



地上デジタル放送の研究開発と海外展開

山田 幸 早稲田大学



海外展開の重要性

日本の地上デジタル放送は、TV 多重文字放送、FM 多重放送での多くの知見がベースになって開発されてきた。欧米の方式にない移動受信、ワンセグなどの特徴を有している。研究開発はあくまでも手段であり最終目的は多くの人々に使ってもらうことである。日本方式はガラパゴスと言われ、普及は難しいとされていたが¹⁾、1990年代後半からの総務省、NHK、民間放送局、メーカーのチームワークによる普及活動が功を奏し、現時点で日本以外では南米諸国、コスタリカ、フィリピンなど11カ国が採用を決定している。現在は、アフリカ、東南アジアなどへの普及活動を推進している。地上デジタル放送の普及が契機になり、これまであまり縁のなかったこれらの国々との相互交流が進んでおり、日本企業の活躍が期待されている。

本稿では、日本の地上デジタル放送開発の経緯、これまでの普及活動などを振り返り、今後の方向性について解説する。



地上デジタル放送の研究開発経緯

文字多重放送

1972年にBBCがCeefaxと呼ぶテレビ信号のブランキング期間にデジタル情報を多重して文字情報をサービスするテレビ多重文字放送システムを世界で初めて公開した。我が国も、この年にファクシミリと同じように情報をスキャンして送るパターン方式文字放送の研究を開始している。1970年代はCCIR（国際無線通信諮問委員会：現在のITU-R

（国際電気通信連合無線通信部門））において文字放送が重要な研究テーマの1つとして、イギリス、フランス、アメリカ、日本で研究開発が進められていた。筆者らは、1977年にパターン方式ではなく、Ceefaxと同じように受信機側に文字発生器を持つコード伝送による文字放送の研究を開始している。

日本語が象形文字である漢字を使用していたため、ビット誤りの影響が大きいことから誤り訂正の研究に重点を置いて研究を進めた。たとえば日本語の場合、象形文字である「山」は1文字で表現できるが、英語では「mountain」と8文字になってしまう。英語で1文字程度間違えてもほかの単語になる確率が低いため読む方はほぼ予想がつく。一方、日本語の漢字は間違えにより別の意味のある文字に化けてしまう。調査によれば、同じ意味を表現するのに英語の場合は、日本語に比べ4倍以上の文字数が必要なが分かっている。東京、大阪地域のゴースト妨害や工場雑音がある地域、和歌山、姫路ルートが多段中継エリアなど特に受信条件の悪い地点を選んで、ビット誤りの状況を調査することから始めた。詳細な分析に長期間費やし、特殊な(272, 190)差集合巡回符合の復号アルゴリズムを改良したシステムが最適と判断し、1985年に、ほぼ誤り表示がないシステムを完成実用化することができた(図-1²⁾)。

文字放送が、移動受信や携帯受信で受信可能であれば放送事業者としてビジネス範囲の拡大が期待できるとの思いから、文字放送の移動受信実験を実施したがデジタル信号はまったく受信することができなかった。一方、車用のアナログTVは、走行車内での5段階画質評価値は平均2であるが、ある程度の品質で受信でき、音声はほぼ完全に受信が可



3. 地上デジタル放送の研究開発と海外展開

能だった。このことから、デジタルTVになった場合でも、移動受信などアナログTVのできることはすべてできなければ意味がないと考え、デジタルTVは当分不可能だろうと考えていた。

2011年7月24日のアナログ放送終了に伴い文字放送も終了する。26年間の放送サービスになるが、激変する技術進歩に飲み込まれシステム寿命としては意外に短かった感じがしている。しかし、文字放送の研究開発を経験したことにより、地上波でデジタル信号を放送する場合の困難な課題について把握でき、後のFM多重放送や地上デジタル放送の研究開発に大いに役立った。その意味では、放送が終了してもそのDNAは生き続けている。

FM多重放送(DARC)

放送は本来、家の中で楽しむ固定受信用のシステムとして開発され、普及してきた。車にカーラジオが搭載されているが、たまたま走行中の車の中でもラジオが受信できたまでで、最初から車での移動受信を前提にしたものではなかった。

