

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

平成24年3月

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

《巻頭言》

無線通信資源のさらなる有効利用に向けて

情報通信の利用が引き続き拡大していることは、様々な形で報告されています。中でも、無線通信の利用増大は著しく、ここ数年は、毎年3倍近くに増加しており、今後も増加し続けるであろうと予想されています。また、無線通信を行うデバイスの数も、2015年には、その年の人口(約72億)にも匹敵する数に達すると予想する報告もあります(Cisco Visual Networking Index)。

一方で、情報通信に適した周波数の領域は、限られており、しかも、それらの多くの利用については、すでにそれぞれ特定の用途に限られております。そして、研究論文等において、特定用途に割り当てられた個々の周波数の利用率は必ずしも高くなく、利用改善の余地が十分にあることが報告されています。

総務省においても、電波政策懇談会が開催され、その報告書において、電波利用の質・量が爆発的に拡大し、今後10年間で、トラヒックは現在の200倍以上の規模へ拡大することが指摘されており、それに対応する技術として、「周囲の電波利用環境やサービス品質を適切に把握し、最適な周波数帯・通信方式やネットワーク・システム等をダイナミックかつ柔軟に選択し通信すること等により、周波数利用を効率化する技術である」コグニティブ無線技術が紹介されています。

このような状況を背景として、本研究会においては、新たな無線資源の利用方法を検討するための基礎的な実験を実施致しました。今回の実験を通じまして、使用することができました周波数は、伝搬特性および通信可能帯域の点において、優れた特性を備えていることが示されました。このような優れた特性の無線資源を有効に利用するためには、多くの技術開発がさらに必要になります。本報告書が、今後の情報通信システムを検討するにあたり、有益な情報を提供することができ、無線通信資源のさらなる有効利用の検討の活性化にお役に立つことを期待しております。

「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」

座長 尾家祐二(九州工業大学 理事・副学長)

目 次

巻頭言

第1章 調査検討会の背景と目的	1
1. 1 背景と目的	1
1. 2 調査検討項目と検討内容	9
1. 3 実証試験の条件、試験周波数等の検討	12
第2章 実証試験のための事前準備	21
2. 1 実証試験装置の基本性能	21
2. 2 サービスエリアの机上検討	30
2. 3 通信試験地点の選定	40
第3章 実証試験	54
3. 1 干渉波の確認	54
3. 2 実証試験	55
3. 3 実証試験まとめ	81
第4章 まとめ	85
4. 1 調査検討結果の総括	85
4. 2 想定される利活用アプリケーション	87
4. 3 今後の課題	89
《付録》	
○付録1：開催要旨、要綱、構成員等	92
○付録2：実証試験装置仕様書	98
○付録3：実証試験結果	122

第1章 調査検討会の背景と目的

1.1 背景と目的

1.1.1 九州地域のブロードバンド回線普及状況

総務省では、「次世代ブロードバンド戦略 2010」に基づき、平成 22 年度末を達成年限としたブロードバンド・ゼロ地域の解消や、携帯電話不感地帯の解消を実現し、デジタル・ディバイドを解消するための具体的施策について検討を行うため、平成 19 年 10 月から「デジタル・ディバイド解消戦略会議」を開催し、平成 20 年 6 月に最終報告書を取りまとめ、公表した。この報告書を踏まえ、デジタル・ディバイド解消に関するマスタープランとして、「デジタル・ディバイド解消戦略」が取りまとめられ、この「デジタル・ディバイド解消戦略」に基づく取組により、ブロードバンド・ゼロ地域については、平成 22 年度末でほぼ解消した。

また、「次世代ブロードバンド戦略 2010」でブロードバンド・ゼロ地域の解消とともに掲げられた超高速ブロードバンドの世帯カバー率を 90%以上とする目標についても、平成 22 年度末には 92.7%となり達成されている。

しかし、平成 23 年 9 月末時点で九州管内の約 12 万世帯が FWA（無線 LAN）、衛星 BB、3.5G 携帯電話のみがカバーしている地域に存在している。これらの地域のほとんどは光ファイバや CATV の迅速な普及が困難な離島や山間部であり、ブロードバンド・ゼロ地域解消後も、コストの問題や伝送速度の問題で実際のブロードバンド世帯普及率の向上には困難が予想される。

実際に、平成 23 年 9 月末の時点での九州のブロードバンド世帯普及率は 52.0%であり、全国平均の 67.0%を 15 ポイントも下回っており、県ごとの世帯普及率についても福岡県以外は全国の下位に集中している。

