

博士学位論文

日本エレクトロニクス企業の事業転換と共通基盤技術の再評価

－ 1970～1990年代での事例企業の事業転換を通して－

2016 年 3 月

埼玉大学大学院経済科学研究科

学籍番号	14VE106
氏 名	深 谷 正 廣

主指導教員	加 藤 秀 雄	教授
副指導教員	金 子 秀	教授
副指導教員	伊 藤 孝	教授

## 要 旨

日本エレクトロニクス産業は、戦後、技術革新と事業転換を積み重ね、急速な発展を遂げてきた日本の基幹産業である。1970～1980年代、日本企業の強みは、高品質で多様性に富んだ製品を、迅速に供給する日本型生産システムにあるといわれていた。日本エレクトロニクス産業の急激な成長の時代は、日本独自のものづくりが磨かれていき、日本の競争力は増大した。続く1990年代も日本エレクトロニクス産業は発展を続けた。しかし、近年は、新興国の追い上げなどにより、産業全体として凋落し、日本の社会や経済にとって大きな問題となっている。日本エレクトロニクス産業の凋落については、様々な原因が指摘されているが、ものづくりに固守し過ぎたことが、現在の競争力低下を招いたとも言われている。

果して、そうだろうか。筆者は、製品開発の技術革新と製造の技術革新が車の両輪として革新的製品を創り出していると考えている。本論では、製造現場における技術革新の重要性を、著者が長年にわたって勤務してきたHK社の事業転換の事例に基づいて、明らかにしていくことにする。

事例に当たる会社は、1955年代に創業し、合併、合理化、急速拡大、2部上場、急減速、戦略転換、回復、1部上場と変遷しながら、成長している。そこには、事業の拡大と撤退による、事業転換が多数例存在する。エレクトロニクス企業であるHK社の成長や規模、複数の事業をもっていること、社内にもものづくりの部門が存在することなどが、同業企業の典型であると考えられる。

論文の作成にあたり、社史や経営者へのヒアリング等により事例企業の実態を明らかにすると共に、事例企業の事業活動の背景にある市場の動向を文献等で調べた。

本論では、二つの研究視点で事例の分析を進めることにした。一つ目の視点は、製造技術の革新、中でも「共通基盤技術」に焦点を当てたことである。企業内部で、絶え間なく続けられてきた製造の技術革新が、広範囲に役立つ技術つまり共通基盤技術として、新しい製品への事業転換を支えてきたと考えられる。二つ目の視点は、事業転換要因についてである。一般的には、車の両輪の一方である製品開発における技術革新の影響が最も大きいと言われているが、事業転換は、それ以外の要因が複雑に絡み合って推移するというの

が、筆者の実感である。本論文では、事業転換に至る多様な影響要因についての分析を試みた。

事例の具体的分析に入る前提として、技術の全体像を、「製品創造技術」「製品周辺技術」「共通基盤技術」という 3 つの階層に分けて考えることにした。「製品創造技術」と「製品周辺技術」は製品開発に関連する技術で、「共通基盤技術」は製造関連技術である。この階層の分類は、一般的なものではなく、この論文の中で、相対的に区分して考えたものである。各階層の関係について整理し、特に「共通基盤技術」については、多面的に整理して、次の 4 つの事例の具体的研究に取り組んだ。

1 番目の事例はミリ波通信装置である。1970 年代、高度成長時代の日本では、通信網インフラの整備が急がれていた。HK 社は、ミリ波測定器設計技術や通信方式設計技術を使って、インフラ整備市場参入を目指した。その開発プロジェクトの中で、機械加工の技術が洗練されていった。光通信技術の台頭で、ミリ波による事業計画の消滅後は、技術水準が向上した機械加工技術を他部門の事業の開発に提供した。

2 番目は家電ビデオカメラの事例である。1970 年代末、家電ビデオカメラ市場に HK 社は参入した。コア技術の撮像管技術で一時は市場を席卷したが、革新技術の CCD の台頭により、事業撤退となった。この間、家電市場参入のため、プリント基板実装技術を初め、様々な「共通基盤技術」が革新された。この「共通基盤技術」は、監視カメラや、オシロスコープ、業務用無線機に、受け継がれた。

3 番目はオシロスコープの事例である。1980 年代初め、HK 社は、多品種少量生産していたオシロスコープを、海外市場に向け、事業拡大を図った。家電ビデオカメラで培った量産技術、とりわけプリント基板実装の自動化を取り入れた結果、コスト競争力で市場の拡大に成功した。オシロスコープ事業では、「共通基盤技術」のプリント基板の生板の自製化により、開発期間が短縮された。プリント基板の生板の自製化は、監視カメラや業務用無線機など、HK 社の全部門の開発力強化に繋がっていった。

4 番目は業務用無線機の事例である。1980 年代、HK 社は、業務用無線機の国内需要一巡から、海外展開を目指した。家電ビデオカメラでのプリント基板実装の革新を取り入れ、コスト競争力をつけて、アメリカへの輸出拡大を果たした。その後、国内回帰し、顧客価値追求のニッチトップ戦略により小型携帯無線機を製品化して成功した。「製品創造技術」にあたるデバイス開発には、家電ビデオカメラや輸出用無線機など、それ以前の他分野の製品と共に革新されてきた「共通基盤技術」のプリント基板実装技術や機械加工の技術が、

小型携帯業務用無線機に継承されている。

4 事例を通して見えてきたものは、各々の「共通基盤技術」（機械加工・プリント基板実装・表面処理）が、事例で取り上げた事例製品への貢献に止まることなく、技術革新を続けて次の事業分野に展開されるということである。

また、4 事例を横断しての事業転換に影響を与える多様な要因を整理した。4 事例とも事業開始時には、市場の拡大と規模の将来性を期待した経営者の判断が見られ、経営資源が重点的に投入されている。そして、事業の撤退は、他社の新たな技術革新によってもたらされた。たとえば、ミリ波通信装置では光通信の発明であり、家電ビデオカメラでは、CCD技術の台頭である。このように、技術革新以外にも市場面や経営面など多様な要因が組み合わされて事業転換に至る様が事例の中で見えてきた。

本論では、1970～1990 年代での HK 社の事業転換時における、製造技術の「共通基盤技術」に着目し、HK 社の複数の製品分野に貢献した事例を取り上げながら、それらが果たしてきた役割を整理した。さらに、「共通基盤技術」が事業成長と共にどのように成長していくかを見てきた。そして、事業転換と「共通基盤技術」の同じような関係事例が、日本エレクトロニクスメーカー各社に多数存在しているのではないかと考えている。

今後、他の複数社の事例や他の共通基盤技術の研究を広げることで、製品開発の革新を支える製造技術の再評価ができるのではないかと考えている。

## 目 次

図表リスト	9
序章	12
第1節 日本エレクトロニクス産業に対する問題意識	12
1. 日本エレクトロニクス産業の苦戦について	13
2. 日本エレクトロニクスにおけるものづくりの推移	14
第2節 研究方法	16
1. 研究視点	16
2. 分析対象事例企業 HK 社について	18
3. 分析方法	21
第3節 事業転換と共通基盤技術に関する先行研究	22
第1章 技術革新に伴う事業転換と共通基盤技術の関係性	27
第1節 はじめに	27
第2節 技術の階層	27
1. 技術階層の概説（製品創造技術・製品周辺技術・共通基盤技術）	28
2. 技術層を多面的視点で見る	31
第3節 共通基盤技術	34
1. 経営面から見た共通基盤技術	34
2. 組織面から見た共通基盤技術	35
3. 製造の流れから見た共通基盤技術	35
4. 共通基盤技術に活用された経営工学（IE・QC・VE）	36
5. 共通基盤技術と研究開発	37
6. 産業面から見た共通基盤技術	38
7. 共通基盤技術の事業への貢献について	38
第4節 HK 社事例分析における共通基盤技術分野の選択	39
第2章 ミリ波通信から光通信時代の事業転換事例（1970 年代）	
—世界的技術転換時における共通基盤技術の伸張—	41

第1節	はじめに	41
第2節	ミリ波通信から光通信へ技術革新時の日本情報通信産業の動向	42
1.	高度成長と通信量の飛躍的拡大	42
2.	ミリ波通信から光通信技術への選定変更	45
第3節	HK 社におけるミリ波通信と光通信の取り組み状況	53
1.	HK におけるミリ波技術革新の歩み	53
第4節	事業転換を支えた製造現場の技術革新	56
1.	ミリ波通信装置の開発におけるものづくり	56
2.	共通基盤技術の機械加工を VTR へ技術転換	62
第5節	事例についての考察	64
1.	事業転換への影響要因	64
2.	共通基盤技術が事業転換を支える	65
3.	光通信技術への技術革新の予見について	66
第6節	まとめ	67
第3章	家電ビデオカメラ事業転換時の共通基盤技術の貢献事例（1980 年代）	
	—コア技術の盛衰による家電事業への参入と撤退—	69
第1節	はじめに	69
第2節	家電ビデオカメラ市場動向	70
1.	家電市場の拡大と経済状況	70
2.	映像技術革新による家電ビデオカメラ市場の形成	72
第3節	HK 社における家電ビデオカメラの取り組み	75
1.	事例企業 HK 社の経営状況	75
2.	HK における撮像管から CCD への歩み	76
3.	経営方針ニッチトップへの転換	81
第4節	事業を支えた共通基盤技術	82
1.	HK 社におけるプリント基板実装の推移	82
2.	HK 社での他事業分野製品への共通基盤技術の展開	84
第5節	事例についての考察	90
1.	事業転換への影響要因	90
2.	事業を支えた共通基盤技術の貢献についての評価と考察	90

第6節	まとめ	92
第4章	電子計測器オシロスコープの技術革新・事業転換事例（1980～1990年代）	
	—競争優位の技術革新の継承—	93
第1節	はじめに	93
第2節	産業用電子機器と電子計測器の市場	94
	1. 産業用電子機器の生産高推移	95
	2. 電気計測器とオシロスコープの生産高推移	95
	3. オシロスコープの概要	97
第3節	HK 社オシロスコープの取り組み	99
	1. HK 社の経営環境の変化	99
	2. HK 社オシロスコープの事業推移	99
	3. オシロスコープ市場動向	104
第4節	HK 社のオシロスコープと共通基盤技術	106
	1. オシロスコープのコストダウンの取り組み	106
	2. オシロスコープにプリント基板実装の革新技術適用	107
	3. プリント基板の生板の自製化	108
第5節	事例についての考察	110
	1. 事業転換への影響要因	110
	2. 共通基盤技術の継承	111
第6節	まとめ	115
第5章	業務用無線機の海外展開と国内回帰への転換事例（1990年代）	
	—製品価値向上と製造技術の貢献—	117
第1節	はじめに	117
第2節	業務用無線機業界の動向	118
第3節	HK 社業務用無線機事業の推移	120
	1. 業務用無線機事業の成長	120
	2. 業務用無線機デジタル化時代の到来（1998年～）	129
第4節	業務用無線機事業を支えた共通基盤技術とデバイス開発	131
	1. 継承された共通基盤技術の貢献	131
	2. キーデバイスの自製化による差別化	132

第5節	業務用無線機における共通基盤技術と VE「価値づくり」の考察	134
1.	共通基盤技術の評価	134
2.	VE「価値づくり」と共通基盤技術	135
3.	業務用無線機への経営資源の集中	138
第6節	まとめ	138
第6章	事業転換と共通基盤技術の再評価	140
第1節	共通基盤技術の事業転換への貢献と継承	140
1.	HK 社4事例にみる技術階層の関係	140
2.	HK 社事例を横断しての各共通基盤技術の事業への貢献	142
第2節	製品価値創造に貢献する共通基盤技術	150
第3節	経営多角化と共通基盤技術	151
第4節	多様な事業転換要因	152
1.	HK 社における事業転換への組織的取組	152
2.	事業推移における事業転換要因	153
第5節	まとめ	155
終章		157
1.	共通基盤技術の事業への貢献	158
2.	事業転換に影響を与える要因	161
3.	残された課題	161
4.	おわりに	162
参考文献・論文		163
付属資料		167



## 図表リスト

表序-1	日本製造品出荷額等推移-----	14
図序-1	日本エレクトロニクスにおけるものづくりの推移イメージ-----	15
図序-2	HK 社売上高推移-----	19
表序-2	HK 社における事業転換の歩み-----	20
図 1-1	技術階層のイメージ-----	28
図 1-2	技術階層の進化イメージ-----	38
表 1-2	HK 社事業転換事例と分析対象共通基盤技術-----	40
図 2-1	情報通信産業の技術革新と通信量の変化-----	42
図 2-2	電話の需給率-----	43
図 2-3	ミリ波と光伝送方式の実用化経緯-----	47
表 2-1	伝送媒体の比較-----	49
表 2-2	1975 年各国のミリ波導波管伝送方式-----	50
図 2-4	光ファイバー技術の発展-----	50
図 2-5	電波の使用状況-----	51
図 2-6	加工表面粗さとミリ波帯の表皮深さ-----	52
図 2-7	HK 社ミリ波売上推移（通信装置開発プロジェクト時）-----	54
図 2-8	8 の字分波装置-----	57
図 2-9	リング分波器-----	59
図 2-10	HK 社最新設備 1970～1973 年における導入-----	60
表 2-3	工作機械の NC 化率-----	61
図 2-11	HK 社ミリ波共通基盤技術事例—機械加工—-----	63
表 2-4	ミリ波通信装置事例における共通基盤技術の継承-----	65
表 3-1	家電製品の普及率（％）推移-----	71
表 3-2	主力家電製品の輸出推移-----	72
表 3-3	家電ビデオカメラ推移-----	73
表 3-4	家電ビデオカメラ生産推移-----	73
図 3-1	家電ビデオカメラの技術転換-----	74

表 3-5	撮像管方式全盛期（1983 年）各社家電ビデオカメラの状況	75
表 3-6	HK 社の家電ビデオカメラ市場参入・撤退前後の業績推移	76
図 3-2	家電ビデオカメラ 1 号機	77
図 3-3	小型化カメラ（B カメラ）	78
図 3-4	オートフォーカス付きカメラ（C カメラ）	76
図 3-5	HK 社売上推移	79
図 3-6	プリント基板実装	82
表 3-7	HK 社家電ビデオカメラプリント基板実装の推移	83
図 3-7	HK 社家電ビデオカメラ事業と共通基盤技術の関係（プリント基板実装）	84
図 3-8	HK 社ビデオカメラの生産ライン	87
表 3-8	HK 社映像事業部門売上	88
表 3-9	家電ビデオカメラから監視カメラへの継承	89
表 4-1	電子工業生産高推移	95
表 4-2	産業用電子機器の生産高	96
表 4-3	オシロスコープ生産推移	96
図 4-1	HK 社オシロスコープ事業推移	100
図 4-2	HK 社 1960 年のオシロスコープ	100
図 4-3	HK 社 1980 年代初頭のオシロスコープ	101
図 4-4	1990 年代液晶型オシロスコープ	102
図 4-5	HK 社 FA 用検査装置	103
表 4-4	オシロスコープのデジタル化機種数進展状況	106
表 4-5	HK 社オシロスコープコストダウン事例	106
図 4-6	プリント基板の生板製作工程	109
図 4-7	HK 社共通基盤技術—表面処理技術の継承—	113
図 4-8	共通基盤技術の表面処理の膜構造イメージ	114
表 5-1	無線通信装置と業務用無線市場動向	119
図 5-1	HK 社業務用無線機事業の推移	120
表 5-2	HK 社通信事業業績推移	121
図 5-2	空港無線機	127
図 5-3	主な電波利用の変遷	130

表 5-3	キーデバイスの自製化-----	133
表 5-4	共通基盤技術の進展 -----	134
表 5-5	無線機の顧客価値向上の取り組み-----	136
表 6-1	HK 社技術階層事例-----	140
表 6-2	HK 社プリント基板実装の推移-----	143
表 6-3	HK 社「共通基盤技術」表面処理技術の継承-----	144
図 6-1	HK 社における共通基盤技術の事例推移-----	146
表 6-4	HK 社における事業転換への影響要因例-----	153
図 6-2	ミリ波事業のポートフォリオ-----	154
図 6-3	ビデオカメラ事業のポートフォリオ-----	154

## 序 章

### 第1節 日本エレクトロニクス産業に対する問題意識

日本エレクトロニクス産業は、戦後、技術革新<sup>1</sup>と事業転換<sup>2</sup>を積み重ね、急速な発展を遂げてきた日本の基幹産業である<sup>3</sup>。1980年代には、日本企業の強みは、高品質で多様性に富んだ製品を、迅速に供給する日本型生産システムといわれるものづくりにあると、世界で称賛されていた<sup>4</sup>。日本エレクトロニクス産業の急激な成長の時代は、欧米の技術を精力的に導入しながら、それらの技術を融合させた技術開発により、新製品が創出された。さらに、日本独自のものづくりが磨かれていき、欧米に対して、日本の競争力は増大した。日本企業は、国内の強い需要を背景に、多数の同業者間での競争を繰り広げた。新製品を開発し、コスト低減に励み、市場獲得の競争力を研ぎ澄ませていった。しかし、近年は、新興国の追い上げなどにより、産業全体として凋落し、日本の社会や経済にとって大きな問題となっている。この産業の復活の手がかりを得るために、本論では、1970～1990年代の企業の事業活動を取り上げ、企業活動に、ものづくりがどのように関わっていたかを振り返り分析する。

昨今は、日本エレクトロニクス産業の目指すべき道筋について、「どのように作るかではなく、何を作るか」、「垂直統合型から水平分業への変革」や「付加価値の高い製品創出への変革」などが論じられている<sup>5</sup>。なかでも、事業転換時における革新的製品の創出には、製品開発の技術革新が注目されることが多い。それに対し、製造技術の革新については、ものづくりに固守し過ぎたことが「電子立国の凋落」を招いた<sup>6</sup>、と文献等に記述されているように、ものづくりに対する評価の低下が指摘されている<sup>7</sup>。しかし、筆者は、革新的製

---

<sup>1</sup> 技術革新には、生産技術の革新・新商品導入・新市場開拓・新組織形成など幅広い概念がある。本論では、狭義の技術面での、発見・発明・模倣を含めた新たな技術の進歩が発生することを表す言葉として使用する。また、技術転換は、旧技術から新技術への移行と、移行後の事象を含めた際に使用する。

<sup>2</sup> 事業転換は、「企業において、主たる製品分野や顧客分野の事業が、異なった分野に転換する」と定義し、本論では使用する。本定義は佐々木英彰（1981）、104-111頁、の多角化の研究を参考とした。

<sup>3</sup> 西村吉雄・伏木薫（1998 通史編）、39-89 頁。

<sup>4</sup> 港徹雄（2011）、1 頁。

<sup>5</sup> 泉田良輔（2013）、34-44 頁。

<sup>6</sup> 西村吉雄（2014）、229-240 頁。

<sup>7</sup> 下村博史・坂爪裕（1998）、12 頁。ものづくりの地位低下の同じ指摘がある。

品の創出においては、製品開発の技術革新と製造の技術革新は、車の両輪であると考えている。本論では、特に製造の技術革新の大切さについて論を進めたい。

本論は、製造現場における技術革新の重要性を、著者が長年（40 年）にわたり勤務した HK 社<sup>8</sup>の事業転換の事例に基づいて、明らかにしていくことにする。①ミリ波通信装置の事業転換、②家電ビデオカメラの事業参入と撤退、③産業用測定器オシロスコープへの共通基盤技術の継承、④業務用無線機の世界展開と国内回帰の 4 事例である。対象とする 4 事例の製品は、現在の HK 社では世代交代している。しかし、共通基盤である製造技術の革新は受け継がれ、異なる事業分野に展開している。

また、一般的に、エレクトロニクス産業の各企業は複数の事業分野を持っており、ある事業分野で製品開発の技術革新と共に製造の技術革新を果たすと、それを共通の基盤技術として次の新たな事業分野へと展開してきた。従って、HK 社の事例から見えてくる様々な側面を明らかにすることで、エレクトロニクス企業における製造技術の再評価につながるのではないだろうかと考えた。

論文の作成にあたり、社史や経営者へのヒアリング等により事例企業の実態を明らかにすると共に、事例企業の事業活動の背景にある市場の動向を文献等で調べた。

## 1. 日本エレクトロニクス産業の苦戦について

1980~90 年代、電気機械産業<sup>9</sup>は産業区分（中分類）の中で、1 位のポジションを占めていた。2005 年以降は第 2 位となったが、2010 年の電気機械産業（旧分類電気機械）は、製品出荷額等でみると 44 兆円で、全製造業の 15%、従業者数は 117 万人を数えている<sup>10</sup>。

製造品出荷額第 1 位の輸送用機械（主に自動車産業）と並んで、電気機械産業は、現在も広く雇用を持つ基幹産業であることに変わりはない<sup>11</sup>。電気機械産業の発展期には、その発展のプロセスと基幹産業のポジションが、そのまま次の世代へ継続され则认为られていた。表序・1 に 1950 年から 2010 年での日本製造品出荷額等推移を示す。なお、当論文では経済産業省の工業統計での電気機械産業区分をエレクトロニクス産業と置き換えて記

---

<sup>8</sup> HK 社、会社概要は 2 節で説明、事例に取り上げる企業を略称して表示する。

<sup>9</sup> 経済産業省の工業統計では電気機械産業区分で電気機械、情報通信機械、電子部品・デバイス産業区分が合計されている、本論ではエレクトロニクス産業を狭い範囲の電子工学区分としてでなく電子、電気関連の幅広い産業として捉える。

<sup>10</sup> 経済産業省「工業統計調査票」2010 年版、従業員 1~3 人は推計値に基づく。

<sup>11</sup> 経済産業省経済政策局調査統計部編（2011）139 頁、161 頁。

述する。

表序-1 日本製造出荷額等推移

												(単位：千億円)	
産業分類\年度	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
食料品	3	12	19	37	72	151	225	208	230	243	241	228	242
繊維工業	5	11	17	26	44	65	81	84	82	44	32	23	39
化学工業	3	7	15	28	55	104	180	206	236	234	238	251	262
鉄鋼業	3	7	17	27	66	113	179	178	183	141	120	169	182
一般機械	1	3	12	23	68	106	176	245	337	303	304	315	309
電気機械	1	3	13	23	73	108	222	409	547	550	596	491	444
輸送用機械	1	4	13	29	73	149	250	362	469	443	444	541	543
合計	24	68	156	295	390	1275	2147	2685	3271	3094	3036	2981	2908

注) 2005 年以降の電気機械産業区分は、電気機械、情報通信機械、電子部品・デバイスの合計額である。  
資料：経済産業省『工業統計調査表』各年版、より作成。

2000 年代に入り、苦戦が続く日本のエレクトロニクス企業は、ハードとしての製品市場分野から、社会インフラ、情報通信システム、さらにソフトウェアを使ったソリューションビジネスへのシフトなど、新たな事業分野の構築といった局面に立たされている。これまで、幅広く競争力を有していた電子部品、電子部材も海外勢が追い上げてきている。特に、技術のデジタル化による製品のコモディティ化で、日本エレクトロニクス産業は急速に競争力を低下させている。果たして、日本エレクトロニクス産業の再生、復興への道筋は、これら新たな事業領域へのシフトで描くことができるであろうか。雇用の確保、グローバル時代の競争力を身につけることができるのであろうか。

現在、家電メーカーのパナソニック、シャープに象徴されるように、韓国、台湾、中国や新興国からの追い上げによる企業業績の衰退の記事<sup>12</sup>が、数多く見られる。本論は、こうした困難を跳ね返す手がかりを得るために、事例企業の事業活動を取り上げ、振り返り分析するものである。

## 2. 日本エレクトロニクスにおけるものづくりの推移

図序-1 は、日本エレクトロニクスの戦後から現在までのものづくり<sup>13</sup>の推移を、経済、生産、製造の視点で筆者のイメージを俯瞰的に示したものである。日本のエレクトロニクス企業は、1970～1990 年代には、日本独特の同質的競争と呼ばれる開発競争を繰り返し

<sup>12</sup> 記事の事例として、「日本の企業の稼ぎ手変化」『日本経済新聞』、2013 年 2 月 9 日付朝刊。

<sup>13</sup> 本論では、ものづくりは日本特有の文化にまで根ざした、ものを作る上での幅広い概念として使う。

ていたが、その競争こそが発展の源と言われていた。また、そこでは技術革新の競争が繰り広げられており、この技術革新が競争力の源泉となり、差別化技術の一翼を担っていたのである。筆者の研究対象は、この表の 1970 年代~1990 年代の一企業での、事業転換と製造技術革新についての事例であるが、おそらく、多くの日本エレクトロニクス企業の中で、同様の動きがみられたのではないだろうか。

図序-1 日本エレクトロニクスにおけるものづくりの推移イメージ（筆者作成）

年代		～1960	1970	1980	1990	2000	2010
経 済	産業	高度成長	輸出拡大/円高	海外移転	新興国台頭	グローバル化	リーマンショック
	市場	モノ充足/三種の神器	暮らし質向上	個性化	多様化		
もの づ くり	生産量	少種大量	中量生産	少量多品種	集約／EMS		
	生産方式	フォード方式	労働集約／コンベア方式	自動化・NC化	フレキシブル生産	セル生産	
	業務プロセス		事務機械化	統合コンピュータ	SCM	分散処理（PC）	IT
製 造	部品	真空管	トランジスタ	IC	LSI	チップ部品	LCD
	実装	シャーシ	プリント基板	自動機	表面実装	ワンチップ化	モジュール

（キーワードの表記は事象が起きていた時期の中心に記す）

注）EMS：生産受託方式 フォード方式：アメリカ自動車大量生産方式 SCM<sup>14</sup>：調達最適管理方式。

日本の経済は、戦後に、欧米から技術、生産方式を学び、復興してきた。1960年代では、高度成長期に入り、欧米からの新技術を導入し、大量生産方式により生産能力は飛躍的に拡大した。家電品の洗濯機、冷蔵庫、白黒テレビは、三種の神器ともてはやされ、消費需要の象徴であった。1970年代では、日本の輸出競争力が向上し、輸出が急増し、貿易摩擦が発生するまでになった。その結果、円為替の自由化になり、日本の製造業は生産の合理化に一層取り組むことになった。国内の消費構造も、量的充足から、質的充足へ変り、多様化、文化志向、省エネ志向へと変化していった。

ものづくりでは、自動化、生産管理のコンピュータ化に拍車がかかった。国内家電需要の変化を受けて、国内市場へは、多品種少量生産対応が取られ始めた。また、海外進出が盛んになった 1980年代では、欧米からの貿易不均衡の圧力と、一層進んだ円高を受けて、日本の製造業各社の海外生産が本格化した。この間、ものづくりの生産効率向上策として、

<sup>14</sup> SCM (Supply Chain Management)：受注・発注・調達・物流・在庫管理を一貫して情報管理して効率的経営をする方式。

TQC、JIT 活動<sup>15</sup>などの対策が取られた。

1990 年代になると、日本ではバブル経済が崩壊した。世界では、インターネット（以降 IT）の進展があり、グローバル化が急速に拡大する時代が到来し、日本の企業は、事業の再編に迫られた。この時代の代表的製品である携帯電話や IT 関連が大きく需要を伸ばした<sup>16</sup>。1990 年代後半、携帯電話、パーソナルコンピュータ（以降 PC）や IT 関連製品の世界市場に対応するため、アップルに代表されるアメリカ企業は、開発と生産がグローバルな「水平分業」に移行した。さらに、2000 年代に入ると、海外の巨大受託生産方式の EMS 企業が、日本企業が育んできた技術をを導入、吸収して、競争力を各段に向上させてきた。それに対し、日本のメーカーは、セル生産、少量多品種のフレキシブルな生産方式で対抗しているのが、現状である。今後とも外的要因の影響は益々大きくなると予想される。

2000 年代以降の日本のエレクトロニクス企業は、事業の再編に迫られ、現在もそれが続いている状況と言われている<sup>17</sup>。次の世代において、ものづくりがどのようなになっていくのか、筆者には予測できないが、製造分野の基盤技術の継続と進歩が、新しい製品開発を支える役目をしてくれるのではないかと考えている。

## 第 2 節 研究方法

### 1. 研究視点

戦後の日本エレクトロニクス産業は、事業転換を繰り返しながら発展してきた。この事業転換に影響を与えてきたのは、「経済・市場・経営・技術革新」が主な要因であろう。経済面では景気変動や為替変動であり、市場面では顧客動向や産業構造の変化である。経営面では業績や経営戦略などであり、技術革新面では研究開発動向が挙げられる。一般的には、事業転換要因の中でも技術革新の影響が最も大きいと言われているが、実際の企業運営では、技術革新以外の要因が複雑に絡み合って推移するというのが筆者の実感である。本論文では、事業転換に至る多様な影響要因についての分析を試みたい。

また、企業の発展は、市場の変化に対応することが必須である。ただ、市場の予想は不確実であり、これまでも、熾烈な市場競争や顧客価値変貌に晒されて、製品の興隆と消滅

---

<sup>15</sup> TQC (Total Quality Control) : 企業全体での品質向上活動、JIT (Just in Time) : カンバン生産方式。

<sup>16</sup> 永池克明 (2007)、13-39 頁、を参考にした。

<sup>17</sup> 西村吉雄 (2014)、225-238 頁。



が繰り返されてきた。さりながら、企業は不確定な市場にも対応できる側面も持つ。複数の事業分野があり、衰退した製品・事業分野があると、次の異なる分野へ転換して、発展を継続させる。その時、企業は新たな技術革新を必要とする。技術革新は、製品開発の技術革新と製造の技術革新を土台にしているが、その際、一般的には、製品開発の技術革新に目がいきがちである。しかし、企業の中では製造の技術革新によって、事業転換を支え、発展に寄与してきた事例が多数存在する<sup>18</sup>。

また、日本特有の同質的競争と言われる技術革新もある。産業全体の方向性を変えるような技術革新が生まれた時、多くのメーカーが事業展開に向けて、研究開発<sup>19</sup>、製品開発<sup>20</sup>と製造技術<sup>21</sup>の革新に乗り出す。

そして、最終的には経営者による経営判断に基づき、技術革新に伴う製品開発という事業転換が行われる。しかし、その経営判断も、すべての生産条件を整えた上での判断ではなく、産業全体の動向を踏まえた見切り発車的な側面もある。すべての条件を整えてからの事業転換では、時間軸での競争に立ち後れるという問題があるからに他ならない。さらに、新しい製品を生産するには、製造現場での技術革新が必須条件となる。本論で取り上げるミリ波測定器からミリ波通信装置というインフラ市場への事業転換を例にとれば、製造現場での製造、加工技術・生産技術の革新が欠かせなかったのである。

本論では、製造技術の革新に焦点を当て、特に、製造技術の「共通基盤技術」に注目した。そして、改めて「共通基盤技術」が事業の発展に貢献していた点を再評価すべく、次の二つの研究視点から事例の分析を進めることとした。

一つ目は、企業のものづくりにおいて、「共通基盤技術」が礎となり、分野の違う市場<sup>22</sup>へ進出する製品開発の技術革新を支え、事業転換に貢献する。二つ目は、その事業転換に至る要因の分析である。

## 本論で使用する製造技術に関する言葉の定義

**ものづくり：** 本論では、ものを作る言葉として次のように使用する。概念の広さの順位は、①ものづくり>②生産>③製造>④製作>⑤作業とする。ものづくりは日本特有の文化にまで根ざした、ものを作る上での幅広い概念。生産は、原料を加工して製品を市場

<sup>18</sup> 加藤秀雄（2011）、185-230 頁。

<sup>19</sup> 研究開発：基礎的な研究と定義して以降使用する。

<sup>20</sup> 製品開発：製品化のための具体化研究と定義して以降使用する。

<sup>21</sup> 製造技術：製品を作り出すための製造現場での工夫や活動と定義して以降使用する。

<sup>22</sup> 製品市場の違う例としては、TV・VTRの映像製品の同一技術分野に対して、技術分野の異なる公共通信網・携帯電話・無線機の通信・無線製品分野や測定器・コンピューターの計測・情報製品分野がある。

に送り出す仕組み。製造は、材料を加工して製品を作ること。製作は、ものを直接作る作業。

**生産技術・生産管理・工程**：ものを作る直接作業を助ける間接技術。生産技術は、製作の手順・速度・使用設備・治工具開発を手掛ける。生産管理は、工場全体の作業量管理・製品工程管理・製品在庫管理・受注納入管理を担当。工程は、個別作業の作業範囲や日程を指す。

なお研究を進めるに当たっての技術の内容については、第1章で定義する。

## 2. 分析対象事例企業 HK 社について

事例対象の HK 社は、日本を代表する総合電機会社 H 社の子会社である。H 社<sup>23</sup>は、戦後、重電分野を主体に発展してきたので、将来発展が期待できるエレクトロニクス分野に進出する子会社として HK 社を 1955 年に設立した。映像・無線・情報の分野を 1 社で持つ会社は、当時の H 社グループにはなかった<sup>24</sup>。

H 社グループでは、1950 年代後半以降、事業を分割しての分社が本格化する。1960 年代以降、積極的に上場を進めた結果、1985 年には、連結対象会社 47 社、上場会社 19 社となった。しかし、1990 年代後半以降業績の悪化に伴い、H 社グループでの事業分野の見直しが始まり、2006 年以降、H 社グループ会社統廃合と H 社吸収による再編により、2009 年連結対象 901 社、上場会社は 11 社となっている。

親会社 H 社と子会社間のグループ会社との間では 5 原則で運営されている。誠実・信頼、自主経営、市価主義、集団優先、共存共栄であり、H 社グループ会社間での「親子」としての関係でなく、事業で結ばれた並列的な存在として位置付け、自主経営の徹底とビジネス上の関係がある場合は市場の価格で取引され、技術や情報などでは、グループ間での緊密な協力体制をとっている<sup>25</sup>。

本論の事例でも、機械加工やプリント基板実装の技術情報の協力が見られる。また家電ビデオカメラの事例では、事業の立ち上がりに関してグループ会社間での協力が見られる。この間の H 社グループでの運営体制は時代と共に変遷している。HK 社と H 社間の協力関

---

<sup>23</sup> H 社創業 100 周年プロジェクト推進本部社史編纂委員会編（2010）、1-43 頁。

<sup>24</sup> 新しい技術分野を担当する際、HK 社は H 社研究所の支援を受けて開発することが多かった。尚 H 社での研究費用は H 社グループ会社毎に受益者負担のルールに基づく応分の費用配分制度がある。

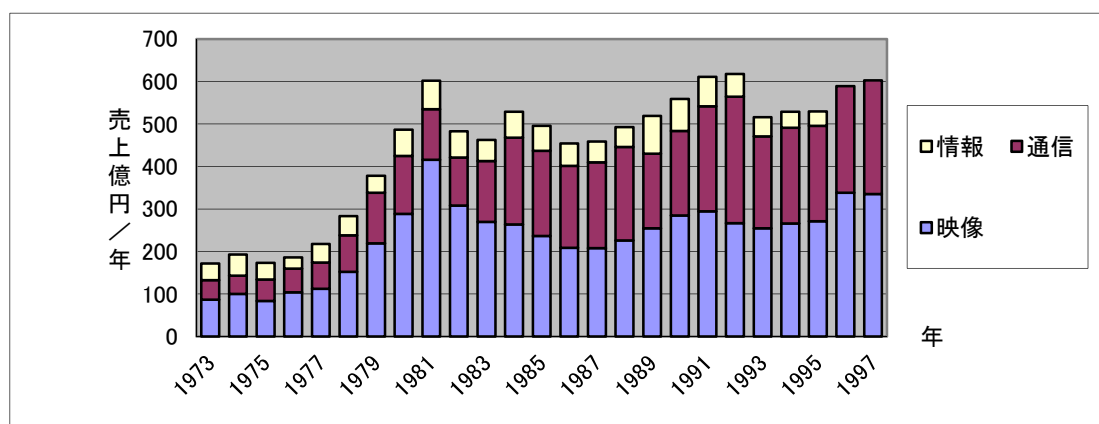
<sup>25</sup> H 社創業 100 周年プロジェクト推進本部社史編纂委員会編（2010）、303-322 頁。

係について、幾つかの例は、その一端を示すものとなる。

HK 社の 2015 年 3 月期の連結業績等は、次の通りである<sup>26</sup>。資本金 100 億 5 千 8 百万円、従業員 4,943 名、売上高 1836 億 3 千 2 百万円、経常利益 214 億 4 千 9 百万円である。事業セグメントは、映像・無線ネットワークとエコ・薄膜プロセスである。営業している製品・システムは、無線通信システム・金融証券向けシステム・放送システム・CATV 機器アンテナ・監視カメラシステム・産業カメラ・半導体製造装置と多岐にわたる。他分野にわたる製品群を持つのは、2000 年の上場 3 社の合併によるものである。

本論は、合併前の、そのうちの 1 社（HD 社）の製品・事業を事例に取り上げる。合併前・後も会社名は HK 社と統一して呼ぶことにする。事例に当たる会社は、1997 年時点で売上高 602 億円の規模であり、1973 年から 1997 年までの売上推移は、図序-2 に示す。1975 年での売上高は 173 億円だが、1981 年には 600 億円になった。この期間の事例として、ミリ波通信装置と家電ビデオカメラ事業を取り上げる。特に、家電ビデオカメラ事業の拡大で、急速に業容が拡大した。しかし、この事業の撤退後の売上低迷が図序-2 から見て取れる。その後、事業戦略は売上重視から、オンリーワン戦略と呼ばれるニッチ市場でのトップシェアを狙う方針がとられた。1991 年に、ようやく売上高が 611 億円の回復し、東京・大阪証券取引所一部上場を果たした。この間の事例として、オシロスコープ事業と業務用無線機事業を本論では取り上げる。当時の HK 社の事業セグメントは、映像・通信・情報を有しており、同時期の HK 社規模の企業では特定分野に専業の企業が多く見られ、エレクトロニクス企業として、技術的にこのように映像、通信、情報と異なる専門分野を有する企業は、数少ない存在であった。

図序-2 HK 社売上高推移



資料：HK 社社史編集委員会編「HK 社のあゆみ」1999 年、334 頁、から筆者作成。

<sup>26</sup> HK 社、2015 年 3 月期有価証券報告書。

以上、事例企業 HK 社の概要の説明をしたが、HK 社を分析対象企業に取り上げた意味を次のように考えている。

まず、筆者が長年勤務していたので、情報が整理し易いという面は否めないが、日本エレクトロニクス産業において、企業の成長や規模、複数の事業をもっていること、社内にもものづくりの部門が存在することなど、同業企業の典型の一つであると考えられるからである。具体的な企業の成長で見ると、エレクトロニクス企業として、1955 年代に創業し、合併、合理化、急速拡大、2 部上場、急減速、戦略転換、回復、1 部上場と変遷しながら、成長している。そこには、事業の拡大と撤退による、事業転換が多数例存在する<sup>27</sup>。

次に事業分野で見ると、エレクトロニクス分野として主流である映像・通信・情報の事業を 1970 年代から所有し、各分野での事業展開があった。専門企業であれば、3 企業の事例を分析するに匹敵すると考えられた。次にものづくりに関しては、ものづくりの製造部門を有しており、製品の変遷を土台から支えている様子が見えるからである。

また、HK 社では、成長の中で、社会インフラ市場、家電市場、海外市場、国内市場回帰等、多様な市場への事業戦略があった。HK 社が、時代毎にターゲットにした市場は、他の日本エレクトロニクス企業とほぼ同様であり、同時代の企業の典型的動向の傾向を知ることになると考えられた。

この HK 社の事業転換の歩みをみると、表序-2 のようになる。本論では、①②③④を第 2 章以降の事例研究で取り上げる。

表序-2 HK 社における事業転換の歩み（筆者作成）

NO	年代	経営戦略	事業転換
①	1970～1979 年	新体制と事業拡大	測定器から通信インフラへ事業転換
②	1980～1984 年	量産指向	家電市場参入
③	1985～1995 年	ニッチトップ戦略	安定市場へ
④	1996～2006 年	顧客価値向上	技術のデジタル化転換
⑤	2007 年～	システム指向	社会インフラ市場へ事業転換

<sup>27</sup> HK 社は 1963 年に東京及び大阪証券取引所市場二部に上場、1991 年に一部上場となる。親会社 H 社のグループ会社であるが、上場会社として自立したガバナンスで経営されている。

### 3. 分析の方法

事例分析の方法としては、4 事例共通したものと、1 事例毎に異なった方法がある。以下は事例別方法について説明する。

表序-2 の①では、**ミリ波通信装置事例（第 2 章）**を取り上げる。1970 年代は、日本の高度成長時代で、電話網の整備という社会的インフラの整備が急がれていた。この事例では、日本の通信網の将来像を決めるための技術方式の選択を事例に取り上げている。これを検討するために、国の方針の動向が載った当時の『通信白書』の変遷と比較した。また、日本における通信方式の選択に関する技術論文から、選択の理由を探った。

表序-2 の②では、**家電ビデオカメラ事例（第 3 章）**を取り上げる<sup>28</sup>。1980 年代は、日本エレクトロニクスの家電分野が産業を牽引した時代であり、ご多分にもれず HK 社の家電事業への参入が見られる。結果として撤退するが、いわば、家電事業の浮沈の典型例を分析することになる。この厳しい家電製品の技術競争を、当時の映像技術論文を整理することで、明らかにしたい。また、事業の方向転換時に企業トップの交代があり、事業転換の際の経営的判断の側面も明らかにする。社史、インタビューからもこれらについて掘り下げることにした。

表序-2 の③では、**電子計測器オシロスコープ事例（第 4 章）**を取り上げる。1980 年代の HK 社は、製品開発に拍車がかかった時代であった。家電ビデオカメラの量産技術を少量生産のオシロスコープに展開するという事例で、具体的な成果内容を明らかにした。また、HK 社オシロスコープ事業推移と比較するため、競争企業の I 社を取り上げ、I 社の事業推移について I 社の社史を引用した。

表序-2 の④では、**業務用無線機事例（第 5 章）**を取り上げる。1990 年代、HK 社では業務用無線事業の拡大を狙っての海外展開と国内回帰という変遷がある。製品の販売市場が大きく変遷していったので、インタビュー及び社史を整理し、国内電波行政の動向がわかる電波業界の年次報告書を参考にした。また、この章で、業務用無線機開発で活用された VE による顧客価値追求の具体例を考察した。

4 事例共通で見られる製品開発技術と製造技術の革新は、詳細にその展開を辿りたい。

---

<sup>28</sup> 深谷正廣（2015）、41-52 頁。

### 第3節 事業転換と共通基盤技術に関する先行研究

#### ① 先行研究

研究の主題と考えている事業転換と共通基盤技術の関係に関して、先行研究をレビューし、大枠ではあるが、技術革新・事業転換、ものづくりの革新、経営戦略と製品開発という三つの分野に括ってみた。それは、日本エレクトロニクス産業は、**技術革新と事業転換**が密接な関係にあり、1980年代では、**ものづくりの革新**こそが日本企業の強みと言われており、**経営戦略と製品開発**は、事業転換を考える上で不可欠な分野と考えたからである。

**技術革新・事業転換**の先行研究として、戦後エレクトロニクスの技術革新の事例研究で、新宅（1994）<sup>29</sup>がある。また、東芝の企業戦略による発展推移研究の永池（2007）<sup>30</sup>がある。さらに、日本ビクター（以下 JVC）のビデオテープレコーダー（以下 VTR<sup>31</sup>）のライフサイクルを通してイノベーション研究を行った、岩本（2012）<sup>32</sup>がある。

新宅（1994）は、戦後日本経済の急成長の中で、エレクトロニクスの中心となり発展したカラーテレビ（以下 TV）・ウォッチ・電卓の技術革新を取り上げている。事例各々の単一製品内での技術革新、再成熟化過程、既存技術の新世代製品への貢献過程を研究し、成熟産業の脱成熟化<sup>33</sup>を主に論じている。

新宅（1992）<sup>34</sup>によると、戦後の日本企業の発展は、欧米で開発された製品を模倣し、それを低コストで改善を加え、大量に輸出して生産量を拡大し、急成長を遂げてきたこと、そしてその輸出が米国に集中し貿易摩擦を引き起こしたこと、日本のカラーTV産業が同質的競争によって技術革新とその後の技術進歩のスピードを加速したことなどを、事例やデータで明らかにしている。さらに1980年代になって、家庭用 VTR や民生用エレクトロニクス機器の分野でも、世界を席卷した事例も挙げ、新宅の同質的競争プロセスの理論は、次の時代にも踏襲され続けたと述べている。こうした新宅の経済、産業、技術の環境変化と事業転換についての相関関係や同質的競争の研究は、筆者の研究に有益であると考えている。但し、新宅の研究のテーマである技術革新は単一製品内を言及しているので、筆者のテーマである「製造技術を他の製品分野へ転換」とは異なっている。

---

<sup>29</sup> 新宅純二郎（1994）、1-159 頁。

<sup>30</sup> 永池克明（2007）、1-12 頁。

<sup>31</sup> Video Tape Recorder の頭文字から VTR、磁気テープに映像音声を記録する装置。

<sup>32</sup> 岩本敏裕（2012）、1-14 頁。

<sup>33</sup> 新宅純二郎（1994）、2 頁、で脱成熟化は既存の成熟産業が新しい技術の導入によって再活性化するとしている。

<sup>34</sup> 新宅純二郎（1992）、1-24 頁。

永池（2007）の研究は、東芝での企業経験に基づいている。戦後の長い期間での戦略・組織・イノベーション・ものづくりを、白物家電・掃除機・ワープロの具体的事例の中で示している。市場における日本独特の同質的競争、先端技術による革新的技術転換、日本企業の海外進出と世界のコモディティ化などを研究し、東芝という総合電機メーカーの視点で、企業戦略を論じている。企業の企画的側面の研究が主体である。多数の製品の技術革新・事業転換、そしてものづくりの革新についても述べているが、新宅と同様に異なった製品間での技術継承については触れていない。この点、本論では、永池が取り上げていない具体的技術革新事例を提示して、技術革新を主体にした、事業転換プロセスを詳細に述べた。

岩本（2012）<sup>35</sup>は、VTRのライフサイクルを丹念に研究している。日本エレクトロニクス家電分野で、長期に亘って中心製品であったVTRの、誕生から興隆、次世代製品への変遷のプロセスを分析している。単一製品に絞り込み、技術革新の視点から、製品ライフサイクルが、S字カーブ・ドミナントデザイン理論に沿っていると比較検証している。岩本のVTRの研究と筆者の研究事例である家電ビデオカメラは、映像分野で同じ技術分野なので、研究内容に共通点が多かった。ただ、経営面や、ものづくりの共通基盤からの影響についての分析は少ない。これに対し、本論では、VTR後の家電の主力製品と目されていた家電ビデオカメラ市場の立ち上がり時期を分析し、岩本の視点に登場しない経営面の意思決定や、製造現場での技術革新について詳細に整理した。

ものづくりの革新については、加藤（2011）<sup>36</sup>、藤本（2004）<sup>37</sup>、港（2011）<sup>38</sup>、粕谷（2012）<sup>39</sup>の先行研究を参考にした。

加藤（2011）はリーマンショック後の日本産業と中小企業が直面している問題について、経済的要因に絞ることなく多面的な分析が必要と述べている。主に機械産業・電機産業の企業について、多数の実証調査と産業データに基づいて分析した中で、時代と共に変化している海外生産と国内生産の構造について個別企業事例を対比して研究している。筆者は、研究課題である事業転換には技術革新だけでなく、多面的な影響要因という視点での分析と、製造現場での実態把握が大切であるという研究の進め方に、大きな示唆を受けた。

---

<sup>35</sup> 岩本敏裕（2012）、73-214頁。

<sup>36</sup> 加藤秀雄（2011）、11-230頁。

<sup>37</sup> 藤本隆宏（2004）、72-207頁。

<sup>38</sup> 港徹雄（2011）、1-178頁。

<sup>39</sup> 粕谷誠（2012）、1-402頁。

藤本（2004）は、トヨタ生産方式を中心として、日本のものづくりの復活を取り上げている。製品開発技術と製造技術とを分けて、製造技術の革新の重要性を述べている点は、本論での筆者の製造技術の革新の重要性の再評価と同一視点と考えている。文献では、ものづくりをモジュラー型と摺り合わせ型に分け、摺り合わせ型のものづくりが今後重要としている。藤本の言う摺り合わせ型は、本論での「共通基盤技術」の活用と同じ方向性を持っているように思われる。

港（2011）は、ものづくりの大きな潮流を俯瞰して、日本のものづくりが 2000 年代以降、知的情報の競争とグローバルでの大量生産の時代という第三の分水嶺にあるとしている<sup>40</sup>。さらに、港は、研究開発を中心とした変革が必要と述べている。最近のものづくりの方向性の参考になるものである。

粕谷（2012）は、江戸時代から現在に続く日本のものづくりの系譜を研究している。文化的側面からものづくりの存在意義を指摘している。筆者は、本論での「1970 年代から 20 年間の製造現場での技術継承」が、それに続くことを願っている。

**経営戦略と製品開発**についての主な先行研究としては、金子（2006）、手島（2011）、延岡（2011）を参考にした。金子（2006）は、企業の業績向上には、顧客価値向上の追及が必要で、そのためには、基礎となる研究開発の組織的取組が重要であることを指摘している。キヤノン、日東電工など、企業における研究部門と営業部門の組織的取組の実証研究がなされている。また、技術階層に関し、3 階層（途上技術・戦略技術・基盤技術）に区分する考え方を本論の技術階層区分の参考にした<sup>41</sup>。

手島（2011）は、顧客価値向上に VE（価値工学）での実践方法を述べている<sup>42</sup>。本論では、先行研究の VE を使った具体的実施例を提示した。

延岡（2011）は、価値作りにものづくりが重要である点を指摘している。また、製品開発の技術革新と製造の技術革新を論じ、製造の技術革新についてもっと評価されるべきと論理を展開している。また、技術を「革新技術」と「積み重ね技術」の 2 つに分けて定義<sup>43</sup>し、その中で、「革新技術」と「積み重ね技術」の技術階層を論じている。この、技術を 2 つに分離する考え方は、筆者が次の第 1 章で述べる技術の枠組みの考え方と同一の視点である。「積み重ね技術」は本論の「共通基盤技術」を含む現場の製造技術とし、革新技術は

---

<sup>40</sup> 港徹雄（2011）、48 頁、で第一分水嶺は 1908 年フォード型大量生産方式、第二分水嶺 1970 年代日本型分散生産方式としている。

<sup>41</sup> 金子秀（2006）、15 頁。

<sup>42</sup> 手島直明（2011 応用編）、1-108 頁。

<sup>43</sup> 延岡健太郎（2011）、226-251 頁。



本論の「製品創造技術」と同義的意味と筆者は受け取った。ただし、延岡は現場の具体的な技術内容や、事例には触れていない。本論での共通基盤技術の記述が、延岡の言う「積み重ね技術」の具体的事例に当たるのではないかと思われる。

## ② 先行研究と本研究の論点の違い

目を通した先行研究全体の傾向としては、「製品開発の技術革新」が競合他社への差別化や市場での競争優位に立つという捉え方があげられる。その典型例として、新宅（1994）のTVの研究と岩本（2012）のVTRの研究が、製品開発の技術革新と事業転換の関係について述べたものであった。本論では、先行研究による単一製品開発の技術革新と事業転換に対し、HK社の事業転換事例を通して、複数の製品開発と事業転換に共通基盤技術が貢献する関係を明らかにしたいと考えている。

その際、本論は、共通基盤技術と差別化技術である製品開発の技術革新との重要度の比較を論じるものではない。

## ③ その他で注目した先行研究

藤原（2004）<sup>44</sup>は、セイコーエプソン<sup>45</sup>のプリンター事業を事例として取り上げている。市場でドットマトリックス<sup>46</sup>からインクジェット方式<sup>47</sup>への革新的技術転換が発生した時、多角化した企業内で、事業部間の転用により、この危機を乗り越えることができたことを分析している。製造技術の転換が企業内で他事業に転換されている点は、筆者の視点と同じである。ただし、既製品の製造技術そのものを飛躍的に発展させ、次の新事業に活用させるという点については、触れられていないと、筆者には思えた。

柴田（2011）<sup>48</sup>は、次の世代の技術が不確定な時、並行して技術開発をするという、いわば保険を掛けるという選択について述べている。事例として、松下電器産業のプラズマディスプレイ開発とファナックの並行開発を比較分析している。並行開発は、企業の中で経営資源の効率的配分を阻害する。そして、事業転換・技術転換は選択の時期と経営意思決定に困難を伴う、と論じている。また、並行開発を一人の責任者で評価する仕組みが成功に導く、と指摘している。こうした分析は、具体的な並行開発の経緯としては理解できるものの、技術面での分析に留まっており、経営面における意思決定や、技術面以外の経

---

<sup>44</sup> 藤原雅俊（2004）、32-44頁。

<sup>45</sup> 時計メーカー服部時計、後にセイコー社をルーツに持ち、プリンター事業で成長。

<sup>46</sup> パソコン印刷方式でワイヤピンをリボンに押し付け用紙に印刷する方式。

<sup>47</sup> パソコン印刷方式で粒状インクを帯電させノズルから用紙に吹き付けて印刷する方式。

<sup>48</sup> 柴田友厚（2011）、1-16頁。

営環境からの影響についての分析に乏しいのではないだろうか。

関戸・桑島（2009）<sup>49</sup>は、1990年代から2007年までの家電市場のTVを取り上げ、技術転換と経営組織の相関を分析研究している。事例で取り上げたA社のTV事業は、研究報告の時点では成功事例として位置付けられているが、2015年の現時点では、TV事業の赤字がA社の経営を脅かし、事業再編を余儀なくされるほどに変化している。

山口（2010）は、「製品市場において展開される技術間競争は、企業の命運を左右する重大な検討事項であるにもかかわらず、十分な議論がなされていない」<sup>50</sup>と述べている。新しい技術革新により事業転換が進むという論文の多い中で、旧技術の貢献や、旧技術と新技術の技術革新プロセスの推移に着目している点が注目される。しかしながら、この論文は理論展開に留まっており、筆者が取り上げる事例研究が、この理論に具体的事例を提供することになればと考えている。

