

災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム（可搬型緊急用ヘッドエンド設備）の研究開発 Research and development of emergency repair System for cable television during disasters (portable head-end equipment for emergency use)

研究代表者

内村 潔 DXアンテナ（株）
UCHIMURA Kiyoshi, DX ANTENNA CO., LTD.

研究分担者

西村 将和[†] 北川 正和^{††} 藤田 謙一^{†††} 松下 智昭^{††††}
NISIMURA Masakazu[†] KITAGAWA Masakazu^{††} FUJITA Kenichi^{†††} MATSUSHITA Tomoaki^{††††}
^{†~††††}DXアンテナ（株）
^{†~††††}DX ANTENNA CO., LTD.

研究期間 平成 23 年度～平成 24 年度

概要

東日本大震災でヘッドエンド設備が被災した事業者を含め多くの事業者の場合はサブヘッドエンド設備を持たないことから、ヘッドエンド設備自体が損壊すると、全ての放送が停波し、長期間にわたって、地上デジタル放送やコミュニティチャンネルなど、地域の住民が必要とする情報を入手することができない。そこで、本研究開発では、災害によりヘッドエンド設備自体が損壊した場合に、地上デジタル放送やコミュニティチャンネルの送出機能等を有する可搬型の簡易な緊急用ヘッドエンド設備の研究開発を行うとともに、実証実験を実施し、その有効性を検証した。

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、宮城県気仙沼市、岩手県釜石市、及び宮城県塩釜市の 3 ケーブル事業者において津波等によりヘッドエンド設備を収容する局舎に甚大な被害が発生し、長期間にわたって放送を再開することができなかった事業者もあり、地域住民が必要とする情報をケーブルテレビで提供できない事態が発生した。

東日本大震災でヘッドエンド設備が被災した 3 事業者のような多くの事業者の場合はサブヘッドエンド設備を持たないことから、ヘッドエンド設備自体が損壊すると、全ての放送が停波し、長期間にわたって、地上デジタル放送やコミュニティチャンネルなど、地域の住民が必要とする情報を入手することができない。

そこで、本研究開発では、災害によりヘッドエンド設備自体が損壊した場合に、地上デジタル放送やコミュニティチャンネルの送出機能等を有する可搬型の簡易な緊急用ヘッドエンド設備の研究開発を行うとともに、実証実験を実施し、その有効性を検証した。

2. 研究開発内容及び成果

本研究開発では、災害によりヘッドエンド設備が被災した場合に、地上デジタル放送やコミュニティチャンネル等の送出機能等を有する可搬型の簡易な緊急用ヘッドエンド設備の研究開発を行うとともに、可搬型としての運搬性、設置・調整等の作業性を含め実証実験を実施し、その有効性を検証・評価した。

また、「幹線応急復旧用無線伝送装置」との接続等の連携を実証実験で実施しその有効性も確認した。

さらに、5GHz 帯無線 LAN を利用したコミュニティチャンネル伝送システム及び避難場所等へ災害情報を配信する災害情報配信サイネージシステムについても実証実験によりその有効性を確認した。