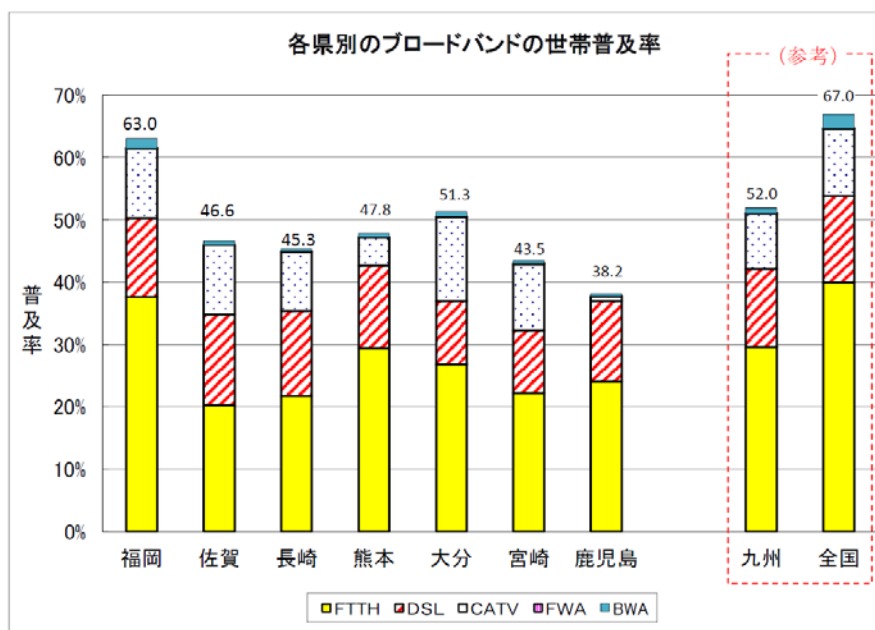


図 1.1.1 九州各県のブロードバンド世帯普及率

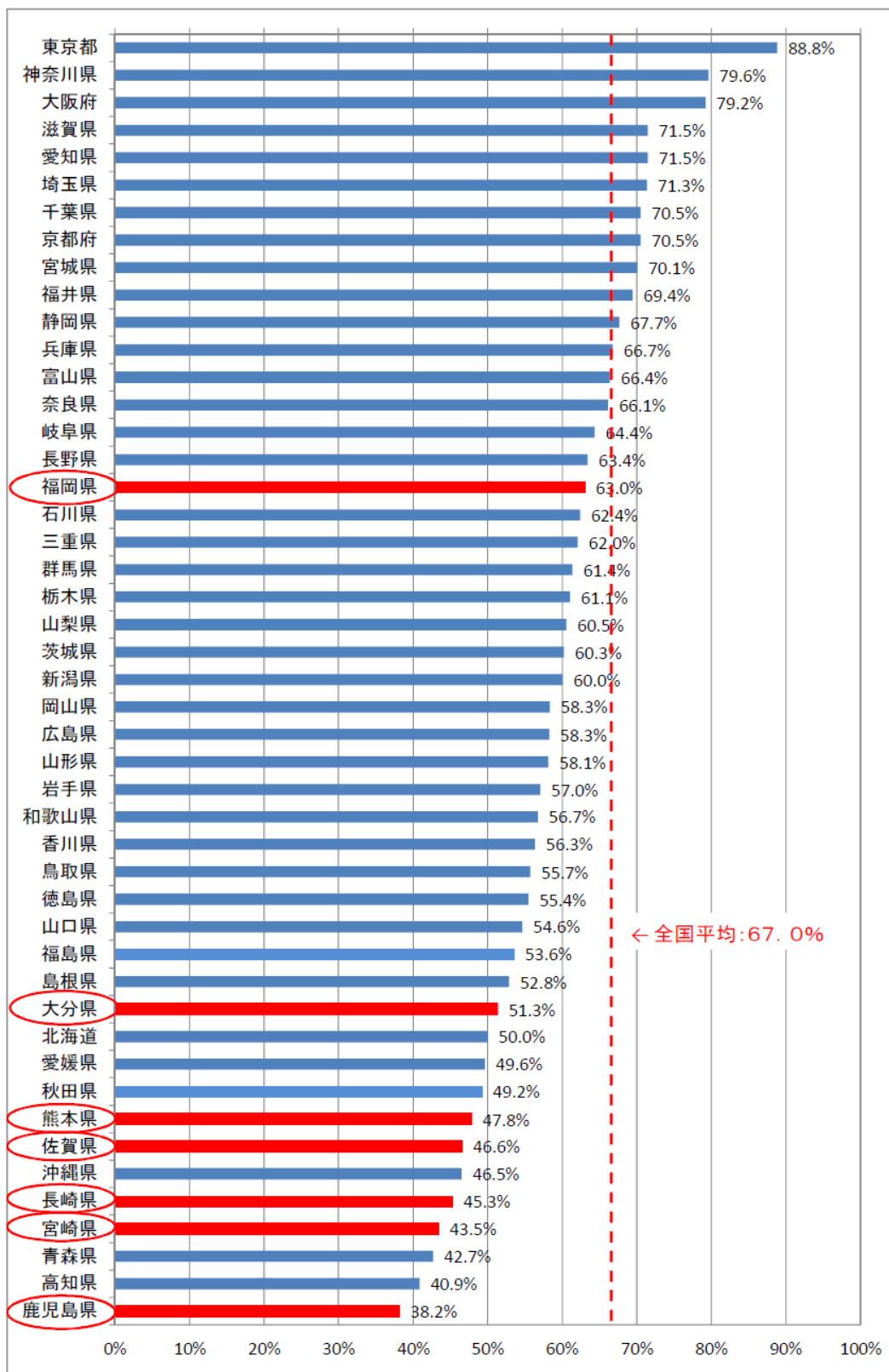


図 1.1.2 都道府県別のブロードバンドの普及状況（世帯普及率）

九州地域のブロードバンド普及率が他の地域に比べて相対的に低い原因については、地理的な要因や経済的要因、高齢化の進展等、様々な要因が考えられるが、いずれにしても、こうした状況の中で、九州地域のデジタル・ディバイドを効果的に解消していくためには、九州地域の地理的条件等や社会的ニーズに対応したブロードバンドの普及策が必要だと考えられる。

1.1.2 九州地域の地理的条件

九州地域のブロードバンド普及率が低い要因の一つとして、光ファイバ等の有線によるブロード基盤の整備が遅れていることが上げられる。

FTTH 又はケーブルインターネットの整備を前提とした超高速ブロードバンドの整備状況を見ると、平成 23 年度末の九州の利用可能世帯率は 82.0%で全国平均の 92.7%を大きく下回っている。

表 1.1.1 ブロードバンド基盤の整備状況

【2011年3月末】

都道府県名	ブロードバンド 利用可能世帯率(%)	超高速ブロードバンド 利用可能世帯率(%)	都道府県名	ブロードバンド 利用可能世帯率(%)	超高速ブロードバンド 利用可能世帯率(%)
北海道	99.9	85.5	滋賀県	100.0	99.7
青森県	99.9	77.7	京都府	99.9	96.3
岩手県	99.4	79.3	大阪府	100.0	100.0
宮城県	99.9	91.2	兵庫県	100.0	96.6
秋田県	99.8	77.6	奈良県	99.9	99.4
山形県	99.9	81.0	和歌山県	99.9	95.7
福島県	99.7	86.6	鳥取県	100.0	86.9
茨城県	99.9	84.2	島根県	99.8	81.2
栃木県	100.0	96.6	岡山県	100.0	83.4
群馬県	100.0	93.1	広島県	100.0	88.2
埼玉県	100.0	98.4	山口県	100.0	89.3
千葉県	100.0	94.3	徳島県	100.0	98.7
東京都	100.0	99.9	香川県	99.9	79.1
神奈川県	100.0	100.0	愛媛県	99.9	90.4
新潟県	100.0	86.8	高知県	99.3	65.0
富山県	100.0	89.7	福岡県	100.0	90.1
石川県	100.0	97.8	佐賀県	100.0	85.4
福井県	100.0	92.4	長崎県	100.0	74.7
山梨県	100.0	87.1	熊本県	99.8	73.8
長野県	100.0	94.5	大分県	99.8	88.4
岐阜県	99.9	92.1	宮崎県	99.9	78.9
静岡県	99.9	85.3	鹿児島県	99.8	68.0
愛知県	100.0	99.7	沖縄県	100.0	87.3
三重県	100.0	100.0	全国	100.0	92.7

※1 ブロードバンド：FTTH、ADSL、ケーブルインターネット、第3.5世代携帯電話、地域WiMAX、FWA

※2 超高速ブロードバンド：FTTH、下り伝送速度30Mbps以上のケーブルインターネット

※3 小数点以下第二位を四捨五入。

※4 事業者情報等から、原則町丁目単位で利用可能の有無を区分し集計を行っているため、その一部のみが利用可能である場合等、誤差が生じる場合がある。

県別の利用可能世帯率でも九州各県は福岡県、大分県を除き、全国の下位に集中しており、ブロードバンド世帯普及率が低いことの要因の一つになっていると推察される。

平成 22 年度に総務省が実施した「過疎地域等における集落の状況に関する現況把握調査」報告書によると、調査対象となった過疎地域等（注）の集落数は九州圏が 15,308（世帯数約 120 万世帯）と最も多く全国の 23.6%を占めており、その内、中山間地の集落数が 8,267（世帯数約 42 万世帯）で 52.3%となっている。

