

ホワイトスペース等を活用した
高齢者福祉用データ伝送無線設備の
技術的条件に関する調査検討会

報 告 書

平成 25 年 3 月

総務省 東北総合通信局

はじめに

総務省は、平成 21 年 12 月から「新たな電波の活用ビジョンに関する検討チーム」を開催し、平成 22 年 7 月にホワイトスペース活用の実現に向けた推進方策を取りまとめました。同方策の中で、ホワイトスペース活用の全国展開を目指す「ホワイトスペース推進会議」の設立が提言されたことを踏まえ本調査検討は、平成 23 年度から引き継ぎ 2 年間に渡って行いました。

平成 23 年度は、ホワイトスペースとして活用の可能性がある周波数を仙台市内で実際に探索しました。さらにホワイトスペースを使用し、地域包括支援センターを拠点にした高齢者福祉サービスに有効と考えられる無線システムの要求条件とこれを満足する技術的条件を検討しました。また、ホワイトスペースを使用するため一次業務の地上デジタル放送や二次業務として優先されるエリア放送等に混信を与えないための共用条件を検討しました。

今年度は、技術的条件等を実機により確認するため試験装置を製作し、実際に電波を発射して通信品質や伝送速度の確認を行いました。また、エリア放送用実験試験局を設置して、相互の影響も確認しました。

試験装置は、無線 LAN をホワイトスペース周波数に改造して製作しました。性能試験では、概ね 1Mbps 以上の通信速度が確保され、パケット誤り率も 2×10^{-4} 以下となり、要求条件を十分満足する性能を確認しました。

しかし、実効輻射電力 10mW では、半径 2 km のカバーエリアを確保することが難しく、複数の送信局を設置する等対策の検討が必要となりました。また、バイタルデータや見守り情報等は、所要の受信電界強度が確保されれば、良好に伝送できることも確認しました。

ホワイトスペースの活用は、エリア放送のように放送型システムが先行していますが、周波数が混み合う仙台市のような地方中核都市において通信に利用しようという試みは、あまり例がないものと思われま

す。ホワイトスペースの活用は、平成 24 年 4 月にエリア放送が制度化され、現在は、特定ラジオマイクとエリア放送との運用調整の詳細設計が行われている段階です。新しい電波利用形態だけに私たちが検討した高齢者地域福祉無線システムが、二次業務の一つの活用形態として草の根的に地域課題の解決のために活用できるようになるには、まだ、解決しなければならない課題も多いと思われま

すが、本調査検討のようにホワイトスペースが高齢福祉やサービスの向上など身近な課題解決のために幅広く活用できるよう期待します。

東日本大震災では、商用の通信サービスが繋がりにくい中で高齢者の安否確認が一軒一軒、徒歩や自転車により行われました。また、一人暮らしの高齢者や老々介護世帯の支援に情報通信が有効であることも再認識されており、災害時に強い自営無線システムが注目されています。

本調査検討報告が、高齢者地域福祉無線システムをはじめ、様々な通信ネットワーク型システムにホワイトスペースが活用される一助となれば幸いです。

平成 25 年 3 月 31 日

ホワイトスペースを活用した高齢者福祉用データ伝送無線設備の技術的条件に関する調査検討会

座 長 工藤 栄亮

－ 目 次 －

1.	調査検討会の背景と目的	1
1.1.	背景	1
1.2.	目的	1
1.3.	調査検討項目と検討内容	2
1.3.1.	調査検討項目	2
1.3.2.	検討内容及び検討フロー	2
2.	技術的条件	3
2.1.	システムの試作	3
2.2.	システムの性能調査	6
2.2.1.	高齢者地域福祉無線システム単体の性能試験	6
2.2.2.	性能試験結果及び評価	6
2.3.	システムの通信品質を確認するための机上計算	8
2.3.1.	机上検討事項	8
2.3.2.	机上検討結果	8
2.4.	実証試験による基本性能の確認	12
2.4.1.	受信電力	12
2.4.2.	パケット誤り率	17
2.4.3.	スループット	18
2.5.	技術的条件のまとめ	19
2.5.1.	机上検討及び工場試験	19
2.5.2.	フィールド試験	19
2.5.3.	技術的条件のまとめ	19
3.	共用条件	21
3.1.	工場試験の実施	22
3.1.1.	試験の目的	22
3.1.2.	試験の内容	22
3.2.	エリア放送実験試験局の開設と実証試験（フィールド試験）の実施	31
3.2.1.	エリア放送実験試験局の開設	31
3.2.2.	実証試験の概要	33
3.2.3.	実証試験結果	33
3.3.	特定ラジオマイクとの共用条件の机上検討	35
3.4.	共用条件のまとめ	36
3.4.1.	机上検討および工場試験	36
3.4.2.	フィールド試験	36
3.4.3.	今後の実用化に向けた課題	36
4.	アプリケーションの有効性	38
4.1.	試験内容及び結果	38
4.1.1.	アプリケーションの機能	38
4.1.2.	各アプリケーションの通信容量	45
4.1.3.	工場試験結果	49
4.2.	実証試験結果	50
4.2.1.	実施概要	50
4.3.	アプリケーションの課題とまとめ	52
4.3.1.	アプリケーションの課題	52
4.3.2.	アプリケーションのまとめ	55
5.	まとめ	56

< 巻末資料 >

調査検討会の設置要綱	60
調査検討会の構成員	61
調査検討会の運営概要	62
スケジュール	64
工場試験見学の実施概要	65
公開試験の実施概要	70
参考文献	75
用語集	75
参考資料：混信保護基準	78
ホワイトスペースを活用した放送型システムに関する技術的条件 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 報告（案）（抜粋）	

1. 調査検討会の背景と目的

1.1. 背景

急速な高齢化社会の到来により、高齢者向け福祉・医療施設の整備や安心して質の高い介護・支援サービスの提供等高齢者が地域でよりいきいきと暮らせるような福祉社会の充実が求められている。

一方、東日本大震災では、高齢者の安否を迅速、的確に確認することの重要性や被災生活における高齢者への様々なケアの難しさなどが明らかとなり、災害時における高齢者に対する福祉をどのように維持するかが緊急の課題となっている。

このような社会的背景のもと、本調査検討会は、日常の高齢者福祉の増進や災害時における福祉の維持のため、必要な情報を確実に流通させる手段として、ホワイトスペース^(注1)を活用した自営無線通信システム（以下「高齢者地域福祉無線システム」という。）の在り方を検討することとした。

具体的には、機器を試作し、高齢者福祉に望ましい高齢者地域福祉無線システムの技術的条件を検討したうえで、地域のホワイトスペースを探し出し、ホワイトスペースを有効活用するため、高齢者地域福祉無線システムと他の無線局との共用条件を検討する。

1.2. 目的

平成 24 年度における調査検討では、平成 23 年度に仙台市内で探索したホワイトスペースを活用した高齢者地域福祉無線システムを試作・構築し、同システムの技術的条件及び一次業務無線局等との共用条件を検証し、高齢者地域福祉無線局の技術的条件及び共用条件を提言する。

また、同無線システムが提供する地域包括支援センターと在宅高齢者との通話及びデータ伝送等のアプリケーションが地域包括ケア又は高齢者福祉サービスに有効か検証する。

^(注1) 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、地理的条件や技術的条件により他の目的にも利用可能な周波数

1.3. 調査検討項目と検討内容

1.3.1. 調査検討項目

平成 24 年度は、次の事項について調査検討を行った。

- (1) ホワイトスペースを使用する高齢者地域福祉無線システムの技術的条件
- (2) 高齢者地域福祉無線システムと一次業務無線局等との共用条件
- (3) 高齢者地域福祉無線システムのアプリケーションの有効性
- (4) その他関連事項

1.3.2. 検討内容及び検討フロー

平成 24 年度業務の検討内容及び検討フローを図 1-1 に示す。

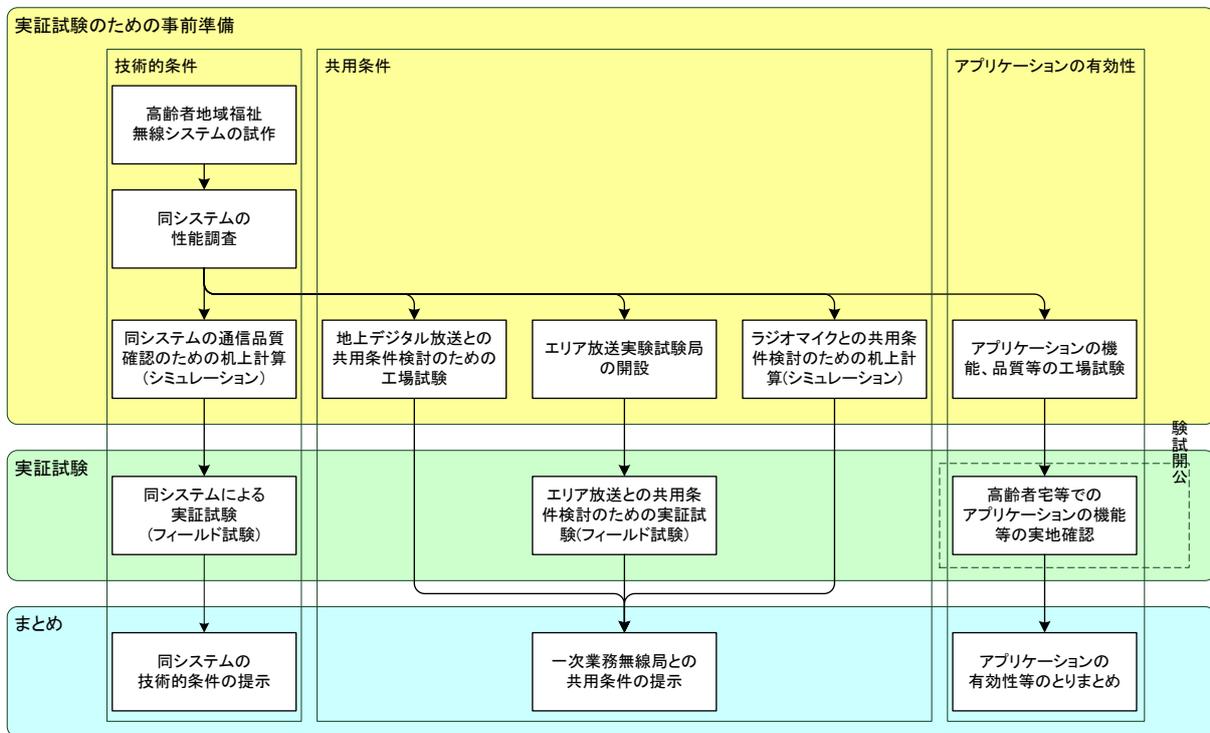


図 1-1 検討内容及び検討フロー

2. 技術的条件

高齢者地域福祉無線システムの技術的条件を検討するため、以下のことを実施した。

- ① システムの試作
- ② システムの性能調査
- ③ システムの通信品質を確認するための机上計算
- ④ 実証試験による基本性能の確認
- ⑤ 試験結果より同システムの技術的条件の提示

2.1. システムの試作

平成 23 年度に検討した要求条件を反映した仕様に基づき、高齢者地域福祉無線システムを試作した。なお、システムは新たに製作するのが最良であるが、製作期間が限られるため、無線 LAN 機器を基盤に要求仕様を満たすよう改良及び付加を行った。製作台数は親局 1 台、子局 2 台の計 3 台である。

表 2-1 に平成 23 年度検討結果「無線システムに必要な要件」に対し、本試験装置の対応内容を整理した。

表 2-1 試験機の平成 23 年度検討結果「無線システムに必要な要件」への対応状況

要件	概要	対応	備考
必要な通信エリア	地域包括支援センターの業務エリア（概ね半径 2 km）	○	
伝送ルート	全ての通信は地域包括支援センター経由	○	
耐災害性	非常時の通話輻輳対策機能があること。	○	
	バッテリー駆動も可能であること。	×	試験機では小型化・省電力化が困難。将来的な課題とする。
伝送情報	音声通話（リアルタイムによる復信）	○	
	データ通信（バイタルデータの単向通信）	○	
	緊急通報（単向通信）	○	
	見守り情報（単向通信）	○	
端末数	500 台（独居高齢者、老々介護宅における利用を想定）	×	無線 LAN の接続台数制約である 124 台（同時接続）が最大。
その他	使用方法が簡便であること。	○	
	秘話機能があること。	○	

○：対応可 ×：対応不可

(1) 装置の構成

装置の要件に基づいた装置構成を図 2-1 に示す。

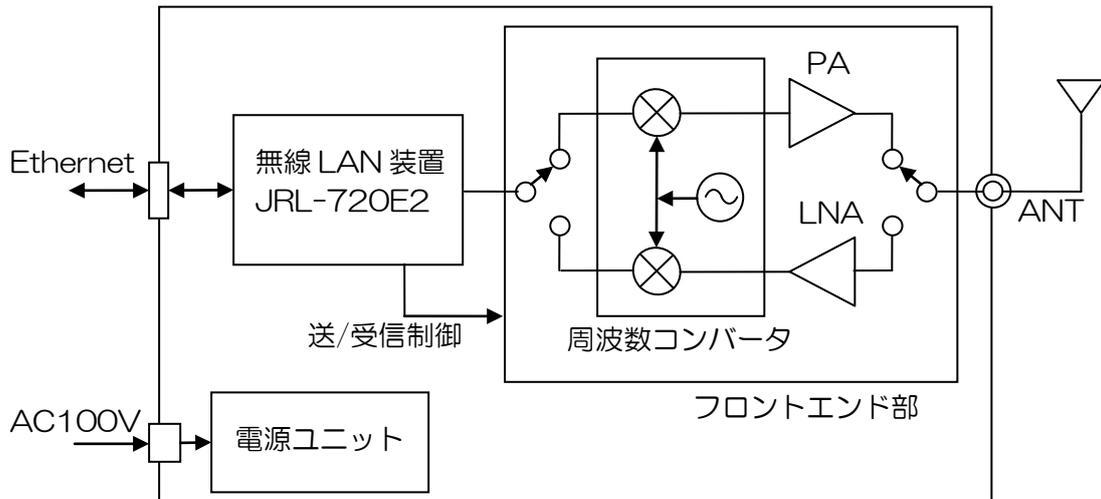


図 2-1 装置構成

また、実際の構成を図 2-2 に示す。

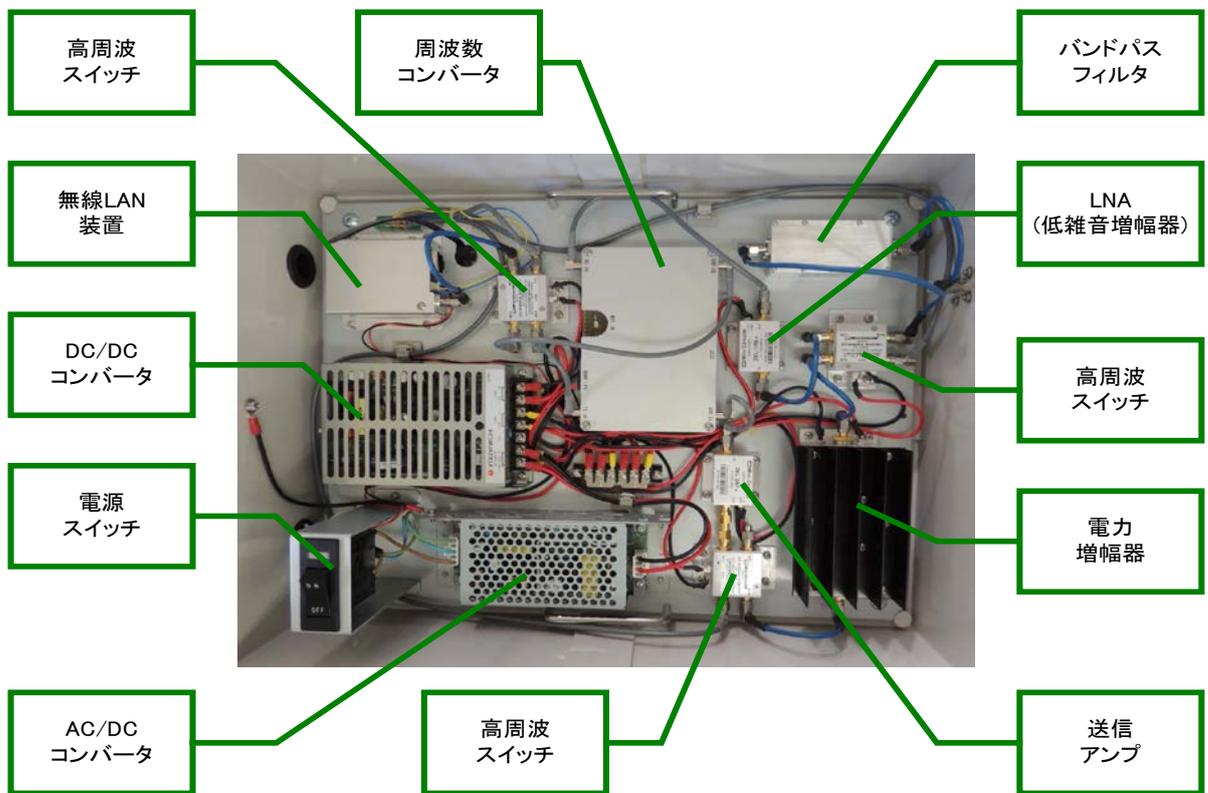


図 2-2 機器内部写真

(2) 装置の主な仕様

- 周波数 : 26ch (中心周波数 551MHz)
- 無線通信規格 : IEEE802.11g 準拠 (周波数を除く)
- 占有周波数帯幅 (伝送速度) : 4.5MHz (1Mbps 以上)
- 送信出力 : 10mW/MHz (+20%/-80%)
- 外部インターフェイス : Ethernet (IEEE802.3u 10/100BASE-TX)
- 電源仕様 : AC100V±10% (50/60Hz)
- 消費電力 : 97W、100VA 以下
- 筐体寸法 : 450×350×160mm (突起物含まず)
- 重量 : 6.5±0.5kg

(3) 装置の改良・付加項目

- ① 2.4GHz 帯無線 LAN 装置の高周波信号を周波数コンバータにより目的の周波数 (551MHz) に変換する。
- ② 高周波スイッチ等により送受信を切り替え、単信双方向の通信を可能とする。
- ③ 送受信増幅器を使用し、送信電力、受信感度等、必要な性能を得る。
- ④ 周波数コンバータの送受信は無線 LAN 装置から制御信号を受けて制御する。
- ⑤ 外部アンテナ端子を装備し、アンテナ給電線を介してアンテナを接続できる。
- ⑥ 有線インターフェイスとして Ethernet を装備し、各種ネットワーク機器を接続可能とする。
- ⑦ 無線 LAN 装置は設定変更により 5MHz システム (占有周波数帯幅 4.5MHz) で動作させる。^(注2)
- ⑧ 商用 AC100V を電源とし、内部電源ユニットから無線 LAN 装置および周波数コンバータに必要な電圧を供給する。

^(注2) 今回の無線 LAN 装置は設定により 5M システム [最大通信速度 13.5Mbps] ~20M システム [最大通信速度 54Mbps] が利用可能であるが、地上デジタル放送の占有周波数帯幅を考慮し、占有周波数帯幅が狭い 5M システムの設定とする。

2.2. システムの性能調査

試作した高齢者地域福祉無線システム3台の性能試験を実施した。

2.2.1. 高齢者地域福祉無線システム単体の性能試験

高齢者地域福祉無線システム単体の性能試験として、無線設備規則の規格に準じて下記

①～⑦の確認を行った。

- ① 周波数許容偏差 (±50ppm 以内となっているか)
- ② 占有周波数帯幅 (4.5MHz 以下となっているか)
- ③ 空中線電力の許容偏差 (40mW +20%、-80%となっているか)
- ④ スプリアス領域不要発射 (50μW 以下となっているか)
- ⑤ 帯域外不要発射 (100μW 以下となっているか)
- ⑥ 副次的に発する電波の限度 (1GHz 以下で 4nW 以下かつ、1GHz 以上で 20nW 以下となっているか)
- ⑦ 通信試験 (相互に疎通するか)

