

2B10 日本とヨーロッパの企業における研究開発技術力蓄積過程のダイナミクス

—光エレクトロニクスのケース—

○宮崎久美子（サセックス大学）

1 はじめに

本発表は最近約4年間 Science Policy Research Unit(科学政策研究所、SUSSEX大学)に在籍しPROFESSORS Keith PAVITT, Roy ROTHWELL を指導教授として博士論文の為に研究した実証分析をまとめたものである。本論に入る前にSPRUについて一言紹介致します。SPRUは1966年に技術の変化と経済社会の進展との複雑な関係に関する為設立された。国際的に著名な Chris FREEMAN が初代の所長となった。当時は珍しい存在であったが今は世界に同様な機関が幾つか存在している。現在SPRUには約50名の研究員、100名の大学員生が在籍している。SPRU は次のような科目別に研究グループを形成している。(科学技術政策及び研究開発の評価、Innovationと競争力の問題、エネルギー政策、環境問題政策、企業における技術管理、情報通信技術、軍事技術、発展途上国における技術の取得、skills)

2 TECHNOLOGY MANAGEMENT

科学技術が長足に進歩している現在において企業の経営を考える場合にMarketing、マーケティングの力等と共に研究開発技術力を極めて重要なファクターと考える事が不可欠となった。しかしながら技術の影響する所は複雑で、その企業の戦略にどういふ風に組み入れられるのかむずかしい問題である。先端技術に投資する事は企業の生き残りの為に必要不可欠な事である。しかしながら、いかなる企業も財政的、或いは人材的にも限度があるので望ましい全ての先端技術の開発に希望するように投資する事は出来ない。従って会社はどの技術を開発するかを決めるにあたって今までやってきた強い面を基礎にして競争力を高めるには何に投資するのがいいのか考えなければいけない。従来の企業における技術戦略は InnovatorかFollower, Low Cost ProducerかNiche(他社のやらないことをする)戦略を遂行する、等があった。本研究では研究開発技術力をいかにして Build Up するかという観点から検討する。

3 COMPETENCE の概念

1980年代に入り無形資産やKNOW-HOW、技術的蓄積などに着目した企業の COMPETENCE という新しい考え方が現れた。(1) (2) (3) (4) (5) (6) それまでは、M. PORTERやDRUCKERなどによる経営面や市場からの考察が主流だった。報告者の研究テーマになっているのは先に上げたような新しいスタンスから研究を始めた方々が論じているように 1)企業間にはそれぞれ格差がある。2)技術的蓄積は長時間かかり組織としての学習効果が必要である。3)会社が今後何をしようかという可能生の選択は無限ではなく、今までしてきた事に制約されるという考え方である。最近の傾向を振り返ってみると企業のcompetenceの議論は色々あるけれどそれは抽象的、理論的なものが多く、実証的なものはあまりなかった。本研究ではこの問題を実証的な面から取り組んだ。

Technological Competence は次のように定義したい。

<新しい技術が現れた場合、それを自己のものとして会社の中心的技術として取り入れる事。今まである既存の技術とintegrateし、更に新しいものを作る事>

この研究を進めるのに3つのレベルがあると思われる。

<key component (付加価値を与えるキとなるような主要部品)、それを作るためのgeneric技術、key componentや他の技術を組み合わせて構成するシステム、製品>

4 研究課題

- 1) 技術力(competence)が数量的に測れるものか。
- 2) 革新的な技術がいかんして企業によって吸収されるのか。企業の技術力蓄積の方向及びスピードがいかなる要因に影響されるのか。
- 3) 会社は基礎となるようなkey componentやgeneric技術を開発する為に長期的な投資を行っているか。
- 4) 技術力蓄積過程における研究開発の探索過程がどのように変化したか。

5 研究方法

5.1 研究対象

ヨーロッパと日本における光エレクトロニクスに取り組んでいる有力企業11社を対象とした。それらは通信機器、家電、総合エレクトロニクス、電線メーカー等を含む。

<NEC, GEC(英国), STC(元英国・カナダ), Siemens(独), Philips(オランダ), 富士通、住友電気、ソニー、東芝、日立製作所、ソニー>

