

GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS ADMINISTRATION

KOBE UNIVERSITY

ROKKO KOBE JAPAN

Current Management Issues

**民生用 AV 機器におけるモジュラー型製品の
製品開発マネジメント**

**谷 武幸 研究室
氏名 桑本 誠**

【目次】

序章 研究の背景と目的	1
第1章 研究の課題	
1.1 民生用 AV 機器におけるモジュール化の進展	2
1.2 民生用 AV 機器のスタンダードと製品開発	2
1.3 論文の構成	4
第2章 先行研究	
2.1 製品アーキテクチャとモジュール化	5
2.2 スタンダードに基づく製品開発	6
2.3 リサーチクエスト	8
第3章 研究の進め方	
3.1 VHS 方式ビデオの製品開発	10
3.2 事例分析による検証	11
第4章 VHS 方式ビデオの製品アーキテクチャの変化と製品開発	
4.1 市場の状況	12
4.2 スタンダードとその特徴	
4.2.1 VHS の特徴	15
4.2.2 競合するスタンダード	19
4.3 製品開発と製品アーキテクチャの進化	22
4.4 VHS 方式ビデオの製品開発	29
第5章 VHS 方式ビデオの製品開発マネジメント	
5.1 製品開発の特徴	32
5.2 ビデオにおける効果的な製品開発	35
第6章 デジタル AV 機器の製品開発マネジメント	
6.1 スタンダードをめぐる競争環境の変化	39
6.2 デジタル AV 機器の効果的な製品開発マネジメント	40
第7章 まとめ	43
参考文献	44

序章 研究の背景と目的

デジタル化とネットワーク化の進展によって民生用デジタルAV(Audio Video)機器の市場は急速に拡大している。しかし、デジタル化に伴って業界を超えた多くの企業の参入が可能となったため市場での競争が激化し、製品の低価格化が進んでいる。そのためかつての民生用AV機器の主要メーカーであった日本の大手家電メーカーの収益率は低下しており、特に90年代以降、日系メーカーの家電部門の利益率が著しく低迷している¹。中でも民生用AV機器の価格下落の要因はアジア諸国など、低コスト地域のメーカーの参入が要因とされているが、各社の製品の技術レベルが拮抗してきたために製品の差別化が困難になってきた事による、市場での同質的競争にも要因がある。特に、デジタル化による製品アーキテクチャのモジュール化の進展と、スタンダード化による技術の共有化の進展が製品の同質化を促進するのである。

製品の差別化が困難になり、収益を圧迫されつつある日本の民生用AV機器メーカーは、収益の源泉を製品だけではなく、いわゆるスマイルカーブで現されるデバイスやサービスといった分野に求めようとしている。実際、日本企業の収益分析によると、90年代以降特にスマイルカーブの存在が顕在化したことが報告されている²。特にキーデバイスについては、デジタル化の進む民生用AV機器業界で収益を確保するために、自社の強みとなっている技術をブラックボックス化し、それを盛り込んだモジュールをキーデバイスとして販売するという戦略がとられている。

しかし、いかに技術をブラックボックス化したとしても、キーデバイスで競争力を得ようとすれば本質的に製品アーキテクチャのモジュラー型への移行を促進し加速する。更に、日本企業の場合しばしばキーデバイスの供給メーカーが民生用AV機器そのもののメーカーでもあるという複雑さもある。また、現在のブラックボックス技術も時間の経過と共に陳腐化し、代替可能なモジュールが他社からも供給されるようになると製品のモジュール化と同質化は更に加速される。これは、キーデバイス戦略を多用することの困難さでもある。

この様に製品アーキテクチャがモジュラー型へ移行するという特性を持った製品分野において、製造業としての企業価値を創造し続けるためには、いかにして価値創造と価値獲得を行うかが課題であり、これらの両方に大きく関係する製品開発においては、どの様にすれば競争優位を構築し維持し得るのが重要となる。

本論文の目的は、スタンダードが重要な役割を持つ民生用AV機器において競争優位を構築し維持するための製品開発はどの様にすればよいのかを探る事にある。

¹ 菅・小林 (2002)

² 同上

第1章 研究の課題

1.1 民生用 AV 機器におけるモジュール化の進展

民生用AV機器の製品アーキテクチャのモジュール化はデジタル化がきっかけとなって始まったわけではなく、アナログ時代にも存在した。新しい機能を果たす製品が、その製品に対する知識が蓄積されるにつれて、製品開発の効率化や製造の効率化のために、しだいにモジュラー型へ移行すると考えられるが、この様なモジュラー型への移行はデジタル技術であってもアナログ技術であっても発生する。例えば、代表的な例としてビデオをあげれば、機構部品のモジュールとしては心臓部ともいえる回転ヘッドシリンダー³やテープ送りを制御するキャプスタンモータ等、また電気系のモジュールとしてはビデオ信号処理モジュール、電源モジュール、チューナモジュール、コントロールパネルモジュール、更にそれらを構成する各種の半導体等がある。

しかし、これらのモジュールは製品初期の段階からモジュールとして存在しているわけではない。特に、新しい機能の製品の初期段階ではモジュール間の境界はあいまいである。しかしその後、製品開発を進める際にモジュールを定義し、モジュール間の調整を行いながら製品アーキテクチャを最適化していく作業が行われるものと考えられる。その際に、製品の世代が進む事による知識の蓄積や、市場規模や市場での競争等の環境の変化によって、モジュール化の度合いも変化していくものであろう。従って、モジュール化への経路は一様ではない可能性がある。モジュール化する際の機能と構造の決定に際して、そのモジュールに影響を与えらると思われる技術的あるいは経済的要因が複雑に影響する事が想定されるためである。

製品アーキテクチャは一度モジュールの構成が決まっても安定的に同一のモジュール構造で推移するわけではなく、大局的にはインテグラル型からモジュラー型へと移行しながらも、どちらの方向へも変化すると考えられるが、この様な製品アーキテクチャをもった製品の製品開発を効果的に行うためには、モジュールがどのように決定され、モジュール化がどのように進展するのかと言う事に関する知見が必要である。

1.2 民生用 AV 機器のスタンダードと製品開発

VHSやIBMのPC/AT⁴、マイクロソフト社のWindows⁵などのように、スタンダードが企業間の競争に大きな影響を与えた例がいくつも存在する。デジタル化とネットワーク化が

³ ヘリカルスキャン方式のビデオには必須のデバイスで、回転ヘッドシリンダーには2個以上の磁気ヘッドが一定の角度で固定されている。磁気ヘッドが2個の場合は180度である。回転ヘッドシリンダーにテープを斜めに巻きつけることによって、搭載された磁気ヘッドによって記録再生を行う。

⁴ IBMの発売したPCの商品名。PCのデファクトスタンダードで、事実上の国際標準のパソコン仕様である。IBMがAT規格の仕様をオープンにしたことで各メーカーが互換機を製造するようになった結果、世界で最も普及しているパソコンとなった。

⁵ マイクロソフト社が開発・販売している、主にPC/AT互換機用のGUI(Graphical User Interface)のOS(Operation System)。

進む民生用AV機器において、デジタルデータの共有や機器間の相互接続性確保のためには、スタンダードの重要性はますます増大する傾向にある。

しかし、スタンダード化しそれをオープンにする事はその時点で製品の性能や機能を固定する効果を持つ事と、オープンなスタンダード化によって製品開発に必要な情報がオープンにされるために、必然的に参加企業間での技術格差を縮小することにつながる。それでも過去の VHS の様に業界での数少ない企業が長期間にわたって主要な技術を独占できた時代には、それらの企業が市場でのシェアを獲得し知財収入も含めて大きな利益を得ることも可能であった。しかし現在では、新たなスタンダードを構築する際に必要となる技術や知財が多くの企業間に分散する傾向にある。従ってスタンダード化には互いの技術や知財を相互に利用できるしくみを構築する必要があるが、そのためには、多くの企業が参加しなければならないことから技術の共有化が進み、その結果として市場での製品の同質的競争はいっそう激しくなっている。つまり現在においては、スタンダード化によって利益を独占できる状況は実現しにくく、利益の獲得という観点からはスタンダードを公開する事はデメリットになる可能性もある。

オープンなスタンダードの製品で利益を上げるためには、ドミナントデザインができあがった製品において自社の強みのある技術をモジュール化し、そのモジュールによって利益を確保するという戦略が考えられる⁶。特に最近の民生用AV機器業界各社では、技術をブラックボックス化してモジュールに埋め込み、これを事業戦略の中心とした事業を行うことで利益を獲得しようという、いわゆるキーデバイス戦略がとられる場合が多くなってきた。スタンダードに沿った機器の製品化に必要なキーデバイスを他社に先駆けて押さえる事ができれば大きな収益を上げる事ができると考えられるからである。

しかし、現在のキーデバイスが将来もキーデバイスであり続ける事ができるかどうかはわからない。多くの企業の技術レベルが均衡していることから、キーデバイス自身が同質的競争に陥る可能性もあるし、代替技術が出現する可能性もある。そもそもキーデバイス戦略が有効となる土俵としてのスタンダードもそれ自体が進化する場合がある。例えば代表的なデファクトスタンダードである VHS においては、録画の長時間化や高音質化 (HiFi 化) や高画質化 (S-VHS) 等の様に、VHS のスタンダードそのものが数度にわたって進化した。スタンダードの進化に対応するためにはモジュールの単なる進化にとどまらず、それまでのドミナントデザインそのものも変化する可能性がある。そうなれば過去の製品アーキテクチャに適合したモジュールが新しいアーキテクチャの製品にも適合できるかどうかはわからない。従って、スタンダードの進化が製品アーキテクチャや製品開発にどのような影響を与えるのかを探り、これに対応するための指針を得ることは、効果的な製品開発を進める上で重要である。企業の製品開発においては、スタンダードに対応した製品開発を進めながら、スタンダードの進化による製品アーキテクチャの変化に対応できる製品開発の仕組みを構築しておく事が必要になると思われる。

⁶ 新宅他 (2000) pp.73-95.

1.3 論文の構成

本論文は序章を含めて8章で構成されている。第1章では民生用 AV 機器におけるモジュール化の進展とスタンダードが製品開発にあたる影響と課題を概観した。第2章では製品アーキテクチャとスタンダードに関する先行研究を概観し、リサーチクエストを導出する。第3章では研究対象の製品としてVHS方式ビデオを選定した事の意味と研究方法について説明する。第4章では、まず競争優位を構築した VHS 方式ビデオの市場の状況やスタンダードの特徴を整理する。次に、製品化初期からの製品アーキテクチャの進化をスタンダードの進化との対比で明らかにし、製品開発がどの様に行われたのかを分析する。第5章では、VHS 方式ビデオが競争優位を構築し、長期間に渡ってそれを維持したのは、どの様な製品開発マネジメントが行われたからなのかに焦点をあてて整理する。更に第6章では現代の民生用 AV 機器において、特にスタンダードとモジュール化における環境の変化を挙げ、現代の民生用 AV 機器に必要な製品開発マネジメントの指針を抽出し、第7章でまとめを行う。

第2章 先行研究

2.1 製品アーキテクチャとモジュール化

製品アーキテクチャは「どの様にして製品を構成部品に分割し、それによって必要となる部品間のインターフェースをいかに設計・調整するか」に関する基本的な設計構想のことであると定義されている⁷。更に、製品アーキテクチャとは「構造」と「機能」の両面から製品の構成要素間の関係を明らかにする概念であると定義されている。

製品アーキテクチャには製品の「構造」(あるいは部品)と「機能」との関係という観点から「モジュラー型」と「インテグラル型」の区別ができ、「モジュラー型」の製品アーキテクチャとは、製品の「機能」と「構造」が1対1に近く、すっきりした形になっているものを指し、その一方で、「インテグラル型」とは機能群と部品群の関係が錯綜している製品設計思想とされている⁸。しかし、藤本(2002)によると、この様な分類を行ったとしても、実際の製品のアーキテクチャは「モジュラー型」と「インテグラル型」とに明確に区別する基準は無く、「純粋なモジュラー型」と「純粋なインテグラル型」を両極端とするスペクトルのいずれかのポイントに位置づけられることが指摘されている。

更に、製品アーキテクチャは、ある製品においてある時点で一度決定されたとしても恒久的なものではない。例えば新機能をもった製品が製品化当初はインテグラル型に近かったものが、しだいにモジュラー型へと移行していく事例が報告されている⁹。柴田他(2002)によると、ある製品を最初にモジュラー型に分断しても、製品開発当初はその製品についての知識が蓄積されていないため、モジュラー型への分断は十分な効果を生むとは限らない。従って、それ以降蓄積された知識も活用して、改めてモジュールの分断の方法が検討される。このサイクルをまわすことによって、しだいに製品設計者が学習し知識が蓄積され、それによって製品アーキテクチャが進化するというメカニズムの存在が指摘されている。これは、将来のモジュラー型構造をあらかじめ現時点で決めてしまうことには大きなリスクとコストが伴うという指摘と整合している。要するに、製品アーキテクチャとは静的で固定されたものではなく、ダイナミックに変化するもの¹⁰なのである。では、どのようなきっかけで製品アーキテクチャの変化が起こるのであろうか。

柴田他(2002)は、製品アーキテクチャそのものが本来学習によって蓄積された知識を基にしたものであることから、知識の蓄積に従って進化するものであるとしている。製品アーキテクチャが革新的技術の導入によって進化する例として、ファナックのNC加工機の事例による研究が報告されている。ファナックの例は従来技術であるハードワイヤードで構成されていたNC加工機がマイコンと言う革新的技術を導入する際の製品アーキテクチャの進化を検証したものである。

そのほかにも、革新的な要素技術を製品に応用する際に、製品アーキテクチャの変化に対応した製品開発が必要になったケースとして富士通のHDD(Hard Disk Drive)の

⁷ 藤本 (2002)

⁸ 藤本 (2001) pp.3-26.

⁹ 柴田他 (2002)

¹⁰ 楠木・チェブスロウ (2001)

事例が報告されている¹¹。このHDD開発の事例で明らかになったのは、モジュラー型の製品の製品開発に対応した組織にとって、製品アーキテクチャがモジュラー型からインテグラル型へのダイナミックな変化を要求される場合は、モジュラー型製品の製品開発に適応した組織には対応が困難であるという事であった。この現象は「モジュラリティの罠」と呼ばれ、モジュラー型の製品に適合した組織を構築している企業がインテグラル型の製品アーキテクチャへのシフトに直面した時に、イノベーションから利益を生み出す機会をみすみす逃がしてしまう現象と定義されている。

民生用AV機器においても製品アーキテクチャは製品化当初のインテグラル型からモジュラー型に、しだいに移行していくと思われるが、実際のモジュラー型への移行はどの様に進むのであろうか。モジュラー型への移行が進みつつも、何かのきっかけでインテグラル型の製品開発能力が必要となることは無いのであろうか。その場合の製品開発はどの様にマネジメントされたのであろうか。

そもそも製品アーキテクチャの変化のメカニズムが影響を受けるのは、企業の製品に関する知識の蓄積だけではなく、その製品の置かれた外的あるいは内的要因によっても左右されると考えるほうが自然であろう。製品の置かれた環境や製品開発を行う企業特殊な要因など多くのパラメータが影響すると考えられる。そのなかでも、スタンダードは製品アーキテクチャに大きく影響を及ぼすパラメータの一つであると考えられる。

製品アーキテクチャが静的なものではなくダイナミックに変化するものであるとした場合、その変化がどのような局面で起こったのかを分析した事例は多くない。産業や製品が違くと効果的な製品開発が異なる¹²ことが知られているが、民生用AV機器分野での、製品アーキテクチャの変化に対応する効果的な製品開発のあり方を探るには、この分野でのケースを積み上げる事によって製品アーキテクチャの変化のメカニズムを明らかにする事が重要であると考ええる。

2.2 スタンダードに基づく製品開発

スタンダードには大きく分けて、デファクトスタンダードとデジュリスタンダードがある。最近ではその中でもデファクトスタンダードの存在がクローズアップされてきた。デファクトスタンダードの公に認められた定義は存在しないが、ここでは「標準化機関の承認の有無にかかわらず、市場競争の結果、事実上市場の大勢を占めるようになった規格」という定義¹³に従う。いわゆる業界標準である。デファクトスタンダードの代表的な例としては、VHS、CD(Compact Disc)、DVD(Digital Versatile Disc)やHDDのフォームファクター¹⁴などが挙げられる。

¹¹ 同上

¹² 藤本・安本 (2000)

¹³ 山田 (2004) pp.14-16.