---

<sup>49</sup> 関戸佳彦・桑嶋健一（2009）、653-656頁。

<sup>50</sup> 山口裕之（2010）、182頁。

## 第1章 技術革新に伴う事業転換と共通基盤技術の関係性

### 第1節 はじめに

日本エレクトロニクス企業の事業転換の図式は、大まかに以下のように考えることができる。企業経営は、「技術革新」と「市場要求」に応じた製品を開発し、市場に送り出し、その結果で成否が評価される。企業は成果を見込める新製品を立ち上げ、事業拡大に努め、成果が見通せなければ、事業を撤退し、次の事業への展開を図る。実務上の事業転換では、「市場要求」が見えてから製品開発を開始しても、開発遅れとなり、競争に負けてしまう。このことに関しては、様々な研究もあるが、将来の市場を予測するのは、極めて難しいのが現実ではなかろうか<sup>51</sup>。

一方、製造技術は、市場に左右される製品に束縛されず、ものづくりの共通基盤技術<sup>52</sup>の強化により独自の革新を進めてきた。たとえば、現在、エレクトロニクス産業の共通基盤技術のプリント基板実装では自動装着が浸透し、機械加工及び組立では、NC化→自動化→ロボット化が進んでいる。

筆者は、ものづくりに含まれる共通基盤技術が、過去どのような経緯を経て、技術革新と事業転換へ貢献したかを辿ることで、日本エレクトロニクスの復活の道標が見えてくると考えている。

研究の主題は、企業における事業転換と共通基盤技術の関係についてであるが、本章では、分析に入る前の前提として、技術の枠組みと共通基盤技術について整理する。次の第2節では、まず、共通基盤技術が含まれる技術階層について考え方を整理する。第3節では共通基盤技術について述べる。第4節では共通基盤技術の中から事例として取り上げる選定について述べる。

### 第2節 技術の階層

---

<sup>51</sup> 研究例としては、中岡哲郎編（2002）、17-24頁、がある。

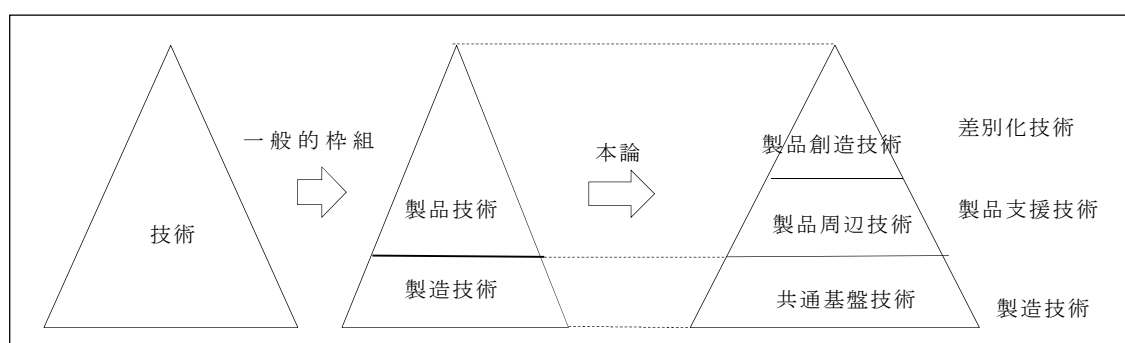
<sup>52</sup> 「共通基盤技術」とは、ある製品に専門又は特化した製造技術と区別するために、適用される製品を限定せず、汎用の製造技術を表す言葉として使用する。内容の詳細は後章の本文で述べる。

この節では、日本エレクトロニクスのものでづくりの中での技術の枠組みと共通基盤技術について整理する。

## 1. 技術階層の概説（製品創造技術・製品周辺技術・共通基盤技術）

技術の全体像の考え方を、階層的イメージとして図 1-1 に示す<sup>53</sup>。製品を独創的技術により差別化して特長をもたせる技術を、ここでは「製品創造技術」と呼ぶ。また、製品分野毎に必要な周辺技術を「製品周辺技術」と呼び、さらに、製品を製造する技術を「共通基盤技術」と呼ぶことにする。この階層の分類は、一般化するものでなく、この論文の中で相対的に区分して考えるものである。

図 1-1 技術階層のイメージ（筆者作成）



「製品創造技術」は、製品の命運を握るもので、製品の盛衰はこの技術力と共に推移する。しかるに、エレクトロニクス産業では「製品創造技術」が短期間に入れ替わり、製品と共に「製品創造技術」も入れ替わる。「製品周辺技術」は、「製品創造技術」を生かすための、その製品の周辺技術である。そして、各々の周辺技術は、異なる「製品創造技術」と組み合わせると、別の特長を持った製品を作り出すことができる層でもある。製品は「製品創造技術」「製品周辺技術」「共通基盤技術」を組み合わせで創出される。一つの「製品創造技術」で製品が創出されるわけではない。一つ又は複数の「製品創造技術」と多数の「製品周辺技術」で製品が開発され、「共通基盤技術」によって、生産に移されて市場に送り出される。図 1-1 に示した技術層の構成イメージでは、「共通基盤技術」が土台となり、

<sup>53</sup> 技術階層に関し、延岡健太郎（2011）の 2 階層区分（革新技術・積み重ね技術）、金子秀（2006）の 3 階層区分（途上技術・戦略技術・基盤技術）を参考にした。

多数の技術分野が存在する「製品周辺技術」が中間にあり、数少ない先端技術の「製品創造技術」が存在するという構成である。

「製品創造技術」を、技術史的に捕えると、戦後日本のエレクトロニクス分野では、半導体、トランジスタの発明が典型例である。トランジスタの発明が、エレクトロニクス産業の幕開けとなった。日本企業は、トランジスタを、ラジオ・TV・VTR にいち早く活用して、欧米に競争優位となった。「製品創造技術」を起点として、製品が生まれ、製品がヒット製品になると企業の主要事業となり、更に産業と呼ばれる規模に成長という経緯が見られた。

具体例で見てみる。製品では、トランジスタラジオ、ウォークマン、家庭用 VTR/家庭用ビデオカメラなどに、かつて名を馳せたヒット製品がある。製品名と専門の企業名が一致して良く知られているのは、カシオの電卓、セイコーのクォーツ時計、住友電工の光ファイバー、ソニーの CCD<sup>54</sup>デバイス等がある。産業としては、半導体産業、液晶産業、コンピュータ産業、光通信装置産業などが列举できる。今回「製品創造技術」が、製品と企業へ影響を与える点は研究対象としたが、産業規模での推移については、研究の対象が広がり過ぎるので研究主題とはしていない。

図 1-1 の頂点に位置する「製品創造技術」は、一般的には、研究・開発により創り出される。研究・開発には、経営資源の人材・資金・時間が投入され、特許などに裏打ちされた新たな発明になる。「製品創造技術」を持った企業は差別化技術を持つことになり、技術水準は他社が追随困難な高いものになる。企業は、製品化を進め、市場に投入する。その新しい製品は、市場に存在していなかった潜在ニーズを顕在化させる。そして、事業の拡大を図る。企業にとっては、事業を創生する技術ともいえる。

市場に製品の姿がなく、潜在ニーズの状態の時は、「製品創造技術」は企業における技術のシーズ（種）として存在する。「製品創造技術」の生成には自社開発と外部導入がある。開発を計画する企業が、自社以外から技術を導入して育成する外部導入の場合は、市場には製品が顕在化していないので、発見や研究段階の技術のシーズの時期に、将来その技術が製品として活用され有用であるとの評価は難しい。自社開発の場合は、自社の強みの製品関連や、長い研究の成果として製品化される。発明当初には注目されず、後に「製品創造技術」となった日本の例がトランジスタである。真空管に代えてトランジスタをラジオに適用し、小型ラジオとしてアメリカに輸出拡大した例や、TV にトランジスタを採用し、

---

<sup>54</sup> CCD (Charge Coupled Device) : 半導体撮像素子、詳細は第 3 章で述べる。

スイッチを入れたらすぐに映る即時表示で、市場を席卷した例などが挙げられる。また、機械式計算機に IC と液晶を採用して電卓を生み出し、瞬く間に市場を獲得した例など、外部技術の「製品創造技術」を他社より早く導入し、「製品創造技術」に育成し、他社に先行した例は枚挙にいとまがない。

しかし一方では、「製品創造技術」は、市場においてヒット製品に成長すれば、他の企業でも、その「製品創造技術」を捉えることが出来るものである。この点を延岡（2011）は「革新技術」といえどもいつかは追いつかれて、いつまでも差別化技術に留まる事は出来ないと指摘している<sup>55</sup>。本論では、HK 社が長年研究・開発した撮像管を、差別化技術として活かし、家電ビデオカメラとして製品化した自社開発の事例を取り上げる。

次に述べる「製品周辺技術」は、製品を構成するための周辺技術である。大半のエレクトロニクス製品は、広範囲の技術分野で構成された「製品周辺技術」で「製品創造技術」を持った製品の周辺を固めて、製品を作り出す。

一般的に、技術の枠組みは、図 1-1 に示したとおり「製品技術」と「製造技術」に区分し、2 分割されている。ただし、エレクトロニクス企業の実態としては製品関連区分の中で、差別化技術と通常技術は、組織上や研究開発をする上で区別して捉えることが多い。この為、本論では、製品関連の技術層を 2 つに分けて「製品創造技術」と「製品周辺技術」に区分している。

ここで言う「製品周辺技術」の全ての範囲を、個々の企業が通常技術として保有しているわけではない。ある通常の「製品周辺技術」については、保有している企業と保有していない企業が存在する。この保有の有無により、競争力に差が生じるので、「製品創造技術」を生かすために、自社内に周辺技術を保有するが多い。また、社外から周辺技術を調達することもあるが、その場合は、外部調達技術を活用できる力を、自社内に持っていないと行かない。外部調達活用能力も「製品周辺技術」と言える。ただし、競合他社にしてみれば、「製品周辺技術」は通常技術であり既存技術であることが多いため、自社の経営資源を新たに投入して自社開発したり、市場で調達することが可能であり、市場調達のために投資をすれば、先行企業への追従が可能な技術でもあるといえよう。

新製品と呼ばれるものは、研究によって創り出された「製品創造技術」を活かし製品化させるが、「製品創造技術」と「製品周辺技術」を組み合わせる新製品を生み出すことが多い。たとえば、本論事例で取り上げる家電ビデオカメラでは、「製品創造技術」は撮像管や

---

<sup>55</sup> 延岡健太郎（2011）、238 頁、で「革新技術」を「製品創造技術」と同義語として同じ文脈を記述している。

CCD の技術である。これを使って、製品化するには、レンズ・プリズムなどの光学技術、映像信号を電気信号に変える電気回路技術、映像の電気信号を TV・VTR に伝送・表示する映像技術や映像記録技術などの周辺技術を組み合わせることが必要である。

次が「**共通基盤技術**」である。ある製品に専門又は特化した製造技術と区別するために、「共通」とは、適用される製品を限定せず汎用の製造技術を表す言葉として使用する。狭義であれば、製品を製造する現場の作業を指す。ものづくりの工程は、上流に当たる設計段階で、下流工程の製造工程の生産性を向上させる生産設計<sup>56</sup>から始まる。「共通基盤技術」は、上流の生産設計工程に技術革新を取り込み、下流の製造工程に寄与する幅広い層として考えられる。「共通基盤技術」の層は、製品の革新と共にこの層の技術革新が進み、次の新製品の市場投入にも貢献する製造技術層であるといえる。

「共通基盤技術」は、ものづくりの製造工程を主体とした技術層である。「製品創造技術」を中心に「製品周辺技術」を組み合わせ、製品を開発した後、製品を生産して市場に送り出すものづくりの工程として存在する。

ものづくりの流れは、生産設計→生産管理→製造→品質管理→発送と一般的に言われている。しかし、本論では、「共通基盤技術」の分野を製造（直接作業）だけに限定しない。開発段階であっても、要素開発や試作のために、共通基盤の技術は必要である。そして、当然ながら「共通基盤技術」に対しても、競争優位を目指して、品質向上・コスト低減・工期短縮等の技術革新が求められていると考えている。

本論の事例では、「共通基盤技術」として、機械加工・表面処理・プリント基板実装を具体的に分析する。「共通基盤技術」は既存技術であるが、市場競争製品に適用する段階では、常に競争優位になるべく、先行した技術が求められている。

## 2. 技術層を多面的視点で見る

これまでに、技術層を三層に分けて述べてきた。次は、各技術層の区分について、開発のワークフロー、規模面、技術層間の移動などの視点から整理する。まず、技術は研究開発と密接な関係にあり、開発の流れから見てみる。次に、技術の成果として表われる事業の規模という視点から見てみる。更に、技術層間の関係について見てみる。

---

<sup>56</sup> 生産設計は開発製品の生産性向上の為に製造工程に最適となるように設計の組み直しがされる。例えば製造工程区分に合わせたユニットに分割する設計や部品表の整備が挙げられる。

## （１）技術層を開発のワークフローで考える

開発の一般的なワークフローは、「研究→開発→製品化→試作→量産試作→量産→出荷」である<sup>57</sup>。

「製品創造技術」は、研究→開発の段階で生まれる。従来世の中になかった潜在ニーズを掘り起したり、先端技術のシーズを形のあるものに創造する。

「製品周辺技術」は、開発～試作の段階が主な担当工程である。研究、開発で創り出された要素技術や開発技術を、顧客に販売できる製品の形にする。そして、繰り返し生産や量産が可能になるよう、開発品を製造工程に移すための図面や技術情報が作成される。

「共通基盤技術」は、製品化から出荷までの工程を担当する。「共通基盤技術」は、上流で作成された図面や技術情報を基に、有形の物にするという点で、製品化→試作を担うこともあるが、通常の主たる担当範囲は量産の製造工程である。

各技術階層を、役割分担の視点でみると、「共通基盤技術」は開発のワークフローでは下流にあたるが、「研究→開発→製品化」などの上流の段階へのものづくり現場からのノウハウのフィードバック、という点で関係することが少なくないことにも留意したい。

## （２）技術層の規模について考える

次に、三層の技術層について、量的広がり、規模について見てみる。「製品創造技術」である半導体が発明された時、半導体は、真空管に置き換わる部品としてだけの発明であった。ところが、ラジオ、TV、コンピューター、通信、ITとエレクトロニクスを使ったあらゆる分野に使われるようになり、エレクトロニクスによる世界の産業革命とまで言われるようになった。半導体の例から、「製品創造技術」が、発明時点から製品化→事業化→産業へと拡大し、時間軸の経過と共に、内容が革新し、規模が大きなものへと変遷していったことがわかる。

半導体の革新事例の中に、真空管方式の撮像管から、半導体の CCD/CMOS<sup>58</sup>方式の撮像素子への変換がある。家電ビデオの VTR 一体型カメラは、家電産業の主力製品となり、家電産業の牽引製品に成長した。また、CCD/CMOS の撮像素子は、携帯電話やスマートフォン（以下スマホ）に内蔵されるようになった。これにより、CCD/CMOS の素子そのものが、部品事業として成立する規模にまで成長した。

---

<sup>57</sup> 一般的な開発のワークフローは、消費者向け量産品（BtoC）で示す。産業用製品（BtoB）では、試作・量産試作は省略され、開発と製品化が同時のワークフローで進められる場合が多い。

<sup>58</sup> 半導体撮像素子として、CCD が先行して使用された。消費電流の性能に CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) が優れているため、最近では CMOS が主流となってきた。



さらに言えるのは、「製品周辺技術」は「製品創造技術」を製品化する周辺技術なので、「製品創造技術」を基にした製品・事業の規模の変遷と共に推移するということである。

### （３）技術層間の各技術層の移動に関して

「製品創造技術・製品周辺技術・共通基盤技術」に含まれる個々の技術に、階層間の移動はあるのだろうか。ただ、本論では、技術階層間の厳密な区分を目的とはしていない。それは各層の技術は相対的であり、個別企業、市場、評価する時点などの視点で技術層の見方が違ってくるという理由に基づいている。

長い間の研究や発明により、独自技術となる「製品創造技術」は、独自技術を軸として、製品が市場に送り出されることになるので、製品化の過程での技術の層間移動はないと考られる。また、「製品創造技術」の競争力の衰えと共に事業が衰退し「製品創造技術」も消滅する。新製品の誕生には、次の新しい「製品創造技術」を待たなければならない。

「共通基盤技術」が革新を続け、高度化し、独自の技術になれば、「製品創造技術」になるのではないかという捉え方もある。これは「共通基盤技術」が革新により、競争優位技術となった時、そこを起点として、事業拡大を図る場合には、「製品創造技術」に技術階層が移動するのではないかとという考え方に基づいている。これに対して、本論では「共通基盤技術」は、自らを起点とせず、あくまでも汎用技術の組み合わせや応用を進化させて「製品創造技術」「製品周辺技術」を支える技術として位置づけている。「共通基盤技術」は、「製品創造技術」を起点にして事業拡大と共に革新してこそ、存在意義があると考えている<sup>59</sup>。製品・事業が発展して、「製品創造技術・製品周辺技術・共通基盤技術」が同時に革新を続け、競争劣位の他社と比較した時、差別化技術としては理解できるが、これは、「製品創造技術」の競争優位が牽引した結果ともいえよう。

### （４）本論における三層の技術層の事例

本論の「製品創造技術」の事例として、家電ビデオカメラでは撮像管・CCDの技術を挙げた。また、「製品周辺技術」の事例として、家電ビデオカメラ周辺技術に、光学技術・映像処理技術・映像記録技術などを挙げた。そして、家電ビデオカメラ事例では、「共通基盤技術」のプリント基板実装の事例を取り上げた。本論では、四つの事業転換の推移を辿った後、第6章で、技術階層の関係性と、特に「共通基盤技術」の事業への貢献について考察を試みる。

---

<sup>59</sup> 例えば、後章の業務用無線機のデバイス自社開発事例があるが、「製品創造技術」としてのデバイス開発に「共通基盤技術」は起点と言うより寄与するという考え方である。

### 第3節 共通基盤技術

技術の枠組みの中で、「共通基盤技術」を技術階層での位置付けや、企業における経営面、組織面、生産方式から見た視点で整理する。次に、経営工学、研究開発、産業面などの視点から「共通基盤技術」を整理する。

#### 1. 経営面から見た共通基盤技術

企業では、事業業績の成否により事業の存在意義が常に問われている。もちろん、「共通基盤技術」についても、経営面から見た存在価値についての判断が、常に下されている。業績向上につながる貢献の割合により、「共通基盤技術」に関わる部門や組織の存在の評価が下される。

「共通基盤技術」の技術力が高く、他社への競争力が抜きんでおり、差別化の源となっている場合は、当然経営面からの評価が高くなる。製品、事業が市場で競争する上で、生産供給など安定して事業を支えている場合は、存在価値を認められる。しかし、自社ではなく、外部で製造することが可能となった場合は、存在価値が問われる。技術やコスト競争力が外部に劣るようになると、存在が否定され、その部門費用や人員は固定費負担として、企業の重荷となる。その結果、共通基盤技術部門そのものを、消滅させることになる。

企業内での「共通基盤技術」の活用を考えた場合、ものづくりの限られた経営資源として、効率よく複数の事業部門に共用して配分するのは、経営の多角化戦略と言える。

日本エレクトロニクス企業の多くは、企業内に複数の事業部門を持つ。事業部門に、縦割りのものづくり部門を持つ場合と、事業部門共通の横割りとして持つ場合が見られる。横割りのものづくり部門は、文字通り共通部門となり経営の多角化に役立つ。

製品が、市場で高評価を受け、事業が拡大すると、ものづくり部門は、その製品に特化して、専用化し、拡大することが多い。しかし、事業が縮小や撤退となると、事業の縮小・撤退と連動することが多く見られる。つまり、経営資源の弾力的運用配分の対象部門としての存在でもある。

## 2. 組織面から見た共通基盤技術

三つの階層は、企業の組織や仕組みの面から見ると次のようになる。「製品創造技術」は、研究部門・開発部門・外部研究機関が担当する。「製品周辺技術」は、開発製品を生産部門に製造出来るように設計情報を生産情報に変換する部門である設計部門が担当することが多い。「共通基盤技術」は、製造部門・生産技術部門・品質保証部門が担当する。

研究部門での成果である「製品創造技術」が設計部門に送られ、設計部門は「製品周辺技術」により製品を図面情報化する。この時、製品の開発に当たっては研究・開発部門と設計部門は、相互に交流する。次に、「製品周辺技術」により図面化された製品は、試作や製造へと移管される。この段階では設計部門と製造・生産技術・品質保証部門が交流する。

最後に、製造・生産技術・品質保証部門は「共通基盤技術」により製品の生産を担う。以上は上流から下流へという一方向の流れでの相互関連だが、実際には各技術が網目状に繋がった相互関係にある。ただし、上記の組織面と各技術階層との関係は、HK社やH社グループで一般的に見られる組織の役割である。企業により、組織名や役割が異なることに留意が必要である。

## 3. 製造の流れから見た共通基盤技術

日本の産業全体には、各々の産業に「共通基盤技術」が存在する。数多くの産業分野での「共通基盤技術」を研究対象するには範囲が広すぎる。本論では、取り扱う範囲を日本エレクトロニクスに絞っている。その日本エレクトロニクスでの分野を簡単に区分すると、電子部品・デバイスと電子機器<sup>60</sup>に分けられる。別の言い方をすると、電子機器は電子部品・デバイスを組み込む製造技術で成り立っている。本論は、その製造技術を対象にしている。製造技術は加工と組み立てという直接作業と生産設備や生産準備担当の生産技術、更に、全体を管理する生産管理の間接部門が相互に関連して成り立っている。

次に、生産管理や、物を作る加工と生産ラインについて、見てみる。製造の流れを大きく工程区分でとらえると、「①原材料加工⇒②部品加工⇒③組立⇒④測定」である。

エレクトロニクス機器の加工には、まず、①原材料加工工程がある。たとえば、鋳物、

---

<sup>60</sup> 電子部品の具体例は抵抗・コンデンサーやIC、デバイスは液晶が挙げられる。電子機器はスマホやデジタルカメラが挙げられる。

鋼材、ガラスやフィルムの加工、シリコンウエハの加工である。

次に②部品加工工程がある。機械加工は旋盤やフライス盤や研削で代表される切削作業や、プレス・ブレーキ・シャーリングで代表される板金作業などがある。溶接は金属を熱で溶かしてつなぎ合わせる技術で、アーク溶接・ロー付け・半田付けなどがある。表面処理は製品の外観を美しくするメッキ・塗装が代表的加工法である<sup>61</sup>。事例で取り上げる機械加工と表面処理はエレクトロニクス機器の生産に使われる代表的な部品を作る工程の加工法である。ある特定製品に専用化した加工法ではなく、機械加工や表面処理に代表される加工法は、「共通基盤技術」と呼ぶことができる。

製造の現場では、上記の加工法が選択され、製品を作るための最適な設備が選択され、生産が実行される。設備は、常に性能・精度・効率が要求され、技術革新が推進されている。生産ラインをサポートするスタッフの担う生産技術には、最適な設備の選択、生産ラインと人の配置の最適化が求められる。このため、設備の自動化や合理化、金型の投入なども担うが、加工や設備操作に関しては、製造現場の技能技術者に拠っている場合が多い。

次に③組立と④測定の工程である。製品の生産は、原材料の供給を受け、加工し、部品を完成させ、部品を組み合わせる組立、品質基準に適合するか測定するという一連の製造工程で成立する。このうち組立は、原材料や部品を組み合わせる作業で、企業では量産ラインを編成することが多い。エレクトロニクス製品・製造の特徴として、この組立工程の中に、プリント基板に電子部品の組み付けと半田付けが必ずあり、現在もこの技術革新が絶え間なく続いている<sup>62</sup>。

以上の工程全体を見渡す生産管理は、受注の窓口から出荷までの生産日程の進捗状況等を主に担当している。その日程管理は、製品の納期管理をする大日程管理、中間仕掛を管理する中日程管理、各製造工程での日程管理の小日程管理がある。また、生産管理には生産工場への部材の搬入から工場内での製造物の移動、中間在庫品・製品の在庫保管や、製品の搬出などもある。このため、生産管理はコンピューターの管理の進歩と共にその内容が変化し続けている。

#### 4. 共通基盤技術に活用された経営工学 (IE・QC・VE<sup>63</sup>)

---

<sup>61</sup> 日本機械学会 (1984)、1-5 頁。

<sup>62</sup> 例えば半田付けの材料が鉛なしに置き換わることが全世界的に要求される時代が到来した。

<sup>63</sup> IE (Industrial Engineering) : 生産技術工学、QC (Quality Control) : 品質工学、VE (Value Engineering) : 価値工学の通称英文字略称。

ものづくり現場の製造の生産性向上を目的として、経営工学の分野がある。この中で、IE はフォードの自動車生産ラインの科学的管理法<sup>64</sup>からはじまり、ものづくりでは人間が必ず介在することから、人間工学部門として研究が進展してきた<sup>65</sup>。日本では、戦後の生産が急拡大する時代に、動作研究として普及した。トヨタ生産方式と言われるジャストインタイム（JIT）生産方式も、この系譜に繋がるものである<sup>66</sup>。QC は、戦後同じようにアメリカから品質管理方式として紹介された。戦後の日本製品の品質の劣悪を改善するため、日本科学技術連盟を中心に普及・展開された<sup>67</sup>。QC は、TQC や ISO の展開へと発展し、QC の創意者のデミング賞を設け、アメリカを凌ぐ水準まで進歩した。日米貿易摩擦を引き起こしたのは、この品質改善活動を着実に実行した結果とまで言われている。VE は、アメリカのマイルズ<sup>68</sup>が提唱した。部材の調達合理化のための分析手法が、日本で 1970 年代以降に普及拡大した。VE は、単に部材調達のコスト追求に留まらず、開発段階での価値追求に効果が見られて、VE 手法の発展があった。

本論の事例企業の中では、IE と QC は、「製品創造技術」「製品周辺技術」「共通基盤技術」をつなぎ合わせたり、事業拡大のためのツールとして、活用されている。VE も同様に活用されているので、第 5 章の業務用無線の事例で、詳細に触れることとする。

## 5. 共通基盤技術と研究開発

研究結果を形にする開発段階は、開発⇒試作⇒製品化⇒量産化のプロセスを踏む。このプロセスにおいて、研究情報・技術情報を図面化・データ化して物理的な物の形にする時にも「共通基盤技術」が存在する。開発段階では、ものづくり期間のスピードの速さが求められる。開発段階と製造段階では「共通基盤技術」に求められる目的に差異がある。市場に送り出す生産段階では、製造品質・コストが重視される。本論の主題は製造段階の「共通基盤技術」であるが、開発期間短縮に取り組んだ事例を、第 4 章でのプリント基板の生板自製化<sup>69</sup>で取り上げる。

---

<sup>64</sup> 科学的分析に基づく経営は 1900 年代初頭テイラーの提唱から、フォードの大量自動車生産システムで始った。

<sup>65</sup> 秋葉雅夫・石渡徳彌・佐久間章行・山本正明（1988）、15・24 頁。

<sup>66</sup> 和田一夫（2009）、445・539 頁。

<sup>67</sup> 粕谷誠（2012）281 頁。

<sup>68</sup> マイルズは GE の資材調達責任者の時、合理的購買手法として、価値創造工学を生み出した。

<sup>69</sup> 自製化：本論では、企業内に、従来外部にある製造工程を自社内に導入する言葉として使う。

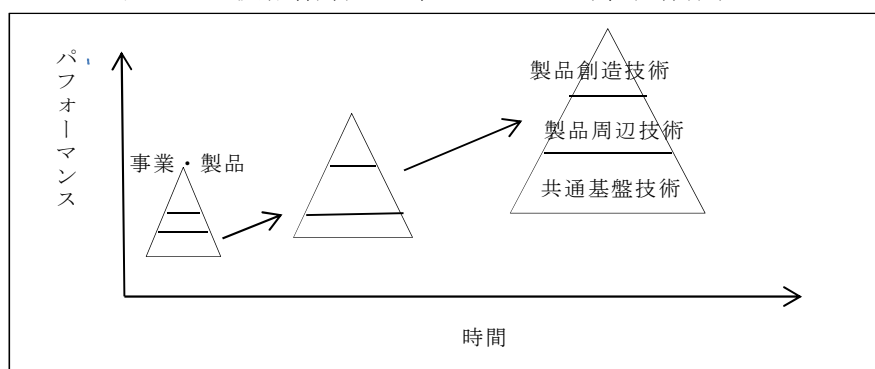
## 6. 産業面から見た共通基盤技術

国のものづくり振興策から、「共通基盤技術」の体系を見てみる。1999年に、ものづくり基盤技術振興基本法が制定された。2014年2月に、中小企業庁は「中小ものづくり高度化法」に基づく「特定ものづくり基盤技術」を基盤技術区分22区分を11区分に改訂した。この改訂は、時代と市場用途の推移に即した技術区分への変更である。各々の区分と内容の詳細についての研究は、本論の主題ではないので省略する。当論文の事例で取り上げる「共通基盤技術」は、電子部品デバイスの実装・切削加工・メッキ・精密加工技術・立体造形技術・表面処理技術の区分に属するものである。注目すべきは、事例で取り上げる技術が、全て基盤技術区分の分類の中に属しており、今日でも、一般的に認知されているということである。また、国の振興法制定の目的は、基盤技術の生き残りと革新を重視していると考えられる。

## 7. 共通基盤技術の事業への貢献について

「共通基盤技術」が含まれる技術階層は時間経過と共に革新する。創造的製品は停滞した技術では生まれず、革新技術により生まれると考えている。技術層が、時間軸と共に進化していくことを前提に考察したイメージを、図1-2に示す。

図1-2 技術階層の進化イメージ（筆者作成）



縦軸は事業・製品のパフォーマンスを示す。横軸は時間軸で、年月の経過を示す。パフォーマンスは、事業の規模や製品の売り上げや性能・機能であり、事業の進展と共に低位から高位になる。△に囲まれた技術層は、通常では時間軸の経過と共に、進化拡大してい

き、一つの事業から、次の事業へと転換していくことを表している。各三角で示した技術層はその時点での事業を示し、各三角は事業の非連続性を示す。「製品創造技術」は、技術革新で事業転換を起因させる非連続性技術革新といえる。「製品創造技術」の進展に「製品周辺技術」、「共通基盤技術」が事業拡大で共に発展する。

一般的に、事業は、拡大、他事業への展開、撤退という推移を辿る。その際、ある事業で発展した「共通基盤技術」が、次の事業に継承されるケースと、事業は撤退したが、異なる事業分野に展開される場合がある。

事業拡大が続いている場合では、継続する製品・事業には必ず製品開発の技術革新がある。製品のニーズが高いと製品開発・経営面からのバックアップが強力にあり、製造に属する「共通基盤技術」も格段に進歩する。反対に、製品・事業が衰退すると、この牽引力が弱まり、「共通基盤技術」の活用と継続が課題となる。

事業転換で、他の事業への展開があった場合では、二つの展開が考えられる。一つは事業拡大の中で進展した「共通基盤技術」がそのまま継承され、活用される場合である。そのまま継承されるのは、事業の発生する時間軸が近い場合や、事業間の市場や技術の関係性が近い場合が考えられる。もう一つは、事業間に年数の長い隔たりがある場合や、技術や市場分野が大きく異なっている場合に「共通基盤技術」がさらに発展して次の事業に貢献する展開である。後章で、10年の期間を挟んで時間軸や事業分野が離れていても、「共通基盤技術」が事業の枠を超えて継承され活用された具体的事例を示す。

#### 第4節 HK 社事例分析における共通基盤技術分野の選択

前述では、多面的視点から見た「共通基盤技術」、事業転換と技術階層の進化についての考え方を述べた。後の章で、その推移を辿る四つの事業転換事例について具体的に分析する「共通基盤技術」を表1-2に示す。

「共通基盤技術」の中から、機械加工・プリント基板実装・表面処理を、対象に選んで、事業転換との関係を分析する。ただし、各共通基盤技術が表1-2に記述の章を示しているように、事例事業を横断し、事業を跨いでの貢献もあるが、技術内容によっては、限られた事業だけへの貢献もあり、全ての事業転換事例に関係しているわけではない。

表 1-2 HK 社事業転換事例と分析対象共通基盤技術（筆者作成）

事業転換 \ 共通基盤技術	機械加工	プリント基板実装	表面処理
事例 1 ミリ波通信装置（第 2 章）	○		○
事例 2 家電ビデオカメラ（第 3 章）		○	
事例 3 オシロスコープ（第 4 章）		○	○
事例 4 業務用無線機（第 5 章）		○	

（○は本論での記述を示す）

「共通基盤技術」の中から、機械加工・プリント基板実装・表面処理技術を選んだのは、まずは各事業転換への貢献度が大きな技術分野であったことである。次に、選んだ分野が、エレクトロニクス製造における代表的技術であるからでもある。エレクトロニクス製品の製造では、機械加工は、構造物を作ることでの関連があり、プリント基板実装の技術革新推移は、製品の小型化など製品開発の技術革新と密接に関連し、表面処理の推移は、本論での製品の技術の変遷とも重なり合う。このような理由で 3 つの「共通基盤技術」の分野を選んで分析を進めることにした。



## 第2章 ミリ波通信から光通信時代の事業転換事例（1970年代）

### —世界的技術転換時における共通基盤技術の伸張—

#### 第1節 はじめに

1970年代初頭は、経済成長を支える通信網インフラの整備が迫られていた。通信網インフラ整備の為に通信方式が、国内外で、ミリ波通信方式か光通信方式かと開発競争が進められていた。一方、通信網インフラ装置の開発を支える製造や加工技術は、戦後の復興期を過ぎ、革新的な生産性向上の時を迎えていた。

HK社は、高周波であるミリ波帯域の測定器トップメーカーからミリ波通信装置のインフラ整備のメーカーへと転換すべく、当時の日本電電公社の指導のもと、ミリ波通信装置を開発・実証試験を成功させた。これは、欧米に伍した技術水準の開発であった。しかし、後発の光通信方式のほうが、画期的発明であり、ミリ波通信方式を凌駕する。米国・日本での光通信方式採用により、HK社の通信装置メーカーへの事業転換の目的は終焉した。しかし、HK社では、この間、装置を作りあげる加工技術を革新させ、他の製品分野事業へと展開させた。

この章では、次の2点に着目して整理する。まず、第1点は、事業転換に影響を与える多様な要因の抽出である。少量多品種の測定器メーカーHK社が、ミリ波測定器事業から、通信装置インフラメーカーへの脱皮を目指し、ミリ波通信装置事業への転換を図ったが、開発競争に敗れた。事業転換に挫折した大きな要因は、世界的技術方式選定という技術転換であった。その後、HK社は、技術方式の選定以外の様々な経営影響要因を受け、ミリ波通信装置事業を異なった事業分野の映像や無線機の事業へと転換した。

次に着目した点は、ミリ波通信装置事業の拡大が試みられている際に、製品開発の技術革新と共に、事業拡大を支える製造での「共通基盤技術」の貢献についてである。HK社のミリ波通信装置開発に伴う加工技術の中から、特に、機械加工に焦点を当て整理する。ミリ波通信装置を構成する機構部品の製作で、戦後の汎用機による製造から、精密加工機・専用加工機の導入、そしてNC機の普及を、事例では辿る。これら機械加工の革新は、基盤技術の革新として当時各社で活発に展開されていた。HK社では、事業撤退となった後、

ミリ波通信装置開発で培われた機械加工の革新が、VTR やビデオカメラの機構部品加工技術へと継承された。「共通基盤技術」が、技術分野の異なった製品の事業分野へと継承されていく経過についても整理を重ねる。

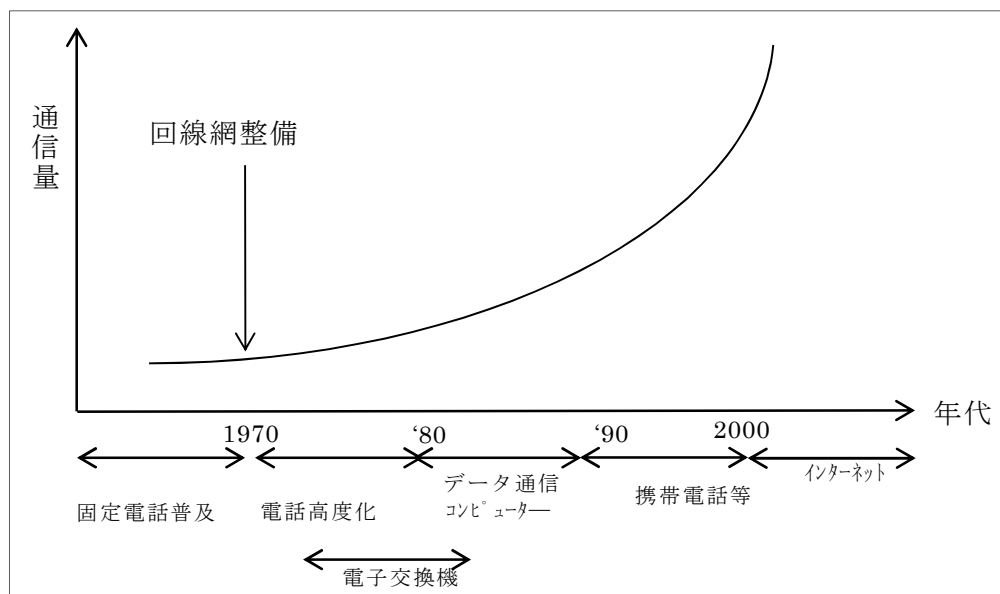
## 第2節 ミリ波通信から光通信へ技術革新時の日本情報通信産業の動向

ここでは通信需要の拡大とその技術革新の歩みについて、技術者としてその技術革新の渦中にあった著者が体験してきたことと、それらとほぼ重なる分析をしている武田（2011）が述べている、日本の情報通信産業の推移<sup>70</sup>を参考にしながら整理していくことにする。

### 1. 高度成長と通信量の飛躍的拡大

わが国では、戦後の混乱期から脱した 1960 年代において産業の整備が進むと同時に、外国技術の導入から国産化が進展するなど、繊維産業、重化学工業の成長を伴いながらインフラの整備が急務となっていく。

図 2-1 情報通信産業の技術革新と通信量の変化（筆者作成）



資料：武田晴人編『日本の情報通信産業史—2つの世界から一つの世界へ』有斐閣、2011 年、61–145 頁、を参考に筆者作成。

<sup>70</sup> 武田晴人編（2011）、94–102 頁。

この中で、エレクトロニクス産業は、通信などの経済の基幹となるインフラ網の整備や三種の神器といわれる洗濯機、冷蔵庫、白黒テレビなどの供給拡大を背景に、技術革新を伴いながら拡大発展を遂げていくことになる。そして、本論での分析対象の時期である1970年代は、電話利用拡大に追いつくべく通信網インフラ整備が急がれていた。

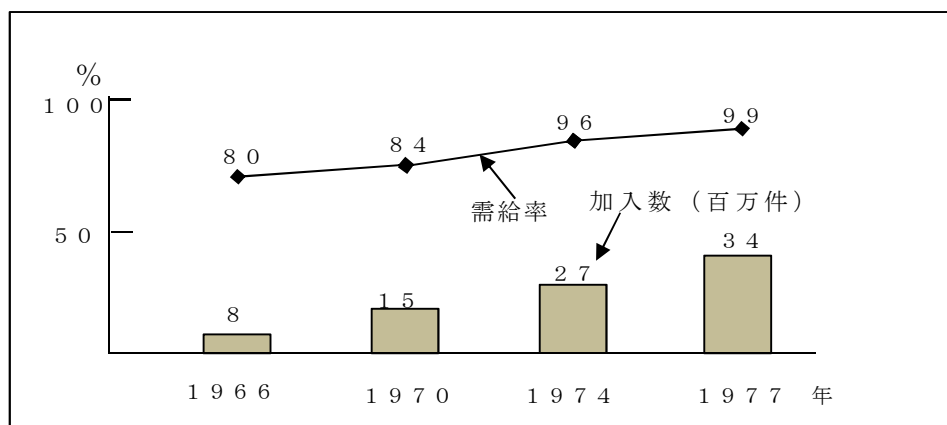
情報通信産業の拡大と通信量の拡大をイメージして図 2-1 に示す。1970 年代初頭では、電話回線の急速な拡大に整備が追いつけない状況にあった。さらにファクシミリ、TV 電話、データ通信の利用拡大が予定されるなど、膨大な通信量の拡大が予想されていた。振り返ってみれば、当時は予想をはるかに超える通信量の拡大期であった。

次に、戦後の日本の通信情報史を大まかに記す。

### (1) 日本電信電話公社の設立と電話網の整備

1952 年、わが国の電話事業は官営から日本電信電話公社（以下電電公社、現 NTT）に引継がれた。1953 年に「第 1 次 5 カ年計画」、続いて「第 2 次」「第 3 次」と電信電話拡張計画は進められたが、利便性はなかなか向上せず、不評であった。電話の需給率の推移を図 2-2 に示す。

図 2-2 電話の需給率



資料：武田晴人編『日本の情報通信産業史』有斐閣、2011 年、95 頁、を参考に筆者作成。

この時期、無線伝送路はマイクロウェーブ方式<sup>71</sup>、有線伝送路は同軸ケーブル<sup>72</sup>、交換機はクロスバ方式<sup>73</sup>などの通信技術が登場した。1956 年 10 月には東京－大阪間において、加入電信サービス開始、テレックスのサービス拡大がみられる。それらを含めて日本の通

<sup>71</sup> マイクロ波を使った通信方式で、広帯域、多重通信、遠距離通信などの技術で有線方式より優位な方式。

<sup>72</sup> 銅線を中心にして周りを絶縁物と網状導体で包み高周波を効率よく流す有線伝送方式。

<sup>73</sup> 機構的スイッチを使用した電話交換機の方式。

信分野では、電報からテレックス、そしてファクシミリやEメールと次々に技術革新が続いていったことは周知の通りである。戦後の電電公社の課題は、電話の「需給率解消」であった。このため、交換機のクロスバ方式から電子交換機や大容量同軸ケーブル、そして大容量マイクロ波中継方式などの革新的伝送路実用化により、全国ダイヤル即時化は1979年3月に完了した。こうして戦後の長年の目標は、1970年代後半に達成された。

## （２）通信網の整備

伝送の技術革新と並んで、コンピューターの発展も通信網の整備が必須であるが、論点が広がるのでここでは、あえて触れないことにする。

さて、当時、全国の公衆回線において、音声とデータ通信の使用については制約があった。通信網におけるデータ通信の重要性は増していたが、既存の同軸（メタル/銅線）回線では、限界が見えていた。そのため、1970年代後半に光ファイバー回線に変えることで、伝送路の抜本的改善を図ることになった。

その結果、1980年頃から既存のアナログ通信施設<sup>74</sup>が、順次デジタル通信施設<sup>75</sup>に代替され、1983年には光ファイバーの日本縦貫ルート建設が開始された。そして、1985年2月には3,400 kmの伝送路が完成する。その後、1986年11月に九州・宮崎－那覇間に当時世界最長で最大伝送容量の海底中継光ファイバーケーブルが建設され、総延長は4,000 kmとなった。1986年時点での光回線の占有率は50%であったが、その後の普及率の拡大は、1996年74%、1998年90%と急速に伸びた<sup>76</sup>。

## （３）高度情報化社会の到来と情報通信産業の変化

昨今、IT<sup>77</sup>をベースとした産業社会の構造が、「高度情報化社会」「情報ネットワーク社会」「デジタル社会」などといわれているが、その転機はいつなのかと問われれば、やはりコンピューターと通信が融合し、個々の人々がITを自由に利用できるようになり始めた1980年代後半以降ということができる。事実、コンピューター需要は1970年の6,718台が1980年では72,108台<sup>78</sup>となるなど、日本国内市場はわずか10年ほどで10倍の規模となった。しかし、コンピューターと通信の技術進捗は、一般ユーザーにとって身近なものではなかった。それが、一般の人々にとって、身近に感じられるのは、1980年代後半のワ

---

<sup>74</sup> 電気の連続変化を使用する旧来方式の施設。

<sup>75</sup> デジタル信号を使用し、旧来方式から格段の大容量、高速通信を可能にした方式の施設。

<sup>76</sup> 武田晴人編（2011）、118頁。

<sup>77</sup> IT (Information Technology)：情報技術、(Intelligent Terminal)：智能端末。

<sup>78</sup> 武田晴人編（2011）、144頁。

ープロ、PC（パソコン）の普及を通してであったといえよう。

## 2. ミリ波通信から光通信技術への選定変更

1970年代、インフラ整備の技術の開発競争が、世界レベルで繰り広げられていた中、技術者の間では、次の本命技術は「ミリ波通信」と考えられていた。「ミリ波通信」は高周波の電波で、当時の技術では、空中を伝わるミリ波の電波を、管の中に閉じ込めて、目に見えない電波を機械寸法で測定して、目で見える数値にして、電波の分割を繰り返して希望の周波数を取り出すという技術である。当時、電波が通る管は導波管と呼ばれ、それを幾つもつなぎ合わせ、測定器と組み合わせることで、測定や分割が可能となった。その導波管は、複雑に組み合わされた形状から立体回路と呼ばれた。立体回路は機械加工によって精度よく作りあげられるものであった<sup>79</sup>。

「光通信」については、まだまだ技術の壁が高く、将来の技術と理解されていた。ところが、「光通信」における光ファイバーの革新的発明、レーザー発光の発明が相次いで発表されるなど、実用化の条件が急速に整ってきたのである。その結果、アメリカ AT&T<sup>80</sup>のベル研究所、日本の電電公社の研究所は、すでにミリ波通信の実用化試験も完了していたにもかかわらず、「ミリ波通信」ではなく、「光通信」への変更を決断した。こうした変化を、当時の様子を詳細に記述している『通信白書』の1973、1975、1977年版と、電電公社研究所の開発責任者であった島田禎晋が書き残した論文<sup>81</sup>などにに基づきながら、整理していくことにする。

### （1）ミリ波通信から光通信転換への技術の選択

『通信白書』1973年版<sup>82</sup>から、研究対象に的を絞って読むと、次のように整理できる。

「増大する通信の需要を賄うと共に TV、電話、ファクシミリ、データ通信などのサービス需要に対応するための伝送路が必要となり、同軸ケーブル方式を始め、ミリ波通信方式、光通信方式などの方式研究が進められてきた」

ミリ波通信方式は、空間媒体における霧や雨による減衰が大きいのが、導波管を使用した超大容量通信方式としての適用領域がある。過去においては、1システム3千回線に及ぶ

<sup>79</sup> 詳細は51頁（5）ミリ波の電波の特徴で後述する。

<sup>80</sup> AT&T (Americann Telephone and Telegraph)：電話発明のベルが創業、アメリカ最大の電気通信会社、独占禁止法により1984年に7地域通信会社に分割。

<sup>81</sup> 島田禎晋（1995）、1,098-1,106頁。

<sup>82</sup> 総務省（2012a）。

容量を必要とする通信量の拡大は考えられなかったが、テレビ電話をはじめとする画像通信の発展を考える時、その大容量の技術的可能性が注目され、ミリ波通信方式の研究が世界各国で活発化している。国際電気通信規格組織（CCITT<sup>83</sup>）でも将来の需要増を考慮して1970年伝送方式検討作業部会を設けた。日本では電電公社通信研究所において既に実用化されている40～80GHz帯を用いた新方式<sup>84</sup>で、1975年の商用試験を目標に取り組んでいた。これは電話回線30万回線の伝送容量を持っている。

『通信白書』1975年版<sup>85</sup>になると、次のような指摘がある。「光通信方式は次世代の大容量伝送方式として脚光を浴びており、現在、発信源である各種レーザーや発光ダイオードを伝送媒体する光ファイバー伝送方式の検討が行われている。光通信方式には、光ファイバー伝送方式と空間を伝搬させる方式があるが、電電公社ではこのうち主として、光ファイバー伝送方式の検討が行われている。この方式は低損失であるため中継距離を長くできること、ファイバーの直径が細いので大束ケーブルの製造が可能であること、遅漏話<sup>86</sup>が無視できるほど小さいこと、限りある銅資源を使用しなくても済むことなど多くの特徴を有しており、電電公社でも将来の超大容量伝送方式に適するものとして積極的に基礎検討を行って、おりその実用化が大いに期待される」

また、『通信白書』1977年版<sup>87</sup>の巻頭の大臣コメントとして、近年の技術進歩の目覚ましい成果として光ファイバー通信の開発を取り上げ、評価している。これによりミリ波通信方式ではなく光通信方式が超大容量の通信網の方式として決定したことが公となったのである。

## （２）ミリ波通信方式から光通信方式への転換における技術的共通点

ミリ波通信方式から光通信方式への転換について、日本電信電話（以降略号NTTを使用する）<sup>88</sup>のプロジェクト長であった島田は、1976年頃、東京横浜間にミリ波導波管伝送方式を導入するか否かを迫られていた時期があった。時あたかも光ファイバー伝送方式が揺籃期にあり、実用化の可能性について賛否盛んな時期であった。結局ミリ波通信方式から光通信方式への移行は当然の成り行きとなった。

---

<sup>83</sup> CCITT (Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique) : 1956年国際電気通信連合の下部組織として設置、電話・電信・データ伝送の国際規格をまとめる組織。

<sup>84</sup> 位相変調方式である、技術的詳細は省略する。

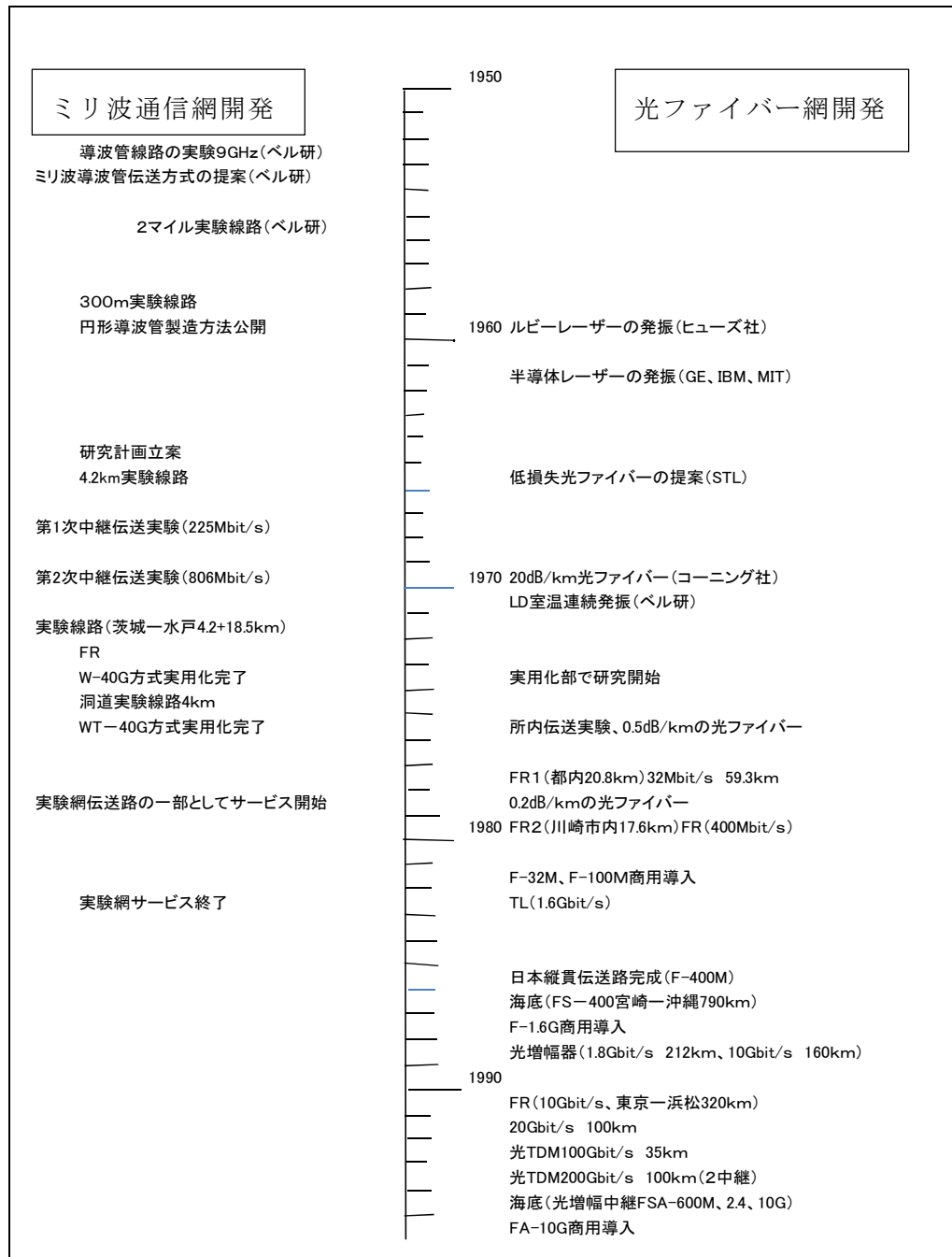
<sup>85</sup> 総務省（2012c）。

<sup>86</sup> 遅漏話：電話回線で通話相手以外の通話が聞こえる事。

<sup>87</sup> 総務省（2012e）。

<sup>88</sup> 1985年日本電信電話公社から日本電信電話株式会社に変更、1999年に純粋持ち株会社に移行。

図 2-3 ミリ波と光伝送方式の実用化経緯



資料) 島田 慎 晋「ミリ波から光技術へ」『電子情報通信学会誌』78 巻、11 号、1995 年 11 月、1,100 頁、を参考に筆者作成。

島田は、「ミリ波と光では周波数が 4 桁近く離れているが、同じ伝送方式という共通点があった。ミリ波を扱っていた技術者にとってミリ波、光の周波数多重、高速変復調、等価といった技術<sup>89</sup>は共通で、理解できる。当時はミリ波研究実用化の経験者が光技術分野に

<sup>89</sup> 周波数多重、高速変復調、等価は電波を伝送する技術用語で、主となる電波に伝えたい情報が存在する電波を重ね合わせる技術である。詳細説明は専門的となるので省略する。

移っていったことが、光ファイバー伝送方式実用化の立ち上がりが早まった要因であった。銅からガラスへの伝導体の変革は百年に一度と言われる大変革であるが、低損失ファイバーの発見が 1966 年、実証実験が 1970 年で、その頃はミリ波伝送方式が先行していた<sup>90)</sup>と光技術への転換が、ミリ波技術の基盤の上に成立していることを記述している。

ミリ通信波から光通信技術への変遷は、図 2-3 に示すとおりである。ミリ波通信を左、光通信を右に記載し、先行したミリ波通信を 1975 年頃に、光通信が急速に追い越していったことを示している。ミリ波通信から光通信への変遷の時代、島田は、N T T 通信研究所で当初ミリ波通信研究、次に光通信研究を兼務し、そして後に、ミリ波通信研究を閉じて光通信を選び専任となった。その経験に基づき、技術的な変遷と、経済性、そして光通信の実用化について整理している。その経緯を記載した論文から技術転換と事業転換の推移をしてみる<sup>91)</sup>。本論ではミリ波通信の技術転換に焦点を合わせているので、光通信技術の革新<sup>92)</sup>について論じたものが他にもあるが、その推移については省略する。

