

## 第4章 まとめ

### 4.1 調査検討結果の総括

「1.1.6 調査検討の目的」で述べたとおり、九州地域の情報通信基盤の整備の課題として、以下の項目が挙げられる。

- ・ ブロードバンド普及率が全国と比べて非常に低い。
- ・ 非常災害時の情報収集・伝達体制が不十分。
- ・ 中山間地における無線回線の構築には、遮蔽に強い性質を持つVHF帯、UHF帯の電波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困難。

本調査検討会では、こうした課題の解決のために、ホワイトスペースを活用した無線アクセスシステムによる無線回線の構築が有効であることを、机上検討及び試作機を使用した実証試験により検証することを目的として開催した。

以下、それぞれの課題についての検証結果を整理する。

#### (1) ブロードバンド普及に対する有効性

「3.3 実証試験まとめ」に示したとおり、既存の2.4GHz帯無線LANの通信エリアが市街地では概ね半径1km以内であり、かつ、障害物がある場合は全く回線が確保できないのに対して、WS-UHF帯無線アクセスシステムの通信可能エリアは、見通し地点間では11km以上であり、建物等の人工構造物、樹木やある程度の地形（浅いリッジ）等の障害物がある場合でも、回線構築が可能であることが確認できた。

「1.1.2 九州地域の地理的条件」に述べたとおり、九州地域のブロードバンド普及率が低い要因の一つが中山間地に居住する世帯の多さにあり、また、FWAの普及が進まない理由も地形による遮蔽で回線整備のコストが増大することが原因であるとすれば、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今回の調査検討により実証できたと考える。

ただし、今回使用した実証試験装置の伝送速度（スループット）は帯域幅5MHzシステムの場合1.3Mbps程度（10MHzシステムの場合は約2倍）であり、単体で中継回線として複数の利用者に広帯域を確保することは困難である。このため、今後は、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。（「4.3 今後の課題」参照。）

#### (2) 非常災害時の情報収集・伝達手段としての有効性

(1)に述べたとおり、WS-UHF帯無線アクセスシステムは地理的条件が不利な場合でも通信可能エリアが広いことが実証された。

さらに、非常災害時の通信に必要とされるデータが、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ことを考慮すると、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と考えられる。（「4.2 想定される利活用アプリケーション参照。」）

### (3) 周波数の確保

「1.3.1 実証試験の条件」に示したとおり、今回の試験場所である宮崎県えびの市については、比較的多くのホワイトスペースが存在すると見込まれる地域であることを理由に選定した。

実際に、既存の地上デジタル放送局への影響の計算結果は、「表 1.3.1 実験試験局混信検討結果」に示したとおり、34～36 チャンネルの三つのチャンネルについては、えびの市全域でホワイトスペースとして使用可能であり、また、「図 1.3.2 えびの市役所到来電界強度」に示した各チャンネルの状況を見れば、さらに数倍のチャンネルがホワイトスペースと使用可能であると推測される。

今回、混信検討を行ったチャンネル以外の周波数を使用する場合や、えびの市以外の地域の場合には、それぞれ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ことが、えびの市の状況から類推できる。

ただし、地上デジタル放送のホワイトスペースの状況は地域によって大きく異なるため、本システムの実用化に向けては、地上デジタル放送への与干渉に関する保護基準等を早期に策定して、使用の可否を個別に検討できる体制の確立が必要である。

(4.3 今後の課題参照。)

#### 4.2 想定される利活用アプリケーション

利用者数や地形的な条件で光ファイバ等や無線LANによるネットワーク環境の構築が難しい深山間部、狭空間地域等（ブロードバンド・ゼロ地域）において、本実証試験で行ったシステムの適用によりブロードバンド環境の構築に有効であることは前述した。

その想定されるアプリケーションおよび利活用のシーンについて述べる。

##### (1) 想定される利活用アプリケーション

### 1. 地域の安心・安全・絆作り（テキスト・動画）

- ・ 独居老人見守りシステム
- ・ インターネットシステムサービス
- ・ 地域コミュニティ向け情報（巡回診療等）
- ・ 地域ワンセグ放送による観光情報の提供
- ・ 有害獣による森林・農作物被害対策

### 2. 防災・災害情報収集、伝達（データ・動画）

- ・ ハザードマップ地域の災害状況監視（津波、土砂崩れ、洪水等監視）
- ・ 災害時に現場へ出動し災害対策室へ画像を送る
- ・ センサーネットワーク情報の伝送（冰雪、凍結、霜、河川水位等）
- ・ 災害時に携帯電話等普通時の緊急連絡手段
- ・ 災害時の避難所情報の収集、安否確認等
- ・ ブロードバンドを生かしまスメディアとの連携による情報提供

### 3. 環境情報サービス（エネルギーグリッドと情報グリッド統合（データ）

- ・ 深山間部に設置された風車・ソーラー発電の動作監視、遠隔制御
- ・ 日照時間、降雨量等の情報伝達及び自動化システムを構築することにより遠隔で制御が可能（例：ビニールハウスの屋根開閉、スプリンクラーの開閉）

