

お客さまに安心・安全を届ける 災害対策用加入者系無線システムの開発

東日本大震災以降さまざまな災害が多発する中で災害対策用無線システムの重要性が再認識されましたが、既存システムでは、データ通信や広域災害に対応できないという問題が顕在化しました。そこで、デジタル化し同時収容端末数を増加させた災害対策用加入者系無線システムとしてTZ-403Dを開発し実用化しました。さらに、小型軽量化による可搬性の向上、小型部品の落下防止、ケーブル数の削減や単一工具による組立てなど、安全性や運用性の向上も図っています。

とくやす ともひろ たちかわ のぶひこ
徳安 朋浩 / 立川 伸彦
 うえの しゅうた たつた つとむ
上野 衆太 / 立田 努
 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

背景

NTTグループの重要課題として、災害に強いネットワークづくりと早期復旧手段の整備が挙げられる中で、無線通信技術は装置の可搬性や災害対策用途の周波数バンドを用いた信頼性の高い通信確保の観点から早期復旧に強みがあります。しかしながら、設備の老朽化や専門スキルを持った人材の減少が進んでおり、設備更改や作業性・安全性の向上が求められています。

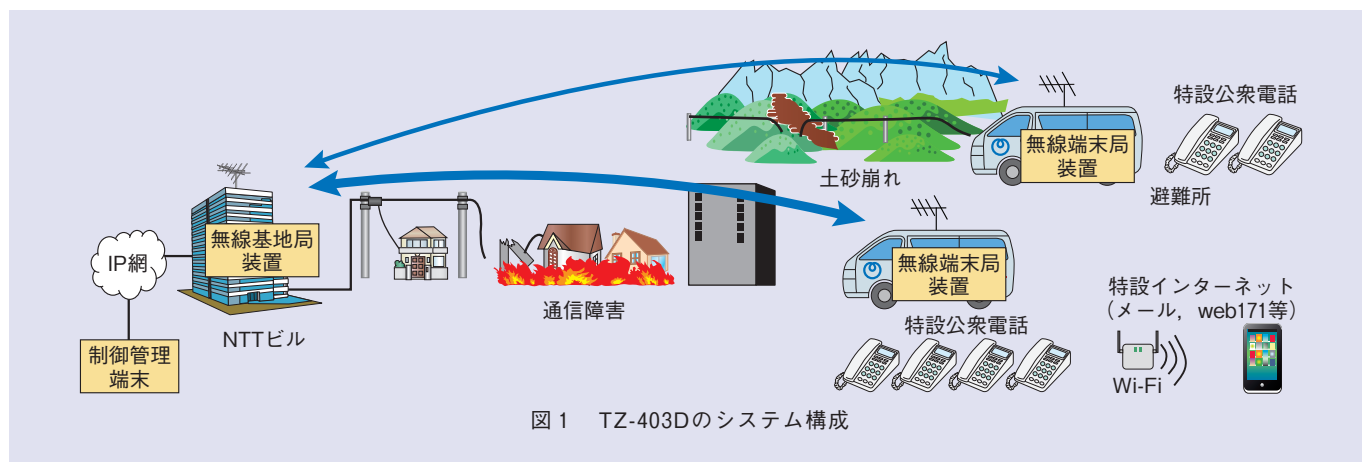
災害対策用加入者系無線システムの中でも、400 MHz帯を用いた無線システムは災害対策用途の周波数バンドを利用し、数10 kmの無線通信が可能であり、災害発生時にNTT通信ビルに

ある無線基地局から避難所等に設置された無線端末局の間を無線接続することで通信インフラを早期に提供するための手段として全国に配備されています。しかし、東日本大震災では被災者が保有するスマートフォンやタブレット端末等の小型情報端末を用いた電子メールやSNS (Social Networking Service) がコミュニケーションツールとして有効活用されたにもかかわらず、現行のアナログ装置ではインターネット接続機能の提供が困難などのさまざまな課題が顕在化しました。また、近年では首都直下地震や南海トラフ地震などの広域災害が予測されており、広範囲に多数の避難所が設置されることが想定されますが、現行装置では同

