

世界初！テレビ放送帯のホワイトスペースを用いた長距離ブロードバンド通信に成功

【ポイント】

- テレビ放送帯のホワイトスペースを二次利用し、実際の利用シーンを想定した長距離ブロードバンド通信を実証
- IEEE 802.22 による長距離通信と IEEE 802.11af によるエリア展開を組み合わせマルチホップネットワークを構築
- 山間部や離島などのようにケーブル敷設が困難な地域での利用や災害時における迅速な通信確保に利用可能

独立行政法人 情報通信研究機構（以下「NICT」、理事長：坂内 正夫）と株式会社日立国際電気（以下「日立国際電気」、執行役社長：篠本 学）は、このたび、岩手県遠野市において、国際標準規格 IEEE 802.22 及び IEEE 802.11af に基づき開発した無線通信システムを用い、テレビ放送帯のホワイトスペース^{*1} を利用した長距離ブロードバンド通信実験を実施しました。この結果、IEEE 802.22^{*2} 無線システムにより 12.7 km の基地局-端末間を、下り 5.2 Mbps、上り 4.5 Mbps で伝送することに世界で初めて成功しました。さらに、これをバックボーンのリックとして、IEEE 802.22 端末にエリア展開が可能な IEEE 802.11af^{*3} のアクセスポイントを接続することで中継局を構成し、マルチホップネットワーク^{*4} を構築することに世界で初めて成功しました。この実験では、道路や崖の監視、テレビ電話のような実際の利用シーンを想定した検証も行っており、有線ネットワークの利用が困難な地域における通信確保だけでなく、災害時における通信回線の支援システムとしての利用も期待できます。

この実験の成果は、平成 25 年度に総務省から受託した「ホワイトスペースにおける新たなブロードバンドアクセスの実現に向けた周波数高度利用技術の研究開発」に基づき得られたものです。

【背景】

情報化社会においてネットワーク通信を用いた様々なアプリケーションが利用可能になり、あらゆる場所でブロードバンド通信を行う需要が高まっています。このため、山間部や離島などのようにケーブル敷設が困難な地域であっても、低コストでインフラの整備を行うことができる無線ネットワークの導入が期待されています。また、災害時に通信インフラが被害を受けた場合には、柔軟で迅速にブロードバンド通信を可能にする無線ネットワークの構築が求められています。この無線ネットワークを構築する際に、テレビ放送帯（470～710 MHz）のホワイトスペースを利用することができれば、周波数が高い従来の無線 LAN（2.4 GHz）等と比較して、省電力で長距離の伝送が可能な、障害物にも影響を受けにくい通信が期待できます。このような状況を踏まえ、ホワイトスペースを活用した無線通信について技術的な検討がなされており、米国や英国をはじめとする諸外国でも制度化が検討され始めています。NICT と日立国際電気は、上記のホワイトスペースにおける無線ブロードバンド通信を実証するために、NICT が IEEE 802.11af に対応する無線通信システムを、日立国際電気が IEEE 802.22 に対応する無線通信システムを開発し、共同で接続試験を行ってきました。

【今回の成果】

NICT と日立国際電気は、岩手県遠野市において IEEE 802.22 及び IEEE 802.11af にそれぞれ対応する無線通信システムを用いて共同で実証実験を行いました。その結果、これまでホワイトスペースにおけるブロードバンド通信は最大でも数 km 程度であったところ、今回はその数倍である 12.7 km の距離を、テレビ放送の 1 チャンネル分の帯域幅を用いて下り 5.2 Mbps、上り 4.5 Mbps で伝送できることを確認しました。これは、IEEE 802.22 を用いた通信距離としても世界で最長の記録です。また、IEEE 802.22 で構築したネットワークを長距離バックボーンとし、IEEE 802.22 の端末にエリア展開に適した IEEE 802.11af のアクセスポイントを接続することで IEEE 802.22 と IEEE 802.11af によるマルチホップネットワークを構築しました。さらに、従来の無線 LAN システムのアクセスポイント機能を持たせた IEEE 802.11af の端末によって、市販の無線 LAN 対応端末を用いてウェブサイトへのアクセスやテレビ電話による通話が可能であることを確認しました。また、IEEE 802.22 を拡張して複数のテレビチャンネルを同時に利用可能な機能を開発し、2 チャンネル分の帯域幅を用いて、6.3 km の地点間を、下り 15.5 Mbps、上り 9.0 Mbps で伝送できることを確認しました。

