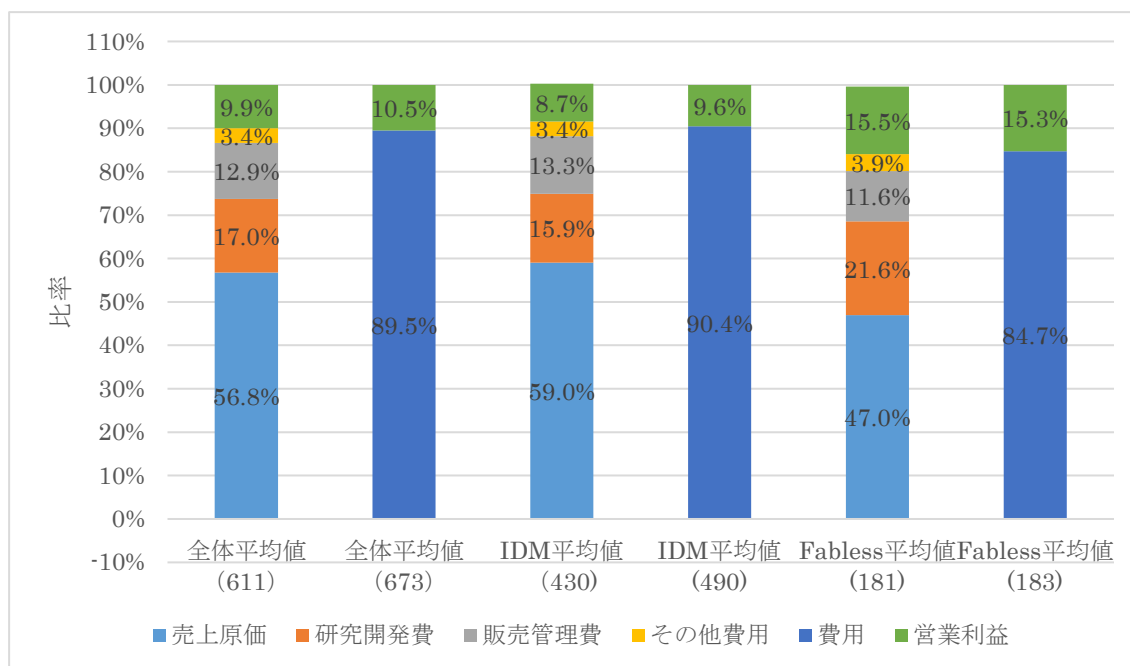


図 4.5 ビジネスモデルの差異による費用構造比較（比率）（ ）内の数字はサンプル数
 Source：各社公表の財務諸表と IHS CLT 2014 のデータをもとに作成

5. 分析方法

以上の仮説を検証するために、本報告では企業効果をコントロールすべくパネルデータ分析⁷を行う。本報告では先に第3章において53社608サンプルの売上高と営業利益の関係を示し近似直線を求めているが、これは無条件にデータをプールした分析であり（即ち横断面と時系列面の全ての観測値を用いて最小二乗法を適用している）、結果として誤った推定となっている可能性が高いためである。企業固有要因および年度要因を取り除き、より正確に利益に与える諸要因の影響を分析するうえで、パネルデータ分析の方法は適切と考える。

5.1. 変数の定義

本研究では被説明変数に営業利益（\$B）（計算営業利益）を用いた。また主たる説明変数として売上高と取扱製品群数、ビジネスモデルダミーを導入している。売上高にはその企業の当期売上高をそのまま使い、ビジネスモデルダミーには当期において同社がとるビジネスモデルがIDMならば0、Fablessならば1とする変数を置いた。また、本研究ではこれに加えて、制御変数として、世界GDP成長率、タイムトレンド（2000年からの経過年数）を制御変数として、分析に加えている。

取扱製品群数に関しては特別な議論が必要であろう。本報告では、半導体製品の分類として、製品機能に基づいた分類を用いる。機能的分類を考える理由としては、半導体製品の売価、製造費用、設計費用などは、製品群で大きく異なるからである。

⁷ パネルデータ分析については、北村（2004）、樋口、太田、新保（2006）、チェン・シャオ（2007）、山本（2015）などを参照。

売上高としては、2種類の説明変数を用いている。製品群に係わらず、合計の売上高を説明変数としたモデル（Model 0～Model 3）と製品群ごとの売上高を説明変数としたモデル（Model P0～Model P3）である。

5.2. サンプルデータの基本統計量および相関係数

解析モデルで使用する被説明変数、説明変数の基本統計量を表 5.1.a に、相関係数を表 5.1.b に示す。また、表 5.2.a と表 5.2.b は 17 製品群別売上高の基本統計量と相関係数である。

表 5.1.a 基本統計量 外れ値企業 5 社を除くサンプル (53 社 608 サンプル)

	計算営業 利益 [\$B]	売上高 [\$B]	製品群数	ビジネス モデル	世界 GDP 成長率 [%]	タイムト レンド [Year]
平均	0.144	2.413	4.410	0.280	3.913	7.013
標準誤差	0.019	0.096	0.142	0.018	0.064	0.148
中央値	0.109	1.452	3	0	4.224	7
最頻値	0.007	1.016	2	0	4.856	5
標準偏差	0.468	2.372	3.504	0.449	1.573	3.650
分散	0.219	5.628	12.275	0.202	2.474	13.321
範囲	5.475	14.118	14	1	5.701	12
最小	-1.930	0.047	1	0	-0.051	1
最大	3.545	14.165	15	1	5.650	13
合計	87	1,467	2,681	170	2,379	4,264
標本数	608	608	608	608	608	608

ビジネスモデル：IDM=0、Fabless=1、タイムトレンド：2000年からの経過年

表 5.1.b 相関係数 外れ値企業 5 社を除くサンプル (53 社 608 サンプル)

	計算営業 利益 [\$B]	売上高 [\$B]	製品群数	ビジネス モデル	世界 GDP 成長率 [%]	タイムト レンド [Year]
計算営業利益 [\$B]	1					
売上高 [\$B]	0.1379	1				
製品群数	-0.0646	0.5100	1			
ビジネスモデル	0.1151	-0.1835	-0.4278	1		
世界 GDP 成長率 [%]	0.2165	0.0723	0.0008	-0.0057	1	
タイムトレンド [Year]	0.1662	0.1571	-0.0491	0.0540	-0.0881	1

表 5.2.a 基本統計量 製品群別売上高 外れ値企業 5 社を除くサンプルデータ

	dram	flash	_memor	mpu	mcu	dsp	_l_std	_l_dd	_l_pld	_l_assp	_l_ascp	_a_gp	_a_assp	_a_ascp	discrete	optical	s_a	Total
平均	0.354	0.134	0.057	0.107	0.206	0.034	0.018	0.053	0.068	0.427	0.108	0.171	0.256	0.052	0.225	0.116	0.026	2.413
標準誤差	0.049	0.020	0.004	0.023	0.024	0.005	0.002	0.007	0.013	0.038	0.014	0.016	0.018	0.010	0.017	0.016	0.003	0.096
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.044	0	0	0.057	0	0	0	0	1.452
最頻値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.819
標準偏差	1.198	0.502	0.110	0.577	0.588	0.133	0.057	0.177	0.328	0.933	0.341	0.389	0.453	0.242	0.428	0.383	0.084	2.373
分散	1.434	0.253	0.012	0.333	0.345	0.018	0.003	0.031	0.107	0.870	0.116	0.151	0.205	0.059	0.183	0.147	0.007	5.630
尖度	20.167	32.049	2.967	48.299	21.092	26.011	17.871	14.190	26.562	23.936	23.408	10.472	12.048	40.897	4.780	36.459	30.503	3.162
歪度	4.210	5.247	1.993	6.756	4.156	4.817	4.076	3.817	5.163	4.225	4.525	3.179	2.953	6.244	2.115	5.502	4.863	1.810
範囲	10.371	4.665	0.471	5.682	5.006	1.101	0.404	1.043	2.383	8.145	2.677	2.402	3.685	2.008	2.572	3.604	0.780	14.119
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.047
最大	10.371	4.665	0.471	5.682	5.006	1.101	0.404	1.043	2.383	8.145	2.677	2.402	3.685	2.008	2.572	3.604	0.780	14.165
合計	215.352	81.749	34.641	64.945	125.456	20.386	10.951	32.287	41.644	259.587	65.871	103.801	155.807	31.563	137.028	70.470	15.534	1,467.071
標本数	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608

表 5.2.b 相関係数 608 サンプル

	dram	flash	_memor	mpu	mcu	dsp	_l_std	_l_dd	_l_pld	_l_assp	_l_ascp	_a_gp	_a_assp	_a_ascp	discrete	optical	s_a	Total
dram	1																	
flash	0.540	1																
_o_memory	-0.030	0.104	1															
mpu	-0.055	0.025	-0.080	1														
mcu	-0.073	0.008	0.381	0.060	1													
dsp	-0.075	-0.067	-0.070	0.122	0.259	1												
_l_std	-0.093	-0.039	0.134	-0.056	0.093	0.180	1											
_l_dd	-0.071	-0.031	0.175	-0.042	0.397	-0.026	0.008	1										
_l_pld	-0.062	-0.056	-0.099	-0.039	-0.072	-0.051	-0.065	-0.063	1									
_l_assp	-0.114	-0.078	0.009	0.106	0.122	-0.018	-0.005	0.020	-0.094	1								
_l_ascp	-0.091	-0.018	0.221	-0.043	0.342	0.040	0.001	0.293	-0.055	0.086	1							
_a_gp	-0.130	-0.080	-0.029	-0.076	-0.008	0.182	0.152	-0.041	-0.090	-0.098	-0.033	1						
_a_assp	-0.113	-0.054	0.220	-0.049	0.373	0.186	0.332	0.026	-0.115	0.208	0.064	0.078	1					
_a_ascp	-0.063	0.145	0.413	0.008	0.239	0.152	0.193	0.020	-0.044	0.109	0.181	0.121	0.385	1				
discrete	-0.120	-0.039	0.259	-0.060	0.449	0.070	0.462	0.136	-0.105	0.045	0.124	0.062	0.592	0.349	1			
optical	-0.022	-0.020	0.028	-0.053	0.015	-0.054	-0.038	0.016	-0.061	-0.060	0.058	-0.063	-0.012	0.079	0.068	1		
s_a	-0.062	-0.072	0.121	0.045	0.328	0.295	0.074	-0.058	-0.063	0.076	-0.018	0.211	0.545	0.255	0.468	0.011	1	
Total	0.432	0.428	0.295	0.226	0.567	0.184	0.172	0.194	-0.063	0.411	0.285	0.050	0.485	0.437	0.453	0.120	0.370	1