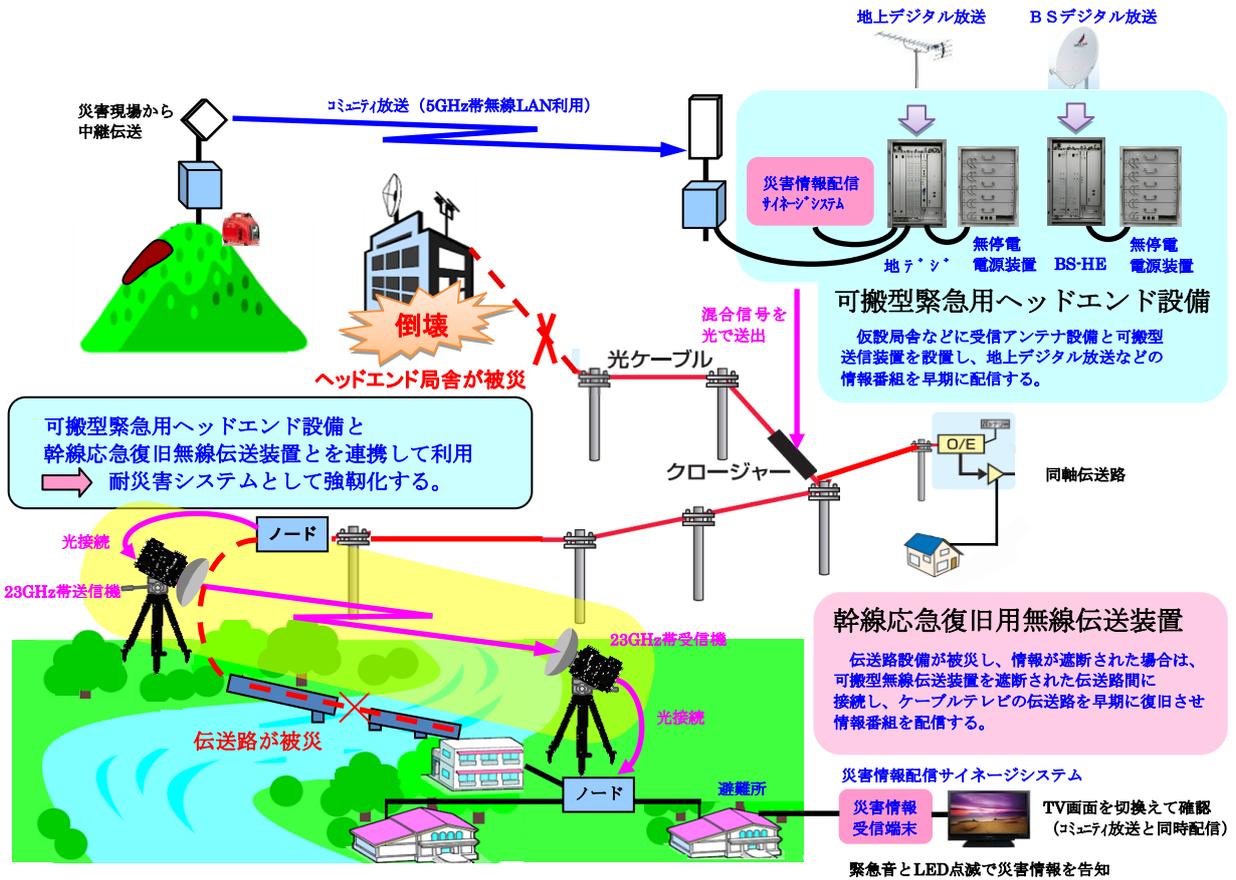
加えて、上記災害情報配信サイネージシステムについて

も「多様な通信・放送手段を連携させた多層的な災害情報伝達システム」との検討を行い、災害時の入力情報として今後、同一のインタフェースも対応する方向とした。

具体的には、課題アとして、ケーブルテレビ事業者のヘッドエンド設備が倒壊した場合、速やかに応急復旧させる対応として、可搬型緊急用ヘッドエンド装置の開発を行なった。

課題イとして、可搬型緊急用ヘッドエンド装置に使用する無停電電源装置（リチウムイオンキャパシタ仕様）に関する研究を行なった。

課題ウとして、課題アおよび課題イで開発した成果物と当社独自提案の 5GHz 帯無線 LAN を利用したコミュニティチャンネル放送システム、災害情報配信サイネージシステムを含めた実証実験を行ない、これと合わせて幹線応急復旧無線伝送装置との連携について公開実験で有効性を確認した。