光エレクトロニクスを選んだ理由としていくつか上げられる。従来のエレクトロニクス技術をはるかに越えるものであって、1980年代を代表するテクノロジーであり、又これをベースとした新製品が色々な分野で使われている。又、この分野では欧米と比べて日本が同等カリードしている。

調査期間: 1976-89

5.2 データ

光エレクトロニクスは次の分野に分類した。

A: 光通信システム関連 B: 光ファイバー関連 C: key component関連 D: generic 技術 E: 半導体関連 F: 光disk関連 G: 液晶表示関連

次の三種類のデータを使った。

1) INSPEC という世界一大きい科学技術論文databaseによりそれぞれ11社の技術者が内外の文献や学会で発表した論文を分野別のキーワードで検索し、bibliometric analysis (計量的書誌分析)を行った。

2) アメリカにおける特許の分析を行った。(米国商務省に協力して頂いた)

2652件の論文の概要と3606件の特許を調べた後、技術の強弱を測る指標 (Intra-Firm Technology Indices)を作成した。{7}

$IPTI = (\text{その企業のある分野における} \sum_{i17}) / (\text{その企業の文献又は特許数の} \sum_{i17})$

計数的分析を行った上で各企業を訪問し、直接光エレクトロニクスの技術開発に携わった技術者やR&D

ターゲットを対象に会社が光エレクトロニクスに取り組んだ歴史的背景のヒアリング調査を行った。と同時に技術者自身による会社における分野別自己評価の答(1-5)を頂いた。インタビュー、その他の資料を元に各会社の発展過程におけるcase studyを行った。(8)

6 研究結果

6.1 コンパニオンの測定方法

先に示した3種類のデータ(論文、US特許、自己評価)の信頼性を調べる為色々な計数的checkが行われた。それぞれのデータは、全て相関関係がある事がわかり、企業の光エレクトロニクス分野における強い面と弱い面を明白に示している。研究開発技術力は無形でありながら本研究により測定出来るものと実証された。これらの指標は時間的な変化も示している。(表1)

6.2 Path Dependency, Trajectories(企業の歩む道すじ)の実証

Path Dependencyが実証された。換言すれば企業の技術力は過去の主要業務、蓄積された技術ベース等、それらを土台として更に発展される。技術力の蓄積はその企業の中心となる分野に対して重点的に行われる。と同時に光エレクトロニクスは企業の長期戦略を遂行する為の重要な機会を与えた。それぞれの企業のtrajectoryを測る事が出来た。例としてソニー、富士通、Siemens、Philipにおけるbibliometric分析の結果を比較した。(表2)これに示されるように、ソニーとPhilipsの共通点は、A, B 分野(通信関連)が低く、F(光disk)が高い。このようにソニーとPhilipsにおいては消費材の需要に答えるような光エレクトロニクスの技術に重点をおいた。それとは対照的に富士通とSiemensの場合は光通信を中心に光エレクトロニクスが発展した。

三種類のデータを使い、各企業のそれぞれの分野における強弱を測った。光エレクトロニクスにおける強い面と弱い面を基準に11社は3つのグループに分けられた。

- 1) Siemens, GEC, STC, NEC, 富士通、住友電工(光通信を中心として光エレクトロニクス関連の技術が伸びた企業)
- 2) ソニー、シャープ、東芝、Philips(民需、家電関連)
- 3) 日立(光通信と民需家電関連のバランスが良くとれた企業)

分野別のcompetence scoreを使った相関matrixを表3にしめす。歴史的背景、過去の主要業務、主要取引先などが共通している会社における新技術開発の発展方向には類似生が見られる。例えば、強い関係がNECとSiemens, GECとSiemens, NECと富士通、東芝とソニーの間に見られる。