6. 分析結果

回帰分析の推定結果を表 6.1 に示す。パネルデータ分析で集計回帰モデル (Pooling Model)、固定効果モデル (Within Model)、変量効果モデル (Random Model) で分析を行い、F 検定、Hausman 検定の結果、4 モデルとも固定効果モデルが採択された。Model 1 (ベースモデル) では世界 GDP 成長率、タイムトレンドともに 0.1% 有意でプラスの値が推定されており、マクロ経済が好況の時は営業利益も増加し、また、タイムトレンドとして、営業利益が拡大していることを示している。

売上高に関して、Model 2、Model 3 において、営業利益は売上高の 0.158、0.176 と推定されることが 0.1% 有意で示され、仮説 1 を支持する結果が得られた。製品群数に関しては、Model 2 では製品群数が 1 増加するにつれて、営業利益が 0.069 減少するということが 0.1% 有意で示され、Model 3 では 1% 有意で 0.054 減少することが示された。更に、売上高との交互作用に関して、売上高が大きくなると、減少の傾向が大きくなるということが、0.1% 有意で示されている。以上から仮説 2、仮説 3 の両方が支持されたということが出来る。一方、ビジネスモデルに関しては、Model 2、Model 3 とも有意な推定結果は得られず、Fabless のほうが利益を上げやすいとする仮説 4 は支持されない結果となった。

表 6.1 Model 0、Model 1、Model 2、Model 3 の推定結果

被説明変数： 営業利益[\$B]	Model 0 Within Model	Model 1 (Base) Within Model	Model 2 Within Model	Model 3 Within Model
説明変数				
売上高	0.174 (0.017)***		0.158 (0.018)***	0.176 (0.020)***
製品群数			-0.069 (0.015)***	-0.054 (0.015)**
ビジネスモデルダミー			0.069 (0.128)	0.093 (0.125)
世界 GDP 成長率		0.073 (0.010)***	0.054 (0.010)***	0.058 (0.010)***
タイムトレンド		0.024 (0.005)***	0.004 (0.005)	-0.002 (0.005)
交互作用項				
売上高：製品群数				-0.020 (0.004)***
売上高：ビジネスモデル				-0.028 (0.031)
決定係数	0.1638	0.11509	0.23718	0.27451
修正済み決定係数	0.14925	0.10468	0.21455	0.24742
サンプルサイズ	608	608	608	608

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '+' 0.1 '.' 1

() 内は Std. Error

6.1. 売上高と営業利益の関係

第3章で、売上高が\$15B以下のサンプルは、売上高と営業利益に相関が無いと述べた。確かに、全体を見れば相関が無いように見える。図 3.1 に示した売上高と営業利益の近似直線は、回帰分析では Model 0 の集計回帰モデルを示しており、パネルデータ分析で支持された固定効果モデルにより推定値を図示すると図 6.1 のようになる。売上高が\$15B以下のサンプルにおいても、基本的には営業利益は売上高の 16%~18%くらいあることを示しており、図 3.2 に示したトップ 5 企業の 30%に近い値には及ばないものの、大きな割合を示している。それにもかかわらず、図 6.1 になるのは、企業の固有の理由で大きな差異が出てきていることを示している。図 6.1 はパネルデータ分析で切片の異なる 3 社 (Linear Technology, nVidia, Micron) のデータを表示し、パネルデータ分析から固定効果モデル (Within Model) が採択されたので、それに従って回帰直線を描いたものである。固定効果モデルでは、説明変数毎に示される推定値は近似式の傾きを表しており、各企業で同一の値をとる。各企業の固有効果は切片値として示される。この結果から、企業ごとの固有条件による差異が大きいことが判る。切片値の大きい企業群は、Analog-GP 製品群を主力としている Linear Technology, ADI, Maxim と PLD 専門企業の Altera, Xilinx である。一方、切片値がマイナスの企業群は、多くの製品群を取扱っている (いた) Renesas Electronics, Renesas Technology, STM, NEC Electronics, NXP, Infineon, Freescale などと、Memory に特化した Micron, Qimonda, Elpida, SK Hynix, Nanya, Spansion, PSC, Winbond などである。

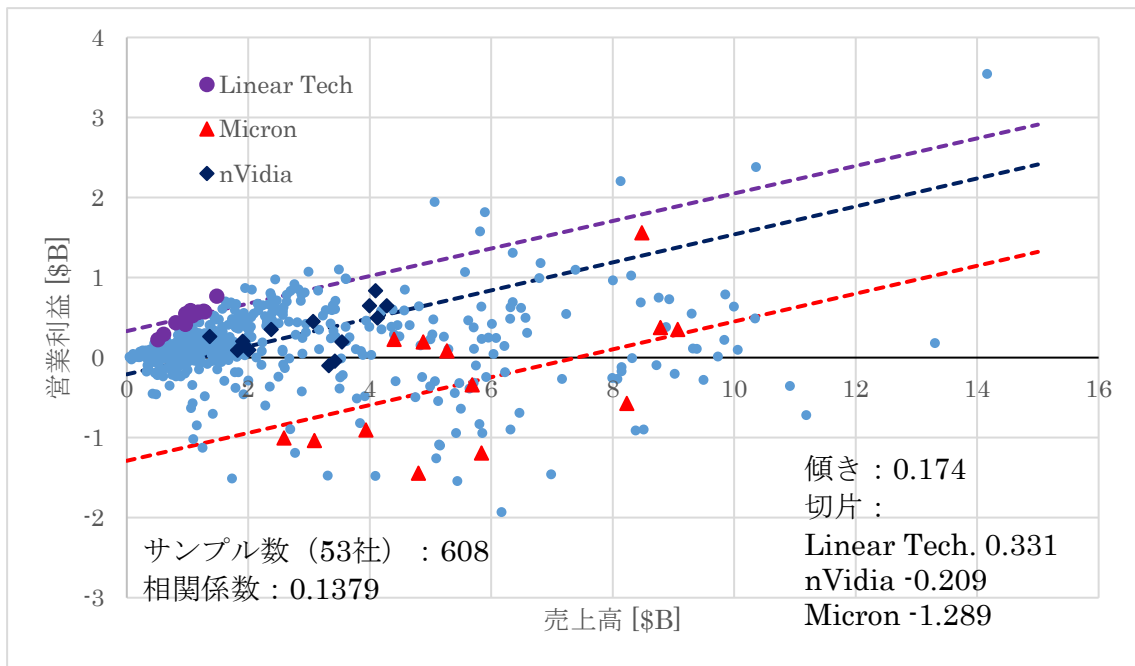


図 6.1 Model 0 の固定効果モデルによる推定値の図示

6.1.1. 説明変数：売上高、製品群数、ビジネスモデルダミー

売上高、製品群数、ビジネスモデルダミーを説明変数として加えたモデル (Model 2) とベースモデル (Model 1) を比較すると、売上高向上と製品群数削減が営業利益増を説明できることが判る。一企業がコントロールできるのは、取扱製品群である。売上高を上げれば、営業利益増に結び付くと考えられているが、同じ売上高で、単一製品群によるものと、多製品群によるものでは営業利益に差異が有り、製品群を増やすと利益が低下する。これは、当然のこと考えることができ、費用の非効率による営業利益の減少を示している。

6.1.2. 売上高との交互作用項

表 6.1 の Model 3 は、各説明変数と売上高との交互作用項も含めて、統計解析を行ったものである。製品群数に関しては売上高との交互作用項もマイナスであり、売上高増加に伴い、営業利益率の減少も生じていることが 0.1% 有意に示されている (Model 3)。

6.1.3. 売上高、製品群数と営業利益

図 6.2.a と図 6.2.b に 608 サンプルの売上高、製品群数と営業利益の関係を示す。営業利益の最も大きいのは売上高が大きい場合であるが、例えば、売上高が \$12B の場合、製品群数が多くなるにつれて、営業利益は減少している (図 6.2.b 直線 A-B)。また、製品群数が 10 を超えるような場合は、営業利益がプラスになるケースは少なくなっている (直線 C-D)。一方、単独製品だけに注力した場合は、市場規模に制限され売上高を増やせない (直線 E-F)。更に、一製品群で \$1B の売上高を上げ、製品群数を増やすごとに、\$1B ずつ売上高が上がるようなケースを図 6.2.b の直線 G-H で示すが、営業利益はほとんど同じで、増加をしていない。