EBU (European Broadcasting Union) は、RDS (Radio Data System) と呼ぶ伝送容量0.7kbpsの車用システムを1983年から実用化していたが、誤り訂正機能が弱いため、繰り返しコマンドを送信するのみで、長文のメッセージを送受信するには適していなかった。一方、日本のFM多重放送DARC (DAta Radio Channel) は文字放送で開発した(272, 190)符号とLMSK (Level-controlled Minimum Shift Keying) と呼ぶ特殊な変調方式によって、伝送容量8kbpsで長文のメッセージをサービスできる移動受信用システムを実用化することができた³⁾。DARCは1996年にサービスを開始したVICS (Vehicle Information Communication

Systems) の交通情報サービスに採用されている。ドライバーへ交通情報を提供するシステムとして広く使用され、VICS機能を搭載したカーナビは2010年12月末で4,382万台以上普及している(図-2)。

中国では、北京、上海、広州で実用化され、ブラジルのリオデジャネイロにおいても実用化へ向けたテストが実施されていると聞いている。

地上デジタル放送(ISDB-T)

先に述べたように、アナログTVができる移動受信が不可能なデジタルTVは意味がないと考えていた。1986年ごろからEBUが開発中の移動体

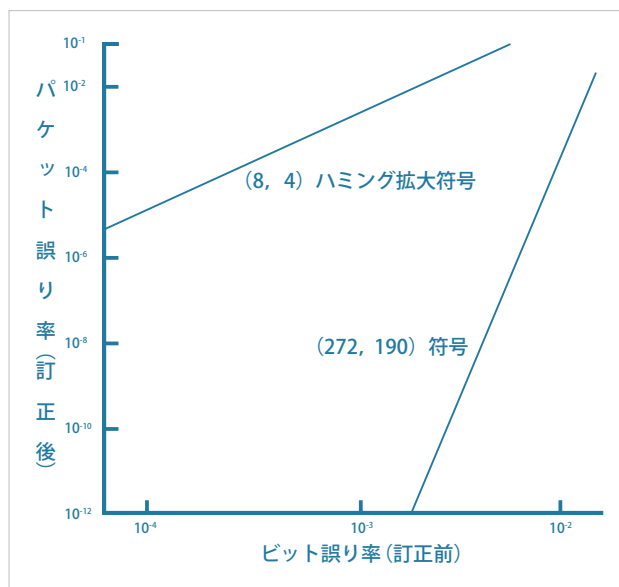


図-1 ランダム雑音に対する(272, 190)符号の誤り訂正能力



図-2 カーナビへの応用(VICS)



特集 アナログテレビ放送の終焉

向け音声放送 DAB (Digital Audio Broadcasting) の伝送方式に注目し、そこで使われていた移動体受信用の変調方式 OFDM (Orthogonal Frequency Division Modulation) による TV 用送受信装置を試作し性能の確認実験を行い、好結果を得た。1993 年の NHK 技研公開において、NHK 放送技術研究所 (以下、技研) の鉄塔からテスト信号を発射し、世界で初めて TV の移動受信を展示した。当時は、なぜ TV で移動受信なのかというのが、ほとんどの見学者たちの反応だった。

1994 年から正式に郵政省で技術審議に入った。地上デジタル放送の主な技術課題と解決策は以下のとおりである。

・使える周波数がほとんどない

混信保護比もまだ不明だったため、OFDM のマルチキャリアの特性を活かし、アナログ TV の空きチャンネルにデジタル TV 信号 6MHz 分を分散するセグメント方式を考えた。のちに、国の周波数整理により、UHF のローチャンネルがデジタル放送用に確保され、結果的に、セグメントの考えはワンセグに引き継がれた。

・ハイビジョンのサービスができ、携帯受信や移動受信も可能なこと

BS デジタル放送と同様な、固定受信と移動受信では変調方式を変える階層伝送を導入した。また、移動受信時の信号断に対応するため、送り側で信号をあらかじめ、ばらして送る時間軸インターリーブを採用した。

