

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

平成24年3月

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会

はじめに

昨年 3 月 11 日、東日本大震災が発生し、東日本の広い範囲にわたって、想像を絶する被害をもたらしました。さらに、原子力発電所の事故はいまだ収束に至らず、我が国全体の国民生活や経済に深刻な影響をもたらしています。被害に遭われた方々、関係の方々へ心よりお見舞い申し上げます。

さて、現在、災害等の現場において使用される警察、消防、救急、水防、防災行政等の公共無線システムは音声による情報伝達が中心となっています。しかし、現場からの映像伝送が可能となれば、被災地等のより正確な情報を共有でき、それぞれの災害に応じた適切な応援・救助活動を迅速に行うことが可能になると考えられます。

こうした中、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、安全・安心な社会の実現に向けたブロードバンド通信が可能な自営通信の導入のために使うことになり、情報通信審議会から「公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件」について、平成 22 年 3 月 30 日付け答申を受けたところです。

このような背景を踏まえ、各分野の専門家の皆様にお集まりいただき、公共ブロードバンド移動通信システムにおける周波数割当方式、システム形態（固定型・可搬型）、近接したシステム間の共用に対する電波干渉回避等に資する技術的な検討を行い、使用条件等を明確にしました。さらに、本システムの利点を最大限に活かし、情報伝達システムとしての災害時等における有効性について検討し、ここに報告書として調査検討の詳細をまとめました。

本報告書が、災害時等における細かな情報提供のために「公共ブロードバンド移動通信システム」の利用を考えている公共機関等広範な機関・関係者に、有効に活用されることを期待いたします。

最後に、ご多忙のなか熱心に調査されご検討いただきました委員各位に、また、厳寒の中、フィールド試験において測定に当たられた各位、フィールド試験実施にあたりご協力いただいた帯広市の関係各位に心より感謝申し上げます。

平成 24 年 3 月

「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会」座長

東海大学 生物理工学部 教授 上瀧 實

目 次

第 1 章 調査検討の概要	1
1-1 調査検討の目的	1
1-2 調査検討の背景	1
1-3 調査検討項目	2
(1) 固定型システム間のハンドオーバ実施条件	2
① ハンドオーバ時の周波数切替	2
② ハンドオーバ時のセグメント切替	2
(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	3
(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	3
(4) 固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア	4
第 2 章 現行の公共無線システム	5
2-1 公共無線システムの現状	5
2-2 公共無線システムの課題	8
第 3 章 公共ブロードバンド移動通信システム	9
3-1 公共ブロードバンド移動通信システムの規格等	9
(1) 技術的条件	9
(2) システムの規格(電波産業会(ARIB)規格)	10
3-2 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	12
第 4 章 実証試験	13
4-1 実証試験の目的	13
4-2 実証試験の概要	13
(1) 期間	13
① 机上検討・ラボ試験	13
② フィールド試験	13
(2) 実施場所	13
① 机上検討・ラボ試験	13
② フィールド試験	13
(3) 試験内容	14
① 固定型システム間のハンドオーバ	14
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	14
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	14

④ 固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア	14
(4) フィールド試験に使用するシステムの構成、無線局の諸元及び設置状況	15
① 固定型システム間のハンドオーバ	16
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、固定型及び可搬型システム間における異モード間干渉、固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア	20
4-3 実証試験の結果	25
(1) 固定型システム間のハンドオーバ	25
① ラボ試験	25
② フィールド試験	28
③ 考察	30
(2) 固定型及び可搬型のシステム間における同一モード間干渉	32
① 机上検討	32
② ラボ試験	34
③ フィールド試験	54
④ 考察	61
(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	68
① 机上検討	68
② ラボ試験	71
③ フィールド試験	80
④ 考察	93
(4) 固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア	102
① ラボ試験	102
② フィールド試験	114
③ 考察	122
第5章 公共ブロードバンド移動通信システムの導入に向けて	125
5-1 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	125
(1) 固定型システム間のハンドオーバ実施条件の結果から	125
(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	125
(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	126
(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	127
5-2 モードAとモードBの特徴について	129
5-3 実証試験において発生した雑音と今後の対応	130
(1) 発生した雑音(バースト性の比較的狭帯域な雑音)	130

(2) 都市雑音の考察について.....	131
(3) バースト性の比較的狭帯域な雑音による影響.....	133
(4) 製品化に向けた今後の対応.....	133
5-4 公共ブロードバンド移動通信システムの導入に向けて.....	133

資料編

<A 1> 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会 設置要綱	135
<A 2> 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会 委員構成	137
<A 3> 検討状況報告.....	138
<A 4> 公共ブロードバンド移動通信システムと既存の映像伝送システムとの比較.....	139
<A 5> 用語集	140

第1章 調査検討の概要

1-1 調査検討の目的

災害時等の正確な情報共有のため、機動的かつ確実に映像伝送を行う手段としての「公共ブロードバンド移動通信システム」の導入に向けて、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ネルを使用するために必要な技術的条件等の検討を行い、災害時等における同システムの有効性について検証する。

1-2 調査検討の背景

災害等で公衆通信網が被災又は輻輳した場合においては、公共無線システムによる被災状況等の情報伝達が大きな役割を果たしており、それぞれの災害に応じた適切な応援、救助活動等を迅速に行うため、音声に加え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、総務省では、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 帯の一部について、情報通信審議会一部答申「電波の有効利用のための技術的条件」のうち「VHF/UHF 帯における電波の有効利用のための技術的条件」（平成 19 年 6 月 27 日）を踏まえ、安全・安心な社会の実現のためにブロードバンド通信が可能な自営通信を導入するため、平成 21 年 4 月 28 日に「公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件」について情報通信審議会に諮問し、同年 5 月より、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を進め、平成 22 年 3 月 30 日付けで答申を受けている。

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いる。

その内の 1 つに、システムの導入の初期段階においては必ずしも必須ではないが、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ネルを使用するために必要な方策の検討がある。

北海道総合通信局では、公共ブロードバンド移動通信システムの早期の普及を目指し、平成 23 年 6 月 30 日に産学官の専門家を構成員とした「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会」（座長 上瀧 實(こうたき みのる)東海大学生物理工学部生体機能科学科 教授)を開催し、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である。

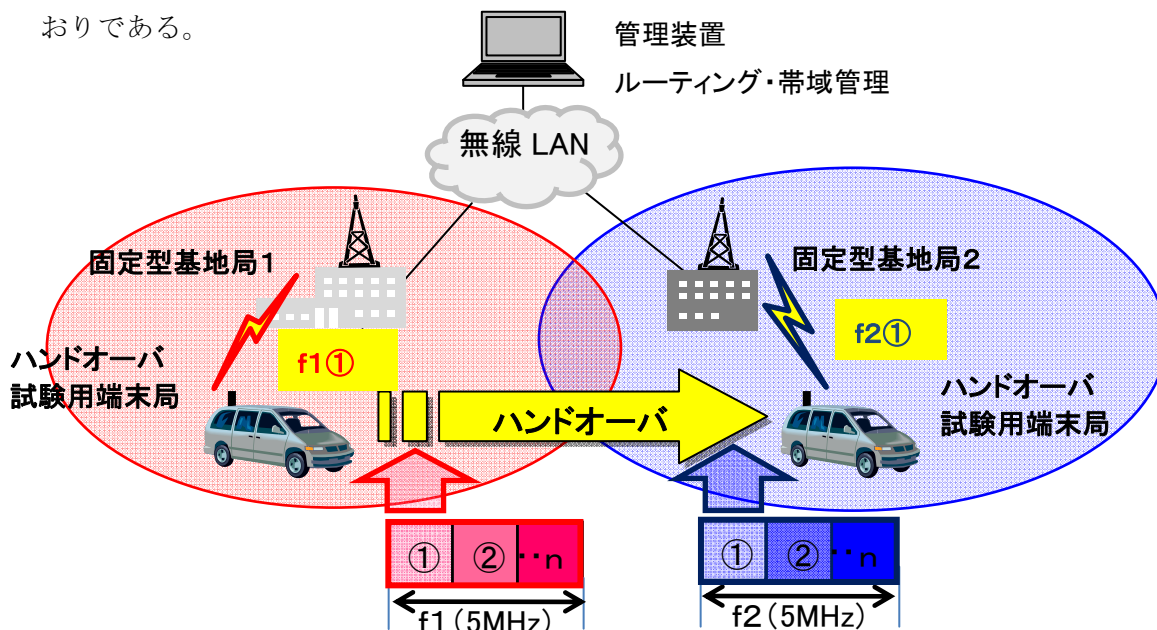
1-3 調査検討項目

調査検討会の目的を遂行するために、次の項目について検討する。

(1) 固定型システム間のハンドオーバ実施条件

①ハンドオーバ時の周波数切替

異なる周波数の基地局間のハンドオーバについて検証する。構成図は図1-1のとおりである。



※「固定型基地局1」、「固定型基地局2」、「ハンドオーバ試験用端末局」については、P.17~P.19 参照

図1-1 ハンドオーバ時の周波数切替の検証 構成図

②ハンドオーバ時のセグメント切替

セグメント分割された同一の周波数のハンドオーバについて検証する。構成図は図1-2のとおりである。

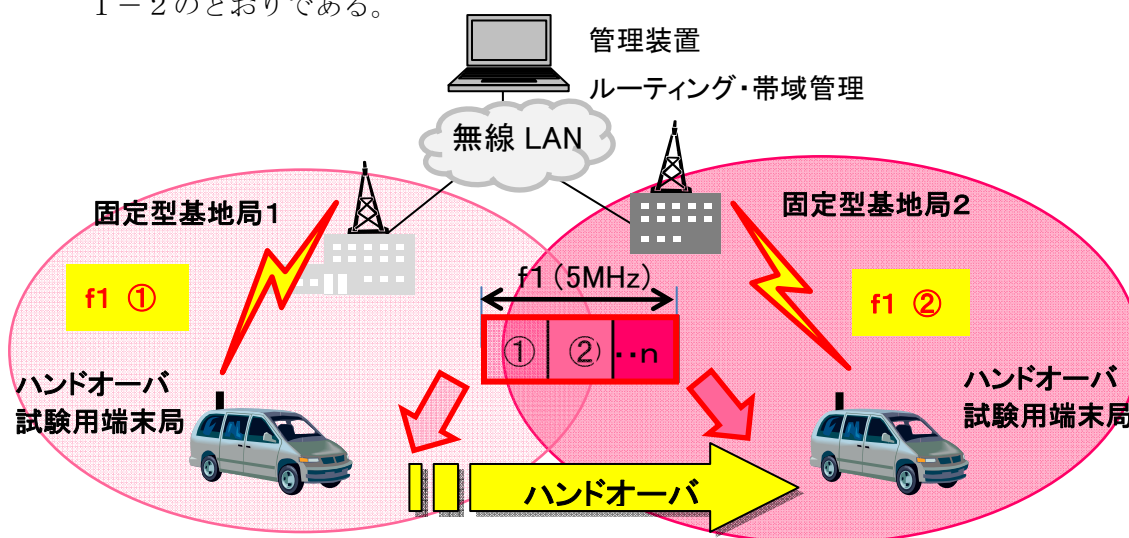
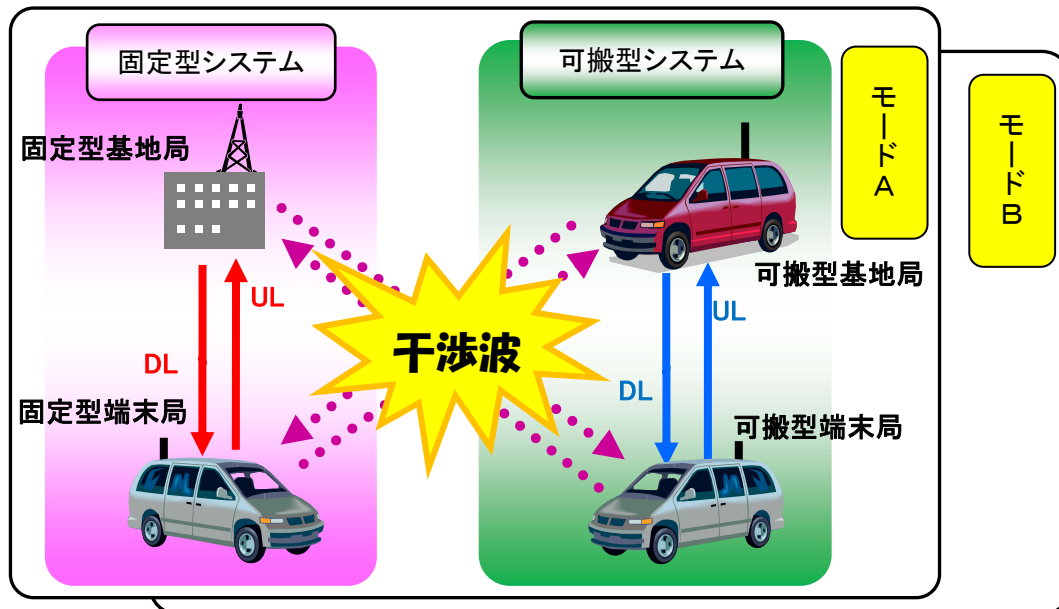


図1-2 ハンドオーバ時のセグメント切替の検証 構成図

(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

同一モードシステムにおいて、同一周波数同士の干渉、隣接周波数との干渉及び次隣接周波数との干渉を検証する。構成図は図1-3のとおりである。



※「モードA」、「モードB」については、P. 15 参照
 ※「固定型基地局」、「固定型端末局」、「可搬型基地局」、「可搬型端末局」については、P. 22~P. 24 参照
 図1-3 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検証 構成図

(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

異モードシステムにおいて、同一周波数同士の干渉、隣接周波数との干渉及び次隣接周波数との干渉を検証する。構成図は図1-4のとおりである。

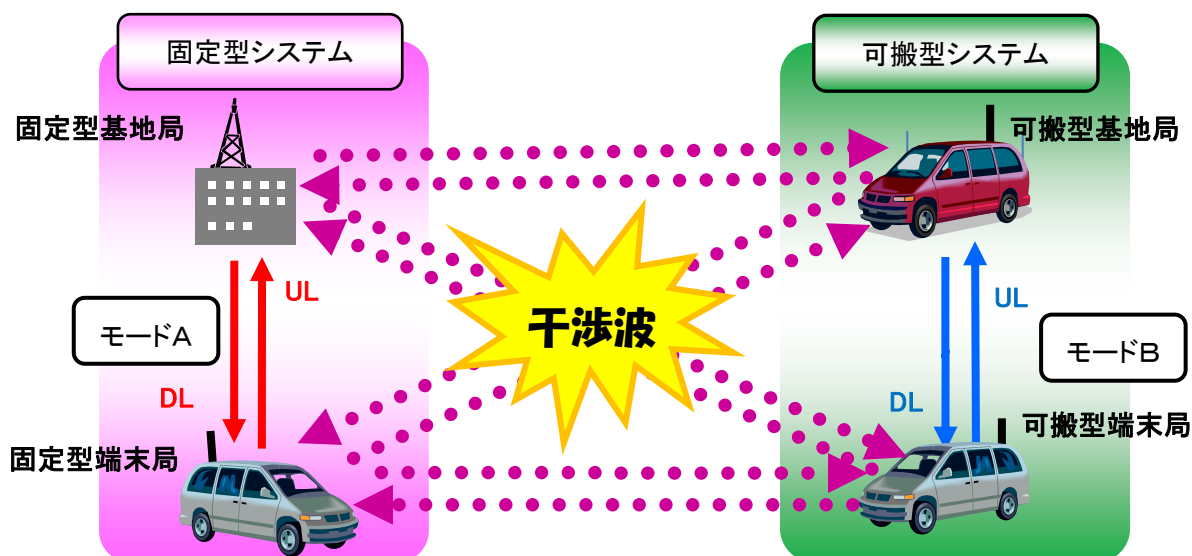


図1-4 固定型及び可搬型システム間における異モード間干渉条件の検証 構成図

(4) 固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア

固定型システム及び可搬型システムのサービスエリアを検証する。

構成図は図1-5のとおりである。

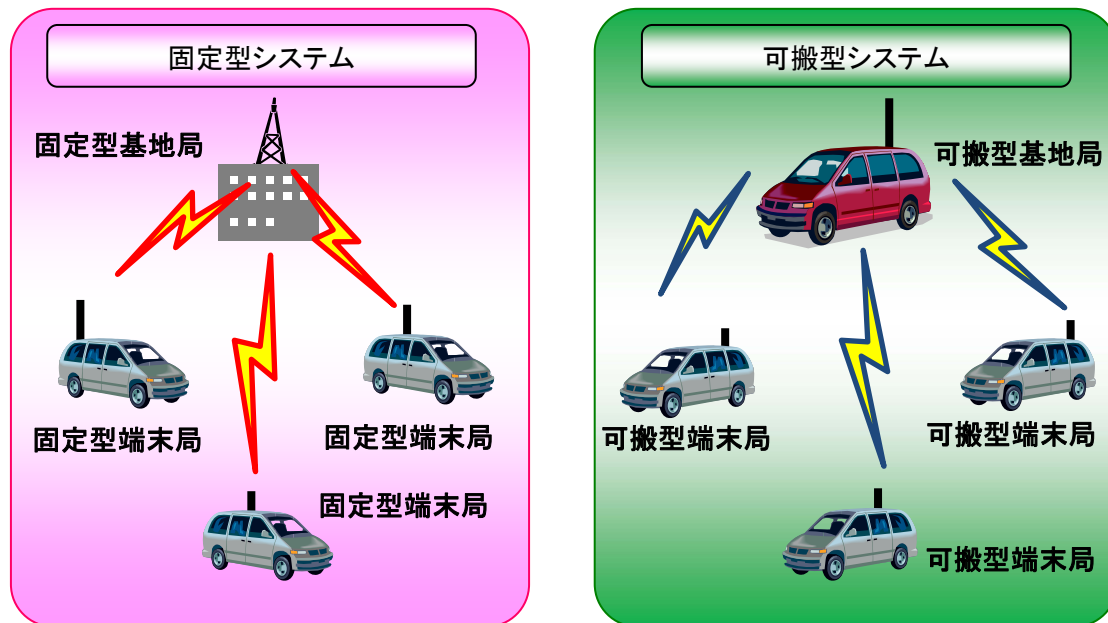


図1-5 固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリアの検証 構成図

第2章 現行の公共無線システム

2-1 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されている。それにより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、こうした自営網は、一般的には無線により構築されている。

これらの公共無線システムは、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用いられている。

具体的には、次の無線システムが整備、運用されている。(固定通信のみの無線システムを除く。)

- ・ 都道府県防災行政無線システム(150MHz帯/400MHz帯)
- ・ 市町村防災用無線システム(400MHz帯)
- ・ 市町村防災行政無線システム(60MHz帯/150MHz帯)
- ・ 防災テレメータシステム(150MHz帯)
- ・ 公共業務用無線、消防・救急無線、水防・道路管理用無線、鉄道無線、電気・ガス事業用無線、テレメータ用無線(60MHz帯/150MHz帯/400MHz帯)
- ・ 都道府県デジタル総合通信システム(260MHz帯)
- ・ 市町村デジタル移動通信システム(260MHz帯)

各システムの構成図は図2-1から図2-5のとおりである。

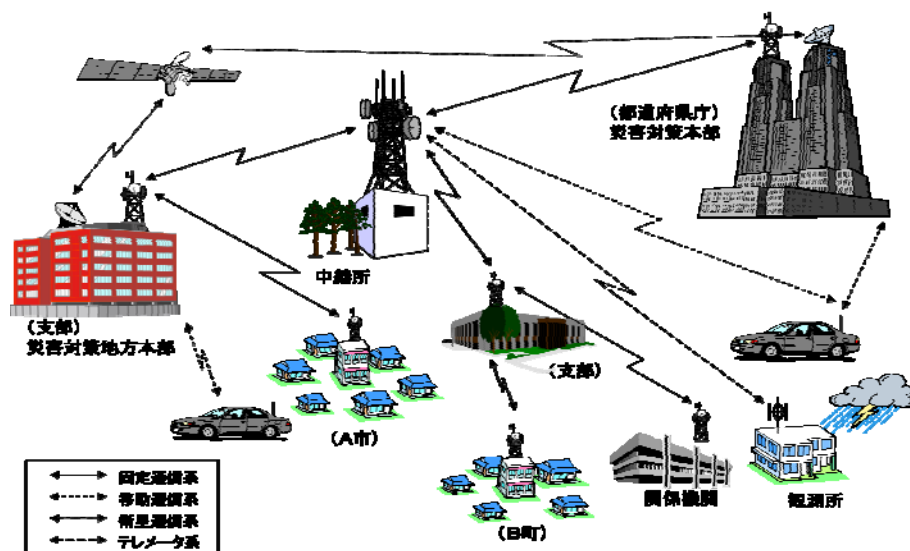


図2-1 都道府県防災行政無線システム(150MHz帯/400MHz帯)、市町村防災用無線システム(400MHz帯) 構成図

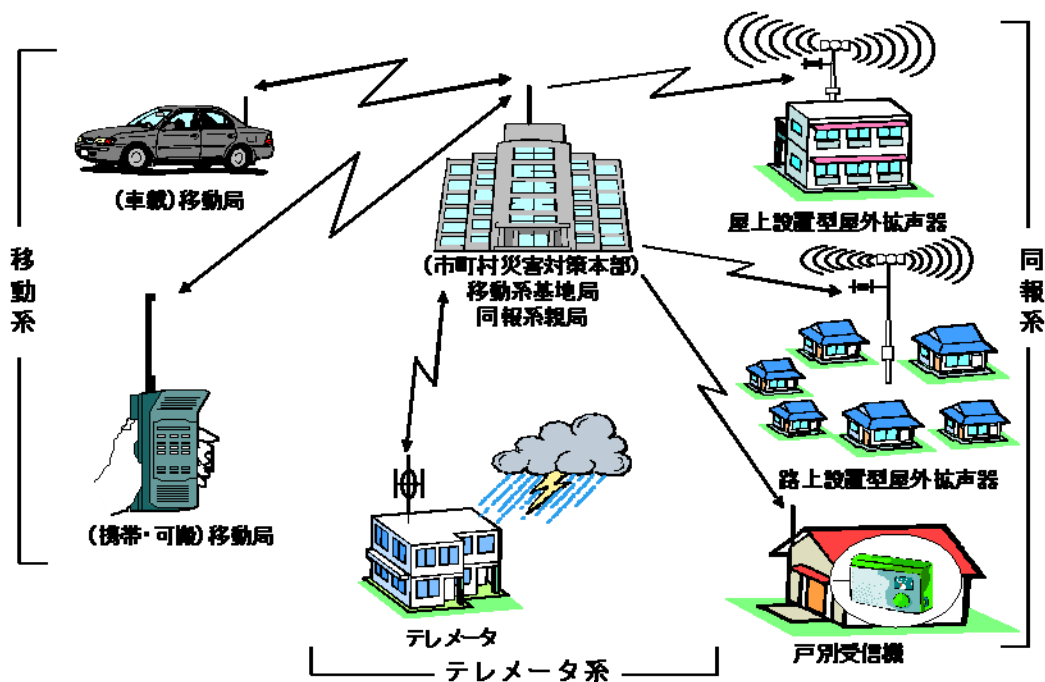


図 2-2 市町村防災行政無線システム(60MHz 帯/150MHz 帯)、防災テレメータシステム(150MHz 帯) 構成図

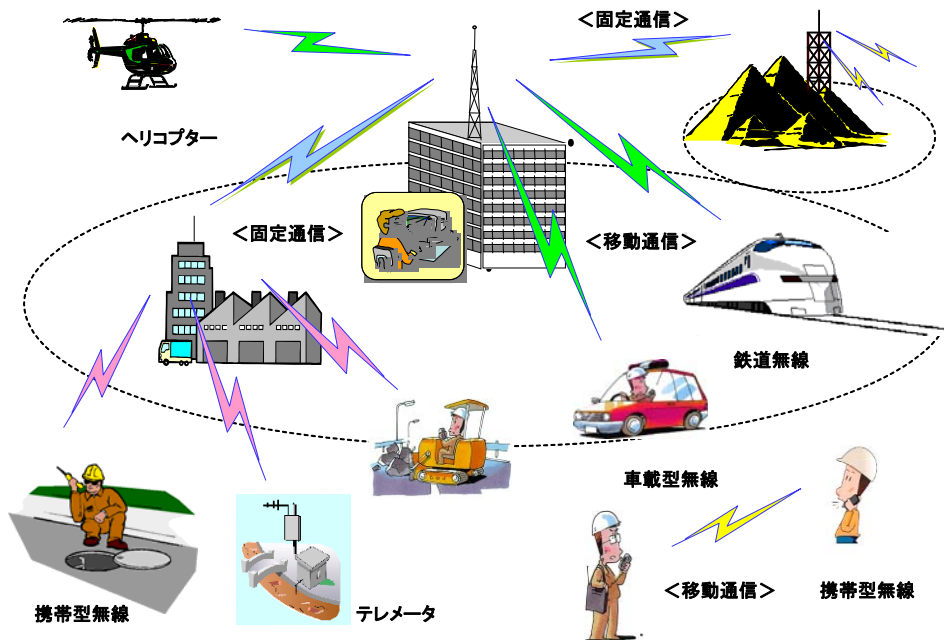


図 2-3 公共業務用無線、消防・救急無線、水防・道路管理用無線、鉄道無線、電気・ガス事業用無線、テレメータ用無線(60MHz 帯/150MHz 帯/400MHz 帯) 構成図

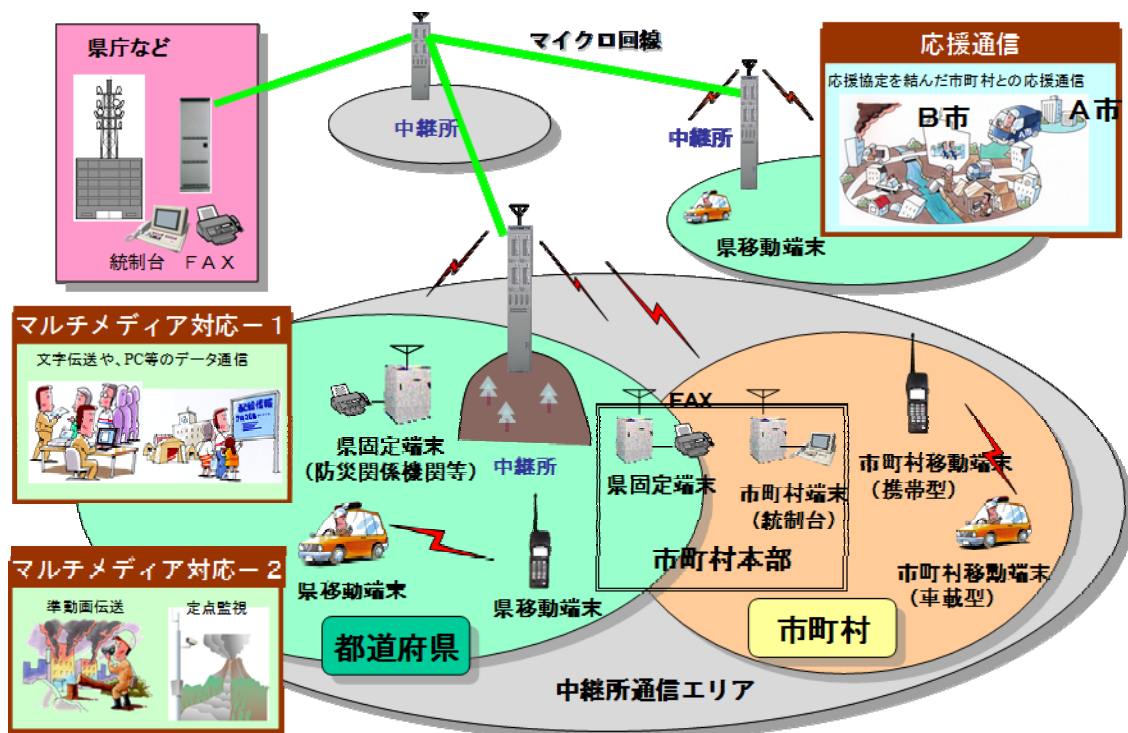


図 2-4 都道府県デジタル総合通信システム(260MHz 帯) 構成図

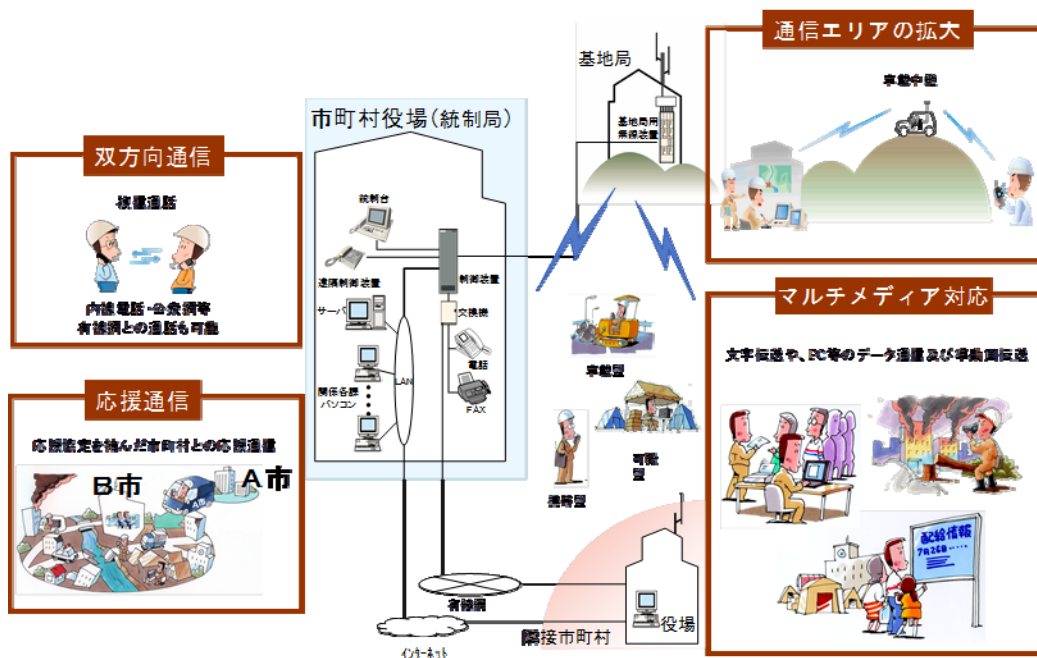


図 2-5 市町村デジタル移動通信システム(260MHz 帯) 構成図

2-2 公共無線システムの課題

図2-1から図2-5の公共無線システムは音声中心の情報伝達である。また、公共機関が利用可能な主な既存の映像伝送システムは、見通し外通信や移動しながらの通信が不可能なものや公衆網サービスによるものであり（注）、「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」とされており、それぞれの災害に応じた適切な応援、救助活動等を迅速に行うための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。