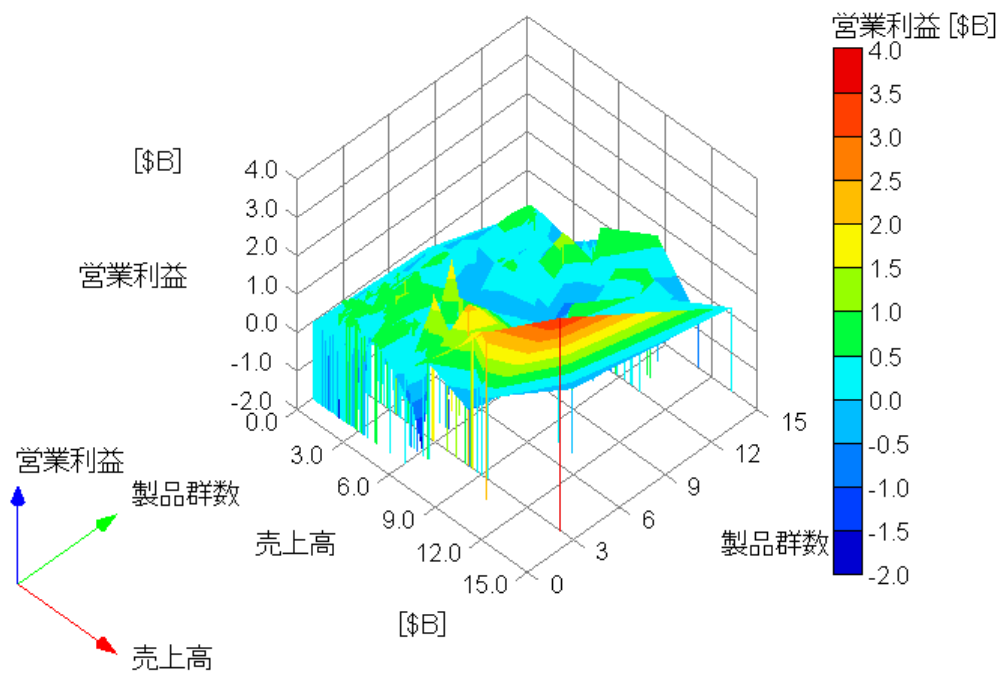


図 6.2.a 売上高、製品群数と営業利益 53 社 608 サンプル 3次元図

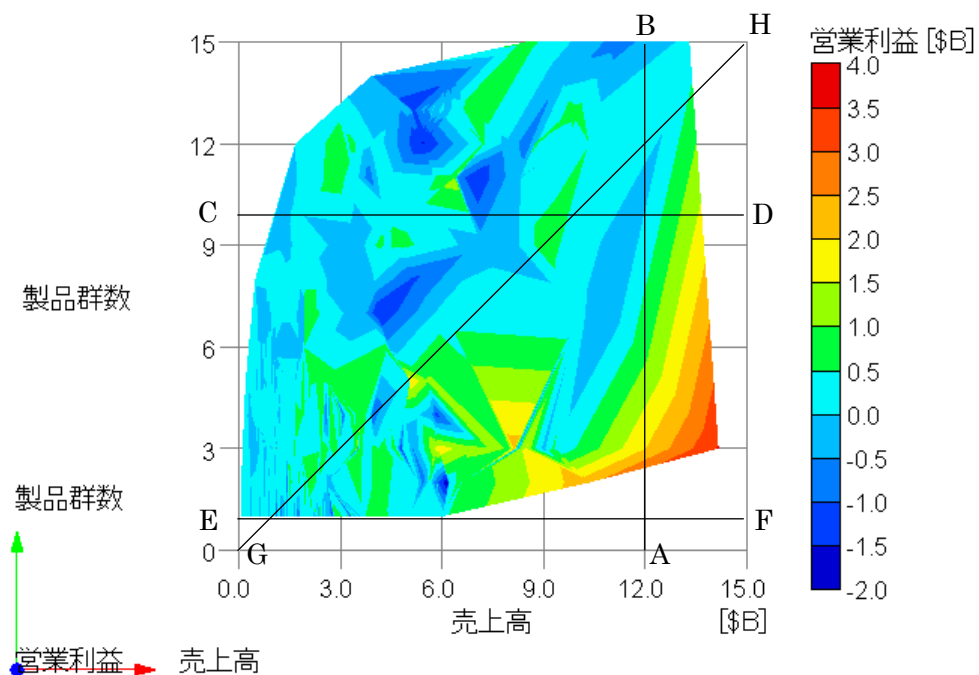


図 6.2.b 売上高、製品群数と営業利益 53 社 608 サンプル

取扱製品群数を増やすことは売上を上げられるかもしれないが、一方で営業利益減少を引き起こし、しかも売上高の大きい企業ほど影響が大きくなる。大手企業は、保有する技術力も広範囲で高いゆえに、製品群を増やしやすく、一方で、製品群を絞り込むことは、顧客との関係で難し

いことが多く、製品群数は拡大する傾向にある。しかし、営業利益のことを考慮すると製品群数を削減し、集中した製品群で売上高を上げることが重要であることが判る。

近年、製品群数の多い大手企業（半導体部門）では、M&A や Consolidation が頻繁に行われている。2003年4月のHitachi半導体部門とMitsubishi半導体部門の統合によるRenesas Technologyの設立⁸、2010年4月のRenesas TechnologyとNEC Electronicsの統合によるRenesas Electronicsの設立⁹、2015年12月のNXPによるFreescaleの買収¹⁰、2016年のQualcommによるNXPの買収¹¹などである。Qualcommの買収は、まだ、買収が完了していないので、買収完了後、取扱製品数がどうなるか判らないが、それ以外の統合、買収は、製品群数を増やして、製品群数の削減が進まず、収益性が良くなったとは言えない。

世界GDP成長率に関しては、売上高との交互作用項を入れると、売上高が増大するとその効果は大きくなるということを示している。タイムトレンド、ビジネスモデルに関しては、売上高との交互作用項を入れた影響はほとんどない。

Model 1、Model 2、Model 3 でパネルデータ分析を行うことにより、**仮説 1（売上）、仮説 2（製品群数）、仮説 3（売上*製品群数）は 0.1%有意でどのモデルでも支持された。**しかし、**仮説 4（ビジネスモデル）**については、有意には示されなかった。

6.2. 製品群別売上高と営業利益

6.2.1. 説明変数：個別製品群売上高、製品群数、ビジネスモデルダミー

前節で売上高に関しては、製品群に依らず売上高を合計して、分析を行ったが、本節では製品群ごとによる売上高の差異が営業利益に及ぼす影響を調査するために製品群ごとの売上高を説明変数として統計解析を行う。このモデルでも、F検定、Hausman検定の結果、固定効果モデルが採択された。表6.2のModel P2に示したように17製品群の内、Discrete、DRAMは0.1%有意で、Flash、Logic-PLD、Logic-ASSPは1%有意で、Analog-GPは10%有意で推定値はプラスの値を持つことが示され、一方、Sensor & Actuatorは1%有意で、Analog ASCPは5%有意で、Logic-Std.は10%有意でマイナスの値を持つことが示された。この結果から、製品群により、利益額に差異が出てくることが判る。

意外だったのはDiscrete製品群の利益率（傾き）の高さである。Discreteは市場規模があまり大きくなく、製品単価も安い、伸長率も高くない。このような状況では、利益率は低いと考えられがちであるが、別の見方をすれば、ユーザ企業からの価格に対する低下圧力も少なく、競争も激しくないために、このような結果になっていると考えられる。

Sensor & Actuatorは、他の製品群とは異なる製造、設計技術が必要とされ、他製品群との技術の共用性は少ない。従って、研究開発費用効率はあまり良くないと考えられる。また、現状市場規模も小さく利益は出ない製品群である。しかし、IoT市場においては必須の製品群であり、将来の市場拡大に期待して、事業化している企業が多いと考えられる。また、Sensor & Actuator製品群は上位58社の市場占有率が低く、58社のデータからだけでは、Sensor & Actuator市場を表し切れて

⁸ 2002年10月3日にプレス発表

⁹ 2009年4月27日にプレス発表

¹⁰ 2015年12月7日に買収完了のプレス発表

¹¹ 2016年10月27日に買収合意のプレス発表

いない可能性もある。

取扱製品群数は、このモデルにおいても1%有意で-0.048になり、製品群数を増やすことは営業利益を低下させることを示している。ビジネスモデルは有意な結果が得られなかった。

6.2.2. 交互作用項：製品群数、ビジネスモデル

製品群数と各製品の交互作用項の影響は、Model P3 より、Display Driver は推定値が5%有意で、Flash は10%有意でプラスの値であり、Sensor & Actuator は推定値が1%有意で、MCU は5%有意でマイナスの値になっている。

ビジネスモデルダミーを説明変数に加えた Model P2 では、ビジネスモデルによる営業利益への影響は有意な結果が得られなかったが、ビジネスモデルダミーとの交互作用項を入れたモデル Model P3 では、Logic ASSP が0.45の値が1%有意で得られ、Display Driver は5%有意で3.897の推定値が得られた。これは、Logic-ASSP と Display Driver は Fabless 企業にとっては有利であるが、IDM 企業にとっては不利な製品群であるという結果が、明確に表れていると言える。その他の製品群では、Analog-ASSP、などが Fabless 企業に有利と言えそうだが、有意な結果ではない。

以上のことより、仮説4は、売上高を合計したモデルや、殆どの製品群では、有意な結果が示されなかったが、Model P3により、製品群を Logic-ASSP と Display Driver に限定すれば、Fabless 企業が優位であるという推定結果が示された。この結果から、Fabless ビジネスモデルは半導体産業全体から見て、優れたビジネスモデルであるのではなく、Logic-ASSP という製品群に適したビジネスモデルだということを示している。

Fabless ビジネスモデルは後から発生したビジネスモデルであり、当然適している製品群のみに適用される。また、Fabless 企業による売上高比率が高くなっていることから、Fabless モデルが良いように言われているが、これは、Fabless モデルに適した製品群である Logic-ASSP が拡大していることから、起こっている現象であり、製品群に対する適・不適を良く分析する必要がある。表6.2の Model P0、Model P2、Model P3 を比較した時に、Logic-ASSP は Model P0、Model P2 では推定値が、0.1より低く収益性はあまり良くない製品群であることが示されている。更に、ビジネスモデルとの交互作用項をとると、元の推定値はマイナスになり、一方、交互作用項の方は0.45となっている。これは、Logic-ASSP は IDM モデルでは利益を上げられず、Fabless モデルにすることにより利益を上げられているということを示している。実際、2001年から2013年までに IDM から Fabless にビジネスモデルを変更した会社が4社あるが、経営状況の良くない企業が多い。どの企業も Logic-ASSP は取り扱っていたが、それが、主力製品ではなかった。Conexant は経営不振で Fund が買収し、上場廃止になり、Logic-ASCP に注力していた LSI は Avago に買収され、MPU が主力の AMD は2013年以降、営業損失を出しており、IDT は2013年に Fabless に変更したためにもう少し、様子を見る必要がある。