¹⁴ フォームファクターとは外形形状のことで、HDDでは 5.25 インチや 3.5 インチのフォームファクターのスタンダードがある。

新宅他¹⁵は、デファクトスタンダードがクローズアップされた背景として、デジタル化やネットワーク化によって、スタンダードが競争の焦点となる産業が増加したためとしており、システム製品やネットワーク製品の増加、市場のグローバル化、産業材への広がり、標準の世代交代、等によって今後更に重要性が増す傾向にあることを指摘している。また、デファクトスタンダードをめぐる競争が激しくなってきた理由として山田¹⁶は以下の要因を挙げている。

技術開発のスピードが速くなったため公的標準化(デジュリ・スタンダード)を待たずに事業機会を逃してしまう。

企業間の技術レベルが拮抗し、一社で標準を取る事が難しくなり、合従連合が必須になった。

デファクトスタンダードを取る事が大きな利益に結びつくことを多くの企業が学習した。

デジタル化・ネットワーク化を契機に製品・業界を超えた競争が増加した。

一方で、スタンダードを決定する事は、そのスタンダードをインターフェースとするオープンなモジュールを決定する事と同様の作業であると言う事ができる。例えば、ビデオにおけるVHSというスタンダードを例にあげれば、VHSに使用するカセットテープの外形サイズやテープへの記録の方法、記録された情報のフォーマットなど、VHSのカセットテープを一つのモジュールと見た場合、カセットテープとビデオ本体との間のインターフェースを定義している事に他ならない。この様にスタンダード化はモジュール化の作業と言う事ができる。

スタンダードは公開されることによって各社との互換性を持ったモジュール(製品)の市場参入を促し、モジュールの独自の技術革新を促し、更にネットワーク外部性を期待できると共に、それ以上の新たな価値を創造する機会も増加する¹⁷。

しかし、スタンダードも世代交代を行う場合がある。例えばVHSを基にして誕生した例としてVHS-C¹⁸やD-VHS¹⁹などがある。しかし、そこまでの大きな変化ではなく同じVHSのスタンダードであっても、最初のVHSがスタンダード化された後に新しい機能を追加するためにVHSのスタンダードが進化している。例えばVHSの標準モードから3倍モード²⁰、高音質化を実現したHiFiモード²¹や高画質モード²²への進化である。これらを見ると、一度決まったスタンダードも恒久的なものではなく、何らかのきっかけで変化するものと見

¹⁵ 新宅他 (2000)

¹⁶ 山田 (1999) pp.20-21.

¹⁷ 国領 (1999)

¹⁸ VHSを基に、ムービー用にカセットのサイズを小さくしたスタンダード。

¹⁹ VHSと同じサイズのカセットにデジタル放送を記録するためのスタンダード。

²⁰ 3倍モードはスタンダードではLPモードと呼ばれている。ちなみに標準録画モードはSPモードと呼ばれている。

²¹ スタンダードではVHS-HiFiとされている。

²² スタンダードではS-VHSとされている。

る事ができる。

この様に、進化するスタンダードに対応する製品開発はどの様に有るべきであろうか。スタンダードの進化は製品の基本機能の進化を含むが、その製品のモジュール構成はスタンダードの進化にどの様に対応したのであるか。また、スタンダードの進化に対して製品開発はどう対応したのであるか。

更に、スタンダードを変更させる事には市場の反応や技術の完成度などのリスクが伴う。業界レベルで公開されたスタンダードの場合は一企業でスタンダードを変更する事は困難であるため、各社の合意が得られるかどうかというリスクもある。これらのリスクを予見した上での製品開発はどの様に進められたのであろうか。

民生用 AV 機器のデジタル化とネットワーク化が進むにつれてスタンダードへの対応は益々重要になるが、スタンダードの成立によって獲得した競争優位を維持発展させていくためには、スタンダードの進化に対応していくことは重要な課題である。スタンダードが成立した製品において、その後のスタンダードの進化に対してどのような製品開発が必要になるのかを探り、民生用 AV 機器の製品開発における競争優位がどの様に構築されるのかを探る事は重要な課題である。

2.3 リサーチクエスチョン

ネットワーク化への対応により、機器間接続やデータの互換性の保障のため、スタンダードの重要性が増す民生用 AV 機器において、デジタル化によって製品アーキテクチャのモジュール化は今まで以上に早く進む事が想定される。これはデジタル化することでモジュール間のインターフェースを定義し易くなる事や、それによって業界間の垣根が低くなり、例えば PC 業界等からの参入が増加する傾向にあるためである。

ボールドウィンとクラーク(2004)は IBM のコンピュータの事例を分析することによってモジュール化の効果を明らかにした。しかしその後、コンピュータのアーキテクチャの主導権における IBM の地位は低迷し、インテルやマイクロソフトなどが優勢となっている。ひとたび製品アーキテクチャで主導をとってもモジュールの進化や用途の変化に対応するのは困難であると言うことを示している。IBM の例が示す様に、製品開発を進める上では、製品アーキテクチャが決まった後のモジュール化への対応だけではなく、製品アーキテクチャそのものの変化とそれに対応する事が、競争優位を維持するために重要と考える。スタンダードに対応した製品においては、このような製品開発がスタンダードの進化にもつながる。

つまり今後の民生用 AV 機器の製品開発においては、製品アーキテクチャの進化とスタンダードの進化という2つの視点を考慮した製品開発のあり方を明らかにする事が重要なのである。本論分はこれに関する指針を得る事を目的としている。

本研究はスタンダードの中でも業界レベルで公開されたスタンダードが進化していく過程を扱い、製品アーキテクチャもスタンダードも一定ではなくダイナミックに変化するものであるという立場にたっている。このような製品分野において効果的な製品開発を行うためには、製品開発が製品アーキテクチャの進化とスタンダードの進化にどう対応したの

かという観点から検討する事が必要である。特に、モジュール化の進む現行製品の製品開発と、新たな技術を盛り込んでスタンダードを進化させるための製品開発とは異なる製品開発能力が必要に成るであろう。これらを同時に、あるいはタイミングよく織り交ぜながら競争力のある製品を継続的に製品化していくためには、相当の製品開発マネジメントが必要であると思われる。

スタンダードに基づく民生用 AV 機器に必要な製品開発マネジメントのあり方を探るためには事例を蓄積し、現行製品の製品アーキテクチャがモジュラー型へと移行していく様子を時系列的に分析し、その製品のモジュール化がどの様に進行したのか、また新たな技術の投入やスタンダードの進化によって製品アーキテクチャがどの様に変化し、それに対応する製品開発には何が必要だったのかを検証することが必要である。

製品開発の事例を検証するにあたってのリサーチクエスションは大きく3つである。まず第1に、対象となる製品の製品アーキテクチャはどの様に進行したのかということである。第2に、新技術の導入によって製品アーキテクチャの変化はあったのか、またどのような新技術がスタンダードを変化させたのか。第3に、これらの製品開発はどの様に進められたのかということである。

更に、これらを検証することによって、スタンダードの位置付けが極めて重要な民生用 AV 機器において、デジタル化とモジュール化の進展する中で、競争優位を構築し維持するための製品開発はどうあるべきかの指針を得る。

第3章 研究の進め方

3.1 VHS 方式ビデオの製品開発

本研究ではVHS方式のビデオを対象として製品アーキテクチャの変化とそれに対応した製品開発のあり方を検証する。ビデオはテープレコーダーと同じく磁気記録再生装置に分類する事ができ、1970年代後半以降に日本が強い競争力を持ちえた代表的な民生用AV機器である。現在、録画機としてはDVDレコーダーに主役の座を譲っているが、VHSはその発足当初からタイムシフト²³やレンタルビデオなどの新たな用途を開拓してきた。その市場の変化に伴って、あるいは市場をリードする形でスタンダードの進化を達成し、その中で日本企業が競争優位を長期間維持した製品である。また、家庭用ビデオのドミナントデザインが存在しなかった時期から既に家庭用として新しい市場を開拓し、それを拡大してきた経緯があり、新たな市場の創造と言う観点から、市場の発生から衰退に至るまでの製品開発を俯瞰してみる事の出来る数少ない製品である。

製品アーキテクチャと製品開発という観点では、自動車の例などが研究されているが、業界や製品が異なれば効果的な製品開発も異なると言われている²⁴。これは製品開発を行う上での環境が製品分野ごとに異なるためであるが、では、自動車と較べてビデオにはどのような差異があるのだろうか。

まず第1に、ビデオは製品のコストダウンと品質や性能の向上など、製品の競争力という観点でIC化の果たす役割が自動車よりも大きな意味を持ったことが挙げられる。ICの設計ルールはムーアの法則²⁵に則って年々微細化し、IC化のためのプロセス技術も年々高度化している。それによってICの集積度が急激に拡大し、搭載される機能も急速に多機能化してきた。ビデオを始めとする民生用AV機器はこの様な進化の早い技術によって主要な部分が構成されている。IC化によって部品点数の削減や品質の安定化を図りながら、キーデバイスとしてのICそのものも急速に低価格化した。更に「システム・オン・チップ」に代表される様に、IC内部へマイコンやメモリーを搭載し、それらを機能させるソフトウェアを含めて多くの機能をICに統合するための技術の進化によって、ビデオの機能はICに集約化される状況になっていったのである。ビデオの製品化当初は部分的にしか使用されていなかったICも、特に80年代後半から90年代にかけてのビデオでは製品機能をどこまでICに取り込むかによって製品そのものの競争力が生まれるという状況になっていった。この様に、IC化技術の進化に合わせて1～2年をサイクルとして、自動車よりも短期間での製品開発を行う必要があった事が自動車とは異なる点である。

次に、ビデオはスタンダードが大きな意味を持つ製品であるということが挙げられる。ビデオは家庭用ビデオとしてVHSとという2つの方式がデファクトスタンダード競争を演じた代表例である。スタンダードにはビデオが製品化されて以来幾度かの進化があったが、スタンダードを進化させるためには新しい技術の搭載が必要であった。特に家庭用ビデオと言う新しい市場が形成されるときには、製品の価値を高め競合するスタンダ

²³ 放送された番組を録画しておいて、好みの時間に再生してみる事の出来る機能の総称。

²⁴ 藤本・安本 (2000)

²⁵ ムーアの法則: Intel社の創設者の一人であるGordon Moore博士が1965年に経験則として提唱した「半導体の集積密度は18～24ヶ月で倍増する」という法則。

ードよりも魅力的なスタンダードにすることでファミリー企業を増やし、市場のシェアを拡大する事ができた。そのため各社とも激しい技術開発競争を繰り広げた。この様にスタンダードの進化のもたらす意味の大きさと早さが自動車とは異なる2点目である。

上記の様な要素が自動車とは異なる競争環境を作り出している事から民生用AV機器においてはこれに適した製品開発の進め方が存在すると考えられる。

ビデオは日本が国際的に強い競争力を持っていたことから、調査に必要な資料や情報が日本国内に存在しているため情報を集め易い製品である。また、ビデオのスタンダードは数度にわたって進化しており、この間の製品アーキテクチャの変化や製品開発の実体を検証する事によってスタンダードに基づく製品の製品開発を検証し易いことがVHS方式のビデオを事例として調査を進めることとした理由である。

3.2 事例分析による検証

ビデオの製品アーキテクチャの進化やスタンダードの進化に対応して製品開発がどのように行われたのかという事を検証するためには、製品に関してその変化が何故、どのようにして発生したのかを時間を追って検証していく必要がある。従って、本研究は事例分析という方法を選択する。

VHS方式ビデオにおいて、スタンダードの影響とジュール化の進展を時系列的に分析するが、その際にモジュールとしては製品を構成するICに注目して検討を進める。

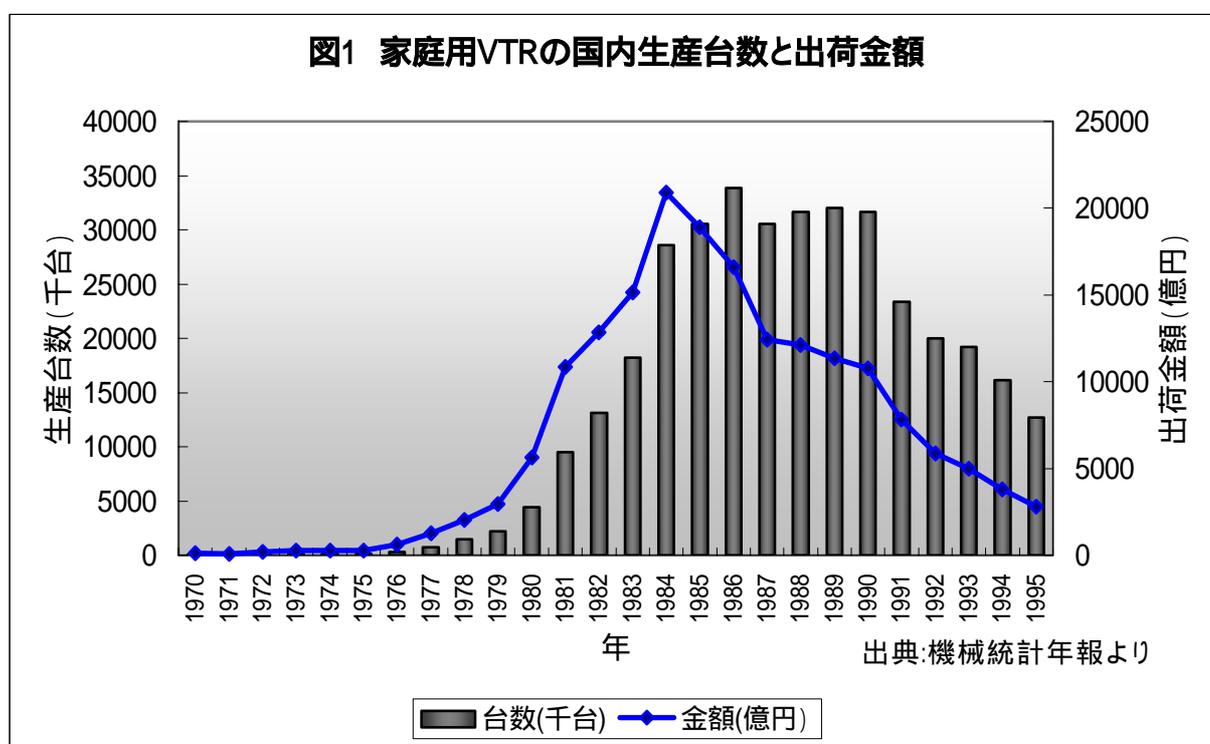
前述したようにビデオにおいてICの位置づけは重要であった。製品開発においては、製品の機能をICに集約させる事によって部品点数の低減や、製品構成の簡素化、品質の安定化、コストダウンなどに繋がるため、IC化の活動が継続的に行われた。IC化はモジュール化の作業であることから、ビデオにおけるICの機能と構成を追い、IC化の進み具合を検証することにより製品アーキテクチャの進化の検証が可能となる。従って、以下の事例では、ビデオの製品アーキテクチャの変化をIC化という側面を中心として調査を進める。

調査は公開された文献などの資料や製品および製品マニュアルなどの資料に加えて、当時の製品開発担当者へのインタビューによって実施した。インタビューは日本の大手家電メーカーA社のビデオの開発担当者と半導体開発担当者に依頼した。インタビューは質問表に従って半構造化して実施し、ビデオの開発担当者には約2時間のインタビューを計4回、半導体開発担当者には約2時間のインタビューを2回実施した。本論文の記述内容における責めは全て筆者の負うところである。

第4章 VHS方式ビデオの製品アーキテクチャの変化と製品開発

4.1 市場の状況

ビデオの市場規模は1975年の方式や1976年のVHS方式が業界で標準化され、本格的に家庭用ビデオが製品化された頃から急激に増加した。図1にビデオの日本での生産台数を示す。生産台数ベースで1986年以降減少しているが、ピークとなった1986年には約3400万台を生産した。一方、金額ベースでは1985年の約2兆1千億円をピークとして下降線をたどっている。1980年代後半以降の生産台数と出荷金額の減少は、プラザ合意以降に日本企業のビデオの生産拠点が海外にシフトした事が大きな要因である。

