

デジタルテレビの整備事業

Progress of TV Broadcasting Equipment for Planned Terrestrial Digital TV Broadcasting Infrastructure

河野 健一 Kenichi Kohno	赤堀 悟 Satoru Akahori	唐澤 和茂 Kazushige Karasawa	高階 英貴 Hidetaka Takashina	木村 浩之 Hiroyuki Kimura
梶 貴一 Kiichi Kaji	北村 忠幸 Tadayuki Kitamura	西口 実礼 Mitsuhiro Nishiguchi	小野 哲 Satoshi Ono	田谷 融 Toru Taya

要 旨

2011年7月24日、地上波テレビ放送のデジタル化が完了した。当社は放送機器メーカーとしてこの地上波デジタル放送の整備事業に参画し、様々な製品の提供を行い貢献した。特に、アナログ放送の時代から当社が得意としてきた、中継放送機器の分野でデジタル化の整備に大きく貢献できたと考える。この報告では、当社の製品開発、及び製品リリースの変遷について報告する。

Abstract

The digitalization of terrestrial TV broadcasting was completed on July 24, 2011. As a broadcasting equipment manufacturer, JRC participated in the infrastructure construction for terrestrial digital TV broadcasting, by providing various products. Particularly, we believe that JRC greatly contributed to the infrastructure of the digitalization in the field of relay broadcasting systems, which JRC has excelled in from the times of analog broadcasting. This report describes the transitions in the products developed and released by JRC.

1. まえがき

2011年7月24日、国家の一大プロジェクトとして行われた地上波デジタル放送の整備がほぼ完了し、長年にわたって親しまれてきたアナログ放送が東北の一部地域を除いて全国で完全に終了することとなった。

本稿では、アナログ放送時代からの放送機器メーカーである当社が、この「地デジ化」という一大プロジェクトにどのように参画し、どのように貢献してきたのかについて報告する。

2. 地デジ整備市場の需要変化と製品開発の変遷

2.1 地デジ整備市場“黎明期”（～2003年）

2001年（平成13年）の電波法改正により、2003年12月の東名阪の開局を皮切りに2006年までに全都道府県にて地上デジタル放送を開始することが決定し、日本放送協会（NHK）殿および民放各社殿は地デジの放送局の整備対応を迫られることになった。放送事業者殿は当社を含む送信機メーカーと協力し2002年5月に「地上デジタル放送用送信設備共通仕様書（通称：オレンジブック）」を制定した。オレンジブックには親局送信機から中継局送信機、局舎施工に至るまでの共通仕様が記載されている大変な労作であり、バイブル的存在であった。また、電波産業会（ARIB）では、放送事業者殿、メーカーが参加した各種委員会や作業班が設置され、ARIB規格制定の際には当社も貢献することとなった。

親局送信機は、オレンジブックに準拠するだけでなく、既存のアナログ放送とのサイマル放送を念頭に入れた小型

化や、過去の経験に基づいた操作性、保守性といった面を考慮に入れた装置開発を行い、空冷方式親局送信機JBT-200シリーズを製品化した。

中継局では、小型化という観点から、電力増幅器にはMCPAが目玉を集め、当社も開発を行った。しかし、近畿広域民放殿など数局にMCPAの納入実績があるものの、当初の期待ほどMCPA市場は広がらなかった。MCPAが複数の放送事業者殿の共用設備となってしまい、管理面、運用面で事業者間の調整が困難であることから、全国的な普及はなかった。しかしながら、このMCPA開発過程で得られた技術的課題や考え方は、後述の回り込みキャンセラーの技術と併せて、極微小電力中継局送信機開発で生かされることになり、この分野での整備事業の貢献につながった。

また、地デジ化のメリットの一つとして、単一周波数ネットワーク（SFN）の実現が可能（同一の周波数を繰り返して使用できる）という周波数の有効利用面での特長がある。当社は、いち早くSFN対策用補償器である「回り込みキャンセラー」の開発に力を入れ始めることになる。当社独自方式の回り込みキャンセラーの開発では、全国の実証実験局でフィールド実験とデモンストレーションを行いながら、積極的に開発を進めた。2003年には沖縄県の今帰仁局で、東京からのリモートコントロールにより約一か月間の無人運転評価を行い、装置の安定動作を確認するとともに、風速計と信号アナライザで、フィールドデータの取得を行った。また、台風到来時には、現地に赴いて詳細な受信変動データの取得を行った。同年の国際放送機器展において、台風時の受信信号をフェージングシミュレーターで再現し

