

平成17年9月修了
博士（学術）学位論文

ナショナルコンソーシアムによるシーズ指向型イノベーション
に基づいたHDTV受信機事業創造に関する研究

Research on business creation of HDTV receiver
based on the seeds-oriented innovation by a national consortium

平成17年6月17日

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻（起業家コース）

学籍番号 1066004

茅嶋 宏

Hiroshi Kayashima

目次

要旨	1
第1章 序論	5
1.1 本研究の背景	5
1.1.1 HDTVの事業化	5
1.1.1.1 伝送規格のシステム要求と方式決定	5
1.1.1.2 HDTVの製品開発	7
1.1.2 HDTVのデジタル化	8
1.1.3 HDTVの現状	10
1.2 本研究の目的	12
第2章 シーズ指向型イノベーションに基づいた新事業創造における 経営課題と対応策	14
2.1 シーズ指向型イノベーション	14
2.2 莫大な費用を要する研究開発の進め方	16
2.2.1 アライアンス	17
2.2.2 コア・コンピタンス経営（選択と集中）	19
2.2.3 コンソーシアム型規格標準化	20
2.3 不確実な市場の評価・技術戦略	22
2.3.1 不確実な市場の評価	22
2.3.2 不確実な市場の技術戦略	27
第3章 HDTV受信機のプロトタイプ開発	30
3.1 共同開発のスキーム	30
3.1.1 アライアンスの内容	30
3.1.2 標準化・仕様開発の課題	33
3.2 共同開発の内容	35
3.2.1 暫定規格のプロトタイプ開発	35
3.2.1.1 ハイビジョン受信機の概要	37
3.2.1.2 MUSEデコーダの構成	39
3.2.2 MUSE方式の性能改善・衛星放送実験	42
3.2.2.1 MUSE方式の性能改善	42
3.2.2.2 衛星放送実験	45

3.2.3	第1世代LSI開発	48
3.2.3.1	LSI化の特長	49
3.2.3.2	第1世代LSIの分担と構成	50
第4章	HDTV受信機の製品化	54
4.1	マーケティングの課題	54
4.2	新たなアライアンス	58
4.3	技術開発による性能向上	61
4.3.1	輝度信号処理部における性能向上	62
4.3.2	色信号処理部における性能向上	66
4.4	小型/量産化における品質向上	69
4.5	受信機の低価格化	71
第5章	放送のデジタル化によるHDTVの進化	72
5.1	テレビ受信機のデジタル化	72
5.2	技術革新の不連続性	75
5.3	デジタルHDTV受信機の開発	79
5.3.1	DTV放送デコーダ	79
5.3.2	高精細プロジェクションTV	85
5.3.3	米国地上デジタルTV放送の現状	86
第6章	HDTVコア技術の展開と新事業創造	89
6.1	家電機器のデジタル化・ネットワーク化	89
6.2	ネットワーク機器の製品開発	92
6.3	技術の応用分野への転換	96
6.4	新たなビジネスモデルの検討	98
6.5	HDTV受信機事業創造の障壁モデル	102
第7章	結論	105
	謝辞	109
	参考文献	110

論文要旨

本論文は筆者が受けた大学教育、社会人としての実践経験を基礎知識・見識として、高知工科大学大学院 起業家コース 博士後期課程において行った研究をまとめたものである。

本テーマは、NHKを中心としたHDTV (High Definition Television : 高品位テレビ) の基礎研究成果をもとに、民間ナショナルコンソーシアムにて受信機開発を行い、世界に先駆けて事業化まで成功させた日本発の大型イノベーションに関し、開発から新事業、産業化へと展開する全過程に参画した筆者が、その課程を起業工学の視点から分析を行ったものである。

本論文は第1章から第7章で構成される。

第1章

本研究の背景を放送産業・技術の観点から述べ、本研究の意義と目的を明らかにする。まず、本研究の背景として、NHKの基礎研究からHDTVの事業化までの内容についてふれ、次に、HDTVのデジタル化の経緯と日本におけるデジタルHDTV (デジタル放送対応のHDTV) の現状について述べる。

そして、世界に前例のないNHKの新しい技術シーズであるHDTVの提案と、純民間ナショナルコンソーシアムにより、その開発実用化を目指した「シーズ指向型イノベーション」の具体例を取り上げ、その成功要因をMOT (Management of Technology)の視点から分析し、体系づけるとともに今後の展開を示すことが、本研究の目的であることを示す。

第2章

知識によるイノベーションである「シーズ指向型イノベーション」の特徴を述べ、過去の事例である「HDTV受信機事業創造」に関する経営上重要な課題として、「莫大な費用を要する研究開発の進め方」と「不確実な市場の評価・技術戦略」の2つを取り上げ、その具体的な対応策を明らかにする。

HDTV受信機事業創造の段階で、業界における需要や技術の不確実性は、事業遂行において高いリスクを伴っており、全て自社で開発する場合、資産、資源または組織能力に関して莫大な費用と時間を要するため、このリスクはさらに増大することになる。そこで、リスクを回避するための主な対応策として、

「アライアンスによる資源の共有およびリスク分散」、「コア・コンピタンスに経営資源を注力（選択と集中）」、「コンソーシアム型の規格戦略」の3つを取り上げる。

一方、新しい技術の市場評価は、その技術について何も知らない顧客から、今まで存在しなかった商品の需要を予測する不確実なものであり、技術開発の動向や、市場がその技術を受け入れる時間の予測が困難であるが、テクノロジー・ライフサイクルにおける顧客セグメントを分析する手法により、「顧客セグメントと受容までの時間」、「顧客セグメントと技術戦略」を検証する。

第3章

NHKと共同開発メーカー11社で結成されたナショナルコンソーシアムにおける、筆者らのHDTV受信機のプロトタイプ開発を取り上げ、最初に共同開発のスキームと規格の標準化に関する分析を行い、次いで研究成果を示す。

開発の初期段階で、筆者らは、国際科学技術博覧会（科学万博 - つくば'85）での本格的なデモンストレーションに向けて「ハイビジョン受信機」を開発し、NHK暫定規格の実証実験と性能検証を行った。これらの開発内容と検証結果を示す。次に、この暫定規格の実証実験で明確になった伝送方式のMUSE（Multiple Sub-Nyquist-Sampling Encoding）方式の技術課題が、「再生画像の画質向上」、「S/N改善」、「映像・音声の安定な再生」であり、これらの課題を解決するために採用された技術を分析する。また、これらの性能改善効果を確認し、規格を標準化するために実施された衛星放送実験の内容を検証する。

最後に、ナショナルコンソーシアムで開発された「第1世代専用LSI」を使用した小型・低消費電力のHDTV受信機の開発内容と成果を示す。

第4章

1991年より1日8時間のハイビジョン試験放送が開始され、市場と技術の不確実性が十分に低下した技術の成熟段階を迎える。そして、新たな放送サービスを期待して3種類の新しい家庭用TVが製品化された。まず、この新しい家庭用TVの製品化開発に関わる筆者らのマーケティング戦略、経営戦略、技術戦略を、製品ロードマップとポジショニングを分析して明確にする。

次に、開発費投入リスクを回避しつつ参加企業の市場での地位向上を実現する目的で結成された新たな企業連合における、筆者らの「HDTV受信機用第2世代専用LSI」の開発内容を検証する。開発コンセプトは、技術開発による性能向上、小型/量産化における品質向上、低価格化、海外メーカーへ

のアクセス対応（日米貿易摩擦への対応）であった。

最初に、各社チップ分割等のアライアンスにおけるスキームの概要を説明し、次いで、～ の開発内容を示す。特に、～ に関する筆者の独自の研究成果である「輝度信号処理部における性能向上」と「色信号処理部における性能向上」の内容について詳細に検証する。第2世代LSIの製品開発により、1994年には市場価格50万円を切るハイビジョンTVが製品化され、以後、順調に普及していく。

第5章

近年の半導体技術の進歩にて、低コスト、低消費電力、高速なデジタル映像信号処理が可能となった結果、1980年代後半には、民生用TVのデジタル化・高性能化が急速に進んだ。このTV受信機のデジタル化の流れを分析し、次に、アナログカラーTV IDTV (Improved Definition Television) ハイビジョンTVという民生分野の技術の流れが、持続的イノベーションであることを示す。そして、民生分野と異なる通信分野のバリューネットワークで発展した、動画圧縮技術のMPEG-2技術が、クリステンセンの言う破壊的技術として民生分野のバリューネットワークを侵食し、デジタルHDTVがハイビジョンTVにとって代ったことを示す。

また、1998年11月から全米主要10都市の24局で実施されたデジタルTV (DTV) 放送開始に照準を合わせて、筆者らは、世界で初めてデジタルHDTV受信機を製品化した。この開発内容の詳細を示し、米国地上波デジタルTV放送の現状について分析する。

第6章

デジタル化により放送と通信の連携が可能となり、家電機器のネットワーク化が進むこと、ネットワーク規格が標準化されて将来はデジタルHDTVを中心とする家電機器によるホームネットワークが構築されることを検証する。そして、ネットワーク機器の製品開発事例として、2002年に筆者らが米国にて製品化したプロジェクションTVとデジタルVHSの開発内容を示す。

また、新たな技術革新は、技術の応用分野のシフトにて生まれる可能性が高いことを示し、通信分野であるインターネットの技術を放送分野であるデジタルHDTVへ適用する例として、インターネットTVについて検証する。

最後に、新たなビジネスモデルについて検討する。まず、ゲーム理論に基づく戦略論に従い、デジタルHDTVを製造・販売するメーカーを取り巻くビジネ

ス全体の価値相関図を作成、個々のプレイヤーとその役割を明確にし、新たなビジネスモデルを提案する。次いで、筆者によるHDTV開発事例の検証・分析結果が、結果として連続する事業創造の障壁をブレイクスルーする普遍的なモデルを導出していることを示す。

第7章

新しい技術シーズであるHDTVの事業化を目標に、ナショナルコンソーシアムおよび大規模な国際企業連合にて実践した「シーズ指向型イノベーション」を取り上げ、莫大な費用を要する開発におけるリソースマネジメント、そのためのアライアンス戦略、標準化に対する課題、不確実な市場に対するマーケティング手法を、プロジェクトの進行する各フェーズに対して実経験を踏まえた解析を行い、結果として連続する事業創造の障壁をブレイクする普遍的なモデルを導出した。研究成果を総括して、本研究の結論を示す。

第1章 序論

従来、日本ではプロセス・プロダクトイノベーション型の産業創造が主流をなしてきた。しかし、今日では世界経済のグローバル化により、経済学という生産資源、すなわち土地、労働、資本からの競争優位を得ることは困難であり、独創性に満ちたシーズ指向型イノベーションに基づく事業創造の必要性が共通認識となってきた。

本研究では、このシーズ指向型イノベーションに基づく産業創造の典型事例として、筆者らが世界に先駆けて提案した「HDTV (High Definition Television)」を取り上げる。

1.1 本研究の背景

1.1.1 HDTVの事業化

HDTVの研究開発は、1964年にNHK放送技術研究所で開始した。

1970年に走査線数1125本、2:1インタレース、アスペクト比5:3のNHK暫定規格が決まり、このスタジオ規格に従い、撮像システム、記録装置、伝送方式、大画面用ディスプレイなどの研究開発がスタートする。そして、伝送規格としてMUSE (Multiple Sub-Nyquist-Sampling Encoding)方式が1983年に開発された。この方式はサブサンプリングと動き補正技術を用いてHDTV信号を伝送帯域8.1MHzに圧縮し、放送衛星BS (Broadcasting Satellite)の1チャンネルによるHDTV放送を可能にするものである。1985年にMUSE方式のHDTV放送は、ハイビジョン放送と命名された。[1],[2]

1.1.1.1 伝送規格のシステム要求と方式決定

MUSE方式の骨格を決定するに当たって、NHKでは、どのようなメディア(伝送媒体)を使用することができるかの検討から始まって、多くの段階の調査、評価を行った。[3]

(1) HDTV放送に要求される諸要件

HDTV放送といえどもテレビジョン放送であるから、放送としての基本的な技術的要件は無視することができない。それらのうち、重要度の高いものを表1.1に示す。システム構築のためには、これらの要件を満たすべく配慮する

必要がある。

表 1.1 : 重要な技術的要件 ([3]より)

全国で受信できること 受信機の価格が低いこと 条件の悪い受信状態でも、ある程度の画質を確保できること 画質の良いこと 家庭用パッケージ系との整合性が良いこと 既存システムとの整合性が良いこと 簡単な信号形式であること 簡単なモニタリングが可能であること

(2) 方式概要の決定

(1)に示した技術的要件を満たすべく方式の骨格を決定し、実際の放送システム開発が行われた。図 1.1 に決定のプロセスを示す。

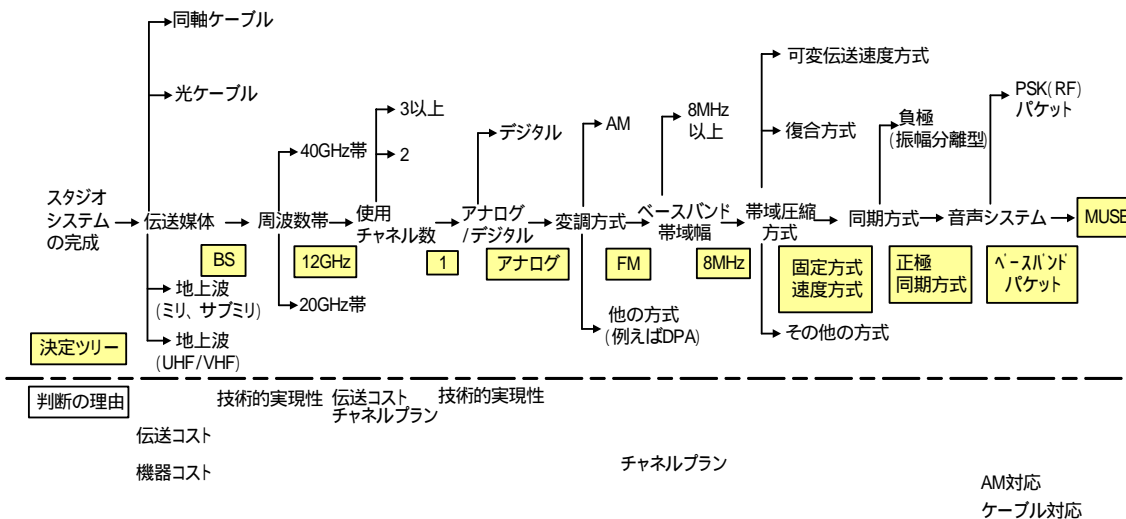


図 1.1 : MUSE 方式概要の決定フロー ([3]より)

図 1.1 の上半分は決定のツリーを、下半分は決定の理由を示す。 の中の番号は、表 1.1 に示すシステムへの技術的要件に対応している。

特に、将来のテレビジョン放送でありながら、デジタル方式ではなくアナログ方式を採用した理由は、次の通りである。

- ・1980年代には通信分野でデジタル方式の実証的な研究が進み、テレビ電話などの先駆的な製品開発が行われた。しかし、伝送速度が約40kbps～2Mbpsに限定されていたので現行TVの放送品質すら確保できておらず、HDTV放送の技術的実現性には、多くの課題があった。
- ・当時、多重サンプリングによるアナログ方式（信号処理はデジタル方式）の帯域圧縮技術の性能は、既に現行TV信号で十分検証されており、HDTV放送の早期実現が技術的に可能と判断できた。

1.1.1.2 HDTVの製品開発

ハイビジョン放送の実用化に向け、1984年よりNHKと共同開発メーカー11社によるナショナルコンソーシアムが結成される。このコンソーシアムにより、方式開発（受信機のプロトタイプ開発・性能検証、規格の標準化など）が推進され、1989年に、放送衛星BS-2bによる毎日1時間のハイビジョン実験放送が実現する。そして、1991年には、放送衛星BS-3bを使用した1日8時間のハイビジョン試験放送が開始した。

一方、受信機に関しては、1990年に初の民生用ハイビジョンTVが発売されるが、非常に高価であり普及しなかった。しかし、ナショナルコンソーシアム解散後、新たに結成されたいくつかの企業連合による新規LSIの開発及び主要部品の原価低減の結果、ハイビジョンTVは、1993年に100万円を切って以来急速に低価格化が進み、1994年には50万円を切るものが発売され、以後順調に普及していった。

日本電子機械工業会（EIAJ：Electronic Industries Association of Japan）の統計資料より作成したハイビジョンTV（CRT直視型）の出荷台数の推移を図1.2に示す。[4]～[10]

図1.2において、1998年以降の出荷台数が減少しているのは、郵政省の方針が変更となり、2000年からのBSデジタル放送と2003年からの地上デジタル放送にてHDTV放送が開始され、ハイビジョン放送は2007年で打ち切ることが決定したからである。

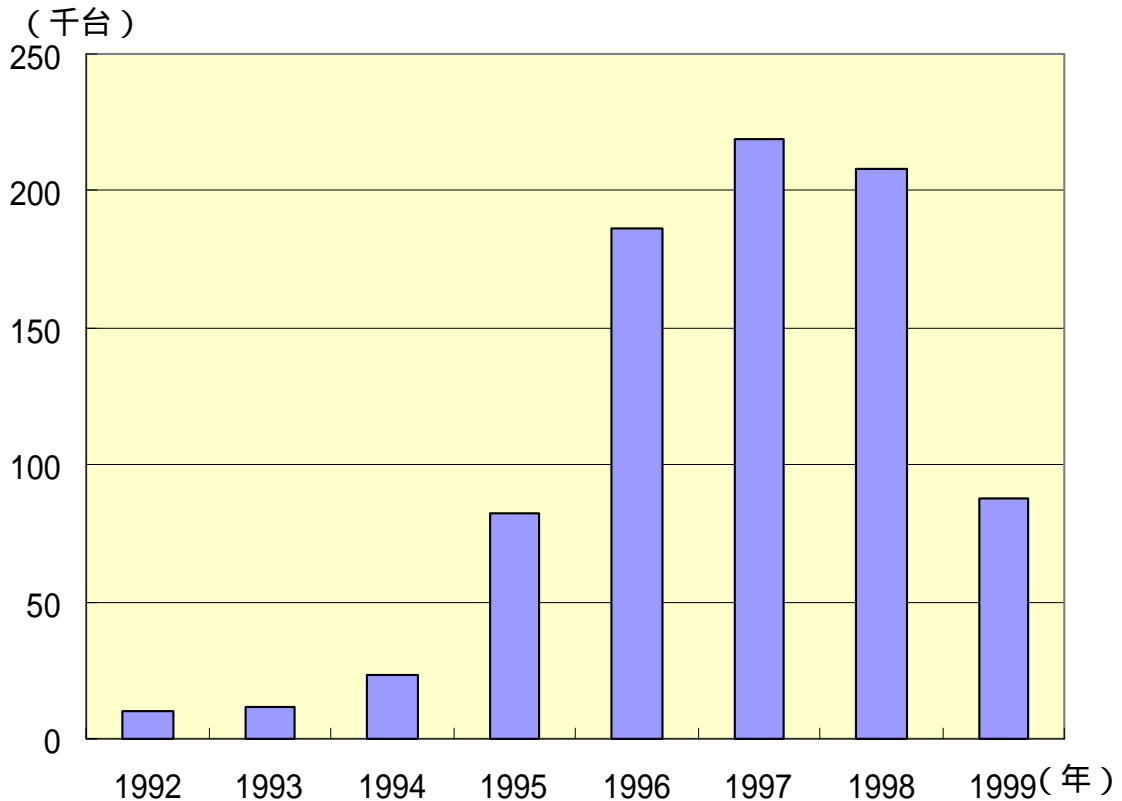


図 1.2 : ハイビジョンTVの出荷台数 ([4] ~ [10]より)

1.1.2 HDTVのデジタル化

デジタル画像圧縮技術の開発競争は 1980 年代から激しくなる。その最大の要因は、国際標準化機構 (ISO: International Organization for Standardization) と国際無線通信連合 (ITU: International Telecommunication Union) による国際標準化の動きであった。

初の動画像標準は ISDN (Integrated Services Digital Network) への対応であった。デジタル回線に動画像を含めた大量の情報が一度に伝送できるので、TV 会議や TV 電話などの通信応用が期待された。採用されたのは、動き補償 (時間方向の冗長度を削減する手法) と離散コサイン変換 (空間方向の冗長度を削減する手法) を組み合わせた方式であり H.261 と呼ばれた。1990 年に ITU の電気通信標準化部門 ITU-T (ITU Telecommunication Sector) で規格化されたこの方式は、以後の標準方式の基本となっている。[11]

一方 1988 年に、ISO と国際電機標準会議 (IEC: International Electrotechnical Commission) は、合同で通称 MPEG (Motion Picture Experts Group) と呼ばれるワーキンググループを設立した。MPEG は、パソコン用 CD-ROM

などパッケージメディア向けに、比較的解像度の低い動画（最大 1.5Mbps）の圧縮方法を検討し、1992 年に MPEG-1 として規格化した。さらに、MPEG は 1990 年頃から、より高い解像度が必要な放送や通信にも運用できる動画（4Mbps～100Mbps）の圧縮方式の規格化を目指す。その結果、1994 年に MPEG-2 が規格化された。なお、MPEG-2 は、当初標準 TV（SDTV：Standard Definition TV）を対象とし、HDTV は MPEG-3 として規格化する予定であったが、検討の過程で MPEG-2 により SDTV から HDTV まで含めて規格化することになった。

MPEG が中心となり、デジタル映像やデジタル音声の圧縮技術が進展した結果、放送にかかわる規格化を行う ITU の無線通信部門（ITU-R：ITU Radio Communication sector）も、MPEG-2 を放送用および番組素材伝送用の規格として推奨しており、現在、世界の放送機関が MPEG-2 を採用するに至っている。[12]

わが国においても、1997 年に郵政省 BS-4 後発機利用検討委員会は、2000 年に打ち上げ予定であった BS-4 後発機による放送は、デジタルで実施するという報告書を発表し、郵政省は、この報告書に沿って BS-4 後発機を HDTV サービスを中心とするデジタル放送で行う方針を決めた。[13]

放送方式の規格化に関しては、1997 年に NHK と次世代デジタルテレビジョン放送システム研究所（DTV-Lab）が共同開発した地上デジタル放送の伝送方式がもととなり、電波産業界（ARIB：Association of Radio Industries Businesses）の実験方式となった。その後 ARIB が行った室内・屋外実験を通して、1998 年に電気通信技術審議会（電通技審）で“暫定方式”として承認された。電通技審は地上デジタル放送に対して、次のような要求条件を示した。[14]

- HDTV 放送ができること
- 多チャンネルの標準 TV 放送ができること
- 移動体向け放送ができること
- 周波数の有効利用に寄与できること
- BS デジタル放送との共通性がとれること
- 国際規格と整合が取れること
- 地上デジタル音声放送との共通性が取れること

この後、ARIB で規格が標準化され、2000 年 12 月には BS デジタル放送が、2003 年 12 月から関東・近畿・中京の 3 大広域圏で地上デジタル放送が開始し、デジタル HDTV 放送が実現した。

1.1.3 HDTVの現状

わが国の地上デジタルテレビ放送は、関東圏・中京圏及び近畿圏では2003年12月に、その他の地域の県庁所在地等主要都市においては2006年末までに、順次、放送が開始される。そして、2011年7月には、現在のアナログ放送は終了する予定である。

図1.3に地上デジタル放送推進協会（D-pa：The Association for Promotion of Digital Broadcasting）のスケジュールを示す。[15]



図1.3：地上デジタル放送スケジュール（[15]より）

電子情報技術産業協会（J E I T A：Japan Electronics and Information Technology Industries Association）の統計資料より作成した日本のデジタル放送受信機の需要の推移（2001年～2004年実績，2005年～2009年予測）を図1.4に示す。ここで、デジタル放送受信機とはB Sデジタル放送、110度C S（Communication Satellite）デジタル放送、地上デジタル放送の受信機である。

わが国のTV受信機の需要は、年間約一千万台であるが、地上デジタル放送が全国展開して本格化する2006年には、半分以上の600万台がデジタル放送対応へ変わっていくと予測している。

また、近年、大画面のP D P（Plasma Display Panel）TVや液晶TV等のF P D（Flat Panel Display）TVが急速に市場に普及している。J E I T Aの統計資料より作成した日本のカラーテレビ需要の推移（2001年～2004年実績，2005年～2009年予測）を図1.5に示す。[16]

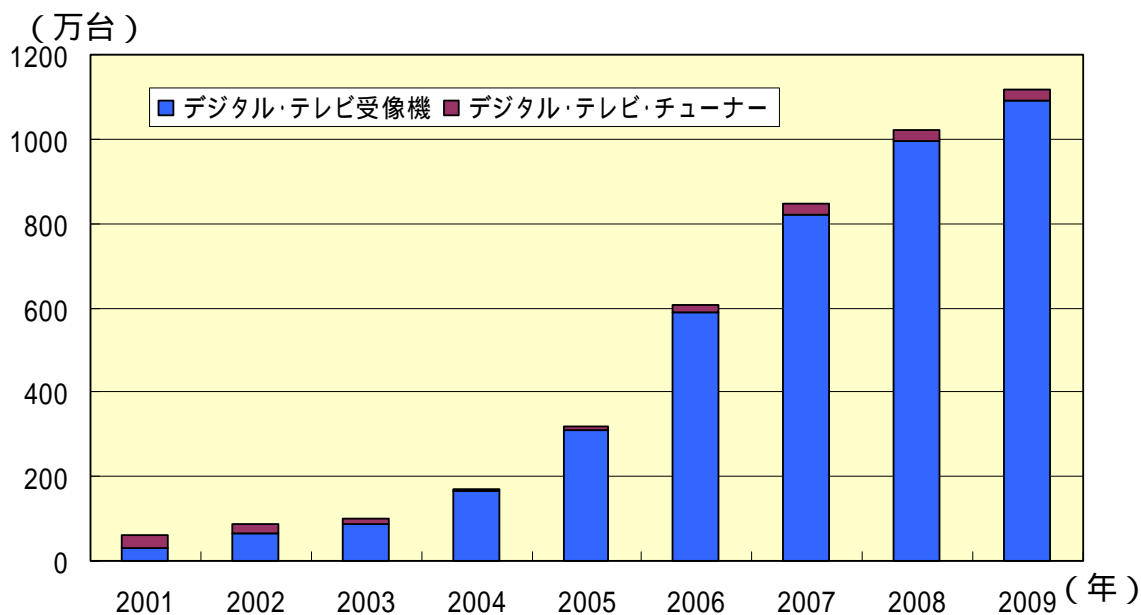


図 1.4 : 日本のデジタル放送受信機の需要の推移 ([16]より)

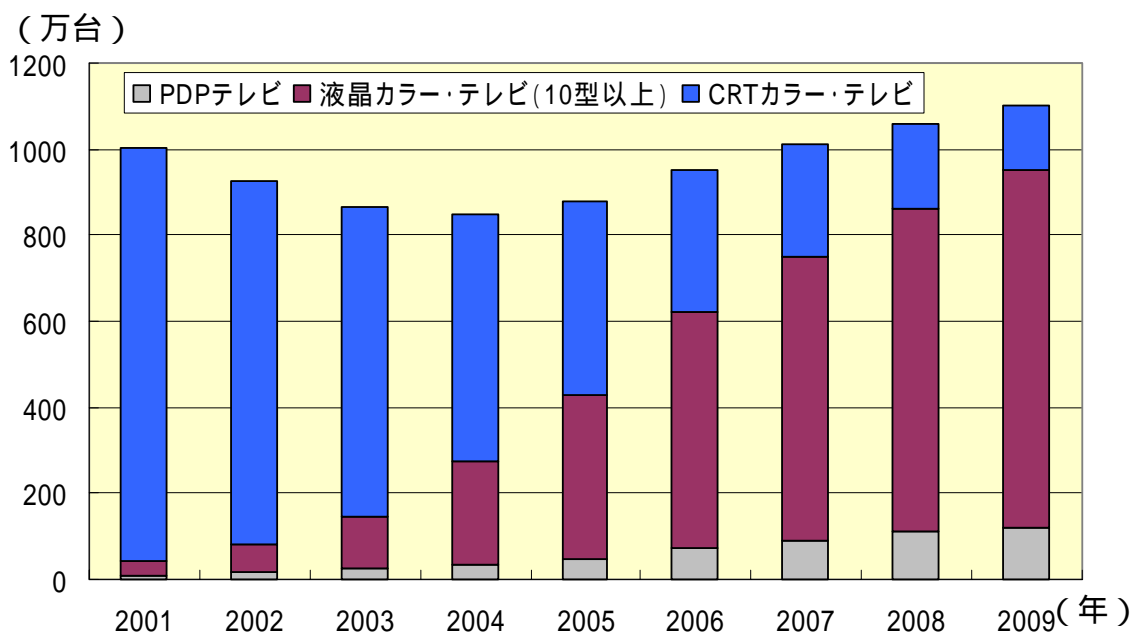


図 1.5 : 日本のカラーテレビ需要の推移 ([16]より)

これらTVのほとんどは、解像度が高くHDTVに対応可能なデジタルテレビ受像機(デジタルHDTV)である。図1.4と図1.5より、今後、デジタルHDTVは、急速に家庭に普及していくと予想できる。

1.2 本研究の目的

本研究の目的は、世界に前例のない新しい技術シーズたるHDTVの提案と純民間ナショナルコンソーシアムにより、その開発実用化を目指した「シーズ指向型イノベーション」の具体例を取り上げ、その成功要因をMOT (Management of Technology)の視点から分析し体系づけるとともに、今後の展開を示すことである。主な内容を下記(1)～(4)に示す。

(1) NHKの新しい技術シーズであるHDTVをナショナルコンソーシアムにより産業化

HDTVシステムという、革新的な映像情報メディアインフラストラクチャ構築とも言えるシステムのうち、とりわけAV産業の視点からNHKが世界に先駆けて未踏技術への挑戦の中で果たした新しい技術シーズの概要と役割を総括するとともに、一方で、法的規制などから、産業化手段を持たないNHKが故に、産業化技術の得意なメーカ群がNHKと相補分業的なナショナルコンソーシアムの仕組みを整え、HDTVの産業化を推進した経緯と成果を分析する。また、HDTVがシーズ指向型イノベーションに基づく産業創造であったがゆえに、日本発の技術が電子技術分野では初めて世界統一規格として成立した標準化の過程を考察する。

(2) 大規模な国際企業連合により、新しい放送インフラに対応した受信機の価値を追求、開発/製品化により市場へ普及

HDTVの必須アイテムである受信機の開発・実用化に焦点をあて、企業として関連する技術蓄積を生かしながら採った、マーケティング戦略、経営戦略、技術戦略を述べたのち、基本コア技術をNHKという公共的な特殊機関が真に担ったからこそ、可能になった大規模な国際企業連合が、各企業の事業遂行におけるリスクの軽減に極めて有効であったことを示す。

(3) ハイビジョンからデジタルHDTVへの不連続な技術の推移および放送のデジタル化への対応

現行TVのデジタル化からハイビジョンTVへの「持続的イノベーション」が、「破壊的イノベーション」であるデジタルHDTVへと不連続に推移したことを、クリステンセンの理論に従って明らかにする。また、世界初の製品

化を国際協業の下で実現した米国向けデジタルHDTV受信機の開発内容の詳細を示す。

(4) 放送と通信が連携した全く新しい製品・サービスを提案、ビジネスモデルを構築

デジタル化により放送と通信の連携が可能となり、家電機器のネットワーク化が進むこと、ネットワーク規格が標準化されて将来はデジタルHDTVを中心とする家電機器によるホームネットワークが構築されることを示す。

また、通信から放送へと技術の応用分野を転換することで新たなHDTVコア技術が創出されること、期待される魅力と担うべきさらなる役目を示し、アナログでは実現不可能であったすさまじいばかりのデジタル新産業創造の要石としての役割がますます大きくなることを明らかにする。

そして、HDTV開発事例の検証・分析結果をもとに、連続する事業創造の障壁をブレークスルーするモデルを提案する。

第2章 シーズ指向型イノベーションに基づいた新事業創造における経営課題と対応策

80年代末まで、日本企業は、一時、米国の競合企業を追い抜く勢いがあった。日本企業の成長の秘訣は、欧米で開発された新製品の種を発掘し（プロトタイプ・プロダクトイノベーション）、製品の商品化に向けて、コストダウン、品質向上等の改良を進め（プロセスイノベーション）、世界市場から事業機会を獲得することであった。しかし、技術レベルが欧米の企業に追いついた90年代から新しい種を探しに行っても容易に見つからなくなっており、日本の企業は、従来の技術フォロアーとしての商品開発から、技術リーダーとして全くの無から有を生み出す商品開発への転換を迫られている。つまり、今後、日本の企業の商品開発は、世界初の新製品コンセプト創造、画期的新技術の発明、プロトタイプの新製品開発等の新しい知識によるイノベーション（シーズ指向型イノベーション）を中心としなければならない。