表 6.2 Model P0、Model P1、Model P2、Model P3 の推定結果

被説明変数： 営業利益[\$B]	Model P0 Within Model	Model P1 Within Model	Model P2 Within Model	Model P3 Within Model
説明変数				
売上高				
Memory-DRAM	0.299 (0.037)***		0.275 (0.037)***	0.362 (0.043)***
Memory-Flash	0.185 (0.051)***		0.100 (0.051)**	0.209 (0.061)***
Memory-Others	-0.153 (0.424)		-0.258 (0.417)	-0.063 (0.564)
Micro-MPU	0.226 (0.092)*		0.150 (0.092)	0.255 (0.239)
Micro-MCU	0.138 (0.171)		0.115 (0.168)	0.687 (0.269)*
Micro-DSP	0.288 (0.305)		0.102 (0.302)	1.380 (0.690)*
Logic-Std.	-1.544 (0.988)		-1.650 (0.962)†	-1.760 (1.282)
Logic-DD	0.070 (0.209)		0.002 (0.209)	-2.848 (1.349)*
Logic-PLD	0.509 (0.171)**		0.476 (0.173)**	0.982 (1.194)
Logic-ASSP	0.099 (0.033)**		0.095 (0.034)**	-0.261 (0.134)†
Logic-ASCP	0.145 (0.134)		0.072 (0.154)	0.429 (0.400)
Analog-GP	0.383 (0.145)**		0.249 (0.150)†	0.398 (0.157)*
Analog-ASSP	-0.096 (0.093)		-0.058 (0.094)	0.027 (0.154)
Analog-ASCP	-0.491 (0.297)†		0.003 (0.317)	1.107 (0.891)
Discrete	1.175 (0.173)***		0.921 (0.177)***	0.369 (0.224)†
Optical Devices	-0.017 (0.112)		-0.009 (0.113)	0.126 (0.144)
Sensor & Actuator	-1.679 (0.581)**		-1.114 (0.544)*	2.781 (1.036)**
取扱製品群数			-0.048 (0.017)**	-0.032 (0.026)
ビジネスモデルダミー			0.107 (0.148)	0.446 (0.241)†
世界 GDP 成長率		0.073 (0.010)***	0.049 (0.010)***	0.046 (0.009)***
タイムトレンド		0.024 (0.005)***	0.003 (0.005)	-0.011 (0.006)†
交互作用項				
売上高：製品群数				
Memory-DRAM				0.020 (0.012)
Memory-Flash				0.049 (0.025)†
Memory-Others				-0.154 (0.098)
Micro-MPU				0.005 (0.070)
Micro-MCU				-0.067 (0.037)†
Micro-DSP				-0.074 (0.100)
Logic-Std.				0.038 (0.196)
Logic-DD				0.388 (0.168)*
Logic-PLD				0.113 (0.194)

Logic-ASSP				0.012 (0.019)
Logic-ASCP				-0.061 (0.056)
Analog-GP				0.044 (0.045)
Analog-ASSP				-0.033 (0.030)
Analog-ASCP				-0.146 (0.098)
Discrete				0.010 (0.044)
Optical Devices				0.002 (0.044)
Sensor & Actuator				-0.475 (0.167)**
売上高：ビジネスモデル				
Micro-MPU				-0.046 (0.077)
Logic-DD				3.897 (1.728)*
Logic-PLD				-0.080 (1.504)
Logic-ASSP				0.450 (0.150)**
Logic-ASCP				-0.415 (0.368)
Analog-ASSP				0.275 (0.259)
Optical Devices				-0.014 (0.261)
決定係数	0.26708	0.11509	0.31141	0.42649
修正済み決定係数	0.23633	0.10468	0.27351	0.35775
サンプルサイズ	608	608	608	608

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

() 内は Std. Error

Model P0、Model P1、Model P2、Model P3 では、F test および Hausman Test の結果 Within Model が採択された。

7. まとめ

世界半導体企業の収益性について、大手 58 社の 2001 年から 2013 年までの営業利益をはじめとする各種関連データをパネルデータ (Firm、Year) の形で収集し、営業利益の決定要因をパネルデータ分析で調査した。

営業利益は、累積売上高上位 5 社で 58 社の営業利益の 90%以上を占めており、営業利益は売上高と強い相関 (相関係数 : 0.8960) がみられたが、53 社 (年間売上高\$15B 以下) の売上高と営業利益の関係は、殆ど相関関係が無い (相関係数 : 0.1379) という結果が得られた。売上高ヒストグラムでは、5 社の売上高が、全体の分布から大きく外れており、5 社のデータを外れ値として、サンプルから除外し、主に年間売上高が\$15B 以下の 53 社の収益性の要因を分析した。

被説明変数を営業利益とし、説明変数としては、売上高、製品群数、ビジネスモデルを選択した。53 社の全サンプルを売上高と営業利益の関係を見た場合には相関が無いように見えるが、営業利益は売上高から売上原価費用、研究開発費用、販売管理費用などの費用を減じたものであるから、企業毎には何らかの関係があると判断して売上高を説明変数として選択した。取扱製品群

数は、増加させると獲得可能市場規模は大きくなるが、一方では、費用の共用性が無くなり、費用効率が悪くなることが起こる。

回帰分析の結果、どのモデルにおいても、売上高は、営業利益の約 0.16~0.18 の効果を持ち、売上高は営業利益拡大のためには重要だということが示された。しかし、売上高の上げ方が問題で、製品群数を増やして上げる方法は逆に営業利益を減少させるということが、0.1%~1%有意で推定されている。これは、製品群毎に必要とする設計、製造技術の複雑化、多様化により、技術の共用性が薄れてくるとともに、それぞれの製品群に必要となる技術が拡大するということから、製品群を多くする非効率性が、売上高拡大のメリットを打ち消していると考えられる。また、この事象は、売上高が大きいほど顕著に表れることも、0.1%有意で推定されている。

ビジネスモデルに関しては、製品群との交互作用項を入れたモデルでのみ、差異がみられ、それ以外では有意な推定結果は得られなかった。有意な推定結果が得られたのは、Logic-ASSP との交互作用項で、0.1%~1%有意で、Fabless 企業が優位であるという推定結果が得られた。これは、Logic-ASSP は仕様が複雑になり、設計の重要性が高まる中で、経営資源を製造ではなく設計に集中することが、競争力優位を作るために重要な製品であるので、このような結果になったと考える。ビジネスモデルとして Fabless が、半導体企業全般に有利だったわけではなく、Logic ASSP という製品群に適していたということである。従って、Fabless モデルへという流れは、Logic-ASSP などの設計付加価値型の製品群の拡大に依存していると考えられる。

その他の説明変数として、選定した世界 GDP 成長率は、想定したように、営業利益向上にはプラスの影響を与え、これは、どのモデルでも 0.1%有意で強く支持されている。一方、タイムトレンドに関して、技術の複雑化、多様化の進展により、費用が増大し、営業利益が縮小方向にあると推察していたが、推定値はほとんど変化がなく、費用の増大が上手く製品価格に反映できている可能性が高い。

本報告の調査・分析より、半導体企業に対して二つの提言をしたい。一点目は製品群数の削減である。単に、ある製品群の収益性の悪い製品だけから撤退しても、製品群の数が少なくなれば、根本的な費用構造が変わることは無く、逆に利益を上げていた製品への費用負担が変わり、収益性が悪くなるが起こる可能性がある。従って、技術的共用性を考えて、製品群選択をする必要がある。二点目は、Fabless-Foundry モデルへの傾斜への警鐘である。2001 年から 2013 年までのデータでは、Fabless-Foundry モデルが機能したのは Logic-ASSP であって、その他の製品群は、優位性を示せていない。従って、なんでも Fabless に移行することは利益を最大化するためには、得策ではないと考える。但し、Logic-ASSP について言えば、製造を委託し、設計に資源を集中しなければ、勝てない構図になっていることも指摘しておきたい。

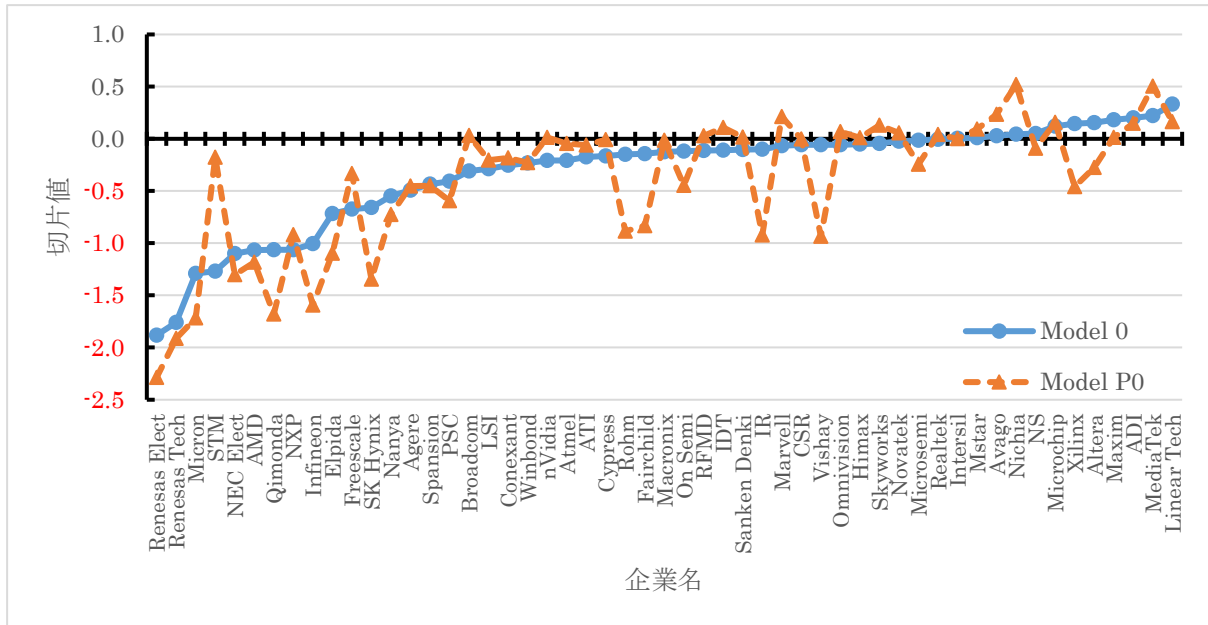
本報告では、売上高を合計した場合と製品群毎に説明変数として分析をした。しかし、製品群ミックス、すなわち製品群毎の相性についての議論はしていない。費用の効率化やチップセットとして販売することを考慮すれば、営業利益拡大に有利な製品群組合せがある可能性が高い。これらについては、今後の課題である。

