

# ホワイトスペース活用によるUHF帯広帯域無線伝送システム に関する調査検討会報告書【概要版】

平成24年3月  
九州総合通信局

## 要旨

九州総合通信局では、平成23年度にホワイトスペース（地デジ放送の空きチャンネル）を活用した無線アクセスシステムに関する調査検討会を開催し、技術的検討や試作機による実証試験等を実施しました。

その結果、従来の無線LAN等では、地形や建物によって電波が遮られて通信が難しかった場所でも、ホワイトスペースを活用した無線アクセスシステムを使用すれば通信が可能となる場合があり、通信エリアが約10倍に広がるなど、その有効性を実証することができました。

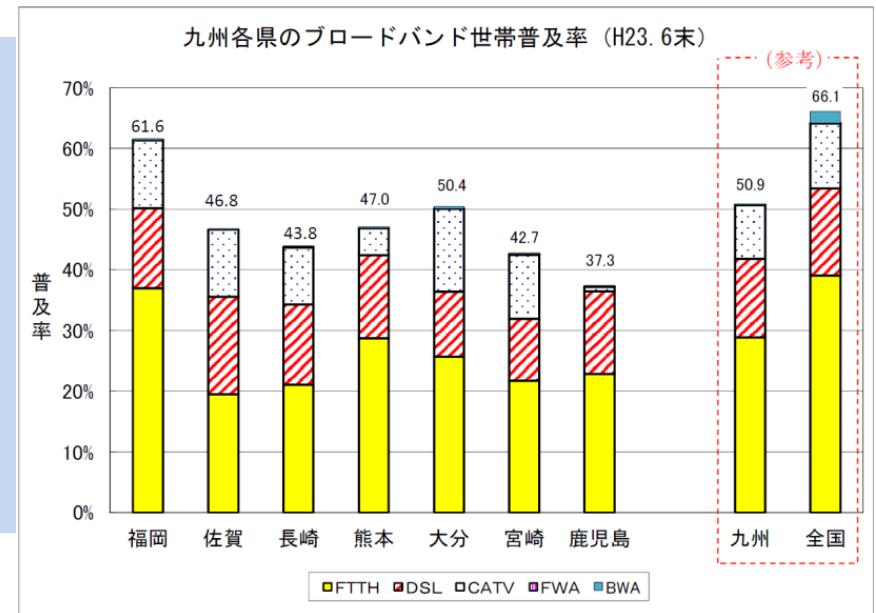
今後は、本システムの実用化に向けて、地デジ放送との混信保護等の技術基準を策定するための調査検討などを継続して実施していく予定です。

# 第1章 調査検討会の背景と目的

## ◎ 背景・目的

### ○九州の情報通信基盤整備の課題

- ①ブロードバンド普及率が全国と比べて非常に低い
  - ⇒中山間地に居住する世帯が多いという地理的な条件が一因
  - ⇒既存の有線、無線の通信回線は伝送特性・容量による制約やコスト面が課題
- ②非常災害時の情報収集・伝達体制が不十分
  - ⇒多様な通信手段の確保が必要
- ③周波数の確保が困難
  - ⇒中山間地における無線回線の構築には、遮蔽に強い性質をもつVHF帯、UHF帯の周波数の使用が有効であるが、周波数は逼迫しており、専用の周波数を新たに確保することは非常に困難



