



11 GHz帯大容量デジタル無線方式の開発

NTTアクセスサービスシステム研究所

みやぎ としふみ やすい よしゆき ねもと よしなり なかむら としお
宮城 利文 / 安井 由幸 / 根本 能成 / 中村 俊男

NTTアクセスサービスシステム研究所では、光ファイバの敷設が困難な地域中継系伝送路に適用可能なデジタル無線方式として、現状の基盤設備をそのまま利用し、また、今後のIPネットワークへも対応可能な「11G-150M-F無線方式」を開発しました。ここではその概要について紹介します。

中継系無線システムの必要性

地域中継系伝送路は、従来から光ファイバを用いて0/1系ループ構成による高信頼化が基本とされています。また、近年のブロードバンド回線需要の急速な伸びに合わせ、その整備も一段と進んでいます。しかし、現実には地理的条件や経済的な理由により、光伝送路の構築が困難なエリアが存在します。

こういったエリアに対しては、従来から光ファイバと共存補完するかたちで無線方式を導入してきましたが、ノード装置がRSBM (Remote Subscriber Module) *1等のいわゆる新ノードへの更改が進む中、旧来のCT/RT (Central Terminal/Remote Terminal) *2装置に合わせたインタフェースメニューしか対応できない無線方式のルートが多数存在しています。そこで、今後の更改対応が必要であることから、今回、11G-150M-F無線方式の開発を行いました。

更改方式のシステムデザイン

無線方式のシステムデザインを行うにあたって一番重要なことは、変調方式の選択です。従来の11 GHz帯無線方式では、20 km程度の光ルートを丸ごと代替できるよう、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) *3や16QAM

(Quadrature Amplitude Modulation) *4といった比較的雑音レベルに対し、信号強度が小さくても信号伝送が可能な変調方式を使用していました⁽¹⁾。しかし、これら変調方式を用いた場合、「クロックレートをやや高くする必要があるため、使用デバイス類に自由度がなくなる」「今後のGbE (Gigabit Ethernet) インタフェース伝送に対応する際のルート伝送容量に余裕がなくなる」等の課題があります。今回はこれらを解決するため、従来方式を開発した当時に比べ、近年技術的に成熟している64QAM *5を採用することとしました。

64QAMを用いた場合の懸念材料として、「既存ルートの距離が長い区間への対応」「反射板区間への対応」の2点が挙げられます。しかし、前者は光ルートの延伸により距離の長い（おおむね15 km以上）無線区間が少なくなってきたこと、また、後者については既存ルートの反射板区間での伝搬調査結果を基にシステム設計を行ったところ、規定の品質を満たすことが判明したため、2つの懸念はほぼ払拭されました。

方式概要と特長

11G-150M-F無線方式のシステム構成を図1に、主要諸元を表1に示します。本方式の伝送容量は1システム当り

156 Mbit/sで、適用する無線区間の局舎やアンテナ設置形態等により、最大22システムまで対応可能な大容量タイプ（図2(a)）と最大8システムまで対応可能な中容量タイプ（図2(b)）の2つのメニューがあります。大容量タイプは装置を屋内に設置し、伝送容量を多く必要とする場合やフェージング補償としてSD (Space Diversity) 受信*6が必要な場合に用います。一方、中容量タイプは小型アンテナと簡易鉄塔を使用して

- *1 RSBM: D70デジタル交換機に代わる新ノードシステムの加入者回線収容装置。
- *2 CT/RT: 小規模需要のお客さまをD70デジタル交換機に遠隔収容するための光加入者多重方式で、光ファイバ伝送路とインタフェースをとる端局多重伝送装置をCT、交換機より張り出された遠隔多重伝送装置をRTといいます。
- *3 QPSK: 4位相偏移変調の略称で、位相変化を4値として1回の変調で2 bitの伝送が可能なデジタル変調方式。
- *4 16QAM: 16値直交振幅変調の略称で、振幅と位相の双方を同時に変化させる16値のデジタル変調方式で、1回の変調により4 bitの伝送が可能。
- *5 64QAM: 1回の変調により6 bitの伝送が可能。16QAMに比べ、周波数利用効率が1.5倍向上することから、同じ伝送容量を伝送する際、必要な周波数帯域幅が狭くなり、システム数を増やすことができます。反面、雑音に対する信号強度を大きく取る必要があります。
- *6 SD受信: 2つのアンテナを配置して電波を受信し、各アンテナの受信電力からより良い状態に合成する受信方法。フェージングにより電界変動が発生した際の、安定した受信電力を得るための補償が可能。