ながら、回り込みキャンセラーの動的展示を行い、来場者からの大きな反響を得た。しかしながら、自局回り込み対策は机上の計算で対策できるほど容易ではなく、信号品質に対する風雨などの自然環境の影響が予想以上に大きいことが判明し、特に、比較的回り込みの影響が大きくなる大電力送信局では対策が困難な場合が多いことが分かった。このことから、後述2.2の“初期”市場の大規模・重要局では、安定なSFNを実現できる、マイクロ波によるTTL中継の需要が高まることとなった。しかし、当社は、先の市場を見据えた前述のような独自の開発の取り組みや、NHK放送技術研究所殿より技術指導を頂いたことで、高い要求仕様を満たすことのできる回り込みキャンセラーを含む、各種妨害波対策用補償器（通称：キャンセラー）のすべてを早期に製品化することができた。これにより、後述2.3の“中期”以降の市場で需要が高まることになる、各種妨害波対策用補償器の分野は、競合メーカをリードする、当社の強みの一つとなった。

2.2 地デジ整備市場“初期”（2003～2006年）

2003年初頭より、親局整備が全国各地で始まったが、当社は2004年7月に、親局送信機JBT-200シリーズの初号機をNHK岐阜放送局殿に納入した。図1に親局送信機の外観を示す。それ以降、数局の民間放送事業者殿に親局送信機を納入した。

親局の開局が全国で広がりを見せる頃、東名阪などの地域ではいち早く中継局整備が始まり、TTL装置によるマイクロ波を用いた固定局を中継して、放送波を送信する中継局の開局が関東広域で、2004年10月より始まった。当社は、2005年3月に、IF-TTL装置を岐阜放送局の岐阜局（上加納固定局）—中濃固定局間に、2005年10月に、TS-TTL装置を兵庫のサンテレビ殿の摩耶山固定局—北阪神局間を納入以降、多くの地域へと納入した。図2にTS-TTLの外観を示す。

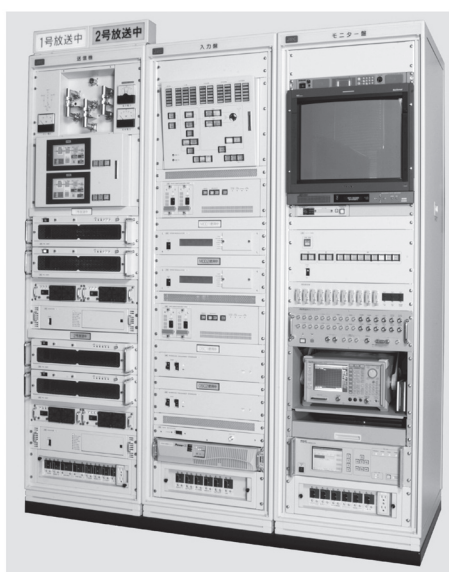


図1 親局JBT-200シリーズ
Fig.1 JBT-200 Series ISDB-T Transmitter

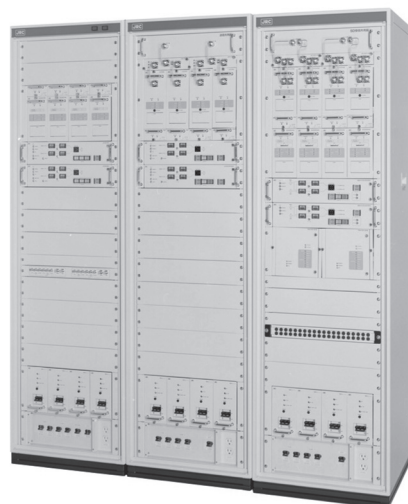


図2 STL装置/TS-TTL装置（第1世代）
Fig.2 ISDB-T STL/TS-TTL equipment(1st-Generation)