1976 年当時、東京一横浜間にミリ波通通信方式導入の可否が迫られていたが、ルートの 20 km 毎に 1 中継所を設けることは不可能であった。長距離伝送としては光通信の技術進展を待つことになった。図 2-3 の右側に光通信方式の発展の経緯を示している。1960 年に、ルビーレーザー発振の発明があり、1970 年に、低損失光ファイバー発明があり、これらの大きな発明を基に、インフラ整備として、1985 年には、日本縦貫伝送路が完成した。更に、1988 年には、大分ー松山間海底ケーブル (118 km) の完成というように、着々と日本国内の幹線通信網が整備されていった。光通信網の整備の前に、ミリ波通信方式の実用化試験は、1975 年 3 月に終了した。次いで 1977 年 3 月に洞道<sup>93)</sup>内ミリ波導波管方式の実用化試験が終了する。

### (3) ミリ波導波管伝送方式<sup>94)</sup>

ミリ波通信から光通信への技術変換がなぜ行われたかを理解するには両者がどのようなものであってどのような違いがあるかを知っておく必要がある。ここでの記述は、いくらか技術論に近くなるが、両者の違いを理解する上で不可欠ではなかろうか。

ミリ波とはミリメートル (以下 mm) 波の略で、波長 1 mm の電磁波、30~300 GHz

---

<sup>90)</sup> 島田禎晋 (1995)、1,099 頁。

<sup>91)</sup> 島田禎晋 (1995)、1,100-1,106 頁。

<sup>92)</sup> 中原恒雄 (2003)、1 頁。

<sup>93)</sup> 洞道：電話回線の地下の幹線トンネル。

<sup>94)</sup> 島田禎晋 (1995)、1,099-1,106 頁。



の周波数帯を表す。伝送媒体として内径 51mm の円形導波管を用いて最大伝送容量 30 万チャンネル（電話機数）を中継間隔 15km で送ることのできる長距離伝送方式である。

1930 年代に米国でミリ波の低伝送損失を理論的に発見しアメリカベル研究所は、これに着目し 1954 年に研究着手した。そして導波管の形状、直進性など技術課題に取り組んだ。日本では、電電公社通信研究所が独自に取り組み、1960 年に技術公開した。表 2-1 に当時使用されていた同軸ケーブル・ミリ波導波管・光ファイバーケーブルの比較を示す。

表 2-1 伝送媒体の比較

項目	同軸ケーブル	ミリ波導波管	光ファイバーケーブル
直径 (mm)	65	51	34
管路当たりの芯数	18	1	600
重さ (kg/m)	11	5	1
許容曲げ半径 (m)	0.54	35	0.2
単長 (m)	250	5	1000~2000
損失 (dB/km)	33	1.2	0.2
帯域 (GHz)	0.2	80	12500

資料) 島田禎晋「ミリ波から光技術へ」『電子情報通信学会誌』78 巻、11 号 1995 年 11 月号、1,100 頁、から筆者作成。

ミリ波導波管は 5m 毎に接続部があり、曲げは曲率 35m 以上でなければならない欠点があった。また、技術的な工夫をもってしても中継間隔は最大で 7km であった。この点、光ファイバーは外径 125 マイクロメートル (以下  $\mu\text{m}$ <sup>95</sup>) と細く、多芯化が予想されていた。この結果、同軸ケーブルの 300 倍の性能を有し、軽くて長尺敷設が可能となった。当時、伝送媒体として扱い易いのは光ケーブルであるのは自明であったが、接続の問題、経年劣化、光の発散など未知の部分が多く、また光発信レーザーの長寿命化が未解決であった。光伝送の流れが見えたのは 1973 年頃であった。

表 2-2 に 1975 年時点、電気学会での各国のミリ波商用計画の認識を示す。この表にみられるように各国共、長距離伝送の本命はミリ波伝送と考えるなど、その期待度は高いも

<sup>95</sup> マイクロメートル ( $\mu\text{m}$ ) : 長さの単位で、1 mm の 1000 分の 1 の長さ、 $10^{-3}\text{mm}$  (0.001mm)、略記号  $\mu$  でミクロンともいう。

のがあった。

表 2-2 1975 年各国のミリ波導波管伝送方式

項目	アメリカ	イギリス	フランス	ドイツ	日本
現場試験	1974～75 年 32 km	1974～75 年 15 km	1977 年 35 km	1976 年 45 km	1973～74 年 23 km
商用試験	1980 年～ 800 km	1979～80 年	1981 年 500 km		1977 年
周波数帯 (GHz)	40～110	32～49 32～88	31～60	35～115	43～87

資料) 島田禎晋「ミリ波から光技術へ」『電子情報通信学会誌』78 巻 11 号、1995 年 11 月号、1,101 頁、から筆者作成。

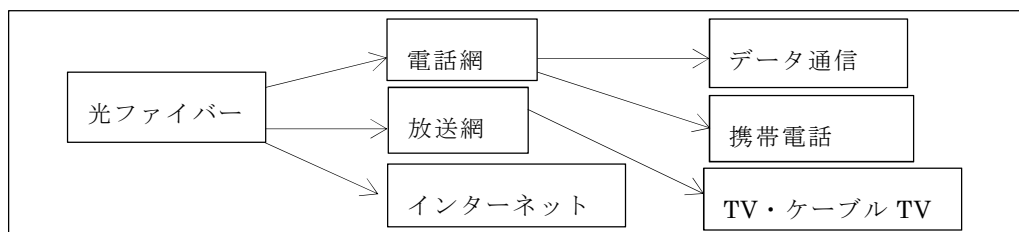
ただし、同軸線、ミリ波、光ファイバーの各方式での伝送上での、経済性比較をすると次のとおりである。

各方式の単体での伝送能力と実際の回線として布設する費用を、伝送 1 km 当たりの相対コストで比較すると光は  $0.5/\text{ch} \cdot \text{km}$ <sup>96</sup>であり、ミリ波は  $80/\text{ch} \cdot \text{km}$ 、同軸（メタル線）は  $800/\text{ch} \cdot \text{km}$  であった。従って、相対コストがミリ波と光では 160 倍以上の差と評価された<sup>97</sup>。実用年度は開発課題の解決が必要であったが、方式的に経済性と将来の通信量の拡大を考えて光方式の選択となった。

#### （４）ミリ波通信技術から光通信技術への継続について

ミリ波研究の進展には、戦後の混乱期を経て日本経済、技術が成長期にさしかかり自前の技術が育つようになっていた背景がある。アメリカのベル研究所を教科書にして研究していたものが、実用化試験時にはベル研究所から調査に来るレベルになっていた。そしてまた、光伝送方式への実用化の日本独自の開発の礎となっていた。ミリ波に携わっていた研究者は、移動通信や衛星通信にも移って行き、これらの分野で多くの成果を上げている。

図 2-4 光ファイバー技術の発展（筆者作成）



資料) 電子情報通信学会「技術と歴史」研究会編『電子情報通信技術史—おもに日本を中心としたマイルストーン—』コロナ社、2006 年、93 頁、を参考に筆者作成。

<sup>96</sup>  $**/\text{ch} \cdot \text{km}$  は 1 キロメートルの中継距離と 1 回線（ch=チャネル）当たりの相対コストを表す。

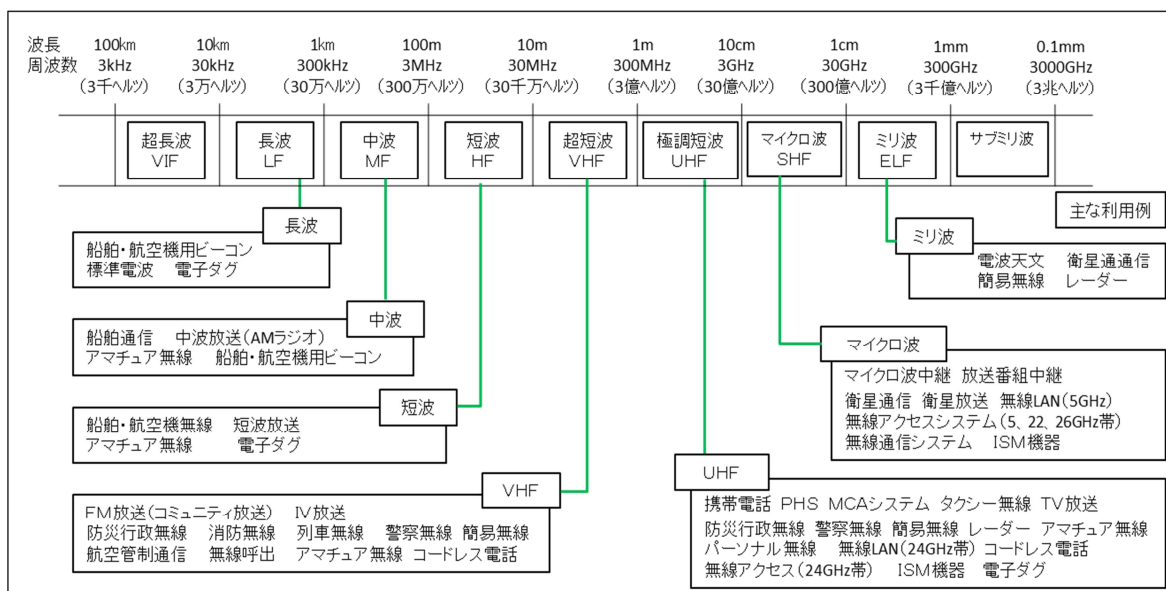
<sup>97</sup> 島田禎晋（1995）、1,104 頁。

図 2-4 は、現在に至る通信回線、ネットワークと光ファイバーとのつながりを示している。ミリ波から光ファイバーを経て、現在の多方面の通信網への技術の広がりを示す<sup>98</sup>。

### (5) ミリ波の電波の特徴

我々が生活している空間には、低い周波数の音声から目に見えない放射線まで幅広く存在するが、それは物理学上でいえば「電磁波」として定義されている。図 2-5 に現在での電波の使用状況を表している。現在、音声、電波、光、放射線などは、その特徴を活かすように利用されている。この中で電波の領域の最上位周波数にあたる帯域が、ミリ波といわれるものである。

図 2-5 電波の使用状況



資料：調査統計小委員会編『平成 22 年電波産業年鑑』電波産業会、2010 年、B-26 頁、を参考に筆者作成。

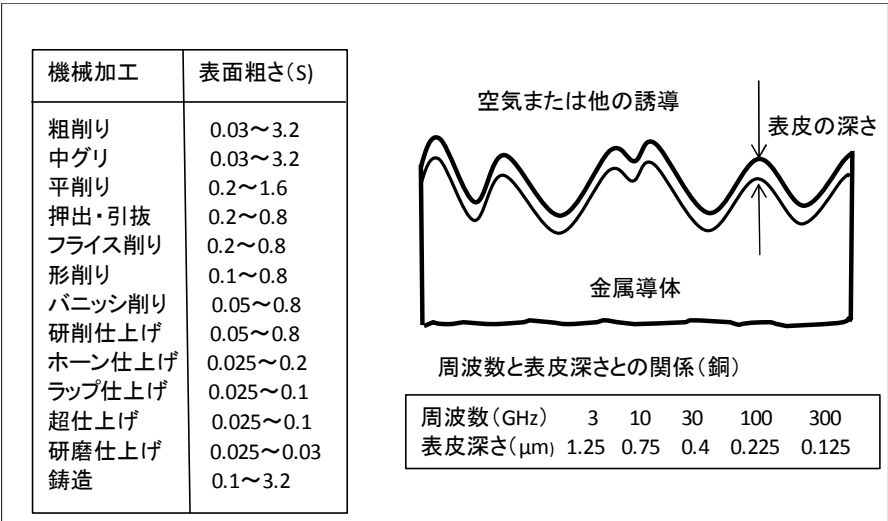
ミリ波の特徴を挙げると、周波数 30~300GHz、波長 1~10mm の電磁波であり、直進性が高い。空中では 30GHz 以下の周波数に比べ減衰量が大きいので、伝送できる距離が数 km~数 10km である。従って、伝送は筒状の導波管内を流し制御する。導波管内では、電磁波伝送のため管内面に沿って流れる。例えば、管を流れる水の流れと似通っている。このため、管内の寸法や凹凸、すなわち表面粗さがスムーズに流れるかに影響する。電気性能が管内の表面粗さに影響を受けるので、表面粗さを滑らかにする役割が機械加工技術となる。本論の中で、エレクトロニクスは電気の分野にもかかわらず、機械加工分野と関

<sup>98</sup> 電子情報通信学会「技術と歴史」研究会編（2006）、93 頁。

連があるのは、電気性能が機械加工の精度と密接に相関している為である。そこで、加工方法と表面粗さの関係について当時の状況を説明する。

加工技術と寸法精度及び表面粗さの一般的レベルを示すと図 2-6 のとおりとなる。事例対象のミリ波機器は一般的加工方法から得られる水準から格段厳しい要求仕様であった。例えば機械切削加工の寸法精度  $10\mu\text{m}$ 、表面粗さ 1 S を寸法精度  $1\mu\text{m}$  表面粗さ 0.1S が要求仕様で 1 桁以上の加工精度の向上が求められた。電波が導波管の中で伝送される時、電流成分は、導波管内面の表面の薄い層を流れる。この層の厚さを表皮の深さといい、ミリ波帯では  $0.5\mu\text{m}$  の深さで電流が流れる。表面が滑らかであればその流れる距離が短くて済み、流れに伴う損失が少なくなる<sup>99</sup>。

図 2-6 加工表面粗さ<sup>100</sup>とミリ波帯の表皮深さ（筆者作成）



資料：小笠原直幸・鈴木道也『ミリ波 第3版』日刊工業新聞社、1969年、33頁、を参考に筆者作成。

一方、種々の加工を施した導波管の内部の表面は完全に鏡面ではなく、ある粗さをもっている。その粗さの程度を加工方法別に示している。通常の加工では表面の凸凹がミリ波周波数帯域の表皮の深さより大きくなり、表面を流れる高周波電流は、表面の凸凹に沿って流れ、平らな面を流れる場合より長い道筋を流れ、抵抗による損失が増加する。このためミリ波帯の装置を構成する導波管の内部は、寸法精度・表面粗さの精度が当時の一般的加工精度限界から 2 桁ほど高精度を要求されることになっていた。

<sup>99</sup> 小笠原直幸・鈴木道也（1969）、32・34 頁。

<sup>100</sup>  $\mu\text{m}$  は千分の一ミリメートル、表面粗さはその  $\mu\text{m}$  単位で表し S と表記、平均の表面粗さの単位記号。

### 第3節 HK 社におけるミリ波通信と光通信の取り組み状況

1970 年代の HK 社のミリ波技術革新の歩みを、HK 社史<sup>101</sup>および編纂資料<sup>102</sup>に基づき整理していくことにする。なお、HK 社におけるミリ波通信技術は高周波 50GHz 帯域での製品・設計・生産は、当時世界有数であり、製造技術として精密加工技術の蓄積があったことに注目しておく必要がある。

#### 1. HK 社におけるミリ波技術革新の歩み

##### (1) ミリ波通信技術の黎明期（1955～1963 年）

ミリ波研究のルーツは戦前の海軍のレーダー研究に始まり、その海軍の研究グループの人・技術が、戦後民間会社 HK 社に受け継がれていった。

1955 年代当時、電電公社が全国にマイクロ波多重通信網の建設を進める一方、電気通信研究所は、将来に向けてのミリ波帯の基礎研究を進めていた。この研究に関連して、HK 社は、1956 年には東京大学生産技術研究所から 50GHz 帯測定器を受注し、開発納入した。更に、1958 年には郵政省電波研究所から、将来の空間電波伝搬ミリ波通信に向けての基礎研究の下での 34GHz 電波伝搬試験装置を受注し、開発納入した。

当時の HK 社は急速に業容を拡大しており、1955 年売上高 1 千万円が 1960 年には 7 億 3 千万円、1963 年には 11 億 7 千万円で、この年のミリ波事業は、4 億円であった。1960 年頃は、東京オリンピック対応で、TV 関連の装置、とりわけ中継装置が、ミリ波の関連技術としての整備拡張期であった。

##### (2) ミリ波事業拡大期：ミリ波測定器の世界輸出（1964～1967 年）

ミリ波は、将来の TV 電話など広帯域通信時代の基幹伝送に使用される周波数帯として国内では電電公社、電気通信研究所、アメリカでは AT&T ベル電話研究所、イギリスでは郵政省研究所などが中心となり活発に研究が進められていた。また、将来の実用化に備えて、国際電波科学連合（URSI<sup>103</sup>）はミリ波帯における需要の国際比較を進めていた。

1963 年、通産省は企業合理化促進法によりミリ波電力計の試作、1964 年には 150GHz

<sup>101</sup> HK 社社史編集委員会編（1999）。

<sup>102</sup> HK 社ミリ波会編（1998）。

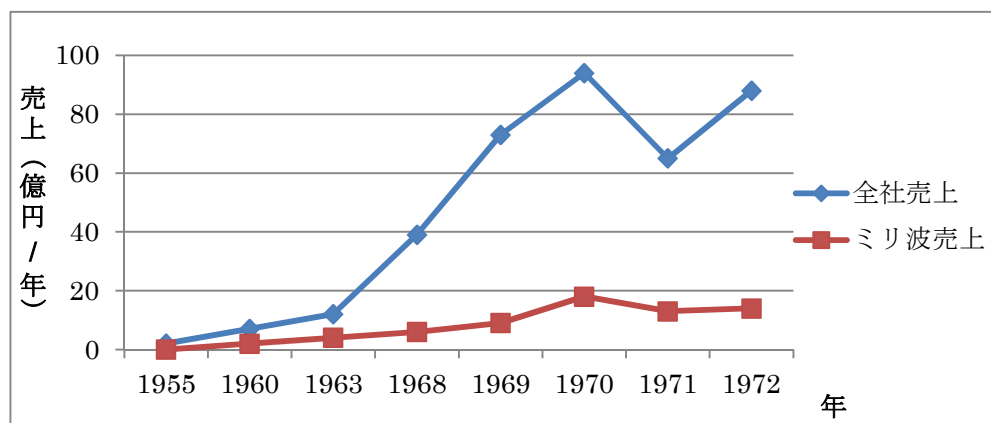
<sup>103</sup> URSI（Unionn Radio-Scientifique International）：国際電波科学連合。

測定器の試作に補助金を提供した。当時、国内におけるミリ波測定器の需要の大半を HK 社が担っていた。さらに、大きなマーケットであるアメリカ輸出に向けて、HK 社はアメリカ電気電子技術者協会 (IEEE<sup>104</sup>) 展示会に 30~150GHz 帯各種ミリ波測定器を出展し注目を浴びることになり、ベル電話研究所を始めアメリカ航空宇宙局 (NASA) 研究所、アメリカ連邦政府標準局 (NBS) ヒューズ航空機会社、ボーイング社などに相次ぎ納入することになった。

### (3) ミリ波事業成熟期:通信網への参入を目指して (1968~1978 年)

電電公社電気通信研究所で実用化研究が進められていた W-40G<sup>105</sup>ミリ波導波管伝送方式に対し、HK 社では測定器で培われた技術で装置を構成する分波器の開発を進めた。

図 2-7 HK 社ミリ波売上推移 (通信装置開発プロジェクト時) (筆者作成)



資料：HK 社社史編集委員会編『HK 社のあゆみ』1999 年、73 頁、を参考に筆者作成。

HK 社が持つ生産技術に加え、アメリカ輸出、ベル研究所に対する納入実績が認められ、電電公社から 1971 年に製造業者として指名を受けた。当時の HK 社のミリ波事業の業容規模は、図 2-7 のとおりである。

HK 社は、このミリ波事業を強化するために新たにプロジェクトを編成し、この実験装置の開発生産にあたることになる。1973 年には、水戸電話局—茨城通信研究所間で行われた W-40G 方式実用化試験における通信装置を納入することになった<sup>106</sup>。

<sup>104</sup> IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) : 1963 年設立、175 か国に会員を持つ、電気、電子、通信研究者の国際学会、この会が制定する規格は実質世界標準になる、実質上エレクトロニクスの世界最高学会。

<sup>105</sup> 中心周波数を 40GHz 使用でこのプロジェクト名。

<sup>106</sup> 大井国男 (1973)、24-29 頁。

#### （４）ミリ波事業からの撤退 （１９７９年）

##### —HK 社における事業転換の判断材料と意思決定の経緯—

前述したが 1970 年、アメリカで発表された光ファイバー技術が急速に進展し、電電公社、アメリカベル研究所が共に実用化開発をミリ波から光ファイバーに転換するに至り、ミリ波技術が大きな事業に発展する可能性は、急速にしばむことになった。衛星通信や応用製品関係に測定器の需要は一定程度見込まれるものの、国内での量的拡大、及び持続的発展が期待できないことから、HK 社はミリ波事業から撤退することを決断する。結果、世界的に評価されていたミリ波測定器技術は、1978 年に米国測定器会社にライセンス供与で提供することになった。そのアメリカ測定器会社では、今日なおこの測定器を提供し続けている。

HK 社におけるミリ波通信事業からの撤退という経営判断については、次のようにまとめることができる。

それまで既存市場の測定器を中心としたミリ波機器の事業は、その後の光通信を軸としたインフラ整備のマーケットサイズに比較すると事業規模が小さかった。更に、当時、社内には拡大が期待されていた代替製品分野の通信・映像・放送・情報などの幅広い製品群があった。加えて、エレクトロニクス産業は成長時期でもあり、それら事業分野への経営資源の移行という経営判断がなされたことは、今から考えれば、理解できないわけではない。

また、そういった経営判断が、経営トップの交代時期と重なり、それまでの事業編成の考え方とは異なる経営方針が打ち出されたと理解することもできる。そこでは、会社全体の収益構造の見直しやグループ企業再編という体制の再構築が行われた。具体的な事業領域についても、産業用から家電、量産への移行という大きな変革期であった。

そうした経営判断を下した当時の事業責任者は、「将来に対しての事業の拡大の見通しから撤退を決断した。技術者の他分野への活用はされた」と振り返っている（インタビューについては付属資料に記す）。

1970 年当時のミリ波事業は、旧来の測定器事業が中心であり、売上高が数億円/年の規模であった。事業で、数十億円/年規模の売上高を目指す計画が失われた時、測定器としての事業では、将来の事業規模が期待できないことと、ミリ波技術を用いて、将来を見通せる製品開発が出来なかった為、事業撤退の経営判断が下された。

現在、市場でのミリ波の技術は、衛星通信・電波天文台・自動車衝突防止センサーなど

に実用化されている<sup>107</sup>。自動車衝突防止センサーなどは、事業規模として大きなものであり、長い期間をかけた研究が実ったものと言える<sup>108</sup>。現在活用されている見通しを、HK 社では、当時は予測することが、できなかったのである。

このような事例を見る時、当時ミリ波の技術者であった筆者としては残念であるが、必要に迫られた経営判断をすることに比較し、将来の姿を想定して判断を下すことは、結果が予測できないだけに、難しい。例えば、当時のミリ波の技術では周波数を発振する半導体が初歩段階で、実用レベルになるまでの道のりが見えない状況であった。

HK 社の撤退という判断は、企業規模に見合った事業運営を優先させ、長期的に技術の種を継承し、育成する仕組みを選択しなかったと考えられる。

#### **（５）撤退後のミリ波技術者の活用と継承**

ミリ波通信装置の事業撤退後は、電気設計者は電波高周波技術の専門技術を有していたので、通信・無線事業部門や放送電波事業部門に数十名規模で移動した。同じく機械設計者は、放送機器や産業機器の部門で活躍した。放送機器では、放送用 VTR の機構設計があり、産業用機器では、ファクシミリの機構設計など、次々と次世代の新製品開発に必要とされた。また生産技術者は、ミリ波通信装置プロジェクトで革新された機械加工などを他分野製品に展開して、「共通基盤技術」としての継承を図った。

また、ミリ波通信装置プロジェクト終了後、HK 社のミリ波技術は、宇宙の電波を測定する装置として、アメリカの電波望遠鏡用に輸出された。HK 社では、この電波望遠鏡への輸出をもって、事業部門としては終息した。しかし、このミリ波技術が、40 年後の 2013 年に、南米チリに完成したアロマ電波望遠鏡に継承されていることを付記しておく<sup>109</sup>。

### **第４節 事業転換を支えた製造現場の技術革新**

#### **１．ミリ波通信装置の開発におけるものづくり**

ミリ波通信装置の製作については、当時の生産技術の最先端の加工精度が要求された。HK 社の企業グループ内だけでなく、日本中の先端的な加工技術を、広く他社に求めて開発装置の精度を追求していった。また、将来における量産を前提としていたため、同時に

---

<sup>107</sup> 島田敏男（2009）、244-287 頁。

<sup>108</sup> 中川洋一・岸上高明（2014）、63-72 頁。

<sup>109</sup> 島田敏男（2009）、288-291 頁。



量産技術を意識した生産技術開発を繰り広げた。ここでは、そうしたミリ波通信装置の各ユニットの製造方法の開発に対する取り組みを見てみる。

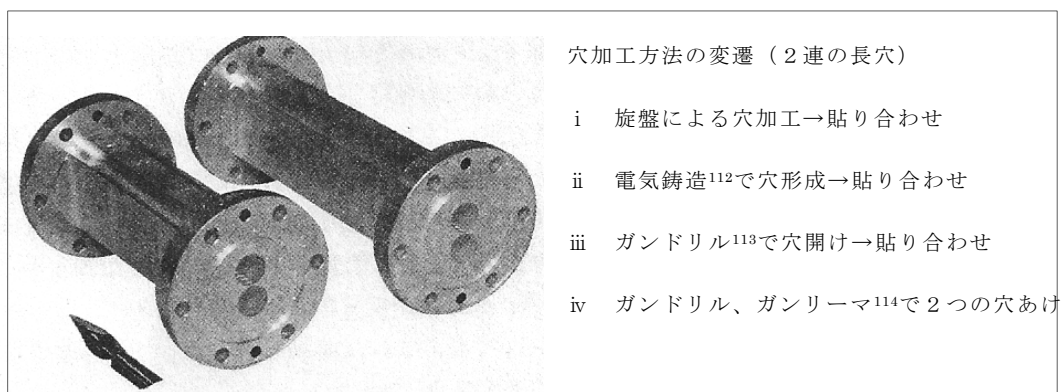
### (1) ミリ波通信装置の加工について

ここでは、ミリ波通信装置を構成するユニットに欠かせない3点の装置の開発について、少し詳しく述べたい。1つは、「8の字分波装置」2つ目が「モード変換器」3つ目が「リング分波器」である。

#### ① 8の字分波装置

ミリ波通信装置を構成するものの一つに「8の字分波装置」がある。これは、2つの円形導波管が平行に位置し軸に垂直に切断すると数字の8に見えるところから命名された分波器である。導波管の直径は10mm前後、8の字にくびれた部分の壁厚は0.3mmでこの壁には直径1mmの穴が列として設けられ上下の平行穴を通る電波を結合する機能を持つハイブリッド部がある。そして、広い周波数帯域を2分割するための導波管の径を絞り込んだカットオフフィルター部があり、ハイブリッド部とフィルター部はなだらかに変化するテーパ導波管で繋がる。このなだらかな曲線は関数曲線で設計されている<sup>110</sup>。ハイブリッド部は10cm/本を数本繋ぎ、全体で2m<sup>111</sup>の長さになる。2つの導波管の内径、結合穴、最少径などはいずれも $\mu$ mオーダーの寸法精度、鏡面の表面精度（表面粗さ0.2S）が求められていた。

図 2-8 8の字分波装置（筆者作成）



資料：大井国男「ミリ波分波装置の現状」『HK社技報』第1巻5号、1973年、27頁、を参考に筆者作成。

<sup>110</sup> 2連の導波管でくびれた径の部位で電波の高い周波数と低い周波数帯域に分割させる機能がある。分割の際に出来るだけ伝送損失を少なくするための論理曲線状に内径が絞られる設計となっている。

<sup>111</sup> 長さの単位：mはメートル、cmはセンチメートル（1/100メートル）、mmはミリメートル（1/1000メートル）。

<sup>112</sup> 電気鋳造：中子にメッキを重ねて、中子除去後、中子に倣った中空形状を形成する電気鋳造製造法。

<sup>113</sup> ガンドリル：鉄砲（ガン）など銃身の長穴を加工する工具。

<sup>114</sup> ガンリーマ：上記同様鉄砲の銃身の長穴加工後の仕上げ加工用工具。

8 の字穴の加工方法は工夫を重ね、図 2-8 中の i ~ iv のように変遷させて加工精度、生産性を上げていき、出来上がった製品は学会でその都度発表し注目を浴びた。

当初、ガンドリル作業は HK 社の親会社の他工場に依頼していたが、専用機を社内で製作し、量産に備えた。ハイブリッド部結合穴の形成の加工方法も、次の①～③の順に改善を重ねていった。①第一穴加工→軸方向治具ボーラ<sup>115</sup>で結合穴列加工→電気鋳造第二穴形成⇒②2つの平行穴加工→結合穴プレス方式で穴加工⇒③2つの平行穴加工→結合穴放電加工<sup>116</sup>。当初の加工方法の①の電気鋳造の加工は内製化して技術のコア育成を図った。カットオフフィルターのテーパ部は、多次元解方程式の曲線で変化する円形テーパ導波管で、電気鋳造(金属を電着させて精巧な複製をつくる方法)によって作っていた。その電気鋳造の中子製作について精度の高度化に取り組んできた。すなわち、汎用旋盤から NC<sup>117</sup> 旋盤へ、NC 旋盤から NC 自動盤へと生産設備を変えながら、生産性、加工精度を向上させてきたのである。そして、寸法精度については、なめらかな曲線形状から階段状の段差形状で曲線を補完するという方法に改め、切り込み NC データと測長器<sup>118</sup>の実測データをフィードバックして再加工させることで向上に取り組んできたのである。また、円形テーパ管の加工体制は、NC 自動盤メーカーのシチズン時計<sup>119</sup>と野村精機<sup>120</sup>が切削と測定後の再切削を担当し、HK 社は自社製測定器での測定を実施するというように、それぞれの専門性を生かす体制が整えられて行った<sup>121</sup>。

さらに、カットオフ部の形成は精密な寸法精度の加工が求められた。カットオフ部の内径寸法では、周波数の分岐が密接に関係していることもあり、電気性能上機械加工側には  $1\mu\text{m}$  オーダーの精度が求められる。導波管は機械加工面からみると穴形状を形成する加工方法と言える。穴加工はボール盤によるドリル加工、旋盤、治具ボーラによる中グリ切削加工が一般的である。ミリ波導波管は直径  $5\text{mm}$  以下でかつ直径の 10 倍以上の長さの深穴を要求された。この穴の寸法精度  $1\mu\text{m}$  以下、表面粗さ  $0.1\text{S}$  以下で加工するのが要求仕様であった。当時の機械加工技術で、この穴加工精度を確保することは難しく、加工して測定し、そのフィードバックをして再加工という方法を取り、深穴測定のため、非接触の

<sup>115</sup> 治具ボーラ：治具、金型など精密な位置精度を加工する穴あけ加工機。

<sup>116</sup> 放電加工機：電気放電のエネルギーで対象金属を加工する特殊加工機。

<sup>117</sup> NC (Numerical Control)：数値制御、工作機械をコンピューター制御。

<sup>118</sup> 寸法精度を  $0.1\mu\text{m}$  の精度で測定する精密測定装置。

<sup>119</sup> 1982 年シチズン精機 (株) に、2005 年シチズンマシナリー (株) に、2011 年シチズンマシナリーミヤノ (株) となる。

<sup>120</sup> 1973 年当時野村精機 (株) →2008 年野村 VTC (株) →現在野村 DS (株)。

<sup>121</sup> 各々の設備は 1 台数千万円と高価なため、開発段階では設備メーカーの協力を得て、製品量産段階で設備導入と計画されていた。HK 社では共通設備として有用と判断され、その後自社内に設備導入された。

測定方法であるエアマイクロメータヘッドを内製し寸法を測定するという対策をとった。さらに、その機械寸法精度と電気的特性との整合をとり、誤差の補正を行なった。電気的性能を向上させるための、電気的特性と機械的寸法の誤差の摺合せというプロセスである。また、すべてのユニットに共通するが、導波管の内径の電気伝導性を上げるために一般的には金または銀メッキを施していたが、内径のメッキ厚みの $\mu\text{m}$ 単位のコントロールは難しくカットオフ部は加工精度が、そのまま反映できるように高価なコインシルバー<sup>122</sup>を使用した。

## ②モード変換器

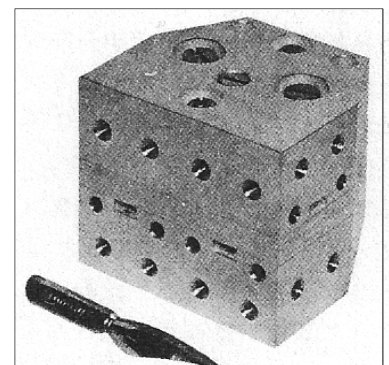
モード変換器とは、導波管の内径形状を方形から円形に変換するユニットである。当初は現場のベテラン技能工の巧みな技で製作していたが、NCフライス盤加工で製作する方法を開発し、量産化に成功する。なお、本加工方法については、特許<sup>123</sup>を取得している。

## ③リング分波器

リング分波器は、入出力部、分岐板、共振器を重ねて作る方形の導波管によって形成される。図 2-9 にリング分波器を示す。積層構造で形成された穴は電氣的に隙間がない物であることが必要で、この接触面の平坦度と表面粗さを $0.1\mu\text{m}$ 以下にするためにダイヤモンドラッピング<sup>124</sup>を導入した。当時、HK社の親会社H社の生産技術研究所の技術導入を図り、量産のための専用自動機械を内製した。なお、入出力部と分岐板の製作方法は、次の(i、ii)のように変更し、大幅なコストダウンに成功した(i 入出力部：フライス盤+ロー付け⇒NCフライス盤  
ii 分岐板：治具ボーラ加工+拡散接着<sup>125</sup>⇒放電加工)。

ここまで加工物の形状と電気特性からの要求を達成するための、当時の製造方法を紹介してきた。端的に言うと、当時、HK社は社内の技術・技能で製作していた段階から、幅広く日本の先端技術(研究所、大学、外部メーカー)を取り込むことになったのである。日本のものづくりの裾野の広さを利用しつつ、自社での通信装置製作に取り組み、さらに、開発のみならず量産化に向けた生産システムの構築にも挑戦し続けていた。

図 2-9 リング分波器



資料：大井国男「ミリ波分波装置の現状」  
『HK社技報』第1巻5号、1973年、  
27頁。

<sup>122</sup> 銀の純度は900のものをコインシルバーといい、銀含有率が90%、残りの10%は別の金属を混ぜた合金のことである。

<sup>123</sup> 特許番号930234「モード変換器の製造方法」深谷他、出願日1973年3月。

<sup>124</sup> 面を磨く加工法の一つがラッピングで、磨く研磨剤にダイヤモンドの微細な砥粒を使用する仕上げの加工方法。

<sup>125</sup> 金属間の接続に加熱と密着圧力をかけ物理的に接続させる加工方法。

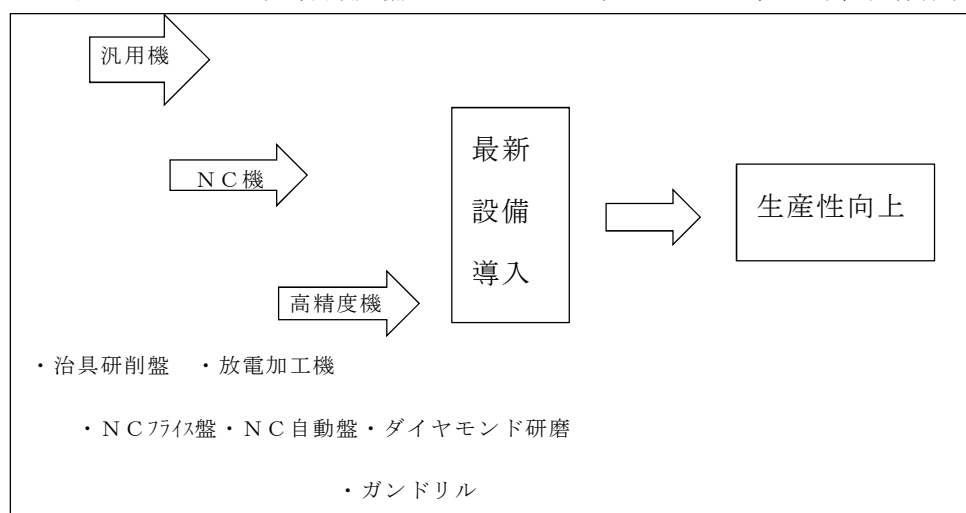
こういった開発を具現化する加工技術の革新の大半が、当時急速に発展を遂げていた NC 機の台頭と、様々な特殊加工法の発展と重なっていたことにも留意したい。少なくとも、当時の日本の製造現場では、広範な最先端の加工技術に挑戦するのがごく一般的な取り組みであり、また現場の技能工の持つ技との組み合わせにより、世界に互すみり波技術を形成したといえる。HK 社のミリ波通信装置の開発とものづくりの取り組みは、それを象徴する事例であったといえよう。

## （２） 精密工作機械の導入

1970 年初頭での機械加工の現場は、丸物を削る汎用の旋盤、平面を削るフライス盤、穴を掘るボール盤、治具づくりに欠かせない治具ボーラなど汎用機主体の設備によって構成されていた。現場作業者の多くは、戦前からの先輩後輩として育てられた職人タイプの技能工で構成されていた。こうした職人氣質の汎用機駆使の下でのものづくりは、大企業、中小企業という規模に関わらず、日本の機械工作現場の一般的な職場環境であった。

こうして、時代を反映した機械加工現場で HK 社の「ミリ波プロジェクト」は始まった。そして加工精度の革新が求められる中で、寸法精度、表面粗さの要求精度は従来よりも一桁以上も高められていったのである。例えば、寸法精度は  $10\mu\text{m} \rightarrow 1\mu\text{m}$  へ、表面粗さは  $1\text{S} \rightarrow 0.1\text{S}$  である。当時、要求された加工精度の向上と、それに応じる為の設備導入と加工方法の取り組みを、図 2-10 に示す。

図 2-10 HK 社最新設備 1970～1973 年における導入（筆者作成）



従来汎用機械中心であった設備が、高精度化、高生産性を実現してきた先端的な加工機に代替されることとなった。こうした HK 社のプロジェクト対応の時期を振り返ってみれ

ば、日本全体の工作機械が NC 化、高機能化に転換していく時期の始まりと重なっている。なお、当時新たに導入された工作機械は、先端機械としての特徴と共に「共通基盤技術」の革新をもたらし、世界レベルでの技術競争能力を持つに至った要因の一つであった。HK 社で導入した主な工作機械は、治具研削盤・放電加工機・ガンドリル・NC フライス盤<sup>126</sup>であった。このうち、NC フライス盤に代表される NC 機が工作機械の主流となり、日本全体の NC 化が急速に進んでいった。NC 化に伴い長年の育成期間を要して身につけていた技能の大半が、短期間で容易に身につけることができるようになった。

日本および米国の工作機械の NC 機の普及の推移を表 2-3 示す。結果としては、NC 化は日本の金型製作や、機械加工分野が韓国、台湾、中国へ生産移行される構図を生み出す要因の一つになったと考えている。同時に、HK 社だけでなく、広く日本の製造現場では、古い職人群の技能者構成から若い技能者を中心とした職場構成へと世代交代が進められてきた。NC 化による製造現場の変化は、生産面での技術転換が、設備面での革新、NC 機の導入が NC 機に対応する技能工の技能向上につながり、エレクトロニクス産業における機械加工という「共通基盤技術」の革新事例と位置づけることができる。

表 2-3 工作機械の NC 化率

	年	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
NC 工作機械 出荷台数	日本	1,451	2,128	21,625	44,049	60,811	41,747	53,706	65,548
	米国	1,901	4,136	8,889	4,953	6,307	14,845	14,489	15,983
NC 化率 (%)	日本	0.6	2.2	12.2	25.4	30.9	41.3	58.5	75.0
	米国	1.0	1.8	3.6	5.3	6.8	12.6	14.5	19.9

資料：三和良一・原朗編『近現代日本経済史要覧補訂版』東大出版会、2010 年、163 頁、から作成。

エレクトロニクス製品は、必ず、構造部品や基幹部品が金属材料やプラスチック材料で構成される。日本では、工作機械の NC 化が、1980 年 12%が 25 年後 2005 年に 75%と時間をかけて設備化されてきており、各エレクトロニクス企業では、時期の前後はあるも

<sup>126</sup> 治具研削盤：ドイツ製で日本に数台しかなかった。焼き入れ鋼の穴内面を研削加工、金型製作の為に高精度加工機。

放電加工機：加工対象金属種類を問わない特殊形状加工機。

ガンドリル：銃の銃身穴の専用加工機 穴径の 10 倍以上の深さの加工。

NC フライス盤：従来のフライス加工に NC 数値制御を付け加工条件、形状データをインプットして加工。

の、同様に機械加工の共通基盤の技術革新が進んでいたものと考えられる。

## 2. 共通基盤技術の機械加工を VTR へ技術転換

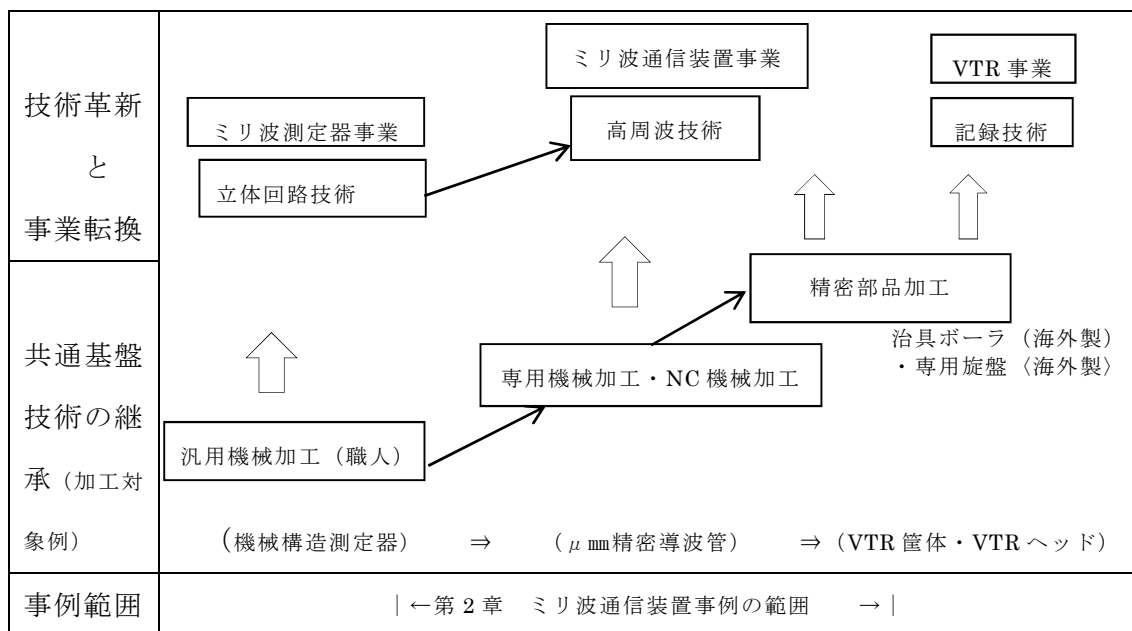
HK 社の、創業時からの製品であるミリ波測定器が、機械的部品で構成されていたことは既に述べたが、電話通信網の事業への参入を計画した時、HK 社は機械加工を基盤技術としたミリ波測定器の技術を、従来の職人的技術から、量産性に優れた最新の設備（ガンドリル・NC 旋盤・NC フライス盤など）の導入へ移行した。当時の現場の技能者は、導入の新鋭機を使いこなすノウハウと技術を持っていたので、「共通基盤技術」として技術革新が一举に進んだ。

結果として、事業参入は断念されたが、HK 社の革新された機械加工の技術は、別の事業に活用されたのである。その中に、放送事業の関連製品である放送用 VTR があった。VTR は、電気と機構を組み合わせる、複雑で高度な技術が必要な製品であった。この製品開発競争と VTR の高精度の必要性については後述するが、VTR に必要な高精度の機構部品の加工に、ミリ波通信装置事業の開発時に貢献した精密部品加工技術が役に立った。現場の精度・生産性の革新で、技術水準は一段と上っていた。更に、VTR 特有の精密な可動機構部品を加工するため、世界最先端の海外製治具ボーラや、専用旋盤が導入された。この機械を操作しノウハウを蓄積することは、それまでに培った「共通基盤技術」を生かしたものであり、新鋭機械の実稼働の立ち上がりを早めた。

このように、ミリ波測定器事業→ミリ波通信装置事業→VTR 事業と転換する中で、「共通基盤技術」は汎用機械加工→NC 機械加工→精密部品加工と技術革新を続けていた。その技術革新は、既存技術で培われた現場の技術者の蓄積技術を基にしたものである。HK 社ミリ波事業における技術革新と共通基盤技術の関係を模式的に図 2-11 に示す。図中で精密部品加工から 2 本の矢印が事業に向かっているのは、機械加工として技術革新した精密部品加工と進展した「共通基盤技術」がミリ波通信装置事業と VTR 事業の 2 つの事業に関係していることを表している。

事例では、VTR 事業を取り上げていないので、ここでは、VTR には精密な機械部品と高精度な機械加工が必要である理由を、次に説明する。

図 2-11 HK 社ミリ波共通基盤技術事例—機械加工—（筆者作成）



VTR の当初の研究開発では、アメリカのアンペックスが先行していた。これを技術提携などで追った日本の JVC、ソニー、日立、東芝、松下が、技術革新を続け、アンペックスをはじめ欧米メーカーに肩を並べた。そして、家庭用 VTR の時代には、欧米の技術を凌駕した。この経緯については、岩本（2012）に詳細に記載してある<sup>127</sup>。VTR の機構構成と高精度が必要な技術的理由は、以下の通りである。

1970 年代後半、それまで、磁気記録の電気性能から要求される寸法精度は、 $50\mu\text{m}$  単位であった。製品の要求寸法精度を生産上確保するには、製造工程で一桁以上の高精度が必要となる。したがって加工精度は  $1\mu\text{m}$  以下を要求される。VTR という製品は、機構部品が多数で構成されて、テープの磁気記録を可能にしている。一つのキー部品だけでなく、機構部品の各々が高精度を要求される。

さらに、組み立てられた部品の相互精度も同様である。VTR は、テープが高速に移動する駆動機構を制御することにより成り立つ技術である。いわゆるメカトロニクス<sup>128</sup>の技術の粋を集約して、商品となる。電氣的な要求精度と、メカトロニクス技術の先端が、融合される必要があった。世界のトップ企業がこの研究開発を競い、各々で開発した技術方式を競った。

構造部品の例を挙げると、まず、記録するための回転ドラム、記録の媒体テープの走行

<sup>127</sup> 岩本敏祐（2012）、73～104 頁。

<sup>128</sup> メカニクスとエレクトロニクスとを合成した言葉。機械工学と電子工学を統合した技術を表す。

系機構部品、それを巻きとる機構部品等がある。次に、当時のカセット VTR の性能であるが、VTR テープに映像を磁気により記録されるための寸法が  $\mu\text{m}$  単位で規定されている。製品がこの寸法精度で規定されると、加工精度の要求は、 $\mu\text{m}$  以下になる<sup>129</sup>。HK 社は放送用 VTR、業務用 VTR の事業に参入の際、ミリ波通信装置開発で培った高いレベルの機械加工を応用して、精密部品加工技術へ継承した。

## 第 5 節 事例についての考察

### 1. 事業転換への影響要因

まずは、HK 社のミリ波通信装置事業の事業転換において、**技術面**の要因は非常にシンプルである。当時、1970 年代初頭、ミリ波通信と光ファイバー通信が比較され、光ファイバー通信の将来性が優れていると結論づけられ、世界、日本で光ファイバー通信網が次世代通信網として採用されることとなった。具体的には、通信量対応、通信網整備の投資コストにおいて優れていると判断された。光ファイバー通信の技術発明は画期的なもので、今日の通信インフラを支える技術転換であったといえよう。

しかし、市場競争の中で、敗れ去った HK 社のミリ波通信方式ではあるが、その技術的系譜は無線、通信、放送などの新たな事業分野の中で生かされるというように、決して低位の技術水準という単純なものではなかったと考えられる。

次に**経営面**からは次のような事業転換の要因をみることができた。当時、HK 社の中でミリ波製品は測定器の分野として開発され、日本の研究所、大学などに納入されていた。さらにアメリカを中心に世界に輸出され、HK 社での基幹事業となっていた。そして 1970 年代に、ミリ波が通信回線に採用されれば、産業の柱となり、インフラ整備の産業分野への参入が可能になることに全社を挙げて期待されていたのである。

しかし、光ファイバー通信方式が次世代通信網として採用されることが国で決定されたことから、ミリ波事業の将来方向を経営的に判断せざるをえないことになった。その時、HK 社ではトップが交代した。経営方針は従来の産業用マーケットから家電用、量産指向というように大きく変化したのである。HK 社のトップに就いた経営者は、親会社 H 社で TV 事業を成功に導いた実績があった。当時の日本での大衆化、家電品の拡大市場におい

---

<sup>129</sup> 木原信夫（1969）、170～171 頁、240 頁。



で、成功に導いた経験を持っていた。このため、ミリ波の可能性としての限定的事業領域であった大学、研究所などのビジネス領域は選択されることはなかったのである。そして、事業、人材のリソースもこの方針に沿って移動をすることになった<sup>130</sup>。

結果として、経営方針は家電指向へと転換された。こうした経営判断による事業転換については、ミリ波の将来性、市場規模を考慮したとき、極めて必然性が高いものであったといえよう。

さらに、**経済面**からはつぎのような事業転換の要因をみることができた。エレクトロニクスの急速拡大期の 1970 年代における事業転換は、一時的な売上減少は新事業で回復しやすい経済環境の時代でもあった。こうした経済環境も経営判断における重要な判断材料であったと考えられる。

日本エレクトロニクス産業の 1970 年代は産業基盤の整備、大衆化時代を背景にした急速拡大期に位置付けられる。HK 社は、通信網の整備に膨大な需要が期待されていたが、その通信網産業事業化に参入する前の撤退ということもあり、市場競争の深刻なインパクトを受ける前に転換したといえる。そして、ミリ波開発に向けていた開発リソースが、企業内の他の事業分野に向けられ生かされていったのである。

## 2. 共通基盤技術が事業転換を支える

本論では、ものづくり企業では、「共通基盤技術」の革新が事業転換を支えるという視点のもとに、事例分析を進めている。こうした事例は日本エレクトロニクス産業を構成する各企業で、同じように出現していたと考えている。HK 社のミリ波通信装置の「製品創造技術」や「共通基盤技術」は表 2-4 のように異なった分野の事業に継承されている。

表 2-4 ミリ波通信装置事例における共通基盤技術の継承（筆者作成）

	製品創造技術	共通基盤技術	継承前	継承後
設計	高周波		ミリ波通信装置	業務用無線機
生産		機械加工	ミリ波通信装置部品加工	VTR 機構部品加工

<sup>130</sup> 設計者は主に HK 社内無線通信部門に移動、生産技術者は HK 社内他分野製品を担当、製造部門は共通部門として HK 社内の他分野製品を扱うなどの移動である、前 56 頁に詳細を記載した。

事例で取り上げた加工技術の革新は、製品の市場競争によって「共通基盤技術」も共に革新し、企業や産業としての製品展開に繋がっている。製造の共通技術は、衰退製品と共に消えるのではなく、次の製品の成長を支えている。本論では、ミリ波通信装置の部品加工が VTR 機構部品加工に継承される例を示した。技術革新により、企業内では事業転換が行われるが、それまでの製造の基盤は、次の事業の共通基盤として、引き継がれていく。旧事業から新事業への革新によって、製品や技術は転換されて行くが、企業内では、開発プロセスでの経験や製造の技術は、それらを支える共通技術として継承されている。ミリ波通信装置事業の推移は、機械加工・加工技術、組み立て技術のスキル、応用力、生産力が進化して、継承されて行く具体的事例として位置付けることができよう。

### 3. 光通信技術への技術革新の予見について

ミリ波通信技術は、光通信技術に敗れ、HK 社は事業撤退に至ったが、今振り返ると、ミリ波通信技術の開発に関わっていた関係者は、市場の動向からなぜ将来を予見できなかったかと疑問が生じる。

HK 社のミリ波通信装置プロジェクトとしては、当初の目標仕様・性能を実現していた。一方、アメリカのコーニング社、住友電工や藤倉電線等の電線メーカー各社では、光ファイバーの製造に革新的開発が進んでいた。また、光レーザー発光の半導体発明もあり、光通信装置は急速に技術革新が進んでいた<sup>131</sup>。光通信装置の技術革新には、画期的な発明が幾つもあり、ミリ波通信装置を抜き去ったのである<sup>132</sup>。

開発の当事者は、開発競争の渦中にある時、他の競争技術との優劣の判断が往々にして難しい。特に、通信インフラ市場における大きな技術革新は、実証試験などの結果を得て、評価が下されるため、発明から、実現までの評価に時間がかかる。長期にわたる開発期間の渦中では、その予見が更に困難であっただろうことも筆者には実感される<sup>133</sup>。

---

<sup>131</sup> 末松安晴・伊賀健一（2013）、4・9 頁。

<sup>132</sup> 中原恒雄（2003）、1・2 頁。

<sup>133</sup> 「競争技術の評価を適切にできないか」という研究課題は存在する。先行研究の柴田友厚（2011）や山口裕之（2010）がある。

## 第6節 まとめ

1970年代初頭は、日本のエレクトロニクス企業は豊富な需要構造に支えられ活発な事業拡大を図っていた時期であった。事業拡大にはトランジスタ化、IC化など数々の技術革新が生まれた時代であった。このような時代には、事業拡大には、生産能力の革新が必要不可欠という気運の中で、精力的に製造技術の革新が進められた。その製造技術の革新の一端として、ミリ波通信装置のHK社の事業転換事例を本章では取り上げた。