時に利用できるチャンネル数は少なく1台の無線基地局で収容できる無線端末局は1台のみであり、広域災害への対応が困難です。こうした背景から特設公衆電話に加えてインターネット接続機能の提供、巨大地震・津波被害等で想定される広域災害への対応、さらに、小型軽量化等の可搬性や保守・運用性の向上を図った400 MHz帯災害対策用加入者系無線システムとしてTZ-403Dを開発し実用化しました。

TZ-403Dのシステム構成

TZ-403Dのシステム構成を図1に示します。1台の無線基地局から複数台の無線端末局を収容することができ、P-MP (Point to Multi-Point) 通信



を実現し、広域災害時に同時に多くの避難所に設置された無線端末局を収容することができます。無線基地局は災害発生に備えてあらかじめNTT通信ビルに設置しておくか避難所付近のNTT通信ビルにいつでも搬送できるよう準備しておき、無線端末局は災害対策用車両に搭載するなどして災害発生時には避難所等に迅速に駆けつけられるよう備えておくことを想定しています。

TZ-403Dはレイヤ2を透過する伝

送装置であり、ネットワーク側および端末側に接続するアダプタを変更することでさまざまなサービスへの対応が可能です。標準的な構成を図2に示します。例えば、ネットワーク側にONU (Optical Network Unit)、端末側にホームゲートウェイを接続することで光通信網に接続可能となり、IP電話 (ひかり電話相当) やインターネット接続の提供が可能となります。また、IP-アナログ変換装置をネットワーク側および端末側に接続することで従来

の加入者線交換機への接続、IP-専用線変換装置を接続することでアナログ専用線サービスを提供することも可能です。また、TZ-403Dは複数のポートを備え、それぞれポートVLAN (Virtual Local Area Network) で独立性を確保しているため、同時に複数の回線種別を混在して収容 (救済) することが可能です。

装置の外観と主要諸元

装置の外観を図3、主要諸元を表に示します。無線基地局装置と無線端末局装置はアンテナ、屋外装置、屋内装置で構成されます。①アンテナは、屋外装置に接続して電波の送受信を行います。②屋外装置は、無線送受信の高周波信号処理を行います。③屋内装置は、変復調ベースバンド信号処理およびIPデータ処理を行います。可搬性向上の観点から各パーツは2名程度で運搬可能な重量に抑え、総重量および体積で従来比2分の1程度を実現しました。また、作業性向上の観点から、組み立てネジなどの小型部品はすべて落下防止策をとり、装置の組み立てに必要な工具は1種類のみとして現場作業の簡易化を図っています。

