

# 長距離化と小形軽量化を両立した 災害対策用可搬形デジタル無線システムの開発

NTTアクセスサービスシステム研究所では災害対策用可搬形デジタル無線システムとして11/15P-150M-Nシステムを開発しました。アンテナおよび無線送受信装置への利得配分を最適化することで、従来システムと比較して無線区間距離を最大30%向上しつつも、重量と体積はそれぞれ約50%削減しています。本システムによってループ化等による信頼性対策が困難な地域の伝送路が被災した場合において、156 Mbit/s、52 Mbit/s SDHインタフェースまたはイーサネットインタフェースを用いた迅速な救済が可能となります。

たちかわ のぶひこ とくやす ともひろ  
立川 伸彦 / 徳安 朋浩  
なかむら ひろゆき  
中村 宏之

NTTアクセスサービスシステム研究所

## 世界でも類のない可搬形の デジタル無線システム

さまざまな電気通信サービスを提供するNTTは、従来から地震・水害・噴火・火災等の災害により損壊（光ケーブル断、管路損壊、橋架落下等）した有線伝送路を迅速に救済または復旧するため、各種の災害対策用無線システムを開発し、導入してきました<sup>(1),(2)</sup>。

近年では東日本大震災のように通信設備に甚大な被害を与える災害が多発しており、無線を利用した災害対策用システムの重要性が高まっています<sup>(3)</sup>。

中継伝送路を救済する既存の災害対策用無線システムでは、156 Mbit/sまたは52 Mbit/s SDH (Synchronous Digital Hierarchy) インタフェースのデジタル伝送路の救済が可能です。しかしIP網の急速な発展により、イーサネットインタフェースを有する通信装置間の伝送路の救済が必須となりました。また救済が必要なNTT通信ビル間の距離が長く、既存の災害対策用無線システムでは救済できなかった事例もありました。

11/15P-150M-Nシステムは、こうした背景によりIP網の救済も可能とし、かつ無線区間距離を長距離化する

ことを目的に開発しました。IP網を救済するため無線伝送容量を既存システムの4倍となる最大600 Mbit/sとし、QoS (Quality of Service) 機能と適応変調機能を具備しています。端局間の無線区間距離は最長20 km、装置一式の総重量は約80 kgです（アンテナ、無線送受信装置、偏波共用器、同軸ケーブル、無線端局装置、三脚に分割して人力で持ち運ぶことが可能）。

このように中継伝送路に用いるデジタル無線システムとしては世界でも類のない可搬性を特長としており、いつ

どこで電気通信設備が被災しても、STM網およびIP網の中継伝送路の迅速な救済が可能となります。中継系無線システムの構成と特徴を図1に示します。

## システム概要

本システムは、11 GHzまたは15 GHzの無線周波数帯で64QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 変調または16QAM変調を用いることにより、1システム当たり156 Mbit/sのデジタル信号を送送するデジタル無線システム

