

公共ブロードバンド移動通信 システムの周波数割当方式等 に関する調査検討報告書

— 概要版 —

平成24年3月

【座長】東海大学 生物理工学部生体機能科学科 教授 上瀧 實

調査検討の概要

背景

- 地上テレビジョン放送のデジタル化により使用可能な周波数となるVHF帯の一部を使用する「公共ブロードバンド移動通信システム」は、情報通信審議会情報通信技術分科会公共無線システム委員会において検討が行われ、平成22年3月に答申。
- 公共無線システム委員会では、審議の中で明らかになった課題がいくつか挙げられており、その内の1つに、公共ブロードバンド移動通信システムの普及段階における運用面での課題として、
 - ・ 近接した複数の公共ブロードバンド移動通信システムの無線局が互いに近いチャンネルを使用するために必要な方策の検討がある。
- 公共ブロードバンド移動通信システムの早期普及を目指し、上記の課題に関してさらなる技術的検討を行ったところ。

検討項目

- 固定型システム間のハンドオーバ実施条件
 - 固定型及び可搬型システム間における同一モード間干渉条件
 - 固定型及び可搬型システム間における異モード間干渉条件
 - 固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア
- ※ 各項目について、机上検討、ラボ試験、フィールド試験の実証試験を実施

公共無線システムの現状と課題

公共無線システムの現状

- 国、都道府県又は市町村その他の公共機関における公共無線システムは、災害時においても情報の収集及び伝達を迅速かつ確実にを行うため、各種の公衆網を使用するほか、輻輳のおそれのない自営網により整備。
- 大地震等の大規模災害による回線の物理的な切断を防ぎ、また、万が一切断されたとき容易に復旧できるよう、一般的には無線により構築。
- 非常時には密接に連携して被災地の情報収集や応援・救援活動等の対応に利用。

公共無線システムの課題

- 現行の公共無線システムは音声中心の情報伝達。
 - 災害等に対して適切な対応を迅速に行うため、現場からの映像伝送を行いたい。
- 機動的かつ確実に映像伝送等を行う手段が求められている。

こうした中、音声伝送に加えて、NTSC程度の映像伝送が可能である公共ブロードバンド移動通信システムが検討、制度化されたところ。

公共ブロードバンド移動通信システム

本調査検討における公共ブロードバンド移動通信システム

- 本調査検討では、技術的条件(= 無線設備規則)を満たす、次の仕様による公共ブロードバンド移動通信システムを使用した。

項目	モードA	モードB
FFTサイズ	512	1024
フレーム長	5msec	10msec
DL/UL比	26:21	26:21(9:38)*
外観		
【参考】特徴	<ul style="list-style-type: none">・ハンドオーバーを必要とするアプリケーションへの転用が可能・WiMAX仕様をベースとしたシステムの資産の活用が容易	<ul style="list-style-type: none">・マルチパスが多く発生する環境での使用に有利・長距離伝送に効果的・UL容量を多く必要とする場合に有利

* サービスエリアの検討においては、9:38についても実施。

- また、ネットワークの形態は、最も基本的な利用形態とされる「集中制御通信モード」(=固定型システム)及び「自律通信モード」(=可搬型システム)により行った。

検討項目(1) - ハンドオーバー -

試験内容

- 公共ブロードバンド移動通信システムの固定型システムにおいては、異なる周波数(チャンネル)の基地局間のハンドオーバー(= 周波数切替)と、セグメント分割された同一の周波数(チャンネル)の基地局間のハンドオーバー(= セグメント切替)が想定される。