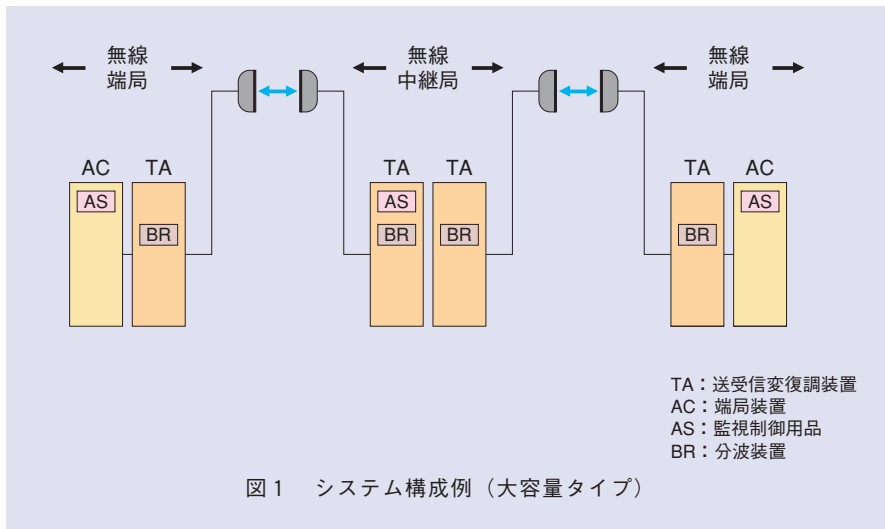


図1 システム構成例（大容量タイプ）

TA：送受信変復調装置
 AC：端局装置
 AS：監視制御用品
 BR：分波装置

表 主要諸元

	11G-150M-F無線方式	
	大容量タイプ	中容量タイプ
周波数帯	11 GHz帯	
無線伝送容量	156 Mbit/s/システム	
システム数	最大22システム	最大8システム
変調方式	64QAM	
中継方式	再生中継方式（最大2端局+5中継局の構成が可能）	
送信出力	33 dBm	30 dBm
受信方式	単一受信、SD受信	単一受信
補償技術	トランスバーサル等化器*7 交差偏波間干渉補償器*8 誤り訂正（BCH符号*9、2重）	トランスバーサル等化器 誤り訂正（BCH符号、2重）
インターフェース	156 M SDH局内・局間、52 M SDH局内・局間、FE、GbE	
周波数配置	40 MHz コチャネル配置	80 MHz インタリーブ配置
標準中継距離	10~20 km程度/1無線区間	
設置形態	屋内設置	屋内・屋外設置

いる無線ルートへの適用が可能なよう、無線送受信装置を屋外鉄塔上に設置可能な構造となっています。ただし、保守性を考慮して屋内設置も可能とし、その際11 GHz帯の無線信号のケーブル損失を補正できるよう、受信部には増幅器をオプションとして設けました。なお、無