【今後の展望】

NICT と日立国際電気は、今後、今回の実験結果を踏まえ、テレビ放送等への干渉を確実に回避する仕組み等の検討や、商用化に向けた装置の小型化・省電力化を進めるほか、様々な環境における実証実験を引き続き進めていきます。

なお、本成果は、2014 年 1 月 29 日（水）～31 日（金）にアメリカで開催される the Super Wi-Fi Summit にて発表します。また、3 月 3 日（月）～5 日（水）に早稲田大学で開催される「電子情報通信学会ソフトウェア無線研究会」及び 3 月 18 日（火）～21 日（金）に新潟大学で開催される「2014 年電子情報通信学会総合大会」において、実験結果の詳細を発表する予定です。

<用語 解説>

*1 ホワイトスペース

ホワイトスペースは、放送等の目的で割当てが行われている周波数帯のうち、その周波数の利用がない場合や本来のシステムに与える影響が十分に小さい場合に、他のシステムが放送や通信の目的で二次的に使用することを対象とした周波数帯を指す。

*2 IEEE 802.22

IEEE 802.22 規格は、ホワイトスペースで地域無線ネットワーク(WRAN: Wireless Regional Area Network)を運用するための国際標準規格であり、2011年7月に発行された。現状の携帯電話よりも広い通信エリア(半径が10～40km程度)において低コストで、ブロードバンドサービスを提供することを想定している。

IEEE 802.22 ワーキンググループ 公式ホームページ: <http://www.ieee802.org/22/>

*3 IEEE 802.11af

IEEE 802.11af 規格は、ホワイトスペースで無線 LAN を運用することを目的としており、現在はドラフト規格として検討が行われている。規格策定を行う IEEE 802.11af タスクグループは 2009 年に発足し、2014 年中の策定完了を目標にしている。

IEEE 802.11af タスクグループ 公式ホームページ: http://www.ieee802.org/11/Reports/tgaf_update.htm

*4 マルチホップネットワーク

マルチホップネットワークとは、複数の無線システムを無線接続してデータを中継伝送する構成のネットワークを指し、アクセスエリアを広く展開したり、通信距離を大きく伸ばしたりすることが可能となる。同一の種類無線システムを組み合わせるマルチホップネットワークを構築することもできるが、無線リンクごとに要求される通信距離や通信速度に基づき適した無線システムを組み合わせることで設計することにより、周波数資源の有効利用と高い通信性能を持つ無線ネットワークを構築することができる。

< 本件に関する 問い合わせ先 >

独立行政法人情報通信研究機構
ワイヤレスネットワーク研究所 スマートワイヤレス研究室
原田 博司、石津 健太郎
Tel: 046-847-5076
E-mail: swl-white-space@wireless.nict.go.jp

株式会社日立国際電気
映像・通信事業部 企画本部 技術開発部
浅野 勝洋
E-mail: white-space@h-kokusai.com

< 広報 >

独立行政法人情報通信研究機構
広報部 報道担当
廣田 幸子
Tel: 042-327-6923
E-mail: publicity@nict.go.jp

株式会社日立国際電気
経営戦略・コミュニケーション本部
佐々木 和哉、西野 紗代
Tel: 03-6734-9401
E-mail: corporate.hike@hitachi.co.jp

