

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

No. 238

製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析

福井県立大学経済学部経営学科 教授
東京大学経済学研究科ものづくり経営研究センター 特任研究員
大鹿隆

2008年10月



東京大学ものづくり経営研究センター

Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

Empirical analyses of product architecture theory and corporate activity and management activity

Takashi Oshika

Fukui Prefectural University, Faculty of Economics

Specially Appointed Researcher, Manufacturing Management

Research Center, Faculty of Economics, University of Tokyo

Summary

In this paper, I used "Product architecture" index of the assembly product and the process product. And I tried the analysis about the relations between "Product architecture" of products and the corporate activity, the management activity. Concretely, the regression analysis was executed. I used the variables of the regression analysis which are the operating profit margin according to the product and the integral architecture index made by answering the corporate questionnaire (33 companies and 254 products) executed in cooperation with MMRC and METI. Moreover, a statistically significant result was obtained even by the regression analysis that added the research and development investment and capital investment as an explaining variable.

Key word: Architecture, integral architecture index, assembly product, process product, operating profit margin.

製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析

福井県立大学経済学部経営学科

東京大学経済学研究科ものづくり経営研究センター 特任研究員

大鹿隆

2008年10月

要約

本稿では、組立製品・プロセス製品のインテグラル・アーキテクチャ指標を使って、企業行動・経営活動と、企業が生産する製品の「製品アーキテクチャ」の関係の分析を試みる。具体的には、MMRC と経済産業省と共同で実施した企業アンケート（33社、254製品）の回答についてインテグラル・アーキテクチャ指標を推計し、さらに同アンケート回答から企業別製品別営業利益率を推計して、インテグラル・アーキテクチャ指標との回帰分析を実施した。また、投資関連指標（研究開発投資、設備投資、減価償却費）を説明変数として追加した回帰分析でも統計的に有意な結果が得られた。

キーワード：アーキテクチャ、インテグラル・アーキテクチャ指標、組立製品、プロセス製品、営業利益率

目次

はじめに

1. 製品の営業利益率とインテグラル・アーキテクチャ指標の回帰分析	8
1-1. 営業利益率とアーキテクチャ指標の実証分析	
1-2. 営業利益率とアーキテクチャ指標の実証分析の考察	
2. 営業利益率と投資関係データの単回帰分析	13
2-1. 企業別・製品別研究開発投資比率、設備投資額比率データなどの推計について	
2-2. 企業経営データを使った実証分析結果(組立製品の場合)	
2-3. 企業経営データを使った実証分析結果(組立製品の場合)の考察	
2-4. 企業経営データを使った実証分析結果(プロセス製品の場合)	
2-5. 企業経営データを使った実証分析結果(プロセス製品の場合)の考察	
3. 営業利益率と投資関係データの重回帰分析	18
3-1. 企業経営データを使った重回帰分析結果(組立製品)	
3-2. 企業経営データを使った重回帰分析結果(組立製品)の考察	
3-3. 企業経営データを使った重回帰分析結果(プロセス製品)	
3-4. 企業経営データを使った重回帰分析結果(プロセス製品)の考察	
4. 複数の投資関係変数を説明変数とした実証分析	21
4-1. 2変数の企業経営データを使った重回帰分析結果:組立製品	
4-2. 2変数の企業経営データを使った重回帰分析結果:プロセス製品	
5. 営業利益率の実証分析まとめ	25
補論:インテグラル・アーキテクチャ指標と「IT 資産残高」「ソフトウェア投資」との関連	28
参考資料 アンケート回答各社の連結財務表資料	32
図表 アンケート回答企業の営業利益率と研究開発投資比率	
図表 アンケート回答企業の営業利益率と設備投資比率	
図表 アンケート回答企業の営業利益率と減価償却費比率	

はじめに

本論文の狙いは、”大鹿隆・藤本隆宏著「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析」(赤門マネジメント。レビュー5巻4号(2006年4月))”で作成された組立製品・プロセス製品のインテグラル・アーキテクチャ指標を使って、企業行動・経営活動と、企業が生産する製品の「製品アーキテクチャ」の関係を分析することである。

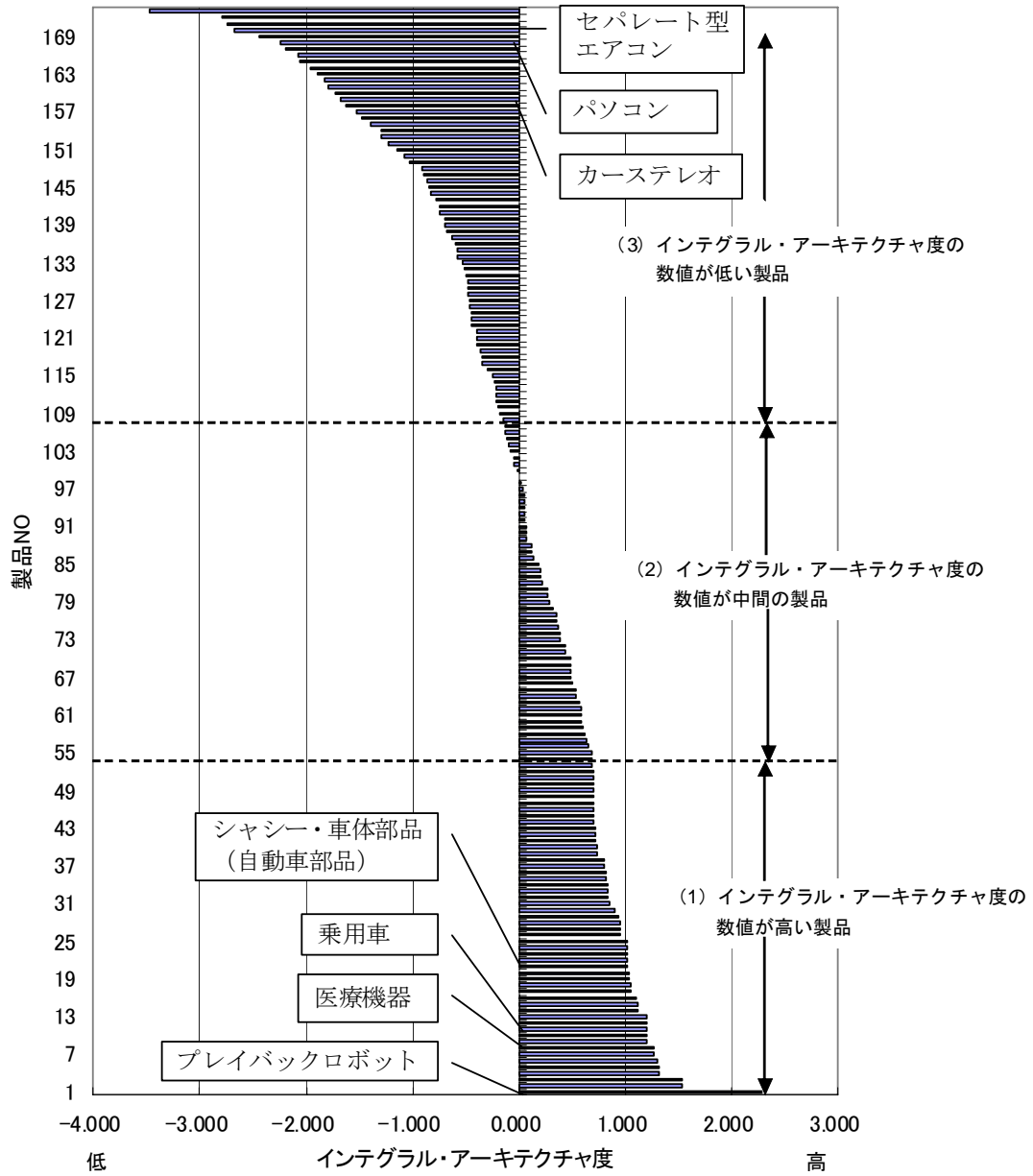
”大鹿隆・藤本隆宏著「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析」(赤門マネジメント・レビュー5巻4号(2006年4月))”では、製品のインテグラル度は、「インテグラル」「モジュラー」といった2分法で分類(図1参照)されるだけでなく、「非常に強いインテグラル」「やや弱いインテグラル」「やや弱いモジュラー」「非常に強いモジュラー」のようなパターンでスペクトル状に分布していることが示された。それを再掲すれば以下の図2、図4のとおりである。また、この論文では、インテグラル・アーキテクチャ指標は、製品の輸出比率と密接な関連を持ち、組立製品、プロセス製品ともインテグラル度が高まると輸出比率が高まる、すなわち日本製品はインテグラルな製品ほど国際競争力を持つという実証分析の結果が確かめられた。

本論文の狙いは、製品の営業利益率とインテグラル・アーキテクチャ指標の関係を分析することにある。仮説としては、「製品のインテグラル度が高いと営業利益率が高い」すなわち「製品のインテグラル度は製品の利益競争力に貢献している」と考えているが、この点に関する実証分析結果が得られていない。さらに営業利益率に貢献する企業行動・経営活動としては、研究開発投資、設備投資などの投資活動が考えられる。これらの投資活動は、営業利益率にどのような影響を及ぼしているか、また、製品のインテグラル度とどのような関係になっているかなどを探ってみることも、本論文の狙いである。