・アナログ TV と同様、デジタル TV の音声は、携帯用のデジタルラジオでも聞けること

デジタルラジオを 1 セグメントで送るようにし、物理的にほぼ同一規格に定め、デジタルラジオでデジタル TV の音声聞けるよう規格を定めた。のちに

MPEG4 の規格化が進み、1 セグメントで TV が送れるようになり、現在の携帯ワンセグに進化した。

国内審議は 1999 年に終了し、方式が定まった⁴⁾。日本の地上デジタル放送は ISDB-T (Integral System Digital Broadcasting-Terrestrial) と呼び、2000 年の ITU-R 総会において、米国の ATSC (Advanced Television Systems Committee)、欧州の DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) と並ぶ第 3 の方式として勧告になり、2003 年 12 月からサービスが開始された(図-3)。



欧米の地上デジタル放送

ハイビジョン

NHK は 1964 年の東京オリンピック終了後、将来の研究の柱の 1 つとしてハイビジョンの研究をスタートしている。国際的には、1970 年代の初めにハイビジョンを CCIR の研究テーマに提案し、各国へ研究開発を呼び掛けた。その後、展示などを通じて世界中へハイビジョンの PR 活動を行った。

1980 年代後半は、CCIR ではハイビジョン論争が起こり、日本の 1,125 本 MUSE に対し欧州は 1,250 本 HDMAC を提案するなど厳しい対立が続

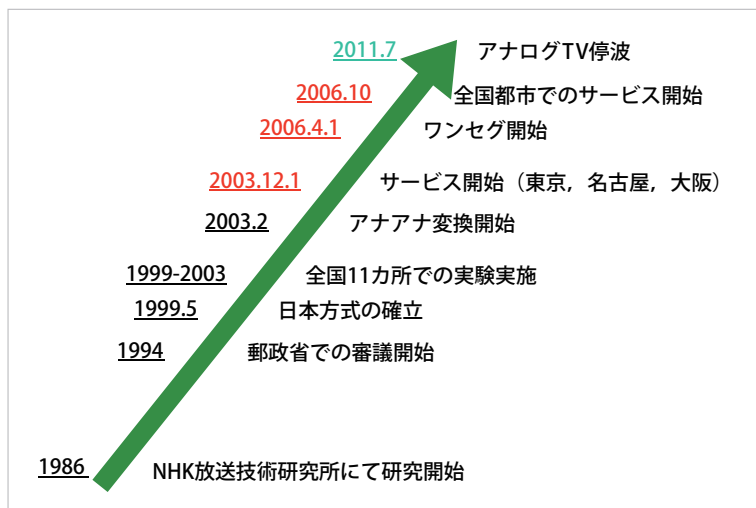


図-3 ISDB-T実用化までの道のり



3. 地上デジタル放送の研究開発と海外展開

くことになる。欧州側の反対は、強い日本のテレビ産業への警戒感からと言われていた。結局、欧州は独自の方式提案をあきらめ、2000年3月ハイビジョンは1125方式が世界統一方式となった。

日欧のハイビジョンは衛星伝送だったのに対し、米国では1986年にACATS (Advisory Committee on Advanced Television Service) を設立し地上波によるハイビジョン方式の検討を開始している。当初は、放送業者が、CATVと携帯電話の伸長への対抗手段として、取り組み始めたと言われている。デジタル圧縮技術が初歩の段階にあり、6MHzでのハイビジョンは困難と思われていたが、その後のMPEG2圧縮技術の進展により可能になった。

デジタル伝送技術

日本は先に述べたとおり、地上デジタル放送についてはデジタル圧縮技術よりもOFDMによる移動受信技術に特化して基礎から研究開発を進めていた。米国はスタート時点では、伝送方式よりもむしろデジタル圧縮技術に焦点を当てていたように思われる。したがって、米国の地上デジタル放送ATSCの伝送方式は、決定までに多くの議論があったが、最終的には、デジタル信号を8値VSB-AM(残留側波帯振幅変調)で伝送するアナログTVの延長上の技術であった。