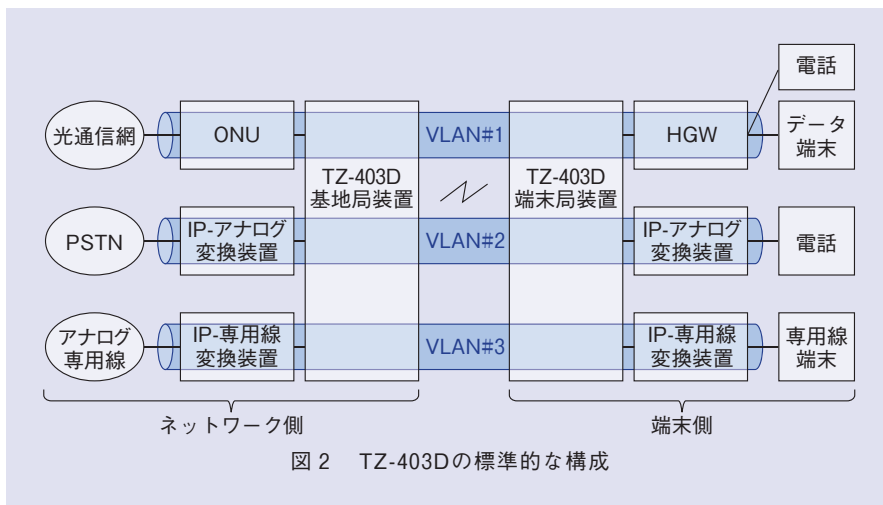


図2 TZ-403Dの標準的な構成

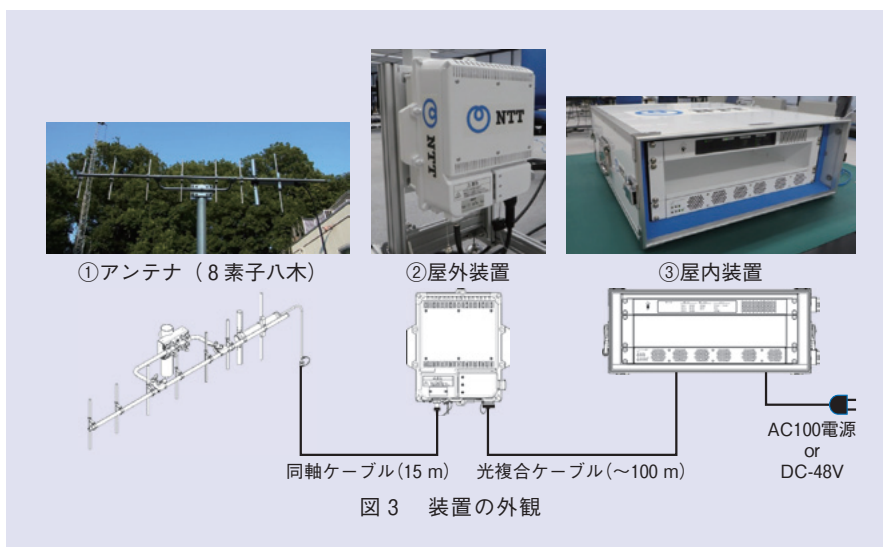


図3 装置の外観

表 主要諸元

項目	内容	
無線周波数帯	400 MHz帯	
通信方式	FDD	
多元接続方式	TDMA	
変調方式	OFDM	
空中線電力	40 W	
チャンネル間隔	300 kHz	600 kHz
混信防止機能	他の無線局への干渉を防止するための機能を有すること	

技術のポイント

次に広域災害対応を支える技術として、TZ-403Dに搭載した多チャンネル化技術、長距離通信技術、P-MP通信技術、周波数共用技術を紹介します。

■多チャンネル化技術

限られた周波数内により多くの無線チャンネルを配置して周波数有効利用を推し進めるために、デジタル化による伝送効率の改善を図りました。これにより、従来比約2分の1の狭帯域化を可能とし、従来の同時利用可能無線

チャンネル数を4から7に拡張しました。これまでの4チャンネルでは同一無線チャンネルを利用する無線装置間の距離が十分に取れず干渉の影響が残るため、使用できるエリアが限られていました(図4(a))。一方、7チャンネルとすることで無線装置間の距離を確保することができ、理論上干渉の影響を許容値以下に抑制できるため、無線チャンネルの繰り返し利用が可能となり、広域災害への対応が可能となります(図4(b))。