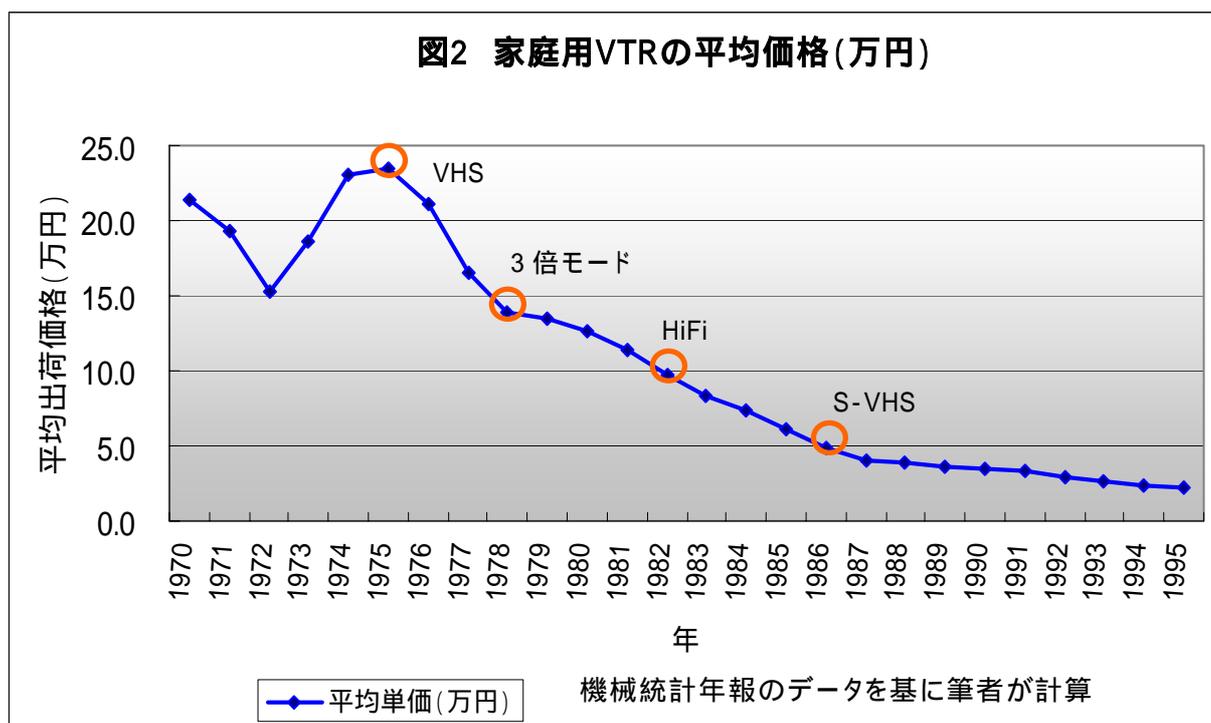


家庭用ビデオのスタンダードとしてはVHS方式とこれに対抗する方式があったが、これらのスタンダードは互いに競争する形で記録時間の長時間化や、高音質化、高画質化といった新たな機能を追加していった。これらの追加された機能は、同一のスタンダードの中では互換性が確保される必要があった。従って、VHS方式においても方式においても大きな機能追加の度に、スタンダードとして新たに追加されている。このような異なるスタンダード間の競争の結果として、家庭用ビデオの利便性が増しコストパフォーマンスも飛躍的に向上した。家庭用ビデオの普及率も急速に上昇し、日本での普及率は1983年に20%を超え、1985年には40%を越えている²⁶。

図2にビデオの平均価格の推移を示す。家庭用ビデオが製品化された1976年以降

²⁶ 日本ビクター (1987)

急激に平均価格が低下しており、製品化された当初から 20 年間の間に平均価格は約 10 分の 1 に低下している。3 倍モードの搭載や HiFi の搭載など、スタンダードの進化に伴って新たな機能をサポートした製品は製品化当初においては高額になったが、市場での販売が好調になればその後多くの機種に搭載され、平均価格ベースでの価格低下を抑制させる要因となった。



しかしS-VHSでは出荷台数に対する搭載率²⁷が高くならなかった事から、平均価格下落の抑制に対してはほとんど貢献していない。このような価格低下はVHS方式や方式といった方式の枠を越えて、各社の製品の市場での競争激化によって起こったが、特に1980年代後半以降の価格低下は企業の収益を大きく圧迫したと言われている。

ビデオの原型は1950年にRCAによって最初に放送局での番組録画や編集などの業務用途として製品化された。日本では東芝によって1インチ幅のテープを用いた1ヘッドヘリカルスキャン²⁸方式のビデオが1959年に開発されたが、これがドミナントデザインとなったヘリカルスキャン方式の製品化のきっかけとなった。この時期には製品が高価であったこともあって、特に放送用や業務用向けの製品開発が盛んで、SONY、日本ビクター、松下等、多くの日本企業が独自のフォーマットによって製品化を行っていた。そのため各社の製品間での互換性は保証されていなかったのである。1969年の「統一I型」や1970年の「U規格」などでスタンダードの統一化の動きが出始め、家庭用ビデオを目指し

²⁷ 搭載率とは全出荷台数に対する新機能を持った製品の出荷台数の割合。

²⁸ ヘリカルスキャンとはテープを回転ヘッドシリンダーに斜めに巻きつけて記録する方法で、コンパクトカセットの様にリニアに記録するよりも高密度記録が可能な方式。

てスタンダード化される方式やVHS方式へと繋がっていく。家庭用ビデオにおいては、日本企業の製品開発能力が高く、世界的な競争力が高くなった。その要因が伊丹(1989)の報告によって明らかにされている。²⁹

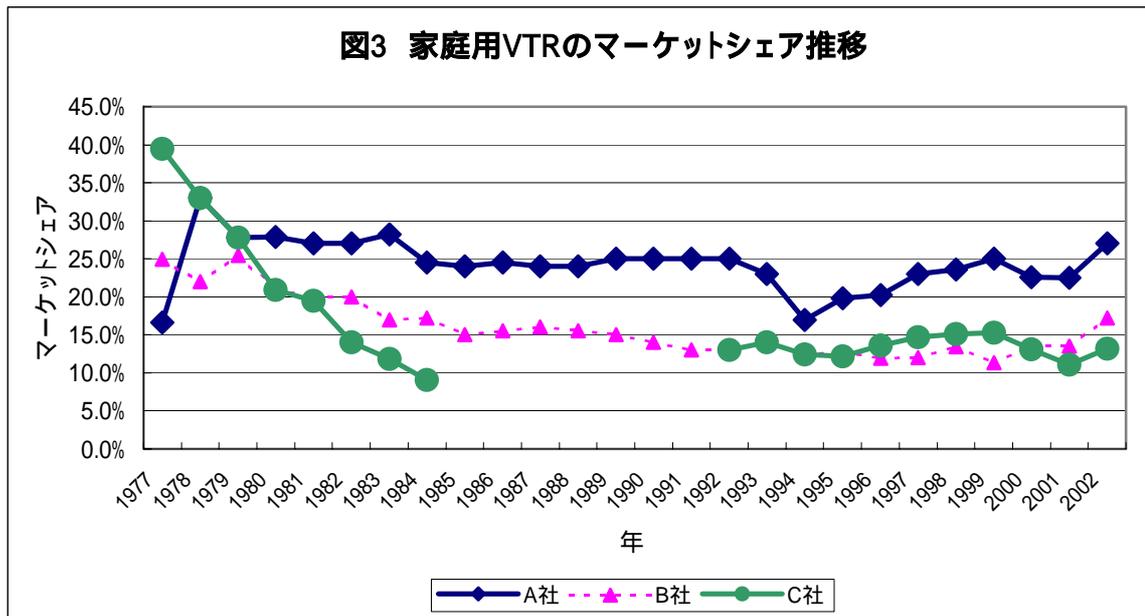
その中から製品開発に関連のある要因として第1に、日本企業がテレビやテープレコーダー等の製品化で国際的な競争力を既に獲得しており、ビデオを製品化する際にそれらの技術を有効活用できたことが挙げられている。ビデオには大きく分けて2種類の技術が基本技術として必要であった。一つは映像や音声の信号処理に関わるテレビの技術であり、他の一つはテープ状の記録媒体を一定速度で巻き取りながら音声信号の記録再生を行うテープレコーダーの技術である。当時の日本企業はテレビでもテープレコーダーでも世界的に競争優位に立っていたことがビデオでの競争力の獲得の基礎となった。また、当時テレビの信号処理回路においてはIC化が進みはじめており、そのICは多くの日本企業が自社内での製造を進めていた。これらのICのうち一部はビデオの信号処理回路に転用できたし、たとえ自社内でICの製造を行っていなくても同一スタンダード陣営の中ではそういったキーデバイスを互いに融通しあうことが行われた。これによって、結果的に海外の企業よりも日本企業の方が早く競争力をつけていったと考えられている。

第2の要因として、日本企業はVHS方式と方式という互いに似通ったスタンダード同士がデファクトスタンダードをめぐって激しい競争を繰り広げたことが挙げられる。日本国内の企業から異なるスタンダードが提案され、そのスタンダード同士がデファクト化をめぐって主に国内を中心として製品開発競争とデファクトスタンダード化競争を繰り広げた。その競争によって日本国内企業のビデオに対する高性能化や低コスト化の技術レベルが向上し、海外企業に対する競争優位が構築された。

更に第3の要因として、ビデオを製品化した企業だけでなくビデオの素材や部品の供給を行う企業も含めた日本の産業全体のレベルアップができたことが挙げられている。例えば高精度の部品や半導体など、ビデオの部品として最先端の技術を必要とする部品を供給する企業の技術レベルが向上した事が日本企業の国際的な競争優位につながったとされている。

上記のような要因によって日本企業が海外企業に対する競争優位を築き上げたと言われているが、本論分ではその中でも、VHS方式ビデオでのリーダー的企業であるA社におけるビデオの製品開発の取り組み事例を分析する。

²⁹ 伊丹 (1989)



各方式の製品が出荷されてから現在までにおけるビデオの主要3社の日本市場でのシェアを図3に示す。主要3社とは、VHS方式の主導メーカーとしてA社、B社、方式の主導メーカーとしてC社である。本論分でVHS方式ビデオの製品開発を検証するA社は、家庭用ビデオが製品化されて以来ほぼ四半世紀にわたって25%前後の高い国内シェアを確保しつつづけており、名実ともにビデオ業界のトップ企業である。

4.2 スタンダードとその特徴

4.2.1 VHSの特徴

VHS方式のビデオは1976年にビクターから製品化された。当時ビクターでは「ホンモノ」の家庭用ビデオとは何かと言う視点から家庭用ビデオのニーズを整理し、ビデオに必要な条件を整理していった。それらはビデオの必要条件 家庭内での条件 メーカーの条件 社会性としての条件等からコンセプトとしてまとめられた。その中には「録画時間は2時間」や「他社機種とのテープの互換性があること」など、VHSの基本的コンセプトも含まれていた³⁰。当時すでにSONYは方式ビデオの製品化を発表しており、方式に賛同する企業を募っていた。ビクターでのビデオの開発は当初から今でいう「デファクト」の取れるものを開発することを狙っていた³¹め、積極的にVHS方式への賛同を募った。ビクターはVHSの技術を出来るだけ公開し、必要な企業にはOEM供給も行うなど、ファミリー企業作りに積極的であった。実際、ビクターはシャープ、日立、三菱などの各社に積極的にOEM供給することでVHSを支持する企業を増やしている。

A社は当初、独自の方式での製品化を行っていたが、1977年にVHS方式の採用を

³⁰ 日本ビクター (1987)

³¹ 慶応大学ビジネススクール ケース 5195。

決定した。当時の VHS 陣営には A 社をはじめ、ビクター、シャープ、三菱、日立が参加しており、これらの企業は VHS-5 社と呼ばれ、VHS のスタンダードを主導する企業となった。VHS においてはこれら 5 社の持つ技術レベルが他の国内外の参加企業よりも高かったため、他社への OEM やスタンダードの変更などにおいては、実質的に、これら 5 社が他の参加企業をリードしていたのである。

表 1 には標準モードの VHS スタンダードの概略を抜粋した。

規格には記録再生方式やカセットテープのサイズ、記録時間といった基本的な内容に加えて、機械的特性や電気的特性などが細かく決められている。また、カセットテープの形状やテープの磁気特性、テープに記録されるトラックの位置や形状なども含まれている。更には、ビデオに挿入されたカセットテープからのテープローディング方式³²や回転ヘッドシリンダ³³の直径、回転速度、テープの送り速度などが細かく定義された。電気的仕様においてもヘッドからの再生信号を正しく映像や音声に変換するための設計パラメータ等が定義されている。

家庭用ビデオのスタンダードは、ビデオテープの入ったカセットを抜き差しすることにより同一フォーマットをサポートした各社のビデオで再生できる様に、いわゆる互換性を保つという基本コンセプトをもっていた。その実現のためには、カセットテープの形状やテープに記録されたトラックの状態を細かく規定する事が必要不可欠だったのである。

VHS 方式であれ、方式であれ、スタンダードを定義し公開することによって、ビデオとカセットテープの機能と構造とが、いわゆるオープンなモジュールとして位置づけられた。このスタンダード化によって同一スタンダード内であればどの企業のビデオとカセットテープの組み合わせであっても記録再生が可能となった。また、カセットテープとビデオはそれぞれ別の製品開発組織や別の企業によって製品化される事が可能となり、スタンダードを守りつつ、ビデオとカセットテープの各々の独自の進化を可能にした。その後、最初に決められたスタンダードに対して、長時間記録や高音質化などの機能の追加が行われ、その度にスタンダードの追加が行われた。VHS は過去のスタンダードとの互換性を保って改定されたため、製品化初期のビデオで録画されたカセットテープであっても最新のビデオで記録再生する事ができる。

過去のフォーマットとの互換性を保つというコンセプトは VHS というスタンダードの強みになったが、一方で互換性を確保するためには製品に搭載する新技術を厳選する必要があった。これは、スタンダードの制約によってビデオを構成するモジュールに新たな要素技術を導入することを制限することにもなった。例えば、記録時間の延長のためにはトラック幅を狭め、テープの送り速度を低速化することによって、テープ上の短い間隔の中により多くのトラック数を記録する事が必要であるが、このためにはテープ速度やトラ

³² テープローディングとは、ビデオにカセットが挿入されたときにカセットに入ったテープを回転ヘッドシリンダに巻きつけるための作業のこと。VHS方式では「Mローディング」と呼ばれる方式が用いられていた。

³³ ヘリカルスキャン方式のビデオには必須のデバイスで、回転するシリンダ(上シリンダと呼ぶ)に 2 個の磁気ヘッドが互いに 180 度の角度で固定されている。この回転ヘッドシリンダにテープを斜めに巻きつけて、上シリンダに搭載された磁気ヘッドによって記録再生を行う。

ックピッチ、ビデオトラック角度、映像SN³⁴、音声周波数帯域などの既存の規格を変更する必要があった。

VHS においては製品の互換性を重視する方針が貫かれたため、例えばトラックピッチを各社の自由な間隔に狭めて記録時間を延長するという機能をもったビデオが、多くのメーカーで自由に製品化されるということは無かった。

新たな機能や新たな技術を導入する場合、それらがスタンダードの変更を必要とする場合にはスタンダードに参加している企業間で製品化の事前に合意し、スタンダードの追加の手続きをとった後で製品化するというステップが必要であった。逆説的には、ビデオの製品開発は新たな製品機能を実現する要素技術の実用化の自由度がスタンダードによって制限されたとも言う事もできる。

これは、同一スタンダード陣営のビデオでの互換性の確保という側面もあるが、他方ではスタンダードを確立した企業がその優位性を確保するために、新技術の導入を制限するという効果もあった。スタンダードが変化しない期間における製品開発は、製品の品質向上やコストダウンを図ることによって他社の製品との差別化を図る事が主な取り組みとなった。例えば、スタンダードを守りながら、カセットテープやビデオそれぞれの高品質化、部品点数の削減に代表される内部構造の簡素化やそれに伴うコストダウンなどである。この様な製品開発では製品の内部構造を各機能ブロックごとにモジュール化し、各モジュールにおける技術開発が中心に行われた。例えばIC化はその代表例である。これらのICは自社内の用途だけではなく、他社にもキーデバイスとして販売された。