災害で損壊した通信インフラを復旧させるシステムのイメージ図

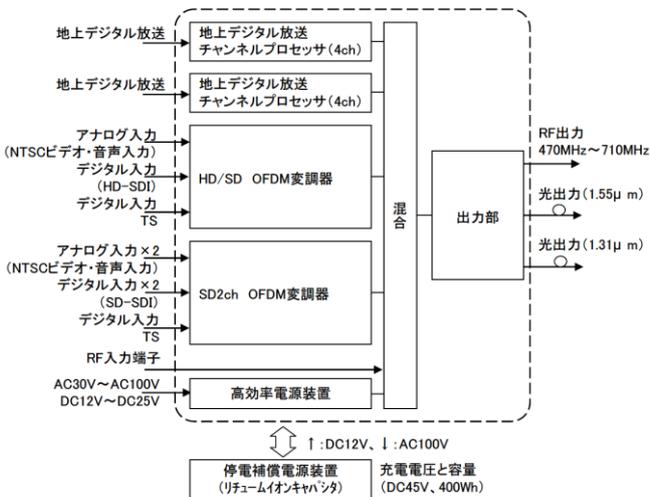
それぞれの課題で得られた成果は以下の通り。

課題ア 可搬型緊急用ヘッドエンド設備に関する研究開発

成果概要：

可搬型緊急用ヘッドエンド設備として必要な装置に関する研究開発を行なった。課題「ア-1 可搬型地上デジタルヘッドエンド装置の開発」では、地上デジタル放送およびコミュニティチャンネルの(映像+音声)信号を直接

ヘッドエンド装置に接続し、OFDM変調したコミュニティ放送と同時再送信するヘッドエンド装置の研究開発を進めた。可搬型地上デジタルヘッドエンド装置としては、地デジ再送信8波、コミュニティ放送2波3番組(HD1番組、SD2番組)、出力3系統(RF出力、HFC向け1.31μm光出力、FTTH向け1.55μm光出力)に対応した。研究試作品のブロック図と写真は下図の通りである。

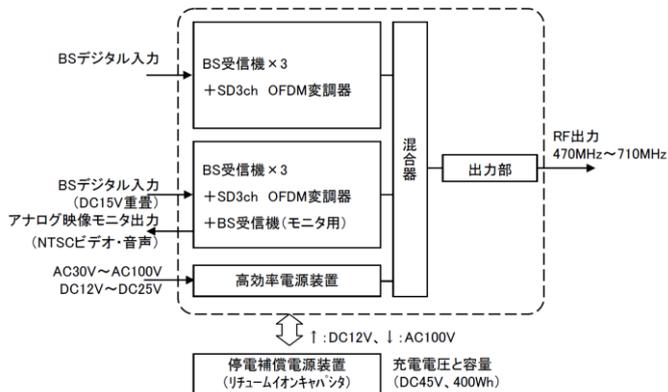


可搬型地上デジタルヘッドエンド装置のブロック図



装置寸法：640mm(H)×400mm(W)×220mm(D)
質量：約 27kg 消費電力：約 110W
研究試作品 (地デジ)

課題「アー 2 可搬型 B S デジタルヘッドエンド装置の開発」では、地上デジタル放送が受信できない難視聴地域においては B S デジタル放送を受信し、少なくとも S D 品質映像 + 音声を O F D M 変調し再送信するヘッドエンド装置の研究開発を進めた。可搬型 B S デジタルヘッドエンド装置としては、S D 品質 6 番組（1 波の O F D M 信号に 3 番組を多重し、2 ユニット搭載）、R F 出力で対応した。研究試作品のブロック図と写真は下図の通りである。



**可搬型 B S デジタルヘッドエンド装置の
ブロック図**



装置寸法：640mm(H)×400mm(W)×220mm(D)
質量：約 23kg 消費電力：約 95W
研究試作品 (B S)

課題「アー 3 ヘッドエンド装置の省電力化の研究」では、ヘッドエンド装置に組み込まれる各ユニットの省電力化とマルチ入力電圧対応と電源の効率化に関する研究を行なった。自社設計回路部は省電力を図り、各ユニットの各回路に電源スイッチを設け運用最小限の回路のみが動作するように対応した。マルチ入力電圧対応に関し、力率改善回路部分でマイコンや D S P を使用しデジタル制御を検討したが、電源電圧毎にデジタル制御回路（消費電力約 2 W 程度）が加わり待機電力が増え、高価な部品の使用、回路構成の複雑化、従来の電源回路に比べ追加されたデジタル制御部分が外来ノイズに弱い等、商品化設計には懸念がある。製品化については、災害時の対応と高効率化を考えた A C 1 0 0 V 及び D C 1 2 V に対応することで進めるのが妥当である。

