

災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム（幹線応急復旧用無線伝送装置）の研究開発

Research and development of emergency disaster recovery system for cable television transmission (Radio transmission equipment for emergency restoration of backbone lines)

研究代表者

北原 雅宗 京セラコミュニケーションシステム株式会社
KITA HARA Masanori, KYOCERA Communication Systems Co., Ltd.

研究分担者

木村 亮一[†] 菅澤 佑子[†] 日比 学[†]
KIMURA Ryoichi[†] SUGASAWA Yuko[†] HIBI Gaku[†]
[†] 京セラコミュニケーションシステム株式会社
[†] KYOCERA Communication Systems Co., Ltd.

研究期間 平成 23 年度～平成 24 年度

概要

本研究開発では、被災したケーブルテレビの幹線伝送路の速やかな復旧に資することを目的として、有線（同軸ケーブル又は光ファイバ）による幹線伝送路の復旧に時間を要する場合に、無線を用いて当該伝送路を応急復旧するための伝送装置に関する要素技術・実装技術等の研究開発を行い、小型・軽量で可搬型の23GHz帯の無線伝送装置を試作開発して、実証実験を通じてその性能と有効性、並びに実用化・製品化に耐えうることを検証した。

1. まえがき

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災においては、ケーブルテレビの幹線伝送路でも多数の箇所が切断され、離島への海底ケーブルも断になるなど復旧までに1ヶ月以上を要した。

現状のケーブルテレビの幹線伝送路では、2ルート化などの冗長構成が採られている場合もあるが、離島、橋梁設置や山間部等では、幹線の2ルート化が困難な場合が多く、復旧に時間を要することになる。

本研究開発では、こうした有線（同軸ケーブル又は光ファイバ）によるケーブルテレビ伝送路で復旧に時間を要する場合に、無線を用いて当該伝送路を応急復旧するための伝送装置について研究開発を行い、実証実験を実施し、その有効性を検証した。

本無線伝送装置の使用により、ケーブルテレビが早期に復旧し、身近な情報源であるテレビ放送やコミュニティチャンネルを通じて、多くの人に災害復旧に必要な不可欠な細かい情報や情報を速やかに提供することが可能になる。

2. 研究開発内容及び成果

現行のケーブルテレビで利用可能な 23GHz 帯無線伝送

装置は、固定局としての設置での利用を前提としており、無線部とアンテナ部の接続に時間を要し、あわせて、長距離伝送を行うためには電力を必要とするなどの課題がある。このため、可搬型として用いるには、小型・軽量化、一体化に加え、省電力化の研究開発が必要である。

また、災害の状況によっては、商用電源がすぐに回復するとは限らないことから、蓄電池や自家発電機、自動車バッテリー等の電源供給方法に対応できるように電源部の開発を行う必要がある。

さらに、風雨や運搬時の振動に対する耐久性を確保するとともに、緊急時の運搬を容易にすることも必要である。

これらを勘案し、次の到達目標：

- (ア)地上デジタル放送やコミュニティチャンネル等を非再生中継方式により7チャンネル以上伝送可能
- (イ)2種類以上の電源供給方法に対応可能
- (ウ)同軸ケーブル又は光ファイバのいずれの幹線にも代替可能