しかし、それぞれのモジュール単体の技術開発だけでは製品の基本機能を進化させることは困難である。新技術の中には、ビデオの機能や性能を飛躍的に向上させるものもあったが、個々のモジュールの進化とは異なり、その様な新技術の採用は、製品の基本機能を進化させることにつながるため、スタンダードの変更が必要であった。新技術の採用がスタンダードに影響する場合、製品開発の適切なタイミングでその技術をスタンダード化し、その後新機能を製品化することが必要であった。このようにしてスタンダードの進化をさせることで競合するスタンダードに対して優位に立つ事が可能となった。

³⁴ 信号に対する雑音の比率でSignal to Noise Ratio の略。

表 1 VHS 標準モードのスタンダードの概要 (筆者抜粋)

記録再生方式	回転アジマス 2 ヘッドヘリカルスキャン方式	
テープローディング方式	パラレルローディング	
最大記録再生時間	120 分 (T-120)	
機械的仕様	シリンダ径	62mm
	相対速度	5.8m/sec
	ビデオトラックピッチ	0.058mm
	ビデオトラック角度	5 ° 56'
	ビデオアジマス角度	± 6 °
	コントロールトラック幅	0.75mm
	オーディオトラック幅	1mm
	テープ速度	3.34cm/sec
	巻き戻し早送り時間	5 分以内 (T-120 にて)
電氣的仕様	輝度信号記録	周波数変調記録方式 (DL-FM 方式)
	色信号記録	バーストプリエンファシス PS カラー記録 低域変換直接記録方式
	輝度信号周波数偏移	3.4-4.4MHz
	カラー信号中心周波数	629KHz
	水平解像度	240 本以上
	映像 S/N	43dB 以上
	音声周波数特性	70-9000Hz
	音声 S/N	40dB 以上
入出力仕様	映像入力信号	0.2-2Vpp75 不平衡
	アンテナ入力信号	VHF (75 or 300) UHF (200)
	映像出力信号	1Vpp (75 不平衡)
	VHF 出力	1ch または 2ch
	音声入力信号	ライン -20dB (50k) マイク -67dB (10k)
	音声出力信号	0dB (1k)

VHS においては、前述したように松下、ビクター、シャープ、三菱、日立が同陣営の中でも技術レベルで優位に立っていたことから、これらの企業がスタンダードの変更には中心的役割を果たした。また、方式とのスタンダード競争という側面もあったことから 5 社間では危機感を共有し易かったという状況もあった。

以上、VHS というスタンダードの特徴をまとめると、ビデオと言う製品分野において方式と競争したスタンダードであった事、VHS 方式のスタンダードは 5 社によって主導されていたこと、方式との競争で VHS-5 社は危機感を共有しており意思がまとまり易か

ったこと、VHS 陣営でスタンダードの進化を共有し、進化においても過去のスタンダードとの互換性を保つというコンセプトが一貫していたことが挙げられる。

4.2.2 競合するスタンダード

ビクターが VHS 方式のビデオを製品化する約1年前の 1975 年に SONY は 方式のビデオを製品化した。製品化と平行して 方式のファミリー企業を募ったことによって SONY の他に東芝、三洋、NEC が 方式に加わった。VHS 方式も 方式も日本国内の企業が中心となってスタンダードを構築し、世界の企業を巻き込んだデファクトスタンダード化競争を繰り広げたのである。

表2 家庭用ビデオの初期のファミリー企業

地域	方式	VHS 方式
日本	SONY、東芝、三洋、NEC アイワ、パイオニア	ビクター、松下、シャープ、三菱、 日立、赤井、東京三洋、 <u>リコー</u> <u>キヤノン</u>
米国	ゼニス	RCA、 <u>マグナボックス</u> 、 <u>シルバニア</u> <u>GE</u>
欧州		<u>ソーンEMI</u> 、 <u>トムソン</u> 、 <u>ブラウプンクト</u> <u>テレフンケン</u>

注) アンダーラインは OEM 供給を受けての参入
出典)山田(2004) p. 101.

表 2 に家庭用ビデオの初期の頃の VHS 方式と 方式の参加企業を示す。VHS 方式の陣営に参加する企業の数 が 方式を上回っていることと、VHS 方式の企業には OEM 供給を受けて参加している企業が多い事がわかる。VHS 陣営においては、OEM を行ったり、技術をできるだけ公開することによって参加企業を増やす取り組みが 方式よりも積極的に行われていた。この結果、1978 年には単年度のビデオの出荷台数で VHS 方式が 方式を上回り、1980 年には出荷累計でも VHS 方式が 方式を上回った。

それぞれの方式を主導する企業にとっては、単に参加企業を募るファミリーづくりだけでなく、スタンダードそのものをより魅力的なものにするためにスタンダードを進化させ、進化したスタンダードに沿った製品を製品化することも重要な課題であった。表3に 方式と VHS 方式の主な製品開発の経緯を示す。

表3 VHS方式と方式の主な製品開発の経緯

年	方式	VHS方式
1975年	SONY、方式ビデオの開発成功	ビクター-VHS方式のビデオの開発成功
1976年		日立、シャープ、三菱、NECの参入
1977年	ゼニス、東芝、三洋参入 で2時間記録を実現	A社参入
1978年	で3時間記録を実現	3倍モードで6時間記録を実現
1983年	-HiFiで高音質化を実現	VHS-HiFiで高音質化を実現
1985年	ハイバンドで高画質化を実現	
1987年	ED-で高画質化を追求	S-VHSで高画質化した製品の発売

この表から、どちらの方式ともほぼ同じ時期に、同じような機能の向上を目指して新技術を開発し製品化していた事がわかる。例えば、1978年までは記録再生時間の長時間化が製品開発競争の焦点であった。これは、ビデオを海外市場展開する際に、多くの海外企業から長時間化の要求があったことに起因する。方式に対しても、VHS方式に対しても同様の要求が成されたことから長時間記録化の製品開発競争が繰り広げられた。この競争はVHS方式が6時間記録を達成したことによって一応の決着を見た。

次に競争の焦点となったのは高音質化である。これは、当時成長しつつあった映画業界が自社の持つ映画をセルビデオやレンタルビデオとして製品化する際に、ビデオの高音質化(HiFi化)を両陣営の企業に要求した事が要因といわれている。当時の業界では、技術的に見て方式のHiFi化は比較的容易に実現可能と思われていたがVHS方式では不可能と言われていた。しかし、VHS陣営も1983年にHiFi化を達成している。VHSビデオのHiFi化における取り組みは後述するが、結局、両スタンダード陣営ともHiFi機能を搭載した製品を出荷している。

この次の高画質化は、当時のトレンドであったテレビの大画面化に伴う市場からの要求に応じて製品開発が行われた。VHS方式では過去との互換性を保つことを絶対条件として高画質化に対応した製品開発が進められた³⁵。ビデオの製品化初期の頃には、例えば3倍モードやHiFi化等のスタンダードの進化は市場から歓迎され、その結果として進化した機能の製品への搭載が進んだが、VHSの高画質化スタンダードであるS-VHSは1987年以降出荷された製品の搭載率で20%以下にしか搭載されていない。これは、それまでの間にビデオテープや記録再生ヘッドの特性が向上し、通常モードでのビデオの記録再生でも実用上十分な高画質化が達成されていたためと、S-VHSによる更なる高画質化を行うために必要な製品価格の上昇分を支払ってまで購入するユーザーが少なかったことによると言われている。

こういったスタンダードの進化の背景には方式とVHS方式との製品開発競争があ

³⁵ 互換性とは、過去のスタンダードのカセットテープに新しいスタンダードのビデオによって記録再生できると言うことである。この場合、VHS-HiFiに対応したビデオで記録された高音質音声信号を過去のビデオで高音質に再生することはできない。過去のビデオでは従来と同様の音声トラックに記録された音声信号を再生する。このような互換性のことを下位互換性と呼んでいる。

った。特にVHS陣営の企業内では「 に負けるな」が合言葉となってスタンダードの進化や製品開発が進められた。

デファクトスタンダードを狙った各陣営の製品開発競争は、ビデオという製品に関する技術レベルを急速に向上した。特に、これらの競争が日本国内企業を中心として展開されたことが、ビデオに関する日本企業の圧倒的な技術的優位を構築したと考えられている³⁶。スタンダードを進化させながら製品の機能を向上させたことが、後発企業の参入を遅らせた原因でもあるとも考えられる。スタンダードは、その時点での製品に対する技術や知識によって構築される。しかし、技術が一般化してくれば以前は困難であった製品も比較的容易に製品化できる様になってくる。この技術が業界内で多くの企業に保有されるようになれば、部品間のインターフェースが明確になり、それによる部品のモジュール化が進むため、ビデオの製品化に不可欠な部品も販売されるようになる。そうなれば低コスト地域でそれらの部品を入手し、組み合わせることで製品化できる様な状況に陥る。それによって低価格を武器に新規参入を図る企業も増えてくるのである。これに対して、技術や知識のレベルが上がるにつれてスタンダードも進化させることによって、常に最先端の技術や知識を使用しなければ競争力のある製品は作れない状況を、ある期間維持することができる。これを繰り返した事がビデオ業界の、特に80年代後半まで後発の参入企業がそれほど増えず、新規参入企業が市場では大きな競争力を持ち得なかった要因と思われる。

しかし、80年代後半のS-VHS以降はVHSの延長線上では市場で価値を認められる新機能をスタンダード化する事ができなくなってしまった。ビデオにおいては主要な機能において市場の要求水準を製品特性が超えてしまったために、それ以上の高機能化は必要なくなったことがスタンダードの進化を不要にしたのであろう。

スタンダードの進化の停滞に加えて、1985年のプラザ合意以降に進んだ生産拠点の海外シフトも、東南アジア系企業を含めた多くの関連企業で技術レベルを向上させた要因の一つであろう。このため低価格を武器に新規参入する東南アジア系企業が増加し、市場でのビデオの低価格化が急速に進んだ。低価格化によって日本企業のビデオ事業における収益性が悪化したため、現在では多くの日本企業がこの事業から撤退している。

ビデオにおいては異なる2つのスタンダードが熾烈な競争を行い、お互いがスタンダードを進化させながら製品開発を継続してきたことによって、日本企業の競争優位が構築されたという事ができる。デファクトスタンダード化競争という観点からはVHS方式が方式に勝利したが、デファクトスタンダード化競争によって急速に向上したビデオの技術が、いつしか市場の要求水準を超えた事によってスタンダードの進化が停滞し、製品の低価格化が進んだのである。

³⁶ 伊丹 (1989) pp53-84.

4.3 製品開発と製品アーキテクチャの進化

この節では、ビデオの製品アーキテクチャの進化を信号処理回路の IC 化という観点から検証する。

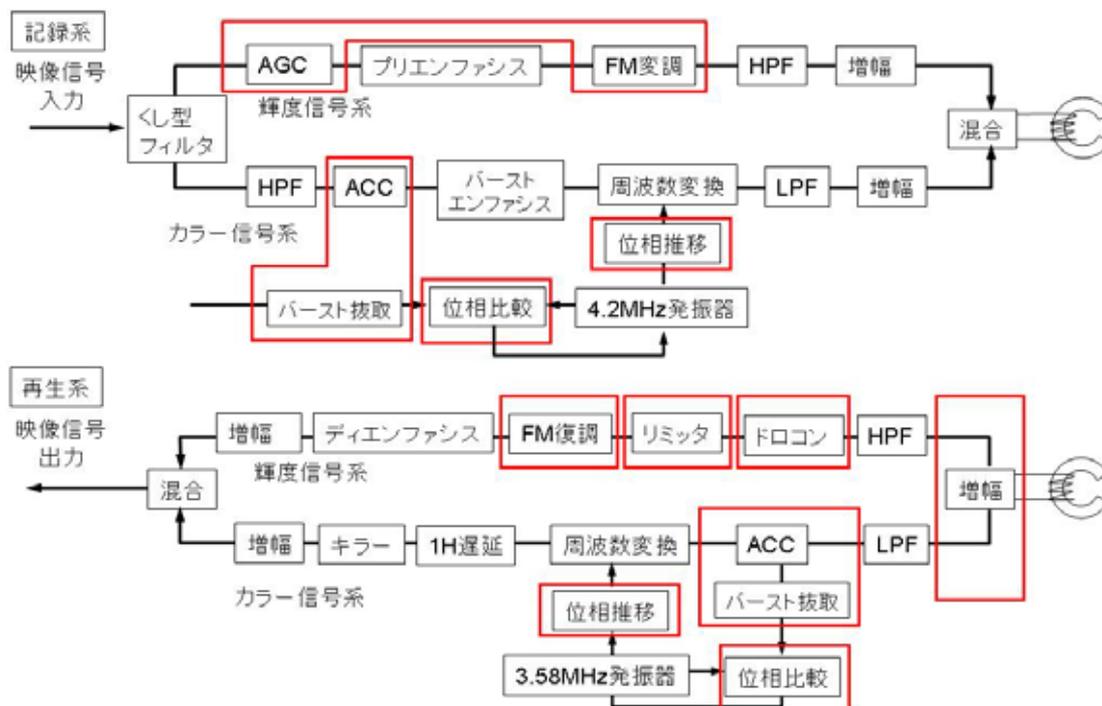
A 社の最初の VHS 方式家庭用ビデオは 1977 年に製品化された。高級機と普及期の 2 機種で、当時不振に陥っていたビデオ事業部の期待をになった機種であった。しかし、これらの製品開発は VHS 方式での最初の製品であり、市場に受け入れられるかどうか不確実であった事や VHS 方式での製品に対する知識が十分ではなかった事から、例えば VHS の電気回路を構成するために必要な IC 等においては、一度に IC 化する程には多くの開発資源を投入する事が困難であった。そのため、電気回路設計に必要な IC のうちビデオ信号処理はテレビに使われているものを流用し、サーボ系はテープレコーダーに使われていたものを流用した。ビデオの信号処理回路のなかで、テレビと共有できる IC は限られた機能に限定された事から、その他の部分はほとんどディスクリート部品で構成したともいえる回路構成であった。ただ、その中でも特にビデオ用に新たに IC 化した部分もある。例えば増幅器や AGC (Auto Gain Control) 等である。これらは、IC 化することによる部品点数の減少や性能の安定化、およびこれらを実現することによるコストダウンが目的であったという。

トランジスタや抵抗などのディスクリート部品を組み合わせる信号処理回路を構成した場合、個々の部品のばらつきが積み重なることによって全体としての特性がばらついてしまう。IC 化することによってこれらの部品を少なく出来るため、ばらつきが低減され、特性や品質が安定するのである。また、部品点数の減少は部品コストの低減に繋がる。更に、部品点数の減少による各々の部品間の調整を行う部分が減少することから製品全体としてのコストダウンに繋がるのである。

A 社の VHS の第 1 世代ともいえるビデオの信号処理回路のアーキテクチャの概略を図 4 に示す。

VHS の信号処理回路は大きく分けて記録系と再生系、オーディオ系、サーボ信号処理系に分けられる。図 4 は記録系や再生系に必要な主な信号処理の手順をそれぞれの機能ごとにまとめたブロック図である。実際のブロック図は更に詳細な機能に分けられているが、ここでは製品アーキテクチャの変化を見る目的であるため簡素化してある。この図は、当時のビデオの設計者へのインタビューと公開された資料を参考にして筆者が作成したものである。

図4 第1世代VTRのビデオ信号処理回路のアーキテクチャ



これらの各ブロックの中で、赤枠で囲った部分が IC 化されたブロックである。ビデオの信号処理 IC は当時既にテレビに使用されていたものの流用が可能であったことから積極的に転用が図られたが、ビデオ独自の信号処理が必要な部分もあった。図 4 に示す様に、初期の製品の IC 化は別々のブロックにおいてばらばらに行われている。また、IC 化されずにディスクリート部品で構成されている機能ブロックも残ったままであった。

A 社でのビデオ用の IC 開発にとっては、VHS 方式による家庭用ビデオの最初の製品であったことから、半導体関連の要素技術だけでなく、VHS 方式特有のビデオ信号処理に関する知識が必要であった。そのため当時 IC 開発は、A 社の半導体事業担当部署だけでなく、ビデオ事業部を中心として中央研究所をも含めた共同開発によって行われた。IC 化の目的は部品点数の削減と製品構成の簡素化、信号処理特性の安定化、コストダウンなどであったが、必要な機能を集積化すれば良いという訳ではなかった。IC 化の際に IC の規模が大きくなりすぎると、当時の集積度では IC のサイズが大きくなりすぎて IC 製造時の歩留まりが上がらないことから、かえってコストアップになる可能性も有った。また、中には技術的に IC 化できないブロックもあった。従って、IC 化は技術的に IC 化できるブロックであることが前提で、なおかつ IC の規模が適当な大きさと、特性の安定とコストダウンに貢献するブロックが選ばれた。当時は CAD(Computer Aided Design)も導入されていなかったことから、IC 化の検討時の回路ばらつきなども手計算で行われており、IC の特性を評価するための検査用回路なども抵抗やトランジスタのばらつきを考慮して複数の組み合わせで試作を行って特性を評価する必要があった。また、IC の製造に用いられるマスクも手書きで行われたことから、規模の大きな IC の開発は困難であった事が伺える。つまり、IC 化する機能やその規模は、その時々使用可能な技術や製