2.2.2. 性能試験結果及び評価

性能試験を行った結果、試作した機器は無線設備規則の規格に準じた規格を満足し、性能も良好であった。規格に基づく各評価項目の性能及び評価は、下表のとおりである。

- ① 周波数許容偏差 (規格：±50ppm 以内) [無線設備規則 別表第一号]

装置番号	測定値 (ppm)
1 (親局)	3.0
2 (子局 1)	-10.0
3 (子局 2)	23.6

- ② 占有周波数帯幅 (規格：4.5MHz 以内) [無線設備規則 別表第二号]

装置番号	測定値 (MHz)
1 (親局)	4.13
2 (子局 1)	4.19
3 (子局 2)	4.13

- ③ 空中線電力 (規格：+20%～-80% [48mW～8mW]) [無線設備規則 第十四条]

装置番号	測定値 (mW)
1 (親局)	37.8
2 (子局 1)	38.0
3 (子局 2)	37.2

④ スプリアス領域不要発射（規格：50 μ W以下） [無線設備規則 別表第三号]

装置番号	測定値 (μ W)
1 (親局)	0.08
2 (子局 1)	0.10
3 (子局 2)	0.08

⑤ 帯域外不要発射（規格：100 μ W以下） [無線設備規則 別表第三号]

装置番号	測定値 (μ W)
1 (親局)	35.6
2 (子局 1)	26.5
3 (子局 2)	37.0

⑥ 副次的に発する電波の限度（規格：1GHz以下で4nW以下、1GHz以上で20nW以下）

[無線設備規則 第二十四条]

装置番号	区分	測定値 (nW)
1 (親局)	1GHz以下	0.035
	1GHz以上	0.121
2 (子局 1)	1GHz以下	0.043
	1GHz以上	0.121
3 (子局 2)	1GHz以下	0.043
	1GHz以上	0.096

⑦ 通信確認（規格：相互に疎通可能なこと。無線伝送速度 13Mbps）

装置番号	判定
1 (親局)	良
2 (子局 1)	良
3 (子局 2)	良

2.3. システムの通信品質を確認するための机上計算

2.3.1. 机上検討事項

高齢者地域福祉無線システムの親局を設置する高齢者福祉施設を中心として半径 2km の通信サービスエリア内で所要の受信電力が確保できるか地図データより、次の事項について机上検討を行った。

- ①見通し範囲
- ②サービス可能範囲

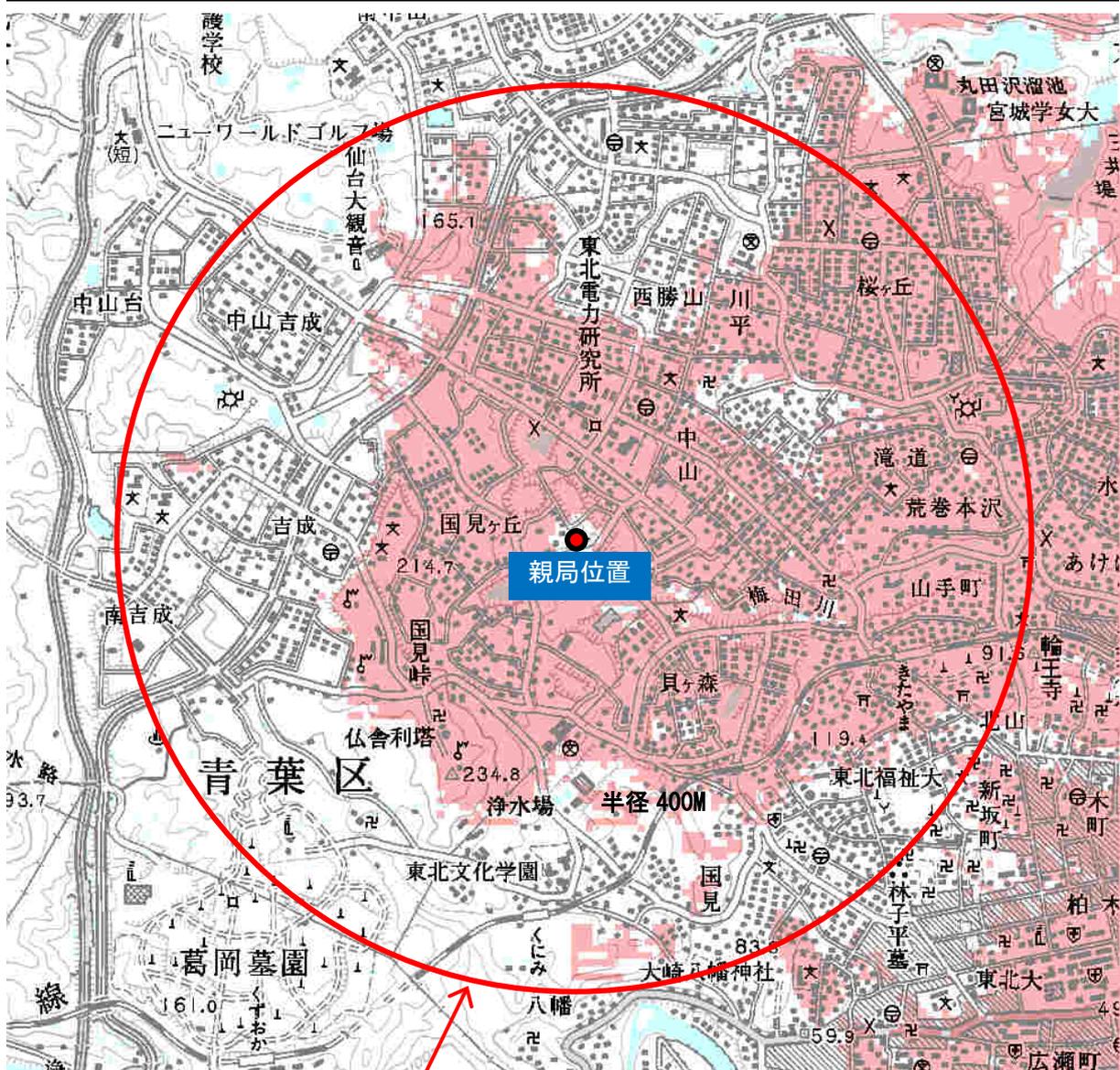
2.3.2. 机上検討結果

机上にて親局と子局間で安定的に通信可能な範囲を検討した。送信側となる親局の諸元を以下に示す。

・親局諸元

送信機出力	: 0.04W
空中線型式	: CL(2段コーリニアアンテナ)
偏波面	: V(垂直偏波)
利得	: 5dBi(絶対利得)
地上高	: 15m
送信電力	: 17.71dBm

上記の親局から電波を発射した際、高齢者地域福祉無線システムの性能上で利用可能な最低受信電力は-88dBmであることから、-88dBm以上の受信電力が得られ安定的に通信可能な範囲を算出した。その結果を図 2-3 に示す。図中のピンク色の領域が-88dBm以上を確保できる範囲であり、この範囲を参考にして子局を設置する位置選定を行った。



半径 2km

凡 例	
	: 受信電力 -88dBm 以上

※ 子局の位置は個人情報保護の観点から図示していない。

伝搬モデル：奥村理論（モデル）^(注3)

図 2-3 サービス可能範囲

通信サービスが可能な区域から、子局（在宅介護宅）として2軒を選び、受信電力を計算した。計算式は次のとおりである。

机上計算の結果、在宅介護宅1（親局から1,289m）では-63.98dBm、在宅介護宅2（親局から769m）では-59.39dBmとなった。

^(注3) 電波伝搬路はビルなどにより見通し外の伝搬路になるが市街地～郊外地の建物状況に適用できる伝搬損推定法

【子局受信電力計算（アッテネータ挿入前）】

在宅介護宅 1： $17.71\text{dBm} - 89.47\text{dB} - 0.58\text{dB} + 8.36\text{dBd} = -63.98\text{dBm}$

在宅介護宅 2： $17.71\text{dBm} - 84.88\text{dB} - 0.58\text{dB} + 8.36\text{dBd} = -59.39\text{dBm}$

- ① 親局送信電力： 59mW (17.71dBm)
 $16\text{dBm} - 1.15\text{dB} + 2.86\text{dBd} = 17.71\text{dBm}$

[パラメータ]

周波数： 551.142857MHz

送信電力： 0.04W ($10\text{mW}/\text{MHz}$) = 16dBm

ケーブル損失： 1.15dB (同軸ケーブル： $10\text{D}-2\text{V}$ 10m)

アンテナ相対利得： 2.86dBd

- ② 子局

[パラメータ]

ケーブル損失： 0.58dB (同軸ケーブル： $10\text{D}-2\text{V}$ 5m)

アンテナ相対利得： 8.36dBd

- ③ 自由空間伝搬損失

在宅介護者宅 1： -89.47dB [$20 * \log(551 * 1.29) + 32.4$] = -89.47dB]

在宅介護者宅 2： -84.88dB [$20 * \log(551 * 0.76) + 32.4$] = -84.88dB]

(パラメータ：土地係数およびナイフエッジ損失は 0dB で計算した。)

しかしながら、実証試験において電波を送信することから、地上デジタル放送への影響に配慮し、実効輻射電力(ERP)を 10mW 以下とすることが必要になったため、減衰器（アッテネータ）を使用して出力を低減する措置を講じた。その結果、在宅介護宅 1 では -86.98dBm 、在宅介護宅 2 では -82.39dBm となり、所要電力ぎりぎりとなり、マージンが減少することになった。

机上計算では、樹木や住宅、その他建造物による遮蔽損失を含んでいないため、実際的には遮蔽損失等が加わり、通信回線としては厳しい状況となった。

表 2-2 子局受信電力の机上計算結果

子局区分	子局受信電力 (当初計算値) (アッテネータなし) (dBm)	アッテネータ 減衰量 (dB)	子局受信電力 (アッテネータ挿入後の計 算値) (dBm)	子局所要 受信電力 (dBm)	マージン (dB)	
					アッテネータ挿入 前	アッテネータ挿入 後
在宅介護宅 1	-63.98	23	-86.98	-88.0	24.02	1.02
在宅介護宅 2	-59.39	23	-82.39	-88.0	28.61	5.61

【子局受信電力計算式（アッテネータ挿入後）】

在宅介護宅 1 : $8.71\text{dBm} - 11\text{dB} - 3\text{dB} - 0.58\text{dB} + 8.36\text{dBd} - 89.47\text{dB} = -86.98\text{dBm}$

在宅介護宅 2 : $8.71\text{dBm} - 11\text{dB} - 3\text{dB} - 0.58\text{dB} + 8.36\text{dBd} - 84.88\text{dB} = -82.39\text{dBm}$

- ① 親局送信電力 7.43mW (8.71dBm) [10mW 以下]
 $16\text{dBm} - 6\text{dB} - 3\text{dB} - 1.15\text{dB} + 2.86\text{dBd} = 8.71\text{dBm}$

[パラメータ]

周波数 : 551.142857MHz

送信電力 : 0.04W (10mW/MHz) = 16dBm

ATT (アッテネータ) : 6dB

BPF^(注4) (バンドパスフィルタ) 損失 : 3dB

ケーブル損失 : 1.15dB (同軸ケーブル: 10D-2V 10m)

アンテナ相対利得 : 2.86dBd

- ② 子局

[パラメータ]

ATT : 11dB

BPF^(注4) : 3dB

ケーブル損失 : 0.58dB (同軸ケーブル: 10D-2V 5m)

アンテナ相対利得 : 8.36dBd

- ③ 自由空間伝搬損失

在宅介護者宅 1 : -89.47dB [$20 \times \log(551 \times 1.29) + 32.4$] = -89.47dB]

在宅介護者宅 2 : -84.88dB [$20 \times \log(551 \times 0.76) + 32.4$] = -84.88dB]

(パラメータ : 土地係数およびナイフエッジ損失は 0dB で計算した。)

^(注4) 地上デジタル放送への影響に配慮し、バンドパスフィルタ (BPF : Band Pass Filter) を挿入した。

2.4. 実証試験による基本性能の確認

高齢者地域福祉無線システムの基本性能を確認するためフィールドにおいて、受信電力、パケット誤り率、スループットを測定した。

【高齢者地域福祉無線局免許諸元】

無線局の種別 : 実験試験局 (3局)
識別信号 : ホワイトスペースじっけん 1~3
通信方式 : SN1N (1周波単信)
電波の型式 : 4M50 X7W 551.142857MHz
変調方式 : OFDM (直交周波数分割多元)

・親局

定格出力 : 0.04W
空中線電力 : 0.00658W
空中線型式 : GL (2段コーリニアアンテナ)
偏波面 : V (垂直偏波)
利得 : 5dBi (絶対利得)
地上高 : 15m

・子局

定格出力 : 0.04W
空中線電力 : 0.00175W
空中線型式 : YA (5素子八木アンテナ)
偏波面 : V (垂直偏波)
利得 : 10.5dBi (絶対利得)
地上高 : 5m

2.4.1. 受信電力

2.4.1.1 親局及び在宅介護宅間

受信電力を確認するため、下表の技術諸元により回線を構成し親局と子局 (在宅介護宅1及び2)間で疎通試験を実施した。

その結果、2つの子局とも受信電力が -95dBm 以下となり、通信回線の構築ができなかった。

親局及び在宅介護宅間で通信が出来なかった原因としては、机上計算上で含まれていない遮蔽損失等がマージン以上となったためである。

(1) 親局と在宅介護宅のアンテナ設置諸元

① 親局と在宅介護宅 1 (子局 1) のアンテナ設置諸元

諸元	親局	在宅介護宅 1
海拔高	177m	89m
地上高	15m	5m
仰角	-3.95°	3.95°
区間距離	1,289m	

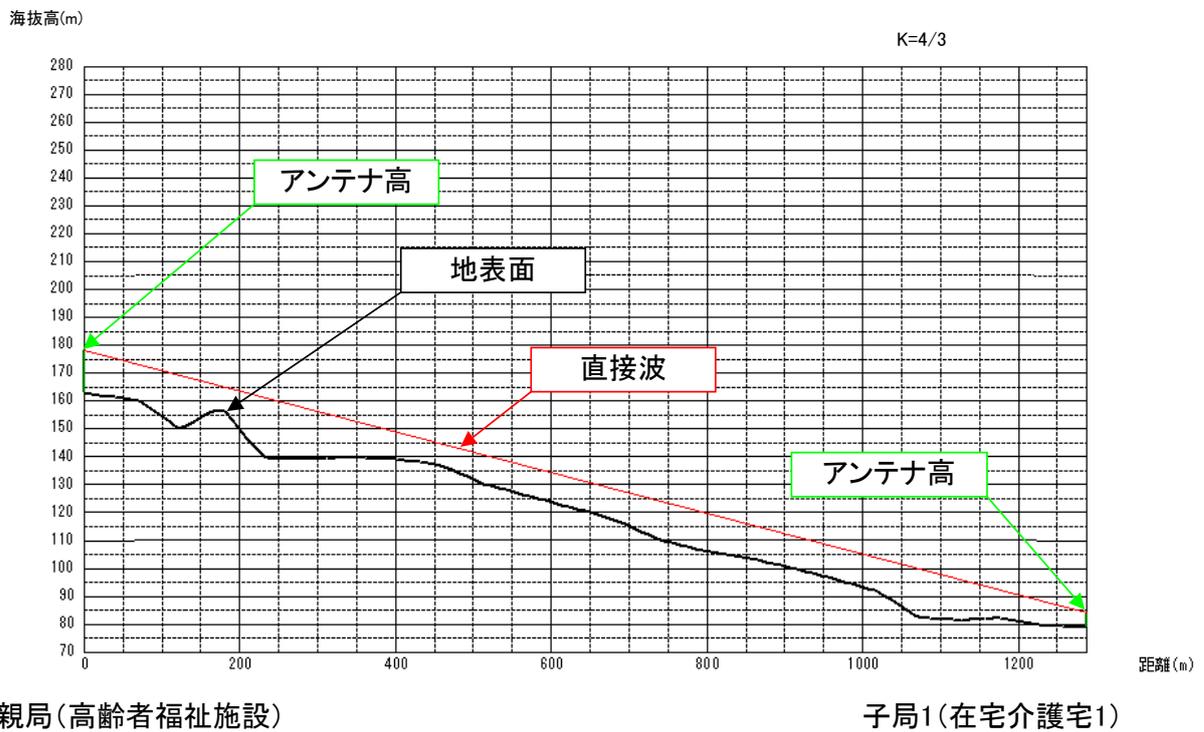


図 2-4 見通し図 1 (親局-在宅介護宅 1)

② 親局と在宅介護宅 2（子局 2）のアンテナ設置諸元

諸元	親局	在宅介護宅 2
海拔高	177m	122m
地上高	15m	5m
仰角	-4.16°	4.16°
区間距離	760m	

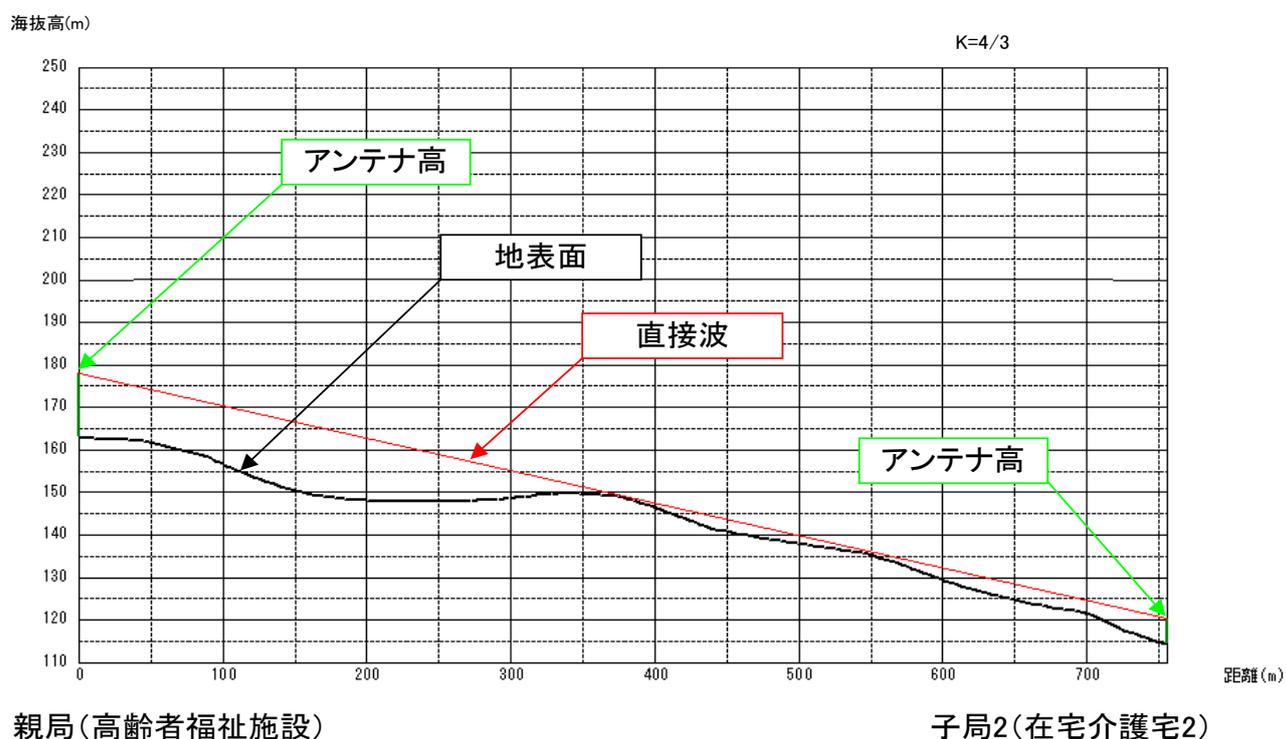


図 2-5 見通し図 2（親局－在宅介護宅 2）

(2) 測定結果

表 2-3 親局及び在宅介護宅間の測定結果

子局	子局の 受信電力 (dBm)	パケット エラー率 (%)	疎通結果
在宅介護宅 1	-95dBm 以下	100	通信できず
在宅介護宅 2	-95dBm 以下	100	通信できず