図1 設計情報のアーキテクチャ特性による製品類型

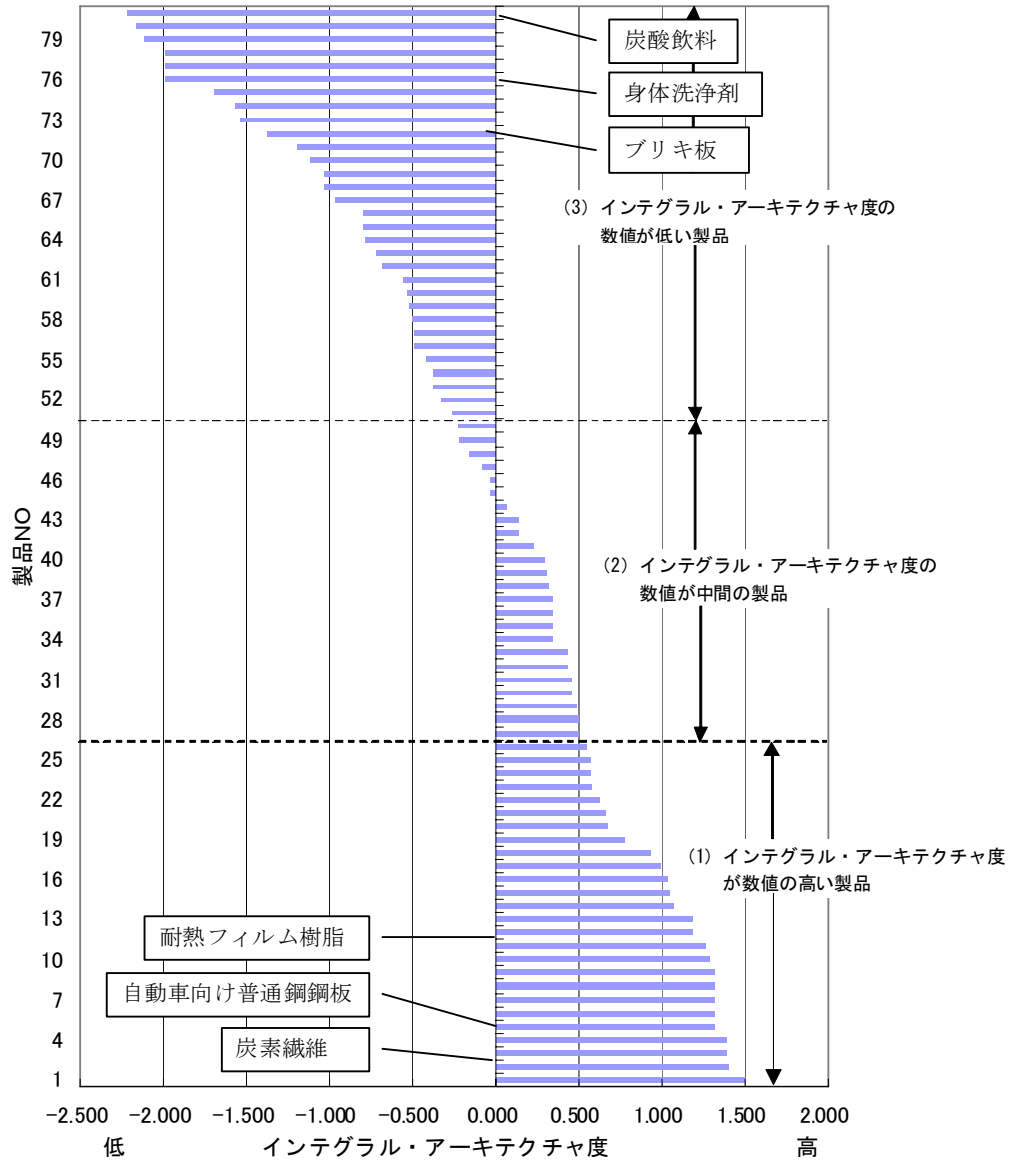
	インテグラル (擦り合わせ)	モジュラー (組み合わせ)
クローズド (囲い込み)	クローズド・インテグラル 乗用車、オートバイ ゲームソフト、 軽薄短小家電、他	クローズド・モジュラー メインフレーム、 工作機械、 レゴ
オープン (業界標準)		オープン・モジュラー パソコン、同ソフト、 インターネット、 新金融商品、自転車、

図2 アーキテクチャ・スペクトル (1) (組立製品)



出所：赤門マネジメント・レビュー5巻4号（大鹿隆・藤本隆宏著「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析」（2006年4月））

図4 アーキテクチャ・スペクトル (2) (プロセス製品)



出所：赤門マネジメント・レビュー5巻4号（大鹿隆・藤本隆宏著「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析」（2006年4月））

さて、藤本隆宏教授は赤門マネジメント・レビュー5巻4号（大鹿隆・藤本隆宏著「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析」（2006年4月））以降、以下の論文で「製品アーキテクチャ論」の枠組みとして「インテグラル・アーキテクチャ指標」と関連を持ちそうな理論的な命題を提示している。論文RIETI DP (RIETI Discussion Paper Series

07-J-047「人工物の複雑化とものづくり企業の対応 ―制御系の設計とメカ・エレキ・ソフト統合―」（2007年11月）で藤本が指摘していることを要約すると以下のようなろう。

- (1) 製品の使用者がある製品に対して多くの機能を同時に要求し、機能間のバランスを厳しく要求するようになると、ある製品に課される制約条件のレベルが高くなり、その製品のインテグラル度が高まる。その一例として「自動車の場合」を挙げている。
- (2) 製品＝人工物が複雑化し、要求機能が複合化するとき、これを人間による手動制御だけで行うことは難しくなる。そこで自動制御が発達し、自動制御系そのものが複雑化してくる。この複雑化に対して、制御系・被制御系はメカ（機構）、エレキ（電気）、ソフトという、異なる工学的伝統で育った3系統のサブシステムを使って対応する。
- (3) 開発や生産の現場において「良い設計情報の流れ」を作るツールとして近年存在感を増しているのが、デジタル情報技術、いわゆる IT である。とりわけ CAD、CAM、CAE といったいわゆる製品開発支援 IT である。

これらの指摘からインテグラル・アーキテクチャ指標と企業行動・経営活動の実証分析課題として考えられることは、以下の3点である。

- 1) 企業別・製品別営業利益率とインテグラル・アーキテクチャ指標、「研究開発投資」との関連
- 2) 企業別・製品別営業利益率とインテグラル・アーキテクチャ指標、「設備投資額」との関連
- 3) 企業別・製品別営業利益率とインテグラル・アーキテクチャ指標と「IT資産残高」「ソフトウェア投資」との関連

以下では、これらの点についての分析作業を順次進める。

1. 製品の営業利益率とインテグラル・アーキテクチャ指標の回帰分析

製品別営業利益率と製品別インテグラル・アーキテクチャ指標の実証分析については、2005年に一度検討されたことがある（ディスカッション・ペーパー2005-MMRC-26 藤本隆宏・大鹿隆・貴志奈央子「製品アーキテクチャの測定に関する実証分析―その1：企業アンケート33社の集計結果の分析―」MMRC:東京大学ものづくり経営研究センター）（2005年3月）

その結果は以下のとおりであった。

表 22 多項ロジットモデルの推計結果

営業利益率		MODEL					
20%以上		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	アーキテクチャ・スペクトル	0.67 (1.04)		0.76 (1.04)		0.68 (1.05)	
営業利益率		MODEL					
15-19%		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	アーキテクチャ・スペクトル	0.78 (1.37)		0.91 (1.47)		0.79 (1.38)	
営業利益率		MODEL					
10-14%		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	アーキテクチャ・スペクトル	0.25 (0.45)		0.24 (0.40)		0.23 (0.41)	
営業利益率		MODEL					
5-9%		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	アーキテクチャ・スペクトル	0.47 (0.82)		0.58 (0.93)		0.47 (0.82)	
営業利益率		MODEL					
0-4%		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	アーキテクチャ・スペクトル	-1.10 (-1.59)		-0.74 (-1.01)		-1.16 (-1.67)+	

注：上段は推定パラメター、下段 () 内は t-値

DP (2005-MMRC-26) の表 22 の推計結果に示されている通り、営業利益率とアーキテクチャ・スペクトルの関係については統計的に有意な結果を得ることができなかった。

DP (2005-MMRC-26) の「多項ロジットモデルの推定結果」の問題点は

- 1) データサンプル、モデル推定に際して、組立製品データとプロセス製品データを分けていなかったこと。
- 2) 営業利益のデータは、2000～03年の営業利益率について、20%以上・15～19%・10～14%・5～9%・0～4%・マイナスという6つのカテゴリーから20%以上=1、

15～19%= 2、10～14%= 3、5～9%= 4、0～4%= 5、マイナス=6 とする 1～6 の離散値しか使えなかったこと。

- 3) 産業間・企業間の営業利益率の数値の回答が得られていないので、それぞれの製品の産業間・企業間の利益率の特性が反映されていないこと。
などが挙げられる。

以上の問題点を回避するために、今回の実証分析では営業利益率のデータを、企業のアンケート調査票の回答と、企業の連結財務決算報告書を使って、あらためて推計することとした。その推計方法の概略は以下のとおりである。

(1) 2004 年に実施した「日本企業のアーキテクチャ戦略に関する調査 アンケート調査票 2004 年 10 月 23 日 “経済産業省 製造産業局 & 東京大学ものづくり経営研究センター”」でアンケート回答をいただいた企業 31 社（未上場企業 2 社は財務決算報告書が公表されていないためはずした）について、連結財務決算報告書からアンケート回答企業の 5 ヶ年の営業利益率をリストアップして、5 ヶ年平均値を計算する（参考資料 1 参照）

(2) 上記アンケート調査票の問 9. (2) を使って、企業別・製品別営業利益率を推計する。問 9. (2) とは以下の質問である。

アンケート調査票2(製品別)

売上高営業利益率

問 9. 過去 4 年間（2000～2003 年）の売上高営業利益率について、それぞれ最も近いところに○を付けてください。

	20%以上	15-19%	10-14%	5-9%	0-4%	マイナス
(1) 当該製品の営業利益率(最も近いところに)	1	2	3	4	5	6
	2倍以上	1.5倍前後	ほぼ同じ	半分	ゼロ	マイナス
(2) 貴社全体の平均利益率と比べた場合の評価	1	2	3	4	5	6
	2倍以上	1.5倍前後	ほぼ同じ	半分	ゼロ	マイナス
(3) 国内業界の平均利益率と比べた場合の評価	1	2	3	4	5	6

(3) この推計作業、推計数値の意味は、例えば企業 A 社は自社の製品 10 品目について回答をしたとする。また、連結財務決算報告書の A 社の営業利益率平均値が 5%であったとする。A 社の製品 1 について、問 9. (2) の回答が、“1”であったとすると、A 社の製品 1 の営業利益率は 10%と推計される。また、A 社の製品 2 について、問 9. (2) の回答が、“3”であったとすると、A 社の製品 2 の営業利益率は 5%と推計される、その作業を A 社の 10 製品について作業して A 社の 10 製品の営業利益率推計値を確定

する。次に、企業B社は自社の製品5品目について回答をしたとする。また、連結財務決算報告書のB社の営業利益率平均値が8%であったとする。B社の製品1について、問9.(2)の回答が、“1”であったとすると、B社の製品1の営業利益率は16%と推計される。また、B社の製品2について、問9.(2)の回答が、“3”であったとすると、B社製品2の営業利益率は8%と推計される、その作業をB社の5製品について作業してB社の5製品の営業利益率推計値を確定する。なお、問9.(2)についての回答が得られていない企業・製品については、営業利益率はすべて、企業全体の営業利益率と同等の数値とした。

以上の(1)から(3)の推計作業によって製品別営業利益率のデータを確保すれば、2005年MMRC DP(2005-MMRC-26)の「多項ロジットモデルの推定結果」の問題点の2)、3)の問題点は回避される可能性がある。

1-1. 営業利益率とアーキテクチャ指標の実証分析

新しい企業別・製品別営業利益率データと、インテグラル・アーキテクチャ指標の回帰分析の結果は以下に示すとおりである。

被説明変数(Y)：売上高営業利益率

説明変数(X4)：インテグラル・アーキテクチャ指標

(組立製品の場合)

(Y：売上高営業利益率、X4：インテグラル・アーキテクチャ指標)・・・回帰式(1)

$$Y = 0.686 \times X4 + 5.193 \quad (N=168, \text{決定係数}: 0.024, () \text{内は } t\text{-値})$$

(2.28) (17.5)

(プロセス製品の場合)

(Y：売上高営業利益率、X4：インテグラル・アーキテクチャ指標)・・・回帰式(2)

$$Y = 1.543 \times X4 + 7.064 \quad (N=76, \text{決定係数}: 0.173, () \text{内は } t\text{-値})$$