表 1.1.2 地方ブロック別・地域区分別集落数

	地域区分別集落数					
	山間地	中間地	平地	都市的地域	無回答	計
1 北海道	652 (16.5%)	975 (24.6%)	1,661 (42.0%)	571 (14.4%)	98 (2.5%)	3,957 (100.0%)
2 東北圏	3,406 (24.2%)	3,636 (25.8%)	5,473 (38.9%)	1,442 (10.2%)	115 (0.8%)	14,072 (100.0%)
3 首都圏	951 (37.9%)	824 (32.9%)	670 (26.7%)	63 (2.5%)	0 (0.0%)	2,508 (100.0%)
4 北陸圏	608 (34.8%)	388 (22.2%)	672 (38.4%)	80 (4.6%)	0 (0.0%)	1,748 (100.0%)
5 中部圏	2,233 (55.7%)	1,119 (27.9%)	554 (13.8%)	84 (2.1%)	18 (0.4%)	4,008 (100.0%)
6 近畿圏	1,408 (44.6%)	982 (31.1%)	573 (18.2%)	190 (6.0%)	1 (0.0%)	3,154 (100.0%)
7 中国圏	4,614 (36.3%)	4,206 (33.1%)	2,708 (21.3%)	1,135 (8.9%)	31 (0.2%)	12,694 (100.0%)
8 四国圏	2,599 (36.0%)	1,983 (27.5%)	2,111 (29.3%)	523 (7.2%)	0 (0.0%)	7,216 (100.0%)
9 九州圏	3,606 (23.6%)	4,661 (30.4%)	5,773 (37.7%)	1,148 (7.5%)	120 (0.8%)	15,308 (100.0%)
10 沖縄県	36 (12.5%)	56 (19.4%)	197 (68.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	289 (100.0%)
合計	20,113 (31.0%)	18,830 (29.0%)	20,392 (31.4%)	5,236 (8.1%)	383 (0.6%)	64,954 (100.0%)

 : 各地域区分において該当集落数の割合が最も大きい地方ブロック
 : 各地域区分において該当集落数の割合が2番目に大きい地方ブロック

表 1.1.3 地方ブロック別・地域区分別 集落世帯数及び1集落あたりの世帯数

	集落世帯数						ブロック 構成比	集落あたり平均世帯数					
	山間地	中間地	平地	都市的地域	無回答	計		山間地	中間地	平地	都市的地域	無回答	計
1 北海道	35,247 (5.3%)	110,576 (16.6%)	183,655 (27.6%)	320,021 (48.2%)	14,728 (2.2%)	664,227 (100.0%)	(14.2%)	54.1 [652]	113.4 [975]	110.6 [1,661]	560.5 [571]	150.3 [98]	167.9 [3,957]
2 東北圏	146,874 (14.3%)	223,185 (21.8%)	384,797 (37.6%)	254,108 (24.8%)	14,614 (1.4%)	1,023,578 (100.0%)	(21.9%)	43.1 [3,406]	61.4 [3,636]	70.3 [5,473]	176.2 [1,442]	127.1 [115]	72.7 [14,072]
3 首都圏	44,393 (24.9%)	59,948 (33.6%)	55,420 (31.1%)	18,707 (10.5%)	0 (0.0%)	178,468 (100.0%)	(3.8%)	46.7 [951]	72.8 [824]	82.7 [670]	296.9 [63]	- [0]	71.2 [2,508]
4 北陸圏	16,468 (20.3%)	18,611 (22.9%)	36,766 (45.2%)	9,444 (11.6%)	0 (0.0%)	81,289 (100.0%)	(1.7%)	27.1 [608]	48.0 [388]	54.7 [672]	118.1 [80]	- [0]	46.5 [1,748]
5 中部圏	92,805 (36.4%)	81,367 (31.9%)	53,457 (21.0%)	26,177 (10.3%)	1,001 (0.4%)	254,807 (100.0%)	(5.4%)	41.6 [2,233]	72.7 [1,119]	96.5 [554]	311.6 [84]	55.6 [18]	63.6 [4,008]
6 近畿圏	59,311 (22.2%)	81,985 (30.7%)	71,545 (26.8%)	53,940 (20.2%)	0 (0.0%)	266,781 (100.0%)	(5.7%)	42.1 [1,408]	83.5 [982]	124.9 [573]	283.9 [190]	0.0 [1]	84.6 [3,154]
7 中国圏	112,073 (19.9%)	178,065 (31.6%)	159,350 (28.2%)	112,165 (19.9%)	2,444 (0.4%)	564,097 (100.0%)	(12.1%)	24.3 [4,614]	42.3 [4,206]	58.8 [2,708]	98.8 [1,135]	78.8 [31]	44.4 [12,694]
8 四国圏	68,967 (18.4%)	110,670 (29.6%)	150,252 (40.1%)	44,407 (11.9%)	0 (0.0%)	374,296 (100.0%)	(8.0%)	26.5 [2,599]	55.8 [1,983]	71.2 [2,111]	84.9 [523]	- [0]	51.9 [7,216]
9 九州圏	128,547 (10.5%)	288,163 (23.6%)	520,822 (42.7%)	270,838 (22.2%)	10,546 (0.9%)	1,218,916 (100.0%)	(26.0%)	35.6 [3,606]	61.8 [4,661]	90.2 [5,773]	235.9 [1,148]	87.9 [120]	79.6 [15,308]
10 沖縄県	3,845 (7.2%)	7,437 (14.0%)	41,980 (78.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	53,262 (100.0%)	(1.1%)	106.8 [36]	132.8 [56]	213.1 [197]	- [0]	- [0]	184.3 [289]
合計	708,530 (15.1%)	1,160,007 (24.8%)	1,658,044 (35.4%)	1,109,807 (23.7%)	43,333 (0.9%)	4,679,721 (100.0%)	(100.0%)	35.2 [20,113]	61.6 [18,830]	81.3 [20,392]	212.0 [5,236]	113.1 [383]	72.0 [64,954]

 : 各地域区分において該当人口の割合が最も大きい地方ブロック
 : 各地域区分において該当人口の割合が2番目に大きい地方ブロック

(注) 過疎地域等：「過疎地域自立促進特別措置法」に基づく過疎地域市町村、又は、「過疎地域活性化特別措置法」（平成2年4月1日施行、平成12年3月31日失効に基づく過疎地域市町村（当時）

こうした中山間地に居住する世帯数の多さが九州地域のブロードバンド普及率を低下させている一因であると推測される。一方、前述の調査報告書によると、対象集落の84%は半数以上の住民が65歳未満であり、平成22年通信利用動向調査の結果によれば65歳未満のインターネット利用率が88.7%に達していることから考えると、ブロードバンド回線に対する潜在的なニーズは十分に存在すると判断できる。