6.4 トップマネジメントの戦略と研究組織の移り変わり

技術力の蓄積はトップマネジメントによって決められる戦略によって影響されるところが大きい。初期の段階でははっきりとした応用目的がないまま、研究者達により研究が自発的にはじまったケースが多かった。研究者達のcuriosity drivenの探索過程がトップマネジメントの支援によりfeedbackされる事が重要である。基礎技術、key componentの重要生を認識した企業は1960、70年代からITテクノロジー-drivenの組織を作り上げる為、様々な改革を行ってきた。特に、それまではばらばらに行われていたシステム、key component, generic技術の研究を垂直統合するケースが見られた。英国企業は、短期的視野に基づいて戦略もその時の状態に応じて頻繁に変わった。初期の段階ではpioneer的な実績を残したにも拘らず技術力蓄積は必ずしも果たせなかった。

6.5 システム、Key Component, Generic技術の関係

相互関係を検証する為二つの方法で調べた。第一の方法は先に述べたInspecと特許を使った計数的処理であり、二番目は技術の関連を示すmapである。最初の方法では全ての会社が光エレクトロニクスのある分野の研究を進めていた事が確認された。その部門とはkey componentとgeneric技術の分野であった。製品やシステムの研究において、各社まちまちであった。各社における二種類のmapを作成した。一つ目はgeneric技術とkey componentの関係を示すものである。二つ目はシステム、又は製品とそれらを構成するkey component,及び必要技術の相互関係を示す。第一のmapを作った結果どの企業も同じようなものが出来た。それらは、全ての企業が共通した基礎的分野に力を入れている事を示している。第二のmapはまちまちであったが、それぞれのグループにおいては、ある程度共通点が見られた。key componentやgeneric技術の分野で継続的に技術力を蓄積した会社においては、もっと高度な製品、システムの技術開発が可能となった。又、economy of scope,換言すれば当初の目的に達しなくても他の目的に利用出来ると言う目的達成の多様化が可能となった。

6.6 組織としての学習効果、Search Paths (探索過程)

技術蓄積の過程はとても長時間かかり試行錯誤を繰り返す、組織としての学習効果が必要とされるものである。Inspecと特許データを使いHerfindahl指標を調べた。この指標は企業の活動状況を示す。1の場合は一つの分野に集中しており、値が下がるにつれて活動幅が広がる。表4に示されるようにH-indexは11社のうち9社において特許の方が論文より高かった。(表4) 技術開発の方が研究より集中している事を表す。初めは幅広く色々な分野をsearchするけれども、ある程度知識が深まると技術の実用化にさいして探索をしぼりこんでいく過程が確認された。なお、Inspecは論文を4種類のタイプに分類している。(実験的、応用的、理論的、新規開発)それを使い半導体レーザーのケースを特にくわしく調べた。初期の段階では実験的論文が多く、新規開発は少なかった。逆に後になれば実験的論文が減り、新規開発が増えた。(図1) これは、初期の段階の試行錯誤があとになって、新規開発に寄与している事を示す。

6.7 その他の要因

政府の政策が企業の研究開発面に影響するところは大きいけれどここでは省略する。その他の要因としてcompetenceを維持させる為の組織体制等がある。

6.8 まとめ

3種類のデータ(論文、特許、自己評価)は関連しており、企業の技術力という無形ではあるが重要な現象を測る事が出来た。又、計数的分析とそれぞれの会社におけるcase studyという二つの手法を組み合わせた事により、それぞれのテクニックの弱点を互いに補う事が出来た。光エレクトロニクスという革新的な技術の分野においてもその技術力蓄積過程は過去の技術の蓄積に負うところが大きい。と同時に光エレクトロニクスは企業の長期戦略を達成する為の機会をあたえた。又、key componentやそれらを支えるgeneric技術に長期的に投資する事によって色々な方面に発展する事が確認された。本研究では各企業内における技術力過程を検討した。すなわち、作成された指標はA社における分野別a, b, cの強弱を示すもので、B社の力と直接比較出来ない。次の研究テーマとして考えられるのは、技術力蓄積過程とcompetitivenessのつながりを調べる事、等が上げら