（注）公共機関が利用可能な主な既存の映像伝送システムと公共ブロードバンド移動通信システムの比較は、P.139 参照。

こうした中、音声伝送に加えて、より詳細かつ迅速に被災状況等の伝達を可能とするため、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である。

想定される公共ブロードバンド移動通信システムの利用イメージは、図2-6のものが考えられている。

◆ 交通事故現場での利用イメージ

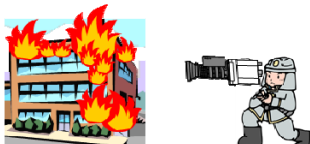


【交通事故現場】



【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】

図2-6 公共ブロードバンド移動通信システムの利用イメージ図

第3章 公共ブロードバンド移動通信システム

3-1 公共ブロードバンド移動通信システムの規格等

(1) 技術的条件

公共ブロードバンド移動通信システムの主な技術的条件は表3-1のとおりである。

表3-1 公共ブロードバンド移動通信システムの主な技術的条件

諸元	技術的条件
通信方式	TDD（時分割複信方式）
多重化方式	基地局から陸上移動局（DL）： OFDM（直交周波数分割多重方式）と TDM（時分割多重方式）を組み合わせた多重方式 陸上移動局から基地局（UL）： OFDMA（直交周波数分割多元接続方式）
変調信号の送信速度	500kbps 以上
変調方式	基地局（DL）： BPSK（2 相位相変調）、QPSK（4 相位相変調）、 16QAM（16 値直交振幅変調）又は 64QAM（64 値直交振幅変調） 移動局（UL）： QPSK、16QAM 又は 64QAM
占有周波数帯幅	4.9MHz 以下（5MHz システム）
空中線電力	基地局：20W 以下 移動局：5W 以下
送信空中線の絶対利得	10dBi 以下 ただし、その実効輻射電力が、絶対利得 10dBi の空中線に空中線電力を加えたときの値以下となる場合は、その低下分を空中線の利得で補うことができるものとする。

また、情報通信審議会答申「公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件」（平成22年3月30日）に係る審議において、要求条件として次のとおり検討されている。

①無線局の形態

無線局の形態としては、基地局、移動局、可搬型の基地局が想定され、このうち、移動局と可搬型基地局については、バッテリー（2～3時間連続送信可能なもの）等の付属機器を含め10kg未満でリュックサックに収容できる程度の大きさ・重さが望ましい。

②ネットワークの形態

公共ブロードバンド移動通信システムの通信形態は図3-1のとおりである。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い。また、移動局については、セル構成において基地局が制御する「集中制御通信モード」のほか、山間部での災害等を想定し、基地局のエリア外であっても可搬型の基地局の制御によって自律的に動作する「自律通信モード」に対応できるものとする。さらに、可搬型基地局のない場合であっても移動局同士で通信が可能となるような「端末間直接通信」のほか、アドホック通信機能等による一時的な「中継」にも対応できるものとする。

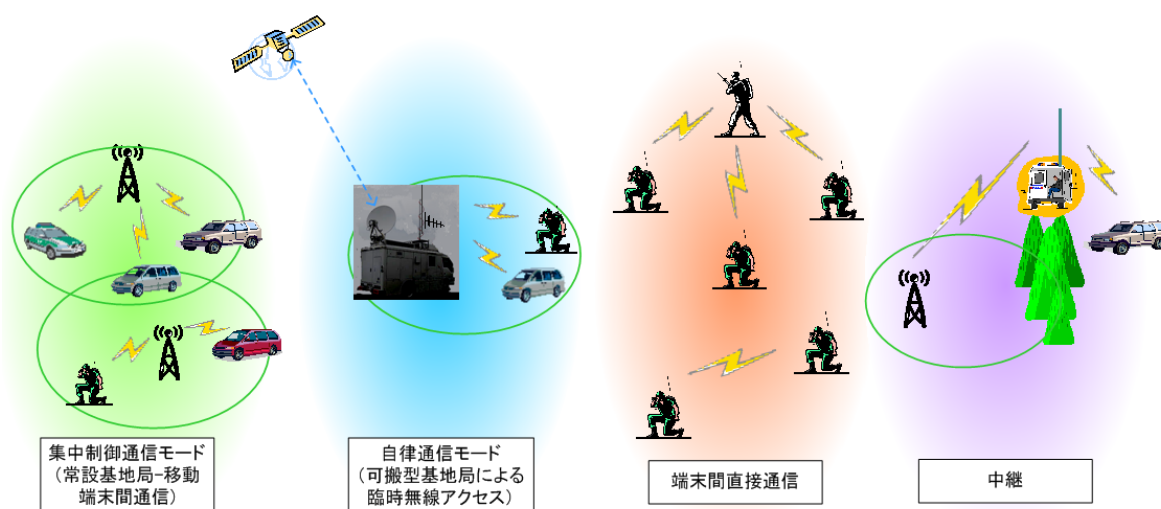


図3-1 公共ブロードバンド移動通信システムの通信形態

その他、公共ブロードバンド移動通信システムが災害時に活用されるものであることに鑑み、「移動しながら通信を行う場合には、基地局間のハンドオーバーが円滑に行われるものであること」などについても配慮が必要である、とされている。

(2) システムの規格(電波産業会 (ARIB) 規格)

地上テレビジョン放送のデジタル化完了時期に向け、平成23年3月に、電波産業会 (ARIB) から、公共ブロードバンド移動通信システムのうち、初期に導入が想定される可搬型システムの規格 (ARIB STD-T103 200MHz-Band Broadband Wireless Communication Systems between Portable BS and MSs(注)) が策定された (表3-2)。

(注) 日本語翻訳版: 200 MHz 帯広帯域移動無線通信用無線設備 (可搬型)

表 3-2 ARIB STD-T103 規格の分類

	本規格におけるモード1 (*注1)		本規格におけるモード2	
ベースとなる規格	WirelessMAN-OFDMA (IEEE802.16-2009)			
本規格	IEEE802.16-2009のサブセット (モバイルWiMAX)	IEEE802.16-2009のサブセット	200MHz帯での運用に適するようにパイロットサブキャリア配置を修正	
主な技術的条件				
チャンネル帯域幅 (占有周波数帯幅)	5MHz (4.9MHz)			無線設備規則 第49条の31に準拠
多元接続 / 通信方式	OFDMA / TDD			
最大送信出力	5W (37dBm)			
主な物理層 及び MAC層仕様				
FFTサイズ	512	1024	1024	IEEE802.16-2009のサブセット
サブキャリア間隔	10.94kHz	5.47kHz	5.47kHz	
フレーム長	5m秒	10m秒	10m秒	
パイロットサブキャリア配置	IEEE802.16-2009		200MHz帯運用に適する配置に修正	
MAC	IEEE802.16-2009			
下り回線と上り回線のOFDMシンボル数の比率 (DL:UL)	35:12 26:21	35:12 26:21 9:38	37:10 23:24 9:38	
その他	モバイルWiMAXにおける必須項目 (HARQ等)		オプション	

*注1: モード1におけるFFTサイズ512(フレーム長5m秒)の組(赤で囲んだ左列の組)は、モバイルWiMAXシステムプロファイルに準拠している。

主な仕様は2つのモードから構成されており、モード1はIEEE802.16-2009規格に含まれる“WirelessMAN-OFDMA”(部分集合)となっている。さらにモード1は2種類の仕様(FFTサイズ512及び1024)があり、モード2は周波数帯が200MHz帯であることに関連してモード1のパラメータのいくつかを修正したものである。(モード1のFFTサイズ512のものは通常「モバイルWiMAX」と呼ばれている。)

モード1のFFTサイズ1024のもの及びモード2(FFTサイズ1024のみ)は、日本での公共ブロードバンド帯域が、当初IEEE802.16で想定されたマイクロ波と比較して200MHz帯と低いことから、電波伝搬特性上、見通し外の通信や長距離伝搬のエリアが確保できる特長をさらに活かすため、遅延分散を吸収するガードバンド(CP長)の長いFFTサイズ1024が有効との考えに基づき採用されたものである。モード2のパイロットサブキャリア配置法に関しては、挿入時間間隔が上記同様の理由で、モード1と比較して長くなっている。

なお、ARIB STD-T103規格においては、現状(1.0版)、いずれのモードとも、ハンドオーバーについては、規定していない。

3-2 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

本調査検討に用いる公共ブロードバンド移動通信システムは、表3-1の技術的条件を満たし、また、FFTサイズは512と1024、フレーム長は5msと10ms、DL（ダウンリンク）とUL（アップリンク）のOFDMシンボル数の比率(DL/UL比)は、26:21(サービスエリアの検討においては、これに加え、9:38も行う。)のものとする。(=「モードA」と「モードB」。P.15参照)

ネットワークの形態としては、3-1(1)のとおり、「集中制御通信モード」、「自律通信モード」、「端末間直接通信」及び「中継」の各形態が考えられているが、そのうち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)により行うこととする。

第4章 実証試験

4-1 実証試験の目的

公共ブロードバンド移動通信システムは、災害時等の正確な情報共有のため、機動的かつ確実に映像伝送を行う手段になることを想定した無線システムである。

実証試験では、データ取得のための実験システムを構築し、机上検討、ラボ試験、フィールド試験において、1-3に示す調査検討項目についての技術的な各種データを取得する。

また、机上検討及びラボ試験で取得したデータとフィールド試験で取得したデータを比較検討することによって、机上検討及びラボ試験の妥当性を検証し、実フィールドへ適用する場合の留意点を検討する。

4-2 実証試験の概要

(1) 期間

①机上検討・ラボ試験

平成23年8月30日から平成24年1月27日まで

②フィールド試験

平成23年10月26日から平成23年12月9日まで

(2) 実施場所

①机上検討・ラボ試験

モードA：東京都三鷹市下連雀5-1-1 日本無線株式会社三鷹製作所
モードB：東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立国際電気小金井工場

②フィールド試験

帯広市

(選定理由)

- ・帯広市は、平成24年3月31日まで地上アナログ放送が継続する東北3県から遠方にあり、地上アナログ放送の影響を受けない地域である。
- ・フィールド試験の実施地域は、地上デジタル放送の強電界地域であり、ケーブルテレビによる受信者は少なく、デジアナ変換による地上アナログ放送への影響が少ない。
- ・フィールド試験を実施するための十分な面積を有する。また、積雪が少ないことからフィールド試験実施への影響が少ない。

(3) 試験内容

①固定型システム間のハンドオーバ

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、ハンドオーバの方式として、異なる周波数（チャンネル）の基地局間のハンドオーバ（以下、「周波数切替」と称する。）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（以下、「セグメント切替」と称する。）が想定される。本試験では、ハンドオーバの実現性について検証する。

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

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。本試験では、固定型及び可搬型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）での同一モード間干渉条件について検証する。

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

②に対し、本試験では、固定型及び可搬型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）での異モード間干渉条件について検証する。

④固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア

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。

本試験では、固定型及び可搬型システムについて、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。

(4) フィールド試験に使用するシステムの構成、無線局の諸元及び設置状況

実証試験は、表4-1に示す2つの無線アクセス仕様(モードA、B)の公共ブロードバンド移動通信システムにより行う。

なお、モードAは、表3-2のモード1(FFTサイズ512)に、モードBは、表3-2のモード1(FFTサイズ1024)に準拠するものである。

※モードA、モードBの仕様からみた特徴については、P.129 参照。

表4-1 無線アクセス仕様

項目	仕様	
	モードA	モードB
中心周波数	180MHz、185MHz	
通信方式	OFDMA/TDD	
帯域幅	5MHz	
FFT サイズ	512	1024
フレーム長	5ms	10ms
DL/UL 比	26:21	26:21 9:38 (注)

(注)「固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア」試験の場合のみ

①固定型システム間のハンドオーバー

ア. システム構成

ハンドオーバー試験時のシステム構成は、図4-1のとおりである。

本試験では、周波数切替とセグメント切替を実施する。なお、ハンドオーバー試験は、現時点で、固定型として複数基地局間の当該機能を有するモードAのみについて実施する。

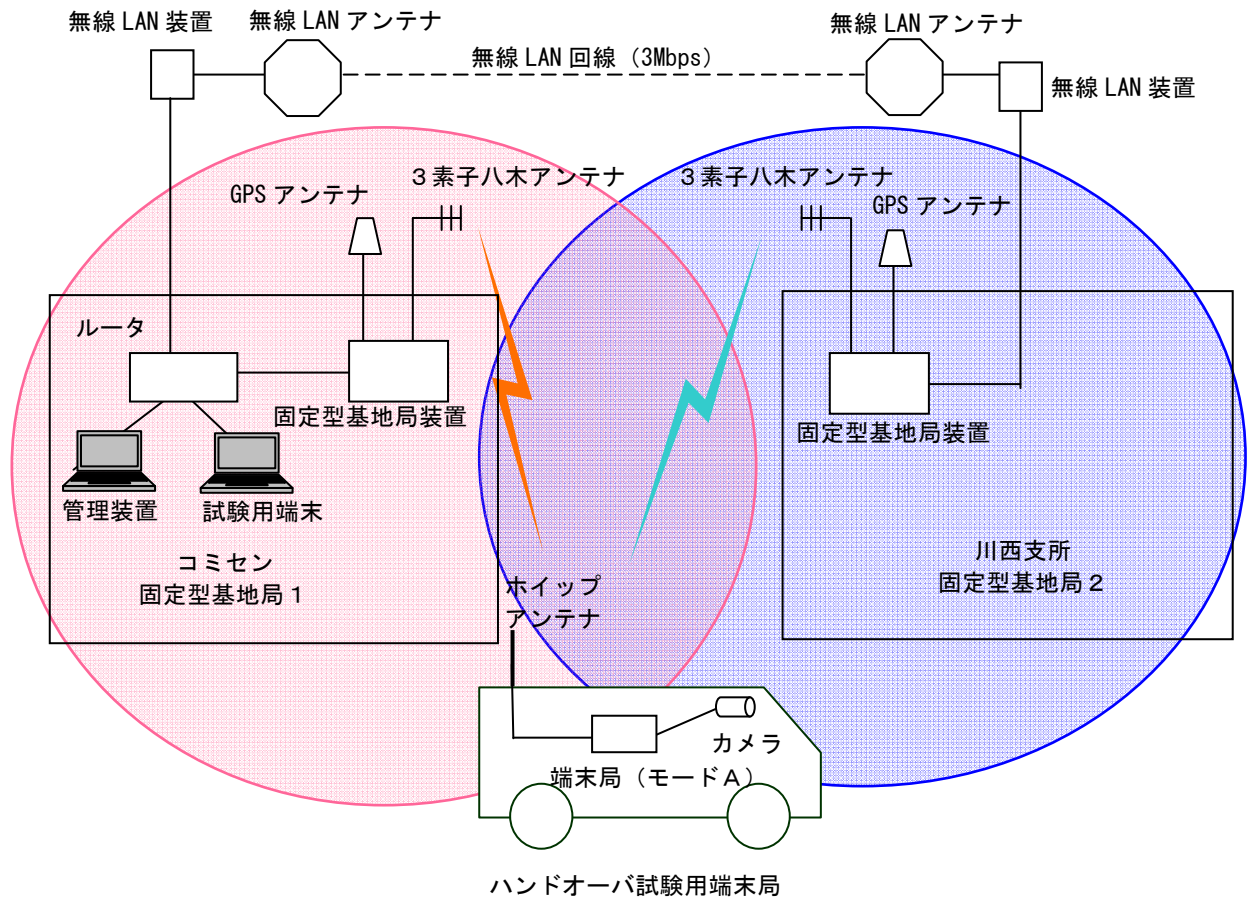


図4-1 システム構成図

イ. 無線局の諸元及び設置状況

(ア) 固定型基地局 1

設置場所：帯広市空港南町南 11 線 43 番地 帯広市帯広の森コミュニティセンター（以下「コミセン」と称する。）

固定型基地局 1 の諸元は表 4-2 のとおりである。

図 4-2 に設置状況を示す。

表 4-2 固定型基地局 1 の諸元（コミセン：モード A）

項目	内容
空中線電力	+37dBm (5W)
アンテナ利得	8.15dBi (3 素子八木アンテナ)
ケーブル損失	2dB
アンテナ高 (地上高)	12m

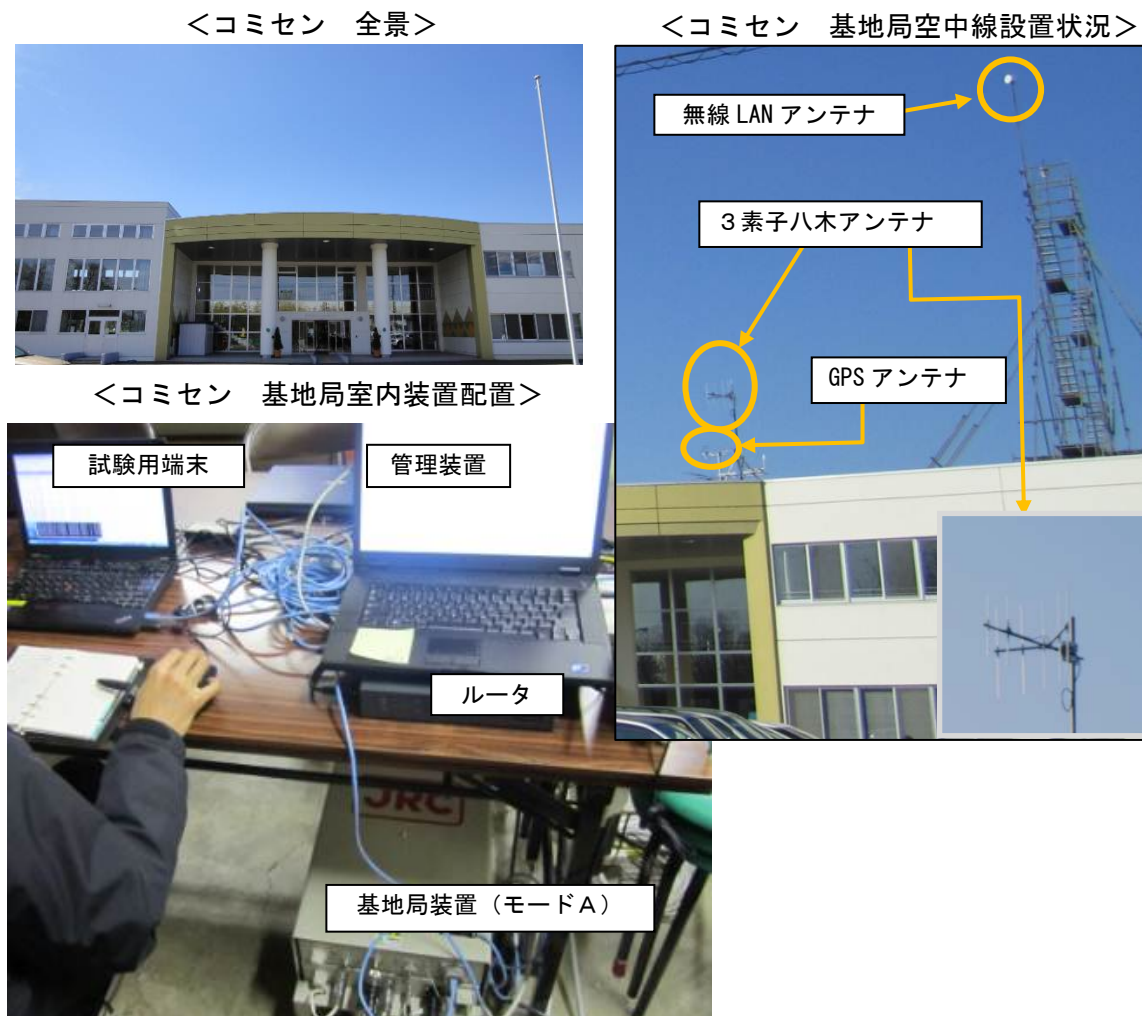


図 4-2 固定型基地局 1 の設置状況（モード A）

(イ) 固定型基地局 2

設置場所：帯広市川西町 2 線 59 番地 帯広市川西支所（以下「川西支所」と称する。）

固定型基地局 2 の諸元は表 4-3 のとおりであり、図 4-3 に設置状況を示す。

なお、川西支所内には無線機等を設置できる場所がなかったため、測定車に搭載して試験を実施した。

表 4-3 固定型基地局 2 の諸元（川西支所：モード A）

項目	内容
空中線電力	+37dBm (5W)
アンテナ利得	8.15dBi (3 素子八木アンテナ)
ケーブル損失	2dB
アンテナ高 (地上高)	13.5m

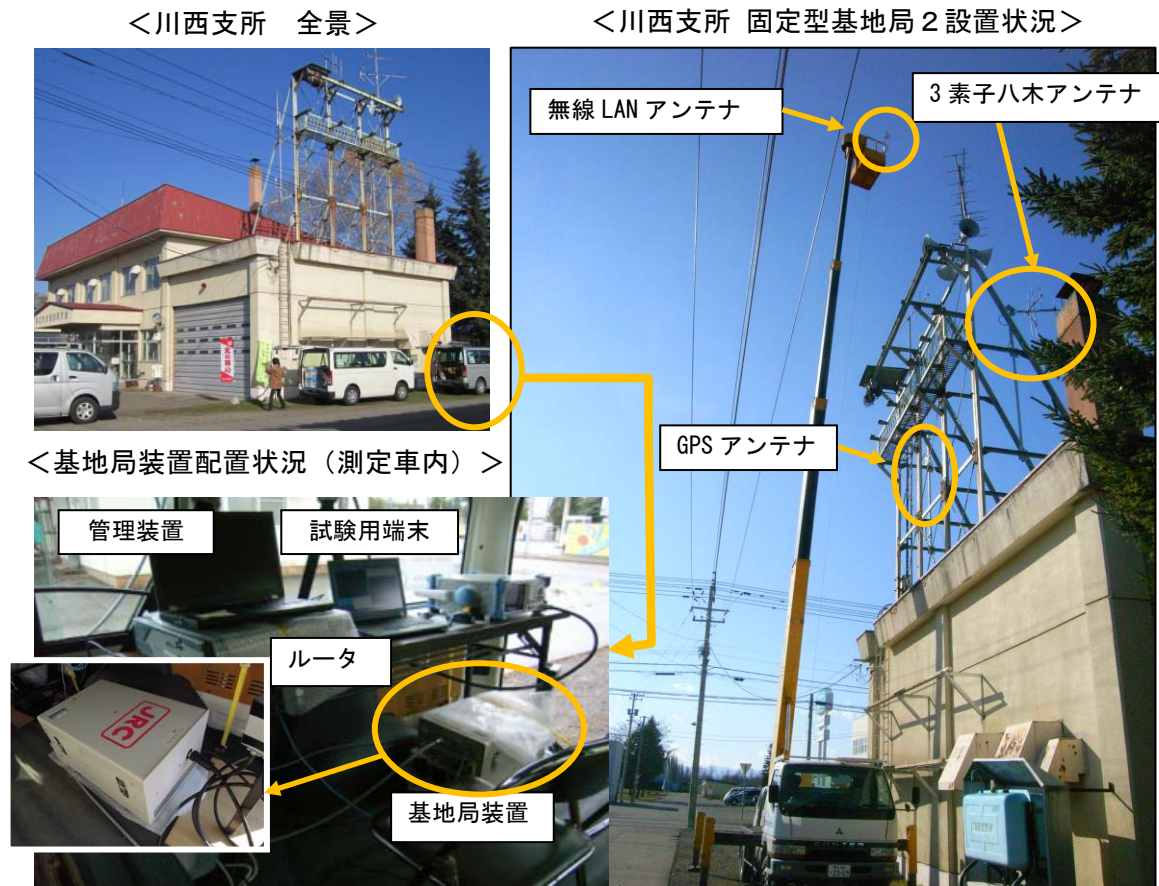


図 4-3 固定型基地局 2 の設置状況（モード A）

(ウ) ハンドオーバ試験用端末局

移動範囲：コミセン周辺及び川西支所周辺

ハンドオーバ試験用端末局の諸元は、表4-4のとおりである。

図4-4に設置状況を示す。

表4-4 端末局の諸元（モードA）

項目	内容
空中線電力	+37dBm (5W)
アンテナ利得	2.15dBi (ホイップアンテナ)
ケーブル損失	2dB
アンテナ高 (地上高)	2m

<ハンドオーバ試験用車両外観図>



図4-4 ハンドオーバ試験用端末局の設置状況（モードA）

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、固定型及び可搬型システム間における異モード間干渉、固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア

ア. システム構成

同一モード間干渉、異モード間干渉及びサービスエリアの試験時のシステム構成は、図4-5及び図4-6のとおりである。

サービスエリアの試験は、管理装置を有し、複数基地局を管理することができるモードAは固定型システムについて、現状ではまだそれらの機能を有しないモードBは可搬型システムについてのみの実施とする。

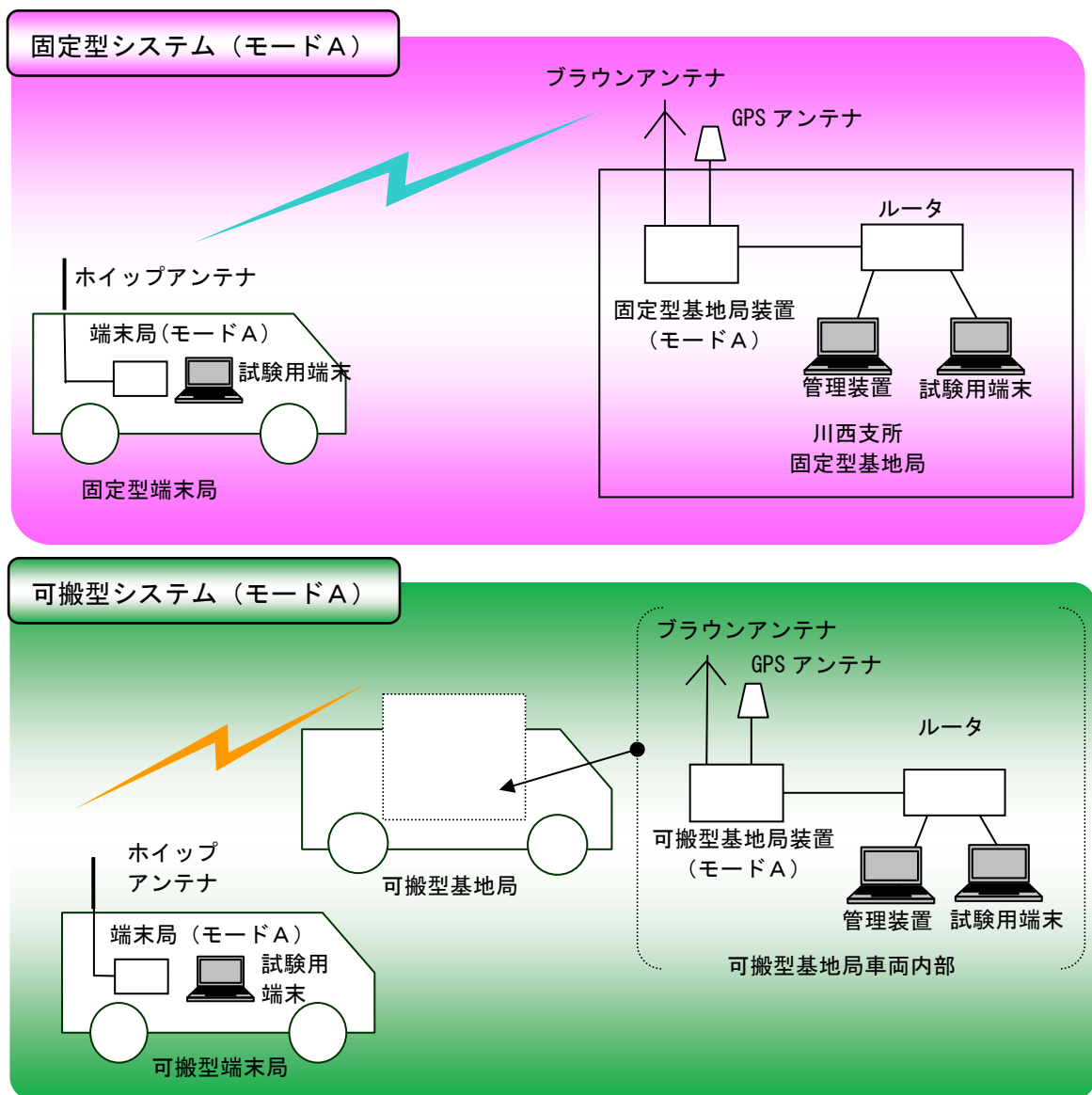


図4-5 システム構成図 (モードA)