(エ)屋外設置に耐えうる防水機能を有する小型で省電力を設定して研究開発を行い、実証実験を実施した。試作開発した無線伝送装置のシステム構成を図1に示す。

主な研究開発内容は以下のとおりである。

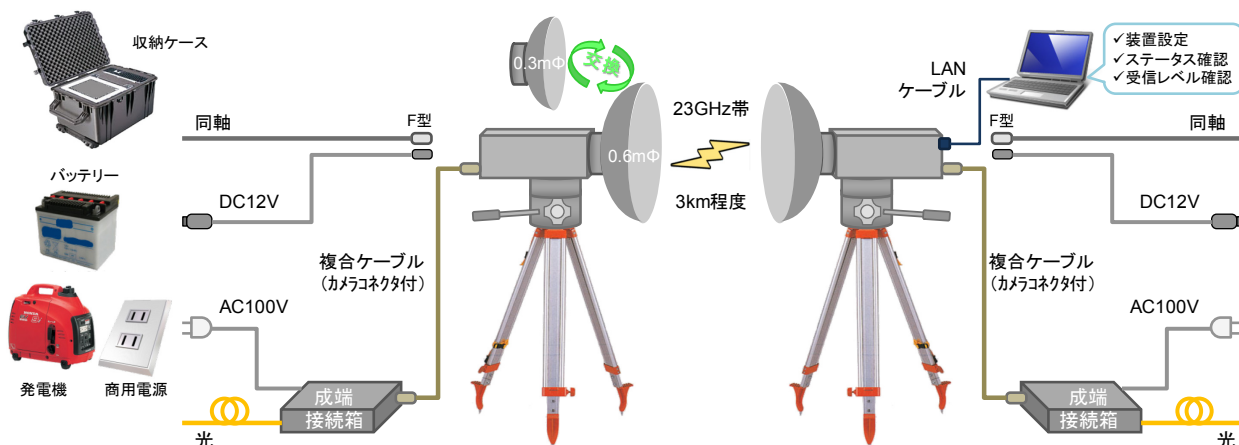


図1 試作開発無線伝送装置のシステム構成

2.1 小型化

ケーブルテレビの幹線応急復旧という利用目的にあった 23GHz 帯可搬型無線伝送装置として、408MHz～644MHz の周波数帯域 (236MHz) で最大 39 チャンネルのデジタルケーブルテレビ信号群を、非再生中継により、対向方式で 3km 程度の伝送が可能な小型無線装置を開発した。

無線装置の小型化を実現するため、ディスクリット部品を見直し、23GHz 帯フロントエンド部分のモジュール化を行った。既存の無線装置では、テレビ信号と 23GHz 帯信号とを一度に周波数変換 (シングル・コンバージョン方式) していたためフィルタサイズが大きくなっていたが、周波数変換を 2 段階 (ダブル・コンバージョン方式) とすることにより、フィルタに対する要求を緩和でき、23GHz 帯フロントエンド部の小型化 (60%減) が実現できた。その結果、同軸と光の 2 つのインタフェース、2 種類の電源電圧への対応等を実現しつつ、既存の無線装置より更に小型化できた (試作開発装置は既存無線装置の約 35%減)。

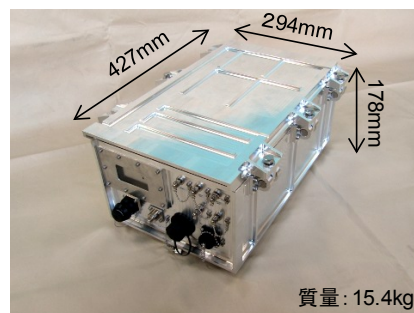
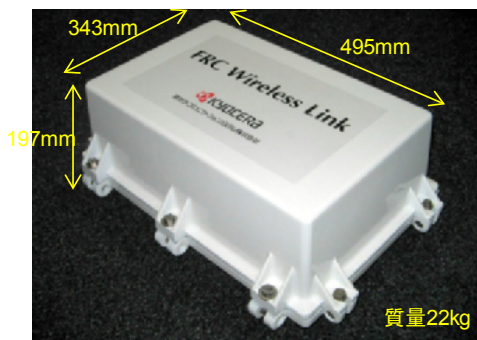
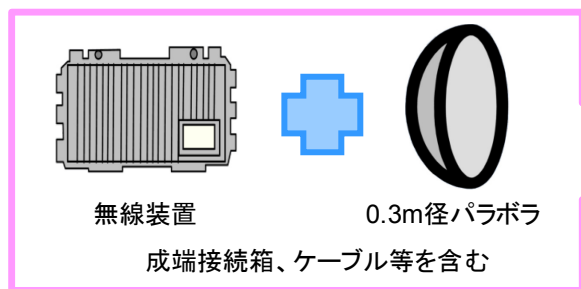