ハンドオーバーの実現性について検証する。

※ モードBは、現状ではハンドオーバーの機能を有していないので、モードAについてのみ行う。

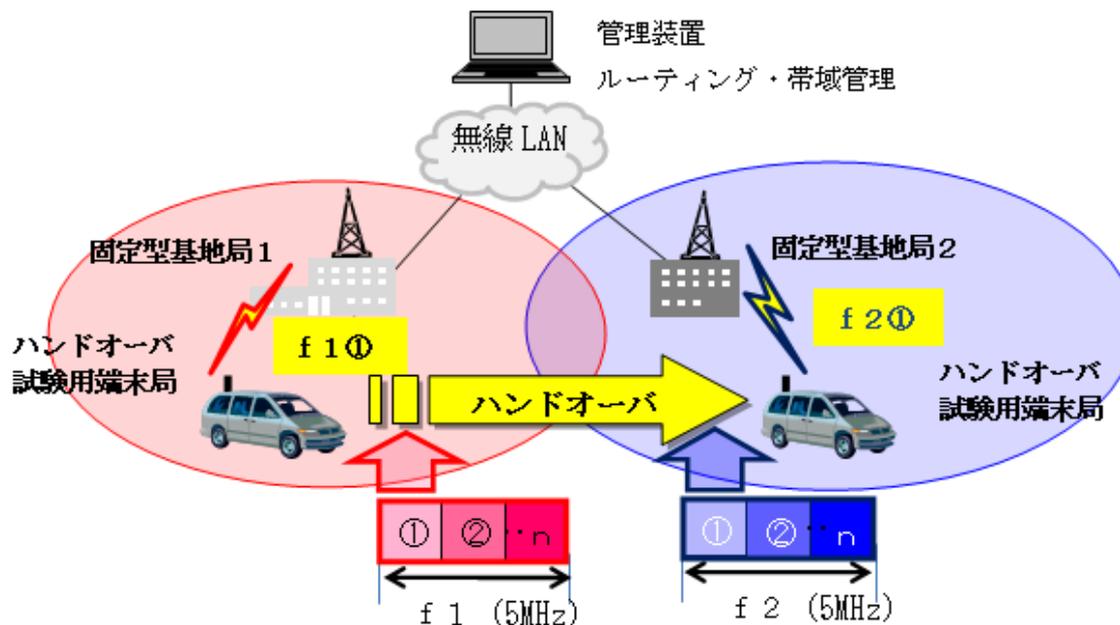


図1 固定型システム間のハンドオーバーの検証 構成図

ハンドオーバー: 複数の基地局と端末局間の通信において、通信先の基地局が切り替わること。

検討項目(2) - 同一モード間干渉 -

試験内容

- 公共ブロードバンド移動通信システムにおいては、固定型システムと可搬型システムが近接して使用されることによる干渉が発生することが想定される。固定型と可搬型のシステム間における同一周波数、隣接周波数及び次隣接周波数(次隣接はラボのみ)での同一モード間の干渉条件(= 所要離隔距離)を検証する。

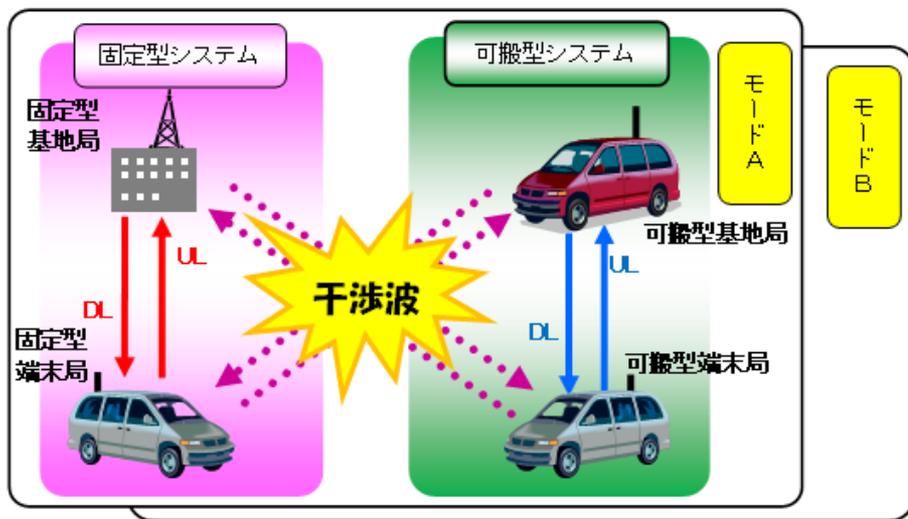
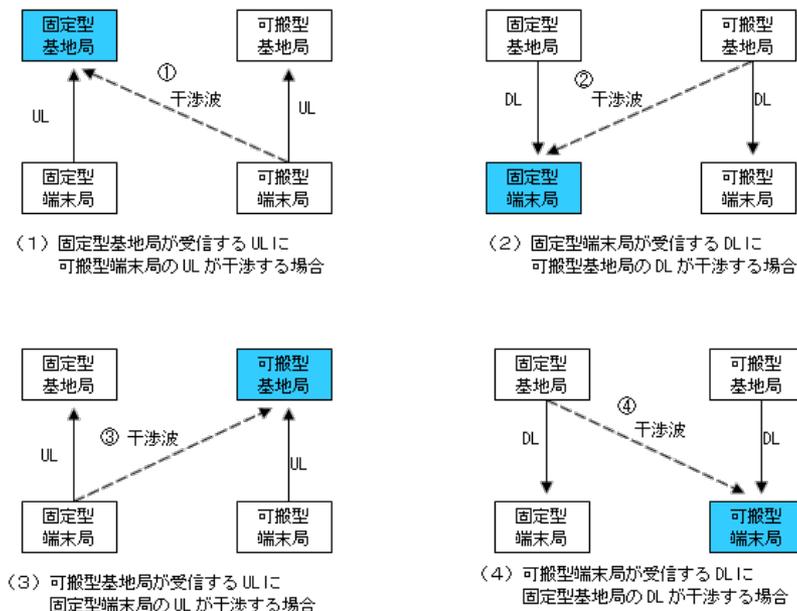