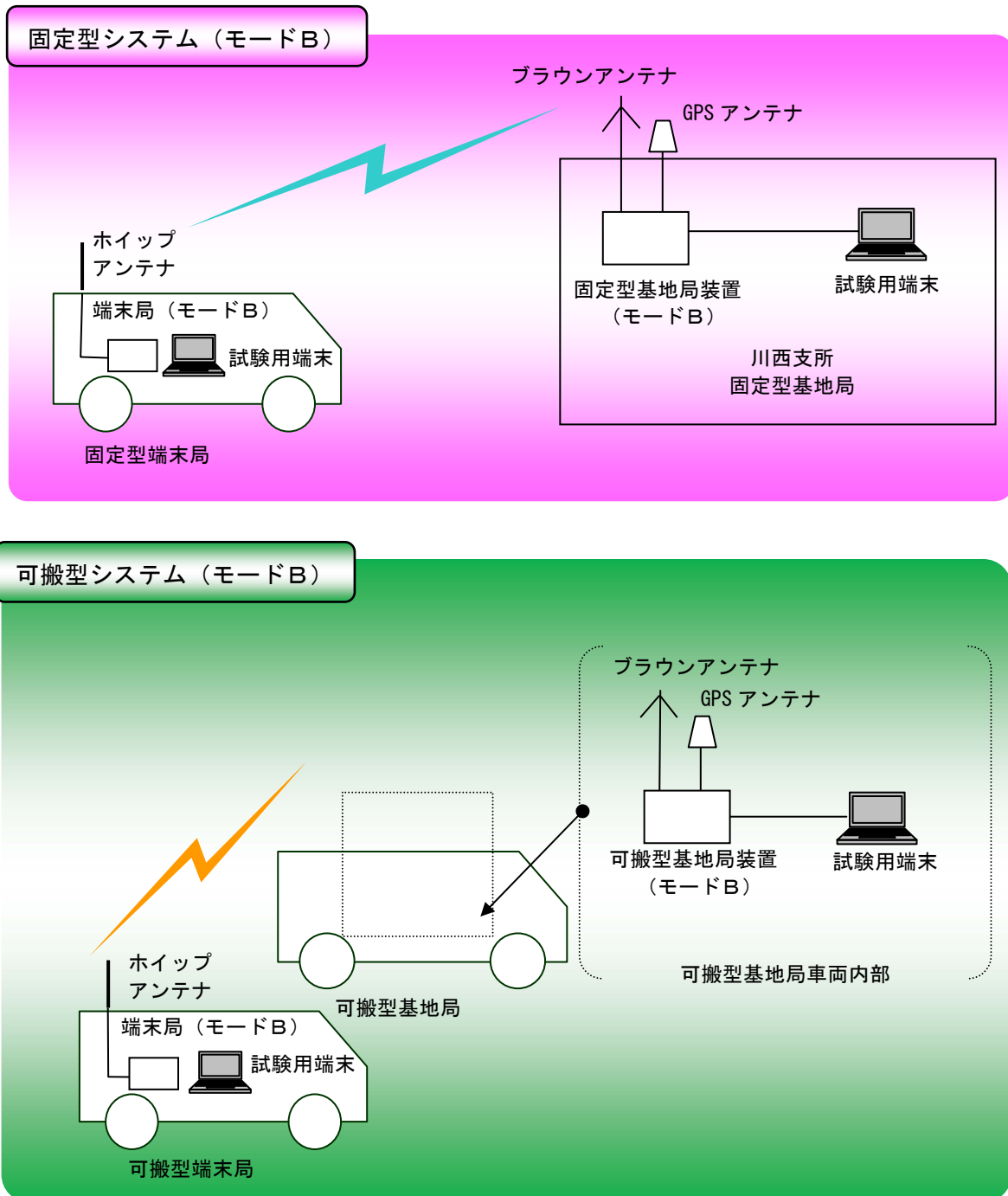


図4-6 システム構成図（モードB）

イ. 無線局の諸元及び設置状況

(ア) 固定型基地局

設置場所：帯広市川西町 2 線 59 番地 川西支所

固定型基地局の諸元は、表 4-5 のとおりである。

本基地局は、固定した基地局として川西支所に設置し、モード A 装置及びモード B 装置を使用して、同一モード間・異モード間干渉、サービスエリアの試験を実施するものである。図 4-7 に設置状況を示す。

なお、川西支所内には無線機等を設置できる場所がなかったため、測定車に搭載して試験を実施した。

表 4-5 固定型基地局の諸元 (川西支所：モード A、B)

項目	内容
空中線電力	+37dBm (5W)
アンテナ利得	2.15dBi (ブラウンアンテナ)
ケーブル損失	2dB
アンテナ高 (地上高)	13.5m

<川西支所 固定型基地局設置状況>

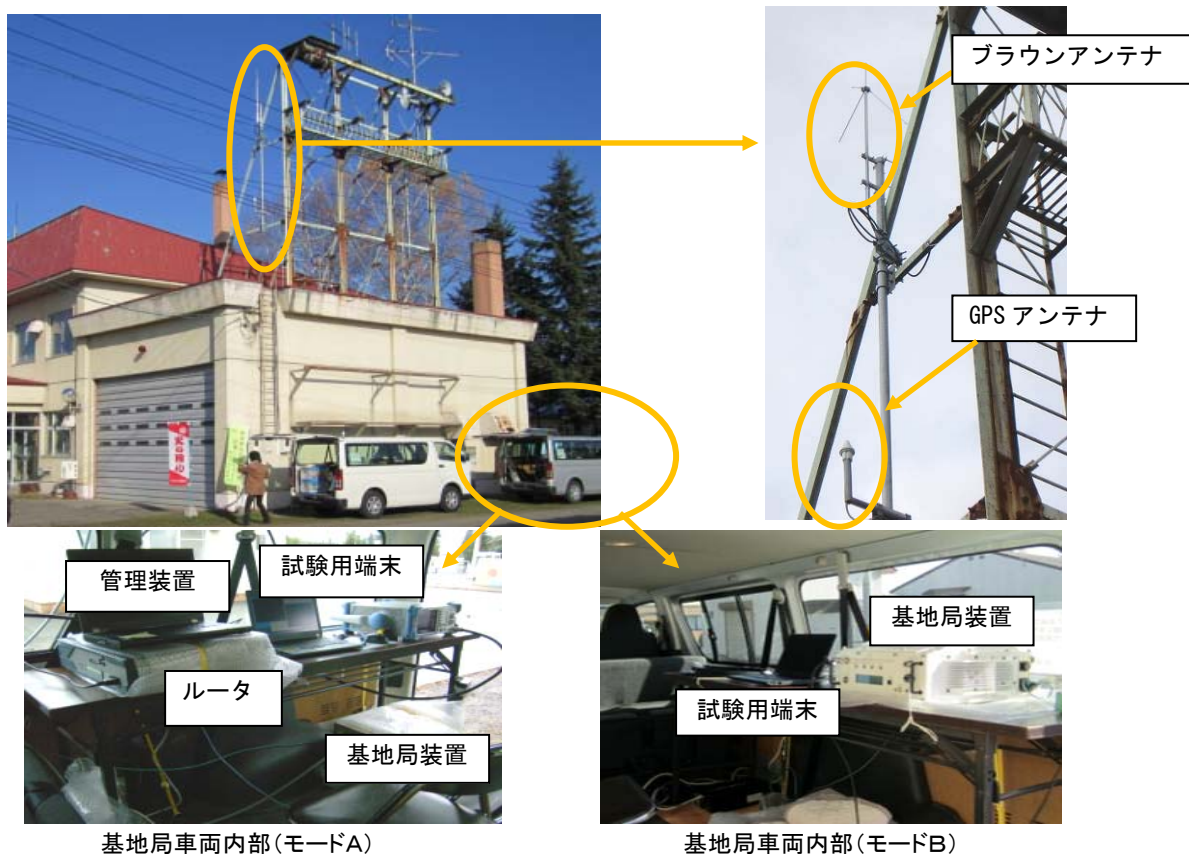


図 4-7 固定型基地局の設置状況

(イ) 可搬型基地局

可搬型基地局の諸元は表4-6のとおりである。

本基地局は、車両に搭載したモードA装置及びモードB装置を定点において利用し、同一モード間・異モード間干渉、サービスエリアの試験を実施するものである。図4-8に設置状況を示す。

表4-6 可搬型基地局の諸元（モードA、B）

項目	内容
空中線電力	+37dBm (5W)
アンテナ利得	2.15dBi (ブラウンアンテナ)
ケーブル損失	2dB
アンテナ高 (地上高)	最大 5m

<可搬型基地局 設置状況>



<可搬型基地局車両>

図4-8 可搬型基地局の設置状況

(ウ) 固定型・可搬型端末局

固定型・可搬型端末局の諸元は表4-7のとおりである。

固定型端末局は、川西支所に設置した固定型基地局と通信を行う移動局であり、同一モード間・異モード間干渉、サービスエリアの試験を実施するものである。

また、可搬型端末局は、定点に設置された可搬型基地局と通信を行う移動局であり、同様な試験を実施するものである。図4-9に設置状況を示す。

表4-7 固定型・可搬型端末局の諸元（モードA、B）

項目	内容
空中線電力	+37dBm (5W)
アンテナ利得	2.15dBi (ホイップアンテナ)
ケーブル損失	2dB
アンテナ高 (地上高)	2m

<固定型端末局、可搬型端末局積載車両>



図4-9 固定型・可搬型端末局の設置状況

4-3 実証試験の結果

(1) 固定型システム間のハンドオーバ

ハンドオーバに関してフェージングシミュレータを用いたラボ試験を行うことにより、フィールドにおけるハンドオーバの実現性、特性を検証する。

なお、フェージングシミュレータは、基地局—端末局間の伝搬損失を交互に変化させ端末局がハンドオーバする条件を生成しているものであり、マルチパスは加えていない。

①ラボ試験

ア. 試験構成

試験構成概略図は、図4-10のとおりである。基地局装置1及び基地局装置2と端末局装置の間にフェージングシミュレータを接続している。フェージングシミュレータの内蔵アッテネータにより受信レベルを変化させ、ハンドオーバの検証を行う。

図4-11にハンドオーバ試験系を、また、図4-12に試験用端末、管理装置及びルータを示す。

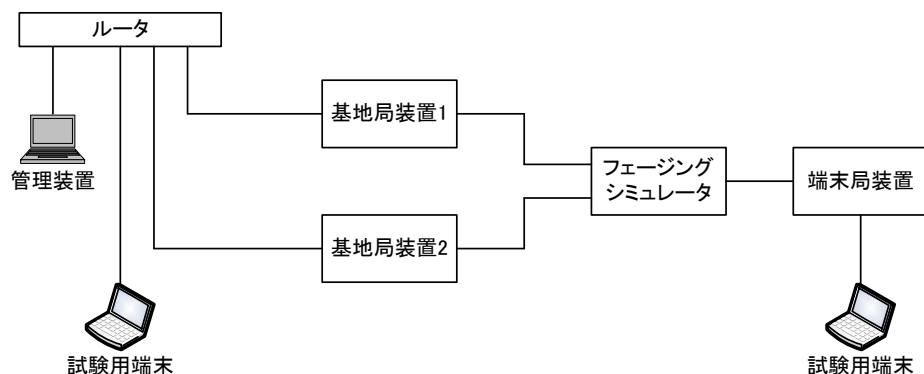


図4-10 試験構成概略図

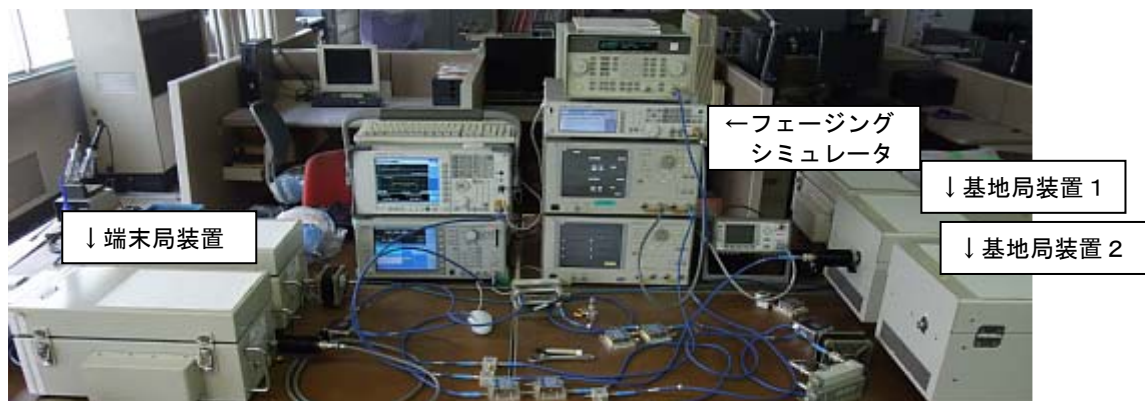


図4-11 ハンドオーバ試験系



図4-12 試験用端末、管理装置及びルータ

イ. 試験内容

周波数切替とセグメント切替について、「ア. 試験構成」の機器により、ハンドオーバー10回（5往復）の成功率を測定データとして取得する。

また、ハンドオーバー時の受信レベル（C/N）及びレイテンシ（瞬断時間）のデータを取得する。

ハンドオーバー測定データの測定条件は、下記のとおりとする。

【条件】

- ・ 周波数切替ハンドオーバー時の周波数は、固定型基地局1を180MHz、固定型基地局2を185MHzとする。
- ・ セグメント切替ハンドオーバー時の周波数は、180MHzとし、セグメント1～3のうち固定型基地局1をセグメント1、固定型基地局2をセグメント2とする。
- ・ 符号化変調方式は、公共ブロードバンド移動通信システム無線方式（ARIB STD-T103）におけるサービスエリア計算パラメータとして最も所要C/Nが小さく、サービスエリアを大きく形成することができることから、標準的に使用されているQPSK1/2とする。
- ・ 走行コース上の中間点の受信レベルを事前に計算によって求め、その値によりハンドオーバーを確認する。

ウ. 試験結果

周波数切替及びセグメント切替ともに、ハンドオーバ 10 回（5 往復）の成功率が、表 4-8 のとおり 100%であることを確認した。

また、周波数切替によるハンドオーバ時の C/N 及びレイテンシの測定データは、表 4-9 のとおりであり、セグメント切替によるハンドオーバ時の測定データは、表 4-10 のとおりとなった。

結果として、周波数切替及びセグメント切替によるハンドオーバ時のレイテンシは、ハンドオーバ前の基地局（Serving BS）やハンドオーバ後の基地局（Target BS）の C/N に関係なく、いずれも平均値として約 0.2 秒であった。

表 4-8 ハンドオーバの成功率

周波数切替	セグメント切替
100 %	100 %

表 4-9 周波数切替ハンドオーバの測定データ

	ハンドオーバ時の C/N[dB]		レイテンシ (瞬断時間[秒])	備考
	Serving BS	Target BS		
1	5	17	0.227	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
2	6	19	0.216	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
3	6	17	0.221	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
4	5	18	0.210	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
5	7	18	0.209	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
6	5	16	0.222	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
7	7	18	0.221	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
8	5	18	0.222	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
9	7	16	0.215	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
10	6	18	0.219	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
平均	5.9	17.5	0.218	

表 4-10 セグメント切替ハンドオーバの測定データ

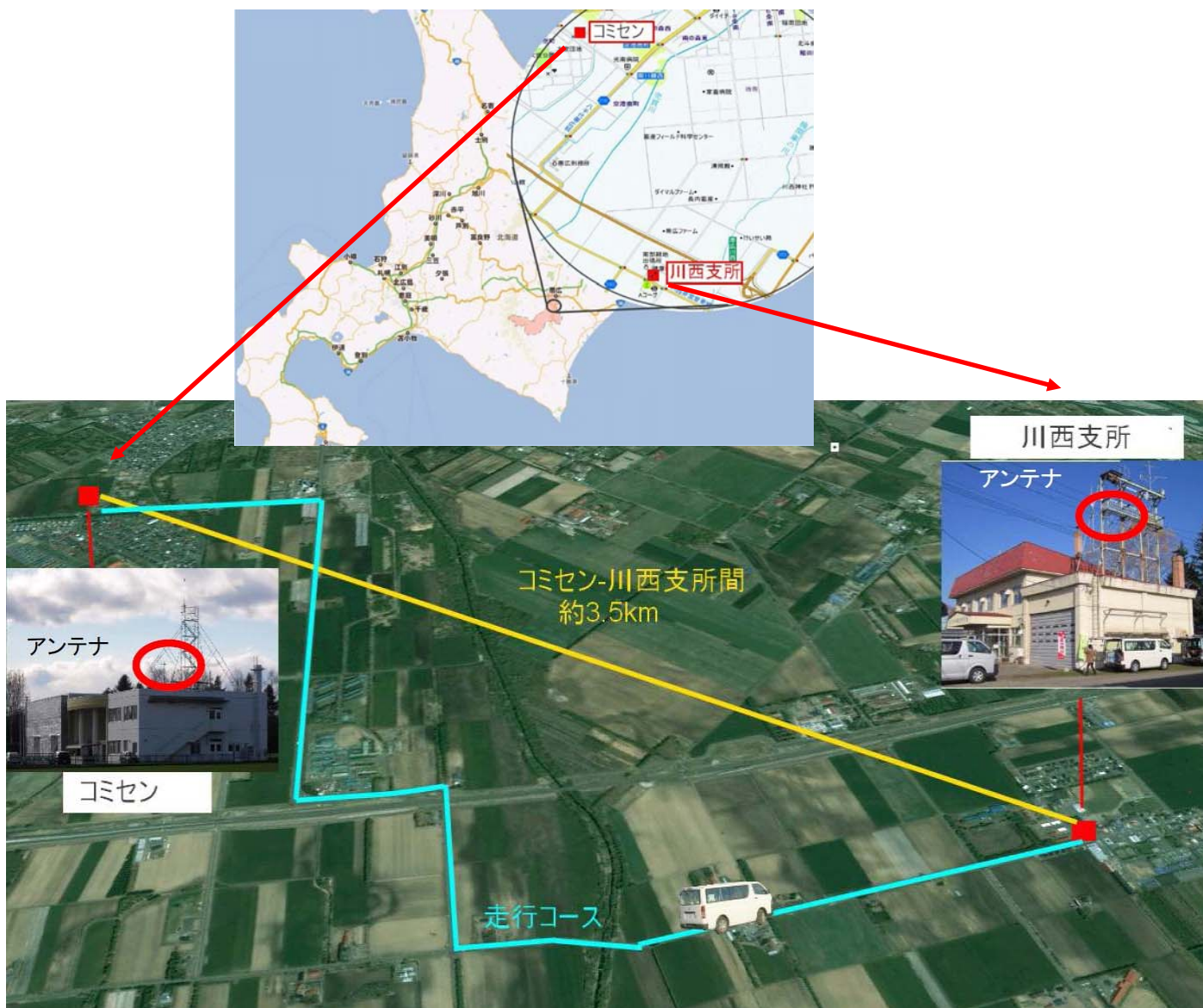
	ハンドオーバ時の C/N[dB]		レイテンシ (瞬断時間[秒])	備考
	Serving BS	Target BS		
1	13	20	0.204	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
2	12	18	0.195	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
3	13	20	0.212	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
4	12	19	0.219	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
5	11	15	0.212	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
6	12	19	0.213	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
7	12	21	0.202	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
8	9	18	0.216	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
9	9	20	0.206	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
10	13	19	0.214	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
平均	11.6	18.9	0.209	

②フィールド試験

ア. 試験構成

試験構成図は図4-13のとおりである。

コミセンに設置した固定型基地局1と川西支所に設置した固定型基地局2との間を無線LANで接続し、ハンドオーバ試験用端末局が青線部を折り返し走行したときの映像情報等の各種データを取得する。なお、管理装置、試験装置はコミセンのみに配置した。川西支所側の基地局は無線LAN回線によりコミセン側の管理装置によって管理する。



※この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図4-13 ハンドオーバ試験構成図

イ. 試験内容

ラボ試験内容と同様に、周波数切替及びセグメント切替について、固定型基地局 1（コミセン）、固定型基地局 2（川西支所）とハンドオーバ試験用端末局との間で映像情報等を伝送し、ハンドオーバ 10 回（5 往復）の成功率、C/N 及びレイテンシのデータを取得する。成功率については、映像伝送中にハンドオーバを行い目視により確認する。

ウ. 試験結果

周波数切替及びセグメント切替による基地局間のハンドオーバは、各基地局に設置された試験用端末の目視により、表 4-1-1 のとおり成功率は 100%であった。

また、周波数切替及びセグメント切替による C/N 及びレイテンシの取得データは、周波数切替に係るハンドオーバのレイテンシが表 4-1-2 のとおり平均値で約 0.4 秒、セグメント切替に係るハンドオーバのレイテンシが表 4-1-3 のとおり平均値で約 1.4 秒であった。

表 4-1-1 ハンドオーバの成功率

周波数切替	セグメント切替
100 %	100 %

表 4-1-2 周波数切替ハンドオーバの測定データ

	ハンドオーバ時の C/N[dB]		レイテンシ (瞬断時間[秒])	備考
	Serving BS	Target BS		
1	19	27	0.484	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
2	16	24	0.492	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
3	20	28	0.297	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
4	19	28	0.362	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
5	20	27	0.434	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
6	19	28	0.365	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
7	19	27	0.490	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
8	17	23	0.455	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
9	16	26	0.425	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
10	18	24	0.389	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
平均	18.3	26.2	0.419	

表 4-13 セグメント切替ハンドオーバーの測定データ

	ハンドオーバー時の C/N[dB]		レイテンシ (瞬断時間[秒])	備考
	Serving BS	Target BS		
1	11	28	0.550	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
2	4	28	1.631	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
3	-1	28	2.200	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
4	4	28	0.757	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
5	13	28	0.678	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
6	4	28	1.562	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
7	0	28	2.190	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
8	10	28	1.612	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
9	-1	28	1.168	固定型基地局 1 → 固定型基地局 2
10	4	28	1.562	固定型基地局 2 → 固定型基地局 1
平均	4.8	28	1.391	

③考察

ア. ラボ試験とフィールド試験の比較

周波数切替及びセグメント切替による基地局間のハンドオーバーの成功率は、ラボ試験、フィールド試験ともに目視により確認し、表 4-14 のとおり 100% となった。

また、周波数切替及びセグメント切替による基地局間のハンドオーバー時によるレイテンシは、表 4-15 のとおりラボ試験ではあまり差はなかったが、フィールド試験ではセグメント切替の方が周波数切替に比べてレイテンシが長くなっている。

この要因としては、実フィールドにおいては、その時々状況によって受信電力の変動があるため、本試験時にたびたび発生していた周囲ノイズの影響があったと考えられる。

表 4-14 ハンドオーバーの成功率

	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%

表 4-15 周波数切替・セグメント切替ハンドオーバーの測定データ

	周波数切替 (レイテンシ平均値[秒])	セグメント切替 (レイテンシ平均値[秒])
ラボ試験	0.218	0.209
フィールド試験	0.419	1.391

イ. 固定型システム間のハンドオーバについていえること

ハンドオーバ成功率は 100%であった。ハンドオーバ時のレイテンシは、ノイズ等の問題がなければ実測 0.5 秒未満であるが、それらの影響がある場合でも約 2 秒以内である。このことから、公共ブロードバンド移動通信システムの使用に適うハンドオーバが行われることが分かった。

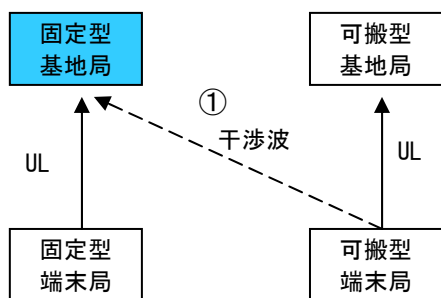
なお、周波数切替とセグメント切替による成功率の差分はなく、周波数割当の基準は、スループット優先であれば周波数切替方式、チャンネル数優先（1つの周波数帯域のみ使用）であればセグメント切替方式を選択可能である。

(2) 固定型及び可搬型のシステム間における同一モード間干渉

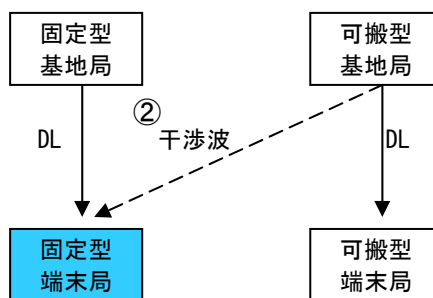
①机上検討

固定型と可搬型のシステム間所要離隔距離について ARIB STD-T103「付録3 システム間共存に関して」に倣い、図4-14に示す組合せにより、同一モードにおける計算をする。ARIB STD-T103では、可搬型システム間における共存の検討を行っているが、ここでは同一モードにおける固定型と可搬型のシステム間所要離隔距離の計算を行う。

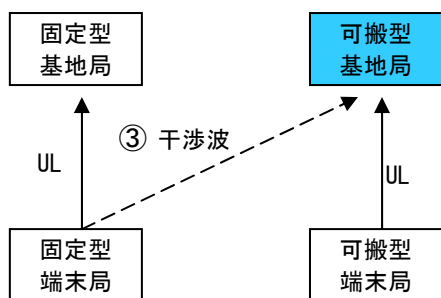
システム間所要離隔距離は、許容干渉レベルとして、ITU-R 勧告 P.372 で定義される環境雑音レベルより 3dB 低いレベルを仮定し、電界強度を元に計算する。基地局の諸元（アンテナ高）の違いにより、固定型と可搬型の差分が生じる。



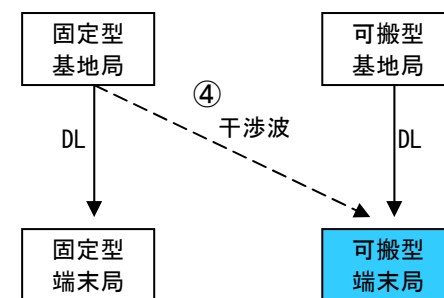
(1) 固定型基地局が受信する UL に
可搬型端末局の UL が干渉する場合



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



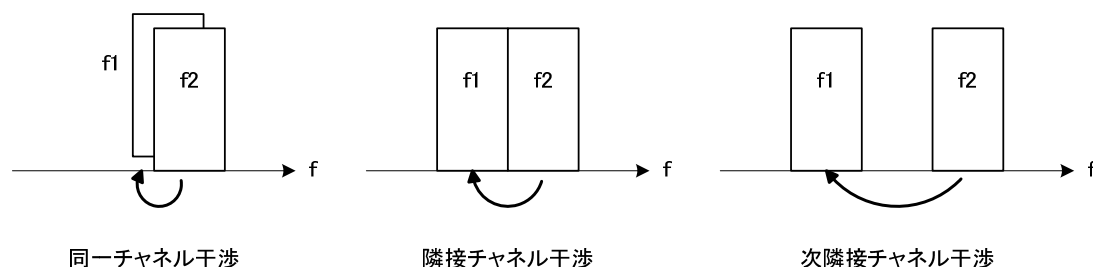
(3) 可搬型基地局が受信する UL に
固定型端末局の UL が干渉する場合



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

図4-14 同一モード間干渉における干渉シナリオ

チャンネル間の干渉パターンは、図4-15のとおりである。



f1 : 被干渉局、f2 : 与干渉局

図4-15 チャンネル間の干渉パターン

システム間所要離隔距離の計算に用いる条件は、下記のとおりとする。

【条件】

- ・ 基地局及び端末局の諸元は、表4-16のとおりである。
- ・ 隣接チャンネル漏洩電力は、最悪条件の検討のために無線設備の技術的条件の上限値を用いる。

モードA及びモードBの各装置ともに ARIB STD-T103 に準拠しており、隣接チャンネル漏洩電力は、基地局及び端末局とも以下の許容値とする。

許容値：-21dBc 以下（離調周波数 2.6MHz-7.4MHz の 4.8MHz 帯域）

許容値：-41dBc 以下（離調周波数 7.6MHz-12.4MHz の 4.8MHz 帯域）

- ・ 周波数は、「②ラボ試験」の結果に合わせて、同一チャンネルを 180MHz、隣接チャンネルを 185MHz、次隣接チャンネルを 190MHz として計算する。
- ・ 伝搬モデルは、フィールド試験実施場所に合わせて、拡張秦モデル（郊外）を適用する。
- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B : 郊外を適用する。