線送信部と無線受信部を除き、両タイプでパネルは共通化しています。

Etherインターフェースへの対応

伝送装置類とのインターフェースは、新ノード装置や専用線装置との接続が

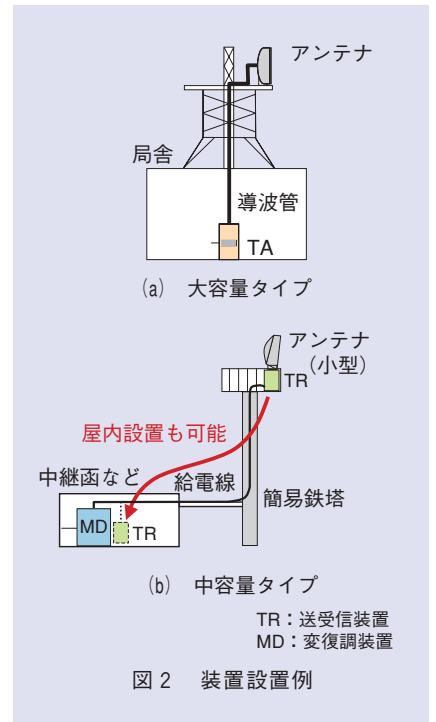
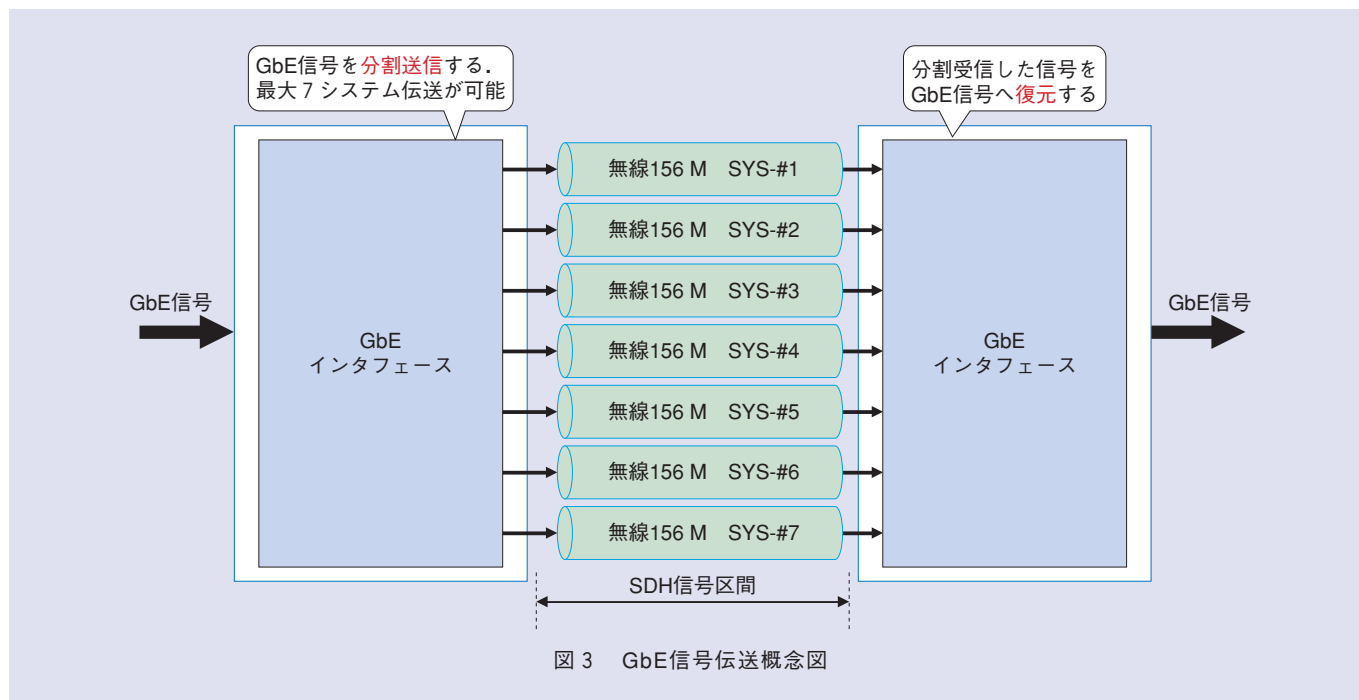