課題「アー 4 運用までの作業性と保管に関する検討」では、ヘッドエンド装置は防雨構造の屋外仕様で小型軽量化し、これを災害時の環境から保護する強靱構造の収納保管用ケースに保管し運搬性の良いものにする検討を行なった。保管用ケースには、ヘッドエンド装置および周辺部材として受信アンテナと取付金具セット、同軸ケーブル、電源ケーブル、配線部材（接栓、中継器）、工具類を同梱できるものを用意した。これらを含めた総質量は約 70kg で試作品の写真は下図の通りである。



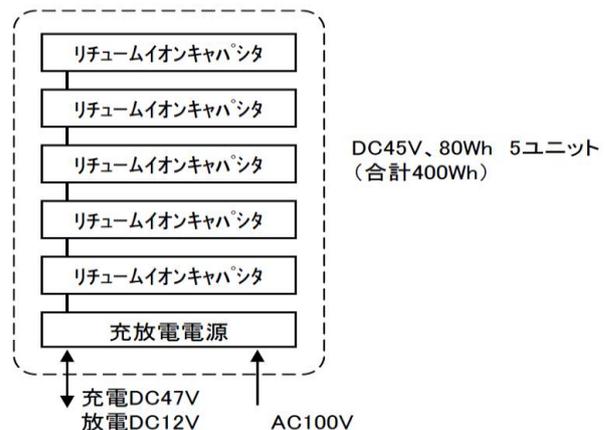
寸法：900mm(W)×700mm(H)×550mm(D)
質量：約 70kg(ハニカム仕様)
保管用ケース試作品

今後の課題：

ヘッドエンド装置の試作品の運用チャンネル数は、地デジ仕様は再送信 8 波 + コミュニティ放送 2 波 (H D 1 番組 + S D 2 番組)、B S 仕様は O F D M 2 波 (B S 放送 S D 3 番組多重 × 2 ユニット) で対応したが、必要最低限の情報を伝送する上では、運用チャンネル数を減らす方向で見直し、さらなる小型、軽量化に対応でき、予めどのような給電方法で準備するか決めておけば単電源での対処も可能となる。しかし、B S デジタルヘッドエンドについては再送信同意の問題がある。

課題イ 可搬型緊急用ヘッドエンド装置で利用する無停電電源装置 (リチウムイオンキャパシタ仕様) に関する研究開発 (用語説明参照: リチウムイオンキャパシタ) 成果概要：

リチウムイオンキャパシタによる停電時補償電源装置の試作品を作成し、その有効性を実証実験および公開実験で検証した。下図は無停電電源装置 (リチウムイオンキャパシタ仕様) のブロック図と研究試作品の写真である。



停電時補償電源装置のブロック図



寸法：420mm(W)×630mm(H)×270mm(D)
質量：約 76kg

研究試作品

使用する機器の消費電力とバックアップ時間より電力容量を求め、これに合わせてリチウムイオンキャパシタを増減できる並列接続構成とし、3時間以上バックアップできるものとした。リチウムイオンキャパシタの短時間充電特性を生かした停電補償電源装置とする。

今後の課題：

研究試作品は 400Wh 対応の装置の質量は約 76kg で、リチウムイオンキャパシタのみの質量は約 30kg である。使用する機器の消費電力軽減が大きな問題ではあるが、現状のリチウムイオンキャパシタ自体も大きく小型化、軽量化が課題である。リチウムイオンキャパシタそのものの歴史が浅いことから、今後の技術革新のためにも小型化大容量化が不可欠であり、解決により製品化への需要拡大が見込まれる。

課題ウ 課題アおよび課題イで開発した成果物と当社独自提案の 5GHz 帯無線 LAN を利用したコミュニティチャンネル放送システム、災害情報配信サイネージシステムを含めた実証実験での有効性の確認および幹線応急復旧無線伝送装置との連携についての有効性の確認