図 2 無線装置概観



BOX
収納



図 3 収納ケース

2.3 複数電源対応と低消費電力化

ケーブルテレビ用機器では、一般に AC30V や AC60V の電源が使用されていることが多いが、災害時における商用電源の確保が困難な状況下で用意できる電源として、発電機の AC100V と車載バッテリーの DC12V を想定し、これら電源に対応する小型で効率の良い電源装置 (AVR: Automatic Voltage Regulator) を試作開発した。これにより無線装置の小型化が図られた。

また、効率を改善し、消費電力の低減を実現するとともに、発電機や車載バッテリーを無線装置の電源としたときでも安定して動作することを確認した。

なお、より安定性を高めるためにフローティングタイプの無停電電源装置 (UPS) を導入することが有効であり、

2.2 軽量化

現行の 23GHz 帯無線伝送装置 (固定局) の重量を決めている大きな要素はダイキャスト筐体である。ダイキャスト筐体は、堅牢性、密閉性が高く、高い放熱性を持つが、悪環境下での連続使用に耐えるために肉厚としており、非常に重くなっている。

そこで、筐体部の材質を見直し、アルミ材に変えて軽量化を実現し (筐体部のみで約 50%減、装置質量は約 30%減)、放熱性と屋外使用に耐える気密性を確保した。これにより、テレビジョン放送用無線中継伝送装置 (FPU) で使用される三脚や簡易ポールへの取り付けが可能となった。図 2 に無線装置概観を示す。

あわせて無線装置の運搬性・保管性を高めるため、装置一式をボックス収納することについての検討を行い、ペリカンケースと呼ばれる堅牢、かつ防塵・防水性能に優れた (IP67 相当) ケースに無線装置、0.3m 径パラボラアンテナ、ケーブル類等を収納し、運搬性と保管性を向上させた。図 3 に収納ケースを示す。

小型で可搬性に優れた市販品の UPS が比較的安価で入手可能である (図 4 参照)。

2.4 同軸・光インタフェース対応

既存の固定局用 23GHz 帯無線伝送装置のインタフェースは同軸ケーブルのみであったが、試作開発した無線伝送装置では光インタフェースを実装し、同軸又は光ファイバの双方のケーブルに対応できるようにした。このことによりケーブルテレビ網への導入の利便性と汎用性を向上させた。