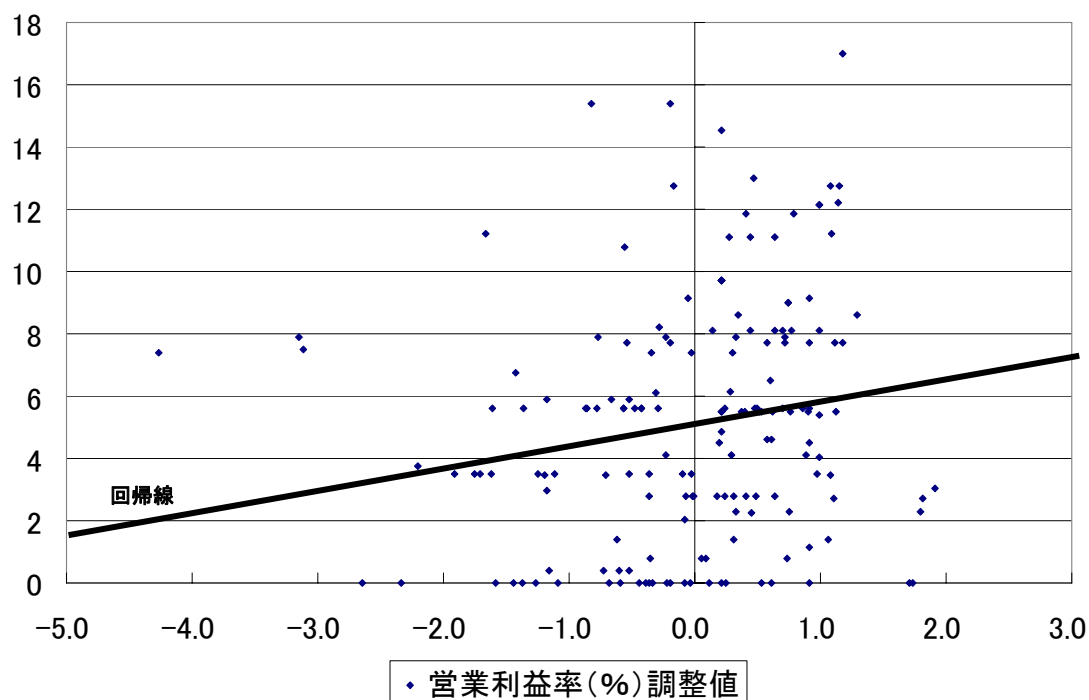
(4.09) (18.4)

1-2. 営業利益率とアーキテクチャ指標の実証分析の考察

これらの回帰分析結果を見ると、「組立製品」「プロセス製品」とともに、売上高営業利益率とインテグラル・アーキテクチャ指標について、説明変数(X4：インテグラル・アーキテクチャ指標)の回帰係数は符号が正であり、インテグラル・アーキテクチャ指標が高くなればなるほど(インテグラル度が高まるほど)その製品の営業利益率は高まることを示している。また、説明変数の係数の統計的有意性は、組立製品でt-値が2.28、プロセス製品でt-値が4.09となっており、99%以上の確率で有意であることを示している。以上の実証分析結果からは、われわれが本論文の狙いで当初想定した仮説どおり、「製品のインテグラル度が高いと営業利益率が高い」すなわち「製品のインテグラル度は製品の利益競争力に貢献している」という結果が得られた。

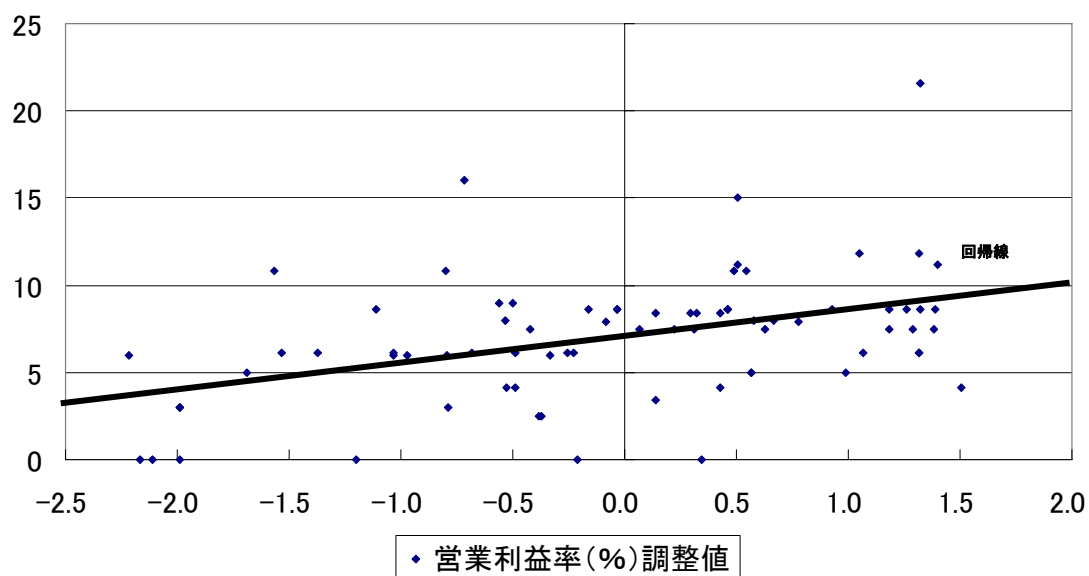
図表 1-1: インテグラル・アーキテクチャ度と営業利益率の散布図(組立製品: 168 サンプル)

$$Y(\text{営業利益率}(\%): \text{組立製品}) = X(\text{インテグラル・アーキテクチャ指標})$$



図表 1-2: インテグラル・アーキテクチャ度と営業利益率の散布図(プロセス製品: 76 サンプル)

$$Y(\text{営業利益率}(\%): \text{プロセス製品}) = Y(\text{インテグラル・アーキテクチャ指標})$$



2. 営業利益率と投資関係データの単回帰分析

2-1. 企業別・製品別研究開発投資比率、設備投資額比率データなどの推計について

次に、企業経営データ（過去5年間の連結決算書を各社のホームページから検索して5年平均値をとる）を活用して、製品営業利益率とその製品の研究開発投資、設備投資などの実証分析を実施する。

「日本企業のアーキテクチャ戦略に関する調査」のアンケート回答をお願いした企業（31社）について全社ベースのデータ（連結決算書報告書）で関連のある「企業経営データ」を説明変数（X）として用意する。そのデータは以下の通りである（注1）。

説明変数（X1）：売上高研究開発費比率

説明変数（X2）：売上高設備投資額比率

説明変数（X3）：売上高減価償却費比率

なお、上記の説明変数（X1）－（X3）は企業全社ベースのデータなので、企業別・製品別ベースのデータに変換した被説明変数（Y）：製品別営業利益率（組立製品168サンプル、プロセス製品76サンプル）とは、定義が一致しない。そこで、それぞれの説明変数について「アンケート調査票2（製品別）」の問9. 売上高利益率の質問項目を使って、企業別・製品別データに変換をした。具体的には以下の方法に拠る。

（注1）今回の実証分析を進めるにあたって、製品別の「研究開発費」「設備投資額」を正確に把握するために、「日本企業のアーキテクチャ戦略に関する調査 アンケート調査票（製品別）2004年10月23日“経済産業省 製造産業局 & 東京大学ものづくり経営研究センター”に回答をいただいた企業に、製品別「研究開発費」「設備投資額」のアンケートを実施したい旨打診をした。しかし各企業の回答は製品別「研究開発費」「設備投資額」は企業にとって把握されていないか、把握しているとしてもマル秘のデータであり、アンケート票を送付いただいても回答できないであろうとのことであった。

問9. 過去4年間（2000～2003年）の売上高営業利益率について、それぞれ最も近いところに○を付けてください。

	20%以上	15-19%	10-14%	5-9%	0-4%	マイナス
(1) 当該製品の営業利益率(最も近いところに)	1	2	3	4	5	6
	2倍以上	1.5倍前後	ほぼ同じ	半分	ゼロ	マイナス
(2) 貴社全体の平均利益率と比べた場合の評価	1	2	3	4	5	6
	2倍以上	1.5倍前後	ほぼ同じ	半分	ゼロ	マイナス
(3) 国内業界の平均利益率と比べた場合の評価	1	2	3	4	5	6

説明変数 (X 1) : 売上高研究開発費比率

企業別売上高研究開発費比率のデータを、問 9. (2) 貴社全体の平均利益率と比べた場合の評価・・・2 倍以上= 1、1.5 倍= 2、同じ= 3、半分= 4、ゼロ= 5、マイナス= 6 の回答を使ってデータ加工して、製品別売上高研究開発費比率の特性を持たせる。研究開発費比率のデータ変換に「貴社全体の平均利益率と比べた場合の評価」を使うのは、「社内で利益率の高い製品は、社内で高い研究開発費を獲得できる」と想定したことになる。

説明変数 (X 2) : 売上高設備投資額比率

企業別売上高設備投資額比率のデータを、問 9. (3) 国内業界の平均利益率と比べた場合の評価・・・2 倍以上= 1、1.5 倍= 2、同じ= 3、半分= 4、ゼロ= 5、マイナス= 6 の回答を使ってデータ加工して製品別売上高設備投資額比率の特性を持たせる。売上高設備投資額比率のデータ変換に「国内業界の平均利益率と比べた場合の評価」を使うのは、「他社比較で利益率の高い製品は自社内で高い設備投資額を獲得できる」と想定したことになる。

説明変数 (X 3) : 売上高減価償却費比率

売上高減価償却費比率のデータを、問 9. (3) 国内業界の平均利益率と比べた場合の評価・・・2 倍以上= 1、1.5 倍= 2、同じ= 3、半分= 4、ゼロ= 5、マイナス= 6 の回答を使ってデータ加工して製品別売上高減価償却費比率の特性を持たせる。設備投資額比率のほかに減価償却費比率のデータを用意するのは、設備投資額比率は景気の変動で各年の変化が大きいため実証分析の結果を乱す可能性があるため、別途、設備投資額比率の代理変数として用意するという考え方である。

2-2. 企業経営データを使った実証分析結果(組立製品の場合)

(組立製品の場合)

1) 売上高研究開発費比率と企業別・製品別営業利益率について

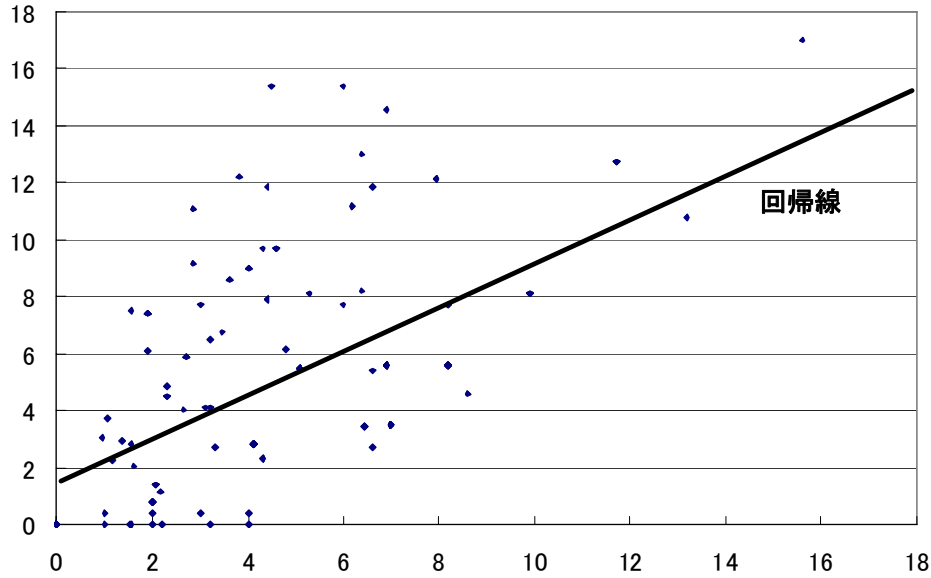
(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 1 : 売上高研究開発費比率)・・・回帰式 (3)

$$Y = 0.759 \times X_1 + 1.735 \quad (N=168, \text{決定係数: } 0.341, () \text{内は } t\text{-値})$$