2.1 シーズ指向型イノベーション

(1) イノベーション

P.F.ドラッカーは、「イノベーションは起業家に特有の道具である。イノベーションは、富を創造する能力を資源に与える。それどころか、イノベーションが資源を創造するといつてよい。」と定義している。

また、具体的なイノベーションの機会以下の ~ の七つで、最初の ~ は企業や社会的機関の組織の内部にある事象であり、残りの ~ は組織の外部にある事象であるとしている。ただし、これら七つの機会の順番には意味があり、信頼性と確実性の大きい順に並べてある。

- 予期せぬ出来事の生起（予期せぬ成功、予期せぬ失敗）
- ギャップの存在（業績、認識、価値観、プロセス）
- ニーズの存在（プロセス、労働力、知識）
- 産業構造の変化（急速な成長、市場への対応、技術の合体、仕事の仕方）
- 人口構造の変化
- 認識の変化
- 新しい知識の出現

の知識によるイノベーションがシーズ指向型イノベーションである。重要ではあるが、最も信頼性が低く、最も成果が予想しがたい。[17]

(2) シーズ指向型イノベーションの特徴

シーズ指向型イノベーションの第一の特徴は、リードタイムが極めて長いことである。新しい知識が出現してから技術として応用できるようになるまでには、長いリードタイムを必要とする。例えば、コンピュータは多くの知識が集まってようやく実用化された。最初の知識は、数字を1と0で表す17世紀の数学理論の二進法であった。そして、全ての知識が1918年には手に入ったが、最初のコンピュータが実用化されたのは、1946年になってからであった。このように、知識が技術となり、市場で受け入れられるようになるには、25年から35年を要する。このリードタイムの長さは、人類の歴史上さして変わっていない。

シーズ指向型イノベーションの第二の特徴は、科学や技術以外の知識を含め、いくつかの異なる知識の結合によって行われることである。必要な知識の全てが用意されない限り、時期尚早であってイノベーションの失敗は必然である。イノベーションが行われるのは、ほとんどの場合、必要な要素が既知の利用できるものとなり、どこかで使われるようになったときである。

シーズ指向型イノベーションが成功するには、以下に示すように分析と戦略とマネジメントが必要である。

分析の必要性

知識そのものに加えて、社会、経済、認識の変化等の全ての要因分析をする必要がある。

戦略の必要性

シーズ指向型イノベーションの位置づけには戦略を持つ必要があり、これには次の3つの選択肢がある。

- ・システム全体を自ら開発し、それを全て手に入れようとする戦略
- ・システム全体ではなく創造した市場だけを確保しようとする戦略
- ・戦略的に重要な能力に力を集中し、重点を占拠しようとする戦略

マネジメントの必要性

シーズ指向型イノベーションはリスクが大きいだけに、マネジメントと財務について先見性を持ち、市場中心、市場志向であることが大きな意味を持つ。

(3) シーズ指向型イノベーションにおける経営上の課題

シーズ指向型イノベーションは(2)で述べた特徴を持つので、成功するには、

分析と戦略とマネジメントが必要である。

そこで、「経営上重要な課題」として、「莫大な費用を要する研究開発の進め方」(マネジメント)と「不確実な市場の評価・技術戦略」(分析と戦略)を取り上げ、シーズ指向型イノベーションによる新事業創造における過去の事例である「HDTV」において、この経営上重要な課題に対して具体的に取られた対応策を示す。

表2.1に「HDTV受信機事業創造における経営上重要な課題と対応策」をまとめる。以下に個々の内容について述べる。

表2.1：HDTV受信機事業創造における経営上重要な課題と対応策

経営上重要な課題	主な対応策
1 .莫大な費用を要する研究開発の進め方	アライアンスによる資源の共有 およびリスク分散 コア・コンピタンスに経営資源を 注力(選択と集中) コンソーシアム型の規格戦略
2 .不確実な市場の評価・技術戦略	顧客セグメントと受容までの時間 顧客セグメントと技術戦略

2.2 莫大な費用を要する研究開発の進め方

HDTV受信機事業創造の段階で、業界における需要や技術の不確実性は、事業遂行において高いリスクを伴っていた。ここで、リスクとは「事故発生の可能性および経営(経済)活動の結果の不確実性」である。[18]

全て自社で開発する場合、資産、資源または組織能力に関して莫大な費用と時間を要するので、これらのリスクはさらに増大することになる。そこで、リスクを回避するための主な対応策として、次の ~ が実施された。

アライアンスによる資源の共有およびリスク分散

コア・コンピタンスに経営資源を注力（選択と集中）
 コンソーシアム型の規格戦略

これらの内容を分析する。

2.2.1 アライアンス

技術の進化が初期の段階（研究所の基礎研究レベル）における市場の不確実性は非常に高いが、技術が商品化されている成熟段階における市場の不確実性は、ずっと低いものになる。従って、アライアンスの役割は技術の進化に対応して異なってくる。ジェフリー・H・ダイアーとハービア・シンは、「ウォートンスクールの次世代テクノロジー・マネージメント」にて、進化の各段階に対応したアライアンス戦略を次のように述べている。[19]

技術開発の導入段階には、アライアンスによって多様な技術について学ぶ機会が得られる（ウィンドウ戦略）。将来有望な技術が現れてくる成長段階では、アライアンスは将来の投資に対するオプションを生み出すことに使われる（オプション戦略）。そして、最終的にこれらの技術の有望性が明らかになるにつれて、成熟段階では、新たに出現する業界内で自社を位置付ける手段として利用される（ポジショニング戦略）。

これらを表2.2に示す。

表2.2：アライアンス形成要素（[19]より）

	ウィンドウ戦略 (導入段階)	オプション戦略 (成長段階)	ポジショニング戦略 (成熟段階)
戦略目標	学習、モニタリング	プラットフォーム構築	規模に基礎をおいた優位性
成功の鍵	効果的 pursuit 知識吸収	スケーラビリティ 技術を評価する力	規模、業務の効率性 補完的資源を見極める能力
主な問題点	知識の漏洩	オプションの価値	スピードと反応の早さ (パートナーへの依存)

表2.2の個々の戦略に従い、HDTVの研究開発に関する筆者らのアライアンス戦略の内容をまとめる。

ウィンドウ戦略

市場および技術の不確実性が最も高い初期段階に、筆者らによるHDTV

の研究開発は、NHKとの共同開発にてスタートする。

NHKで長年にわたり開発・蓄積されたシーズ技術の資料を入手するとともに、NHKの指導の下で試作機の開発と性能検証を行うことにより、短期間に効率よく知識を吸収した。

オプション戦略

初期の開発にて市場と技術の不確実性が低下した成長段階において、筆者らは、NHKとメーカー11社により構成されたナショナルコンソーシアムに参加して基本性能の改善と試作機による検証を行い、受信機のプラットフォーム（基本構成）を構築し、規格の標準化に貢献した。

一方、オプション（コンテンツエンジン）として、ハイビジョン放送を現行TVで受信し、VTRでの録画を可能にするMUSE/NTSCコンバータの開発をNHKと共同で行った。また、現行TVの信号処理をデジタル化した高性能なTVを、他社と協業で開発した。

ポジショニング戦略

ハイビジョン試験放送が開始し、市場と技術の不確実性が十分に低下した成熟段階では、筆者らは競合他社と構成した企業連合にて、専用チップセットを開発することにより普及価格のハイビジョンTVを製品化し、参加企業の市場での地位向上を実現した。

～ のそれぞれの戦略において、筆者らのアライアンスは成功した。これは、以下のように表2.2に示す成功の鍵が満足されていた結果である。

- ・ のアライアンスでは、短期間に効率よく知識を吸収した。
- ・ のアライアンスでは、 で得た知識をコンソーシアムにて深め、技術を評価する力を身につけた。オプションとして、ハイビジョンとステラビリティを有する現行TVに対応した2種類の開発を実施した。
- ・ のアライアンスでは、コンソーシアムに参加していた競合他社と補完的關係となるLSI開発を行うことで、効率良い開発を行うとともに、各社の市場規模を拡大した。

2.2.2 コア・コンピタンス経営（選択と集中）

「コア・コンピタンス（Core Competence：中核的競争能力）」は、経営の内部資源のひとつの集積で、「顧客に特定の利益をもたらす、一連のスキル（技能）や技術」である。これは、競合相手が簡単に真似できない、企業内部に蓄積された長年のノウハウや独自技術で、競争優位の源泉となるものである。G.ハメル、C.K.プラハラードは、コア・コンピタンスを軸とした経営を理論化し、「コア・コンピタンス経営」において、以下のようにまとめている。[20]

企業は、競争力を求めてリストラ（リストラクチャリング：事業の再構築、人員削減による合理化を示す場合が多い）をすれば小さくなり、リエンジニアリング（業務の再構築）・継続的改善をすれば多少良くなる。しかし、企業が生まれ変わるには、コア・コンピタンスを核とする「事業の再生と戦略の練り直し（選択と集中）」が必要である。コア・コンピタンスとは、「未来に一番乗りするための特技能力」であり、顧客満足を喚起するもの（例：ブランド）、自社に固有であって他社の模倣しにくいもの（例：信号処理）、多面的・多角的に活用できるもの（例：キーデバイス）といった性格を持った技術や知識、技能などの集合体であるとしている。

～ の内容に対応した、HDTVの研究開発における主要なコア・コンピタンスを表2.3に示す。各社、この中から選択と集中を行い、「Make or Buy」を判断し、製品の他社差別化を進めている。

表2.3：HDTVの主要なコア・コンピタンス

内 容	主要なコア・コンピタンス
顧客満足を喚起するもの	ブランド、品質、コスト、性能、機能、操作性
自社に固有であって他社の模倣しにくいもの	映像信号処理（表示、画質改善） アプリケーション（ユーザインタフェース）
多面的・多角的に活用できるもの	表示デバイス（CRT、液晶、PDP） 標準プラットフォーム（H/W、S/W）

表2.3の、 に関しては、従来、日本の電機メーカーが得意とした技術分野であるので、 のキーデバイスが変わるために新たな技術開発が要求されるが、個々のメーカーはスムーズな対応が可能である。

しかし、 に関しては、90年代より企業間における技術開発の水平展開と選択と集中が進み、特に、大規模な設備投資が必要なデバイス（ディスプレイ、

L S I) 開発においては、台湾・韓国勢の台頭もあり、わが国の多くの企業は分社、あるいは撤退を余儀なくされた。ここで、 の標準プラットフォーム(H/W、S/W)とは、例えばキーとなる専用L S I (H/W)や制御プログラム(S/W)のことである。

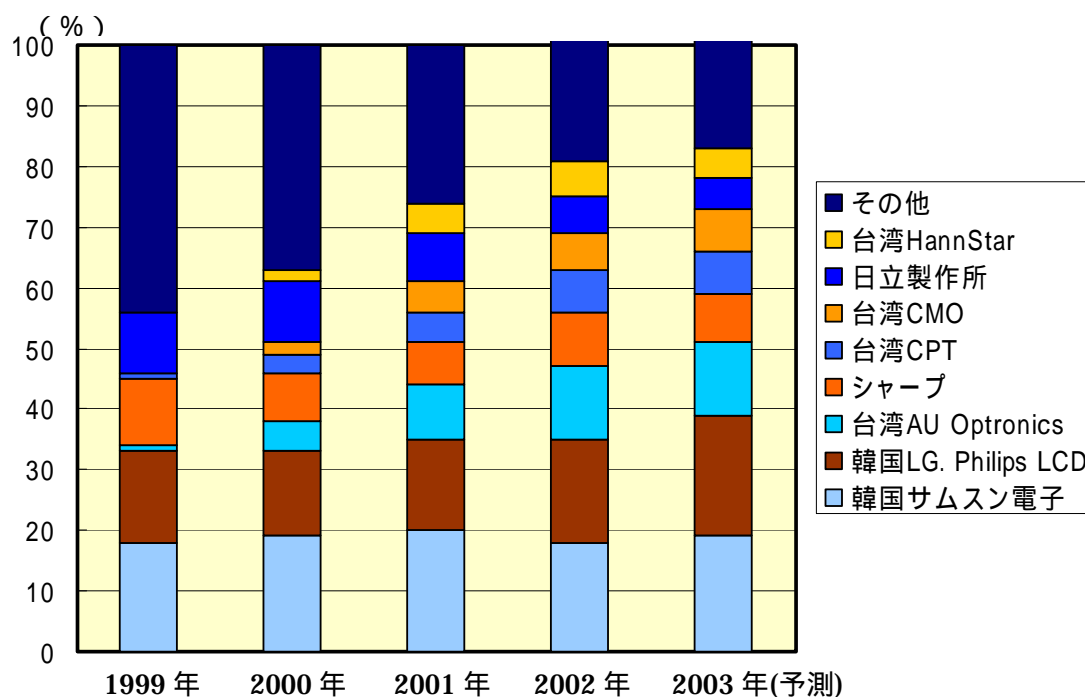


図 2.1 : 世界の大型液晶パネルメーカーの年間生産量シェア推移
([21]より、枚数ベース)

例として、図 2.1 に世界の大型液晶パネルメーカーのシェア推移を示す。上位を韓国の 2 社が独占する状況が 1999 年から続いている。1999 年頃は比率が高かった「その他」のメーカーが、その後減少しているのは、9 位以下の日本メーカーのシェアが急速に低下していったからである。逆に、台湾勢は、2000 年頃から急速にシェアを拡大しているのがわかる。

2.2.3 コンソーシアム型規格標準化

従来規格競争は、市場に製品を売り出したときに開始し、規格の標準化は、デファクト・スタンダード (事実上の標準 : de facto standard) とデジュリ・スタンダード (公的標準 : de jure standard) に分類されていた。しかし、最近の規格競争は、市場に出す前の競走が激しくなっており、そこでの特徴として、デファクト・スタンダードやデジュリ・スタンダードのどちらの範疇

にも入らない標準化のプロセスが増えてきた。

このような「仕様設計時から標準化を意識し、市場での多数派となるための連合（コンソーシアム）の形成などを通じて、事実上の標準の地位を確立するもの」を、通産省では「戦略的事実上の標準」と呼んでいた。これに対して、かつてのVHSのように、「仕様設計時には標準化は意識されず、市場での競争の結果マジョリティになるもの」を「結果的事実上の標準」としていた。

表2.4にこれら2つの違いをまとめる。[22]

表2.4：「結果的事実上の標準」と「戦略的事実上の標準」([22]より)

	結果的事実上の標準	戦略的事実上の標準
標準化の意識時点	市場競争時	仕様設計時から
標準化の鍵	競争でマジョリティになること	多数派になるためのコンソーシアム
近年の事例	VHS、MS-DOS、PC/AT、TCP/IP	X/OPEN、DVD、DAVIC

上市前に規格を決める場合、コンソーシアムが組まれることから、こうした標準の決まり方を、以下「コンソーシアム型」と呼ぶことにする。コンソーシアム型にも二種類あり、一つは初めから一つのコンソーシアムに結集するパターンで、DAD、8ミリビデオ、DVCなどがこの形である。もう一つは、当初は複数陣営に分かれて競争し、後に一つの統一規格にまとまるDVDのパターンである。

HDTVの規格に関しては、市場での競争の結果決まった標準ではないので、デファクト・スタンダードではない。放送という特殊な立場上、最終的に郵政省の公的機関を通して規格化されており、デジュリ・スタンダードに近いものである。しかし、規格化のプロセスを見ると、初めから公的機関が介在することなく、市場に製品が発売される前にNHKと複数企業間で事前調整を行い、規格が一本化されてから製品が市場投入されているので、上記前者のコンソーシアム型のパターンに当てはまる。

近年、ネットワーク規格の標準化などにもコンソーシアム型が増えてきているが、それには、以下の～の理由があげられる。

圧倒的に強い企業がなくなり、一社では標準が決められず、企業間の連携が必要となってきた。

デファクト・スタンダードの負け陣営は、サンク・コスト（埋没費用）とスイッチング・コスト（切替費用）の二種類のコストの重荷を背負う。

動きの早い市場に対して、全てを自社開発することは困難である。

企業の財務状況の悪化し、リスクを負えなくなった。

2.3 不確実な市場の評価・技術戦略

2.3.1 不確実な市場の評価

新しい技術の市場評価は、その技術について何も知らない顧客から、今まで存在しなかった商品の需要を予測する不確実なものである。技術開発の動向や、市場がその技術を受け入れる時間の予測も難しい。このような不確実な市場において、今まで市場評価に使われてきた伝統的な方法は通用しないが、不確実な環境においても市場の潜在性をより深く理解するための分析方法が考えられている。

新製品が市場に投入されてから姿を消していくまでの売上と利益の変遷過程（プロダクト・ライフサイクル）は、導入期、成長期、成熟期、衰退期という4つの段階で説明される。E.M.ロジャーズは、「イノベーション普及学」において、この過程が、新製品の受容に対する顧客の態度と密接に関係していることを明らかにした。[23]

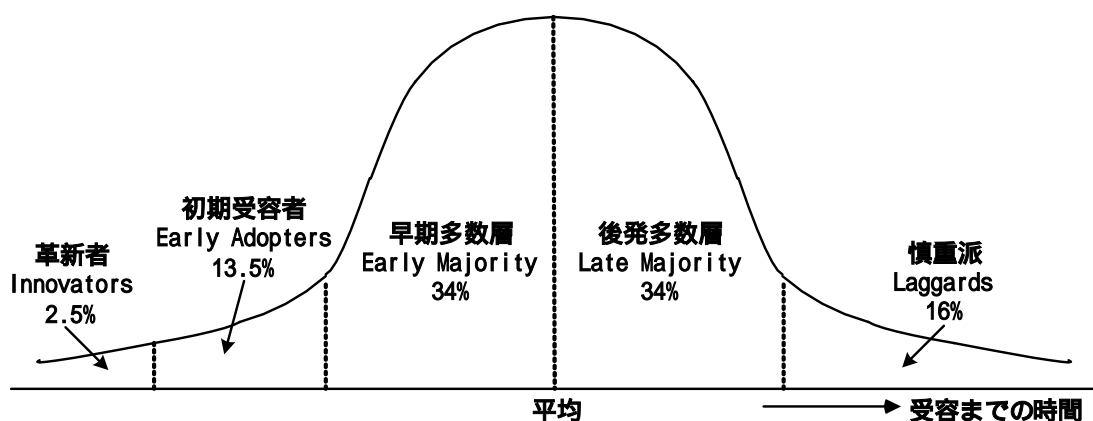


図 2.2 : 受容カーブ ([23]より)

すなわち、不連続なイノベーションの潜在顧客は、リスク回避の程度とニー

ズの強さを考慮して自分自身で市場を選択するので、顧客の受容状況は、時間を横軸にとったベル型の分布で表現できる。ゆっくりとスタートして多くの人々がイノベーションを受容するようになり、やがてその数がピークに達する。その後その数は減少に転じ、最後にはすべてが受容するようになる。図2.2にこれを示す。

図2.2に示すように、テクノロジー・ライフサイクルはセグメントに分けることができる。早期多数層と後発多数層は平均から1標準偏差の範囲に、その外側の範囲に革新者・初期受容者と慎重派が分布する。これらの五つのセグメントは明確な特徴を有しており、それぞれ異なった戦略が必要になる。以下に、それぞれのセグメントの特性を述べる。[24]

(1) 革新者 (Innovators : 2.5%) ...テクノロジー・マニア

革新者は、新しい技術に基づく製品を追い求める人たちである。この顧客グループは、売り手がマーケティング活動を始める前に、すでに新製品を購入していることもある。彼らの最大の関心事は、新しい技術であり、製品がどのように役立つかということは二の次である。彼らは本質的に、斬新なものに強い関心を示し、機能を試して楽しむだけのために、新製品を購入することも多い。

革新者の数は少ないが、マーケティング活動の初期に注目を集めることは重要である。革新者が製品を購入することは、製品として機能していることを、他の顧客グループにアピールできるからである。

(2) 初期受容者 (Early Adopters : 13.5%) ...ビジョナリー

初期受容者は、革新者と同じように、ライフサイクルのかなり早い時期に新製品を購入する。しかし、技術指向ではないという点において、革新者と異なっている。初期受容者は、新たな技術がもたらす利点を検討、理解し、それを正当に評価しようとする。そして、彼らが抱えている問題に、この技術を適用してみようと考え、現在抱えている問題を、新たな技術が解決してくれる可能性が高ければ、彼らは進んでその製品を購入しようとする。

初期受容者は、製品の購入を決める際に他社の購入例には頓着せず、自らの直感と先見性を拠り所とする。

(3) 早期多数層 (Early Majority : 34%) ...実利主義者

早期多数層は、技術に対する姿勢という点で、初期受容者と共通するところはあるが、実用性を重視する点で異なっている。早期多数層は、最新の発明と言われるものの多くが、一過性の流行で終わることを十分認識しており、自分たちが新製品を購入する前に、まず他社の動向を窺おうとする。他社の導入事

例を確認してから、その製品を購入しようとするのである。

このグループの構成員は、全体の三分の一と多数に及ぶので、彼らを誘引することが、成長を遂げ、大きな利益を得るための決定的な要素となる。

(4) 後発多数層 (Late Majority : 34%) ...保守派

後発多数層は、ほとんどの点において、早期多数層と共通の特性を示すが、一点だけ大きく異なっている。早期多数層は、新製品を扱うことに、さほど抵抗を感じないのに対し、後発多数層は、製品の購入が決まった後でも、自分で使うことに多少の抵抗を感じるのである。その結果、彼らは、業界標準というものが確立されるのを待ち続け、手厚いサポートを受けるために、実績ある大企業から製品を購入する傾向がある。

早期多数層と同じく、後発多数層も全購買者層の三分の一と多数に及ぶので、このグループの支持を得ることは、大きな利益につながる。そして、製品は成熟して販売コストも下がり、研究開発費の回収も完了する。

(5) 慎重派 (Laggards : 16%) ...慣例に縛られた人々

ライフサイクルの最後に位置付けられるのが慎重派である。このグループは、新しいイノベーションに見向きもしない人たちである。理由はさまざまだが、個人的な理由もあれば、経済的な理由のこともある。唯一、彼らがイノベーションを受け入れるのは、他の製品に組み込まれて目に見えないときである。

統計データよりHDTV受信機の顧客セグメントを考察してみる。

図2.3に、日本で普及しているテレビ受信機数を示す。図より、テレビ受信機数は2000年以降も緩やかに増加し、2010年で1億台程度と予想できる。

一方、日本のデジタル放送受信機はHDTV対応と考えられるので、図1.3に示すJ E I T Aの「日本のデジタル放送受信機の需要の推移」をもとに、市場への普及台数を予測し、図2.3の結果とあわせて市場への普及率を求めると、2016年にデジタル放送受信機が100%市場に普及する図2.4に示す結果が得られる。

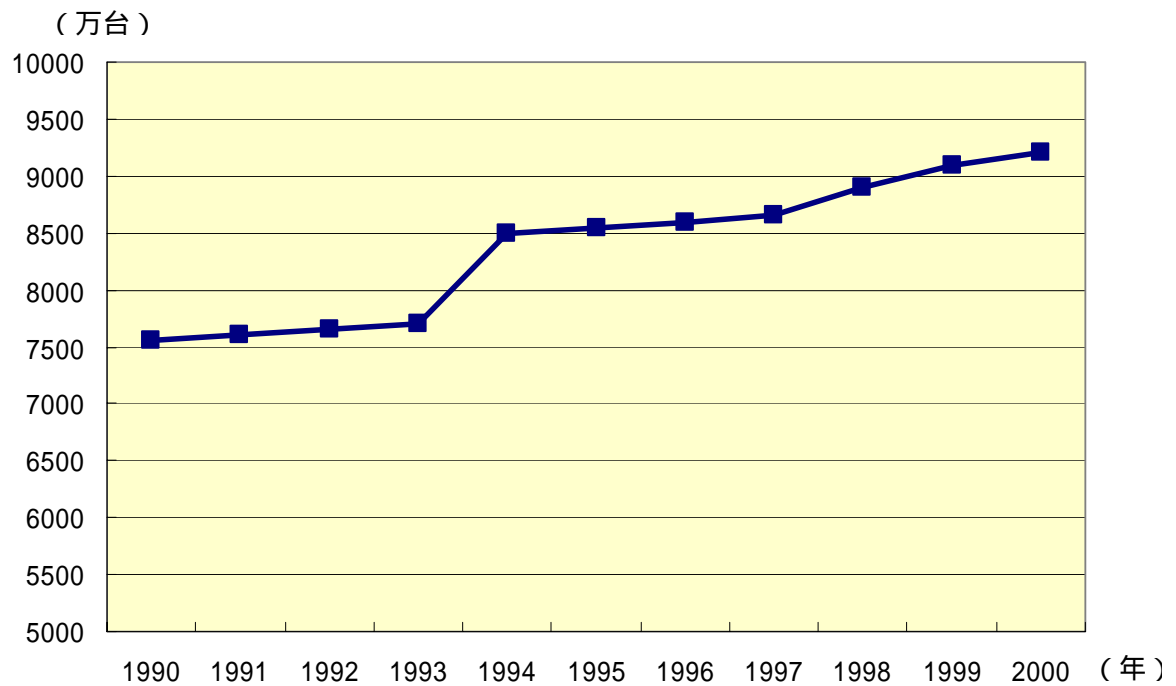


図 2.3 : 日本のテレビ受信機数 ([25] ~ [36]より、1998 年は予想)

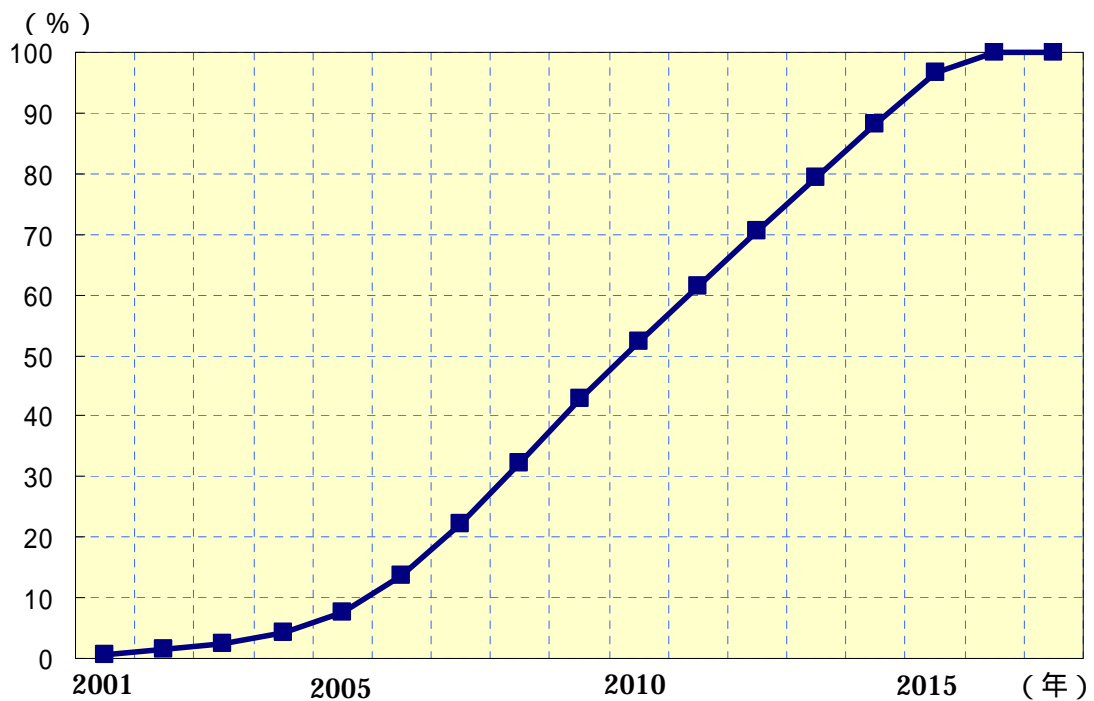


図 2.4 : 日本のデジタル放送受信機数の普及率

図2.2の分布における各々のセグメントの比率と図2.4の普及率を比較することにより、HDTVの顧客セグメントと購入時期の関係は、表2.6のようになる。

例えば、革新者（テクノロジーマニア）は、図2.2より全体の2.5%の受容率であるので、図2.4の普及率2.5%の時期（2003年）と対応すると考える。ただし、HDTVは、1992年より販売されているので、購入期間は1992年～2003年とした。

表2.6：顧客セグメントとHDTVの購入時期

セグメント	購入時期	放送サービス
革新者 (テクノロジーマニア)	1992年～2003年	<ul style="list-style-type: none"> ・BSアナログ放送 ・BSデジタル放送 (2000年12月～)
初期受容者 (ビジョナリー)	2003年～2007年	<ul style="list-style-type: none"> ・BSアナログ放送 (2007年ハイビジョン放送終了) ・BSデジタル放送 ・地上デジタル放送 (2003年12月～三大都市圏) (2006年～全国展開)
早期多数層 (実利主義者)	2007年～2010年	<ul style="list-style-type: none"> ・BSデジタル放送 ・地上デジタル放送
後発多数層 (保守派)	2010年～2014年	<ul style="list-style-type: none"> ・BSデジタル放送 ・地上デジタル放送 (2011年アナログ放送終了)
慎重派 (慣例に縛られた人々)	2014年～	<ul style="list-style-type: none"> ・BSデジタル放送 ・地上デジタル放送

2.3.2 不確実な市場の技術戦略

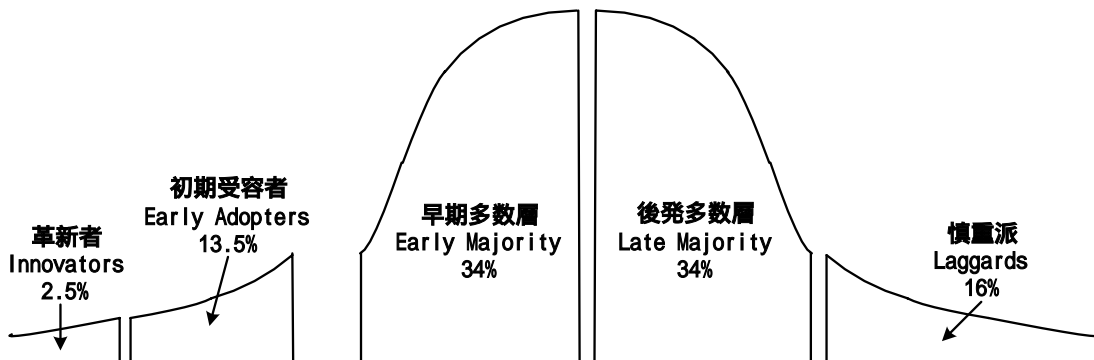


図 2.5 : テクノロジー・ライフサイクル ([24]より)

2.3.1 に示したように、個々の顧客セグメントは異なる特徴を持つので、連鎖的な市場開発戦略は好ましくない。つまり、主流となる市場の中で特定の顧客セグメントをターゲットとし、セグメントを移行する際には、セグメントをまたがって同じ製品を普及させるのではなくセグメントに合った製品を開発するべきである。

つまり、新しい技術のマーケティング・モデルを図 2.2 に示したが、それぞれのセグメントの間には、図 2.5 に示すような割れ目（クラック）がある。特に、初期受容者と早期多数層の間を分かち深く大きな溝を、ジェフリー・A・ムーアはキャズムと呼んだ。これは、初期市場とメインストリーム市場の間に存在し、テクノロジー・ライフサイクルにおいて越えるのが最も難しい溝である。ジェフリー・A・ムーアによると、キャズムを抜け出すための基本戦略は、メインストリーム市場の中のターゲット・セグメントを一つ選定し、そこを攻略することである。そして、この攻略を成功させるために、四つの戦術を採用している。[24]

以下の (1) ~ (4) に、HDTV の場合に採用された四つの戦術を考察する。

(1) 攻略地点の決定

ターゲット・カスタマーを決定し、「購入の必要性」を導き出す。

HDTV のターゲット・カスタマーは一般顧客である。一般顧客が購入するためには、まず魅力あるコンテンツが多数放送されるインフラストラクチャの整備が必要である。

(2) 侵攻部隊の集結

パートナーや提携企業と協力してホールプロダクトを構築する。

HDTVのホールプロダクトは、次の～から成ると考えられる。

コアプロダクト：現行TV放送とHDTV放送を受信、画像と音声を再生できるもの。

期待プロダクト：顧客が「こうである筈だ」と考える製品。
コアプロダクトを満足した上で、現行TVを受信する際に現行TVより優れた画質と音質を実現する製品等。

拡張プロダクト：コアプロダクトの機能を拡張したもの。顧客の購入目的を最大限満たす製品。
例えば2画面表示や文字放送による字幕表示などが可能な製品。

理想プロダクト：顧客に提供される機能の理論的上限。
将来、機器が接続可能なインタフェースを有し、このインタフェースを介して機器の制御S/Wを更新することで新たな機能を追加できる製品等。