図2 固定型システム及び可搬型システムにおける同一モード間干渉条件 構成図



注: 各基地局がGPSにより同期しているため、基地局同士、端末局同士の干渉は無い。

図3 固定型システム及び可搬型システムにおける同一モード間干渉シナリオ

検討項目(3) - 異モード間干渉 -

試験内容

- 検討項目(2)に対し、固定型と可搬型のシステム間における同一周波数、隣接周波数及び次隣接周波数(次隣接はラボのみ)での異モード間の干渉条件(= 所要離隔距離)を検証する。

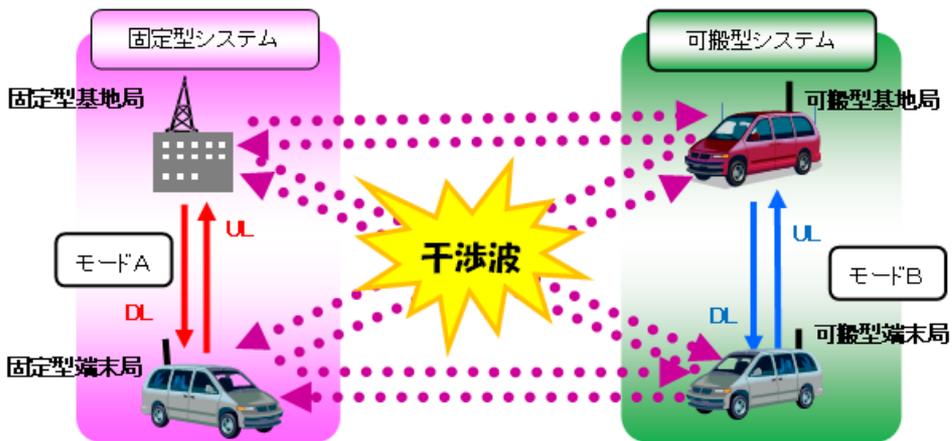
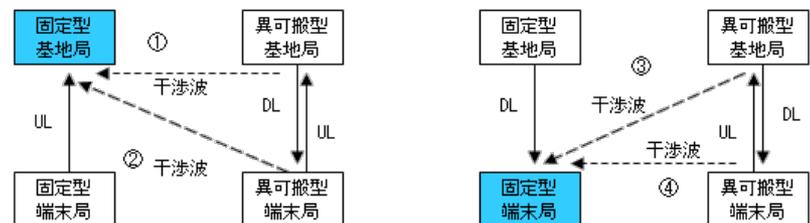
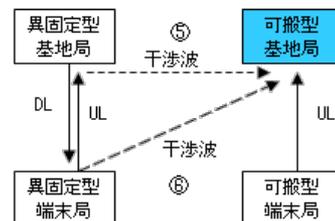