れる。新製品開発する力を測る指標を作り、技術力と関連付ける必要があろう。又、光エレクトロニクスの分野においては、1960、70年代に研究に着手したにも拘らず80年代に実用段階に入った。長期的に行われた探索過程を重ねる事により、最終的には色々な成果をもたらした。リモコンの見直しが必要になってきている事を指摘している。

謝辞

本研究を行うにあたりご指導して頂いた方々、色々とアドバイスを下された方々、又、御協力頂いた各企業の関係者の方々に深い感謝を捧げます。

<参考文献>

- {1} R.Nelson, S.Winter "An Evolutionary Theory of Economic Change" Harvard University Press (1982)
- {2} K.Pavitt, "Strategic Management of the Innovating Firm" in Frontiers of Management(ed.) R.Mansfield, Routledge (1989)
- {3} K.Pavitt, "Key Characteristics of the Innovating Firm", The British Journal of Management, 2, pp.41-50 (1991)
- {4} D.Teece, G.Pisano and A.Schuen, "Firm Capabilities, Resources and the Concept of Strategy, CCC Working Paper, no.90-8, University of Berkeley (1990)
- {5} G.Dosi, "Technology Paradigms and Technological Trajectories", Research Policy, 11, pp.147-162 (1982)
- {6} C.K.Prahalad and G. Hamel, "The Core Competence of the Corporation", Harvard Business Review, May-June (1990)
- {7} K.Miyazaki, "Optoelectronics-related Competence Building in Japanese and European Firms", Research Evaluation, Volume 1 Number 2, August (1991)
- {8} K.Miyazaki, "The Dynamics of Competence Building in European and Japanese Firms; the Case of Optoelectronics", DPhil Thesis, University of Sussex, June 1993 University of Sussex (MacMillan社より出版予定)

表1 INSPECによるIFTIの時間的変化 (ソニの例)

分野	1976-81	1982-85	1986-89
光通信	-100.0	-100.0	-99.5
光ファイバ	-100.0	-100.0	-100.0
半導体VLSI	9.5	27.7	-2.0
CCD	-100.0	25.65	72.60
OEIC	-100.0	-100.0	-97.61
Epitaxy	67.50	-5.12	65.23
半導体	5.82	-21.95	27.77
光disk	92.31	73.52	67.25
液晶表示	-100.0	-2.02	-100.0

表 2 : A Summary of INSPEC Bibliometric (percentage) Data for Four Firms

<u>Company</u>	<u>Group</u>	<u>1976-80</u>	<u>1981-85</u>	<u>1086-89</u>	<u>Sub-total</u>
Sony	A	0.0	0.0	0.38	0.22
	B	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	21.8	27.4	30.03	32.18
	D	21.8	9.12	15.53	13.16
	E	18.8	17.39	23.14	20.73
	F	37.59	24.5	17.58	20.91
	G	0.0	15.16	3.84	8.23
	H	0.0	6.42	3.51	4.57
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0
	Total (Abs.)		2.66	36.98	52.15
Philips	A	0.37	0.83	3.09	1.58
	B	0.37	2.08	3.22	2.07
	C	29.29	23.55	49.83	35.12
	D	4.51	6.73	7.24	6.34
	E	11.77	14.17	12.04	12.72
	F	26.55	28.61	10.30	21.06
	G	5.65	10.0	4.63	6.80
	H	21.48	14.02	9.65	14.3
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0
	Total (Abs.)		88.46	119.96	129.42
Fujitsu	A	7.52	4.49	12.24	8.01
	B	2.97	1.89	2.49	2.32
	C	37.7	41.35	45.50	42.28
	D	11.07	10.16	4.12	8.01
	E	28.77	30.31	20.99	26.46
	F	0.0	2.40	5.10	3.0
	G	2.5	3.21	3.19	3.07
	H	9.46	6.18	6.36	6.84
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0
	Total (Abs.)		73.97	178.80	156.80
Siemens	A	7.75	10.13	9.13	9.21
	B	21.64	2.03	4.48	6.91
	C	32.65	31.27	43.56	37.21
	D	13.06	9.31	10.75	10.69
	E	7.75	21.60	19.25	17.86
	F	0.0	1.35	7.10	3.75
	G	6.13	5.40	0.0	3.05
	H	11.03	18.91	5.74	11.32
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0
	Total (Abs.)		40.80	74.03	98.62