品に関する知識の蓄積によって決まっていた。

こういった状況は A 社だけでなく、各社とも同様の状況であったと思われる。この時期の A 社の半導体はビデオを製品化する各社に向けて販売され、その後の半導体事業部門の収益の柱になった。このことから、A 社の持つ当時の技術や製品に関する知識を盛り込んだ IC はモジュールとして他社に対する優位性があり、そのモジュール化の技術が他社よりも進んでいた事が伺われる。

通常、新たに IC 化する場合において、IC や LSI などの半導体の設計は、抽象度を持った機器の要求仕様を最終的に電子の振る舞いに厳密に結びつける作業である³⁷。従って設計においては、その IC の機能と仕様の明確化や周辺回路とのインターフェースを明確化する作業が行われる。例えば IC の機能を実現し、周辺回路との信号の授受を行うための入出力端子の数や信号特性、端子の配列などが決定される。すなわち IC 化は、「構成」と「機能」の写像関係を明確化する作業なのである。従って、IC 化を進めることは製品アーキテクチャをモジュラー型に変えていくプロセスであると言う事ができる。図 4 に示した初代の VHS 方式ビデオの製品アーキテクチャを基にして、その後のスタンダードの進化や新技術の導入によって製品が世代交代していった。スタンダードの進化や新技術の導入などの節目になった製品の世代を表 3 のように定義する。

表 3 VHS フォーマットの変化と各世代の製品アーキテクチャの対比表

年代	VHS フォーマットの変化	製品アーキテクチャの世代
1976 年	日本ビクター VHS 方式ビデオの製品化。 日立、シャープ、三菱が VHS 方式を採用	
1977 年	A 社が VHS 方式を採用。	第 1 世代
		第 2 世代 (コストダウン)
1978 年	VHS での 6 時間記録 (3 倍モード) の製品化	第 3 世代
		第 4 世代 (デジタル制御導入)
1983 年	A 社が高音質 VHS (HiFi) を製品化	第 5 世代
1987 年	日本ビクターが高画質 VHS (スーパー VHS) を製品化	第 6 世代
		第 7 世代 (ワンチップ化)

第 1 世代の製品は 1977 年に製品化された。これが VHS 方式の最初の製品である。しかし、初代の製品の価格が 266,000 円と高額であったため、IC 化による性能の安定化と部品点数削減やコストダウンなどを目的として、すぐに第 2 世代の製品が開発された。

VHS 方式の標準録画時間は当初 2 時間であったが、録画時間の延長のため、3 倍モ

³⁷ 松下電器 (2005) pp276-297

ードで6時間記録を実現した製品が1979年に出荷されている。3倍モードに対応するためにはトラックピッチやトラック角度の変更や信号SN³⁸の低下に対する対策などが必要であった。この世代の製品を第3世代とする。この後、サーボ信号ブロックにデジタルサーボ技術が導入されサーボ信号処理系のアーキテクチャが大きく変化した。このデジタルサーボ技術の導入はA社で独自に行われたもので、スタンダードの変更は必要の無い製品開発である。この世代の製品アーキテクチャを第4世代と呼ぶ。更に、1983年には高音質対応VHSが製品化された。この高音質化においてもVHSと言うスタンダードに対してVHS-HiFiという新しい機能に対応したスタンダード変更が必要であった。この世代を第5世代とする。1987年にはビクターによって開発された高画質対応のスーパーVHS(S-VHS)方式を搭載した製品が製品化され、これもスタンダードに追加された。この世代を第6世代とする。また、その後更に低価格化に対応するために信号処理系をワンチップ化しており、この世代を第7世代と呼ぶことにする。

図5は各々の世代でのビデオのIC化の状況を示している。この図は各世代でのIC化が行われた機能ブロックを示しているが、枠で囲われていない機能ブロックはIC化されなかった部分か、あるいはその世代のVHSには必要の無い機能ブロックである。

ビデオは製品の機能や品質の向上などのために新技術を導入しながらIC化を進め、より高機能で高品質な製品を製品化してきた。図5を見るとIC化の進み方において、その性格を以下の3点に分類する事ができる。

- IC化(LSI化)を進めることによる高品質化と低価格化を目指した製品開発
- スタンダードの変更無く、独自技術の導入による高機能化、高品質化を目指した製品開発
- スタンダードの変更を伴う新技術を導入し、製品を高機能化する製品開発

はの一部と見ることも出来るが、は例えばIC化などに見られるような持続的なモジュールそのものの改良という観点に注目し、はモジュールの内部構成を大きく変えるような新技術の導入という観点から分類している。以下の事例でこれらの製品開発がどのように進められ、製品アーキテクチャがどの様に変化していったのかを検証する。

³⁸ SNとはSignal to Noise ratio の略で、信号に対する雑音の割合を示す。一般的に、磁気記録再生においてはトラック幅が狭まったり、ヘッドとテープの相対速度が低下すると信号出力が低下し、SNが悪化する事が知られている。

図 5 VHS ビデオの製品アーキテクチャの変化

機能ブロック		第1世代	第2世代	第3世代 (3倍モード)	第4世代 (性能アップと デジタル サーボ)	第5世代 (HiFi)	第6世代 (S-VHS)	第7世代 (ワンチップ 化)	
ビデオ録度信号処理	記録系録度	AN302	AN6300	AN6310	AN6305	AN3210	ハイブリッドIC	ワンチップIC	
	ヘッドアンプ	5A753	AN6320	AN6330	AN6326	AN3310			
	3倍モード用ヘッドアンプ			AN6320N					
	記録アンプ				AN6307	AN3220			AN3373
	再生系録度	AN303	AN6321	AN6332	AN6327	AN3320			
	3倍モード用再生録度			AN6321					
	ドロップアウト補償 リミッタ	AN315							
1H 相関	AN304			AN6328					
	サブエンファシス								
ビデオカラー信号処理	AGC	AN305			AN6366				
	APC	AN236							
	AFC	AN333							
	クロマロータリ	MN6061		AN6362	MN6163	MN6163			
オーディオ信号処理	オーディオアンプ	AN262			AN6209	AN6209			
	HiFiオーディオ					AN6391	AN6391	AN3436	
サーボ信号処理	DCサーボ回路	AN318							
	アンプ	AN360							
	モノマルチ	DN850							
	シリンダー制御		AN6340	AN6350					
	キャプスタン制御		AN6341	AN6341					
	2/4/6自動切換え			AN6323					
	基準分周器		AN6342	AN6352					
	FG分周		AN6811	AN6345					
	サーボメイン				MN5161	AN3610	AN6740	AN6740	
	シリンダインターフェース				AN6346				
キャプスタンインターフェース				AN6347					
シリンダドライバー		AN640	AN6577						
キャプスタンドライバー		AN640	AN640	AN6676					

図 5 に示されたように、ビデオの信号処理回路は、第 1 世代から第 7 世代に向かって IC への統合が進んでいる事がわかる。第 1 世代から第 2 世代へは IC 化されていないブロックの IC 化が進み、「1H 相関」というブロック以外のほぼ全てのブロックで IC 化が達成されている。当時の技術では「1H 相関」を IC 化することは出来なかったためである。また、これと平行して再生系では統合化が進み始めている。これは上記の にあたる製品開発である。

次に の、スタンダードの変更の必要が無かった独自技術の導入の例が第 4 世代のデジタルサーボ技術の導入である。第 3 世代から第 4 世代への移行に際して、サーボ信号ブロックが従来のアナログ信号サーボ方式とは全く異なる IC 構成に変化している。製品アーキテクチャという観点では、それまでのサーボ信号ブロックを構成していたモジュールが大きく組替えられていると言う事がわかる。しかし、デジタルサーボという技術をモジュール化して製品化する場合でも、その他のモジュールへの影響が及ばないようにするために新しくインターフェースが設けられた。例えばシリンダーインターフェースやキャプスタンインターフェース等である。この様な工夫によってサーボ信号ブロックをモジュールとして入れ替えることによって製品化する事ができた。つまりこの製品開発はサーボ信号ブロックというモジュールにおけるモジュール単体での技術革新ということができる。

デジタルサーボ技術の導入は、サーボ信号処理系を従来のアナログ信号を基にしたサーボ系からデジタル系へと根底から変化させてしまう様な大きな変化であった。デジタ

ルサーボ技術の導入は、デジタル化によって個々の調整を簡素化でき、サーボのばらつきを低減でき、更に部品点数の減少によってコストダウンが期待できるといった効果を狙ったものであった。製品アーキテクチャと言う観点からはデジタル化することによってサーボ機能を構成する各機能間のインターフェースを定義し易くなったためモジュール化を行い易くなったと見ることができる。その後、このモジュールは第 5 世代で統合されワンチップ化された。デジタルサーボの導入に見られる様に、新たな技術を導入した時にはモジュールそのものが大幅に組替えられ、モジュール間のインターフェースは再定義されていることがわかる。これらのインターフェースの再定義によってシステム全体の冗長度は増しているが、一方でモジュール間のインターフェースを再定義することで、概ねモジュール内部の変化とすることができた。また、デジタルサーボの導入によって製品の量産工程も変更するする必要があったが、初期においては導入する機種を限定して実施することによってリスクの低減が図られていた。

次に の、新たなスタンダードに対応する例では、まず第 3 世代での 3 倍モードへの対応が挙げられる。3 倍モードに対応するためには、テープの送り速度を低速化してトラックピッチを狭めることが必要となった。しかし、トラックピッチを狭める事によってより精密なメカニズムが必要となる。更にそれだけではなく、トラック幅も狭くなるため、信号を再生する際には再生信号の再生出力や SN が劣化する。標準モードと同じ信号処理回路を使っていたのでは動画像の品位が低下してしまうため、3 倍モードに対応した信号処理が必要になった。3 倍モード用ヘッドアンプや 3 倍モード用再生輝度信号ブロックは動画像の品位を保つために新たに設けられたブロックである。

また、もう一つの例では第 5 世代での HiFi への対応が挙げられる。この場合には深層記録と言う新たな方式を導入する必要があったことから、図 5 には表記していないが、HiFi 音声用専用ヘッド等の新たな部品の搭載が必要となった。また、深層記録された高音質の音声信号処理には新たに HiFi オーディオブロックの追加が必要となった。これは、標準モードと同じ音声処理では HiFi といえる音声の品位が実現できないために追加された機能である。

また更に、第 6 世代での S-VHS への対応でも同様に、S-VHS に対応するために必要になった、高周波数領域での信号処理を可能にするための記録アンプやサブエンファシス機能の追加が必要であった。この様に、モジュールの構成という観点から見れば、新たな機能が追加されてスタンダードが進化する時には、それに対応する新たなモジュールが追加されている事がわかる。

製品の基本機能を進化させ、スタンダードの進化を伴うような製品開発においても、既存の製品アーキテクチャを大きく変更することなく、周到に工夫されて新たなモジュールが追加されている。最適な場所に最適なモジュールの追加を行うためにはビデオと言う製品のシステム全体を熟知している必要があった。

ビデオはスタンダードの進化や新技術の導入を幾度も経験したが、そのたびに新たなモジュールを追加することで新機能を搭載してきた。しかし、大局的には、信号処理回路の製品アーキテクチャは第 1 世代から第 7 世代に到るまで、インテグラル型からモジュラー型へと移行している。IC 化という観点から見ると、高品質化や簡素化、あるいは新技術の導入、さらにスタンダードの変化等の局面があっても、IC は統合化されつづけてお

り、そのためスタンダードの進化があったとき以外は VHS ビデオの信号処理回路を構成するモジュールの数も減少している。しかし、一概にモジュール化が進展したとは言っても デジタルサーボ技術の導入はサーボブロック内の、いわゆるモジュール内の技術革新であったのに対し、スタンダードの変更を必要とする技術革新は多くのモジュール間の擦り合わせを必要とする技術革新であったことがわかる。

これらのスタンダードの進化への対応や新技術の導入には、それまでに無い新たな要素技術が必要であったが、ビデオに必要な要素技術開発は事業部だけでなく、中央研究所を始めとして多くの研究所の参画によって進められた。これらの研究所は、スタンダードの進化による長時間記録化や HiFi 化・高画質化などに対して、製品化に必要な要素技術を開発し、ビデオ事業部に提供する役割があった。

例えば 3 倍モード等の長時間記録化の場合、テープの送り速度を低速化して少しずつテープを送って記録することで長時間化を図っている。しかし、前述した様に、テープの送り速度を低速化するという事は記録再生ヘッドによって記録されたトラックの幅を狭めることにつながる。このため再生時の信号出力が低下し SN が劣化することによって画質が悪くなる。これを解決するためにはヘッドとテープの接触をより正確に行うことや、トラックに対するヘッドの位置決めを寄り性格にする事、信号レベルが低下しても画質の劣化を最小限に留める方法など、ビデオを構成する各部分での新しい取り組みが必要であった。つまり、テープ速度の低下というテープ送りブロックの変化だけでは市場性のある製品を作り上げる事はできず、画像の劣化等の 3 倍モード特有の問題を解決するためには信号処理回路の各モジュールとの擦り合わせが必要であったということである。記録時間の長時間化という、製品の基本機能を進化させる様な開発においてはモジュール間の擦り合わせがどうしても必要であった事の例であろう。

また、HiFi 化に際しては、どの様にして高音質の音声信号を記録再生するかという方式そのものの開発が必要であった。深層記録という新しい方式は多くのアイデアの中から最も優れた実現手段として選ばれた方法であるが、これを導入するためには、テープの深層に音声信号を記録しながら表層に映像信号を記録するための条件設定や、深層に記録した音声信号と表層に記録した映像信号との記録再生時の相互干渉を防ぐ方式などの要素技術開発が必要であった。この技術を製品に導入するにあたって、単に音声信号処理だけでなく、信号処理系全体としての最適なシステムを開発する製品開発が必要となった。結果的には深層と表層とで異なるアジマス角度で記録するというアジマス記録方式が採用されたが、開発を進めるためには現在の製品を構成するモジュールに対して新しいモジュールをどこに、どの様に組み込む事が最も効率的かを検討する必要があった。即ち VHS-HiFi の実現においてもモジュール間の擦り合わせを行う必要があったのである。

高画質化(S-VHS)への対応に際しても、映像信号の周波数を上げることによって画質化を向上させているが周波数の高い信号の記録再生を行うために、モジュール間のすり合わせが必要になった事は言うまでもない。

4.4 VHS 方式ビデオの製品開発

以下に、ビデオの製品開発がどのように行われたのかを検証する。

日本企業の研究開発の組織的特徴は開発チームを組んで行われることである³⁹といわれている。日本企業の開発チームは複数の分野からの技術者を選んで構成され、チーム内では緊密な連携を持って、ディスカッションを繰り返しながら開発が進められるというのである。A社の場合も、ビデオの製品化当初は中央研究所と生産技術研究所との共同で製品化を行っていたが、これらの研究所間でのコミュニケーションは緊密であった。1966年からはビデオは独立した事業部門となったが、それ以降も研究所との連携を保って新技術の研究や製品開発が進められた。このような研究チームはビデオ事業が一時期不振に陥ったときであっても解体されることは無かった。更にIC化の際には半導体部門からの参画もあった。これはビデオという製品分野に対して全社としての新たな成長産業としての期待があったからである。この、一貫した研究開発体制の維持が、製品アーキテクチャがモジュラー型への移行が進んでも、新技術の導入などの節目においては現行製品のモジュール構成をシステム全体の最適化を目指して再度見直し、各モジュール間の擦りあわせを行いながら必要な部分をモジュール化して追加するという製品開発能力を維持したと考えられる。

A社の研究所は当時、大きく分けて将来の製品に使われる可能性のある先端技術の研究開発を行う中央研究所と、事業部門での製品化に比較的近い事業部門の研究所との2種類の研究所があった。特に事業部門の研究所においては中央研究所で開発された先端技術を製品に応用し、それを製品化するための開発が行われていた。ここで完成した製品の原型を事業部での製品開発に引き継ぐという流れであった。このような研究所での製品開発は、製品全体としての要素技術の位置付けを見極め、要素技術の効果がどの程度有効であるかの検証を行いながら開発が進められた。研究内容にはしばしばモジュール化の進む既存製品において、各モジュールの機能やモジュール構造の変更を必要とする研究内容も含まれており、これらの研究開発においてはビデオに関する深い知識が必要であった。また研究所においては研究テーマ間の情報交換もされており、これによっても製品に関する知識が深められていった。また、事業部からの委託研究などによる知識や人の交流によって事業部の設計部署との連携の機会も多く、普段からこの様な研究所を中心として製品アーキテクチャの変化に対応できる製品開発能力が蓄積されていた。これによってVHSのスタンダードが幾度かのスタンダードの進化を行い、製品を構成するモジュール間の擦りあわせを必要としたときに、研究所の存在によってモジュール間のインターフェースを再定義しなおしたり、必要に応じて新たなモジュールを追加する等といった製品開発能力が企業内に蓄積され、製品アーキテクチャの変化への対応を可能にしたものと思われる。

事業部では製品開発は各々の機能ブロックに分かれて行われており、大きくはビデオ信号処理系、オーディオ系、サーボ信号処理系といった具合である。これらのそれぞれのブロックは更に小さな小ブロックに分かれて開発が進められ、各機能ブロックのリーダ

³⁹ 伊丹 (1989) pp.159-187.