(3) 戦線の見定め

競争を作り出しその競争相手と対比の上で自社をポジショニングする。

HDTVの製品化において、次の～に示す価格と機能による差別化を推進し、競争優位を得た。

機能的価値の差別化として、技術開発による性能向上を実現。

安心的価値の差別化として、チップ分割、低消費電力、テストビリティ(LSIの実装における接続や配線の自動テストなど)を検討し、小型/量産化における品質向上を実現。

フル機能搭載専用チップセットの開発、汎用画像メモリを使用する等して、低価格化を実現。

(4) 作戦の実行

販売チャネルを選定し、その販売チャネルを動機づけるために価格を設定する。

HDTVの販売チャネルと価格設定は、現行TVと同じく量販店を中心に販売と価格設定を実施した。

シーズ指向型イノベーションの「経営上重要な課題」として、「莫大な費用を要する研究開発の進め方」と「不確実な市場の評価・技術戦略」を取り上げ、過去の事例である「HDTV」において、この経営上重要な課題に対して具体的に取られた対応策を示した。

「HDTV」における開発内容および課題への対応策に関する、検証・分析結果の詳細を次章以降に示す。

第3章 HDTV受信機のプロトタイプ開発

HDTVの研究開発は1964年にNHK放送技術研究所で開始し、1970年に走査線数1125本、2:1インタレース、アスペクト比5:3のNHK暫定規格が決まり、1983年に伝送規格としてMUSE方式が開発され、放送衛星1チャンネルを使用したハイビジョン放送実用化の目途が立つ。

そして、1984年より、NHKと共同開発メーカーによるナショナルコンソーシアムが結成され、HDTV受信機の開発が開始した。

3.1 共同開発のスキーム

3.1.1. アライアンスの内容

(1) 目的

HDTVは、NHKが世界に先駆けて未踏技術への挑戦の中で果たしたシーズ技術である。[37]

このHDTVの産業化を目的に、NHKと共同開発メーカーによるナショナルコンソーシアムが結成された。これは次の、の理由による。

法的規制などから、HDTVを産業化する手段を持っていないNHKは、HDTVの産業化を推進するために、産業化技術の得意なメーカー群と相補分業的なアライアンスを行わなければならなかった。

将来のTV事業において新たな価値を創造するHDTVの研究開発は、莫大な費用を伴うので、メーカーは、アライアンスによる資源の共有とリスクの分散を図る必要があった。

(2) アプローチ

ナショナルコンソーシアムにおいて、HDTVの産業化に向けてのアプローチは、次の手順にて進められた。

第1 Step (1984年～1985年): 暫定規格のプロトタイプ開発

NHKは、蓄積されたシーズ技術を共同開発メーカーに伝承し、メーカーは自社のプロトタイプを開発した。

第2 Step (1986年～1987年): MUSE方式の性能改善、衛星放送実験
各地にてプロトタイプによるHDTV伝送実験やデモンストレーション
を実施し、暫定規格の性能検証および改善を十分行い、規格を標準化した。

第3 Step (1988年～1989年): 第1世代LSI開発
小型・低消費電力を実現する第1世代LSIチップセットを開発し、こ
れを使用した家庭用受信機のプロトタイプを開発した。

表3.1に、～のアライアンスのアプローチとマイルストーンの関係を示
す。特に、1990年のCCIR(国際無線通信諮問委員会:Comite Consultatif
international des radiocommunications International Radio Consultative
Committee)総会において、HDTV規格の世界標準化提案を行うことを目標と
していた。

表3.1 : アライアンスのアプローチとマイルストーン

	1983	84	85	86	87	88	89	90 (年)	
アライアンスの アプローチ	第1 Step		第2 Step		第3 Step				
マイルストーン	ナショナルコンソーシアム結成		つくば科学万博で実験放送実施		BS-2によるハイビジョン衛星放送実験	ソウル五輪街頭デモンストレーション	BS-2によるハイビジョン実験放送	CCIR(国際無線通信諮問委員会)総会	BS-3によるハイビジョン試験放送

(3) 役割分担

アライアンスにおける共同開発の役割分担について述べる。

共同開発によって蓄積された技術は、NHKの技術シーズをベースに開発されたHDTVの標準化技術と、各メーカーが独自に開発した製品差別化技術とに分けられる。前者は、コンソーシアムに、後者は個別メーカーに蓄えられる技術である。一方、共同開発におけるNHKとメーカーのリーダーシップは、次の通りである。

NHKのリーダーシップ

NHKに蓄積された技術シーズをメーカーに供与し、技術の性能改善を進めて標準化技術を確立する。

メーカーのリーダーシップ

NHKの技術シーズをベースにプロトタイプや専用LSIを開発し、製品差別化技術を保有する。

これら共同開発の役割分担について、図3.1にまとめる。

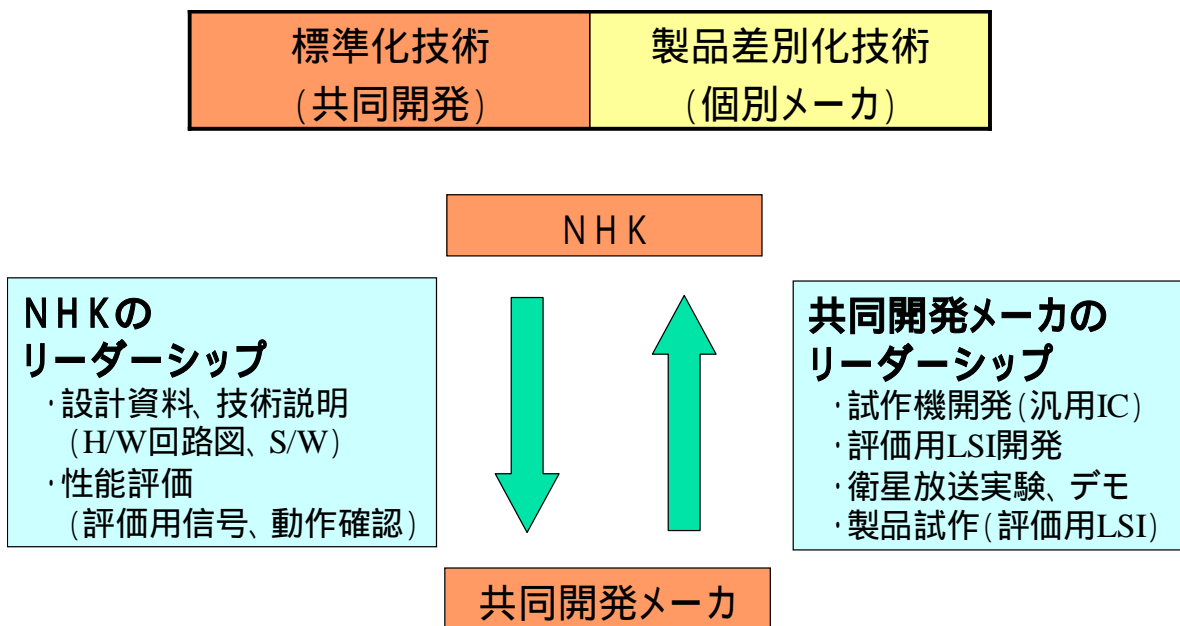


図3.1 : 共同開発の役割分担

3.1.2 標準化・仕様開発の課題

NHKの技術シーズであるハイビジョン放送システムは、NHKにより暫定仕様書としてまとめられたが、実際のフィールド試験による性能確認は十分に行われていなかった。

NHKの技術シーズのノウハウが共同開発メーカーに伝承され、それぞれのメーカーがプロトタイプを開発することで、国際科学技術博覧会（科学万博 - つくば'85）での本格的なデモンストレーションが可能となり、その結果、標準化や仕様開発の課題が明らかになった。これらの技術的な課題と運用面の課題を、以下に示す。

(1) 技術的な課題（受信機の望ましい性能）

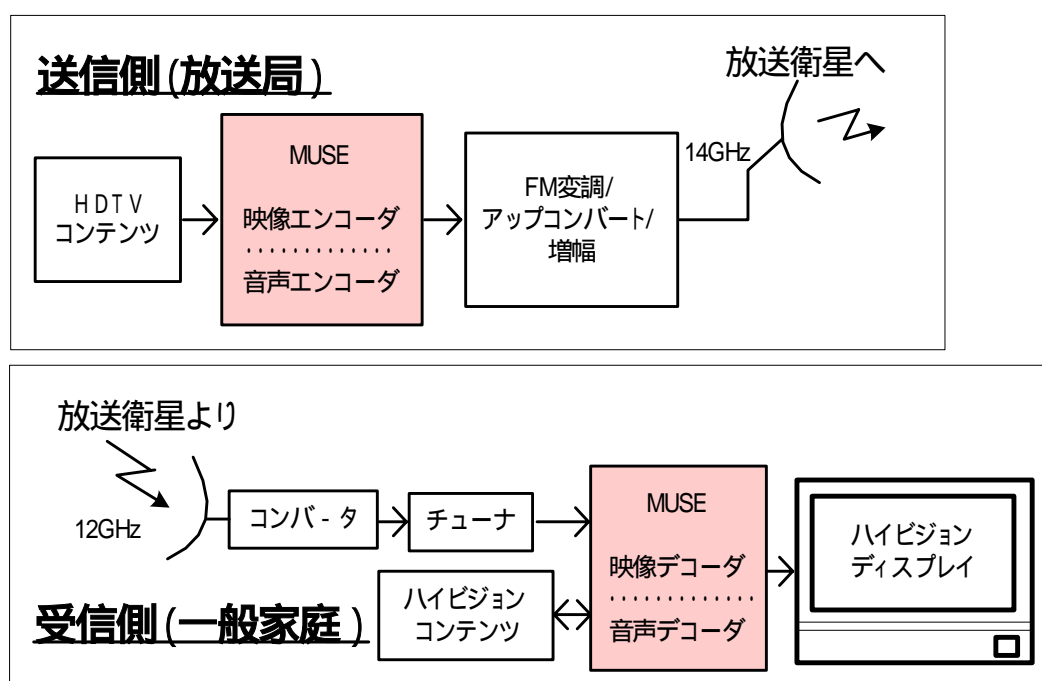


図 3.2 : ハイビジョン放送システム

図 3.2 にハイビジョン放送システムを示す。従来のTV放送と大きく異なるのは、送信側と受信側でMUSE方式を採用しており、送信側にエンコーダ、受信側にデコーダがある点である。そして、衛星放送において送信側のエンコーダは最低1つあればよいが、受信側のデコーダは各家庭の受信機に必要なので、仕様開発の際には次の点に注意しなければならない。

- ・送信側は放送設備であり、数も少ないのでコストの制約も緩く、ほぼ理想的な仕様を満足可能である。
- ・受信側は家庭用受信機なので、普及のためにはできるだけ安価に製造可能なように、要求仕様の負担を軽くしなければならない。

つまり、送信側は高価で複雑なシステムでも良いが、受信側は安価で簡単なシステムであるべきだということである。

そこで、受信機の望ましい性能は、ほぼ理想的な信号がチューナに入ってくるという前提で検討され、規定された項目は、プロトタイプのパフォーマンスで容易に満足できる最低限のレベルのものとした。

こうして、郵政省の標準化団体の放送技術開発協議会(BTA: Broadcasting Technology Association)にて標準化された項目を、以下の ~ に示す(ただし、 ~ はMUSEデコーダの望ましい性能、 と はBSチューナとMUSEデコーダを組み合わせたときの総合特性である。)[38]

- 映像出力信号周波数特性
- 映像出力信号S/N比
- 映像出力信号直線性
- エネルギー拡散信号の残留レベル
- 音声出力信号周波数特性
- 音声信号最大出力時の歪み
- 音声出力のダイナミックレンジ
- 音声チャンネル間のクロストーク
- 映像出力信号のS/N比
- ビットストリーム出力信号のビット誤り率

(2) 運用面の課題(システムへの要求仕様)

技術的に優れている新たなシステムが標準化される際、そのシステムが顧客に受け入れられるためには、顧客が、運用面も含めて、従来のシステムと同等もしくは優れていると認識できる必要がある。つまり、ハイビジョン放送システムは、運用面において現行NTSC放送システムの性能と同等もしくはそれ以上の性能が要求される。このとき、主な課題として次の ~ があげられる。

放送エリアの確保

伝送状態が悪いときの映像・音声の安定な再生

電源投入時、チャンネルチェンジ時の同期再生

映像出力信号の静止画 / 動画のスムーズな切り替え

、 に関しては、変調方式を現行放送と同じFM変調を採用することで、MUSEデコーダの目標値を明確にできた（(1)の 、 と同じ。）、 は、MUSEデコーダ固有の問題であるが、製品化開発において、回路構成やパラメータ設定等を検討することにより対応可能であった。

3.2 共同開発の内容

ナショナルコンソーシアムにおける共同開発の内容の詳細を、表3.1のアプローチの順に従って以下に示す。

3.2.1 暫定規格のプロトタイプ開発

1985年3月に開催された国際科学技術博覧会（科学万博 - つくば'85）において、NHK暫定規格のもとでハイビジョン放送の本格的デモンストレーションが行われた。このデモンストレーションの主な目的は次の通りであった。

- (1) HDTVを一般顧客に認識してもらう。
- (2) 一般顧客にハイビジョン放送が実現可能となったことを示し、その性能を評価してもらう。
- (3) 暫定規格のデモンストレーションを通じて、ハイビジョン放送システムの性能検証を行う。

このデモンストレーションを実現すべく、NHKは、NHKの技術シーズのノウハウを、技術契約した共同開発メカへ確実に伝承する方法として、以下の ～ を実施した。

暫定仕様書の作成と解説

20年間に及ぶNHKの技術シーズであるハイビジョン放送システムは、暫定仕様書としてまとめられた。内容は、送信側のベースバンド信号・圧縮

信号、変調方式、受信側の再生信号・ディスプレイの詳細に関するものである。NHKは、この仕様書を共同開発メーカーに配布するとともに、その内容の詳細な説明会を実施した。

回路図の提供と各部動作の解説

NHKは、開発したプロトタイプ回路図(結線図、パーツリスト等)を、共同開発メーカーに配布し、各部動作の詳細な説明会を実施した。合わせて、全体システムおよび各種調整データ(レジスタ設定等)の詳細内容に関する解説を行った。

評価用信号の提供と動作確認

全く新しいハイビジョン放送システムでは、図3.2に示すMUSEデコーダの入力信号(チューナ出力、ハイビジョンコンテンツ)である評価用信号や信号発生装置が存在しないので、NHKは先行してMUSE用ビデオディスプレイを共同開発メーカーと開発し、このビデオディスプレイとディスクを信号源として提供した。

総合的な試験に関しては、プロトタイプのエンコーダとの接続試験を行い、詳細な動作確認を実施した。

筆者らがこの暫定規格の実証実験、性能検証のために開発したハイビジョン受信機のプロトタイプの詳細について説明する。

3.2.1.1 ハイビジョン受信機の概要

ハイビジョン放送は、地上波より伝送帯域が広い、衛星放送で実現する方針にて開発された。我が国には、12GHz帯に8つの衛星放送チャンネルが割り当てられており、1チャンネルの無線周波数帯域幅は27MHzである。NHKが開発した帯域圧縮技術であるMUSE方式は、この1チャンネルの無線周波数帯域幅でハイビジョン信号を伝送可能としたもので、ハイビジョン信号のベースバンド帯域幅約20MHzを8.1MHzに圧縮する方式である。

開発試作したハイビジョン受信機のプロトタイプを図3.3に、その構成を図3.4に示す。



図3.3 : ハイビジョン受信機のプロトタイプ

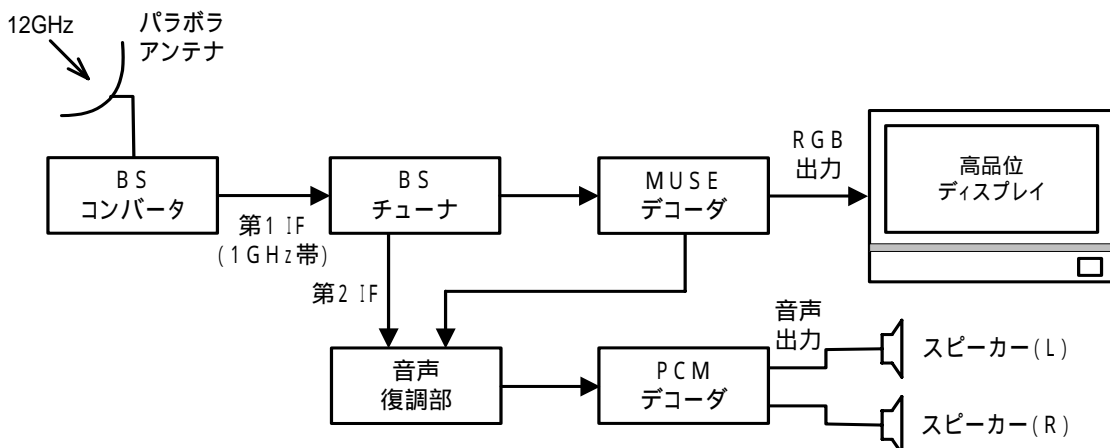


図 3.4 : ハイビジョン受信機の構成 ([39]より)

放送衛星からの 12GHz 帯の電波は、パラボラアンテナで受信したあと B S コンバータ (屋外ユニット) で 1GHz 帯の第 1 中間周波 (第 1 IF) 信号に変換される。次に、B S チューナ (屋内ユニット) において、選局・第 2 中間周波 (第 2 IF) 増幅・F M 復調を行い、帯域幅 8.1MHz の映像信号と中心周波数 134.26MHz の第 2 IF 信号を得る。これらは、それぞれ M U S E デコーダと音声復調部へ送られる。映像信号は、M U S E デコーダで処理した後、高品位 (ハイビジョン) ディスプレイ上に映し出される。第 2 IF 信号は、音声復調部で復調・時間伸長したあと P C M デコーダで音声信号として復号される。[39]

ハイビジョン受信機の仕様を、表 3.2 と表 3.3 に示す。

表 3.2 : 高品位ディスプレイの仕様 ([40]、[41]より)

走査線数	1,125 本
毎秒像数	29.970
インタレース比	2 : 1
アスペクト比	5 : 3
水平走査周波数	33.716kHz
垂直走査周波数	59.94Hz
映像入力信号	R、G、B 信号 : 0.7Vp-p 正極性 Y、C _w 、C _N 信号 : 0.7Vp-p 正極性 (Y は同期信号付き : 1.0Vp-p)
同期信号入力	混合同期 : 0.3Vp-p

表 3.3 : ハイビジョン受信機の仕様 ([39]より)

項目	内容
受信周波数	11.7 ~ 12.0GHz
受信チャンネル	B S -1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 の各 ch
中間周波数	第 2 IF : 134.26MHz
信号形式	動き補正多重サブサンプル方式、色信号多重は色信号の圧縮比 4 の T C I 信号形式 (線順次) * T C I (Time-Compressed Integration)
走査方式	1,125 本 / 60 2 : 1 (インタレース)
伝送ベースバンド帯域幅	8.1MHz (-6dB)
リサンプルクロックレート	16.2MHz
輝度信号水平帯域幅	静止領域 : 20 ~ 22MHz 動領域 : 12.5MHz
色信号水平帯域幅	静止領域 : 7.0MHz 動領域 : 3.1MHz
同期方式	正極デジタル同期
音声・付加情報多重	垂直帰線期間中に多重 : P C M 4 D P S K (2.048Kbps)
映像出力	R G B 出力 : 0.7Vp-p (75)
映像モニタ	高品位ディスプレイ

3.2.1.2 MUSEデコーダの構成

図 3.2 に示すハイビジョン受信機において、圧縮された映像信号を元の信号に再生する MUSE デコーダの構成と動作について述べる。

MUSE 方式の輝度信号におけるサンプリングパターンを図 3.5 に示す。

図 3.5 の縦方向 - 横方向は、圧縮前の HDTV 画像の縦方向 (走査線方向) - 横方向 (水平方向) に対応しており、 \cdot 、 \circ 、 \times はサンプリングされた画素データである。実線はインタレースの偶数フィールド、破線はインタレースの奇数フィールドの走査線を示している。このサンプリングパターンは、4 フィールドで一巡する多重サブサンプリングである。

図 3.5 の d はサンプリング間隔を示しており、 $1/d$ は 64.8MHz に相当する。また、リサンプルクロックレートは $1/4d$ の 16.2MHz、伝送ベースバンド帯域は 8.1MHz である。また、 h は走査線間隔を示しており、 $1/h$ は 1125/2

(line/height) である。

色信号のサンプリングパターンも同様であるが、色信号は輝度信号よりも解像度が低いので、サンプリング間隔は輝度信号の 1 / 4、2 種類の色信号をライン毎に間引いて交互に伝送する線順次方式を採用しており、1 / d は 16.2MHz、1 / h は 1125 / 4 (line/height) に相当する。

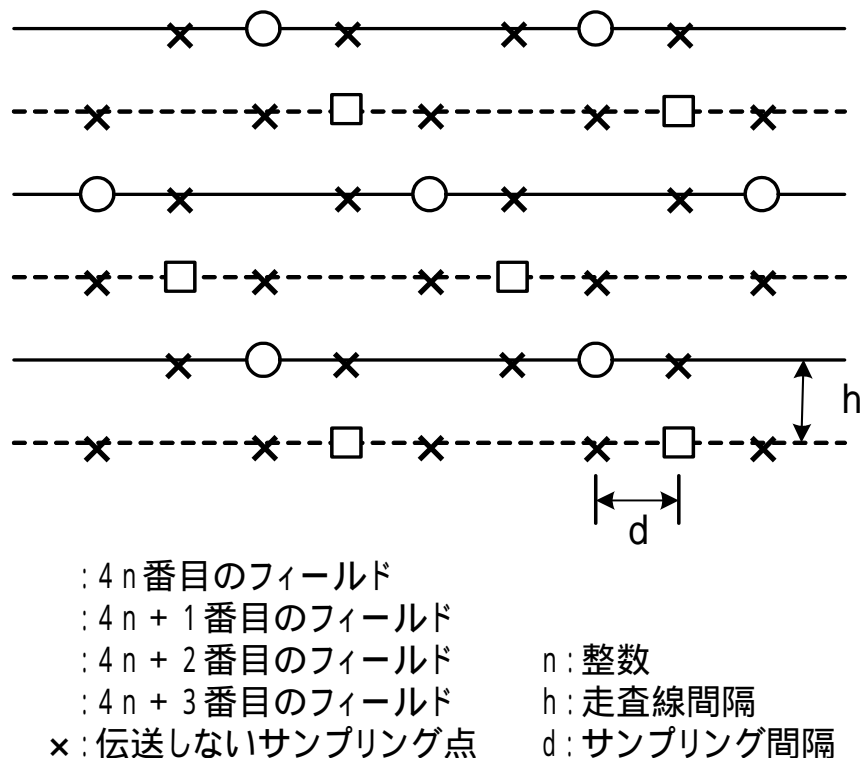


図 3.5 : 輝度信号のサンプリングパターン ([42] より)

次に、MUSE デコーダの構成を、図 3.6 に示す。BS チューナで FM 復調した映像信号は、16.2Mbps のデジタルデータに A / D 変換された後、同期信号・コントロール信号が分離される。同期信号はデジタル PLL (Phase Locked Loop) 部に送られ、ここで基本クロック (32.4MHz) や各種タイミングパルス (水平・垂直同期パルスなど) を発生している。コントロール信号は、サブサンプリング位相などの情報を伝える信号で、各部の制御を行う。

マルチプレクサは、現在の映像信号データ (16.2Mbps) とフィールドメモリ (2) の出力データ (32.4Mbps) を、サブサンプリング位相に合わせて 32.4MHz で切り換え、フィールドメモリ (1) の入力に送っている。例えば、現在の入力データが図 3.5 の に対応するとき、フィールドメモリ (1) の入力には、図

3.5の実線で示したライン上の と が交互に並んだデータが送られる。一方、フィールドメモリ(1)の出力には、1フィールド前のフィールドメモリ(1)の入力データが送られるので、図3.5の破線で示したライン上の と が交互に並んだデータが得られる。つまり、フィールドメモリ(1)の入力データと出力データから4フィールド分の全ての伝送データが得られる。このようにして得られたデータは、静止領域と動領域に分けられ、個別の処理が行われる。

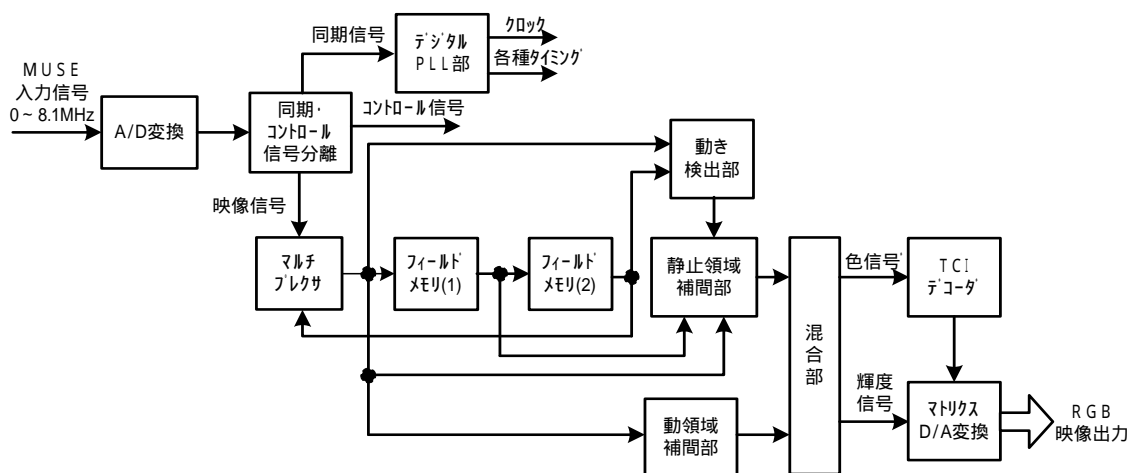


図3.6 : MUSEデコーダの構成 ([39]より)

静止領域補間部では、この4フィールド分のデータから、伝送されないサンプリング点(図3.5の×印)のデータを補間する。補間はサンプリングレート64.8MHzの二次元フィルタ(静止領域補間フィルタ)で行っている。

動領域では、過去のサンプリング点のデータを使用してデータの補間を行うと、二重像などの妨害が画面に現れるので、動領域補間部では、現在のフィールドの伝送データのみを使用して、その他のサンプリング点のデータを補間する。補間はサンプリングレート32.4MHzの二次元フィルタ(動領域補間フィルタ)で行っている。

動き検出部は、画像の動きをフレーム間のデータの差分から判定している。静止領域と動領域の切替は、動き検出部の情報に基づいて、画素ごとに混合部で行っている。混合部の出力信号のうち、輝度信号はそのままで、色信号はTCI(Time-Compressed Integration:時間軸圧縮多重)デコーダで復号してからD/A変換されてアナログ信号になる。

こうして、もとの帯域のハイビジョン信号に復元された輝度信号(帯域20~22MHz)と色信号(帯域7MHz)を、マトリクス回路でRGB信号に変換して高品位ディスプレイへ供給している。[43]

3.2.2 MUSE方式の性能改善・衛星放送実験

3.2.2.1 MUSE方式の性能改善

1985年の国際科学技術博覧会におけるNHK暫定規格の実証実験、性能検証の結果、MUSE方式における受信側の技術課題が明確になった。

課題は、(1)再生画像の画質向上、(2)S/N改善、(3)映像・音声の安定な再生である。この課題を解決する対策がコンソーシアムにて検討され、改良MUSE方式が提案された。(1)～(3)の対応策について、以下に述べる。

(1) 再生画像の画質向上

受信側の再生画像が劣化する主たる原因は、動き適応処理の誤動作（静／動のフィルタ誤動作による画質劣化：画像ボケや二重像の発生）と 伝送波形歪（リングングや折り返し妨害の発生）である。

動き適応処理の誤動作

技術課題は、輝度信号の動き検出精度の向上である。改良MUSE方式では、輝度信号のサンプリングパターンを、従来方式（図3.5）から新方式（図3.7）へと変更した。この結果、MUSE信号における輝度信号（静止画）のスペクトルは、図3.8(c)から図3.9(c)へと変わる。

この図より、従来方式では「伝送される輝度信号の直流成分まで折り返し成分が含まれている。」のに対し、改良方式では「伝送される輝度信号の水平周波数4.05MHz以下の低域成分には、折り返し成分が含まれない。」ことがわかる。輝度信号（動画）のスペクトルについても同様である。

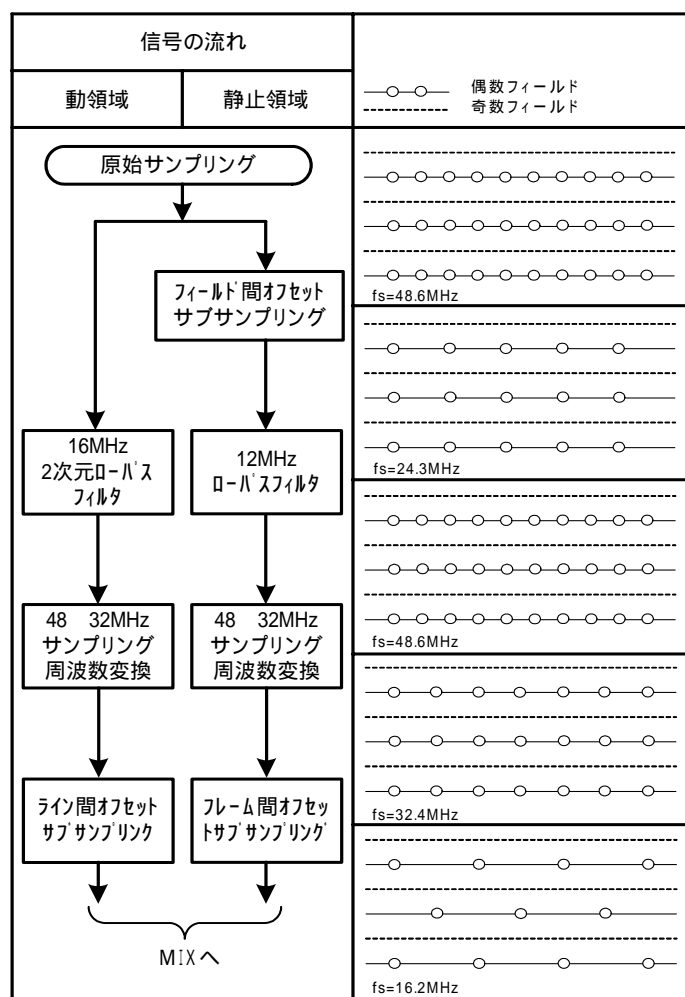


図 3.7 : 輝度信号のサンプリングパターン ([3]より)

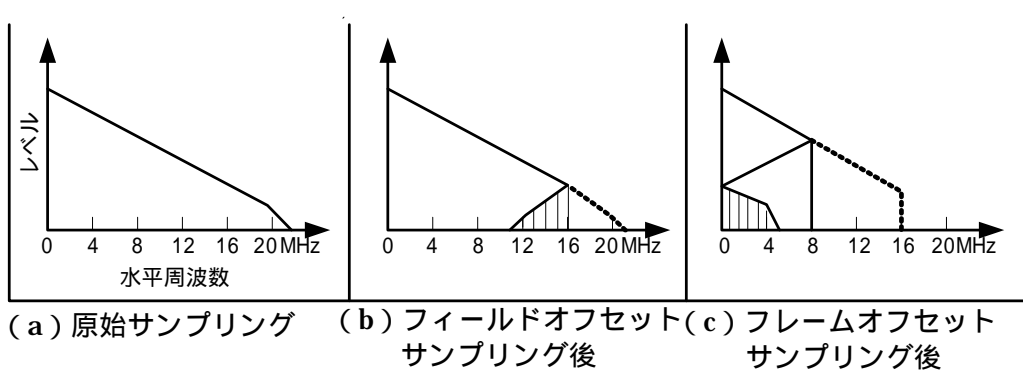


図 3.8 : 輝度信号静止領域サンプリングによる折り返し関係 (図 3.5) ([3]より)

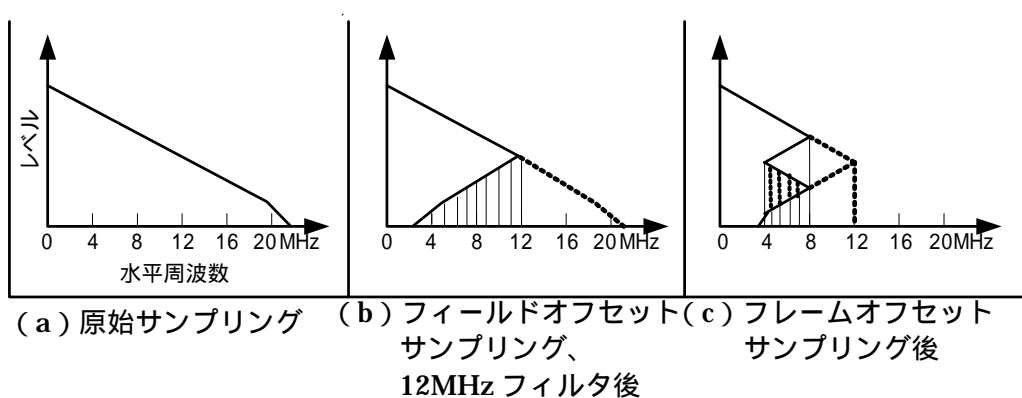


図 3.9 : 輝度信号静止領域サンプリングによる折り返し関係 (図 3.7) ([3]より)