欧州での最初の地上デジタルハイビジョンは、1992年にスウェーデンのTERACOM社が発表したOFDMによるHD-DIVENEである。NHKのシステムとほぼ同時期の発表であった。1991年に民間によるデジタルTV開発コンソーシアムDVB (Digital Video Broadcasting)がスタートし、欧州におけるデジタルTVに関するすべての開発はDVBが担当することになった。世界中のメーカーが参加し、メンバー数は約

250社に上っている。

米国のATSC、欧州のDVB-Tとも技術的にそれほど難しくない固定受信のみを対象にしたシステムであったため、実用化は意外に早く1998年9月に英国で、同じく11月に米国でサービスがスタートしている。DVB-Tは地上デジタルで最も問題になるゴースト妨害に有効なOFDMを採用した方式だったと言える。1990年代、米国国内ではSinclair Broadcasting社がATSCの受信特性に疑問を投げかけ、強い反対を表明していた。また、Deutsche TelekomはDVB-Tが移動受信を重視していないことに反対し、「将来禍根を残す」と警告していたが、2社とも大勢に押され、規格化を急ぐ全体の勢いに勝つことができなかった。

サービス開始からほぼ10年以上遅れた2000年代後半になり、欧米は移動・携帯受信の重要性に気づき、ATSCは方式を改良してMPH (Mobile-Pedestrian-Handheld)を、DVBはDVB-Tとは別のDVB-Hを開発している。最初から移動受信ATSCには伝送特性上の限界があり、DVB-Hは送信側で2方式を設置しなければならず、経済的な制約になっているため、普及が進んでいないようである。

地上デジタル放送の技術については種々報告されているので、ここでは日米欧3方式の主な違いのみ表-1に示す。

	ATSC(米国)	DVB-T(欧州)	ISDB-T(日本)
変調方式	8値VSB-AM	OFDM	BST-OFDM
階層伝送	なし	なし(注1)	あり
時間軸インタリーブ	なし	なし	あり
移動携帯受信	なし	DVB-H (普及していない)	あり
人工ノイズ	弱い	弱い	強い
データ放送	なし	MHP (普及していない)	受信機内蔵
緊急警報機能	なし	なし	あり

(注1): 機能としては存在するが劣化が大きく使用できない。そのため、移動用にDVB-Hを開発。

表-1 3方式の比較

普及活動⁵⁾

普及活動の意義

我が国は、前述のようにハイビジョンのITU-Rでの規格化に苦勞してきた。また、デジタル携帯電話の普及もうまくいかず、日本のICTは独自に高度化するだけで他国への普及効果を持たない、いわゆるガラパゴスと非難されてきている¹⁾。ISDB-Tも、普及活動をまったくせず、どの国も採用しなかった場合は、10年、20年後には、必ず普及活動の有無を問われることになると考えていた。地上デジタル放送の規格が決定する以前の1990年代中ごろから、普及活動は研究開発を担当した者の責務と感じ世界へのPR活動に力を入れてきた。研究はあくまでも手段であり、最終目標はできるだけ多くの人々に研究成果を使ってもらおうことだと考えていた。

技研は2001年から年3回発刊のNHK英文機関誌BT (Broadcasting Technology)により、ISDB-Tを含めた最新の研究開発状況を世界へ発信することにした。BTはブラジルのTV関係者からISDB-T理解の助けになると高い評価を得ていた。また、ABU (Asian Broadcasting Union) から若手研究者を受け入れ、ISDB-T関係の技術を共同で開発することによって、将来の相互理解の礎になるような施策も行った。すでに30人以上の優秀なNHKシンパの技術者がアジア中心に広がっているはずである。

DiBEGの発足

欧州のDVBグループも普及活動に熱心でDVB-Tを世界へ普及させることを目標に、DigiTAG (Digital Terrestrial Television Action Group) を組織し、世界中への普及活動を行っていた。我が国も同様の普及活動グループが必要と考え、関係者と議論の結果1997年に杉本篤実氏 (当時 NEC) を委員長とするDiBEG (Digital Broadcasting Expert Group) を組織させた。DiBEGは、1997年にシンガポール、1999年に香港での日米欧3方式の比較実験に参加し、日本のISDB-Tが最も優れた受信特性を示すことができた。しかし、