表4-16 基地局及び端末局の諸元

項目	固定型基地局	可搬型基地局	固定型端末局 可搬型端末局
空中線電力	+37dBm (5W)	+37dBm (5W)	+37dBm (5W)
アンテナ利得	2.15dBi	2.15dBi	2.15dBi
ケーブル損失	2dB	2dB	2dB
アンテナ高（地上高）	13.5m	5m	2m

前頁の条件を使用して、下式（4.1式、4.2式及び4.3式）が成立する伝搬損失を計算し、伝搬損失を伝搬距離に換算した値を表4-17のとおりシステム間所要離隔距離としてまとめた。

同一チャネル：

$$\text{空中線電力} + G - \text{伝搬損失} = \text{許容干渉レベル} \quad \dots \quad 4.1 \text{式}$$

隣接チャネル：

$$\text{隣接チャネル漏洩電力} + G - \text{伝搬損失} = \text{許容干渉レベル} \quad \dots \quad 4.2 \text{式}$$

次隣接チャネル：

$$\text{次隣接チャネル漏洩電力} + G - \text{伝搬損失} = \text{許容干渉レベル} \quad \dots \quad 4.3 \text{式}$$

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - 3[\text{dB}]$$

※ ITU-R 勧告 P.372 で定義される環境雑音レベルより 3dB 低いレベルと仮定

G = 与干渉局と被干渉局のアンテナ利得とケーブル損失の合計

表4-17 システム間所要離隔距離（机上検討）

干渉方向（図4-14参照）	離隔距離[km]		
	同一 ch 180MHz	隣接 ch 185MHz	次隣接 ch 190MHz
① 可搬型端末局→固定型基地局	7.807	1.979	0.535
② 可搬型基地局→固定型端末局	4.442	1.126	0.305
③ 固定型端末局→可搬型基地局	4.442	1.126	0.305
④ 固定型基地局→可搬型端末局	7.807	1.979	0.535

②ラボ試験

ア. 試験構成

試験構成概略図は、図4-16のとおりである。送信局装置と受信局装置の間にフェージングシミュレータ、AWGN 信号発生器、与干渉信号発生器を配置している。

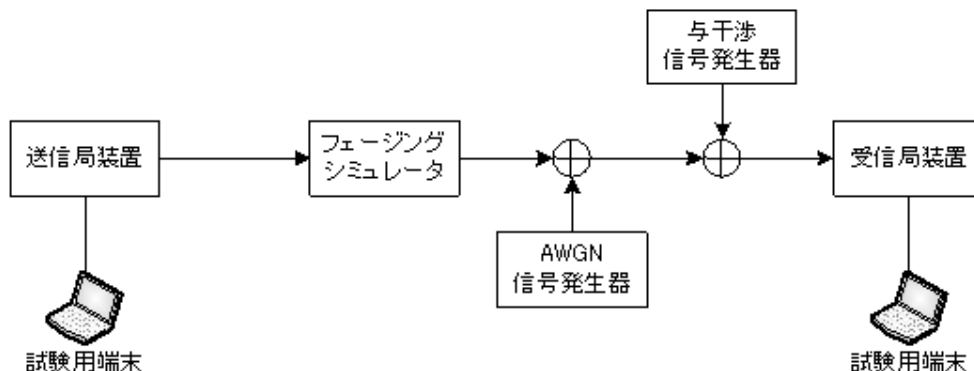


図4-16 試験構成概略図

(ア) モードA

測定系全景は、図4-17のとおりである。

DL 測定時は、基地局装置が送信局装置に、端末局装置が受信局装置に相当する。

UL 測定時は、信号発生器が送信局装置に、基地局装置が受信局装置に相当する。

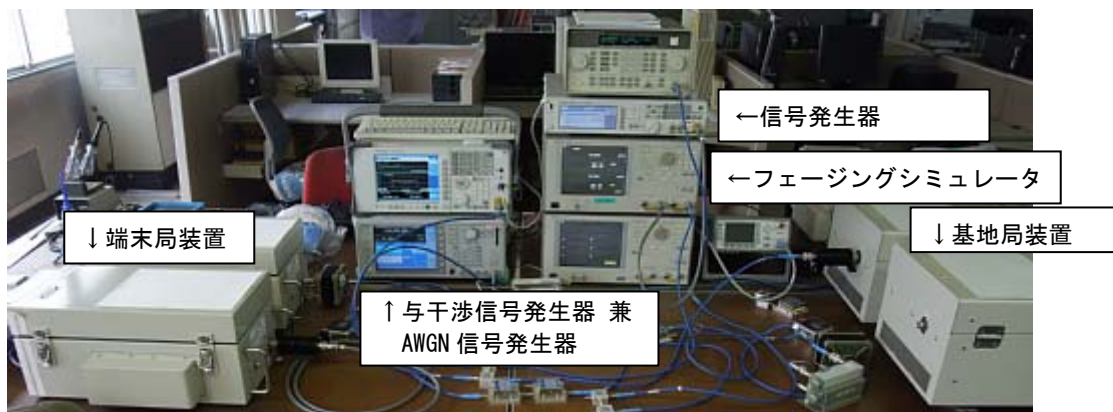


図4-17 モードA測定系全景

(イ) モードB

測定系全景は、図4-18のとおりである。

DL 測定時は、基地局装置が送信局装置に、端末局装置が受信局装置に相当する。

UL 測定時は、端末局装置が送信局装置に、基地局装置が受信局装置に相当する。

同一モード試験においては、与干渉信号にはモードB装置にてテストモード送信を行い、与干渉信号発生器とする。

使用する試験用端末と無線局装置（モードB）の写真を、図4-19及び図4-20に示す。

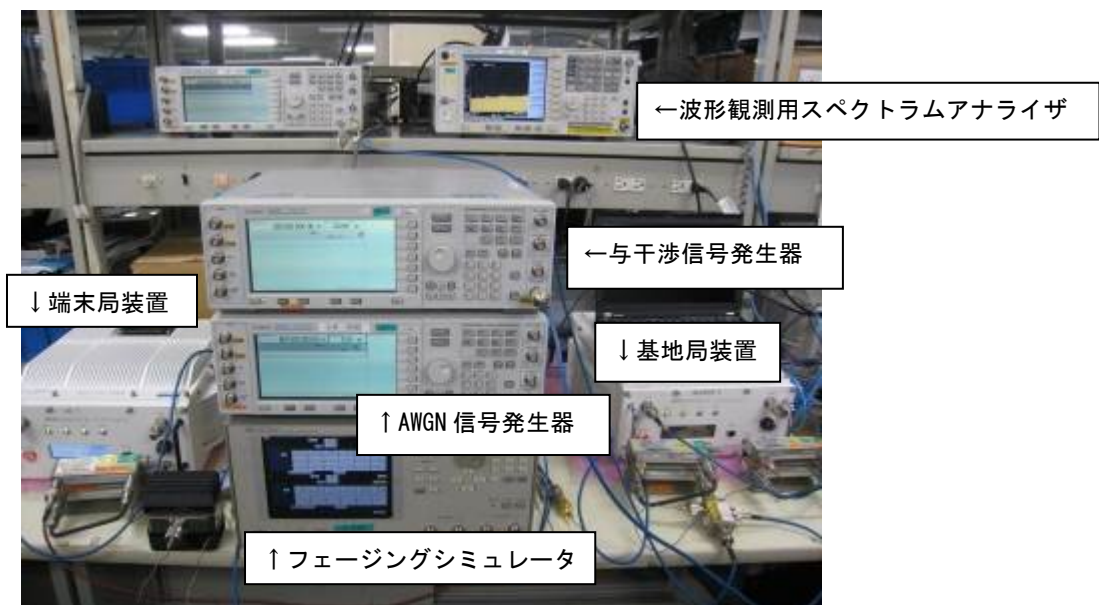


図4-18 モードB測定系全景



図4-19 試験用端末



図4-20 無線局装置モードB

イ. 試験内容

(ア) 測定データ

「①机上検討」では、隣接チャンネル漏洩電力及び次隣接チャンネル漏洩電力について、無線設備の技術的条件の上限値としていたが、ラボ試験では実機による測定データを取得する。また、「①机上検討」では、環境雑音レベルより 3dB 低いレベルを仮定した許容干渉レベルについても、実機に基づいた測定データを取得する。測定データは表 4-18 のとおりである。

表 4-18 測定データ

項番	項目
1	隣接チャンネル漏洩電力、次隣接チャンネル漏洩電力
2	許容干渉レベル (C/N 対 PER 特性、D/U 対 PER 特性)

(イ) 隣接チャンネル漏洩電力、次隣接チャンネル漏洩電力の測定方法

- ①送信局装置に測定器（スペクトラムアナライザ）を接続する。
- ②隣接チャンネル漏洩電力については、フィールド試験で隣接となる 180MHz の Upper 側及び 185MHz の Lower 側を測定する。
- ③次隣接チャンネル漏洩電力については、同一チャンネルを 180MHz、隣接チャンネルを 185MHz とするため、190MHz の Lower 側を測定する。

(ウ) 許容干渉レベルの測定方法

D/U 及び C/N を下記のように定義する。

$$D/U = D - U$$

$$C/N = C - N$$

D：希望波の受信電力レベル

U：干渉波の受信電力レベル

C：希望波の受信電力レベル

N：環境雑音レベル

基地局装置及び端末局装置について、C/N 対 PER 特性及び D/U 対 PER 特性を取得する。

- ①実環境に近い状態を再現するために、環境雑音レベル相当の AWGN 及びフェージングを加えた状態にする。
- ②C/N 対 PER 特性を取得する。
- ③干渉波 (U) により PER 特性が劣化するレベルが判定できるように、PER=0 でない C/N になるように希望波 (D) を設定する。
- ④干渉波 (U) を加えて D/U に対する PER を取得する。

⑤取得したデータに基づき、許容干渉レベル（環境雑音レベルとの相対値）を算出する。

C/N 対 PER 特性及び D/U 対 PER 特性の測定時の条件は、下記のとおりとする。

【条件】

- マルチパスチャネルモデルは、固定型基地局－固定型端末局の伝搬については公共 BB 実験②、可搬型基地局－可搬型端末局の伝搬については GSM Typical Urban モデルとする（表 4-19、詳細は次ページの補足説明を参照）。
- 移動速度は、80km/h とする。
- 符号化変調方式は、公共ブロードバンド移動通信システム無線方式（ARIB STD-T103）におけるサービスエリア計算パラメータとして最も所要 C/N が小さく、エリアを大きく形成することができることから、標準的に使用されている QPSK1/2 とする。ただし QPSK3/4 等の他の符号化変調方式についてもポイントでデータを取得し、干渉に強いもの、弱いものなどデータとして比較できるようにする。
- 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B：郊外を適用する。
- 与干渉信号は、モード A（FFT サイズ＝512、フレーム長＝5ms）又はモード B（FFT サイズ＝1024、フレーム長＝10ms）とする。

表 4-19 2種類のマルチパスチャネルモデル

Path	公共 BB 実験②	
	相対遅延時間[μ s]	相対電力[dB]
Path 1	0	0
Path 2	0.9	-18
Path 3	1.7	-21
Path 4	3.1	-25
Path 5	3.8	-27
Path 6	7.5	-20

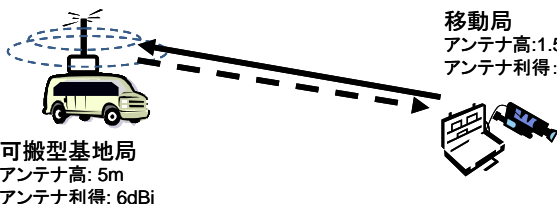
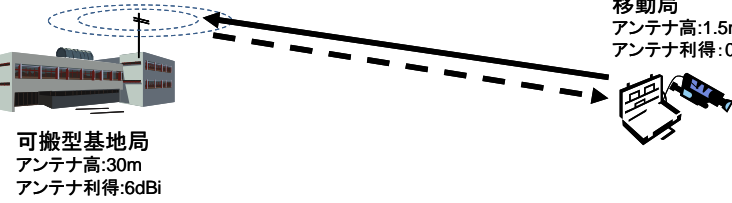
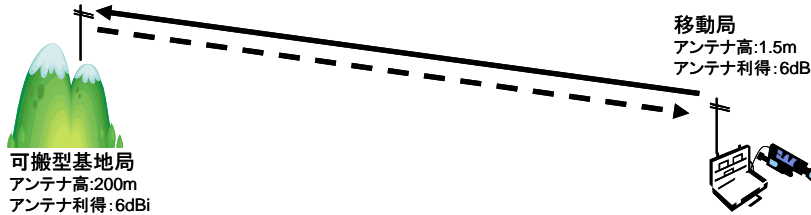
Path	GSM Typical Urban	
	相対遅延時間[μ s]	相対電力[dB]
Path 1	-0.2	-3
Path 2	0	0
Path 3	0.3	-2
Path 4	1.4	-6
Path 5	2.1	-8
Path 6	4.8	-10

これらのモデルは ARIB における公共ブロードバンド移動通信システム規格化時にシステム評価用として用いられたチャンネルモデルである。

【補足説明：利用モデルとチャンネルモデルについて】

ARIB 公共ブロードバンド移動通信システム開発部会における評価モデルとして、利用シーンに応じた 3 種類のモデルとそれぞれに適用すべきチャンネルモデルが表 4-20 のとおり定義されている。

表 4-20 可搬型システム評価用利用モデル及びチャンネルモデル

分類	利用形態	チャンネルモデル
利用モデル 1	 <p>可搬型基地局 アンテナ高: 5m アンテナ利得: 6dBi</p> <p>移動局 アンテナ高: 1.5m アンテナ利得: 0dBi</p>	GSM Typical Urban (最大遅延時間 5 μ sec 程度)
利用モデル 2	 <p>可搬型基地局 アンテナ高: 30m アンテナ利得: 6dBi</p> <p>移動局 アンテナ高: 1.5m アンテナ利得: 0dBi</p>	公共 BB 中距離 (公共 BB 実験②) モデル (最大遅延時間 7 μ sec 程度)
利用モデル 3	 <p>可搬型基地局 アンテナ高: 200m アンテナ利得: 6dBi</p> <p>移動局 アンテナ高: 1.5m アンテナ利得: 6dBi</p>	公共 BB 長距離モデル (最大遅延時間 20 μ sec 程度)

本実証試験においては、利用シーンに応じた多角的なデータを取得するため、固定型基地局－固定型端末局の伝搬については上記利用モデル 2 (公共 BB 実験②チャンネルモデル) を、可搬型基地局－可搬型端末局の伝搬については利用モデル 1 (GSM Typical Urban チャンネルモデル) を採用した。

なお、利用モデル 1 と利用モデル 2 では、アンテナ諸元その他、チャンネルモデルの違いに起因して所要 C/N が異なる。

ウ. 試験結果

(ア) モードA

a. 隣接チャンネル漏洩電力、次隣接チャンネル漏洩電力

隣接・次隣接チャンネル漏洩電力の測定結果は、表4-21のとおりとなった。

隣接チャンネル漏洩電力については、数値の高い185MHz Lower側のデータを採用し、システム間所要離隔距離の計算に使用する。

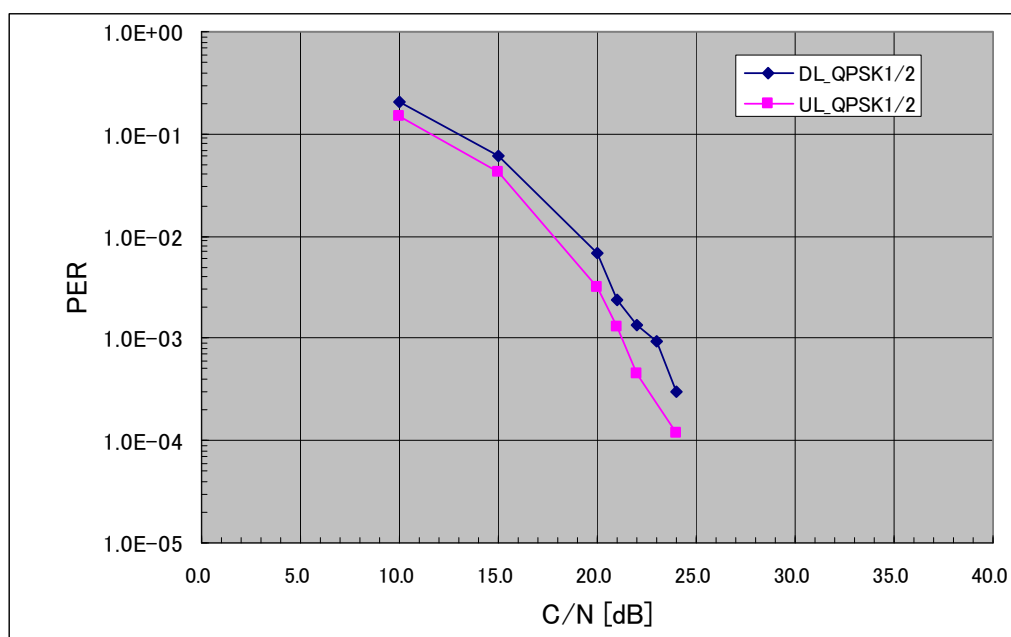
以降、同一チャンネルを180MHz、隣接チャンネルを185MHz、次隣接チャンネルを190MHzとして計算する。

表4-21 隣接・次隣接チャンネル漏洩電力の測定結果（モードA装置）

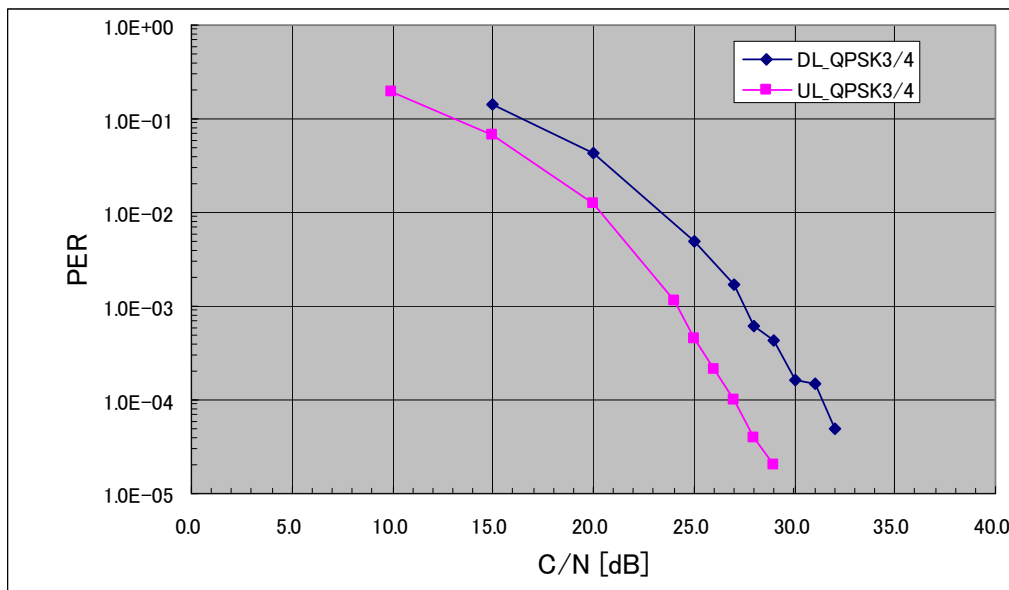
測定項目	測定周波数	漏洩電力[dBm]	
		基地局 (DL)	端末局 (UL)
隣接チャンネル漏洩電力	180MHzのUpper側	-6.1	-2.6
	185MHzのLower側	-5.4	-2.4
次隣接チャンネル漏洩電力	190MHzのLower側	-23.6	-15.4

b. C/N対PER特性

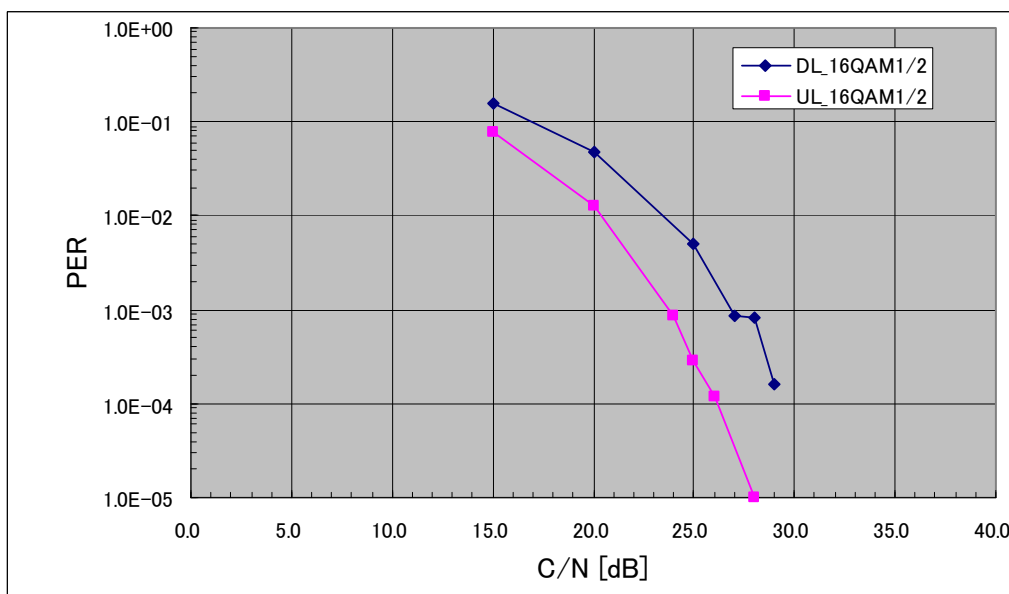
アップリンク(UL)、ダウンリンク(DL)のC/N対PER特性を測定した結果は、図4-21に示すとおりであった。図から、PERの値が 1×10^{-3} 以下になる所要C/Nの一覧は表4-22のとおりとなった。



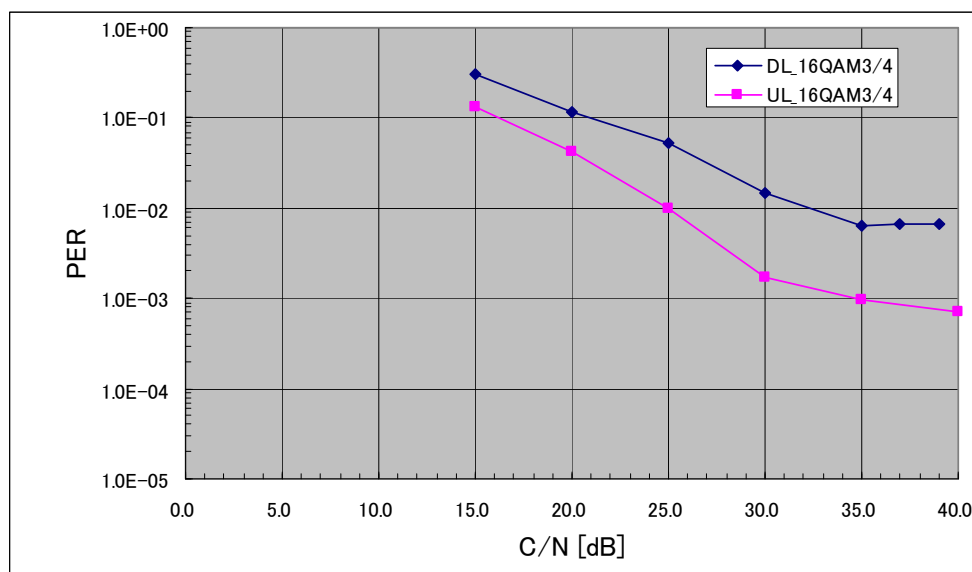
(a) QPSK1/2



(b) QPSK3/4



(c) 16QAM1/2



(d) 16QAM3/4

図4-21 C/N対PER特性(公共BB実験②チャンネルモデル)

表4-22 所要C/N一覧表

変調方式	C/N [dB]	
	DL	UL
QPSK1/2	23	22
QPSK3/4	28	25
16QAM1/2	27	24
16QAM3/4	—	35

図4-21より、モードAにおいてマルチパスチャンネルモデルを公共BB実験②(表4-19参照)とした場合、QPSK3/4は理論スループットが16QAM1/2より低いにもかかわらず所要C/Nが高く、16QAM3/4はC/Nを高く設定してもDLのPERの値が 1×10^{-3} 以下にならない結果となった。

符号化率3/4については、今後、実用化にあたり装置のインプリメンテーションの改善が行われ所要C/Nを低く抑えていくこととなるが、本調査検討に使用した装置における結果は上記のとおりであったことから、以降の周波数依存性の確認及びD/U対PER特性の取得からは除外している。

【補足説明：所要 C/N の判定基準について】

無線通信の品質評価は、ビット誤り率（BER）の測定により行うのが一般的である。しかし、本実証試験では、使用する無線局が実運用を想定とした装置であり、BER 特性の測定を行うことが困難なことから、パケット誤り率（PER）を測定することにより無線通信の品質評価を行うこととした。これまで、ARIB の ARIB STD-T103（表 3-2 参照）の検討等において、公共ブロードバンド移動通信システムの通信品質として $BER=1 \times 10^{-6}$ が目途とされてきたことから、これに相当する $PER=1 \times 10^{-3}$ を判定基準とした。

c. 周波数依存性の確認

各種データは 180MHz の特性である。代表として QPSK1/2(公共 BB 実験②チャンネルモデル)にて 185MHz の C/N 対 PER 特性を取得することにより、周波数依存性を確認した。取得したデータを図 4-2 2 及び図 4-2 3 に示す。

結果として、180MHz と 185MHz の周波数特性に差異がないことが確認できた。

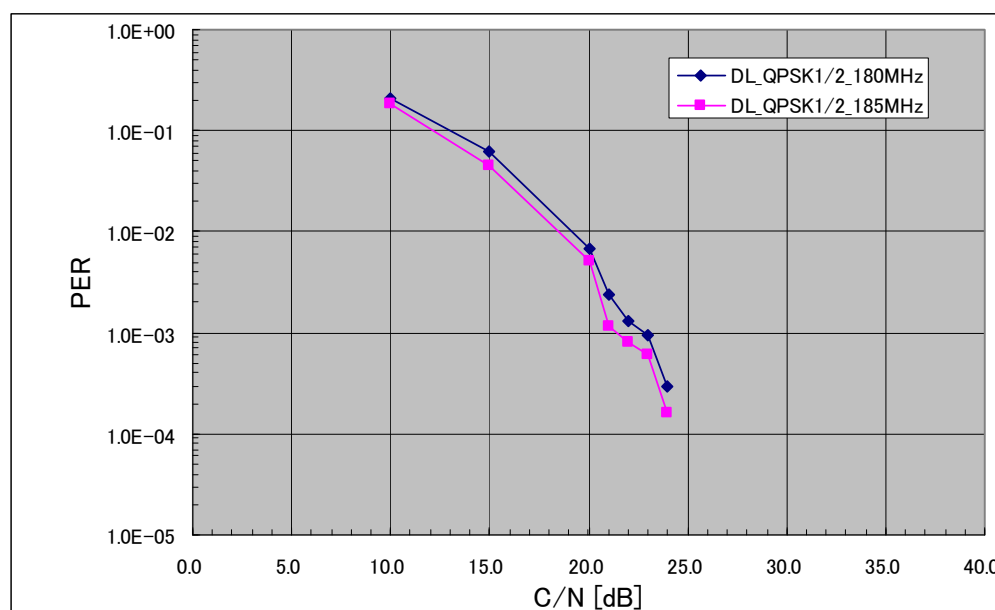


図 4-2 2 周波数依存性確認 (DL)