が小ブロックを取りまとめて製品開発を担当し、これらのリーダーの開発成果を組合わせて製品化に導くのが機種リーダー⁴⁰と呼ばれるリーダーの役目であった。通常機種リーダーは主任技師クラスが担当していた。新技術の導入やスタンダードの変更に当たっては機種リーダーだけでは判断できない場合も合ったが、その際には事業部長が最終決定を下すこともあった。事業部長はビデオ事業の経営責任を持つ立場ではあるが、ビデオのように、同時に多くの機種を製品化している状況では個々の機種まで担当する事は困難であると思われる。しかし、ビデオ事業部においては、機種リーダーと事業部長は日ごろから緊密なコミュニケーションがとられていたため、新技術の導入やスタンダードの進化への対応といったリスクの大きな製品開発に関する情報や機種リーダーの状況などが事業部長と共有されていた。従って、機種リーダーが現場で判断できかねることであったとしても、事業部長との連携によって方針決定を行う事ができた。現場の機種リーダーは、通常はいわゆる軽量級プロダクトマネージャとしての役割であったが、事業部長とのコミュニケーションによって重量級プロダクトマネージャ⁴¹の役割を果たすことが出来たと言う事が考えられる。このような機能は組織的な機能として備わっており、特に革新的な新技術の導入や、スタンダードの変更といった事業を左右する様なリスクの大きな局面での意思決定において効果的に機能したと思われる。実際、現場で判断が付きかねる際に、事業部長の「やれ」という一言で決まった内容も多いという。

A社においてVHSフォーマットの更新の際に行われた製品開発の事例としてVHS-HiFiがある⁴²。3倍モードによってテープと音声記録ヘッドとの相対速度が低下したことから、それまでの音声記録方法では音質の劣化やワウフラッター⁴³の劣化が顕著になってきた。そもそも高音質の音声を記録再生するためにはヘッドとテープの相対速度が高い方が良い。また、ワウフラッターの低減のためにも相対速度を上げる事が必要であった。

対抗するフォーマットも「ハイファイ」という高音質化に取り組んでいたため、これに対抗できるVHS方式での高音質化の技術が不可欠であった。当時の業界ではVHSとの互換性を持ったままでの高音質化は不可能とまで言われていたが、VHS陣営の企業にとってはフォーマットとの競争と言う観点から避けては通れない開発課題であった。

そこで考案されたのが回転ヘッドシリンダ上に音声記録再生ヘッドを搭載し、映像信号と同じ記録トラックに深層記録という方法で音声信号を記録するという方式である。この方式には、同一トラックに深層記録された音声信号が表層に記録された映像信号に影響を与えて互いの信号が劣化するという問題があった。しかし、回転ヘッドシリンダに取り付けられた音声記録再生用ヘッドのアジマスと映像信号記録用のヘッドのアジマスとを異なる角度で取り付ける事によって解決された。テープの表層に記録された映像信

⁴⁰ 機種リーダーとは製品のある機種の製品開発と製品化に責任を負うリーダーである。通常は軽量級プロダクトマネージャに相当する権限を負っている。

⁴¹ ここでの重量級プロダクトマネージャとは藤本・安本(2000)の言う「製品ごとに開発組織の内部統合と外部統合を同時に、かつ強力に推進する。つまり、強力なプロジェクト調整役と強力なコンセプト推進者」という定義に従っている。

⁴² 国立科学博物館 (2001a) pp.208-215.

⁴³ 音質劣化の要因の中でも、主にモーターの回転変動等による音質の劣化のこと。

号と深層に記録された音声信号との間にアジマス角度を設けることによって互いの再生信号への干渉を最小限にできるという方法である。

深層記録によって HiFi 化を行うと言うアイデアは当時の A 社の研究所の一つである音響研究所で考案された。音響研究所は要素技術の製品化を主目的とする研究所で、事業部門での製品化に近い立場の研究所であった。VHS の高音質化技術の実用化は音響研究所で発案されたアイデアを中心として、その他の研究所群を含めてビデオ事業部との共同体制によって行われた。新しいアイデアや方式の実用化には現在の製品を構成するモジュールそのものの変更だけでは不可能な場合が多い。新しいアイデアを実用化するためには現在のモジュールにこだわらず、製品全体の構成を熟知した上で新たな方式を導入するためのシステム全体の見直しと、その結果として新機能をどの様に盛り込むかという再構成が必要になる。その際に、現行のアーキテクチャを大きく変更する事は、それまでに積み上げてきた製造プロセスや品質向上のノウハウなどを大きく変更する事になるため効率が悪くリスクが高い。従って、新たな機能に必要なモジュールはそれまでの製品アーキテクチャの変更が最小限になるように盛り込まれる傾向がある。このような製品開発を行うためには、システム全体を熟知した上で、ジュールの構造と機能とを再度定義しなおすことの出来る、いわゆる擦り合わせ能力が製品開発に必要であったと考えられる。

VHS-HiFi の場合は深層記録と言う新しい方式によって、高音質の音声信号をテープに記録すると言う方式であった。このためには、回転ヘッドシリンダに音声記録再生用のヘッドを追加し、回転トランスも音声信号用に設けるだけでなく、新たに音声信号用 FM 変調器をシステムに追加するという対応が必要であった。VHS-HiFi では、新しいアイデアに基づいてビデオと言うシステム全体にわたって各ブロックの機能を見直し、必要なモジュールは追加したり変更したりすることによって製品開発が進められた。つまり、VHS-HiFi ではモジュールの単なる組み合わせではなく、よりインテグラルな擦り合わせ型の製品開発能力が必要であった。

VHS-HiFi の例以外にも、VHS のフォーマットが変更されるたびに、新たな機能を追加する目的でインテグラルな製品開発能力が必要になった。とはいっても製品アーキテクチャはモジュラー型への移行を停止しているわけではない。徐々にモジュラー度を強めながらも、フォーマット変更の各局面において、製品開発能力としてインテグラルな開発能力が必要になった。いわゆるモジュール間のすり合わせを行う必要があったと言う事である。A 社は競争力のあるモジュールを多く保有していたが、それらをすり合わせることで更に競争力のある製品を開発する事が出来た。モジュール間のすり合わせというのは、新たな機能の実現に際して、各モジュールの機能を熟知し、新たに必要な機能を明確化し、既存の製品アーキテクチャに組み込む最も効率的な方法を考案し、それを組み込む際にモジュール間のインターフェースを再定義し、必要となる新たなモジュールを開発するというプロセスをへて実施されるものである。A 社においてはこういった製品開発能力は研究所群の協力によって維持されていた。これらの研究所では、事業部の設計部門との緊密な情報交換によって、現行の製品の製品アーキテクチャに関する情報が常に共有されていた。ビデオ事業部そのものはモジュラー型へと移行する製品開発を行う部署であるが、フォーマット変更に対応する際には研究所から新しい方式や技術に関

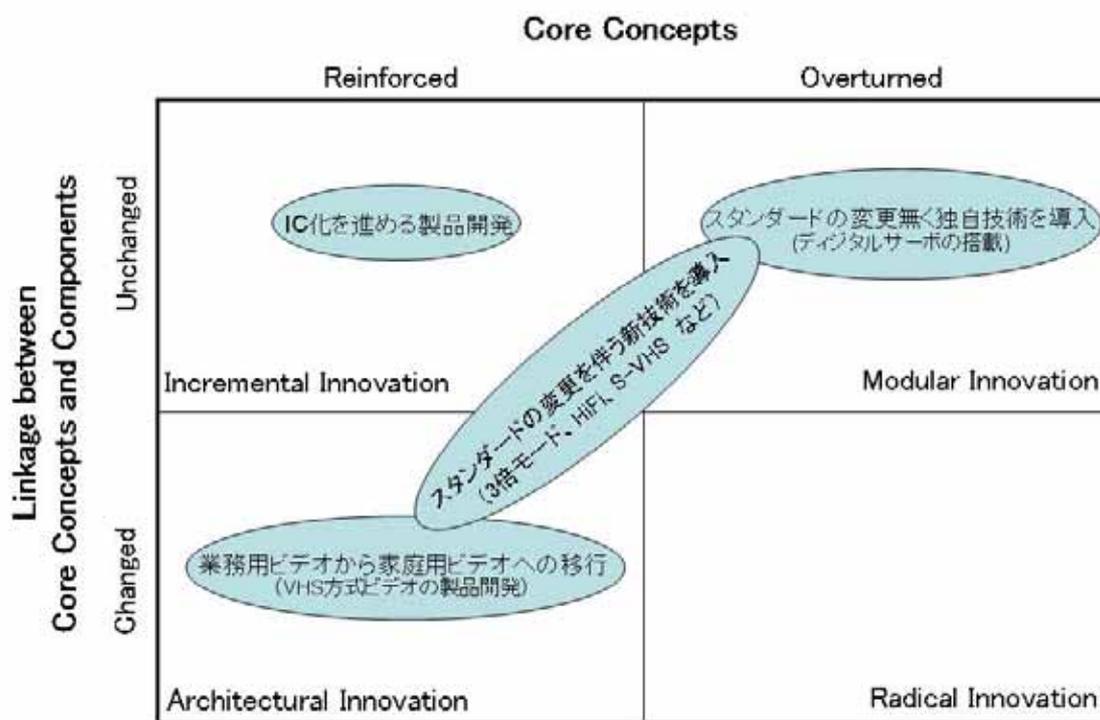
する知識や、ときには開発者そのものの事業部への移転を行うことが効果的に行われていた。

第5章 VHS 方式ビデオの製品開発マネジメント

5.1 製品開発の特徴

VHS方式ビデオの製品開発がどのように行われたのかを検討するに当たって、Henderson⁴⁴によるイノベーションの定義に基づいて、それぞれの製品開発の位置づけを行ったものを図6に示す。

図6 イノベーションの定義の枠組み



Henderson(1990)をもとに筆者加筆

VHS方式のスタンダードがビクターによって提案された当初、各企業は業務用ビデオが中心で、家庭用ビデオとはいっても異なる方式や異なる構造で、互いの互換性が無い製品が乱立している状態であった。その状態から家庭用ビデオに適したカセットテープやビデオの構造を持ったVHS方式が提案された。当時のビデオのドミナントデザインであるヘリカルスキャン方式やアジマス記録方式といった仕組みはそのまま踏襲された

⁴⁴ Henderson and Clark (1990)

が、用途が大きく異なり、ドミナントデザインを踏襲するにしても各部品の構造や部品間のつながりなどが大きく変更された。家庭用向けに小型化、低価格化、長時間記録化、互換性の確保などを実現するためには業務用とは異なる新たな方式が開発されなければならなかったのである。つまり、それまでの業務用ビデオをベースにはしたものの、単なる部品間の関係を改めただけではなく全く新しいアーキテクチャの製品開発が必要であった。例えば VHS 方式を特徴付けている位相シフト記録方式などがそれにあたる。これは小型化と長時間記録を両立させる必要のある家庭用ビデオには不可欠の技術で、単なるモジュールの組み合わせの変更にとどまらない技術である。これらのことから、業務用ビデオから家庭用ビデオへの移行は Architectural Innovation と位置づけることができる。

更に図 5 を基にしてその他の開発の位置づけを行うと、信号処理回路の IC 化(第 1 世代から第 2 世代への移行)は部品やモジュールの統合はあるものの、それらの互いの関係には変化が無く単なる統合化であったことから Incremental Innovation に分類されるであろう。

スタンダードの変更無く独自技術を導入する製品開発は、例えばデジタルサーボ技術の導入(第 4 世代)の例で、従来のアナログサーボに対してサーボ機能ブロックをデジタルサーボに置き換えるということで、サーボ信号処理というモジュール内部に大きな変更があった。しかし、ビデオ全体の製品アーキテクチャから見れば従来のアナログ信号によるサーボ機能ブロックがデジタルサーボによるサーボ機能ブロックに変更されたに留まることから Modular Innovation と考える事ができる。

スタンダードの変更を伴う新技術の導入については、例えば 3 倍モードの開発(第 3 世代)HiFiへの対応(第 5 世代)、S-VHSへの対応(第 6 世代)がある。これらの製品開発得は単なる部品やモジュール内の開発にとどまらず、製品全体を見渡しながら新たな部品やモジュールを追加し、それらを擦り合わせることで各モジュールのどの部分にどのような機能を持たせるかが重要な製品開発の課題であったことから、Architectural Innovationとして分類できると考えられるが、各モジュールの変更を出来るだけ少なくするように製品開発が進められたことから Modular Innovationの性格も持っていたということも出来る⁴⁵。

VHS 方式ビデオが製品化されて以降、事業部ではそれに続く製品開発が行われていたが、その内容は主に Incremental Innovation に分類されるものであった。製品化当初のビデオの価格が家庭用としてはまだ高価であったことから、事業部においてはその製品の低価格化と品質や性能の向上、商品ラインアップの拡充などが中心の業務であった。信号処理回路においては IC 化して多くの機種に使用する事がこれらの課題を解決するための効果的な手段であったことから、積極的に IC 化が行われた。IC 化に際しては各 IC の担当グループごとに開発が進められたが、このためには完成した IC 同士がう

⁴⁵ Hendersonも指摘している通り、Architectural InnovationやModular Innovation等といったそれぞれの領域はきれいに境界があるわけではない。スタンダードの変更を伴う製品開発はArchitectural Innovation の性格が強いということが出来るが、Modular InnovationからArchitectural Innovation という連続したスペクトルの中の「どちらか」というと、Architectural Innovation という意味での位置づけとした。

まくつながるように各 IC 間のインターフェースを事前に定義しておく必要があった。インターフェースを定義し、モジュール化が行われていたのである。つまり、事業部での製品開発は Incremental Innovation を中心に、IC 化という開発において各機能ブロックをモジュール化することで製品アーキテクチャをモジュラー型へと進化させていくというものであった。それに対応して事業部での製品開発体制もモジュラー型製品の開発に適応していった。

デジタルサーボの導入に当たっては、それまでとは全く異なる革新的な新技術に基づいたモジュールの導入が必要であった。しかし、事業部だけで新たな技術開発を行うことは出来なかった。新しい技術を導入するには研究所の参加が必要であった。一方で、研究所ではデジタルサーボという要素技術を開発していたが、製品への組み込みに際しては事業部技術との連携が必要であった。研究所は従来のビデオの構成からデジタルサーボをどの部分にどうやって組み込むかは理解していたものの、サーボ信号処理というモジュールとして製品に組み込む際の仕様や量産工程との兼ね合いにおいて、デジタルサーボの具体的な導入については事業部技術の持っている知識が不可欠であったためである。しかし、導入する事業部側にもリスクが伴う。例えば、デジタルサーボ技術そのものの完成度の問題や、デジタルサーボを導入するメリットが本当に出せるか、あるいはデジタル化することで予測できないトラブルが発生するかもしれない、といった内容である。デジタルサーボの導入は、デジタル化することによって IC 化が容易となり、性能の安定とコストダウンが出来る事を目的としたものであったが、リスクの大きさや導入によって影響を受ける範囲の広さにおいて単なる IC の導入とは異なるものであった。つまり、Incremental Innovation と Modular Innovation との製品開発の事業部に与える影響の差が大きかったことから、これらに対応した製品開発の進め方の切り替えが必要であった。

この様に、スタンダードが一定の期間は、Incremental Innovation であっても Modular Innovation であっても、いわゆるモジュール化が進展する中で製品開発が進行するが、そういった環境においても Incremental Innovation と Modular Innovation では製品開発の進め方を切り替える必要があった。

スタンダードの変化を伴う製品開発では更に異なる製品開発が必要であった。例えば高音質化を目指した HiFi への対応の場合、スタンダードを変えること自身のリスクに加えて、深層記録と言う方式自体が事業部にとって新しい方式であったし、製品アーキテクチャの変化も大きく、新たな方式の導入によって製品単価が上昇し、市場に受け入れられるかどうかというリスクもあった。HiFi を実現する技術開発は研究所によって行われたが、方式の立案と試作実験の段階から事業部の理解と協力を得ながら進められたことが報告されている⁴⁶。つまり研究所での開発期間が助走期間となって事業部の理解を促進し、研究所にとっても導入に関してより具体的な課題と解決策の考案につながるなど、研究所と事業部の連携を強化させる効果があったと思われる。HiFi の実際の導入に当たっては効果が確認されて製品化するまでの間の期間に、同一のスタンダードを支持する他の企業(ビクター、シャープ、三菱、日立等)への提案とスタンダード化の合意が

⁴⁶ 国立科学博物館 (2001a) pp.208-215.