2.4.1.2 親局及び移動車間

2.4.1.1 の条件では、通信が出来なかったため、必要な受信電力を確保するため親局と子局との距離を変化させて疎通試験を試みた。在宅介護宅に見立てた車両に子局を設置し、車両を移動させて疎通状況を確認した。

その結果、親局より北西方向に約 370m の地点（通信確認地点 1）及び約 200m の地点（通信確認地点 2）で疎通を確認することができた。両地点における受信電力は、必要とする受信電力（-88dBm）に近い値であった。また、机上計算と比較すると受信電力は 10dB 程度、低下していることが確認された。

親局及び車両に設置した高齢者地域福祉無線システムの諸元と、疎通が確認できた「通信確認地点 1」及び「通信確認地点 2」における実測値は、下表のとおりである。

表 2-4 親局と移動車（通信確認地点 1）のアンテナ設置諸元

諸元	親局	通信確認地点 1
海拔高	177m	173m
地上高	15m	3m
仰角	-0.53°	0.53°
区間距離	370m	

表 2-5 通信確認地点 1（370m）での机上計算値と実測値の受信電力

通信確認地点 1 (370m)	
受信電力（机上計算値）	-76.14 dBm
受信電力（実測）	-86.50 dBm
机上計算値と実測値との差	10.36 dB

表 2-6 親局と移動車（通信確認地点 2）のアンテナ設置諸元

諸元	親局	通信確認地点 2
海拔高	177m	171m
地上高	15m	3m
仰角	-1.52°	1.52°
区間距離	200m	

表 2-7 通信確認地点 2（200m）での机上計算値と実測値の受信電力

通信確認地点 2 (200m)	
受信電力（机上計算値）	-70.80 dBm
受信電力（実測）	-77.50 dBm
机上計算値と実測値との差	6.70 dB



この背景地図は、国土地理院の数値地図25000(地図画像)『仙台』を使用したものである。

図 2-6 通信確認地点図



図 2-7 通信確認地点での測定状況

疎通が確認できた「通信確認地点 1」及び「通信確認地点 2」における実測値の受信電力は、机上計算値より 10dB 程度低下していることが確認されたが、減衰した原因として次のことが考えられる。

- ・通信確認地点 1 と親局間の距離は、370m であるが、その中間地点（185m）における第 1 フレネルゾーンの半径は、約 7m となる。実証試験では、子局の受信アンテナを三脚に固定したことにより地上高が、約 3m 程度しか確保されず第 1 フレネルゾーンが一部遮蔽された可能性がある。
- ・高齢者福祉施設の屋上に設置した親局アンテナは無指向性アンテナであり、アンテナの直下の指向性が十分に確保できなかった可能性がある。

2.4.2. パケット誤り率

通信品質を確認するため、測定ソフトウェアを用いてパケット誤り率の測定を行った。疎通が確認できた通信確認地点 1 および通信確認地点 2 では、パケット誤り率は 0~2% であり、通信の品質は良好であることを確認した。

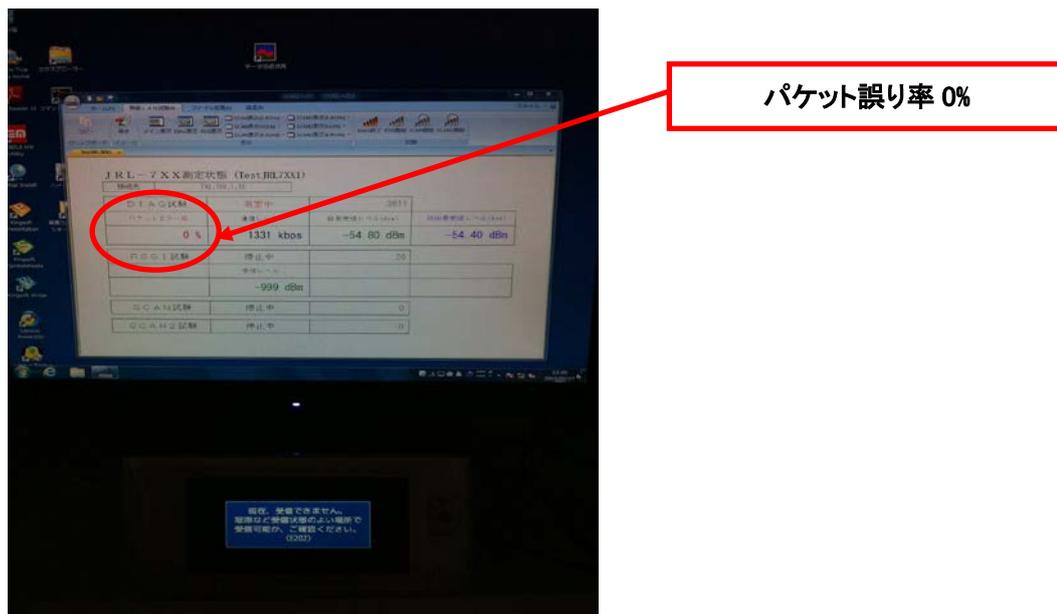


図 2-8 パケット誤り率測定

2.4.3. スループット

通信速度を確認するため、測定ソフトウェアを用いてスループットの測定を行った。疎通が確認できた通信確認地点1および通信確認地点2では、スループットは1,331kbpsとなり、1Mbps以上の通信速度が確保できることを確認した。

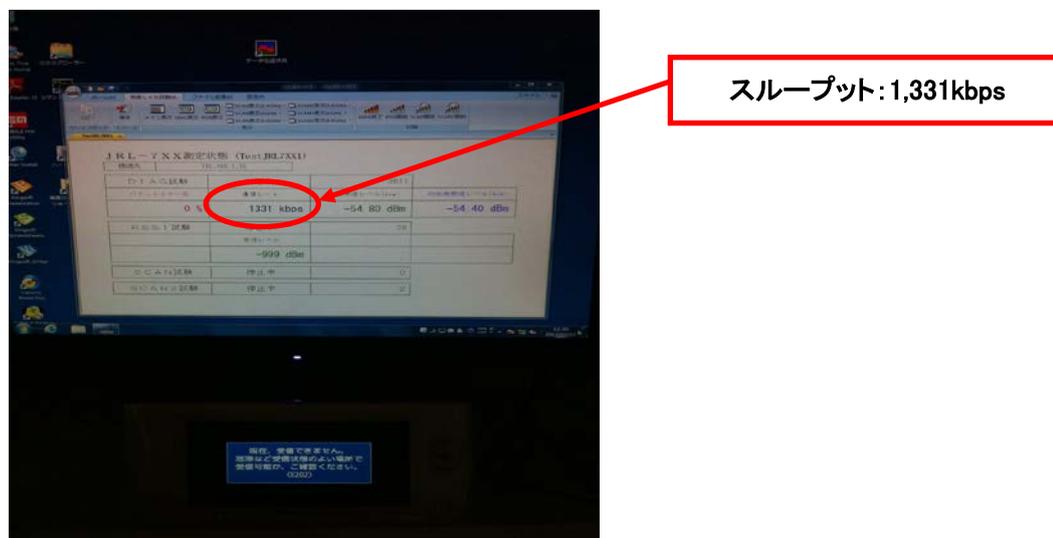


図 2-9 スループット測定

2.5. 技術的条件のまとめ

2.5.1. 机上検討及び工場試験

- (1) 試作した高齢者地域福祉無線システムは、平成 23 年度に検討した高齢者地域福祉無線システムに必要な要件をほぼ満足^(注5)し、性能も良好であった。
- (2) 親局及び子局のスプリアス強度がフルセグ型エリア放送の基準スペクトルマスク内に収まらず、バンドパスフィルターを挿入して概ね改善した。
- (3) 仕様の諸元によるシミュレーションは、必要受信電力：-88dBm を満足した。
- (4) 電波を発射するために実効輻射電力をエリア放送と同等の 10mW に低減した結果、必要な受信電力に対するマージンが 1.02dB（通信距離 1,289m）及び 5.61dB（通信距離 769m）に減少した。

2.5.2. フィールド試験

- (1) 当初計画した親局～子局間で通信ができなかった。（机上予測値よりも 10dB 程度低下し受信電力は-95dBm 以下となった。）
- (2) 親局～子局間の距離を短縮した結果、距離が 370m で受信電力が-86.50dBm に、200m では、-77.50dBm に改善。パケット誤り率は 0～2%、スループットは約 1.3Mbps に改善した。
- (3) 通信不能の原因
 - ア) 出力制限による受信電力不足
 - イ) 第 1 フレネルゾーン^(注6)の遮蔽
 - ウ) アンテナ指向性の不備（親局直下エリアがカバーできない。）

2.5.3. 技術的条件のまとめ

- (1) 現行法上では、微弱な無線局（無線局設備から 3メートルの距離において、電界強度が 35 μ V/m 以下）であれば、無線局の免許は不要であるが、今回の高齢者地域福祉無線システムの設備としては、サービス範囲が狭くなり微弱な無線局では要求条件を満足しない。このため、高齢者地域福祉無線システムは、無線局の免許を要することとし必要な通信エリアの確保を指向する。
- (2) 無線 LAN 機器を基に高齢者地域福祉無線システムを試作したが、要求条件に近い機器となった。
- (3) 実際のフィールドにおいて要求条件を満たすには技術的課題が残る。
 - ア) アンテナ地上高の確保が物理的に困難な場合の対策

^(注5) 収容数、バッテリー駆動を除く

^(注6) 親子局間の距離 760m の中心点 380m における第 1 フレネルゾーンの半径は 10.1m
親子局間の距離 1,289m の中心点 644.5m における第 1 フレネルゾーンの半径は 13.2m

イ) カバーエリアが親局の設置場所に左右されるため、設置場所に支配されずに通信エリアを確保すること。

3. 共用条件

高齢者地域福祉無線システムと他の一次業務無線等との共用条件を検討するため、以下の2点を行い確認した。

① 工場試験

高齢者地域福祉無線システムと地上デジタル放送との共用条件を検討するため、信号発生器等を使用した工場試験を実施

② エリア放送実験試験局の開設と実証試験（フィールド試験）の実施

高齢者地域福祉無線システムとエリア放送との共用条件を検討するため、以下の仕様によるエリア放送実験試験局の開設

【仕様】

- エリア放送の伝送方式標準規格 ARIB STD-B55 に準拠すること
- 関係する電波法令・告示に基づくこと

上記2点の実施から共用条件は、ITU-R Rec. BT. 1895 の混信保護基準に準用し、送信スペクトラムマスクは、ARIB STD-B55（エリア放送の伝送方式 標準基準）を適用することにより高齢者地域福祉無線システムと一次業務無線の共用が可能であることを確認した。

3.1. 工場試験の実施

3.1.1. 試験の目的

工場試験はフィールド試験に先立ち、高齢者地域福祉無線システムが地上デジタル放送及びエリアワンセグ放送に対し影響を与えないことを確認し、また、高齢者地域福祉無線システム側がエリアワンセグ放送から受ける影響を確認することを目的として実施した。

3.1.2. 試験の内容

工場試験では、電波を出力せずに同軸ケーブルと減衰器並びに分配器を用いることで擬似的に外環境を構成し、信号の減衰量を調整することで評価を行った。

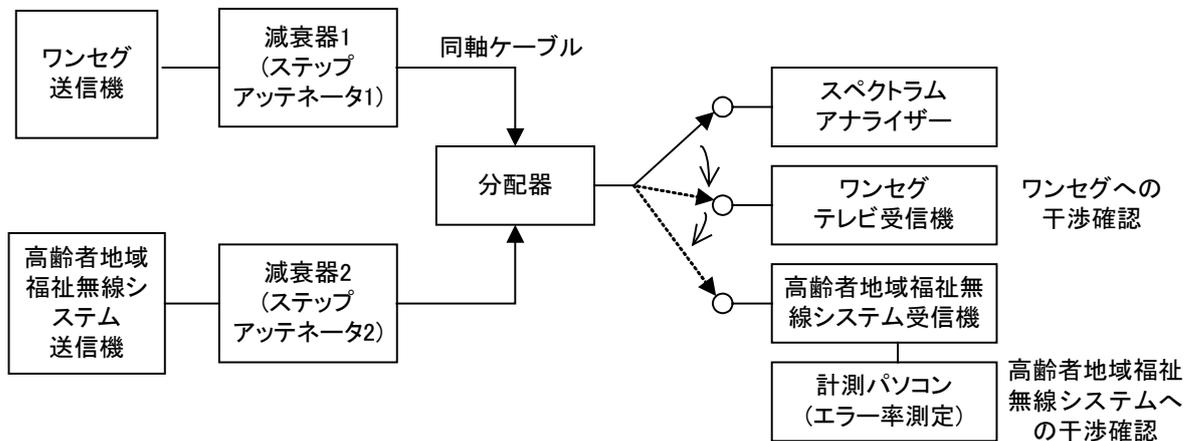


図 3-1 工場試験構成図

高齢者地域福祉無線システムは通信速度に応じて幾つかの変調方式があるが、本試験では 64QAM3/4 変調 (=通信速度が速い) を干渉の試験に使用することとした。また、BPSK1/2 (=通信速度が遅い) を参考値として測定した。

3.1.2.1 共用確認試験に関する机上検討

エリア放送の標準規格は ARIB STD-B55 で規定されており、地上デジタル放送(フルセグ)の隣接チャンネルでは利用しないことを前提として、実現可能な送信スペクトルマスクが規定されている。

高齢者地域福祉無線システムについても、フルセグ型エリア放送の標準規格に準拠することにより、地上デジタル放送(フルセグ)との共用条件の参考とすることができると考えた。

高齢者地域福祉無線システムのスペクトルが、フルセグ型エリア放送の標準規格に規定するスペクトルマスクを満足するかどうかスペクトラムマスクの確認を行った。

図 3-2 に高齢者地域福祉無線システムのスペクトラムとフルセグ型エリア放送のスペクトルマスクを示す。高齢者地域福祉無線システムのスペクトルは、フルセグ型エリア放送のスペクトラムマスクを満足しないマスク外の箇所があるが、概ねスペクトルマスク内に収まっており、高齢者地域福祉無線システムの共用条件として、フルセグ型エリア放送の共用条件を適用することにより、一次業務無線に干渉を与えないと考えられる。

測定で確認されたマスクを逸脱した領域は、高齢者地域福祉無線システムのフィルターの性能を改善することにより改善可能である。(注7)

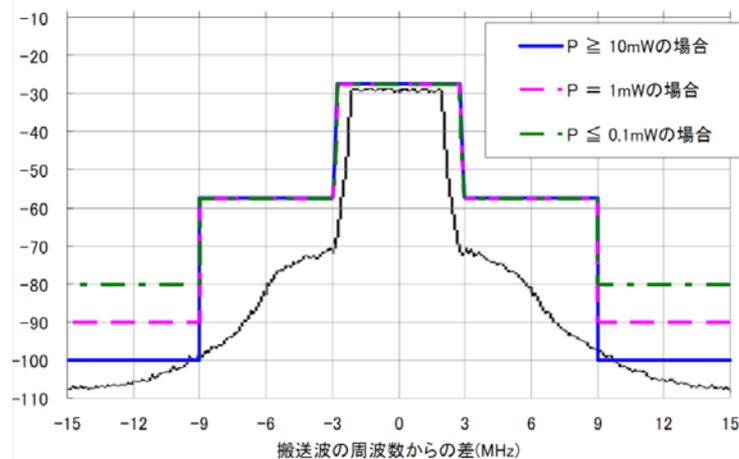


図 3-2 高齢者地域福祉無線システムのスペクトラムとフルセグ型のスペクトルマスク

(注7) 高齢者地域福祉無線システムは、無線 LAN 機器を基盤に試作したため、地上デジタル放送を保護するために無線 LAN 機器にバンドパスフィルターを挿入した。

3.1.2.2 工場試験の実施

工場において高齢者地域福祉無線システムと地上デジタル放送（エリアワンセグ）との共用条件を確認するために下記3項目について確認試験を行った。

【工場試験の実施内容】

- ① 高齢者地域福祉無線システムからワンセグテレビへの干渉試験
- ② エリアワンセグ送信機から高齢者地域福祉無線システムへの干渉試験
- ③ 高齢者地域福祉無線システムの相互間の干渉試験



図 3-3 工場試験実施風景



図 3-4 測定状況

今回の試験では、隣接、隣々接チャンネルへの干渉試験は高齢者地域福祉無線システムのチャンネルを 26 チャンネルに固定し、エリアワンセグ送信機側のチャンネルを変更して測定した。測定のイメージを図 3-5 に示す。エリアワンセグ送信機側のチャンネルを変更して測定したのは高齢者地域福祉無線システムが無線 LAN 装置をベースにしておりチャンネル間隔が 5MHz 刻みになるため、テレビ放送用のチャンネルの空きスペースであるホワイトスペースのチャンネル帯域幅の 6MHz 間隔でチャンネルを変更出来ないためである。(例外として高齢者地域福祉無線システム同士の干渉試験では高齢者地域福祉無線システムのチャンネルを変更し 5MHz 間隔で試験した。)

また、エリアワンセグ送信機(DTV SG)のフロントエンドのバンドパスフィルターを使用するとチャンネル変更が出来ないため本工場試験ではバンドパスフィルターを取り外して試験を実施した。

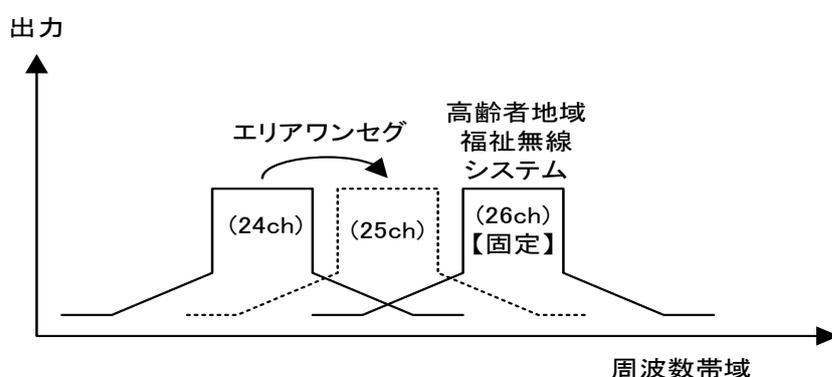


図 3-5 実験時の高齢者地域福祉無線システムとエリアワンセグのチャンネル設定イメージ

(1) 高齢者地域福祉無線システムからワンセグテレビへの干渉試験

高齢者地域福祉無線システムがエリアワンセグ側へ与える干渉の測定を行った。被干渉状態の確認にはワンセグテレビを使用した。

基礎測定として、エリアワンセグ送信機の送信出力をステップアッテネータにより減衰させていきワンセグテレビの映像が途切れる点を基準として感度点(干渉測定の際の感度点は信号を復調できる条件の+3dB の値)を設定した。

測定は同一チャンネルを含む上下の隣接、隣々接チャンネルに対して行った。

1) 測定方法

高齢者地域福祉無線システムのチャンネルは固定とし、隣接、隣々接の条件によってワンセグテレビ側のチャンネルを変更し測定する。

- ① 図 3-1 のように接続し、ケーブル、パケット誤り率を測定する。
- ② 高齢者地域福祉無線システムの電源を切った状態でエリアワンセグ送信機のパワーを測定する。
- ③ エリアワンセグ送信機(DTV SG)の電源を切った状態で高齢者地域福祉無線システムのパワーを測定する。