図4 固定型システム及び可搬型システムにおける異モード間干渉条件 構成図

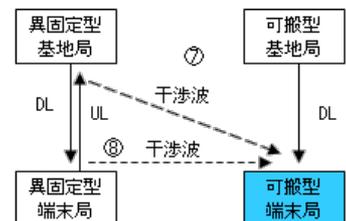


(1) 固定型基地局が受信するULに
異可搬型端末局のUL及び
異可搬型基地局のDLが干渉する場合

(2) 固定型端末局が受信するDLに
異可搬型端末局のUL及び
異可搬型基地局のDLが干渉する場



(3) 可搬型基地局が受信するULに
異固定型端末局のUL及び
異固定型基地局のDLが干渉する場合



(4) 可搬型端末局が受信するDLに
異固定型端末局のUL及び
異固定型基地局のDLが干渉する場合

図5 固定型システム及び可搬型システムにおける異モード間干渉シナリオ

検討項目(4) - サービスエリア -

試験内容

- 公共ブロードバンド移動通信システムを導入する場合、伝搬距離(サービスエリア)は重要な判定基準になる。固定型及び可搬型システムの変調方式、符号化率の変化によるサービスエリアについて検証する。

※ モードAは固定型として複数基地局ハンドオーバ等の機能を有するため固定型基地局—固定型端末局として、また、モードBは現状はそれらの機能を実装していないため可搬型基地局—可搬型端末局としての検討を行う。

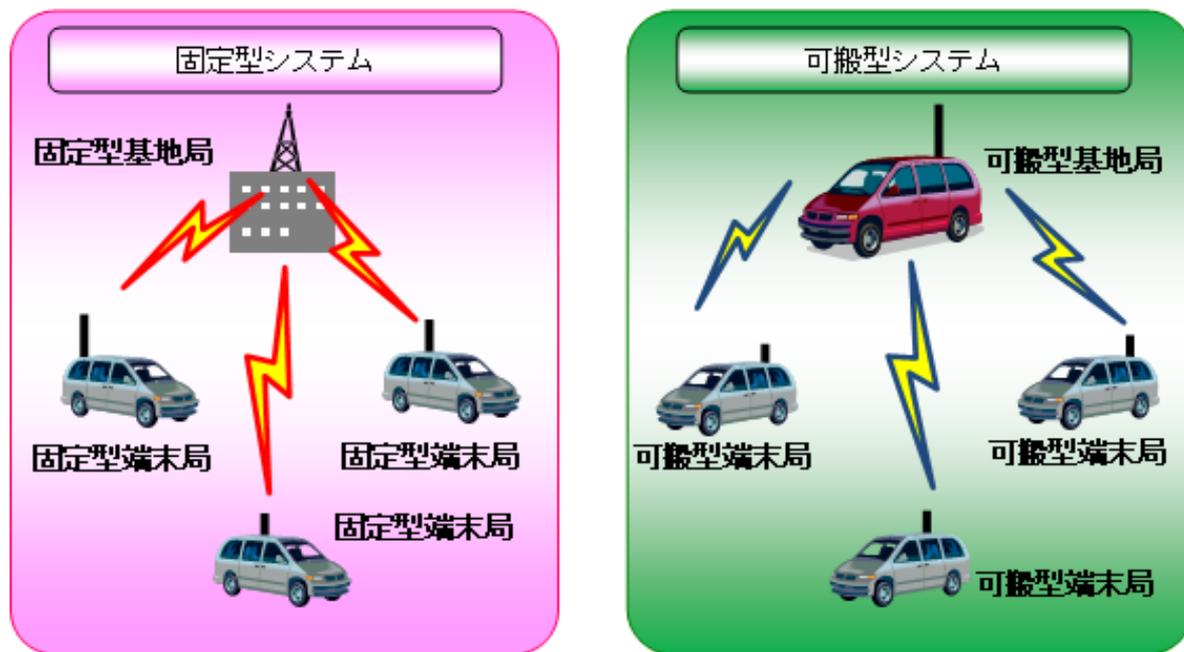


図6 固定型システム及び可搬型システムにおけるサービスエリアの検証 構成図

公共ブロードバンド移動通信システムの導入に向けて(1)