(9.35) (3.92)

図表 2-1: 企業別・製品別営業利益率と研究開発投資比率の散布図(組立製品:168 サンプル)

Y(営業利益率(%):組立製品)=X(研究開発投資比率)



(組立製品の場合)

2) 売上高設備投資額比率と企業別・製品別営業利益率について

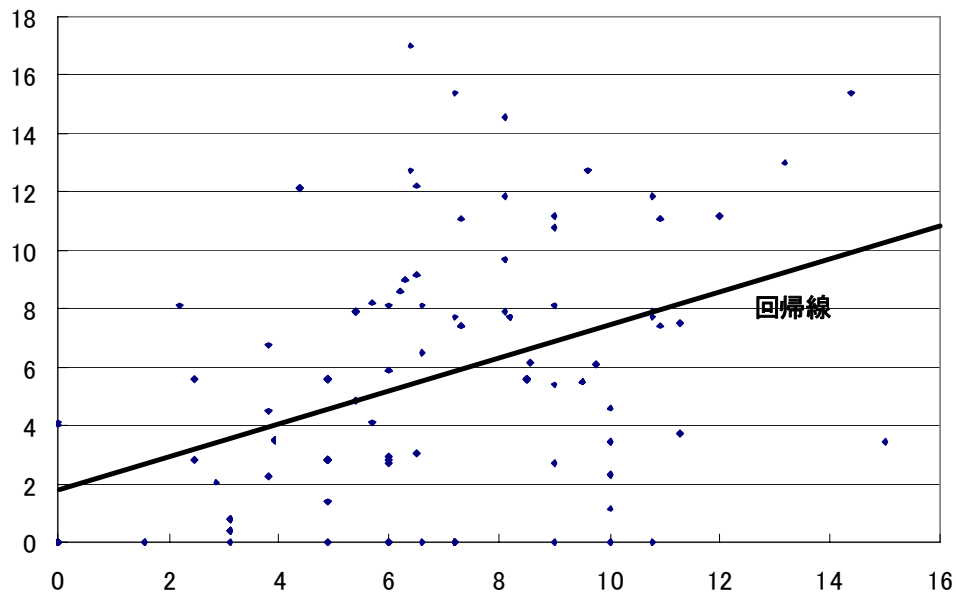
(Y: 企業別・製品別営業利益率、X²: 売上高設備投資額比率)・・・回帰式(4)

$$Y = 0.562 \times X^2 + 1.504 \quad (N=168, \text{決定係数}: 0.192, () \text{内は } t\text{-値})$$

(6.38) (2.36)

図表 2-2: 企業別・製品別営業利益率と設備投資額比率の散布図(組立製品:168 サンプル)

Y(営業利益率(%):組立製品)=X(設備投資比率)



(組立製品の場合)

3) 売上高減価償却費比率と企業別・製品別営業利益率について

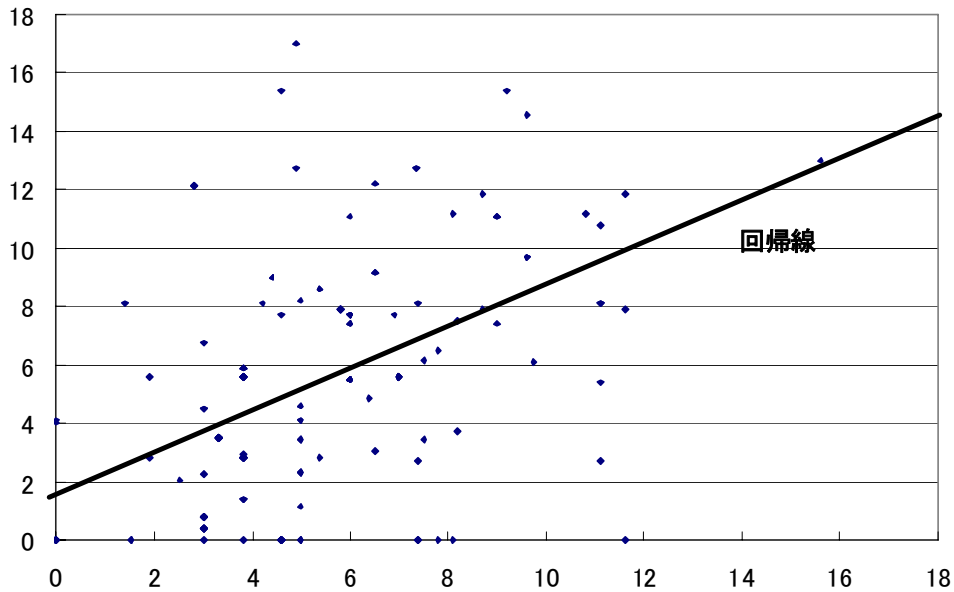
(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 3 : 売上高減価償却費比率)・・・回帰式 (5)

$$Y = 0.716 \times X_3 + 1.335 \quad (N=168, \text{決定係数}: 0.262, () \text{内は } t\text{-値})$$

(7.78) (2.39)

図表 2-3: 企業別・製品別営業利益率と減価償却費比率の散布図(組立製品:168 サンプル)

Y(営業利益率(%):組立製品)=X(減価償却費比率)



2-3. 企業経営データを使った実証分析結果(組立製品の場合)の考察

売上高研究開発費比率と企業別・製品別営業利益率についての回帰分析結果で、説明変数(X 1 : 売上高研究開発費比率)の回帰係数は符号が正であり、売上高研究開発費比率が高くなればなるほどその製品の企業別・製品別営業利益率は高まることを示している。また、説明変数の係数の統計的有意性は、t - 値が 9.35 となっており、99.9%の確率で有意であることを示している。説明変数が売上高設備投資額比率(X 2)、売上高減価償却費比率(X 3)についても、同様の傾向が見られる。

2-4. 企業経営データを使った実証分析結果(プロセス製品の場合)

(プロセス製品の場合)

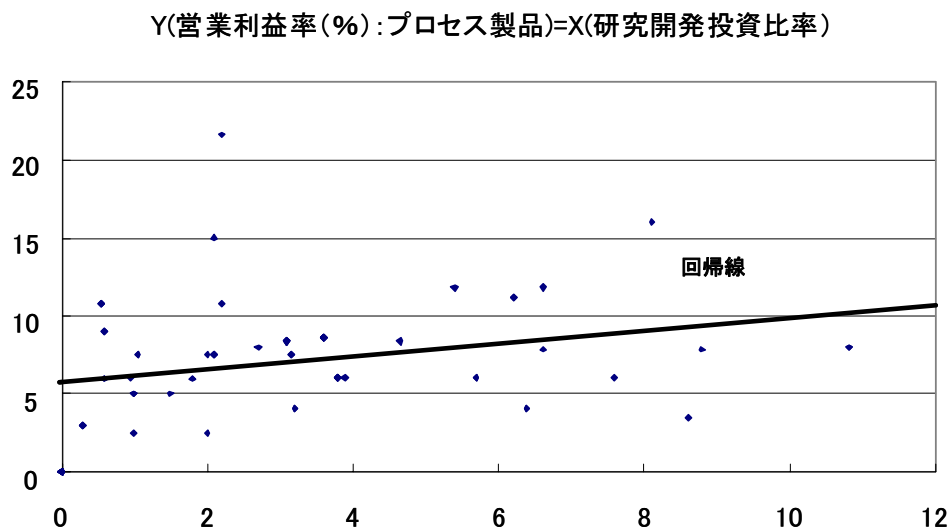
1) 売上高研究開発費比率と企業別・製品別営業利益率について

(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 1 : 売上高研究開発費比率)・・・回帰式 (6)

$$Y = 0.443 \times X_1 + 5.63 \quad (N=76, \text{決定係数}: 0.084, () \text{内は } t\text{-値})$$

(2.81) (8.89)

図表 2-4: インテグラル・アーキテクチャ度と研究開発投資比率の散布図(プロセス製品:76 サンプル)



(プロセス製品の場合)

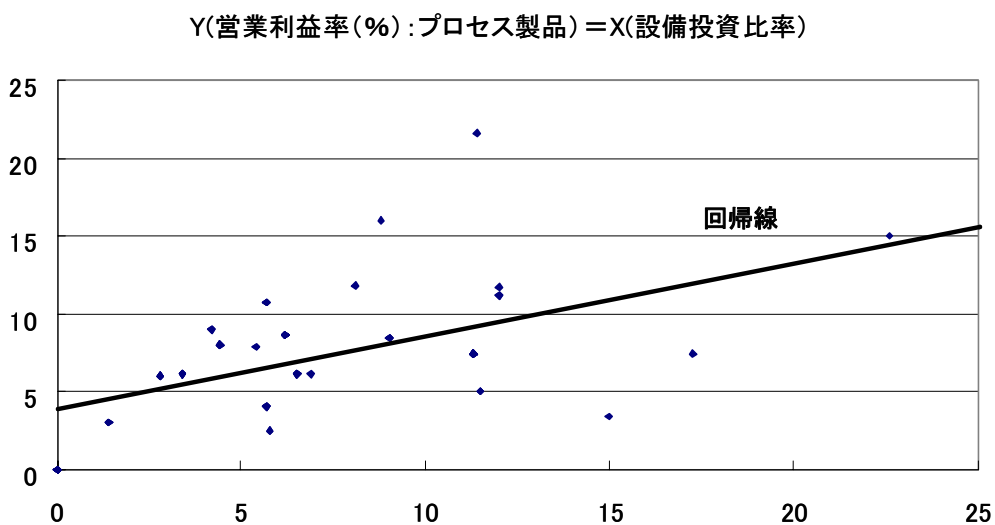
2) 売上高設備投資額比率と企業別・製品別営業利益率について

(Y:企業別・製品別営業利益率、X₂:売上高設備投資額比率)・・・回帰式(7)

$$Y = 0.460 \times X_2 + 3.94 \quad (N=76, \text{決定係数}: 0.271, () \text{内は } t\text{-値})$$

$$(5.37) \qquad (5.86)$$

図表 2-5: インテグラル・アーキテクチャ度と設備投資額比率の散布図(プロセス製品:76 サンプル)



(プロセス製品の場合)