技術方式の選定について、どのような経過を辿ったのかを、HK社の内部と外部から分析した。内部は社史とインタビューを基に整理し、外部は主に通信白書や通信技術誌を基に整理した。この経過の整理により、技術開発が世界で競争されており、世界での評価として、光方式通信網が選定されたことを整理し、本章では、事業転換は技術転換を主体の要因にしつつも他の影響要因も存在するのではないかという視点と、事業転換に「共通基盤技術」が貢献するという視点で事例を整理した。

一つ目の視点の事業転換への影響要因については、次のように見えた。少量多品種生産のミリ波測定器事業から大量生産を必要とする通信網インフラに使われるミリ波通信装置では、新しい加工方法の開発が必要であった。HK社では、ミリ波通信事業への転換が挫折した後、ミリ波事業を終焉させ、この事業に携わる技術者と関係者は他部門へ移動した。

この時期、HK社が強みとして持っていたミリ波技術は、技術的側面であるが、高度成長期の通信量の増大に迫られた経済・市場からの必要性の側面がある。また、HK社の経営面では、企業の規模拡大のため、測定器の市場から大きな売上が期待できる通信網インフラ市場を狙ったものであった。事業の参入や撤退の際に経営者の交代が、事業転換への契機となった要因も見られた。

二つ目の視点は「共通基盤技術」の事業への貢献である。HK社は、新しいミリ波通信装置開発のために、親会社H社グループやHK社外からの先端加工技術を調査して、社内の製造技術に取り入れて、自社の現場の機械加工技術力を高めて行った。取り入れられた新しい機械加工技術は「共通基盤技術」として、現場のノウハウも加わり、洗練されたものに育っていった。ミリ波通信装置の実用化試験対応として、「共通基盤技術」の機械加工は製品開発をサポートして、開発プロジェクト成功の一翼を担ったものである。ミリ波通信装置の開発への対応として、既設の機械加工の技術レベルに留まることなく、従来の技術に外部からの専用機やNC機の導入が積極的に進められていた。

その結果、HK 社の機械加工技術は、ミリ波通信装置事業の新製品の開発に寄与していた。更に、HK 社がミリ波通信装置事業を撤退した後に、HK 社の機械加工技術は、異なった製品分野である映像部門の VTR の精密部品加工に貴重な技術となり活用されたのを見てきた。本章での HK 社での機械加工の進展と展開は、「共通基盤技術」が事業展開への貢献と、複数の事業へ「共通基盤技術」が継承されている事例である。

以上、本章では、HK 社のミリ波通信装置事業の事例を整理・検証した。先行研究である新宅（1994）の TV の研究や、岩本（2012）の VTR の研究では、TV や VTR の同一製品での事業転換と技術転換について製品ライフサイクルを主体に研究されている。この先行研究の中で、製品開発の技術革新と共に製造の技術革新も記述されている。本章での、ミリ波通信装置に貢献した「共通基盤技術」が、自ら革新しながら、異なった映像事業分野の VTR に貢献している点の整理は、製造の技術革新実例として重ねると共に、複数分野への貢献も一例として加えることができるのではないかと考える。

### 第3章 家電ビデオカメラ事業転換時の共通基盤技術の貢献事例（1980年代） —コア技術の盛衰による家電事業への参入と撤退—

#### 第1節 はじめに

高度成長時代に入ると、消費者の核家族化で、家電製品の需要は爆発的に拡大した。白黒TVからカラーTV、そしてVTRと主力家電製品需要増の流れ<sup>134</sup>の中で次の主力製品と目されていたのが、家電ビデオカメラであった。本章では、事例研究対象に家電ビデオカメラを取り上げる。家電ビデオカメラは1980年代に成長した家電製品<sup>135</sup>で、エレクトロニクス製品として小型化・軽量化の変換点になった製品と言われている。

家電ビデオカメラの技術革新と事業転換について、前章と同様に、HK社の事例に基づき事例研究を進める。HK社は、1977年に、放送用カメラで長年の研究により技術的蓄積のあった真空管方式の撮像管をコア技術にし、経営資源を集中し、この家電事業に参入した。撮像管技術が差別化技術となりトップシェアを占めた。しかし、半導体素子CCD<sup>136</sup>の急速な開発が進み、真空管方式にとって代った。更に市場では、HK社で製造できなかったVTR一体型ビデオカメラが主流となり、HK社は、家電ビデオカメラ事業から撤退した。HK社の業績を支えていた主力製品分野からの撤退と、他のニッチ産業部門への転換が、経営トップの交代を契機に実施された。HK社では、家電ビデオカメラの映像技術が、監視カメラに受け継がれた。家電量産技術は、業務用無線機や電子計測器オシロスコープへと継承された。

この事例研究を通して「事業転換時における製品開発の技術革新と共に製造の技術革新が進み、製造技術に含まれる共通基盤技術が事業の発展にどのように関係しているのか」を明らかにしたい。事例では、次の2点に焦点を当てる。

まず、HK社の家電ビデオカメラ市場への参入と撤退の推移を見る中で、市場の変化や経営面が、事業転換にどのように影響を与えるのかに注目したい。

---

<sup>134</sup> 1985年国内VTR総生産3億台、1兆9千億円、民生用電子機器の約50%に達した。

<sup>135</sup> 当時の家電主力製品は、企業において売上金額の比率が高く、企業の浮沈にかかわる製品群であった。カラーTV・VTR共に当時の価格が単価10～20万円で、本論に取り上げる家電ビデオカメラも単価20万円レベルである。市場でのシェア獲得と高度な技術による付加価値の上からも、次の時代の主力製品と目されていた。

<sup>136</sup> CCD (Charge Coupled Device) : 静電電荷蓄積固体撮像素子、光信号を電子信号に変換する半導体素子。

次に、事業の拡大や、転換をする際に、「共通基盤技術」が、事業へどのように貢献するのかについて見てみる。この章では、特に、プリント基板実装の革新に重点を置く。エレクトロニクス製品では、プリント基板実装は必須の製造工程である。HK 社では、家電ビデオカメラの開発に伴い、この製造技術に革新があった。さらに、家電製品の量産により、革新した製造技術を、多種少量生産の製品分野である産業用電子計測器や、業務用無線機に継承して、画期的なコスト競争力を生んだ。この「共通基盤技術」の成長と継承について整理する。

本章では、第 2 節で、家電ビデオカメラ市場の形成を述べ、第 3 節で、HK 社の家電ビデオカメラへの取り組みについて、年を追って見てみる。第 4 節で、「共通基盤技術」のプリント基板実装について、振り返り整理する。第 5 節で、HK 社の家電ビデオカメラ事業転換への影響要因と、「共通基盤技術」との関係について考察を試みる。

## 第 2 節 家電ビデオカメラ市場動向

### 1. 家電市場の拡大と経済状況

1980 年代は、冷蔵庫、洗濯機、TV の普及時期が過ぎ、時代は、娯楽志向へと向かっていた。背景には、戦後復興後の生活の質の向上や核家族化などがあり、その延長線上に家族の記録を残そうという映像記録に対する需要があった。人々の消費行動も変化し、家電製品も量から質的充足へ、多様化、文化志向、省エネ志向へと変化した。また、国内家電製品の需要の大幅減に伴い、各社はコストダウン対策を実施した。JIT<sup>137</sup>、VA<sup>138</sup>、自動化、部品点数削減、高集積化（IC 化）などが盛んに推進された。また、後半には海外工場展開に拍車がかかった。一方、経営面では戦略経営の時代となり、各社共に、選択と集中といった経営手法が盛んに論じられるようになった。

なお、主力家電品の電気冷蔵庫、電気洗濯機などの普及の推移を表 3-1 に示す。表 3-1 の家電製品の普及率の推移をみると、生産の主体となった製品の変遷がわかる。電気冷蔵庫、電気洗濯機、白黒 TV の後に、カラーTV、ルームエアコン、その後に VTR とビデオカメラが続いている。また、カラーTV は、1970 年の普及率 26.3%が 1975 年には 90.3%

<sup>137</sup> ジャストインタイムと称されトヨタ生産方式に代表される生産改善活動。

<sup>138</sup> VA ( Value Analysis) : 価値創造、原価低減手法。1980 年代では、VA は VE と呼称されるのが一般的となる。

と 5 年で一挙に拡大している。電気冷蔵庫が 1960 年の 10.1%から 1970 年 89.1%という拡大であったのに対し、2 倍の速さで普及拡大していることがわかる。ビデオカメラの普及は、VTR の普及の後を追うように、1985 年 8.4%、1990 年 15.6%、1995 年 31.3%と 5 年毎に倍増している。

表 3-1 家電製品の普及率 (%) 推移

品目\年	1970	1975	1980	1985	1990	1995
電気洗濯機	91.4	97.6	98.8	98.1	99.5	99.0
電気冷蔵庫	89.1	96.7	99.1	98.4	98.2	97.8
カラーTV	26.3	90.3	98.2	99.1	99.4	98.9
ルームエアコン	5.9	17.2	39.2	52.3	63.7	77.2
VTR	—	—	2.4	27.8	66.8	73.7
ビデオカメラ	—	7.9	8.6	8.4	15.6	31.3

注) ビデオカメラは撮影機・映写機セットの VTR 一体型含む。

資料：家電ハンドブック編集専門委員会『2010 年家電産業ハンドブック』家電製品協会、2010 年、192 頁、より作成。

本章の研究対象時期は、1970 年代末から 1980 年代前半であり、ビデオカメラが爆発的に普及する直前の時期である。その意味では、家電の巨大市場のシェアを獲得する為の前哨戦ともいえる時期を研究対象時期としている。

一方、1970 年、日本の輸出は急増し、日本経済に対する先進各国からの市場開放要求が高まり、貿易自由化が政治的課題となっていく。そして、世界経済におけるアメリカの相対的地位低下に伴い、日米の貿易摩擦問題が表面化する。繊維に続き、カラーTV のダンピング提訴を受け、1976 年にカラーTV 輸入制限の協定が締結された。また、1971 年には、アメリカドル防衛策（ニクソンショック）が打ち出され、エレクトロニクス業界は 360 円／ドルの固定相場から円切り下げに対処すべく、生産合理化、生産多様化、国際分業に取り組む契機となった。そして、1973 年変動相場に移行し、実勢に従い円高が進行していった。1973 年には、田中角栄の「日本列島改造論」に代表される高度成長経済路線がとられたが、中東戦争による石油危機が起こり、その後、わが国は高度成長経済から安定成長へと移行した。

表 3-2 に主力家電製品の輸出推移を示す。家電製品の国内需要の頭打ちに代わり、輸出拡大が急速に進んだ。

その主力がカラーTV、VTR、家電ビデオカメラと順次変っていったことがわかる。本章

で研究対象に取り上げる家電ビデオカメラ事例は、急速に輸出拡大する前の国内市場創設の時期に当たる。

表 3-2 主力家電製品の輸出推移

(単位：億円)

製品\年度	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
ラジオ	661	1511	1250	674	563	177	98	80	74
テープレコーダー	287	2314	4105	6345	6164	2882	1122	387	110
カラーTV	—	579	1678	2849	6077	4507	1433	526	1490
VTR	—	—	—	4436	15841	8884	2481	1058	380
ビデオカメラ	—	—	—	—	2865	6006	3822	7794	12355
家電輸出合計	1511	5870	10165	24609	45482	32120	19263	23346	24938

資料：1960～1970年は西村吉雄・伏木薫『電子工業50年史—資料編』日本電子機械工業会、1998年、54・57頁から筆者作成、テープレコーダーはカーステレオを含む、1975年以降は家電ハンドブック編集委員会『2010家電産業ハンドブック』2010年、161頁、より作成、TVはブラウン管型、薄型、PDP、液晶型を合算している。

## 2. 映像技術革新による家電ビデオカメラ市場の形成

戦後、カメラが徐々に広まっていったが、動画の記録としての8ミリカメラや映写機が生まれ、家庭に普及していった。1980年代、TV放送用に開発され発展したVTRを、家庭でも使用したいという需要に応える形で、VTRの家電化に続き、ビデオカメラの家電化開発が進んだ。また、映像技術の革新としては、真空管からトランジスタへの変化があげられる。そして、IC化、撮像素子としての真空管方式から固体素子としてのCCD、MOS<sup>139</sup>への革新があった。録画方式は、スティールフィルムからVTRテープ、そしてポータブルVTR、次にDVD<sup>140</sup>、ブルーレイ<sup>141</sup>と革新が続いた。

家電ビデオカメラはVTR一体型、パスポートサイズへ小型化され、家電の主力製品となった。本章では、技術革新により家電ビデオカメラが、爆発的商品になる前段の時期に焦点を絞り、技術転換・事業転換について述べる。

### (1) 家電ビデオカメラの歩み

家電ビデオカメラの市場推移を表3-3に示す。家電ビデオカメラは、放送用の発展としての技術面と消費者ニーズを反映した市場面という2方向から生まれた。次に、1980年代のビデオカメラの生産台数の推移を表3-4に示す。1982年以降、家電ビデオカメラ市場

<sup>139</sup> MOS (Metal Oxide Semiconductor)：金属酸化物半導体、低消費電流に特徴がある方式の撮像素子。

<sup>140</sup> DVD (Digital Versatile Disc)：映像をデジタル記録するメディア及びその方式。

<sup>141</sup> ブルーレイ (Blue-ray)：青紫レーザーを使いDVDの5倍の記憶容量を持つ映像デバイス。



が爆発的に拡大したことがわかる。これは、撮像管から半導体の CCD に移行して、家電ビデオカメラが小型化し、一般家庭に普及していった時期と重なっている。本章では、この撮像管から CCD への転換点を詳細に述べる。

表 3-3 家電ビデオカメラ推移（筆者作成）

年代	推 移	概 要
1960	ビデオカメラ前史	写真、フィルム記録、8 ミリカメラ記録時代
1970	放送用途拡大	放送用カメラ小型化、VTR 開発
1975	誕生期	VTR 規格競争、業務用カメラから家庭用へ
1980	需要開始	家電用撮像管開発競争、VTR 一体型開発
1985	開発競争	ビデオカメラ小型化
1990	普及期	ビデオカメラ家電主力製品

表 3-4 家電ビデオカメラ生産推移

年度	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
台数 (万台)	25	50	89	120	157	257	326	461	668	694	880
金額 (億円)	ー	ー	878	1150	1549	3544	4172	4830	6450	6145	7363

資料：西村吉雄・伏木薫編『電子工業 50 年史資料編』日本電子機械工業会、1998 年、16 頁、但し 1981 年以前は田中正俊「業務用カメラ」『カラービデオカメラ トリケップス技術資料集』第 29 号、1980 年 1 月、145 頁、を参考に筆者推定。

## （２）家電ビデオカメラ技術転換推移

図 3-1 は、1980 年からの家電ビデオカメラの技術面の推移を、テレビジョン学会の論文の内容を参考にして図式化したものである。また、撮像管から CCD への転換もイメージ表示している。表 3-4 の生産規模動向と、この図から技術転換の変化が読み取れる。

撮像管方式の家電ビデオカメラ市場が形成されたのは、1980 年である。同時に開始された半導体固体撮像素子 CCD の研究開発が急速に追いつき、1988 年には CCD が撮像管にとって変わることになった。

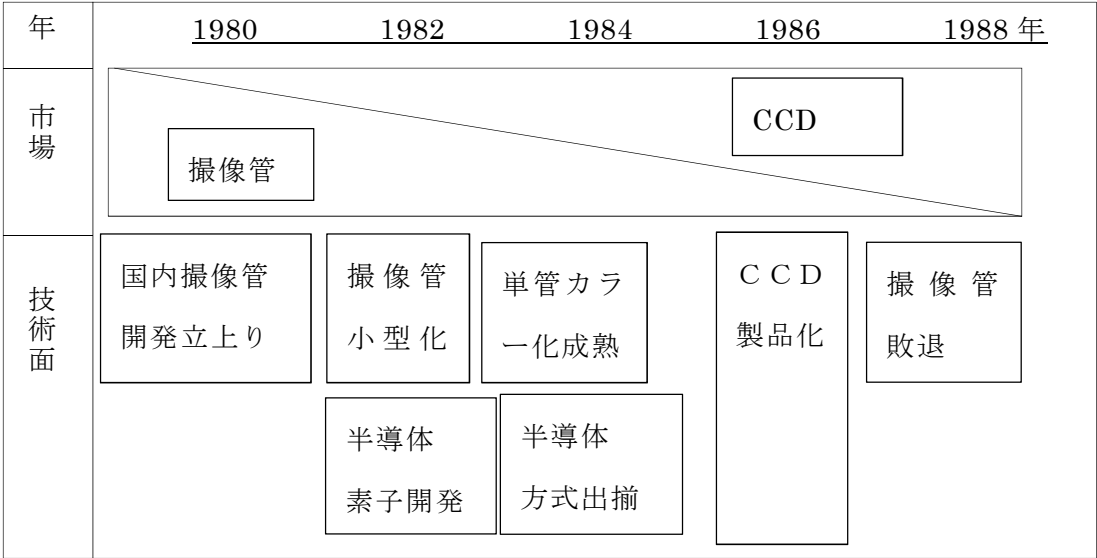
次に、家電ビデオカメラの技術転換に関する技術論文の内容を簡単に紹介する。1980 年の論文<sup>142</sup>は、ローコストで量産できる単管式<sup>143</sup>が開発され、家庭用ビデオカメラ本格化

<sup>142</sup> 青池仁士（1980）、429-432 頁。

<sup>143</sup> 単管式：従来カラーカメラ実現には 3 原色を作るため 3 本の撮像管必要であったが、1 本で実現する方式。

の口火になったと述べている。1982 年の NHK 技術者の和久井の論文<sup>144</sup>では、「家電メーカーばかりでなく光学カメラメーカーも参入して、次々と新製品を発表した」と述べている。1983 年の論文<sup>145</sup>では、MOS、CCD 半導体方式の撮像デバイスが台頭している。1984 年の論文<sup>146</sup>では、撮像デバイスとして真空管方式が最盛期であり半導体方式が激しく性能の追い上げをしている。1986 年の論文<sup>147</sup>では、真空管方式の撮像デバイスが半導体方式の CCD に転換されて、撮像管 25 年の歴史が終焉したと述べている。まさに技術転換期の技術競争の典型的な状況である。

図 3-1 家電ビデオカメラの技術転換（筆者作成）



注)『テレビジョン学会誌』1980～1988 年の論文動向を参考にして筆者が定性的に表現した。

1985 年の日本国内の民生用 VTR の総生産は、3 億 581 万台、2 兆 2 千億円<sup>148</sup>であった。この金額は民生用電子機器生産額の 50% 近くを占めていた。輸出に目を向けると、同年の VTR 輸出額は 1 兆 5 千 800 億円、家電ビデオカメラの輸出額は 2 千 800 億円であった。1987 年頃になると、VHS、 $\beta$  マックスの両規格に加えて 8 ミリビデオの規格が決まり、さらに民生用 VTR の新方式が加わり、カメラ一体型 VTR の小型化・軽量化が進んだ。また、据え置き型に対し、屋外で使用するハンディタイプの比率が上っている。この時代、

<sup>144</sup> 和久井孝太郎（1982）、41・46 頁。

<sup>145</sup> 佐藤和弘（1983）、102・111 頁。

<sup>146</sup> 竹村裕夫（1984）、622・624 頁。

<sup>147</sup> 竹村裕夫（1986）、622・625 頁。

<sup>148</sup> 西村吉雄・伏木薫（1998 資料編）、16 頁、54・57 頁。

大衆化、核家族化を反映したファミリーの記録機械としての家電ビデオカメラの位置付けが定着したといえよう。

次の表 3-5 は、家電ビデオカメラ開発競争開始と日本の主なメーカーが、市場に製品を発表した一覧表である。

表 3-5 撮像管方式全盛期（1983 年）各社家電ビデオカメラの状況

型名	VC-20	VKC-830	CV	VZ-C10	VX-303	VCC-520	XC-85SA	IK-C400	GZ-S5	HVC-10
メーカ	キャノン	日立	小西六	松下	オリンパス	サンヨー	シャープ	東芝	ビクタ	ソニー
撮像(方式名)	サチコン	サチコン	ニュービコン	ニュービコン	ニュービコン	サチコン	ニュービコン	サチコン	ニュービコン	トリニコン
(サイズ/解像度)	2/3インチ	1/2インチ	1/2インチ	1/2インチ/H	2/3インチH	1/2インチ	1/2インチ	1/2インチ	1/2インチ	2/3インチ
撮像レンズ	8倍電動AF	8倍	3倍	6倍AF付	8倍AF付	6倍	6倍AF付	4倍	6倍AF付	6倍
ファインダ	電子式	電子式	光学式	電子式	電子式	電子式	電子式	光学式	電子式	電子式
重量(kg)	2.5	1.6	0.72	1.1	2.5	2.2	1.6	0.89	1.4	1.87
発売時期	1983/9	1982/10	1982/10	1984/3	1983/3	1983/2	1984/3	1983/4	1983/7	1983/3
価格(千円)	250	179	129	179.8	248	198	225	145	230	190

注) 撮像管(方式名)の各社技術方式・特徴説明は省略する。撮像管(サイズ/解像度)で示すHは高解像度機能付を示す。撮像レンズのAF付はオートフォーカス付(自動焦点機能)の略を示す。

資料: 竹村裕夫「ビデオカメラ」『テレビジョン学会誌』第38巻7号、1984年7月、622-623頁、を参考に筆者作成。

家電ビデオカメラは、当時の映像技術学会誌が注目していた製品であり、毎年その動向を特集していた。こうした相次ぐ製品の発表を見ると、エレクトロニクス各社が熾烈な競争を繰り広げていた様子がよくわかる。

### 第3節 HK社における家電ビデオカメラの取り組み

#### 1. 事例企業 HK社の経営状況

HK社が家電市場に参入した1980年から撤退した1985年前後の年度におけるHK社全体の業績と、家電ビデオカメラを含む映像事業部門の推移を表3-6に示す。表に記載はないが、HK社は1975年の全社の売上高173億円が、1990年には559億円と拡大している。2000年に合併があり、現在(2015年3月期)では1,836億円となっている。

1970年代後半から映像事業が急速に拡大し、家電ビデオカメラを含む映像事業セグメントの売上高は、1975年には84億円であったものが、表に記載された1978年には284億円になり、1981年には416億円と、全売上高の2/3を占めるまでに至った。ところが、その年を頂点として1985年には売上高237億円と急落しており、家電ビデオカメラ事業の盛衰と合致している。そして1990年には、他事業への転換の成果により、全社売上高

と経常利益は復活している。

表 3-6 HK 社の家電ビデオカメラ市場参入・撤退前後の業績推移  
(単位：億円・人)

年度	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
全社売上	284	378	487	601	483	463	530	496	456
映像事業売上	152	218	289	416	308	270	264	237	209
経常利益	20	32	37	38	11	10	9	9	8
資本金	14	14	14	19	22	22	22	22	22
従業員 (人)	1,566	1,630	1,682	1,765	1,576	1,496	1,472	1,400	1,459

資料：HK 社は 2000 年に合併し業容が変化している。この表は合併前の HK 社社史編集委員会編『HK 社のあゆみ』1999 年、332-335 頁、を参考に筆者が作成した。

## 2. HK 社における撮像管から CCD への歩み

1970 年代半ばは家電の大量需要マーケットを目指して、エレクトロニクス関連の全てのメーカーがしのぎを削った。過酷な競争市場では、短期間での開発力が問われた。ここでは家電製品の技術開発競争の内容を、HK 社の社史から確かめてみようと思う。

### (1) コア技術撮像管をもとに家電ビデオカメラ市場に参入 (1972～1978 年)

#### —家電ビデオカメラ揺籃期—

家電ビデオカメラの開発は、H 社グループ各社が個別に開発を進めていたが、1970 年に、ソニーが「トリニトロンカラーカメラ」を発表、その衝撃は大きかった。これを機に H 社グループは、工業用、教育用、家庭用にと幅広い需要が見込めるカラーカメラを、協力して開発する方針をとり、プロジェクトを発足させた。1972 年試作機を完成させ、1975 年業務用単管カラーカメラを開発し、米国 WESCON ショー<sup>149</sup>に発表する。それは、画期的小型カメラ<sup>150</sup>と評価され、輸出が拡大した。

1977 年になると、家庭用ビデオが普及の兆しを見せ、H 社グループ全体で、全社プロジェクトによる VHS 方式 VTR の開発がスタートした。HK 社は、H 社が担当する VTR と併売する小型カラーカメラとして三電極式（以下、ビジコンという<sup>151</sup>）単管カメラを提案し、製品化することにした。発売中の業務用単管カラーカメラは、ビジコン方式の特色

<sup>149</sup> 米国で毎年開催される家電・電気製品の大きな展示会。

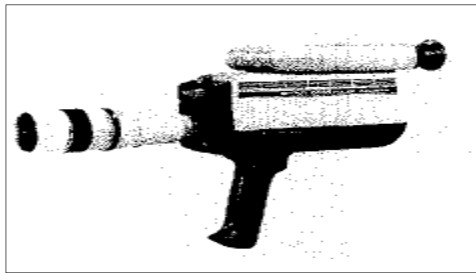
<sup>150</sup> 従来のカメラは映像信号を赤・青・緑の 3 原色に分けて 3 本の撮像管でカラー映像を作りだした。この時の業務用カラーカメラは、これを 1 本の撮像管で実現した。まさに小型化の革新技術であった。

<sup>151</sup> ビジコン (vidicon)：光信号を電気信号に変換する 3 電極真空管方式撮像デバイス、小型、安価の為、初期の映像カメラの主流撮像素子。放送、工業、暗視など特殊用途など多用途に使用されている。

として色再現性と安定性に優れており、このカメラをベースに家庭用対象の製品を開発した。HK 社は、開発したビジコンを差別化の武器として、家電市場へ参入した。1977 年 8 月に専任チームを編成、9 月には H 社に VTR インターフェース設計のため 9 名を 3 ケ月派遣、家電製品にふさわしいデザイン、ローコスト設計に努めた。

当時、映像家電製品の主力は VTR で、家電ビデオカメラは VTR との組み合わせで販売されるため、このインターフェース設計は必須事項であった。1978 年 3 月、着手から 7 ケ月の短期間で、HK 社初の家電カラービデオカメラが、OEM<sup>152</sup>製品として、H 社へ出荷された。また、国内のフィルムカメラメーカーや欧米の家電大手メーカーなど、国内外の量販ルートの OEM を拡大し、1978～79 年の 2 年間で 5 万台の出荷となった。ビジコン技術に TV 生産で培った電子部品、プラスチックモールドなど量産ローコスト技術を親会社 H 社から導入活用して、1978 年、家電ビデオカメラ 1 号機が生まれた。

図 3-2 家電ビデオカメラ 1 号機



資料：HK 社社史編集委員会編『HK 社のあゆみ』1999 年、124 頁。

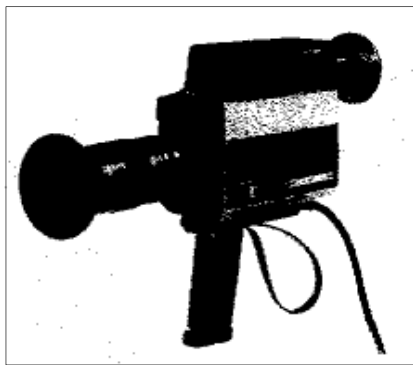
## （２）家電ビデオカメラ増産に経営資源を集中（1979～1981 年）

1979 年は、家電ビデオカメラの普及に伴い、日本エレクトロニクス各社で新製品開発が活発になった時期である。HK 社は小型軽量低価格品に的を絞りを、積極的に新製品開発を進めた。特徴としてきたビジコンは、直径 1 インチ撮像管であり、カメラをさらに小型化するためには撮像管の小型化が必要であった。しかし、管の小型化によって撮像面積が縮小されるに伴い感度は低下する。これを避けるために 2/3 インチ管を新規に開発し、小型カメラ（B カメラ）を製品化した。OEM 先は更に拡大し、この受注に対応するため、撮像管を月産 1 万 5000 本に増やす増産設備投資を行った。この B カメラは、1979 年から 2 年間で 11 万台の出荷となった。一方、他社はビジコン方式に対抗して、高感度を特徴と

<sup>152</sup> OEM (Original Equipment Manufacturer)：販売相手先のブランド名として製品を供給する販売方式。

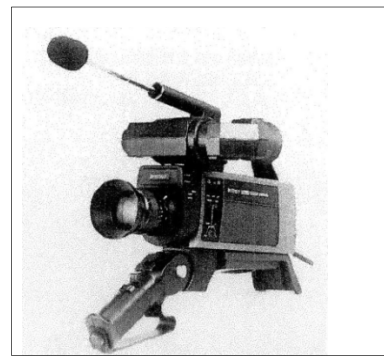
する周波数分離方式<sup>153</sup>カメラを発売し、競争は激化した。このため HK 社も周波数分離方式のカメラを併売することにし、世界初のオートフォーカス付ビデオカメラ（C カメラ）を各 OEM 先に供給した。この C カメラは累計 16 万台出荷した。この間、ビデオカメラ生産工場に、部品自動挿入機・インライン自動半田付け装置・エージング槽・自動梱包機・検査ラインなど増設投資をした。C カメラ用撮像管サチコンは、他社から購入した。画質の改善を図り、また、世界初のオートフォーカス付の為、供給が要求に応じきれないほどであった。

図 3-3 小型化カメラ（B カメラ）



資料：HK 社社史編集委員会編『HK 社のあゆみ』1999 年、127 頁。

図 3-4 オートフォーカス付カメラ（C カメラ）



資料：HK 社社史編集委員会編『HK 社のあゆみ』1999 年、128 頁。

1981 年には、D カメラを開発した。ビジコンの画質改善・低コスト化により、競争力が増し、OEM 供給も増加して、出荷 21 万台のトップシェアになった。機種シリーズの中で最多生産台数である。

### （3）家電ビデオカメラの受注急減（1982～84 年）

家電ビデオカメラの需要増大に対応して、OEM 先の国内家電メーカー各社で、自社生産の動きが強まった。子会社である HK 社から OEM 供給を受けていた親会社 H 社も、1980 年に、固体撮像素子 MOS 使用したカラーカメラを、自ら生産発売するようになった。

HK 社生産の 50%を占める供給先の変化に、コア技術の撮像管を武器として、旺盛な需要に答えていた状況が一変した。加えて、他の OEM 先各社からの販売契約台数も、急激に減少した。家電ビデオカメラの受注高は、1981 年上期の 18 億円/月をピークに下期 13 億円/月、1982 年上期は 6 億円/月と急減した。

<sup>153</sup> 周波数分離方式：カラー映像を処理する方式の一つでサチコン管を使用、ビジコン管の対抗方式。

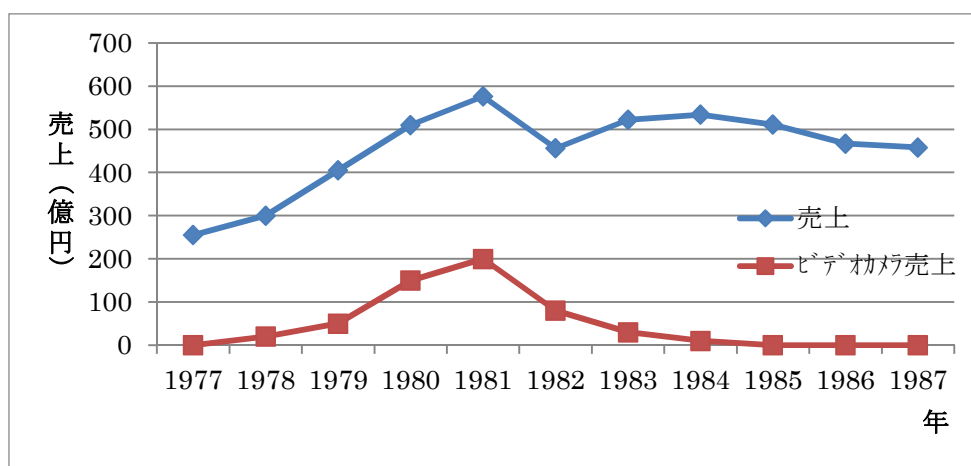
HK 社は、急速な受注減を受けて、1982 年に、サチコン<sup>154</sup>を使用、使い勝手を改良した E カメラを開発した。次に、消費者の使い勝手を模索して、種々の形のカメラを開発した。1983 年には、肩掛け型の F カメラ、1984 年には横形の G カメラと、市場に次々に発表するも、受注は回復しなかった。市場は CCD 化と VTR 一体構造・手の平サイズの家電ビデオカメラ主体の流れとなり、それが変わることはなかった。

撮像管の生産担当工場は、生産設備を増強した直後であり、家電ビデオカメラの生産担当工場も操業度が低下し、極めて深刻な事態に陥った。苦境を打開するための、使い勝手、性能など改良した自社ブランド新製品の開発、市場投入であり、海外現地法人を通じて販路拡大を図るも期待する成果には至らなかった。

#### （４）家電ビデオカメラから撤退（1984～1987 年）

1985 年になると、VTR 各メーカーが VTR とカメラの一体型を次々と発表した。VTR を生産しないビデオカメラ専門メーカーの HK 社は事業からの撤退を余儀なくされる。図 3-5 に HK 社売上・家電ビデオカメラ売上の推移を示す。HK 社の家電ビデオカメラは、1981 年の生産台数 24 万台/年、売上 200 億円/年が、1984 年には生産台数 5 万台/年、売上 10 億円/年と 1/20 に減少した。当時、技術面では CCD（半導体固体撮像素子）の技術開発が目覚ましく、需要は、VTR 一体型が主流となっていった。

図 3-5 HK 社売上推移



資料：HK 社社史編集委員会編『HK 社のあゆみ』1999 年、334 頁、を参考に筆者作成。

<sup>154</sup> サチコン (saticon)：光導電形撮像管、解像度性能が高い。

## （５）家電事業撤退後のHK社の事業転換（1988年～）

### ① HK社におけるCCDカメラへの取り組み

HK社の家電ビデオカメラ技術は、放送・業務・工業・監視用の分野への活用、転換を目指した。1990年代当時、工業、監視に関する市場に参入する企業は少なかった。また、家電で培った量産技術によるコスト競争力を、製品に活かすことができた。また、CCDはソニーや松下電器産業の部品部門からの供給体制が整い、調達面の不安が解消できた。さらに、放送用の高級品から、会議用などの業務用の中級品、監視用の普及品、そしてFAセンサー用廉価品と、家電用途以外のカメラのラインナップを揃えた。培った映像技術で技術優位の差別化により、各々の市場の開拓に向かった。

その結果、特に監視市場は拡大の一途をたどり、市場拡大の伸びと共に、HK社は日本および世界で大きなシェアを獲得するに至った。

### ② H社グループにおける撮像管からCCDへの転換<sup>155</sup>

H社グループの中では、撮像管ビデオカメラはHK社、半導体MOS/CCDカメラは、親会社であるH社と、製品開発の分担が決まっていた。H社グループ全体では、技術転換移行期に並行開発をして、リスク回避の選択をしたといえる。H社グループでは、当時家電に関しての基礎開発・研究開発を研究所が担い、家電全体の事業部門が戦略を立案していた。また、H社が半導体のMOS、CCDの研究開発を担当するというように、役割分担がなされていた。当時、ライバル会社との激しい競争の渦中にあり、HK社単独では、撮像管ビデオカメラから半導体MOS/CCDビデオカメラへの技術転換による事業転換の時期を見極めるのが難しかったのである。

H社の半導体のMOS固体撮像素子の一環量産ラインが1983年に完成し、S-VHS<sup>156</sup>方式や8ミリビデオの規格も定められ、カメラ一体型ビデオの需要が急増していった。H社はこの需要に応えて、1986年月産4万台、1987年月産9万台、1988年には月産10万台の体制を整えていった。その後、1992年には機動性対応、防水型を発売。1992年には分離型、1997年にはPC対応で録画をHDD<sup>157</sup>仕様に、2000年には録画をDVD仕様にし、2006年には録画用にHDDとDVDを搭載し、世界を席卷した。2007年には録画ブルーレイ対応機を発売した。このようにH社は家電の主戦場でVTR付ビデオカメラは、市場ニ

<sup>155</sup> H社創業100周年プロジェクト推進本部社史編纂委員会編(2010)、429頁、516頁、を参考にした。

<sup>156</sup> 1987年、JVCが発表した高性能VTR方式。

<sup>157</sup> HDD (Hard Disk Drive) : コンピューターの外部記録装置として誕生、金属円板に磁気記憶材料を塗布した媒体を介して、書き込み読み出しする方式。



ーズに合った技術転換を果たし、開発製品を供給してきた。

### 3. 経営方針ニッチトップへの転換

前述したように、HK 社の家電ビデオカメラは、1981 年月産 2 万台が、1984 年上期には、ついに月産 4 千台となり、先の受注見通しが困難になった。HK 社は、カメラ部分のみで事業を進めることを困難と判断し、撤退を決断したが、経営判断がどのような要因で下されたか、当時の経営者から経営判断のインタビュー（詳細は付属資料）を得た<sup>158</sup>。ここでは、インタビューから得られた状況と文献等から得られた知見から、事業の撤退に至った経営判断を探ることにする。

1984 年、HK 社では新社長が就任、量産指向から脱却し、収益重視の経営方針への変更を打ち出す。そして、1985 年、家電ビデオカメラ分野からの撤退を決断し、他製品分野への転進を図ることになった。既述したように、H 社で家電 VTR を大量生産している工場に、家電ビデオカメラを集約して、H 社、HK 社を合わせた H 社企業グループとしての効率を上げることになったのである。

HK 社は、選択と集中の経営方針で、産業分野から量産家電部門に再編強化し、市場要求の波に一旦は乗ることができた。しかし、当時の家電市場は 3 ケ月に 1 プロジェクト完成の短期開発競争を繰り返すという熾烈な競争状況にあった。日本家電業界の宿命的ともいえる同質的競争と OEM ビジネスの価格競争の渦中に突入する。また、短期開発への経営資源投資は、世界レベルの競争を考えた時、莫大な資金を要する規模であることが予想された。このため、H 社の VTR の販売、ビデオ関連集約や、膨大なマーケットサイズの規模と競争力維持のための投資に耐えうるか、企業規模での事業継続という経営判断が求められることになったのである。実際、カメラ撮像素子の半導体開発は多大な投資が必要であった<sup>159</sup>。

したがって、家電部門からの撤退や経営資源の他部門への移転決定は、膨大な赤字の繰り返しから脱却するという意味でも、決断が迫られていたのである。売上高の 30% を占める部門の撤退は、業績に大きなインパクトがあり、重い決断であった。結果的には、トップが交代することで、会社運営方針の変更がなされ、撤退という決断がされたのである。

---

<sup>158</sup> インタビューは、当時の開発責任経営者に対して 2013 年 2 月 2 日に実施した。

<sup>159</sup> HK 社は H 社に対して親子関係ではなく、ビジネス上の取引としての経営判断と考えられる。

事実、決定後個々の製品分野での採算性重視姿勢や産業用途への再編が、強いトップガバナンスで進められた。また、社内には通信、無線、映像、放送、情報の製品群を持っていることから、そこに経営資源を集中させてニッチトップを目指すという意思決定を行った。それから、家電ビデオカメラの技術者を放送・映像・監視ビジネス分野へ転換し、次の時代のセキュリティ、防災のマーケット参入へと向かうことになった。

## 第4節 事業を支えた共通基盤技術

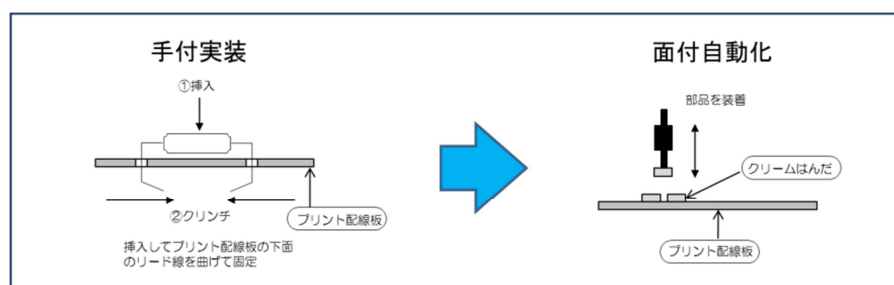
この章の事例である家電ビデオカメラにおける、技術階層での技術区分を定義しておく。HK社の「製品創造技術」は、3電極撮像管のビジコン技術である。「製品周辺技術」に当るのは、この「製品創造技術」を家電ビデオカメラという製品にするための、レンズやプリズムの光学技術、映像信号を表示・伝送する機能の電子回路設計技術、電子部品や機構構造部品を製品の形に設計する機械設計技術である。「共通基盤技術」は、設計された電子部品をプリント基板実装して、機構構造部品と組み合わせ、映像の機能・性能、品質を確保し、製品として市場に送り出す技術である。

家電ビデオカメラ事業参入の際に、「共通基盤技術」がどのようにサポートしていたかについては、この第4節で取り上げる<sup>160</sup>。

### 1. HK社におけるプリント基板実装の推移

家電ビデオカメラ製造に欠かせない「共通基盤技術」であるプリント基板実装の推移を説明する前に、プリント基板実装の手作業での実装と自動でのチップ部品実装を模式的に図3-6に示す。

図3-6 プリント基板実装（筆者作成）



<sup>160</sup> 「製品創造技術・製品周辺技術」と「共通基盤技術」の工学的関係性は本章では部分的関係性を説明する。

図の左は、抵抗やコンデンサーなどの電子部品をプリント基板に手作業で挿入する断面図である。部品にはリードと呼ばれる足があり、これをプリント基板の穴に挿入して、抜けないように裏側を曲げる（クリンチ）。その後この足とプリント基板を半田付けする。図の右側はチップ部品の自動装着の断面図である。プリント基板にあらかじめペースト状の半田を印刷しておき、チップ部品を自動機で載せる。次に 230C° の恒温槽を通過することでチップ部品とプリント基板が半田付けとなる。

HK 社のプリント基板実装技術は、家電ビデオカメラの量産を契機に革新された。1977 年には、半自動部品挿入機・自動半田付け装置が導入された。1979 年に自動挿入機を導入、1980 年に、異形部品自動挿入機を導入、1981 年には、コンベヤラインと繋がったインライン型自動半田装置が導入された。更に、1981 年には、チップ部品自装機・リフロー方式半田装置導入、1986 年には IC・異形自動装着機と、次々に最新鋭機を導入した。

自動装着ラインを設置するには、自動装着＋半田印刷＋恒温槽＋検査装置など、一連の装置を揃える必要があり、1 ライン 1 億円程度の高額な投資が必要であった。またそれを使いこなす技術ノウハウも必要であった。製品開発に先んじて先端技術のプリント基板実装の準備をするのが、製造部門の責任であった。製品開発だけでなく、プリント基板実装技術の競争が他社との競争であり、他社との競争の中で製造現場は鍛えられていった。

自動化前のプリント基板実装の人手作業では、製品 1 台당に数百点の部品を実装するために、20～30 人の作業者がコンベヤに並んでプリント基板に取り付けていた。自動化後では、自動で組み付けられない部品の為の作業者が数名のみとなった。さらに、プリント基板上の全部品が自動装着できるようになると、人手実装の人員は皆無となった。この結果、製品原価の加工費の中で、大きな割合を示していたプリント基板実装の為の加工費は、1/10 以下となった。

表 3-7 HK 社家電ビデオカメラプリント基板実装の推移（筆者作成）

実装	手作業	自動挿入	自動装着	自動装着高度化
時期（年）	～1978	1978～80	1981	1982～
部品	リード付	リード付	チップ部品	チップ部品・LSI
プリント基板	ガラスエポキシ基材	ガラスエポキシ基材（両面）	紙フェノール基材（両面）	ガラスエポキシ基材（多層）
設備	人手	自動挿入機	自動装着機	異形部品装着機
自動化率	0%	80%	90%	100%
HK社カメラ	初号機（Aカメラ）	量産機（B・Cカメラ）	月産2万台（Dカメラ）	小型化機（E・Fカメラ）

表 3-7 に HK 社のプリント基板実装の推移の概略を示す。HK 社の家電ビデオカメラ生

産工場は、1979年にプリント基板自動挿入機を導入以来、新鋭設備を次々と導入したが、プリント基板実装の技術革新は設備の進化だけに止まらなかった。部品の動向、プリント基板の基材や基板の版の繊細化、プリント基板実装設計、半田付けの生産技術、現場の品質管理など、製造に関係する部門の総合的革新が進展した。

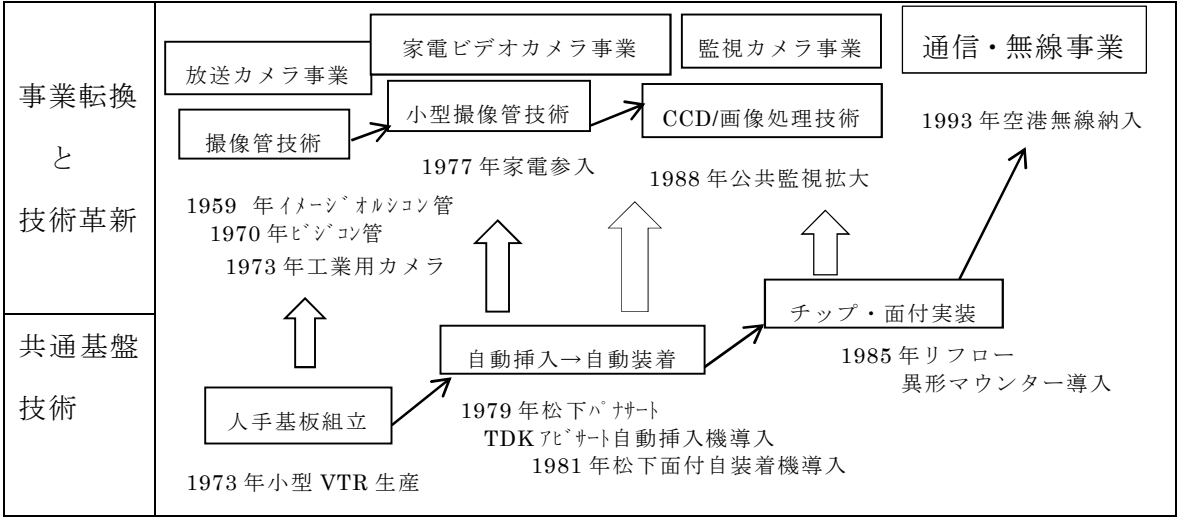
## 2. HK社での他事業分野製品への共通基盤技術の展開

家電ビデオカメラの小型化競争を契機に、HK社ではプリント基板実装の革新を含め製造技術が画期的に整備された。また、市場から調達する部品の小型化も急速に進んでいた。結果、HK社は同業他社に先駆け、革新された製造技術を共通基盤にして、他分野へ製品展開を行った。例えば、家電ビデオカメラの基板実装の革新技術を産業用の監視カメラ・通信用の無線機・計測器用のオシロスコープに展開した。数年後には同業他社の追随もあったが、追いつかれるまでの期間では、コスト競争力によるシェアの拡大が目覚ましいものであった。

### (1) 事業転換と技術革新への共通基盤技術の関係

図3-7にプリント基板実装を例にして、共通基盤技術の事業転換と技術革新との関係を示す。

図3-7 HK社家電ビデオカメラ事業と共通基盤技術の関係（プリント基板実装）



注）HK社史及びインタビューに基づき筆者作成。事業転換・技術革新の下に開発時期や設備導入時期を記載。

上段に事業転換・技術革新の推移を示し、下段に「共通基盤技術」の推移を示す。上段の事業は、放送カメラ事業から家電カメラ事業へ、そして監視カメラ事業や通信・無線事業に転換している。まず、放送カメラ事業の「製品創造技術」としては撮像管技術がある。この技術は戦後、海外から導入されたが、1953年国産化、さらに1970年HK社は、他社にとっては差別化技術であるビジコン管を開発した。HK社は、この放送用撮像管を、小型化して、家電ビデオカメラ市場に参入したわけだが、技術革新でCCDに敗れた。しかし、「製品周辺技術」である画像処理技術（光学技術・画像処理設計技術・表示・伝送技術）は継承され、事業は監視カメラに転換した。そこには、家電ビデオカメラ時代には「製品創造技術」であったCCDが、部品メーカーから調達出来るようになった背景もあった。CCDを生産する会社は、CCDの莫大な投資回収の必要から、CCDが部品として外販されるようになった。その後、カメラ各社がCCDを自由に入手できるようになった。

つまり、家電ビデオカメラメーカーの自社の差別化技術が汎用技術の層へと移行した例である<sup>161</sup>。日本のエレクトロニクスメーカーでは、製品の立ち上がり時には、差別化技術として、特定のデバイス（部品・モジュール・ユニット）を要素技術として開発し、製品を先行させる。製品市場が拡大した段階で、このデバイスを市場に外販する例は、CCDをはじめ、デバイス市場に多々見られる。HK社は、「製品周辺技術」となったCCDを組み入れることで、1980年代後半に拡大する公共監視市場にいち早く参入することが出来るようになった。

次に、図3-7の下段にプリント基板実装の推移を示し、プリント基板実装の革新が、上段の事業転換を支えてきた状況を模式的に示した。1970年代当初、HK社では、小型業務用VTRなどのプリント基板実装は、プリント基板に人手で電子部品を組付けていた。家電ビデオカメラ生産開始当初、1979年頃には、リード付部品（抵抗・コンデンサーなど）の全部品を自動機で挿入し取り付けるようになった<sup>162</sup>。HK社は、早急にこの自動装置<sup>163</sup>を設備導入した。次に、リードレス部品、すなわちチップ部品を基板の表面に載せる方式の部品装着装置へと転換された。この基板の上に装着されるリードレス部品の品種は、搭載数が多い抵抗・コンデンサーからICに広がり、少量使用のコネクタなど全ての搭載部

---

<sup>161</sup> 安藤幸司（2011）13-62頁、を参照にした。ソニーは自社用のCCD開発のビデオカメラメーカーから始まり、その後他社にもCCDを供給するようになった。2014年現在ソニーは、CCDなどデバイス供給の大手となり、ビデオカメラ事業とは別にデバイス事業として会社の収益の柱になっている。

<sup>162</sup> 一枚のプリント基板上の自動挿入率は当時90%以上であった。

<sup>163</sup> 当時の自動挿入機の大手メーカーは松下やTDKで、自社のTVやVTR用又は部品販売用に開発した装置を外販していた。

品がリードレスとなり、一度の自動装着でプリント基板実装が完了するようになった。これら多種類の形状をしている部品を自動装着する為に、ロボットや異形自動装着機が導入された<sup>164</sup>。家電ビデオカメラ事業の終盤には、プリント基板への部品の自動装着率 100% の体制ができ上がっており、次の監視カメラ事業の競争力強化に引き継がれた。

また、HK 社の工場の中では、広範囲に自動化が進められ、組立ロボット・設定自動化・測定自動化・自動梱包など生産工程全体で合理化が進められた。そして、大量生産の家電製品から多品種少量生産の産業用製品（監視カメラ・無線機・計測器）へと家電量産技術の適用が図られた。もちろん、プリント基板実装以外の「共通基盤技術」も同時に革新が進み、事業転換を支えた。

## （２） 設計技術と共通基盤技術が同時に革新進展

プリント基板実装技術の革新には、実装を自動化する設備の導入が欠かせなかったが、自動機の設備メーカーとして、多くの自動機メーカーが次々と生まれ成長していた。この自動機の中から、HK 社は導入のメーカーを選び、早期に、戦力化していった。そのためには、設計段階、生産準備段階、製造段階、品質管理、において、社内でノウハウを含めた技術の蓄積が必要であった。

まず、プリント基板実装の上流にあたる生産設計工程でもプリント基板実装を革新させるために、革新が進められた。従来、設計者は製図用画板の上で、手書きで図面を描いていた。しかし、1980 年代初頭には、CAD 導入により手作業描画から自動描画設計になった。プリント基板設計や機構設計の CAD・CAM<sup>165</sup>による自動設計描画の寸法や配置情報が、設計部門から製造現場にデータ伝送されるようになった。そして、プリント基板製作や機械加工現場の NC 機の制御プログラム作成が、人手を介さずに変換できるようになった。プリント基板実装の自動機の制御プログラムも同様に、変換の誤りがなくなり、瞬時に伝送され、情報伝達が飛躍的に早まった。また、製品を構成する部品表・調達指示などの工程が、コンピュータ生産管理になり、1980 年代には、画期的な生産性の向上をもたらした。これらの工程はプリント基板実装の革新と切り離して考えるのではなく、製造技術に密接に関係する設計部門も技術革新が、同時に進められたということである。

次に、実際に自動機を使用し、プリント基板に部品を載せ、半田付けする製造工程においても、半田付け温度の条件や品質管理の仕組みなど、ノウハウの積み重ねを必要とした。

<sup>164</sup> 半田付けは、こて半田付け→フロー溶剤方式→リフロー方式へと革新していく。詳細技術説明は省略。

<sup>165</sup> CAD (Computer Aided Design) : コンピューターと対話式で構造・回路図を設計するシステム。  
CAM (Computer Aided Manufacturing) : CAD と繋がりコンピューター支援製造設計を行うシステム。

プリント基板実装の共通基盤技術においては、自動機そのものは外部の技術力を導入したが、その機械を活用するために、自社内の周辺技術を革新して、他社との競争に先んじる活動となった<sup>166</sup>。

### （３）家電製品におけるコスト追求技術事例

次に、コスト面にも触れておきたい。当時（1970年代後半）、プリント基板材質は、高級なガラスエポキシ基材が産業用では標準であったが、1980年代当初、家電製品で使用する廉価な紙フェノール基材への変更を追求した。当時、価格3万円/m<sup>2</sup>であったものが3千円/m<sup>2</sup>へと1/10のコストダウンを実現した。さらに、プリント基板一枚化の設計が考案された。複数の異なるプリント子基板を大型にした一枚のプリント親基板に配置することで一枚一枚の子プリント基板毎の段取り作業が一回で済むこととなる。これにより、製造作業の段取りの合理化につながった。これは当時、特許取得もされたが、後にはエレクトロニクス各社で一般的に取り入れられ展開された。当時の家電ビデオカメラのコンベヤラインを図3-8に示す。