2004年11月には、中継局送信機JBS-201の初号機をNHK水戸殿常陸鹿島局（TS-TTL中継）に納入した。

2005年3月には、NHK名古屋放送局殿、NHK岐阜放送局殿、中京広域民放の中部日本放送殿、東海テレビ放送殿、名古屋テレビ放送殿、中京テレビ放送殿と、テレビ愛知殿、岐阜放送殿が全国に先駆けて放送波による中継局を開局した。当社は、この中京地区の豊橋局を始めとした全国の中継局整備に貢献するところとなった。図3に広域民放豊橋局の中継局送信機の外観を示す。

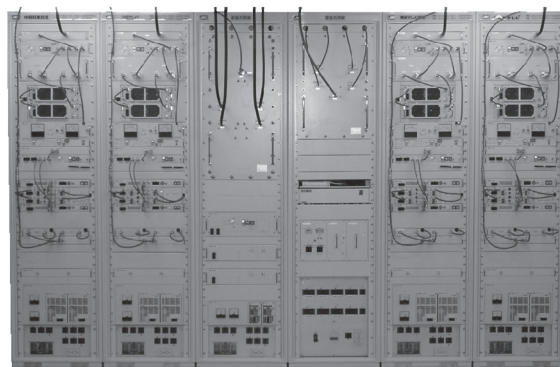


図3 中継局送信機（第1世代）JBS-201シリーズ
Fig.3 JBS-201 Series ISDB-T Transposer(1st-Generation)

2004年から2年間にわたる「地上デジタルテレビ放送の離島への普及のための長距離海上伝搬路における放送波中継実証実験」では放送事業者殿と協力し、約170kmという長距離海上伝搬路での品質劣化の把握や、フェージング対策としてのSD装置の採用により、フェージング多発時期であっても、ほぼ100%の時間率（信頼性）が得られることが確認され、その技術確立の実績により¹⁾九州総合通信局殿より表彰された。

図4に奄美群島における実証実験区間を示す。この成果が

後述2.4の“後期”市場での、長距離海上伝搬路を含む鹿児島県離島回線の地デジ整備に貢献することにつながった。尚、同一チャンネル干渉除去装置にも、SD機能があり、混信対策に加え、フェージング対策の効果も同時に得られることから、この離島回線においても多数採用されている。



図4 奄美群島における実証実験区間

Fig.4 Section of Field Operation Test in Amami Islands(Nakanoshima-Naze section)

2.3 地デジ整備市場“中期”(2006~2008年)

中継局送信機JBS-201シリーズを納入し、放送事業者殿のご厚意による技術的なご協力、ご指導などを賜り、顧客満足のポイントやノウハウを蓄積した。それらの経験をもとに、新型の中継局送信機JBS-202シリーズの開発に着手し、2006年にリリースした。このJBS-202シリーズは、オレンジブックに準拠するだけでなく、当社の強みである各種キャンセラーとの組み合わせを考慮に入れた多機能型中継局送信機であった。またCチャンネルリップ溝鋼にも実装可能とするため、各装置の小型化と前面保守を実現した。その上で、更に多機能仕様としながらも最終的に様々な工夫によりコストの大幅低減を実現したことで、補償器との組み合わせという差別化だけでなく、コスト面での競争力の強化も実現した。

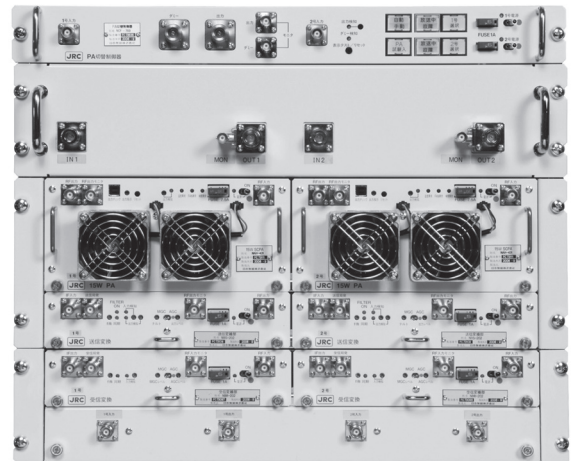


図5 中継局送信機(第2世代) JBS-202シリーズ
Fig.5 JBS-202 Series ISDB-T Transposer(2nd-Generation)