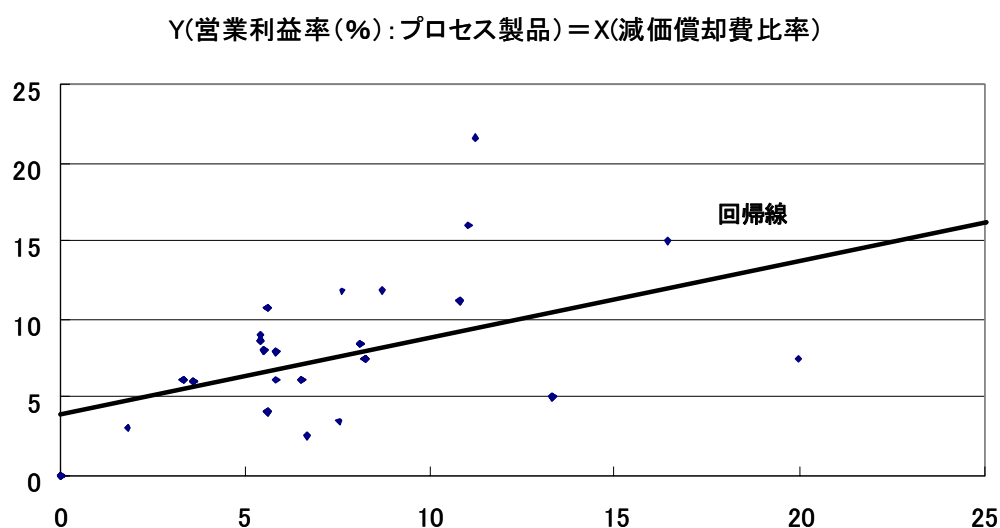
3) 売上高減価償却費比率と企業別・製品別営業利益率について

(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 3 : 売上高減価償却費比率)・・・回帰式 (8)

$$Y = 0.522 \times X_3 + 3.74 \quad (N=76, \text{決定係数}: 0.265, () \text{内は } t\text{-値})$$

(5.30) (5.25)

図表 2-6: インテグラル・アーキテクチャ度と減価償却費比率の散布図(プロセス製品:76 サンプル)



2-5. 企業経営データを使った実証分析結果(プロセス製品の場合)の考察

売上高研究開発投資比率と企業別・製品別営業利益率についての回帰分析結果で、説明変数(X 1 : 売上高研究開発投資比率)の回帰係数は符号が正であり、売上高研究開発投資比率が高くなればなるほどその製品の企業別・製品別営業利益率は高まることを示している。また、説明変数の係数の統計的有意性は、t-値が2.81となっており、99%以上の確率で有意であることを示している。また、売上高設備投資額比率、売上高減価償却費比率についても、同様の傾向が見られる。

3. 営業利益率と投資関係データの重回帰分析

以下では説明変数の数を増やして(2変数)、製品別営業利益率(Y)と投資関係説明変数(X1(研究開発投資)、X2(設備投資額)、X3(減価償却費))とインテグラル度指標(X4)を組み合わせた重回帰分析を実施した。

3-1. 企業経営データを使った重回帰分析結果（組立製品）

（組立製品の場合）

1) 売上高研究開発費比率、インテグラル度指標と企業別・製品別営業利益率について
（Y：企業別・製品別営業利益率、X 1：売上高研究開発費比率、X 4：インテグラル
度指標）・・回帰式（9）

$$Y = 0.742 \times X_1 + 0.322 \times X_4 + 1.81$$

(9.04) (1.29) (4.07)

(N=168、決定係数：0.344、()内はt-値)

（組立製品の場合）

2) 売上高設備投資額比率、インテグラル度指標と企業別・製品別営業利益率について
（Y：企業別・製品別営業利益率、X 2：売上高設備投資額比率、X 4：インテグラル
度指標）・・回帰式（10）

$$Y = 0.551 \times X_2 + 0.585 \times X_4 + 1.58$$

(6.31) (2.16) (2.50)

(N=168、決定係数：0.209、()内はt-値)

（組立製品の場合）

3) 売上高減価償却費比率、インテグラル度指標と企業別・製品別営業利益率について
（Y：企業別・製品別営業利益率、X 3：売上高減価償却費比率、X 4：インテグラル
度指標）・・回帰式（11）

$$Y = 0.291 \times X_3 + 0.421 \times X_4 + 2.97$$

(3.66) (1.86) (6.18)

(N=168、決定係数：0.088、()内はt-値)

3-2. 企業経営データを使った重回帰分析結果（組立製品）の考察

企業経営データと企業別・製品別営業利益率についての回帰分析結果で、説明変数（X 1：売上高研究開発費比率、X 2：売上高設備投資額比率、X 3：売上高減価償却費比率）の回帰係数は符号が正であり、説明変数X1、X 2、X 3が高くなればなるほど、その製品の企業別・製品別営業利益率は高まることを示している。また、投資関係説明変数の係数の統計的有意性は、t-値が6.31以上であり99.9%の確率で有意であることを示している。説明変数（X 4：インテグラル度指標）については、すべての重回帰式で符号はプラスであり、インテグラル度が高まれば、営業利益率が高まる関係を示しているが、説明変数の係数の統計的有意性で、説明変数X 4のt-値は設備投資額比率のときが2.16、減価償却費比率のときが2.01、研究開発投資比率のときが1.29となっており、設備投資額比率のt-値が最も高い値となっている。

組立製品の重回帰分析の結果としては、Y（営業利益率）=F（X2（設備投資額比率）、X4（インテグラル度指標））の重回帰式が最も良い実証分析結果を示している。

3-3. 企業経営データを使った重回帰分析結果（プロセス製品）

（プロセス製品の場合）

1) 売上高研究開発費比率、インテグラル度指標と企業別・製品別営業利益率について（Y：企業別・製品別営業利益率、X1：売上高研究開発費比率、X4：インテグラル度指標）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・重回帰式（12）

$$Y = 0.265 \times X_1 + 1.314 \times X_4 + 6.23$$

(1.68) (3.31) (10.0)

(N=76、決定係数：0.193、()内はt-値)

2) 売上高設備投資額比率、インテグラル度指標と企業別・製品別営業利益率について（Y：企業別・製品別営業利益率、X2：売上高設備投資額比率、X4：インテグラル度指標）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・重回帰式（13）

$$Y = 0.365 \times X_2 + 0.753 \times X_4 + 4.60$$

(3.69) (1.84) (6.11)

(N=76、決定係数：0.294、()内はt-値)

3) 売上高減価償却費比率、インテグラル度指標と企業別・製品別営業利益率について（Y：企業別・製品別営業利益率、X3：売上高減価償却費比率、X4：インテグラル度指標）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・重回帰式（14）

$$Y = 0.412 \times X_3 + 0.854 \times X_4 + 4.45$$

(3.81) (2.18) (5.80)

(N=76、決定係数：0.301、()内はt-値)

3-4. 企業経営データを使った重回帰分析結果（プロセス製品）の考察

プロセス製品の企業経営データと企業別・製品別営業利益率についての回帰分析結果で、説明変数（X1：売上高研究開発費比率、X2：売上高設備投資額比率、X3：売上高減価償却費比率）の回帰係数は符号が正であり、説明変数X1、X2、X3が高くなればなるほど、その製品の企業別・製品別営業利益率は高まることを示している。また、説明変数の係数の統計的有意性は、設備投資額比率、減価償却費比率はt-値が3.69以上であり99.9%の確率で有意であることを示している。説明変数（X4：インテグラル度指標）については、すべての重回帰式で符号はプラスであり、インテグラル度が高まれば、営業利益率が高まる関係を示しているが、説明変数の係数の統計的有意性で、説明変数X4のt-値は研究開発投資比率のときが3.31、設備投資額比率のときが1.84、減価償却費比率のときが2.18となっている。

プロセス製品の重回帰分析の結果としては、Y（営業利益率）=F（X 3（減価償却費比率）、X 4（インテグラル度指標））の重回帰式が最もよい結果を示している。

4. 複数の投資関係変数を説明変数とした実証分析

以下では説明変数の数をさらに増やして（3、4変数）、製品別営業利益率（Y）と投資関係説明変数（X1（研究開発投資）、X2（設備投資額）、X3（減価償却費））の2、3変数とインテグラル度指標（X4）を組み合わせた重回帰分析を実施した。

4-1. 2変数の企業経営データを使った重回帰分析結果：組立製品

（組立製品の場合）

1) 売上高研究開発費比率、設備投資額比率、インテグラル度指標と営業利益率

（Y：企業別・製品別営業利益率、X 1：売上高研究開発費比率、X 2：売上高設備投資額比率、X 4：インテグラル度指標）・・・・・・・・・・回帰式（15）

$$Y = 0.638 \times X_1 + 0.391 \times X_2 + 0.302 \times X_4 - 0.270$$

(8.05) (5.09) (1.30) (0.46)

（N=168、決定係数：0.426、()内はt-値）

回帰分析の評価

この回帰分析式は、切片の係数のt-値が0.46と低いこと、インテグラル度指標の係数の推定値のt-値が1.30と低いことなどから、良い推定結果とは言えない。ただし複数変数をつかった重回帰分析については、t-検定の有意水準を0.05（t-値：2.0以上）とする基準は厳しすぎて有効な変数を見落とすことがあるとの指摘から、有意水準を0.2前後（t-値：1.3以上）にするのがよいとする考え方もある。この意味からすると上記回帰分析の推定式の統計的検定は合格である。

（組立製品の場合）

2) 売上高研究開発費比率、減価償却費比率、インテグラル度指標と営業利益率

（Y：企業別・製品別営業利益率、X 1：売上高研究開発費比率、X 3：売上高減価償却費比率、X 4：インテグラル度指標）・・・・・・・・・・回帰式（16）

$$Y = 0.607 \times X_1 + 0.524 \times X_3 + 0.266 \times X_4 - 0.386$$

(7.93) (6.45) (1.19) (0.73)

（N=168、決定係数：0.473、()内はt-値）

回帰分析の評価

この回帰分析式も、1)と同様に、切片の係数のt-値が0.73と低いこと、インテグラル度指標の係数の推定値のt-値が1.19と低いことなどから、良い推定結果とは言えない。ただし、自由度修正済みR**2（補正R2）が、0.469であり、2変数の回帰分析より

かなり高くなっている点は評価できる。

(組立製品の場合)

3) 売上高設備投資額比率、減価償却費比率、インテグラル度指標と営業利益率

(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 2 : 売上高設備投資額比率、X 3 : 売上高減価償却費比率、X 4 : インテグラル度指標) 回帰式 (17)

$$Y = 0.080 \times X_2 + 0.628 \times X_3 + 0.524 \times X_4 + 1.282$$

(0.55) (3.92) (2.01) (2.10)

(N=168、決定係数 : 0.273、() 内は t - 値)

回帰分析の評価

この回帰分析式も、設備投資比率の係数の推定値の t-値が 0.55 と低いことなどから、良い推定結果とは言えない。

(組立製品の場合)

4) 売上高研究開発費比率、売上高設備投資額比率、減価償却費比率、インテグラル度指標と営業利益率

(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 1 : 売上高研究開発費比率、X 2 : 売上高設備投資額比率、X 3 : 売上高減価償却費比率、X 4 : インテグラル度指標)