### ○課題解決のために

山陰等にもある程度回り込む性質を持つUHF帯のホワイトスペースを活用した広帯域無線伝送システム(WS-UHF帯無線アクセスシステム)の実用化を目指す

⇒平成23年度は、試作機による実証試験等により、その有効性を検証する

## ◎ 試験場所、周波数の検討

### ○試験場所 ⇒ 宮崎県えびの市

#### (選定理由)

- ・地デジ放送のホワイトスペースが多い  
(宮崎県の地デジ放送事業者は3者)
- ・平野部から山間部まで、さまざまな伝送路で伝搬試験が可能 等

### ○試験周波数 ⇒ 中心周波数 605MHz

#### (地デジ35ch)

#### (選定理由)

- ・えびの市周辺のホワイトスペースから選定

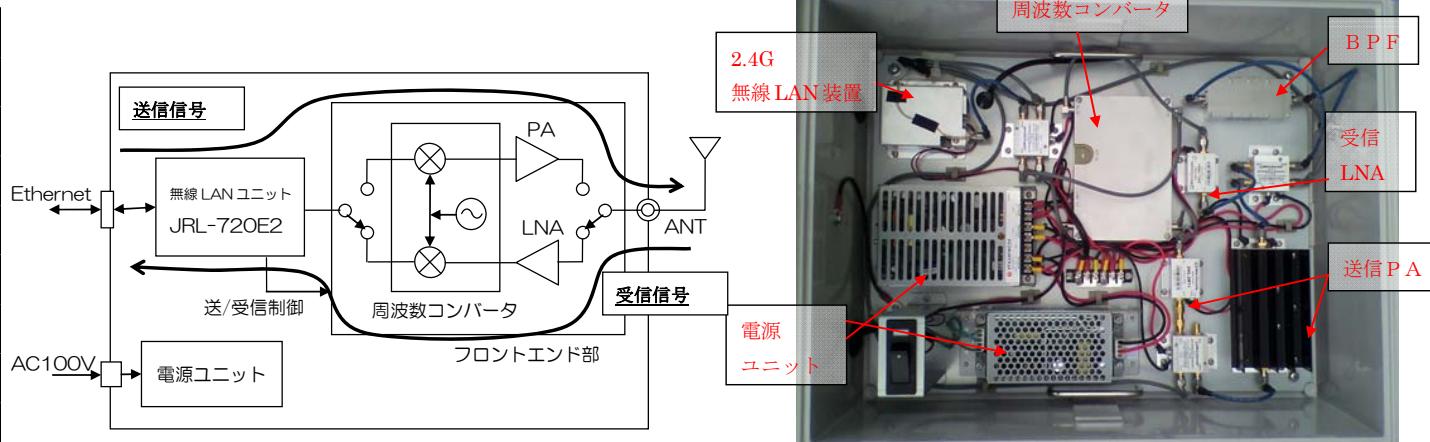
## 第2章 実証試験のための事前準備

### ◎ 実証試験装置の試作

既存の無線アクセスシステムとの比較等によりWS-UHF帯無線アクセスシステムの有効性を実証するために、実証試験用の装置を以下のとおり試作した。

周波数	605MHz
占有周波数帯幅	5MHz及び10MHz
伝送容量	5MHzシステム:1.5/2.25/3/4.5Mbps 10MHzシステム:3/4.5/6/9Mbps
変調方式	OFDM:BPSK、QPSK以上
送信出力	10mw/MHz
アンテナ	八木型アンテナ 10dBi以上 八木型アンテナ 15dBi以上 高利得無指向性アンテナ 5dBi以上

試作装置の主な諸元



試作装置のブロック図

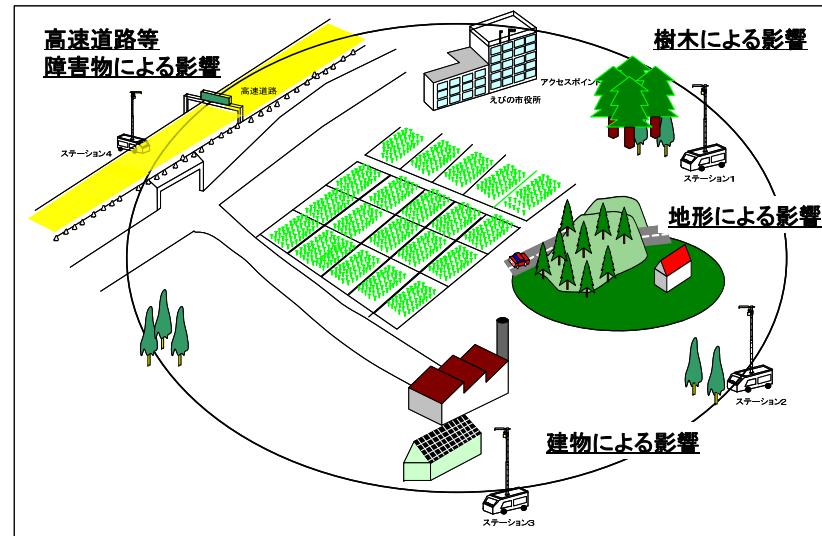
試作装置の機器配置図

### ◎ サービスエリアの机上検討及び測定ポイントの選定

WS-UHF帯無線アクセスシステム(605MHz)及び既存の無線アクセスシステム(2.4GHz無線LAN)の性能(サービスエリア)を比較するため、見通し地点間及び障害物の影響による電波伝搬特性の机上検討を行った上で、見通し地点及び障害物(樹木、リッジ(地形)、高速道路・建物、屋内)による影響を確認するため、それぞれの条件に合致する測定ポイントを選定した。

測定ポイント選定数

見通し地点	7ヶ所
障害物による影響	
樹木による影響	18ヶ所
リッジ(地形)による影響	4ヶ所
高速道路・建物による影響	7ヶ所
屋内との通信	2ヶ所



障害物による影響測定イメージ図

# 第3章 実証試験

第2章で選定した測定ポイントでWS-UHF帯無線アクセスシステム試作機(605MHz)及び既存の無線アクセスシステム(2.4GHz帯無線LAN)による電波伝搬試験を実施し、その結果の評価を行った。

## ◎ 見通し地点間

- ・見通し区間では、受信電界強度は自由空間損失の計算値とよく合致した結果を得た。
- ・長距離通信では、11.6kmの地点では-83dBmの受信電界で良好な通信状況であったが、16.6kmでは-85dBmの受信電界が得られたものの、樹木等障害物の影響によりパケットロスが50%以上と多く通信回線としては成立しなかった。

## ◎ 障害物による影響

### ○樹木による影響

- ・樹木の葉、枝等の障害物がある場合でも、WS-UHFは減衰量が20dB程度で回線は良好に確保できた。
- ・樹木の障害物の位置がアンテナに近いほどフレネルゾーンをさえぎる量が大きいため損失が多く発生する。
- ・アクセスポイントからの距離と受信電界強度は、自由空間損失による受信電界計算値の-10~-25dBの幅に分布する結果となった。また、8割以上の地点で差が10dB以下となった。
- えびの市のような郊外型の都市では、障害物による減衰係数である土地係数-10dBを目安とした回線設計を行うことの妥当性が確認できた。