表 1.1.4 地方ブロック別・高齢者割合 50%以上の集落数

	高齢者(65歳以上人口及び75歳以上人口)割合										合計
	[65歳以上] 100%			[65歳以上] 50%以上100%未満			[65歳以上] 25%以上 50%未満	[65歳以上] 25%未満	無回答		
	[75歳以上] 100%	[75歳以上] 50%以上	[75歳以上] 50%未満	[75歳以上] 50%以上	[75歳以上] 50%未満						
1 北海道	8 (0.2%)	12 (0.3%)	4 (0.1%)	24 (0.6%)	45 (1.1%)	393 (9.9%)	438 (11.1%)	2,622 (66.3%)	685 (17.3%)	188 (4.8%)	3,957 (100.0%)
2 東北圏	27 (0.2%)	28 (0.2%)	10 (0.1%)	65 (0.5%)	139 (1.0%)	823 (5.8%)	962 (6.8%)	11,193 (79.5%)	1,673 (11.9%)	179 (1.3%)	14,072 (100.0%)
3 首都圏	3 (0.1%)	9 (0.4%)	0 (0.0%)	12 (0.5%)	73 (2.9%)	227 (9.1%)	300 (12.0%)	1,468 (58.5%)	294 (11.7%)	434 (17.3%)	2,508 (100.0%)
4 北陸圏	14 (0.8%)	14 (0.8%)	4 (0.2%)	32 (1.8%)	51 (2.9%)	241 (13.8%)	292 (16.7%)	1,223 (70.0%)	201 (11.5%)	0 (0.0%)	1,748 (100.0%)
5 中部圏	20 (0.5%)	9 (0.2%)	13 (0.3%)	42 (1.0%)	157 (3.9%)	676 (16.9%)	833 (20.8%)	2,701 (67.4%)	385 (9.6%)	47 (1.2%)	4,008 (100.0%)
6 近畿圏	11 (0.3%)	11 (0.3%)	5 (0.2%)	27 (0.9%)	136 (4.3%)	398 (12.6%)	534 (16.9%)	2,228 (70.6%)	297 (9.4%)	68 (2.2%)	3,154 (100.0%)
7 中国圏	53 (0.4%)	85 (0.7%)	16 (0.1%)	154 (1.2%)	503 (4.0%)	2,015 (15.9%)	2,518 (19.8%)	8,211 (64.7%)	1,611 (12.7%)	200 (1.6%)	12,694 (100.0%)
8 四国圏	47 (0.7%)	61 (0.8%)	18 (0.2%)	126 (1.7%)	393 (5.4%)	1,231 (17.1%)	1,624 (22.5%)	4,415 (61.2%)	871 (12.1%)	180 (2.5%)	7,216 (100.0%)
9 九州圏	22 (0.1%)	54 (0.4%)	17 (0.1%)	93 (0.6%)	297 (1.9%)	1,704 (11.1%)	2,001 (13.1%)	10,704 (69.9%)	2,217 (14.5%)	293 (1.9%)	15,308 (100.0%)
10 沖縄県	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (1.4%)	10 (3.5%)	14 (4.8%)	147 (50.9%)	119 (41.2%)	9 (3.1%)	289 (100.0%)
合計	205 (0.3%)	283 (0.4%)	87 (0.1%)	575 (0.9%)	1,798 (2.8%)	7,718 (11.9%)	9,516 (14.7%)	44,912 (69.1%)	8,353 (12.9%)	1,598 (2.5%)	64,954 (100.0%)

■: 各高齢者割合において該当集落数の割合が最も大きい地方ブロック
 □: 各高齢者割合において該当集落数の割合が2番目に大きい地方ブロック

表 1.1.5 過去1年間のインターネット利用経験

本人の年齢	過去1年間の インターネット 利用経験の有無 (対象: 無回答除く全員)	
	はい	いいえ
6～12歳	65.5 %	34.5 %
13～19歳	95.6 %	4.4 %
20～29歳	97.4 %	2.6 %
30～39歳	95.1 %	4.9 %
40～49歳	94.2 %	5.8 %
50～59歳	86.6 %	13.4 %
60～64歳	70.1 %	29.9 %
65歳未満↑	88.7 %	11.3 %
65歳以上↓	39.3 %	60.7 %
65歳～69歳	57.0 %	43.0 %
70歳～79歳	39.2 %	60.8 %
80歳以上	20.3 %	79.7 %

(出典: 平成22年通信利用動向調査)

1.1.3 九州地域の FWA の普及状況

一般的に、地理的な条件により光ファイバや CATV の速やかな普及が見込めない地域については、無線 LAN 回線によるインターネット接続環境の整備が有効だと考えられる。

しかし、九州地域の FWA サービスの現状を見ると、平成 22 年度末のサービス事業者数は 12 で年々増加しているが、契約数については平成 19 年度以降は頭打ちとなっている。

表 1.1.6 九州管内の FWA サービス事業者数の推移

年度	H19.3 末	H20.3 末	H21.3 末	H22.3 末	H23.3 末
事業者数	7	7	9	11	12

表 1.1.7 九州管内の FWA アクセスサービス契約者数の推移

契約者数

年月	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島	九州計	全国計
平成17年3月末	55	0	57	10	2	0	23	147	24,658
平成18年3月末	131	0	86	141	40	110	33	541	16,068
平成19年3月末	122	0	437	719	42	304	71	1,695	11,632
平成20年3月末	171	0	616	744	121	416	127	2,195	12,824
平成21年3月末	143	0	451	767	124	453	185	2,123	12,643
平成22年3月末	139	0	553	799	110	802	120	2,523	11,570
平成23年3月末	101	0	592	407	101	789	277	2,267	10,286

FWA の契約者数が伸びない原因としては、光ファイバやケーブルインターネットへの転換が進んでいることも挙げられるが、地理的な要因により、特に山間部等では無線ネットワークの構築費用が高いことによる採算性の問題から整備が進んでおらず、利用可能世帯数が増加していないことが考えられる。

1.1.4 非常災害時の情報収集、伝達手段としての通信回線

地震等の非常災害発生時には、安否確認等を目的とした被災地への音声通話の集中等により電気通信事業者の通信回線が非常に混雑し、電話がつながりにくい状態（輻輳（ふくそう））が発生する。

平成 23 年度に総務省が開催した「大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会」の最終取りまとめによれば、東日本大震災では、利用者からの音声の発信が急増し輻輳状態が発生したため、交換機的设计容量を大幅に超えるトラフィック（通常時の約 50～60 倍）が発生したことを理由に、固定電話では最大 80%～90%、携帯電話では最大 70%～95%の規制が実施されている。加えて、携帯電話・PHS 基地局について、伝送路の被災や停電等により合計約 2 万 9 千局が機能停止している。

平成 23 年度に九州総合通信局が開催した「九州地域における大規模災害発生時の通信

手段確保に関する検討会」の報告書によれば、現在、九州地域の市町村が確保している大規模災害時（発災直後）における被害情報の収集手段は、防災無線（移動系）（66.8%）（同報系）（44.1%）を筆頭に、衛星携帯電話、一斉同報メール、MCA無線、CATV等の手段が上位にあげられている。その他、職員・消防団員等による巡視や、住民からの電話、携帯電話による連絡等による割合が高くなっているが、アンケート調査に回答した九州管内211市町村の84.7%の市町村は大規模災害時の情報収集体制が十分ではないと回答しており、

- ・ 一般電話、携帯電話が使えなかった際の代替通信手段の確保が必要。
- ・ 道路、電気等の寸断により、山間地や孤立集落からの情報収集ができない場合がある。
- ・ 被災現場のリアルタイムの状況把握のため、写真、映像を収集する体制強化が必要。
- ・ 災害時の対応を行う職員確保、少ない要員で情報伝達を行う体制の検討が必要。
- ・ 複数の情報収集手段を確保したいが、自治体単独での整備は予算的に困難。

等が課題として挙げられている。

また、発災時の市町村から住民への情報伝達手段についても、アンケート調査の回答では、現状では防災無線、MCA無線が中心となっており、多様な通信手段の確保の必要性は認識されているが、予算、マンパワーの不足が課題となっている。

1.1.5 ホワイトスペースを活用した無線システムの利用可能性

(1) 広帯域無線アクセスシステム

前述のとおり、光ファイバ等の有線系のブロードバンド基盤の円滑な整備が見込めない地域、特に山間部等では、既存の2.4GHz帯、5GHz帯等の広帯域無線アクセスシステムを使用した回線を構築しようとする場合、地形や樹木による遮蔽により見通し距離が短いため、平地と比較して多くの中継ポイントが必要となり、整備コストが増大することから、普及の妨げになっていると考えられる。