. 回帰式 (18)

$$Y = 0.621 \times X_1 + 0.018 \times X_2 + 0.508 \times X_3 + 0.098 \times X_4 - 0.494$$

(8.13) (0.14) (3.67) (0.43) (0.88)

(N=168、決定係数 : 0.466、() 内は t - 値)

回帰分析の評価

この回帰分析式も、1) 2) と同様に、切片の係数の t-値が 0.880 と低いこと、インテグラル度指標の係数の推定値の t-値が 0.43 と低いこと、設備投資比率の係数の推定値の t-値が 0.14 と低いことなどから、良い推定結果とは言えない。また、自由度修正済み R**2 (補正 R2) が、0.466 であり、3 変数の回帰分析より高くなっていない点も評価できない。

4-2. 2変数の企業経営データを使った重回帰分析結果 : プロセス製品

(プロセス製品の場合)

1) 売上高研究開発費比率、設備投資額比率、インテグラル度指標と営業利益率

(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 1 : 売上高研究開発費比率、X 2 : 売上高設備投資額比率、X 4 : インテグラル度指標) 回帰式 (19)

$$Y = 0.263 \times X_1 + 0.364 \times X_2 + 0.529 \times X_4 + 3.786$$

(1.82) (3.75) (1.25) (4.36)

(N=76、決定係数 : 0.315、() 内は t - 値)

回帰分析の評価

この回帰分析式は、インテグラル度指標の係数の推定値の t-値が 1.25 と低いことから、良い推定結果とは言えない。ただし、自由度修正済み R**2 (補正 R2)が、0.315 であり、2 変数の回帰分析よりかなり高くなっている。

(プロセス製品の場合)

2) 売上高研究開発費比率、減価償却費比率、インテグラル度指標と営業利益率

(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 1 : 売上高研究開発費比率、X 3 : 売上高減価償却費比率、X 4 : インテグラル度指標) 回帰式 (2 0)

$$Y = 0.217 \times X 1 + 0.415 \times X 3 + 0.617 \times X 4 + 3.594$$

(1.88) (3.89) (1.52) (4.06)

(N=76、決定係数 : 0.324、() 内は t - 値)

回帰分析の評価

この回帰分析式は、インテグラル度指標の係数の推定値の t-値が 1.52 と低いこと、また、研究開発比率の係数の推定値の t-値が 1.88 と低いことから、良い推定結果とは言えない。ただし複数変数をつかった重回帰分析については、t-検定の有意水準を 0.05 (t-値 : 2.0 以上) とする基準は厳しすぎて有効な変数を見落とすことがあるとの指摘から、有意水準を 0.2 前後 (t-値 : 1.3 以上) にするのがよいとする考え方もある。この意味からすると上記回帰分析の推定式は合格である。また、自由度修正済み R**2 (補正 R2)が、0.325 であり、2 変数の回帰分析よりかなり高くなっている。

(プロセス製品の場合)

3) 売上高設備投資額比率、減価償却費比率、インテグラル度指標と営業利益率

(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 2 : 売上高設備投資額比率、X 3 : 売上高減価償却費比率、X 4 : インテグラル度指標) 回帰式 (2 1)

$$Y = 0.152 \times X 2 + 0.263 \times X 3 + 0.744 \times X 4 + 4.376$$

(0.70) (1.10) (1.89) (5.60)

(N=76、決定係数 : 0.296、() 内は t - 値)

回帰分析の評価

この回帰分析式は、減価償却費比率の係数の推定値の t-値が 1.10 と低いこと、設備投資比率の係数の推定値の t-値が 0.70 と低いこと、から、良い推定結果とは言えない。

(プロセス製品の場合)

4) 売上高研究開発費比率、売上高設備投資額比率、減価償却費比率、インテグラル度指標と営業利益率

(Y : 企業別・製品別営業利益率、X 1 : 売上高研究開発費比率、X 2 : 売上高設備投資額比率、X 3 : 売上高減価償却費比率、X 4 : インテグラル度指標)

. 回帰式 (2 2)

$$Y = 0.268 \times X_1 + 0.268 \times X_2 + 0.140 \times X_3 + 0.277 \times X_4 + 3.527$$

(1.85) (0.65) (1.18) (1.30) (3.94)

(N=76、決定係数：0.319、()内はt-値)

回帰分析の評価

この回帰分析式は、減価償却費比率の係数の推定値のt-値が1.18と低いこと、設備投資比率の係数の推定値のt-値が0.65と低いこと、から、良い推定結果とは言えない。全般的に設備投資比率と減価償却費比率を同時に説明変数に入れると、回帰分析の結果は悪くなる傾向がある。

5. 営業利益率の実証分析まとめ

1. 製品の営業利益率とインテグラル・アーキテクチャ指標の回帰分析、2. 営業利益率と投資関係データの単回帰分析、3. 営業利益率と投資関係データの重回帰分析、4. 複数の投資関係変数を説明変数とした実証分析、で実施した営業利益率の実証分析結果を纏めると、以下の「まとめ表」の通りである。

図表5-1: 営業利益率の実証分析結果「まとめ表」

回帰式	単回帰、説明変数(X1, X2, X3, X4)	組立・プロセス製品別	組立・プロセス製品別	回帰係数(X1, X2, X3)の1	t-値	回帰係数(X1, X2, X3)の2	t-値	回帰係数(X1, X2, X3)の3	t-値	回帰係数(X4)	t-値	R**	P値(注2)	評価(注1)
	回帰式(1)(2)									(X4)				
1	(X4)インテグラル・アーキテクチャ度	組立製品								0.686	(2.28)	0.024	0.023	○
2	(X4)インテグラル・アーキテクチャ度		プロセス製品							1.543	(4.09)	0.173	0.0001	○
	回帰式(3)(6)													
3	(X1)研究開発投資比率	組立製品		0.759	(9.35)							0.341	5.53E-17	○
6	(X1)研究開発投資比率		プロセス製品	0.443	(2.81)							0.084	0.006	○
	回帰式(4)(7)													
4	(X2)設備投資比率	組立製品		0.562	(6.38)							0.192	1.68E-19	○
7	(X2)設備投資比率		プロセス製品	0.46	(5.37)							0.271	8.39E-07	○
	回帰式(5)(8)													
5	(X3)減価償却費比率	組立製品		0.522	(5.30)							0.265	7.27E-13	○
8	(X3)減価償却費比率		プロセス製品	0.716	(7.78)							0.262	1.13E-06	○
	重回帰、説明変数(X1, X2, X3, X4)	組立・プロセス製品別	組立・プロセス製品別	回帰係数(X1, X2, X3)の1	t-値	回帰係数(X1, X2, X3)の2	t-値	回帰係数(X1, X2, X3)の3	t-値	回帰係数(X4)	t-値	R**	P値	評価
	回帰式(9)(12)									(X4)				
9	(X1)研究開発投資比率、(X4)インテグラル・アーキテクチャ度	組立製品		0.742	(9.04)					0.322	(1.29)	0.344	2.86E-16	△
12	(X1)研究開発投資比率、(X4)インテグラル・アーキテクチャ度		プロセス製品	0.265	(1.68)					1.314	(3.31)	0.193	0.0001	△
	回帰式(10)(13)			(X2)						(X4)				
10	(X2)設備投資比率、(X4)インテグラル・アーキテクチャ度	組立製品		0.551	(6.31)					0.585	(2.16)	0.209	1.37E-09	○
13	(X2)設備投資比率、(X4)インテグラル・アーキテクチャ度		プロセス製品	0.365	(3.69)					0.753	(1.84)	0.294	1.11E-06	△
	回帰式(11)(14)			(X3)						(X4)				
11	(X3)減価償却費比率、(X4)インテグラル・アーキテクチャ度	組立製品		0.291	(3.66)					0.421	(1.86)	0.276	1.77E-04	△
14	(X3)減価償却費比率、(X4)インテグラル・アーキテクチャ度		プロセス製品	0.412	(3.81)					0.854	(2.18)	0.301	7.73E-07	○
	重回帰、説明変数(X1, X2, X3, X4)	組立・プロセス製品別	組立・プロセス製品別	回帰係数(X1, X2, X3)の1	t-値	回帰係数(X1, X2, X3)の2	t-値	回帰係数(X1, X2, X3)の3	t-値	回帰係数(X4)	t-値	R**	P値	評価
	回帰式(15)(19)			(X1)		(X2)				(X4)				
15	(X1)、(X2)、(X4)	組立製品		0.638	(8.05)	0.391	(5.09)			0.302	(1.30)	0.43	1.42E-12	△
19	(X1)、(X2)、(X4)		プロセス製品	0.262	(1.81)	0.364	(3.74)			0.529	(1.25)	0.315	1.10E-06	×
	回帰式(16)(20)			(X1)		(X3)				(X4)				
16	(X1)、(X3)、(X4)	組立製品		0.607	(7.93)	0.524	(6.45)			0.266	(1.19)	0.473	2.17E-23	×
20	(X1)、(X3)、(X4)		プロセス製品	0.271	(1.88)	0.415	(3.89)			0.617	(1.52)	0.324	6.86E-07	△
	回帰式(17)(21)			(X2)		(X3)				(X4)				
17	(X2)、(X3)、(X4)	組立製品		0.08	(0.55)	0.648	(3.92)			0.524	(2.01)	0.273	5.54E-12	×
21	(X2)、(X3)、(X4)		プロセス製品	0.152	(0.70)	0.263	(1.10)			0.774	(1.89)	0.296	2.93E-06	×
	回帰式(18)(22)			(X1)		(X2)		(X3)		(X4)				
18	(X1)、(X2)、(X3)、(X4)	組立製品		0.621	(8.13)	0.018	(0.14)	0.508	(3.67)	0.098	(0.43)	0.466	3.07E-22	×
22	(X1)、(X2)、(X3)、(X4)		プロセス製品	0.268	(1.85)	0.14	(0.65)	0.277	(1.18)	0.546	(1.30)	0.319	2.25E-06	×

(注1) 評価欄の○は回帰係数のt-値が全部 2.0 以上の場合の評価(95%の有意水準)、△はt-値が全部 1.3 以上の評価(80%の有意水準)、×はt-値が 1.3 以下の回帰係数がある場合の評価

(注2) P 値は分散分析表の「有意の F」の値(P 値が 0.05 以下であれば回帰式には意味があると判定)

説明変数が一つである単回帰分析では、すべての回帰式で評価は○である。つまり「インテグラル度指標」「研究開発投資額」「設備投資額」「減価償却費」のすべての変数は「営業利益率（Y）」の説明変数として有効であるということを示している。

説明変数を二つに増やした重回帰分析では、「インテグラル度指標」と3つの投資関連指標のどれか一つとの組み合わせで、どの組み合わせが最も有意な回帰分析結果になるかという視点で実証分析を行った。これはわれわれの見方は、企業別・製品別利益率の格差は製品の「インテグラル度指標」を中心にして検討するというスタンスからの変数選択である。2変数の重回帰分析の場合、「組立製品」については説明変数がインテグラル・アーキテクチャ度と設備投資額比率、インテグラル・アーキテクチャ度と減価償却費比率の二つの重回帰分析が○であり、「プロセス製品」については、インテグラル・アーキテクチャ度と減価償却費比率の重回帰分析が○となっている。