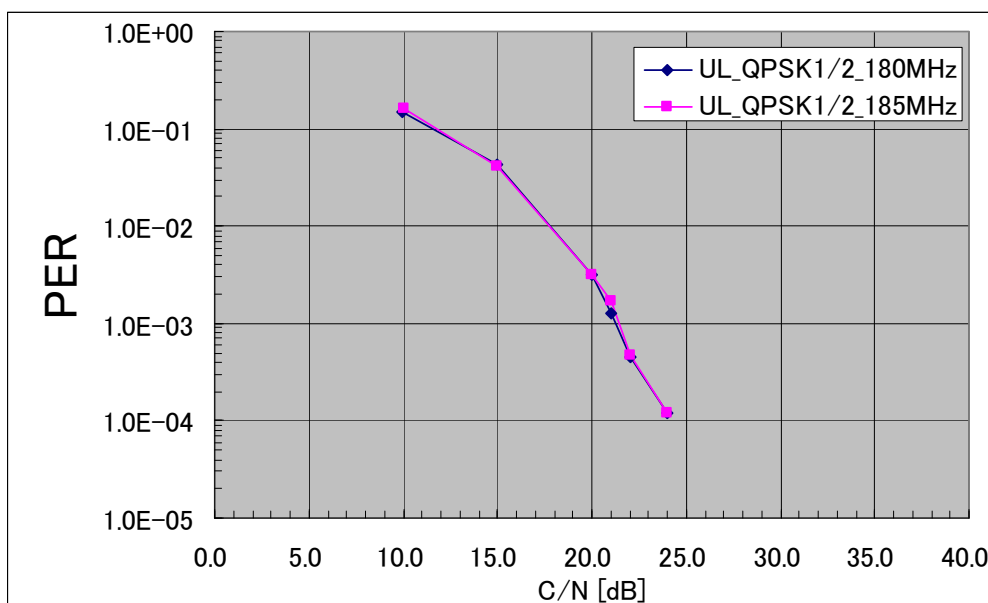
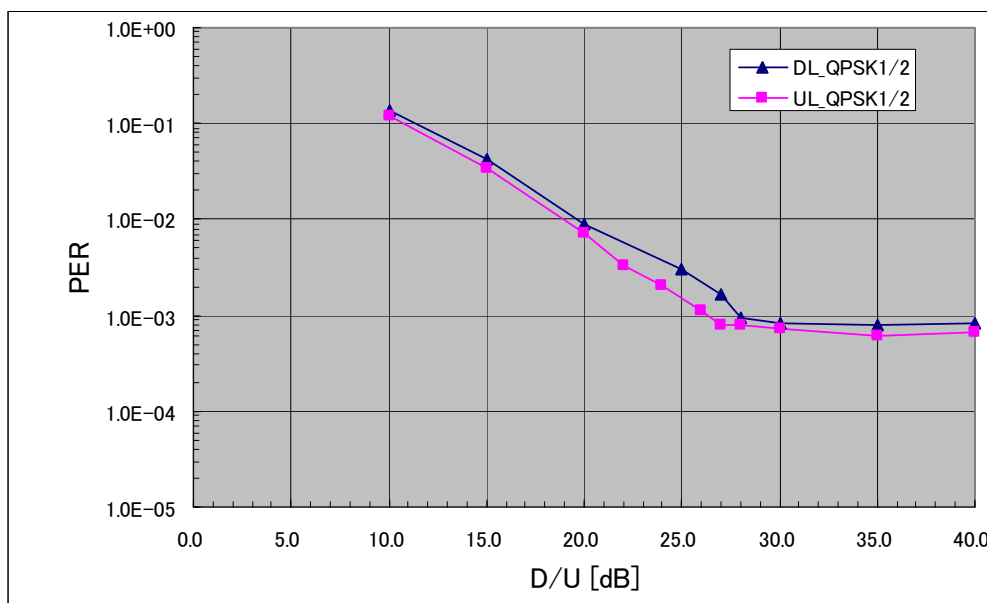


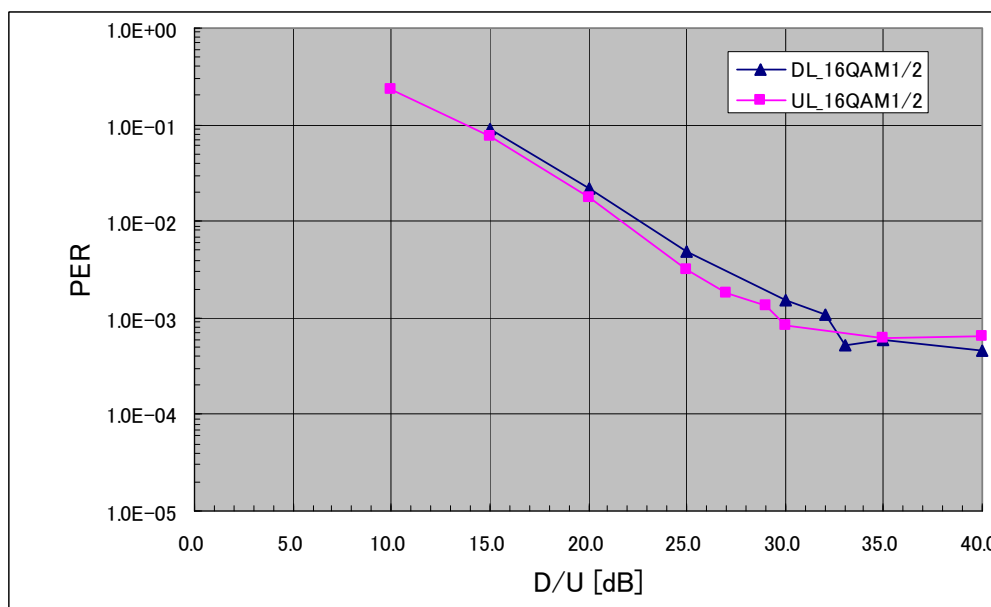
図4-23 周波数依存性確認 (UL)

d. D/U 対 PER 特性

基地局と端末局が近距離にある状態では、通常は C/N が高く PER=0 になり、環境雑音レベルを超えるような干渉を受けても C/N が充分高いために影響を受けずに PER が劣化しない可能性がある。端末局がサービスエリアの端にある状態では、C/N が表 4-22 に示す所要 C/N に近い値となり、干渉を受ければ PER が劣化する。端末局がサービスエリアの端にある状態を再現するために、C/N の値を表 4-22 に示す所要 C/N のとおりに設定した上で D/U 対 PER 特性を取得し、PER の値が 1×10^{-3} から悪化する点を感度劣化 D/U とした。取得したデータを図 4-24 に示す。



(a) QPSK1/2



(b) 16QAM1/2

図4-24 D/U対PER特性(公共BB実験②チャンネルモデル)

図4-24よりDL QPSK1/2の場合、D/U=40dBから28dBあたりまではPERが概ね同じで、D/U=27dBあたりからPERの値が 1×10^{-3} より高くなっていることから、感度劣化D/Uは約27dBである。同様にUL QPSK1/2の場合は約26dB、DL 16QAM1/2の場合は約32dB、UL 16QAM1/2の場合は約29dBである。

e. 許容干渉レベルの算出

図4-24の結果及び表4-22から、許容干渉レベル（環境雑音レベルとの相対値）を算出した。算出結果を表4-23に取りまとめた。

表4-23 許容干渉レベル一覧

変調方式	感度劣化 D/U [dB]	許容干渉レベル [dB]
DL QPSK1/2	約 27	-4
UL QPSK1/2	約 26	-4
DL 16QAM1/2	約 32	-5
UL 16QAM1/2	約 29	-5

表4-23の結果から、許容干渉レベルは、変調方式に大きな依存性はなく、環境雑音レベルから約4~5dB低い値となった。本ラボ試験では約4dB低いポイントを許容干渉レベルとして以後計算することとした。

f. 離隔距離の計算

システム間所要離隔距離の計算に用いる条件は、下記のとおりである。

【条件】

- ・ 基地局及び端末局の諸元は、表4-16のとおりである。
- ・ 隣接・次隣接チャンネル漏洩電力は、表4-21の結果を用いる。
- ・ 伝搬モデルは、フィールド試験実施場所に合わせて、拡張秦モデル（郊外）を適用する。
- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B：郊外を適用する。

上記の条件を使用して、4.1式、4.2式及び4.3式（P.34参照）が成立する伝搬損失を計算し、伝搬損失を伝搬距離に換算した値をシステム間所要離隔距離とする。

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - \underline{4 \text{ dB}} \quad (\text{DL の場合})$$

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - \underline{4 \text{ dB}} \quad (\text{UL の場合})$$

※4dB は、e の結果による干渉許容限界数値

計算の結果、同一モードシステム間所要離隔距離（モードA、ラボ試験）は、表4-24のとおりとなった。

表4-24 同一モードシステム間所要離隔距離（モードA、ラボ試験）

干渉方向（図4-14参照）	離隔距離 [km]		
	同一 ch 180MHz	隣接 ch 185MHz	次隣接 ch 190MHz
① 可搬型端末局→固定型基地局	8.335	0.635	0.271
② 可搬型基地局→固定型端末局	4.742	0.297	0.090
③ 固定型端末局→可搬型基地局	4.742	0.361	0.154
④ 固定型基地局→可搬型端末局	8.335	0.522	0.159

(イ) モードB

a. 隣接チャンネル漏洩電力、次隣接チャンネル漏洩電力

隣接・次隣接チャンネル漏洩電力の測定結果（モードB装置）は、表4-25のとおりとなった。

隣接チャンネル漏洩電力については、Upper側とLower側とでは大きな違いがないため、モードAにあわせて185MHz Lower側のデータを採用し、システム間所要離隔距離の計算に使用する。

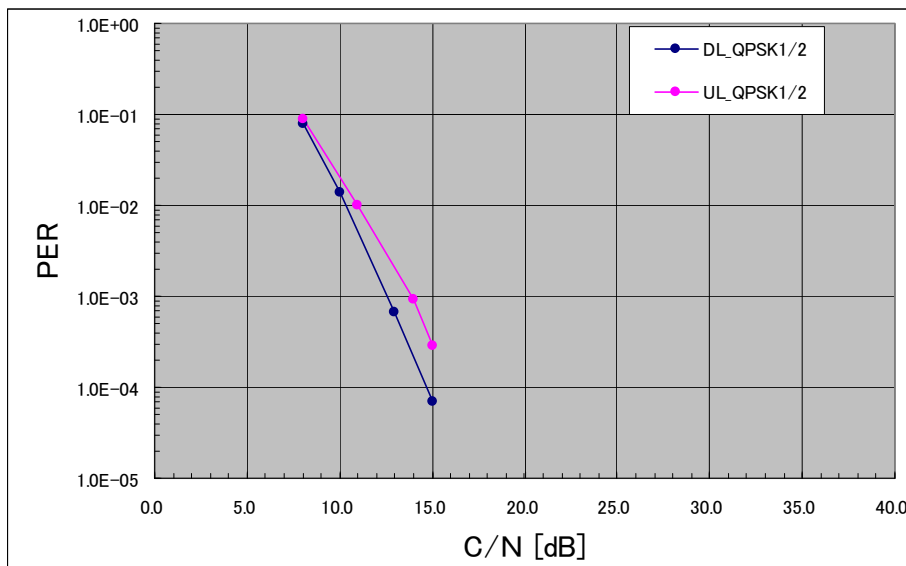
以降、同一チャンネルを180MHz、隣接チャンネルを185MHz、次隣接チャンネルを190MHzとして計算する。

表4-25 隣接・次隣接チャンネル漏洩電力の測定結果（モードB装置）

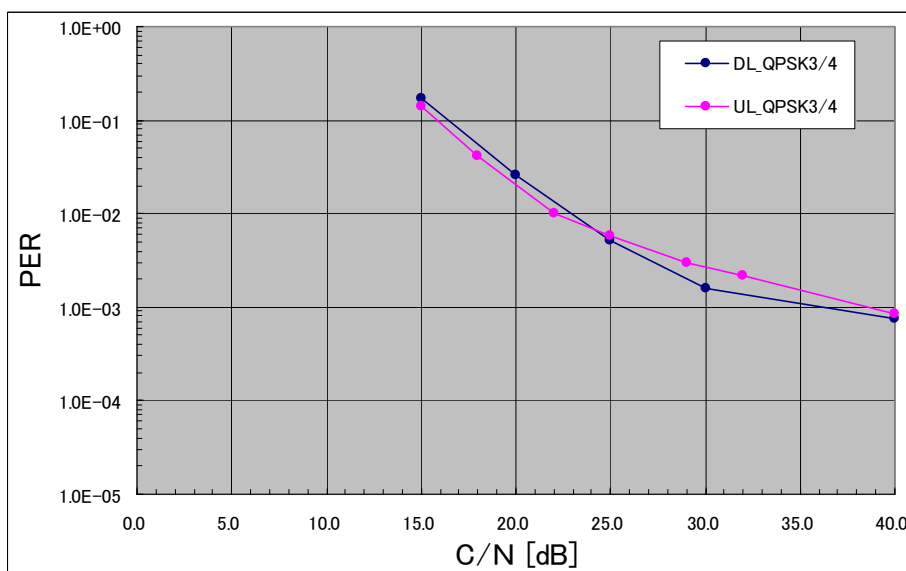
測定項目	測定周波数	漏洩電力 [dBm]	
		基地局装置 (DL)	端末局装置 (UL)
隣接チャンネル漏洩電力	180MHz の Upper 側	-6.1	-7.0
	185MHz の Lower 側	-5.9	-7.6
次隣接チャンネル漏洩電力	190MHz の Lower 側	-25.3	-27.0

b. C/N 対 PER 特性

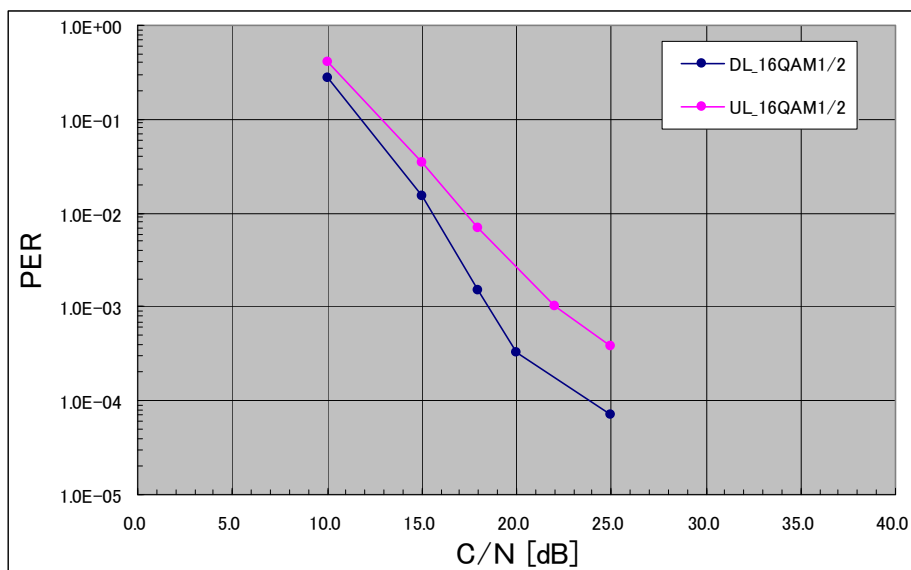
UL、DL の C/N 対 PER 特性を測定した結果は、図 4-25 に示すとおりであった。図から、PER の値が 1×10^{-3} 以下になる所要 C/N の一覧は表 4-26 のとおりとなった。



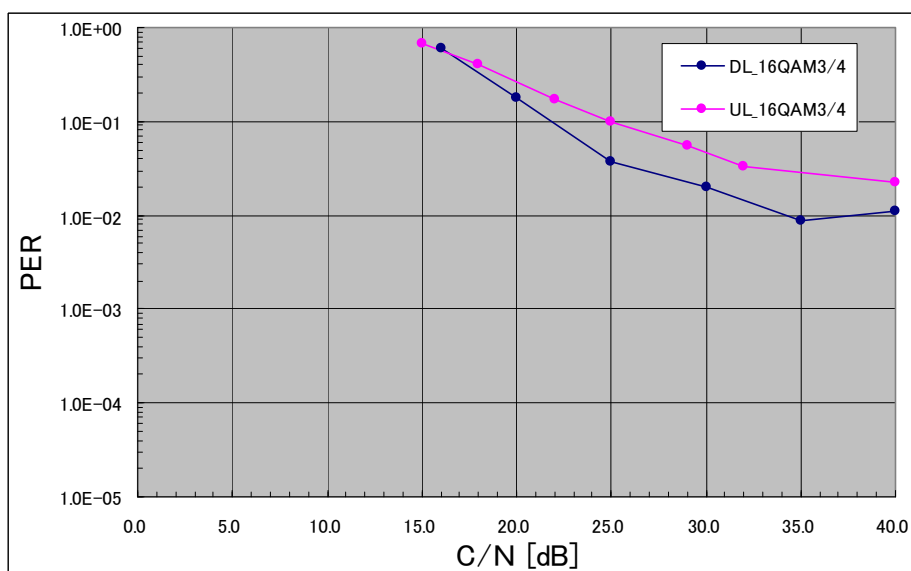
(a) QPSK1/2



(b) QPSK3/4



(c) 16QAM1/2



(d) 16QAM3/4

図4-25 C/N対PER特性 (GSM Typical Urban チャネルモデル)

表4-26 所要C/N一覧表

変調方式	C/N [dB]	
	DL	UL
QPSK1/2	13	14
QPSK3/4	36	38
16QAM1/2	19	22
16QAM3/4	—	—

図4-25により、モードBのラボ試験においてマルチパスチャネルモデルを GSM Typical Urban モデルとした場合、QPSK3/4 は理論スループットが 16QAM1/2 より低いにもかかわらず所要 C/N が高く、16QAM3/4 は C/N を高く設定しても PER の値が 1×10^{-3} にならない結果となった。

符号化率 3/4 については、今後、実用化にあたり装置のインプリメンテーションの改善が行われ所要 C/N を低く抑えていくこととなるが、本調査検討に使用した装置における結果は上記のとおりであったことから、以降の周波数依存性の確認及び D/U 対 PER 特性の取得からは除外している。

c. 周波数依存性の確認

各種データは 180MHz の特性である。代表として QPSK1/2(GSM Typical Urban モデル)にて、185MHz の特性を取得する事により、周波数依存性を確認した。取得したデータを図4-26及び図4-27に示す。

結果として、180MHz と 185MHz の周波数特性に差異がないことが確認できた。

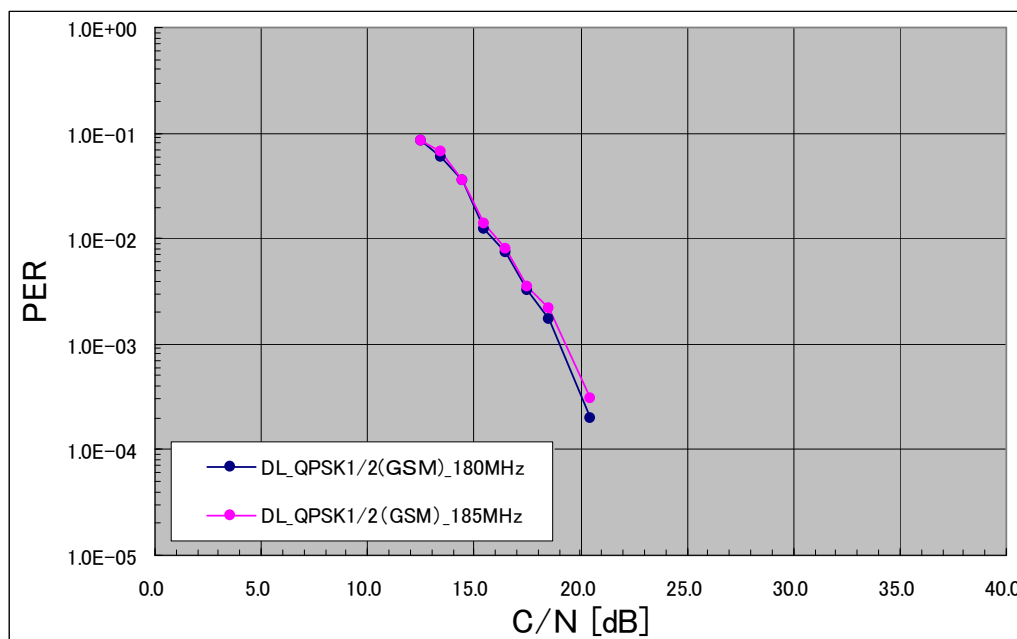


図4-26 周波数依存性確認 (DL)

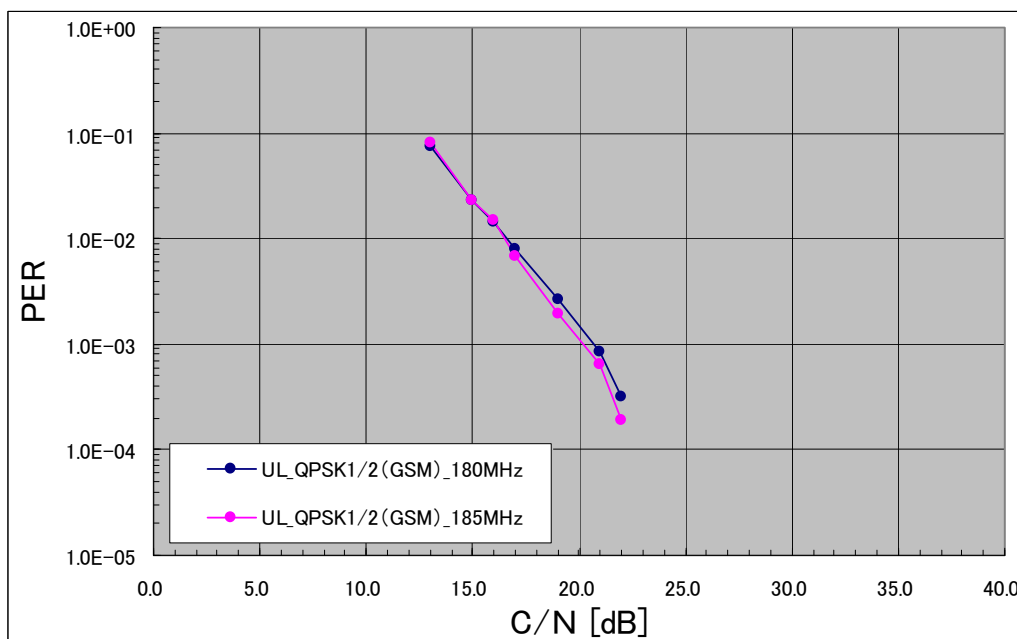
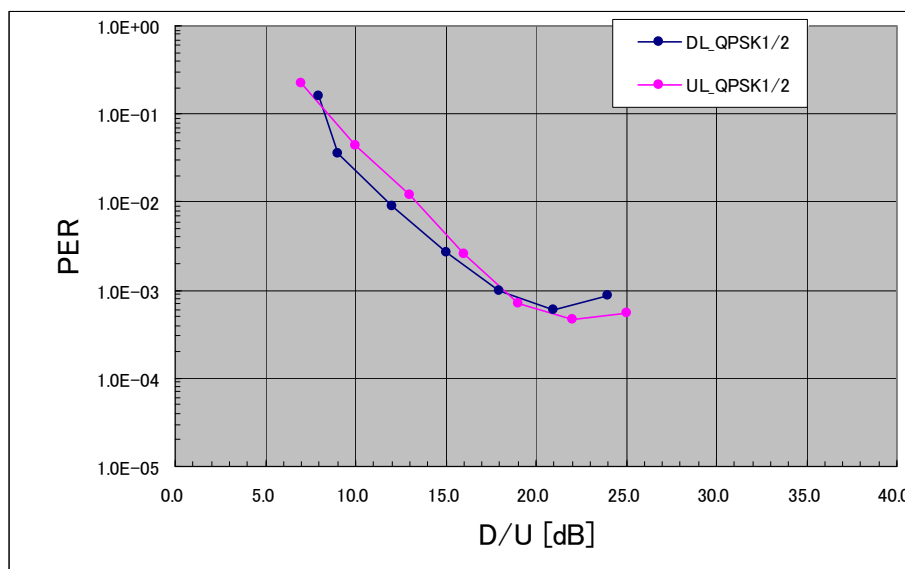


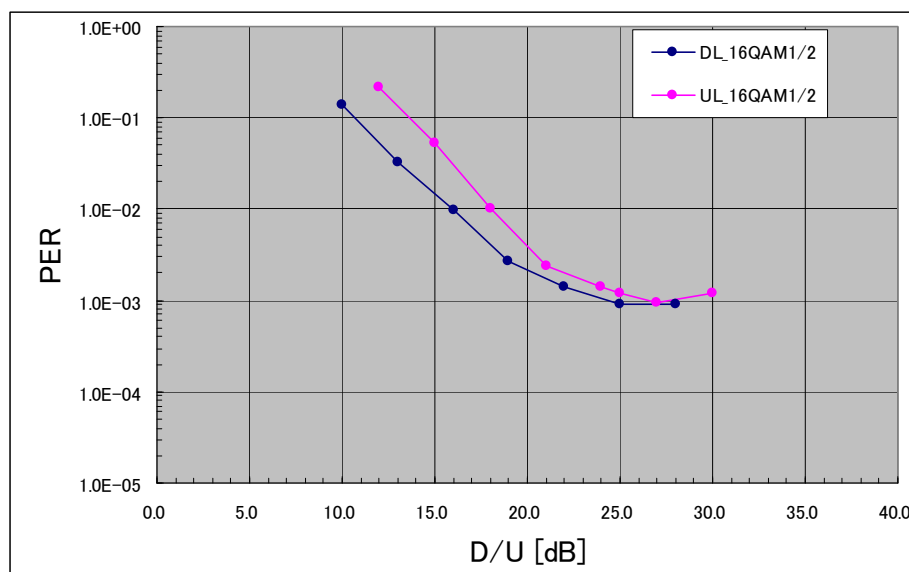
図4-27 周波数依存性確認 (UL)

d. D/U 対 PER 特性

モードAと同様に端末局がサービスエリア端にある状態を再現するために、C/Nの値を表4-26のとおりを設定し、D/U対PER特性を取得した。取得したデータを図4-28に示す。



(a) QPSK1/2



(b) 16QAM1/2

図4-28 D/U対PER特性 (GSM Typical Urban チャネルモデル)

図4-28より DL QPSK1/2 の場合、D/U=25dB から 19dB あたりまでは PER が概ね同じで D/U=18dB あたりから PER の値が 1×10^{-3} より高くなっていることから感度劣化 D/U は約 18dB である。同様に UL QPSK1/2 の場合は約 18dB、DL 16QAM1/2 の場合は約 24dB、UL 16QAM1/2 の場合は約 27dB である。

e. 許容干渉レベルの算出

図4-28の結果および表4-26より許容干渉レベル（環境雑音レベルとの相対値）を算出した。算出結果を表4-27に取りまとめた。

表4-27 許容干渉レベル一覧

変調方式	感度劣化 D/U[dB]	許容干渉レベル[dB]
DL QPSK1/2	約 18	-5
UL QPSK1/2	約 18	-4
DL 16QAM1/2	約 24	-5
UL 16QAM1/2	約 27	-5

表4-27の結果から、許容干渉レベルは、変調方式に大きな依存性はなく、環境雑音レベルから約 4~5dB 低い値となった。本ラボ試験では約 4.5dB 低いポイントを許容干渉レベルとして以後計算することとした。

f. 離隔距離の計算

システム間所要離隔距離の計算に用いる条件は、下記のとおりである。

【条件】

- ・ 基地局及び端末局の諸元は、表 4-16 のとおりである。
- ・ 隣接チャネル漏洩電力は、表 4-25 の結果を用いる。
- ・ 伝搬モデルは、フィールド試験実施場所に合わせて、拡張秦モデル（郊外）を適用する。
- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B：郊外を適用する。

上記の条件を使用して、4.1 式、4.2 式及び 4.3 式（P.34 参照）が成立する伝搬損失を計算し、伝搬損失を伝搬距離に換算した値をシステム間所要離隔距離とする。

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - \underline{4.5 \text{ dB}} \quad (\text{DL の場合})$$

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - \underline{4.5 \text{ dB}} \quad (\text{UL の場合})$$

※4.5 dB は、e の結果による干渉許容限界数値

計算の結果、同一モードシステム間所要離隔距離（モード B、ラボ試験）は、表 4-28 のとおりとなった。

表 4-28 同一モードシステム間所要離隔距離（モード B、ラボ試験）

干渉方向（図 4-14 参照）	離隔距離 [km]		
	同一 ch 180MHz	隣接 ch 185MHz	次隣接 ch 190MHz
① 可搬型端末局→固定型基地局	8.612	0.467	0.131
② 可搬型基地局→固定型端末局	4.900	0.297	0.083
③ 固定型端末局→可搬型基地局	4.900	0.265	0.075
④ 固定型基地局→可搬型端末局	8.612	0.521	0.147