成果概要：

実証実験は 2013 年 1 月 24 日から 2 月 1 日まで実施した。期間中、関係者ならびに一般の方々への周知を目的に公開実験を実施した。利用用途や要求課題などの調査を行う候補地は東北地方とし、公開実験は、気仙沼市、気仙沼ケーブルネットワーク、ケーブルテレビ連盟ほかの協力を得て宮城県気仙沼市・気仙沼市民会館にて災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム「可搬型緊急用ヘッドエンド」及び「幹線応急復旧用無線伝送装置」を連携する形で実施した。災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム研究開発運営委員会を開催し、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等研究開発全体の方針ならびに、実際の研究開発の進め方について幅広い観点から助言を頂き進めてきた。研究開発した装置やシステムについて、送出信号品質および設備設置方法またシステムの有効性などは実フィールドでの公開実験で検証し、アンケート調査や公開実験参加者・関係者からの幅広い意見を頂き製品化に反映していく。

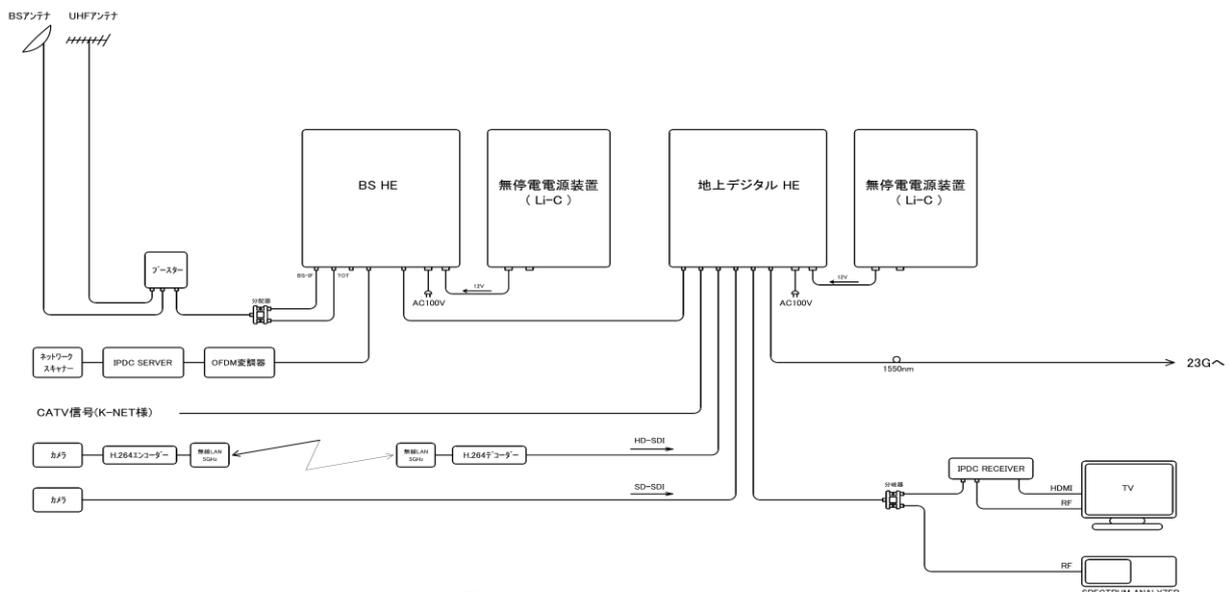
<公開実験概要>

日時：公開実験は平成 25 年 1 月 31 日

場所：気仙沼市民会館（宮城県気仙沼市笹ヶ陣 4-2）

中ホール（セミナー・展示会場）、屋上（アンテナ設備）、駐車場（可搬型ヘッドエンド設備）を利用。

内容：ヘッドエンド設備と幹線伝送路が被災し、地域住民が必要とする災害情報をケーブルテレビで伝送できなくなったと想定。ケーブルテレビ応急復旧システムを利用し、気仙沼市民会館から見通しのある光伝送路を応急復旧させることを想定した公開実験とした。市民会館屋上には地上デジタル放送・BS デジタル放送・5GHz 無線 LAN によるコミュニティ放送の受信点および 23GHz 無線送信点を設置し、駐車場にはヘッドエンド設備を設置した。電源は停電状態を想定し発電機および無停電電源装置（リチウムイオンキャパシタ）、バッテリーから給電した。ケーブルテレビ応急復旧システムを連携させた。公開実験は下図のシステム構成で行なった。