また、既存の無線システムによる回線の構築が可能であったとしても、山間部では整備後に送受信点間の樹木が成長することにより、遮蔽が増大し通信が困難となるおそれもある。

こうしたことから、山間部における無線回線の構築には、既存の無線LANの周波数帯よりも遮蔽に強い性質をもつVHF帯、UHF帯の周波数を使用することが有効であると考えられる。

しかし、現在の周波数が逼迫した状況では、VHF帯、UHF帯において数Mbps以上の広帯域の無線回線を構築するための専用の周波数を新たに確保することは非常に困難である。

一方、山間部等では一般に所在する無線局の数が少なく、また、遮蔽が多いという地形的な特徴が、逆に、外部の無線局との与干渉、被干渉が少ないという利点となっており、通常よりも多くのいわゆる「ホワイトスペース（注）」が存在していると考えられる。

（注）ホワイトスペース：放送用などある目的のために割り当てられているが、地理的・技術的な条件によって他の目的にも利用可能な周波数。

特に、地上デジタル放送の周波数については、

- ・ 地方においては放送事業者の数が少ないこと
- ・ 放送局（親局、中継局）は固定した無線局であり、置局の変動も少ないため、共用条件の検討が容易なこと

などから、広帯域伝送が可能な周波数帯域（地デジの数チャンネル程度のホワイトスペース）を確保できる地域が特に山間部等には多く存在していると考えられる。

したがって、山間部等において広帯域の無線アクセス回線を構築するためには、ホワイトスペースを活用することが有効であり、また、周波数有効利用にも資すると思われる。

(2) 非常災害時の情報収集、伝達手段

総務省が平成 22 年 9 月から開催している「ホワイトスペース推進会議」（座長：土居範久 中央大学教授）が平成 24 年 1 月に取りまとめた「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～」では、ホワイトスペース利用システムの一つとして「災害向け通信システム」が上げられている。

これは、東日本大震災を受け、災害時の通信インフラの多重化の重要性が再認識され、震災時に有効に機能し、避難情報を含む地域情報等の通信手段として重要な無線システムについて冗長性を持たせること、及び、災害地の情報取得等の目的から、UHF 帯の利用も注目されていることから提案されているシステムである。

1.1.4 に述べたとおり、九州地域においても、非常災害時の情報収集、伝達手段の多様化が課題として挙げられており、山間地や孤立集落からの情報収集や被災現場のリアルタイムの状況把握のため、写真、映像を収集する体制強化が必要とされていることから、遮蔽に強い UHF 帯のホワイトスペースを活用して、例えば、伝搬条件が厳しい深山間部等において映像を含めた比較的広帯域の情報を伝送可能な無線回線を構築することができれば、地域の防災対策に資するものと考えられる。

【災害向け通信システムの例】（「ホワイトスペース利用システムの共用方針」より）

◎災害時の安否情報取得等に用いる通信システム

平常時は地域ワンセグコンテンツの編集・配信や、見回り情報・地域情報を配信するポータルサイトの閲覧に使用している無線 LAN ネットワークを、災害時に安否確認や、警報・避難先情報などの情報発信に活用できるよう、障害が発生しても迂回ルートが容易に構築できるよう、ホワイトスペースを活用するシステムが提案されている。利用イメージを下図に示す。一例として、出力数十 mW 程度でおおよそ数百 m の通信が可能である。（占有周波数帯幅 6 MHz、伝送スピード数 Mbps 程度）

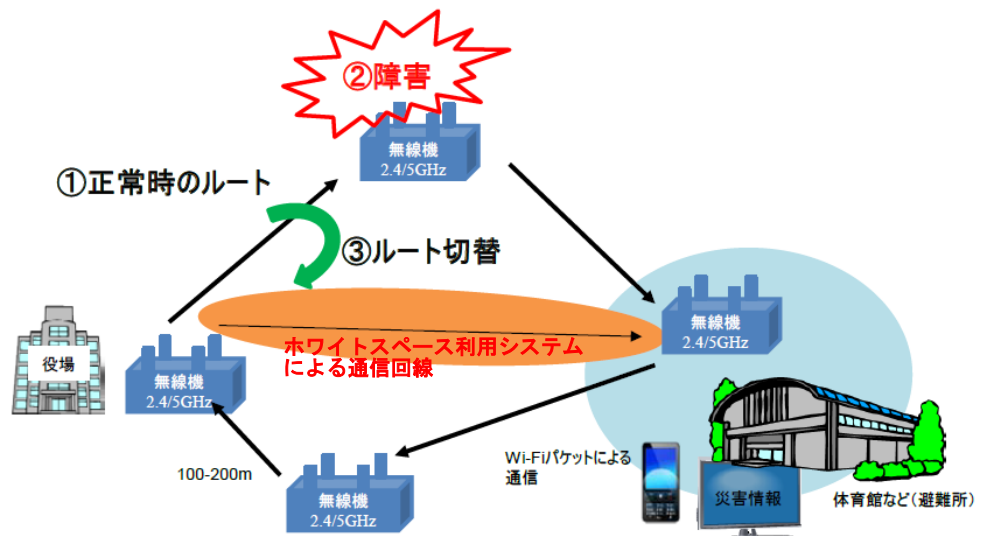


図 1.1.3 災害時の安否情報取得等に用いる通信システムの利用イメージ
(「ホワイトスペース利用システムの共用方針」より)

1.1.6 調査検討の目的

以上のことから、本調査検討会は、

- ・九州地域のブロードバンド普及率が全国と比べて低い要因の一つに、中山間地に居住する世帯が多いという地理的な条件があり、既存の有線、無線の通信回線では伝送特性・容量による制約やコスト面で、必ずしもこれを克服できていない。
- ・九州地域の多くの自治体が非常災害時の情報収集・伝達体制が不十分であると考えており、多様な通信手段の確保が求められている。
- ・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、現在の周波数が逼迫した状況では、広帯域の無線回線を構築するための専用の周波数を新たに確保することは非常に困難である。

といった課題を解決するために、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について、その有効性を、試作機器による実証試験等を通じて検証し、実用化に向けた技術基準等の策定に資することとし、もって、新たな電波資源の有効活用と地域活性化の促進を図ることを目的として開催する。

1.2 調査検討項目と検討内容

本調査検討会では、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の有効性を検証するため、以下の項目について調査検討を行う。

- (1) 「ホワイトスペースの活用による UHF 帯広帯域無線伝送システム」(以下、「WS-UHF 帯無線アクセスシステム」という。)の回線構成のための基本性能調査(既存の無線アクセスシステムとの比較を含む)