③フィールド試験

ア. 試験構成

(ア) 同一モード間干渉における干渉シナリオ

同一モード間干渉における干渉シナリオは、図4-29のとおりである。

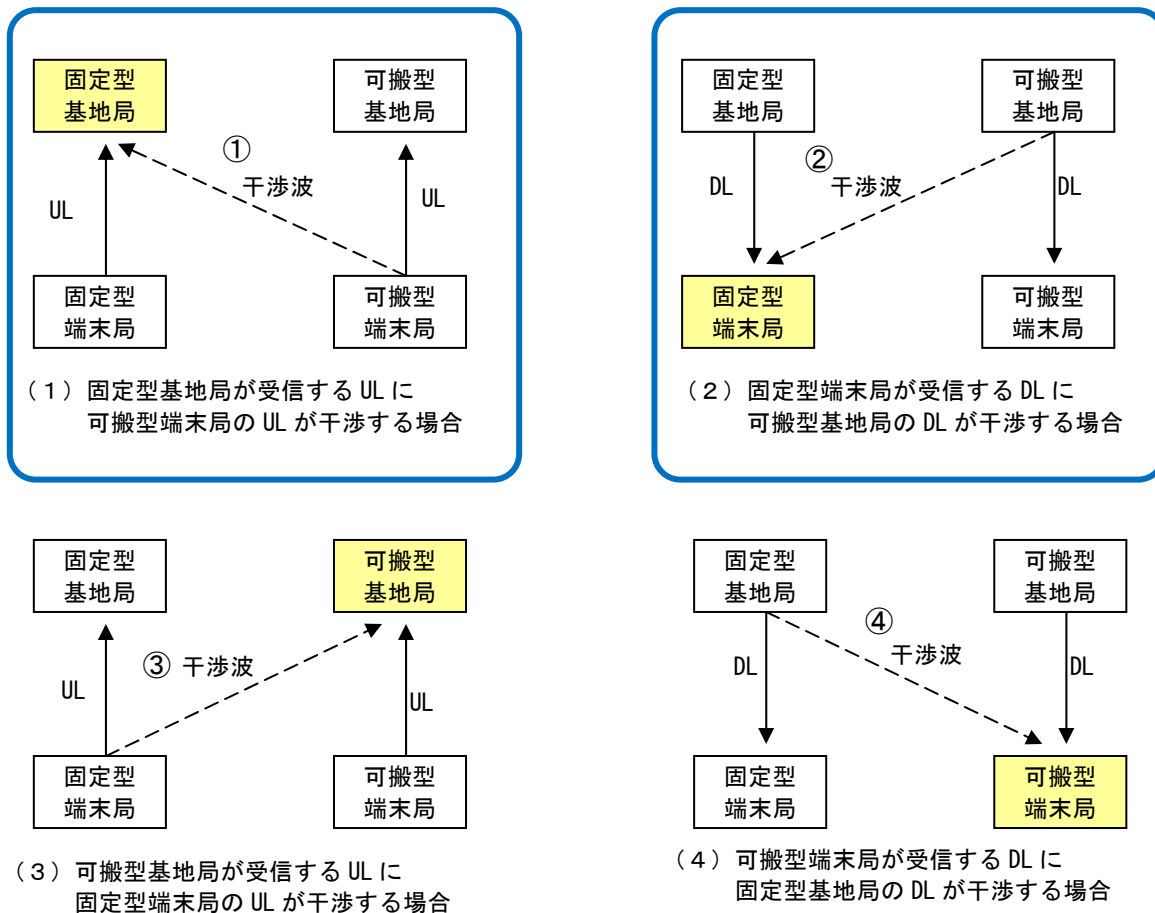


図4-29 同一モード間干渉における干渉シナリオ

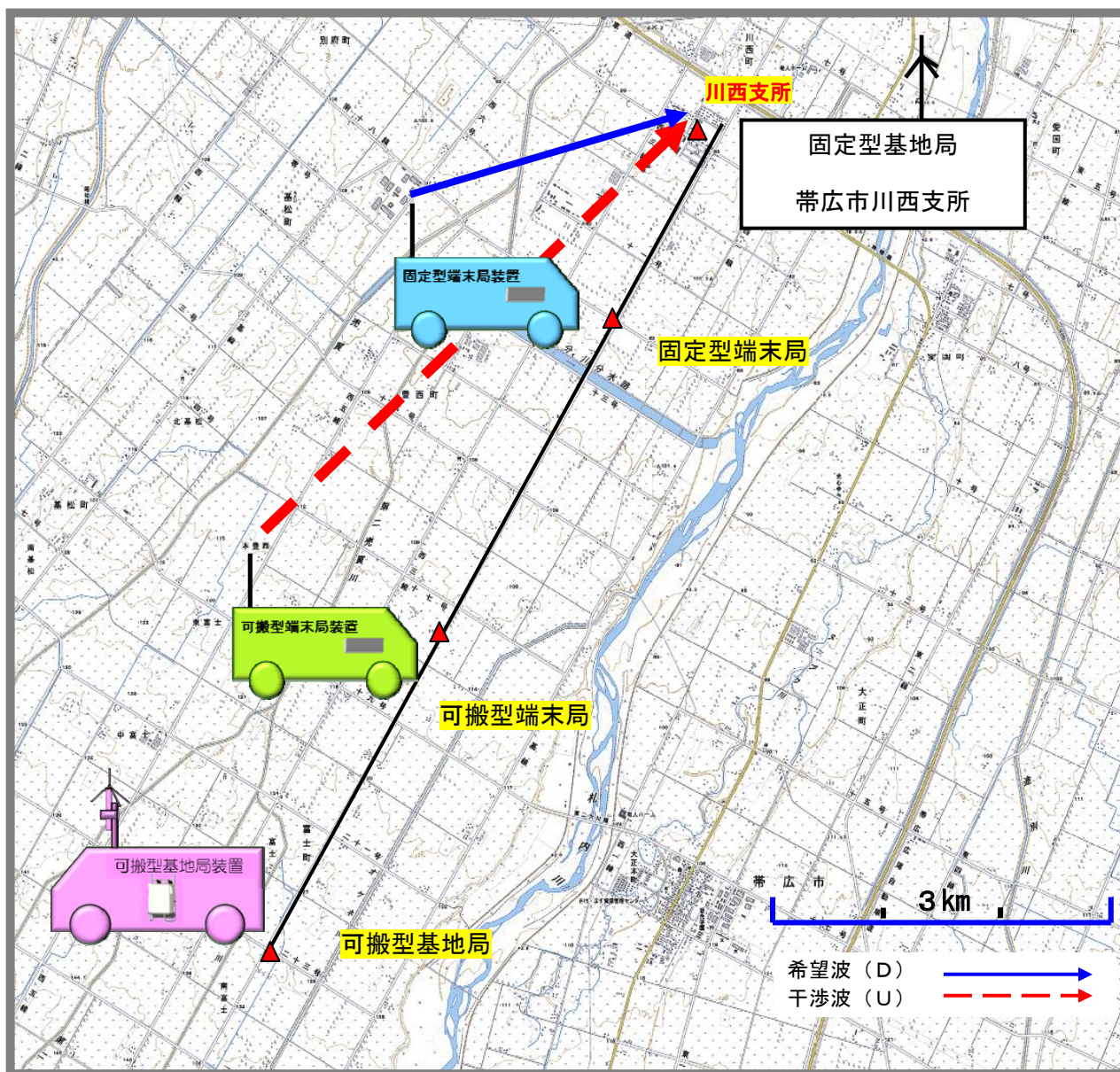
フィールド試験では、①及び②のパターンについて行った。

なお、③及び④のパターンについては、フィールド試験にて固定型と可搬型に用いる無線装置の仕様が同じであることから推定が可能のため省略した。

(イ) 同一モード間干渉試験構成

a. 可搬型端末局→固定型基地局の場合 (図4-29①)

可搬型端末局から可搬型基地局に送信するULが、固定型端末局から固定型基地局に送信するULに干渉するパターンの試験測定概要は、図4-30のとおりである。

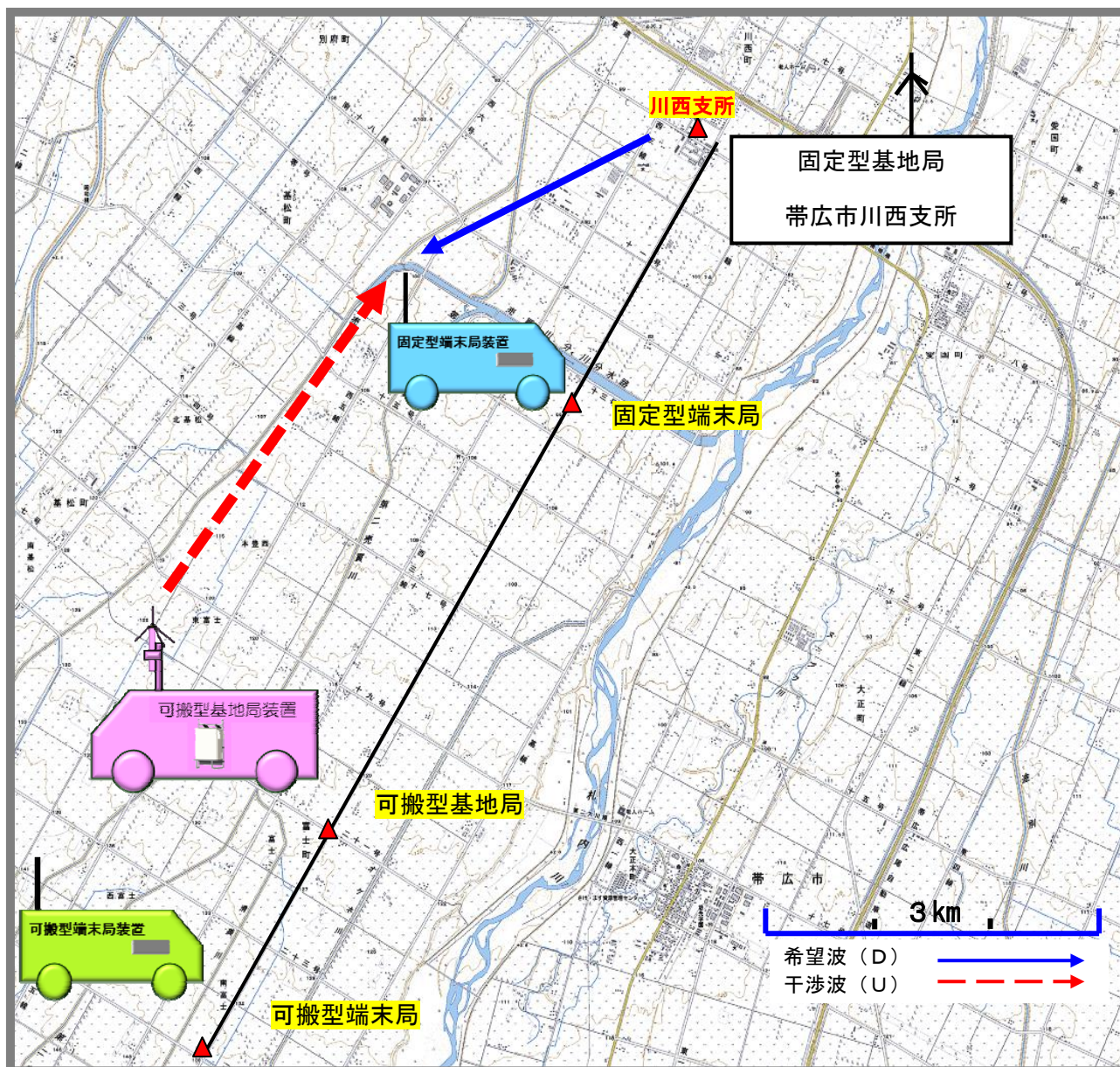


※この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図4-30 同一モード間干渉試験測定概要図(1)

b. 可搬型基地局→固定型端末局の場合（図4-29②）

可搬型基地局から可搬型端末局に送信するDLが、固定型基地局から固定型端末局に送信するDLに干渉するパターンの試験測定概要は、図4-31のとおりである。



※この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図4-31 同一モード間干渉試験測定概要図（2）

イ. 試験内容

ラボ試験で得られたデータに基づき、フィールド試験において離隔距離を実測し、その値を検証した。フィールド試験の変調方式・符号化は QPSK1/2 とする。

なお、16QAM1/2 については、ラボ試験の結果から QPSK1/2 の場合と差異がないと推定される。

- ① 希望波となる基地局-端末局間の伝搬距離を測定する。(干渉波なし)
- ② 図 4-29 のパターンにより、可搬型基地局又は端末局を移動させ、希望波受信局-干渉波送信局の距離を変え、PER の値がおおよそ 1×10^{-3} 以下となる地点における RSSI を測定する。(同一周波数 (180MHz))
- ③ 固定型又は可搬型システムの一方の周波数を 185MHz (隣接周波数) に変更して、②と同様に PER、RSSI、干渉波レベル、D/U を測定する。

ウ. 試験結果

(ア) モード A

a. 同一モード (可搬型端末局→固定型基地局) 干渉測定データ (図 4-29①)

希望波伝搬距離は、表 4-29 のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表 4-30 のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表 4-31 のとおりとなった。

表 4-30 及び表 4-31 から、PER の値が 1×10^{-3} に近くなる可搬型端末局-固定型基地局間の離隔距離は、同一周波数では約 11.2km であり、隣接周波数では約 2.9km であった。

表 4-29 モード A 希望波伝搬距離 (QPSK1/2) : 干渉なし

基地局座標		端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.51.00.6	143.09.51.7	42.51.27.5	143.10.25.5	1.129

表 4-30 モード A 同一モード 同一周波数干渉離隔距離 (QPSK1/2) : 干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型端末局座標 (与干渉)		離隔距離 [km] 可搬型端末局-固定型基地局間
			緯度	経度	
①	2.9E-01	-75.0	42.45.59.3	143.06.04.4	10.638
②	0.0E+00	-81.0	42.45.43.7	143.05.52.1	11.194

表4-31 モードA 同一モード 隣接周波数干渉離隔距離 (QPSK1/2) : 干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型端末局座標 (与干渉)		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	2.6E-01	-77.0	42.49.50.7	143.09.10.2	2.356	-75.1	-1.90
②	0.0E+00	-80.0	42.49.36.1	143.08.58.8	2.873	-75.5	-4.50

※干渉波レベルとはスペクトラムアナライザで測定した RMS 電力である。

b. 同一モード (可搬型基地局→固定型端末局) 干渉測定データ (図4-29②)

希望波伝搬距離は、表4-32のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-33のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-34のとおりとなった。

表4-33及び表4-34から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなる可搬型基地局-固定型端末局間の離隔距離は、同一周波数では約3.4kmであり、隣接周波数では約0.3kmであった。

表4-32 モードA 希望波伝搬距離 (QPSK1/2) : 干渉なし

基地局座標		端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.51.00.6	143.09.51.7	42.48.51.6	143.08.22.2	4.471

表4-33 モードA 同一モード 同一周波数干渉離隔距離 (QPSK1/2) : 干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型基地局座標 (与干渉)		離隔距離 [km] 可搬型基地局-固定型端末局間
			緯度	経度	
①	4.1E-02	-77.00	42.47.20.9	143.07.09.9	3.214
②	0.0E+00	-77.50	42.47.17.3	143.07.06.9	3.400

表4-34 モードA 同一モード 隣接周波数干渉離隔距離 (QPSK1/2) : 干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型基地局座標 (与干渉)		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	4.6E-01	-77.75	42.48.43.7	143.08.16.6	0.275	-48.67	-29.08
②	0.0E+00	-78.00	42.48.33.6	143.08.16.5	0.288	-49.66	-28.34

(イ) モードB

a. 同一モード（可搬型端末局→固定型基地局）干渉測定データ（図4-29①）

希望波伝搬距離は、表4-35のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-36のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-37のとおりとなった。

表4-36及び表4-37から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなる可搬型端末局—固定型基地局間の離隔距離は、同一周波数では約8.6kmであり、隣接周波数では約0.8kmであった。

表4-35 モードB 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

基地局座標		端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.50.59.5	143.09.53.6	42.51.27.2	143.10.25.6	1.122

表4-36 モードB 同一モード 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型端末局座標（与干渉）		離隔距離[km]
			緯度	経度	可搬型端末局—固定型基地局間
①	8.0E-03	-70	42.47.03.2	143.07.16.8	8.033
②	3.5E-03	-69	42.46.48.1	143.07.04.8	8.574
③	1.0E-04	-70	42.44.34.6	143.05.18.0	13.360

表4-37 モードB 同一モード 隣接周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型端末局座標（与干渉）		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	8.1E-03	-70	42.50.25.8	143.09.59.7	0.792	-52	-18
②	0.0E+00	-70	42.49.56.1	143.09.35.9	1.837	-68	-2

b. 同一モード（可搬型基地局→固定型端末局）干渉測定データ（図4-29②）

希望波伝搬距離は、表4-38のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-39のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-40のとおりとなった。

表4-39及び表4-40から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなる可搬型基地局-固定型端末局間の離隔距離は、同一周波数では約6.2kmであり、隣接周波数では約0.5kmであった。

表4-38 モードB 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

基地局座標		端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.50.50.7	143.10.07.8	42.48.42.1	143.08.35.6	4.493

表4-39 モードB 同一モード 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型基地局座標（与干渉）		離隔距離[km] 可搬型基地局-固定型端末局間
			緯度	経度	
①	4.9E-01	-73	42.46.05.0	143.06.30.3	5.629
②	4.0E-05	-73	42.45.50.0	143.06.18.3	6.167
③	3.0E-05	-74	42.45.34.8	143.06.06.1	6.712
④	5.0E-05	-73	42.45.18.3	143.05.53.0	7.303
⑤	0.0E+00	-73	42.44.33.8	143.05.17.3	8.900

表4-40 モードB 同一モード 隣接周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型基地局座標（与干渉）		離隔距離 [km]	干渉レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	-	-	42.48.30.2	143.08.26.8	0.424	-56.3	-20.7
②	2.0E-04	-63	42.48.27.1	143.08.24.4	0.534	-59.5	-17.5
③	0.0E+00	-71	42.48.21.3	143.08.19.7	0.742	-65.4	-11.6
④	0.0E+00	-71	42.48.07.9	143.08.08.9	1.224	-75.5	-1.5

④考察

ア. 机上検討とラボ試験の比較

(ア) モードA同士

a. 同一チャネル

同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA、同一チャネル）は、表4-41のとおりである。

机上検討とラボ試験の結果はほぼ同じだが、わずかにラボ試験の方が離隔距離が長くなっている。これは、机上検討では、許容干渉レベルを環境雑音レベルより3dB低いレベルと仮定して離隔距離を計算したのに対し、ラボ試験では測定データの結果から許容干渉レベルが環境雑音レベルより4dB低いレベルとなり、その値を用いて離隔距離を計算したためである。

表4-41 同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA、同一）

干渉方向（図4-14参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	7.807	8.335
② 可搬型基地局→固定型端末局	4.442	4.742
③ 固定型端末局→可搬型基地局	4.442	4.742
④ 固定型基地局→可搬型端末局	7.807	8.335

b. 隣接チャネル

同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA、隣接チャネル）は、表4-42のとおりである。

机上検討に比べてラボ試験の方が離隔距離が短くなっている。これは、机上検討では、隣接チャネル漏洩電力を公共ブロードバンド移動通信システムの可搬型システムの標準規格の上限値と仮定して離隔距離を計算したのに対し、ラボ試験では実機の隣接チャネル漏洩電力の測定データを用いて離隔距離を計算したためである。

また、ラボ試験で①と④及び②と③の結果に違いがあるのは、基地局と端末局で隣接チャネル漏洩電力の値に差があるためである。

表4-42 同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA、隣接）

干渉方向（図4-14参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	1.979	0.635
② 可搬型基地局→固定型端末局	1.126	0.297
③ 固定型端末局→可搬型基地局	1.126	0.361
④ 固定型基地局→可搬型端末局	1.979	0.522

c. 次隣接チャンネル

同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA、次隣接チャンネル）は、表4-43のとおりである。

机上検討に比べてラボ試験の方が離隔距離が短くなっているのは、隣接チャンネルと同様に机上検討では標準規格の上限を用い、ラボ試験では実機の測定データを用いてそれぞれ離隔距離を計算したためである。

また、ラボ試験で①と④及び②と③の結果に違いがあるのは、基地局と端末局で次隣接チャンネル漏洩電力の値に差があるためである。

表4-43 同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA、次隣接）

干渉方向（図4-14参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	0.535	0.271
② 可搬型基地局→固定型端末局	0.305	0.090
③ 固定型端末局→可搬型基地局	0.305	0.154
④ 固定型基地局→可搬型端末局	0.535	0.159

(イ) モードB同士

a. 同一チャンネル

同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB、同一チャンネル）は、表4-44のとおりである。

机上検討とラボ試験の結果はほぼ同じだが、わずかにラボ試験の方が離隔距離が長くなっている。これは、机上検討では、許容干渉レベルを環境雑音レベルより3dB低いレベルと仮定して離隔距離を計算したのに対し、ラボ試験では測定データの結果から許容干渉レベルが環境雑音レベルより4.5dB低いレベルとなり、その値を用いて離隔距離を計算したためである。

表4-44 同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB、同一）

干渉方向（図4-14参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	7.807	8.612
② 可搬型基地局→固定型端末局	4.442	4.900
③ 固定型端末局→可搬型基地局	4.442	4.900
④ 固定型基地局→可搬型端末局	7.807	8.612

b. 隣接チャンネル

同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB、隣接チャンネル）は、表4-45のとおりである。

机上検討に比べてラボ試験の方が離隔距離が短くなっている。これは、モードAと同様に、机上検討では標準規格の上限を用い、ラボ試験では実機の隣接チャンネル漏洩電力の測定データを用いて離隔距離を計算したためである。

また、ラボ試験で①と④及び②と③の結果に違いがあるのは、基地局と端末局で隣接チャンネル漏洩電力の値に差があるためである。

表4-45 同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB、隣接）

干渉方向（図4-14参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	1.979	0.467
② 可搬型基地局→固定型端末局	1.126	0.297
③ 固定型端末局→可搬型基地局	1.126	0.265
④ 固定型基地局→可搬型端末局	1.979	0.521

c. 次隣接チャンネル

同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB、次隣接チャンネル）は、表4-46のとおりである。

机上検討に比べてラボ試験の方が離隔距離が短くなっているのは、隣接チャンネルと同様に机上検討では標準規格の上限を用い、ラボ試験では実機の測定データを用いて離隔距離を計算したためである。

また、ラボ試験で①と④及び②と③の結果に違いがあるのは、基地局と端末局で次隣接チャンネル漏洩電力の値に差があるためである。

表4-46 同一モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB、次隣接）

干渉方向（図4-14参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	0.535	0.131
② 可搬型基地局→固定型端末局	0.305	0.083
③ 固定型端末局→可搬型基地局	0.305	0.075
④ 固定型基地局→可搬型端末局	0.535	0.147

イ. ラボ試験とフィールド試験の比較

(ア) モードA同士

a. 同一チャネル

同一モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードA、同一チャネル）は、表4-47のとおりである。

①では、フィールド試験の方がラボ試験より離隔距離が長い。これは、フィールド試験時の可搬型端末局（干渉波）からの受信電力が地形の影響、建物等の反射の影響で強まったことが考えられる。

また、②では、ラボ試験の方がフィールド試験より離隔距離が長い。これは、フィールド試験時の可搬型基地局（干渉波）からの受信電力が地形の影響、建物等の遮蔽の影響で弱まったことが考えられる。

表4-47 同一モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードA、同一）

干渉方向（図4-29参照）	離隔距離[km]	
	ラボ試験	フィールド試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	8.335	11.194
② 可搬型基地局→固定型端末局	4.742	3.400

b. 隣接チャネル

同一モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードA、隣接チャネル）は、表4-48のとおりである。

①では、フィールド試験の方がラボ試験より離隔距離が長い。これは、同一チャネルと同様に、フィールドの状態により干渉波の伝搬距離が長くなったものと見られる。

また、②の離隔距離は概ね同等の結果になっている。これは、干渉波の伝搬路がこの測定場所では拡張秦モデルの計算条件と一致していたためと考えられる。

表4-48 同一モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードA、隣接）

干渉方向（図4-29参照）	離隔距離[km]	
	ラボ試験	フィールド試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	0.635	2.873
② 可搬型基地局→固定型端末局	0.297	0.288

(イ) モードB同士

a. 同一チャネル

同一モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードB、同一チャネル）は、表4-49のとおりである。

①の離隔距離は概ね同等の結果になっている。これは、モードA隣接チャネル②と同様に、伝搬路が拡張系モデルの計算条件と一致していたためと考えられる。

また、②では、フィールド試験の方がラボ試験より離隔距離が長くなった。これも、モードA同一チャネルと同様に、フィールドの状態による変動と見られる。

表4-49 同一モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードB、同一）

干渉方向（図4-29参照）	離隔距離[km]	
	ラボ試験	フィールド試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	8.612	8.574
② 可搬型基地局→固定型端末局	4.900	6.167

b. 隣接チャネル

同一モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードB、隣接チャネル）は、表4-50のとおりである。

①と②は、ともにフィールド試験の方がラボ試験より離隔距離が長い。

これらの結果は、この場合のフィールド試験では干渉波の伝搬距離が希望波の伝搬距離に比べて長めである可能性があることを示している。もしくは、希望波受信点の環境雑音が相対的に増大していた可能性も要因のひとつとしてあげられる。

表4-50 同一モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードB、隣接）

干渉方向（図4-29参照）	離隔距離[km]	
	ラボ試験	フィールド試験
① 可搬型端末局→固定型基地局	0.467	0.792
② 可搬型基地局→固定型端末局	0.297	0.534

ウ. 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についていえること

同一モード間干渉の所要離隔距離を表4-51にまとめた。

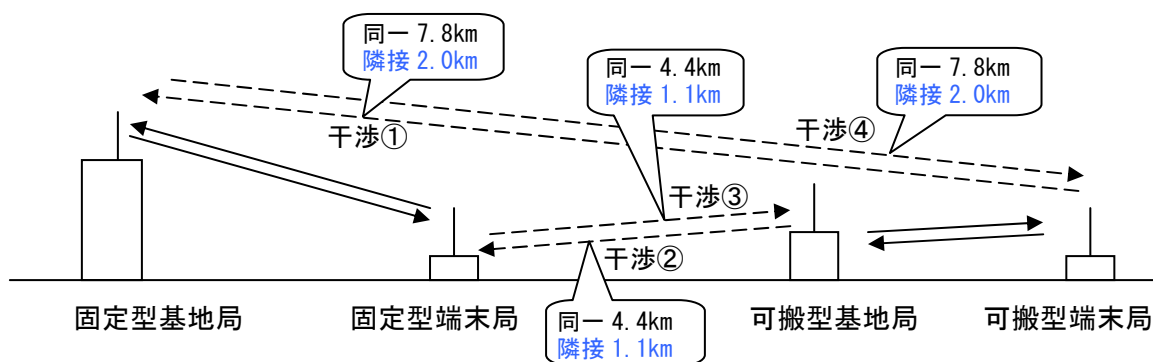
なお、表4-51の値は、周波数の違い及び変調方式の違いによる差は現れない結果となった。

表 4-51 同一モード間干渉離隔距離のまとめ (同一チャネル及び隣接チャネル)

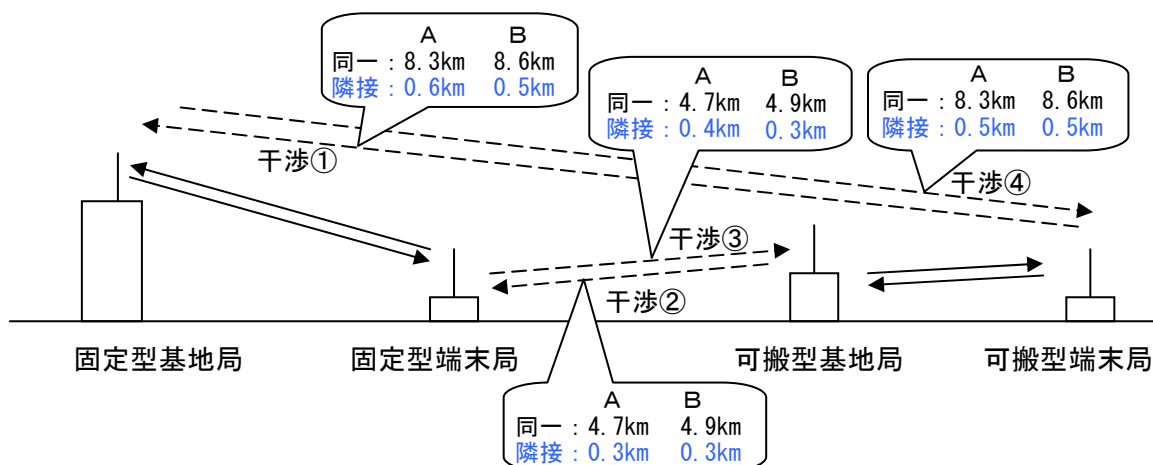
干渉方向 (図 4-14、図 4-29 参照)	使用チャネル	離隔距離 [km]				
		机上 検討	ラボ試験		フィールド試験	
			A	B	A	B
①可搬型端末局→固定型基地局	同一	7.8	8.3	8.6	11.2	8.6
	隣接	2.0	0.6	0.5	2.9	0.8
②可搬型基地局→固定型端末局	同一	4.4	4.7	4.9	3.4	6.2
	隣接	1.1	0.3	0.3	0.3	0.5
③固定型端末局→可搬型基地局	同一	4.4	4.7	4.9	<i>3.4</i>	<i>6.2</i>
	隣接	1.1	0.4	0.3	<i>0.3</i>	<i>0.5</i>
④固定型基地局→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