公開実験のシステムブロック図

公開実験における実フィールドの設置機材と検証の概要について

下記地図にマーキングしたポイントに機材を設置した。内容は下記に示すとおりである。

安波山駐車場（距離 1.2km：固定局）

5GHz 送信設備・・・H.264 の HD カメラ映像を無線 LAN で市民会館へ送信。

23GHz 受信設備・・・市民会館屋上からの再送信信号を受信、伝送品質を確認。

給電は両者とも AC100V、DC12V に対応。

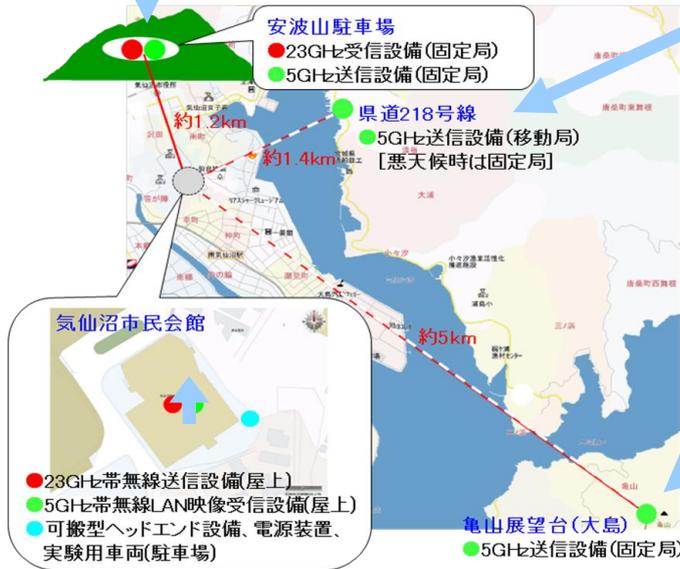


対岸：浪板地区 218 号線（距離 1.4km：移動局）

5GHz 送信設備・・・H.264 の HD カメラ映像を無線 LAN で送信する設備 1 式と GPS による自動方位調整器具を搭載した自転車で、市民会館へ送信。

電源はバッテリーにより DC12V を供給。

移動局伝送ができることより、固定局としての設置の容易さ、伝送品質の安定性を検証



亀山展望台付近（距離約 5km：固定局）

5GHz 送信設備・・・H.264 の HD カメラ映像を無線 LAN で市民会館へ送信。

電源はバッテリーにより DC12V を供給。

長距離伝送での品質の安定性を検証



気仙沼市民会館屋上（アンテナ設置）

5GHz 無線 LAN 受信機および地上デジタル、BS デジタル受信アンテナを設置。コンパネの上に架台を設置、固定用の錘には水ポリタンク（不凍液入り）を利用した。

設置調整に約 1 時間半（×4 人）を要した。

気仙沼市民会館駐車場（ヘッドエンド設備）

架台組立設置（約 2 時間）、ヘッドエンド設備の設置、調整完了までに計約 4 時間（4 人）を要した。

架台の部材はホームセンターで調達でき、工具 1 本で組立可能。ヘッドエンド設備に同梱する機材関連と手順書により作業性を効率化できる。



気仙沼市民会館駐車場（5GHz 受信系設備）

左側テントに 5GHz 無線 LAN の受信系設備を設置し、IP 伝送された H.264 映像信号を SDI 信号に変換し、右側の架台に設置された地デジヘッドエンド設備に接続しコミュニティ放送信号として供給した。