以下の項目について、机上検討を実施する。

- ① 実証試験の条件（実施場所、実施期間等）
 - ② 試験周波数の選定
 - ③ 実証試験装置の基本性能
 - ・無線アクセス方式
 - ・構成、構造
 - ・使用条件、環境条件
 - ・周波数、占有周波数帯幅
 - ・変調方式、符号化率、無線伝送レート
 - ・最大スループット
 - ・通信機能、外部インターフェース等
 - ・送信性能、受信性能
 - ④ サービスエリアの机上検討
 - ⑤ 通信試験地点の選定
 - ・見通し通信試験地点
 - ・障害物の影響による損失通信試験地点
（樹木による影響、地形による影響、建物および構造物による影響等）
 - ・屋内との通信試験地点
- (2) WS－UHF帯無線アクセスシステムの試作及び実環境における試験
- (1)の検討結果に基づき、選定した各通信試験地点において、以下の項目について実証試験を実施し、その結果の考察を行う。
- ① 受信電界強度
 - ② パケットエラー
 - ③ 伝送速度
- (3) 調査検討のまとめ
- 調査検討の目的に対する実証試験結果の評価を行うとともに、WS－UHF帯無線アクセスシステムの想定される利活用アプリケーションおよび実用化に向けた今後の課題について検討する。

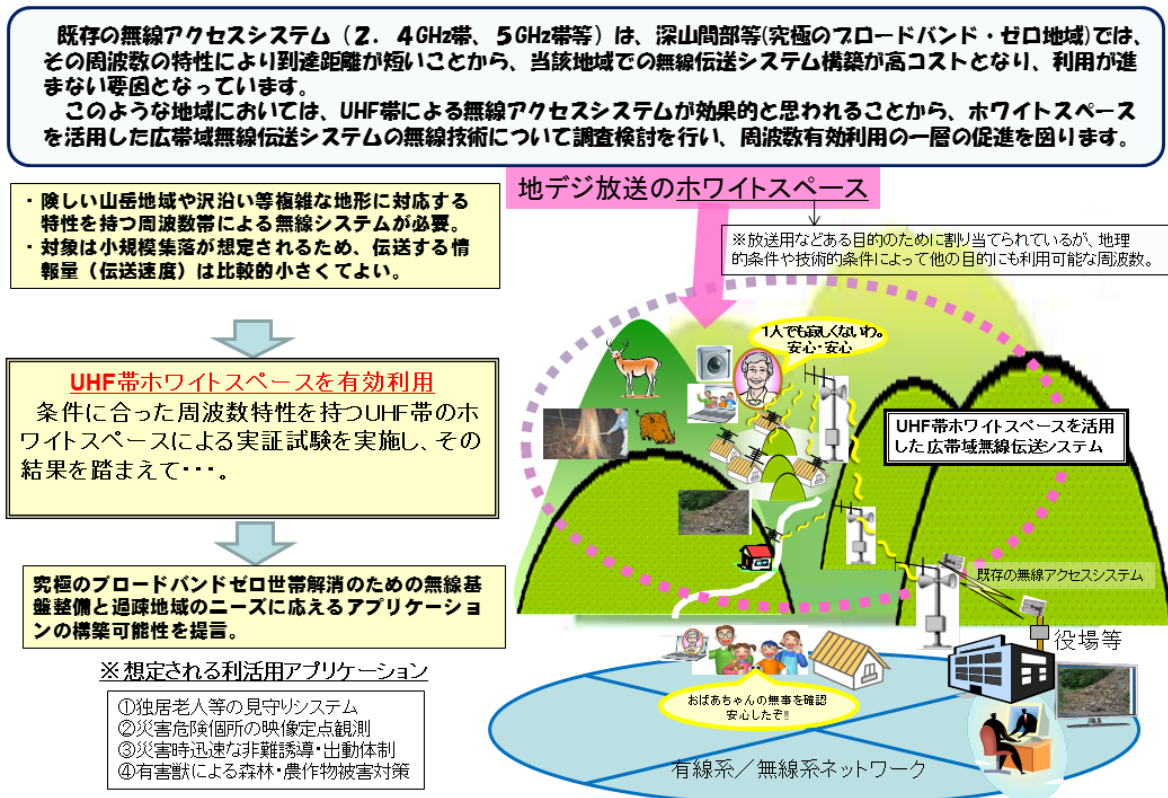


図 1.2.1 ホワイトスペース活用によるUHF帯広帯域無線伝送システムに関する調査検討イメージ図

1.3 実証試験の条件、試験周波数等の検討

1.3.1 実証試験の条件

1.2 に示した調査検討項目、検討内容を達成するため、必要な実証試験の条件を以下のとおりとした。

(1) 実証試験概要

① 実施場所

地上デジタル放送のホワイトスペースを活用した先駆的な実証試験であることから、ホワイトスペースが比較的多いと想定される宮崎県内を実施場所とした。
(宮崎県を放送区域とする地上デジタル放送事業者は、日本放送協会を含めて3者。)

具体的な実施場所としては、平野部から山間部まで多様な伝搬試験が実施可能であること及び自治体の協力体制を得られやすいこと等から、宮崎県えびの市一円を選定した。

② 実施期間

試作機(実験試験局)の周波数選定を容易にするため、実際にホワイトスペースを使用した実証試験については、地上アナログ放送が終了する平成23年7月24日以降に実施することとした。

③ 伝送路の選定

試作機の基本的な性能を実証するとともに、地形や建造物による遮蔽等の影響を確認するため、平野部、山間部等の異なるパターンによる複数の伝送路を選定して実証試験を実施することとした。

なお、伝送距離としては、数百mから数km程度を想定した。

(2) 試作機(実験試験局)の諸元の概要

既存の無線LANシステム(2.4GHz帯)に準じて、以下のとおりの仕様の機器を試作することとした。

表 1.3.1 試作機の仕様

周波数帯	UHF 帯 (470～710MHz までの1波)
伝送容量	5MHz システム : 1.5/2.25/3/4.5 Mbps 10MHz システム : 3/4.5/6/9 Mbps
変調方式	OFDM : BPSK, QPSK 以上
送信出力	10mW/MHz 以下
インターフェース	100BASE-TX/10BASE-T
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
その他	無線規格 : IEEE802.11g 相当 SNMP 搭載

1.3.2 実証試験実施場所「宮崎県えびの市」の概要

(1) 位置

宮崎県えびの市は、宮崎県、鹿児島県、熊本県の三県の境界にあり、九州縦貫自動車道もを中心に、宮崎、鹿児島、熊本の三方へ伸びている。東経 130 度 42 分から 130 度 59 分、北緯 31 度 55 分 49 秒から 32 度 7 分 49 秒の間にある。



<①西北部の山間部>



えびの市は中心部は川内川をはさんで平坦な平野が広がり、南部および北部は高原地帯で形成されている。

以下に航空写真にてその様子

<②市中心部から西部の平野部>

<③東部の山間部>



(2) 概況

① 人口、世帯数

えびの市	平成22年国勢調査 確定値	平成17年国勢調査 確定値	増減数
人口	21,606	23,079	-1,473
男	10,134	10,807	-673
女	11,472	12,272	-800
世帯数	9,078	9,148	-70

② 面積

- ・ 総面積：283.00 平方 km（平成 21 年 10 月 1 日現在境界未定のため推計面積）
- ・ 可住地面積：8,030 ヘクタール（平成 20 年 10 月 1 日現在）
- ・ 林野面積：10,044 ヘクタール（平成 17 年 2 月 1 日現在）