したがって、改良方式では次の信号処理が可能になる。

- ・輝度信号の低域成分を利用した 1 フレーム動き検出処理
- ・常時伝送される輝度信号の低域成分を再生信号とする出力処理

これらを採用することで、動き適応処理の誤動作がほとんど目立たなくなり、実用上問題ないレベルの性能を実現できた。

伝送波形歪

改良方式では、送信側に基準信号として V I T (Vertical Interval Test) 信号を挿入し、受信側で、この V I T を使用した波形等化を行うことにより、伝送路歪を除去可能とした。V I T 信号は 32.4MHz のインパルスで、これを位相変調した 2 種類の信号を、垂直ブランキング期間に多重している。

(2) S / N 改善

改良方式では、S / N 改善のために、新たに 4 つの信号処理を追加した。

ノンリニアエンファシス

F M 伝送処理において、送信側で周波数が高い成分を持ち上げる (エンファシス) とともに振幅の大きな信号を帯域内に抑圧し (ノンリニア) 受信側で逆特性をかけるノンリニアエンファシスを採用することにより、9.5db の改善利得を得た。

伝送 処理

送信側において、特性にて振幅の大きな信号を抑圧して小さな信号を持ち上げ、受信側で逆特性をかけることにより、伝送路ノイズを見かけ上抑える効果を得た。

定輝度原理

送信側で原信号のRGB信号から輝度信号と2種類の色差信号(Y , $R - Y$, $B - Y$)へマトリクス変換する際に、CRTの蛍光特性に合わせた特性をキャンセルしたりニアな信号で演算し、受信側の最終出力(Y , $R - Y$, $B - Y$)からRGBへマトリクス変換する際に、リニアな信号で演算した後に補正を行う信号処理を採用することで輝度を一定に保ち、混入する色ノイズを抑制した。

適応型ノイズリダクション

受信機の中にノイズ検出回路を搭載し、そのノイズレベルを積分した値を変数とし、巡回型ノイズリダクション回路の特性を最適なものに制御する適応型ノイズリダクションを採用した。

(3) 映像・音声の安定な再生

従来方式では、FM変調の映像信号にPSK変調の音声信号をRF多重していたために、受信機におけるキャリア再生が複雑であり、音が途切れるという不具合が生じることがあった。改良方式では、音声信号をベースバンド多重に変更し、キャリア再生の負担を軽減した。

また、(1)の で示した波形等化器の採用により、受信機のクロック再生の精度が大きく向上し、安定な再生を可能にした。

3.2.2.2 衛星放送実験

第1 Stepと同様、第2 Stepの改良MUSE方式に関しても、NHKからコンソーシアムの各社に技術情報が提供され、プロトタイプの開発と性能検証が行われた。こうして、標準化技術の開発は1987年末に完了し、MUSE方式の諸元は、コンソーシアムのメンバーが全員参加していたBTAの高精細度テレビ委員会にて1988年6月に技術基準骨子としてまとめられ、郵政省の電気通信技術審議会へ提案された。図3.10に標準化された最終のMUSEデコーダのブロック図を示す。

この技術基準骨子の諸元を確認すべく、BTAの高精細度テレビ委員会のも

とで2度の衛星放送実験が実施された。以下に、その内容を述べる。[44]

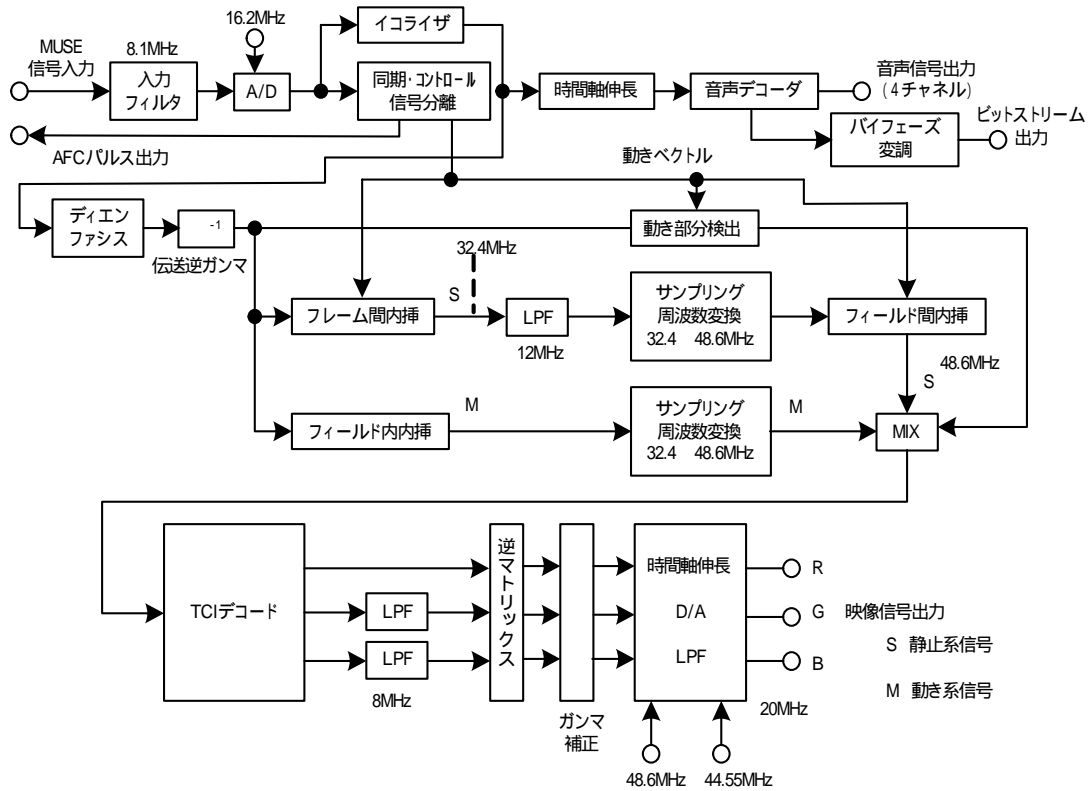


図 3.10 : MUSE デコーダのブロック図 ([44]より)

(1) 実験の目的

放送衛星を経由したMUSE信号の伝送実験を実施し、方式プロトコル及びシステムの動作・画質・音質及びその他の伝送特性と受信技術に関する資料を得て、電気通信技術審議会高精細度テレビジョン委員会分科会における伝送規格の審議に寄与する。

(2) 実験の概要

NHKの衛星実験設備を使用し、放送衛星BS-2の11ch.でMUSE信号を伝送する。コンソーシアムのメンバー(下記実験参加機関のメンバー)は、これを各々のプロトタイプで受信し、受信機動作の特性について測定評価を行う。

実験参加機関(順不同):

- NHK、三洋電機(株)、シャープ(株)、(株)富士通ゼネラル、ソニー(株)、(株)東芝、松下電器産業(株)、日電ホームエレクトロニクス(株)、

日本ビクター(株)、パイオニア(株)、(株)日立製作所、三菱電機(株)

(3) 実験期日

第一次実験：1987年12月2、4、23、25日

第二次実験：1988年7月20、22日、1988年8月10日

(4) 実験系統構成

図3.11、図3.12に示す。

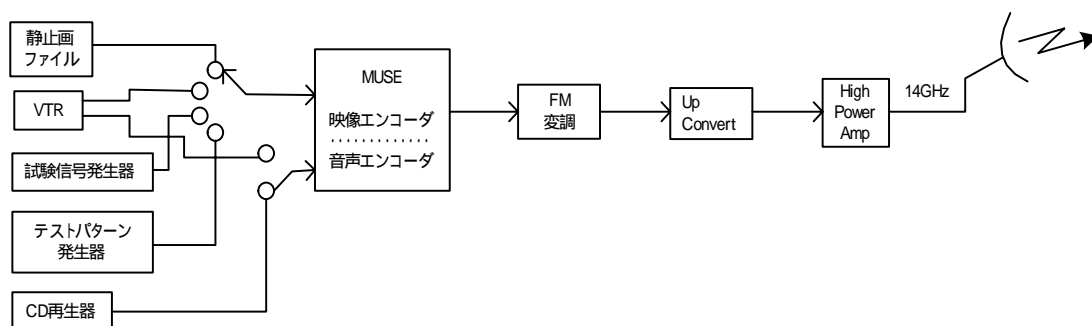


図3.11：送信側の構成（[44]より）

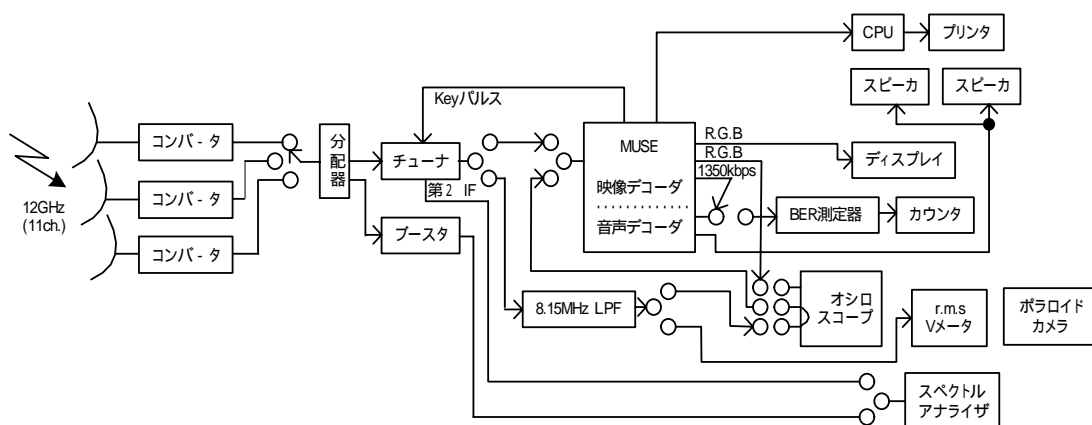


図3.12：受信側の構成（[44]より）

(5) 実験項目

受信機の動作及び受信画質 / 音質の確認

- ・ M U S E デコーダの映像信号時間伸長、フィールド周波数 60Hz、音声モ

- ード切替を含む動作確認
- ・ H D T V 静止画ファイルおよび V T R による画質、音質の確認

受信特性データの測定

- ・ C / N、S / N、音声ビット誤り率 (B E R : Bit Error Rate)
周波数特性

(6) 実験結果

時間軸圧縮した映像信号、フィールド周波数 60Hz の受信動作は問題なし。

音声制御符号による受信機の制御は正常に動作。

C / N に対する S / N、音声 B E R の関係は、ほぼ理論値と一致、周波数特性等の電気的特性は問題なし。

受信機の波形等化は周波数特性の改善に効果あり。

ランダムノイズの検知限は C / N で約 18dB。75cm 径のアンテナで屋外受信したときの C / N は 17 ~ 21dB。

リングングは静止画・動画に関して 5 段階評価で 4 以上であり、実用上問題なし。

結論として、1988 年 6 月に技術基準骨子として提案した M U S E 方式の諸元については問題ないことが確認された。

3.2.3 第 1 世代 L S I 開発

コンソーシアムの各社で開発したプロトタイプのパフォーマンスは、衛星放送実験で問題ないことが確認された。そして、1988 年には「NHK 技研公開での展示」、「ソウル五輪の街頭デモンストレーション」を行い、一般からも高い評価を得た。しかし、このプロトタイプは、汎用 IC で作られており、その大きさ、消費電力、価格の面で家庭用受信機としては不相当であった。これらの課題を解決すべく、第 1 世代 L S I 開発に着手した。

3.2.3.1 LSI化の特長

LSI化の特長は、経済性、高性能化、高信頼性である。[45]

(1) 経済性

LSI化の最大の長所は、その経済性にある。経済性は、LSI自体の機能当りのコストの低下、組み上がったシステム全体のコスト低下の二つに分けて考えられる。

LSI自体の機能当りのコストの低下

LSI製造プロセスにおいて、Siスライス(いわゆるウエハ)を単位として処理される工程の費用は、その内部に搭載される回路に、ほとんど依存しないので、同じプロセスで作られた完成ウエハのコストは同一と考えられる。同様に、ウエハをチップに細分した以降の工程での費用は、ほぼチップ単位で同じである。

従って、微細加工技術を駆使して面積当りの機能の増大を図り、さらにチップの寸法を大きくして高機能化を図れば、歩留まりが変わらない範囲で機能当りのコスト低下が可能である。

組み上がったシステム全体のコスト低下

LSI化により回路が集積化・小型化されるので、システムの組立て・調整コストが減少する。また、プリント基板やコネクタの節減、装置の小形軽量化等に起因して費用削減が可能となる。

(2) 高性能化

LSI化によって、高速化、低消費電力化、あるいは両者を総合した尺度である遅延時間電力積の大幅な低減が可能になる。これは次の理由による。

LSI内部に配線が取り込まれることにより、システムの総配線長および配線長に起因する遅延時間が減少する。

システムの配線長が短くなることにより寄生容量が減少するので、遅延時間、消費電力が低減する。

(3) 高信頼性

LSI化システムの信頼性は、従来部品によって作られたものに比べて大幅

に向上する。これは次の理由による。

L S I によって配線がチップ内に取り込まれるので、システム内の接続が低減する。つまり、チップボンディング、パッケージとプリント板、プリント板とコネクタ等のチップに対する外部からの接続が減少するので、これらに起因する故障が少なくなる。

L S I のチップ自体に発生する故障は、従来からの経験則より、集積度に比例して増加はしない。従って、L S I 内部での機能当りの信頼度は、集積度の増大によって改善される。

3.2.3.2 第1世代 L S I の分担と構成

3.2.3.1 で述べたように、L S I 化により、回路の小型化、低消費電力化、そして量産による高信頼性と低価格化が可能である。そこで、家庭用ハイビジョン受信機を実現すべく、第1世代の L S I 開発はコンソーシアムの3社（東芝、日本電気、松下）が中心となって進められた。

表3.5に各社が開発した専用 L S I の種類をまとめる。第1世代では、機能評価を優先して N H K が中心となりチップ分割を決めたので、一台あたりの L S I 使用個数が50個と非常に多くなった。

表 3.5 : 第 1 世代 L S I の種類

会社名	名称	品名	個数*
東芝 (8種8個)	対称フィルタ(12M LPF)	TC9047N - 001	1
	対称フィルタ(2Dフィルタ センター)	TC9047N - 002	1
	対称フィルタ(2Dフィルタ 内側)	TC9047N - 003	1
	対称フィルタ(2Dフィルタ 外側)	TC9047N - 004	1
	ノンリア処理	TC9043N	1
	動き検出1	TC9044N	1
	動き検出2	TC9045N	1
	動き検出3	TC9046N	1
日本電気 (9種27個)	映像プロセッサユニット1	μPD9375CW	2
	映像プロセッサユニット2	μPD9376CW	1
	映像プロセッサユニット3	μPD9377C	1
	色処理1	μPD6471DU	1
	色処理2	μPD6472DU	1
	非対称フィルタ	μPD6470DU	3
	画像メモリ	μPD42291R	9
	1H遅延線	μPD42102G - X	3
	小容量FIFO	μPD9378GB	6
	松下 (5種7個)	D/Aコンバータ	AN8140K
音声処理1		MN73534TUD	1
音声処理2		MN73556TUE	1
データ検出		MN73534TUF	1
タイミング発生		MN53060TUG	1
シャープ (2種2個)	2次元フィルタ用遅延回路	LH50523	1
	12/11時間伸長	LH50524	1
ソニー (2種4個)	逆マトリクス	CXD1214G	1
	ガンマ補正	CXD1215G	3
日立 (2種2個)	波形等化用TRF	HD49407	1
	A/Dコンバータ	HA19214NT	1
*: 一台当たりのLSI使用個数			計50

主要 3 社は、各社の得意分野を担当した。東芝は乗算器によるデジタルフィルタを中心に、日本電気はメモリ・プロセッサを、松下は同期・クロック再生系を開発した。

図 3.11 に第 1 世代 L S I を使用した M U S E デコーダの構成を示す。

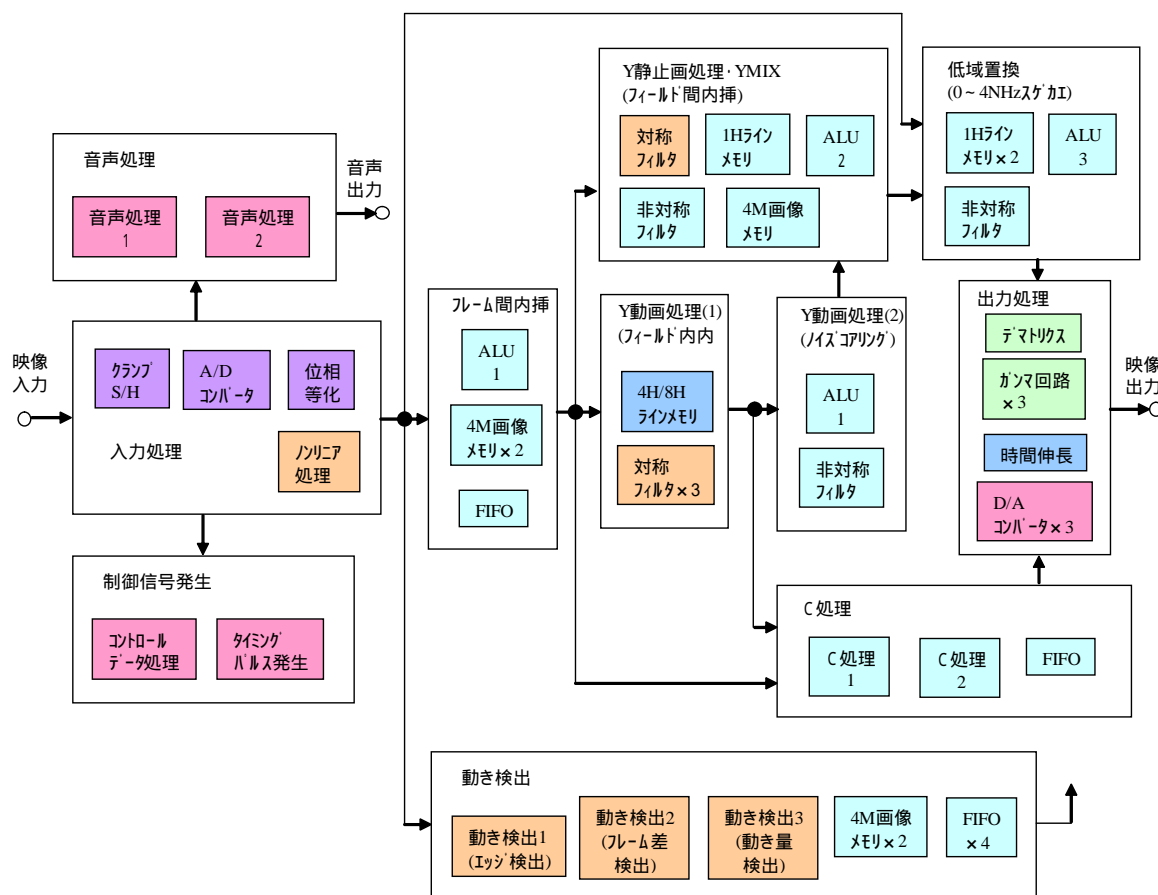


図 3.11 : L S I 化 M U S E デコーダの構成

N H K より、コンソーシアムに参画する各社へ評価ボードと技術情報が提供され、L S I の E S (Engineering Sample) 品より各社で性能評価が始められた。1989 年には、このボードによる評価が完了し、各社で製品化を睨んだプロトタイプ (L S I 化 M U S E デコーダ) の開発が開始する。筆者らが開発したプロトタイプは、従来の汎用 I C で構成したプロトタイプと比較して、大きさが 1/20、消費電力で 1/30 程度の 65W となった。

図 3.12 に L S I 化 M U S E デコーダのメイン基板を、図 3.13 に L S I 化 M U S E デコーダのプロトタイプを示す。

1990 年の N H K 技研公開に各社が第 1 世代 L S I の試作機を展示し、家庭用ハイビジョン受信機が完成段階に入った時点で、基本的なコンソーシアム活動は終了した。



図 3.12 : L S I 化 M U S E デ コ ー ダ (メ イ ン 基 板)

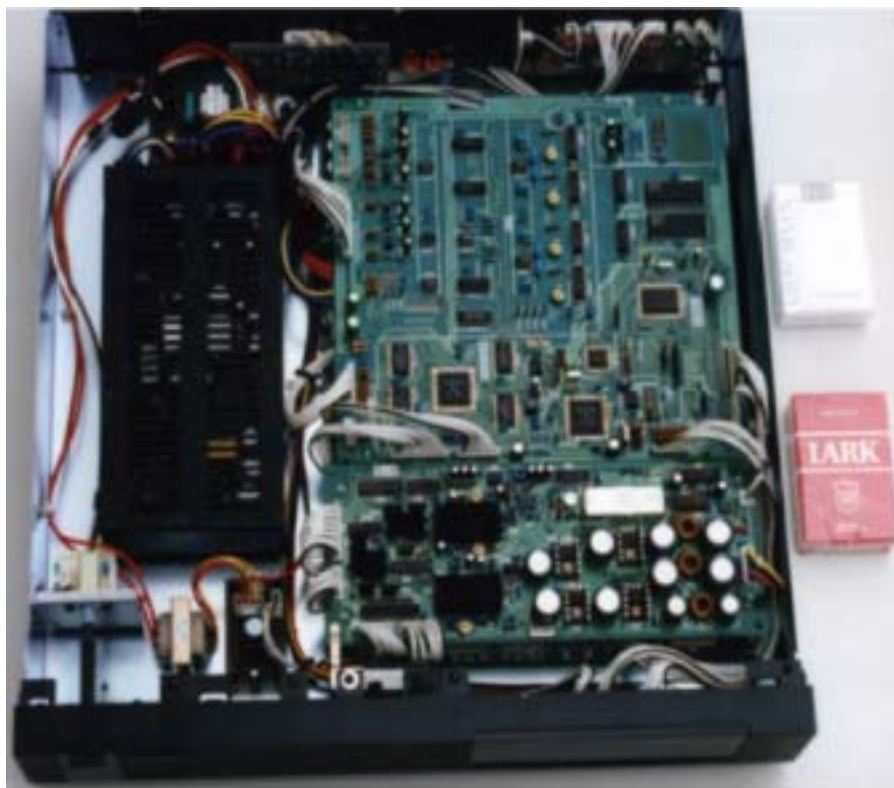


図 3.13 : L S I 化 M U S E デ コ ー ダ (プ ロ ト タ イ プ)

第4章 HDTV受信機の製品化

ハイビジョン放送は、1989年より実験放送が始まり、1990年には、第1世代LSIによる民生用ハイビジョンTVや受信機が発売された。しかし、これらの価格は非常に高価で(36型TV:400万円、MUSEデコーダ:180万円程度)あり、一般家庭には普及しなかった。

4.1 マーケティングの課題

(1) 新しい家庭用TV

1991年より1日8時間のハイビジョン試験放送が開始され、市場と技術の不確実性が十分に低下した技術の成熟段階を迎える。そして、新しい家庭用TVが、この放送サービスを期待して製品化された。

これらの製品は、ディスプレイのアスペクト比が16:9のワイドTVである。機能的に、表4.1に示す3つに分類できる。この表においてM/Nコンバータ(MUSE/NTSCコンバータ)は、MUSEデコーダの信号処理を簡略化したもので、MUSE信号を現行TVのNTSC出力信号にデコードするものである。

表4.1: 新しい家庭用TV

種類	機能
ワイドTV	・現行NTSC放送対応
ワイドTV (M/Nコンバータ内蔵)	・現行NTSC放送対応 ・ハイビジョン放送対応 簡易受信: MUSE信号のデコード処理を簡略化
ハイビジョンTV (MUSEデコーダ内蔵)	・現行NTSC放送対応 ・ハイビジョン放送対応

(2) 製品の機能と価格

図4.1に現行TVと表4.1の3種類のTVの機能と価格に対するポジショニングを示す。

- ・現行TVに対して、ワイドTVは、アスペクト比が異なるディスプレイ

デバイスと表示信号処理が新規に採用されるので、機能はあまり変わらずに価格が上がるポジションとなる。

- ・ ワイドTVに対して、ワイドTV (M/Nコンバータ内蔵) はM/Nコンバータを内蔵するので、その分の機能と価格が高くなるポジションとなる。
- ・ ワイドTV (M/Nコンバータ内蔵) に対して、ハイビジョンTVは、MUSEデコーダを内蔵し、高解像度なディスプレイデバイスを使用するので、機能も価格もさらに上がるポジションとなる。

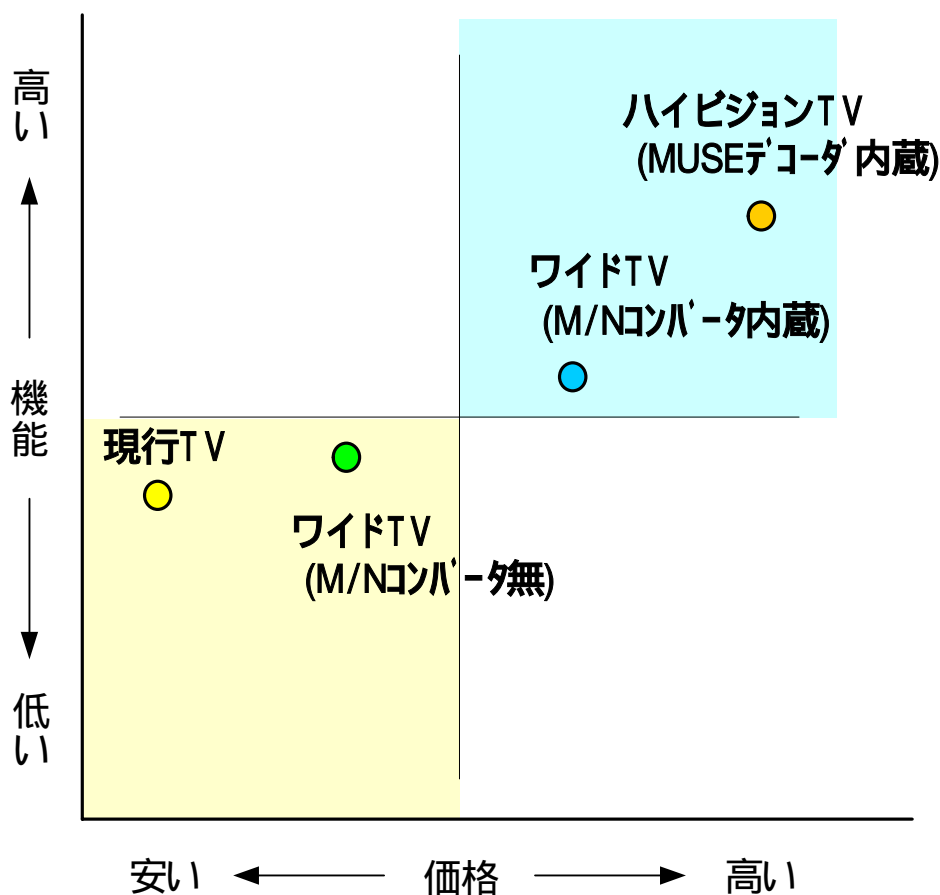


図4.1：製品の機能と価格

(3) ターゲット価格の実現手段

(2)に示したように、～の新しい家庭用TVの価格が高くなる主な要因は、次の3つのキーデバイスである。

- (a) ディスプレイデバイス（アスペクト比 16:9 の CRT）
- (b) M/Nコンバータ
- (c) MUSEデコーダ

(a)～(c)のキーデバイスの価格設定を、製品立上げ時のターゲット顧客に合わせて決めていく。顧客セグメントは、第2章の図2.2に示す通りである。これを、表4.2に示す。特に、に関しては、価格が高いときの初期のターゲット顧客として、ホテル、郵便局や駅等の公的機関があった。

表4.2：顧客セグメントとキーデバイスの価格

顧客セグメント	生産状況	キーデバイスの価格
革新者	量産開始	サンプル価格
初期受容者	少量生産	量産価格(少量価格)
早期多数層	本格量産	量産価格(普及価格)

次に、この価格の実現手段であるが、(b)と(c)は各々 と の製品価格にのみ影響するが、(a)は ～ の全ての製品に関係しており、最も重要なデバイスである。つまり、まず ～ で最も安価である のワイドTVを普及させることに専念し、(a)の価格を下げる戦略が有利である。

そこで、筆者らは、図4.2に示す戦略にて新しい家庭用TVの製品化を進めた。

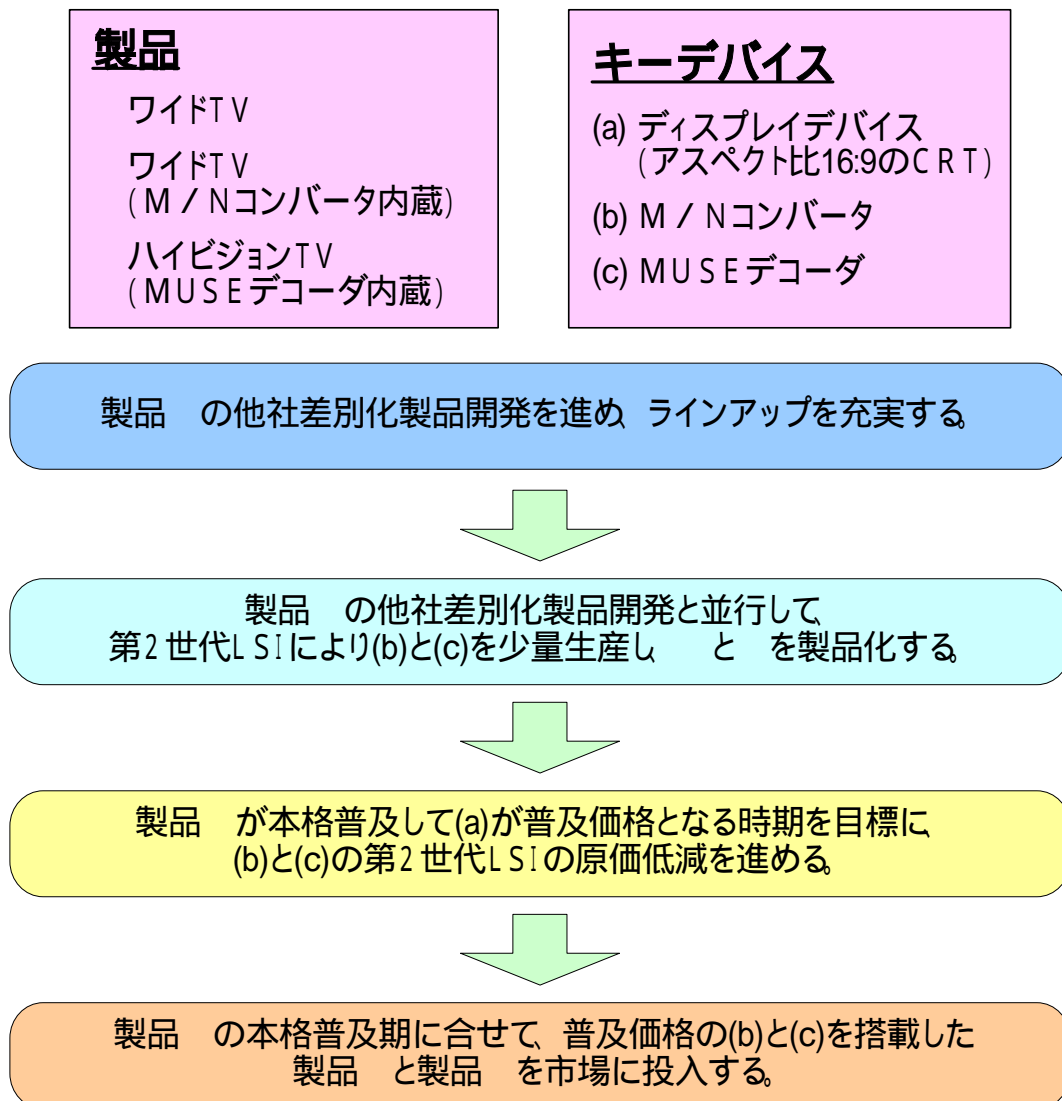


図4.2：新しい家庭用TVの製品化戦略

(4) その他の課題

1日8時間のハイビジョン試験放送が始まり、NHKを中心にHDTVのコンテンツが放送されたが、種類も少なく、顧客の興味を引くには不十分であり、ワイドTVでも楽しめる16:9の映像コンテンツを充実させることが、HDTVの普及に関して重要な課題であった。