伝送品質は SDI モニタと伝送レートで監視。



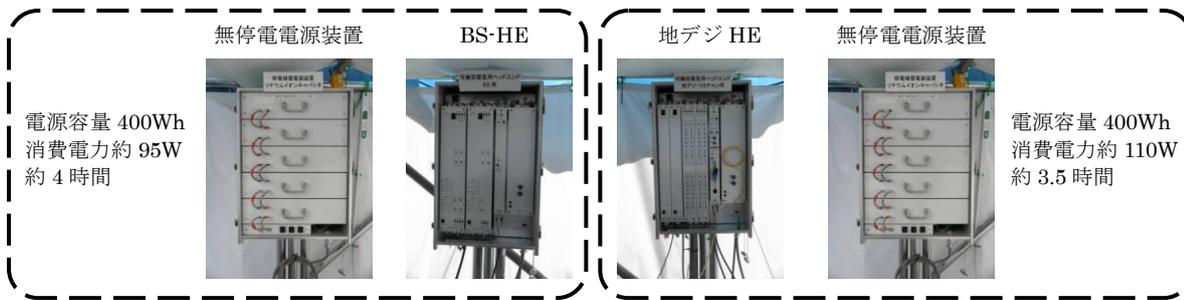
停電時の動作検証と幹線応急復旧用無線伝送装置との連携

停電時の動作検証と幹線応急復旧用無線伝送装置との連携に関する検証を行なった。

可搬型緊急用ヘッドエンド装置と無停電電源装置（リチウムイオンキャパシタ仕様）の接続では発電機を停止させ、無停電電源装置へ自動的に切り換わり運転できることを実証し有効性を確認した。

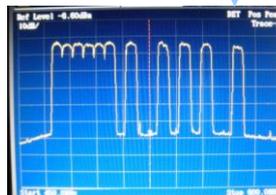
ヘッドエンド設備で調整した信号を屋上の幹線応急復旧用 23GHz 無線送信機に光電源複合ケーブルで接続（RF でも可能）することで連携した。

幹線応急復旧用無線伝送装置への電源は発電機より AC100V を供給し、安波山駐車場の対向受信機に向け送信した。安波山駐車場で無線伝送後の信号品質を評価した。



送信チャンネル	番組
13	地上デジタル放送 (NHK教育)
14	コミュニティ放送 (自主放送HD)
15	地上デジタル放送 (NHK総合)
16	コミュニティ放送 (K-NET)
17	BS 3番組 (NHK NHKプレミアム 日テレ)
18	BS 3番組 (朝日 フジ TBS)
20	コミュニティ放送 (自主放送SD)
23	地上デジタル放送 (東北放送)
25	地上デジタル放送 (仙台放送)
27	地上デジタル放送 (宮城テレビ)
30	地上デジタル放送 (東日本放送)

送信チャンネル



ヘッドエンド出力信号波形

光波長 1.55μm で
信号供給で連携



屋上の幹線応急復旧用
23GHz 無線送信機

運営委員会・公開実験での展示説明



運営委員会風景



公開実験の展示説明 (ホール)



公開実験の展示説明 (駐車場)



公開実験の説明会風景



コミュニティ放送の映像を展示



5GHz 帯無線 LAN
映像伝送システム

5GHz 帯無線 LAN 映像伝送システムの有効性の検証

5GHz 帯無線 LAN 伝送装置とハイビジョン映像を高圧縮で伝送できる H.264 コーデックを利用することで、伝送マージン (伝送距離・指向性・伝送速度) を確保し、6km 以内で見通しがあれば簡単にアンテナ調整して運用できることを移動中継で実証した。

同システムを公開実験説明会会場に展示し説明した。

災害情報配信サイネージシステムの有効性の検証

ケーブルテレビのコミュニティ放送と同一の OFDM 信号に IPDC 技術を利用して災害情報を乗せて配信した。伝送路を共有でき、再スキャンの必要なく災害情報を配信できる。ネットワークスキャナからの PDF データをサイネージ端末に伝送し市販のテレビで情報確認できるシステムを展示し、サイネージ端末を避難所などに設置し、災害情報配信と同時に LED 点滅と音声案内で緊急告知でき有効性を確認した。