シンガポールはまだ日本方式は実用になっていないとの理由で、また、香港は中国が決める方式に従うという理由で、ISDB-Tの採用にはならなかった。韓国KBSにも働き掛けたが、日韓の問題で取り上げてもらえなかった。

ブラジルとのかかわり

1998年8月に南米最大の民放局TVGloboの技術責任者であるF. Bittncourt氏からブラジルのテレビジョン学会 (SET: Brazilian Society of Television Engineering) の大会に招かれた折、ISDB-Tを初めてブラジルの放送関係者に紹介し、移動受信の重要性を訴えた。将来家の中では、CATV、衛星放送、光ケーブルなどでTV、ラジオそのほかの情報すべてにアクセスすることができるようになる。課題は、屋外でこれらの情報にアクセスできるかどうかだ。ISDB-Tであれば、この課題をクリアできると説明した。しかし、帰り際に、F. Bittencourt氏の部下のL. Nakonechnyi氏にISDB-Tの採用の可能性を尋ねたところ、答えはNOだった。「日本は地球の裏側で遠すぎる」が理由だった。

その後、TVGloboの技術者たちは地上デジタル放送の3方式について、詳細に勉強し、1999年から2000年にかけて比較実験を実施している。2000年に開催された米国放送機器展NABにおいて、世界で初めて3方式の比較実験結果を公表し、ISDB-Tはほかの2方式に比べて格段に性能が優れていることを多くの放送技術者たちに示した。

ブラジルは、2006年6月にISDB-Tの採用を正式に決定し、2007年12月にサービスを開始している。

ブラジルの決定以降

ブラジルがISDB-Tの採用を決定した後、2007年以降DiBEGは南米のそのほかの国々へのPR活動を開始している。特に、総務省がリーダー役を果たし各国の放送関係者を日本に招きJICA主催の技術セミナーを再三実施する一方で、南米各国を行脚し、政府、政治家、放送関係者等々へのISDB-Tの優位性をPRし、採用を働きかけた。筆者自身も



3. 地上デジタル放送の研究開発と海外展開

2007 年後半から 2008 年の 1 年半は、毎月のように南米各国を訪れ、特に技術者への説得に努めてきた。

性能を十分理解してもらったことはもちろん、すでにブラジルが ISDB-T の採用を決めていたこと、日本政府が直接働きかけトップセールスを展開したことなどが大きな決め手になった。また、ブラジルの政府・放送関係者との共同戦線は効果的だった。南米でブラジルに次いで 2 番目に ISDB-T の採用を決定したのは、2009 年 4 月のペルー政府だった。ペルーは技術、経済性、支援の 3 項目について 3 方式の比較結果を公表した。ISDB-T の評価は支援以外は 1 位であり、支援については DVB-T に比べ差がわずかととの結果だった。その後南米各国は、次々 ISDB-T の採用を決め、DVB-T の採用を決定していたウルグアイも 2010 年 12 月に ISDB-T に変更している。現時点で南米では、コロンビアだけが DVB-T の採用を決定している。

現時点での ISDB-T 採用国を、図-4 に示す。今後は残されたアフリカや東南アジアへの普及が期待されている。



見えてきたこと

日本の放送業界は、1980 年代のハイビジョン論争、デジタル放送の研究開発、ITU-R 規格化、国際普及活動開発など 30 年以上に渡る一連の国際対応を経験し、多くのことを学んできた。私見であるが、現時点で重要と思われる事項について以下にまとめる。

相互交流

南米での普及活動では、各国の政府、大学、放送局の技術者たちとの相互交流と彼らの国内でのサポートが大きな助けになった。チリでは UTEM 大の H. Wasff 氏、アルゼンチンでは Parelmo 大 L. Valle 氏、ペルーで MTC の実験主任を担当していた J. Arellano 氏などがいち早く技術の違いを理解し、ISDB-T の陰の応援団であった。なかでも、J. Arellano 氏は日本側提案のインパルス雑音に対する耐性実験を受け入れてくれた(図-5)。