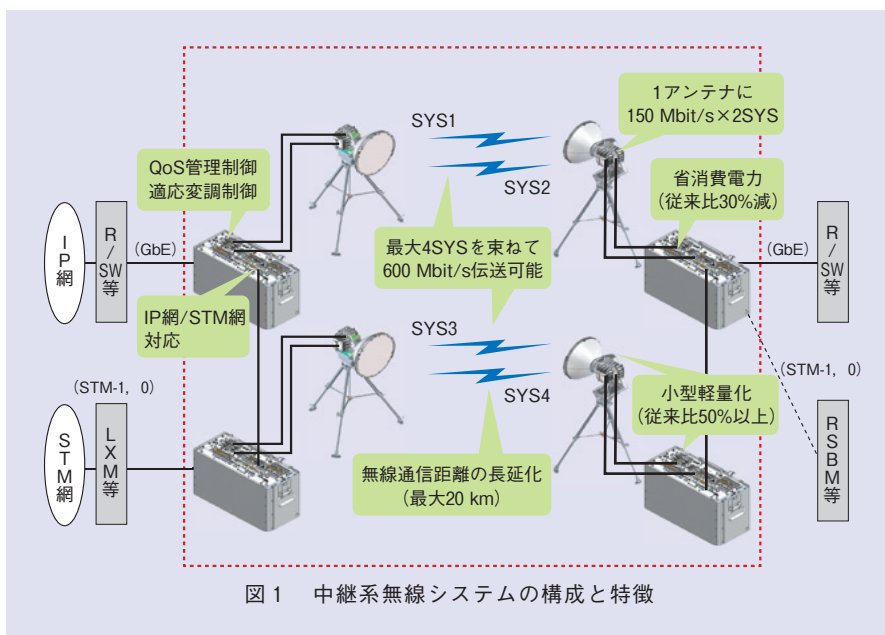


図1 中継系無線システムの構成と特徴

です。

さらに装置を並列接続することにより、156 Mbit/s×4本を束ねて最大600 Mbit/sのデジタル信号を送送することが可能です。主要諸元を表、装置の外観を図2に示します。

### 開発技術の4つのポイント

#### ■ 利得配分の最適化により長距離化と小形軽量化を両立

無線回線の品質を確保しながら長距離化を図ることができれば、従来シス

テムでは救済できなかった長距離区間の伝送路も救済可能となります。そのためにはシステムの利得（ゲイン）を増加させる必要がありますが、同時に装置やアンテナも大きく重くなってしまいうため可搬性が損なわれてしまうおそれがあります。そこで所望の無線回線品質を得るためにアンテナおよび無線送受信装置へ配分する利得を最適化したことで、可搬性を損なうことなく、最大20 kmに長延化することが可能になりました（既存システムは最大15

km）。さらに既存システムと比較して総体積および総重量はそれぞれ約50%削減しています。

#### ■ イーサネットインタフェースの実装およびQoS機能の具備

既存システムのSDHインタフェース（156 Mbit/sおよび52 Mbit/s）に加え、新たにIP網との接続を可能にするためのイーサネットインタフェース（ギガビットイーサネットおよびファストイーサネット）を搭載しました（運用時はどちらかのインタフェースを選択可能）。

イーサネットインタフェース使用时には通過するIPパケットを識別して優先制御と無線回線状態に応じた振り分け制御を行い、優先度の高いパケットの欠損を防止する4クラスQoS機能を具備するとともに、伝搬状況により伝送容量が変化する適応変調技術を用いることで最適な無線回線品質を提供でき、イーサネットネットワークとの相互接続を可能としました。

#### ■ 多値化による周波数利用効率の向上、大容量化

固定系マイクロ波無線方式の変調方式として現在主流である64QAMを採用しています。これにより、既存システムと比較し周波数利用効率を2倍に向上したとともに、コチャネル配置\*とすることでパラボラアンテナ1対向における通信容量を従来の2倍とし、さらに2対向を並列に設置することで伝送容量を従来の4倍（600 Mbit/s）にすることが可能になりました。

\* コチャネル配置：互いに直交する偏波（垂直偏波（V）、水平偏波（H））に同じ周波数のチャンネルを配置する方式。

表 主要諸元

伝送容量	155.52 Mbit/s 155.52 Mbit/s×2（コチャネル配置） 155.52 Mbit/s×4（2並列構成利用）
変調方式	64QAMまたは16QAM
ネットワーク インタフェース	STM対応：52 Mbit/s, 156 Mbit/s IP-NW対応：GbE 1000 BASE-SX 1000 BASE-LX FE 100 Mbit/s
動作温度	送受信機：-30～50℃ 端局装置：-30～50℃
電源	AC 90～110 V DC -40.5～-57 V