必要であった。他社からの合意が得られるかどうかと言うリスクはあったが、VHS陣営の中でもVHS-5社の技術が突出していたことと、方式との競争に勝たねばならないと言う意識の共有が各社間にあったことがこの方式のスタンダード化を可能にした要因である。特に、デファクトスタンダード化競争を繰り広げていた方式に対する競争意識と危機感、VHS方式のファミリー企業間のあいだで大きな比重を占めていた。競合するスタンダードがある場合には、それへの対抗のために企業間の合意が形成され易いということであろう。

また、事業部においてはこれらのリスクを理解したうえで製品開発を Incremental Innovation から Architectural Innovation に切り替える必要があったが、この決断は事業部長によって行われた。本来、事業部内に Incremental Innovation を行う組織と Architectural Innovation を行う組織とを並存させる事は困難であった。これは、事業部での評価の仕組みや人・物・金といった資源の配分が、現行製品の製品化を優先として行われるために、Architectural Innovation の様な比較的長い期間と大きなリスクを伴う開発を、同じ組織の中で共存させて行う事が難しいと言う背景があるためである。従って、要素技術開発やリスクの大きな研究開発は研究所を中心として行われたが、その製品化になれば事業部も一体となって事業部主導で製品開発が進められる必要があった。スタンダードの変化が起こる製品開発の場合には、この様な製品開発の質の変化が必要であり、A社の場合はこういった変化に対して研究所と事業部との連携によって、事業部での製品開発の進め方の変化、いわゆる製品開発のモード切り替えによって対応したのである。

5.2 ビデオにおける効果的な製品開発

VHS方式ビデオの製品開発には Incremental Innovation、Modular Innovation と Architectural Innovation の3種類の製品開発が必要であった。これらの異なる製品開発をタイミングよく切り替えたことによって長期間にわたる競争力を確保できたと考えられる。

特にスタンダードの変更を伴う新技術の導入を行う場合は、技術の完成度だけではなく市場の反応などの要因もあってリスクが大きかったが、ビデオにおいては方式とのデファクトスタンダードをかけた競争があったため事業部内や企業間の合意を形成し易かったと思われる。また、VHS方式においては、スタンダードの変更においても過去のスタンダードとの互換性を確保した進化を行った事がデファクトスタンダードとしての地位を獲得した要因の一つと考えられている。

事例から明らかになった VHS方式ビデオにおいて効果的であった製品開発をまとめると以下ようになる。

- 製品アーキテクチャはモジュラー型へと移行するが、スタンダードの変更に伴い、製品開発にはモジュール間の擦り合わせが必要となった。スタンダードの変化のタイミングで擦りあわせ型の製品開発を行うことでモジュールの進化の余地を作り、他社

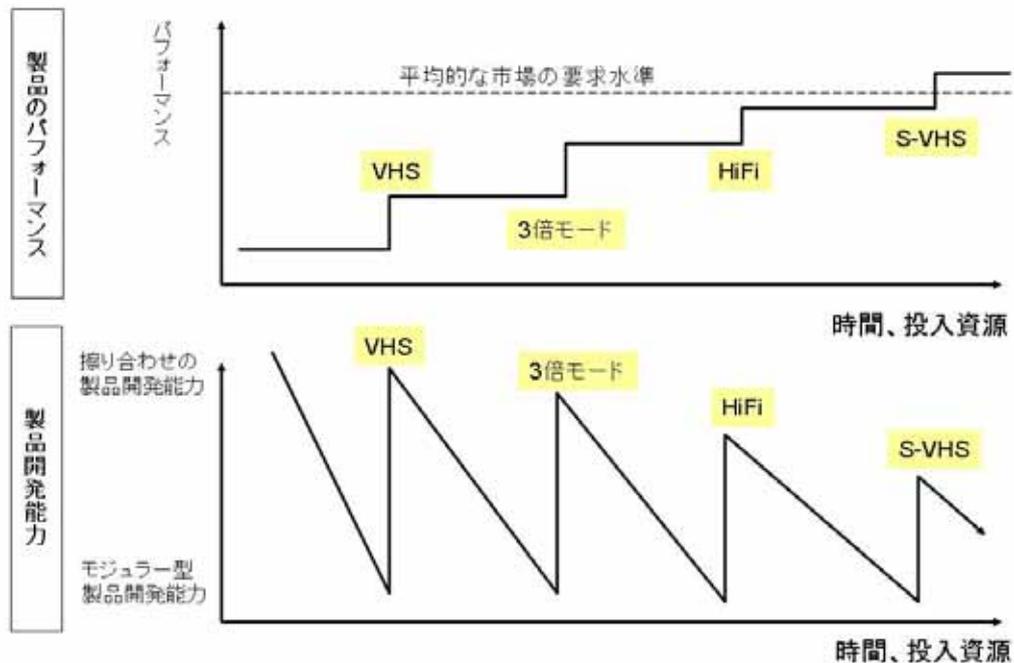
に対する競争優位を確保できた。

- ビデオの製品開発には3つの種類の製品開発があった。すなわち、IC化を進めることによってモジュール化を進める製品開発(Incremental Innovation)、スタンダードを変更すること無く独自技術を導入する製品開発(Modular Innovation)、スタンダードの変更を行う製品開発(Architectural Innovation)があり、これらのマネジメントを切り替えながら行う必要がある。
- 3つのタイプの製品開発にはそれぞれ異なる製品開発能力が必要となった。異なる製品開発能力を一部署で確保する事は出来なかったことから、モジュール化の進む製品開発は事業部で担当し、新技術導入時の新たなモジュールを開発する製品開発は研究所と事業部の連携によって確保された。特にスタンダードの変更に伴う製品開発においては製品のシステム全体や量産までに渡るモジュール間の擦り合わせが必要であるため、技術開発での研究所の役割が大きく、製品化においては事業部の主導による両者の協力が必要であった。
- スタンダードを変える製品開発においては、製品化に先立ってスタンダード変更が必要である。スタンダードの変更に関わる製品開発はビデオの製品開発においては最もリスクの大きな判断が必要となったが、機種リーダーと事業部長との緊密なコミュニケーションによって決断され実行された。機種リーダーは通常、軽量級プロダクトマネージャと位置づけられるが、スタンダードの変更に当たっては事業部長との連携によって重量級プロダクトマネージャとしての役割を担った。

図7にスタンダードの変化を伴う製品開発において、必要となった擦り合わせ能力の程度と、その結果達成された製品のパフォーマンスの程度を模式的に示した。

スタンダードの固定している間はモジュラー型の製品開発が行われていたが、スタンダードが変化する際にはモジュール間の擦り合わせが必要となり、製品開発においては擦り合わせ能力が必要となった。また、スタンダードが進化するたびに製品のパフォーマンスは向上し、市場の要求水準に近づいた。しかし、S-VHSではVHSの技術向上もあって平均的な市場の要求水準を超えたために搭載率があまりあがらなかったと考えられる。

図7 スタンドアードの進化と製品開発能力および製品パフォーマンスの推移



VHS のスタンダードが進化しなければ製品の基本機能の進化が停滞し、製品アーキテクチャのモジュール化の進み方はより急速になり、それによる市場での同質的競争の激化によって製品の価格低下は更に急速に進んだかもしれない。しかし、VHS はスタンダードを進化させることによって製品の基本機能を向上させ、その繰り返しによって製品の性能が市場の要求水準を超えるまでの間、モジュール化の進行を遅らせ、製品開発において擦り合わせ能力を発揮させる余地を作り続けたと見ることが出来る。

本研究の主題ではないが、VHS はムービー用途に向けて派生の VHS-C というスタンダードを構築している。これは市場の要求水準を超えつつある VHS のスタンダードに対して新たな用途に対して価値を持ったスタンダードを構築することによって Architectural Innovation を行い、競争優位を確保できる領域を広める効果があったであろう。スタンダードが固定されると急速にモジュール化が進み、製品開発における日本企業の強みを発揮する余地が小さくなると共に、市場では製品の同質的競争が進行するため単なる低価格化競争に陥り易い。VHS-C という派生のスタンダードを構築することも競争の土俵を移すという意味から重要である。しかしいったん構築された VHS-C というスタンダードでは、その中でまたモジュール化が急速に進む。ここでも小型軽量化を進めたりスタンダードを進化させることによって、製品開発における擦り合わせ能力を発揮できる余地を作っていく事が必要である。

ビデオの事例を基に、スタンダードに対応した民生用 AV 機器での効果的な製品開発をまとめると以下のようなになる。

1. 製品アーキテクチャはモジュラー型に移行するが、スタンダードの進化によって製品開発の擦り合わせ能力を発揮する余地が生まれる。従って、適当なタイミングでスタンダードの進化を生むことで競争優位が維持できる。
2. 製品開発においては3種類の製品開発を使い分ける、いわゆる「製品開発のモード切替」が必要である。
3. 3種類の製品開発には異なる製品開発能力が必要で、これらの能力は事業部と研究所の連携によって獲得される
4. 製品の重要な局面では重量級プロダクトマネージャの役割を担う事が必要である。この点において事業場トップの役割が重要である。

これらの内容はビデオの製品開発の事例から抽出されたが、今後他の製品や他社の事例に対しても研究を蓄積し、それらを含めた適用性の分析が必要であろう。

第6章 デジタル AV 機器の製品開発マネジメント

6.1 スタンドアードをめぐる競争環境の変化

前章までのビデオの事例分析によって明らかにした点を踏まえて、現代の民生用 AV 機器の環境を反映させながら、民生用デジタル AV 機器の製品開発マネジメントのあり方を探ることとする。まず、スタンダードとモジュール化という観点での環境の変化を、VHS 当時と比較すると以下の項目が上げられる。

- デファクトスタンダードを握れば莫大な収益が得られることを企業が学習した⁴⁷
VHS の例や Windows 等の例によって、デファクトスタンダードを握れば高収益を得ることができるが、反対に競争に敗れば大きな損失をこうむることを多くの企業が学習した。一方で、Windows 等の事例によって数少ない企業だけが莫大な利益を獲得することに対する反感が強くなってきたことも事実であるが、このような環境はデファクトスタンダードの構築やその進化をめぐる競争を過激化する方向に作用すると思われる。
- スタンドアードへの参入企業が多い
上記にも関連して、必然的にスタンダードには多くの企業の参加が不可欠になる。これらの参加企業のスタンダードに対する姿勢は統一されているわけではないため、同質的な派生のスタンダードの出現と言った様に、各社の思惑によってスタンダードの進化の方向がまとまり難い事が想像される。
- 企業間の技術レベルの差が小さくなった
ビデオやそれに続く高度な技術を要する製品が製品化されるにつれて、各企業で保有する技術レベルが向上し、企業間の技術レベルに大きな差がなくなってきている。そのため、一度スタンダードが公開されれば、短期間の中に多くの企業から同等の機能を持った製品が製品化される可能性が高くなってきた。
- 製品化に必要な技術や知財もグローバルな規模で企業間に分散している
スタンダードの構築には、それを実現するための知財が各企業の製品に使用できる仕組みを作る事が必要である。現代のデジタル AV 機器には多くの知財が使用されているが、製品化に必要な知財は多くの企業に分散する傾向が顕著である。従って、これらの知財を企業間で、ある条件のもとに提供しあう仕組みの構築には多くの企業の参加が必要である。これによって、参加企業が増える事による競争の激化や、知財収入を独占し難くなってきた事が最近の状況である。
- 市場参入企業が多く、同質的競争による製品の価格低下が早い。
デジタル化することによって、モジュール化の進行が急速になり、すぐにモジュールを入手できる様になる。これらのモジュールを組み合わせることで製品化が可能になり、低価格化競争に陥る要因となっている。また、キーデバイスを供給する企業も国際間で競争を行うため、キーデバイス自身を安価で入手することができる状況になりやすい。多くの企業がこれらを用いて製品化するため、製品の同質化と低価格化が急速に進行する。

⁴⁷ 山田 (1999) pp20-21.

現代においてスタンダードを構築しようとするれば、多くの企業に参加を募って必要な技術を提供しあう仕組みを作る事が必要であるが、それによって技術の共有化が進み、結果的にモジュール化が進展する。こういった状況にどの様に対応するのかと言う事は、民生用デジタル AV 機器メーカーにおいて非常に重要な課題である。

6.2 デジタル AV 機器の効果的な製品開発マネジメント

民生用 AV 機器業界では、前述のように、デジタル化によるモジュール化の進展や、スタンダードに関する環境が変化している。

本研究でも明らかになったように、製品アーキテクチャはインテグラル型からモジュラー型へ移行する特性がある。VHS の事例では、スタンダード化することも製品アーキテクチャをモジュラー型へ移行させる要因であった。VHS の事例ではこれに対してスタンダードの主導を取る企業が、適当なタイミングでスタンダードの変更を行うことで製品の本質的な機能を進化させる事によって製品を構成するモジュール間の擦り合せの余地を作り出し、必要なキーデバイスの進化の余地を作り出したと言える。VHS のメーカーはこの時点において得意とする擦り合せ能力を発揮する事で、モジュールの陳腐化を防ぎ、それによって製品の競争力をも保ったと言う事ができる。

以上を背景として、デジタル AV 機器における効果的な製品開発の進め方の指針として以下の様に考える。

まず、スタンダード化をするのかしないのかという戦略の選択が大きな比重を占める事は言うまでも無いが、たとえスタンダード化された製品であっても製品の本質的な機能を進化させるための技術革新を止めてはならないということが言えるであろう。VHS とは異なり、現代においてはスタンダードの構築には多くの企業の参加が必要である。従ってスタンダードのコントロールは困難度を増しているが、新たな用途の開拓を含めて技術進化を継続する事が必要である。これによってスタンダードを進化させることができ、製品の新たな価値を創造することができる。スタンダードの変更のタイミングは市場環境によって図られるべきであるが、効果的にスタンダードを進化させることができれば、製品開発において日本企業の得意な擦り合わせ能力を発揮する機会が増え、更に新たなモジュールの組替えの可能性も増える事から日本企業の競争力を維持できると思われる。

次に、モジュール化が進む事を前提とした製品開発が必要である。新しい機能を持った新製品は当初はインテグラル型の製品アーキテクチャを持っているが、製品の世代が移るたびにモジュラー型へと移行する。特にデジタル化された製品の場合はモジュール化が急速に進み、そのモジュールを供給するメーカーもすぐに現れるために製品の同質化が進み易い。このため、新しい製品を製品化する当初から、モジュラー型の製品で競争するのか、キーデバイスで競争優位を築くのかの戦略を構築しておく必要がある。キーデバイスで競争優位を築くことを選択した場合、キーデバイスも競争にさらされており、その結果陳腐化もすることを想定しておく必要がある。また、自社でキーデバイスを持つ