補論：固定効果モデルにおける企業固有の効果

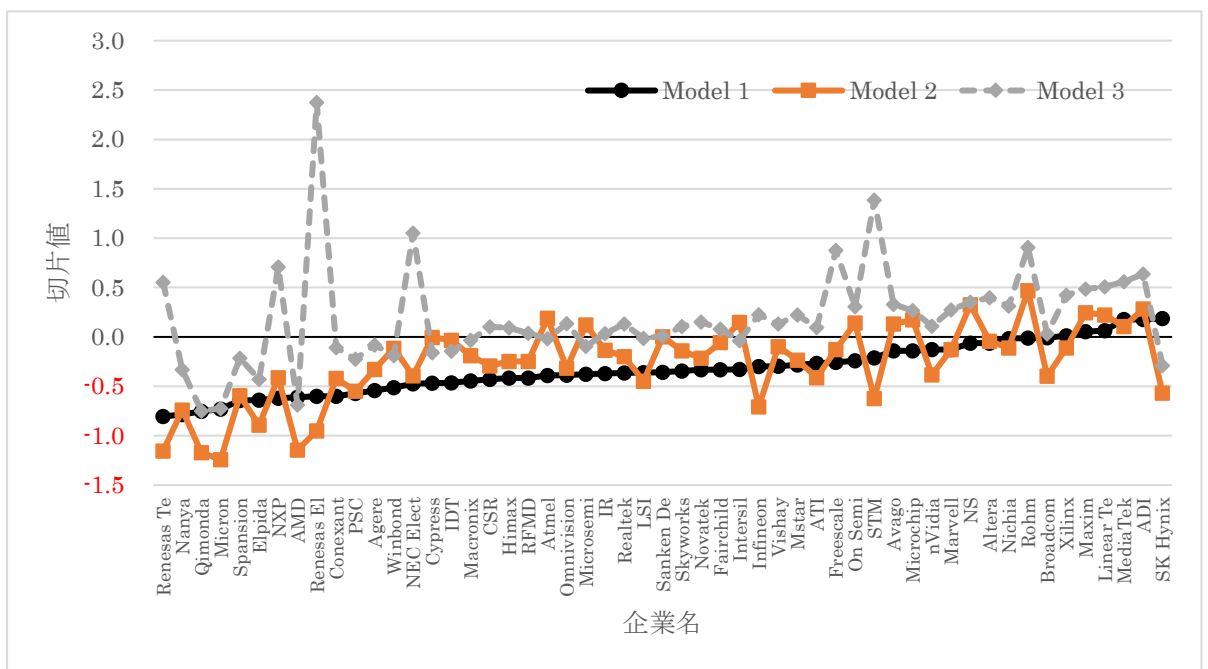
補論となるが、ここで固定効果モデルにおける企業の固有効果の推定値について議論を行いたい。なぜならば、企業の固有効果の推定値をみることで説明変数では説明し切れなかった、企業個別の利益要因が推定されるからである。固定効果モデルにおいては、推定値における傾きは各企業で等しく、企業の差異は、切片値で表される（Appendix C に企業毎の固有効果の推定値（切片値）を示す）。Model 0 は説明変数が売上高で、被説明変数が営業利益であるから、切片値が企業固有効果を表す。補図 1 に各企業の切片値を示す。売上高に比べ営業利益が大きい企業は切片値がプラスになり、小さい企業はマイナスになる。また、Model P0 についてのパネルデータ分析によって得られた各企業の固有効果（切片値）も示す。Model 0 と Model P0 で差異が大きくなっている企業はその企業の注力している製品群により、差異が出てくる。Discrete 製品群に注力している Vishay, Rohm, IR, Fairchild、DRAM 製品群に注力している Elpida, Qimonda, Micron, SK Hynix、PLD 製品群に注力している Altera, Xilinx の企業群の Model P0 の切片は Model 0 に比べ、小さくなっている。逆に、Logic ASSP 製品群に注力している Broadcom, MediaTek, Marvel, nVidia の企業群は大きくなっている。これは、売上高を製品群別に説明変数にしたことで、Discrete、DRAM、PLD の推定値が有意で高くなり、Logic ASSP は高くないことによる。

補図 2.a は Model 1, Model 2, Model 3 に対する各企業の切片値であり、補図 2.b は、Model 1 からの差分を示している。製品群数を説明変数に入れたために、多くの製品群を事業化している企業の切片差分値はプラスの方向で増加している。説明変数として加えた要因が回帰分析に加えられるために、個別企業の固有値を示す切片の値が、要因により変動する企業の切片値は大きく変わる。例えば、Renesas Electronics の切片値が製品群数を説明変数に入れると上がっているのは、製品群数を適切に絞り込めば、利益が向上するというを示唆している。

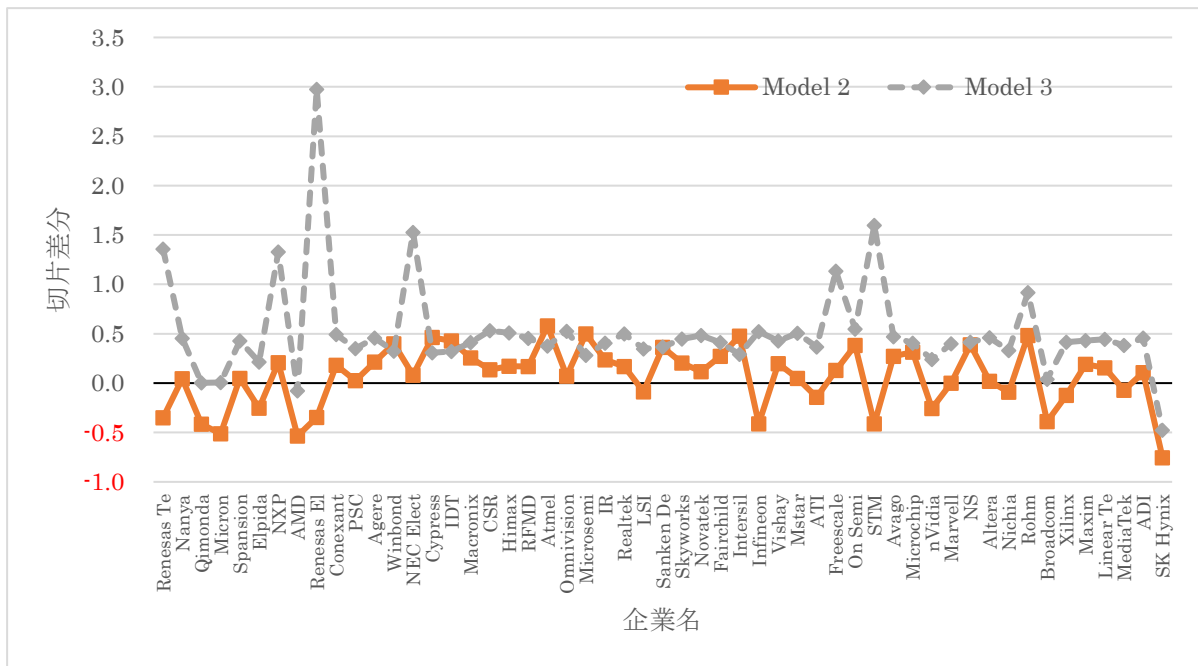
次に、補図 3.a に Model P1、Model P2、Model P3 の各企業の固有効果の推定値を示し、補図 3.b にベースモデル（Model P1）からの差分を示す。説明変数の追加や交互作用項の追加により、固有効果の推定値は変化をし、説明変数や交互作用項により、説明できない要因による差異が固有効果として残っている。従って、Model P3 で推定値が大きい Linear Technology (0.541 : 5%有意)、Avago (0.535 : 5%有意) などが保有する推定値を高くする要因が残されていると考えられ、一方、推定値の小さい Qimonda (-1.590 : 0.1%有意)、Micron (-1.523 : 0.1%有意)、Infineon (-1.160 : 0.1%有意)、SK Hynix (-1.042 : 0.1%有意)、Elpida (-0.813 : 0.1%有意) などが保有する推定値を低くする要因が残されていると考えられる。