○実験の内容

1. テレビ放送帯のホワイトスペースを二次利用し、IEEE 802.22 による長距離ブロードバンド通信を実証

実験を実施した位置関係を図 1 に示します。遠野市総合防災センター（以下、防災センター）、高清水高原、貞任高原の 3 地点を拠点とし、防災センターと高清水高原の間(6.3 km)と高清水高原と貞任高原の間(12.7 km)において通信を行いました。防災センターでは通信塔にアンテナを設置し、その他の 2 拠点では可搬型のアンテナマストにアンテナを設置しました。3 拠点には IEEE 802.22 に基づく無線通信システムを設置し、防災センターでは無線通信システムをインターネット回線に接続して、防災センターから高清水高原に接続することにより、有線ネットワークが利用できない高清水高原においてインターネットを利用可能にしました。

実験の結果として、テレビの 1 チャンネル分に収まる帯域幅(5.7 MHz)を使用し、防災センターと高清水高原の間 6.3 km だけでなく、高清水高原と貞任高原の間 12.7 km を下り 5.2 Mbps、上り 4.5 Mbps (防災センターから高清水方向が下り)で伝送できることを確認しました。この通信を利用するアプリケーションとして、ネットワークカメラで撮影した高品質映像を途切れることなく送信することが可能であり、図 2 に示すように、高清水高原において道路や崖の様子を撮影し、防災センターで監視できるということも確認しました。