無線伝送装置の光インタフェースとしては、ワンタッチで接続可能で、防水性に優れ、光信号伝送と電気信号伝送に加えて電源供給が可能なテレビカメラ用の光複合コネ

クタと光複合ケーブルを採用した（図4参照）。
これにより、無線装置内での光ケーブルの融着や端末処

理が不要になり、電源（AC100V）も一本のケーブルで供給できるため、緊急時の設置性が向上した。

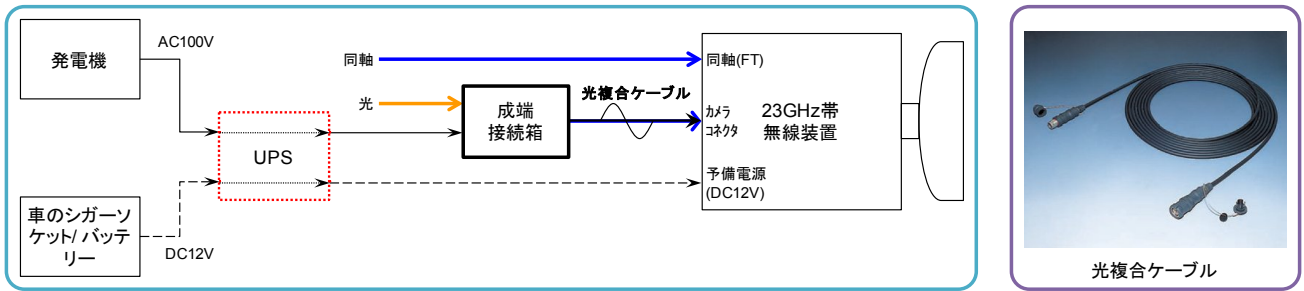


図4 電源装置接続系統（UPS利用時）と同軸・光インターフェース

2.5 簡易設置・調整方式の確立

無線伝送距離に応じたアンテナを使用でき、かつ効率的にボックス収納できるようにするため、無線装置とパラボラアンテナ（0.3m径と0.6m径）が容易に脱着可能な方式を採用し、簡単に取り外しができる機構（ターンキャッチ

構造）を試作して実装した（図5参照）。これにより無線装置とアンテナの接続に導波管類を使用しなくてすむため、既存の23GHz帯無線伝送装置（固定局）で必要とされていた導波管の端末加工が不要となり、無線伝送路の早期構築が可能となった。

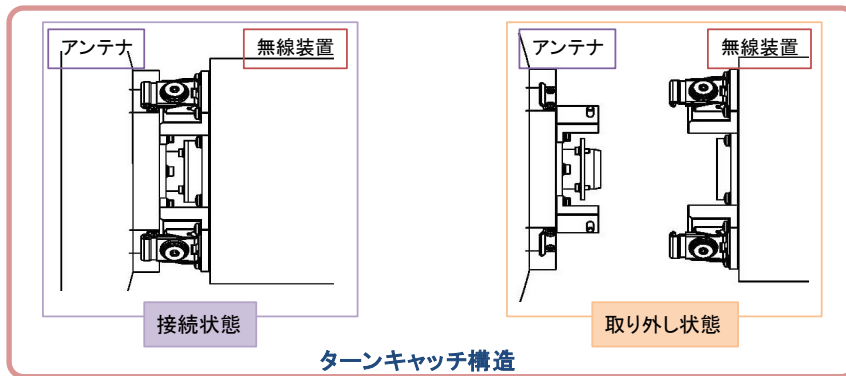


図5 ターンキャッチ構造と金具

また、既存の23GHz帯無線伝送装置（固定局）よりも小型・軽量化を実現したことにより、三脚や簡易ポールへの設置ができ、ケーブルテレビ伝送路の迅速な応急復旧が可能となった（図6参照）。

さらに、従来、アンテナ方向調整が必要とされていたスペクトラムアナライザ等の測定器を用いることなく、簡易

に無線伝送路の構築ができるように、23GHz帯無線受信装置へレベルインジケータの導入を検討し、実装した（図7参照）。併せて、より細かな受信レベルや無線装置のステータス等を汎用のパソコン等で確認できるようにLANインターフェースを実装し、保守性を高めた。



23GHz帯無線伝送装置



23GHz帯無線伝送装置屋外設置

- ◆23GHz帯無線伝送装置
無線装置、パラボラアンテナ、成端接続箱より構成され、三脚設置が可能です。
- ◆23GHz帯無線伝送装置屋外設置
無線伝送装置は、専用の取付金物を用いてポールマウントが可能です。

図6 無線装置の三脚又は簡易ポールへの設置例



レベルインジケータ(受信機)