- ④ ステップアッテネータ 1 を変えてワンセグテレビが映る限界のレベルを測定する。・・・A
- ⑤ ステップアッテネータ 1 を 3dB 少なくする。・・・A+3dB
- ⑥ 高齢者地域福祉無線システムを同一チャンネルにし、ステップアッテネータ 2 を変えてワンセグテレビが映る限界のレベルを測定する。・・・B
- ⑦ エリアワンセグ送信機のチャンネルを隣接、隣々接になるよう変更し、上記と同様にそれぞれ測定する。

2) 測定結果

ITU-R Rec. BT. 1895 では、放送の保護を目的として一次業務同士の場合の混信保護基準として $I/N=-10\text{dB}$ を上回らないこととされている。今回の実験結果では、同一チャンネルで $D/U=-6.6\text{dB}$ でもエリアワンセグの視聴ができた。測定結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 高齢者地域福祉無線システム(試験装置：設定 64QAM3/4)を干渉源として使用した場合の限界レベル

U (妨害) 波の条件	DTV SG D (希望) 波送信周波数 (MHz)	エリアワンセグ表示限界・・・A (dBm)	高齢者地域福祉無線システム・・・B (dBm)	A-B (dB)
同一 CH	551.000000	-105.6	-99.0	-6.6
上隣接 CH	545.000000	-105.6	-54.0	-51.6
上隣隣接 CH	539.000000	-105.6	-53.0	-52.6
下隣接 CH	557.000000	-105.6	-54.0	-51.6
下隣隣接 CH	563.000000	-105.6	-53.0	-52.6

測定結果より $D/U=-6.6\text{dB}$ までは、高齢者地域福祉無線システムの受信電力がワンセグテレビの受信電力より大きくても エリアワンセグへの与干渉は生じないことを確認した。また、隣接、隣々接チャンネルについては、混信保護基準として帯域外干渉で、上隣接： $D/U=-29\text{dB}$ 、下隣接： $D/U=-26\text{dB}$ とされているが、実験では $D/U=-51.6\text{dB}$ でもエリアワンセグが視聴できた。

「ホワイトスペースを活用した放送型システムに関する技術的条件 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 報告(案)」の混信保護基準(一部抜粋)と混信保護基準に示すケースの D (希望) 波と U (妨害) 波の周波数とレベル関係の例を表 3-2 と図 3-6 に示す。

また、図 3-7 に高齢者地域福祉無線システムからワンセグテレビへの干渉時(上隣々接チャンネル時)のレベル関係[実験値]を示す。

表 3-2 混信保護基準

希望波	妨害波	周波数差	混信保護基準	
			帯域外干渉	帯域内干渉
地上デジタル放送波	エリア放送型システム (13セグメント形式)	同一チャンネル	—	I/N= -10dB
		上隣接	D/U= -29dB	I/N= -10dB
		上隣々接	D/U= -29dB	I/N= -10dB
		下隣接	D/U= -26dB	I/N= -10dB
		下隣々接	D/U= -26dB	I/N= -10dB

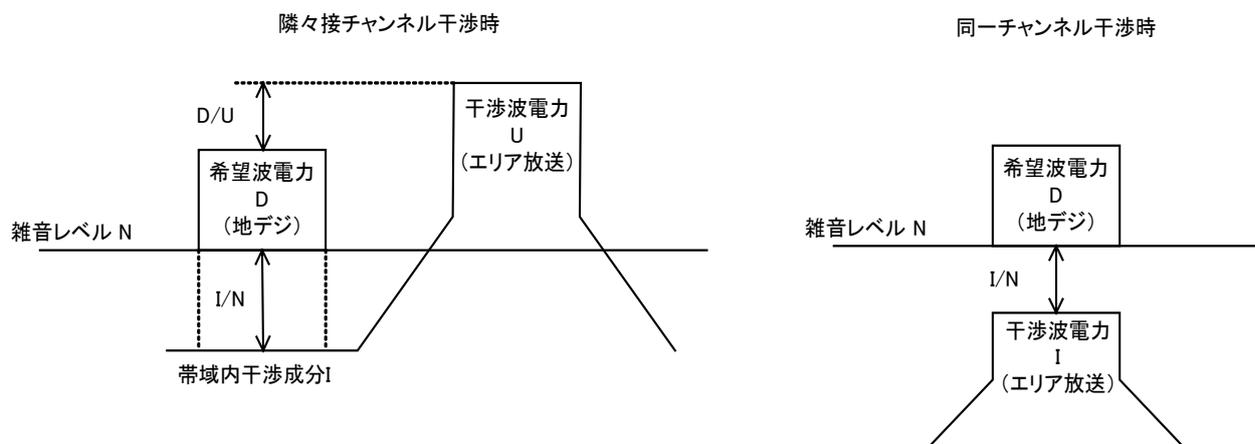


図 3-6 混信保護基準に示すケースのD（希望）波とU（妨害）波の周波数とレベル関係の例

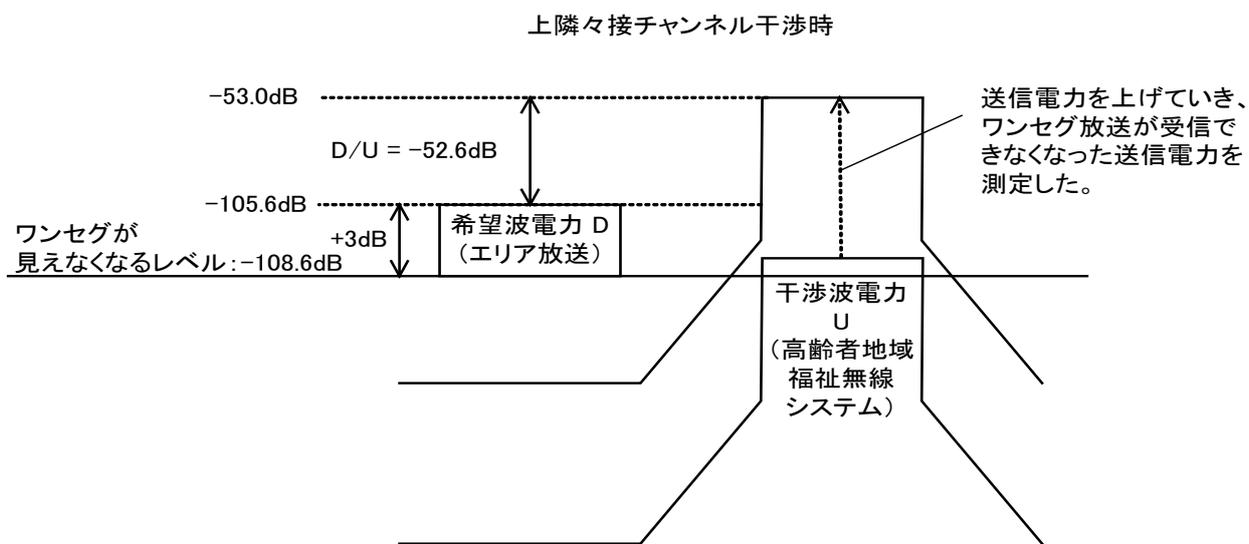


図 3-7 高齢者地域福祉無線システムからワンセグテレビへの干渉時（上隣々接チャンネル時）のレベル関係 [実験値]

(2) エリアワンセグ送信機から高齢者地域福祉無線システムへの干渉試験

エリアワンセグ送信機が高齢者地域福祉無線システム側へ与える干渉の測定を行った。被干渉状態の確認には高齢者地域福祉無線システムを使用し、無線機が内蔵する診断機能を利用して送信パケット誤り率が10%になる状態を基準として感度点（干渉測定の際の感度点は基準から+3dBの値）を設定した。

測定は同一チャンネルを含む上下の隣接、隣々接チャンネルにおいて行った。

1) 測定方法

高齢者地域福祉無線システムのチャンネルは固定とし、隣接、隣々接の条件によってエリアワンセグ送信機側のチャンネルを変更し測定した。

- ① 機器を接続し、ケーブル、パケット誤り率を測定する。
- ② 高齢者地域福祉無線システムの送信側をBPSKに設定する。
- ③ エリアワンセグ送信機の電源を切った状態で高齢者地域福祉無線システムの送信側のパワーを測定する。
- ④ ステップアッテネータ2を変えて高齢者地域福祉無線システムの受信側の受信感度（パケット誤り率10%）を測定する。・・・A
- ⑤ ステップアッテネータ2を3dB少なくする。・・・A+3dB
- ⑥ エリアワンセグ送信機を同一チャンネルにし、ステップアッテネータ1を変えてパケット誤り率10%となる信号強度を測定する。・・・B
- ⑦ エリアワンセグ送信機のチャンネルを隣接、隣々接になるよう変更し、上記と同様にそれぞれ測定する。
- ⑧ 高齢者地域福祉無線システムの送信側を64QAMに設定し同様の測定を行う。

2) 測定結果

表3-3と表3-4を比較すると、エリアワンセグ送信機から高齢者地域福祉無線システムに対する干渉評価では、高齢者地域福祉無線システムの変調方式の違いにより干渉限界レベルが異なることを確認した。

具体的にはBPSK1/2方式と64QAM3/4方式ではD/U比で約12dB（同一チャンネル）、約7dB（隣接、隣々接チャンネル）の違いを確認した。高齢者地域福祉無線システムにおいて通信速度の高い方式を選択すると、エリアワンセグからの影響を大きく受ける傾向があることを確認した。

表 3-3 高齢者地域福祉無線システム(試験装置：設定BPSK1/2)に対して干渉を与えた場合の限界レベル

D (希望) 波 高齢者地域福祉無線システム 26CH に対する条件	DTV SG U (妨害) 波 送信周波数 (MHz)	高齢者地域福祉無線システム 感度点・・・A (dBm)	エリアワンセグ 送信機レベル ・・・B (dBm)	A-B (dB)
同一 CH	551.000000	-96.0	-101.6	5.6
上隣接 CH	557.000000	-96.0	-56.6	-39.4
上隣隣接 CH	563.000000	-96.0	-57.6	-38.4
下隣接 CH	545.000000	-96.0	-58.6	-37.4
下隣隣接 CH	539.000000	-96.0	-58.6	-37.4

表 3-4 高齢者地域福祉無線システム(試験装置：設定64QAM3/4)に対して干渉を与えた場合の限界レベル

D (希望) 波 高齢者地域福祉無線システム 26CH に対する条件	DTV SG U (妨害) 波 送信周波数 (MHz)	高齢者地域福祉無線システム 感度点 ・・・A (dBm)	エリアワンセグ 送信機レベル ・・・B (dBm)	A-B (dB)
同一 CH	551.000000	-80.0	-97.6	17.6
上隣接 CH	557.000000	-80.0	-47.6	-32.4
上隣隣接 CH	563.000000	-80.0	-48.6	-31.4
下隣接 CH	545.000000	-80.0	-48.6	-31.4
下隣隣接 CH	539.000000	-80.0	-48.6	-31.4

(3) 高齢者地域福祉無線システムの相互間の干渉試験

高齢者地域福祉無線システムが他の高齢者地域福祉無線システム側へ与える干渉の測定を行った。被干渉状態の確認には高齢者地域福祉無線システム子局 2 用^(注8)の無線機を使用し、無線機に内蔵する診断機能を利用して送信パケット誤り率が10%になる状態を基準として感度点(干渉測定の際の感度点は基準から+3dB の値)を設定した。本試験の測定はチャンネル帯域幅 5MHz で、同一チャンネルを含む上下の隣接、隣々接チャンネルに対して行った。

1) 測定方法

高齢者地域福祉無線システムのチャンネルは同一、同一チャンネル、隣接チャンネル、隣々接チャンネルに変更し測定する。

- ① 機器を接続し、ケーブル、パケット誤り率を測定する。
- ② 測定対象側の高齢者地域福祉無線システムの設定を感度の良いBPSK、5Mとする。
- ③ 干渉側の高齢者地域福祉無線システムの電源を切った状態で測定対象側高齢者地域福祉無線システムのパワーを測定する。
- ④ ステップアッテネータ 1 を変えて測定対象側の高齢者地域福祉無線システムの受信感度 (パケット誤り率 10%) を測定する。・・・A

(注8) 図 3-1 の工場試験構成図でエリアワンセグ送信機を高齢者地域福祉無線システム子局 2 に置き換えて試験を実施した。

- ⑤ ステップアッテネータ 1 を 3dB 少なくする。・・・A+3dB
- ⑥ 干渉側の高齢者地域福祉無線システムを同一 CH にし、ステップアッテネータ 2 を変えて測定対象側の高齢者地域福祉無線システムの packets 誤り率が 10%となる信号強度を測定する。・・・B
- ⑦ 干渉側の高齢者地域福祉無線システムを 5MHz 刻みで隣接、隣々接になるよう変更し、上記と同様にそれぞれ測定する。
- ⑧ 高齢者地域福祉無線システムの送信側を 64QAM に設定し同様の測定を行う。
※本干渉試験では干渉源側の高齢者地域福祉無線システムは 64QAM の設定とする。

2) 測定結果

表 3-5 と表 3-6 を比較すると、高齢者地域福祉無線システム同士では通信速度により影響が異なった。

具体的には高齢者地域福祉無線システムの変調方式により D/U 比で約 3dB (同一チャンネル)、約 10dB (隣接、隣々接チャンネル) の違いを確認した。通信速度が遅くなるが、変調方式 BPSK1/2 の方が干渉を受け難いことを確認した。

表 3-5 高齢者地域福祉無線システム(設定 BPSK1/2)に対して干渉を与えた場合の限界レベル

D (希望) 波 高齢者地域福祉無線システム 26CH に対する条件	U (妨害) 波 高齢者地域福祉無線システム 送信周波数 (MHz)	高齢者地域福祉無線システム 感度点・・・A (dBm)	高齢者地域福祉無線システム 妨害 波レベル・・・B (dBm)	A-B (dB)
同一 CH	551.000000	-95.0	-100.0	5.0
上隣接 CH	556.000000	-95.0	-73.0	-22.0
上隣隣接 CH	561.000000	-95.0	-56.0	-39.0
下隣接 CH	546.000000	-95.0	-74.0	-21.0
下隣隣接 CH	541.000000	-95.0	-58.0	-37.0

D (希望) 波変調方式 : BPSK1/2

U (妨害) 波変調方式 : 64QAM

表 3-6 高齢者地域福祉無線システム(設定 64QAM3/4)に対して干渉を与えた場合の限界レベル

D (希望) 波 高齢者地域福祉無線システム 26CH に対する条件	U (妨害) 波 高齢者地域福祉無線システム 送信周波数 (MHz)	高齢者地域福祉無線システム 感度点・・・A (dBm)	高齢者地域福祉無線システム 妨害 波レベル・・・B (dBm)	A-B (dB)
同一 CH	551.000000	-80.0	-88.0	8.0
上隣接 CH	556.000000	-80.0	-68.0	-12.0
上隣隣接 CH	561.000000	-80.0	-52.0	-28.0
下隣接 CH	546.000000	-80.0	-69.0	-11.0
下隣隣接 CH	541.000000	-80.0	-54.0	-26.0

D (希望) 波変調方式 : 64QAM

U (妨害) 波変調方式 : 64QAM

3.2. エリア放送実験試験局の開設と実証試験（フィールド試験）の実施

3.2.1. エリア放送実験試験局の開設

実証試験において、地上デジタル放送への与干渉を検証するため、高齢者福祉施設にエリア放送実験試験局を開設した。開設にあたっての無線局免許諸元を以下に示す。

【エリアワンセグ放送実験試験局諸元】

無線局の種別	: 実験試験局（1局）
識別信号	: くにみがおかワンセグじっけん1
通信方式	: TX1N（1周波単向通信）
電波の型式	: 468K X7W 551.142857MHz
変調方式	: OFDM（直交周波分割多元）
定格出力	: 0.01W
空中線電力	: 0.0032W
空中線型式	: ZD（平面型アンテナ）
偏波面	: V（垂直偏波）
利得	: 8.14dBi（絶対利得）
空中線高（海拔高）	: 162m

エリアワンセグ送信機を高齢者福祉施設の駐車場内に設置し、約 30m の間隔で相互の干渉状況を確認することとした。

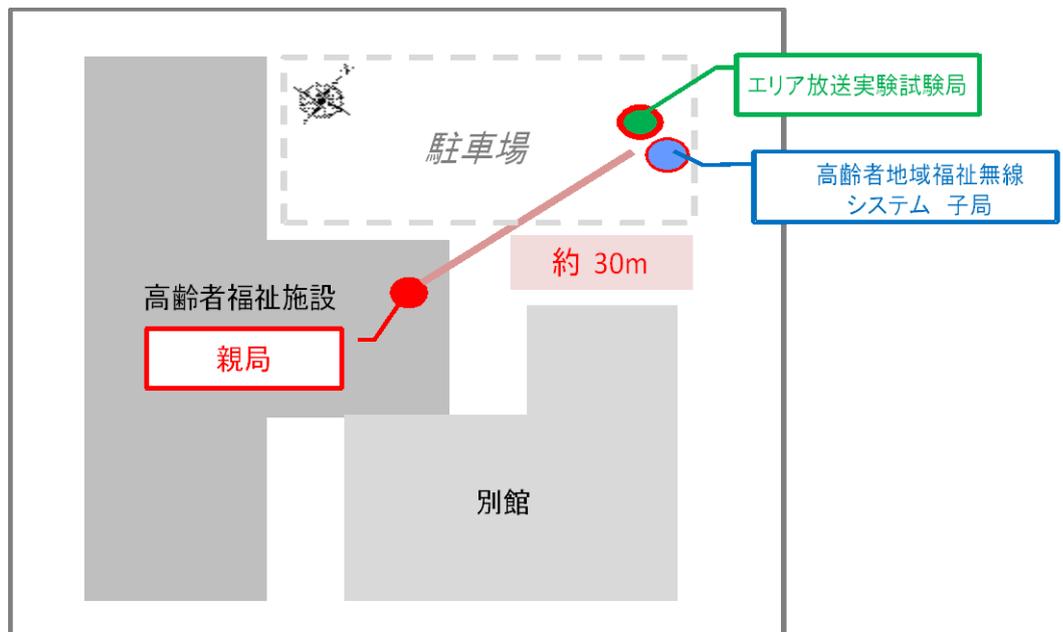


図 3-8 エリアワンセグ干渉実験配置図



図 3-9 エリア放送実験試験局開設状況



図 3-10 高齢者地域福祉無線システム
親局アンテナ



図 3-11 高齢者地域福祉無線システム
子局アンテナ

3. 2. 2. 実証試験の概要

高齢者福祉施設に設置した高齢者地域福祉無線システムとその近傍に設置したエリア放送実験試験局との与干渉、被干渉試験を行った。

3. 2. 3. 実証試験結果

(1) エリアワンセグ放送への与干渉

エリアワンセグ放送中に高齢者地域福祉無線システムから電波を発射してもワンセグテレビの画面が乱れることはないことを確認した。



図 3-12 エリアワンセグ受信状況

(2) 高齢者地域福祉無線システムへの干渉

高齢者地域福祉無線システム間におけるデータ通信中にエリアワンセグ放送を送信すると高齢者地域福祉無線システム回線が通信不能となった(図 3-13 参照)。一方、エリア放送実験試験局から送信出力を約 40dB 低下させると高齢者地域福祉無線システムの通信が正常となった。エリアワンセグ放送からの影響を確認するため、アッテネータを挿入しエリアワンセグ放送の出力レベルを段階的に下げたところ、高齢者地域福祉無線システムの伝送レートが上がり、パケット誤り率も減少した(表 3-7 参照)。これによってエリアワンセグ放送の出力レベルにより高齢者地域福祉無線システム回線が影響を受けることを確認した。