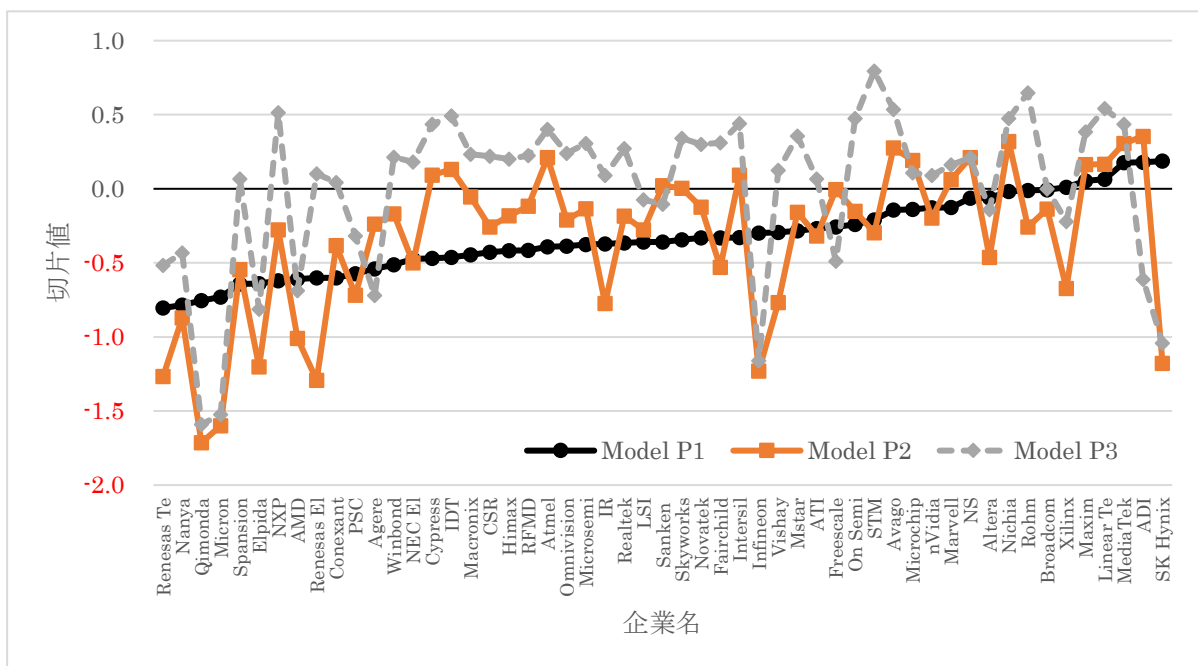
補図 1 Model 0、Model P0 における固有効果：各企業の切片値



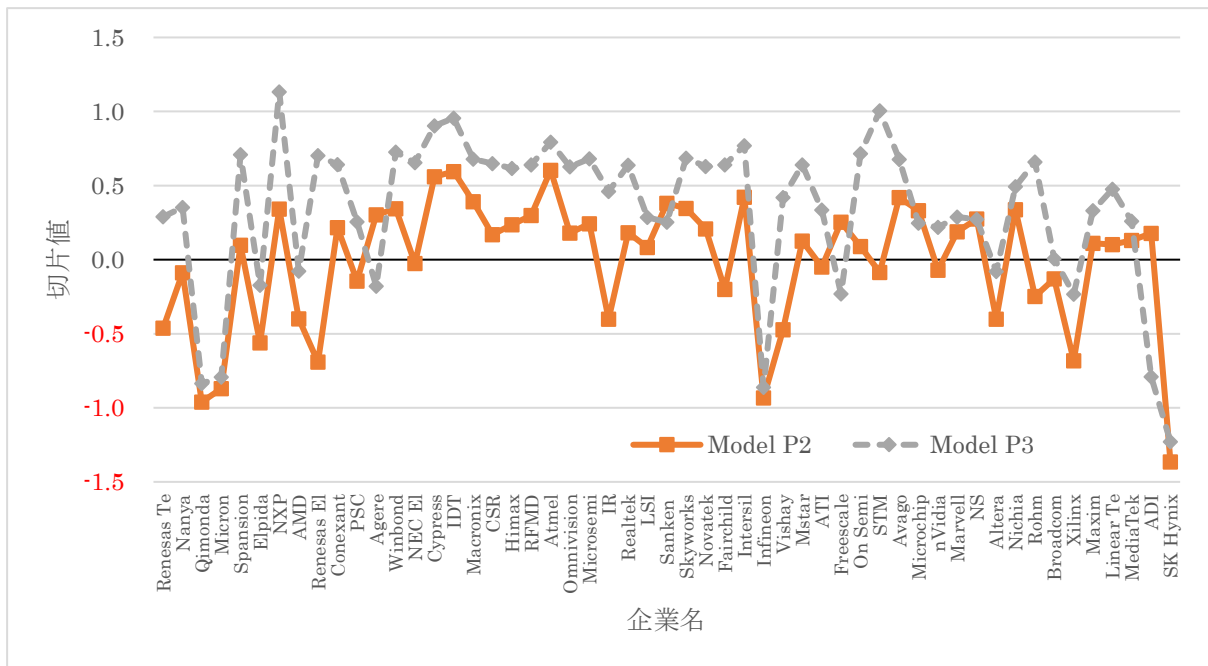
補図 2.a 各企業の固有効果の推定値 (切片値)



補図 2.b 各企業の固有効果の推定値 (切片値の Model 1 からの差分)



補図 3.a 各企業の固有効果の推定値 (切片値)



補図 3.b 各企業の固有効果の推定値 (切片値の Model P1 からの差分)

参考文献

- 北村行伸 (2004) 『パネルデータ分析』 岩波書店
- チェン・シャオ 著、国友直人 訳、(2007) 『マイクロ計量経済学の方法ーパネルデータ分析 東洋経済新聞社 原著 Analysis of Panel Data, Edition 2 by Cheng Hsiao
- 中屋雅夫 (2011) 「半導体産業の収益性分析：半導体企業パネルデータによる実証分析」 一橋大学イノベーション研究センター IIR Working Paper WP#11-3.
<http://pubs.iir.hit-u.ac.jp/admin/ja/pdfs/show/1214>
- 中屋雅夫 (2012) 「日本半導体産業の課題：2000年代における日本半導体産業の不振」 一橋大学イノベーション研究センター IIR Working Paper WP#12-10.
<http://pubs.iir.hit-u.ac.jp/admin/ja/pdfs/show/1350>
- 中屋雅夫 (2013) 「世界半導体企業とその収益性ー設立形態、製品群集中度、応用分野集中度ー」 一橋大学イノベーション研究センター IIR Working Paper WP#13-18.
<http://pubs.iir.hit-u.ac.jp/admin/ja/pdfs/show/1706>
- 中屋雅夫・中村文亮・中川功一 (2015) 「集中か多角化か？半導体企業の製品群選択と収益性ー世界半導体企業 主要 59 社のパネルデータ (2001-2013) 分析よりー」 Papers in Economics and Business 15-04-Rev. June 2015.
<http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/library/global/dp/1504R.pdf>
- 中屋雅夫・中村文亮・魏曉丹・中川功一 (2016) 「21世紀における、世界主要半導体企業の M&A (合併、買収) および Divestiture (売却) の分析」 Papers in Economics and Business 16-02. Feb. 2016.
<http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/library/global/dp/1602.pdf>
- 樋口美雄、太田清、新保一成 (2006) 『入門 パネルデータによる経済分析』 日本評論社
- 山本勲 (2015) 『実証分析のための計量経済学』 中央経済社
- 吉森崇、中屋雅夫 (2013) 「国内論理系半導体産業の分析と将来戦略」 電子情報通信学会誌 Vol. 96. No. 2, 2013
- Bardeen, J. and Brattain, W. H. (1948) "The Transistor, A semiconductor Triode," Physical Review, vo..74, pp230-231 (1948)
- Brattain, W. H. and Bardeen, J. (1948) "Nature of the Forward Current in Germanium Point Contact," Physical Review vol.74, pp231-232 (1948)
- Byrne, David M., Stephen D. Oliner, and Daniel E. Sichel. (2015). "How Fast Are Semiconductor Prices Falling?" NBER Working Paper No. 21074.
- Chatterjee, A., Gudmundsson, D., Nurani, R. K., Seshadri, S. & Shanthikumar, J. G (1999) "Fabless-foundry partnership: Models and analysis of coordination issues," IEEE Transaction on Semiconductor Manufacturing, Vol. 12 Issue 1, Feb 1999
- Dennard, Robert H., et. al, (1974) "Design of Ion-Implanted MOSFET's with Very Small Physical Dimensions," IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 9, pp.256-268, October, 1974
- Dhayagude, T., Jayagopal, M., Manayathara, T. J., Suri, S., & Yaga, A. (2001). Is the IDM model doomed... the emergence of the fabless-foundry model in the semiconductor industry. Kellogg Graduate School of Management.

- Flamm, Kenneth, (1993) “Measurement of DRAM Prices: Technology and Market Structure,” in Murray F. Foss, Marilyn E. Manser, and Allan H. Young, eds., *Price Measurements and Their Uses*, 157-97, University of Chicago Press and National Bureau of Economic Research, Studies in Income and Wealth, vol. 57, 1993.
- Grimm, Bruce T., (1998) “Price Indexes for Selected Semiconductors, 1974-96,” *Survey of Current Business*, 78(2), 8-24, 1998.
- Moore, Gordon E. (1965), “Cramming more components onto integrated circuits,” *Electronics*, Volume 38, Number 8, April 19, 1965.
- Moore, Gordon E. (1975), “Progress in Digital Electronics,” *IEDM Dig. Papers*, pp.11-13 (Dec. 1975).
- Moore, Gordon E. (2003), “No Exponential Forever: But “Forever” Can Be Delayed!” *ISSCC Digest of Technical Paper 2003*, Session 1.1
- Shockley, W. and Pearson, G. L. (1948) “Modulation of Conductance of Thin Films of Semi-Conductors by Surface Charges,” *Physical Review*, vol. 74, pp232-233 (1948)

US Patent

- R. N. Noyce US Patent 2,981,877 Apr. 25, 1961
- J. A Hoerni US Patent 3,025,589 Mar. 20, 1962
- J. A. Kilby US Patent 3,138,743 June 23, 1964

調査レポート

- IHS (2014) Annual 2001 to 2013 Semiconductor Market Share 2013, by Competitive Landscaping Tool 2013 Annual
- WSTS Blue Book (1991-2015)

プレス発表

- 2002年10月3日 日立製作所と三菱電機がルネサステクノロジーの設立について基本合意
- 2009年4月27日 NEC エレクトロニクス、ルネサス テクノロジー、日本電気、日立製作所、三菱電機が NEC エレクトロニクスとルネサステクノロジーの事業統合を発表
- Mar. 2, 2015 NXP が Freescale の買収を発表
- Dec. 7, 2015 NXP が Freescale の買収を完了したと発表
- Oct. 27, 2016 Qualcomm が NXP の買収を発表

参考 Web Site

- WSTS: World Semiconductor Trade Statistics <http://www.wsts.org/> 2017年3月1日アクセス確認
- SIA: Semiconductor Industry Association <http://www.semiconductors.org/> 2017年3月1日アクセス確認
- IMF: International Monetary Fund <http://www.imf.org/external/> 2017年3月1日アクセス確認