受信レベル表示

◆レベルインジケータ(受信機)
受信レベルを3dBステップでLED表示します。

◆受信レベル表示
レベルインジケータ、及びモニターによる受信レベル表示。

図7 レベルインジケータ

2.6 実証実験

(1) 公開実験

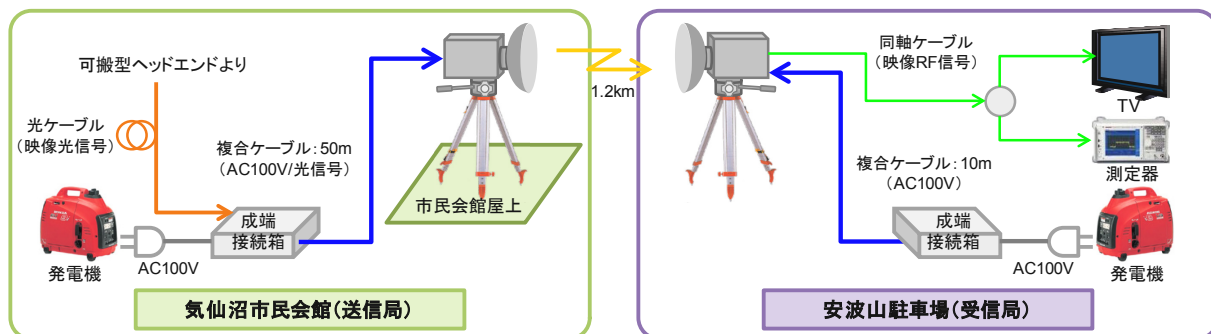
試作開発した 23GHz 帯無線伝送装置は、災害時には「研究開発課題⑧ 可搬型緊急用ヘッドエンド設備」と接続して利用することが想定されるため、その接続検証を公開実験の形で、研究開発課題⑧の受託研究機関であるDXアンテナ株式会社とともに実施した。その概要は次のとおりである。

- ・日時：平成 25 年 1 月 31 日
- ・場所：宮城県気仙沼市
- ・実験の概要：気仙沼市民会館屋上から安波山駐車場までの 1.2km の無線伝送路を構築し、可搬型緊急用ヘッドエ

ンド設備で受信した映像信号を光信号で無線装置に入力し、無線伝送後の映像と信号品質を測定器（スペクトラムアナライザ）及びテレビジョン受信機で確認した（図 8 参照）。

- ・参加者：総務省、気仙沼市、日本 CATV 技術協会、日本ケーブルテレビ連盟、ケーブルテレビ関係者、報道関係等の関係者
- ・接続検証の結果：両装置の親和性が高いことが確認できた。さらに公開実験については、地元紙である三陸新報にも取り上げられた（平成 25 年 2 月 3 日発行）。

公開実験（平成25年1月31日）



気仙沼市民会館屋上(送信局)



安波山(受信局)への見通し



気仙沼市民会館(送信局)への見通し



安波山駐車場(受信局)

図8 公開実験系統図

(2) 実証実験

試作開発した無線装置の性能及びその有効性について、実証実験で以下のとおり検証した。

- ・日程：平成 25 年 2 月 3 日から 2 月 25 日
- ・場所：宮城県気仙沼市
- ・実験の概要：海上伝搬を含む 1.4km の無線伝送路を構築し、23GHz 帯の周波数でデジタルケーブルテレビ信号

を無線伝送し、無線伝送品質の評価、及び無線伝送装置の安定性を検証した（図 9 参照）。併せて、無線装置の使い勝手等の評価をアンケート形式で実施した。

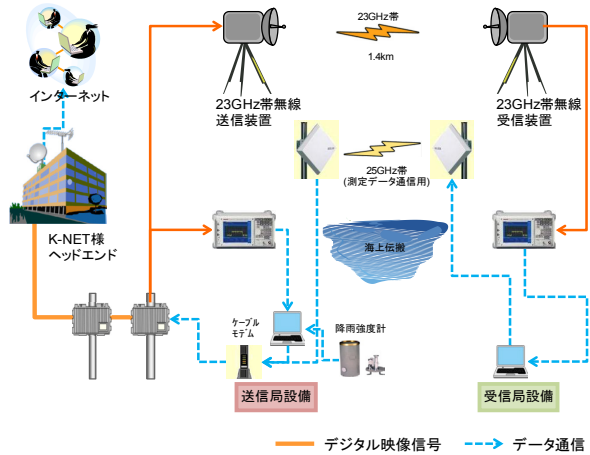
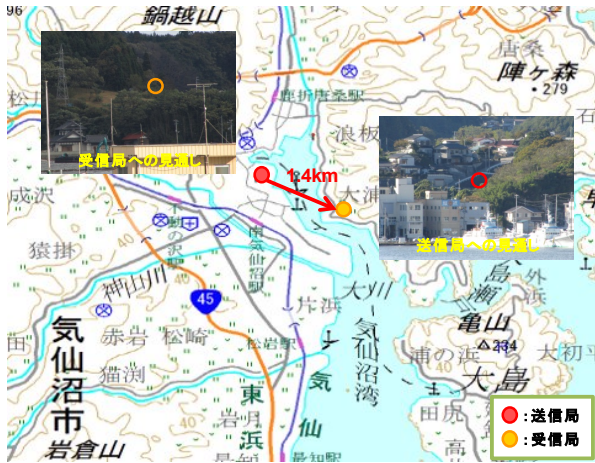
- ・実験の結果：期間を通じて、信号品質が劣化することもなく安定稼働していることを確認した。信号品質の測定結果は次のとおりである（図 10 参照）。