説明変数を三つに増やした重回帰分析では、「インテグラル度指標」と投資関連指標2変数との組み合わせで、どの組み合わせが最も有意な回帰分析結果になるかという視点で実証分析を行った。3変数の重回帰分析の場合、「組立製品」についてはインテグラル・アーキテクチャ度と研究開発費比率、設備投資比率の3変数の重回帰分析が△評価となっているとなっている。「プロセス製品」については、インテグラル・アーキテクチャ度と研究開発費比率、減価償却費比率の3変数の重回帰分析が△評価となっているとなっている。

説明変数3変数の重回帰分析については、「組立製品」、「プロセス製品」ともインテグラル度指標とプラスの符号条件となっており、インテグラル度が高まると営業利益率が高まるという関係が確認できた（また、回帰係数の推定値も有意水準80%でt-検定にも合格している）。さらに、両製品とも研究開発投資比率がプラスの符号条件になっており、研究開発投資が企業・製品の営業利益率に重要な貢献をしていることが示された（研究開発投資比率の回帰係数の推定値は有意水準99.9%でt-検定も合格している）。説明変数3変数の重回帰分析で特徴的なことは、第1、2の変数では「組立製品」、「プロセス製品」とも同じ変数が選択されたが、第3の変数は違った変数が選択された。「組立製品」では設備投資比率であり「プロセス製品」では減価償却費比率である。

この点を政策的インプリケーションから見ると、企業の製品別営業利益率を高めるためには、第一に両製品とも研究開発投資が重要であるが、第二には「組立製品」は設備投資が重要、すなわちユーザーニーズをすばやく察知して、すばやい設備投資を実行し製品を開発・生産・供給して売り上げ・利益を確保することが重要なことを意味する。「プロセス製品」では設備投資額が「組立製品」より巨額になることが多いため、計画的・段階的設備投資の実行（設備投資の累積として減価償却額に実現）により他社と差別化された設備投資の累積による製品開発・生産・供給が長期的に売り上げ・利益を確保する重要な要因であることを示している（なお、インテグラル度を高めることは、企業の組織能力構築に依存する企業独自の課題と考える）。

参考文献

- 藤本隆宏 (2002) 「製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート」 (RIETI Discussion Paper Series 06-J-015). 経済産業研究所.
<http://sv021.rieti.go.jp/jp/publications/dp/06j015.pdf>
- 藤本隆宏 (2003) 『能力構築競争』 中央公論新社.
- 藤本隆宏 (2004) 『日本のもの造り哲学』 日本経済新聞社.
- 藤本隆宏 (2005) 「アーキテクチャの比較優位に関する一考察」 (MMRC Discussion Paper No. 24). 東京大学 21 世紀COEものづくり経営研究センター.
http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC24_2005.pdf
- 藤本隆宏, 大鹿隆, 貴志奈央子 (2005) 「製品アーキテクチャの測定に関する実証分析」 (MMRC Discussion Paper No. 26). 東京大学 21 世紀COEものづくり経営研究センター.
http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC26_2005.pdf
- 大鹿隆、藤本隆宏「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析 [2006 年改訂版]」
“RIETI Discussion Paper Series 06-J-15 [2006 年 3 月]”
- 大鹿隆・藤本隆宏著「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析」(赤門マネジメント。レビュー5 巻 4 号 (2006 年 4 月))
- 藤本隆宏「人工物の複雑化とものづくり企業の対応 ―制御系の設計とメカ・エレキ・ソフト統合―」 RIETI DP (RIETI Discussion Paper Series 07-J-047 (2007 年 11 月))

(2008 年 10 月 14 日第 6 稿)

補論: インテグラル・アーキテクチャ指標と「IT 資産残高」「ソフトウェア投資」との関連

「はじめに」の課題3)として採り上げたインテグラル・アーキテクチャ指標と「IT 資産残高」「ソフトウェア投資」の関連性を見るために以下のような実証分析を実施した。

被説明変数 (Y) : インテグラル・アーキテクチャ度指標 (組立製品 168 サンプル、プロセス製品 76 サンプル、未上場企業のサンプルを除いた) (大鹿隆・藤本隆宏著「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析 (2006 年改訂版)」“RIETI Discussion Paper Series 06-J-015” (2006 年 3 月) の DP で作成された指標)。

説明変数 (X 5) : IT 関連固定資産残高比率。データ出所 : 「日本企業のアーキテクチャ戦略に関する調査 アンケート調査票 2 (製品別) 2004 年 10 月 23 日 “経済産業省 製造産業局 & 東京大学ものづくり経営研究センター”。問 10. 質問(9)と質問(4)の比率。

(4) 貴社の当該製品の設備有形固定資産残高。(設備が複数製品の生産に利用されている場合、概算で推計していただいて結構です。)

(9) (4)に含まれる IT 関連有形固定資産残高。(設備が複数製品の生産に利用されている場合、概算で推計していただいて結構です。(IT 関連有形固定資産残高=IT ハードウェア+通信関連機器)。

以上より、 $IT \text{ 関連固定資産残高比率} = IT \text{ 関連有形固定資産残高} / \text{設備有形固定資産残高}$ で定義した。

説明変数 (X 6) : ソフトウェア資本売上高比率。データ出所 : 「日本企業のアーキテクチャ戦略に関する調査 アンケート調査票 (製品別) 2004 年 10 月 23 日 “経済産業省 製造産業局 & 東京大学ものづくり経営研究センター”。問 10. 質問(10)と質問(1)の比率

(10) 貴社の当該製品の生産設備について、無形固定資産残高に計上されているソフトウェア資本(販売目的のソフトウェアは除く)の金額。(ソフトウェア資本=パッケージ・ソフトウェア+受注ソフトウェアと自社開発ソフトウェアの合計です。)

(1) 貴社の当該製品の製品売上高。(製品売上高は、社内・社外合計です。)

以上より、 $\text{ソフトウェア資本売上高比率} = \text{ソフトウェア資本の金額} / \text{製品売上高}$ で定義した。

以上の説明変数 X 5、X 6 は、被説明変数 (Y) と同一のアンケート調査票から得られる製品別データなので、実証分析を進める上で最も整合性のあるデータとなる。ただし、アンケート回答で X 5、X 6 は、無回答になっているサンプルが多いので、実証分析で統計的有意性を確保できるかどうか、注意が必要である。使用したアンケート調査票の形式及び回帰分析の結果は以下に示す通りである。

アンケート調査票の形式

【6. 貴社の当該製品の設備・労働力投入状況】

問 10. 貴社の当該製品の設備・労働力投入について 2000 年度、2003 年度で以下の数値をお示しください。

	2000 年度	2003 年度
(1) 貴社の当該製品の <u>製品売上高</u> 。(製品売上高は、社内・社外合計です。)	百万円	百万円
(2) 貴社の当該製品の <u>購入原材料費</u> 。	百万円	百万円
(3) 貴社の当該製品の <u>外注費</u> 。	百万円	百万円
(4) 貴社の当該製品の <u>設備有形固定資産残高</u> 。(設備が複数製品の生産に利用されている場合、概算で推計していただいて結構です。)	百万円	百万円
(5) 貴社の当該製品の <u>総雇用者支払い賃金</u> 。(雇用者が複数製品の生産に関わっている場合、概算で推計していただいて結構です。)	百万円	百万円
(6) 貴社の当該製品の <u>雇用者数</u> 。(正社員)	人	人
(7) 貴社の当該製品の <u>年平均労働時間</u> 。(概算で結構です。)	時間	時間
(8) 貴社の当該製品の <u>正社員とパートの比率</u> 。 パート / (正社員 + パート) * 100 (%)	%	%
(9) (4)に含まれる <u>IT 関連有形固定資産残高</u> 。(設備が複数製品の生産に利用されている場合、概算で推計していただいて結構です。) IT 関連有形固定資産残高 = IT ハードウェア + 通信関連機器	百万円	百万円
(10) 貴社の当該製品の生産設備について、無形固定資産残高に計上されている <u>ソフトウェア資本(販売目的のソフトウェアは除く)の金額</u> 。(ソフトウェア資本 = パッケージ・ソフトウェア + 受注ソフトウェアと自社開発ソフトウェアの合計です。)	百万円	百万円
(11) (10)において、自社開発ソフトウェア資産残高の金額が厳密に把握できていない場合は、 <u>パッケージ・ソフトウェアと受注ソフトウェアの資産残高に対する比率</u> 。	%	%

(1) インテグラル・アーキテクチャ指標と IT 関連固定資産残高比率 (組立製品)
(組立製品の場合)

(Y : インテグラル・アーキテクチャ指標、X 5 : IT 関連固定資産残高比率)

.....回帰式 (23)

$$Y = -0.477 \times X 5 + 0.416 \quad (N=41, \text{決定係数} : 0.0006, () \text{内は } t\text{-値})$$

(0.163) (2.82)

考察

このケースの回帰分析の結果は「良い結果とはいえない」。その理由は①IT 資産残高/設備資産残高 (X 1) のパラメターの符号がマイナス (仮説はプラス) である。②IT 資産残高/設備資産残高 (X 1) のパラメターの t-値が低い。この原因としては回帰分析のサンプル数が大幅に減ったことが考えられる。つまりインテグラル・アーキテクチャ指標サンプル数は 168 サンプルであったが、アンケートで、IT 資産残高、設備資産残高の質問の回答数が 41 サンプルしかなかったため、回帰分析が 41 サンプルの分析結果になっている。

(2) インテグラル・アーキテクチャ指標と IT 関連固定資産残高比率 (プロセス製品)
(プロセス製品の場合)

(Y : インテグラル・アーキテクチャ指標、X 5 : IT 関連固定資産残高比率)

.....回帰式 (24)

$$Y = 18.3 \times X 5 - 0.0368 \quad (N=26, \text{決定係数} : 0.0166, () \text{内は } t\text{-値})$$

(0.637) (0.189)

考察

このケースの回帰分析の結果は「良い結果とはいえない」。その理由は①IT 資産残高/設備資産残高 (X 5) のパラメターの符号はプラスだが、②IT 資産残高/設備資産残高 (X 1) のパラメターの t-値が低い。この原因としては組立製品のケースと同様に、回帰分析のサンプル数が大幅に減ったことが考えられる。つまりインテグラル・アーキテクチャ指標サンプル数は 76 サンプルであったが、アンケートで、IT 資産残高、設備資産残高の質問の回答数が 25 サンプルしかなかったため、回帰分析が 25 サンプルの分析結果になっている。

(3) インテグラル・アーキテクチャ指標とソフト資本/製品売上高比率 (組立製品)
(組立製品の場合)

(Y : インテグラル・アーキテクチャ指標、X 6 : ソフト資本/製品売上高比率)

.....回帰式 (25)

$$Y = 9.527 \times X 6 + 0.346 \quad (N=41, \text{決定係数} : 0.004, () \text{内は } t\text{-値})$$

(1.077) (2.49)