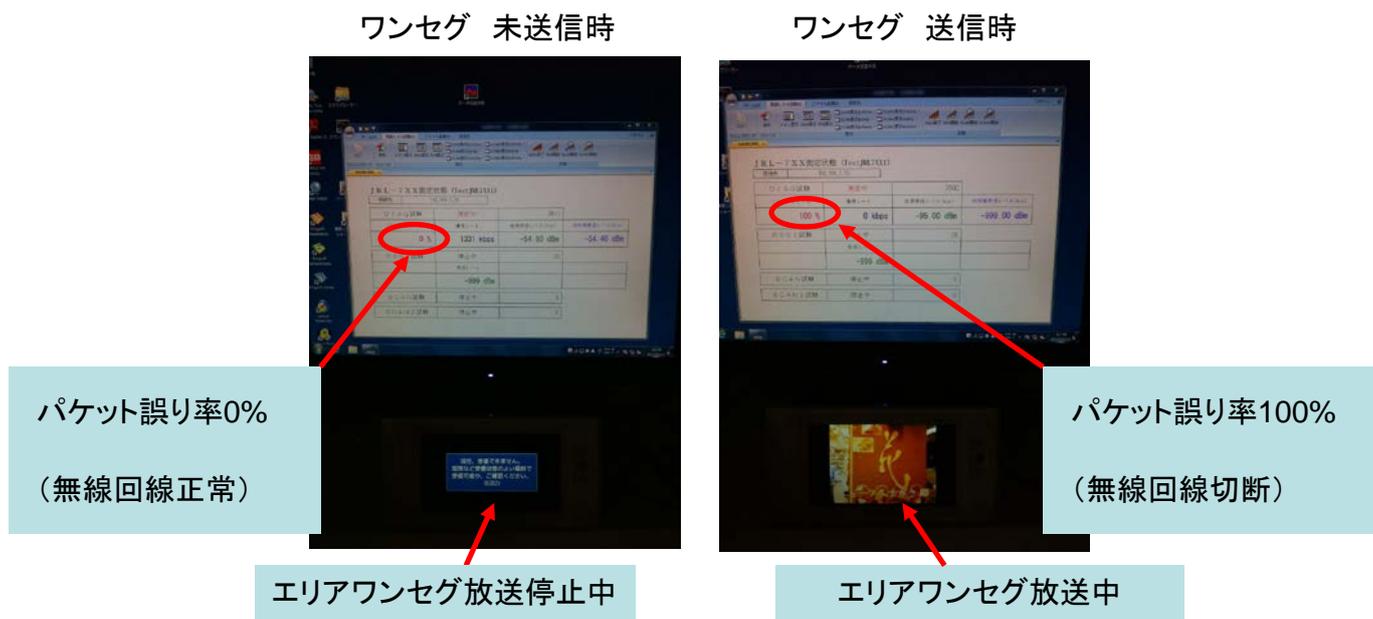


図 3-13 エリアワンセグ干渉試験時の通信状況

表 3-7 ワンセグ送信レベル減衰量と高齢者地域福祉無線システムの通信品質

ワンセグ電波 ATT 値 (DB)	無線 RSSI (DBM)	伝送レート (KBPS)	パケット誤り率 (%)
40	-54.4	1320	0
39	-54.6	1287	0~2
38	-56.7	600~1180	0~5
37	-56.8	400~600	0~40
36	-58.7	40~70	0~100
35	-59.7	0~40	0~100
34	—	0	0

※ワンセグ送信レベルを 40dB 減衰した時でも、エリアワンセグ放送は正常に受信されていた。

3.3. 特定ラジオマイクとの共用条件の机上検討

特定ラジオマイクとの共用条件は、「情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会」にて検討中である。高齢者地域福祉無線システムと特定ラジオマイクとの共用条件には、上記委員会の検討結果を踏まえ、共用条件の検討を深める必要がある。

高齢者地域福祉無線システム側で対応出来る干渉の防止機能としては、今回の高齢者地域福祉無線システムの試作機は機能を有していないが、キャリアセンス [DFS (Dynamic Frequency Selection) 機能] が考えられる。本高齢者地域福祉無線システムについても、DFS 機能を組込むことにより干渉を防ぐことが可能であると考ええる。

3.4. 共用条件のまとめ

高齢者地域福祉無線システムの送信マスクは、ARIB STD-B55 を準用し、保護基準は、ITU Rec. BT. 1895 を適用することにより、データ通信型である高齢者地域福祉無線システムとして利用可能であることが確認できた。実証試験においても、実効輻射電力 10mW の場合、エリアワンセグ放送への与干渉（画像の乱れ等）がないことを確認した。

3.4.1. 机上検討および工場試験

- (1) 高齢者地域福祉無線システムとエリア放送との干渉受信モデルは、ARIB STD-B55 に準拠して問題はなかった。
- (2) ITU-Rec. BT. 1895 の保護基準を適用することが望ましい。
- (3) 隣接、隣々接チャンネル干渉（帯域外干渉）の混信保護基準は、地上デジタル放送同士の隣接干渉 D/U（上隣接：-29dB、下隣接：-26dB）を十分に満足していた。本混信保護基準に準拠することが適当である。

3.4.2. フィールド試験

- (1) 高齢者地域福祉無線システムからエリア放送及び地上デジタル放送への干渉は確認されなかった。（地上デジタル放送局：ミヤギテレビ：24ch、KHB 東日本放送：28ch）
- (2) 地上デジタル放送から高齢者地域福祉無線システムへの干渉は確認されなかった。
- (3) エリア放送^(注9)から高齢者地域福祉無線システムへの干渉が確認された。しかし、エリア放送の送信電力を徐々に低減すると高齢者地域福祉無線システムの通信速度及びパケット誤り率は徐々に改善し、エリア放送の送信電力を 40dB 減にすると正常な通信が行えることが確認された。

3.4.3. 今後の実用化に向けた課題

- (1) 全体的に現状の共用基準が厳しいと考えられる。高齢者地域福祉無線システムの要求条件である半径 2km のサービスエリアを満足して実運用を確保するためには他の二次利用無線局に混信を与えない範囲で出力制限の緩和が望まれる。
- (2) 要求条件の半径 2km のエリアをカバーするためには、多数の高齢者地域福祉無線システムの分散設置が必要であり、コスト高が懸念される。
- (3) 高齢者地域福祉無線システムは、一次業務を保護し、優先二次業務からの保護を求めてはならないため地域等により異なる利用可能なホワイトスペースの確保が必要である。
- (4) ITU-Rec. BT. 1895 の保護基準及びエリア放送のスペクトルマスクを準用した基準を満足し、使い勝手のよい無線機の開発が必要である。

(注9) エリア放送については、高齢者地域福祉無線システムと同一チャンネルで実施

-
- (5) エリア放送の共用条件を目安とし、今後明らかになる特定ラジオマイク、センサーネットワーク、災害向け通信システム等の二次業務システムの共用条件を待つてさらに検討を深める。

4. アプリケーションの有効性

4.1. 試験内容及び結果

フィールド試験の前に高齢者地域福祉無線システムにアプリケーション機器を接続し、最適な伝送容量の検討も含め総合的な動作確認を行った。

4.1.1. アプリケーションの機能

(1) 見守りシステム 1

見守りシステム 1 は、在宅介護者宅に居間センサー、トイレセンサー、玄関センサーを設置し、在宅介護者の行動が普段と異なる時に電話回線による音声発信またはネットワークによるメールにより、予め決めておいた連絡先に自動発信するシステムである。また、上記のセンサーとは別にペンダント式の緊急スイッチによる発信も可能なシステムである。

本試験では、電話回線の代わりに本ホワイトスペース無線回線を利用し、連絡先の地域包括支援センターに設置した警報器が自動発報することにより、高齢者地域福祉無線システム回線の有効性を確認した。

安否異常の判定は、在宅中に一定時間内にトイレセンサー、居間センサー等に反応が無い場合に「安否異常」として判定される。

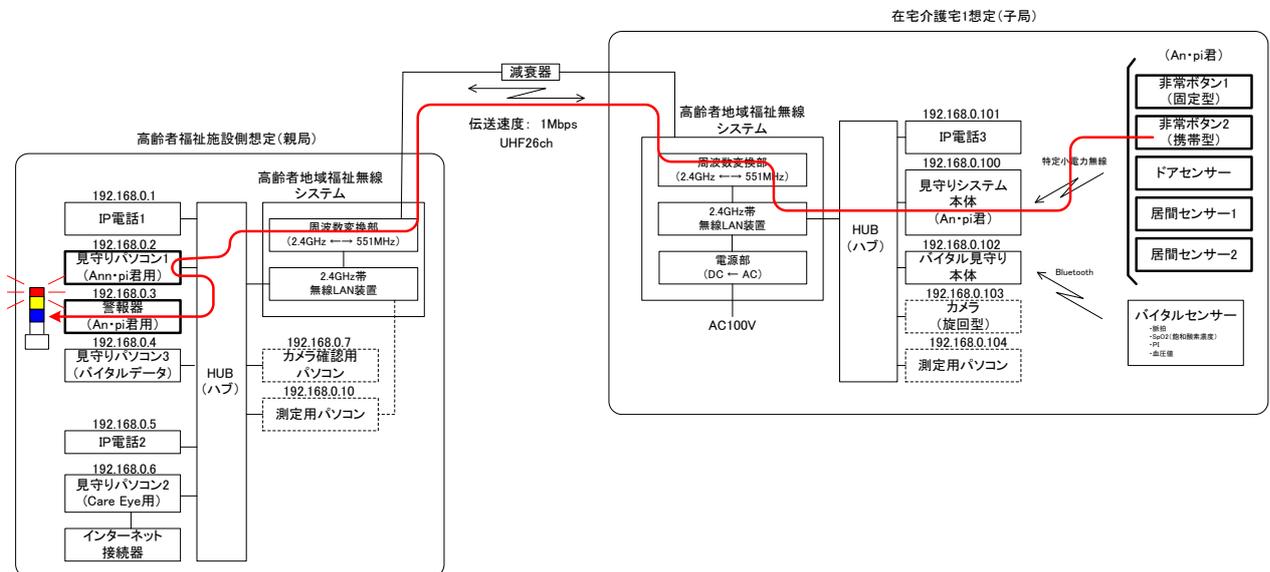


図 4-1 見守りシステム 1 工場試験構成図

試験用にセンサーのパソコン画面より検出状況を確認できるようにした。画面イメージと機材を以下に示す。

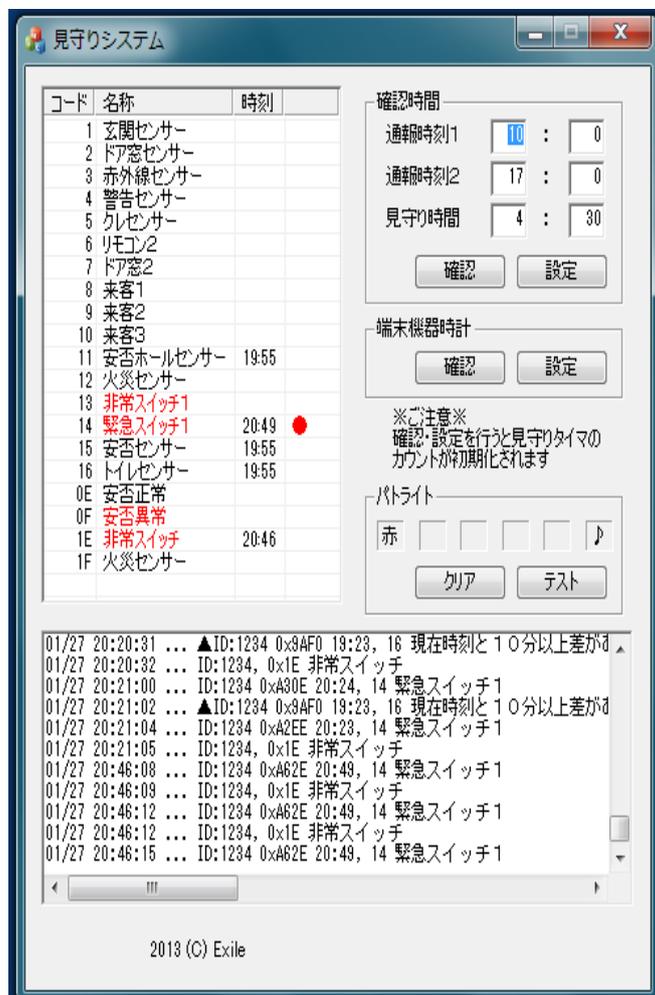


図 4-2 見守りシステム 1 の画面



図 4-3 見守りシステム 1 (左 : システム画面と警報機、右 : 緊急スイッチ)

(2) 見守りシステム 2

見守りシステム 2 は、在宅介護者宅に赤外線センサー、照度センサー、温度センサーを有したセンサーを設置し、在宅介護者の起床、運動状態等で見守るシステムである。

本システムは、インターネット上のサービス（クラウドサービス）となるが今回はセンサー情報の伝送用として高齢者地域福祉無線システム回線を利用した。

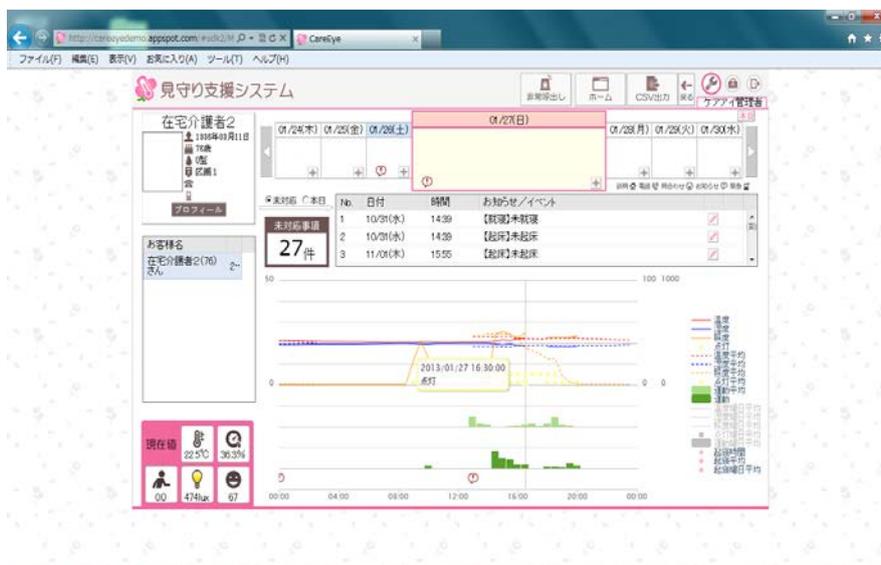


図 4-4 見守りシステム 2 の画面



図 4-5 見守りシステム 2 (センサー)

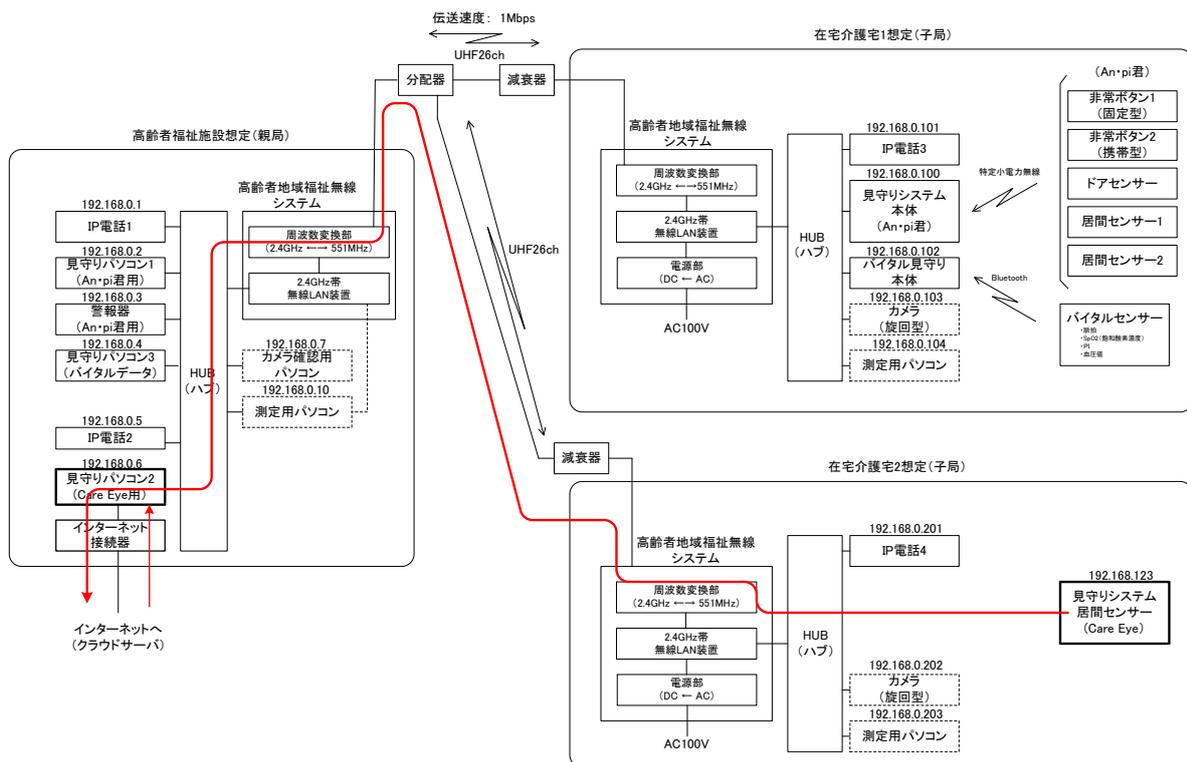


図 4-6 見守りシステム 2 工場試験構成図

見守りシステム 2 の画面は、インターネット上のクラウドサーバにあり、今回は、見守り情報を地域包括支援センターよりインターネット回線経由でクラウドサーバにセンサー情報を転送した。見守り画面はインターネット上より確認が可能である。