耐災害 ICT 研究センター開所シンポジウム「耐災害 ICT 研究の推進」
情報通信ネットワークの耐災害性強化のための研究開発

①無線伝送後の変調誤差比 (MER) は概ね無線伝送前の信号品質に依存している。無線伝送前の信号によらずに無線伝送後の MER が劣化したケースは、その全てが降雨減衰によるもので、実験期間中、降雨や降雪により MER が大きく劣化するような現象は見られず、良好な信号品質を保っており、安定稼働していると判断できる。

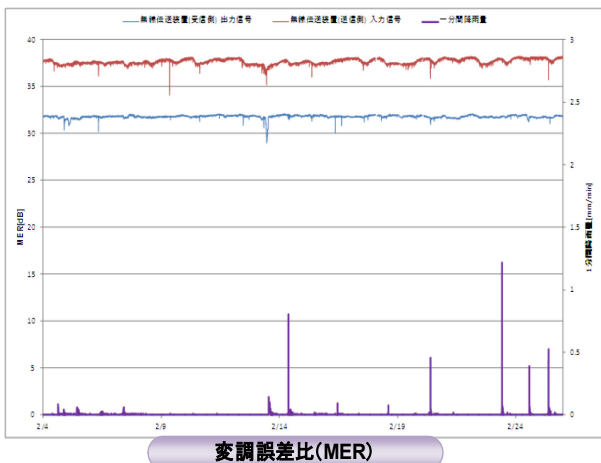
②無線伝送後のビット誤り率 (BER) は、無線伝送前の信号品質に依存している。実験期間中、降雨や降雪、無線伝送装置に起因するビット誤りは発生せず、無線装置は安定して稼働していると判断できる。
また、無線装置の使い勝手に関して、設置・調整方式については一定の評価を得たが、可搬性については及第点ではあるものの、更なる向上を期待するとの評価を頂いた。

実証実験 (平成25年2月3日~2月25日)

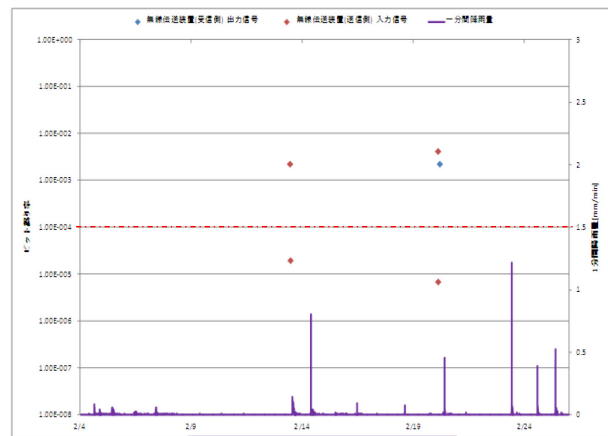


※伝送するデジタルケーブルテレビ信号は、気仙沼ケーブルネットワーク(株)様(K-NET)より提供頂きました。

図9 実証実験フィールドと実験系統図



変調誤差比(MER)



ビット誤り率(BER)