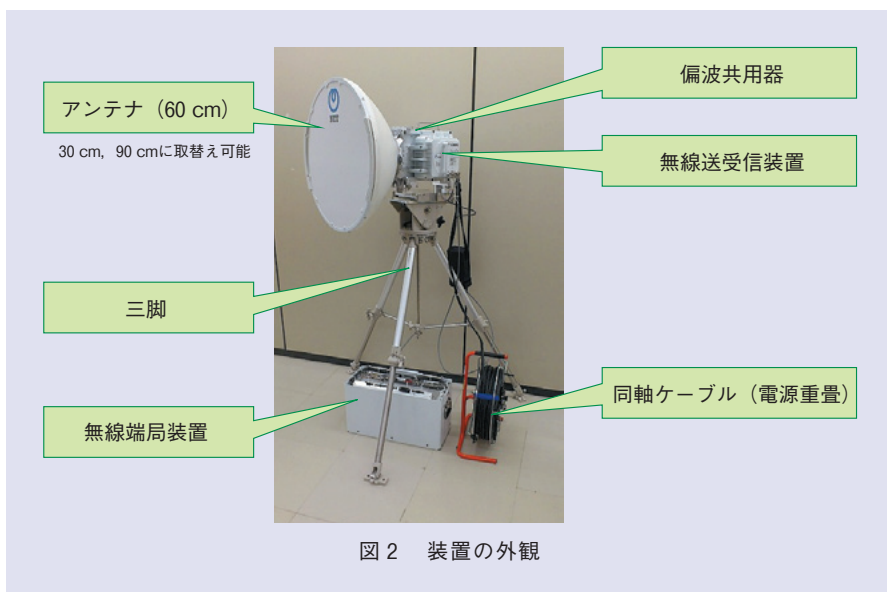


図2 装置の外観



図3 災害時の利用（伊豆大島）

### ■施工性と安全性を向上

送受信インタフェース信号2波および電源を1本の同軸ケーブルに重畳（従来システムでは3本のケーブルが必要）したことで施工性を大幅に向上しました。無線送受信装置やアンテナ・偏波共用器・三脚の組立は、NTT通信ビル鉄塔のプラットフォーム上といった高所作業が発生することから、組立に使用するネジ類はすべて脱落防止機構が施されており、ネジ類の地上への落下を防止して安全に配慮した構造にしています。さらに組立に必要な工具は六角レンチ1種類のみとしています。こうした工夫により、既存システムでは4～5人の作業者が1時間程度かかっていた組立設置作業が、2～3人で20分程度に短縮することが可能になりました。

### ■配備状況と利用シーン

NTT東日本・西日本において2013年から導入が始まり、全国に配備が広がっています。利用シーンとしては①NTT通信ビル間の中継系伝送路り障

時の早期対処（管路損壊、橋架落下、船舶の接触等による海底ケーブル切断、車両事故等によるケーブル切断）、②山間部・島しょ部の難工事区域における災害発生時の冗長伝送路の構築、③海底ケーブルの張替工事や、固定デジタルマイクロ設備の更改時における伝送路の一時的なバックアップ、④山間部・島しょ部でのイベントや季節限定の一時的な伝送路構築といった多様なケースに利用できます。

実際に、2013年の台風26号により伊豆大島で発生した土砂災害（図3）、2016年の北海道に上陸した台風による光ケーブル破断の応急復旧に使用されました。また2016年に開催されたG7伊勢志摩サミットでは万一のアクシデントに備えて複数の重要なNTT通信ビル屋上に配置されるなど、電気通信の信頼性向上に役立っています。

### ■参考文献

- (1) 齊藤・秋永：“新时期インタフェースデジタル伝送路の救済が可能に一可搬形デジタル無線方式（11/15P-50M）の開発一,” NTT技術ジャーナル, Vol.4, No.3, pp.46-49, 1992.
- (2) 永松・秋永：“災害対策用可搬形デジタル無線方式の開発一11/15P-150M方式一,” NTT

技術ジャーナル, Vol.8, No.11, pp.66-67, 1996.

- (3) [https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20110330\\_01.html](https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20110330_01.html)



（左から）立川 伸彦/ 徳安 朋浩/  
中村 宏之

NTTアクセスサービスシステム研究所ではさまざまな災害対策用の無線通信システムを開発しています。自然災害の多い日本だからこそ、読者の皆さんが安心して暮らせる社会に少しでも貢献できるよう頑張ります。

### ◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所  
無線エントランスプロジェクト  
レジリエント無線グループ  
TEL 046-859-8693  
FAX 046-859-4311  
E-mail ereg@lab.ntt.co.jp