Appendix A : サンプルデータ企業一覧

	Firm	Start	Stop	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Note
1	ADI	2001	2013	13	13	13	
2	Agere	2001	2006	6	6	6	
3	Altera	2001	2013	13	13	13	
4	AMD	2001	2013	13	13	13	
5	ATI	2001	2005	5	5	5	
6	Atmel	2001	2013	13	13	13	
7	Avago	2005	2013	9	9	9	
8	Broadcom	2001	2013	13	13	13	
9	Conexant	2001	2011	11	11	11	
10	CSR	2003	2013	11	11	11	
11	Cypress	2001	2013	13	13	13	
12	Elpida	2002	2011	10	10	10	
13	Fairchild	2001	2013	13	13	13	
14	Freescale	2001	2013	13	13	13	
15	Himax	2002	2013	12	12	12	
16	IDT	2001	2013	13	13	13	
17	Infineon	2001	2013	13	13	13	
18	Intel	2001	2013	13	13	13	
19	Intersil	2001	2013	13	13	13	
20	IR	2001	2013	13	13	13	
21	Linear Tech	2001	2013	13	13	13	
22	LSI	2001	2013	13	13	13	
23	Macronix	2001	2013	13	13	13	
24	Marvell	2001	2013	13	13	13	
25	Maxim	2001	2013	13	13	13	
26	MediaTek	2001	2013	13	13	13	
27	Microchip	2001	2013	13	13	13	
28	Micron	2001	2013	13	13	13	
29	Microsemi	2001	2013	13	13	13	
30	Mstar	2009	2012	4	4	4	
31	Nanya	2003	2013	11	11	11	
32	NEC Elect	2001	2009	9	9	9	
33	Nichia	2004	2013	10	8	8	2004~2005
34	Novatek	2001	2013	13	11	11	2001~2002
35	NS	2001	2010	10	10	10	

36	nVidia	2001	2013	13	13	13	
37	NXP	2001	2013	13	10	10	2001~2003
38	Omnivision	2001	2013	13	13	13	
39	On Semi	2001	2013	13	13	13	
40	PSC	2001	2011	11	11	11	
41	Qimonda	2006	2007	2	2	2	
42	Qualcomm	2001	2013	13	13	13	
43	Realtek	2001	2013	13	13	13	
44	Renesas Elect.	2010	2013	4	4	4	
45	Renesas Tech.	2003	2009	7	7	0	
46	RFMD	2001	2013	13	13	13	
47	Rohm	2001	2013	13	13	13	
48	Samsung	2001	2013	13	0	0	2001~2013
49	Sanken Denki	2001	2013	13	0	0	2001~2013
50	SK Hynix	2001	2013	13	13	13	
51	Skyworks	2002	2013	12	12	12	
52	Spansion	2005	2013	9	9	9	
53	STM	2001	2013	13	13	13	
54	TI	2001	2013	13	13	13	
55	Toshiba	2001	2013	13	0	0	2001~2013
56	Vishay	2001	2013	13	0	0	2001~2013
57	Winbond	2001	2013	13	10	10	2001~2003
58	Xilinx	2001	2013	13	13	13	
	Total			673	611	604	

注) Sample 1 : 売上高と営業利益が公表されているサンプル

Sample 2 : 損益計算書が公表されているサンプル

Sample 3 : 損益計算書、貸借対照表、キャッシュフロー計算書が公表されているサンプル

Note : 売上高と営業利益は公表されているが、損益計算書が公表されていない年度を示す

Appendix B : 基本統計量

58 社 673 サンプル

	売上高 [\$B]	営業利 益 [\$B]	計算営 業利益 [\$B]	売上高 [\$B]	売上原 価 [\$B]	粗利益 [\$B]	研究開 発費 [\$B]	販管費 [\$B]	その他 費用 [\$B]	営業 利益 [\$B]
平均	3.974	0.416	0.528	3.609	2.049	1.559	0.613	0.465	0.123	0.358
標準誤差	0.255	0.069	0.069	0.250	0.115	0.144	0.043	0.037	0.019	0.071
中央値	1.646	0.109	0.129	1.646	0.954	0.629	0.263	0.213	0.010	0.103
最頻値	1.419	-0.071	0.007	1.419	0.459	0.310	0.079	0.063	0.000	-0.071
標準偏差	6.624	1.802	1.795	6.189	2.852	3.570	1.054	0.905	0.478	1.766
分散	43.884	3.246	3.223	38.299	8.135	12.743	1.110	0.819	0.229	3.118
範囲	53.952	25.305	20.442	53.952	21.167	35.073	10.603	8.086	9.194	25.305
最小	0.047	-7.828	-2.705	0.047	0.020	-1.316	0.008	0.002	-1.107	-7.828
最大	53.999	17.477	17.737	53.999	21.187	33.757	10.611	8.088	8.087	17.477
合計	2,674	280	355	2,205	1,252	953	374	284	75	219
標本数	673	673	673	611	611	611	611	611	611	611

53 社 608 サンプル

	売上高 [\$B]	営業利 益 [\$B]	計算営 業利益 [\$B]	売上高 [\$B]	売上原 価 [\$B]	粗利益 [\$B]	研究開 発費 [\$B]	販管費 [\$B]	その他 費用 [\$B]	営業利 益 [\$B]
平均	2.413	0.045	0.144	2.476	1.598	0.878	0.428	0.301	0.106	0.044
標準誤差	0.096	0.027	0.019	0.101	0.072	0.037	0.020	0.013	0.019	0.028
中央値	1.452	0.088	0.109	1.556	0.896	0.577	0.241	0.199	0.010	0.086
最頻値	1.016	-0.071	0.007	1.016	0.419	0.126	0.041	0.063	0.000	0.074
標準偏差	2.372	0.654	0.468	2.417	1.729	0.889	0.468	0.317	0.461	0.673
分散	5.628	0.428	0.219	5.840	2.991	0.790	0.219	0.101	0.213	0.453
範囲	14.118	11.208	5.475	14.118	8.845	6.617	2.478	2.043	9.194	11.208
最小	0.047	-7.828	-1.930	0.047	0.020	-1.316	0.008	0.002	-1.107	-7.828
最大	14.165	3.380	3.545	14.165	8.865	5.301	2.486	2.045	8.087	3.380
合計	1467	27	87	1,416	914	502	245	172	60	25
標本数	608	608	608	572	572	572	572	572	572	572

Appendix C : 固有効果の推定値

Model 1、Model 2、Model 3 の推定結果：固有効果（切片値）

Model 1				Model 2				Model 3			
Firm Name	Estimate	Std. Error		Firm Name	Estimate	Std. Error		Firm Name	Estimate	Std. Error	
SK Hynix	0.187	0.121		Rohm	0.476	0.209	*	Renesas El	0.604	0.387	
ADI	0.178	0.121		NS	0.349	0.166	*	Rohm	0.596	0.156	***
MediaTek	0.177	0.121		ADI	0.323	0.133	*	Linear Te	0.485	0.127	***
Linear Te	0.065	0.121		Maxim	0.275	0.131	*	ADI	0.422	0.113	***
Maxim	0.054	0.121		Linear Te	0.252	0.117	*	Maxim	0.391	0.115	***
Xilinx	0.011	0.121		Atmel	0.204	0.177		NS	0.374	0.135	**
Broadcom	-0.007	0.121		Microchip	0.195	0.130		Microchip	0.344	0.121	**
Rohm	-0.011	0.121		Intersil	0.163	0.142		STM	0.315	0.232	
Nichia	-0.018	0.137		Avago	0.161	0.154		Avago	0.271	0.137	*
Altera	-0.061	0.121		On Semi	0.159	0.155		MediaTek	0.264	0.163	
NS	-0.063	0.133		MediaTek	0.152	0.173		On Semi	0.257	0.123	*
Marvell	-0.126	0.121		Microsemi	0.136	0.142		Intersil	0.243	0.126	†
nVidia	-0.128	0.121		Sanken De	0.025	0.137		Microsemi	0.224	0.127	†
Microchip	-0.139	0.121		Cypress	0.012	0.144		Freescale	0.222	0.153	
Avago	-0.142	0.144		Altera	0.001	0.169		NEC El	0.172	0.199	
STM	-0.211	0.121	†	IDT	-0.016	0.135		Atmel	0.171	0.140	
On Semi	-0.241	0.121	*	Fairchild	-0.029	0.134		Altera	0.168	0.172	
Freescale	-0.257	0.121	*	Xilinx	-0.061	0.167		Sanken	0.128	0.121	
ATI	-0.269	0.181		Vishay	-0.065	0.122		Vishay	0.118	0.121	
Mstar	-0.284	0.205		Marvell	-0.086	0.176		Skyworks	0.115	0.131	
Vishay	-0.295	0.121	*	Freescale	-0.086	0.202		Xilinx	0.107	0.171	
Infineon	-0.298	0.121	*	Nichia	-0.095	0.130		IDT	0.103	0.124	
Intersil	-0.329	0.121	**	Winbond	-0.101	0.138		IR	0.082	0.123	
Fairchild	-0.330	0.121	**	IR	-0.110	0.122		Fairchild	0.082	0.118	
Novatek	-0.331	0.121	**	Skyworks	-0.111	0.124		Cypress	0.081	0.125	
Skyworks	-0.343	0.126	**	Realtek	-0.164	0.170		Nichia	0.062	0.136	
Sanken	-0.359	0.121	**	Macronix	-0.166	0.121		Macronix	0.057	0.127	
LSI	-0.360	0.121	**	Novatek	-0.177	0.169		Mstar	0.047	0.232	
Realtek	-0.366	0.121	**	Mstar	-0.187	0.226		RFMD	0.044	0.131	
IR	-0.371	0.121	**	Himax	-0.210	0.173		Realtek	0.028	0.180	
Microsemi	-0.376	0.121	**	RFMD	-0.218	0.117	†	Marvell	0.018	0.163	
Omnivision	-0.388	0.121	**	CSR	-0.253	0.175		Novatek	0.003	0.176	