## (2) アプリケーションイメージ

図 4.2.1 に本実証実験で動作を確認した 2 段中継の場合のシステム導入イメージを示す。

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 で中継し、出張所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である。

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

について示す。

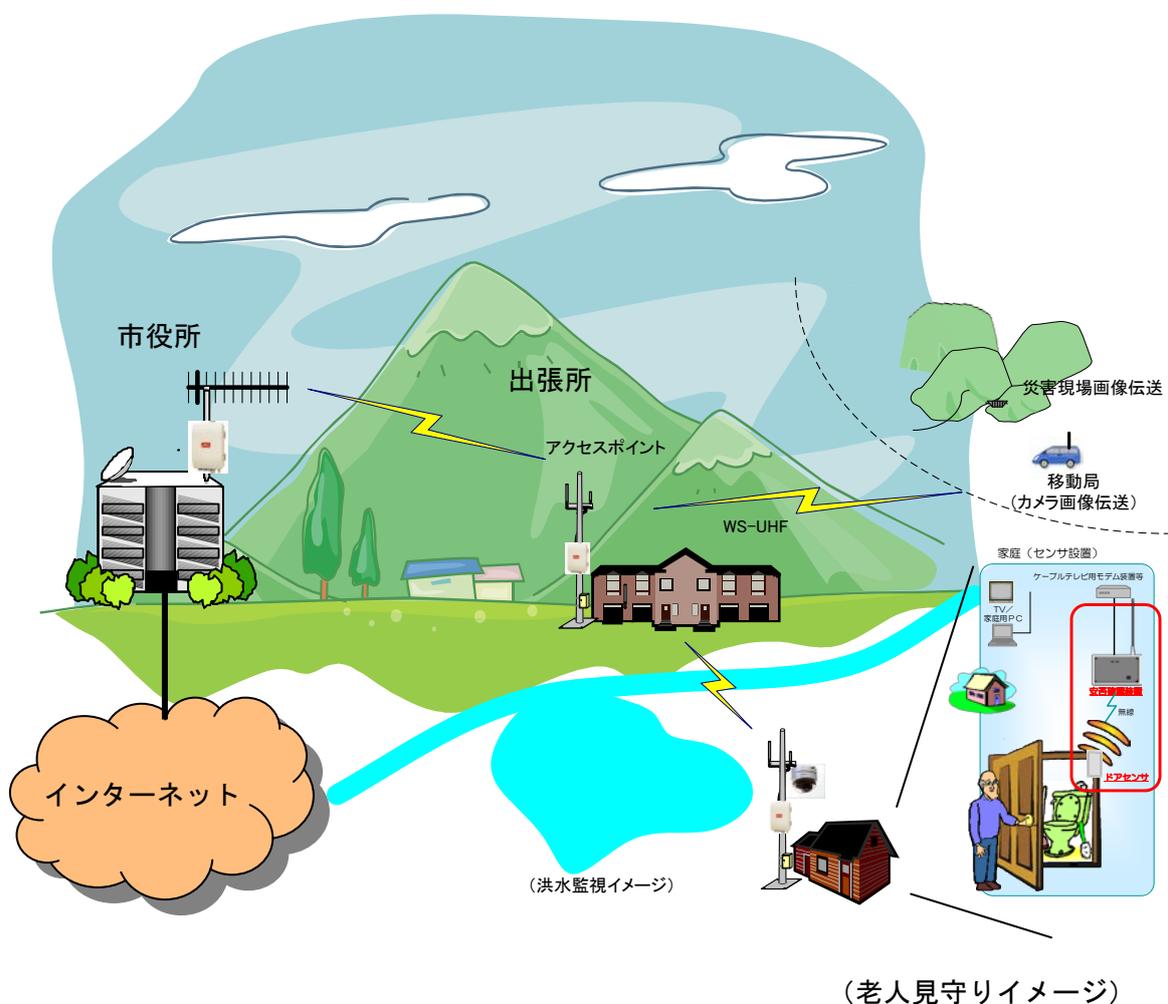


図 4.2.1 利用サービスイメージ図

### 4.3 今後の課題

#### 4.3.1 装置の開発等

##### (1) 広帯域対応

地上波デジタルテレビの周波数幅全域（470MHz～710MHz）（比帯域が50%以上）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である。比帯域が5%を超える場合は特に送受信フィルタ、送信増幅器、周波数発振器の広帯域設計または、周波数帯域をいくつかに分けバンド切り替えによる方法などが必要であり回路が複雑化し大型化、消費電力の増加、高価格化する恐れがある。

##### (2) マルチパス対策

本実証試験でも確認できたように 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。

この場合、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。

この対策として、ダイバシチまたは遅延等価方式が用いられ、それらの回路を搭載する必要がある。

ダイバシチは、あらかじめアンテナおよび受信回路を2系統装備する。このアンテナは伝搬上の相関がないように配置する必要があり通常5～10λの離隔が必要である。この2経路の受信信号をモニタしエラーの少ない電波を選択する等の方法をとる。また遅延等価方式は、受信回路は1回路搭載し受信信号をDSP等にてデジタル処理し直接波と遅延波を分離する等の方法がある。伝送速度が速くなると処理スピードを上げる必要があり回路が複雑になり消費電力が多くなる。