このため、現行TV放送やパッケージメディア（VTR、レーザーディスク等）に関して、16:9の映像コンテンツを採用する方式がBTAで検討され、これらは、EDTV（Extended Definition Television）の規格としてまとめられた。[46]

4.2 新たなアライアンス

ハイビジョン普及に関して、企業にとっての急務は、受信機の低価格化であった。コンソーシアムによる第1世代LSIの開発は、技術的な性能確認が主目的であったので、LSI化の特長である小型・低価格化が十分実現できておらず、そのために第2世代のLSI開発は必須であった。しかし、このLSI開発には莫大な費用が必要なので、開発費投入リスクを回避しつつ参加企業の市場での地位向上を実現すべく、解散したナショナルコンソーシアムのメンバーと米国半導体メーカーによる新たなアライアンスが形成され、専用チップセットの開発が開始された。これを図4.3に示す。

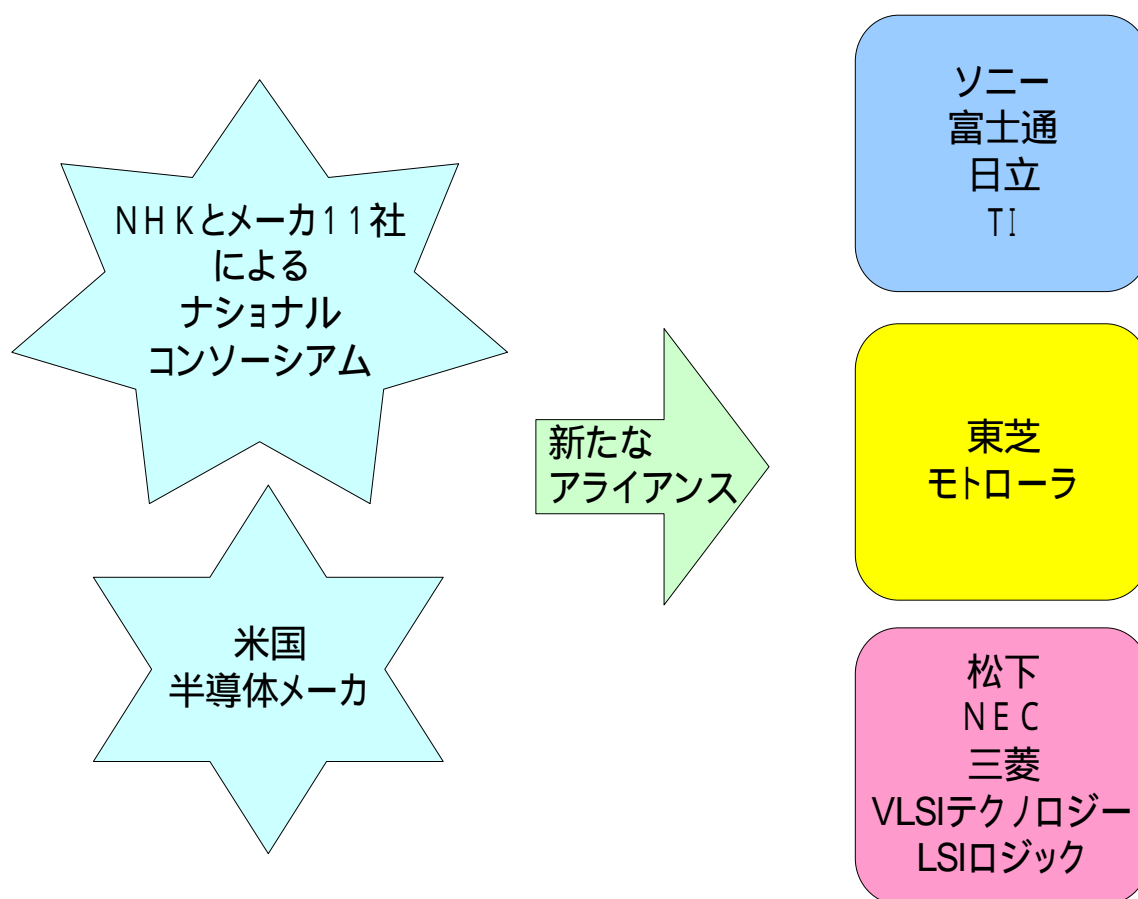


図4.3：新たなアライアンス

筆者らは、松下・NEC・VLSIテクノロジー・LSIロジックとアライアンスを開始した。他の連合としては、ソニー・富士通・日立・TIと東芝・モトローラがあった。以下に、筆者らの新たなアライアンスの内容を述べる。

(1) 開発コンセプト

アライアンスの開発コンセプトとしては、他社（他企業連合）との差別化として、技術開発による性能向上、小型/量産化における品質向上、低価格化を目標とした。

また、通産省より20%の海外メーカ参入が義務付けられた1986年の日米半導体協定に対応すべく、海外メーカへのアクセス対応を検討した。[47]

(2) 開発分担

基本的には、第1世代LSIの開発に参入していたNEC・松下は、自社の担当分を中心に、それ以外の残りの部分を三菱が担当することで合意した。

表4.3：各社の開発分担

ブロック名	品名	担当
MUSE入力処理部	μ PD60310GF	NEC
MUSE信号処理部	μ PD6475GD	
輝度信号処理部	μ PD6476GD	
輝度出力処理部	μ PD6477GD	
2Mフィールドメモリ部	μ PD42291GJ	
色処理部	VY06434	VLSIテクノロジ-/NEC
アナログ入力処理部	M52650FP	三菱
出力処理部	M65620FP	
アナログ出力処理部	M52651SP	
クロックジェネレータ部	M52652SP	
動き検出部	M65621FP	
	MN82501	松下
A/D部	AN8130FBP	
3DAC部	AN8145FBP	
同期部	MN76022TVF MN18888TIG	
4Mフィールドメモリ部	MN47C401FS	
音声部	L7A1133	LSIロジック/松下
イコライザ処理部	LH50529	シャープ
MN変換部	LH50530	日本ビクター

ただし、技術開発要素が多い動き検出部に関しては、松下 / 三菱の共同開発で行うこととなった。

チップ分割に関しては、量産に適した実績のあるプロセス・低価格なパッケージの採用を優先して、無理な集積化をすることなく機能的に分割した。周辺回路のLSI化を含めて最終的には、10社の協業となった。表4.3に各社の開発分担を、図4.4に第2世代LSI化MUSEデコーダの構成を示す。

以下に、開発コンセプトの詳細を分析する。

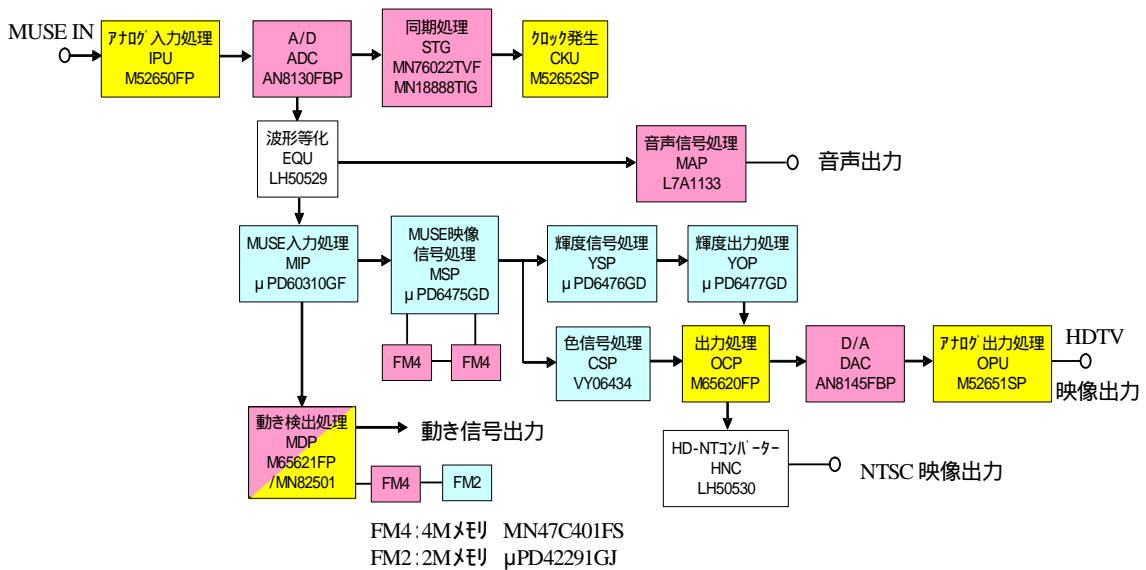


図4.4 : 第2世代LSI化MUSEデコーダ

4.3 技術開発による性能向上

第2世代LSI開発において、協業の各社が性能向上目標を提案し、技術開発による他社差別化を検討した。表4.4にこれを示す。

表4.4のいずれの性能向上目標も、試作機にて実際に性能検証を行い、開発したLSIに搭載した。特に、筆者が提案した輝度信号処理部、色処理部における技術開発について、詳細に検証する。[48] , [49]

表4.4 : 技術開発による性能向上

ブロック名	パッケージ	性能向上目標
MUSE 入力処理部	100 QFP	
MUSE 信号処理部	120 QFP	動画系トランジエント改善、ダイミク可変 NR
輝度信号処理部	120 QFP	4M メリ機能内蔵 (4M メリ削除)
輝度出力処理部	120 QFP	
2M フィールド メリ部	74 QFP	
色処理部	100 QFP	8.1MHz 縦縞改善
アタック 入力処理部	24 SOP	AGC アンプ、クランプ内蔵
出力処理部	152 QFP	水平垂直輪郭補正内蔵
アタック 出力処理部	32 SDIL	利得制御アンプ、3 値同期信号付加回路内蔵
クロックジェネレータ部	32 SDIL	44MHz の内部発生
動き検出部	160 QFP	動検性能改善 (動いた物体の後の改善)
A / D 部	64 QFH	
3 D A C 部	64 QFH	
同期部	160 QFP	同期部性能改善 (検出時間の短縮)
4M フィールド メリ部	50 SSOP	2Mbit 4Mbit 集積化
音声部	120 QFP	デジタルインタフェース機能等追加
イコライザ 処理部	144 QFP	イコライザ 性能改善 (範囲の拡大)
M N 変換部	128 QFP	NTSC 変換機能の付加

4.3.1 輝度信号処理部における性能向上

輝度信号フィールド間内挿は、MUSEデコーダの静止領域の信号処理である。第1世代LSIでは、この輝度信号フィールド間内挿を簡単な垂直フィルタで行っており、垂直周波数が高い折返し成分が十分に除去されずに妨害として残っていた。そして、この折返し成分を出力のアナログフィルタで除去するため、急峻な遮断特性を持つ高価なフィルタが要求された。しかし、MUSEデコーダの低価格化を考えると、このような高価なフィルタを使用する方法は好ましくない。そこで、5ライン×7画素までの任意のタップ長の二次元フィルタで輝度信号のフィールド間内挿が行えるハードウェアを試作し、この二次元フィルタのタップ長を変えて輝度信号フィールド間内挿の性能を検証した。

(1) ハードウェアの構成

輝度信号フィールド間内挿を行う二次元フィルタの入力信号は、フィールド毎に位相がオフセットする信号である。この入力信号と5ライン×7画素の二次元フィルタの位相関係を図4.5に示す。

図4.5の縦方向 - 横方向は、圧縮前のHDTV画像の縦方向（走査線方向） - 横方向（水平方向）に対応しており、 \circ 、 \times はサンプリングされた後に圧縮処理された画素データである。実線はインタレースの偶数フィールド、破線はインタレースの奇数フィールドの走査線を示している。

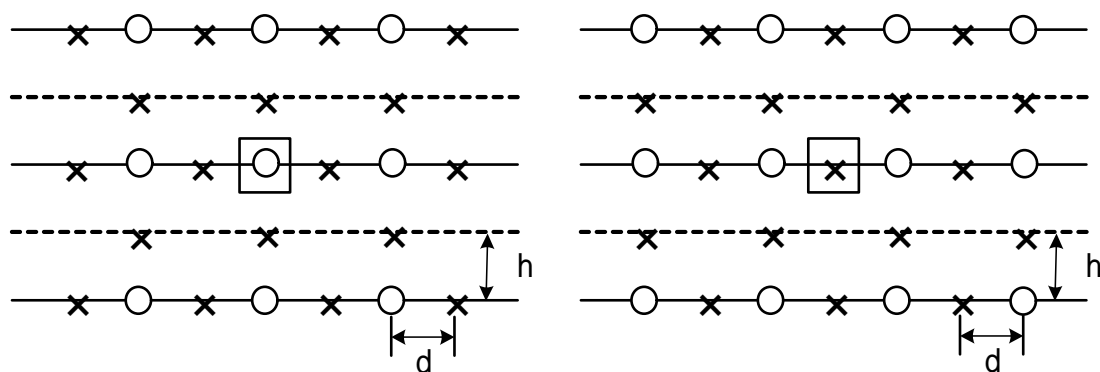


図4.5 (a) : 伝送データ
(偶数フィールド)

図4.5 (b) : 非伝送データ
(偶数フィールド)

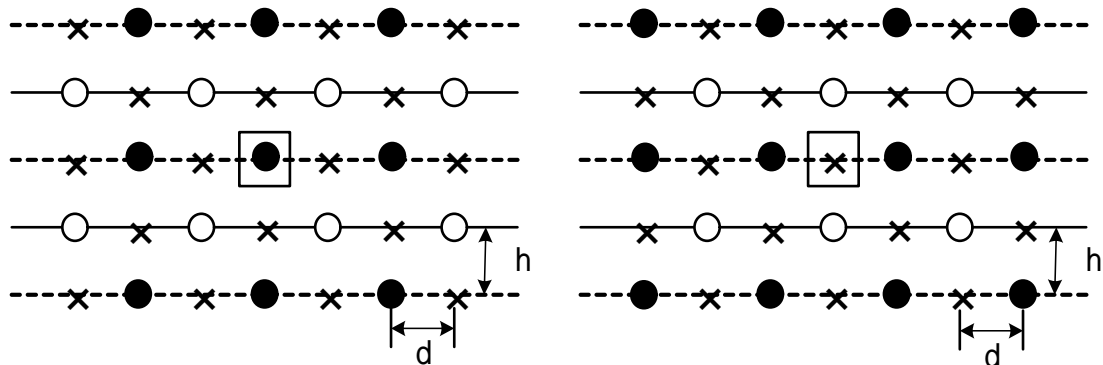


図 4.5 (c) : 伝送データ
(奇数フィールド)

図 4.5 (d) : 非伝送データ
(奇数フィールド)

: フィルタの中心位相、 h : 走査線間隔、 d : サンプル間隔

図 4.5 : 輝度信号フィールド間内挿用二次元フィルタ (5×7) の位相関係

また、図 4.5 の d は サンプル間隔を示しており、 $1/d$ は 48.6MHz に相当する。 h は 走査線間隔を示しており、 $1/h$ は $1125/2$ (line/height) である。

すなわち、 \bullet は 偶数フィールドの輝度信号データ (標本点) を、 \circ は 奇数フィールドの輝度信号データ (標本点) を、 \times は 伝送されない輝度信号データ (内挿点) を表わしている。試作したハードウェアでは、標本点用のフィルタと内挿点用のフィルタを構成して、各々の出力信号を図 4.5 の (a) ~ (c) に示す位相に合わせて切り替えている。

ハードウェアの構成を図 4.6 に示す。図 4.6 の 12 個の乗算器のデータ ($00, 01, \dots, 23$) は、パソコンから任意の値が入力できるように構成したので、タップ係数やタップ長を容易に設定できる。図 4.5 の (a) ~ (c) に示す位相に合わせて、フィールドごとの位相をサブサンプルクロック (S.S clock) にて切り替えている。

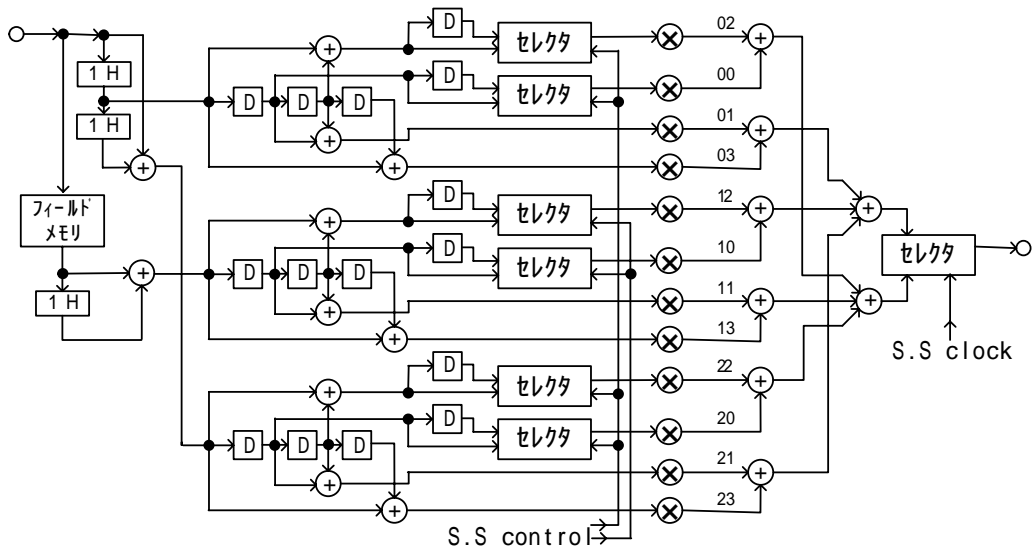


図 4.6 : 二次元フィルタのブロック図

(2) 二次元フィルタの特性

輝度信号フィールド間内挿を行う二次元フィルタの理想的な周波数特性を図 4.7 に示す。この特性を簡単な二次元フィルタで実現するのは困難であるが、妨害として目立つ折返し成分は、主に垂直周波数 $\nu_0 = 1125 / 2$ (line / height) 付近と水平周波数 $\mu_0 = 24.3\text{MHz}$ 付近に存在するので、この成分を十分に減衰して、できる限り図 4.7 の特性に近いものを検討した。

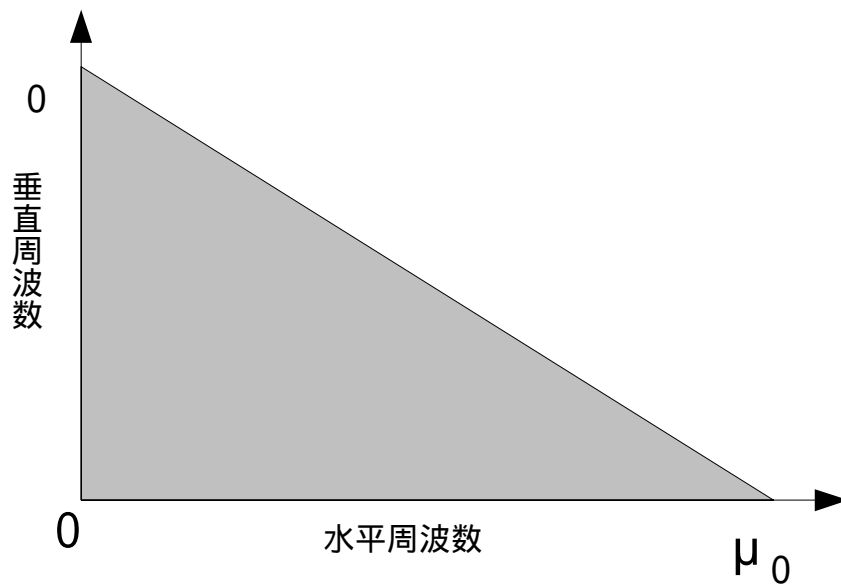


図 4.7 : 二次元フィルタの理想周波数特性

(3) 検証結果

垂直 3 ラインの二次元フィルタでは、水平の画素数を 7 画素にしても、水平周波数特性を劣化させずに折返し成分を十分に減衰させるものが実現できなかった。一方、垂直 5 ラインの二次元フィルタでは、水平の画素数が 3 画素でも、比較的簡単なタップ係数で実用上問題ないものが実現できた。また、5 ライン × 7 画素の二次元フィルタでは、水平・垂直周波数特性を劣化させずに、折返し成分をほぼ完全に除去できるものが実現できた。

従来の 3 ライン × 1 画素の二次元フィルタで輝度信号フィールド間内挿を行った際の実出力画像を図 4.8 (a) に、5 ライン × 7 画素の二次元フィルタで輝度信号フィールド間内挿を行った際の実出力画像を図 4.8 (b) に示す。

図 4.8 (a) の垂直のくさび部分にある妨害が、図 4.8 (b) では除去されていることがわかる。ただし、図 4.8 (a) と図 4.8 (b) で出力のアナログフィルタによる帯域制限はされていない。

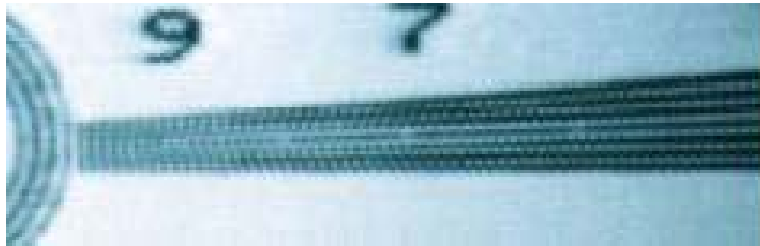


図 4.8 (a) : output of 3×1 filter

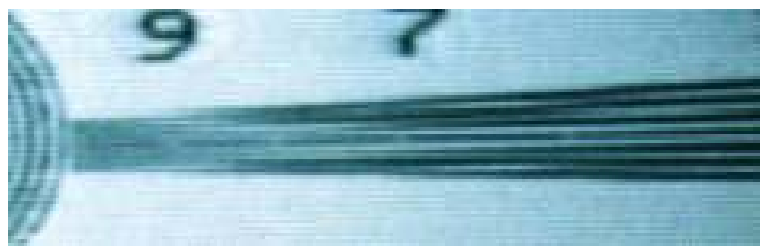


図 4.8 (b) : output of 5×7 filter

図 4.8 : 出力画像

4.3.2 色信号処理部における性能向上

MUSE方式によるハイビジョン試験放送が1991年11月より開始されて以来、各社で、様々なハイビジョン受信機が開発された。しかし、受信機を一般家庭へ本格的に普及させるには、MUSEデコーダの低価格化と高画質化が必要である。この高画質化に関する研究が、いくつか発表されているが、第1世代LSIのMUSEデコーダにおける問題点の一つに、色信号における画質劣化がある。[50]

これは、色信号フィールド間内挿処理を簡略化しているために生じるものである。そこで、色信号処理に低域通過フィルタを追加して妨害成分を除去する方法を考え、実際のハードウェアでその性能を検証した。

(1) 色信号における画質劣化

図4.9に、伝送される色信号のサンプリングパターンを示す。

図4.9の縦方向 - 横方向は、圧縮前のHDTV画像の縦方向（走査線方向） - 横方向（水平方向）に対応しており、 \circ 、 \triangle 、 \circ 、 \triangle 、 \circ はサンプリングされた後に圧縮処理された画素データである。実線はインタレースの偶数フィールド、破線はインタレースの奇数フィールドの走査線を示している。このサンプリングパターンは、4フィールドで一巡する多重サブサンプリングである。色信号は線順次で圧縮処理を行っているので、間のラインのデータは伝送されない。また、図4.9の d はサンプリング間隔を示しており $1/d$ は16.2MHzに相当する。 h は走査線間隔を示しており、 $1/h$ は $1125/2$ (line/height) である。

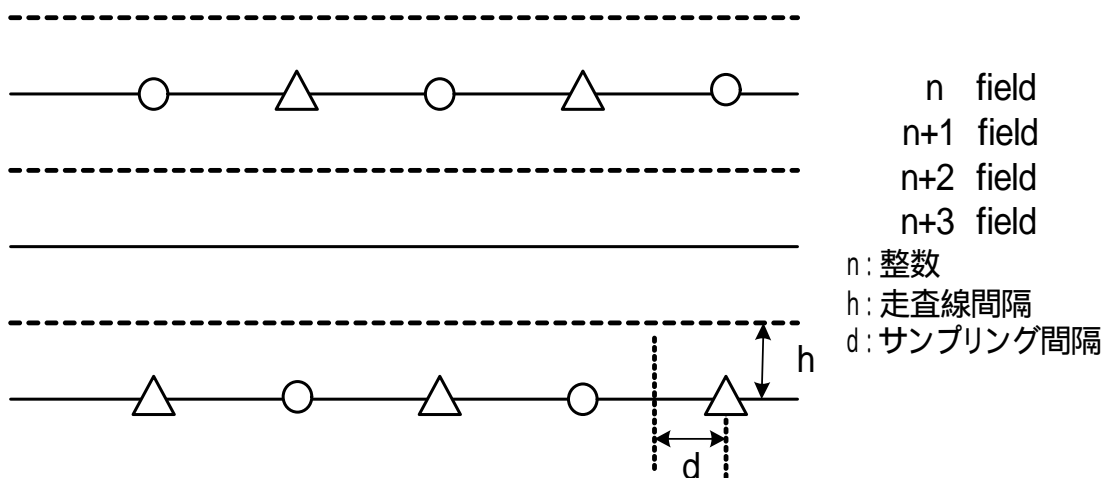


図4.9：伝送色信号のサンプリングパターン

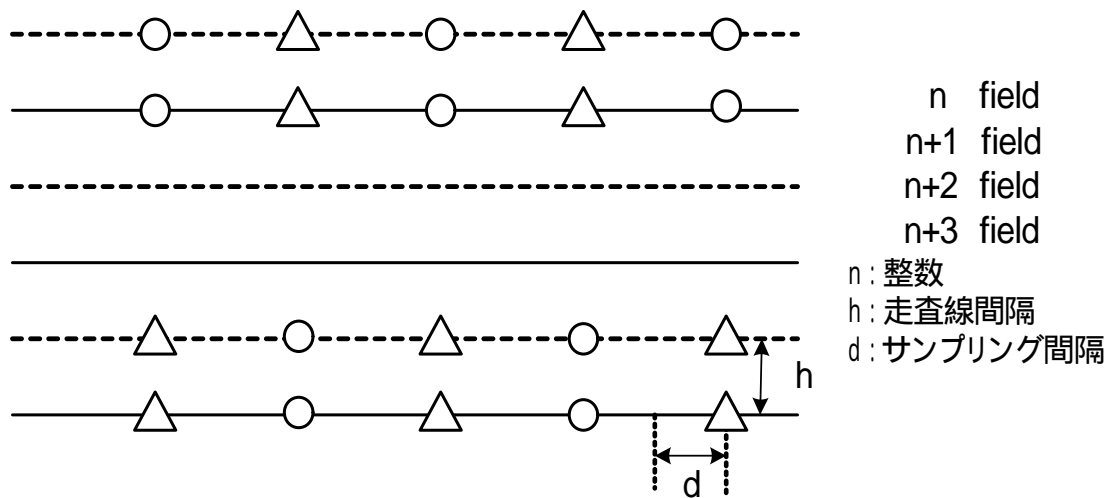


図 4.10 : フィールド間内挿された色信号のサンプリングパターン

第1世代LSIのMUSEデコーダでは、フィールドメモリとラインメモリを使用して、図4.10に示すパターンの色信号フィールド間内挿処理を行っている。しかし、この内挿処理では、水平周波数の帯域制限がなされていないので、次の問題が生じる。

- ・水平周波数 8.1MHz 付近に存在する垂直周波数が高い成分の折り返し妨害を、十分除去することができない。
- ・フィールド間でクランプレベルが変動すると 8.1MHz の縦線妨害が生じる。

(3) 提案方式の構成

(2) で述べた問題を解決する方法として、第1世代LSIの色信号内挿出力に、水平周波数を帯域制限するフィルタを追加することを検証した。このフィルタの理想的な周波数特性 (f 特) は 0~7MHz 程度までフラットで、8.1MHz 付近の成分を完全に遮断するものである。今回、理想均な f 特に近い FIR フィルタを、以下の方法により、簡単なハードウェアを用いて実現した。

フィルタの伝達関数 $H(Z^{-1})$ に対して、

$$H(Z^{-1}) = H_1(Z^{-1}) \cdot H_2(Z^{-1})$$

$$Z^{-1} = \exp(j2\pi f/f_0) \quad \text{ただし、} f \text{ は水平周波数 (MHz)、} f_0 = 16.2\text{MHz、}$$

$$H_1(Z^{-1}) = (1/4) \cdot Z^{-1} \cdot (Z^{-1/2} + Z^{1/2})^2$$

として、8.1MHz 付近の成分を完全に遮断する。

次数を設定して $H(Z^{-1})$ を周波数サンプリング法で求める。

(4) 検証結果

$H(Z^{-1})$ の次数が 6 次～10 次のもの最終画像を評価した（係数は全て 2 のべき乗の和で表した）。6 次のもものでは、若干 f 特の劣化が見受けられたが、8 次のもものと 10 次のもものでは、画質劣化は全く感じられなかった。図 4.11 (a) に、第 1 世代 L S I の色信号内挿処理を行ったテストパターンの最終画像を、図 4.11 (b) に、提案方式（8 次）で内挿したものを示す。妨害成分が十分に除去されているのがわかる。



図 4.11 (a) : 第 1 世代 L S I の
色信号内挿処理



図 4.11 (b) 提案方式（8 次）

図 4.11 : 出力画像

4.4 小型/量産化における品質向上

受信機の小型化は、チップ分割と重複する内容である。表4.5に示すように第1世代で60個以上使用していたLSIを、第2世代では21個へと削減した。第1世代で細かく機能ごとに分けられていたLSIの集積化を、更に進めることで実現した。

量産化に関しては、低消費電力化とテストビリティ（LSIの実装における接続や配線の自動テストなど）を検討し、目標を実現した。低消費電力化の結果を表4.5に、テストビリティの結果を表4.6に示す。

低消費電力化は、小型化による回路および配線数の削減、LSIのパッケージをプラスチックのモールドタイプに統一する等により実現した。

表4.5：受信機の小型化・低消費電力化

ブロック名	LSI数		消費電力	
	第1世代	第2世代	第1世代	第2世代
MUSE 入力処理部	1個	1個	400mW	300mW
MUSE 信号処理部	7個	1個	3200mW	800mW
輝度信号処理部	6個	1個	2200mW	850mW
輝度出力処理部	6個	1個	2000mW	750mW
2M フィールドメモリ部	1個	1個	350mW	250mW
色処理部	4個	1個	1000mW	450mW
アサグ 入力処理部	-	1個	-	400mW
出力処理部	5個	1個	3000mW	900mW
アサグ 出力処理部	-	1個	-	650mW
クロックジェネレータ部	1個	1個	500mW	700mW
動き検出部	6個	1個	2600mW	1200mW
A/D部	1個	1個	750mW	750mW
3DAC部	3個	1個	450mW	600mW
同期部	4個	2個	800mW	350mW
4M フィールドメモリ部	6個	3個	1800mW	1400mW
音声部	6個	1個	1000mW	900mW
イコライザ 処理部	3個	1個	1000mW	950mW
MN変換部	-	1個	-	1000mW
合計	60個以上	21個	21.05W 以上	13.20W

表 4.6 : L S I のテストビリティ

ブロック名	第 1 世代	目標	結果
MUSE 入力処理部	実装テスト	自動テスト	IEEE-1149.1 に準拠
MUSE 信号処理部			IEEE-1149.1 に準拠
輝度信号処理部			IEEE-1149.1 に準拠
輝度出力処理部			IEEE-1149.1 に準拠
2M フィールドメモリ部			なし
色処理部			IEEE-1149.1 に準拠
アクト 入力処理部			なし
出力処理部			IEEE-1149.1 に準拠
アクト 出力処理部			なし
クロックジェネレータ部			なし
動き検出部			IEEE-1149.1 に準拠
A / D 部			なし
3 D A C 部			なし
同期部			松下簡易方式
4M フィールドメモリ部			なし
音声部			松下簡易方式
イコライザ 処理部			松下簡易方式
M N 変換部	なし		

テストビリティに関しては、IEEE-1149.1 (バウンダリ・スキャン) をメインのデジタル L S I に採用したので、テスト信号をプリント基板に入力してスキャンレジスタの信号パターンを確認することにより、システムの配線チェックを行うことが可能となった。

このように、第 2 世代 L S I システムでは、小型化、低消費電力化、L S I の自動テストに関する目標の性能を実現したので、第 1 世代 L S I システムと比較して製品の品質を大幅に向上することができた。

4.5 受信機の低価格化

第2世代LSIチップセットは、MUSEデコーダに必要な全てのLSIを同時に開発しており、かつ量産を容易にしているために、ハイビジョンTVやMUSEデコーダの小型・低価格化を実現可能にした。

しかし、筆者らが開発した第2世代LSIを使用したMUSEデコーダの電気部品（プリント基板等を含む）の合計価格は、約11万円、36型ハイビジョンTVの市場価格は100万円前後と高価であった。