図 3-8 HK 社ビデオカメラの生産ライン



資料：HK 社史編集委員会編『HK 社のあゆみ』1999 年、126 頁。

コンベヤのパレットは電源が繋がる工夫がされていた。このため、分割された工程毎にカメラの電源の入り切りを必要としない工夫をして、作業時間の短縮を図った例である。また、製造ラインのコスト追求がある<sup>167</sup>。たとえば、1980 年代初頭、コンベヤラインを編成する作業者の賃率を比較してみる。産業用製品のラインは正規社員で構成され、50 円

<sup>166</sup> このプリント基板実装自動化ラインの周辺装置（プリント基板分割機、搬送自動化、自動測定器）は自社開発であった。

<sup>167</sup> 当時の製造現場は、手作業による組み立てが不可欠であった。コンベヤ上で組立て、製品を流しながら、作業を分担して組立てる、という多数の人を必要とする労働集約型であった。この人手費用のコストダウンが追及された。

1/分・人であったが、急速に生産量が拡大する家電用製品ラインは非正規社員（パート）で構成され 25 円/分・人であり、産業用製品の製造ラインも半額の賃率のコンベヤラインが選択されていた。

#### （４）監視カメラ事業への共通基盤技術の継承

HK 社の映像部門は家電ビデオカメラ事業から撤退後、大幅な売り上げ減少になった。当時の家電ビデオカメラメーカー各社は売価 10 万円レベルで、付加価値があり、市場規模が大きい家電ビデオカメラに経営資源を集中して、市場競争の渦中にいたが、HK 社は、監視カメラと家電ビデオカメラとの技術的共通点に着目して、監視カメラの開発に経営資源を移し、業績の回復を図った。

この売上推移<sup>168</sup>を表 3-8 に示す。家電ビデオカメラ撤退から 2 年後の 1987 年は売上 208 億円、それから 5 年後の 1992 年には 267 億円、10 年後の 1997 年には 334 億円と回復を果たしている。

		表 3-8 HK 社映像事業部門売上						単位：億円		
年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
映像事業部門	208	226	255	284	295	267	255	266	271	338

資料：HK 社社史編集委員会『HK 社のあゆみ』1999 年、334 頁、を参考に筆者作成。

この間の監視カメラの開発推移は、次のとおりである。1985 年頃は、HK 社の技術の特徴であるビジコン撮像管を使った監視カメラを市場に出していた。撮像管技術から CCD への撮像素子の技術転換を経て、CCD を使用した監視カメラを 1988 年には開発した。そして、監視カメラの特徴を出す為、1992 年には小型化、1994 年には高感度型などを開発、また産業用分野には顕微鏡用カメラなどを開発した。

また、自社の監視カメラの強みを生かして、監視システム市場に参入した。1988 年には高速道路監視、鉄道交通監視、発電所監視の大型システムを受注した。1990 年にはトンネル監視、ダム監視、1992 年ゴミ焼却所監視などの官公需を中心とした市場はと広がっていた。

<sup>168</sup> HK 社社史編集委員会編（1999）334 頁、を参考に筆者作成。



### 「監視カメラと家電ビデオカメラのコスト」について

監視カメラの製造原価は、材料費と加工費が、産業用の多品種少量生産の特徴である高いコストレベルで構成されていた。一方、家電ビデオカメラは、家電品の為、大量生産され、使用される個々の部品単価は、産業用製品に使用される単価と比較して、大幅に廉価であった。また、加工費についても同様であった。家電ビデオカメラには、VTR・ズームレンズ・ビルファイnderなど、監視カメラには使われない構成品があり、売価を10～20万円と押し上げていたが、共通に使用される個々の部品や加工費のコストレベルは大幅に廉価であった。一方、監視カメラは映像を撮るという機能中心の製品で、販売価格も数万円程度である。従って、監視カメラにかけられる原価は出来るだけ廉価が要求されることになる。この為、監視カメラに使用する個々の部品単価を家電品の部品単価レベルを適用することで、監視カメラの材料費は従来比1/2になった。また、加工費も量産技術を継承することで、1/2になった。以上が、HK社が、監視カメラのコスト低減を他社に先駆け実現できた要因である。

HK社の家電コスト低減手法の例を表3-9に示す。製品の機構構造は、共通化設計で、生産数を増やし、量産によるコストメリットにより、製品1台当たりのコスト低減を図った。たとえば、製品構造の前面、後面、底面、を共通として、ダイキャストで量産し、カバーも共通化して塩ビ鋼板（塗装不要の鋼板）で量産した。生産方式は、家電ビデオカメララインの電源付パレットを流用し、コンベヤ生産とした。プリント基板は産業用として使用していたガラスエポキシ基材から紙フェノール基材に変更した。基材の使いこなしは家電生産のノウハウの活用である。更に、プリント基板実装は一枚の基板（従来の監視カメラでは、多数の基板で構成）に集約して、一回の段取りで自動装着することでコスト低減を図った。これも、家電量産技術の展開である。

表 3-9 家電ビデオカメラから監視カメラへの継承（筆者作成）

製 品		家電ビデオカメラ ⇨ 監視カメラ	
コスト（材料費・加工費）		家電コスト	産業用⇒家電コスト適用：従来比 1/2
構 造		モールド・ダイキャスト	標準化設計で共通化構造部品（ダイキャスト+塩ビ鋼板）の採用
共 通 基 盤技術	生産方式	コンベヤライン	バッチ生産⇒コンベヤライン
	プリント板実装	自動装着	人手⇒自動装着（一枚基板化）

## 第5節 事例についての考察

### 1. 事業転換への影響要因

本章で事例として取り上げた家電ビデオカメラは、HK 社が長年研究して保有していた「製品創造技術」の撮像管技術を生かす大きな機会であった。日本の経済は世界市場に向って、家電製品を中心に輸出拡大を目指していたし、国内も核家族時代に入り、旺盛な家電需要があった。そのような時期に、H 社の TV 事業で成果のある経営者が HK 社のトップになると、経営方針が量産指向になるのは必然であった。結果として、HK 社の売上に大きな割合のある事業からの撤退は、トップの交代を契機としたのである。ただ、家電事業からの撤退の経過を分析する中で、世界規模の市場で競うための企業規模かどうか、CCD を開発する莫大な投資に耐えうる経営資源があるかなども考慮されたものと考えられる。技術的側面で見ると、HK 社が家電ビデオカメラ市場に参入する際には、「製品創造技術」として自社に保有していた小型撮像管技術が、技術面での事業参入の競争優位となった。また、当時の家電製品需要の高まりという市場動向の要因も少なからず新事業参入に影響している。そして、事業撤退の際には、CCD 技術という新たな「製品創造技術」の台頭による技術的影響要因が、事業転換の最大要因と言える。

この章から、参入も撤退も、大きな事業転換には経営者交代が契機になって事業転換に影響を与えていたことが見られた。これらの経緯から、HK 社の家電ビデオカメラ事業では、「製品創造技術」が大きな影響要因となり、市場や、経営面の多様な影響要因も重なり事業転換したことが窺える。

### 2. 事業転換を支えた共通基盤技術の貢献についての評価と考察

1970 年代、HK 社の放送カメラ事業では、月当たり数台を手づくりで生産する規模であったものが、1980 年代に入り、家電ビデオカメラ事業では、一挙に月当たり数万台の生産規模になった。本章では、プリント基板実装の自動化による「共通基盤技術」の革新がその推進力になったことを詳しく第4節で見てきた。

本章の事例では、家電ビデオカメラが CCD による技術革新により製品が消滅した。しかし、事業転換されても、HK 社の開発者は、分野の違う次の製品開発に果敢に挑戦し、

また製造部門の技術者は革新した「共通基盤技術」を次の異なる事業部門に活用させようと支え続けている<sup>169</sup>。HK 社での、家電ビデオカメラから監視カメラへ転換時の挑戦内容を、設計、生産関連、作業量の面から見てみよう。

まず、**設計面**である。家電の量産対応に匹敵するよう少量多品種の監視カメラを標準化して、生産時に等価的数量の増加を図った。その内容は、部品の標準化、ユニットの標準化、構造の標準化などである。次に、家電カメラで適用された材料のコスト低減や、生産効率化に寄与できる構造に、監視カメラの材料や構成品を適合させる設計変更である。これらは、前項の監視カメラへの継承でも記載している。

次に、**生産関連**からの、他事業製品への移行作業である。家電ビデオカメラで開発された、組立ロボット・設定自動化・測定自動化・自動梱包などは、家電ビデオカメラが急速に大量生産となっていたために専有の設計となっていた。これを監視カメラ用、業務無線用、オシロスコープ用に共通に使用できるように、生産技術としての変更が必要になった。このとき、自動装置としての共用化と、技術的な応用が取り組まれた。

次に、**作業量**の面である。家電量産作業からの、急な移行は厄介である。家電製品以外の製品では、すぐに量産時の作業量は積み上げられない。実際、監視カメラ事業が、家電ビデオカメラ事業の作業量（1人当り）に匹敵するまでに、5年以上の時間を必要とした。

作業量の積み上げには、家電量産時、外部に委託していた家電量産以外の製品作業の社内取り込みを図る<sup>170</sup>。その際には、外注先の経営の状況への配慮が必要であり、またコストを上昇させない工夫が必要である。さらに、ユニット組付購入品<sup>171</sup>を、社内に内製化できる工夫をする。家電量産対応の自動化設備の梱包自動機や自動倉庫などを多品種対応できる体制にするなどが取り組まれた。

以上のような製造部門の生産技術者や製造間接者は、設計者と共に、家電ビデオカメラの次の製品へ、革新された製造技術を適用するための対策をとった。ここで見えてきたのは、ものづくりの「共通基盤技術」が、衰退製品と共に消えるのではなく、次の製品を支える礎として存在し続けるということである。

家電製品の技術転換・事業転換の先行研究に、岩本（2012）の日本ビクターの VTR の

---

<sup>169</sup> HK 社以外の生産技術の事業部間転用についてみると、藤原雅俊（2004）の研究がある。セイコーエプソンにおいて時計生産技術開発が企業内で他事業プリンターに転換され成功した事例研究である。本論文ではこの研究を参考にしている。

<sup>170</sup> HK 社外部生産委託先の詳細は、把握していないが、当時は市場で HK 社以外の家電製品が多々あり、その他社の作業取組に移行した委託先が多かった。

<sup>171</sup> 製造現場ではサブアセンブリと呼ばれ、部品の組み合わせ作業の付加価値作業がある。

ライフサイクルを対象とした事例研究がある。岩本の研究は映像を記録するという同一製品分野での研究であり、異なった複数の製品分野への事業転換には触れていないように思える。また、製造現場における技術革新についても踏み込まれていない<sup>172</sup>。本章は、この先行研究に、現場における製造技術の革新と、複数の製品分野<sup>173</sup>に製造の技術革新が関係しているという視点の事例を加えたものと考えている。

## 第6節 まとめ

本章では、HK社が放送カメラ事業で保有していた撮像管技術を「製品創造技術」として、1980年代に、家電ビデオカメラ市場に参入した事例を取り上げてきた。1970年代の終わりに、HK社では、経営トップの交代を契機に、家電事業参入による事業の拡大へ経営方針を転換した。1980年代初頭、日本のエレクトロニクスは家電市場が大きく伸長している時代であった。HK社は家電ビデオカメラ事業の拡大を果たし、一時はトップシェアになるまでになった。しかし、撮像管からCCDへの技術転換のスピードは早く、HK社は、その他の事業転換要因も重なり家電ビデオ事業を撤退し、監視カメラ事業や映像・通信事業へ転換した。HK社では、事業転換の際、再度の経営トップの交代があり、経営戦略を「ニッチトップ」へと転換した。

特に、この章では「共通基盤技術」の中から、プリント基板実装技術に焦点を当て整理した。プリント基板実装が、エレクトロニクス産業では、必ず見られる製造の代表的な分野であり、プリント基板実装の革新は、この時代から、始まったと言われている。HK社における自動挿入、自動装着、更に自動装着の高度化と進んでいった事例は、他の日本エレクトロニクス企業と同じ、もしくは、似たような歩みであったと考えている。

また、本章では、HK社の家電ビデオカメラ事業転換の経緯を整理して、技術革新以外の市場面からの影響がみられたことや、新市場参入と撤退の意思決定が経営者の交代による影響など多様な事業転換への影響要因も抽出した。

---

<sup>172</sup> 岩本敏裕（2012）は、事業転換要因を、技術革新・経営資源・戦略・事業システムの視点で分析している。また家電ビデオカメラについては、触れていない。

<sup>173</sup> 複数の製品分野とは、TV・VTRの同一映像技術分野に対して、技術分野の異なる通信・無線・計測分野を指す。

## 第4章 電子計測器オシロスコープの技術革新・事業転換事例（1980～1990年代）

### －競争優位の技術革新の継承－

#### 第1節 はじめに

電子計測器は、電子の理論や物理現象と電子工業の世界を結ぶ役割を担うもので、戦後急速に進歩した。近年、電子・電気業界をはじめ、あらゆる産業界で、開発や生産移行のマザーツールとして用いられる基礎的な機器である。本論で取り上げるオシロスコープは、電子計測器分野の中で、技術の基礎を支える基本的測定器である。たとえば、大学の電子系の学科では、専門教育の入門として、オシロスコープの使い方の指導が一般的に見られる。

オシロスコープは、1970年代後半からのエレクトロニクス産業の拡大と共に、大学や研究所といった狭い市場から産業分野へと市場が広がった。また、1980年代からのエレクトロニクス技術の進歩に伴い、高周波化・高精度化も進み、高機能・多機能化した。さらに、デジタル化の到来と共にさらなる高機能化も求められるようになった。そして、1990年代では、ソフトウェアの充実により、計測システム、生産プロセス制御に使用され、製品単独から、システムに組み込まれる装置へと用途が拡大していった。

1970年代、HK社は、自社の有する経営資源を活用して、将来性を見込めるオシロスコープの市場へ参入していった。1980年代になると、家電ビデオカメラの量産技術を、少量多品種生産の電子計測器オシロスコープに活用した。オシロスコープの設計段階から、家電製品で培った「共通基盤技術」を製品開発に織り込んだのである。1970年代では、オシロスコープは、研究用途としての需要しかなく、小規模な市場で、少量生産であった。

HK社は、1970年代末から、コスト競争力を強化し、1980年前半には、国内外で市場を席巻した。しかし、1990年代に入ると、測定対象の高度化、デジタル化に伴い、ソフトウェア技術を中心とした技術革新が必要となった。更に、急激な円高と、オシロスコープで使用するブラウン管の調達が困難という事態も重なった。これらの複数の経営環境の変化が、HK社をオシロスコープ製品単品分野からシステム分野へ事業転換させる契機になった。

HK 社のオシロスコープ事業は、1980 年代の激しい経済環境の変化の影響を受けながら、技術革新だけでなく、さまざまな経緯を経て事業転換に至る。本章では、前の章と同様に、オシロスコープ事業へ影響を与える要因と、事業の成長に「共通基盤技術」がどのように関わっていったかという 2 つの視点で見ていきたい。

第 1 の視点である事業転換に影響を与える要因については、当時の開発責任者へのインタビュー<sup>174</sup>を軸に整理する。次に、第 2 の視点である事業成長と「共通基盤技術」の関係については、社史を軸に整理する。また、当時のオシロスコープの市場動向の参考に、老舗メーカーである岩崎通信機（以下 I 社と表記）の社史を文献・参考資料に加えた。

本章では、第 2 節でオシロスコープの概要と関連市場の推移について整理する。第 3 節では、HK 社のオシロスコープ事業への取り組みについて年代を追って見てみる。第 4 節では、「共通基盤技術」のプリント基板実装の革新とオシロスコープ事業の関係、つまり、前述の第 3 章家電ビデオカメラ事例での、革新されたプリント基板実装と家電量産技術が産業用電子機器オシロスコープへと展開されたのである。特に、量産から少量多品種生産へと事業分野をまたがった「共通基盤技術」の活用を重点に捉えることにする。

さらに、この時期に、HK 社は、開発力強化として、新たにプリント基板の生板の自製化を開始したことから、「共通基盤技術」である表面処理技術の継承という点についても触れる。また、「共通基盤技術」としてプリント基板の生板の自製化を取り上げる。第 5 節では、オシロスコープ事例における事業転換要因と「共通基盤技術」の継承について考察を加える。

## 第 2 節 産業用電子機器と電子計測器の市場

HK 社のオシロスコープ事業が成長する 1970 年代後半、高度成長による国内需要一巡から、自動車産業・電気産業は海外輸出拡大を目指した。1980 年代の経済状況は、海外での日本企業の競争優位により、日本製品のシェア急拡大で、貿易摩擦が起った。1985 年 9 月以降には急激な円高が進行し、経済は円高不況になったが、1987 年には好況に転じた。長期化した好況は、バブル景気と呼ばれたが、1990 年 10 月、株価の暴落をきっかけに景気崩壊に向かうこととなる<sup>175</sup>。オシロスコープの事業は 1980 年代前半では順調に推移した

---

<sup>174</sup> インタビューは HK 社元計測器事業責任者に 2014 年 12 月 1 日に実施した。

<sup>175</sup> 宮本又郎・阿部武司・宇田川勝・沢井実・橘川武郎（1995）、297－304 頁、を参照にした。

が、1980 年代後半には、円高の影響を受けることになる。

## 1. 産業用電子機器の生産高推移

1980 年代の産業用電子機器の生産高を、電子工業の他の産業区分と合わせて表 4-1 に示す。家電製品を主体とする民生用電子機器に較べて、産業用電子機器が生産高を急速に拡大させている。1980 年では、民生用電子機器の生産高 2 兆 8 千 140 億円、産業用電子機器 3 兆 1 千 150 億円であった。1990 年では、民生用電子機器が 4 兆 1 千 540 億円に対して、産業用電子機器は 10 兆 7 千 600 億円となり、産業用電子機器は、10 年で 3 倍以上に拡大している。本論で取り上げるオシロスコープは、産業用電子機器に属する電子計測器である。

表 4-1 電子工業生産高推移

単位：十億円

区分 \ 年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
産業用電子機器	3,115	3,342	3,829	4,543	6,036	6,911	7,351	8,111	9,383	10,199	10,760
民生用電子機器	2,814	3,516	3,466	3,740	4,592	4,762	4,272	3,797	4,647	3,952	4,154
電子部品・デバイス	2,640	3,269	3,476	4,231	5,931	5,889	5,766	6,035	6,936	7,495	7,981
合計	8,570	10,127	10,722	12,515	16,560	17,562	17,390	17,943	20,366	21,646	22,895

資料：西村吉雄・伏木薫『電子工業 50 年史—通史編』日本電子機械工業会、1998 年、28 頁、を参考に筆者作成。

本章の事例で取り上げるオシロスコープは、輸出比率が高く、事業の拡大は即ち海外への売上拡大を目指すものであった。しかし、1980 年代、円高の影響で、輸出価格対応に追われることになった。1970 年代には 300 円/ドルが、1980 年代には 200 円/ドル、更に、1990 年には 130 円/ドルと円高が急速に進んだのである<sup>176</sup>。

## 2. 電気計測器とオシロスコープの生産高推移

1980 年代、産業用電子機器の生産高が、3 兆円から 3 倍強に跳ね上がる中で、オシロスコープを含む電気計測器も 1980 年生産高 3 千 510 億円が、1990 年には 7 千 30 億円と、

<sup>176</sup> 円高の推移は、西村吉雄・伏木薫（1998）、28 頁、を参考にした。

同じように拡大している。産業用電子機器の生産高の推移を表 4-2 に示す。

産業用電子機器は、コンピューターなどの電子応用、電話回線などの有線通信装置、携帯電話が含まれる無線通信装置、ファクシミリ機やコピー機が含まれる事務機器の製品区分で構成されている。

1980 年では電子応用区分が 1 兆 5 千 800 億円であるが、これは大型コンピューターと周辺関連装置の生産高の占める割合が高い為である。これがパーソナルコンピューター（以下 PC と呼称）への転換も含め 1990 年には 3 倍強、有線通信装置も 3 倍と産業を牽引している。電気計測器分野は、これらの急成長する産業部門の測定器として、製品の変貌を支える機器として一緒に成長しているといえる。

表 4-2 産業用電子機器の生産高

単位：十億円

区分 \ 年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
電気計測器	351	395	430	462	555	622	520	520	631	673	703
電子応用	1,580	1,650	1,949	2,391	3,468	4,021	4,559	5,027	5,841	6,503	6,710
有線通信装置	602	705	801	939	1,156	1,326	1,339	1,559	1,773	1,786	1,984
無線通信装置	380	446	480	537	599	637	663	739	827	852	994
事務機器	202	147	179	214	258	305	271	266	311	385	369
産業用電子機器合計	3,115	3,342	3,839	4,543	6,036	6,911	7,351	8,111	9,383	10,199	10,760

注：電気計測器は電気計測器の他に電気計器・工業計器が含まれる。また、無線通信装置には放送装置が含まれる。

資料：西村吉雄・伏木薫『電子工業 50 年史一通史編』日本電子機械工業会、1998 年、35-36 頁、を参考に筆者作成。

次に、オシロスコープの生産高と台数の推移を表 4-3 に示す。電気計測器が、1980 年代の 10 年間に 2 倍の生産高に伸長する中で、この産業区分に含まれるオシロスコープは 1980 年 176 億円の生産高が 1985 年には 277 億円と 5 年で 1.6 倍と伸長している。

表 4-3 オシロスコープ生産推移

年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
生産金額（億円）	176	193	174	223	260	277	195	167	192	208	214
生産台数（千台/年）	95	107	98	125	144	150	104	91	89	90	92

資料：オシロスコープの生産高は 1980～85 年は日本電子機械工業会編『電子側器ガイドブック 1987 版』電波新聞社、1986 年、60 頁、を参考にし、1986～1990 年は経済産業省の工業統計調査を参考にした。生産台数は岡村総吾編『電子管の歴史』オーム社、1987 年、269 頁、を参考に筆者作成。

電気計測器産業の中で、オシロスコープも同じように伸張した。しかし、1985 年以降に、



オシロスコープ市場は下降線に転じている。従って、1985 年になると、オシロスコープ産業は順調に伸長したが、1986 年以降は、測定対象が変化して、オシロスコープ以外の測定器へと移行していったと見ることできる<sup>177</sup>。

### 3. オシロスコープの概要

本章で取り上げたオシロスコープについての概要を以下に記す<sup>178</sup>。オシロスコープの正式名称は、陰極線管オシロスコープ (Cathode Ray Oscilloscope) である。まず、オシロスコープの原理を簡単に説明する。

オシロスコープは、電気現象について電子ビームを用い肉眼で見ることができるようにしたものである。もう少し詳しく説明すると、電気現象をブラウン管面の蛍光面上に波形として表示し、時間に対する変化を観測する測定器である。電圧の測定、電流の測定、周波数の測定、波形の観測ができる。また、近年になると、マイコン搭載や測定抽出機能の向上により、測定値の管面表示、波形の記録・表示、など色々な測定が同時にできるようになり、多機能化してきた。さらに、自動計測への応用へと進化している。

また、オシロスコープは、用途に応じて多くの種類やタイプがある。形状による分類、方式による分類、同期方式による分類、電氣的性能による分類、電源による分類、ブラウン管による分類、その他の分類と多岐にわたる。デジタル時代となった現在は、測定対象の波形をそのまま観測するサンプリング型と、測定対象の信号を一時蓄積して観測するデジタルストレージ型の 2 分類が主体となっている<sup>179</sup>。

次に、オシロスコープの歴史<sup>180</sup>について簡単に説明する。オシロスコープは、1897 年ドイツのブラウンによって発明された陰極線管 (ブラウン管又は CR 管と呼ばれる) の利用に始まったとされている。第 2 次大戦後、アメリカのテクトロニクス社の創業者ハワード・ボラムおよびジャック・マードックにより 1947 年オシロスコープの原形機が生まれた。その後、テクトロニクス社は世界のオシロスコープを常に牽引してきた。

日本におけるオシロスコープの開発は、1948 年、TV の研究再開と共に、ブラウン管の

---

<sup>177</sup> オシロスコープ以外の測定器の調査は、対象が広く、技術的にも高度で、分析が専門的になるので、ここでは、他の測定器への移行までの分析とする。

<sup>178</sup> オシロスコープを日本ではシンクロスコープと呼ぶことがあるが、国際的にはオシロスコープと呼称される。

<sup>179</sup> サンプリング型：繰り返し発生する波形を標本として抜き出し観測するオシロスコープの基本的観測方法である。デジタルストレージ型：計測対象波形を一端デジタル信号に変換して、信号をため込んで、観測をしやすいうようにして表示する方法である。

<sup>180</sup> 岡田清隆 (1983)、1-13 頁、を参考にした。

管面に表示するという同一の技術線上にあり、同様に歩み始めた。1954 年、I 社が商用機としての国産 1 号機を発表した。1960 年代では、政府の保護政策に助けられながら、国内メーカーは欧米技術をキャッチアップし、1962 年に輸入自由化に対抗できるまでに力をつけてきた。背景には旺盛な TV 需要があった。TV 用のブラウン管の発達に伴いオシロスコープ用のブラウン管も表示面が丸形から角形へ、更に、表示面に測定のスケール目盛が付くなど、機能面の向上が進んだ。

1960 年代後半になると、トランジスタの登場に伴い、トランジスタを使った電気製品を測定するオシロスコープの需要が増大した。またオシロスコープも自身の製品の電気回路が真空管からトランジスタとなり、小型化と性能向上が進んだ。

1970 年代には、機能と性能の向上が進んだ。オシロスコープでは、基本的な性能仕様として測定可能周波数というものがある。その測定可能周波数が 5MHz から 50MHz へと伸びていった。1970 年代後半になると、研究用途から、産業用途としてのオシロスコープが求められ、同時に、測定と表示ができる数が複数になり、機能や表示管面に測定した波形と基準線を同時に表示できる機能付き製品の開発競争が激化していった。

1980 年代は、コンピューターの台頭があり、この測定に対応する機種開発で製品が高性能化された。コンピューター用途では、測定の対象が大きく変化した。測定の波形がデジタル信号で、ON か OFF の矩形の高速波形を測定する必要があった。この為、測定する信号を蓄積する機能（ストレージ型）が開発され、測定の周波数帯域もギガヘルツ帯と高くなった。一般的には、アナログオシロスコープから、デジタルオシロスコープ、次にデジタル・ストレージオシロスコープ<sup>181</sup>への進展と言われている。

1990 年代では、市場での電子機器の発達と、PC の普及に象徴されるデジタル電子機器対応への測定対応が求められるようになった。デジタル信号を測定するため、オシロスコープの内部に使用する部品も急速に進歩していった。半導体メモリー、遅延素子、アナログ・デジタル変換、マイコンなどが主な部品として挙げられる。これらの部品を使ってオシロスコープはデジタル化に対応していった<sup>182</sup>。

2000 年代以降は、測定対象が更に高速、高周波、高機能化へと進展した<sup>183</sup>。

---

<sup>181</sup> アナログオシロスコープは入力信号をそのままブラウン管に表示する。デジタルオシロスコープは入力信号をデジタル信号に変換してブラウン管に表示する。デジタル・ストレージオシロスコープは入力信号をデジタル変換後、一端蓄積して表示する為、多様な分析機能を持つ。

<sup>182</sup> 岡村総吾（1987）、281-290 頁。

<sup>183</sup> 専門技術的説明のため本論では省略する。

### 第3節 HK 社オシロスコープの取り組み

#### 1. HK 社の経営環境の変化

1979～1981 年の HK 社は業績が飛躍的に伸長した。家電ビデオカメラを中心に、売上が拡大した時期である。1982 年になると家電ビデオカメラ事業の急激な落ち込みで一転して、業績は低迷した。売上高は前年の 600 億円から 483 億円と、急速に悪化した。それは、1983 年のアメリカ向けの無線機やオシロスコープの輸出拡大により、かろうじて売上高 400 億円台を維持する状況であった。

1986 年には、業績低迷を受け、経営のトップが交代し、経営方針が転換された。量産による売上重視から、収益重視へと経営方針の転換があった。経営施策として、経営効率追求・棚卸資産圧縮・生産管理改革・内作化・工場最適生産を推進した。製品は、家電量産品から産業用の製品やシステム製品に重点を移した。これにより業績は回復に向った。オシロスコープ事業では、1980 年代前半にヒットした汎用型から、次の製品として、管面表示できる機種や波形を記録表示する機種を発表し、受注を維持した。

HK 社の 1985 年の売上高は 496 億円、経常利益 9 億円であった。1986 年は急速な円高の影響もあり、売上高は漸減して 454 億円、経常利益 8 億円であった。1987 年になると円高は一層進んだが、経営改革の効果があらわれ、売上高 458 億円、経常利益 11 億円と業績回復基調となった。HK 社は、バブル経済の崩壊や急激な円高という市場に対して、競争力のある高付加価値製品を開発し、業績は安定成長した。1991 年の売上高は 600 億円を超え、東証一部へ上場するに至った。また、開発競争力強化のため、開発研究所の設立や開発設備の強化が行われた。その中に、プリント基板の生板の自社生産設備の導入があった。





#### 2. HK 社オシロスコープの事業推移

HK 社のオシロスコープの売上は、1978 年には 6 億円規模の事業であったが、1980 年には 23 億円の売上となり、1982 年にはピークの 48 億円となる。1980 年代後半は、40 億円前後で推移してきた。しかし、1990 年代には急激に売上が減少して、1995 年には 15 億円となり、1996 年以降には、オシロスコープ単品の事業を撤退し、システム製品に事業

転換することになった<sup>184</sup>。

当時の開発責任者のインタビューと社史から、HK 社のオシロスコープ事業の推移を、黎明期・成長期・安定期・撤退期・転換期として、技術展開、製品推移を図 4-1 に示す。

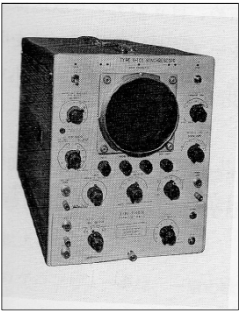
図 4-1 HK 社オシロスコープ事業推移（筆者作成）

推移	黎明期	成長期	安定期	撤退期	転換期
年	1960～1975	1976～84	1985～90	1991～95	1996～
事業展開	起業 基本機創出	競争力革新	製品品種拡大	市場撤退	事業転換
技術展開	波形観測 専用機	汎用機	記録機能機	液晶型	
製品推移	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">             家電技術展開         </div> <div style="text-align: center;">             小型化         </div> <div style="text-align: center;">             デジタル化         </div> <div style="text-align: center;">             システム         </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">           汎用オシロスコープ ノート型            メモリー付オシロスコープ            デジタルメモリースコープ         </div>				

#### （1）黎明期（1960～75 年）

オシロスコープは、HK 社の創業時から手がけられた製品である。HK 社は 1955 年頃、H 社の研究所から技術指導を受け、1960 年代初頭には、H 社の中央研究所や各工場向けの研究設備・生産設備用の測定器などを手がける生産を開始した。その時受注開発した表示管は、後のオシロスコープの基礎となった。

図 4-2 HK 社 1960 年のオシロスコープ



資料：HK 社社史編集委員会編『HK 社のあゆみ』、1999 年、300 頁。

<sup>184</sup> HK 社のオシロスコープ売上については、HK 社編集委員会編（1999）、232-234 頁、オシロスコープが属する情報部門売上高とインタビューを基に筆者が推定した。

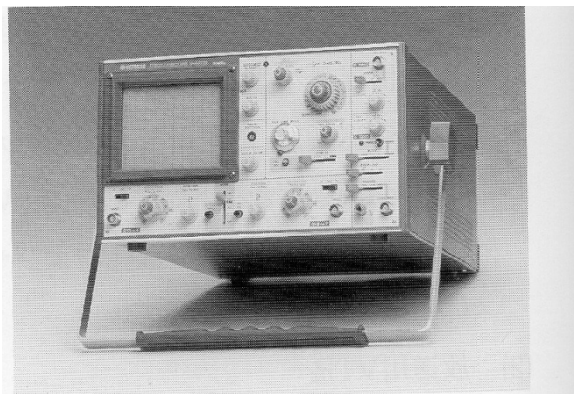
1960年代後半には、H社の研究所・工場向けの測定器として技術と製品を磨き、大学・研究所向けの市場拡大を目指したが、市場ではI社が圧倒的シェアを占めていた。そこで、エレクトロニクス産業で大きく進展が見込めるコンピューター向けや、鉄道保守用途など、特定用途への市場拡大に傾注した。図4-2は初期の製品で、ブラウン管の表示管面が丸形であり、測定を微調整するツマミが多数存在する。この時代のおシロスコープは受注して、1台ずつ生産する、手作りの時代であった。

## （2）成長期（1976～84年）

1970年代前半は、販売分野を絞っておシロスコープ事業の拡大を図ったが、先行会社の牙城は高く、HK社は、業界で下位の地位にあった。従って、事業・収益の規模から、事業の存続が問われた。そこで、1970年代後半に入り、大きく事業方針の転換を図った。

まず、世界市場の規模は桁違いに大きいことから、ターゲットを国内市場から世界市場へと変更し、事業と収益の拡大を目指した。次に、コスト競争力のため、産業用機器であるおシロスコープに家電コスト技術を注力することになった。この家電コスト競争力は大量生産の加工費コストだけでなく、使用する材料・部品価格が非常に廉価な材料費コストであった。

図4-3 HK社1980年代初頭のおシロスコープ



資料：HK社社史編集委員会編『HK社のあゆみ』、1999年、302頁、記載のヒット製品「ポピュラースコープ」。

開発にあたっては、当時の最安値競合メーカーの製品を比較研究し、これを上回る家電コスト競争力を導入の設計方針にした。また、海外市場の受注拡大のために、まず市場調査を実施した。営業現場の声を引き出すため、開発計画の製品形状モデルを携えて、アメリカ、ヨーロッパの現地法人を訪問した。そして、製品開発計画に販売先からの意見を取り込み、開発製品に取り入れた。更に、開発管理は、開発技術専任者と開発管理者に分け、

技術と管理を分離して運営した。加えて、社内に、大型プロジェクト経験の技術的造詣が深いベテランを参謀に配置した。また、H社のブラウン管生産工場からも大きな支援を受けた。

その結果、画期的低価格の汎用オシロスコープが生まれ、1978年に市場投入して、瞬く間に世界市場を席卷した。1978年の売上高6億が、5年後の1982年には、48億に急拡大した。当初から海外市場を目指していたこともあり、1983年時点の輸出比率は68%であった。この間、社長を筆頭に、経営陣から開発・生産・販売の支援を受け、まさに全社一丸となった活動であった。図4-3はHK社のオシロスコープ事業で最大のヒット製品となった汎用型オシロスコープである。

### （３）安定期（1985～90年）

1987年には、小型化したデジタルストレージ型オシロスコープを発表した。この機種は1970年代後半から研究開発を開始して10年をかけて、ようやく、1980年代後半に市場で花開いた。技術的にはリアルタイム・デジタルストレージ<sup>185</sup>両用を装備していた。価格対応として、回路・実装設計を革新し、更に原価低減を実現して、販売価格での競争力をつけた。これにより、輸出拡大し、製品の品種も増加させて、オシロスコープ事業は安定した売り上げを維持した。

### （４）撤退期（1991～95年）

1990年代、HK社は、現行機の延長線上の機種拡大や、マイコン搭載デジタルオシロスコープ機種の投入や高機能のスペクトルアナライザー機種<sup>186</sup>の投入など、多様な品揃えによる売上維持の活動をした。

図4-4 1990年代液晶型オシロスコープ



資料：HK社社史編集委員会編『HK社のあゆみ』、1999年、303頁。

<sup>185</sup> 電流の波形をそのまま表示することをリアルタイムと呼び、デジタルストレージは電流の波形観測を蓄積して、デジタル信号に変えて表示する。

<sup>186</sup> スペクトラムアナライザー：オシロスコープの多機能高級機種。

1993年には、図4-4に示す液晶表示のノートパソコン型オシロスコープを投入した。世界初のカラー化表示なども発表した。が、受注は回復することはなかった。

一方、市場では、1985年には、250円/ドルだった為替レートが、1995年になると79円/ドルと急激な円高が進み、いわば、海外での売価が2倍となり、コスト競争力が失われた。その結果、海外での売り上げが低迷することになった。

#### (5) 転換期(1996年～) 製品単独からシステム製品へ展開

1996年以降、オシロスコープの単独製品事業から、システム製品事業への転換が進められた。具体的には、測定器の技術が生かせる応用製品や、測定器や映像機器で構成するシステムである。測定器の技術を応用した製品として、FA用検査装置やバイオ検査装置に事業転換を図った。図4-5はFA用検査装置の一例である。

図4-5 HK社FA用検査装置



資料：HK社社史編集委員会編『HK社のあゆみ』、1999年、305頁。

また、オシロスコープ事業撤退後、オシロスコープの開発技術者は映像システム部門に移籍した者が多かった。映像システム部門は、製品の組み合わせでシステムを構成することが多い。その中で、組み合わせる製品の中身や特性を理解して、システムを構成できる技術者は貴重であった。これらの技術者は、その後、システム部門の製品群のそれぞれの長となり活躍している。

### 3. オシロスコープ市場動向

#### (1) I 社の動向

他社のオシロスコープの動向をみるため、日本におけるオシロスコープの代表的企業である I 社の業容推移について I 社社史<sup>187</sup>を参考に見てみる。

I 社のオシロスコープの研究が開始されたきっかけは、1951 年の日本駐在アメリカ空軍のレーダーの修理であった。1952 年、通産省工業技術院の補助金を得て、試作研究が進んだ。1954 年、国産オシロスコープが完成し、保安庁にレーダー保守用として納入された。1956 年には、国内 TV 放送開始に伴う機材として、TV 放送用測定器として、NHK に、オシロスコープの納入が開始された。この頃は好景気が続いており、通信・電子計算機など産業用機器の測定器として、部品測定器や、製品検査用途などの需要が急増した。そして、工場の増設を急いでいた最中の 1959 年に計測器の生産工場が火災となった。しかし、懸命の再建により、1960 年には、新工場が完成し、生産に拍車がかかった。

1960 年代の市場は、トランジスタ化に呼応した小型・軽量化製品が急増していた。この市場需要に応じた、高速・高周波・直視型（サンプルスコープ）の新製品は、ヒット製品となった。さらに、2 入力型（デュアル）や長時間観測型（メモリー）など次々に製品機種を広げた。市場からは、技術的に、周波数測定・電圧抵抗測定の管面数値表示が求められ、さらに、測定周波数の範囲が高周波・広帯域であることが求められた。1960 年代、I 社は、オシロスコープの性能向上と品質の安定性向上の為、使用する部品の内作化を進めた。具体的には、ブラウン管、スイッチ、集積回路である。特に、ブラウン管については、1962 年に研究に着手し、ようやく 1970 年に製品化された。この頃には、内作化した電子部品類が、オシロスコープ以外の通信機器にも使用され、社外にも販売するようになった。

1970 年頃になると、製品を輸出するまでに成長した。オシロスコープの市場も広がり、他社の市場参入が目立ち始めた。I 社は営業所の新設など、販売の強化を図った。また、この時代、コンピューターが登場し、通信回線との結合や、通信情報ネットワークサービスの時代が始まっていた。コンピューターを中心とした周辺機器への測定器需要の拡大に対応するオシロスコープとして、デジタルメモリースコープ、ロジックスコープ、波形解析器のシリーズ機を続々と市場に送り出した。さらに、製造現場や保守サービス用として、ポータブル型（携帯可搬型）の製品も開発した。

---

<sup>187</sup> I 社社史編集委員会編（1989）、244-264 頁、378-379 頁。



1970 年代後半には、半導体技術の進歩により、超高速のアナログ・デジタル変換の IC が生まれ、観測入力信号をデジタル変換した製品が開発された。1977 年には、計測対象製品のデジタル回路を解析するロジックスコープが開発された。

1980 年代には、市場の用途が、高周波化、広帯域化へと進み、これに対応して、多様な機種<sup>188</sup>を市場に送り出した。当時の、市場の技術動向は、アナログからデジタルオシロスコープへの移行が著しく、デジタルオシロスコープは 35% の伸びを見た。このデジタルオシロスコープにマイコン搭載の多用途対応機種はさらに著しい伸びとなった。市場の通信用測定器分野は拡大しており、伝送速度の高速化・測定周波数帯域の高周波化が求められていた。I 社は、これに対応する機器の開発に追われることになった。しかし、1985 年になると、急激な円高により、外国系計測器メーカーの国内実勢価格が低下、さらに、国内需要の落ち込みもあり、I 社の売り上げは急速に減少し業績が悪化した。

次に、I 社の計測部門の売上推移を社史から拾ってみる。計測部門にはオシロスコープ以外の製品群が含まれているが、この事業部門の主力製品がオシロスコープであり、製品の動向と一致しているものと考えられる。1975 年では、48 億円、1980 年 86 億円、1985 年 130 億円と順調に伸長していたが、1985 年をピークとして、1986 年 93 億円、以降急速に売り上げ減少を辿っている。社史の中でも、海外メーカーの、円高を背景とした攻勢とデジタル化の大きな波の影響と記述されている。

こうしたシロスコープ市場に HK 社が攻勢をかけた、1979 年からの推移と対比して見てみよう。HK 社のオシロスコープの売り上げは、1979 年 12 億円から 1981 年 36 億円と 3 年間で 3 倍増額である。I 社は同じ時期、1979 年 73 億から 1981 年 94 億で 11 億の増額である。次の 1981 年から 1984 年では I 社の増額は 26 億円に対して HK 社は 12 億円である。この数値の推移から、I 社は HK 社の市場攻勢に数年遅れで追走して、1984 年には増額で逆転しており、トップに躍り出たと推定される。

しかし、I 社、HK 社共に、1985 年以降は、市場での円高と、技術的デジタル化のインパクトである 2 つの波によって大きな変革を迫られていくのである。

## (2) オシロスコープのデジタル化

オシロスコープの急激なデジタル化への移行を分析したものを、表 4-4 に示す。1980

---

<sup>188</sup> 代表的開発機種として、メモリー・デュアル・サンプリングスコープを I 社社史は挙げている。メモリースコープは観測データを記録する機能、デュアルは 2 入力同時観測する機能、サンプリングは入力を抽出して観測する機能を持つ製品。

年代には、アナログオシロスコープの機種数が急速に拡大し、市場における需要と用途の拡大が表れており、各社の開発競争の激しさが読み取れる。1987 年に対して、10 年後の 1997 年の数値をみると、コンピューター化、情報処理の進展に伴う機器のデジタル化が急速に進み、オシロスコープの用途もこのマーケットに対応して、デジタルストレージ型との比率が逆転している。市場は、1990 年代にデジタル化機種に移行したと言える。

表 4-4 オシロスコープのデジタル化機種数進展状況（筆者作成）

区分	1981 年	1987 年	1997 年
アナログ	37	160	43
デジタルストレージ型	4	31	139
計	41	191	182

資料：日本電子機械工業会編『電子計測器ガイドブック ‘81 版』『電子計測器ガイドブック’ 90 版』『電子計測器&システムガイドブック 2000 版』電波新聞社、各年版、に記載されている各社オシロスコープの機種数を参考に筆者作成。

## 第4節 HK 社のオシロスコープと共通基盤技術

### 1. オシロスコープのコストダウンの取り組み

1980 年代初頭、HK 社では、汎用オシロスコープ開発時に、コストダウンの為に、VE によるプロジェクトでの取り組みを実施した。売価目標は 1/2 である。売価目標達成のために、原価要素の作業工数・材料費・間接費の各々にコストダウンの目標値を割振るという従来なかった発想で VE 活動が進められた。目標値の割り付けの例を表 4-5 に示す。

表 4-5 HK 社オシロスコープコストダウン事例（筆者作成）

原価費目	原価目標値	コストダウン事例	共通基盤技術例
電気材料費	40→20 (指数)	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業用電子部品→家電用電子部品</li> <li>プリント基板材質変更</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>割り基板生産技術の革新</li> <li>紙フェノール基板使用の革新技術 (両面ガラスエポキシ基材 →片面紙フェノール基材)</li> </ul>
機構材費	10→5 (指数)	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品塗装・メッキ廃止</li> <li>ブラウン管消磁材半減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩ビ銅板機械加工の技術革新</li> <li>TV 生産のブラウン管消磁作業導入</li> </ul>
作業工数	50→5 (指数)	<ul style="list-style-type: none"> <li>プリント基板実装の自動化</li> <li>組立・調整のコンベアライン化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>家電量産技術を多種少量生産に適用 (自動挿入機導入・電源付パレット 供給ライン化・ブラウン管消磁作業 の改善・画質調整自動化)</li> </ul>

まず、材料費は家電ビデオカメラで使用実績のある部材をオシロスコープに適用し、大幅なコストダウンを図った。次に、原価構成上 1/2 以上を占めている作業工数を 1/10 へと減少させることを目標にした。家電ビデオカメラで実績がある「共通基盤技術」の展開を試みた。既に実績として成果があったものを、多品種少量生産のオシロスコープに適用させるべく、開発段階から検討し、オシロスコープに合った技術革新を採用していった。特に、プリント基板実装の自動化が採用されて、この作業工数は従来比 1/10 となった<sup>189</sup>。オシロスコープは、TV の製品のユニット構成・技術で共通点がある。ブラウン管を使用して表示するという点である。HK 社は親会社 H 社の TV の生産方式を積極的に導入し、家電ビデオカメラに採用したが、更に、それを技術が導入し易いオシロスコープへと応用展開したのだ。たとえば、コンベヤラインの導入である。コンベヤライン上での量産追求と共に、電源付パレット、ブラウン管消磁技術革新、画面調整自動化などにより製造現場作業の革新を図り、作業時間は従来比 1/10 と大幅な時間短縮となった。これらのコストダウンに活用された量産設備の大半が、家電ビデオカメラで導入され、投入設備の償却が進んでいた点が更に産業用の市場分野でコスト競争する上で有利に働くことになった。これらのコストダウン活動により、原価の目標は達成され、市場売価で優位になった<sup>190</sup>。世界市場での販売が増加し、生産量はロット数台（1 機種）のものが、数百台規模になった。

## 2. オシロスコープにプリント基板実装の革新技術適用

エレクトロニクス製品の製造に必須のプリント基板部品実装の推移は、1980 年代前半に「人手→自動挿入→自動装着」と進展してきていた。HK 社においては、人手から自動挿入機を導入したことで、1981 年には家電ビデオカメラは月産 2 万台の量産実績となっていた。それまで全部の機種を合わせて月産数百台程度のオシロスコープへと、家電ビデオカメラで革新した量産技術を適用した。当時、産業用機器、それも計測機器のオシロスコープは、受注生産の多品種少量生産のため、プリント基板部品実装は、人手作業による組立が当たり前の時代であったので、プリント基板に電子部品を自動挿入して生産すること自体が革新的生産であった。現在から振り返ると当たり前の製造技術と考えられるが、当時の計測器製品へプリント基板実装自動化は常識を覆す革新的製造方法の採用であった。

<sup>189</sup> 加工費原価要素は投入設備の償却費などの費用が計算に加わるので注意が必要である。本事例では、家電ビデオカメラの大量生産で、大半の設備の減価償却が進んでいたため、オシロスコープへの負担が軽減されていた。

<sup>190</sup> HK 社社史編集委員会編（1999）、301 頁、に大幅な原価低減により売価競争力が付き市場を席卷した記載あり。

家電ビデオカメラで革新された「共通基盤技術」のプリント基板技術が、オシロスコープに適用されて効果を上げるには、それまでに培った「共通基盤技術の継承」が欠かせなかった。その継承の一端を紹介する。まず、プリント基板の基材について。当時の計測器は、丈夫で堅牢なガラスエポキシ基材で、両面パターン版プリント基板が標準的基材であった<sup>191</sup>。これを、TVに使用されていた紙フェノール基材で片面パターン版プリント基板を使用し、しかも自動挿入機で実装するのに、革新したいくつかの技術があった。

当時の月産数十台のロット生産を、1千台以上のロットにするため、製品の標準化を進め、シリーズ共通に基板を変更して、同じ段取りで生産投入できるようにした。更に、標準化した基板は大型基板（250×330mmのサイズ）を採用して、シリーズ対応とした。ところが大型サイズ基板は自動挿入時や、自動半田付け時に、大型であるが故に、そり曲りが出易いので、そり防止の工夫など、大型基板を使いこなす工夫が必要であった。また、オシロスコープには、高周波や、高速伝導の回路があるが、材質をエポキシ材から紙フェノール材に変えると、誘電率や絶縁性の性能に影響を与える。そこで、従来とは異なった回路パターン設計を工夫することになった。製造現場のコストを低減のため、設計段階のプリント基板のパターン設計まで遡り工夫を重ねた。

従来、手作業で一台ずつ生産していたオシロスコープが、まとめて生産できるようになり、画期的なコストダウンを達成した。また、HK社での品質管理データによると、従来の人手生産時のプリント基板実装の場内不良率が、自動化後 1/10 となり、製造品質向上も同時に果たしている。

### 3. プリント基板の生板の自製化<sup>192</sup>

プリント基板の生板の生産工程は化学処理工程を多用したものであり、HK社では表面処理技術のメッキ技術を受け継いでいた。ここでは、プリント基板の生板の自製化は「共通基盤技術」の表面処理技術の継承として位置づけておくことにする。

HK社では、1960年代から、メッキ・塗装の表面処理加工を内製しており、生産技術者、現場の技能を有する技術者がいた。H社グループにも基板工程を内製している工場があり、ノウハウも含めた技術支援を受けることができた。HK社では、1980年前半に、従来から

---

<sup>191</sup> プリント基板は、基板の表面に電気回路の線路が銅膜で描かれている。複雑で錯綜する線路を繋ぐ為、片面、両面、多層と回路を描く面が増加される。

<sup>192</sup> 本論では、従来では外注調達していた製造工程を自社内に移行することを自製化と呼ぶ。

使用していたメッキ設備を活用し、基板エッチング装置、穴あけ機を導入、プリント基板の生板の自製化に必要な設備と人員の増強を進めた。1988年には、多層基板の自製化のために、精密穴あけ機・NC ルータ・整面機を導入し、銅メッキ槽・エッチング装置・廃水処理装置、多層基板圧着装置を設置、クリーンルームを有するプリント基板製作専用建屋が完成した<sup>193</sup>。また、表面処理技術の現場技能者は継承され、必要に応じて増員された。生産技術者は化学専門技術者が順次増強された。HK 社内の組織では、製造部門の試作開発専門部門として整備された。

また、エレクトロニクス製品に組み込まれているプリント基板の製作期間は、生産工程のクリティカルパスとなることが多い。1980 年代後半になると、オシロスコープに製品機種種の拡大が求められるようになった。開発期間の短縮が可能となるプリント基板の自製化はオシロスコープの開発力強化に効果的であった。尚、標準的開発工程とは、要素開発、機能・性能試作、製品試作、量産試作を経て、製品化に至る工程を言う。

図 4-6 にプリント基板の生板製作の標準的製作期間を示す。個々の工程作業での日数は省略するが、従来生産日数 21 日が自製化で 3 日に短縮された。

図 4-6 プリント基板の生板製作工程(筆者作成)

工程	<div> <div>パターン描画</div> ⇒ <div>フィルム製作</div> ⇒ <div>基板製作</div> ⇒ <div>検査</div> </div>			
工程作業	配線描画	エッチング用版製作	エッチング 穴明 スルーホールメッキ	出荷検査
従来生産	4 日	3 日	13 日	1 日
外注日数	<div> <div>←</div> <div>21 日</div> <div>→</div> </div>			
自製化	<div> <div>←</div> <div>3 日</div> <div>→</div> </div>			

通常、開発工程において、プリント基板の製作は数回の試行を繰り返すものである。もう少し詳しく説明すると、「プリント基板のパターン設計→基板試作→部品搭載・半田付け

<sup>193</sup> HK 社社史編集委員会編（1999）、314 頁。

→動作確認→パターン修正」とプリント基板の試作の繰り返しが常態であった。従来のようにプリント基板生板の生産期間に複数回の試作を実行すると、開発のボトルネックとなる。たとえば、機能・性能試作、製品試作、量産試作で各々3回製作を繰り返すと21日×3回＝63日となり、2ヶ月を要することになる。外注に出さずに自製化する工程だと3日×3回＝9日となり大幅な工程短縮となる。

## 第5節 事例についての考察

### 1. 事業転換への影響要因

1980年代後半のオシロスコープ事業活動について、当時の開発責任者からのインタビューを加味すると、オシロスコープ事業の成長と撤退については、次のように整理することができる。

オシロスコープ事業が急成長できた要因について、当時の判断としては、次の3点が考えられる。第1点は、先行して量産技術を導入していた家電ビデオカメラでの実績の適用である。第2点は、VE活動も含めた全社を挙げた組織的活動である。この二つについては、第4節のオシロスコープのコストダウンの事例でその具体的内容を示した。第3点は、汎用オシロスコープの開発を、技術と管理に分けたマネジメントの分離である。開発のマネジメントを開発技術者と開発管理者に分担して推進する方式である。

HK社では1970年代では、開発は一人の開発管理者に委ねられていた。1980年代になると、開発内容が、高度化し、広範囲になり、開発管理者一人では、製品のプロジェクトを管理することが困難になった。そこで、開発技術管理者と開発管理者とに分ける組織体制が取られることが多くなっていた。実際、オシロスコープの開発当初は、一人の開発管理者で開発が開始されたが、全社を挙げた開発プロジェクトと位置付けられた後は、開発管理者として、専任部長を配置し、複数の技術専任者（主任技師<sup>194</sup>）を開発技術者として設ける布陣で開発推進することになった。

次に、オシロスコープの事業を撤退した理由については、2点が考えられる。一つは市場がデジタル化に向かっていた時、デジタル化への対応が出来なかったことが挙げられる。売上が漸減している時、当事者は、その時点時点での製品の維持活動に追われるのが実情

<sup>194</sup> 主任技師：HK社の場合は管理職であり、HK社の場合、技術専任者（主任技師）は数人の技術者の部下を持つ。

である。たとえば、現行製品の品揃え拡大、販売量が減少しても供給者としての責任上、納入要請を断り切れないこと、市場のクレームへの対応、などである。したがって、現行製品の当面の対応に追われている当事者は、将来への対応（デジタル化・コスト競争力強化等）が後手になってしまう。

実務上でも、売上漸減の中では、新たな経営資源の投入は困難であった。当時のオシロスコープの世界のトップメーカーは、G 社である。HK 社がアナログオシロスコープで世界を席巻している間、G 社では、アナログオシロスコープの開発をストップして、鳴りを潜めていた。しかしながら、市場の変化を読み取り、デジタル技術を開発していたことが、5 年後のデジタル新製品の攻勢で判明した。