南米で唯一 DVB-T 採用を決定しているコロンビアの場合は、決定権を持つ TV 委員会に再三説明

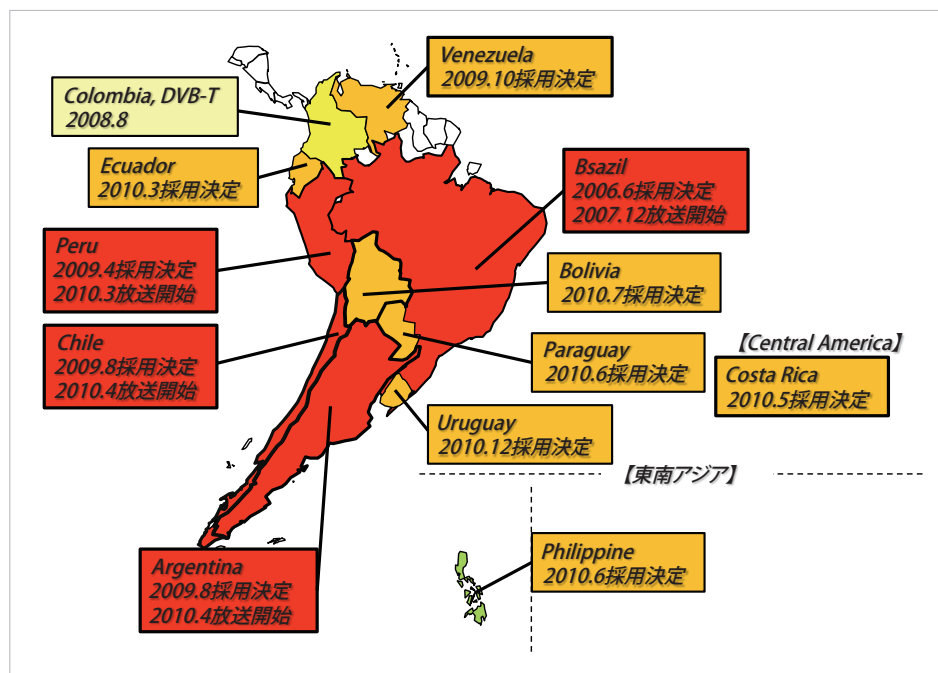
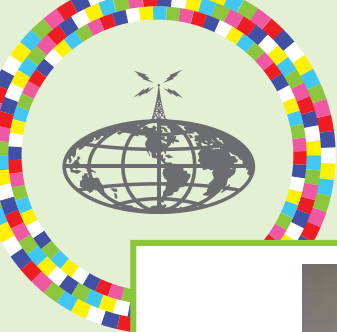


図-4 ISDB-T 採用国



特集 アナログテレビ放送の終焉



図-5 インパルス雑音に対する実験
(6. Feb. 2009 ペルー MTC 委員会)

し交流も持ったが、残念ながら技術者と接触する機会がなく、ISDB-Tの能力について理解してもらうことができなかった。

ITU-R 会合、JICA 研修、学会等々あらゆる機会を利用して普段から技術者同士の相互交流に心がけておくことが将来のお互いの利益につながる。また、できるだけ早く、その国の技術者を味方につけることが採用への近道であろう。

研究機関

当然であるが、最も重要なのは他国に負けない優れたものを研究開発することである。そうでない場合には、一生懸命普及活動をして採用してもらったとしても、相手国に迷惑を与えることになる。放送方式の研究開発のキーポイントは、完成まで長期間を要するので、早期の研究着手と国際展開、国際規格化である。研究開発段階から、方式のPRを積極的に行い、可能であれば他国の研究機関と共同で研究開発を進めることが、無駄な競争を避けるなど、双方にメリットを生む。技研が2000年から研究開発を進めてきたスーパーハイビジョンは2007年からはBBCを始めとする欧州の研究機関と共同で開発が進められ、2012年のロンドンオリンピックにその成果が展示されると聞いている。