そこで、第2世代の開発後もアライアンスを継続し、引き続き原価低減を目指したLSI開発を行った。具体的には、さらに周辺回路の取込みを図り集積化を進めるとともに、画像メモリを、最も市場で使用されている汎用メモリに交換することで、筆者らは、第2世代LSIを使用したMUSEデコーダの電気部品の直材費半額という大幅な原価低減を実現した。

この結果、1994年には市場価格50万円前後のハイビジョンTVが製品化され、以後、順調に普及していった。

第5章 放送のデジタル化によるHDTVの進化

日本でラジオ放送が始まったのは1925年、テレビ放送が始まったのは1953年である。テレビの登場が日本の放送界の最初の変革期であった。第2の変革期はカラーテレビの放送が始まった1960年である。そして2003年にHDTVが放送可能である地上デジタル放送が始まり、日本の放送界は第3の変革期を迎えている。

第2の変革期であるカラーテレビ放送から第3の変革期である地上デジタル放送に至る過程において、テレビ受信機の信号処理はアナログ処理からデジタル処理へと進化していった。

5.1 テレビ受信機のデジタル化

近年の半導体技術の進歩にて、低コスト、低消費電力、高速なデジタル映像信号処理が可能となった結果、民生用TVは、1980年代後半、デジタル化による高性能化が急速に進んだ。

まず、アナログカラーテレビ放送を、受信側のデジタル映像信号処理にて高画質化を実現するIDTV(Improved Definition Television)が開発された。IDTVの信号処理を図5.1に示す。IDTVは、アンテナで受信された信号をアナログ復調後、A/D変換にてデジタルの複合信号に変換し、このデジタル信号を輝度信号色信号分離・走査線変換処理して後、D/A変換にてアナログのRGB信号に変換してディスプレイに表示するものである。

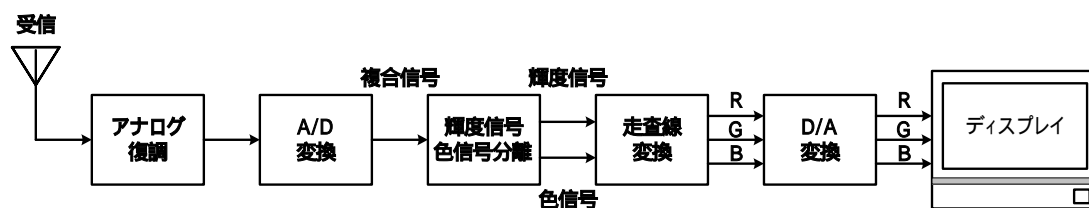


図5.1 : IDTVの信号処理

IDTVの製品開発は、まず、ラインメモリを使用した2次元処理(水平、垂直)による輝度信号色信号分離(YC分離)、走査線変換(IP変換:インタレース・プログレッシブ変換)による高画質化から始まり、その後、ラインメモリだけでなく、フレームメモリを使用して画像の動き情報を利用する3次元

処理（水平、垂直、時間）による、Y C分離、I P変換による高画質化へと進んだ。[51]

この技術の延長線上に、第3章、第4章で述べたハイビジョンTVが開発された。ハイビジョン放送システムは第3章の図3.2に示すように、送信側にてデジタル映像信号処理によりMUSE方式で帯域圧縮された信号を受信し、この信号をデコード後に表示して高画質化を実現するものである。IDTVとは異なり、送信側、受信側の両方でデジタル映像信号処理を行うものである。しかし、伝送信号は帯域圧縮されたデジタルの映像信号をアナログに変換した信号である。

一方、序章で述べたように、1988年にISO/IECに属するMPEGが、民生用機器への搭載を目指して、動画像符号化方式の国際標準化を開始した。MPEGは、通信分野で方式が固まりつつあったH.261（1990年標準化）を参照しつつ、1992年にMPEG-1、1994年にMPEG-2と動画のデジタル圧縮技術を標準化した。そして、MPEG-2により、約1GbpsのHDTV画像は20Mbps程度への符号化が可能となり、誤り訂正やデジタル変復調技術を併用して更に符号化を進めることで、現行放送の1チャンネルの帯域幅6MHzにて送受信できるようになった。

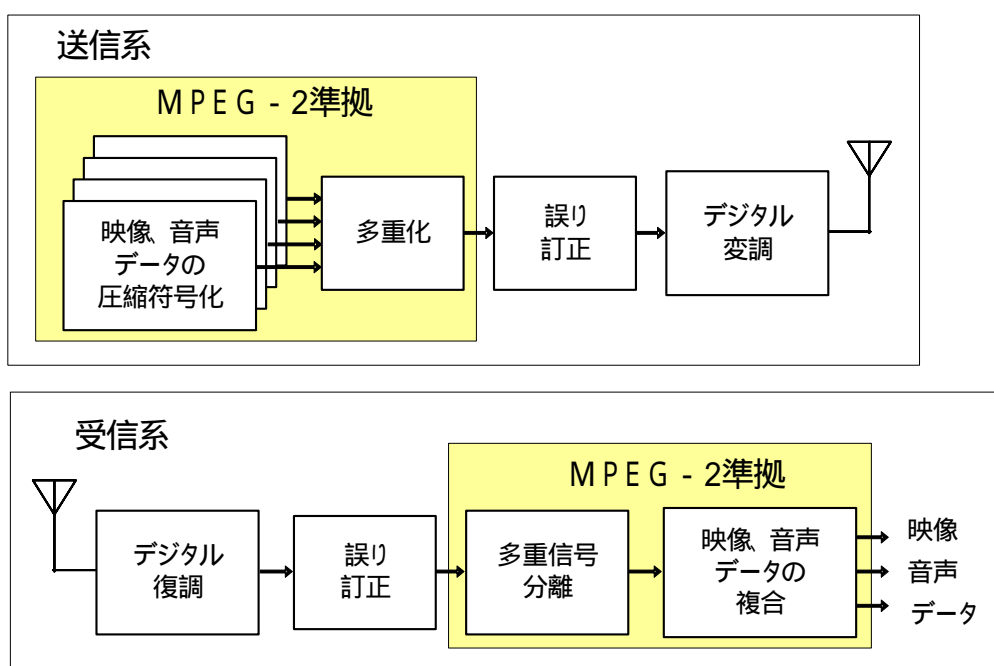


図5.2：デジタルHDTV放送システム

図5.2にデジタルHDTV放送システムを示す。わが国では、2000年末にMPEG-2に準拠した規格のもと、BSによるデジタルHDTV放送が実現した。

デジタルHDTV放送は、送信側、受信側の信号処理、伝送信号の全てがデジタルである。

アナログカラーTVからデジタルHDTVまでのテレビ受信機のデジタル化の流れをまとめる。

アナログカラーTVの伝送信号は、周波数多重されたアナログ信号である。受信機の信号処理もアナログ処理である。

IDTVの伝送信号は、アナログカラーTVと同じアナログ信号であるが、受信機の信号処理は、デジタル処理である。

ハイビジョンTVの伝送信号は、デジタル処理で帯域圧縮された映像信号をアナログに変換した信号（サンプル値のアナログ信号）である。受信機の信号処理はデジタル処理である。

デジタルHDTVの伝送信号は、MPEG-2に準拠して符号化されたデジタル信号、受信機の信号処理はデジタル処理である。

従って、横軸に伝送信号、縦軸に受信機の信号処理をとることにより、～の結果は、図5.3のように示すことができる。

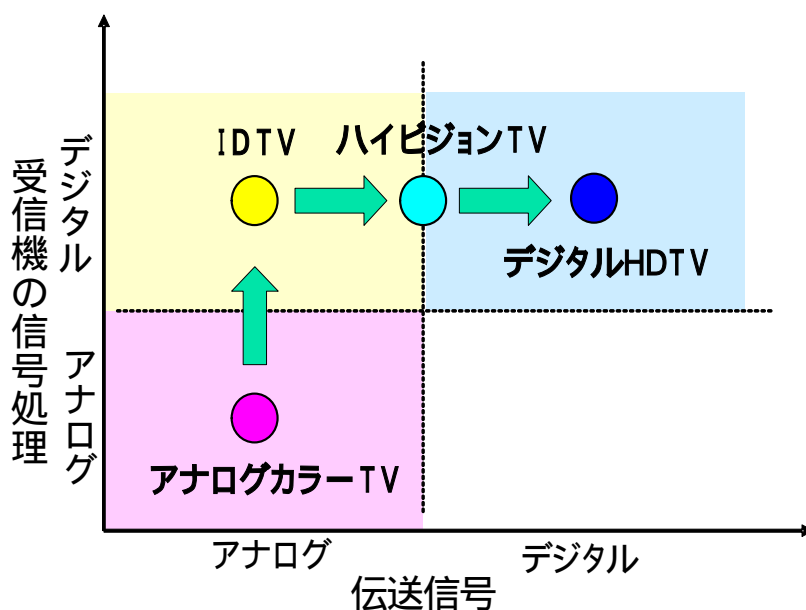


図5.3：テレビ受信機のデジタル化

5.2 技術革新の不連続性

(1) 技術のS曲線

図5.4に技術のS曲線を示す。この曲線は、ある製品、製法を開発/改良するために投じた費用ともたらず成果との関係を示すものである。

資金を投入したとき、当初はなかなか成果が上がらず、開発の足取りは遅々としてはかどらない(萌芽期)。その後、開発を前進させる鍵となる情報がきちんと集まると、全ての制約が一挙に取り払われ、急速な進展を見る(急速進展期)。しかし、製品や製法の開発に、さらに多額の資金をつぎ込むにつれ、最終的に技術の進歩をものにするのが、ますます困難に、しかも高つくようになる(成熟期)。例えば、帆船がもっと速くなるわけではなく、金銭登録機の性能が格段に向上することもない。それはS曲線の上端に限界があるからである。[52]

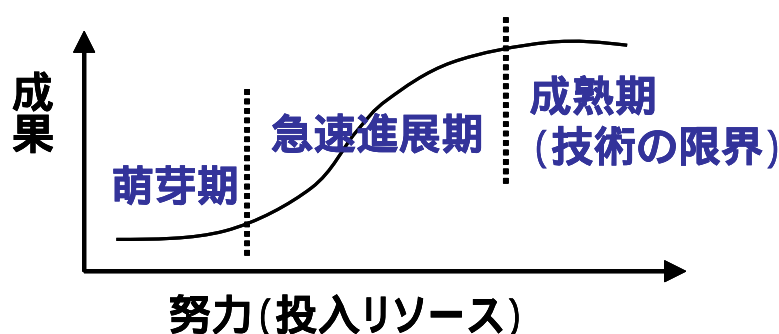


図5.4：技術のS曲線

(2) 持続的イノベーション

新しい技術が現れ、従来の技術の性能を追い越す過程は、いくつかの技術のS曲線が交わるカーブで表現できる。S曲線に沿って技術が進化するのは、通常、既存の技術アプローチの中で、少しずつ改良が進んだ結果であり、次の技術曲線に乗り換えることは、抜本的な新しい技術を採用することを意味する。このように、確立された性能向上の軌跡を維持しつつ技術革新が繰り返されるのが、持続的イノベーションである。

5.1節で述べたTV受信機のデジタル化において、アナログカラーTVからIDTV、IDTVからハイビジョンTVへの性能向上は、最終出力のディスプレイへの表示画像の画質(解像度、色再現性、S/N等)に関する技術革新であり、図5.5に示す緩やかな持続的イノベーションといえる。

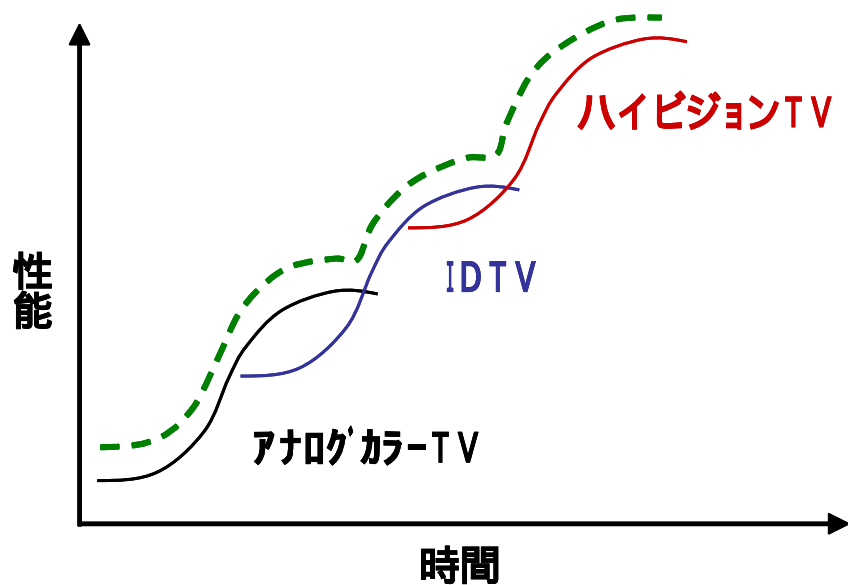


図 5.5 : 持続的イノベーション

(3) 技術の S 曲線とバリューネットワーク

クレイトン・クリステンセンは、著書の「イノベーションのジレンマ」にて、技術を二つに分類している。一つは、「同一尺度によって測られる性能の向上を維持する技術（持続的技術：サステナブルテクノロジー）」、もう一つは、「性能の軌跡を破壊し、塗り替える技術（破壊的技術：ディスラプティブテクノロジー）」である。[53]

図 5.6 に技術の S 曲線とバリューネットワークの関係を示す。S 曲線が交差する典型的な構造は、1 つのバリューネットワーク（用途（市場）「A」）の中で、持続的イノベーションが起こる様子を表している。縦軸は、製品のいずれかの性能を表す尺度である（用途「A」の観点で見た性能）。破壊的イノベーションの縦軸には、確立されたバリューネットワークとは別の性能指標をとらなければならない（用途「B」の観点で見た性能）。破壊的技術は、まず、新しいバリューネットワーク（用途（市場）「B」）で商品化され、次に確立されたネットワークを侵食する。破壊的技術は、独自のバリューネットワークの中で、独自の軌跡に沿って出現し、発展していく。別のバリューネットワークで求められるレベルと品質を満たすまで性能が上がると、そのネットワークを侵食しはじめ、恐るべきスピードで既存の技術と、既存の実績ある企業を駆逐することができる。

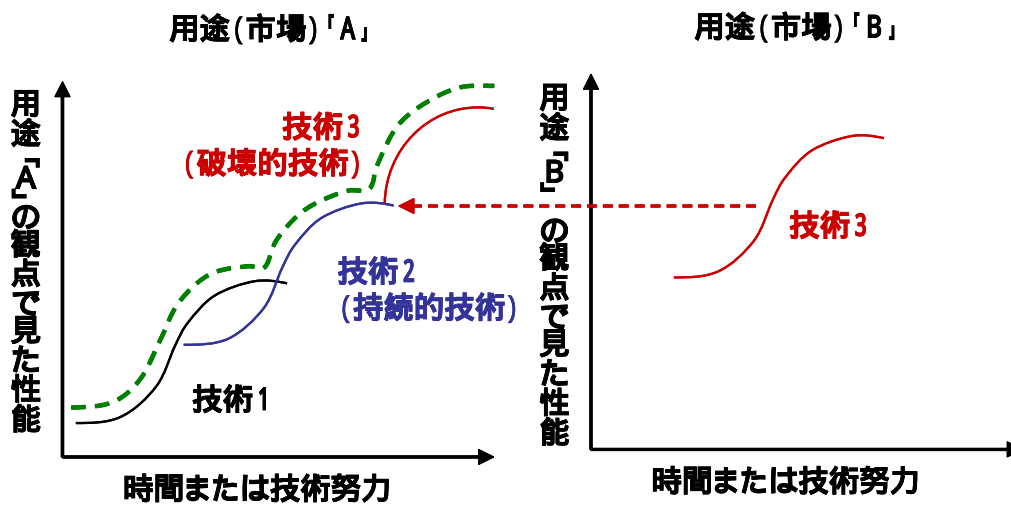


図 5.6 : 技術の S 曲線とバリューネットワーク ([53]より)

デジタルHDTVの技術について検証する。

図 5.7 に各種高能率符号化標準方式のカバーする範囲を示す。テレビ会議やテレビ電話などの画像音声通信用に開発された画像符号化方式 H.261 が基本となり、圧縮する画像の解像度(画像サイズ)を拡大し民生機器へ展開する目的で、ビデオCDなどの蓄積メディアへの記録のための符号化方式 MPEG-1 が、次いでDVDやデジタル放送へ対応可能な符号化方式 MPEG-2 が標準化された。

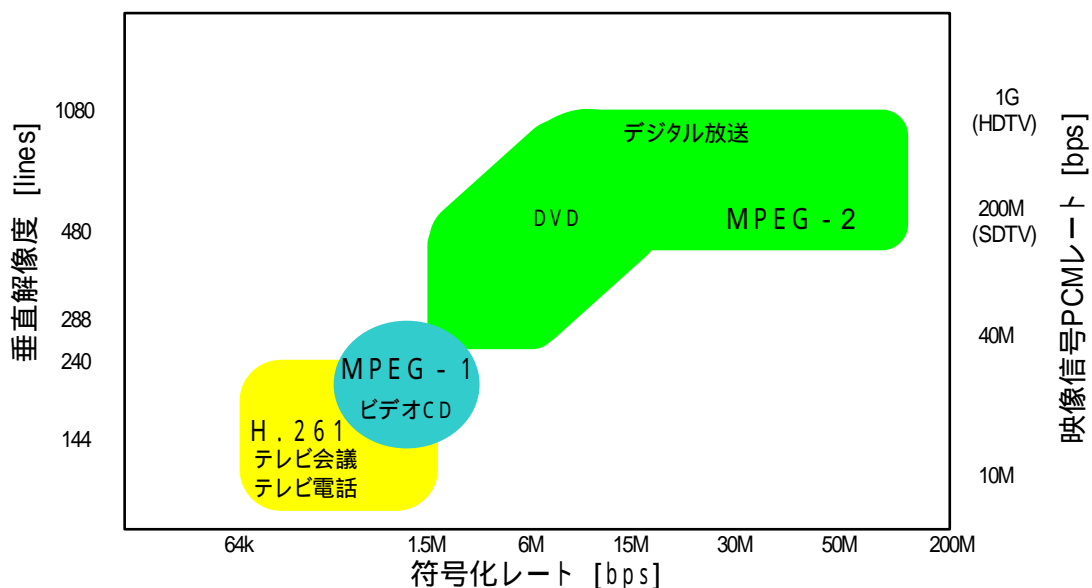


図 5.7 : 各種高能率符号化標準方式のカバーする範囲 ([54]より)

通信分野で動画像を伝送する用途において、伝送可能な画像サイズという性能に着目すると、H.261 MPEG-1 MPEG-2 という技術の流れは、持続的イノベーションである。

一方、MPEG-1 は民生分野への技術の展開を図ったが、再生画像の画質が市場のローエンドで求められている性能を満たしていなかったため、破壊的技術にはならなかった。民生分野の市場で求められているローエンドの画質は、アナログVTRの再生画像を目標とすべきであった。

これに対し、MPEG-2 は現行放送の標準画像（SDTV：Standard Definition TV）からHDTVまでの画像サイズに対応しており、符号化レートを確保することにより、再生画像の画質が、民生分野の市場で要求される性能を満足することが可能であった。そこで、MPEG-2 の技術が確立するとともに、民生分野にてVTR DVD、アナログTV デジタルTVといった破壊的イノベーションが起こった。

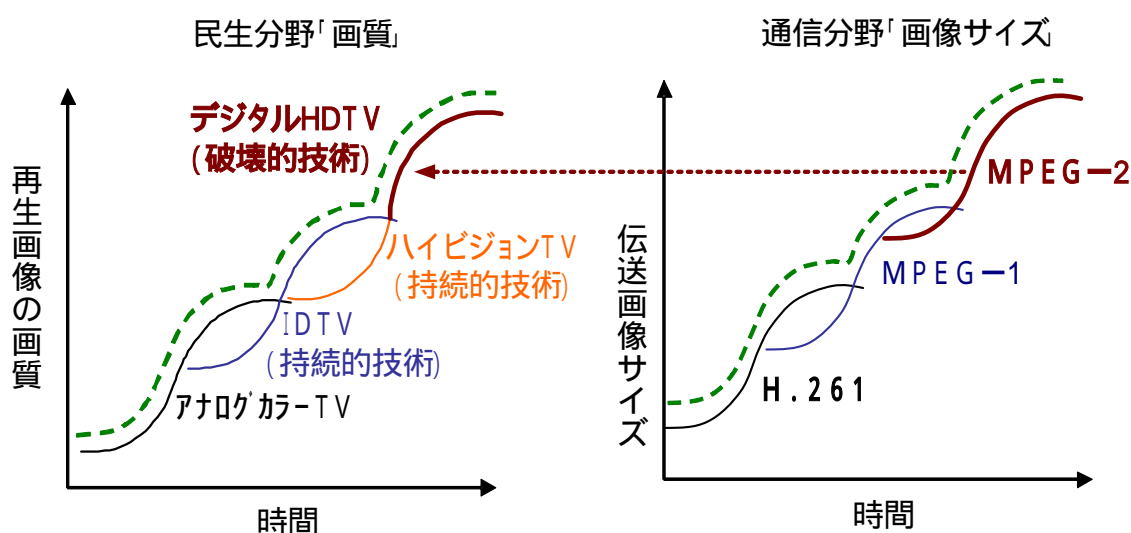


図5.8：デジタルHDTV放送への技術の移行

図5.8に、通信分野の技術であるMPEG-2が、ある伝送画像サイズという性能を満足することで、民生分野において市場で要求される再生画像の画質という性能を満足する破壊的技術となり発展して、ハイビジョンTVからデジタルHDTVへと技術が移行した様子を示す。

デジタルHDTV放送は、世界に先駆けて1998年11月に米国で地上波により開始した。この米国のデジタルHDTV放送に対応したデジタルHDTV受信機を、筆者らは世界で初めて開発した。以下に開発内容の詳細を示す。

5.3 デジタルHDTV受信機の開発

1998年11月から全米主要10都市の24局で実施されたデジタルTV(DTV)放送開始に照準を合わせて、米国向けDTV受像機を筆者らは世界で初めて開発した。[55] , [56]

開発したDTV受像機は、73インチ高精細プロジェクションTVをモニタに用い、大画面・高画質でHDTV画像を映し出すホームシアターを構築する中核となる。また、ATSC(Advanced Television Systems Committee)が定めたDTV規格では、HDTVとSDTV双方を含む合計18の画像フォーマットが規定されているが、この受像機は、デジタルフォーマット変換回路により、高橋細プロジェクションTV表示に適したHDTV相当の映像信号に、全ての伝送画像フォーマットを変換するものである。[57] , [58]

筆者らと米国ルーセントテクノロジーズ社が共同開発した、5種類のチップで構成されるDTV受信機用チップセットを用いることにより、コンパクトなDTV受信デコーダを実現した。本節では、筆者らが開発したDTV受像機のシステム構成と、その主要構成要素の詳細を示す。

5.3.1 DTV放送デコーダ

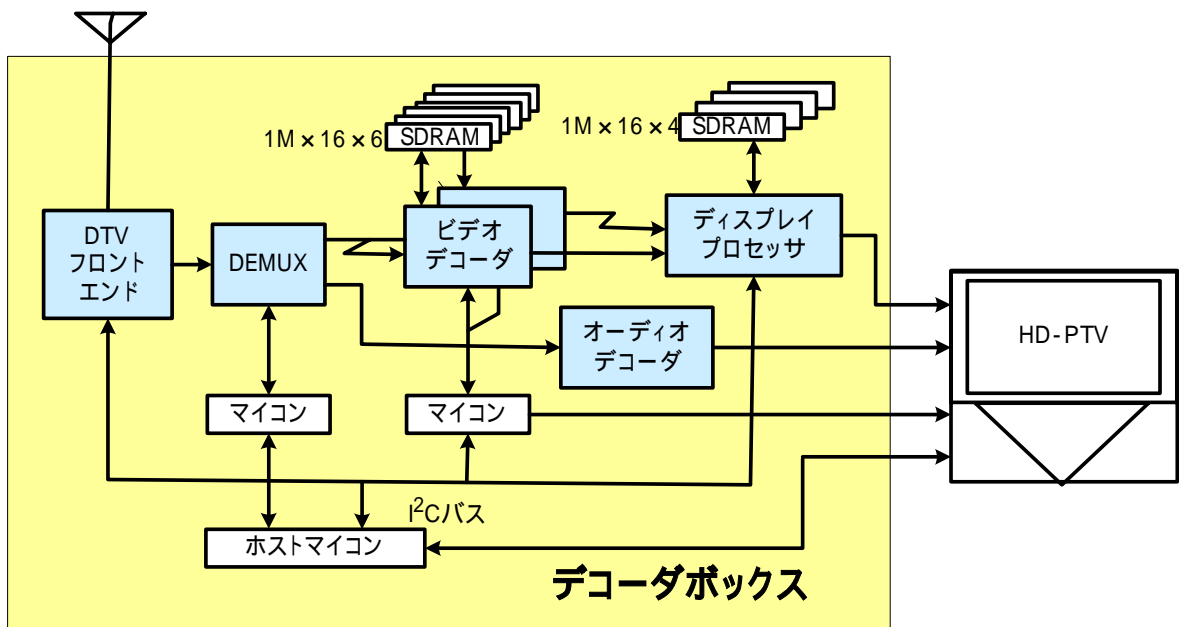


図 5.9 : DTV放送デコーダの構成

DTV放送デコーダの構成を図5.9に示す。DTV放送デコーダは、筆者ら

と米国ルーセントテクノロジー社が共同開発した5種類のLSI(8VSB(Vestigial Side Band)復調、DEMUX(Demultiplexer)、ビデオデコーダ、オーディオデコーダ、及びディスプレイプロセッサ)からなるコアチップセット、DTVチューナ、SDRAM(Synchronous Dynamic Random Access Memories)、マイクロプロセッサで構成される。[59]

DEMUX及びビデオデコーダは、専用マイコンで制御される。また、ホストマイコンが、主に²Cバスを介して、システム全体につながっており、チャンネル選局など機能ブロックをまたがる制御を統括している。

(1) 8VSB復調

8VSBは8値の振幅をもつ残留側波帯変調である。8VSB信号受信フロントエンドの構成を図5.7に示す。

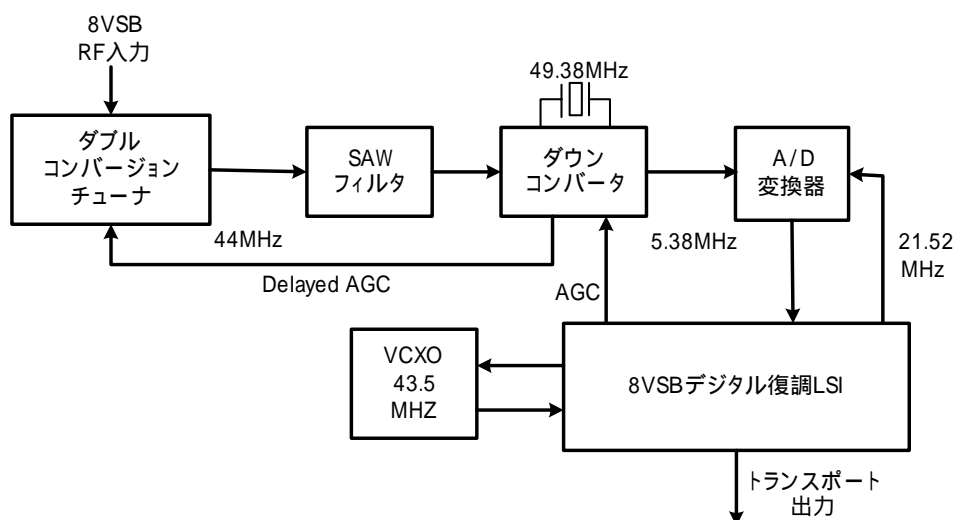


図5.7 : DTV受信フロントエンドの構成

アンテナ受信又はケーブルTV伝送された8VSB信号は、ダブルコンバージョンタイプのDTVチューナに入力される。このDTVチューナは、54MHz~810MHzの周波数帯域内の地上波及びケーブルTV放送チャンネルをカバーする。第一中間周波数は920MHz、第二中間周波数は44MHzに設定されている。チューナからの第二中間周波出力は、6MHzの帯域幅を持つSAWフィルタを通過した後、さらにダウンコンバータで5.38MHzの中心周波数を持つ帯域信号に変換される。このダウンコンバータ出力信号が、A/D変換器で8VSB復調器から供給される21.5MHz(シンボルレートの2倍)のクロックを用いて10ビットのデジタル信号に変換された後、8VSB復調器に入力される。なお、8VSB

復調器は、A G C (Auto Gain Control) 制御信号を P D M (Pulse Density Modulation) 信号としてダウンコンバータに出力している。ダウンコンバータでは、8 V S B 復調器から A G C 制御信号を受け、内部利得を制御するとともに、ディレイド A G C 信号をチューナに与えている。チューナ部は十分なダイナミックレンジを持っており、この構成により、U H F 帯で 80dB、V H F 帯で 85dB とレベル変動の大きい地上波受信に必要な A G C 範囲を実現している。

8 V S B 復調には、検波、クロック復調、N T S C 妨害除去、波形等化、誤り訂正 (トレリスデコーダ及びリードソロモンデコーダ) など、復調に必要な基本機能を 1 チップに納めた V S B 専用復調 L S I を用いている。

V S B 復調 L S I は、²C インタフェースを持ち、²C バス経由でホストマイコンに接続されている。ホストマイコンは、V S B 復調 L S I の動作モードの設定、波形等化器のフィルタ係数のダウンロード / アップロードなどを行う。チャンネル選択時には、ホストマイコンは、まず、専用制御線を通してチューナの同調周波数の設定を行う。次いで、ホストマイコンは、V S B 復調 L S I 動作を制御しモニタする。このとき、波形等化器の適応処理状況もモニタされ、適応動作が収束した時点で、ホストマイコンは波形等化器のフィルタ係数を読み出し、フラッシュメモリに記憶する。次回、同一チャンネルが選局された場合には、フラッシュメモリからフィルタ係数を V S B 復調器にアップロードすることにより、選局時に安定な映像出力が得られるまでの時間を短縮する。

(2) トランスポートストリーム処理

8 V S B 信号を復調 / デコードして得られた MPEG-2 トランスポートストリームは、D E M U X チップで処理される。D E M U X チップは、外付け制御用マイコンによって制御され、次のような処理を行う。

(a) システムクロックの復調

トランスポートストリームから PCR (Program Clock Reference) を抜き出し、外付け VCX0 (Voltage Controlled Crystal Oscillator) を用いて構成した P L L 回路により MPEG-2 システムクロック (27MHz) と STC (System Time Clock) を再生する。

(b) ビデオ / オーディオデータの分離

ビデオ / オーディオデータを分離し、ビデオデータについては、MPEG-2 で規定される PES (Packetized Elementary Stream) の形でビデオデコーダに、また、オーディオデータについては、ES (Elementary Stream) の形でオーディオデコーダに供給する。ここで、ビデオデータについては、トランスポー

トストリームから分離した PES を順次出力するが、オーディオデータについては、いったん DRAM に蓄えた後出力する。D E M U X では、オーディオデータに付随する PTS (Presentation Time Stamp) を抜き出し、上記の STC と比較することにより、映像 - 音声間の同期 (A / V 同期) が保たれるよう、オーディオデータを DRAM から読み出し、オーディオデコーダに出力するタイミングを制御する。なお、映像のデコードタイミングについても、後述のように、STC を基準に決定する。

(c) チャンネル選局

チャンネル選局は 2 ステップ、次の と によって行われる。

チューナの同調周波数の変更

システム情報に基づく仮想チャンネルの選択

のチューナの同調周波数の変更は、ホストマイコンからチューナに制御信号を直接送ることによって行われる。 のステップは、D E M U X で行われる。以下に、チャンネル選局にかかわる処理を、ホストマイコンの動作を交えて述べる。選局動作は、A T S C 規格 A / 65 “Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable” に規定されたシステム情報に基づいて、次の (ア) ~ (ウ) に示す順序で行われる。[60]

- (ア) まず、受信機セットアップ時には、受信機を設置した地域で受信可能な D T V 放送をホストマイコンがチューナ同調周波数を変更しながらスキャンする。このとき、D E M U X でトランスポートストリームから VCT (Virtual Channel Table) を抽出し、その情報をホストマイコンに送る。これにより、その地域で受信可能な仮想チャンネルとチューナ同調周波数の対応関係の一覧表が、ホストマイコンで生成され、記憶される。
- (イ) 選局時には、ホストマイコンは、プロジェクション T V から選局すべき仮想チャンネルを受け取ると、チューナの同調周波数を設定するとともに、D E M U X 制御マイコンに仮想チャンネル番号を送る。
- (ウ) D E M U X では、受信した VCT を用いて、仮想チャンネルに対応するビデオ及びオーディオの PID (Packet ID) を見出し、それぞれの PID のパケットをビデオ及びオーディオデータとして抽出する。