これにより、HK 社は、デジタル化の技術格差を大きく広げられた<sup>195</sup>。デジタル化で、コスト競争力を持つには、LSI の開発が必要であった。当時の LSI 開発費は 2 億円以上であり、HK 社は、H 社のデバイス開発部門と多面的に検討したが、開発を断念することになった。また、同時期に、オシロスコープを生産していた国内のオシロスコープ同業メーカー（M 社・I 社・T 社）<sup>196</sup>も、全てこのアナログオシロスコープ事業を縮小ないし撤退している。現在、世界での大手企業は、欧米のメーカーであり、いずれもデジタル主体となっている。

二つ目は、急速な円高でコスト競争力が失われていったことが考えられる。この結果、HK 社では、長期の事業赤字の回復が見込めないということで、新社長の就任を機に、オシロスコープ事業撤退の決断がなされたと整理することができる。

## 2. 共通基盤技術の継承

もうひとつの視点である「共通基盤技術」の貢献については、プリント基板実装、プリント基板の生板の自製化、表面処理技術の継承、と 3 点に絞って見ていく。

### （1）プリント基板実装の継承

1970 年代後半当時、親会社の H 社の TV 生産は量産技術が進んでいた。オシロスコープは TV と製品の共通点が多いことは前述したが、ブラウン管に加えて、電気回路や使用部品に共通性が多い。一方、製品の大きさが、家電ビデオカメラに比較して小型化に対応

---

<sup>195</sup> たとえば信号の処理速度が、HK 社 300MHz に対し G 社は、2GHz であった。

<sup>196</sup> 代表的同業メーカーとして松下通信工業・岩崎通信機・ケンウッドが挙げられる。

するという制約がないなど、自動挿入化がやり易い条件下にあった。HK 社では、家電ビデオカメラでの自動挿入機設備の導入や 使いこなしのノウハウの成果を短期間で適用することができた。

かつて（1977 年頃）HK 社は家電ビデオカメラの生産に H 社の量産技術の導入を急ぎ、量産の実績を挙げたが、オシロスコープにここでの量産技術を活用した。その結果、HK 社は、1980 年代半ばには、プリント基板実装技術の先頭を切るようになっていた。1990 年代初頭に、オシロスコープ製品が液晶表示の小型化製品に移行する際にも、先行していたプリント基板表面実装（チップ部品実装）を同じように適用した。

このように、家電ビデオカメラからオシロスコープへ、さらにオシロスコープの小型化と、「共通基盤技術」のプリント基板実装技術は、革新しながら貢献したのである。

## （2）プリント基板の自製化

次に、「共通基盤技術」の表面処理技術を取り上げ、開発期間の大幅な短縮を目的としたプリント基板の生板の自製化事例について整理しておくことにする。

HK 社における、表面処理のメッキ技術は、1970 年代、製品の外観の美麗化から始まり、導波管内面処理などを経て、1985 年頃、プリント基板の生板生産に継承された。プリント基板の生板の製造技術は、製品個々での固有技術ではなく、異なる製品にも共通する基盤技術である。HK 社は、製品の開発競争には開発期間短縮が必要と考え、この製造の自製化を図った。

先に、オシロスコープ業界が熾烈な開発競争を繰り広げていることを述べた。業界におけるオシロスコープの機種数の推移でその動向を見ると、1981 年には、41 機種だったものが、1987 年には 191 機種になっている<sup>197</sup>。HK 社のオシロスコープについても、1980 年代の前半には、3 年毎に新機種を開発していたが、1990 年代に入ると、半年に 1 機種の開発が迫られるようになっていた。エレクトロニクス機器の開発にはプリント基板の試作期間が重要であることはたびたび指摘した。HK 社では、1988 年にプリント基板の生板の最新職場が完成した。自製化による大幅な試作期間短縮（従来比 1/7）が、他社に対する新製品開発競争への決定打となったのである。このように「共通基盤技術」の表面処理の継承技術であるプリント基板の生板の自製化は、事業活動に貢献した事例と見ることができる。

---

<sup>197</sup> 機種数：日本電子機械工業会編『電子計測器ガイドブック'81 版』『電子計測器ガイドブック'90 版』『電子計測器&システムガイドブック 2000 版』電波新聞社、各年版、に記載されている各社オシロスコープの機種数を参考に筆者が推定した。



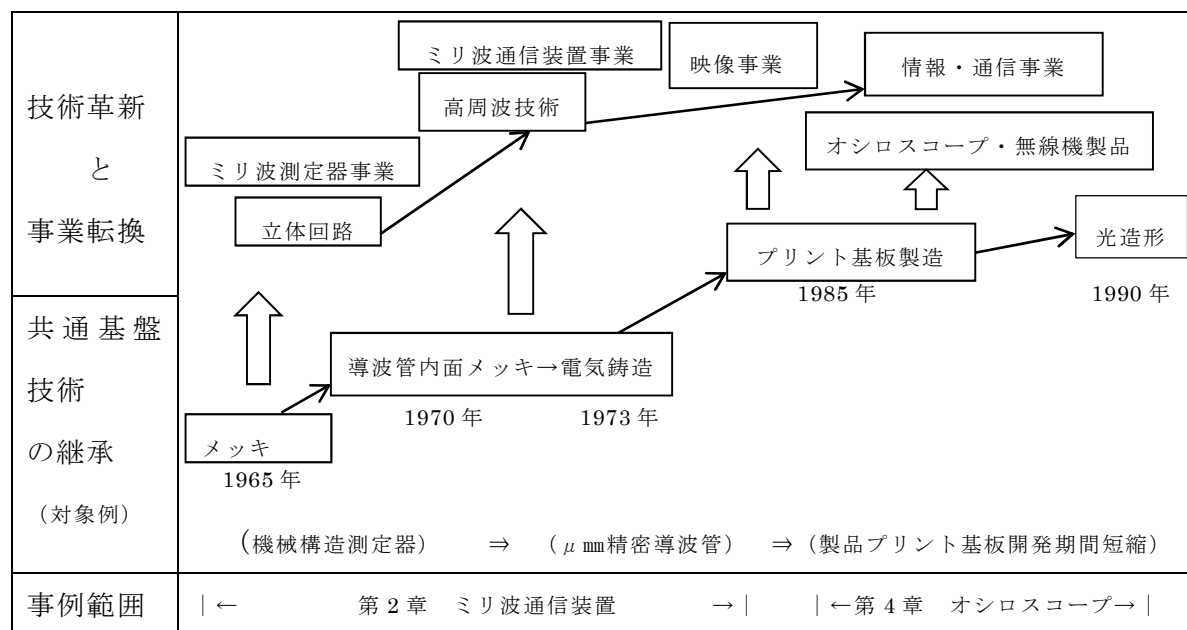
### (3) 表面処理技術の HK 社における継承<sup>198</sup>

HK 社の「共通基盤技術」の表面処理技術は、ミリ波測定器事業、ミリ波通信装置事業、映像事業、情報・通信事業と事業転換する中で継承された。HK 社は、1960 年代から、製品の外観を美化する技術として、社内にその製造工程を有しており、1960 年代のミリ波測定器事業では、表面処理技術は外観の美化と立体回路装置の伝導面形成として使用された。

1970 年代、ミリ波測定器の電波伝導面の導電率を高める技術として、銀や金のメッキが必要であった。更に、ミリ波通信装置の構成品は高精度の寸法精度を要求されていた。HK 社では、メッキ技術の応用に当たる電気鍍造技術を導入した。電気鍍造技術は、中子と言われる母型にメッキを厚く積み重ねる製法である。その電気鍍造技術で精密導波管の内面形状を作り出した。

次に、1980 年代では、表面処理技術を継承したプリント基板の製造が、開発強化策として導入された。これらの表面処理技術の継承を図 4-7 に示す。

図 4-7 HK 社共通基盤技術 —表面処理技術の継承— (筆者作成)



ここで、対象物の表面に、物性の異なるものを積み重ねるという括りで表面処理技術を模式的に捉えたものが図 4-8 である。メッキは金属の表面を化学処理して、電氣的に別の

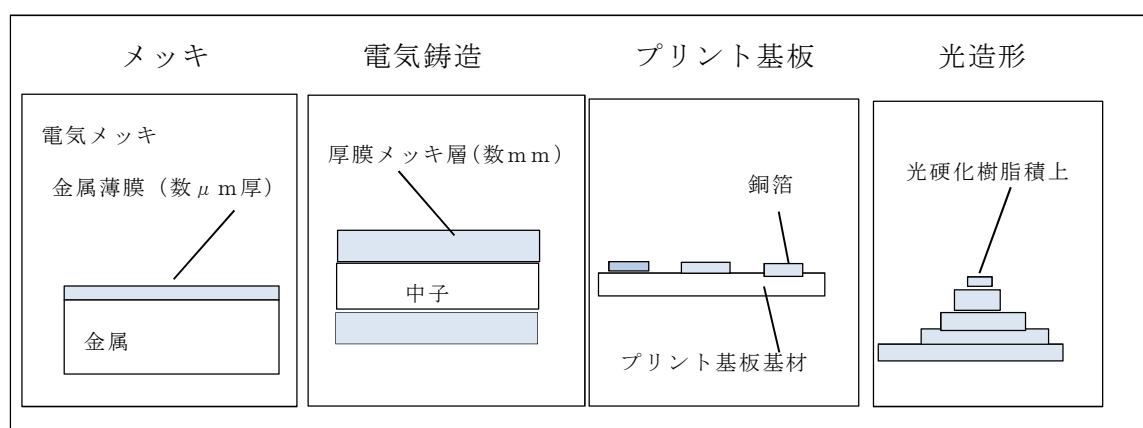
<sup>198</sup> HK 社社史編集委員会編 (1999)、314 頁。

金属を積層する。メッキの厚みは数 $\mu$ mであり、電気メッキが代表的メッキ法である<sup>199</sup>。

電気メッキは、金属を溶かした溶液のなかに、メッキしようとする製品を入れ、直流電流を通すことにより、溶液として溶かした金属を、製品の表面に析出させて、金属薄膜を得る方法である<sup>200</sup>。次に、電気鑄造はメッキ技術の延長で、積層するメッキの厚みを数mm以上にする。プリント基板の生板製作は、銅箔の張られた板（エポキシ材）に電気回路線パターンを描画して、必要回路線を膜として残し、不要部分を化学処理（エッチング）して除去する。対象品の表面の化学処理は、メッキ技術と同等の製造プロセスといえる。

こうした積層技術という面から、技術的には「共通基盤技術」の継承であると位置づけることができる。

図 4-8 共通基盤技術の表面処理の膜構造イメージ（筆者作成）



プリント基板の生板製造には、専業の大手から、中小の企業まで存在しているが、HK社は、製品の開発競争には、開発期間短縮が必要と考え、開発設計の情報伝達や社内交流の利便性、また設計の時間の制約を受けない柔軟性確保からも、自製化が必要と考えた<sup>201</sup>。

次に、HK社では1980年代の次の開発力強化の一環として、製品の外形モデルや形状による性能確認の試作など短期間での試作を可能とする簡易モールドや高速切削法などを順次導入した。更に、1990年代には、親会社のH社と共同で光造形法の技術を導入した。光造形は表面処理技術を高度化した応用技術と言える<sup>202</sup>。「共通基盤技術」を継承した技

<sup>199</sup> メッキの種類は、電気メッキ、化学メッキ、溶融メッキ、溶射メッキ、蒸着メッキ、気相メッキなどがある。

<sup>200</sup> 藤野武彦編（1965）、1-10頁。

<sup>201</sup> 図4-7の「共通基盤技術」のプリント基板製造の枠からの2本の矢印は、オシロスコープ事業以外の映像事業など、複数の事業製品に貢献していることを示している。

<sup>202</sup> 光造形の基本的製造原理は、液体の光反応硬化樹脂を数 $\mu$ mの厚みで積み重ねて外形を形成する。形状は、3Dデータによりレーザーを光硬化樹脂に照射して形成する化学反応である。

能者・生産技術者・試作体制により、この製法が継承された。現在は、外形・構造モデルの試作を積み重ねて、技術を蓄積している。最近、光造形法は 3D プリンター製造法として世界で注目されている。HK 社においても、この製法による新製品の誕生に「共通基盤技術」が今後も貢献していくと思われる。

## 第 6 節 まとめ

本章では、HK 社のオシロスコープ事業について、製品の創生の時代から、事業が伸長し、技術革新や多様な要因によりシステム製品への事業転換にいたる経過をみてきた。事業が伸張する 1980 年代前半では、産業用製品で少量多品種生産の製品の生産に、家電の量産技術を適用した。更に、製品の品種の広がりに取り組み、1985 年以降は、プリント基板自製化による開発力強化の策などもあり安定した業績を得るに至った。その後、1990 年代に入り、技術の潮流はデジタル化・高周波数・高機能化が進み、HK 社のオシロスコープ事業は、測定器単品からシステム製品へ事業転換した。

本論の第 1 の視点である事業転換への影響要因を整理すると次のようになる。1980 年代は、輸出拡大、貿易摩擦、円高、バブル崩壊と経済環境が大きく変貌する時代であり、事業転換には、技術革新のみならず、内外の経済環境に少なからず影響を受けたと言えよう。更に、以下 4 つの要因が考えられる。HK 社のオシロスコープの事業転換への影響要因は、4 つ挙げられる。第 1 に、事業成長期には家電量産技術適用の効果が大きかったことがあげられる。少量生産しか経験のない測定器の量産によるコストダウンは、親会社 H 社の協力を得、HK 社内での全社を挙げた生産体制の整備を得て、量産技術を適用出来るようになった。

第 2 に、製品開発における技術開発と開発管理の分離が挙げられる。HK 社では、1980 年代、製品開発部門で技術開発と開発管理を分離する組織制度の変更があり、効果を上げていた。そして、組織改革の結果、オシロスコープの製品開発が成功して、急速に売り上げが伸び、事業が拡大した。この件についての具体的事例はインタビューからも汲み取ることができた。しかし、事業が拡大して、開発管理と事業管理を兼務した状況では、次の事業に備えた革新技术への備えや経営資源の再配置への取組が難しかったことも、事例の

経過とインタビュー<sup>203</sup>から覗えた。

第3は、事業撤退への影響要因である。HK社オシロスコープが単品製品から事業撤退するきっかけは、コスト競争力がなくなったことにある。オシロスコープの売上は海外輸出が80%以上であったため、急激な円高に、コストダウンを追従させることができなかったのである。

さらに、第4は、オシロスコープの主要構成部品であるブラウン管の調達が困難となったことが挙げられる。ブラウン管の生産は、TVのブラウン管の生産メーカーが担っていた。ブラウン管から液晶へ、というTVの表示画面の市場動向を、オシロスコープも同じように辿ることとなった。また、デジタル化によりソフトウェア比率が高まり、専門技術を持った開発人員が必要になった。しかし、売上減少の中での、開発人員の増強は困難であり、次世代製品の開発が断念された。

第2の視点である事業と「共通基盤技術」の関係については、次の2点に集約することができる。第1点は、事業成長要因とも重なるが、家電ビデオカメラで培った量産技術をオシロスコープに適用したことである。量産技術適用の中で、「共通基盤技術」のプリント基板実装の革新が継続されていたことが大きく影響している。加えて、全社の関係者が参画するVE活動の組織的取り組みも、短期間の開発で新製品を創出する原動力となった。

第2点は、「共通基盤技術」の表面処理技術分野の継承として捉えたプリント基板の生板の自製化である。「共通基盤技術」の継承事例として、本章で改めて整理した。プリント基板の生板の自製化による開発期間の画期的短縮化は、本章のオシロスコープだけでなく、第5章の業務用無線機や映像機器製品の開発期間短縮に、大きな効果が見られたものである。

以上、HK社のオシロスコープ事業の1980年から1990年代での盛衰を通して、本章での研究視点である事業転換への多様な影響要因と事業転換への「共通基盤技術」の関係性をみることができた。

---

<sup>203</sup> HK社の企業組織対策として、他部門から、開発管理者が投入されたが、急速な組織拡大の為、役割が果たせなかったことがインタビューから覗えた。

## 第5章 業務用無線機の海外展開と国内回帰への転換事例（1990年代）

### —製品価値向上と製造技術の貢献—

#### 第1節 はじめに

本章では、HK社の業務用無線機事業の1965年の創設期から国内での成長期を経て、1980年代後半の海外進出と、その後、国内市場への回帰という事業展開、さらには、2000年のシステム市場への展開までの道を辿る<sup>204</sup>。

この事例では、製品分野そのものは変っていない。海外市場に対応した製品転換を進めたこと、さらに国内回帰においても同様の製品転換に取り組み事業内容を大きく変えていった歩みである。すなわち、市場転換による製品転換を成功に導いた例を広義の事業転換として位置付けて整理検証した。

無線機には、一般の市民が使えるアマチュア無線から公共用無線（警察・消防など）まで幅広い使用分野がある。HK社が手掛けてきた無線機の代表的製品には、タクシー無線機、公共用無線機、自動車電話、トランシーバー、ポケットベル、携帯電話などがある。この中で、公共用無線機・タクシー無線機に代表される業務用無線機を事例に取り上げる。

1970年代、HK社の業務用無線機は、真空管からトランジスタ化され、車載無線機として揺籃期を迎えた。1970年代後半では、国内の業務用無線機市場では、消防・警察などの公用無線機、また、タクシー無線機など民生用の需要があった。1980年代初頭、HK社では、業務用無線機の国内需要が一巡する中、大きな需要が見込めるアメリカ市場進出の計画がなされた。そして、輸出用無線機を開発し、アメリカに進出した。HK社は、価格競争力・技術革新を武器に、アメリカで一定のシェアを獲得したが、1980年代末には、急激な円高で、価格競争力が失われ、1990年代初頭に、海外市場撤退を余儀なくされた。しかし、そのことが、国内市場を掘り起こす契機となった。

当時から現在に至るまで、日本のエレクトロニクス業界は、同質的競争を繰り返して、赤字体質へ埋没する傾向があった。そこで、HK社は、この業界競争から脱却するには、誰にも真似のできない製品を生み出そうという「オンリーワン戦略」の経営方針のもとで、

---

<sup>204</sup> HK社では、第2章の1970年代ミリ波通信装置の高周波電波技術を業務用無線事業に、継承されている

顧客価値向上に合致する製品を生み出し、国内市場の拡大に成功した（具体的には、電話機のように使用できる双方向同時通話可能な業務用無線機や世界一小型の業務用携帯無線機）。さらに、1990年代後半には、その無線機技術を基に無線システム市場に参入した。輸出用無線機で培ったコスト競争力やオンリーワン戦略で開発した小型化技術で、空港用無線機システムのトップシェアに躍り出た。

本章では、第2節で、業務用無線機の市場動向を述べ、第3節で、HK社業務用無線機事業の推移を整理する。第4節、第5節では、HK社の業務用無線機事業と共通基盤技術の関係について明らかにする。HK社が、「共通基盤技術」を駆使して、画期的製品開発に成功した事例や、携帯電話市場（公衆系通信分野）に参入せず、業務用無線機市場（自営系通信分野）に経営資源を集中して成功した事例を述べる。また、その中には、他の章では取り上げていなかったVE（価値工学）への取り組みを付け加える。

## 第2節 業務用無線機業界の動向

業務用無線機事例の推移に入る前に、電波の技術を使う製品である無線機の電波について簡単に説明する。

電波の周波数は使用の仕方に制限がある。個人や企業が、勝手に使うと無線が混信状態になり混乱するので、周波数の使用は国際的に決められており、国内では、総務省が周波数の配分を管理している。周波数帯と主な電波利用の用途は次の通りである。

周波数の低い短波領域には、船舶・航空用無線がある。次の周波数領域にあたるのは、超短波（VHF）・極超短波（UHF）で、防災・消防・警察などの公共用無線とタクシー無線や地域民間企業用の民需用無線機がある。さらに高周波数領域のマイクロ波では、放送中継やレーダーなどが挙げられる。本論での事例に取り上げる業務用無線機は、超短波・極超短波の周波数領域に属するものである<sup>205</sup>。また、無線の利用の仕方による区分としては、携帯電話のように、一般の人が利用する無線機を公衆系、公共の官庁や特定の認可を受けて自分で基地局を持って利用する自営系と呼ばれる2つの区分がある。業務用無線機は自営系の区分に入っている。日本の電波の利用については、総務省の認可制度により管理されており、電波利用の推移として、低い周波数帯域（60MHz）から順次高い周波数帯域へと年を追うごとに利用が広がり、技術的にも電波を効率よく使用するための方式が

---

<sup>205</sup> 1982年800MHz帯の利用開始もあるが、大半はVHF・UHF帯が業務用無線機の使用帯域である。

決められてきた。1950年代の60MHz帯から始まり、1970年代には150～450MHz帯、1980年代には800MHz帯、1990年代以降は1.7GHz帯<sup>206</sup>と変遷してきた。特に最近では携帯電話の普及が著しく、電波帯の効率的利用がますます要求されている。これらの無線通信装置の生産額は、1970年代初頭の637億円から、1980年代には2千億円を超え、1990年代後半には、携帯電話の普及が急速に進み1兆円を超える産業となった<sup>207</sup>。

表5-1に1990年代以降の国内無線通信装置の市場動向を示す。無線通信市場の中には、放送や電話回線・衛星回線もあるが、表中では除いてある。業務用無線市場は、区分の変更を加味する必要もあるが、1991年では1千296億円が1996年には、4千621億円となり、その後、デジタル化への移行、携帯電話の台頭から市場が減少する調整局面となっている。

表5-1 無線通信装置と業務用無線市場動向（筆者作成）

									単位:億円	
製品区分\年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
業務用無線	1296	1403	2546	2311	2936	4621	2883	2421	1835	1939
携帯電話	-	1472	1758	2825	3938	7269	8132	9225	10832	14919
無線呼び出し	588	862	952	1069	943	582	481	201	43	41
PHS	-	-	-	-	-	-	1395	715	751	805
コードレス	1761	1787	1771	1449	1160	955	904	937	728	842
無線・通信装置合計	3645	5524	7022	7654	8977	13927	13795	13499	14289	18546

注) 調査統計小委員会編『平成22年電波産業年鑑』2010年の無線通信製造業区分から整理した。本章で対象としている業務用無線はMCA無線・陸上移動無線・自動車電話・海上・航空移動通信・移動局通信・その他通信装置を含む。固定通信装置（衛星通信など）は含まず。また、無線呼び出し、PHSの主な用途は企業や病院などの構内通話として使用される。

資料：調査小委員会編『平成22年電波産業年鑑』電波産業会、2010年、付3頁、から筆者作成。

業務用無線機の市場は1991年では1千億円規模で、5年後に4千600億円規模と4.5倍になっている。ここで注目すべきは、携帯電話の市場規模が1992年1千500億円であったものが、5年後の1997年には、8千100億円規模と5.5倍となり、さらに2000年には、1兆4千900億円の規模に急増が続いていることである。携帯電話の市場の規模の大きさと急拡大により、通信機器各社の事業の主力目標は携帯電話市場に向かっている。このような背景での、HK社の業務用無線機事業の取り組みを見ていくことにする。

<sup>206</sup> 電波の周波数1ギガヘルツ〔GHz〕は1000MHz、ギガは10<sup>9</sup>を表す。

<sup>207</sup> 西村吉雄・伏木薫（1998）、30頁。

### 第3節 HK 社業務用無線機事業の推移

#### 1. 業務用無線機事業の成長

図 5-1 に HK 社業務用無線機事業推移を示す。上から 1 段目を見ると、HK 社における業務無線事業の創業から、国内無線業界への参入、海外展開、そして国内回帰、1995 年以降は国内外システム市場へ転換と、一連の事業の変遷があり、2 段目に本章の事例に取り上げている製品例を記載した。下段欄に、総務省の電波行政の動向に関係ある周波数 60MHz から 1.5GHz に至る推移を示している。国内無線の市場は国の電波行政に密接に関係してきた。製品を供給する企業には電波の変遷の潮流を適切に掴まえた、技術の先行開発が求められてきた。

図 5-1 HK 社業務用無線機事業の推移 (筆者作成)

年	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
HK 社 動向	無線事業開始 1960 年 60・150・ 400MH 無線機開発		公共市場参入 1970 年～  ・地域防災・公共 MCA  民需市場参入 1975 年～ タクシー無線・地域 MCA 輸出開始 1980 年～			国内市場回帰 1990 年～  システム市場へ 1995 年～  防災・列車・救急システム		
HK 社 製品例	・ 1982 年輸出用無線機    ・ 1991 年一波送受同送無線 ・ 1983 年セキュリティ無線・1993 年超小型携帯無線 ・ 1986 年自動車電話    ・ 1995 年韓国列車無線システム ・ 1998 年香港空港システム							
無線電 波行政 推移	60・150MH z 400MH z	1952 年→ 1964 年→ ナロー化 1967 年→	再ナロー化 1982 年→ デジタル化 1989 年→ デジタル化 1999 年→ 防災デジタル 260MH z 2001 年→ 800MH z 1979 年→ ナロー化 1987 年→ デジタル化 2000 年→ 1.5GH z 1993 年→ PHS1995 年→					

注) MCA (Multi Channel Access radio system) : 複数の利用者が共同の基地局を利用するシステム。各地域や運営業者が協力して運営。ナロー化 : 無線局の増加や電波周波数の逼迫に伴い、多くの無線局が利用出来るように、1 局毎に使用できる周波数帯域を狭めた。

資料 : 調査統計小委員会『平成 22 年電子産業年鑑』電波産業会、2010 年、15 頁、と HK 社社史編集委員会『HK 社のあゆみ』1999 年、256 頁、を参考に筆者作成。

次に、表 5-2 に HK 社における業務用無線機事業が含まれる通信機事業の業績推移を示す。通信事業部門の売上高は、1975 年では 50 億円、1980 年では 136 億円、1985 年には、200 億円 1995 年には 225 億円と伸長が見られる。業務用無線機の国内登録台数で見ると



1990年の2万7千台が、2000年では10万4千台と利用が伸びている。しかし、2000年以降は新規の登録が半減しており、携帯電話との使い分けが進んでいることが覗える<sup>208</sup>。本章で取り上げるHK社業務用無線機事例は、1980年代から伸長があった1990年代末までの製品の変遷である。

表 5-2 HK 社通信事業業績推移（筆者作成） 単位 億円/年

年度	1975	1980	1985	1990	1995	1997
売上高	173	487	496	559	530	603
通信事業	50	136	200	199	225	268
経常利益	▲10	37	9	30	15	12

資料：HK 社社史編集委員会『HK 社のあゆみ』1999 年、332-335 頁、を参考に筆者作成。

次に、HK 社通信機事業部門の中での業務用無線機の事業について、揺籃期 1965 年～、成長期 1975 年～、成熟期 1989 年～、更に、現在に続くデジタル期の 1998 年以降に分けてその推移を述べる。

#### （1）国内業務用無線機市場への参入（揺籃期 1965 年～）

HK 社が親会社 H 社からの移管を受け、業務用無線機を市場に送り出したのは、1965 年である。当時は真空管からトランジスタへの転換期で、トランジスタの性能向上と共に順次シリーズ開発した。また、車載用バッテリーに応じた対応機のトランジスタが出現し、小型化が一挙に進んだ。HK 社の移管時の生産台数は、せいぜい 100 台/月程度で車載機が主流であった。1970 年代初頭には、12V 駆動<sup>209</sup>の無線機周波数出力のパワートランジスタの出現で、小型・低消費電力化の無線機の目処がたち、全トランジスタ化無線機の競争の時代になった。

一方、市場ではこの技術革新により、警察無線、タクシー無線、など、公共用も民需用も無線機導入の機運が高まり、需要が増加してきた。そんな中、警察無線入札コンクールに敗れた HK 社は、まずタクシー無線に特化して開発を進め、民需用の業務用無線へとシリーズ展開した。

この戦略は功を奏し、業界初の全トランジスタ化<sup>210</sup>無線を市場に出して注目された。HK 社の無線機の認知度は上がったが、無線機事業は国内 5 位の低迷が続いた。海外展開

<sup>208</sup> 陸上無線協会の簡易無線機登録台数管理データを参考にした。

<sup>209</sup> 自動車のバッテリーの駆動電圧が 12V（ボルト）で、この電圧対応が車載無線機に求められる。

<sup>210</sup> 無線機を構成する回路に一部真空管を残すと、消費電力の増大や機器の小型化が困難となる。

の方針を打ち出したのはこのジレンマを打破するためであった。

## （２）海外展開と競争力強化に貢献した「共通基盤技術」（成長期 1975 年～）

業務用無線機は、タクシーやガス会社連絡用等の市場拡大に伴い、性能・機能も向上していった。当時開発を開始した主要製品に、次のようなものがある。

輸出用無線機（アメリカ M 社向け OEM<sup>211</sup>）、輸出用自動車電話（アメリカ通信キャリア最大手 A 社向け）、セキュリティ用無線機（国内警備会社 S 社向け無線機）、民需用無線機（運送業者用など無線機用途拡大）である。これらの主要開発製品について、以下にもう少し詳しく説明する。

### ① 輸出用無線機

輸出用無線機は、まず、小規模なオーストラリア向けに輸出し、続いて大きな需要が期待されるアメリカを目指した。1978 年頃の海外進出は、OEM 対応の量産品であった。当初、経営陣は、海外進出はリスクありと躊躇していたが、事業拡大のため、計画を推し進めた。当時、業務用無線機業界では、アメリカ N 社が独占的ガリバー状況で、端末・システムでも常に立ちはだかっていた。HK 社は、このガリバー企業との競争に打ち勝つべく、次の技術革新とコスト低減を武器とした戦略を立てた。

#### ア）技術革新—シンセサイザー化

技術革新として、周波数を自由に選択できるシンセサイザー方式（当時国内では認可されていなかった）を技術導入することにした。単一周波数<sup>212</sup>から、マイコン・ソフトを使用した多数周波数無線機への移行が世界市場の流れであり、海外メーカーも国内に参入してきていた。周波数を自由に選べる多チャンネル化の技術革新に、このタイミングで取り組んだ。開発にあたっての主な革新項目は、次の 3 点である。

第 1 点は、全社支援体制編成（生産体制・量産体制）である。当時は、家電ビデオカメラの量産が最盛期で、量産技術の応用展開が図られた。

第 2 点は、コアの技術として、シンセサイザーとそのソフトウェア技術、もう一つはリードレス部品（チップ部品）を採用した。また、チップ部品自動装着の実装技術や自動無線調整<sup>213</sup>などの製造技術の革新もあった。この貢献は大きかった。品質が安定した 1985 年初めに出荷し、間もなく 48 機種シリーズを開発、以降 20 年間生産が続いた。

第 3 点は、技術革新ではないが、見積原価積算方法の改革である。厳しい売価要求に対

<sup>211</sup> OEM (Original Equipment Manufacturer) 販売先ブランドとして製品を納入すること。

<sup>212</sup> 単一周波数を無線発信する手段は、部品の水晶一個の発振する周波数で無線機の周波数が決定される。

<sup>213</sup> 当時の無線機は周波数や性能を満たす為、スイッチやボリュームを使って人手で調整しなければならなかった。

して、量産対応レート計算（当時是一律レート見積りの時代）・減価償却などを盛り込んだ製品企画書を作成し、無線通信事業部担当役員と経営トップ層を説得した。経理主導に対し開発主導で提案し、特別審査を受け、市場参入となった。詳細は後述のセキュリティー無線機の項で説明する。

#### イ）市場の開拓—米国（M 社<sup>214</sup>）への輸出

主輸出先をアメリカに絞り、OEM 展開の方針を固め、OEM 先を M 社に決めて推進した。当時、N 社はアメリカでのシェア 70% で、OEM 先の M 社はシェア 5% の第 5 位に食い込む目標を立てていた。HK 社は、無線機の開発力、量産力、コスト競争力で OEM 先に協力ができるのではないかと考えた<sup>215</sup>。

まず、M 社からシンセサイザー化方式のシリーズ開発機種（VHF/UHF 帯）の数量、ターゲット価格が提示された。これを受けて、リスク回避の為、先ずは開発のみの契約を結んだ。リスクとは、まだ国内で未認可であったシンセサイザー化の技術、と価格である。新技術は、M 社の技術者によるアドバイスを受けて、開発を進めた。短期開発の為、HK 社の無線部門としては、画期的な大型プロジェクト体制（設計者 20 数名）を設けた。設計分担を細分化して、分担毎に原価まで割り付けし、分担毎に開発工程と原価設計を進めた。当時、開発された部品のチップ化、面付け IC・LSI は、非常に効果的であった。高周波ノイズ対策や量産生産に欠かせず、性能、製造品質確保に大きく貢献した。

課題である価格対応は、開発設計と同時に生産改革と合わせて、VE プロジェクト活動として取り組んだ。設計回路図の部品一点一点の必要性を検証し、部品点数の削減、量産数量提示による部品価格の交渉を進めた。製造工程では、チップ部品の自動装着のノウハウ、自動調整、自動検査工程を取り入れて、加工費を低減した。目標価格の見通しが立ったのは、製造、検査工程の自動化が、家電用ビデオカメラの量産製品によってすでに構築されていたことにある。

このように設計部門と生産部門がプロジェクト体制を組むことで、開発と売価対応の見通しがつき、本契約へと進んだ。当初、強く反対していた経営陣も、進めてきたプロジェクトの姿をみて、ゴーサインを出したのではないかと考えられる。

その結果、10 年間で、シリーズで 48 機種、総台数 80 万台超の生産となった。M 社も目標であったアメリカ業界で 5 位になり、N 社を脅かす存在となった。輸出用無線機は

---

<sup>214</sup> HK 社の顧客略号 M 社であり。企業情報守秘により略号社名とする、競合社名も同様。

<sup>215</sup> 2014 年 6 月のインタビューでアメリカへの OEM 協力内容を聞くことができた。

OEM ビジネスであったが、従来のコストを半減し、短期開発で商品ラインナップを揃え、アメリカでのシェア 10%になり、当時の TV 映画の場面で、M 社（OEM 先）の無線機が登場するまでになった。HK 社にとっては、新たな技術と市場を得て、アメリカにおける無線機事業に風穴を開けたことになる。これらの財産は後の国内のシンセサイザー方式無線に取り入れられ、国内無線機事業展開を容易にする原動力になった。

## ② 輸出用自動車電話

1980 年代初め、一般ユーザー向け自動車電話は、親会社 H 社と共同で、アメリカ通信キャリア最大手 A 社向けに開発を進めていた。開発が完了し、A 社の審査合格時に、無線技術を有していた HK 社への生産移管がなされた。営業権は H 社にあり、HK 社としては生産のみの担当であった。また、顧客・市場に対しての事業戦略は H 社であり、決められた性能・仕様の自動車電話を、決められた OEM 価格で指定納期に納入することが使命であった。この生産に当たっては、M 社向け OEM 生産で培ったノウハウが大いに役に立った。A 社向けの端末事業撤退により約 3 年で収斂したが、総台数 5 万台の実績で、売上に大きく貢献した。その後、自動車電話機は車載から携帯機に主流が変化し、電話用無線機は H 社に集約された。

## ③ セキュリティー用無線機（国内警備会社用無線機）

海外向けの製品ではないが、この後、長期間のヒット製品になったものに、セキュリティー用無線機がある。1987 年、警備会社 S 社から第 2 世代セキュリティーシステム用無線機開発の引き合いがあった。競合は第 1 次世代製品の家電メーカー C 社である。入札に当たっては、S 社から提示された仕様に対して開発ドキュメント審査が要求された。開発のポイントは、微弱電波を使い屋内使用、無線でカバーできるエリア（通信品質を確保できる到達距離）、機器に搭載する電池の寿命の長さ（約 10 年）、家電並の価格、であった。

技術的には、微弱電波を使用して、いかにサービスエリアと品質を確保するかであった。製品開発では、想定される屋内環境に沿った電波伝搬試験をしてデータを積み重ねた。エリア品質確保のための方式手順、電池寿命確保の方式設計、マイコン制御で実現できる提案をして、試作機開発を指名された。試作機による試行運用にて、顧客要求に沿った製品に仕上がった。

あとは、課題の価格である。顧客の要求価格を実現するには、見積原価計算の方式の変更が必要であった。当時 HK 社では受注の為の社内見積りに、国内の現行製品の一般費（営業人件費・設計人件費等）が平均化され、一律で規定、算入されていた。見積りの要求に

応えるには将来の長期にわたる大規模な台数を想定したものが必要であった。現行の、少量の台数で、償却している費用を使った見積りでは、割高になり、到底 S 社の要求価格には合わない。当時の見積り制度は、将来の大きな事業も、現行の事業運営に携わる陣容の固定費によるレートで算出するものであった。そこで、将来に亘って当該の製品にかかる実営業人数、設計人数などの費用を、将来の生産台数に割り当てて見積りレートを決めるようにと、経理部門に提案し受け入れられた。以前使用した輸出用無線機の見積り原価算出方式が、実績を挙げており、説得に役に立った。原価方式まで踏み込んだ戦略が功を奏し、受注に至った。原価目標も見積り時のコストを守ることができ、現在も生産を継続しているヒット製品となった。

### （３）海外市場から国内オンリーワン戦略転換への

#### 「共通基盤技術」と VE の貢献（成熟期 1989 年～）

##### ① 輸出用無線機の撤退決断

M 社と HK 社の輸出用無線機の OEM は 20 年（勢いがあったのは前半の 10 年、後半 10 年はピーク時の 20% 程度）も継続した。しかし、その間、M 社も経営者が代わり事業も縮小した。1990 年代後半、M 社の無線機のデジタル化の要求に対して、HK 社は受け入れられず、やがてアナログ無線機での OEM の終焉を迎えた。アメリカ向け輸出用無線機は年間売上 100 億円の事業になり、量産拡大していたが、当初 200 円／ドルが 100 円／ドル時代と急速な円高になり、このコスト対応力も追いつかず撤退することになった。円高もあったが、事業撤退の要因を整理すると、次の 3 点となる。

第 1 点は、販売会社（OEM 先）の規模が縮小、受注台数減になりコストを維持する数量の確保が困難になったことである。第 2 点は、アメリカの通信規格が、アナログからデジタルに変更され、デジタル対応への開発投資を OEM 先は負担できない経営状態であったことである。1978 年に輸出用無線の OEM 事業に参入した時は、新機種の開発や、金型費用は、OEM 先が負担した。これによって、将来の売れ行きによる開発投資回収リスクを回避することができた。しかし、撤退時は、OEM 製品の数億円の開発費用が、自社負担になり、開発投資が回収できない状況であった。第 3 点は、別部門で受注した海外システム製品への納入対応で経営資源が疲弊状態にあり、海外デジタル化開発の余力がなかったということである。

##### ② オンリーワン製品への経営方針転換

HK 社は、1989 年以前の、消費者向け家電製品での興隆・衰退の反省から、「安定して

成長する企業」へ経営方針を転換した。「市場を細分化して、トップシェアを狙う。特徴ある技術によって製品の差別化を図る。システム化によって顧客の業務ニーズを実現する。これらにより高付加価値を図る」という経営方針を打ち出した<sup>216</sup>。そして、世界に通用する製品を創出する雰囲気醸成するために、「オンリーワン製品」というキャッチフレーズが打ち出された。社内では、研究開発の強化である開発研究所の設立、開発奨励のための各種啓蒙制度の設定、開発環境の整備、開發生産設備の強化、営業体制の一新などが具体的施策として実施された。

#### ア) オンリーワン製品の事例 （一波送受同送無線機）

1980年代後半、無線機は、単一周波数から多数周波数へ移行し始めた<sup>217</sup>。HK社は、一波送受同送方式<sup>218</sup>を社外と共同開発し、防災無線のマーケットに風穴をあけた。

それまでの業務用無線機は、通話の度にスイッチを押し、発声する方のみ送信し、相手は受信のみで、交互に通話するという方式がとられていた。HK社は、電話のように双方向で同時に会話できる無線機を開発した。一つの周波数で双方向通話が可能な研究をしていた外部の研究所と技術提携し、更に通話時間圧縮技術など自社内の技術を組み合わせて、1992年に製品を発表した。大きな反響を呼び、官公庁や、防災システムにおいて1996年に採用が相次ぎ、公共関係の受注が拡大した。

次に、オンリーワン製品（一波送受同送無線機）の創出に深く関わったK氏へのインタビューを、かいつまんで載せてみたい。「1992年、研究部門を有する有力顧客から、一波送受同送方式の共同開発と製品化依頼の話が舞い込んできた。相手先では、基礎的な方式の検討はできていたが、製品化する受け入れ先のメーカーがなく、HK社に話が来た。相手先は無線機の有力顧客でもあり、郵政省が進めている周波数の有効利用に貢献する方針にも合致していた。従って、当時の事業部長が、開発請負の決断をした。製品化に向けて、開発と同時進行で、郵政省と本方式の認可の折衝を進めた。今風に言えば官民一体となった戦略であった。試行運用として、ある自治体に防災無線分野の地域防災無線として納入し、実績を積み上げた。その結果、一波送受同送方式が地域防災無線の標準方式として認可された。この方式はHK社しか生産できないこともあり、防災無線用移動系無線として

---

<sup>216</sup> HK社社史編集委員会編（1999）、156頁。

<sup>217</sup> 無線機は従来水晶発振器による単一周波数であったが、マイコンを使った複数周波数を使用できる技術、シンセサイザー方式が開発された

<sup>218</sup> 一波送受同送方式（OFDM）は電波の電流と位相を使い、時間軸を分割する方式で、一つの周波数で、あたかも同時に会話が出来るようにする技術。

限定されて郵政省の認可がおりたと推定される<sup>219</sup>。その後、地域防災無線は、OEMを含めて100%のシェアを持つに至った。オンリーワン製品として創出された、社長経営方針の具体化である」

これを機会に、HK社は、国内無線機業界での地位を向上させた。当時、国の防災政策の中で、電波の有効利用の好例として取り上げられ、1993年に、一波送受同送無線は、革新的技術として国の表彰を受けた。

#### イ) 画期的超小型携帯無線機<sup>220</sup>

1990年代後半になると、携帯電話の普及に伴い、業務用無線においても小型軽量化へのニーズが高まった。HK社は、このニーズに対し、世界で最も小型かつ軽量の業務用無線機、ワイシャツのポケットに入るサイズの開発に取り組んだ。

今までにない世界一小さい業務用無線機を開発・製品化するためには、無線機に搭載する部品を外部のメーカーに頼ることが出来ない。無線機の心臓部に当たる電力増幅器やフィルターは自社開発・自社生産の体制を整えた。また、プリント基板実装の小型化の為、薄型多層プリント基板を自社生産し、使用部品は超小型のチップ部品を採用した<sup>221</sup>。

他社と差別化すべく革新的デバイスの開発を先行させ、従来比1/4の容量の小型機種を開発し、当時の業務用としては、世界一小型の業務用無線機を市場に投入した。積極的販売活動を展開した結果、用途も拡大し。大きさと使い勝手が評価され、消防・救急無線、県防災、市町村防災、列車無線など、あらゆる産業分野のインフラ連絡用に使用されるようになった。特に、国内空港用無線機として積極的営業活動を実施した。

図 5-2 空港無線機



資料：HK社社史編集委員会『HK社のあゆみ』1999年、264頁。

<sup>219</sup> 公共の無線機が1社だけで供給となると独占状況となるので、認可は慎重な判断が下される。

<sup>220</sup> HK社社史編集委員会編（1999）、167頁。

<sup>221</sup> 小型化技術は半導体チップによる電力増幅モジュールを自社開発、SAWフィルターをH社と共同開発、薄板4層プリント基板を採用、超小型チップ部品を採用。

当時、日本の基幹空港である H 空港の既設機は、B 社であった。入札で競争となったが、公共無線システム納入の実績も条件として有利に働いた。小型であることが差別化のセールスポイントで、B 社は対抗できず、HK 社が落札した。図 5-2 に空港用無線機を示す。

1993 年の H 空港納入に始まり、国内空港の大半に業務用無線機として導入された。小型で、使い勝手の良さが実使用者から評価され、競合会社の追随を許さないものになった。更に、海外の空港にも連絡システムとして採用が拡大していった。その展開については、次のウ) に記す。

#### ウ) システム製品海外展開

業務用無線機の無線機端末単独では、海外への価格対応力等に限界があると考えられた。そこで、1992 年、無線端末機だけでなく、システムでも海外展開する方針が打ち出された。中国、韓国を含めた東南アジア向けにシステム製品での海外進出を図ったのである。専任の SE を指名して、営業と設計が一体になって受注活動を開始した。受注の武器としては、国内で実績のある空港無線システムと列車無線システムの 2 システムである。

その頃、上海・北京・深圳・韓国の空港システムの引き合いがあった。競合はアメリカの N 社である。システムに強い担当者を選任して、海外市場を調査し、的を香港に絞り営業活動をした。国内空港納入の実績がセールスポイントである。結果として、1995 年香港空港の無線機システムを受注した。また、国内列車無線の実績を基に、香港列車無線システム、韓国地下鉄無線システムなど次々に受注納入した。

特に香港への納入システムは、国際的にも関心の高い仕事で、香港の中国返還時（1997 年 7 月）の運用開始決定という国家プロジェクトであり、失敗は許されないシステムであった。社長直接参加型の 2 つの全社プロジェクトを作り、工程、品質管理のフォローをしながらシステムを完成させた。大きな成果を上げたのは、生産時のみならず、納入以降も不測の事態に備えるため、納入システムと同等のシステムを工場に設置したことであった。この納入システムに対するバックアップシステムの構築というソフトウェアのトラブル対策、品質確認の仕組みの構築は、その後のシステム稼働の信頼性の向上に大きく貢献した。このようなバックアップシステムは、システム製品のその後の信頼性確保に必ず設置するように継承された。香港空港の場合、英国のコンサルタント会社から、フェーズゲートの



厳しいドキュメント審査<sup>222</sup>があり、会社として、得難い体験をしたことになる。その後、この経験は、国内空港デジタルシステムに U ターン展開し、全国の主要空港の受注に生かすことになる。

## 2. 業務用無線機デジタル化時代の到来 (1998 年～)

1995 年～2000 年の 5 年間で国内無線が、アナログからデジタルへと方式転換することになった。電波行政が、大きくデジタル化へと舵を切った。公衆系（携帯電話）へ他社が開発リソースを重点化するとき、HK 社は公衆系を狙わず、自営系（業務用無線機）に軸足を移し、業務用無線機デジタル化への開発投資を積極的に行った。HK 社のデジタル化戦略の主要な 3 点を、以下に記す。

まず、第 1 点は、デジタル開発部門を研究所に設けて、研究者にデジタル技術の基礎開発・要素開発をさせることである。他社は、公衆系（携帯電話）の開発にリソースを集中していた。自営系（業務用無線）分野の開発に手が回っていないので、HK 社としては、これをチャンスと捉えた。

第 2 点は、国内システム市場への参入である。当時は、周波数需要が逼迫してきており、総務省も電波の有効利用と通信の多用途を意図していた。デジタル化の開発に経営資源を投入した HK 社は、国内周波数使用帯の再編成とデジタル化の大きな変革の中で、業務用無線システム分野でトップシェアを獲得した。

第 3 点は、国内の公共業務用無線のデジタル化の規格化の流れに早急に参加することであった。HK 社は規格化の幹事会社になった。リーダー的立場になり、所轄官庁や他の大手無線機会社への認知度を高めた。

1995 年以降に国内業務用無線機のデジタル化の潮流にいち早く乗り、デジタル機を開発した結果として、2000 年代初頭には、電力・ガス・列車・防災・タクシーなど、業務用無線機業界で先行会社になった。他の大手無線機会社は、事業からの撤退や縮小したところが多く、自営系のあらゆる市場に対して、製品の品揃えがあるのは HK 社だけになった。業界の地位は向上し、総務省の審議会の次世代課題審議討議メンバーになった。成功のポイントは、長期間の要素開発と、顧客使い勝手要求への短期対応を、研究所と設計部門の組織分担を明確にして推進したことであった。

---

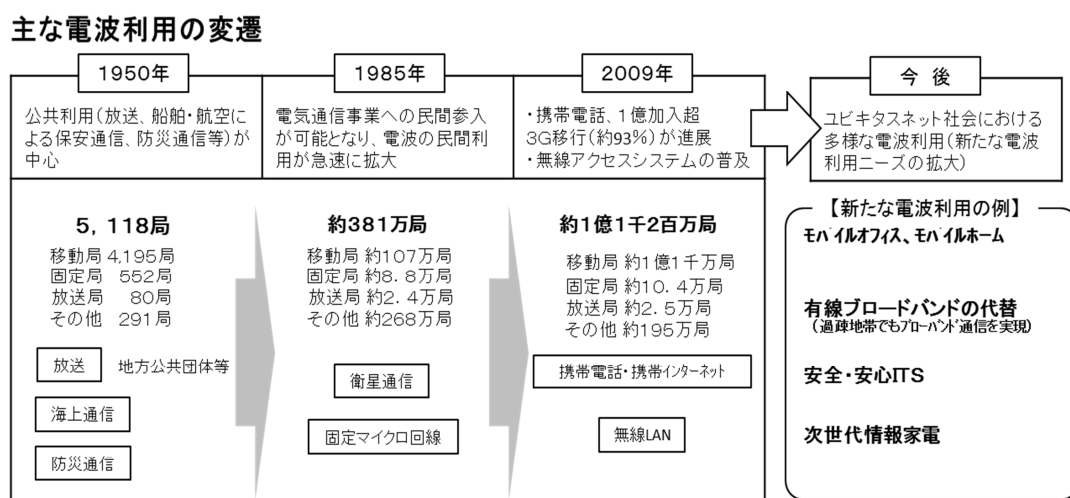
<sup>222</sup> 開発の節目で進捗を審査し、合格しないと次のステップへの進行が許可されない開発品質管理手法。

研究所は、基礎・方式を担当し、無線のデジタル方式の長期の研究・開発を研究する。設計部門は、無線機本体の開発を担当し、高周波無線の設計や、制御の論理ソフトウェアを DSP・FPGA<sup>223</sup>・マイコンなどに設計して、短期開発を分担した。これらの組織的活動と VE 活動を、後の第 4 節で考察する。

業務用無線機の市場では、1980～90 年代は、官公庁などの通信担当が製造メーカーを指導し、共同で仕様を作り上げていた。既設メーカーとしての有利市場もあり、メーカー各社は棲み分け状態になっていた。その当時は、標準化が進んでおらず、多様な仕様が盛り込まれた。

2000 年代になると、デジタル化及び標準化時代（標準仕様作成）になり、使い勝手のアプリのみでの仕様変更が可能で、顧客もメーカー（設計）も機能や性能で差異を出す必要のない時代になった。メーカー間の差がなくなったのである。標準品での構成が大半となり、新たな市場の発掘が難しい時代になってきている。

図 5-3 主な電波利用の変遷（筆者作成）



資料：調査統計小委員会編『平成 22 年電波産業年鑑』電波産業会、2010 年、22 頁、を参考に筆者作成。

図 5-3 は日本での電波利用の変遷を示している。2009 年では、携帯電話の加入者数が 1 億を突破している。1950 年代には、電波を利用していた局が 5 千局だったものが、2009 年には 1 億局になっている。無線の利用が特定用途だけではない時代になったといえる。今後は、業務用無線機の枠に囚われない使い方が追求されるものと思われる。

<sup>223</sup> DSP(Digital Signal Processor): デジタル信号処理機能を持つ集積回路。Field-Programmable Gate Array): 設計者が入手後に諸処理機能ブロックを自由に組み合わせて設計できる集積回路 IC。

## 第4節 業務用無線機事業を支えた共通基盤技術とデバイス開発

### 1. 継承された共通基盤技術の貢献

HK 社は、映像・通信・情報の製品分野を持っている。いずれの分野においても「共通基盤技術」の革新が事業転換を支えてきた。この節では、超小型携帯無線機開発の際に革新された、「共通基盤技術」のプリント基板実装技術や機械加工、合わせて生産管理の革新について述べる。

#### (1) 共通基盤技術の継承

##### ① プリント基板実装の技術革新の積み上げ

エレクトロニクス製品の製造では、プリント基板への部品実装の自動化が必須である。単に実装組み立てを自動化するだけではない。小型化を追求するには製造工程の下流での自動化だけでなく、設計段階に遡っての高密度実装技術が欠かせないと考えられた。

まず、基本設計ルールを定めた。その為に、高密度プリント基板設計 CAD を導入。また、多層薄型プリント基板を作るための専用工程を設けた。さらに、実装（小型チップ部品・面付け IC などの SMD<sup>224</sup>部品）の為に設計ルールも確立した。

以上の設計体制を受けて、製造現場では、設備の整備がなされた。半田ペースト印刷機・ベーパリフロー半田付機・SMD 自動マウンター<sup>225</sup>など、当時の最新鋭機を次々と導入した。製造現場では、家電ビデオカメラや監視カメラ、輸出用無線機で培ったノウハウを継承し、積み上げることで、小型、高密度の実装技術を向上させていった。

さらに、部品供給市場に先駆け、プリント基板実装に先端部品を使用した。プリント基板の実装部品の中には抵抗やコンデンサーが必ず存在し、無線機には当時、抵抗・コンデンサーがそれぞれ数百個実装されていた。実装される部品の大きさは、無線機の大きさに影響を与える。HK 社は、家電ビデオカメラ、輸出用無線機、携帯無線機各々に、断面形状 3.2×1.6mm（1978 年）、2.0×1.25mm（1980 年）、0×0.5mm（1985 年）のチップサイズを採用し機器の小型化を進めた<sup>226</sup>。市場に先行して先端部品を採用することは、部品を実装するための生産技術も先行する必要があった。実装設計におけるノウハウ、設備の

<sup>224</sup> SMD (Surface Mount Device) : 表面実装でプリント基板に出来る部品。

<sup>225</sup> 半田ペースト印刷機 : ペースト状の半田を版の上から印刷するように塗布する装置。ベーパリフロー半田付機 : 230℃近辺のガス雰囲気中で半田を熔融させる装置。マウンター : 自動装着機の呼称。

<sup>226</sup> ハイブリッドマイクロエレクトロニクス協会（1994）、159 頁、を参照した。

先行設置、半田付け条件の先行研究など、「共通基盤技術」を総合した技術によってそれを可能にした。

## ② 製品構造部品の機械加工革新

ものづくりの上流にあたる設計作業の革新も進め、たとえば、ある業務用無線機の回路方式をシュミレーションにかけると、部品の選定から実装設計、部品リスト作成までの一貫した設計がなされるようにした。業務用無線機の機構構造を画面上で設計すると、構成部品間の緩衝や隙間のシュミレーションも可能になった。さらに、構造部品の寸法や公差が自動設計になり、製造現場の NC 加工機にデータとして伝送できるようになった。こういった生産工程上流での革新があつて、下流の機械加工現場も革新されてきた。機構部品製作の為に精密金型製作設備・モールド成形機・NC ターレットパンチプレスを導入するなど、設備の最新鋭化を進めていった。