災害情報配信サイネージシステム

成果概要：

実証実験の結果、その動作と可搬性の有効性は確認されたが、ケーブルテレビにおいても二重化の位置づけも含めた常設型可搬ヘッドエンドの必要性があるものとする。現在よりより小型・軽量・省電力をはかるとともに、今回のリチウムイオンキャパシタを用いたバックアップ電源等により長時間駆動可能なシステムとしての検討が必要である。また、災害時の無線LANやサイネージでの災害情報の提供は極めて有効なことが検証された。このことは上記システムを日常のサービスシステムとして具備しつつ災害時への対応を考慮することの検討が必要と思われる。

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

本研究開発で得られた可搬型ヘッドエンドの商品化を速やかに実施するとともに、あわせて日本ケーブルテレビ連盟のご協力により進めている開発成果説明と意見交換を継続し、全国の当該ケーブルテレビ事業者への設置導入へ努力することにより防災・減災へ寄与する予定である。

また、幹線応急復旧無線伝送装置と連携することで、より迅速にケーブルテレビを復旧できることをアピールし、耐災害性の強化に貢献していきたい。

4. むすび

本稿では平成 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（可搬型緊急用ヘッドエンド設備）」の研究開発内容とその成果について紹介した。

本研究開発の検証は、災害時の対応を想定したかたちで実施し公開実験を行った。可搬型ヘッドエンド設備の検証のほか、これと連携できる 5GHz 帯無線 LAN 伝送装置、災害情報配信サイネージシステムについても災害時に有効的なシステムであることが検証できた。

可搬型緊急用ヘッドエンド装置の試作品に関しては、必要最低限以上の設備になっており、上記の研究成果の周知活動を実施するとともに、ヘッドエンド装置に関する要望や意見を製品化設計に反映させることで、より実用的で災害時に有効な設備として製品化し、防災・減災へ寄与していきたい。

用語説明：リチウムイオンキャパシタ (Li-C)

安全面では、昨今のリチウムイオンバッテリー (Li-B) の発煙問題があり、一般的に Li-B は正極に金属酸化物を使用しているため、異常時にセル温度が上昇すると、正極の熱分解が進み酸素が放出される。結果的に熱暴走反応が起き自己発火に至る可能性がある。Li-C はこれとは異なり、正極に活性炭を使用しており短絡などの異常時に発熱する事はあるが、熱暴走反応が起る事はない。自己発火が起こらない事から優れた安全性を有しており、また、釘刺し・短絡・過充電・過熱・落下・折り曲げなどの試験で安全性が確認されている。リチウムイオンキャパシタは使用温度範囲が広く (-30℃~60℃)、バッテリーのように寒冷地向け仕様を用意する必要がないため、日本国内ではほぼ全域で同一のものが使用できる。また、バッテリーは環境温度で容量変化が発生するが、リチウムイオンキャパシタは、ほぼ変化がなく設計通りの容量が取れ、放電特性もキャパシタ特性で線形的に変化するため、充放電時を予測できる。キャパシタ機能を利用したの充放電が可能であり駆動系のシステムにも利用できるのも特長である。

【報道掲載リスト】

(1) 報道発表実績

[1]“災害時に速やかに送出できるケーブルテレビ用可搬型ヘッドエンドを開発”、発表年月日：2013年1月23日

(2) 報道掲載実績

[1]“災害に強いヘッドエンド開発”、電波新聞、2013年1月25日、7面

[2]“電波送信設備を小型化”、日本経済新聞、2013年1月26日、35面

[3]“被災地で実証実験を開始”、テレケーブル新聞、2013年2月8日、5面

[4]“災害時におけるケーブルテレビ応急復旧システム実証実験を公開”、月刊ニューメディア、2013年4月号、54~55面

[5]“災害時に速やかに送出できるケーブルテレビ用可搬型ヘッドエンドを開発”、日経プレスリリース(web)、2013年1月23日