(3) ビデオデコーダ

ビデオデコーダは、二つの同一ビデオデコーダチップ、合計6個の16MビットSDRAM、及び制御用マイコンで構成される。これを図5.8に示す。[61]

HDTV画像のデコードでは、高速な演算処理と外部メモリとのデータ転送が要求されるため、2個のビデオデコーダの並列動作を行っている。これにより、ATSCのDTV規格に規定されたHDTVフォーマット（水平1,920画素×1,080ライン、60フィールド/秒のインタレース画像又は、水平1,280画素×720ライン、60フレーム/秒のプログレッシブ画像）を含むMPEG-2のMP@HL（Main Profile @ High Level）のデコードが可能となっている。

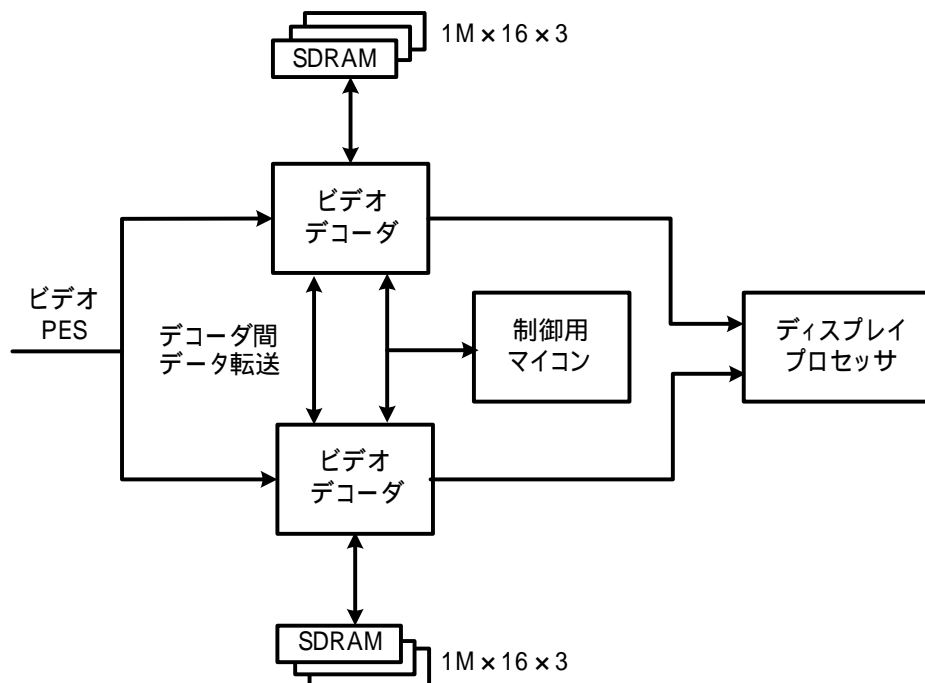


図5.8：ビデオデコーダの構成

圧縮ビデオ信号は、DEMUXからMPEG-2で規定されるPES（Packetized Elementary Stream）の形で、2個のビデオデコーダに供給される。2個のビデオデコーダチップのうち、一方は画面の上半分、もう一方が画面の下半分のデコードを担当する。デコード処理中、動き予測処理に際して、画面上又は下半分のデコードに、他方の一部のデコード画像が必要になるため、デコーダ間通信インタフェースを介して、相互にデコード画像データのやり取りを行う。

ビデオデコーダの動作は、制御用マイコンによって制御される。制御用マイコンは、MPEG-2圧縮ビデオ信号の中の上位レイヤのヘッダ（シーケンスからピ

クチャーヘッダまで)を解析し、ヘッダ情報に基づきデコード及び映像信号出力を制御するレジスタヘデータを書き込む。また、ビデオデコーダ制御マイコンは、DEMUX制御用マイコンからSTCを一定時間間隔及び不連続が生じた際に受け取り、ビデオデコーダの持つ内部STCカウンタ値をアップデートする。ビデオデコーダは、デコードを始めるピクチャーのヘッダ位置に相当する、PTS又はDTS(Decode Time Stamp)とSTCを比較し、STCがPTS又はDTSを超えた時点で、対応するピクチャーのデコードを開始する。

デコードされたビデオデータは、マクロブロックの形態でビデオデコーダから出力される。マクロブロックからモニタに入力可能なラスタスキャンへの変換は、後段のディスプレイプロセッサチップで行われる。

(4) 画像フォーマット変換

ATSCのDTV規格では、DTV画像走査フォーマットとして、表5.1に示すように、合計18フォーマット(704×480フォーマットについてはアスペクト比が16:9と4:3があり、別フォーマットとしてカウントする。)が規定されている。

表5.1 : DTV規格に含まれる画像走査フォーマット

ライン数	水平画素数/ライン	アスペクト比		フレーム(フィールド)レート			
1,080	1,920	16 : 9	-	60I	-	30P	24P
720	1,280	16 : 9	-	-	60P	30P	24P
480	704	16 : 9	4 : 3	60I	60P	30P	24P
480	640	-	4 : 3	60I	60P	30P	24P

(注)60Iは60Hzインタレース,60Pは60Hzプログレッシブ,30Pは30Hzプログレッシブ,24Pは24Hzプログレッシブを意味する。また、フレーム(フィールド)レートについては、上表に記された整数値のほかに、1,000/1,001倍したレート(59.94Hzなど)も含まれる。

このシステムのプロジェクションTVでは、1,080ライン,インタレース,フィールド周波数60Hzを基準に設計されているため、ディスプレイプロセッサでは、以下の変換を施す。[62]

- (a) すべてのビデオ信号をフィールド周波数60Hzのインタレースに変換する。

(b) 1,280 画素×720 ラインのフォーマットについては、1,920 画素×1,080 ライン（インタレース）に変換する。

なお、HDTV（1080 及び720P）以外の映像については、プロジェクションTVに内蔵された映像アップコンバータ回路で、HDTV対応画面に適した映像信号に変換される。

フォーマット変換処理を行うディスプレイプロセッサには、マクロブロック/ラスタ変換及びフレーム（フィールド）周波数変換のため、4個の16MビットSDRAMが接続される。

(5) モニタインタフェース

このDTV受信システムはDTV放送デコーダと高精細プロジェクションTVで構成されており、両ユニットは専用のインタフェースを介して接続される。映像信号については、RGB信号として、DTV放送デコーダから出力される。

チャンネル選局時には、高精細プロジェクション側がリモコンの信号を受け、マスタとして動作する。上述のように、DTV受信に際しては、仮想チャンネルによる選局をサポートする。このため、DTV放送デコーダとプロジェクションTV間で、データ/制御信号のやり取りを行う、同期式3線シリアルバスを設けた。

5.3.2 高精細プロジェクションTV

上述のDTV放送デコーダの出力信号を受け、HDTV画像を表示する高精細プロジェクションTVを開発した。このプロジェクションTVは、NTSC放送受信機能を持っている。NTSC放送およびHDTV以外のDTV放送受信時には、プロジェクションTVに内蔵された映像アップコンバータ回路で、HDTV相当の映像信号に変換して画面表示する。

この高精細プロジェクションTVの開発に当たっては、上述の映像アップコンバータ回路のほか、画質改善のため、下記のような改善を施した。

(1) HDTV対応高精細光学系

(a) 9インチ高橋細CRTの開発

新電子銃の開発により、特にハイビーム（ $I_k = 6\text{mA}$ ）におけるスポット径を、約30%（現行比）改善し、高輝度においても高橋細な映像を維持した。

(b) 9 インチ C R T 対応高橋細レンズの開発

9 インチ C R T に対応した大口径高橋細レンズを新規開発し、水平 960 ドットの解像度を、約 40% 改善した。

(c) ファインピッチスクリーンの採用

73 インチワイドスクリーンサイズでは、世界最小の 0.72mm ピッチを採用することで、高精細映像の劣化を極力少なくした。

(2) H D T V 対応高帯域ビデオ出力回路の開発

C R T のカソードドライブ用に新 I C を開発し、ビデオ帯域 30MHz を維持しながら、100V までドライブすることを可能とした。

5.3.3 米国地上デジタル T V 放送の現状

米国では、1998 年 11 月に主要 20 都市の 42 の放送局で地上デジタル放送が開始され、F C C (Federal Communications Commission: 連邦通信委員会) が、1999 年 11 月までに主要 30 都市で 4 大ネットワークによる地上デジタル放送を義務づけたこともあり、1999 年中に人口カバー率は 60% を超えた。デジタル化は全国エリアへと広がっており、2004 年 6 月時点で商業・公共を含めて全米 1,300 局がデジタル番組を配信、人口カバー率はすでに 99% に達している。

米国の地上デジタル放送の特徴は、H D T V 方式の採用による高画質志向で、A B C、C B S 及び N B C の主要ネットワークが H D T V 番組を放送しているほか、公共放送である P B S も、H D T V 番組を放送している。

このように放送局側の対応が着々と進んでいる一方で、視聴者への普及は苦戦しており、デジタルテレビ受像機は順調に売り上げを伸ばしてはいるものの、地上デジタル放送を受信できる S T B (SetTop Box) の出荷は未だ少なく、デジタルテレビ受像機の大半は、D V D などを再生する「高精細ディスプレイ」として利用されている。デジタル放送を地上波から直接受信をしているのは全米世帯の 1% に満たないという説もあり、現状では C A T V や衛星放送経由で視聴している世帯の方がはるかに多い。

デジタル化当初の計画では、「2006 年末までには地方局を含めたデジタルへの完全移行およびアナログ停波」を実現する予定であった。しかし、その実現性は徐々に遠のきつつある。地上デジタル放送普及の伸び悩みは、下記(1)~(5)の理由による。[63], [64]

(1) ケーブルテレビ、衛星放送 (D B S) 経由での視聴者が多い。

アメリカの視聴者の70%以上はケーブルテレビ、あるいは衛星放送経由で地上波放送を受信している。これらの伝送路経由での再送信が実現しなければ、地上デジタル放送普及はままならない状況である。

(2) 受像機の価格が割高である。

発売当初と比べると、約半額まで値下がりしたとはいえ、いまだデジタル受像機の価格平均1,500ドル以上でアナログテレビと比べるとかなり割高である。

(3) 放送局をはじめデジタル化に消極的な事業者が多い。

放送局にとってはデジタル化への投資が進む一方で、それに見合った増収が見込みにくい状況にあり、デジタル対応に対して積極的になりにくい。特に、ローカル局や非営利局にとってはその傾向が顕著である。

(4) 公共放送の力が弱く地上デジタル放送の推進役が不在である。

アメリカには公共放送局であるPBSなどが存在するが、イギリスのBBCや日本のNHKと比べると視聴シェアは低く、放送局としての影響力も弱い。HDTV放送を積極的に行ってはいるが、新サービス開発やプロモーションなどにおいて公共放送が果たす役割は限定的で、地上デジタル放送の「推進役」としての機能は担えていない。

(5) 視聴者のメリットが十分ではない。

HDTV番組だけでは、視聴者にとって十分な魅力とはなりえておらず、「(高額を受像機を買ってまだ)地上デジタル放送を受信しよう。」という意欲を喚起できていない。一方で、いまだ双方向番組や多チャンネル放送への取り組みも少なく、HDTV放送以上の付加価値を提供できるには至っていない。

こうした状況のもと、FCCは下記 ~ に示す、デジタル放送普及対策を打ち出している。

デジタル免許を取得した放送局にデジタル放送の開始を要求すると同時に、地上波放送局、ケーブルテレビ事業者、衛星放送事業者の各事業者に対して、HDTVなどのデジタルならではの付加価値のある番組を増やすことを求める。

ケーブルテレビ事業者に対し、デジタル放送の再送信の義務づけ(マストキャリアー・ルール)を検討する。

家電メーカーに対し、今後米国内で発売する 13 インチ以上のテレビ受像機にデジタルチューナ搭載を義務付け、2007 年までにはすべての受信機にチューナ搭載を要求する。

このように、米国では一連の F C C 側の普及促進案の提示によって、デジタル放送普及の政策的な枠組が整った形となり、2005 年以降の普及拡大が期待されている状況である。

第6章 HDTVコア技術の展開と新事業創造

近年のデジタル化により放送と通信の連携が容易となり、今後、新たなサービスの拡大が期待されている。このサービスに対応すべく、家電機器はデジタル化・高機能化・ネットワーク化が進んでいくであろう。家電メーカ主導のもとに標準化された家電機器によるネットワーク規格として「エコーネット」や「H A V i (Home Audio/Video interoperability)」などがある。将来は、高精細なデジタルHDTV受信機を中心とする家電機器のホームネットワークが形成され、家の内外から統合的な制御が可能になると予想される。[65] , [66]

6.1 家電機器のデジタル化・ネットワーク化

(1) 家電機器の周辺動向

2000年末からBSデジタル放送が、2003年末には、大都市圏で地上デジタル放送が開始した。またBSと同じ東経110度に打ち上げられたCSによるデジタル放送についても、様々な事業者によるサービスの提供が2002年より始まっている。一方、政府としては、2005年に我が国を情報通信の最先端国家にすべく、民間主導での加入者系光ファイバー網の全国整備に向けた取り組みの支援や、DSL (Digital Subscriber Line)、ケーブルテレビなどの普及のための政策支援を行っている。このようなブロードバンド時代への動向を踏まえ、ハードのみならずソフトも組み合わせた新たなサービスの拡大が期待されている。

また個人の生活においては、地球環境問題や、高齢化社会の到来による健康福祉ニーズの増大などが問題となっており、快適性を損なわずに省エネできるエネルギーマネージメントや、家庭にしながら効率的にヘルスケアやシルバーサポートが受けられるといったサービスが要求されている。

以上の背景のもと、今後の新しいサービスに対応するために、家電機器はデジタル化・高機能化・ネットワーク化が進んでいる。そして、将来は家電機器によるホームネットワークが形成され、家の外のネットワークに統合されて行くと予想される。

(2) 家電機器によるネットワーク

家電機器によるネットワークは、家電メーカ主導のもと二つに分かれて仕様の標準化が進められてきた。一つは、エアコン、冷蔵庫などの「白物家電」に

よるネットワークの仕様「エコネット」、もう一つは、テレビ、VTRなどの「AV機器」によるネットワークの仕様「HAVi」である。

エコネットは、「機器間の接続に電灯線を使用することで配線工事が不要となり、既存住宅への展開が容易である。」ことを主な特長とする仕様で、1997年にコンソーシアムが設立（会員は約80社）、2000年7月に規格書の第1版が公開された。

HAViは、「高速インタフェースIEEE1394でAV機器を1対1（ピア・トゥ・ピア）接続、配線の簡易化と機能の共通化を実現する。」ことを主な特長とする仕様で、1997年より仕様策定が開始され、2000年1月にオーガニゼーションの設立（会員は約50社）と規格書の第1版公開が行われた。

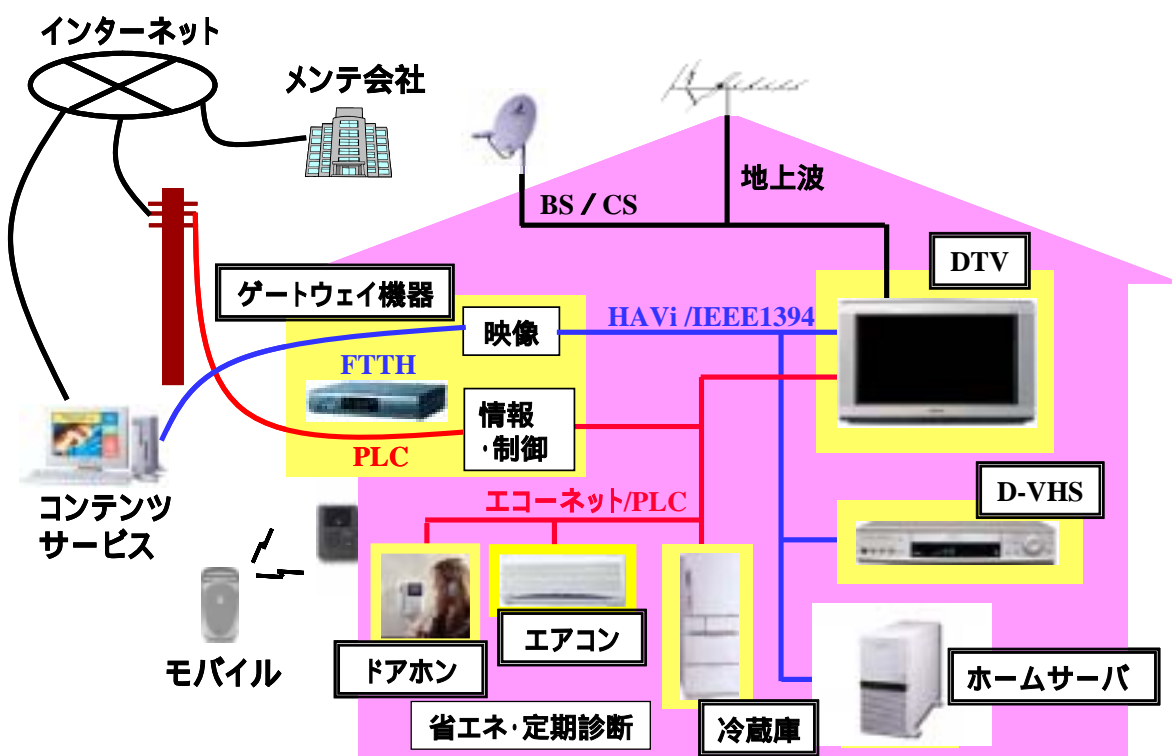


図 6.1 : ホームネットワークの構成例

図 6.1 にホームネットワークの構成例を示す。将来、家電機器はHAViやエコネット等の仕様で接続されて家庭内ネットワークを形成し、HDTVに代表されるディスプレイのGUI (Graphic User Interface) で統合的に制御されるであろう。このネットワークは、ゲートウェイ機器（ケーブルBOX、ゲーム機等）を介して家の外のネットワークと接続することで、ブロードバンドで提供されるサービスも受けることができる。

しかし、ブロードバンドのサービスは非常に便利な反面、入手可能な情報や利用可能なことがあまりに多いので、この中から本当にユーザが必要なサービスを、端末の家電機器が自動的に検索して入手する仕組みが必要になる。

(3) サービス情報の提供

この仕組みを実現する方法として、サービスを提供する側でサービス情報の内容を示すデータである「メタデータ」を付加する方法が提案されている。デジタル放送で送信されているEPG（電子番組表：Electronic Program Guide）もメタデータの一つである。

メタデータを一つの統合的なシステムとして利用するためには、コンテンツ情報として何をメタデータ化するかというメタデータエレメントの選択、メタデータをどのように記述し伝送するかというメタデータ記述方式や符号化・伝送方式の規定、このデータを利用するためのツールの開発といった過程と標準化が必要である。

Webベースのアプリケーションを意識したAVコンテンツを、XML（Xtensible Markup Language）に基づいて記述するメタデータの標準化が、ISOのMPEG-7で行われている。

MPEG-7の代表的な標準化項目を次の～示す。

色、テクスチャ、形状、動き、位置等の
画像・映像特有の特徴に関する情報。

音声波形、周波数スペクトラム、瞬時パワー、楽器の
音色等の音声・音響特有の特徴に関する情報。

マルチメディアの一般的特徴に関するコンテンツID、
コンテンツの存在場所、コンテンツの制作に関する情報。

一方、メタデータが付加されたネットワーク上のサービスから、ユーザが必要とするサービスを端末の家電機器が自動処理で提供するには、次の機能が必要と考える。

検索するサービスの内容およびユーザの個人情報（趣味、嗜好等）を入力できるGUI。

入力された情報をメタデータに変換し、ネットワーク上で検索を行うエージェントソフトウェア。

この時の動作を簡単に説明する。

例えば、ネットワーク機能を持つTVにユーザの個人情報を入力する（ただし、個人情報は一度入力すれば、以降は自動更新されるであろう）。さらに、検索するサービスとして「今日の松井」と入力する。すると、このTVのエージェントソフトウェアは、入力情報から「今日、スポーツ、野球、松井」というエレメントをもとにメタデータを作成し、これを使用してネットワーク上のサーバ（ホームサーバを含む）のコンテンツを検索してユーザに紹介する。

(4) ユビキタス時代の到来

ブロードバンドへ向けて、携帯電話、DSL等の様々なアクセス回線では、IP（Internet Protocol）によるインターネット接続が急速に進展しており、将来は有線・無線を問わず、ネットワーク全体がIP化すると考えられる。一方、今後PCや通信機器だけでなく、家電機器等の様々な機器が、生活のあらゆる場面においてIPネットワークに接続されていくので、「いつでも、どこでも、誰でも」身近な機器を使用して、大量の情報をネットワークから送受できる「ユビキタスネットワーク」が形成されるであろう。

一方、家電機器によるホームネットワークが普及するための重要な課題として以下の～が上げられる。

充実したネットワークサービスの提供

ネットワークのセキュリティ確保

操作性に優れた家電機器のユーザインタフェースの開発

現在、家電メーカーやサービス事業者（キャリア、プロバイダ、…）は、これらの課題を克服するビジネスモデルを、検討している段階である。

6.2 ネットワーク機器の製品開発

家庭用デジタルAV機器ネットワーク規格の「HAVi」を世界で初めて搭載したプロジェクションTV（PTV）とデジタルVHS（D-VHS）を筆者らは開発し、2002年に市場投入した。[67]

(1) H A V i の概要

H A V i のネットワークを構成する機器は、制御する側（コントローラ）と制御される側（ターゲット）に分けられる。このネットワーク上の機器は、以下に示すような特長を備える。

機器同士を相互に操作したり、お互いの機能を利用したりすることができる（リモコンの共有化）

機器の接続や取外しを自動的に認識するプラグ・アンド・プレイが可能になる（ケーブル1本で簡単接続）

自分が制御を受ける場合に必要な情報を機器は保有しており、これを制御側に提供できるので、新製品でも、接続・制御することができる。

ソフトウェアをダウンロードすることで、最新の機能を新たな機器を接続することなく実現できる。

また、H A V i 対応機器は、表 6 . 1 に示すように保有するソフトウェアモジュールで4つのデバイスクラスに分類される。

F A V と I A V がコントローラ、B A V と L A V がターゲットである。

表 6 . 1 : H A V i のデバイスクラス

F A V	Full AV device	H A V i で定義されているすべてのソフトウェアモジュールを含んでいる。Java バイトコードの実行環境が備わっているため、将来登場する機器も制御することができる。	H A V i 準拠
I A V	Intermediate AV device	F A V よりも安価にするため、実装するソフトウェアモジュールが少ない。既知の機器だけを制御できる。	
B A V	Base AV device	F A V へアップロード可能な自身の制御情報を記述している Java バイトコードを持つ。	
L A V	Legacy AV device	H A V i ソフトウェアモジュールを持たない従来の機器。	H A V i 非準拠

(2) HAViの基本動作

HAViの特徴が最も生きるFAVとBAVの組み合わせについて、コントローラがターゲットを制御する仕組みを、図6.2を用いて説明する。

FAVに分類されるコントローラは、HAViで規定されたすべてのソフトウェアモジュール、HAViが規定したAPI (Application Interface) を使ってコーディングされたアプリケーションソフトウェア、およびJavaバイトコードを実行するJavaVM (Virtual Machine) を実装している。

一方、BAVであるターゲットには、機器を制御するためのソフトウェアモジュール(デバイスドライバに相当)であるDCM (Device Control Module) と、Javaで記述されたユーザインタフェースを提供するアプリケーションソフトウェアであるHavletが実装されている。両者はともにJavaバイトコードの形式で搭載されている。

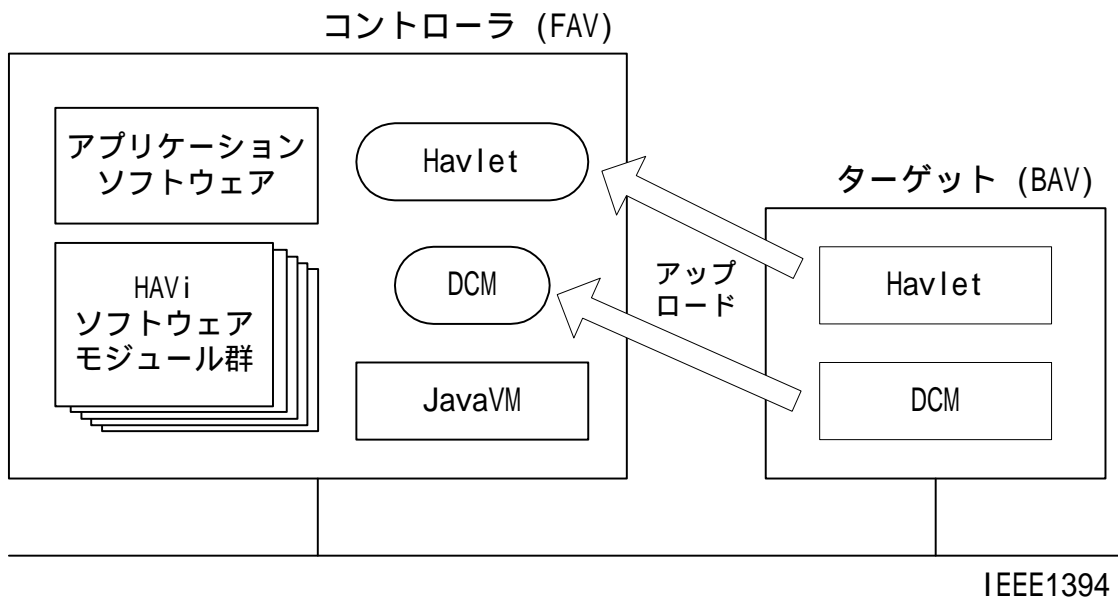


図6.2 : HAViの動作モデル

ターゲットがIEEE1394ネットワークに接続されると、これを検出したコントローラが、ターゲットにDCMのアップロードを要求する。DCMを受け取ったコントローラは、これをJavaVM上で実行する。Havletについても同様である。コントローラにロードされたHavletが実行されることで、ターゲットを制御するために使用される操作パネル等のユーザインタフェースがコントローラに表示される(図6.3、図6.4)。

ユーザがリモコン等を使って操作した内容はHavletが受け取りDCMに渡す。DCMはその操作内容に相当するコマンド(例えばAV/Cコマンド)を

ターゲットに送り、ターゲットはこのコマンドを解釈して動作する。

この仕組みによって、機能がアップグレードされた機器や、コントローラを購入後に発売される機器の制御が保証され、フューチャー・プルーフが可能になる。



図 6.3 : 機器選択メニュー例



図 6.4 : B A V 機器制御用画面例

(3) H A V i 搭載機器の製品化

筆者らは米国で、2002年に世界初のH A V i 搭載P T VとD - V H Sを製品化した。そして、ネットワーク化されたアナログ機器を制御する独自の方式と、デジタル機器ネットワークをコントロールするH A V iを導入し、これらを統合した「Net Command™」を新たに提案した(図6.5)。これにより、ユーザが1つのリモコンで、ネットワークにつながるアナログおよびデジタル機器を、P T Vから自在に操作できる先進のホームシアターを実現した。

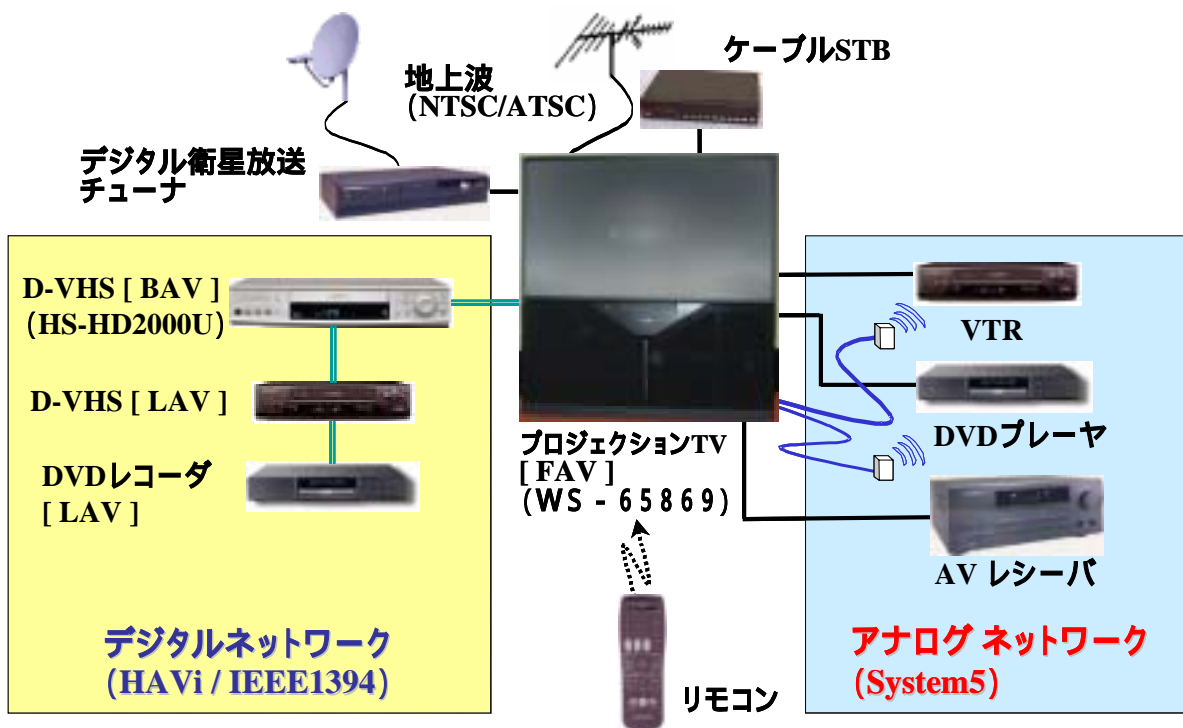


図6.5 : ホームシアターの構成例

6.3 技術の応用分野への転換

(1) 新たな技術シーズのプロセス

新たな技術シーズの開発プロセスの一つとして、既存技術を新しい応用分野に適用することが挙げられる。例えばラジオ技術が研究所から飛び出し、無線電信へ応用分野を広げたときのように、技術上の不連続性は、概して目を見張るほどでもないような技術開発から生まれるものである。

一般に、技術は与えられた分野の中で進化論的な発展のプロセスをたどる。

いくつかの節目において、その技術あるいは一まとまりになったいくつかの技術が新しい分野へと応用されるのであるが、これに伴って必要とされる技術のシフトは、それほど大きくない。一般に技術シーズの形成も、突然の技術革命の結果ではなく、革命は応用の中にある。つまり、新しい応用分野の中にある選択基準や利用可能な新しい資源は、5.2節で述べた破壊的技術のように、従来の系列からまったくはずれた技術となる。そして、技術における革命は、応用のシフトほど大きなものではないのである(例:蒸気機関、商用無線電信機、電子計算機)。

技術シーズ形成の点から技術の進化をフレームワーク化すると、技術の「テクニカルな開発」と「市場への応用」とを区別するという考え方にいたる。この区別は、技術革新の多様性を理解するうえできわめて有効であり、技術マネジメントに具体的な戦略上の影響を与える。新しい技術シーズ形成のプロセスは、単にある技術を一方の分野から他の分野に移植するというものではなく、そのプロセスのなかで技術自体も変化していく。[68]

(2) 放送と通信の連携

新しい技術シーズ形成のプロセスとして、通信技術の放送分野への応用を考える。5章で述べたように、放送のデジタル化にともない、放送分野と通信分野の技術の親和性が良くなり、インターネットの技術がテレビへと応用可能になった。製品としては、インターネット(ブロードバンド)と接続可能な機能を持つデジタルHDTVが、今後主流になると考えられる。

1990年代にインターネットTVをメーカ各社が販売したが、次の～の理由で失敗に終わった。

TVの解像度ではPCの画面を簡単に表示できない。

応答が非常に遅い、操作性が悪い。

ブラウザ等のS/Wライセンス費用が必要。

しかし、これらの課題は、デジタルHDTVでは容易に解決可能だと考える。

、 に関しては、ディスプレイがCRTから高解像度なFPDが主流となり、パワーアップしたCPUが安価になっているので対応可能である。

に関しても、現在ではライセンス費用がかからないオープンなS/Wが存在するので問題にはならない。

基本形はできているので、市場に受け入れられる何らかのサービスが普及することにより、爆発的な受容が期待できる。

製品の製造という点では、ネットワーク上のオープンなH/W、S/Wプラットフォーム

ホームが活用できるという大きなメリットがある。これにより、開発資産の有効活用および開発の効率化を図ることができる。

ただし、起動時間や応答時間でリアルタイム性が強く要求される家電機器では、オープンな資産（例えば Linux）がそのまま使用できない場合が多いので、個別に対応策を開発しなければならない。