## ③ 生産管理の革新

設計と同時に、生産管理の革新も進められた。設計完了後、作成された部品表の手配→調達→製造ライン投入→検査→出荷という一連の工程管理を、すべてコンピューター管理に移行させた。そのためには、部品の標準化・コード化、工程の標準化・コード化など、システム構築の業務革新が必要であった。本論では、直接作業であるプリント基板実装や機械加工に焦点を当て分析を進めているが、生産管理を含む生産工程全体の革新が進展していた<sup>227</sup>。

## 2. キーデバイスの自製化による差別化<sup>228</sup>

業務用無線機でのオンリーワン製品を実現するには、他社を凌駕する技術が必要である。そこで、コア技術を結集したキーデバイスの自製化が求められ、独自の特徴あるキーデバイスを自社で供給できるように開発した。表 5-3 に主な自社製キーデバイス開発の為に導入した技術を示す。

電力増幅器（PA）は、無線機の心臓部ともいえる部品である。当時、半導体素子を生産する企業が前工程で生産した半導体チップに後工程として周辺回路を付け加えて電力増幅器部品として供給するのが一般的であった。この半導体の工場から、HK 社が要望する小

<sup>227</sup> 本論では生産管理の革新と共通基盤技術の「関係性」については研究対象にしなかった。

<sup>228</sup> HK 社社史編集委員会編（1999）、310 頁、を参考にした。

型の PA を入手するのには困難があった。さらに、携帯電話の勃興期であり、部品供給専門メーカーは携帯電話への対応が優先の状況であった。超小型携帯無線機の開発には、小型による性能上での制約が多く、外部からの調達が難しかった。この解決のため、HK 社は自社で開発することにし、親会社 H 社の電力増幅器用半導体チップの一括供給<sup>229</sup>を受け、後工程は自社で組み立てる製造工程を整備した。

表 5-3 キーデバイスの自製化（筆者作成）

キーデバイス名	自製化のための導入技術
電力増幅器 (PA：無線電波を増幅して出力)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電増幅用半導体（FET）チップを半導体工場から入手</li> <li>・半導体チップボンディング技術</li> <li>・PA パッケージ技術</li> </ul>
フィルター (SAW：特定周波数帯域を選択)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IC プロセス薄膜技術</li> <li>・ボンディング技術</li> <li>・パッケージ封止</li> </ul>
電圧制御器 (VCO：周波数の電圧制御)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・超小型部品プリント基板実装</li> <li>・面実装の半田付け</li> </ul>

次に、フィルター（表面弾性波型：SAW）は、従来の電子部品多数個を使った回路構成を、一個の小型化可能な部品に変えることにした。TV の電気回路に使用されていたフィルターである。これも、親会社 H 社の TV 部門から技術指導を受け、自社で生産することにした。必要な IC 生産プロセスの薄膜技術、薄膜回路を部品端子につなぐボンディング技術<sup>230</sup>、薄膜回路を保護するためのパッケージ技術<sup>231</sup>などの製造工程を、設備導入も含め整備した。

電圧制御器（VCO）は、SAW 同様、多数個の電子部品で構成していた。小型化の為、当時最小 1.0×0.5mm の抵抗・コンデンサーの基板実装が可能な製造工程を整備した。

以上のように、HK 社は、外部からの供給に頼らず、世界最小デバイスを自製化により開発した。これらのデバイスは他社の追随を許さないものだったので、本論の技術層で定義した「製品創造技術」といえよう。この「製品創造技術」を構築するには、親会社の技術支援や、設備投資の経営判断、製造工程を整備する関係部門の組織的活動が必要であった。また、当時の電子部品の業界最小チップ部品の表面実装を可能にするには、長年にわたるプリント基板実装の現場の品質管理やノウハウも含めた製造技術の蓄積を必要とした。

<sup>229</sup> 数年分の半導体チップをまとめて調達した。

<sup>230</sup> 半導体チップと外部電気回路をつなぐために、金のワイヤーで、チップと外部接続端子を圧着で接続する技術。

<sup>231</sup> 半導体チップ上の薄膜でできている電気回路を、外部の空気や物質に接触させない為に、カバーや充填により保護構造にする技術。

## 第5節 業務用無線機における共通基盤技術とVE「価値づくり」の考察

### 1. 共通基盤技術の評価

HK社では、家電製品ビデオカメラの量産を契機として、「共通基盤技術」としての量産技術やプリント基板実装技術が進展した。その技術は、事業部門の異なる通信無線部門の輸出用無線機に継承された。そして、輸出用無線機の発展に伴い、更なる技術革新が見られた。海外事業から国内事業に回帰する中で、業務用無線機の革新的機種を創出した。それ等がオンリーワン製品の一波送受同送無線機や超小型携帯無線機やシステム端末である。業務用無線機に関わる「共通基盤技術」の進展を表5-4に示した。

表5-4 共通基盤技術の進展（筆者作成）

プロセス\製品	家電ビデオカメラ	輸出用無線機	超小型携帯無線機
機構設計 <sup>232</sup>	CAD	CAM	3次元CAD
機構品加工	切削加工	モールド成形	NCプレス
基板実装	自動挿入機	自動装着機	金型自製（ダイキャスト）
組立	コンベヤライン	ライン共用	セル・自動測定

「機構設計」では、1970年代の手書きでの機械図面作成から、1980年代では、CADが進み、輸出用無線機の時代は画面上のデータを機械加工部門に渡すとNC自動加工となり（CAM）、超小型携帯無線機開発の時代は、3次元で部品間の干渉を設計検証できるように進化していった。「機構設計」の進展及び革新は、製造の生産性を上げるための必要条件でもある。「機構品加工」では、汎用機による切削加工からNC加工機となり、量産コスト追求として、モールドやダイキャスト筐体が不可欠となっていた。家電ビデオカメラでの機械構造部の複数部品をねじ締めで組み合わせる構造から、モールドの多用で簡素化構造部品となった。製造現場では、モールド自製の為、モールド設備の導入と共に、金型の機械加工の技術を磨いた。当初、輸出用無線機では、製品のカバー・筐体・シールド板の金属部品が多数あった。形状は類似しているが、周波数や出力のシリーズ製品があり、多種

<sup>232</sup> 機構設計は、製造工程の上流として、技術革新が織り込まれるので、この「共通基盤技術」の表の構成に記載した。また、機構品加工は、機械加工やブラッチック成形、板金加工、鋳物加工の加工分類を製品構成の機構品を加工するものとして括って記載した。

類であった。多品種多量の輸出用無線機構造部品の生産性を上げるため、NC プレス機が導入された。超小型携帯無線機は、内部構造の簡素化・小型化と同時に無線の周波数出力に伴う熱を放熱するためにダイキャストが採用された。このダイキャストの金型の自製化により、試作期間の短縮を図った。

「プリント基板実装」は、家電ビデオカメラの技術革新で自動化が始まり、輸出用無線機の時代には、全ての部品を自動装着することを競う時代となった。さらに、超小型携帯無線機では、当時の最小電子部品（抵抗・コンデンサの寸法  $1 \times 0.5\text{mm}$ ）を使ったプリント基板実装の技術の向上が計られた。

「組立」は、個別生産からコンベヤライン生産による量産を経て、多品種多量生産である輸出用無線機には共用ラインを使用するようになった。更に、超小型携帯無線機の生産では、自動化測定が加わり、セル方式<sup>233</sup>生産が始まった。

## 2. VE「価値づくり」と共通基盤技術

### （1）HK 社における VE 活動

HK 社における VE 活動は 1970 年代末に、VE がアメリカから日本に導入された時期から始まる。1970 年代末は、アメリカでの発祥の経過に倣い、資材費のコスト低減の手法として導入された。当初は、設計者や、資材関係者のコスト意識向上の為、教育啓蒙に重点が置かれた。1973 年になると、石油ショックを契機に VE 活動が注目され、全社活動に広がった。1980 年代になると、製品開発の際には、必ず VE プロジェクトが編成され、VE 手法が実践された。この時代の VE の中心も、コスト低減が主であった。資材費だけでなく、製品に関わる全てを対象に、コスト低減に取り組むものであった。その手法としては、開発段階から、コストを意識して設計を進めるものであった。例えば、部品点数の削減、材料の廉価品への変更などがある。これらの取り組みの一部は家電ビデオカメラやオシロスコープの事例で示した。1980 年代後半からは、コスト競争重視からオンリーワン戦略への経営方針変更に伴い、顧客価値向上に VE 活動の重点を移した。

### （2）HK 社業務用無線機の VE 活動

1990 年代になって、業務用無線機開発の際は VE による組織的活動がなされた。VE（価

---

<sup>233</sup> セル方式：多量流れ生産に対して、1 台毎生産を目指す。作業工程を流れ作業とせず、工程を集約して生産する方式。作り過ぎ対策から生まれた。

値工学) では、製品の価値は、顧客の満足度によって評価されると、定義されている<sup>234</sup>。本章で取り上げた業務用無線機の開発を「価値工学」の視点で整理する。VE では、価値 (V) = 機能 (F) / コスト (C) の式で価値と機能とコストの関係が表現されている。顧客の要望する価値は、機能を満足させるために、出来るだけ安いコストで達成したいという考えである。1980 年代、当時の製品は価格に対する原価が重視されていた。式で言えばコストダウン重視である。しかし、1990 年代での HK 社のオンリーワン戦略は、顧客の要求機能達成は当然として、顧客の立場に立った「意味的価値」を調査して、潜在的価値を製品に盛り込むことが、顧客の真の要求を満たすものとするものと考えたものであった。

表 5-5 無線機の顧客価値向上の取り組み (筆者作成)

無線機	顧客要求機能		市場ニーズ入手方法	VE 活用	キー技術 (製品創造技術)	共通基盤技術
	機能的価値	意味的価値				
輸出無線機	無線送受	多チャンネル	海外現地ディーラー	全社プロジェクト	シンセサイザー	基板実装自動装着
セキュリティー無線機	センサー信号伝送	工事レス	警備会社の現場担当者	開発 VE	微弱電波処理技術	家電ライン共有
一波送受同送無線機	無線で会話	電話機のような使い方	官公庁の無線担当者	社外技術提携	一波送受同送無線技術	チップ実装自動計測
超小型携帯無線機	可搬無線機	ポケットサイズで小型軽量	空港使用実態調査 (女性からのヒアリング)	構想 VE	超小型デバイス	チップ実装自動計測
システム端末	電波認可更新	多用途支援機能	官公庁の電波行政把握	事業の選択と集中	デジタル化	業務用無線生産力

本章で取り上げた、事例は製品企画段階から VE 手法を採用し、顧客にとっての価値へ焦点を絞った製品が企画され、創出された<sup>235</sup>。製品の価値向上の視点から整理したものを表 5-5 に示す。

「輸出用無線機」では、「機能的価値」は無線の送受が出来ればよいというものであるが、多チャンネルになれば、従来の単一周波数での無線の混信や、使用地域の制限などの不便さがなくなり、使用上の自由度が格段に広がるという「意味的価値」の向上になる。「製品創造技術」にあたるのはシンセサイザー技術、「共通基盤技術」にあたるのがプリント基板実装技術である。

「セキュリティー無線機」では、まず、無線のセンサー信号の伝送が出来ることが機能的価値である。さらに、「意味的価値」として無線機を建屋に取り付ける時、電線を引き回す必要がない製品は、製品の取り付け及び撤去の際に警備会社の工事担当者としては大き

<sup>234</sup> 手島直明 (2011 基礎編)、53 頁。

<sup>235</sup> 延岡健太郎 (2011) は、革新的新製品の創出には、企業の全体の方針と組織的仕組みや仕掛けが不可欠な要因であると論じている。



な意味がある。この機能を達成する手段として、「製品創造技術」の微弱電波処理技術がある。

「一波送受同送無線機」では、「機能的価値」は、無線で会話できることであるが、さらに「意味的価値」として、電話のように相手と会話したいというものがある。これを達成する技術的手段として、無線の一波送受同送技術がある、一波送受同送技術は「製品創造技術」と言える。

「超小型携帯無線機」の事例を、「機能的価値」と「意味的価値」で整理してみる。顧客価値の機能的要求に応えるには、まず、常に持ち運べて無線による会話ができることである。更に、「意味的価値」を加えると、空港職員、特に多数を占める女性職員にとって、ポケットに入る小型軽量無線機の「意味的価値」は高いと言える。顧客要求の「機能的価値」を、従来比半分のコストで達成するのは、単純な計算であれば、顧客価値を倍増させたことになる。また、従来比 1/4 の小型化でポケットサイズの業務用無線機は、「意味的価値」として、仮に 4 倍以上の価値を向上させたといえよう。業務用で世界一の小型化を実現するには、超小型デバイスの自製化が「製品創造技術」であると捉えた。超小型デバイスの出現には、設計の創造活動が大前提である。

さらに、忘れてならないのは、このデバイスを作るのに、長年のプリント基板実装の革新の積み重ねと、プリント基板実装の周辺技術での革新を必要とした。前述のキーデバイスの自製化で、その内容を分析した。

本章で事例として取り上げた業務用無線機に、VE による開発活動の成果をみることができる。VE 活動により、顧客価値の向上と「製品創造技術」を結び付け、全社の関係者を参加させる組織的活動になった。海外への輸出用無線機においては、当時国内では禁止だった複数周波数に対応できるシンセサイザー化を技術開発した。一波送受同送無線機では、方式の開発について、顧客から情報を入手し、自社技術との提携で製品化し、他社にない特徴の製品を創出した。「超小型携帯無線機」の商品開発と受注活動では、実際に使用している空港の女性職員から使い勝手を聞き出し、常時保持に便利な大きさと重量からポケットサイズを割り出し、現行品の 1/4 小型という商品開発目標として開発 VE を実施した。その結果、空港システム全体の受注となった。

このように本章では、VE による組織的顧客価値向上活動が事業に貢献し、「共通基盤技術」の長年の技術革新の積み上げが「製品創造技術」を生み出す関係性を見てきた。

### 3. 業務用無線機への経営資源の集中

HK 社の業務用無線事業は、1980 年代に国内市場の頭打ちにより、需要が期待できる市場という要因に動かされて海外に向かった。しかし、1990 年代、再び内需を目指すことになった。海外進出の場合も、内需回帰の場合も、新しい市場に参入するために「製品創造技術」が必要となり、そこに経営資源を集中させて事業転換を図った。

日本の電波行政では、1995 年以降、業務用無線もデジタル化に移行することになった。HK 社は業務用無線のデジタル市場に早期に対応出来るように、デジタル研究への重点投資と、無線機単品からシステム指向への転換など、経営資源の配分を転換する戦略をとった。この結果、電力・ガス・列車・防災・タクシーなどの自営系無線システム市場で先行することになり、安定した業績を得ることができるようになった。当時、同業他社は、大きな市場が期待できる公衆系（携帯電話）市場に重点を置いたが、その後の携帯電話の急速な需要の拡大やスマートフォンや iPad など革新的製品が次々生み出され、公衆系市場に参入した企業は激しい競争に翻弄されている。

## 第 6 節 まとめ

本章では、HK 社の業務用無線機の 1965 年から 2000 年代までの事業推移を辿った。国内での成長、海外進出、国内市場への回帰、更にシステム市場への参入により事業の拡大が見られた。この新たな市場開拓の推移を広義の事業転換として、事例を整理してきた。

HK 社の業務用無線の事例を辿って見えてきたことがある。新たな市場を目標に定めると、「製品創造技術」を作り出すことに経営資源を集中投入して、製品に競争力をつけ事業拡大に努めたということである。その結果、「製品創造技術」の技術革新により、事例の業務用無線機が、創出された。一方、製造の技術革新も、同時進行していることを見てきた。

また、本章では、事業化に成功した事例から、VE が顧客価値向上の製品開発と事業化に大きく貢献する一端を見てきた。このように顧客価値向上手法を生かした製品づくりは、全社方針や VE を活用した組織的取り組みがあつての成功事例である。

繰り返しになるが、事業転換と「共通基盤技術」の関係については、次の二つに集約できる。技術革新が事業転換の主体的牽引役となり、製品の革新を創出し、そして、共に革新された「共通基盤技術」も、継承されて事業転換へ貢献する、ということである。

業務用無線機事業では、次の「製品創造技術」といえる例により、新製品を生み出した。揺籃期では、出力増幅器に関する真空管からのトランジスタ化、成長期では、マイコン制御による複数周波数発振機能（シンセサイザー化）を採用、成熟期では、一波送受同送技術などが、挙げられる。その際、「共通基盤技術」は、製造技術として色々な製品創出を支えてきた。本章の事例から具体的に取り出すと、家電ビデオカメラで革新された量産技術が輸出用無線機の量産に展開された。更に輸出用無線機のプリント基板実装技術の表面実装技術と小型化の技術が超小型携帯無線機の創出に反映されたと考えている。

HK 社は、コスト追求から顧客価値追求へ大きな方針転換に当って、顧客の要望の探求に VE を活用し全社プロジェクトを組織し推進した。「製品創造技術」が顧客価値向上に結び付き、顧客価値向上活動に、「共通基盤技術」の革新技术が合致した時、事業拡大に貢献するという好例である。顧客の要望に沿った一波送受同送無線機や、ポケットに入れることのできる小型軽量の業務用携帯無線機が、顧客から評価を受け、顧客先での使用が拡大し、今日まで続く製品となっていることからそのことが理解されるだろう。

なお、本論では、事業転換に影響を与える要因にも研究視点を向けているが、本章の業務用無線の事例では、事業転換に至る影響に市場要因（他動的要因）が他の章の事例より大きいと考えられる。その中であって、HK 社は、自営系への経営資源の選択と集中（自律的要因）を行っている。そしてその方法は適切であったと見ることができるであろう。

また、本論では 2000 年以降の取り組みについては、技術的にも複雑で、経営的にも現在進行中のものがあり、研究対象範囲としては、エレクトロニクスの技術的に高度の専門性の問題、さらには、所属していた企業における情報開示の制約があり、踏み込まないことにしたい。

## 第6章 事業転換と共通基盤技術の再評価

第6章では、今まで述べてきた4つの事例を横断しての「共通基盤技術」と「事業に影響を与える要因」について整理する。第1節では「共通基盤技術」について振り返り整理する。第2節では第5章での業務用無線機の事例で見てきた製品価値創造と「共通基盤技術」の関係についてVEの視点を通して、整理する。第3節では経営多角化の先行研究文献に「共通基盤技術」事例を照らし合わせる。第4節では4事例を横断して、事業転換への影響要因について整理する。

### 第1節 共通基盤技術の事業転換への貢献と継承

4つの事例には各々の技術階層に該当する技術がある。各事例の中での「製品創造技術」「製品周辺技術」「共通基盤技術」を表6-1に示した。

表 6-1 HK 社技術階層事例（筆者作成）

階層／事例製品	ミリ波通信装置	家電ビデオカメラ	オシロスコープ	業務用無線機
製品創造技術	超高周波 (ミリ波技術)	撮像管 (ビジコン)	電子計測	シンセサイザー デバイス
製品周辺技術	通信技術 ミリ波測定器	映像技術 光学技術	電子計測回路	無線設計技術 機構設計技術
共通基盤技術	機械加工 表面処理	プリント基板実装 量産技術	プリント基板実装 表面処理 (プリント基板)	チップ実装 自動計測

続けて、1.では各章のHK社事例における技術階層と「共通基盤技術」の関係を、繰り返しにはなるが簡単に振り返って見る。2.ではHK社の4事例を横断しての「共通基盤技術」の事業への貢献について見てみる。

#### 1. HK 社4事例にみる技術階層の関係

第2章のミリ波通信装置は、HK社創業時からの製品で、「製品創造技術」は超高周波（ミ

リ波技術)であった。1970年代、ミリ波技術を「製品周辺技術」としてミリ波測定器設計技術や通信方式設計技術と合わせて、日本の通信網のインフラ整備市場参入を目指した。機械的構造であるミリ波測定器は「共通基盤技術」として、機械加工と表面処理技術が不可欠であった。その開発プロジェクトの中で、機械加工の技術は洗練されていった。事業の消滅後、洗練された機械加工技術は、精密部品加工が必要とされる VTR の現場で活かされ、更に輸入した最新鋭の加工機の立ち上げに活用・継承されたのである。

第3章の家電ビデオカメラ事例での、「製品創造技術」は、撮像管（ビジコン）技術である。1970年代末、他社が追随できないビジコン技術により家電ビデオカメラを開発した。家電ビデオカメラを製品化するには、「製品周辺技術」の光学技術や映像技術を必要とした<sup>236</sup>。家電事業を拡大するには、量産技術力とコストの競争力が必要である。そこで「共通基盤技術」として、プリント基板実装の自動化と生産ラインの合理化が急速に進められた。結果として「製品創造技術」のビジコンが CCD への技術転換に伴い、事業は撤退となったが、家電量産により革新した「共通基盤技術」は、監視カメラやオシロスコープに、受け継がれた。

第4章のオシロスコープ事例での「製品創造技術」は、電子計測技術である。HK社は、多品種少量生産していたオシロスコープを、海外市場に向けて、事業拡大を図った際、家電ビデオカメラで培った量産技術、とりわけプリント基板実装の自動化を取り入れた。その際、コスト競争力が最大の強みであった。一般的に、産業用製品は多品種の開発が求められる。HK社は、表面処理技術の系譜である「共通基盤技術」のプリント基板の生板を自製し、開発期間を短縮した。プリント基板の自製化は、「共通基盤技術」の表面処理技術分野の長年にわたる技術の継承により可能となった。

第5章は業務用無線機の事例である。事例中の小型携帯無線機は、「製品創造技術」としてデバイス技術がある。デバイスの内容は第5章で詳細を述べたが、デバイス生産には、長年、製造技術の革新を重ねてきたプリント基板実装技術の進歩が欠かせない。この生産には、業務用無線機の革新に加えて、それ以前の他分野の製品と共に革新されてきた「共通基盤技術」のプリント基板実装技術が継承されている。

---

<sup>236</sup>「製品周辺技術」として、実際には他の多数の「製品周辺技術」がある。例えば、VTR 関連技術の記録技術や、構造や機構を担当する機械設計技術が挙げられる。

## 2. HK 社事例を横断しての各共通基盤技術の事業への貢献

次に、「共通基盤技術」が各事例を通して、どのように継承されたかについて、表 6-1 に示した「共通基盤技術」から、代表的共通技術の機械加工、プリント基板実装、表面処理についてみる。

### (1) 機械加工（第 2 章ミリ波通信装置の部品加工から VTR 用精密部品加工に継承）

エレクトロニクス製品は、必ず、構造部品や基幹部品が金属材料やプラスチック材料で構成される。構造部品は、一般的には機械加工により作り出されることが多い。本論の事例の中では、単なる構造部品だけでなく、製品の中の重要な部品や構造部を加工するためにその技術の洗練化が求められた。また、並行して進めたのが機械加工の NC 化や精密加工機の導入である。機械的部品で構成されていた製品事例が、ミリ波測定器である。

HK 社は、ミリ波測定器の事業から、電話通信網のミリ波通信装置事業への参入を計画した時、従来の職人的技術に裏打ちされた機械加工から、精度、生産性、量産性に優れた専用機（ガンドリル）や NC 旋盤・NC フライス盤などの導入へと高度化させてきた。各エレクトロニクス企業の機械加工の技術革新は日本工作機械の NC 化の進展と共に進んできたと考えられる。

当時の現場の技能者は、導入した新鋭機を使いこなすノウハウと技術を持っていたので、「共通基盤技術」としての技術革新が一挙に進んだ。結果として、目標計画だった事業への参入は断念されたが、HK 社の革新された機械加工の技術は、新たな事業に活用されたのである。その中に、放送事業の関連製品である放送用 VTR があつた。

VTR は、電気と機械を組み合わせる、複雑で高度な技術が必要な製品であつた。VTR に必要な高精度の機械部品の加工に、ミリ波通信装置事業の開発時に貢献した機械加工技術が役に立った。現場の精度・生産性の技術革新で、技術水準が一段と上っていた。更に、VTR 特有の精密な可動機構部品を加工するため、世界最先端の海外製治具ボーラや、専用旋盤が導入された。この機械を操作し、ノウハウの蓄積をすることは、それまでに培った「共通基盤技術」を生かしたものであり、新鋭機械の実稼働の立ち上がりを早めた。

このように、ミリ波測定器事業→ミリ波通信装置事業→VTR 事業と事業転換する中で、機械加工技術は、汎用機械加工→NC 機械加工→精密部品加工と革新を続けた。そうした技術革新を取り組めたのは、既存技術で培われた現場の技術者の蓄積技術が基であつたといえよう。

## (2) プリント基板実装

エレクトロニクス産業では、いずれの分野の事業にも欠かせないのが、プリント基板実装技術である。表 6-2 は、HK 社におけるプリント基板実装の推移を、実装形態・部品・回路構成品の 3 点から概説的に表したものである<sup>237</sup>。また、時代毎に業界の動向を分析した区分に、HK 社でのプリント基板実装技術の適用製品を併記した。

表 6-2 HK 社プリント基板実装の推移

年 代	1960 年代	1970 年代前半	1970 年代後半	1980 年代前半	1980 年代後半
実装の形態	手組立⇒人手コンベヤライン⇒部品自動挿入⇒部品自動装着 ⇒セル化ライン化				
部 品	真空管・大型部品	抵抗・コンデンサー・トランジスタ	リード付部品・リード付 IC	チップ部品・リードレス異形部品・面付 LSI	多機能部品・モジュール・VLSI
回路構成品	シャーシー	片面基板	両面基板	多層基板	多層基板
HK 社製品例	モニター 白黒 TV	業務用カメラ 業務用 VTR	ビデオカメラ	家電ビデオカメラ・ 輸出用無線機	携帯無線機・オシロスコープ・監視カメラ

資料：増山勇、本田辰夫編『最新サーフェース・マウント・テクノロジー』工業調査会、1986 年、22 頁、を参考に筆者作成。

HK 社では、家電ビデオカメラの家電量産技術革新を契機に、プリント基板実装が革新されていった。手作業で組み立てていた電気回路の配線が 20 年余りで自動挿入→自動装着になったのである。そして、プリント基板実装技術の革新は、対象製品が家電製品から産業用製品（計測機・業務用無線機）にも、適用されるようになった。このように、プリント基板実装の「共通基盤技術」が家電ビデオカメラ事業から監視カメラ事業へと継承されていく系譜を辿ることができる。また、HK 社では、1980 年代、家電ビデオカメラの小型化に取り組みプリント基板実装を自動化した際、技術革新の迅速な立ち上がりに取り組んだ<sup>238</sup>。

プリント基板実装については、実装形態のみならず、部品、回路構成品の各々においても、時代と共に製造に関連する技術革新が起った。部品については、プリント基板に半田付けされるリード付部品が米粒のような形状のチップ部品や、リード付部品がその足（リード）のない面付け部品に変わること、小型化を一挙に進めた。1980 年代後半、プリント基板実装の革新の継続がベースとなり、製品の小型軽量化が短期間に進み、監視カメラ

<sup>237</sup> プリント基板実装の実際の進展は 3 点が混在して進む。ここでは進展の潮流を概説的に示す。

<sup>238</sup> 当時、HK 社の実装技術は際立っており、親会社 H 社グループの工場にも技術の展開も図られるほどであった。

や小型携帯無線機など新たな製品展開に繋がっているのが見られた。

プリント基板実装技術の革新には、自動装着機設備ラインや先端部品の採用など外部からの技術導入と、その生産設備を活かす HK 社内の技術整備が必要であった。製造前工程での CAD やプリント基板設計基準の整備、また、製造工程での周辺設備の自社内開発やノウハウの蓄積などが必要であった<sup>239</sup>。

### （３）表面処理

第４章オシロスコープの事例で、表面処理の技術の継承の実態をみてきた。ここでは、再度、表 6-3 に、HK 社での表面処理のメッキ技術が「共通基盤技術」として、発展、継承していく経過を整理しておくことにする。

表 6-3 HK 社「共通基盤技術」表面処理技術の継承 （筆者作成）

継承	メッキ ➡ 内面メッキ ➡ 電気鋳造 ➡ プリント基板 ➡ 光造形				
目 的	製品の 外観美麗化	導波管内面膜 (ミリ波測定器)	導波管内面膜 (ミリ波通信機)	生板基板（映像・通信・ 情報製品共通）	製品サンプ ル（試作用）
基 盤 技 術	化学処理 電気メッキ	化学処理 電気メッキ	化学処理 電気メッキ	化学処理 エッチング	化学処理 光硬化
事 例	ミリ波測定 器	ミリ波測定器  1970 年代前半	ミリ波通信機  1970 年代後半	家電ビデオカメラ・ オシロスコープ 1980 年代	携帯無線機  1990 年代

表面処理は、化学反応を利用した製造技術分野である。一般的に電気メッキ、電気鍍造、プリント基板生板製造、光造形が、共通技術として同じ技術分野で一括りに捉えられることは少ない。表面処理の技術として、対象物の表面に、物性の異なるものを化学処理技術で積み重ねたり、削り取ったりする技術的な点と、化学処理分野の職場が設備、技術者により、技術が蓄積して継承される点から「共通基盤技術」として見なすことができるのではないかと筆者は考えた。HK 社では、保有していた「共通基盤技術」である電気メッキ技術、電気鍍造技術、プリント基板の化学処理技術を土台に、表面処理技術の応用として光造形が継承されているのが見られた<sup>240</sup>。

### （４）品質・コスト・工期への共通基盤技術の貢献

「共通基盤技術」の３技術分野での定性的貢献を見てきたが、一般的に企業の中では、事業への定量的貢献を QCD（品質・コスト・工期）で評価する傾向が強い。そこで、HK

<sup>239</sup> プリント基板実装の革新は、自動装着機は専門メーカーからの設備導入に拠るが、実装設計、CAD 環境整備、部品の選択、半田付け条件の設定等の生産技術、品質管理等の自社のノウハウが必須である。  
前述第３章で、HK 社の設計技術と共通基盤技術の項で、外部技術導入と社内技術の詳細を記載している。

<sup>240</sup> 学術的には、表面処理の技術分野の中に光造形を入れて論じられているものは少ないと筆者は考えている。



社の事例の中で、「共通基盤技術」が品質・コスト・工期にどのように定量的貢献をしていたのかを振り返ってみる<sup>241</sup>。

### ①品質向上

HK 社の「共通基盤技術」の品質向上の一例目として、ミリ波通信装置での機械加工の加工精度向上をあげる。1970 年代、ミリ波通信装置の機械加工で加工精度が一桁以上向上した。これにより、製品の性能が要求仕様を上回り、ミリ波通信網伝導路の敷設コスト低減に繋がった。二例目として、オシロスコープでのプリント基板実装の自動化を挙げる。1980 年代、オシロスコープのプリント基板実装の自動化で、製造工程不良率が一桁向上した。三例目として、業務用無線機でのプリント基板実装への表面実装の採用を挙げる。1980 年代後半、輸出用無線機を新しく開発する際、プリント基板実装に部品であるリードがないチップ部品を使うことで、プリント基板上の電気回路に流れる、無線高周波ノイズが格段に少なくなり、性能が向上した。

### ②コストダウン

HK 社の「共通基盤技術」がコストダウンへ活用された一例目として、ミリ波通信装置開発の際導入された NC 機の活躍がある。1970 年代、ミリ波通信機器の機械加工が革新され、生産性が 20～30% 向上した。二例目として、家電ビデオカメラ事例における家電量産技術の導入がある。1980 年代、家電ビデオカメラでプリント基板実装を自動化して、作業工数が従来比 1/10 となった。同じく、家電量産技術導入で組み立て作業工数が半減した。三例目として、オシロスコープへの家電量産技術導入がある。1980 年代、オシロスコープの開発 VE 活動により、材料費 1/2、作業工数 1/10 を実現し、製品原価 1/2 を実現した。四例目として、輸出用無線機への家電量産技術導入が挙げられる。1980 年代後半、輸出用無線機開発時に、家電技術を適用して、材料費 1/2、作業工数 1/10 を実現し、製品原価 1/2 を実現した。

### ③工期短縮

HK 社の「共通基盤技術」が工期短縮に貢献した一例として、1980 年代後半、プリント基板の生板の自製化で、試作工期が 21 日から 3 日へと画期的に短縮した。

以上①②③と定量的に捉えやすい狭義の成果を例示したが、品質向上・コストダウン・工期短縮は、相互に関係して相乗効果を生み、成果を上げている。

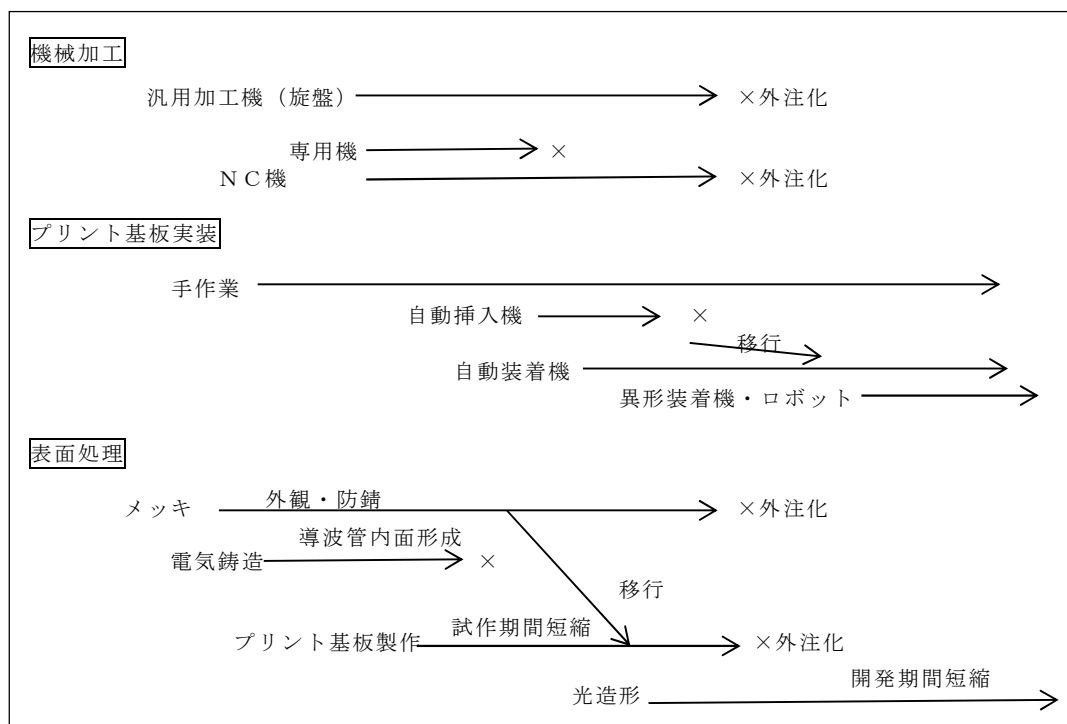
---

<sup>241</sup> HK 社内には具体的な数値が存在していたが、企業情報の制約から、社史などで公表されている概略的説明とした。

## (5)「共通基盤技術」の自社内消滅と社外展開

一方、HK 社の中では、活用されていた「共通基盤技術」にも、取捨選択され、消滅する技術があった。HK 社における共通基盤技術の消滅と社外展開の推移を図 6-1 に示す。図中の×は消滅した職場区分である。HK 社での「共通基盤技術」の消滅パターンは、製品撤退に伴う消滅、外注化、自社内技術移行の 3 パターンである。

図 6-1 HK 社における共通基盤技術の事例推移 (筆者作成)



### ①HK 社「共通基盤技術」の自社内消滅

製品撤退に伴う消滅のパターンとしては、第 2 章ミリ波通信装置における機械加工の専用機の事例と、電気鋳造の事例があげられる。新しい事業に必要とされて導入した機械加工のガンドリルや電気鋳造は、事業の終焉と共に不用となり、設備は廃棄された。「共通基盤技術」といってもその事業の製品への専用性が高い為、他製品への共用のメリットが見出せないものであった。

### ②HK 社「共通基盤技術」の外注展開

次に、機械加工の NC 機・表面処理のメッキとプリント基板製作は、異なる製品の加工に必要とされ、外注に展開された。

まず、機械加工の外注化の経緯である。第 3 章のミリ波通信装置の事例では、汎用の旋

盤・フライス盤で製作していた部品がコアとなり、部品の量産の必要から、NC 機、専用機を導入した。NC 機は作業の効率化、技能の均質化に威力を発揮し、徐々に汎用機での作業を駆逐していった。しかし、HK 社の社内製品の変化による作業量の減少、技能者の技術継承の困難などにより、自社内での部門維持が困難となり外注化に至った。

また、表面処理の外注化については、次の通りである。日本のエレクトロニクス企業は、戦後、製造のすべての工程を自社内に保持していることが多かった。メッキや塗装といった製造工程もその一つである。しかし、この工程は化学分野で、廃水处理、環境設備などの作業環境・工場環境の整備が必須である。エレクトロニクス企業では、電気技術主体で化学技術は専門的に主技術ではない場合が多いため、年を追うごとに自社内から、外部へ委託する企業が増加している。HK 社での外注展開も同じ理由による。

本論の HK 社ミリ波製品の事例では、表面処理が外観・防錆の工程でもあるが、電波伝導面を形成する製品の基幹技術を担う役割を果たしていた。ミリ波の製品は撤退したが、この技術と技術者は、表面処理技術をプリント基板の生板生産の技術分野として立ち上げた。これは技術の移行としても捉えられる。そして 1980 年代後半、このプリント基板の生板の生産が、エレクトロニクスの試作・開発の工程期間を画期的に短縮するものになった。ところが、1990 年代後半には、外部でもプリント基板生産工程の期間の短縮が可能となった。さらにプリント基板実装の高密度化により、プリント基板の生板は高精密・多層化の要求が年々強くなってきた。この要請に答えるには、設備更新を必要とし、多額の設備投資が続くことになる。これらを経営判断して、プリント基板の生板生産は外部調達となったのである。

### ③共通基盤技術の社外展開

HK 社の 4 事例に見られる共通基盤技術の社外展開は以下のように整理される。

**外部企業への技術供与：**ミリ波測定器とミリ波通信装置の事業を撤退した事例で、一部述べたが、ミリ波製品技術と製造技術は、海外で高い評価を受けていた。この高評価を基に、アメリカの会社へ技術供与の契約をして技術展開され、HK 社は、当時として、高額の技術供与額を得た<sup>242</sup>。

**親会社 H 社への展開：**家電ビデオカメラは、HK 社から H 社に製品集約する際に、共通基盤技術も含め H 社に伝承された。H 社グループ内での技術継承と言える。

**海外生産：**オシロスコープは、事例で述べた時期の終盤では、海外提携会社に生産移行

---

<sup>242</sup> 55 頁、(5) ミリ波事業からの撤退 (1979 年) において、一部記述。

した。この際、国内で革新してきた共通基盤技術も技術移管された。HK 社内の製造部門のコスト競争力が海外生産と比較評価された結果と考えられる。

**外注化：**プリント基板製作の外注化は、数量が多いものとコスト競争力があるものの生産を、プリント基板製作の大手企業に展開した。開発時など、短期間製作が要求されるものは、短納期が得意な専門外注先を選ぶなどの施策がとられた。

以上のように共通基盤技術の消滅や外注化などの社外展開は、該当の事例毎に展開が異なっている。

#### ④HK 社内における「共通基盤技術」の移行

次に、3 つ目のパターンである自社内技術移行について記す。日本エレクトロニクスのものでつくりと同時進行していたプリント基板実装技術は、1950 年代から 1970 年代までは、人手作業の労働集約的作業であった。1970 年代後半、とりわけ TV を中心に自動挿入機による自動化が拡大し、1980 年代からはチップ部品の面実装の時代が始まった。1990 年代は自動装着が高速化・性能向上していき、多品種対応機が追求されていった。結果、プリント基板上の全ての電子部品が自動装着されるまでに至った。プリント基板実装の自動挿入は、製造部門の消滅ではなく自動装着へと実装技術が移行したものである。

#### ⑤HK 社における「共通基盤技術」の外注化の課題

「共通基盤技術」の外注化の課題<sup>243</sup>としては、次の 3 点が考えられる。第 1 点は、外注先からの調達品を評価する技術力の保持である。狭義であれば、調達品の入荷を検査する技術力や、調達品の仕様を決める技術などが挙げられる。外注化決定後しばらくは、企業内に、該当する技術力が残存するが、時間の経過と共に、専門性に基づく評価の力が弱まってくる恐れがある。

第 2 点は、製造現場からの開発提案力の低下である。従来であれば製造現場の「共通基盤技術」が起点となって先端技術が生まれたり、その提案を受け入れたりすることがある。しかし、外注先からは提案の入手が、困難となる<sup>244</sup>。機械加工の洗練化や、プリント基板の高密度配線での薄板多層化などは、現場でのノウハウの積み上げを基にしている。外注化によって、技術や性能の限界を見極めながらの製品開発時に、早急に現場での技術を積み上げることは困難が予想される。

---

<sup>243</sup> 外注化の課題は、発注者側からの課題として見ている。

<sup>244</sup> 先端技術入手には、ベンチャー企業との共同開発などの道もあると思われる。この分野での研究は別途必要と考える。

第3点は、設計者と現場技術のノウハウ交換による製品作りが困難となる恐れだ。第2章の1970年代のミリ波通信装置のユニット開発やVTRの部品製作などに見られた、設計と現場技術者の情報交換の場が消滅したのは、今日の製品が、ユニットや、部品そのものが製品のコアとなる時代から、標準化されたユニットや、モジュールを組み合わせて、製品やシステムを作り上げる事業構造の変化に一端があると言えるだろう。確かに、ITによる情報の交換などで、開発のスピードや正確性が急速に進展していることは否めない。従って、この情報交換の場の消滅が課題であるという指摘は、時代遅れというそしりを受けるであろう。しかし、筆者の実感としては、外注によって、依頼した通りのものが出来てくるというプロセスに比べて、開発製品への改善アイデアの入手、設計者の設計技術スキルアップや製造現場の技術者の技能向上には、現場での情報交換のほうがはるかに有効だと考えられる。

#### ⑥共通基盤技術を経営者はどう評価していたのか

4事例については、社史及びインタビューにより、それ以降は、HK社の企業組織の変遷からも、経営上での経営層の考えが窺える。例えば、HK社の製造部門の中での変遷で見てみる。ミリ波通信装置の開発においては、機械加工の技術革新は、製品の開発には欠くことできない技術と位置付けられており、ミリ波事業での機械加工の製造現場は100名規模の自社内であった。また、家電ビデオカメラの量産を立ち上げるには、それまで子会社であった製造専門工場を吸収して自社内として再編して、ものづくりを強化した。しかし、4事例以降の1990年代後半では、ものづくりの競争力が他社との差別化に繋がらない時代となり、再び製造専門工場は、自社内から子会社へと再編された。

「共通基盤技術」に対し、HK社の経営者の評価を4事例の製造部門の推移からみると、重要度の位置が、徐々に下位の位置付けに至ったともいえる。

このように、「共通基盤技術」のHK社での存在意義が時代と共に変化し、経営者の評価を反映して自社内での存在、子会社への再編、外注化、消滅などが経営判断されていたと考えられる。

#### ⑦HK社「共通基盤技術」消滅の関連部門への影響

HK社での「共通基盤技術」の3つの消滅パターンを、企業内の組織の動向と関連づけて見ることにする。

まず、事業の撤退と共に消滅したパターンである。撤退に伴い製品が生産されなくなり、設備が廃棄され、携わっていた作業者は、機械加工や表面処理の共通作業部門に戻ってい

った。この為、製造部門としては、ミリ波通信装置に関しては、組織的影響は少なかったといえる。

次に、外注に展開されたパターンである。これは、「共通基盤技術」として、競争力が衰えたり、自社内の製造のメリットが失われた場合である。HK 社の、汎用機械加工・NC 機械加工やプリント基板の生板製作の外注化事例では、三つの視点から検討された。一つは、自社内と外注先とのコスト競争力の評価である。二つ目は、関係部門の人員が多数であり、外注展開した場合の対策である。この為、経営判断は、関係部門人員の対策が立案され、製造部門・製品開発部門の管理者と経営層の評価を経て、外注展開が決定された。三つ目は、製品開発部門の将来の技術として必要か否かという評価である。将来の事業内容の変化により、この技術が必要になった時、再度自社内に復活させる可能性を残しておくかどうかという点も考慮される<sup>245</sup>。

次は消滅というより移行であるが、プリント基板実装技術の技術革新に伴うもので、革新のスピードが求められた結果である。このパターンは、組織上の課題というより、製造革新の為の先端設備への経営者の投資判断が重要であった。

以上、HK 社における「共通基盤技術」の消滅や外注展開については、端的に言えば、「自社内では維持できないという評価」によるものと考えられる。こういった経営判断は、企業の「その時点での問題点を先送りしない」という理由で下され、一般的に実行されていることで、筆者としても理解できる。しかし、筆者は、次の製品技術革新の為に、「共通基盤技術」の中でも、機械加工のような製造の基幹工程を担う分野については、自社内に技術が継承される仕組み作りが課題であると考えている<sup>246</sup>。

## 第2節 製品価値創造に貢献する共通基盤技術

新製品が、技術革新により創出され顧客価値が向上すると、ヒット製品が生まれるといわれている。本論では、製品の競争力が増す事例を、業務用無線機開発で見えてきた。この事例について、製品価値創造の視点から再度整理していくことにする。

---

<sup>245</sup> HK 社の場合は、社内に複数のものづくり拠点がある、また、親会社 H 社に技術のリソースが存在して、技術の復活に担保されている。外注展開の評価に考慮されたものと考えられる。

<sup>246</sup> たとえば H 社グループでは作業量の確保をグループ全体の枠で考え、その量の中で共通基盤技術の生産効率と継承を計画している。

HK 社の業務用無線機は、顧客の立場に立った顧客価値の向上<sup>247</sup>を重視し、製品の企画段階から VE 手法を採用した。顧客から見た価値という視点で企画され、製品が創出された。そういった革新的新製品の創出には、企業全体の方針があり、組織的仕組や仕掛けが不可欠である。延岡は、それ等を「組織的能力」と論じている<sup>248</sup>。

小型携帯無線機の事例は、空港関係者（女性が数多い）の業務で使用する場合の顧客の意味的価値の向上という視点で価値を追求したものである<sup>249</sup>。HK 社の業務用無線機の開発には、画期的小型携帯無線機に至るまでに、「共通基盤技術」の継承として、輸出無線機でのチップ部品実装がある。小型携帯無線機のデバイスの開発には、これらの「共通基盤技術」が継承されている。さらに、機械設計技術、高密度実装技術などの「製品周辺技術」を総合して製品が作り上げられていた。つまり、「共通基盤技術」の継承と関連する技術階層が組み合わされて、顧客価値向上が、目に見える形になったといえる。手島（2011）は原価低減の手法として定着した価値工学（VE）を発展させ、顧客価値を基軸とした変革が今日的視点として、その手法を論じている。

この事例のキーポイントは、顧客の価値づくりを小型化に定め、無線機用キーデバイスを自製化して「製品創造技術」に作り上げたことにある。このキーデバイスを開発するのに、長年継承して築き上げてきた「共通基盤技術」プリント基板実装技術の洗練化が寄与した。従って、VE 活用の今日的視点を述べている先行研究に、実践の一例を示したことになると考える。

### 第3節 経営多角化と共通基盤技術

1980年代は経営多角化が盛んに進められた<sup>250</sup>。しかし、2000年代では、逆に事業の選択と集中が多く見られてきた。最近の多角化の研究をレビューすると、研究の対象が市場や企業組織に関するものが多く、短い期間での分析になっている。「多角化」と「選択と集中」の相反する戦略があり、先行研究では多角化戦略の優劣を一義的には結論づけられないと指摘しているものもある<sup>251</sup>。

---

<sup>247</sup> 手島直明（2011 基礎編）、35 頁、では顧客価値を希少価値・使用価値・貴重価値としている。

<sup>248</sup> 延岡健太郎（2011）、226-247 頁。

<sup>249</sup> 延岡健太郎（2011）、94-117 頁、で顧客価値は機能的価値・意味的価値としている。

<sup>250</sup> 萩原俊之（2007）、5 頁。

<sup>251</sup> 花崎正晴・松下佳菜子（2014）、の研究報告の例がある。

日本エレクトロニクス企業では、社内に複数の事業を持つところが多い。多数の事業の傘下で、共通の経営資源を共有して活用するのは、経営資源の効率的配分として理に適っている。本論では、事業の盛衰を通して、共通の経営資源である「共通基盤技術」が、動態的にどのように事業に関係してきたかを見てきた。

一般的には、多角化は、本業で成長した経営資源を他の事業に配分することで事業の効率的運営を図り、企業価値を上げる経営戦略とされている<sup>252</sup>。経営多角化の戦略では、異なる事業への展開による企業規模拡大を目的として、経営資源の効率的配分は、その拡大のための手段と当初から意図的に計画されている。経営多角化の目的と手段の関係に対して、本論では、経営多角化戦略の意図としてというより、経営資源として「共通基盤技術」という存在があり、「共通基盤技術」を革新することで、結果として経営多角化へ寄与した事例と考えられる。

## 第4節 多様な事業転換要因

### 1. HK 社における事業転換への組織的取り組み

HK 社の通常の開発や受注開発は、既存組織の開発設計部門、製造部門、関係部門が日常的業務として実行する。本論で取り上げた4つの事例は、HK 社において将来を期待した事業の為、いずれも、全社を挙げてプロジェクト組織を編成し、開発に取り組んだ。

ミリ波通信装置の事例では、電電公社からの実用化試験設備の受注前から、全社体制でのプロジェクトを編成した。責任者は開発担当役員である。ミリ波通信装置開発の為に設計10名・製造2名・生産技術者5名・開発工程管理者2名が、従来業務から離れて専任で取り組む組織となった。実用化試験設備の受注後は、さらに増強された。そして、事業撤退後、設計者は、高周波無線の専門技術者を評価されて、通信部門に移動した。製造・生産技術者・開発工程管理者は、共通部門である製造関連の部門に戻った。

家電ビデオカメラの事例では、設計開発チーム10名・製造チーム10名が、約1年かけて、親会社H社の量産技術の導入を進めた。（同時にビデオカメラとVTRのインターフェース開発も進められた。）また、家電ビデオカメラの量産に経営資源の投入を図ったHK社は、例えば、撮像管量産の為に300人規模の工場を、専用工場として再編した。そして、

---

<sup>252</sup> 佐々木英彰（1981）、104-126頁。



市場が激しい開発競争状態になると、3 か月に 1 機種の開発が迫られ、開発設計部門は、30 人規模のプロジェクトを、並行して複数取り組むことにもなった。製造部門は、プロジェクト毎に、製造に関する新たな技術革新に取り組んだ。そして事業撤退後は、開発設計者は、監視カメラ、映像、放送、などの部門に移り、映像専門技術を活かした。また、製造部門の技術者は、家電量産技術を、産業用機器の生産に生かすべく、技術内容の継承に取り組んだ。

オシロスコープの事例でも、全社体制の開発プロジェクトが編成され、家電ビデオカメラ量産技術の継承が図られた。

業務用無線機の事例では、オンリーワン戦略の経営方針に沿って、VE を実施し、その活動の中から特徴ある小型化無線機を実現させた。組織としては、製品開発チームとデバイス開発チームを編成して、開発を進めた。前述したデバイス開発チームへの共通基盤技術の長年の蓄積がここで活用されたのである。

## 2. 事業推移における事業転換要因

繰り返すことになるが、事例で辿った 1970～90 年代での日本エレクトロニクスの発展要因は、たゆまない技術革新が基礎にあったと考えられる。そして、新たな技術革新が起ることによって、市場が変化し、市場の構造にも影響を与えてきた。また、企業内では、技術革新が、次世代製品への転換や自らの事業分野や経営方針を転換させる要因となった。HK 社に見られる事業転換に影響を与える要因の例を表 6-4 に示す。

表 6-4 HK 社における事業転換への影響要因例 (筆者作成)

事例製品	年代	事業転換影響要因(○は事業成長時の第 1 影響要因●は事業撤退時の第 1 影響要因)			
		経済	市場	経営(事業戦略)	技術革新
ミリ波通信装置	1970 年代	高度成長	○通信回線需要拡大	・事業拡大 ・経営トップ交代	●光ファイバー技術
家電ビデオカメラ	1980 年代前半	世界市場進出	○家電市場急拡大	・量産指向 ・企業規模 ・経営トップ交代	●CCD 技術
オシロスコープ	1980 年代後半	円高	○世界市場進出 ブラウン管調達難	・価格対応力 ・開発リソース配分	●デジタル化
業務用無線機	1990 年代	円高	○国内需要増減 ・電波行政	・ニッチトップ戦略 ・事業の選択と集中	○デバイス ●デジタル

さりながら、経営方針転換への影響力は、技術革新だけではない。HK 社の事例でも、

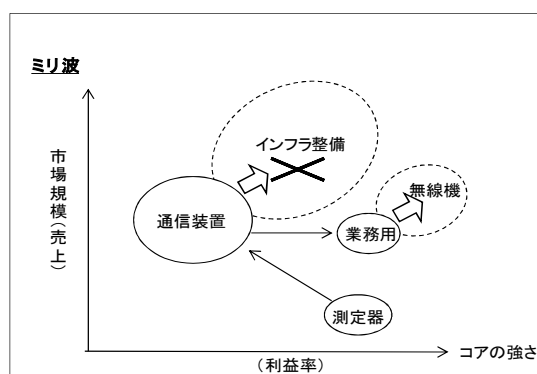
経済面、市場面、経営面から多様な影響を受けていることが見てとれた。表 6-4 に記入した○と●は、筆者の考える影響要因として、事業成長時に影響が大きかった項目に○、事業撤退時に影響が大きかった項目に●と記した。

事業成長時には、市場の規模と将来性を判断して参入の方針が立てられる。この方針の実現のために、「製品創造技術」の活用や強化に経営資源が重点的に投入される。事業成長時では、「製品創造技術」の活用にせよ、経営資源投入にせよ、市場の大きな影響を受けている。事業撤退時には、旧技術と革新技術の優劣の差異が明らかになった結果として事業撤退に至るので、どのような技術革新の影響が要因であったかが明確である。表 6-4 に HK 社における事業撤退時に大きな影響要因となった技術革新は、ミリ波通信装置では、光ファイバー技術の出現であり、家電ビデオカメラでは、CCD 技術の台頭である。