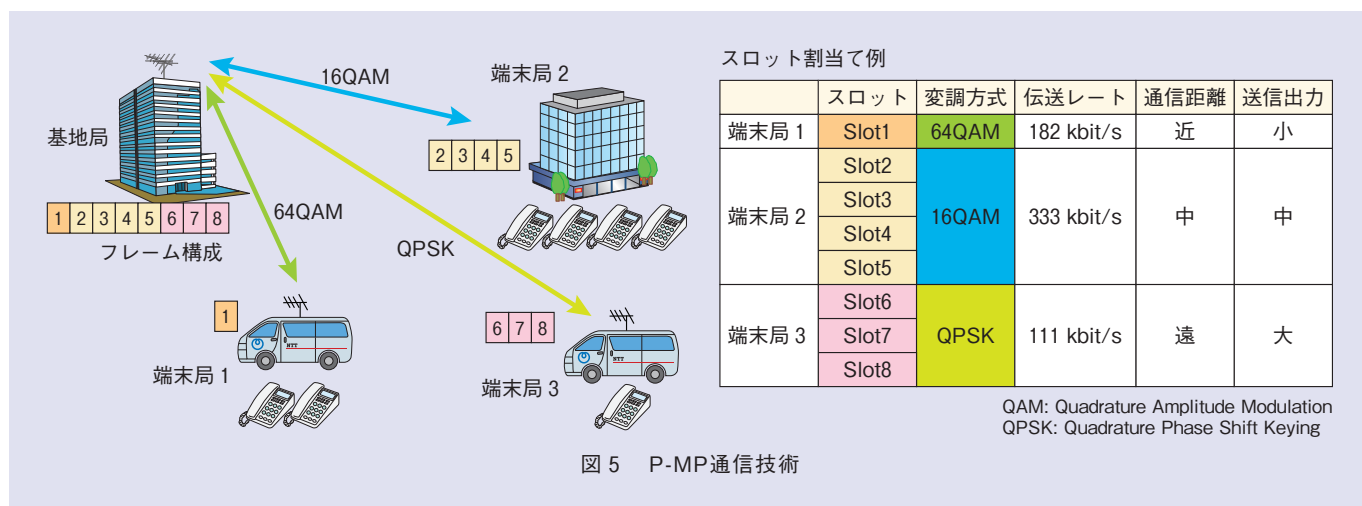
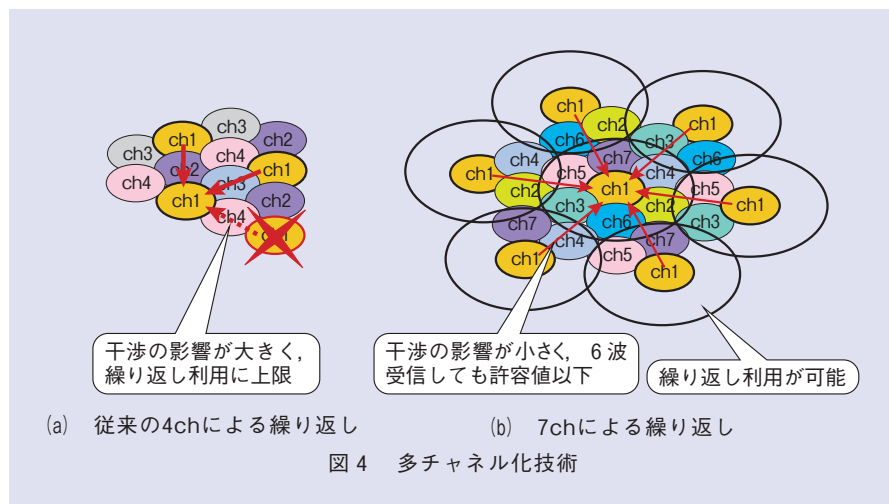
■長距離通信技術

TZ-403Dは通信距離が数km～数10

kmにわたる山岳、海上、平野、都市部など多様な伝搬環境で利用されることから、長遅延のマルチパス干渉に強い変調方式である直交周波数分割多重方式(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)を採用しています。さらに、受信品質に応じて自動的に変調方式および誤り訂正符号の符号化率を選択する適応変調技術により、長距離であっても伝送レートを下げることで通信を確立します。

■P-MP通信技術

無線基地局は時間軸で分割したスロットを各無線端末局に割り当てる時分割多元接続方式(TDMA: Time Division Multiple Access)を採用することで複数の無線端末局との間で無線接続を確立します。このとき、無線端末局ごとに適応変調技術で伝送レートを個別に選択し、各無線端末局に割り当てるスロット数を変更することで柔軟な通信速度の設定を可能としています(図5)。また、通信距離に応じて無線端末局の送信出力を制御することで、不要な電波の送信を回避して消費電力の抑制および他の無線装置へ与