③ 標高

- ・ えびの市役所：230.0m
- ・ えびの高原：1,200.0m
- ・ 韓国岳：1700.3m

(3) 市役所からの眺望

① 北方向



② 東方向



③ 南方向



④ 西方向



1.3.3 試験周波数の選定

(1) 実証試験実施場所におけるホワイトスペースの状況

実証試験の実施場所として選定した宮崎県えびの市周辺における地上デジタル放送の電波の到来状況について、計算値により図示すると以下のとおりとなる。

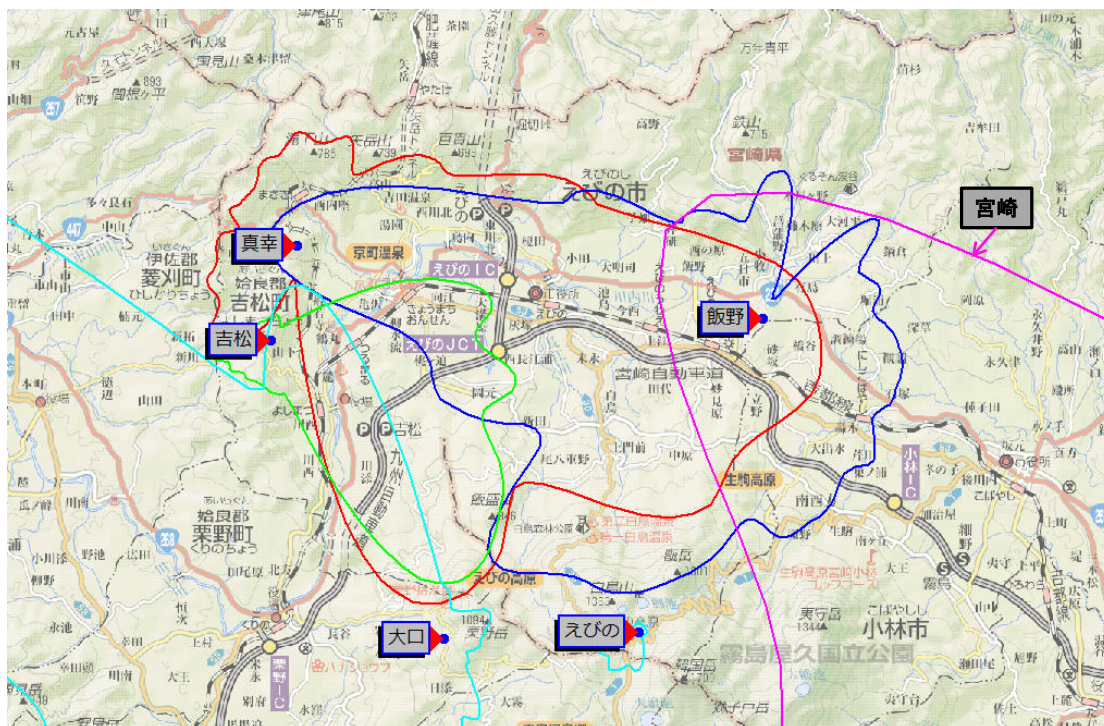


図 1.3.1 : えびの市周辺の地上デジタル放送電波到来状況

また、地上デジタル放送の各チャンネルについて、えびの市役所における到来電界強度の計算値は下図のとおりである。

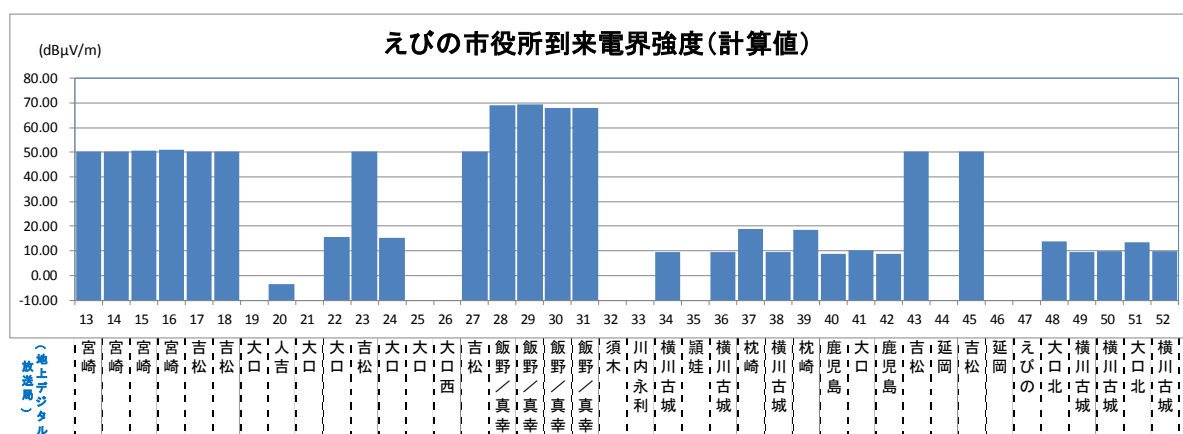


図 1.3.2 えびの市役所到来電界強度

これらの計算結果に加えて、地上デジタル放送の放送区域については、「基幹放送局の開設の根本的基準」(昭和 25 年 12 月 5 日電波監理委員会規則第 21 号)により、電

界強度が地上 10mの高さにおいて $60\text{dB}\mu\text{V/m}$ 以上の区域と規定されており、また、一般的に受信者が高性能アンテナなどを使用して良好に受信可能な電界強度は $51\text{dB}\mu\text{V/m}$ 程度であるといわれていることを考慮すると、えびの市周辺の地上デジタル放送の周波数帯には、活用可能なホワイトスペースが十分に存在することが推定される。

しかし、実際に地上デジタル放送のホワイトスペースにおいて電波を発射するためには、実証試験実施場所における到来電波の状況だけではなく、実験試験局が発射する電波が周辺の放送局の全ての受信者に対して有害な混信を与えないことを確保する必要がある。特に、比較的弱電界となる放送区域の周辺部分の受信者の保護については十分な配慮が必要となる。さらに、隣接チャンネルに対する影響についても考慮する必要がある。

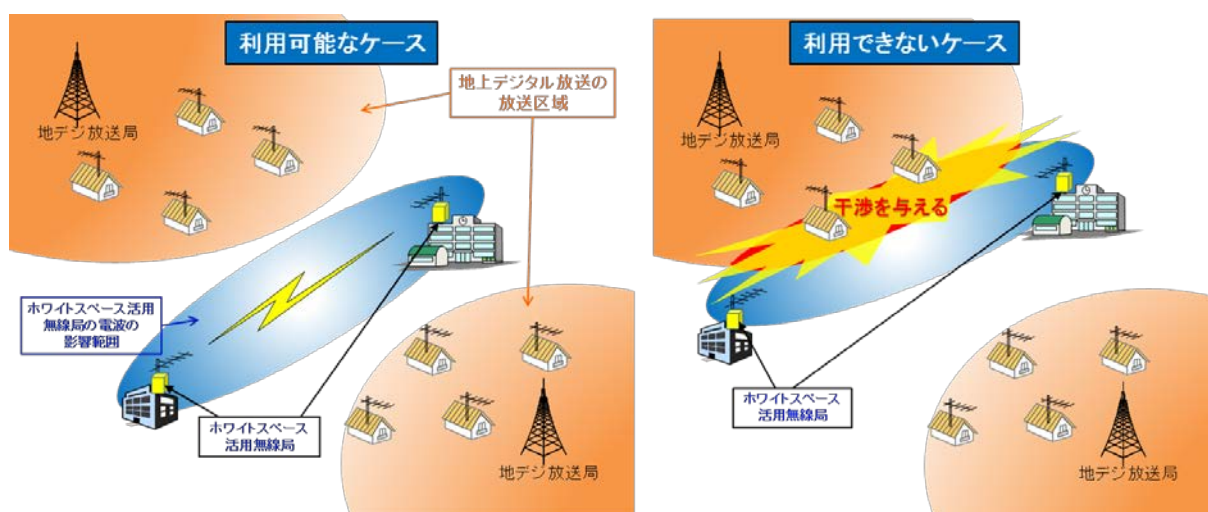


図 1.3.3 ホワイトスペースの利用可能なイメージ

(2) 試験周波数の選定

試験周波数の選定にあたっては、地デジ周波数帯のホワイトスペースの全体の特性が推定できるように、できる限り周波数帯の中心に近い周波数を選定することとし、到来電界強度の計算結果等から、ひとまず候補周波数として中心周波数 605MHz で占有周波数帯域幅が 5MHz 及び 10MHz の二つのシステムを想定し、詳細な混信検討を実施することとした。