Variation of the Types of Papers over Time

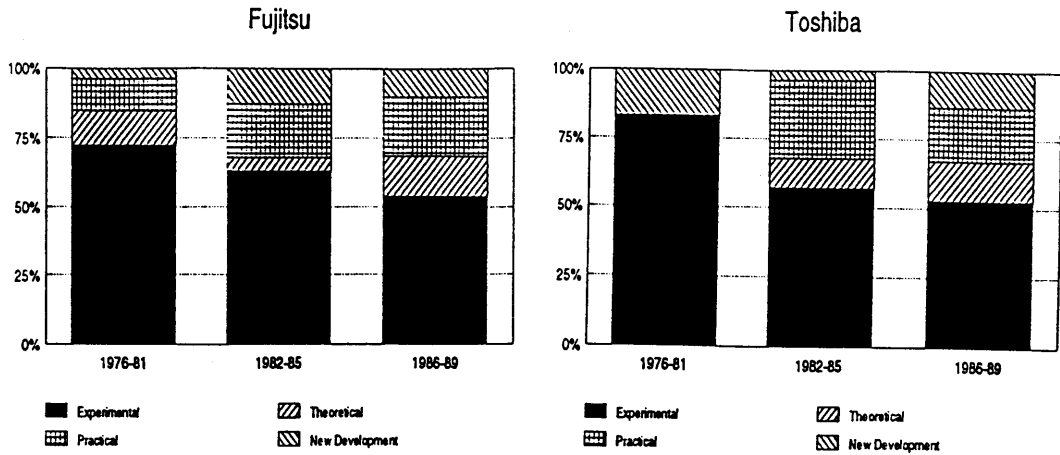


表 3 : Correlation Matrix of the Firms using Competence Scores

	Sumi	Sony	Hit	NEC	Fuj	Tos	Sha	GEC	STC	Phil	Sie
Sumi	1.0	-.88**	-.10	0.55	0.21	-.97**	-.72	0.81*	0.89**	-.76*	0.80*
Sony	-.88**	1.0	0.10	-.27	0.18	0.86**	0.79*	-.45	-.63	0.56	-.55
Hit	-.10	0.10	1.0	0.24	0.40	-.10	0.69	0.03	0.16	0.29	0.06
NEC	0.55	-.27	0.24	1.0	0.87**	-.47	-.09	0.72	0.59	-.83*	0.94**
Fuj	0.21	0.18	0.40	0.87**	1.0	-.18	0.33	0.63	0.45	-.52	0.69
Tos	-.97**	0.86**	-.10	-.47	-.18	1.0	0.58	-.80*	-.93**	0.59	-.71
Sha	-.72	0.79*	0.69	-.09	0.33	0.58	1.0	-.34	-.38	0.61	-.40
GEC	0.81*	-.45	0.03	0.72	0.63	-.80*	-.34	1.0	0.95**	-.71	0.83*
STC	0.89**	-.63	0.16	0.59	0.45	-.93**	-.38	0.95**	1.0	-.59	0.76
Phil	-.76*	0.56	0.29	-.83	-.52	0.59	0.61	-.71	-.59	1.0	-.93**
Sie	0.80*	-.55	0.06	0.94**	0.69	-.71	-.40	0.83*	0.76*	-.93**	1.0

Note: * mark indicates 2 Tailed significance at 0.01 ; ** at 0.001

表 4 Herfindahl指標の比較

	INSPEC	US特許	特許の方が高い
住電	0.54	0.68	o
ソニ-	0.32	0.41	o
日立	0.26	0.28	o
NEC	0.26	0.22	x
富士通	0.33	0.35	o
東芝	0.25	0.31	o
シャープ	0.31	0.65	o
GEC	0.30	0.34	o
STC	0.31	0.54	o
Philips	0.30	0.26	x
Siemens	0.26	0.29	o