いずれにしても、表に掲げてある多様な要因が組み合わされて、事業転換がある。以下、整理した形で、その推移を述べる。

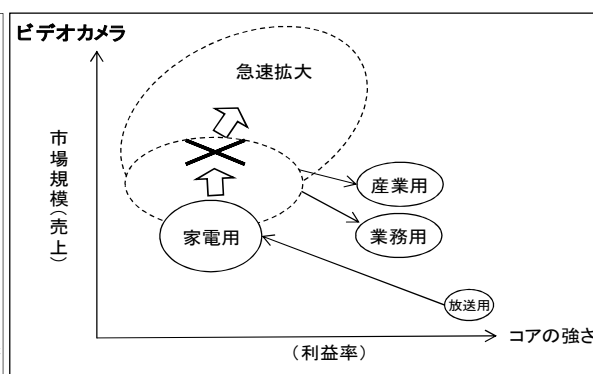
まず、HK 社のミリ波通信装置の事業転換を取り上げる。図 6-2 に事業のポートフォリオをイメージで示す。ただし、HK 社の 1970～80 年代での事業転換は、事業ポートフォリオという事業戦略論に基づいたものではなく、市場の動向に社内の技術力を適合させようというものであった。

図 6-2 ミリ波事業のポートフォリオ



(筆者作成)

図 6-3 ビデオカメラ事業のポートフォリオ



(筆者作成)

事業の推移は、まず、高周波の測定器という利益率は高いが市場規模の小さい事業から、規模の大きな市場が期待できる通信装置に参入した。更に、通信網整備への事業も計画していたが、光ファイバー網という他社の技術方式が、通信網整備への事業を断念する最大のきっかけとなった。その後、通信装置事業は、公共用や業務用の無線機分野への転換を

図った。インフラ網の参入には、大きな「市場」を狙うという影響要因があり、次に、経営トップの交代が契機となったことも事例で見てきた。

同様に、家電ビデオカメラ事業の事例を、図 6-3 に示した。HK 社は、放送用カメラという、利益率は高いが市場規模が限られている事業から、世界的市場規模が期待できる家電市場を目指した。しかし、「製品創造技術」 CCD に敗れ、家電ビデオカメラ事業から撤退となった。その後、ビデオカメラ事業は、家電市場から、産業・業務用（監視用カメラ、工業用センサ）などの中量のニッチな市場に転換された。この家電市場への参入、撤退にも経営トップの交代という影響要因が見て取れた。

次に、オシロスコープ事業は、計測器産業分野で、国内から全世界市場を目指した。家電市場で培われた量産技術によるコスト競争力で売上を伸ばしたが、円高・ブラウン管入手困難等の経済や調達市場環境の変化によって価格対応力を失い、撤退に至った。その後、製品単品のビジネスからシステム対応のビジネスへと転換した。

次に、業務用無線機は、規模の大きい海外へ市場進出を図った。欧米への公共用無線機、自動車電話などの輸出は拡大した。しかし、円高で現地メーカーとの価格競争に敗れた。国内市場回帰に当たり、価値創造手法の VE を駆使し、新しい業務用無線機を開発して、国内市場に参入した。結果、空港無線に代表される公共無線機分野に大きく進出した。HK 社は、公衆系の携帯電話には参入しない道を選んだ。自営系の業務無線に経営資源を集中させ、市場シェアが拡大した。自営系の主な顧客は、官公庁（都道府県・警察・消防）やタクシー・列車・空港などである。

以上の HK 社の 4 つの事業転換は、技術革新による影響を事業転換の大きなきっかけとしている。しかし、市場動向の変化、円高という経済状況の変化、経営トップの交代、開発者不足による開発リソースの配分など、多様な影響要因が加わって、事業転換に至ったと考えられる。

## 第 5 節 まとめ

HK 社の 4 つの事業転換事例を辿り、2 つの視点で分析を重ねた。まず、一つ目の視点は、事業転換と「共通基盤技術」の関係についてである。HK 社の 4 事例の中で、各々の革新に当たる「共通基盤技術」が事業拡大に貢献していることを明らかにした。さらに、異なる事業分野への事業転換の際にも、「共通基盤技術」が自ら革新を継続して、事業転換

を支えていたことを明らかにした。

二つ目は、事業転換への多様な影響要因について見てきた。HK 社の 4 事例での事業の経過から、企業活動にあっては、市場動向や経営者の交代など多様な要因が複雑に絡み合って事業転換されていくことが見られた。

また、一企業の事例を長期的な時間軸で追うことで見えてきたのが、「共通基盤技術」は継続した貢献もあるが消滅もあるということである。このことは、「共通基盤技術」が経営環境の変化の中で常に存在意義を問われていることを示唆していると筆者は考える。

次に、顧客価値創造と「共通基盤技術」の関係についてだが、HK 社の業務用無線機の事例では、顧客価値創造活動（VE 活動）により、顧客価値向上の製品を創出した。そこには製品技術革新に「共通基盤技術」が重要な役割を果たしていた。

## 終 章

日本エレクトロニクス産業の競争力の低下が言われて久しい。様々な立場の人達から復活の提言があり、当該の企業も打開に迫られてきた。回復の兆しを見せる企業と、模索を続けている企業が混在しているのが、現状ではなかろうか。

現在の日本エレクトロニクス産業の苦戦の理由を、たとえば、グローバル化した世界市場で、「どのように作るか」でなく「何を作るか」という戦略の遅れを取った。また、自社で全ての工程を持ち製品を作る「垂直統合型」から、IT時代のものづくりである「水平分業型」に切り替えるのが遅れた、との指摘もある。エレクトロニクス製品には、家電製品に代表されるモジュール化やコモディティ化向きの製品が多いのは確かである。しかし、過去も現在でも恐らく未来にも多様な製品が存在する。筆者は、エレクトロニクス製品の技術革新を進める上で、製品開発技術と製造技術を組み合わせることの重要性は、失われているのではないかという問題意識を持つに至った。そこで、40年間、ものづくりに携わってきた筆者としては、日本エレクトロニクス産業が急成長していた時代（1970～1990年代）の具体的企業の事例を取り上げ、その中の製造技術に焦点を当て、研究することで、日本エレクトロニクスの技術力復活の手がかりがつかめないかと考えた。

本論では、第2章以降の事例の研究に入る前に、第1章で技術階層について枠組みを定義した。技術革新を、「製品開発技術」と「製造技術」とであると車の両輪に例えて述べたが、「ものづくり」つまり、今回のテーマである製造技術については、具体的に整理したほうがわかり易いと考えた。本論では、技術階層を「製品創造技術」「製品周辺技術」「共通基盤技術」と3層に定義して、事例を捉えることにした。尚、この枠組みの定義に関しては、先行研究の金子（2006）の、製品ライフサイクルの中での技術分野を3つ（途上技術・戦略技術・基盤技術）に分ける考え方や、延岡（2011）の、2つ（積み重ね技術・革新技術）に分ける考え方に示唆を受けた。

次に、事例研究について補足すると、4事例には、事例製品が興隆の中心となる各年代を記すと共に副題を付けた。副題には、製品の背景となった象徴的事象を表記した。

第2章ミリ波通信装置の事例は、「世界的技術転換時における共通基盤技術の伸張」である。事例の中で、HK社での事業転換事例は、ミリ波測定器事業からミリ波通信装置へ、

そして次の無線通信事業へ事業転換された。HK 社の中で、ミリ波通信装置から光通信装置へ事業転換をしたわけではない。筆者の意図は、「世界的技術転換である光通信方式の発明による大きな影響を受けた」ということである。

次に、第 3 章家電ビデオカメラの事例は、「コア技術の盛衰による家電事業への参入と撤退」である。事例では、HK 社の事業転換は放送カメラ事業から家電ビデオカメラ事業へ、そして監視カメラ事業への転換である。ただ、家電ビデオカメラを中心に据えていたので、放送カメラ事業・監視カメラ事業についての詳細推移を述べていない。また、副題のコア技術の盛衰は、HK 社にとってのコア技術の撮像管技術が、革新技術の CCD に敗れることを表した。

次に、第 4 章オシロスコープの事例は、「競争優位の技術革新の継承」である。第 4 章の 1980～1990 年代では、国内外の経済環境が激しく変化した背景の中での事例事業の推移を見てきた。特に、第 3 章での家電量産技術で競争力を増した製造の技術が、市場での競争優位の技術として活用された点を中心に見てきており、これを副題とした。

次に、第 5 章業務用無線機の事例は、「製品価値向上と製造技術の貢献」である。この章では「共通基盤技術」以外に、特に、コスト競争から顧客価値向上への戦略の転換を、VE 活動で取り組む内容を副題に加えた。

第 6 章では、HK 社の 4 事例を横断して、「共通基盤技術」「事業転換への多様な影響要因」について、相互の関係性を見てみた。

次の 1. 2. では、本論で明らかにすることができたこと、できなかったことを述べたい。

## 1. 共通基盤技術の事業への貢献

### (1) 共通基盤技術は事業拡大に貢献する

ミリ波通信装置の事例では、機械加工が、外部の技術導入を受けながら、現場の工夫で技術を洗練し、事業プロジェクトの開発に貢献していた。家電ビデオカメラの事例では、プリント基板実装の自動化により、コスト競争力が画期的に強化された。オシロスコープでは、プリント基板の生板の自製化で、開発期間が飛躍的に短縮された。小型携帯無線機の開発には、プリント基板実装の高密度化の技術が、現場のノウハウ蓄積により、生かされた。

## （２）共通基盤技術は異なった事業分野への事業進出を支える

本論では、製造技術の事業への貢献を追ってきたが、「基盤技術」が、HK 社内で、ある特定部門のみの専用の技術であれば、「共通基盤技術」とは言えない。異なった事業への展開については、第 6 章の「共通基盤技術の継承」でそのことを明らかにした。ただし、継承された製品や事業での活用の必要性は述べたが、1990 年代以降現在に続く製品や事業の詳細については、述べていない。その理由は、例えば、ミリ波通信装置での機械加工が VTR 事業にどのように継承し続けたかは、VTR 事業の経過を詳しく整理する必要があるからだ。本論では、事例事業を研究の中心にしているので、事業の継承までを述べるに止めた。

## （３）共通基盤技術は自身の成長により存在価値が生まれる

企業における製造部門は、生産の流れでは下流にある。上流の設計部門の指示に従って製品を作り、市場に送り出す役割を果たす。組織上、その役割を果たすことは重要である。しかし、製造部門も、現状に留まることなく、常に進歩が求められている。4 つの事業例の中で、3 つの「共通基盤技術」（機械加工の洗練化・プリント基板実装の革新・表面処理技術の継承）が事業の成長に貢献するには、各「共通基盤技術」自身の革新があり、それらが、市場に届く製品作りに貢献できることを明らかにした。

## （４）共通基盤技術の消滅

第 6 章で、HK 社の「共通基盤技術」の自社内消滅と社外展開を述べた。特定事業との関係が深い「共通基盤技術」が、事業の消滅と共に消滅する場合は、事業との存在意義からみて理解できるであろう。

社外展開の場合は、社外と比較して、競争力の有無が常に問われることを、筆者は実感してきた。社外とは、国内だけではない。海外の製造委託会社との比較が、常に実施されている。海外との賃金差によるコスト競争力に加えて、技術力・情報交換のスピードも比較評価される。また、近年の家電製品では、「水平分業」やモジュラー化、コモディティ化、が顕著である。さらに、HK 社の事例でも見てきたが、日本のエレクトロニクス企業は、多品種少量生産、ソフトウェア化やシステム化が進んできており、製造作業量の減少と製造部門の存在が問われている。以上のことに関しては、さらなる分析が必要と考える。

## （５）本論事例以外の共通基盤技術について

本論では、HK 社事例での代表的な基幹技術として、機械加工、プリント基板実装、表面処理の 3 つの「共通基盤技術」を取り上げたが、製造を支える「共通基盤技術」には、他に多くの技術分野がある。原材料加工（鋳物・鍛造・鋼材）、溶接、プラスチック成型、

部品組み立て、測定・検査、などである。それらが、今回取り上げた技術と同じように事業に貢献したり、自身で革新を続けたりする例が数多く存在するはずである。本論では展開することができなかったが、「共通基盤技術」の範囲をより広く、深く研究する場合の課題と考えている。

#### （６）共通基盤技術は現在でも有用であろうか

序章で、「日本エレクトロニクス産業の凋落の原因を、ものづくりへの固守し過ぎである、との論がある」と記述した。事例の中でも一部述べたが、現在、共通基盤技術部門は、企業の中で、存在意義が問われ、全体として、縮小ないし地位低下が進んでいる。これに対して筆者は、「製品開発技術と製造技術は、共に重要である」と考え、1970年～1990年代のHK社の事業転換と共通基盤に焦点を当て、製造技術の重要性の再評価を試みた。

たとえば、今日において、「共通基盤技術」が事業へ貢献している例がある<sup>253</sup>。また、先行研究でも、2000年以降のものづくりの再評価<sup>254</sup>として「共通基盤技術」の有用性の研究が見られた。これらの研究が今後積み重ねられると思われる。

もちろん、2015年の現在に、1970年～1990年代で通用していた製造技術や事業への貢献を、同じように論じることはいできない。事業の形や製造技術が大きく変ってきているからである。

本論では、「1990年代までのHK社事例」という企業研究の制約のため、近年のHK社の事例や展開には踏み込まなかったが、HK社及びH社グループにおいても、2008年のリーマンショック後、グループ全体での構造改革に踏み出した。ものづくり強化のためには、国内と海外拠点を棲み分けて世界を見据えた活動や分野を絞った製品試作力の強化など様々な革新が続けられている<sup>255</sup>。

筆者は、今後の日本エレクトロニクス企業において、「共通基盤技術」が存在感を発揮し、ものづくりの土台を支えてもらいたいと願っている。そのためには、海外工場に対する開発試作の拠点やマザー工場という位置付け、先端製造技術の育成、製造部門を支える技能者の育成、技術を維持するための製造拠点の集約など、製造の技術革新を続けることができるような弾力的な仕組みづくりの研究が、求められているだろうと考える。

---

<sup>253</sup> 加藤秀雄（2011）224-230頁。

<sup>254</sup> 藤本隆宏（2004）や延岡健太郎（2011）は「摺り合わせ技術」という点で製造技術の重要性を述べている。

<sup>255</sup> H社創業100周年プロジェクト推進本部社史編纂委員会編（2010）、63頁、268-269頁。



## 2. 事業転換に影響を与える要因

### (1) 事業成長と事業撤退での影響要因

第6章で、事業転換に影響を与える要因は、事業成長と事業撤退時で異なることを明らかにした。研究当初は、技術革新が事業転換の大きな影響要因だろうと考えて事例の整理をしたが、新しい事業への参入動機には、まず、経営者の、市場の規模や将来性への期待がみられた。技術革新の有無は、複数ある条件の中の一つに過ぎないように思われる。一方、事業撤退においては、他社の技術革新が大きな影響要因となっていた。本論で見たHK社の事業撤退は、いずれも他社の新たな技術革新によるものである。そこから覗えることは、事業の盛況時にこそ、次の技術革新を準備する必要性であり、そのことが企業には常に問われているのではないかと考える。

### (2) 事業転換事例の前後における推移について

第5章の業務用無線機事例を除き、3つの事例事業転換を見る時、中心の事業事例に焦点を合わせた為、前後の事業についての推移の記述が少なく連続性の欠如が見られる。しかし、実際は、事例前後にも事業の継続は連綿と続いていた。ミリ波通信装置では、新事業参入前のミリ波測定器事業、事業転換後の通信事業がこれに当たる。家電ビデオカメラでは、新事業参入前の放送用カメラ事業と事業撤退後の監視カメラ事業がこれに当たる。ただし、1970年以前の事業の振り返りは、検証する資料が限られていた。また、継承した事業は、現在事業が続いているので企業機密により概説的な記述にならざるをえなかった。

## 3. 残された課題

本研究で、日本エレクトロニクス産業の競争力復活の手がかりを多少とも得ることができただろうか。筆者には、針の先ほどの穴でも現状に開けられたらという思いはあるのだが、一企業の1970～90年代の事例の研究からだけではそれは望めそうにない。更に複数社の事例研究が必要であり、「共通基盤技術」の他分野技術例を増やす必要もあると考えている。さらに、2000年以降の製造現場の実状の把握も必要であろうと思われる。海外のEMSの脅威分析、モジュール化・コモディティ化の実態、スマートフォンなどの世界市場規模でのEMSの影響も視野に入れる必要があるだろう。また、多品種少量生産の共通点・相違点の研究なども挙げられる。特に、IC高集積化による価格低下・ITによる分業化・

ソフトウェア化・デジタル化の研究<sup>256</sup>は欠かせないものである。

しかし、考えられるこれらの研究課題は、筆者の研究範囲をはるかに超える広さを持っており、現実的には、「共通基盤技術」の、複数社における実態把握を着実に加えることを今後の研究課題と考えている。

#### 4. おわりに

本論では、製造技術の「共通基盤技術」に着目し、HK社の複数の新製品分野に貢献した事例を取り上げながら、それらが果たしてきた役割を整理分析してきた。さらに、「共通基盤技術」が事業成長と共にどのように成長していくかを見てきた。筆者は、事業転換と「共通基盤技術」の関係事例が、日本エレクトロニクスメーカー各社に多数存在しているのではないかと考えている。

技術開発に関する論文によると、同一製品での技術革新、事業転換は、製品ライフサイクル理論に沿っていると論じているが<sup>257</sup>、本論の事例研究でも、複数の製品においてこの展開が当てはまることが見られた。

今後、他の複数社の事例や他の共通基盤技術の研究を広げることで、製品開発の革新を支える製造技術の再評価ができるのではないかと考えている。

---

<sup>256</sup> 西村吉雄（2014）、225頁。

<sup>257</sup> 岩本敏裕（2012）、202頁。

## 参考文献・論文

- 青地仁土(1980)「エンドユーザーの反応から見たカラービデオカメラの現状と将来」『テレビジョン学会創立 30 周年記念 1980 年全国大会講演予稿集』第 16 号、1980 年 6 月、429-432 頁
- 秋葉雅夫・石渡徳彌・佐久間章行・山本正明 (1988)『経営工学概論』朝倉書店
- 安藤幸司 (2011)『らくらく図解 CCD/CMOS カメラの原理と実践』オーム社
- 泉田良輔 (2013)『日本電機産業 何が勝敗を分けるのか』日本経済新聞出版社
- 岩本敏裕 (2012)『日本企業の技術革新と競争優位一家庭用録画・再生機器産業の分析一』文理閣
- I 氏(2002)『HK 社草創期の思い出集』非売品
- I 社社史編集委員会編 (1989)『I 社五十年史』
- H 社創業 100 周年プロジェクト推進本部社史編纂委員会編 (2010)『H 社社史 5』
- HK 社社史編集委員会編(1999)『HK 社のあゆみー合併 25 年を記念して』
- HK 社 (2013)『HK 社グループ CSR 報告書 2013』
- HK 社ミリ波会編(1998)『ミリ波の軌跡』非売品
- 大井国男 (1973)「ミリ波分波装置の現状」『HK 社技報』第 1 巻 5 号、1973 年 12 月
- 小笠原直幸・鈴木道也 (1969)『ミリ波 (第 3 版)』日刊工業新聞社
- 岡田清隆 (1983)『オシロスコープのすべて』共立出版
- 岡村総吾 (1987)『電子管の歴史ーエレクトロニクスの生い立ちー』オーム社
- 家電ハンドブック編集専門委員会 (2010)『2010 年家電産業ハンドブック』家電製品協会
- 加藤秀雄 (2011)『日本産業と中小企業ー海外生産と国内生産の行方』新評論
- 加藤健太・大石直樹 (2013)『ケースに学ぶ日本の企業ービジネスヒストリーへの招待』有斐閣
- 粕谷誠 (2012)『ものづくり日本経営史』名古屋大学出版会
- 金子秀 (2006)『研究開発戦略と組織能力』白桃書房
- 岸田民樹・田中政光 (2012)『経営学説史』有斐閣
- 木下幹弥 (2012)『モノづくりの経営思想』東洋経済新報社
- 木原信夫 (1969)『ビデオレコーディング技術』産報出版
- 経済産業省・厚生労働省・文部科学省編 (2014)『ものづくり白書』経済産業調査会
- 経済産業省経済産業政策局調査統計部編 (2011)『我が国の工業ー変化を続ける製造業ー』経済産業統計局

- 後藤尚久（2003）『電波がわかる本』オーム社
- 古殿幸雄（2000）『入門ガイダンス経営科学・経営工学』中央経済社
- 佐々木英彰（1981）「多角化戦略を成功させる決め手」『事業推進戦略』日本ビジネスレポート 1981 年 1 月、104-126 頁
- 佐藤和弘（1983）「新しい固体カメラ」『テレビジョン学会誌』第 37 巻 2 号、1983 年 2 月、104-111 頁
- 柴田友厚(2011)「技術転換期のマネジメント」『東北大学経済学部研究科研究データベース Discussion Papers (Tohoku Managemennt&Accounting Research Group)』No103、2011 年 11 月、1-16 頁
- 下村博史・坂爪裕(1998)『ものづくり経営革新—顧客価値創造プロセスの構築—』生産性出版
- 新宅純二郎（1992）「競争と技術転換—日米カラーテレビ産業の比較分析を通じて—」『学習院大学経済経営研究所年報』5 巻、1992 年 3 月、1-24 頁
- 新宅純二郎（1994）『日本企業の競争戦略—成熟産業の技術転換と企業行動』有斐閣
- 島田禎晋(1995)「ミリ波から光技術へ」『電子情報通信学会誌』第 78 巻 11 号、1995 年 11 月 1008-1106 頁
- 島田禎晋(2004)「四半世紀を経た光通信システムの技術開発—歴史に学ぶ—」『電子情報通信学会誌』第 87 巻 8 号、2004 年 8 月、732-737 頁
- 島田敏男（2009）『ミリ波技術の基礎』電気学会
- 清水慶一・三上喜貴・野城智也(2008)『日本の技術革新』放送大学教育振興会
- 末松安晴・伊賀健一（2013）『光ファイバー通信入門改訂 4 版』オーム社
- 関戸佳彦・桑嶋健一（2009）「技術転換への適応—デジタル液晶テレビ開発の事例—」『研究・技術計画学会』2009 年次学術大会講演会要旨集、24 号、2009 年 10 月、653-656 頁
- 総務省（2012）「昭和 47 年度の社会経済動向と通信」『昭和 48 年通信白書』2012 年 10 月 9 日確認  
<http://www.soumu.go.jp/johptsusintokei/whitepaper/ja/s48/html/s48a01020200.h...>
- 総務省（2012a）「画像通信と大容量伝送」『昭和 48 年版通信白書』2012 年 10 月 9 日確認  
[www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s48/html/s48a03070204.h...](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s48/html/s48a03070204.h...)
- 総務省(2012b)「基礎技術及び研究」『昭和 49 年版通信白書』2012 年 10 月 9 日確認  
[www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s49/html/s49a02070207.h...](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s49/html/s49a02070207.h...)
- 総務省（2012c）「電磁波有効利用技術」『昭和 50 年版通信白書』2012 年 10 月 9 日確認  
[www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s50/html/s50a02070205.h...](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s50/html/s50a02070205.h...)
- 総務省(2012d)「光ファイバケーブル伝送方式」『昭和 51 年版通信白書』2012 年 10 月 9 日確認  
[www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s51/html/s51a02070603.h...](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s51/html/s51a02070603.h...)
- 総務省(2012e)「昭和 52 年版通信白書の発表に当たって」『昭和 52 年版通信白書』2012 年 10 月 9 日確認  
[www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s52/index.html](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s52/index.html)
- 総務省(2012f)「光ケーブル伝送」『昭和 52 年版通信白書』2012 年 10 月 9 日確認  
[www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s52/html/s52a02070204.h...](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s52/html/s52a02070204.h...)
- 高井透・原田保・山田敏之（2011）『コア事業転換のマネジメント』同文館出版

- 武田晴人編（2011）『日本の情報通信産業史—2つの世界から1つの世界へ』有斐閣
- 竹村裕夫（1984）「ビデオカメラ」『テレビジョン学会誌』第38巻7号、1984年7月、622-624頁
- 竹村裕夫（1986）「ビデオカメラ」『テレビジョン学会誌』第40巻7号、1986年7月、622-625頁
- 田中正俊（1980）「業務用カメラ」『カラービデオカメラ トリケップス技術資料集』第29号、1980年1月、145-174頁
- 中小企業庁（2013）『中小企業白書 2013年版～自己変革を遂げて躍動する中小企業・小規模事業者～』
- 調査統計小委員会編（2004）『平成16年電波産業年鑑』電波産業会
- 調査統計小委員会編（2010）『平成22年電波産業年鑑』電波産業会
- 土屋裕（1998）『新・VEの基本』産業能率大学出版社
- 手島直明（2011）『実践価値工学—価値創造経営の視座—基礎編』日科技連出版社
- 手島直明（2011）『実践価値工学—価値創造経営の視座—応用編』日科技連出版社
- 電通総研編（2012）『情報メディア白書 2012』ダイヤモンド社
- 電子情報通信学会「技術と歴史」研究会編（2006）『電子情報通信技術史—おもに日本を中心としたマイルストーン—』コロナ社
- 中岡哲郎編（2002）『戦後日本の技術形成—模倣か創造か—』日本経済評論社
- 永池克明（2007）『電機産業の発展プロセス—競争力を高める企業戦略—』中央経済社
- 中川洋一・岸上孝明（2014）「歩行者を分離検知する 79GHz レーダー技術」『日経エレクトロニクス』2月3日、63-72頁
- 中原恒雄（2003）「新技術開発の回顧と21世紀への展望」『電気技術史』第31号、2003年9月、1-4頁
- 西村吉雄・伏木薫（1998）『電子工業50年史—通史編』日本電子機械工業会
- 西村吉雄・伏木薫（1998）『電子工業50年史—資料編』日本電子機械工業会
- 西村吉雄（2014）電子情報通信学会編『電子情報通信と産業』コロナ社
- 西村吉雄（2014）『電子立国はなぜ凋落したか』日経BP社
- 日本機械学会編（1984）『機械工学便覧 応用編 B2加工学・加工機器』
- 日本電子機械工業会編（1980）『電子計測器ガイドブック '81版』電波新聞社
- 日本電子機械工業会編（1989）『電子計測器ガイドブック '90版』電波新聞社
- 日本電子機械工業会編（1999）『電子計測器システムガイドブック 2000年版』電波新聞社
- 延岡健太郎（2011）『価値づくり経営の論理』日本経済新聞社
- 萩原俊彦（2007）『多角化戦略と経営組織』税務経理協会

- 花崎正晴・松下佳菜子（2014）「コーポレート・ガバナンスと多角化行動—日本企業データを用いた実証分析」『経済経営研究』第 34 巻 5 号、2014 年 2 月、1-74 頁
- ハイブリッドマイクロエレクトロニクス協会（1994）『エレクトロニクス実装技術基礎講座＜第 1 巻＞総論』工業調査会
- 平本厚（1999）「産業研究と技術史」『電気技術史』第 18 号、1999 年 6 月、1-2 頁
- 平本厚（2010）『シリーズ情熱の日本経営史⑦—世界を驚かせた技術と経営』芙蓉書房出版
- 深谷正廣（2015）「日本エレクトロニクス企業の事業転換時における共通基盤技術の貢献—1980 年代の家電ビデオカメラ事例を通して—」『埼玉大学経済科学論究』第 12 号、2015 年 4 月、41-52 頁
- 藤澤和男（1966）『マイクロ波回路（第 8 版）』コロナ社
- 富士通・日本発ものづくり研究会（2007）『モノを作らないものづくり—デジタル開発で時間と品質を稼げ』日科技連出版社
- 藤野武彦編（1965）『メッキ技術入門』理工学社
- 藤本隆宏（2004）『日本のもの造り哲学』日本経済新聞出版社
- 藤本隆宏（2013）『現場主義の競争戦略—一次代への日本産業論』新潮社
- 藤原雅俊（2004）「生産技術の事業間転用による事業内技術転換—セイコーエプソンにおけるプリンタ事業の技術転換プロセス」『日本経営学会誌』第 12 号、2004 年、32-44 頁
- 増山勇・本田辰夫編集（1986）『最新サーフェース・マウント・テクノロジー』工業調査会
- 港寿徹雄（2011）『日本ものづくり競争力基盤の変遷』日本経済新聞出版社
- 宮内一洋（1972）「W-40G ミリメートル波導波管伝送方式」『電気通信学会誌』、1972 年、771 頁
- 宮本又郎・岡部桂史・平野恭平（2014）『1 からの経営史』碩学舎
- 宮本又郎・阿部武司・宇田川勝・沢井実・橘川武郎（1995）『日本経営史〔新版〕—江戸時代から 21 世紀へ』有斐閣
- 三和良一・原朗編（2010）『近現代日本経済史要覧—補訂版』東京大学出版会
- 山口裕之（2010）「技術変化への適応に関する議論で看過されてきた論点：技術変化のパターンとそのプロセス」『東洋大学経営学部経営論集』75 号、2010 年 3 月、181-192 頁
- 山口裕之（2012）「技術間競争の社会的形成」『東洋大学経営学部経営論集』79 号、2012 年 3 月、177-191 頁
- 和久井孝太郎（1980）「カラービデオカメラの技術動向と将来」『カラービデオカメラ トリケップス技術資料集』第 29 号、1980 年 1 月、1-19 頁
- 和久井孝太郎（1982）「撮像技術の動向」『テレビジョン学会技術報告』第 6 巻 26 号、1982 年 10 月、41-46 頁
- 和田一夫（2009）『ものづくりの寓話』名古屋大学出版会

## 付属資料

### 【インタビュー記録1】ミリ波通信装置及び家電ビデオカメラ関連

1. 日時 2013年2月2日 11～12時、 場所 I氏自宅

2. インタビュー対象者

I氏：HK社元副社長、研究対象製品のミリ波、ビデオカメラの当時の事業責任者

同席 ・元映像事業部長、当時設計者 ・元放送事業部長当時開発者

3. インタビュアー 深谷正廣

4. 内容 I氏準備資料「私の歩みー小企業からの出発ー」あり

#### (1) ミリ波

会社の創業の時からマイクロ波の多重化が次世代技術、需要と目されていた。

1955年頃、在籍した会社でマイクロ波を手がけていた。そこを飛び出したのでそれと同じものを扱うわけにいなかった。そこで、高周波のミリ波を研究することにした。当時、海外、国内でも盛んに研究が始まっていた。米国ベル研究所、電電研究所、H社研究所などである。そこでの試作や測定器の注文をもらい事業を開始した。

1960年頃、国際科学連合の学会があり、ミリ波を取り上げるので、東大教授の勧めもあり、ロンドンで学会発表をした。この海外での発表が転機となり、事業としても研究者の意識としても全世界に目を向けることになった。海外での当社製品の評価は高く、それがその後の海外輸出に結びつくことになった。1965年輸出準備、1966年輸出開始。

当時国内営業はH社で、お客様である国内放送局技術陣は新しいものに積極的であった。業界では送信系、カメラ共に他社が押さえていて、先行していた。

HK社は後発だったので新たな提案が必要であった。そこで、マイクロ超多重の研究をしていたH社研究所の技術を活用することにした。進行波管で直接中継する方式で、従来回路を簡素化する画期的方式で、研究段階であったが実用製品として当社が受注してしまい、苦戦することになった。

当時、真空管方式クライストロンは4KWであったが、半導体進行波管方式1KWを掲げて、研究していたミリ波の技術で業界へ参入する計画を立てた。半導体はシリコンではなくガリウムヒ素を研究し、発信器ガンダイオードを製品化した。当時主流の真空管クライストロンと対抗するものであった。1968年に受注。全国固体化（半導体）のTV中継器として納入。研究所の新しい技術を取り入れて、製品化

して市場に出すというビジネスを作り上げた。

## (2) 放送カメラの独自開発について

TV 中継装置は映像をアンプするものであり、その技術を転用して、モノクロのテレシネカメラから手がけた。民放に納入した。

1960 年 H 社創業 50 周年の記念事業としてカラー受像機を出展することになった、HK 社はカラーカメラを作れということになった。失敗時のバックアップのため米国製のカメラを 1 台輸入して備えたが、HK 社は自社製カラーカメラ国産化を果たした。イメージオルシコン 3 本でカラーカメラというのが当時の技術であったが HK 社はビジコンを使った。

研究レベルの撮像管技術を使って、実用ダム監視の監視カメラとして納入したのもあった。当時の H 社はこのような事業は体質に合わず、H 社から HK 社に事業移管となった。移管の内容は、技術や人の移管は無く、営業権の移動のようなものであった。工業用カメラとしてビジコンを使用。HK 社の撮像管は真空管であるが周辺回路をトランジスタ化して製品化した。商社経由で海外にも輸出した。このカメラは小型化を武器とした。

## (3) 家電ビデオカメラについて

1970～71 年頃 H 社グループ連合で家電カメラのカラー化プロジェクトが発足し、グループ各社の工業用カメラ技術、真空管単管でのカラー化、撮像管の研究、カラーカメラの技術を結集することになった。H 社グループとしてカラーカメラを米国で発表した。他社と比較して、ビジコン方式は撮像管の中で光からの映像が処理されるため、周辺回路が簡素化される技術強みがあった。しかし、そのビジコンの生産歩留まりが低く、安定した供給に問題があった。その頃 H 社のヒット製品 TV（全トランジスタ）を開発主導した N 氏が HK 社に社長就任した。N 氏をはじめとする経営陣は、このビジコン技術に着目して、コア技術として経営資源を集中してホームビデオ市場に参入をめざし、ピーク月当たり 2 万 5 千台の生産を果たした。

## (4) 技術転換・事業転換について

東京オリンピックを契機に家電カメラのブームとなり、コア技術で事業を拡大したが、撮像管→CCD、VTR+カメラ一体化が技術転換のきっかけになり事業撤退となった。

また、ビジコンは感度に劣り、周波数分離方式のサチコンに負けた。ビジネスとしては OEM ビジネスでは限界があった。海外や国内の多くの OEM 先から注文をもらったが、受注が先行するときは集中してきて作りすぎになり、市場が冷えてきて注文が減ってきた時はその情報が届くのが遅くなるという OEM ビジネスの限界を感じた。

## (5) 親会社の家電ビデオ関連製品集約については



当時、H 社で VTR を担当していた工場は、ビデオカメラの固体化（CCD）の開発を秘かに進めた。H 社の VTR は 2 番手からスタートしたが生産力でシェアを拡大した。

HK 社では、OEM ビジネスが急激に悪化、業績が赤字となる中、トップの N 社長が急逝された。次のトップに H 社で計測部門長として電子顕微鏡などニッチトップの事業運営をされていた O 氏が社長に就任された。VTR 事業は膨大なビジネスであり、H 社本体で担当することになった。O 社長は HK 社の OEM ビジネスが縮小、赤字継続では回復できないと経営判断し、この事業からの撤退を決断した。

#### （6）ミリ波撤退時に継続の意思はなかったか

電電公社の研究責任者からは、ミリ波分波器の開発は撤退だが、光通信としての光コネクタの研究開発を分担継続してはどうかと打診あったが、就任された N 社長は量産、家電を指向していたため、社会インフラの息の長い開発投資を認める見通しもなく、断念することになった。

ミリ波測定器は、当時、すでに大学、研究所等に納入は行き渡っており、全世界の軍関係、宇宙、衛星関係で一部残っていたものの、大きな市場を望めるとは思えなかった。ビジネスとしての売上の規模、トップシェア確保、量的ボリュームゾーン維持などを勘案して撤退を選択した。一方、電電公社の技術陣は、光関係と無線関係に移行していった。光通信網、携帯電話（ドコモ）などであった。HK 社も通信、無線、放送に技術者は異動した。

#### （7）日本のエレクトロニクス産業について

新たな需要の創出が必要である。HK 社の事例でいえば過去にミニコンピューターが爆発的にヒットするものの、アプリケーションが追い付かず事業として行きづまり、結果、新設工場を H 社に引き取ってもらい、救済されたということがあった。しかしこのコンピューター技術、アナログコンピューター技術が、次のシュミレーター技術を創造し、さらに最近の放送局の番組サーバー技術のジャンルにつながっている。新しいジャンルを拓こうという経営方針が必要と思う。最近の会社は新事業開拓が少ない。

#### （8）ビデオカメラはセキュリティーに事業が転換と考えていいか

外部からみてそう解釈することはできる。HK 社は HK 社と D 社の合併の歴史がある。HK 社は工業用産業用の流れ、D 社は家電・民生用の流れというように思っている。家電ビデオはこの D 社の技術が活かされた。セキュリティー事業はこの合併両社の力が合わさって発展したものと思う。当初、営業は H 社の社会公共部門が担当で、この部門がたとえば、トンネルを受注すると照明、排気、監視に分けて、監視部分が HK 社に分担となる構図になっていた。この監視やセキュリティーの市場が拡大してきたものに応じるため、家電・民生で培った量産技術と工業・産業の応用力を合わせて、技術と、事業を転換してきたと思っている。

## 【インタビュー記録 2】業務用無線機事例関連

1. インタビュー日：2014 年 6 月 5 日 10～12 時 場所 HK 社東京事業所 K 氏室
2. 対象者：元 HK 社執行役常務 K 氏 通信事業部長（対象事例の当時開発責任者）
3. インタビュアー：深谷正廣 対象者から無線経緯資料、社史の提示あり
4. 内容

HK 社で無線機事業の発展当初から事業に携わり、成功事例として取り上げた製品の開発責任者で、無線通信事業の発展と共に、この事業部門の経営者になった K 氏に、過去を振り返って、考えをお聞きした。インタビューは次の項目を主体に実施した。

i) 無線事業の経緯 ii) 無線の技術転換と事業転換のポイント iii) 輸出無線機事業の開発・市場参入・撤退の意思決定 iv) 空港無線システムの開発と市場アプローチ v) SFD（一波同送無線機）の開発と市場投入 vi) 無線機の海外事業展開 vii) 無線機のシステム事業への転換 viii) 次世代技術者への伝承

### (1)HK 社の無線の事例案件経緯概要

SFD（一波送受同送無線機）：1980 年時代、アナログ・水晶方式の単チャンネルからシンセサイザー・多チャンネルへ移行の時代に我々も乗った。量産化から、差別化・オンリーワンの経営方針転換があり、SFD 方式（一波同送）を東北大と共同開発して、防災無線のマーケットに風穴をあけた。これが機会となって同業の二流メーカーから一流メーカーへのターニングポイントとなった。国の防災政策のなかで、各社からの技術の聞き出しがあり、SFD が取り上げられ電波の有効利用の好例として汲みあげられた。

輸出用無線：1980 年代の前に、1978 年ころ海外進出した。OEM 対応の量産であった。コアの技術として、一つはシンセサイザーとソフトウェア技術、もう一つはリードレス部品/チップ部品の採用であった。この貢献は大きく、自動装着の実装技術・自動無線調整などの生産技術の革新もあり、品質が安定した 1990 年初めに出荷した。すぐに 50 機種シリーズを開発し以降 10 年の生産が続いた。

システム製品：1990 年代後半、無線端末機だけでなく、システムでも海外展開戦略/韓国・東南アジア・中国・香港——特に香港新空港開港時に納入——海外展開への自信となった。これを U ターン展開で国内空港にも活用し、全国の主要空港を制覇した。

### (2) デジタル化

国内デジタル化は、1995 年～2000 年国内無線がアナログからデジタル化と方式転換した。このデジタル化を機会に新規開発してシェア拡大の以下の戦略をたてた。デジタル化戦略はつぎのようなものであった。

①研究所を設立し、研究者にデジタルの基礎開発・要素開発をさせる。他社は公衆系（携帯電話）の

開発にリソースを集中、自営系（業務用無線）分野の開発に手が回っていないので、チャンスととらえた。HK社は公衆系（携帯電話）は捨て、自営系に特化してデジタル業務用無線の開発に集中投資した。結果、2000年代、電力・ガス・列車・防災・タクシーなど業務用無線分野でトップシェアを獲得。

②会社の組織化は、製品開発は顧客分野別に20～30人の専任プロジェクト体制編成←トップ指示、さらに、設計支援体制を全社でとる。VEC・TFPの開発プロジェクトに全社関係部門参加（企画・営業・設計・研究所・製造・製造・生技・調達・QA・発送・サービス）、製造ラインはコンカレント（同時進行形）に製造ライン準備、QAは量産対応、品質水準監視、システム品の開発について（出荷後の2重化体制）等の全社体制をとった。海外システム（香港空港システム）の経験が生きた。幹部の指示で納入機以外に必ずバックアップ機を準備した。現地据え付けテスト時、ソフト不具合が発生すれば、国内で同時に検証対策し、迅速な回復が可能となった。海外メーカーはこのような体制をとらず、標準品の押しつけパターン。受注時の空港開設に対する進捗は最遅れであったが、開港時はトップ完成となり顧客から表彰を受けた。また、営業面では、国内顧客には各窓口担当体制にした顧客への密着度で納入シェアが決まってしまう。お客も仕様を一緒に考える共創の時代であった。

### （3）海外展開

海外展開では、香港空港の場合、英国コンサルから、フェーズゲートの厳しいドキュメント審査を初経験し鍛えられた。顧客←設計コンサルナー仕様ドキュメント→入札←応札→ドキュメント作りこの経験を活かし、国内空港デジタルシステムに活かした。アナログ空港システム、大都市消防システム→香港システム→デジタル規模大国内システムという流れである。

### （4）輸出無線事業について

国内事業頭打ちの為、米国等の輸出ビジネスを考えたが、初めは、当時のトップから反対を受けた。（K氏の振り返り感想：『トップ反対、ボトム提案は成功。トップ指示、ボトム実行は失敗。』と思う。）戦略実行項目は、製品企画に売価ダウン・量産対応レート計算（当時は一律レート見積もり時代）減価償却など盛り込んだ企画書で幹部を説得。経理主導に対し開発主導で提案した。新規計画は定期開発時審査と随時審査がある、重要なものは特別審査と考える。全社支援体制編成、生産体制・量産体制、当時先行して家電ビデオカメラの量産が最盛期でこの量産の生産技術の応用展開を図った。ものづくりのトップ技術を使うと自信をもって市場に送り出せた。自営系無線の市場では目に見えて評価が高くなった。

### （5）デジタル機開発後の状況

M社、N社、T社は事業から撤退した、自営系のあらゆる市場に製品品揃えがあるのは当社だけとなり、トップシェアとなった、業界の地位は向上し、総務省の審議会の次世代課題審議討議メンバーとな

るポジションとなった。成功のポイントは、研究所—基礎・方式、設計—アプリケーションの組織分担組織構成にした。（研究所：デジタル方式（FDMA・TDMA）長期の研究・開発担当、設計：DSP 設計・FPGA 設計・マイコン設計など短期開発担当）

#### （6）新事業展開について

開発を手がけた量産機種で印象に残るのは次の通り。製品では、輸出無線機—米国M社向け OEM を 1 年で 50 機種開発、コスト 1/2 化、米国向け自動車電話無線機を 6 万台出荷、警備会社向け微弱電波無線機 1 万台/年（セキュリティ用端末微弱電波の為許認可不要、顧客の屋内工事画期的革新）現在も続く。次に、システム品では次の通りである。技術者としては無線機ハード出身だが、海外システムの香港空港・鉄道システムを初めて手掛け、ソフトのマネジメントを経験し、その後の自信になった。

#### （7）デジタル化——事業経営者として

電波行政が大きくデジタル化へ舵を切る時、デジタル化の開発投資の指揮をとった。公衆系（携帯電話）へ他社が開発リソースを重点化するとき、当社は公衆系は捨てて、自営系（業務用無線機）に重点化した。設計・開発の実務はこの時担当せず、方針の舵取りをした。

#### （8）海外展開についてと撤退の意思決定は

業務用無線機の業界は米国 N 社がガリバー（帝国）で、端末・システムでも常に立ちはだかった。輸出無線機は OEM ビジネスであったが、当時のコスト 1/2、短期間開発で商品ラインナップを揃え、米国シェア 10%でランク 5 位までになった。当社製品が、当時の TV 映画のポリスの使用場面に登場した。円高もあったが、OEM 先の販社の M&A などがあり、弱体化し販売台数が減少した。OEM 先の M&A の検討もあったが、撤退を決断した。N 社とは国内外のシステム受注でいつも戦ったが、この当時の案件では勝利した。デジタル以降の案件では、デジタル通信方式の選択もあり、海外メーカーに負けている。

#### （9）技術転換・事業転換について見解

技術転換と事業転換のターニングポイントは下記を経験した。

①シンセサイザー化と輸出無線事業参入。水晶の単一周波数から、マイコン・ソフトを使用した多数周波数無線機への移行が世界市場の流れであり、海外メーカーも国内に参入してきていた。多 ch 化の技術転換を、このタイミングでとらえ、技術的転換、事業の海外展開を企画した。当時の経営層は、海外進出はリスクありと、躊躇していたが、事業拡大のため、計画を推し進めた。

②デジタル化と国内システム市場参入。周波数需要が逼迫してきており、総務省も電波の有効利用と通信の多用途を意図していた、このデジタル化の流れは避けられないものとなり、デジタル化の要素開発・基礎開発に経営資源を投入し、国内許認可制度の変更の中で、この波にのることができ、業務用の

システム分野でトップシェアを獲得できた。技術内容の相違点は次のようなものである。

- ・アナログ方式：個別ディスクリット部品、シンセ方式：チップ部品。

- ・デジタル化—デバイス標準化され、部品・モジュールが揃ってきた。製品で差別化が難しくなってきた。

#### (10) 輸出無線機の開発・市場参入と撤退の意思決定について

当初の輸出相手先は、オーストラリアであった。次に、アメリカの M 社—OEM ビジネスであり、開発は 30 人規模×2 年間/プロジェクトであった。撤退決断は、i) 販売会社規模が縮小、受注台数減 ii) 北米の通信規格がアナログからデジタルに変更する。この開発投資を OEM 先は、負担せず、開発投資の膨大さの為、自社負担大きく、開発投資回収できずと断念した。iii) 海外システム製品の納入対応で経営資源は疲弊状態で、あらたな海外デジタル化開発の余力がなかった

#### (11) 空港への営業・マーケティング活動

国内空港—H 社が受注—HK 社開発・生産・納入担当。既設は A 社、入札で競争、大都市消防無線システム納入の実績で売り込む。小型化は差別化セールスポイント、A 社対抗できず。次にデジタル化後の空港無線システムの更新があった。香港空港のアプリケーション活用、応答速度の仕様への合致が評価された。HK 社では、1990 年半ば、上海・北京・深圳・韓国の空港システムの引き合いあり、競合は海外メーカーであった。システムに強い専任営業（H 氏）を担当にして調査、香港に絞り営業活動、アジアのシステムに欧米だけでは、という判断もあり、もちろんコストにも競争は勝って受注した。当時のトップは海外進出のチャレンジを後押ししてくれた。実質的には、思わぬ赤字となったが、海外チャレンジは勉強必要とのトップの方針は心強かった。

#### (12) S F D（一波送受同送無線機）への開発と市場展開

社外研究機関が基本開発・試作をしており、企業との提携を探していた。当時の事業部長が社外の研究機関と協力体制で話をまとめ、ベテラン無線設計者（S 氏）を責任者として、市場に出す為のアレンジ設計・製品化の目処が立った。総務省の周波数有効利用の方針に合致したので、試験運用として、一地方都市で、試用して、実用の成果が認められ、市町村防災用の標準仕様を業界で取りまとめた。地域防災システムとして 10 システム/年納入となった。防災全体としては 100 システム/年でこの地域防災システムは独占的となり、オンリーワン製品を実践した。一波同送は革新的技術として国の表彰を受けた。

#### (13) 最近の市場について、次世代技術者について

企業情報上から、省略する。

### 【インタビュー記録3】 計測器オシロスコープ事例関連

1 日時 2014年12月1日 14:00～15:30

場所 八王子 TAMA 協会本部（一般社団法人首都圏産業活性化協会）打合せ室

2 インタビュー対象者：A氏：HK社元開発本部長、研究対象のオシロスコープの開発責任者

現在：TAMA 協会 産学連携・研究開発部 大手企業連携マネジャー

3 インタビュアー 深谷正廣

4 提示資料 オシロスコープ事業推移の説明資料提示あり。質問概要は次の通り。i) オシロスコープ業界の技術転換・事業転換概要 ii) HK社のオシロスコープ事業の推移 iii) HK社のオシロスコープが業界席卷した理由 iv) HK社がオシロスコープ事業から撤退した理由 v) HK社のオシロスコープ事業と技術はその後どのように生かされているか

5 内容

(1) オシロスコープ事業推移の概要

昭和36年ころ、H社中央研究所の指導を受け、オシロスコープの製品化着手、HK社の担当はO氏だった。A氏が開発担当し始めたのは昭和41年頃（1966年）。事業の推移を資料に示す。

・1959年事業開始、1960～70年黎明期、1978～84年急成長期 1985～90年安定期、1991～94年退潮期 1995年撤退決定——資料参照

・製品ライフサイクル 創業期→成長期→安定期→衰退期 ——資料参照

・製品はポピュラースコープ→コンパクトオシロスコープ→ノート型デジタルオシロスコープ

(2) 急成長期について

H社からの新社長就任に伴い、オシロスコープの事業・収益の規模から事業の存続が問われた。国内市場より、世界市場が桁違いに大きいことから、海外輸出に事業拡大と収益拡大を目指す方針を選択した。コスト競争力のため、産業用機器のオシロスコープに家電コスト技術を注力することになった。この家電コスト競争力は大量生産の生産技術力だけでなく、使用する材料・部品価格が桁違いに廉価なものであった。新社長はH社でヒット家電製品の開発、市場拡大の経験者であったため、この技術の展開の指示があった。開発に当たり、当時の最安値メーカーのK社の製品を分解研究、これを上回る家電技術導入の設計方針をとった。市場の事前調査は企画のモックアップ（製品実寸模型）を携えて、米国、欧州の現地法人を訪問した。現地では、販売額拡大のため、家電ビデオカメラ事業の後継の製品として捉えてくれた。製品企画に販売先からの意見を出してくれて、これを新製品に取り込んだ。画期的コストパフォーマンスの商品名「ポピュラースコープ」を1978年に市場投入して、またたくまに世界市場を席卷した。1978年売上高6億/年が5年間で1983年48億/年に急拡大した。この間、社長の他の経営

陣から、開発・生産・販売の支援を受け、まさに全社一丸となった活動であった。

当初から海外市場を目指し、1983年時点で輸出比率 68%であった。オシロスコープ生産に当たり、協力会社のサポートもかなりあった。たとえば測定端子のプルーブ等であった。急成長時のマネジメント上の成功要因は3点あると考えている。

i) 家電製品技術の導入 ii) 開発担当：開発技術専任者＋開発管理者と技術と管理とマネジャーを分離して運営、それに会社の中で、大型プロジェクト経験の技術造詣深いベテランを参謀に配置 iii) 経営陣の全面バックアップ、特に元 H 社研究所所長/H 社ブラウン管生産工場長の支援

### (3) 安定期/衰退期について

劇的に伸長したのはアナログオシロスコープであった。市場ではデジタル化が始まり、品揃えではデジタルオシロスコープを開発して市場に送り出した。市場が変化する中で、現行機の延長線上の機種拡大、デジタル機種の投入やオシロスコープ計測分野技術拡大のスペアナ機種への品揃えなど売上維持の活動をした。一方、市場では 1985 年 9 月のプラザ合意時 250 円/ドルが 1995 年には 79 円/ドルと急激な円高が進んだ結果、いわば、売価が 2 倍となり、コスト競争力が失われた、また市場は、デジタル化の製品に移行していった。

### (4) 事業衰退期に再構築失敗した理由

市場がデジタルに変化していたのと、急速な円高でコスト競争力が失われるという変化についていなかったのが事業再構築出来なかった要因と考えている。オシロスコープ事業が漸減している当事者の時代は、その時の製品の維持活動に追われるのが実情である。たとえば、現行製品の品揃え拡大、販売量が減少しても供給責任で納入を要請される、市場でのクレームへの対応などである。デジタル化・コスト競争力への経営資源の投入は、必要性はわかっている、現行製品への経営資源との兼務状況バランスで実行が要求され、売上漸減の中、開発設計者も減少しており、困難であった。オシロスコープの世界のトップメーカーは T 社であるが、アナログオシロスコープで HK 社が世界を席巻している間、アナログオシロスコープは製品廃止して、鳴りを潜めていた様にみえたが、それは、市場の変化を見てデジタル技術を 5 年かけて開発していたことが、5 年後のデジタル新製品の攻勢で判明した。この間、デジタル化の技術格差を大きく広げられた。たとえば信号の処理速度が、HK 社 300Mhz の時 T 社 2G h z であった。

デジタル化で、コスト競争力を持つには、LSI の開発が必要であったが、当時での LSI 開発費は 2 億円以上が必要で、H 社のデバイス開発部門と研究検討したが、開発を断念した。急速な円高で、長期の事業赤字の回復が見込めないということで、新社長の就任機会に、オシロスコープ事業撤退の決断が下された。

#### (5) 事業撤退後の技術者の活用

オシロスコープの開発技術者は映像システム部門に移籍したものが多かった。映像システム部門は、製品の組み合わせでシステムを構成することが多い。その中で、組み合わせる製品の中身や特性を理解して、システムを構成できる技術者は貴重であった。これらの技術者はシステム部門の製品群のそれぞれの長となり活躍している。インタビュアーはここで、オシロスコープの技術転換が映像システムに展開されたのではないかと質問したが、技術者は活用されたが、事業部門としての転換とは捉えにくいとの回答であった。

#### (6) 同業他社の動向

オシロスコープを同じように生産していた同業会社も、アナログオシロスコープ事業から縮小か撤退している。世界での大手企業は海外企業で、いずれもデジタル主体となっている。

#### (7) 技術転換について

アナログオシロスコープからデジタルオシロスコープへの技術転換は開発投資費用とトップ人材を別枠で投入しなければならない。この経営マネジメントは、当事者であり、まさにその渦中では困難である。デジタル化は表示画面がブラウン管から LCD だったが、ブラウン管の調達ネックや、LCD 調達ネックが、事業撤退の主な原因とは言えない。製品創造技術、製品周辺技術、共通基盤技術の技術構成は理解できる。共通基盤技術・製品創造技術の継承は存在すると思う。

インタビュー対象者の提示資料は省略する。