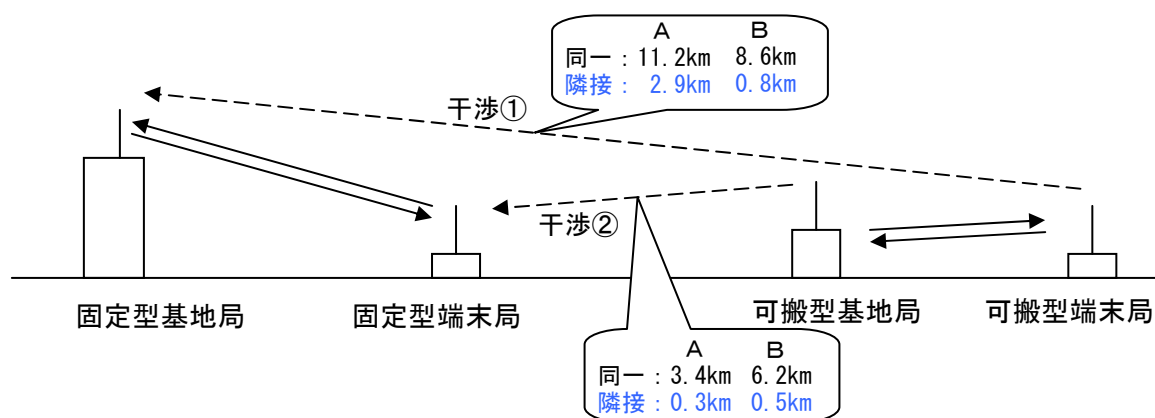
また、これを図示すると図 4-32 のようになる。



(a) 机上検討



(b) ラボ試験



(c) フィールド試験

図4-32 同一モード間干渉の離隔距離まとめ図（同一チャネル及び隣接チャネル）

なお、③の固定型端末局→可搬型基地局は②の裏返しであり伝搬経路が同じであることから③の推定値として②の値を使用した。同様に④についても①の値を使用した。これらの推定値は表4-51では斜体文字で示した。

このように2地点間の伝搬損失は周波数が同一である限り伝搬方向にかかわらず同じになる。これは、地点ごとのアンテナ高が異なっても、伝搬路は受動回路であるためTDDにおいては上下回線チャネルの伝搬特性は同一になるという特性（相反性）があるためである。

なお、ラボ試験における隣接チャネルの結果が伝搬方向によってわずかに違う場合があるが、これは、各装置の隣接チャネル漏洩電力の実測値の違いを反映したものである。

ラボ試験においてはモードAとモードBで大きな差異がなかったこと、また、ラボ試験とフィールド試験の結果は同一の傾向を示し、基本的な考え方が正しいことが確認された。

これより、フィールド試験における①の同一チャネルの離隔距離は、イ（ア）aに示すとおり、フィールドの状態による変動と思われることから上記の結果にかかわらず8km程度であると考えるのが適当である。

また、隣接チャネルの離隔距離は、同様にフィールドの状態により、イ（ア）bに示すとおり、ラボ試験とフィールド試験の比較において、概ね同等（0.5倍～2倍）の結果にならなかったものであるため、上記の結果にかかわらず1km未満と考えるのが適当である。

(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

①机上検討

ARIB STD-T103「付録3 システム間共存に関して」に倣い図4-33に示す組合せにより、異モードにおける固定型と可搬型のシステム間所要離隔距離の計算を行う。

システム間所要離隔距離は、許容干渉レベルとして、ITU-R 勧告 P.372 で定義される環境雑音レベルより 3dB 低いレベルを仮定し、電界強度を元に計算する。基地局の諸元（アンテナ高）の違いにより、固定型と可搬型の差分が生じる。

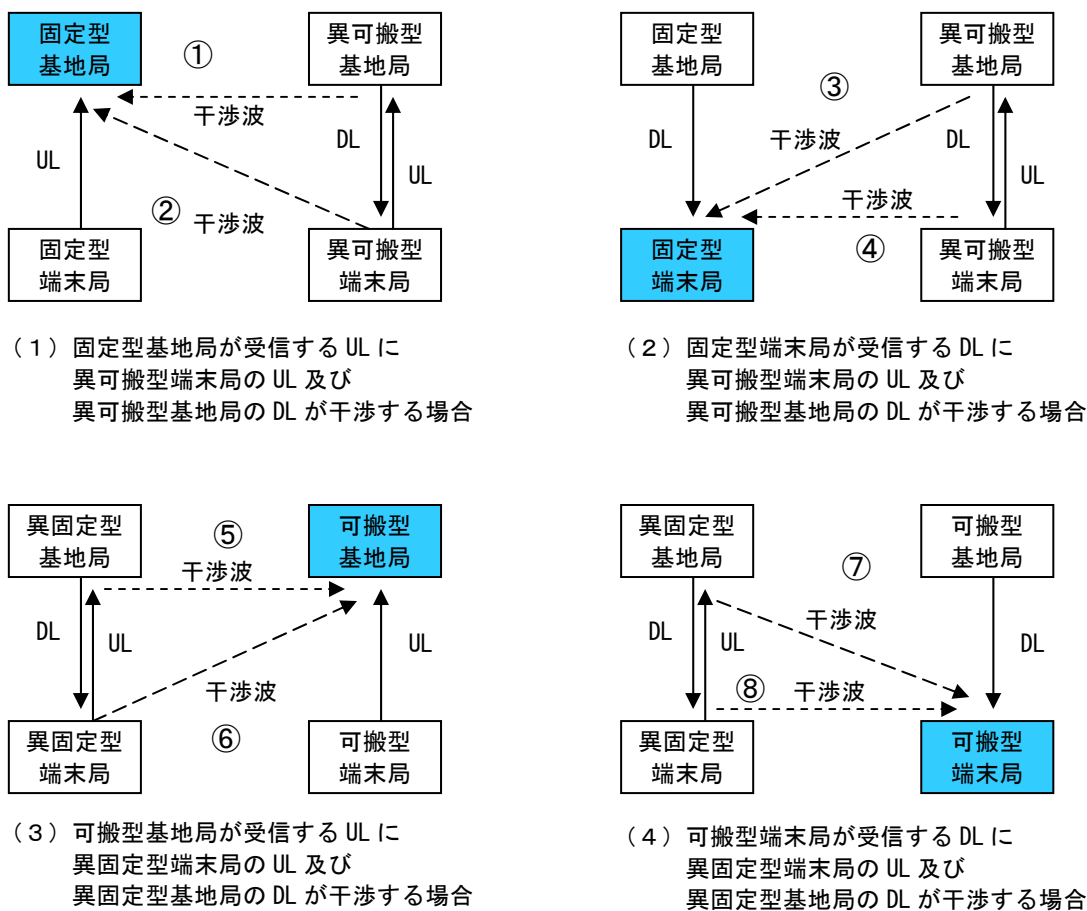


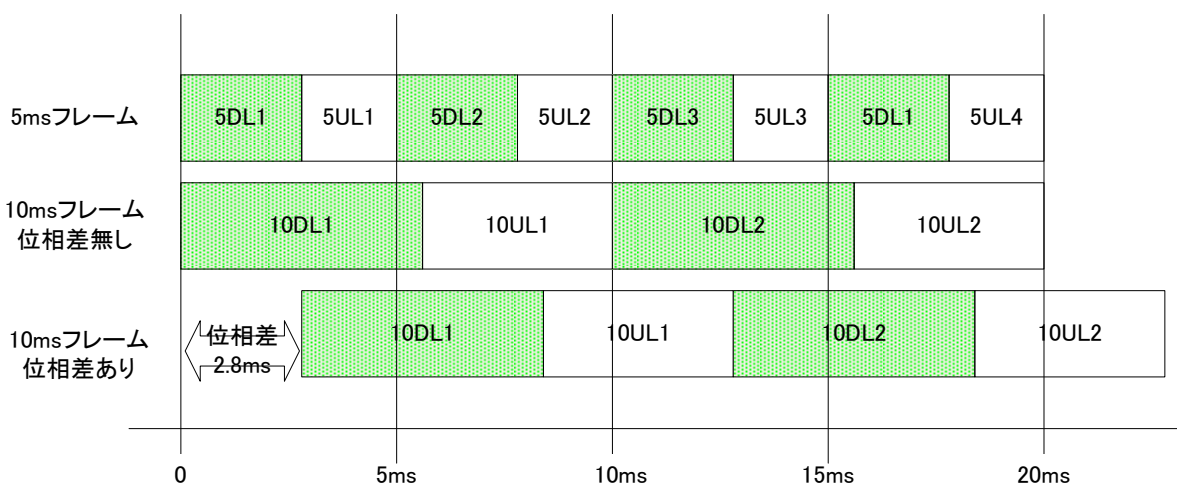
図4-33 異モード間干渉における干渉シナリオ

なお、異モード間干渉においてはモード間の干渉は同一モードのように完全同期とならないため、下記のような注意が必要である。

異モード間干渉状態における干渉のタイミングを図4-34に示す。

異可搬型基地局から固定型基地局への干渉①の例では、同期位相差がない場合は、異モード 10DL1 の DL 送信波が 5UL1 に対して全シンボルにおいて干渉するが、5UL2 は 10UL1 と重なっているため干渉は発生しない。この場合の①における干渉確率は 50%となる。一方 2.8ms の位相差が生じた場合は 5UL1 全シンボルと 5UL2 の前半の約 6 シンボルの合計 64%に干渉を与えることがわかる。

机上検討においては C/N ベースの離隔距離計算を行う都合上、全シンボル領域で干渉があるものと仮定して計算を行うが、実フィールド評価においては干渉確率割合により机上計算に比して干渉が少なくなるため、これらの比較においてはエラー率補正等の考慮が必要となる。



(DL:UL=26:21 の場合 TTG 及び RTG は省略)

図 4-34 異モード間干渉 タイミング図

システム間所要離隔距離の計算に用いる条件は、下記のとおりとする。

【条件】

- 基地局及び端末局の諸元は、表 4-52 のとおりである。
- 隣接チャネル漏洩電力は、最悪条件の検討のために無線設備の技術的条件の上限値を用いる。
許容値：-21dBc 以下（離調周波数 2.6MHz-7.4MHz の 4.8MHz 帯域）
許容値：-41dBc 以下（離調周波数 7.6MHz-12.4MHz の 4.8MHz 帯域）
- 周波数は、同一チャネルを 180MHz、隣接チャネルを 185MHz、次隣接チャネルを 190MHz として計算する。
- 伝搬モデルは、フィールド試験実施場所に合わせて、拡張秦モデル（郊外）を適用する。
- 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B：郊外を適用する。

表 4-52 基地局及び端末局の諸元

項目	固定型基地局 異固定型基地局	可搬型基地局 異可搬型基地局	固定型端末局 可搬型端末局 異固定型端末局 異可搬型端末局
空中線電力	+37dBm (5W)	+37dBm (5W)	+37dBm (5W)
アンテナ利得	2.15dBi	2.15dBi	2.15dBi
ケーブル損失	2dB	2dB	2dB
アンテナ高 (地上高)	13.5m	5m	2m

上記の条件を使用して、4.1式、4.2式及び4.3式 (P.34 参照) が成立する伝搬損失を計算し、伝搬損失を伝搬距離に換算した値を表 4-53 のとおりシステム間所要離隔距離 (異モード間干渉、机上検討) として取りまとめた。

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - 3[\text{dB}]$$

※ ITU-R 勧告 P.372 で定義される環境雑音レベルより 3dB 低いレベルと仮定

表 4-53 システム間所要離隔距離 (机上検討)

干渉方向 (図 4-33 参照)	離隔距離 [km]		
	同一 ch 180MHz	隣接 ch 185MHz	次隣接 ch 190MHz
① 異可搬型基地局→固定型基地局	11.071	2.805	0.759
② 異可搬型端末局→固定型基地局	7.807	1.979	0.535
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	4.442	1.126	0.305
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	2.640	0.669	0.181
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	11.071	2.805	0.759
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	4.442	1.126	0.305
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	7.807	1.979	0.535
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	2.640	0.669	0.181

②ラボ試験

ア. 試験構成

試験構成概略図は、図4-35のとおりである。送信局装置と受信局装置の間にフェージングシミュレータ、AWGN 信号発生器、与干渉信号発生器を配置している。

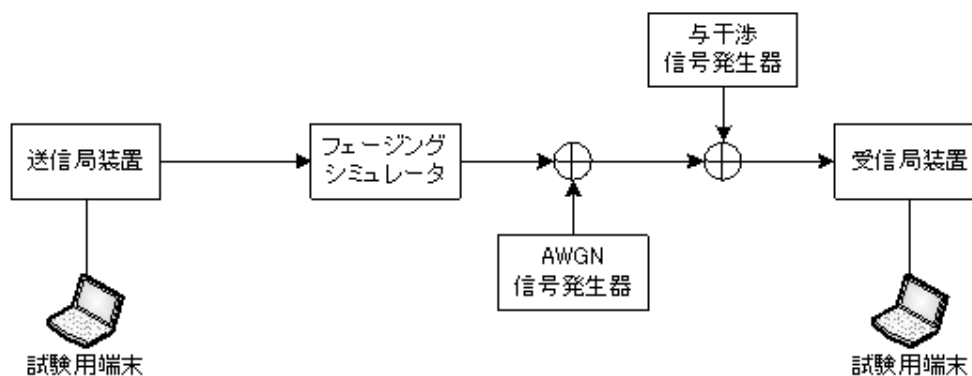


図4-35 試験構成概略図

(ア) モードA

DL 測定時は、基地局装置が送信局装置に、端末局装置が受信局装置に相当する。
UL 測定時は、信号発生器が送信局装置に、基地局装置が受信局装置に相当する。

(イ) モードB

DL 測定時は、基地局装置が送信局装置に、端末局装置が受信局装置に相当する。
UL 測定時は、端末局装置が送信局装置に、基地局装置が受信局装置に相当する。

イ. 試験内容

(ア) 測定データ

「①机上検討」では、隣接チャネル漏洩電力及び次隣接チャネル漏洩電力について、無線設備の技術的条件の上限値としていたが、ラボ試験では実機による測定データを取得する。また、「①机上検討」では、環境雑音レベルより 3dB 低いレベルを仮定した許容干渉レベルについても、実機に基づいた測定データを取得する。測定データは表4-54のとおりである。

取得した測定データを使用してシステム間所要離隔距離を計算する。

表4-54 測定データ

項番	項目
1	隣接チャネル漏洩電力、次隣接チャネル漏洩電力
2	許容干渉レベル (C/N 対 PER 特性、D/U 対 PER 特性)

(イ) 隣接チャンネル漏洩電力、次隣接チャンネル漏洩電力の測定方法

- ①送信局装置に測定器（スペクトラムアナライザ）を接続する。
- ②隣接チャンネル漏洩電力については、フィールド試験で隣接となる 180MHz の Upper 側及び 185MHz の Lower 側を測定する。
- ③次隣接チャンネル漏洩電力については、同一チャンネルを 180MHz、隣接チャンネルを 185MHz とするため、190MHz の Lower 側を測定する。

(ウ) 許容干渉レベルの測定方法

D/U 及び C/N を下記のように定義する。

$$D/U = D - U$$

$$C/N = C - N$$

D：希望波の受信電力レベル

U：干渉波の受信電力レベル

C：希望波の受信電力レベル

N：環境雑音レベル

基地局装置及び端末局装置について、C/N 対 PER 特性及び D/U 対 PER 特性を取得する。

- ①実環境に近い状態を再現するために、環境雑音レベル相当の AWGN 及びフェージングを加えた状態にする。
- ②C/N 対 PER 特性を取得する。
- ③干渉波 (U) により PER 特性が劣化するレベルが判定できるように、PER=0 でない C/N になるように希望波 (D) を設定する。
- ④干渉波 (U) を加えて D/U に対する PER を取得する。
- ⑤取得したデータに基づき、許容干渉レベル（環境雑音レベルとの相対値）を算出する。

C/N 対 PER 特性及び D/U 対 PER 特性の測定時の条件は、下記のとおりとする。

【条件】

- ・ マルチパスチャンネルモデルは、固定型基地局－固定型端末局の伝搬については公共 BB 実験②、可搬型基地局－可搬型端末局の伝搬については GSM Typical Urban モデルとする（表 4-19）。
- ・ 移動速度は、80km/h とする。
- ・ 符号化変調方式は、公共ブロードバンド移動通信システム無線方式（ARIB STD-T103）におけるサービスエリア計算パラメータとして最も所要 C/N

が小さく、エリアを大きく形成することができることから、標準的に使用されている QPSK1/2 とする。ただし QPSK3/4 等の他の符号化変調方式についてもポイントでデータを取得し、干渉に強いもの、弱いものなどデータとして比較できるようにする。

- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B : 郊外を適用する。
- ・ 与干渉信号は、モードBシステムからモードAシステムへの干渉の場合にはモードB (FFT サイズ=1024、フレーム長=10ms) とし、その逆の干渉の場合にはモードA (FFT サイズ=512、フレーム長=5ms) とする。
- ・ 自モードと異モードの間にはフレーム同期を設けない。これは異モード信号発生信号源がフレーム同期に対応していないこと、また、異モード信号源自体 UL・DL に隙間なくシンボルを埋め込むことにより、フレーム同期有無によらず、ほぼ最大の干渉状況となっているため。

ウ. 試験結果

(ア) モードB→モードAの干渉

a. 隣接チャンネル漏洩電力、次隣接チャンネル漏洩電力

隣接・次隣接チャンネル漏洩電力の測定結果(モードB装置)は、表4-55のようになった。

隣接チャンネル漏洩電力については、Upper側とLower側とでは大きな違いがないため、モードA→モードBにあわせて185MHz Lower側のデータを採用し、システム間所要離隔距離の計算に使用する。

以降、同一チャンネルを180MHz、隣接チャンネルを185MHz、次隣接チャンネルを190MHzとして計算する。

表4-55 隣接・次隣接チャンネル漏洩電力の測定結果(モードB装置)

測定項目	測定周波数	漏洩電力 [dBm]	
		基地局装置 (DL)	端末局装置 (UL)
隣接チャンネル漏洩電力	180MHz の Upper 側	-6.1	-7.0
	185MHz の Lower 側	-5.9	-7.6
次隣接チャンネル漏洩電力	190MHz の Lower 側	-25.3	-27.0

b. C/N 対 PER 特性

所要 C/N の取得は同一モード間干渉試験のラボ試験にて取得済みである。(図4-21を参照)。

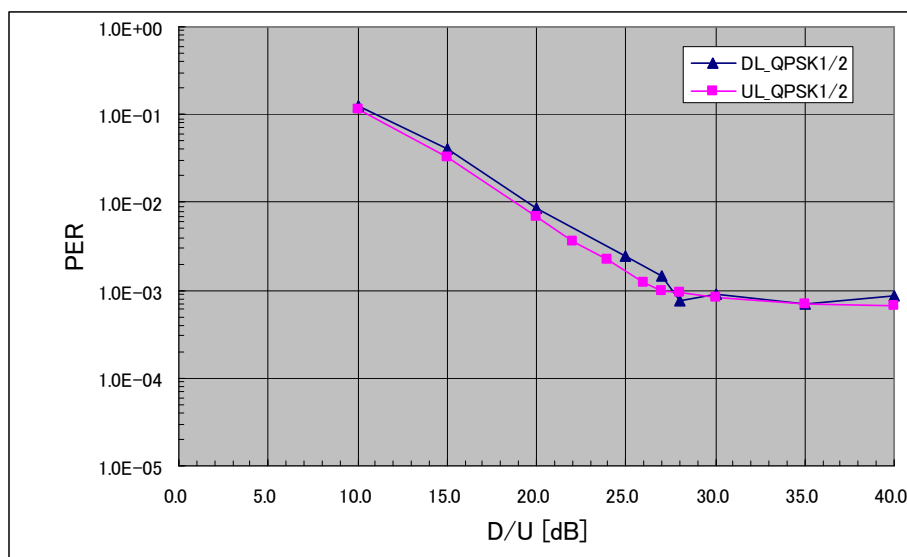
同一モード間干渉試験と同様に、QPSK3/4 及び 16QAM3/4 の変調方式については除外する。

c. 周波数依存性の確認

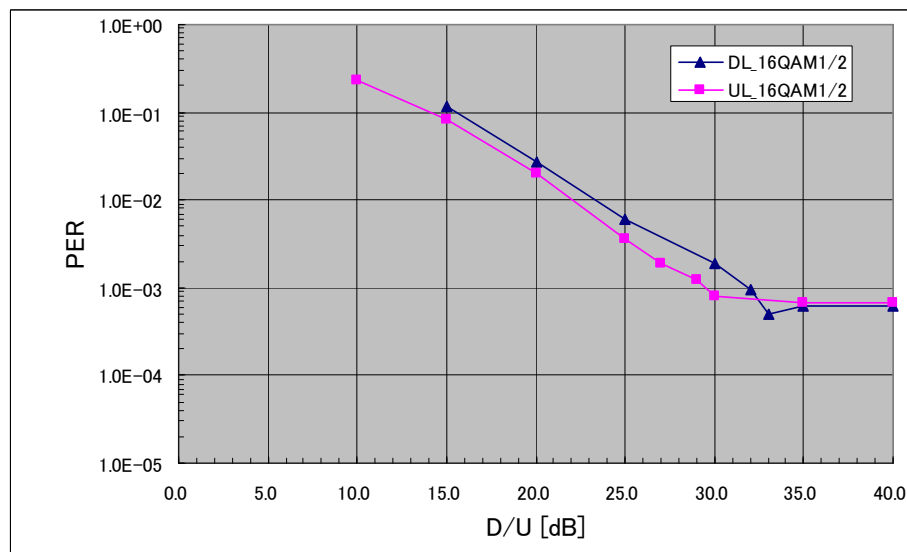
C/N 対 PER 特性は 180MHz と 185MHz の周波数の違いによる差がないことを同一モード間干渉のラボ試験にて検証済みである。(図 4-2-2 及び図 4-2-3 を参照)。

d. D/U 対 PER 特性

同一モード間干渉と同様にモード A の希望波レベル (D) を表 4-2-2 に示した C/N になるよう設定し、モード B による干渉波 (U) を加えて、D/U 対 PER 特性を取得した。取得したデータを、図 4-3-6 に示す。



(a) QPSK1/2



(b) 16QAM1/2

図 4-3-6 D/U 対 PER 特性

図4-36からDL QPSK1/2の場合、D/U=40dBから28dBあたりまではPERが概ね同じで、D/U=27dBあたりからPERが高くなっていることから、感度劣化D/Uは約27dBである。同様にUL QPSK1/2の場合は約26dB、DL 16QAM1/2の場合は約32dB、UL 16QAM1/2の場合は約29dBである。

e. 許容干渉レベルの算出

図4-36の結果及び表4-22から許容干渉レベル（環境雑音レベルとの相対値）を算出した。算出結果を表4-56に取りまとめた。

表4-56 許容干渉レベル一覧

変調方式	感度劣化 D/U [dB]	許容干渉レベル [dB]
DL QPSK1/2	約 27	-4
UL QPSK1/2	約 26	-4
DL 16QAM1/2	約 32	-5
UL 16QAM1/2	約 29	-5

表4-56の結果から、許容干渉レベルは変調方式に大きな依存性はなく、同一モード間干渉の場合と同様に、環境雑音レベルから約4~5dB低いレベルにある。本ラボ試験では同一モードに合わせて4dB低いポイントを許容干渉レベルとして以後計算することとした。

f. 離隔距離の計算

システム間所要離隔距離の計算に用いる条件は、下記のとおりである。

【条件】

- ・ 基地局及び端末局の諸元は、表4-52のとおりである。
- ・ 隣接チャネル漏洩電力は、表4-55の結果を用いる。
- ・ 伝搬モデルは、フィールド試験実施場所に合わせて、拡張秦モデル（郊外）を適用する。
- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B：郊外を適用する。

上記の条件を使用して、4.1式、4.2式及び4.3式（P.34参照）が成立する伝搬損失を計算し、伝搬損失を伝搬距離に換算した値をシステム間所要離隔距離とする。

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - \underline{4 \text{ dB}} \quad (\text{DL の場合})$$

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - \underline{4 \text{ dB}} \quad (\text{UL の場合})$$

※4 dB は、e の結果による干渉許容限界数値

計算の結果、異モードシステム間所要離隔距離（モードB→モードAの干渉、ラボ試験）を、表4-57のように取りまとめた。

表4-57 異モードシステム間所要離隔距離（モードB→モードAの干渉、ラボ試験）

干渉方向（図4-33参照）	離隔距離 [km]		
	同一 ch 180MHz	隣接 ch 185MHz	次隣接 ch 190MHz
① 異可搬型基地局→固定型基地局	11.818	0.716	0.201
② 異可搬型端末局→固定型基地局	8.335	0.452	0.127
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	4.742	0.287	0.081
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	2.819	0.153	0.043
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	11.818	0.716	0.201
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	4.742	0.257	0.072
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	8.335	0.505	0.142
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	2.819	0.153	0.043

(イ) モードA→モードBの干渉

a. 隣接チャンネル漏洩電力、次隣接チャンネル漏洩電力

隣接・次隣接チャンネル漏洩電力の測定結果（モードA装置）は、表4-58のとおりとなった。

隣接チャンネル漏洩電力については、数値の高い185MHz Lower側のデータを採用し、システム間所要離隔距離の計算に使用する。

以降、同一チャンネルを180MHz、隣接チャンネルを185MHz、次隣接チャンネルを190MHzとして計算する。

表4-58 隣接・次隣接チャンネル漏洩電力の測定結果（モードA装置）

測定項目	測定周波数	漏洩電力 [dBm]	
		基地局装置 (DL)	端末局装置 (UL)
隣接チャンネル	180MHz の Upper 側	-6.1	-2.6
	185MHz の Lower 側	-5.4	-2.4
次隣接チャンネル	190MHz の Lower 側	-23.6	-15.4

b. C/N 対 PER 特性

所要 C/N の取得は同一モード間干渉試験のラボ試験にて取得済みである。（図4-25を参照）。

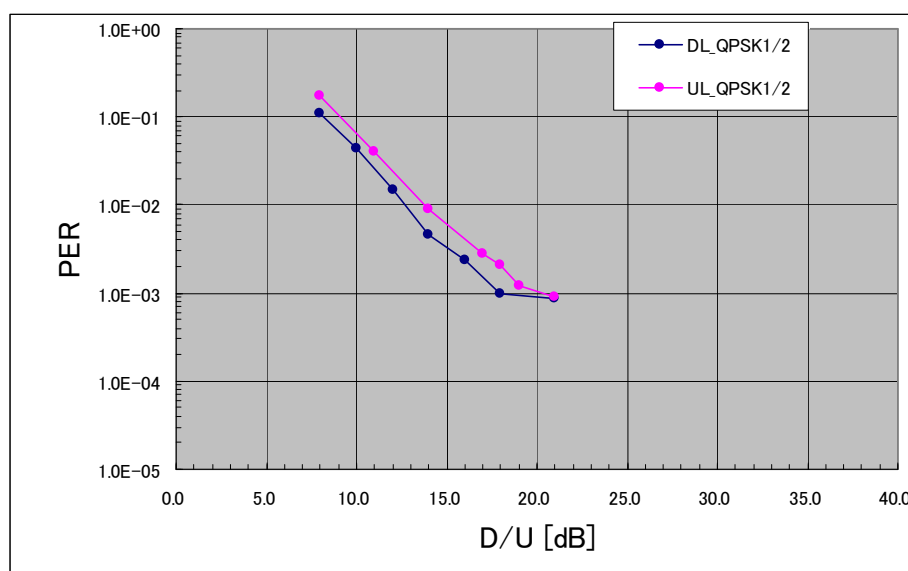
同一モード間干渉試験と同様に、QPSK3/4 及び 16QAM3/4 の変調方式については除外する。

c. 周波数依存性の確認

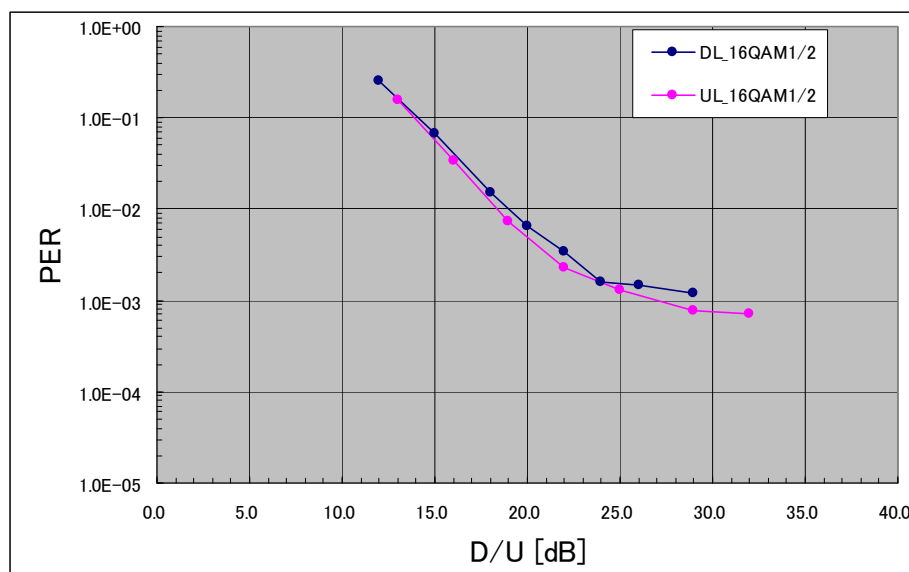
C/N 対 PER 特性は 180MHz と 185MHz の周波数の違いによる差がないことを同一モード間干渉のラボ試験にて検証済みである。(図 4-26 及び図 4-27 を参照)。

d. D/U 対 PER 特性

同一モード間干渉と同様にモード B の希望波レベル (D) を表 4-26 に示した C/N になるよう設定し、モード A による干渉波 (U) を加えて、D/U 対 PER 特性を取得した。取得したデータを、図 4-37 に示す。