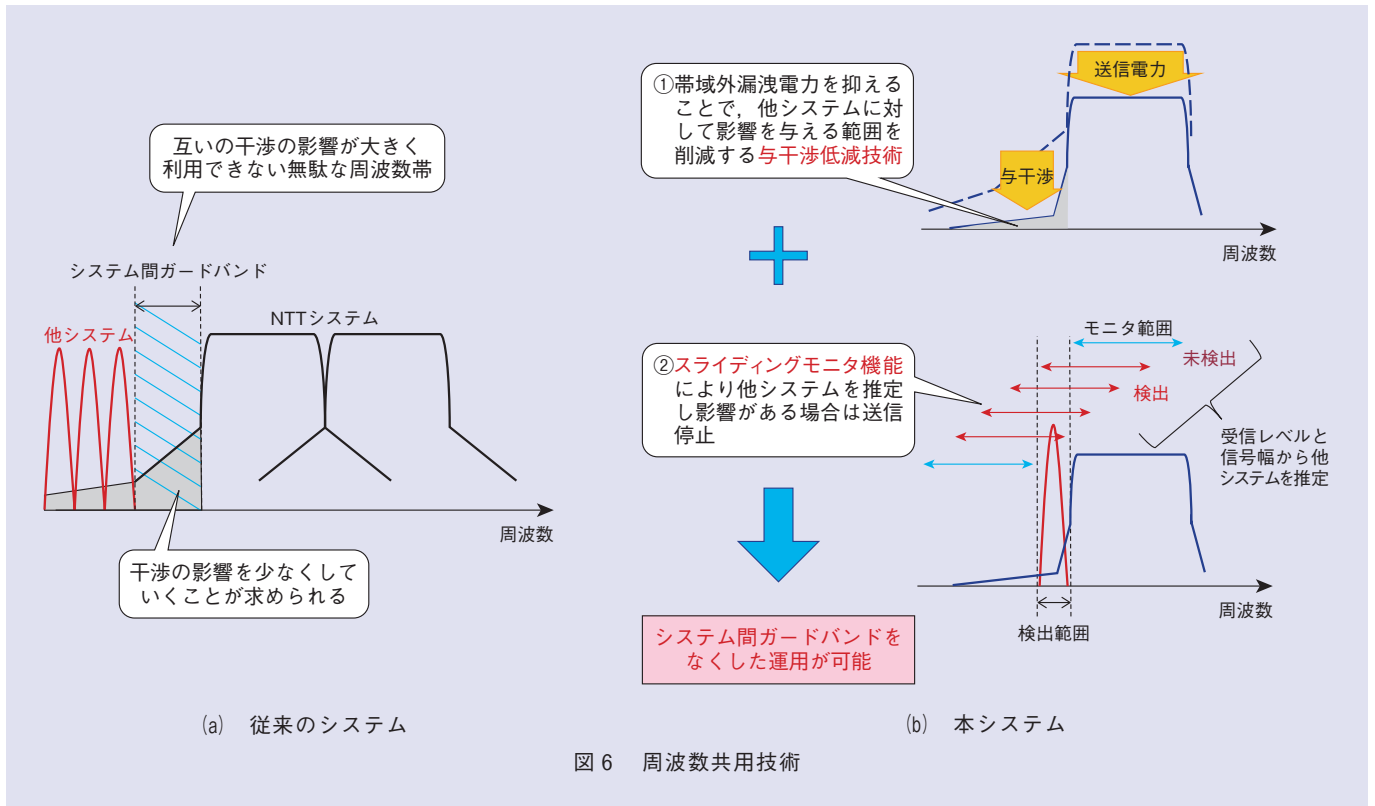


図6 周波数共用技術

える干渉量の抑制を図っています。

■周波数共用技術

400 MHz帯災害対策用可搬型無線システムは、情報通信審議会での審議の結果、隣接する他システムへの混信を防止する機能を搭載することが義務化されました。TZ-403Dでは、高精度に他システムの信号を検出することができるスライディングモニタ機能を備えることで、隣接する他システムの信号帯域幅が不明な場合であっても検出可能としました(図6)。これにより、他システムとのガードバンドをなくした運用を可能としています。

また、緊急の設営時に他の無線局に干渉を与えることを防止するため、周囲の電波の使用状況をモニタし、自動で周波数を検索して空いている無線チャンネルを選択する機能を搭載しまし

た。これにより、現場で作業者が空き無線チャンネルの調査をすることなく、迅速かつ容易に運用することが可能となり、避難所へ臨時回線を早期に提供可能としています。

法整備

TZ-403Dは、大学教授や関係省庁、他キャリア代表などの有識者が参加する情報通信審議会において、広域災害対応の観点で有効と認められ、平成28年4月27日に無線設備規則の第四章第四節の三十において「四〇〇MHz帯の周波数の電波を使用する陸上移動業務の無線局の無線設備」として施行されました。



(左から) 徳安 朋浩/ 立川 伸彦/
上野 衆太/ 立田 努/
中村 宏之

災害対策用無線システムは利益を生むものではなく活躍することが望まれないシステムです。しかし、なくてはならないシステムでもあります。速やかに全国配備され、有事の際にはお客さまへ安心を提供できることを望んでいます。

◆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