なお、下図のとおり、5MHz システムは地デジの 35 チャンネル、10MHz システムは地デジの 34～36 チャンネルを使用することになる。

① 5MHzシステム

② 10MHzシステム

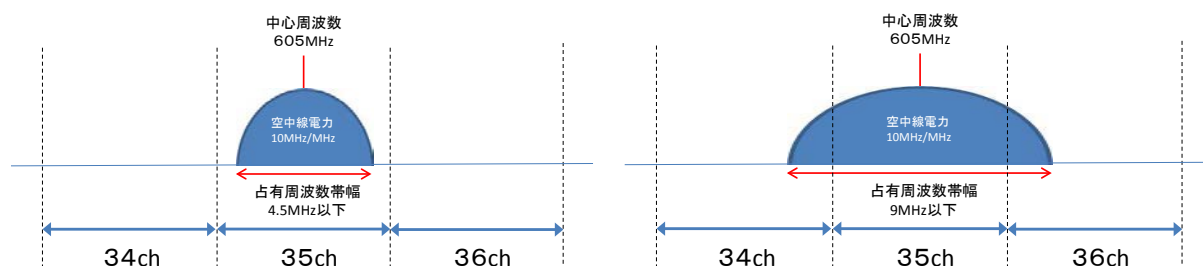


図 1.3.4 実験試験局の使用周波数（チャンネル）

えびの市内において、34～36 チャンネルの周波数で空中線電力 10mw/MHz の電波を発射した場合の、既存の地上デジタル放送局への影響を計算により検討した結果は下表のとおりである。

なお、電波法関係審査基準（総務省訓令第 6 7 号）によれば、地上デジタル放送局の混信保護比は、デジタル放送局相互間で、同一チャンネル 28dB 以上、上隣接 -29dB 以上、下隣接 -26dB 以上と規定されており、今回の検討に際しても、この規定を準用した。

表 1.3.1 実験試験局混信検討結果

中継局等	放送局名	ch	距離(km)	到来方向(°)	偏波	最悪D/U(dB) (注)	同一ch混信	上隣接ch混信	下隣接ch混信
苓北	TKU	36	91.5	305.5	H	76.3	○	○	○
三角	RKK	37	71	332.8	H	63.7	○	○	○
三角	TKU	33	71	332.8	H	63.7	○	○	○
新和	KKT	37	73	299.8	H	53.6	○	○	○
大矢野南	TKU	35	68.9	327	V	67.5	○	○	○
佐世保	KTN	34	160.8	321.3	H	73.2	○	○	○
島原北	NHK教育	35	94.4	332.2	H	50.9	○	○	○
北有馬東	NHK教育	33	85.9	320.5	H	49.9	○	○	○
北有馬東	NBC	35	85.9	320.5	H	49.9	○	○	○
北有馬東	KTN	37	85.9	320.5	H	49.8	○	○	○
北有馬西	NHK教育	33	87.4	320.5	V	47.8	○	○	○
北有馬西	NBC	35	87.4	320.5	V	47.8	○	○	○
北有馬西	KTN	37	87.4	320.5	V	47.8	○	○	○
早岐	KTN	34	152.9	320.8	V	56.2	○	○	○
鹿児島	NHK総合	34	59.4	205.2	H	36.1	○	○	○
鹿児島	KKB	36	59.4	205.2	H	36.3	○	○	○
頤娃	KTS	35	91.8	197.5	H	66.6	○	○	○
長島南	KTS	36	64.3	279	H	54.4	○	○	○
山川	NHK総合	34	93.7	192.7	H	62.6	○	○	○
山川	KKB	36	93.7	192.7	H	62.6	○	○	○
長島北	KTS	34	62.5	283.2	H	54.8	○	○	○
川内永利	NHK教育	33	51.9	236.3	H	44.2	○	○	○
川内永利	KTS	37	51.9	236.3	H	44.2	○	○	○
伊集院北	MBC	33	58.9	220.9	V	45.1	○	○	○
伊集院野田	NHK総合	35	59.9	222.1	H	58.8	○	○	○
伊集院野田	KTS	37	59.9	222.1	H	58.8	○	○	○
大口西	NHK教育	36	23.5	287.5	H	64.3	○	○	○
大口西	KTS	34	23.5	287.5	H	64.3	○	○	○
大隅福山	NHK教育	33	47.1	173.5	H	63.1	○	○	○
加治木	NHK総合	33	34.5	202.2	H	35.9	○	○	○
万膳	NHK総合	34	17.3	199.8	H	56.6	○	○	○
横川古城	KTS	36	24.2	223.6	V	32.7	○	○	○
横川古城	KYT	34	24.2	223.6	V	32.5	○	○	○
日の隈	NHK総合	33	149.1	343.3	H	56.7	○	○	○
伊万里	NHK総合	33	155.6	331.8	H	67.2	○	○	○
佐賀	NHK総合	33	156	347.2	H	64.2	○	○	○
肥前大和	STS	35	152	341.7	H	66.4	○	○	○
城内	NHK総合	33	141.5	340.3	H	57.7	○	○	○
大牟田	RKB	36	118.7	343.6	H	44.6	○	○	○
南串山	KTN	34	91.6	318.9	H	55.7	○	○	○

注：希望波(Desired Signal)と妨害波(Undesired Signal)の比を「D/U」といい、当該放送局のエリア内で最悪(最少)となる地点のD/Uを「最悪D/U」という。

混信検討の結果としては、表 1.3.1 のとおり全ての放送局に対して混信保護比を満足することとなったが、「横川古城」放送局については同一チャンネル混信の最悪 D/U が 32.5～32.7dB と基準値 (28dB) からのマージンが 4dB 程度しかないため、不測の事態を避けるため、10MHz システムの運用については、移動範囲に制限を付けることとした。(えびの市役所を中心に 3km 以内かつ送信空中線高が海拔 400m 以下の範囲内。)

以上の結果から、本調査検討に使用する実験試験局の電波の型式等を以下のとおりとした。

- ① 5MHz システム : 4M50G1D 605MHz 40mW

(注 1 : この周波数の使用は、他の無線局に妨害を与えない場合に限る。)

- ② 10MHz システム : 9M00G1D 605MHz 80mW

(注 1 : この周波数の使用は、他の無線局に妨害を与えない場合に限る。)

(注 2 : この周波数の使用は、えびの市役所を中心に 3km 以内かつ送信空中線高が海拔 400m 以下の範囲内に限る。)