(3) 音声通話

音声通話の伝送については、地域包括支援センターおよび在宅介護者宅に IP 電話を設け、高齢者地域福祉無線システム回線経由で音声通話状態の確認を行った。

今回は電話交換機を必要としない IP 電話を利用した。IP アドレス番号で電話を掛ける必要があるが、在宅介護宅間でも通話が可能である。

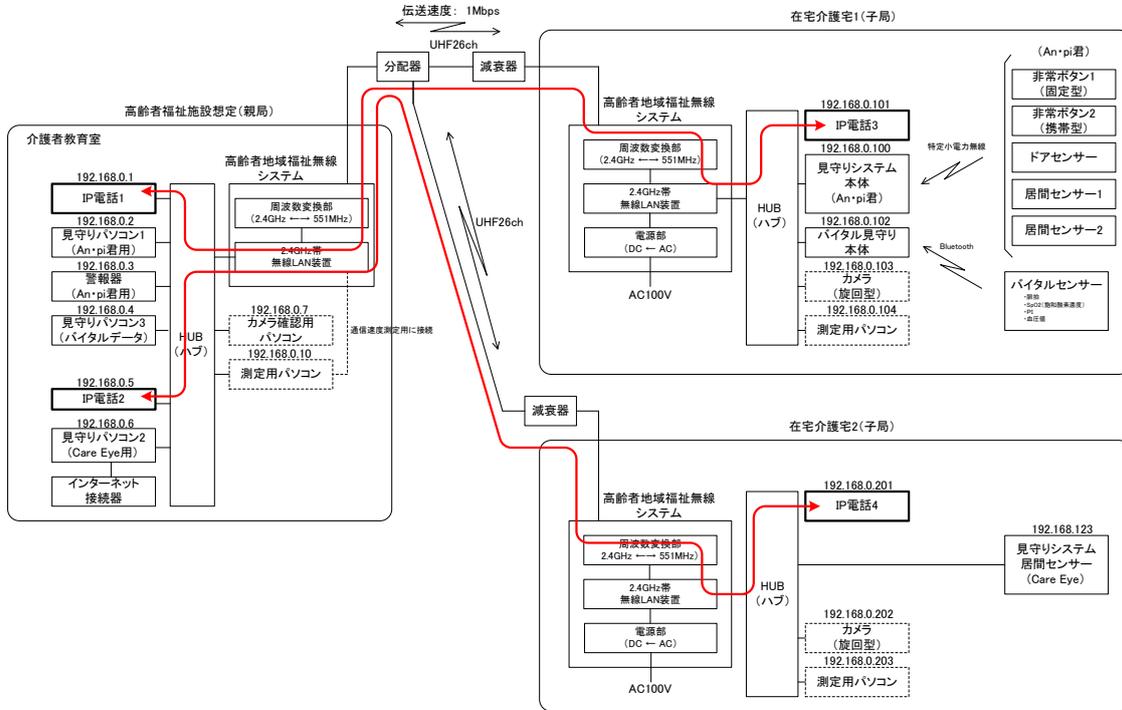


図 4-7 音声通話 工場試験構成図



図 4-8 IP 電話機

(4) バイタルデータ伝送

手首巻き付け方式のバイタルセンサーを利用した。バイタル計測データの高齢者地域福祉無線システム回線での伝送状況を確認した。

バイタルデータ：脈拍強度、SpO2（飽和酸素濃度）、PI（灌流指数）、血圧値

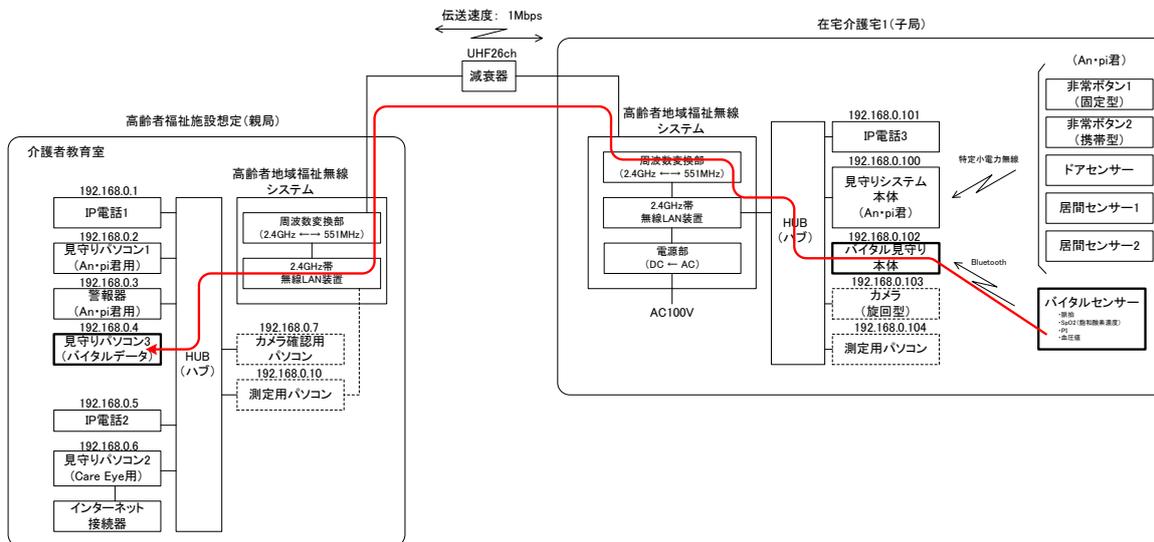


図 4-9 バイタルデータ取得 工場試験構成図

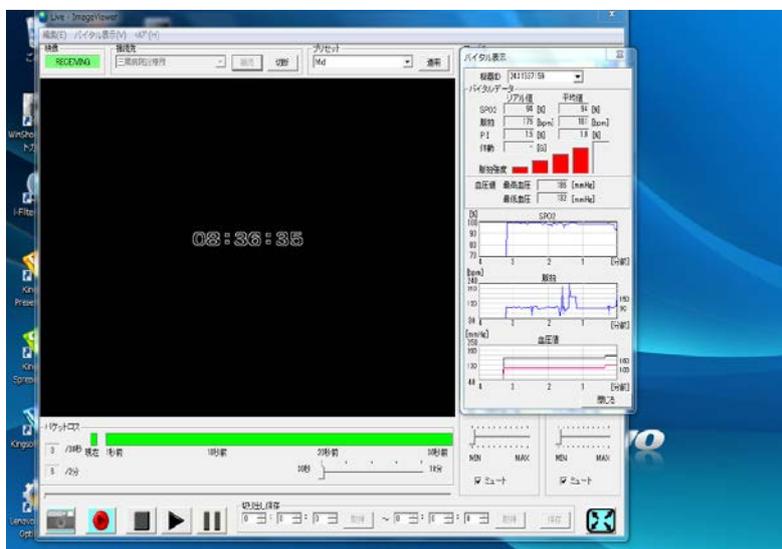


図 4-10 バイタルデータ取得データ表示

(5) カメラ画像伝送

在宅介護者宅側に Web カメラを設置し、高齢者地域福祉無線システム回線でのカメラ画像状況の確認を行った。

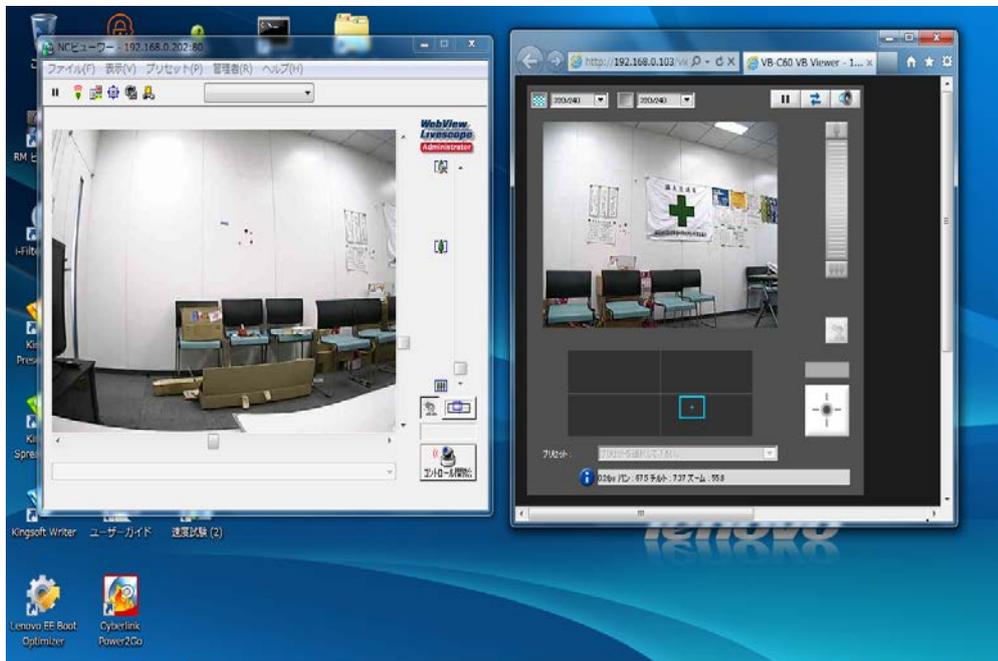


図 4-11 カメラ画像表示状況

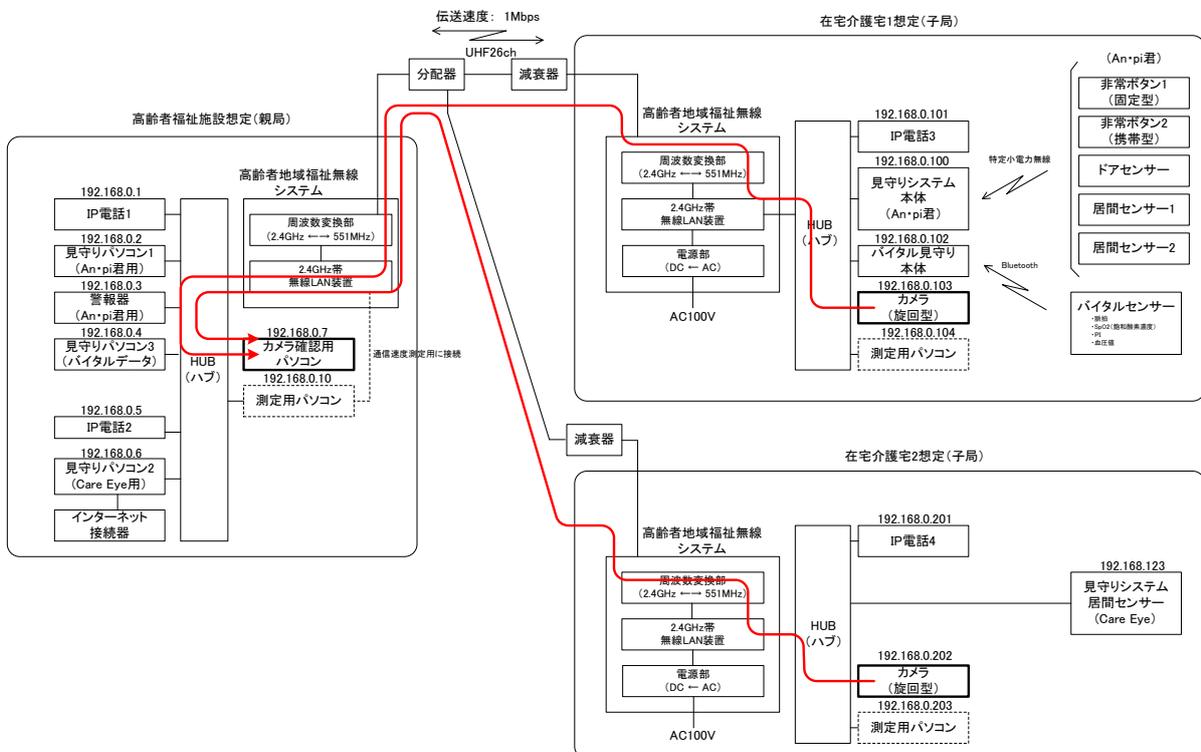


図 4-12 カメラ画像取得 工場試験構成図

4.1.2. 各アプリケーションの通信容量

(1) 見守りシステム 1

見守りシステム 1 は、室内センサー情報および安否通知情報が主な通信情報である。室内センサー情報は 3byte、安否通知情報は 4byte の情報量であり、必要とする通信容量は小さい。

各センサーが検出時に 5.44kbps (0.68k バイト) 程度のデータが送信される。TCP/IP 通信の受信側のアンサー情報を合計しても、約 16kbps 程度の通信容量であった。

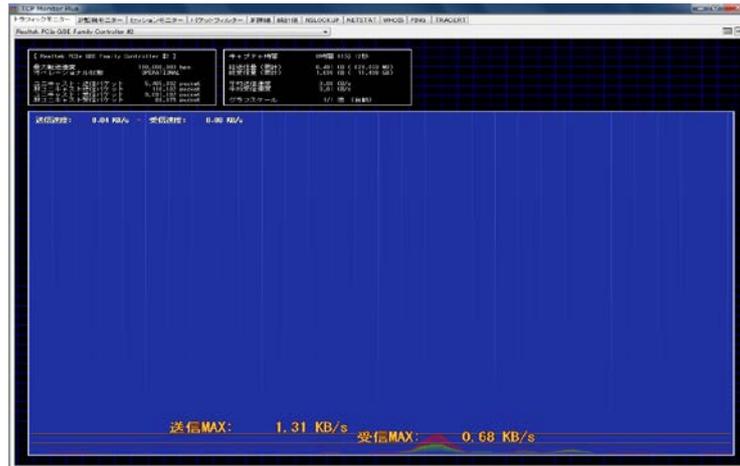


図 4-13 見守りシステム 1 におけるデータ量の確認

※ TCP Monitor ソフトを利用した。見守りシステム 1 の通信仕様書に記載のデータ量と同等のデータ量の測定結果であった。在宅介護宅より送信されるデータ情報を下記に示す。

表 4-1 室内センサー情報

データ種別	データ量	備考
在宅介護宅 ID	2byte	1～65,535 軒
室内情報 (検出時刻、センサー番号)	1byte	センサー16 箇所/軒

送信タイミング: 各室内センサーが検出毎に在宅介護宅より送信させる。

表 4-2 安否通知情報

データ種別	データ量	備考
在宅介護宅 ID	2byte	1～65,535 軒
安否情報	2byte	正常/異常

送信タイミング: 安否判定時刻 (及び一定間隔毎) に在宅介護宅より送信される。

※ 送信データおよび受信データで表示されるが、無線周波数としては 1 波であり、通信トラフィックとしては送信データと受信データの合計値となる。

(2) 見守りシステム 2

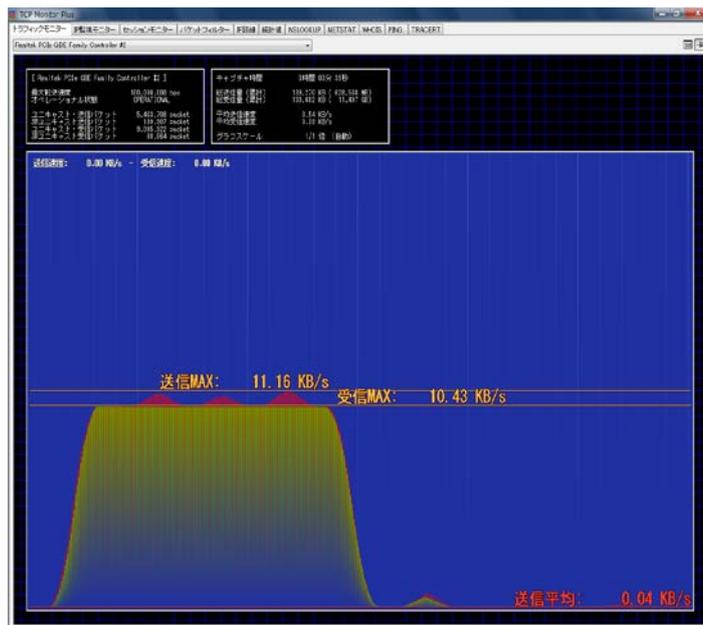
見守りシステム 2 についても、必要とする伝送容量は受信および送信データも含めても 19kbps 程度でデータ量としては小さかった。ただし、見守りシステム 2 は室内のセンサー情報を一定間隔（約 70 秒間隔）で送信する機能となっていた。



図 4-14 見守りシステム 2 におけるデータ量の確認

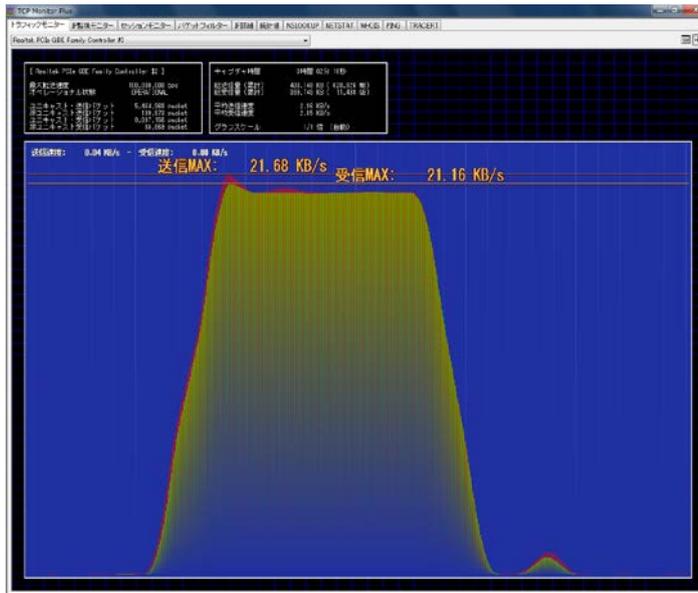
(3) 音声通話

音声通話で必要となる通信容量は 1 回線当り 176kbps (22k バイト) 程度である。電話の呼び出し中の通信容量は小さい。受信者側の受話器を上げた状態より始めて、176kbps の通信データが流れる。通信データは、無音の状態でも一定に 176kbps の通信データとなった。



電話回線：1 対向利用時

図 4-15 音声通話におけるデータ量の確認 (1 対)



電話回線：2 対向利用時

図 4-16 音声通話におけるデータ量の確認 (2 対)

(4) バイタルデータ

試験で使用した機器は、画像データも送信される機能となっている。機器の画像入カインターフェイスに画像信号を入力しない状態でも時刻が画像データとして送信させる。

測定結果では、送信と受信の合計で 240kbps (30k バイト) 程度であったが上記の画像データを考慮するとバイタルデータ自体は数値データであり、実際に必要とする伝送容量は他の見守りシステムと同様に 20kbps 程度と予想される。ただし、脈拍情報等は短い周期 (1 秒毎) で情報を送信する機能となっていた。

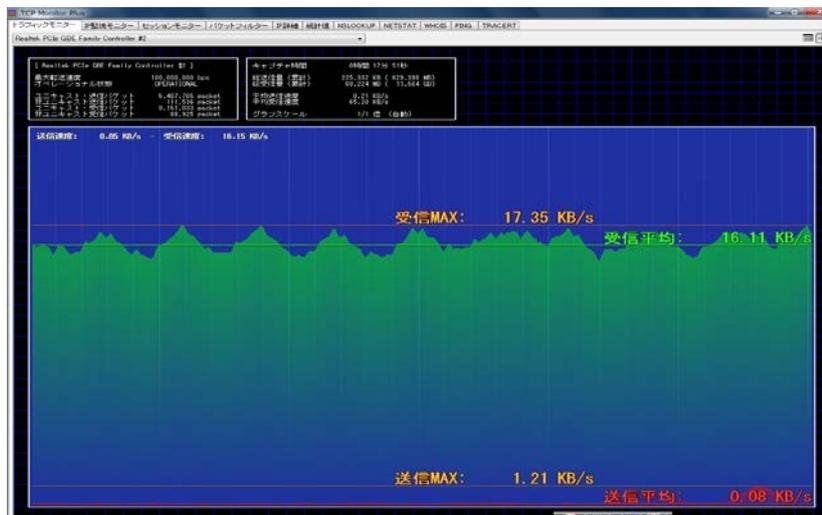


図 4-17 バイタルデータ伝送におけるデータ量の確認

(5) カメラ画像伝送

在宅介護者宅側に Web カメラを設置し、高齢者地域福祉無線システム回線でのカメラ画像状況の確認を行った。

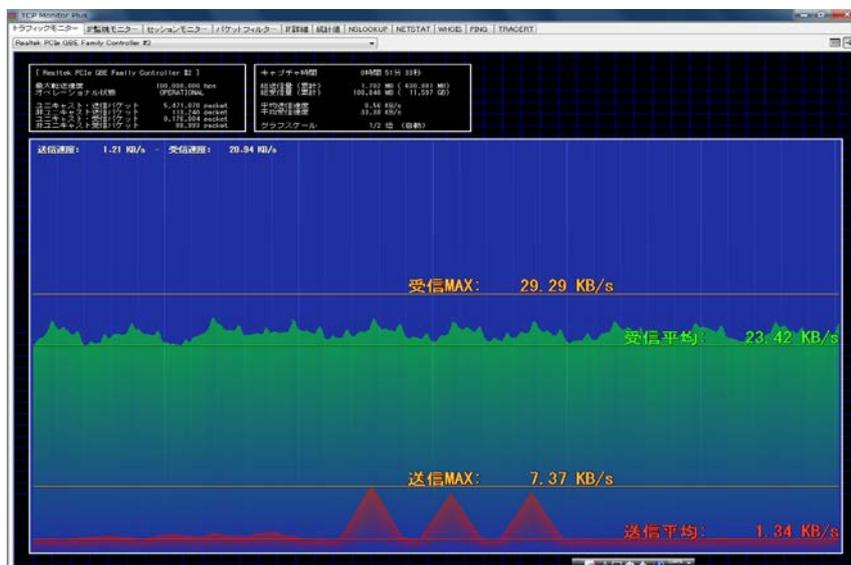


図 4-18 カメラ画像伝送におけるデータ量の確認 (1 カメラ分)