6.4 新たなビジネスモデルの検討

(1) ビジネスの全体像

ポーターの競争戦略論では競争に焦点が当てられており、この場合の競争は、勝者がいれば必ずその背後に敗者がいる競争である。しかし、現実のビジネスでは、他企業の成功に助けられて成功する企業の例は多い。キヤノンに代表される高性能の日本製カメラが売れて、コダックなど世界のフィルムメーカーが潤ったのは、その例である。この関係は一方が勝者で他方が敗者という関係とは異なるものである。

このような現象に注目するには、ゲーム理論における補完財（Complements）の概念が有効である。前述のカメラとフィルムは、補完財の関係である。自動車とガソリンやコークとマックも互いに補完財の関係にある。また、コンピュータの H/W と S/W も、そうした関係の例である。[69]

ネイルバフとブランデンバーガーは、「コーペティション経営」において、ゲーム理論をもとに、新しい戦略論を展開した。このゲーム理論によれば、補完財は、ゲームのバリエーションの重要な要素の一つである。

ネイルバフらのアイデアは、価値相関図（Value Net）という枠組みに凝縮されている。これは、顧客、生産要素の供給者、競争相手、および補完財を提供する補完的生産者の4つが、当該企業を取り囲む枠組みである。[70]

この理論をもとに、デジタルHDTVを製造・販売する家電メーカーを取り巻くプレイヤーと、そのコーペティションの価値相関図を考え、図6.6にまとめる。

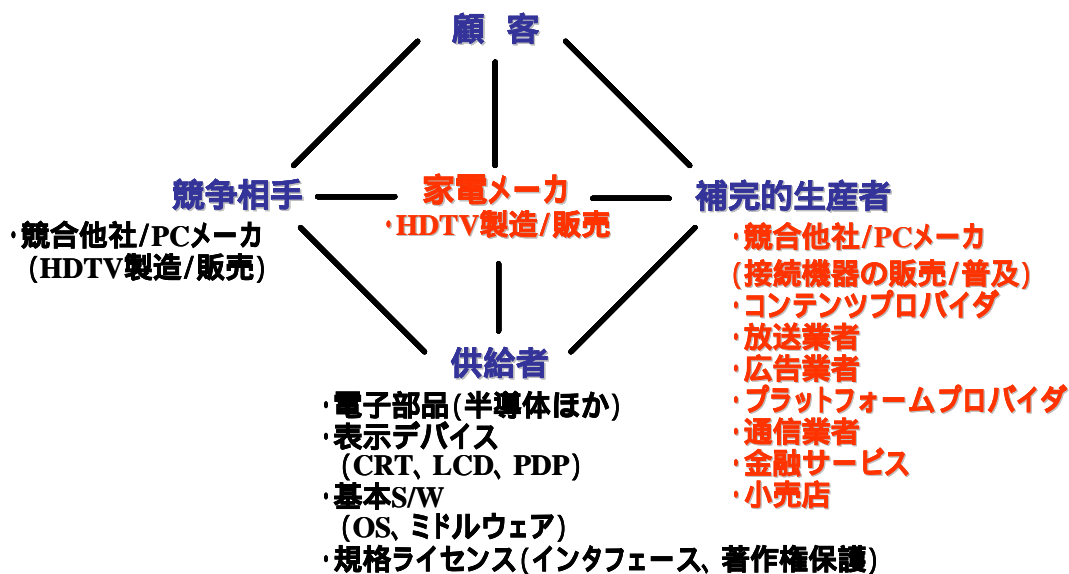


図6.6: ビジネスの全体像

(2) ビジネスモデルの提案

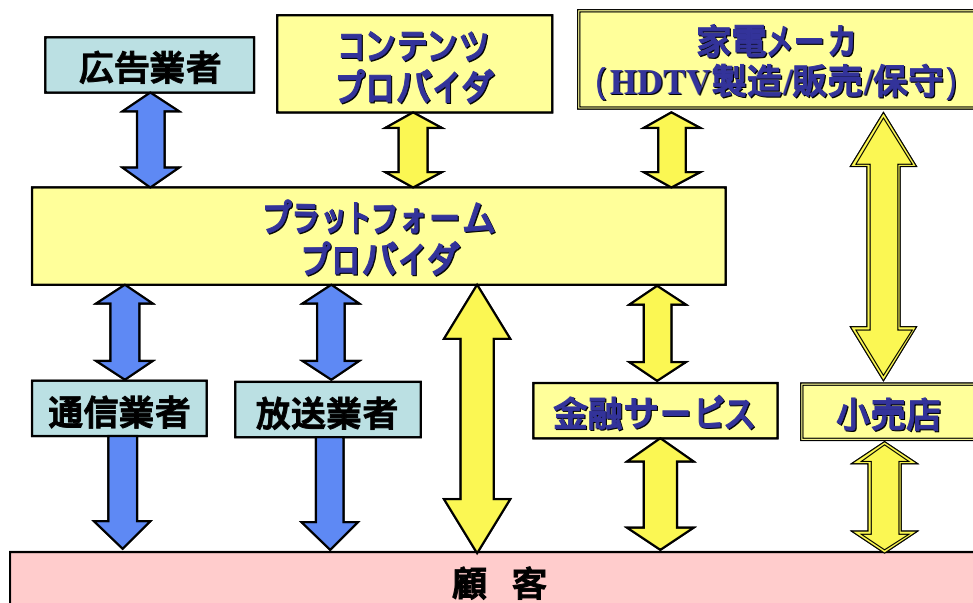


図6.7: デジタルHDTVのビジネスモデル

図6.6を参考に、デジタルHDTVのビジネスモデルを図6.7に示す。家電メーカーと各々の補完的生産者の顧客に対する役割について説明する。

家電メーカー

HDTVを製造し、顧客への販売と保守を行う。販売・保守に関しては、小売店を通じたものとプラットフォームプロバイダを通してネットワークを介したものをを行う。販売に必要なコンテンツは、広告業者やコンテンツプロバイダからプラットフォームプロバイダへ支給される。

小売店

家電メーカーで製造されたHDTVの顧客への販売と保守を行う

コンテンツプロバイダ

番組や広告のコンテンツを製作しプラットフォームプロバイダへ供給する。

プラットフォームプロバイダ

広告業者やコンテンツプロバイダから支給されるコンテンツを通信業者や放送業者へ配信する。この際に、コンテンツの著作権やセキュリティの管理を行う。

また、ネットワークを介したHDTVの販売や金融サービスと連動して商業サービスや顧客管理・課金を行う。

金融サービス

顧客の登録と受信機の購入費用や商業サービスの料金を徴収し、プラットフォームプロバイダを介して、それぞれの業者への支払いサービスを行う。

～ に示す図6.7の個々のプレイヤーとその役割を表6.2にまとめる。

家電メーカーは、もともと小売店とHDTV製造/販売のビジネスを行っていたのみであったが、放送がデジタル化して通信との連携が可能となったことにより、新たに、コンテンツプロバイダ事業、プラットフォームプロバイダ事業、金融サービスへ参入できる機会が訪れている。家電メーカーは、この機会を積極的に利用すべきである。

例えば、家電機器の販売は量販店が中心であり、インターネットによる販売は現在のところほとんど成功していない。これは、インターネットを利用する人の年齢構成が限られていることが大きな理由である。しかし、ほとんどの家庭でデジタルHDTVが購入され、操作が簡単で、ごくあたりまえにインターネットと接続・利用できれば、誰もがインターネットを見るようになるので、家電機器の販売をインターネットによる販売中心に変えられる可能性は大である。従って、積極的にコンテンツプロバイダ事業、プラットフォームプロバイ

ダ事業、金融サービスへ参入して研究すべきである。

今後、更なるデジタル化とネットワーク化が進んでいくので、家電メーカーには、このようなイノベーションの機会が多数訪れるであろう。

表6.2：個々のプレイヤーと役割

プレイヤー	役割
家電メーカー	・HDTV受信機製造/販売/保守
コンテンツプロバイダ	・コンテンツ制作/供給
プラットフォーム プロバイダ	・コンテンツ配信サービス (放送/インターネット) ・著作権/セキュリティ管理 ・HDTV受信機の販売 ・商業サービス ・顧客管理/課金
金融サービス	・顧客サービス/登録/拡大
小売店	・HDTV受信機の販売

6.5 HDTV受信機事業創造の障壁モデル

第2章でHDTV受信機事業創造における重要な課題として取り上げた「莫大な費用を要する開発の進め方」、「不確実な市場の評価・技術戦略」に関して、第3章から第6章にて、事業創造プロセスの各フェーズにおける実経験を踏まえた検証と分析を行ってきた。これらをもとに、各フェーズにおける課題と対応策を以下の(1)～(4)にまとめる。

(1) プロトタイプ開発

課題

- ・莫大な費用を要する開発におけるリソースマネジメント
- ・規格の標準化

対応策

- ・ナショナルコンソーシアムの結成
法的規制などからHDTVを産業化する手段を持っていないNHKは、HDTVの産業化を推進するために、産業化技術の得意なメーカ群と相補分業的なアライアンスを行った。
- ・アライアンス（ウィンドウ戦略）
共同開発メーカは、NHKで長年にわたり開発・蓄積されたシーズ技術の資料を入手して、プロトタイプの開発と性能検証を行うことにより、短期間に効率よく知識を吸収した。この結果、コンソーシアムに標準化技術が蓄積した。

(2) 製品化開発

課題

- ・イノベーション受容モデル
- ・製品コスト
- ・製品機能/性能
- ・日米貿易摩擦

対応策

- ・アライアンス（オプション戦略）
ハイビジョン放送を現行TVで受信し、VTRでの録画を可能にするMUSE/NTSCコンバータの開発をNHKと共同で行った（オプション戦略）。
- ・マーケティング（製品ロードマップとポジショニング）
ハイビジョン放送に向けて製品化された3種類の新しい家庭用TV、

ワイドTV、ワイドTV(MUSE/NTSCコンバータ内蔵)、ハイビジョンTVの価格と機能におけるポジショニングを明確にし、その製品化戦略を示した。

- ・アライアンス(ポジショニング戦略)

日米貿易摩擦への対応、参加企業の市場での地位向上を実現すべく、「技術開発による性能向上」、「小型/量産化における品質向上」、「低価格化」、「海外メーカへのアクセス」の開発コンセプトのもとで、競合他社と専用LSIの共同開発を行った。

(3) デジタル化

課題

- ・放送のデジタル化動向
- ・既存アナログ圧縮技術資産保有

対応策

- ・アライアンス(ポジショニング戦略)

民生分野の既存アナログ圧縮技術を保有する筆者らは、放送のデジタル化にいち早く対応すべく、通信分野の動画像伝送技術をコア技術として保有する米国ルーセントテクノロジー社と相補的な協業を行い、世界で初めて米国デジタルHDTV放送の受信機を開発することにより、互いの市場での地位向上を実現した。

(4) ネットワーク化

課題

- ・放送と通信の連携

対応策

- ・コア技術の多方面展開

家電メーカは、もともと小売店とHDTV製造/販売のビジネスを行っているのみであったが、放送がデジタル化して通信との連携が可能となったことにより、新たに、コンテンツプロバイダ事業、プラットフォームプロバイダ事業、金融サービス等の新たなビジネスへ参入可能となった。

事業化を、連続する付加価値拡大のステップと見た場合、各ステップ毎に個々の課題があり、これらが事業創造プロセスにおける障壁を構成している。この障壁を越えるにはドライバが必要であり、事業化とは、適切なドライバを準備し、この連続する障壁を越えていくモデルと表現することができる。

これを、HDTV受信機事業創造プロセスにて考察すると、(1)～(4)に示すように、各フェーズ毎に課題が存在し、課題を対応策で克服することにより、あるフェーズから付加価値を拡大して次のフェーズへと移っている。つまり、各フェーズ毎の課題は、事業創造プロセスにおける障壁であり、その対応策は、障壁を越えるために準備された適切なドライバといえる。このモデルを図6.8に示す。

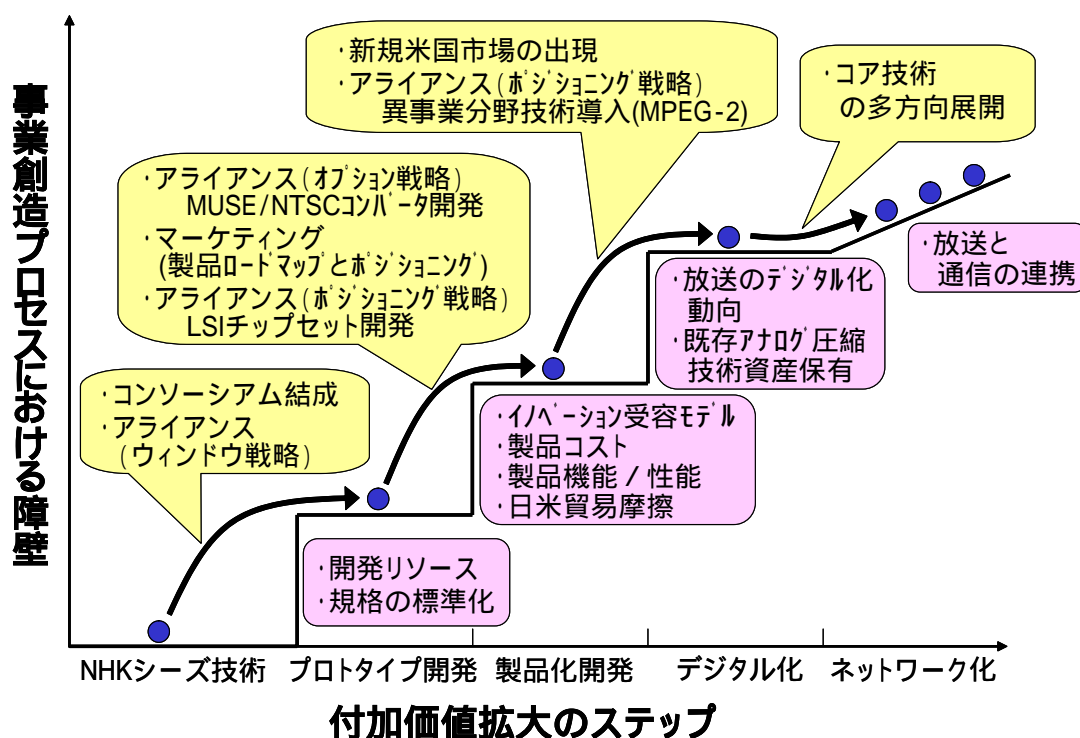


図6.8 : HDTV受信機事業創造プロセスの障壁と対応

図6.8に示すHDTV受信機事業創造プロセスの障壁と対応は、結果として、シーズ指向型イノベーションに基づいた事業創造において、連続する事業創造の障壁をブレイクスルーする普遍的なモデルを導出している。

第7章 結論

新しい技術シーズであるHDTVの事業化を目標に、ナショナルコンソーシアムおよび大規模な国際企業連合にて実践した「シーズ指向型イノベーション」を取り上げ、莫大な費用を要する開発におけるリソースマネジメント、そのためのアライアンス戦略、標準化に対する課題、不確実な市場に対するマーケティング手法を、プロジェクトの進行する各フェーズに対して実経験を踏まえた解析を行い、結果として連続する事業創造の障壁をブレイクする普遍的なモデルを導出した。研究成果を総括して、本研究の結論を示す。

第1章の「序論」では、本研究の背景として、まず、NHKの基礎研究からHDTVの事業化までの内容についてふれ、次に、HDTVのデジタル化の経緯および、わが国のデジタルHDTVの現状について述べた。

そして、世界に前例のない新しい技術シーズたるHDTVの提案と純民間ナショナルコンソーシアムにより、その開発実用化を目指した「シーズ指向型イノベーション」の具体例を取り上げ、その成功要因をMOT (Management of Technology)の視点から分析し体系づけるとともに、今後の展開を示すことが本研究の目的であることを述べ、具体的内容として次の4点を示した。

- (1) NHKの新しい技術シーズであるHDTVをナショナルコンソーシアムにより産業化
- (2) 大規模な国際企業連合により、新しい放送インフラに対応した受信機の価値を追求、開発/製品化により市場へ普及
- (3) ハイビジョンからデジタルHDTVへの不連続な技術の推移および放送のデジタル化への対応
- (4) 放送と通信が連携した全く新しい製品・サービスを提案、ビジネスモデルを構築

第2章の「シーズ指向型イノベーションに基づいた新事業創造における経営課題と対応策」では、まず、知識によるイノベーションである「シーズ指向型イノベーション」の特徴を述べ、過去の事例である「HDTV」の事業創造に関する経営上重要な課題として、マネジメントより「莫大な費用を要する研究

開発の進め方」を、分析と戦略より「不確実な市場の評価・技術戦略」を取り上げ、その具体的な対応策を明らかにした。

「莫大な費用を要する研究開発の進め方」では、「アライアンスによる資源の共有およびリスク分散」、「コア・コンピタンスに経営資源を注力(選択と集中)」、「コンソーシアム型の規格戦略」の3つの対策を提案した。

- (1) 「アライアンスによる資源の共有およびリスク分散」では、シーズ指向型イノベーションが負う莫大な開発リスクをナショナルコンソーシアムや企業連合により回避した仕組みを検証した。
- (2) 「コア・コンピタンスに経営資源を注力(選択と集中)」では、HDTVのコア・コンピタンスを明確にした。
- (3) 「コンソーシアム型の規格戦略」では、規格の標準化の分析を行った。

「不確実な市場の評価・技術戦略」では、「顧客セグメントと受容までの時間」、「顧客セグメントと技術戦略」を提案した。

- (1) 「顧客セグメントと受容までの時間」では、テクノロジー・ライフサイクルと顧客セグメントの関係からHDTVの購入時期を予測する手法を提案した。
- (2) 「顧客セグメントと技術戦略」では、ジェフリー・A・ムーアの理論に基づき、HDTVの事業化において、初期市場からメインストリーム市場への大きな溝を越える戦略を検証した。

第3章の「HDTV受信機のプロトタイプ開発」では、最初に、NHKとメーカー11社によるナショナルコンソーシアムにおける共同開発のスキーム、規格の標準化の内容を明確にした。

次いで、ナショナルコンソーシアムにおける共同開発の詳細を検証した。

- (1) 「暫定規格のプロトタイプ開発」では、筆者らが国際科学技術博覧会(科学万博 - つくば'85)での本格的なデモンストレーションに向けて開発した「ハイビジョン受信機」の構成と動作の詳細を示した。
- (2) 「MUSE方式の性能改善、衛星放送実験」では、暫定規格の実証実験

で明確になったMUSE方式の技術課題が、再生画像の画質向上、S/N改善、映像・音声の安定な再生であることを示し、ナショナルコンソーシアムで採用された、これらの課題を解決する技術を分析した。また、規格の標準化を目的にBTAで実施された衛星放送実験の内容を検証した。

- (3) 「第1世代LSI開発」では、LSI化の特長を述べ、ナショナルコンソーシアムで開発したLSIを使用することにて、従来よりも大きさを1/20、消費電力で1/30程度である65Wのプロトタイプを実現した結果を示した。

第4章の「HDTV受信機の製品化」では、まず、ハイビジョン放送に向けて製品化された3種類の新しい家庭用TV(ワイドTV、ワイドTV(MUSE/NTSCコンバータ内蔵)、ハイビジョンTV)に対する、筆者らのマーケティング戦略、経営戦略、技術戦略を、製品ロードマップとポジショニングを分析することにより明確にした。

次に、開発費投入リスクを回避しつつ参加企業の市場での地位向上を実現する目的で結成された新たな企業連合における、筆者らの「HDTV受信機用第2世代専用LSI」の開発内容を検証した。

「技術開発による性能向上」では、独自の研究成果2件の詳細を示した。

- (1) 「輝度信号処理部における性能向上」では、第1世代LSIで簡単な垂直フィルタで行っていた輝度信号の内挿処理を、5ライン×7画素の二次元フィルタにて行うことで、垂直周波数が高い成分の折返し妨害を十分に除去できること、出力のアナログフィルタを安価なもので構成できることを検証した。
- (2) 「色信号処理部における性能向上」では、第1世代LSIの色信号の内挿処理で、水平周波数16.2MHz付近の帯域制限を省略していたために生じていた妨害成分を、周波数サンプリング法で設計した8次の低域通過フィルタを搭載することで、完全に除去できることを検証した。

最後に、「小型/量産化における品質向上」、「受信機の低価格化」の結果、1994年には市場価格50万円を切るハイビジョンTVが製品化できたことを示した。

第5章の「放送のデジタル化によるHDTVの進化」では、まず、TV受信機のデジタル化の流れを分析し、次に、アナログカラーTV IDTV ハイ

ビジョンTVという民生分野の技術の流れが、持続的イノベーションであることを検証した。そして、民生分野と異なる通信分野のバリューネットワークで発展した、動画圧縮技術のMPEG-2技術が、クリステンセンの言う破壊的技術として民生分野のバリューネットワークを侵食し、デジタルHDTVがハイビジョンTVにとって代ったことを示した。

また、1998年11月から全米主要10都市の24局で実施されたデジタルTV(DTV)放送開始に照準を合わせて、世界で初めてデジタルHDTV受信機を、筆者らは製品化した。この開発内容の詳細と米国地上波デジタルTV放送の現状について分析した。

第6章の「HDTVコア技術の展開と新事業創造」では、最初に、デジタル化により放送と通信の連携が可能となり、家電機器のネットワーク化が進むこと、ネットワーク規格が標準化されて将来はデジタルHDTVを中心とする家電機器によるホームネットワークが構築されることを検証した。そして、ネットワーク機器の製品開発事例として、2002年に筆者らが米国にて製品化したプロジェクションTVとD-VHSを取り上げ、その開発内容の詳細を示した。

また、新たな技術革新は、技術の応用分野のシフトにて生まれる可能性が高いことを述べ、通信分野であるインターネットの技術を放送分野であるデジタルHDTVへ適用する例として、インターネットTVの検証を行った。

最後に、新たなビジネスモデルについて検討した。まず、ゲーム理論に基づく戦略論に従い、デジタルHDTVを製造・販売するメーカーを取り巻くビジネス全体の価値相関図を作成、個々のプレイヤーとその役割を明確にし、新たなビジネスモデルを提案した。次いで、筆者によるHDTV開発事例の各フェーズにおける検証・分析内容が、結果として連続する事業創造の障壁をブレイクスルーする普遍的なモデルを導出していることを示した。

これらの研究を通じて、放送業界にHDTVというシーズ指向型イノベーションに基づく新事業を創造し、新たに一般消費市場を創出するとともに、通信業界と連携した今後の展開を示すことができた。現在、これらの実現を目指し、事業化実践を進めている。

謝辞

終りに臨み、研究の遂行に際し終始懇篤なご指導を賜り、高知工科大学 大学院起業家コースで論文主査をして頂いた富澤 治 教授、副査をして頂いた加納 剛太 教授、倉重 光宏 客員教授、ご指導頂いた馬場 敬三 教授、阿部 俊明 教授、平野 真 教授に心から御礼申し上げます。

また、ハイビジョン受信機のプロトタイプ開発時に、貴重な技術指導をして頂いた当時のNHK放送技術研究所の二宮 祐一 博士(故人)ほか関係者の方々に深く感謝致します。さらにHDTVの研究開発と製品化開発の際に、ご協力いただいた三菱電機株式会社の関係者の方々およびナショナルコンソーシアムのメンバーの皆様に変にお世話になりました。ありがとうございました。

参考文献

第1章

- [1] NHK, “テレビは進化する”,
<http://www.nhk.or.jp/str1/aboutstr1/evolution-of-tv/index.html>, 2002年
- [2] 二宮 祐一ほか,
“高品位テレビの衛星1チャンネル伝送方式(MUSE)”,
テレビ技報, T E B S 95-2 (昭59)
- [3] 二宮 祐一, “MUSE - ハイビジョン伝送方式”,
電子情報通信学会, 1990
- [4] 日本電子機械工業会, “民生用電子機器国内出荷統計”, 1993年
- [5] 日本電子機械工業会, “民生用電子機器国内出荷統計”, 1994年
- [6] 日本電子機械工業会, “民生用電子機器国内出荷統計”, 1995年
- [7] 日本電子機械工業会, “民生用電子機器国内出荷統計”, 1996年
- [8] 日本電子機械工業会, “民生用電子機器国内出荷統計”, 1997年
- [9] 日本電子機械工業会, “民生用電子機器国内出荷統計”, 1998年
- [10] 日本電子機械工業会, “民生用電子機器国内出荷統計”, 1999年
- [11] 渡邊 敏明, “MPEG-4 の概要”, 東芝レビューVol.57 No.6 (2002)
- [12] ITU-R Recommendation BT. 1208,
“Video Coding for Terrestrial Television Broadcasting”, 1997年

- [13] 山田 宰, “日米欧におけるデジタル放送の技術概要”,
NHK技研だより 1997年4月号
- [14] 宮沢 寛, “日本の地上デジタル放送の動向”,
NHK技研だより 1998年10月号
- [15] [D-pa]社団法人 地上デジタル放送推進協会,
<http://www.d-pa.org/schedule/start.html>, 2003年
- [16] 電子情報技術産業協会, “AV主要品目世界需要予測”, 2005年

第2章

- [17] P.F.ドラッカー, “イノベーションと起業家精神(上)”,
日経BPダイヤモンド社, 1997年
- [18] 石井 至, “図解 リスクのしくみ”, 東洋経済新報社, 2002年
- [19] ジェフリー・H・ダイアー, ハービア・シン,
“ウォートンスクールの次世代テクノロジー・マネジメント, 第5章”,
東洋経済新報社, 2001年
- [20] G.ハメル, C.K.プラハラード, “コア・コンピタンス経営”,
日本経済新聞社, 2001年
- [21] 日経マーケット・アクセス, “デジタル家電市場総覧 2004”,
日経BPコンサルティング, 2003年
- [22] 山田 英夫, “デファクト・スタンダード”, 日本経済新聞社,
1997年
- [23] E. M. ロジャース, “イノベーション普及学”, 産能大学出版部,
1990年
- [24] ジェフリー・A・ムーア, “キャズム”, 翔泳社, 2002年

- [25] 総務庁, “世界の統計 1994 - 国際統計要覧”, 大蔵省印刷局, 1994 年
- [26] 総務庁統計局, “世界の統計 1995 年版”, 大蔵省印刷局, 1995 年
- [27] 総務庁統計局, “世界の統計 1997 年版”, 大蔵省印刷局, 1997 年
- [28] 総務庁統計局, “世界の統計 1998”, 大蔵省印刷局, 1998 年
- [29] 総務庁統計局, “世界の統計 1999”, 大蔵省印刷局, 1999 年
- [30] 総務庁統計局, “世界の統計 2000”, 大蔵省印刷局, 2000 年
- [31] 総務省統計局, “世界の統計 2001”, 財務省印刷局, 2001 年
- [32] 総務省統計局, “世界の統計 2002”, 財務省印刷局, 2002 年
- [33] 総務省統計局, “世界の統計 2003”, 財務省印刷局, 2003 年
- [34] 総務省統計局, “世界の統計 2004”, 財務省印刷局, 2004 年
- [35] 矢野恒太記念会, “世界国勢図会 2002/03 年 - 世界がわかるデータブック”, 財団法人 矢野恒太記念会, 2002 年 9 月 1 日
- [36] 矢野恒太記念会, “世界国勢図会 2003/04 年 - 世界がわかるデータブック”, 財団法人 矢野恒太記念会, 2003 年 9 月 1 日

第 3 章

- [37] 藤尾 孝, “高品位テレビシステムと今後の課題”,
テレビジョン学会技術報告 (昭 58)
- [38] 放送技術開発協議会 技術資料 BTA S-1003
“MUSE 方式 HDTV 衛星放送受信装置の定格と望ましい性能”,
1991 年 4 月制定

- [39] 渡辺 尚友，八尾 政治，茅嶋 宏，山口 典之，浜田 恒朗
“ハイビジョン受信機”，三菱電機技報，Vol.60，No.11，1986
- [40] 杉本 孝之，岩崎 安男，渡辺 尚友，鈴木 吉輝，茅嶋 宏，
“高品位40形CRTディスプレイ装置”，
三菱電機技報，Vol.59，No.3，1985
- [41] 国際科学技術博覧会協会 / NHK - E S ，
“「直視形大形CRTディスプレイ装置」実施設計書”(昭58)
- [42] 二宮 祐一ほか，
“高品位テレビの新しい伝送方式～MUSE～”，
NHK技研月報，27，No.7(昭59)
- [43] 二宮 祐一ほか，
“高品位テレビの衛星1チャンネル伝送方式～MUSE～”，
信学論，J68-D，No.4(昭60)
- [44] 放送技術開発協議会 高精細度テレビ委員会，
“高精細度テレビ放送 放送衛星伝送実験計画書”，1987
- [45] 渡辺 誠ほか “LSI技術”，電子通信学会，1979年

第4章

- [46] 放送技術開発協議会 技術資料 BTA T-1004
“EDTV- 用スタジオ映像信号インターフェース”，1995年6月制定
- [47] L S I ロジック株式会社，松下電器産業株式会社，
松下電子工業株式会社，三菱電機株式会社，日本電気株式会社，
日本電気ホームエレクトロニクス株式会社，日本ビクター株式会社，
パイオニア株式会社，シャープ株式会社，
V L S I テクノロジー株式会社，
“ハイビジョンTV向けLSIセットの発売について”，
広報発表資料，平成5年2月25日

- [48] 茅嶋 宏ほか, “ M U S E デコーダ用二次元フィルタの検討 ”, 1991年テレビジョン学会年次大会, 14-3
- [49] 茅嶋 宏ほか, “ M U S E デコーダの色信号処理に関する検討 ”, 1994年テレビジョン学会年次大会, 6-5
- [50] 合志 清一, 苗村 昌秀, 和泉 吉則, 山口 孝一, “ M U S E 方式の色差信号処理に関する検討 ”, 信学論 (B-), J76-B- (1993.3)

第5章

- [51] 吹抜 敬彦, “ T V 画像の多次元信号処理 ”, 日刊工業新聞社 (昭56)
- [52] リチャード・フォスター, “ イノベーション ”, T B S ブリタニカ, 1987年
- [53] クレイトン・クリステンセン, “ イノベーションのジレンマ ”, 翔泳社, 2001年
- [54] 小野寺 康, 村上 篤道, 浅井 光太郎, “ 動画像の高能率符号化 ”, オーム社, 2005年
- [55] Kenji Tsunashima, Keiichi Muneishi, Hiroki Morikawa, Hiroshi Kayashima, Viktor Sinyanskiy, “ An Integrated DTV Receiver for ATSC Digital Television Standard ”, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.44, No.3, (1998-8)
- [56] 網島 健次, 森川 浩樹, 菅 隆志, 茅嶋 宏, 宗石 圭一, “ D T V 受像機 ”, 三菱電機技報, Vol.72, No.8, 1998
- [57] United States Advanced Television Systems Committee, “ ATSC Digital Television Standard ”, (1995-9)

- [58] United States Advanced Television Systems Committee ,
“ The Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard ” ,
(1995-10)
- [59] 網島 健次 , 細谷 史朗ほか ,
“ デジタル放送受信機 A T V ” , 三菱電機技報 , Vol.71 , No.2 , 1997
- [60] United States Advanced Television Systems Committee ,
“ Program and System Information Protocol for Terrestrial
Broadcast and Cable ” , (1997-12)
- [61] Duardo, O. , Hsieh, S. , Wu, L. , Boo, J. , Khurjekar, A.ほか ,
“ An HDTV Video Coder IC for ATV Receivers ” ,
IEEE Transactions on Consumer Electronics , Vol.43 , No.3 , (1997-8)
- [62] Hosotani, S. , Yazawa, M. , Matsuo, N.ほか ,
“ A Display Processor Conforming to All DTV Formats with 188-Tap
FIR Filters and 284Kb FIFO Memories ” ,
IEEE Transactions on Consumer Electronics , Vol.43 , No.3 , (1997-8)
- [63] IT media Survey , “ アメリカに見るデジタル放送普及の政策課題 ” ,
<http://www.itmedia.co.jp/survey/articles/0406/03/news002.html> ,
2004 年
- [64] IT media Survey , “ アメリカに見るデジタル放送普及の政策課題(後編) ” ,
<http://www.itmedia.co.jp/survey/articles/0406/17/news001.html> ,
2004 年

第 6 章

- [65] 茅嶋 宏 , “ デジタルで変わる家電 ” ,
電機新聞 , 2001 年 4 月 10 日
- [66] 茅嶋 宏 , “ 将来のホームネットワーク ” ,
電機新聞 , 2002 年 3 月 5 日

- [67] 立木 武彦，“動き出したH A V i”，
電波新聞，2001年7月23日
- [68] ロン・アドナー，ダニエル・レビンサール，
“ウォートンスクールの次世代テクノロジー・マネジメント，第3章”，
東洋経済新報社，2001年
- [69] 榊原 清則，“経営学入門（上）”，日本経済新聞社，2002年
- [70] A.M.ブランデンバーガー，B.J.ネイルバフ，
“コーペティション経営”，日本経済新聞社，1997年