国

地上デジタル放送は、国が管理する電波行政の問題である。また、昨今話題に上がっている重要な国

家インフラの1つでもある。したがって、交渉に当たっては、国家間のトップ外交が最も効果的である。ブラジルの採用までに8年を要したのは、当時は国があまり表に出ず、民間レベルでのDiBEGが主体であったため具体的な支援策などを提示できなかったことも原因の1つと考えられる。

普及活動の目的は、日本の企業がその地で事業を成功させ利益を上げることにあるが、より重要なことは相手側にメリットを与え、お互いに国と国が交流を深め、産業・文化・教育など、すべての面で将来へ向けてお互いに成長することにある。その意味では、相手国に約束した支援を十分果たし、ISDB-Tを介して活発に両国間の交流を推進することが重要である。普及活動全体を考えると、活動そのものは総務省のみの仕事ではなく、外務省はもちろん、経済産業省、文部科学省も関係している。したがって、国家プロジェクトとして取り組むべき課題であり、日本国として利益が得られる総合的な戦略が必要であろう。

民間企業が外国で事業展開する場合、常に関税の問題が生じる。国内産業の課題もあるが、EPAやFTAなどにより民間企業が事業展開しやすい環境を整備するとともに、民間企業自身も国内市場のみではなく、長期的に見た、より大きな市場を目指したチャレンジ精神を持つことが必要である。

企業

ブラジルがISDB-Tの採用を決めた段階で、ブ



3. 地上デジタル放送の研究開発と海外展開

ラジルには市場がないとして日本企業は非常に消極的だった。一方、韓国や台湾メーカは最初から積極的にブラジル国内のデジタル放送委員会などに参加し、受信機を製造販売できる体制を整えてきた。実際ブラジルでの最初の受信機は、台湾メーカだった。

台湾、韓国は国内に市場がないため、最初から外国市場に目を向けている。一方の日本は、ある程度の大きさの市場が国内にあるため、国内市場に目を奪われ、厳しい国内の競争に勝つことが大きな目標になっているように見える。また、社内において外国市場の重要性を訴えようとしない担当者の当事者意識不足も課題であろう。



今後へ向けて

地上デジタル放送の普及活動は、我が国にとって初めての成功例であり、研究開発から普及活動まで長期間にわたる関係者たちのチームワークと努力のたまものである。現地の関係者たちの協力も見逃すことはできない。特に、2007年以降はDiBEG顧問として活躍されたアルゼンチン在住の六本木栄二氏の広い人脈と粘り強い交渉力によるところが大であった。

将来を考えると、方式採用決定後の相互交流がむしろ大事である。多くの方々の努力により、各国の方式決定まで漕ぎつけたが、事業の面での日本企業の活躍が見えにくいところに問題がありそうである。今後に向けて、DiBEG全体の活動を振り返り、議論することで共通認識を持ち将来へ備えることが肝要である。

参考文献

- 1) 高田伸朗, 吉川尚宏:「第三の開国」を通じた日本の再生戦略, 知的資産創造, pp.6-17 (2008).
- 2) 沢辺栄一: 文字放送方式の概要, テレビジョン学会誌, Vol.40, No.1, pp.5-9 (1986).
- 3) 黒田 徹: 移動受信用 FM 多重放送規格, テレビジョン学会誌, Vol.47, No.11, pp.1525-1528 (1993).
- 4) 郵政省答申: 地上デジタルテレビジョン放送方式の技術的条件 (Apr. 1999).
- 5) 布施田英生他: 特集号 ISDB-T の国際展開, 映像情報メディア学会, Vol.62, No.11 (2008).

(2011年3月11日受付)

山田 幸 ■o-yamada@m2.hinocatv.ne.jp

1967年早稲田大学工学部電気工学科卒業, NHK 入局, 1971～2002年まで放送技術研究所にて, 文字放送, FM 多重放送, BS デジタル放送, 地上デジタル放送などの研究開発に従事。放送技術研究所長の後2002年からバイオニア(株)に勤務, 専務取締役を経て, 2009年から早稲田大学客員教授。1990年代後半から地上デジタル放送の海外普及活動を推進。電子情報通信学会功績賞, 前島賞等受賞, IEEE フェロー, 電子情報通信学会名誉員, 工学博士。