各アプリケーションで必要とする通信容量を表 4-3 にまとめる。検証試験で各アプリケーションを同時利用した場合でも、最大 1,009 kbps であり、無線回線の変調方式は、1.5Mbps で伝送可能な BPSK 方式とした。

表 4-3 アプリケーションで必要とする通信容量

No.	機器	通信容量
1	IP 電話	354kbps (2 対向)
2	見守りシステム 1	16 kbps
3	見守りシステム 2	19 kbps
4	バイタルデータ	20 kbps
5	カメラ 1	300 kbps
6	カメラ 2	300 kbps
	合計	1,009 kbps

4.1.3. 工場試験結果

1.5Mbps の伝送回線容量で各システムが正常に利用可能なことを確認した。アプリケーション（見守りシステム等）を機能させても問題ないことを確認した。

カメラ画像については、1 秒当りのフレーム数を 30 フレームにするとアナログ TV 並みの映像となるが、30 フレームに設定すると画像が停止する時があった。今回は、在宅介護者の見守りが目的であり、動きの早い映像を必要としないので 1 秒当たりのフレーム数を 10 フレームとし、また、解像度も 320×320 ドットとした。

地域包括支援センター側の表示用パソコンは、1 台でも機能としては十分であったが同時に各システムの状態を確認するために複数台のパソコンを設置し確認を行った。

4.2. 実証試験結果

4.2.1. 実施概要

高齢者福祉施設にすべての通信機器及びアプリケーションを設置し、アプリケーションの有効性及び実際の通信容量等の確認を行った。

なお、フィールドでの試験に伴い、次の要領にて公開での試験を行った。

日時 平成 25 年 2 月 28 日 13 : 30～15 : 00

場所 親局 : 高齢者福祉施設

子局 : 親局から約 370m の通信確認地点 1

表 4-4 公開試験スケジュール

次第	時間	進行内容
1. 開会	13:30	司会の紹介
2. 座長挨拶	13:31 (5M)	座長挨拶
3. ホワイトスペース概要説明	13:36 (20M)	パワーポイントの説明および質疑応答
4. デモンストレーション	13:56 (44M)	実機によるデモンストレーション 感想
5. 質疑応答	14:40 (20M)	質疑応答
6. 閉会	15:00	閉会挨拶

アプリケーションについては、図 4-19 の構成での実施となった。子局側が 1 箇所となったが、工場試験と同様に問題無くアプリケーションが動作することを確認した。

4.3. アプリケーションの課題とまとめ

1. 5Mbps の回線速度が、確保され IP 電話（2 対向）、見守りシステム 2 式、バイタルデータ端末 1 台、カメラ 2 台の運用が可能である。各見守りアプリケーションは、問題なく動作した。

4.3.1. アプリケーションの課題

今回の高齢者地域福祉無線システム設備では収容すべきユーザー数を 500 人と想定している。ユーザー数については、次の 2 種類の制約条件がある。

- ・ ハードウェア的条件
- ・ アプリケーション的条件

4.3.1.1 ハードウェア的条件

今回の高齢者地域福祉無線システムは、無線 LAN の機能を利用しているため収容できる端末数が 1 台の親局に対して子局 124 台までとなっている。ただし、本 124 台は WEP 等の無線 LAN のセキュリティ制約であり 124 台が同時に接続した場合である。124 台以上接続する場合は一番初めに親局に接続した端末が未接続となるが、端末より再接続要求を行うことにより再接続される。通信回線上で再接続要求のデータが増えるが、端末 124 台以上の接続は可能である。

今回の高齢者地域福祉無線システム設備では運用上で同時に 124 台が接続される状況は無いと考えられるため、実際の運用時に再検討が必要であるが問題ないと考ええる。

4.3.1.2 アプリケーション的条件

今回の試験では伝送速度を最も低速であるが通信距離を長くとれる 1.5Mbps モードで確認を行った。

(1) 見守りシステムについて

今回の試験より見守りシステム自体が必要とする通信容量は小さいことが分かった。見守りシステムは有線回線の利用を前提としており、見守りシステム側の調整を実施することにより、1.5Mbps 程度の回線でも十分に利用可能であることが確認できた。

見守りシステムを 500 台（人）収容する場合、以下の調整が必要であると考ええる。

見守りシステムの無線回線への応用

【見守りシステム 1】

本来は、電話回線を利用し安否異常となった時や非常スイッチが押された時に見守り情報が発報される方式であるが、今回の試験では在宅介護者宅の各センサーが検出毎に地域包括支援センターへ情報が伝送される方式となっていた。電話回線時と同様に安否異常等の異常時のデータに限定して情報伝送する方式に調整するか、各センサー情報についても間欠的に伝送する様にするにより、500台（人）の収容は可能である。

【見守りシステム 2】

情報量が少ないものの約1分毎に在宅介護者宅のセンサーから情報が伝送される。「室内照度（起床確認）」、「運動状況情報」は、重要であるものの1分毎での見守り情報が必要なければ、10分毎等の間隔にすることにより、見守りシステム1と同様に500台（人）の収容は可能である。

(2) 音声通話について

音声通話については、1回線当たりの使用する伝送容量は多いものの地域包括支援センター側で対応できる職員の数より通話回線数は多くを必要としないと考える。

職員の数より電話回線について3回線を想定し、3回線であれば常時接続された状態でも問題ないことを確認した。

東日本大震災時等の利用者が増大する場合は、利用運用面で工夫が必要であるが、通常時には問題ない。

参考：アーラン(Erlang) B式にてトラヒック状態を検討すると下記のとおりとなる。

「アーランB式の場合、総世帯数は無限と見なしているため、規定しなければならないのは『時間当たりの通話数』と『平均通話時間』である。1時間当たり5回の通話（想定）があり、1回当たり5分間話す（平均通話時間）とした場合、 $5 \text{回} \times 300 \text{秒} = 1,500 \text{(秒)}$ となり、これに対して1時間 $60 \times 60 = 3,600 \text{(秒)}$ の「もち時間」となり、呼量は $1,500 \div 3,600 \approx 0.417 \text{(erl)}$ となる。

支援センター側の受付電話回線を3回線とすると出口が3つとなり、アーランB式を適用すれば呼損率は約0.008（おおよそ100回掛けたら約1回繋がらない程度）という計算となる。

各高齢者宅と1日に1度必ず電話にて安否確認を行うなどの管理体制となる場合は、受付電話回線数の再検討が必要となる。

(3) バイタルデータについて

今回のバイタル計測機器は脈拍強度等のデータを短い周期（1秒毎）に伝送する機器であった。1秒毎に計測する場合は常時バイタルセンサーを手首や足首に常時はめておく必要がある。在宅介護者の内、比較的健康な方については、朝・夕の2回の計測または、10分毎の計測程度が妥当と考える。1秒毎に見守りが必要な要介護者が、500軒中何件になるが未調査であるが、1.5Mbps程度の回線であれば、要介護者宅についても10軒(200kbps)程度は収容可能である。

(4) カメラ見守りについて

在宅介護者宅で利用する映像については、在宅介護者の顔色や様子の変化の確認が必要になると考える。映像の画素数は必要なものの早い動画情報は不要である。動画の1秒当りフレーム数を制限することにより伝送容量を低減できる。^(注10)

また、カメラについては、プライバシーの問題より利用については主に寝たきり者等の要介護者への利用と予想される。

高齢者地域福祉無線システム設備で必要となる伝送容量を次表にまとめる。1.5Mbps または、500軒の収容が必要ない場合は狭帯域の無線回線でも構築可能である。

表 4-5 高齢者地域福祉無線システム設備で必要となる伝送容量

No.	利用目的	必要回線数	伝送容量 (1回線当り)	必要な伝送容量 (合計)	備考
1	電話回線	3	176kbps	3回線×176kbps=528kbps	528kbps 一度に対応出来る職員3人程度より想定
2	見守りシステム	500	16kbps	$(500人 \times 16kbps \times 1秒 \times 6回) / (60分 \times 60秒) = 平均14kbps$	14kbps 安否異常時および10分毎の見守りとする。
3	バイタルデータ	500	20kbps	$(500人 \times 20kbps \times 1秒 \times 6回) / (60分 \times 60秒) = 平均17kbps$	17kbps 朝・夕の2回の計測または10分毎の見守りとする。
4	カメラ見守り	1	300kbps	1回線×300kbps=300kbps	300kbps 要介護者宅等の見守り。複数宅ある場合は、巡回による見守りとする。
合計					859kbps 在宅介護者宅よりランダムに情報が伝送されコリジョン（衝突）が予想されるため、スループットの60～80%程度の利用が望ましい。

(注10) 実証試験では、1秒当りのフレーム数を10フレームに調整して試験を行った。

4.3.2. アプリケーションのまとめ

4.3.2.1 机上検討および工場試験

通信速度は、1.0Mbps 以上の速度が確保され、各アプリケーションが問題なく動作した。

4.3.2.2 フィールド試験

工場試験と同様に問題なく動作した。

4.3.2.3 アプリケーションの有効性

- (1) 非常時の安否確認、避難誘導等だけでなく、日常の見守り等にも利用可能であり、有効であると判断できる。
- (2) 自営無線回線のメリットが大きい。

500 世帯の収容はデータの送信回数、頻度等の調整（電話 3 回線、安否異常時に限る伝送、10 分間隔の伝送等）により可能である。

5. まとめ

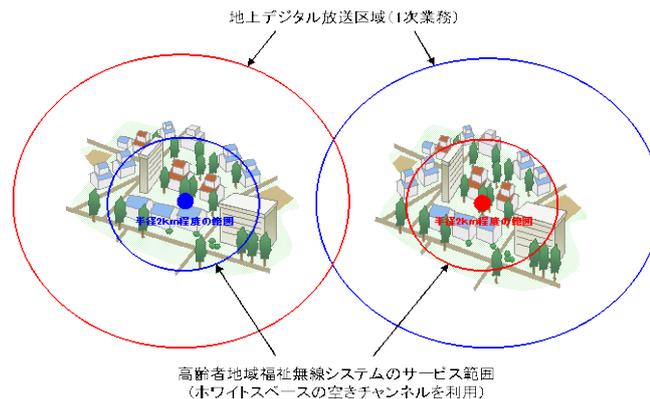
本調査検討は、平成 23 年度から引き続き 2 年間にわたり行った。平成 23 年度は、ホワイトスペースとして活用可能な周波数を検索し、平成 24 年度は、無線 LAN 装置を改造した試験機により実際に電波を発射して基本性能等の確認を行った。限られる検討期間のため無線 LAN 装置を活用することにより、短期間でシステムを構築することができた。無線 LAN の技術基準は、高齢者地域福祉無線システムの技術的条件を検討する上で有効な参照基準になりえるが、高齢者地域福祉無線システムに要求される半径 2km のサービス範囲を確保するためには、受信電力の向上をはじめ、地上デジタル放送（一次業務無線局）とエリア放送の共用条件を加味した検討が必要である。現段階では、高齢者地域福祉無線システムの技術的条件を確定するまでには至らないが、今後、ホワイトスペースを活用した他の二次業務無線局の技術的条件、共用条件の検討を参照しながら、検討を加える必要がある。

フィールドで運用する上で様々な課題が明らかになったが、技術的課題を示し今後の検討素材とする。

(1) 親局の場所とサービスエリアの関係

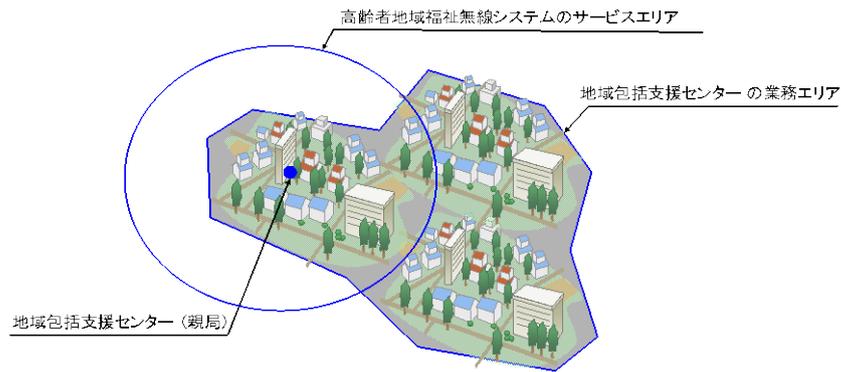
① 理想的な位置関係

今回の高齢者地域福祉無線システムは、地域包括支援センターのサービス範囲（半径 2km）での運用を想定して実証試験を実施した。地域包括支援センターが地理的に業務エリアの中心にある場合は、高齢者地域福祉無線システムの親局 1 台でサービスエリアを確保できる可能性が高くなる。また、ホワイトスペースは地域ごとに利用できる周波数（ホワイトスペースチャンネル）が異なり、今回のような狭いサービスエリアで運用する場合は利用可能である。なお、実証試験時の通信エリアは半径 400m 程度となった。



② 親局位置が業務エリアの中心に位置しない場合

地域包括支援センターの場所が地域包括支援センターの業務エリアの中心に位置しない場合が考えられる。また、地域包括支援センターが電波伝搬に効果的な見通しの良い場所に設置されているとは限らず地理等の条件によっては各支援センターの業務エリア内における通信を確保できない場合も考えられる。

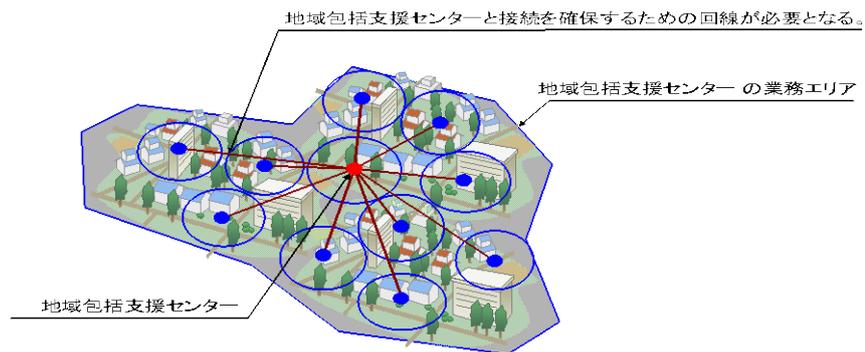


地域包括支援センター(親局)が支援センターの業務エリアの中心に位置しない場合のイメージ図

③ 業務エリアが広く多数の親局を必要とする場合

高齢者地域福祉無線システムの出力を実効輻射電力 10mW 以下とした場合、疎通距離は、400m 程度となることを確認した。半径 400m の通信距離で要求条件である半径 2km のサービスエリアを確保するには、親局を 25 箇所以上設置する必要がある。

多数の親局を設置することは、親局同士の接続性を確保する新たな課題が生まれることに加え設置者の経済的負担となり、実用化の大きな障害となる可能性がある。



実効輻射電力 10mW (半径400m)でサービスエリアを確保したイメージ図

(2) 占有周波数帯幅について

実証試験より高齢者地域福祉無線システムでは、通信速度として 1Mbps 程度の回線速度があれば、高齢者地域福祉無線システム用（見守りシステム等）として十分な速度であった。今回の高齢者地域福祉無線システムの占有周波数帯幅は、地上デジタル放送のチャンネル間隔の 6MHz での利用を想定し 4.5MHz の帯域幅とした。高齢者地域福祉無線システムの最大通信速度はスループットで約 6Mbps である。

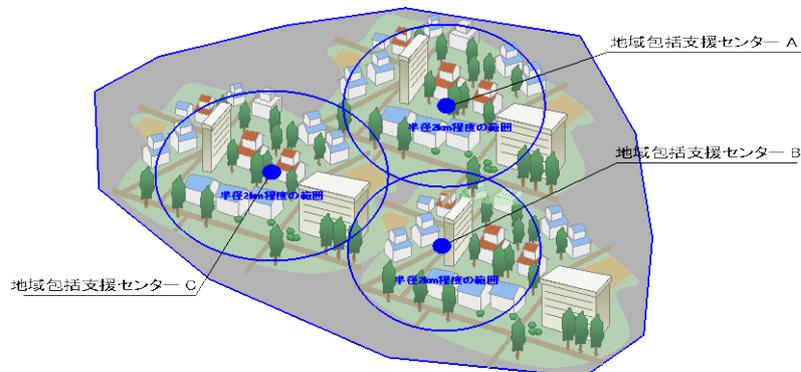
今回のホワイトスペースは、地上デジタル放送の帯域を使用して試験を実施したが、高齢者地域福祉無線システムとしては、1Mbps 程度の回線であれば良いので 4.5MHz 以下の占有周波数帯幅でも利用が可能である。

地上デジタル放送のホワイトスペース (6MHz 帯幅) の利用を想定した場合、占有周波数帯幅の選定については、メリット/デメリットがある。

表 5-1 地上デジタル放送のホワイトスペースを利用時の占有周波数帯幅とメリット／デメリット

占有周波数帯幅	メリット	デメリット
6MHz 以下	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地上デジタル放送以外のホワイトスペースでの利用の可能性が高くなる。 ・ 6MHz 幅の場合、複数のチャンネルで利用が可能となる。 (チャンネル間隔 25kHz の場合：240チャンネル) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 無線機のインターフェイスの開発が必要となる。低速な音声回線やシリアル通信のインターフェイスとなる。 ・ 動画伝送が出来ない。
6MHz	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地上デジタル放送の 1 チャンネルと同じ周波数帯幅となり、ホワイトスペースで利用しやすい。 ・ インターフェイスについてイーサネット (Ethernet) の利用が可能となる。見守り機能等は無線機に外付け機能でも利用可能となる。 	<p>—————</p>
6MHz 以上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 見守り画像についても、複数の画像伝送が可能となる。 (参考) 無線 LAN の場合の占有周波数帯域と伝送速度 <p style="margin-left: 40px;">4.5MHz : 13Mbps</p> <p style="margin-left: 40px;">9MHz : 27Mbps</p> <p style="margin-left: 40px;">18MHz : 54Mbps</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地上デジタル放送で 2 チャンネル以上のホワイトスペースを見付ける必要がある。

占有周波数帯幅については広帯域で利用できることが望ましいが、ホワイトスペースも有限であるため、無線免許上の課題があるがホワイトスペースの1チャンネル(通信速度6Mbps)を複数の地域包括支援センターで共用^(注11)して利用することも可能であり、ホワイトスペースをより有効利用できる。



複数の地域包括支援センターでホワイトスペースチャンネルを共有して利用する場合
(帯域4.5MHz、スループット6Mbpsを共有して利用)

(3) アンテナ高の確保

アンテナは高い位置に設置することが安定した通信を確保するために望ましいが、一般住宅では、設置場所は屋根上やベランダが一般的であるため、特に高い位置に設置することは現実的に困難である。従って実際の設置にあたっては、第1フレネルゾーンが遮蔽されないような配慮が必要である。

(4) 見守り機能

今回の試験の見守り機能については、市場で利用されている見守りシステムをイーサネット(LAN)に接続することにより見守り機能を実現した。見守りシステムは、メーカーの異なる2種類について、高齢者地域福祉無線システム回線で機能確認を行った。2種類とも、在宅介護宅に赤外線等のセンサーを設置して見守るシステムであった。今回の見守り機能で必要とする通信速度は、16kbps と 19kbps であることを確認した。

高齢者の見守りシステムは、各メーカーより提案されており多種多様な機能が提案されている。高齢者地域福祉無線システム設備の見守り機能については、見守りシステムで必要となる通信速度を確保できれば高齢者地域福祉無線システム設備で利用可能である。