Atmel	-0.392	0.121	**	Omnivision	-0.279	0.167	†	Winbond	-0.002	0.122	
RFMD	-0.416	0.121	***	Agere	-0.288	0.180		NXP	-0.006	0.170	
Himax	-0.417	0.126	***	NEC Elect	-0.330	0.241		Himax	-0.020	0.182	
CSR	-0.428	0.132	**	nVidia	-0.336	0.171	†	Omnivision	-0.043	0.181	
Macronix	-0.446	0.121	***	Broadcom	-0.341	0.180	†	CSR	-0.044	0.185	
IDT	-0.463	0.121	***	ATI	-0.375	0.211	†	Conexant	-0.195	0.167	
Cypress	-0.469	0.121	***	Conexant	-0.382	0.161	*	ATI	-0.216	0.212	
NEC El	-0.474	0.139	***	NXP	-0.382	0.218	†	Agere	-0.227	0.156	
Winbond	-0.513	0.121	***	LSI	-0.418	0.132	**	nVidia	-0.241	0.164	
Agere	-0.541	0.167	**	SK Hynix	-0.512	0.164	**	LSI	-0.265	0.133	*
PSC	-0.572	0.129	***	PSC	-0.536	0.122	***	Broadcom	-0.271	0.165	
Conexant	-0.600	0.129	***	STM	-0.536	0.240	*	PSC	-0.313	0.133	*
Renesas El	-0.601	0.208	**	Spansion	-0.551	0.136	***	Spansion	-0.337	0.144	*
AMD	-0.610	0.121	***	Infineon	-0.649	0.176	***	Renesas Te	-0.365	0.227	
NXP	-0.620	0.121	***	Nanya	-0.704	0.124	***	Infineon	-0.410	0.135	**
Elpida	-0.640	0.135	***	Elpida	-0.843	0.131	***	Nanya	-0.457	0.138	***
Spansion	-0.642	0.144	***	Renesas El	-0.956	0.323	**	SK Hynix	-0.627	0.142	***
Micron	-0.730	0.121	***	AMD	-1.068	0.141	***	Elpida	-0.747	0.132	***
Qimonda	-0.754	0.285	**	Renesas Te	-1.074	0.248	***	AMD	-1.088	0.123	***
Nanya	-0.784	0.132	***	Qimonda	-1.099	0.276	***	Qimonda	-1.106	0.263	***
Renesas Te	-0.805	0.157	***	Micron	-1.180	0.146	***	Micron	-1.198	0.122	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '†' 0.1 '.' 1

Estimate は各企業の切片を示す。

Model P0、Model P2、Model P3 の推定結果：固有効果（切片値）

Model P0				Model P2				Model P3			
Firm Name	Estimate	Std. Error		Firm Name	Estimate	Std. Error		Firm Name	Estimate	Std. Error	
Nichia	0.520	0.305	†	ADI	0.355	0.295		STM	0.795	0.713	
MediaTek	0.505	0.120	***	Nichia	0.320	0.299		Rohm	0.648	0.429	
Avago	0.235	0.181		MediaTek	0.307	0.192		Linear Te	0.541	0.212	*
Marvell	0.213	0.121	†	Avago	0.277	0.199		Avago	0.535	0.266	*
Linear Te	0.164	0.169		Atmel	0.212	0.231		NXP	0.513	0.472	
Microchip	0.158	0.174		NS	0.212	0.256		IDT	0.493	0.225	*
ADI	0.149	0.291		Microchip	0.192	0.186		Nichia	0.476	0.410	
Skyworks	0.131	0.132		Linear Te	0.167	0.172		On Semi	0.474	0.323	
IDT	0.108	0.138		Maxim	0.164	0.229		Intersil	0.441	0.190	*

Mstar	0.092	0.185		IDT	0.131	0.167		MediaTek	0.436	0.284	
Omnivision	0.069	0.125		Intersil	0.093	0.153		Cypress	0.435	0.251	†
Novatek	0.055	0.171		Cypress	0.092	0.211		Atmel	0.402	0.259	
Realtek	0.040	0.101		Marvell	0.062	0.191		Maxim	0.385	0.242	
Broadcom	0.030	0.171		Sanken	0.022	0.154		Mstar	0.357	0.306	
RFMD	0.029	0.122		Skyworks	0.004	0.144		Skyworks	0.342	0.265	
Sanken	0.016	0.131		Freescale	-0.004	0.320		Fairchild	0.310	0.322	
nVidia	0.013	0.142		Macronix	-0.054	0.192		Microsemi	0.306	0.178	†
Maxim	0.012	0.220		RFMD	-0.118	0.132		Novatek	0.299	0.301	
Himax	0.009	0.154		Novatek	-0.124	0.223		Realtek	0.272	0.267	
Intersil	0.001	0.116		Microsemi	-0.134	0.155		Omnivision	0.240	0.304	
CSR	-0.002	0.111		Broadcom	-0.136	0.220		Macronix	0.234	0.279	
Cypress	-0.009	0.184		On Semi	-0.152	0.261		RFMD	0.224	0.258	
Macronix	-0.013	0.180		Mstar	-0.158	0.232		CSR	0.220	0.272	
Atmel	-0.044	0.180		Winbond	-0.168	0.151		Winbond	0.213	0.187	
ATI	-0.059	0.170		Himax	-0.182	0.211		NS	0.210	0.299	
NS	-0.092	0.224		Realtek	-0.185	0.181		Himax	0.200	0.295	
STM	-0.177	0.488		nVidia	-0.198	0.193		NEC Elect	0.182	0.627	
Conexant	-0.184	0.110	†	Omnivision	-0.209	0.193		Marvell	0.162	0.278	
LSI	-0.203	0.251		Agere	-0.239	0.281		Vishay	0.125	0.267	
Winbond	-0.229	0.114	*	Rohm	-0.258	0.312		Microchip	0.108	0.266	
Microsemi	-0.244	0.109	*	CSR	-0.258	0.186		Renesas El	0.102	0.977	
Altera	-0.274	0.242		LSI	-0.277	0.260		nVidia	0.091	0.278	
Freescale	-0.334	0.300		NXP	-0.278	0.401		IR	0.090	0.251	
On Semi	-0.446	0.230	†	STM	-0.297	0.476		Spansion	0.067	0.234	
Spansion	-0.450	0.147	**	ATI	-0.319	0.221		ATI	0.066	0.298	
Agere	-0.454	0.250	†	Conexant	-0.383	0.169	*	Conexant	0.043	0.247	
Xilinx	-0.458	0.323		Altera	-0.462	0.281		Broadcom	-0.000	0.291	
PSC	-0.594	0.122	***	NEC El	-0.499	0.423		LSI	-0.074	0.494	
Nanya	-0.725	0.121	***	Fairchild	-0.530	0.257	*	Sanken	-0.105	0.238	
Fairchild	-0.835	0.230	***	Spansion	-0.544	0.158	***	Altera	-0.140	0.347	
Rohm	-0.884	0.224	***	Xilinx	-0.672	0.355	†	Xilinx	-0.221	0.436	
NXP	-0.919	0.353	**	PSC	-0.717	0.129	***	PSC	-0.317	0.199	
IR	-0.921	0.175	***	Vishay	-0.767	0.206	***	Nanya	-0.432	0.204	*
Vishay	-0.933	0.188	***	IR	-0.773	0.194	***	Freescale	-0.488	0.636	
Elpida	-1.096	0.160	***	Nanya	-0.872	0.131	***	Renesas Te	-0.516	0.500	
AMD	-1.184	0.357	***	AMD	-1.010	0.361	**	ADI	-0.612	0.410	

NEC El	-1.303	0.351	***	SK Hynix	-1.177	0.231	***	AMD	-0.688	0.444	
SK Hynix	-1.345	0.223	***	Elpida	-1.201	0.162	***	Agere	-0.719	0.446	
Infineon	-1.594	0.250	***	Infineon	-1.230	0.270	***	Elpida	-0.813	0.216	***
Qimonda	-1.681	0.314	***	Renesas Te	-1.267	0.505	*	SK Hynix	-1.042	0.236	***
Micron	-1.716	0.177	***	Renesas El	-1.293	0.752	†	Infineon	-1.160	0.304	***
Renesas Te	-1.911	0.487	***	Micron	-1.600	0.188	***	Micron	-1.523	0.205	***
Renesas El	-2.287	0.730	**	Qimonda	-1.714	0.313	***	Qimonda	-1.590	0.318	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '†' 0.1 '.' 1

Estimate は各企業の切片を示す。

Profitability of Semiconductor Firms: Dependence of Revenue, a Number of Product Lineup, and Business Model -Analysis of Panel Data of Worldwide 58 Semiconductor Firms In 2001-2013-

Masao NAKAYA †
Fumiaki NAKAMURA ††
Koichi NAKAGAWA †††

Abstract

This study investigates the determinants of the operating income of the semiconductor industry using the panel data of 58 world semiconductor firms in 2001-2013. The semiconductor industry still continue to expand and is a great influence on the society, improving in economical efficiency and performance of transistors at the same time, and semiconductor products go further in the direction of increasing complexity and diversity. However, market volume of semiconductor has high volatility, operating income concentrated in top firms of revenue. This study aims to become fundamental in the semiconductor industry to deal with Economics and Management Sciences Research, and indicates the determinant of operating income of semiconductor firms, using information about financial data and statistical analysis. Generally speaking, it is indicates that raising revenue makes an operating income increase. However, raising revenue by broaden product lineup causes reducing operating income conversely. In recent years Fabless-Foundry business model is praised in the semiconductor industry. A remarkable progress of Fabless firms occurs in a few product groups. After statistical analysis, a significant difference which Fabless-Foundry model is superior to IDM model cannot recognized in most other product groups.

JEL Classification: M10 Business Administration – General

**Keywords: Semiconductor, Profitability, Business Model, Product Lineup, Panel Data
Analysis**

† Graduate School of Economics, Osaka University, nakaya@econ.osaka-u.ac.jp

†† Graduate School of Economics, Osaka University, nakamura.f6742@gmail.com

††† Graduate School of Economics, Osaka University, nakagawa@econ.osaka-u.ac.jp