近接した複数の公共ブロードバンド移動通信システムの無線局が互いに近いチャネルを使用するときの条件等

(1) 固定型システム間のハンドオーバー実施条件の結果から

- 基地局間のハンドオーバーは、周波数切替、セグメント切替ともに100%成功する結果となった。
- 周波数切替とセグメント切替による成功率の差分がないことから、スルーポイント優先であれば周波数切替方式、チャネル数優先(1つの周波数帯域のみ使用)であればセグメント切替方式を選択可能。

※ ただし、モードAのみ。

(2) 固定型及び可搬型システム間における同一モード間干渉条件の結果から

- 今回帯広において行った実証試験結果からは、図7に示す離隔距離を設けることが必要である結果となった。
- この結果を利用して、実運用時のセル構成の回線設計、置局配置の検討を進めることが可能。



図7 同一モードを使用する場合の離隔距離

公共ブロードバンド移動通信システムの導入に向けて(2)

(3) 固定型及び可搬型システム間における異モード間干渉条件の結果から

- 今回帯広において行った実証試験結果からは、図8に示す離隔距離を設けることが必要である結果となった。
- この結果を利用して、実運用時のセル構成の回線設計、置局配置の検討を進めることが可能。

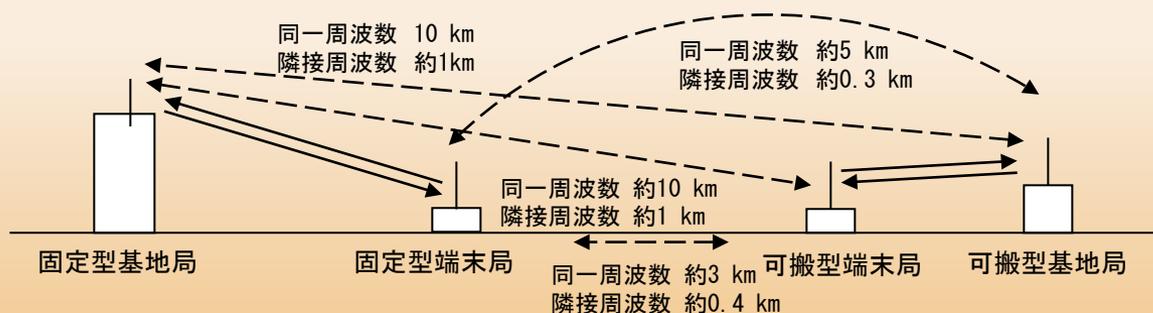


図8 異モードを使用する場合の離隔距離

(4) 固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリアの結果から

- 今回帯広において行った実証試験結果からは、図9に示すサービスエリアが得られる結果となった。

※ TCP又はUDPスループットが500kbps以上確保されるという前提であり、アプリケーションによっては、これより広く(又は狭く)なる場合もある。

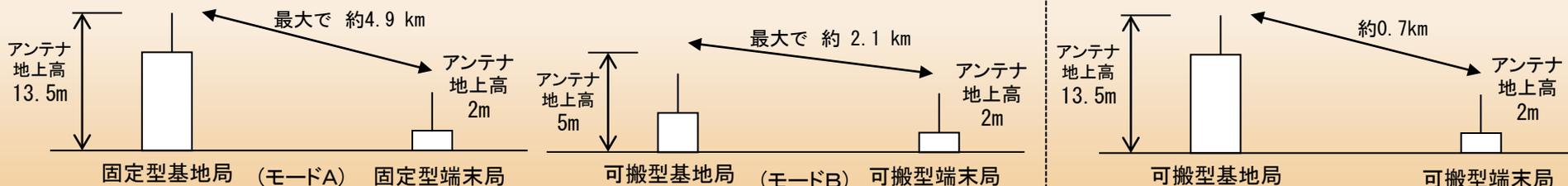