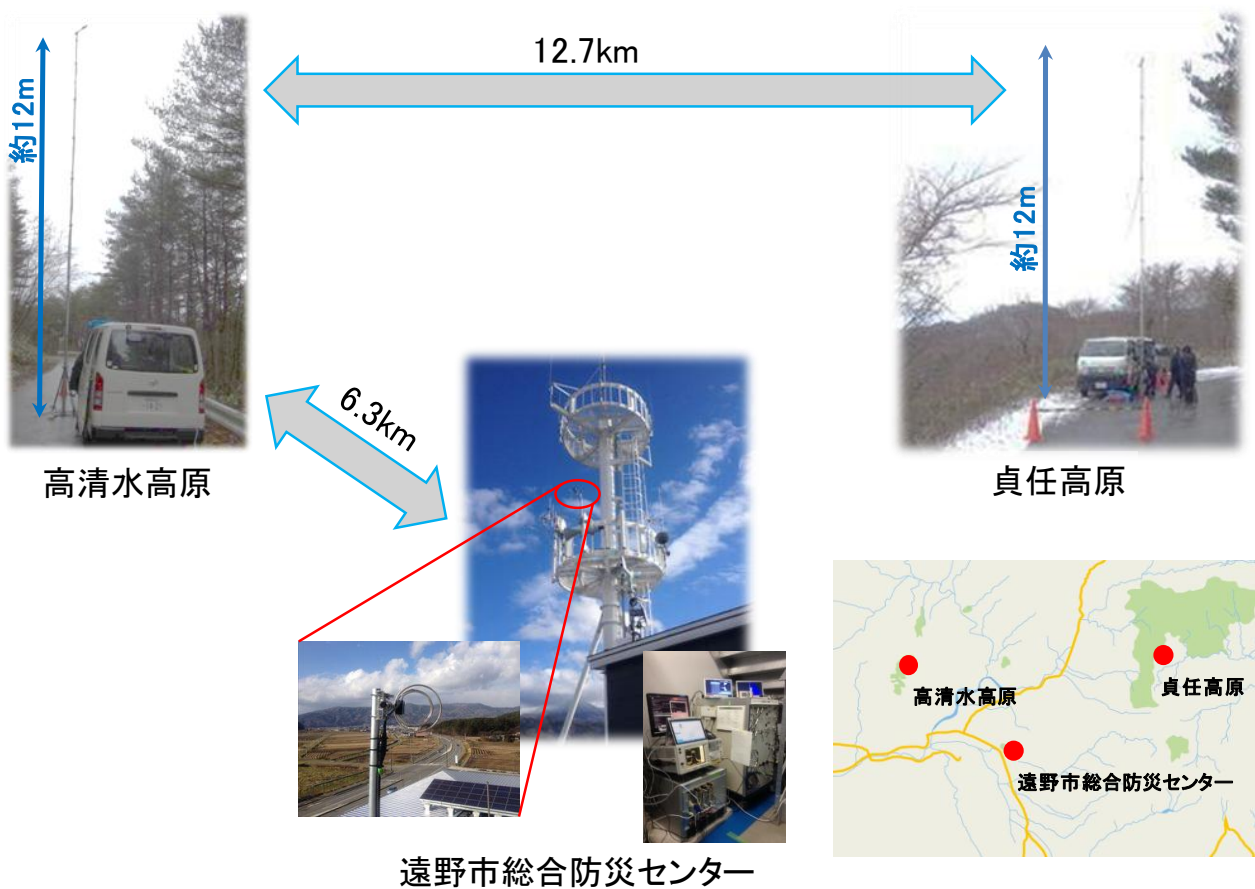


図 1 長距離通信における拠点の位置関係



図 2 高清水高原における道路/崖の監視カメラ(左)と防災センターにおける表示(右)

2. IEEE 802.22 と IEEE 802.11af を組み合わせたマルチホップネットワークを構築

有線ネットワークや商用無線ネットワークの利用が難しい地域(高清水高原)において、無線 LAN 対応市販端末の利用が可能となるように、図3に示すようにマルチホップネットワークを構築しました。このネットワークでは、防災センターから高清水高原の中継地点までを IEEE 802.22 を利用して接続し、高清水高原内で IEEE 802.11af を利用しエリア展開を行っています。これは、長距離通信に適した IEEE 802.22 とエリア展開に適した IEEE 802.11af の特徴に注目し、それぞれの部分に対して適したシステムを導入することにより実現したものです。このようにして、高清水高原の中継地点の周辺 200m において、IEEE 802.11af 端末からのインターネットへアクセスが可能であることを確認しました。

さらに、IEEE 802.11af 端末に従来の無線 LAN 規格である 2.4 GHz 帯の IEEE 802.11b/g/n のアクセスポイント機能を持たせ、既存の市販無線端末により地域情報を提供するウェブサイトの閲覧、ストリーミング映像サイトの閲覧、テレビ電話アプリケーションによるインターネット上の通信相手との通話などが可能であることを実証しました。

マルチホップネットワークの構築に当たっては、IEEE 802.22 と IEEE 802.11af のシステムには、電波の発射が許可されている周波数の中から、図4に示すように異なる周波数を運用周波数として割り当てました。