各種補償器では、SFNの遅延時間調整用装置であるIF遅延装置が、“初期”市場から需要が高かった。これは特に東名阪の広域民放が同チャンネルで広範囲をカバーしていたためであるが、“中期”市場に入ってくると、少しずつその様相が変わり始め、等化判定装置の需要が増えた。これは放送波中継のエリアが拡大し、2段、3段と多段中継することとなり、C/N劣化対策として比較的安価な等化判定装置を整備する局が増えたためであった。

2006年にはSD装置、回り込みキャンセラー、同一チャンネル干渉除去装置など一通り各種補償器の製品化は完了していたが、この当時はまだ需要は少なかった。

2.4 地デジ整備市場“後期”(2008~2011年)

2007年頃より、中継局整備数は急速に増え始め、2009年にはピークを迎えた。特に、3W以下の小規模中継局の需要が拡大した。当社は、3W以下の中継局に特化した一体型中継局送信機JBS-203シリーズを開発、2008年にリリースした。この一体型中継局送信機JBS-203シリーズは、標準タイプのJBS-202シリーズの主だった機能を継承しつつ、複数のユニットを一つのユニットにまとめたもので、これまでのシリーズで必要とした局発ユニットを廃し、シンセサイザ局発とすることで、オールチャンネル対応となった。また、等化判定機能とIF遅延機能を内蔵した一体化構成とすることにより、大幅なコストダウンも実現した。各種補償器と組み合わせての運用も可能であり、Cチャンネルリップ溝鋼への実装、前面保守という基本コンセプトは受け継いでいる。

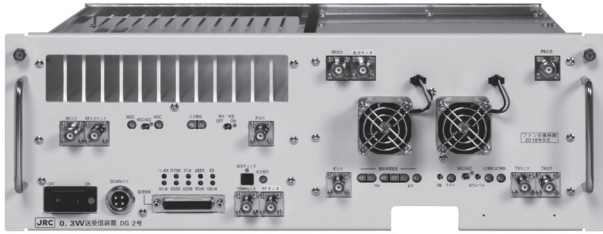


図6 一体型中継局送信機 (第3世代) JBS-203シリーズ
Fig.6 JBS-203 Series ISDB-T Transposer(3rd-Generation)

放送エリアが拡大し中継局数が増加するにつれ、干渉波による混信対策の需要が高まり始めた。多段中継における末端での中継局は、TTL中継を採用するにはコスト面で厳しいため、比較的安価な補償器による対策が主に採用された。当社は、早い段階からNHK放送技術研究所殿の技術指導の下、補償器の開発に取り組んでいたため、早期に各種補償器を揃えることができ、顧客がメーカを選定する上で大きなアドバンテージを得ることになった。特に、マルチパス等化装置C、同一チャンネル干渉除去装置は、90%以上のシェアを獲得した。回り込みキャンセラーを含め、これら各補償器は、他送信機メーカの中継局に納品するというケースもあった。

また、SD装置についても、前述の長距離海上伝搬路の実証実験の実績が評価され、奄美群島だけでなく、海上伝搬路が50kmを超える放送波中継局で、多数採用されることとなった。



図7 マルチパス等化装置C
Fig.7 Multi-path equalizer Type-C



図8 SD装置
Fig.8 Space Diversity equipment



図9 同一チャンネル干渉除去装置
Fig.9 Co-channel interference Canceller



図10 回り込みキャンセラー
Fig.10 Coupling loop interference Canceller

表1 補償器ラインナップ一覧表^{※1)}
Table1 Line-up list of JRC's Cancellers

装置名	用途	備考
IF遅延装置	遅延時間調整	
マルチパス等化装置A	波形歪対策	GI長 ^{※2)}
マルチパス等化装置B	波形歪対策	GI内, SFN用
マルチパス等化装置C	波形歪対策	GI外
同一ch干渉除去装置	混信, フェージング, 波形歪対策	SFN対応品有り
SD装置	フェージング, 波形歪対策	SFN対応品有り 等化判定機能有り
回り込みキャンセラー	回り込み対策	SFN用