### ○地形による影響

- ・リッジ回折については、リッジ深さによる回折損に加え、樹木等の障害物による約10dBの損失を目安に回線構成が可能。ただし今回確認できたリッジの深さについては、1段のリッジで10~20m程度であり多段および深いリッジ回折についてはさらなる検討が必要。

### ○建造物等による影響

- ・鉄骨作りの工場の直近と500m程度離隔した場合では、建物から離れるほど電波の回り込みが発生して減衰量が少くなり、端末側のアンテナ高に依存しない結果となった。
- ・鉄筋コンクリートの建物の場合は、-20dB以上の減衰となるが、反射や回り込みによる通信ができることが確認できた。

### ○高速道路による影響

- ・送受信点間が見通しの状態から、アンテナ高を下げてアクセスポイントが非可視になった場合に、2.4G無線LANは回線が急激に劣化するのに対して、WS-UHFは減衰量の劣化がゆるやかであり、ある程度非可視であっても回線が構築できることが確認できた。

### ○屋内との通信

- ・今回実施した木造建築物屋内における通信試験では、屋外と屋内の障害物損失は-27dB以下であった。
- ・サンプル数は少ないが、木造建築物の屋内損失を-30dB程度考慮することにより屋外と直接通信が可能であると推定。



WS-UHF帯無線アクセスシステムは、既存の2.4GHz帯無線LANでは回線構築ができない人工構造物、樹木、浅いリッジ等の障害物による遮蔽がある場合でも、電波の回り込み等により約10倍のエリアで回線構築が可能であることを確認できた。

# 第4章 まとめ

## ○調査検討結果の総括

第1章で述べた九州の情報通信基盤の課題に対する「WS-UHF帯無線アクセスシステム」の有効性の検証結果は以下のとおり。

### ①ブロードバンド普及に対する有効性

- ・第3章の実証試験結果で示したとおり、中山間地のブロードバンド整備の障害となる地理的な条件を克服するためには、UHF帯のホワイトスペースを活用することが有効であることを実証できた。
- ・ただし、今回使用した実証試験装置は伝送速度(スループット)が最大3Mbps程度であるため、伝送速度の高速化や複数チャンネルの使用等を検討することが必要である。

### ②非常災害時の情報収集・伝達手段としての有効性

- ・非常災害時の通信に必要とされるデータは、避難情報、安否情報等のテキストデータや災害発生場所の映像等の比較的小容量のデータであるため、遮蔽に強く通信可能距離が長い本システムは、非常災害時の通信手段として様々な場面で活用が可能。

### ③周波数の確保

- ・それぞれの地域、周波数に応じて十分な干渉検討が必要ではあるが、本調査検討会の主たる対象である中山間地域においては、WS-UHF帯無線アクセスシステムによる通信回線を構築するための十分なホワイトスペースの存在が見込める。

## ○今後の課題

### ①装置の開発等

#### ・装置の広帯域化

单一の装置で地デジ周波数帯の全域をカバーするためには、特に無線部の広帯域設計技術の確立が必要。

#### ・マルチバス対策

UHF帯では見通し外でも回り込みおよびリッジ回折が期待でき到達距離も遠くまで伝送が可能であるが、一方、直接波と反射波及び回折波の相互干渉により回線品質の劣化を生じるため、この対策として、ダイバーシティ、遅延等価方式等の回路を登載する必要がある。

#### ・小型、軽量、低消費電力かつ安価なシステムの実現

既存の2.4GHz帯無線LANと同等の小型、軽量、低消費電力化のためには、回路を専用のIC化することが必要。

#### ・伝送データの高速化

伝送レートの高速化にはQPSK、16QAM、64QAM等の多値伝送化が有効。しかし、多値化することにより受信感度が悪くなるため通信可能な距離が短くなる。山間部のラスト1マイル的な使用法では通信距離が長いBPSKおよびQPSKでの運用が有効であると言える。

### ②地上デジタル放送への与干渉に関する保護基準等の確立

- ・本調査検討会において有効性を実証したWS-UHF帯無線アクセスシステムについて、早期の実用化を図るためには、地上デジタル放送との共用条件を明らかにするために、与干渉に関する保護基準策定のための検討が必要。

- ・WS-UHF帯無線アクセスシステム相互間の共用条件についても検討を行い、技術基準及び運用ルールを策定していくことが必要。

## 【参考】

### WS-UHF帯無線アクセスシステム利用サービスのイメージ例

ブロードバンド環境の整っている市役所から山間の出張所へWS-UHF帯無線アクセスシステムで中継して、出張所等をアクセスポイントとして周囲へサービスを行うイメージ例。

利用シーンとして

- ・定点洪水監視(動画監視)
  - ・独居老人の見守り
  - ・災害現場へ移動しての動画画像伝送
- 等が考えられる。