##### (3) 小型、軽量、低消費電力かつ安価なシステムの実現

現行の2.4GHz無線LANシステムは、消費電力5W以下、汎用型の価格は数千円からあり非常に廉価である。また、大きさは以下の例に示すように小型化されている。また、装置組み込みとして専用IC化およびモジュール化により非常に小型化されている。



一体型例：100×105×22mm



組み込みユニット例：36×40×7mm

図 4.3.1 2.4G 無線 LAN システム外観図

一方、WS-UHF において小型、軽量、低消費電力化のためには専用の IC 化が必要である。また、IC 化しない場合に現行の技術にて設計した場合のイメージは本体のみで

- ・ 大きさ：150×100×30mm程度
- ・ 消費電力：20W
- ・ 価格：数万円～数十万円（台数による）

他に電源等が必要である。



図 4.3.2 WS-UHF システム外観イメージ図

#### (4) 伝送データの高速化検討

本実証試験では変調方式を BPSK 符号化率を 1/2 と固定化して試験を行った。

その結果、伝送帯域 5MHz システムにおいて 1.3Mbps の低レートであった。

伝送レートの高速化には IEEE802.11 規格で適用されている QPSK、16QAM、64QAM といった多値伝送化が有効である

各変調方式による通信距離比を表に示す。

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。

本調査検討会の主眼である山間部のラスト 1 マイル的な使用方法では通信距離を伸ばすために有効な BPSK および QPSK での運用が有効であると言える。

表 4.3.1 変調方式と主な特性

変調方式		BPSK		QPSK		16QAM		64QAM	
符号化率		1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4
伝送レート 〔Mbps〕	BW=20MHz	6	9	12	18	24	36	48	54
	BW=10MHz	3	4.5	6	9	12	18	24	27
	BW= 5MHz	1.5	2.25	3	4.5	6	9	12	13.5

主な特性

変調精度 [dB]	*1	-5	-8	-10	-13	-16	-19	-22	-25
受信感度比 [dB]	*2	0	1	3	5	8	12	16	17
通信距離比〔倍〕	*3	1	0.89	0.71	0.56	0.40	0.25	0.16	0.14

\*1 変調精度 : IEEE802.11 規格

\*2 受信感度比 : BPSK(1/2)を 0dB (基準)とした場合に各方式で同等の回線品質を得る場合の  
所用受信電力比

\*3 通信距離比 : BPSK(1/2)を基準とした場合の通達距離 (自由空間伝搬を想定)

#### (5) 通信プロトコルについて

広く普及している無線 LAN システムは IEEE802 に準拠している。WS-UHF システムにおいても当規格を適用できれば無線 LAN と同じアプリケーション等流用できるためメリットがある。商用化において、当規格が適用できるか検討が必要がある。

#### 4.3.2 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

総務省が開催している「ホワイトスペース推進会議」では、ホワイトスペースの中でも特に利用ニーズの高い地上テレビジョン放送用周波数帯において、様々なシステムがホワイトスペースを共用するために必要となる技術面、制度面及び運用面における方向性を取りまとめた「ホワイトスペース利用システムの共用方針～地上テレビジョン放送用周波数帯における共用方針～」を平成 24 年 1 月 24 日に公表した。

この共用方針では、ホワイトスペース利用システム間の割当て上の優先順位を、

- 1 地上テレビジョン放送
- 2 特定ラジオマイク

- 3 エリア放送型システム、センサーネットワーク、災害向け通信システム等のホワイトスペース利用システム（注：別途混信防止措置などの技術的な検討を行うことが前提となるが、このほかホワイトスペースを利用するシステムとして無線ブロードバンドシステム等、様々なシステムの導入の検討がなされる場合には、同等の取扱いをすることが適当）

とした上で、ホワイトスペース活用のために必要となる技術面での検討事項について、「まずはホワイトスペース利用の早期開始が見込まれるエリア放送型システム及び特定ラジオマイクに関する検討が必要となるが、追って他のホワイトスペース利用システムについても同様の検討が必要となる。」として、以下の項目が挙げられている。

- ・エリア放送型システムの検討で用いられている基準や国際的な動向等を参考にしつつ地上テレビジョン放送との混信防止を担保するための技術的な検討
- ・移動しながら運用するような利用形態においても、混信防止を担保するための技術的な方策があるかどうかの検討
- ・エリア放送型システム及び特定ラジオマイクを同一周波数（又は同一チャンネル）で利用する場合の所要離隔距離及び同一場所で利用する場合の所要離隔周波数等の技術的な検討
- ・現行では混信防止を担保するために免許制度の下での運用が考えられるが、将来的には、混信防止を担保するために新たな技術的な方策が確認できた場合の制度面での対応の検討

したがって、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も、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を進めていく必要がある。

また、本システムの実用化に当たっては、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必要がある。