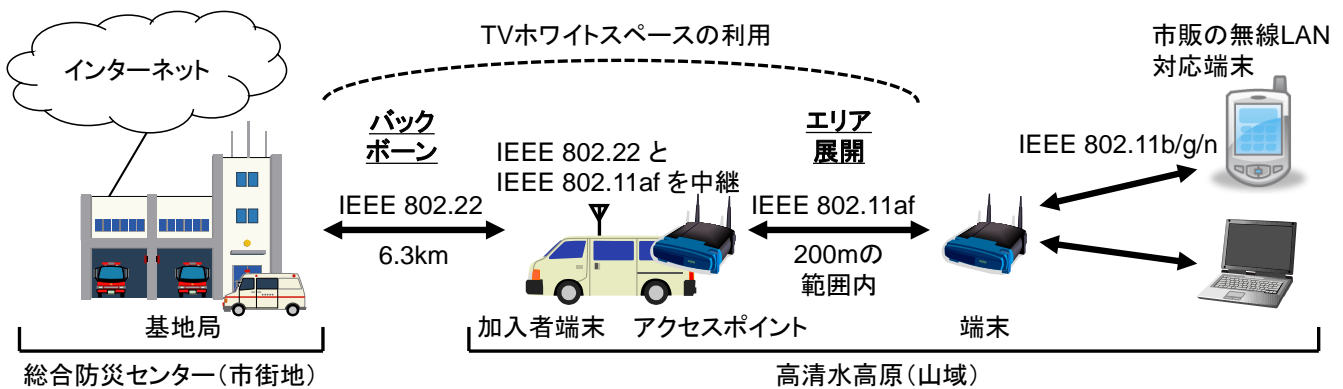


図3 IEEE 802.22 と IEEE 802.11af を組み合わせたマルチホップネットワークの構築

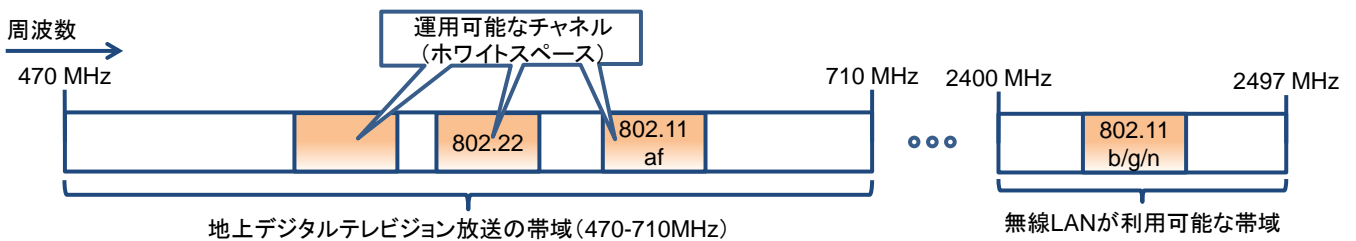


図4 マルチホップネットワーク構築時のチャンネル利用のイメージ

3. IEEE 802.22 を拡張した複数チャンネル運用機能により、より高速な無線通信を実証

テレビ放送帯におけるホワイトスペースは、図 4 に示すように必ずしも連続したチャンネルが利用可能であるとは限りません。ホワイトスペースとなる電波資源をさらに有効利用するためには、断片的に利用可能なチャンネルを組み合わせ、同時に利用してより高速な通信を行うということが有効です。そこで、日立国際電気は、IEEE 802.22 規格に基づき新たな機能を設計し、複数のテレビチャンネルを同時に利用して高速通信が可能な機能を併せて開発しました。この機能を用いて実験を行った結果、2 チャンネル分の帯域幅を用いて、6.3 km の地点間を下り 15.5 Mbps、上り 9.0 Mbps で伝送することに成功しました。今回開発した方式はオプションユニットの簡易な増設によって運用可能なチャンネル数を増やすことができるよう設計されており、利用可能なチャンネル数に応じてさらに高速な通信も実現することが可能です。これにより、地域ごとのブロードバンド需要などに合わせた柔軟なインフラの構築が可能となります。

なお、本実験は実験試験局免許を取得し、関係機関との慎重な運用調整を経て実施したものです。

過去の報道発表:

- [1] テレビの周波数を利用した国際標準無線 LAN システムの実証実験に成功
独立行政法人情報通信研究機構 (2012 年 10 月 16 日)
<http://www.nict.go.jp/press/2012/10/16-1.html>
- [2] テレビの周波数帯を利用する国際標準 IEEE 802.22 地域無線システムの実証実験に成功
独立行政法人情報通信研究機構、株式会社日立国際電気 (2013 年 1 月 23 日)
<http://www.nict.go.jp/press/2013/01/23-1.html>
<http://www.hitachi-kokusai.co.jp/news/news130123.html>

参考文献:

- [1] 石津 他, “一次利用局を保護し二次利用局間の共存が可能な IEEE802.11af / IEEE802.22 ホワイトスペース通信ネットワーク,” 電子情報通信学会 技術報告, SR2013-58, 2013 年 10 月.
- [2] 長谷川 他, “IEEE 802.22 無線伝送装置の試作機開発,” 電子情報通信学会 技術報告, MW2013-96, pp. 47-52, 2013 年 9 月.
- [3] 水谷 他, “TV ホワイトスペース利用無線 LAN システム IEEE 802.11af/D5.0 準拠ハードウェア試作機,” 電子情報通信学会 技術報告, SR2013-65, 2013 年 10 月.
- [4] 長谷川 他, “TV ホワイトスペースにおける屋外実証実験(1)―遠距離無線伝送試験―,” 電子情報通信学会 総合大会, 2014 年 3 月.
- [5] 石津 他, “TV ホワイトスペースにおける屋外実証実験(2)―異種無線マルチホップネットワーク―,” 電子情報通信学会信学 総合大会, 2014 年 3 月.