ことは自社の製品アーキテクチャをモジュール化することに繋がるが、いったんモジュールが設定されるとその部分の進化はモジュール内の進化に限定される恐れがある。製品の進化がモジュールの進化に限定されれば製品の本質的な機能の進化は停滞するし、企業での製品開発もモジュラー型製品の製品開発に適応すると、製品機能の本質的な進化に対応できなくなることも考えられる。もともと各社の技術レベルの差が小さいことから他の企業の追従も早くなる。従って、キーデバイスとしてモジュール化の流れは止められないものの、モジュールの組換えを起こすような技術開発を継続し、それをキーデバイスに反映する事が必要であろう。VHSにおいては研究所の有効活用が行われたが、この件においては現代においても同様であろう。モジュール化に対応した Incremental Innovationと製品アーキテクチャの進化に関わる Architectural Innovationの両方を事業部だけで行うことは困難である⁴⁸。

また、キーデバイスを単体として保有するのではなく、複数の種類の関連するキーデバイス群を構築する事も効果が有ると思われる。キーデバイスそのものはインテグラルな構造を持ち、日本企業の得意な擦り合わせ能力を発揮し易いが、単体としてのキーデバイスだけで無く、キーデバイス間の擦り合わせを行うことによって、単にキーデバイスを組み合わせただけでは得られないような効果を発揮する様に構成する事ができる。例えば液晶パネルに液晶のドライバー回路をパターンニングする技術や、プラズマディスプレイとその特徴を引き出すドライバー回路の組み合わせ、デジタルカメラの非球面レンズユニットと手ブレ防止機構及びCCD⁴⁹ユニットの組み合わせなどである。これらのキーデバイスを組み合わせ、それらの擦り合わせによって相乗効果を引き出す事ができれば、キーデバイス単品の競争に陥るリスクを回避する事ができると思われる。

日本企業の特徴として、キーデバイスの供給メーカーは同時に完成品も製品化しているという事がある。従って、自社のキーデバイスを他社にも供給するかどうか重要で困難な選択肢になるが、完成品の性能や品質を向上させる技術をキーデバイスに反映できる点でキーデバイスでの競争優位を築くことも出来る。その上でキーデバイスの供給を行うことを選択した場合には、キーデバイスに搭載する技術をブラックボックス化する必要があるが、それだけではなく複数のキーデバイスを組み合わせることができれば自社の競争優位を持続する事ができると考えられる。キーデバイス間の組み合わせによる相乗効果を促し、キーデバイスの同質化を防ぐ事ができるからである。また、キーデバイスを組み合わせたプラットフォームを構築し、それを自社内の多くの用途で活用し尽くす事で競争力のある製品が幅広く製品化できれば、モジュール化の進む製品においても競争優位を獲得できると考える。

こう言った活動を行うためには研究所との緊密な連携が不可欠である。最近ではデジタル化とモジュール化によって製品開発サイクルが短縮しており、製品開発リソースとして研究所の前線シフトによって、往々にして現行製品の短期的な製品開発に研究所のリソースを費やしがちであろうと思われる。しかし、製品の基本機能を進化させ、モジュ

⁴⁸ Henderson and Clark (1990)

⁴⁹ CCDとはCharge-Coupled Device(電化結合素子)の略。デジタルカメラなど撮像素子として使われている。

ールの組換えを起こすような技術開発は事業部で行われるモジュラー型製品の製品開発とは異なる能力が必要である。更に、中・長期的な時間軸での取り組みも必要である。研究所と事業部との役割分担において近視眼的にならない開発の進め方を双方で確認しあう事が必要である。

更に、この様な対応を行ったとしてもデジタル化した民生用AV機器の同質化と低価格化は避けられないかもしれない。なぜなら、急速な技術の進化とモジュール化によって同質化が進む以外にも、市場で必要とされる機能を技術の進化が上回ってしまう事も予測されるからである。技術が市場のニーズを超えてしまうと、最新の技術を搭載した製品であっても市場から価値を認めてもらうことは不可能である。ビデオの例でS-VHSの搭載率が進まなかったのはこのためである。そうなれば市場での低価格化は急速に進む。低価格化した製品において低コスト地域への生産の移転は必然的なものと思われる。しかしその場合でも、単なる海外展開ではなく海外での競争優位を持って移転を行う事が不可欠になるが、これを実現した例として米国HDD(Hard Disk Drive)メーカーの海外戦略による価値獲得の仕組みは参考になるであろう⁵⁰。

最後に、従来から家電におけるプロダクトマネージャは軽量級のプロダクトマネージャとしての役割であった。しかし、製品の基本機能を進化させスタンダードの進化を促す製品開発は、収益の期待値も大きいがリスクも大きく、製品コンセプトの立案から販売に到るまでの事業のプロセス全体をマネジメントする必要がある。従来から、このような責任範囲は重量級プロダクトマネージャの役割であるとされていたが、VHSの事例ではこのような機能を果たさなければならなくなったときに、部門のトップと現場のリーダー(機種リーダー)との緊密な連携によって実行された。デジタルAV機器においても、常に重量級プロダクトマネージャが必要という訳ではないが、必要な局面においてはすばやい対応が取れるように、普段から部門のトップと現場のリーダーとの間のコミュニケーションを緊密にしておくと共に、事業部の製品開発においては事業部トップを中心としたメリハリのある製品開発の推進が必要であろう。この観点で、事業部トップの役割は重要性を増しているという事ができる。

⁵⁰ McKendrick (2002)

第7章 まとめ

本研究ではビデオの信号処理回路を分析する事によって、その製品アーキテクチャの進化を初期の製品から世代を追って分析した。その際に、新技術の導入やスタンダードの進化との対比において、製品アーキテクチャの進化のメカニズムを明らかにした。また、製品アーキテクチャの進化に伴って必要となった製品開発を整理し、それぞれに対応した製品開発がどの様に行われたのかを明らかにすることによって、競争優位を構築し長期間維持した製品開発のあり方を明らかにした。また、それをもとに現代の製品開発における指針をまとめた。

本研究ではスタンダード化が重要な意味を持つ民生用AV機器の代表例としてビデオを取り上げて分析したが、現在のDVDや次世代DVD⁵¹などのメディアにおいても、いったんスタンダードを構築した後どの様にして競争優位を持続するかが課題であり、今後の製品開発をいかに戦略的に進め得るかが重要な鍵となる。また、各種の記録再生装置はスタンダード化されたインターフェースによって機器と接続されているが、ここでも製品開発がスタンダードの進化にどの様に対応し競争優位を構築していくかが課題となる。

しかし、一概に民生用 AV 機器とはいっても製品分野が広く、それぞれの製品は異なる環境の中で製品化されているため、本研究を全ての民生用 AV 機器に転用することはできないかもしれない。今後も民生用 AV 機器分野において更なる事例研究の積み重ねが必要であろう。

それにしても製品アーキテクチャと言う切り口から民生用 AV 機器を捕らえると、多くの有益な示唆が得られた。特に、製品アーキテクチャを静的なものではなくダイナミックに変化するものとして捕らえなおすと、モジュール化が進み競争の激化する民生用 AV 機器分野において、競争優位を構築するための糸口が見えてくるのではないかと考える。過去に多く公開された理論は PC 分野や自動車分野のモジュール化を扱ったものが多いが、民生用 AV 機器の製品アーキテクチャについて更に多くの研究が成され、得られた論理を現実の製品開発に反映させる事が重要である。

最初は IBM によって構築されたコンピュータの製品アーキテクチャが、その後マイクロソフトやインテルによって主導権を握られている。いったんは製品アーキテクチャを支配した企業であっても、次の時代でも主導を取り続ける事は困難な事なのである。時代をリードする製品アーキテクチャを生み出すことは、基本的には新たな価値を創造しようとする営みの結果である。そう考えれば、製品開発の本質として重要な事は、既存の成功事例にこだわることなく、その時代の環境に照らしながら新たな価値の創造を行うことであり、そのための革新を継続する事なのである。

企業での製品開発を行う筆者にとっても、スタンダード化とモジュール化への対応は避けて通れない課題である。技術の急速な進化によって競争環境が大きく変化する中で、製品開発の本来の目的である新たな価値の創造を継続するには、スタンダード化とモジュール化の功罪を理解したうえで、製品開発を戦略的に行う事が必要である。

⁵¹ 次世代DVDとしてはHD - DVDとBlu-rayとの2つのフォーマットがデファクトスタンダードをめぐって競争を繰り広げている。

【参考文献】

- Hagi A. (2005) 「デジタル家電産業のイノベーションと競争優位：多面的プラットフォームの重要性」 REITI 資料。
- Henderson R., and K. Clark (1990) “Architectural Innovation : The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms” *Administrative Science Quarterly*, vol.35, pp,9-30.
- McKendrick D., R. F. Doner, and S. Haggard (2002) 『From Silicon valley to Singapore Location and Competitive Advantage in the Hard Disk Drive Industry』 Stanford Business Books.
- A. ガワー・M, クスマノ (2005) 『プラットフォームリーダーシップ -イノベーションを導く新しい経営戦略』 小林敏夫訳, 有斐閣。
- C. クリステンセン・M. レイナー (2000) 『イノベーションのジレンマ -技術革新が巨大企業を滅ぼすとき』 玉田俊平太・伊豆原弓訳, 翔泳社。
- C. クリステンセン・M. レイナー (2003) 『イノベーションへの解 -利益ある成長に向けて』 玉田俊平太・櫻井裕子訳, 翔泳社。
- F. スアレス・J. ランツォーラ (2005) 「先行者利得の真実」 『ハーバードビジネスレビュー』 ダイヤモンド社 2005年8月号, pp.20-33.
- K.Y. ボールドウィン・K.B. クラーク (2004) 『デザイン・ルール -モジュール化パワー』 安藤晴彦訳, 東洋経済新聞社。
- 青木昌彦・安藤晴彦 (2002) 『モジュール化 -新しい産業アーキテクチャの本質 経済産業研究所・経済政策レビュー』 東洋経済新聞社。
- 伊丹敬之・伊丹研究室 (1989) 『日本の VTR 産業 なぜ世界を制覇できたのか』 NTT 出版。
- 伊藤宗彦 (2005) 『製品戦略マネジメントの構築 -デジタル機器企業の競争戦略』 有斐閣。
- 菅四郎・小林幹昌 (2002) 「わが国電気機械産業の課題と展望」 日本政策投資銀行調査レポート。
- 魏晶玄 (2001) 「製品アーキテクチャの変化に対応する既存企業の組織マネジメント」 『組織化学』 Vol.35 No.1, pp.108 - 123.
- 楠木建・H. W. チェスプロウ (2001) 「製品アーキテクチャのダイナミックシフト」 (藤本隆弘・青島矢一・武石彰編著 『ビジネスアーキテクチャ -製品・組織・プロセスの戦略的設計』 有斐閣。)
- 慶応大学ビジネススクール 「日本ビクター -家庭用 VTR プロジェクト-」 KBS ケース 5195。
- 国領二郎 (1999) 『オープンアーキテクチャ戦略 ネットワーク時代の協働モデル』 ダイヤモンド社。
- 国立科学博物館 (2001a) 『VTR 技術開発資料集 :国立科学博物館技術の系統化調査報告 1』

- 国立科学博物館 (2001b) 『VTR 技術開発資料集 : 国立科学博物館技術の系統化調査報告 2』
- 国立科学博物館 (2001c) 『VTR 技術開発資料集 : 国立科学博物館技術の系統化調査報告 3』
- 柴田友厚・玄場公規・児玉文雄 (2002) 『製品アーキテクチャの進化論 システム複雑性と分断による学習』 白桃書房。
- 柴田友厚 (2004) 「技術規格の業界標準化プロセス」 (新宅純二郎・浅羽茂編著『競争戦略のダイナミズム』 日経新聞社。)
- 新宅純二郎・許斐義信・柴田高編著 (2000) 『デファクト・スタンダードの本質 - 技術覇権競争の新展開』 有斐閣。
- 鶴光太郎 (2002) 「モジュール化の経済学」 RIETI ディスカッションペーパー。
- 中川靖造 (1984) 『日本の磁気記録開発 - オーディオとビデオに賭けた男たち』ダイヤモンド社。
- 日本経済新聞 (2005) 世界情報通信サミット特集基調講演 「業界の垣根、一層低く」 3月30日版。
- 日本ビクター (1987) 『日本ビクターの80年』 日本ビクター, pp.112-134.
- 延岡健太郎 (1997) 『マルチプロジェクト戦略 - ポストリーンの製品開発マネジメント』 有斐閣。
- 延岡健太郎 (2004) 『製品開発の知識』 日経文庫。
- 延岡健太郎、上野正樹 (2005) 「中国企業の情報家電における競争力」 REITI ディスカッションペーパー。
- 原田益水 (1996) 『VTR の全て』 電波新聞社。
- 一橋大学イノベーション研究センター (2004) 『イノベーション・マネジメント入門』 日本経済新聞社。
- 藤本隆宏・安本雅典 (2000) 『成功する製品開発 産業間比較の視点』 有斐閣。
- 藤本隆宏 (2001) 「アーキテクチャの産業論」 (藤本隆弘・青島矢一・武石彰編著『ビジネスアーキテクチャ - 製品・組織・プロセスの戦略的設計』 有斐閣。)
- 藤本隆宏 (2002) 「製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート」 RIETI ディスカッションペーパー。
- 藤本隆宏 (2003) 『能力構築競争 日本の自動車産業はなぜ強いのか』 中公新書。
- 松下電器 (2005) 「ビデオレコーダー ビデオテープレコーダーから DVD レコーダーへ -」 『Matsushita Technical Journal』 Vol.51 No.2, pp.108-115.
- 松下電器 (2005) 「半導体 デジタル民生機器を支える半導体ソリューションの追求 -」 『Matsushita Technical Journal』 Vol.51 No.3, pp.276-297.
- 山田英夫 (1999) 『デファクトスタンダードの経営戦略 規格競争でどう利益をあげるか』 中公新書。
- 山田英夫 (2004) 『デファクト・スタンダードの競争戦略』 白桃書房。

ワーキングペーパー出版目録

番号	著者	論文名	出版年
2004・1	村木 美紀子 澤田 明宏 藤田 清文 池田 周之 中井 雅章	ベンチャー企業の新規株式公開における企業価値評価について —アンジェス・エムジー株式会社をモデルとして—	9/2004
2004・2	澤田 明宏	不確実性下の発電設備の価値評価	3/2005
2004・3	河合 伸	情報システム導入時に発生する混乱の実態と解決の方向性 —ERPに代表される業務パッケージの導入に着目した研究—	3/2005
2004・4	矢崎 和彦	持続的競争優位源泉としての経営理念とデザインシステム —志と顧客価値を結ぶ文化技術—	3/2005
2004・5	柴原 啓司	東証マザーズ上場企業の財務パフォーマンスと資金調達—ベン チャー・ファイナンス市場の活性化のために—	3/2005
2004・6	宮入 康	飲料メーカーのチャンネル対策としてのブランド変更の意味につ いて	3/2005

番号	著者	論文名	出版年
2005・1	赤坂 朋彦 大橋 忠司 北林 明憲 中島 良樹 古谷 賢一 山本 守道	官僚制組織における個人の自立性支援 －大手企業4社のアンケート調査から－	4/2005
2005・2	手島 英行 柳父 孝則 山本 哲也 和多田 理恵	人材ポートフォリオにおける人材タイプ別人的資源管理施策の 考察－職務満足要因の探求と職務満足次元との関係－	4/2005
2005・3	芦谷 武彦 栗岡 住子 佐藤 和香 村上 秀樹	企業組織における正社員とパートタイマーの価値観、準拠集団、 成果に関する考察－物品販売会社A社のアンケート調査から－	4/2005
2005・4	婁 薫	会社分割を利用した事業再生手続モデル	9/2005
2005・5	和多田 理恵	ベンチャー系プロフェッショナル組織におけるコア人材のコミ ットメントに関する研究－伝統的日本企業との比較分析－	10/2005
2005・6	本郷 晴	特殊鋼の製品開発マネジメント	11/2005
2005・7	高田 壮豊	Comparative Analysis of Organizational Commitment in Medical Professionals	11/2005
2005・8	松永 好弘	技術のモジュール化と転用の理論	11/2005
2005・9	加藤 正明	地域とモノの間におけるブランド拡張の研究～適合基盤として のライフスタイルについて～	11/2005
2005・10	桑本 誠	民生用 AV 機器におけるモジュラー型製品の製品開発マネジメ ント	11/2005