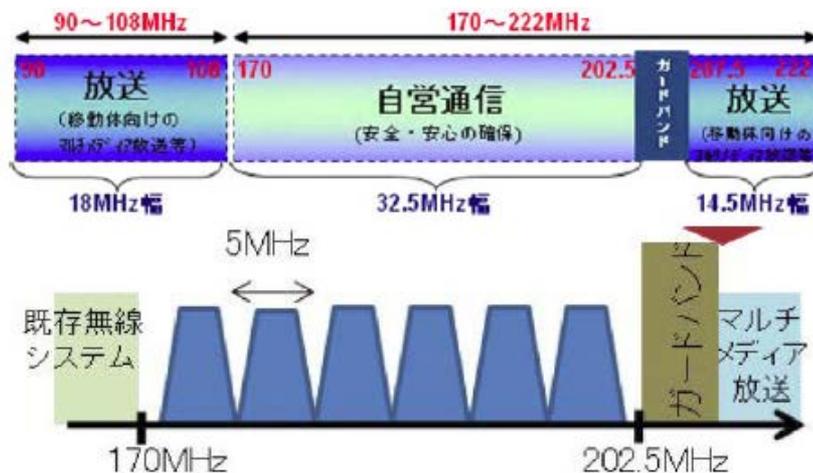
図9 サービスエリアの範囲

(参考) 公共ブロードバンド移動通信システムとは

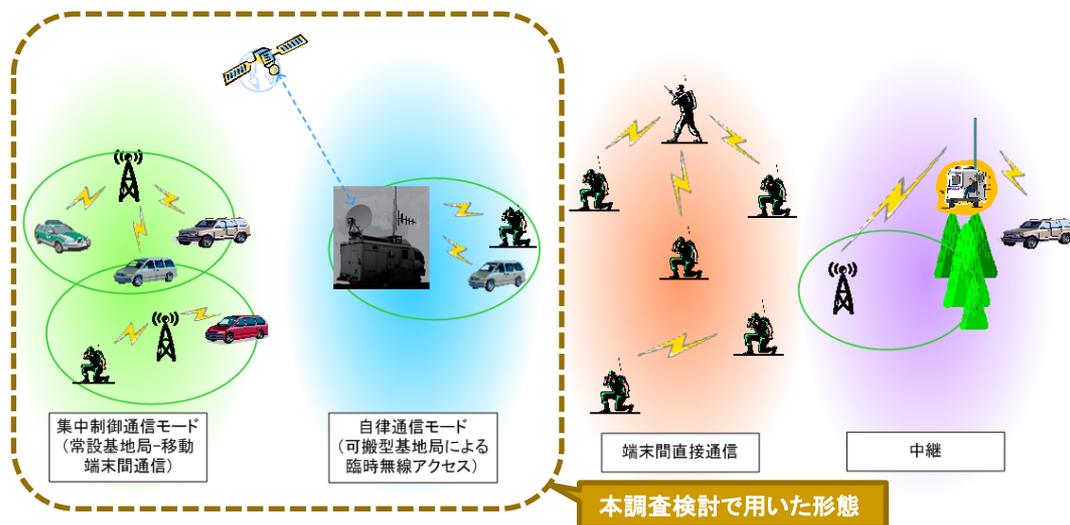
公共ブロードバンド移動通信システムは、従来の音声通信システムに加え、機動的かつ確実に被災状況等の伝達を可能とするため、映像伝送も可能な通信システムを実現している。

本システムには、複雑な地形の我が国において回り込みが大きく、不感地帯の最小化が可能なVHF帯が適している。

ネットワークの形態としては、広い地域をカバーするためのセル構成のほか、二つの地点間の対向通信にも適用できることが望ましく、右の図の4つの形態の利用が考えられている。



使用周波数帯域は、170MHz~202.5MHz帯域のなかで5MHzセパレーションで6波割り当てられています。

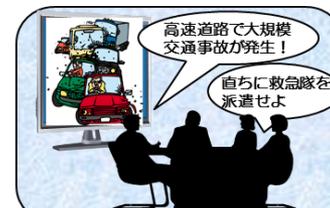


(参考) 公共ブロードバンド移動通信システムの利用シーン

■ 交通事故現場での利用イメージ



【交通事故現場】



【警察本部、道路管理者】

■ 火災現場での利用イメージ



【火災現場】



【消防本部】

■ 救急車内での利用イメージ



【救急車内】



【医療機関】

■ 災害現場での利用イメージ



【災害現場】



【河川・道路事務所】

(参考) 実証試験の結果

ハンドオーバ

■ ハンドオーバの成功率

	周波数切替	セグメント切替
ラボ試験	100%	100%
フィールド試験	100%	100%

■ 周波数切替・セグメント切替ハンドオーバの測定データ

	周波数切替		セグメント切替	
	瞬断時間の 平均値[秒]	ハンドオーバ先の 基地局のC/N 平均値[dB]	瞬断時間の 平均値[秒]	ハンドオーバ先の 基地局のC/N 平均値[dB]
ラボ試験	0.218	17.5	0.209	18.9
フィールド試験	0.419	26.2	1.391	28.0