図10 信号品質の測定結果

2.7 研究開発成果の普及・促進などに係る取り組み

研究開発した災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム(幹線応急復旧用無線伝送装置)について、一般社団法人 日本ケーブルテレビ連盟及び一般社団法人 日本CATV技術協会の会合において紹介するとともに、総合通信局及び展示会で、試作開発した23GHz帯無線伝送装置の展示・説明を行い、研究開発成果の普及につとめた。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発成果に基づき、移動局又は固定局利用に対応可能なケーブルテレビ幹線応急復旧用無線伝送装置の実

用化・製品化に取り組み、平成26年2月1日に23GHz帯可搬型無線伝送装置の商用提供を開始した。また、平成25年度内に、ケーブルテレビ網の強靱化用として4対向の製品納入を予定している。

当面の23GHz帯無線伝送装置の適用分野としては、災害時におけるケーブルテレビ伝送路の応急復旧や、被災地域におけるケーブルテレビ網が整備されるまでの仮伝送設備等としての使用の他、海底ケーブル、河川横断等におけるケーブルテレビ網の強靱化のための固定局利用、地デジ共聴設備へのアクセス回線(恒久対策)等が考えられ(図11参照)、今後、それらにあった無線伝送装置をケーブルテレビ事業者他に提供して、研究開発成果の社会展開を図っていきたい。

耐災害ICT研究センター開所シンポジウム「耐災害ICT研究の推進」
情報通信ネットワークの耐災害性強化のための研究開発

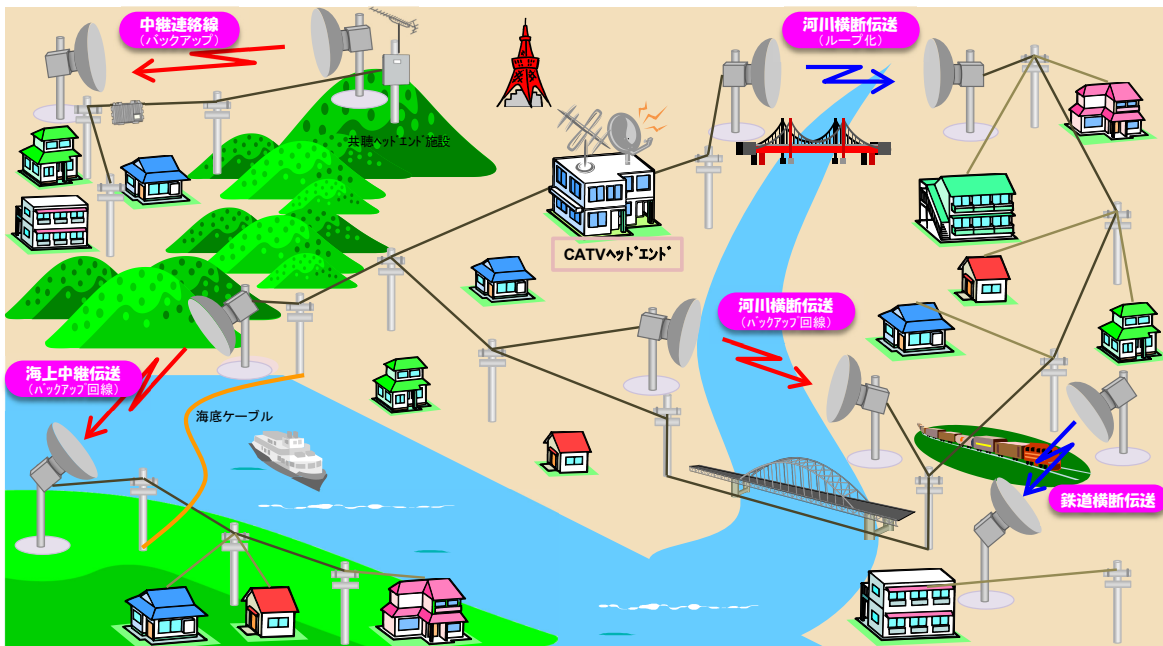


図 11 想定される導入シーン

4. むすび

本稿で平成 23 年度補正予算（第 3 号）による「災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム（幹線応急復旧用無線伝送装置）」の研究開発内容とその成果について紹介した。