考察

回帰分析の結果は「あまり良い結果とはいえない」が (1) IT 資産残高/設備資産残高 (X 6) の回帰分析結果よりは良い。つまり、ソフト資本/製品売上高比率 (X 6) のパラメタ

一の符号がプラスである。ソフト資本/製品売上高比率（X 6）のパラメターの t-値が低い
が、IT 資産残高/設備資産残高（X 5）のケースよりは高い。

（4） インテグラル・アーキテクチャ指標とソフト資本/製品売上高比率（プロセス製品）
（プロセス製品の場合）

（Y：インテグラル・アーキテクチャ指標、X 6：ソフト資本/製品売上高比率）

・・回帰式（2 6）

$$Y = -266.4 \times X 6 + 0.022 \quad (N=38, \text{決定係数}: 0.121, () \text{内は } t\text{-値})$$

(2.47) (0.109)

考察

回帰分析の結果は「良い結果」である。ただし、①ソフト資本/製品売上高比率（X 6）
のパラメターの符号がマイナスであり仮説と異なるため、企業インタビューなどの確認が
必要となる。②ソフト資本/製品売上高比率（X 6）のパラメターの t-値は高い。③サン
プル数も、IT 関連固定資産残高比率サンプル数 25 より多い 38 サンプルである。

補論のまとめと今後の課題

以上（1）回帰式（2 3）から（4）回帰式（2 6）までのそれぞれの回帰分析を見る
と、（4）回帰式（2 6）の「インテグラル・アーキテクチャ度」と「ソフトウェア資本比
率」（プロセス製品）の関係式以外は統計的実証分析の結果はよい結果を得られていない。
また回帰式（2 6）についても、「インテグラル・アーキテクチャ度」と「ソフトウェア資
本比率」（プロセス製品）の関係は負の相関関係でよいのかどうか企業インタビューなどで
確認が必要である。

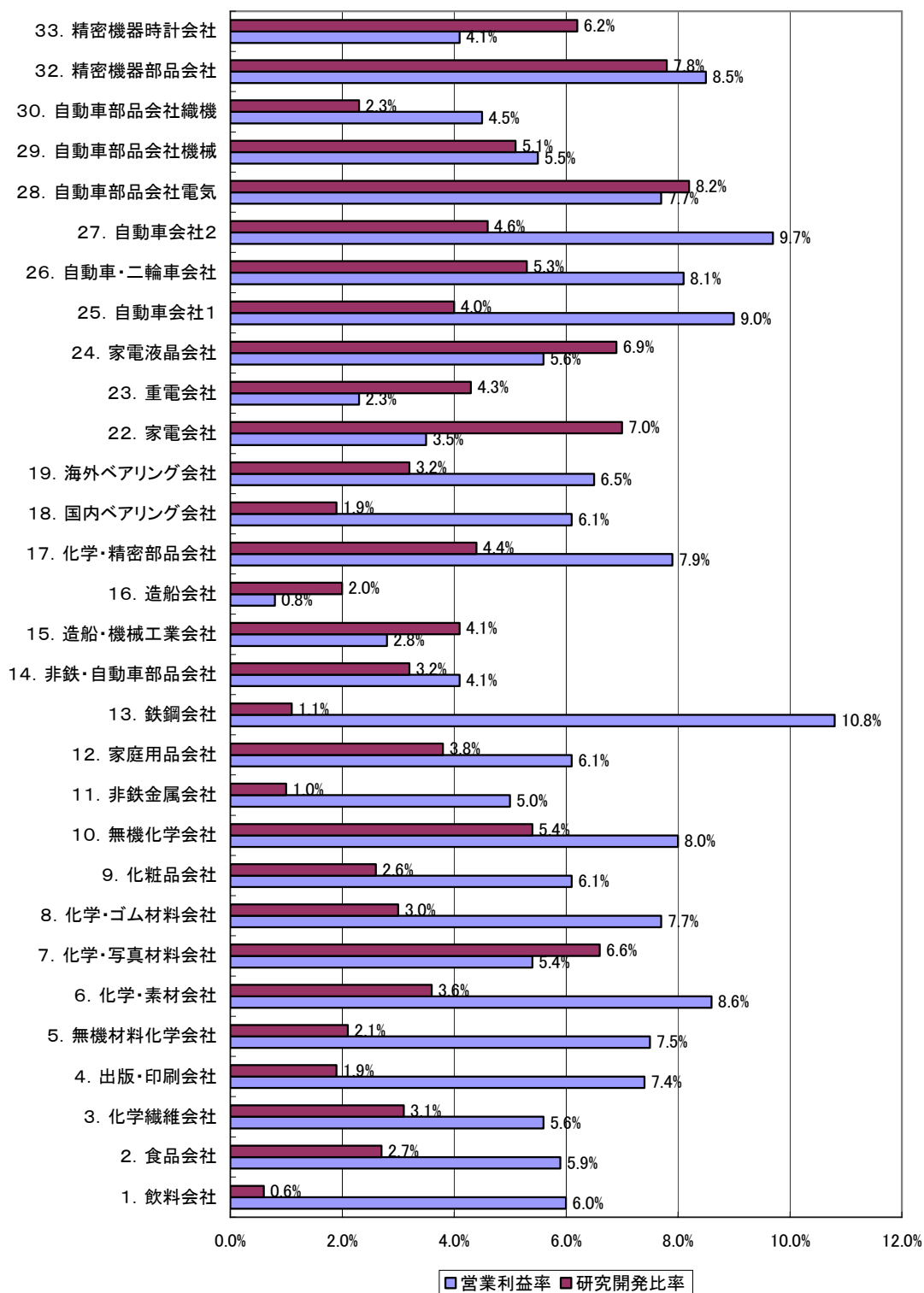
もともと、「日本企業のアーキテクチャ戦略に関する調査 アンケート調査票（製品別）」
2004 年 10 月 23 日“経済産業省 製造産業局 & 東京大学ものづくり経営研究センター”
のアンケート調査は「ものづくり能力」と「製品アーキテクチャ」の関係を分析しようと
して設計されたアンケート調査であり、「IT 関連能力」についての調査の設計は考慮してい
ない。また、アンケートのお願い状にもその旨を明記していない。

ついでに、という言い方はよくはないが、質問票が完成したときに「ついでに IT 関連も
聞いてみよう」ということで以下の問 1 0 に IT 関連の質問 ((9)(10)(11)) が付け加えられ
たという経緯がある。すなわち、アンケート回答企業は問 1 0. (9)(10)(11)について、自
社内の関連部署にアンケートの回答を要請しなかった可能性が高い（インテグラル・アー
キテクチャ度指標回答が組立製品 173 サンプル、プロセス製品 81 サンプルの回答があつた
にもかかわらず、問 1 0. (9)(10)(11)の回答は組立製品 41 サンプル、プロセス製品 26 サ
ンプルの回答しか得られていない。

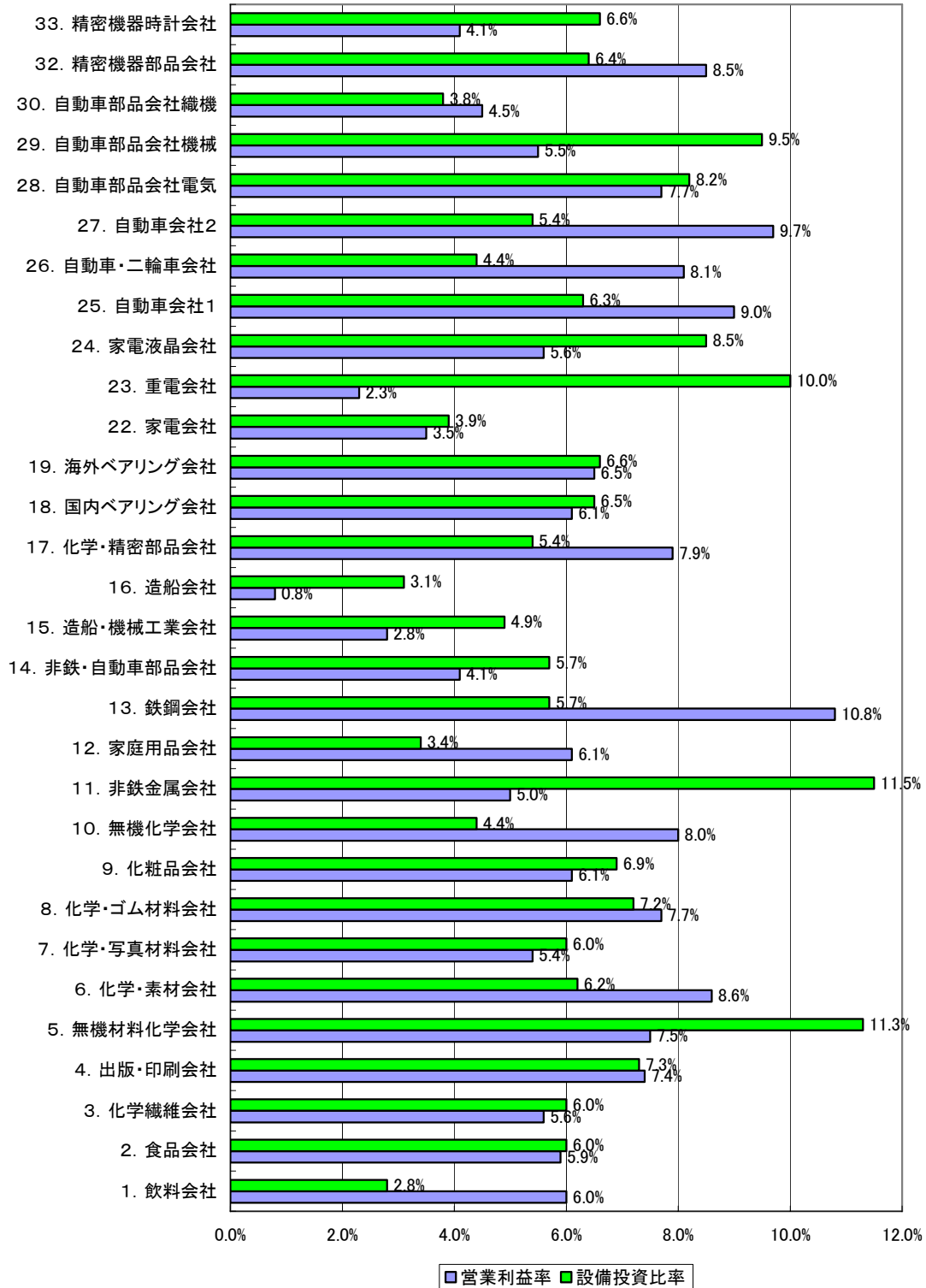
この点から、「インテグラル・アーキテクチャ度」と「IT 投資関連」は無関係と判断する
のは早計であり、あらためてアンケート票を設計して、「製品アーキテクチャ」と「IT 投資」
の関連の実証分析の趣旨を述べて、アンケートをお願いして分析を進める必要がある。

参考資料 アンケート回答各社の連結財務表資料

図表 アンケート回答企業の営業利益率と研究開発投資比率



図表 アンケート回答企業の営業利益率と設備投資比率



図表 アンケート回答企業の営業利益率と減価償却費比率