同一モード間干渉

干渉方向	使用チャネル	離隔距離[km]				
		机上検討	ラボ試験		フィールド試験	
			A	B	A	B
①可搬型端末局→固定型基地局	同一	7.8	8.3	8.6	11.2	8.6
	隣接	2.0	0.6	0.5	2.9	0.8
②可搬型基地局→固定型端末局	同一	4.4	4.7	4.9	3.4	6.2
	隣接	1.1	0.3	0.3	0.3	0.5
③固定型端末局→可搬型基地局	同一	4.4	4.7	4.9	<i>3.4</i>	<i>6.2</i>
	隣接	1.1	0.4	0.3	<i>0.3</i>	<i>0.5</i>
④固定型基地局→可搬型端末局	同一	7.8	8.3	8.6	<i>11.2</i>	<i>8.6</i>
	隣接	2.0	0.5	0.5	<i>2.9</i>	<i>0.8</i>

※③④のフィールド試験については推定値(斜体文字)
※数字は下1桁までで四捨五入したもの

(参考) 実証試験の結果

異モード間干渉

干渉方向	使用チャネル	離隔距離 [km]				
		机上検討	ラボ試験		フィールド試験	
			A→B	B→A	A→B	B→A
①異可搬型基地局→固定型基地局	同一	11.1	12.2	11.8	15.2	10.6
	隣接	2.8	0.8	0.7	4.8	1.1
②異可搬型端末局→固定型基地局	同一	7.8	8.6	8.3	12.7	10.0
	隣接	2.0	0.7	0.5	0.8	0.6
③異可搬型基地局→固定型端末局	同一	4.4	4.9	4.7	4.9	4.7
	隣接	1.1	0.3	0.3	0.3	0.3
④異可搬型端末局→固定型端末局	同一	2.6	2.9	2.8	1.9	3.8
	隣接	0.7	0.2	0.2	0.4	0.4
⑤異固定型基地局→可搬型基地局	同一	11.1	12.2	11.8	15.2	10.6
	隣接	2.8	0.8	0.7	4.8	1.1
⑥異固定型端末局→可搬型基地局	同一	4.4	4.9	4.7	4.9	4.7
	隣接	1.1	0.3	0.3	0.3	0.3
⑦異固定型基地局→可搬型端末局	同一	7.8	8.6	8.3	15.6	6.8
	隣接	2.0	0.5	0.5	2.0	0.7
⑧異固定型端末局→可搬型端末局	同一	2.6	2.9	2.8	1.9	3.8
	隣接	0.7	0.2	0.2	0.4	0.4

※①③⑥⑧のフィールド試験については推定値(斜体文字)
 ※数字は下1桁までで四捨五入したもの

(参考) 実証試験の結果

サービスエリア

- モードAの結果(固定型システム: DL/UL比26:21、TCP500kbps、アンテナ高13.5m)

変調方式	伝送方向	伝搬距離 [km]	
		ラボ試験	フィールド試験
QPSK1/2	DL	1.626	9.949
	UL	1.427	4.940
16QAM1/2	DL	1.252	5.341
	UL	1.427	4.525

- モードBの結果(可搬型システム: DL/UL比26:21、TCP 500kbps、アンテナ高5m)

変調方式	伝送方向	伝搬距離 [km]	
		ラボ試験	フィールド試験
QPSK1/2	DL	1.666	2.447
	UL	1.899	2.149
16QAM1/2	DL	1.202	1.231
	UL	1.283	1.231

- 参考(モードB: DL/UL比9:38、アンテナ高13.5m)UL最大スループット(6.8Mbps)

変調方式	伝送方向	伝搬距離 [km]	
		ラボ試験	フィールド試験
16QAM3/4	UL	2.487(静特性)	0.731