本研究開発で試作開発した 23GHz 帯可搬型無線伝送装置は、以下のような機能を有し、幹線応急復旧用として実用化・製品化に耐えうることを検証できた。

- ・陸上移動局として最大 39 チャンネルのデジタルケーブルテレビ信号の 3km 程度の無線伝送が可能（固定局利用では最大 62 チャンネルの無線伝送が可能）
- ・伝送距離に応じて、2つのパラボラアンテナ（0.3m 径と 0.6m 径）を容易に交換可能
- ・2種類（AC100V と DC12V）の電源供給、並びに同軸と光の 2つのインタフェースに対応可能
- ・小型化・軽量化を実現し、堅牢なケースに収納して運搬と保管が容易で、三脚や簡易ポールへの取付けが可能

本研究開発で得られた成果は、ケーブルテレビの移動局だけでなく固定局による無線伝送にも適用可能であり、適用分野の拡大並びに 23GHz 帯無線伝送装置の商用提供と利活用の推進により、災害に耐えうるケーブルテレビ網の実現に貢献していきたい。

【報道掲載リスト】

（1）報道発表実績

- [1] “「災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム（幹線応急復旧用無線伝送装置）」の実証実験を実施”、2013 年 1 月 28 日
- [2] “小型・軽量・可搬型のケーブルテレビ応急復旧無線システム「ワイヤレスリンク 23G」を提供開始”、2014 年 1 月 27 日

（2）報道掲載実績

- [1] “CATV 応急復旧システムを検証 宮城県気仙沼市で実証実験”、電波新聞、2013 年 1 月 30 日
- [2] “「災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム」KCCS が実証実験を実施”、電波タイムズ、2013 年 2 月 1 日
- [3] “映像 リアルタイムで ケーブルテレビ 応急復旧

の実証実験 気仙沼”、三陸新報、2013 年 2 月 3 日

- [4] “CATV の応急復旧 気仙沼市で実証実験開始”、日本情報産業新聞、2013 年 2 月 4 日
- [5] “災害時のケーブルテレビを実証実験”、通信興業新聞、2013 年 2 月 4 日
- [6] “災害時の応急復旧システムの実証実験”、CATV ジャーナル、2013 年 2 月 5 日
- [7] “CATV 応急復旧システム実証実験”、電波新聞、2013 年 3 月 5 日
- [8] “被災者支える技術探る 京の企業 震災地に”、京都新聞、2013 年 3 月 12 日
- [9] “JCTA 九州支部 ケーブル業界活況”、電波新聞、2013 年 3 月 21 日
- [10] “回線網の仮復旧 簡単に”、日経産業新聞、2014 年 1 月 27 日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

- [1] <http://www.kccs.co.jp/press/release/130128.html>、「災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム（幹線応急復旧用無線伝送装置）」の実証実験を実施、ヒット数：705
- [2] <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/ActiveR/20130128/452264>、「災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システムの研究開発」について実証実験を開始(KCCS)
- [3] <http://release.nikkei.co.jp/detail.cfm?relID=328871&lindID=1>、KCCS「災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム」の実証実験を実施
- [4] <http://www.nikkan.co.jp/newrls/rls20130128o-17.html>、京セラコミュニケーションシステム、災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システムの実証実験を実施
- [5] http://www.asahi.com/tech_science/bcnnews/BCN201301290011.html、KCCS、「災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム」の実証実験を実施
- [6] <http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20130312-0000002-kyt-126>、被災者支える技術探る京都の企業
- [7] <http://www.kccs.co.jp/release/2014/0127/index.html>、小型・軽量・可搬型のケーブルテレビ応急復旧無線システム「ワイヤレスリンク 23G」を提供開始