※1) マルチパス等化装置, 同一ch干渉除去装置, および回り込みキャンセラーはNHK放送技術研究所殿のご指導により開発

※2) GI長: 126 μ sec

2009年からは、放送ネットワークの末端エリアをカバーする極微小電力中継局(ミニサテ)の整備が始まった。当社は前述の“黎明期”の頃より、MCPAと回り込みキャンセラーの技術の開発に力を注いでいた経緯があり、回り込みキャンセラー、IF遅延機能、マルチパス等化機能を内蔵した極微小電力中継局送信機JBT-300の製品化において、これらで培った考え方や、技術・ノウハウなどは非常に大きな強みとなった。また、屋外筐体の大きさは、放熱のシュミレーションや評価を幾度も重ね、品質を維持したまま小型化を達成することができた。最終的に、極微小電力中継局は全国シェア約60%を獲得することができた。

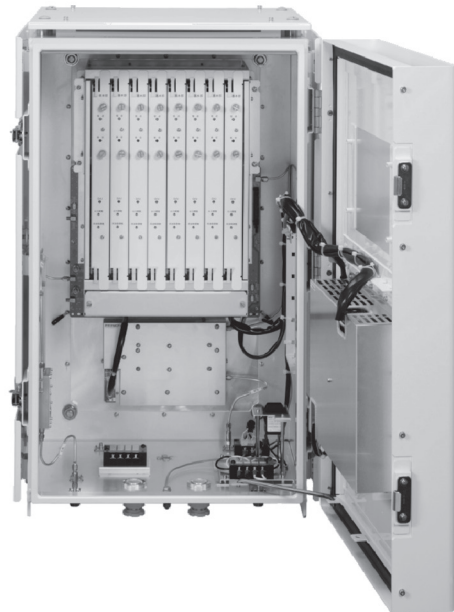


図11 極微小電力中継局送信機JBT-300Bシリーズ
Fig.11 JBT-300B Series ISDB-T Mini-Transposer

東日本大震災の影響で、東北3県のアナログ放送の終了は2012年3月末まで延期された。また、放送用周波数再編と混信対策のためのリバック（チャンネル変更）も2013年3月末まで各地で実施される。これを以て、国策として実施されたデジタルテレビの整備事業は一段落する。

3. あとがき

本報告では、地上波デジタル放送の整備市場の移り変わり、そのニーズの変化に対してどの様に取り組み、どの様な製品開発を行い、どの様な成果を上げたかについて報告した。

2011年7月24日、地上波テレビ放送は、東北の一部被災地を除きデジタル放送への完全移行を達成したが、「地デジ化」という、この一大国家プロジェクトに参加し、コストパフォーマンスの良いシステムを試行錯誤しながら提案し放送インフラ整備に貢献できたことは、放送機器メーカーとして大変誇らしく、感慨深い。放送事業者殿は、放送技術分野における一流の技術者ばかりであり、特に黎明期においては、整備にあたり、共に悩み、考え、時には叱咤激励を頂きながら仕様を決定し、納品、試験運用、そして開局に至るという経験をした。各放送事業者殿のご支援、ご指導、そしてご協力があったからこそその成果であり、深く感謝を申し上げたい。当社の取り組みが、少しでもこの「地デジ化」というデジタルテレビの整備事業に貢献できたのであれば幸いである。

参考文献

- (1) 木澤, 唐澤: 実証実験報告 地上デジタルテレビ放送の長距離海上传搬路における放送波中継, D-pa Journal SPRING 2006 Vol.2, p30-31

用語一覧

GI : Guard Interval
 IF : Intermediate Frequency (中間周波数)
 IM : Inter Modulation (相互変調歪)
 MCPA : Multi Channel Power Amplifier (多チャンネル同時電力増幅)
 MER : Modulation Error Ratio (変調誤差比)
 PA : Power Amplifier (電力増幅)
 SCPA : Single Channel Power Amplifier (単一チャンネル電力増幅)
 SD : Space Diversity
 SFN : Single frequency Network (単一周波数ネットワーク)
 STL : Studio to Transmitter Link
 TTL : Transmitter to Transmitter Link