図2 装置設置例

TR：送受信装置
 MD：変復調装置

主体となることから52 Mbit/sと156 Mbit/sの2種類に絞る一方で、今後のIPネットワークとの親和性を考慮し、新たにEtherインターフェース機能を設けました。FE（Fast Ethernet）インターフェースのほか、GbEインターフェースの伝送も可能としています。図3に本方式

*7 トランスバーサル等化器：マルチパスの影響で生じたビット相互間の干渉を抑圧するもの。干渉補償する前後の信号のレベル差を比較することによって隣接ビットからの干渉成分を抽出し、その逆成分の信号を加えることによって、干渉を自動的に抑圧します。
 *8 交差偏波間干渉補償器：垂直偏波と水平偏波相互間の干渉を交差偏波間干渉といいます。垂直・水平偏波の信号間にトランスバーサル等化器の技術を応用して、互いの偏波間干渉成分を自動的に打ち消すものです。
 *9 BCH（Bose-Chaudhuri-Hocquenghem）符号：ブロック内のt個の誤り訂正が可能な符号で、誤り訂正能力の高い符号として知られています。本方式ではブロック長255ビットに対し、情報ビット239ビットとし、ブロック内で2ビット訂正が可能です。



におけるGbE伝送の仕組みを示します。無線システムの伝送容量は156 Mbit/s/システムですので、伝送装置からきたGbE信号をいったん分割し、各無線システムで送信後、受信側で遅延時間を合わせて再合成します。この方法で、最大7無線システムを用いることでGbEフル伝送が可能です。また、導入地域によっては必要な伝送容量分だけ無線システムを用意することで信号伝送が可能のように、156 Mbit/s単位で容量増減設が行えます。さらに、複数無線システムを用いてGbE信号の伝送を行っている際、1つの無線システムが故障したとしても、自律的に伝送帯域を減設(LCAS機能)しての継続運用も可能なほか、光ケーブル接続と同等とみなせるよう、リンクパススルー機能も用意し、伝送装置側とのリンク断発生時に対向側伝送装置とのリンクを自動的に切断することもできます。

装置保守機能の向上

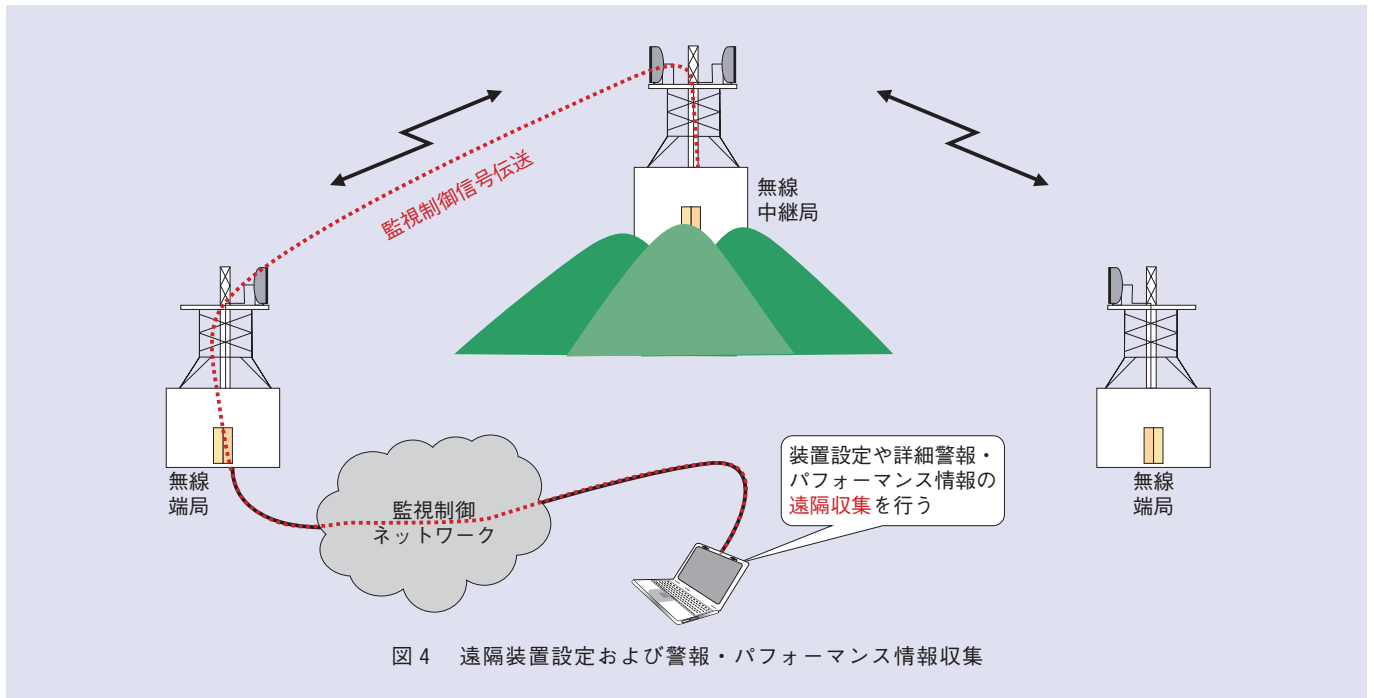
過去の無線装置ではパネル前面に各種設定を行うスイッチ類や警報・操作状態を示す表示ランプが多数ありました。従来から装置開発のたびにパネルサイズが小さくなり、それに伴って表示ランプやスイッチ類もかなり小さくせざるを得なくなり、操作性が悪くなっていました。