^(注11) 今回の高齢者地域福祉無線システムは無線LAN機器を基にしているため、CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance: 搬送波感知多重アクセス/衝突回避方式)機能を有している。複数の地域包括支援センターで同じチャンネルを利用し、また、他の地域包括支援センターの電波が到達する地理条件でも利用可能である。地域包括支援センターAで無線回線を利用している間は、地域包括支援センターBおよび地域包括支援センターCでは、電波出力を一定時間待ってから送信を開始する運用となる。待ち時間が発生するため、通信回線のスループットが低下するが、複数の地域包括支援センターでホワイトスペースの共用が可能となる。採用にあたっては各地域包括支援センターで収容する端末の台数等で、スループットの確認が必要である。

卷末資料

目次

調査検討会の設置要綱	60
調査検討会の構成員	61
調査検討会の運営概要	62
スケジュール	64
工場試験見学の実施概要	65
公開試験の実施概要	70
参考文献	75
用語集	75
参考資料：混信保護基準	78
ホワイトスペースを活用した放送型システムに関する技術的条件 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 報告（案）（抜粋）	

調査検討会の設置要綱

1. 名称

本調査検討会は、「ホワイトスペース等を活用した高齢者福祉用データ伝送無線設備の技術的条件に関する調査検討会」（以下、検討会）という。）と称する。

2. 目的

本調査検討会は、平成 23 年度に行った検討結果を踏まえ、仙台市内で探索したホワイトスペースを活用した高齢者地域福祉無線システムを試作・構築し、同システムの技術的条件及び一次業務無線局等との共用条件を検証し、高齢者地域福祉無線局の技術的条件及び共用条件を低減する。

また、同無線システムが提供する地域包括支援センターと在宅高齢者との通話及びデータ伝送等のアプリケーションが地域包括ケア又は高齢者福祉サービスに有効かどうかを検証する。

3. 調査検討事項

- (1) ホワイトスペースを使用する高齢者地域福祉無線システムの技術的条件
- (2) 高齢者地域福祉無線システムと一次業務無線局との共用条件
- (3) 高齢者地域福祉無線システムのアプリケーションの有効性
- (4) その他関連事項

4. 構成

- (1) 検討会は、東北総合通信局の委嘱を受けた委員により構成する。
- (2) 座長及び副座長は、東北総合通信局長が予め指名した者とする。

5. 運営

- (1) 検討会は座長が開催し主宰する。
- (2) 座長は必要に応じて、構成員以外の委員を招聘することができる。
- (3) 副座長は座長の補佐を行う。
- (4) その他、運営に関する事項は検討会において定める。

6. 開催期間

第 1 回調査検討会開催の日から平成 25 年 3 月 31 日までとする。

調査検討会の構成員

<17名／五十音順：敬称略>

- | | | |
|---|--------------------|---|
| | あべ かずや
阿部 和也 | 国見ヶ丘地域包括支援センター 所長 |
| | おおひさ よしはる
大久 良晴 | 特定非営利活動法人 地域医療支援ネットワーク 理事長 |
| | かつやま ひろゆき
勝山 浩之 | リズム時計工業株式会社営業本部仙台営業所 所長 |
| ○ | かめだ すぐる
亀田 卓 | 国立大学法人東北大学 電気通信研究所 准教授 |
| | きくち ともよし
菊地 智義 | 日本無線株式会社東北支社 技術課 課長 |
| ◎ | くどう えいすけ
工藤 栄亮 | 東北工業大学 工学部 教授 |
| | さいとう よしお
齋藤 喜夫 | 株式会社ここみケア 専務取締役 |
| | ささき まさし
佐々木 雅志 | 東北電力株式会社情報通信部(通信ネットワーク技術)副長 |
| | すえなが りきや
末永 力也 | 総務省 東北総合通信局 無線通信部長 |
| | たかはし まさかつ
高橋 昌勝 | 産電工業株式会社 代表取締役 |
| | とよだ としひさ
豊田 敏久 | 東日本電信電話株式会社宮城支店 自治体復興支援室長 |
| | なかがわ あつし
中川 篤 | KDDI 株式会社 技術企画本部電波部長 |
| | ながれ たけお
永禮 健生 | オムロンヘルスケア株式会社 学術技術部
ホームメディカルケアグループ 医療プロジェクト専門職 |
| | ひろよし ひでとし
廣吉 秀俊 | 株式会社イー・エス・ブレインズ 代表取締役 |
| | ふなこし まさひろ
舟越 正博 | 社会福祉法人東北福祉会
せんだんの杜高齢者福祉施設 総合施設長 |
| | みねぎし かずお
嶺岸 一夫 | NEC トーキン株式会社 NFS 事業開発推進部技術グループ
シニアエキスパート |
| | よしむら ひろし
吉村 洋 | 公益財団法人仙台市産業振興事業団 FWBC 推進本部長 |
| ◎ | 座長 | ○副座長 |

調査検討会の運営概要

1. 第1回調査検討会

日時：平成24年6月28日（木） 14:00～16:00

場所：仙台第2合同庁舎 12階 会議室

- 議事：①平成23年度調査検討の概要について
②平成24年度調査検討の経過について
③調査検討事項について
④試験環境の構築について
⑤調査検討スケジュールについて

2. 第2回調査検討会

日時：平成24年9月21日（金） 14:00～16:00

場所：仙台第2合同庁舎 12階 会議室

- 議事：①第1回検討会議の議事録（案）について
②調査検討請負の状況について
③実証試験計画（案）について
④スケジュールの変更について



3. 第3回調査検討会

日時：平成24年12月14日（金） 13:00～15:00

場所：仙台第2合同庁舎 12階 会議室

- 議事：①第2回検討会議の議事録（案）について
②公開試験に向けた調整の状況について
③実証試験計画（案）について
④スケジュールの変更について



4. 第4回調査検討会

日時：平成25年2月28日（木） 15:15～16:00

場所：高齢者福祉施設

- 議事：①第3回検討会議の議事録（案）について
②工場試験の結果について
③公開試験の結果について
④報告書骨子（案）について
⑤今後のスケジュールについて



5. 第5回調査検討会

日時： 平成25年3月18日（月） 13:00～15:00

場所： 仙台第2合同庁舎 12階 会議室

議事： ①調査検討報告書の概要（案）

②報告書（案）の目次構成について

③報告書最終とりまとめスケジュールについて



スケジュール

	調査検討会	実証試験
平成 24 年 6 月	第 1 回調査検討会 ①平成 23 年度調査検討の概要について ②平成 24 年度調査検討の経過について ③調査検討事項について ④試験環境の構築について ⑤調査検討スケジュールについて	
平成 24 年 7 月	第 2 回調査検討会の開催準備	
平成 24 年 8 月	第 2 回調査検討会の開催準備	
平成 24 年 9 月	第 2 回調査検討会 ①第 1 回検討会議の議事録（案）について ②調査検討請負の状況について ③実証試験計画（案）について ④スケジュールの変更について	
平成 24 年 10 月	第 3 回調査検討会の開催準備	設計・製作
平成 24 年 11 月	第 3 回調査検討会の開催準備	設計・製作
平成 24 年 12 月	第 3 回調査検討会 ①第 2 回検討会議の議事録（案）について ②公開試験に向けた調整の状況について ③実証試験計画（案）について ④スケジュールの変更について	設計・製作 工場試験
平成 25 年 1 月	第 4 回調査検討会の開催準備	工場試験 設置工事
平成 25 年 2 月	第 4 回調査検討会 ①第 3 回検討会議の議事録（案）について ②工場試験の結果について ③公開試験の結果について ④報告書骨子（案）について ⑤今後のスケジュールについて	設置工事 実証試験 公開試験
平成 25 年 3 月	第 5 回調査検討会 ①調査検討報告書の概要（案） ②報告書（案）の目次構成について ③報告書最終とりまとめスケジュールについて	

工場試験見学の実施概要

1. 概要

- (1) 日時：平成 25 年 1 月 10 日（木） 13:20～16:00
- (2) 場所：長野県上田市



- (3) 対象者：検討会委員

2. 実施内容

- (1) スペクトラム確認
 - ・ 高齢者地域福祉無線システム（BPSK、QPSK、16QAM、64QAM）
 - ・ エリアワンセグ送信機
- (2) 高齢者地域福祉無線システムからエリアワンセグの与干渉試験
 - ・ 同一チャンネル干渉（アナライザ）
 - ・ 同一チャンネル干渉（ワンセグテレビ）
 - ・ 上隣接チャンネル干渉
 - ・ 上隣々接チャンネル干渉
- (3) エリアワンセグから高齢者地域福祉無線システムへの干渉試験
 - ・ 同一チャンネル干渉
 - ・ 上隣接チャンネル干渉
 - ・ 上隣々接チャンネル干渉
- (4) 高齢者地域福祉無線システムの相互間の干渉試験
 - ・ 同一チャンネル干渉
 - ・ 上隣接チャンネル干渉
 - ・ 上隣々接チャンネル干渉

3. 機器について

使用した高齢者地域福祉無線システムの仕様は以下のとおりである。

(1) 通信機能

- 1) 無線通信規格 IEEE802.11g 準拠（周波数を除く）
- 2) 親局／子局機能設定で切替 親局（AP）設定／子局（ST）

(2) 送信性能

1) 空中線電力

- ア) 1MHz あたりの空中線電力 10mW/MHz
- イ) 空中線電力 5MHz システム 40mW (+16dBm)
- ウ) 空中線電力の偏差+20%/-80%

2) 周波数の許容偏差

- ア) 絶対偏差±50ppm
- イ) 製作装置間の相対偏差±20ppm

3) 占有周波数帯域幅

- ア) 5MHz システム 4.5MHz

4) スプリアスおよび不要発射の強度の許容値

無線設備規則別表第三による。

- ア) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値 100 μ W 以下
- イ) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値 50 μ W 以下
- ウ) 参照帯域幅 100kHz
- エ) 帯域外領域およびスプリアス領域の境界の周波数 $f_c \pm 15$ MHz
($f_c \pm 2.5$ BN、BN=6MHz：チャンネル間隔)

4. 実施状況



実施内容の確認



機器設置状況



信号源装置・ワンセグモニター



受信確認装置・測定装置



測定状況（スペクトル）



測定状況（出力等の変換）

公開試験の実施概要

1. 概要

- (1) 日時：平成 25 年 2 月 28 日（木） 13:30～15:30
- (2) 場所：高齢者福祉施設
- (3) 対象：検討会委員、一般公開

2. 実施内容

- (1) 開催挨拶
- (2) 試験概要説明
- (3) デモンストレーション
- (4) 質疑応答、意見交換
- (5) 閉会挨拶

3. 実施状況



高齢者福祉施設 介護者教育室



機器設置状況



試験概要説明状況



デモンストレーション実施状況



子局アンテナ設置状況（通信確認地点 1）



子局アンテナ設置状況（通信確認地点 1 から親局を望む）



子局用機器設置状況（通信確認地点 1）



親局アンテナ設置状況（高齢者福祉施設「屋上」）



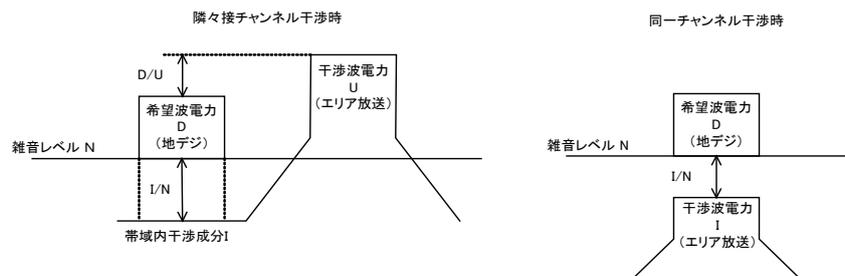
エリアワンセグ装置設置状況（高齢者福祉施設「駐車場」）

参考文献

- 地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式 標準規格 ARIB STD-B31
一般社団法人 電波産業会
- エリア放送の伝送方式 標準規格 ARIB STD-B55
一般社団法人 電波産業会
- ホワイトスペースを活用した放送型システムに関する技術的条件
情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 報告（案）
- ITU-R Rec. BT.1895 (Protection criteria for terrestrial broadcasting systems:
放送の保護基準に関するガイドライン) 国際電気通信連合 無線通信部門 (ITU-R)
- 平成 23 年度 ホワイトスペース等を活用した高齢者福祉用データ伝送無線設備の
技術的条件に関する調査検討会 報告書 総務省 東北総合通信局
<http://www.soumu.go.jp/soutsu/tohoku/houkoku/H23/whitespace/>

用語集

- ARIB STD-B31
地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式 標準規格：一般社団法人 電波産業会
- ARIB STD-B55
エリア放送の伝送方式 標準規格：一般社団法人 電波産業会
- BER (Bit Error Rate)
誤り率、地上デジタル放送では誤り訂正（ビタビ復号）後の BER が 2×10^{-4} より大きくなると、誤り訂正の限界を超えるため急激に画質が劣化する。
- D/U
希望波 (Desired Signal) と不要波 (Undesired Signal) の比



エリア放送(不要波)から地上デジ放送(希望波)への干渉のレベル関係(例)

■ I/N

干渉波電力 (Interference) 対雑音電力 (Noise) の比

■ EIRP

等価等方輻射電力：空中線に供給される電力に、与えられた方向における空中線の絶対利得を乗じたもの。

■ ERP

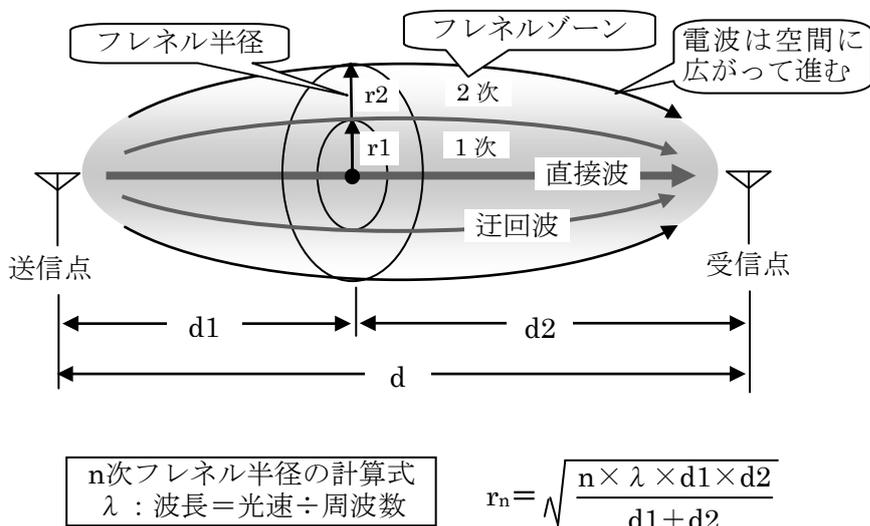
実効輻射電力：空中線に供給された電力に、与えられた方向における空中線の相対利得を乗じたもの。

■ マージン（本書の受信電力について）

無線回線設計上で考慮できない木々等による遮蔽ロス等、電波のロス分を予め余裕分として考慮する値

■ フレネルゾーン

送信機から発射された電波が受信機に損失なく到達するには、ある一定の空間が必要であり、フレネルゾーン内に障害物があるとエネルギーが十分に受信機側に伝達されず、障害物による遮蔽割合が多くなると無線回線が構築できなくなる。

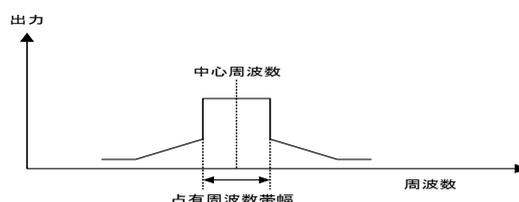


■ メインローブ、サイドローブ（本書のスペクトルマスクについて）

無線機では伝送に必要な周波数帯域部分 [メインローブ]（高齢者地域福祉無線システムでは 4.5MHz 帯域）のみの電波出力となることが理想であるが、メインローブ以外の周波数帯にも不要な電波 [サイドローブ] が出力される。

- 占有周波数帯幅

電波で情報を送る場合、中心周波数に対して上下の周波数を利用して情報を送る。占有周波数帯幅を大きくすると一度に送れる情報量が多くなるが、決められた占有周波数帯幅以外に不要な電波を出力すると、他の無線設備に混信を与えてしまう。



高齢者地域福祉無線システムは 4.5MHz の周波数帯幅を利用して最大 13Mbps の無線速度となる。

- トラヒック

ネットワークを流れる情報量

- スループット

パソコンやネットワークで一定時間内に処理できるデータ量で、特にネットワークのスループットは実際にユーザーが利用できる通信速度を表す。高齢者地域福祉無線システムでは 1 波の周波数で、データの送信と受信を行うため、送信および受信回線の個々のスループットは、無線回線の伝送速度に対して半分以下の通信速度となる。

- スペクトラムマスク

隣のチャンネル等へ干渉を与えないために、利用する周波数帯域にマスク（枠）を設け、不要な周波数成分がマスク外に出力されていないかを判定する。

- フルセグ型エリア放送

13 セグメントで構成する占有周波数帯幅 5.7MHz のエリア放送

- ワンセグ型エリア放送

チャンネル中央の 1 セグメントのみを利用して放送する。占有周波数帯幅 468kHz

- バラセグ型エリア放送

チャンネル中央の 1 セグメント以外の 1 セグメントを利用して放送する。占有周波数帯幅 468kHz

参考資料：混信保護基準

混信保護基準

希望波	妨害波	周波数差	混信保護基準	
			帯域外干渉	帯域内干渉
地上デジタル放送波	エリア放送型システム (1セグメント形式) *1	同一チャンネル	—	I/N= -10dB
		上隣接	D/U= -17dB	I/N= -22dB *4
		上隣々接 *5	D/U= -17dB	I/N= -22dB *4
		下隣接	D/U= -14dB	I/N= -22dB *4
		下隣々接 *5	D/U= -14dB	I/N= -22dB *4
	エリア放送型システム (13セグメント形式) *2	同一チャンネル	—	I/N= -10dB
		上隣接	D/U= -29dB	I/N= -10dB
		上隣々接 *5	D/U= -29dB	I/N= -10dB
		下隣接	D/U= -26dB	I/N= -10dB
		下隣々接 *5	D/U= -26dB	I/N= -10dB
エリア放送型システム (1セグメント形式)	エリア放送型システム (1セグメント形式) *3	同一チャンネル	—	D/U= 28dB
		上隣接	D/U= -29dB	—
		上隣々接 *5	D/U= -29dB	—
		下隣接	D/U= -26dB	—
		下隣々接 *5	D/U= -26dB	—
	エリア放送型システム (13セグメント形式) *1	同一チャンネル	—	D/U= 17dB
		上隣接	D/U= -40dB	—
		上隣々接 *5	D/U= -40dB	—
		下隣接	D/U= -37dB	—
		下隣々接 *5	D/U= -37dB	—
エリア放送型システム (13セグメント形式)	エリア放送型システム (1セグメント形式) *1	同一チャンネル	—	D/U= 40dB
		上隣接	D/U= -17dB	—
		上隣々接 *5	D/U= -17dB	—
		下隣接	D/U= -14dB	—
		下隣々接 *5	D/U= -14dB	—
	エリア放送型システム (13セグメント形式) *2	同一チャンネル	—	D/U= 28dB
		上隣接	D/U= -29dB	—
		上隣々接 *5	D/U= -29dB	—
		下隣接	D/U= -26dB	—
		下隣々接 *5	D/U= -26dB	—

*1:ガードバンドは7セグメント(3MHz)

*2:ガードバンドは1セグメント(0.429MHz)

*3:ガードバンドは13セグメント(5.57MHz)

*4:バラセグ送信を考慮し、I/N=-10dB-10log₁₀(1/13)とする。

*5:隣々接チャンネル以上離れた場合も、隣々接の混信保護基準を適用する。

注:I/Nの単位帯域幅は10kHzとする。

地上デジタル放送波同士の隣接干渉D/U

希望波	妨害波	周波数差	混信保護基準
デジタル放送波	デジタル放送波	上隣接(妨害波が上側)	-29dB
		下隣接(妨害波が下側)	-26dB