今回の開発においても、装置への実装効率を上げるため、パネルサイズをさらに小さくする必要がありました。しかし、これによる操作性の悪化を避けるべく、表示ランプははっきり確認できるサイズを維持する一方、スイッチ類はPC端末(WEB-LT)を装置に接続して、その画面で設定する方法へと変更しました。加えて、設定信号をオペレーション装置と各ルート間との遠隔監視制御信号にも重畳させ、現地だけでなく、遠隔からも設定作業や設定状況、およびその他詳

細な警報表示の確認が行えるようにしました(図4)。さらに、パフォーマンス情報(各無線局の送信電力、受信入力、回線品質状況等)も遠隔でデータ収集を可能とし、故障時の現地派遣前のある程度の診断ができ、無効派遣の防止や持参する予備パネルの予測が行えるようになりました。

装置の低消費電力化および寿命の延伸

近年の部品市場のトレンドが環境対策部品に移行していることから、今回の開発では積極的に低電圧動作の部品を使用しました。また、64QAMを用いたことによりクロック速度を落とせる分、動作速度の遅いデバイスの使用が可能となるなど、デバイス選択の幅が広がりました。これらの効果により、従来装置より数%~数十%もの低消費電力化が図れました。さらに、プログラ



ミングデバイスも多用し、回路構成を簡略化することで小型化やコスト削減

が実現したほか、従来用いていた専用LSIの使用も極力少なくし、製造困難等による装置製造寿命の限界を延伸することもできました。試作装置の外観を図5に示します。

今後の予定

本無線方式は、2010年度からNTT東日本・西日本において、既存無線ルートの更改に順次用いられていく予定です。

参考文献

- (1) 馬場・新田・佐藤・黒瀧：“地域伝送路網の信頼性向上のための経済化無線方式。”NTT技術ジャーナル，Vol.9，No.12，pp.99-101，1997。



(左から) 根本 能成/ 安井 由幸/
中村 俊男/ 宮城 利文

無線ルートが年々減少していく昨今、今回開発にあたり既存ルートの現場を見て、まだまだ無線装置の必要性があると感じました。今後も導入しやすい安定した装置の開発に取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
第三推進プロジェクト
TEL 046-859-3293
FAX 046-859-4311
E-mail nakamura.toshio@lab.ntt.co.jp