(a) QPSK1/2



(b) 16QAM1/2

図 4-37 D/U 対 PER 特性

DL QPSK1/2 の場合、D/U=21dB から 18dB あたりまでは PER が概ね同じで、D/U=17dB あたりから PER が高くなっていることから、感度劣化 D/U は約 17dB である。同様に、UL QPSK1/2 の場合は約 19dB、DL 16QAM1/2 の場合は約 24dB、UL 16QAM1/2 の場合は約 27dB である。

e. 許容干渉レベルの算出

図 4-37 の結果及び表 4-26 の値から、許容干渉レベル（環境雑音レベルとの相対値）を算出した。

算出結果を表 4-59 に取りまとめた。

表 4-59 許容干渉レベル一覧

変調方式	感度劣化 D/U [dB]	許容干渉レベル [dB]
DL QPSK1/2	約 17	-4
UL QPSK1/2	約 19	-5
DL 16QAM1/2	約 24	-5
UL 16QAM1/2	約 27	-5

表 4-59 の結果から、許容干渉レベルは、環境雑音レベルから、同一モード干渉の場合と同様に約 4~5dB 低いレベルにある。本ラボ試験では同一モードに合わせて 4.5dB 低いポイントを許容干渉レベルとして以後計算することとした。

f. 離隔距離の計算

システム間所要離隔距離の計算に用いた条件は、下記のとおりである。

【条件】

- ・ 基地局及び端末局の諸元は、表 4-52 のとおりである。
- ・ 隣接チャネル漏洩電力は、表 4-58 の結果を用いる。
- ・ 伝搬モデルは、フィールド試験実施場所に合わせて、拡張秦モデル（郊外）を適用する。
- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B：郊外を適用する。

上記の条件を使用して、4.1 式、4.2 式及び 4.3 式（P.34 参照）が成立する伝搬損失を計算し、伝搬損失を伝搬距離に換算した値をシステム間所要離隔距離とする。

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - \underline{4.5 \text{ dB}} \quad (\text{DL の場合})$$

$$\text{許容干渉レベル} = \text{環境雑音レベル} - \underline{4.5 \text{ dB}} \quad (\text{UL の場合})$$

※4.5 dB は、e の結果による干渉許容限界数値

計算の結果、異モードシステム間所要離隔距離（モードA→モードBの干渉、ラボ試験）は、表 4-60 のとおりとなった。

表 4-60 異モードシステム間所要離隔距離（モードA→モードBの干渉、ラボ試験）

干渉方向（図 4-33 参照）	離隔距離 [km]		
	同一 ch 180MHz	隣接 ch 185MHz	次隣接 ch 190MHz
① 異可搬型基地局→固定型基地局	12.211	0.764	0.232
② 異可搬型端末局→固定型基地局	8.612	0.655	0.280
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	4.900	0.307	0.093
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	2.912	0.222	0.095
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	12.211	0.764	0.232
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	4.900	0.373	0.159
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	8.612	0.539	0.164
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	2.912	0.222	0.095

③フィールド試験

ア. 試験構成

(ア) 異モード間干渉における干渉シナリオ

異モード間干渉における干渉シナリオは、図4-38のとおりである。

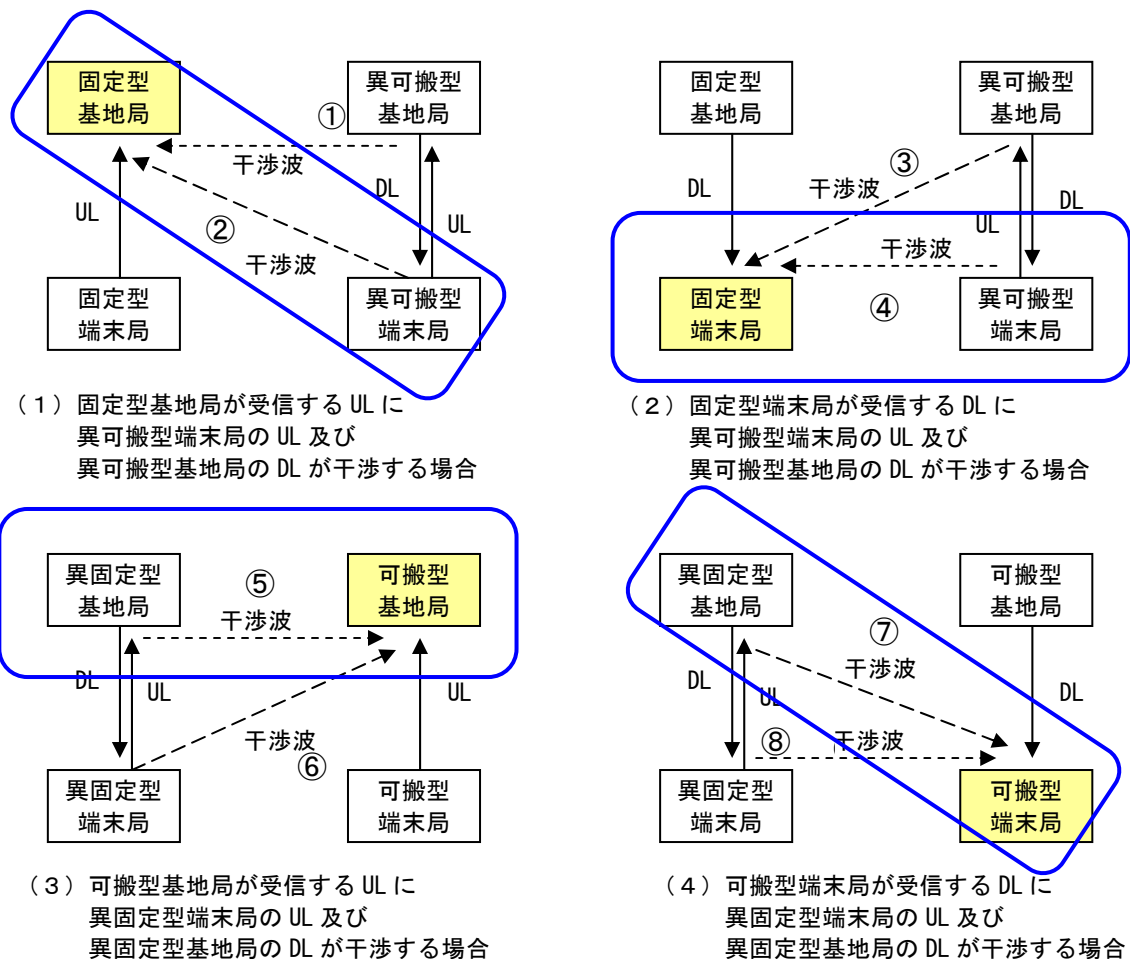


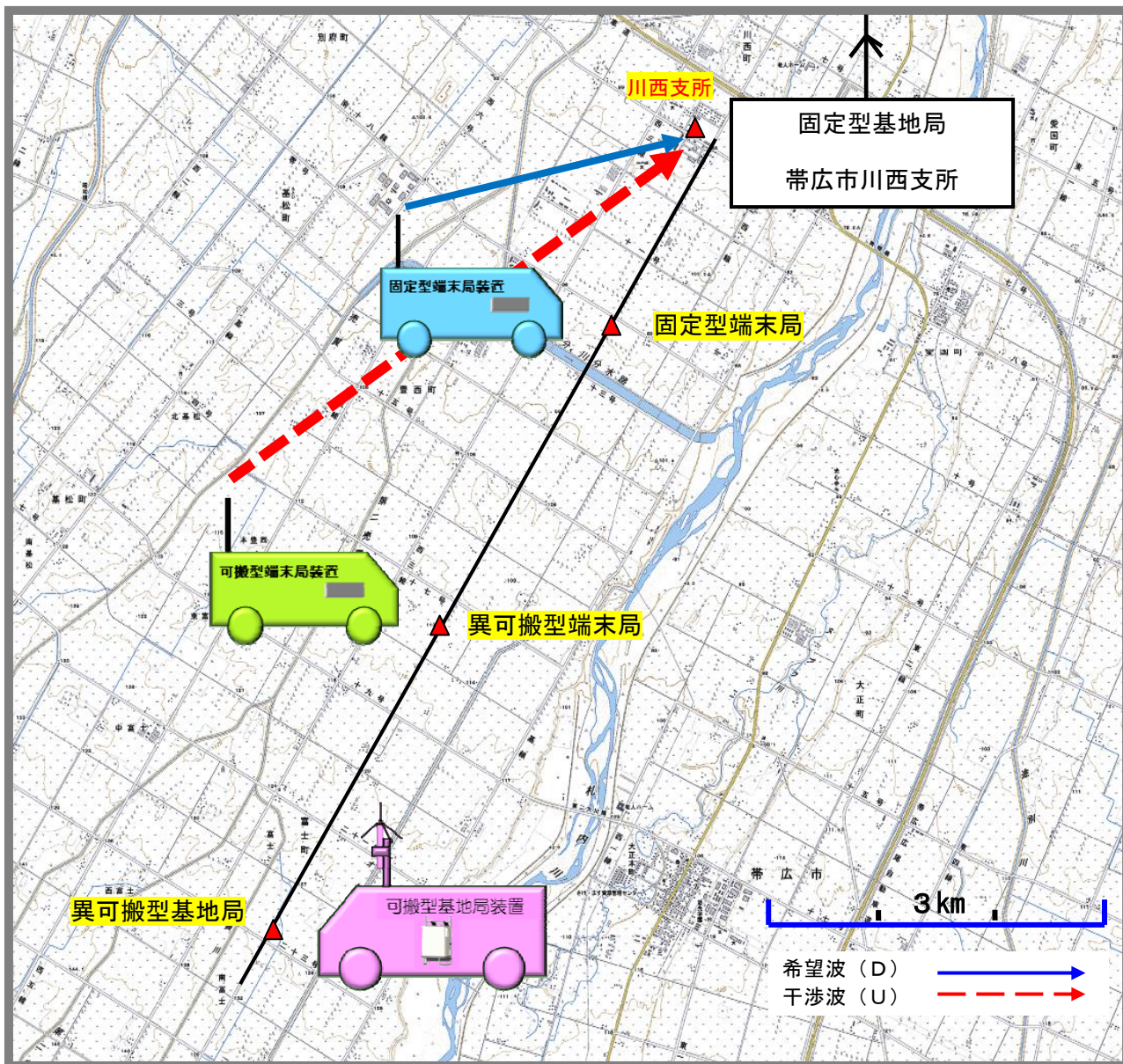
図4-38 異モード間干渉における干渉シナリオ

フィールド試験では、図4-38の異モード間干渉における干渉シナリオの中から、②、④、⑤及び⑦のパターンについて行った。

なお、それ以外のパターンについては、上記で取得したデータから推定が可能なため省略した。

a. 異可搬型端末局→固定型基地局の場合（図4-38②）

異可搬型端末局から異可搬型基地局に送信するULが、固定型端末局から固定型基地局に送信するULに干渉するパターンの試験測定概要は、図4-39のとおりである。

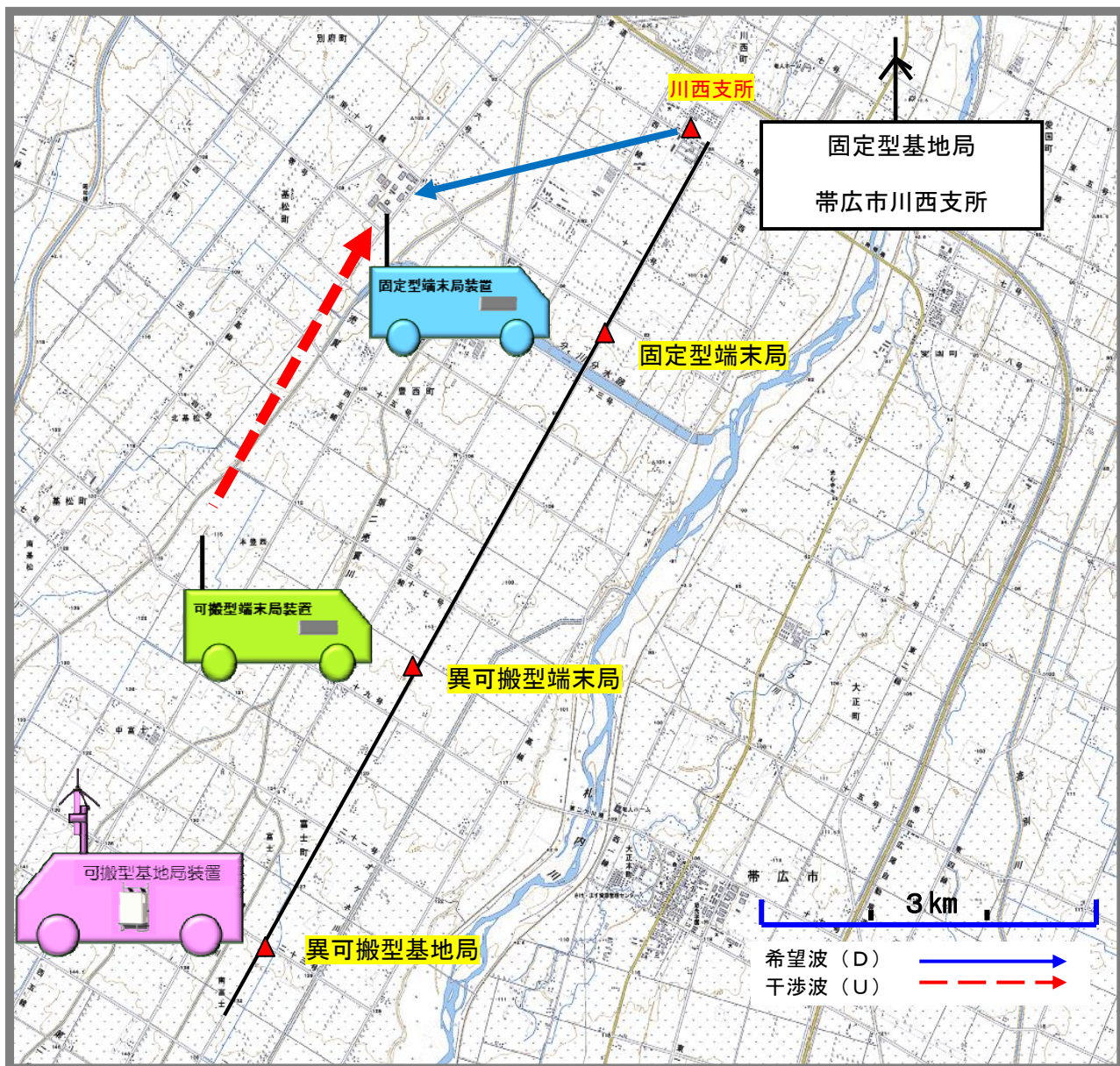


※この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図4-39 異モード間干渉試験測定概要図（1）

b. 異可搬型端末局→固定型端末局の場合（図4-38④）

異可搬型端末局から異可搬型基地局に送信する UL が、固定型基地局から固定型端末局に送信する DL に干渉するパターンの試験測定概要は、図4-40のとおりである。

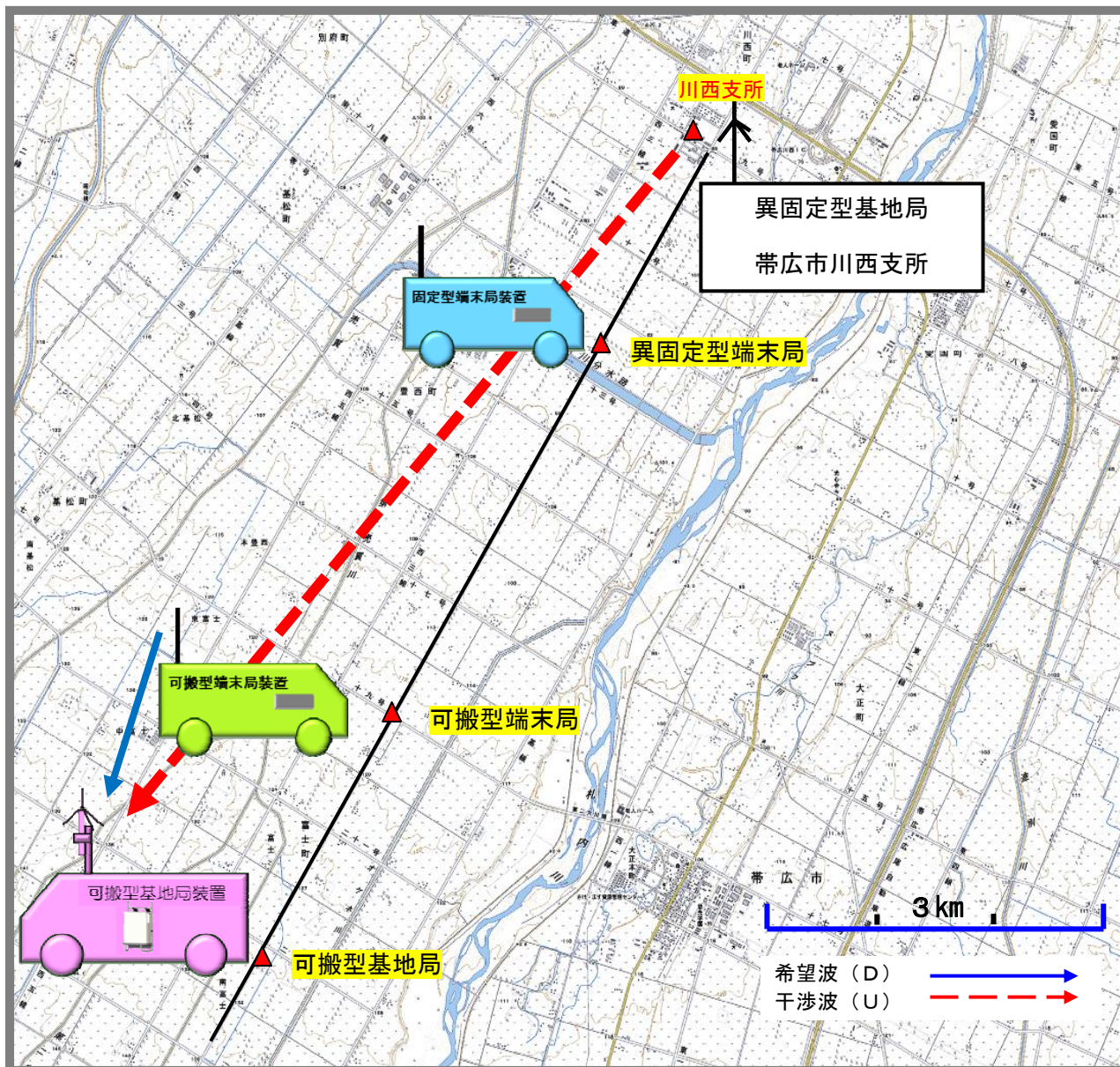


※この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図4-40 異モード間干渉試験測定概要図（2）

c. 異固定型基地局→可搬型基地局の場合（図4-38⑤）

異固定型基地局から異固定型端末局に送信するDLが、可搬型端末局から可搬型基地局に送信するULに干渉するパターンの試験測定概要は、図4-41のとおりである。

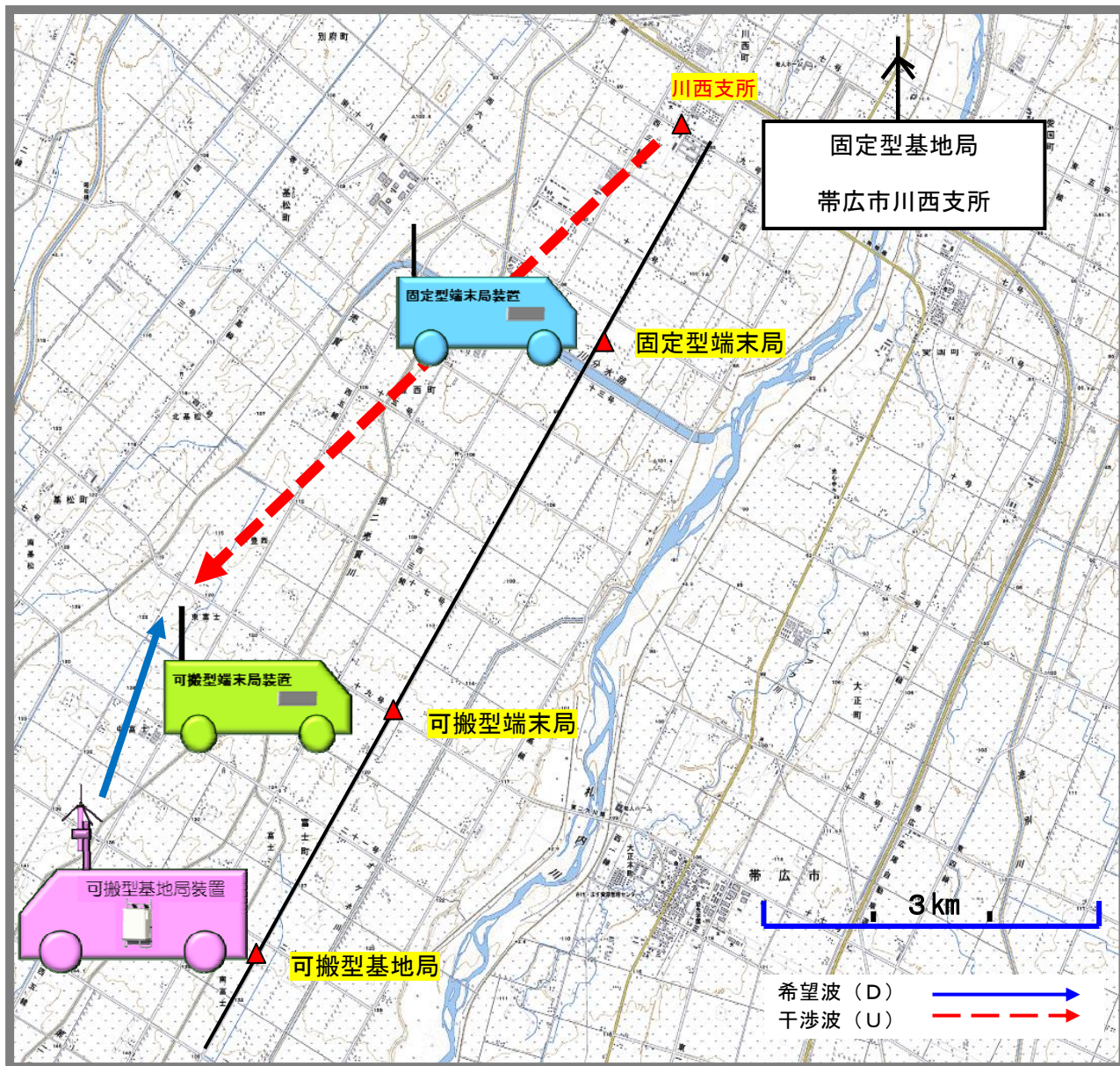


※この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図4-41 異モード間干渉試験測定概要図（3）

d. 異固定型基地局→可搬型端末局の場合 (図4-38⑦)

異固定型基地局から異固定型端末局に送信するDLが、可搬型基地局から可搬型端末局に送信するDLに干渉するパターンの試験測定概要は、図4-42のとおりである。



※この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図4-42 異モード間干渉試験測定概要図 (4)

イ. 試験内容

ラボ試験で得られたデータに基づき、フィールド試験において離隔距離を実機により測定し、その値について検証した。フィールド試験の変調方式・符号化は QPSK1/2 とする。

なお、16QAM1/2 については、ラボ試験の結果から QPSK1/2 の場合と差異がないと推定される。

モードAからモードBへの干渉とモードBからモードAへの干渉についてそれぞれ実測した。

- ①希望波となる基地局-端末局間の伝搬距離を測定する。(干渉波なし)
- ②図4-38のパターンにより、可搬型基地局又は端末局を移動させ、希望波受信局-干渉波送信局の距離を変え、PERの値がおおよそ 1×10^{-3} 以下となる地点におけるRSSIを測定する。(モードA、Bは同一周波数(180MHz))
- ③モードBの周波数を185MHz(隣接周波数)に変更して、②と同様にPER、RSSI、干渉波レベル、D/Uを測定する。

ウ. 試験結果

(ア) モードB→モードA

a. 異モード(異可搬型端末局→固定型基地局)干渉測定データ(図4-38②)

希望波伝搬距離は、表4-61のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-62のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-63のとおりとなった。

表4-62及び表4-63から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなるモードB可搬型端末局-モードA固定型基地局間の離隔距離は、同一周波数では約10.0kmであり、隣接周波数では約0.5kmであった。

表4-61 モードA 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

基地局座標		端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.51.00.6	143.09.51.7	42.51.27.3	143.10.25.4	1.123

表4-62 モードB→モードA 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	異可搬型端末局座標(与干渉)		離隔距離[km] 異可搬型端末局-固定型基地局間
			緯度	経度	
①	4.9E-03	-77.0	42.46.31.6	143.06.30.5	9.478
②	0.0E+00	-78.0	42.46.16.3	143.06.18.0	10.029

表 4-63 モードB→モードA 隣接周波数干渉離隔距離 (QPSK1/2) : 干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	異可搬型端末局座標 (与干渉)		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	1.9E-03	-87.0	42.50.45.6	143.09.54.6	0.469	-50.9	-36.10
②	1.1E-04	-87.0	42.50.40.4	143.09.50.2	0.626	-51.2	-35.80

b. 異モード (異可搬型端末局→固定型端末局) 干渉測定データ (図 4-38④)

希望波伝搬距離は、表 4-64 のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表 4-65 のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表 4-66 のとおりとなった。

表 4-65 及び表 4-66 から、PER の値が 1×10^{-3} に近くなるモードB可搬型端末局-モードA固定型端末局間の離隔距離は、同一周波数では約 3.8km であり、隣接周波数では約 0.4km であった。

表 4-64 モードA 希望波伝搬距離 (QPSK1/2) : 干渉なし

基地局座標		端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.51.00.6	143.09.51.7	42.48.36.2	143.08.10.3	5.018

表 4-65 モードB→モードA 同一周波数干渉離隔距離 (QPSK1/2) : 干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	異可搬型端末局座標 (与干渉)		離隔距離 [km] 異可搬型端末局-固定型端末局間
			緯度	経度	
①	3.1E-02	-80.25	42.47.04.9	143.06.57.2	3.269
②	1.1E-03	-80.25	42.46.49.5	143.06.44.9	3.821

表 4-66 モードB→モードA 隣接周波数干渉離隔距離 (QPSK1/2) : 干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	異可搬型端末局座標 (与干渉)		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	1.9E-02	-80.00	42.48.26.7	143.08.03.7	0.336	-57.82	-22.18
②	1.0E-02	-80.25	42.48.25.3	143.08.01.8	0.387	-62.87	-17.38
③	0.0E+00	-80.25	42.48.24.2	143.08.01.0	0.425	-62.09	-18.16

c. 異モード（異固定型基地局→可搬型基地局）干渉測定データ（図4-38⑤）

希望波伝搬距離は、表4-67のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-68のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-69のとおりとなった。

表4-68及び表4-69から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなるモードB固定型基地局-モードA可搬型基地局間の離隔距離は、同一周波数では約10.6kmであり、隣接周波数では約1.1kmであった。

表4-67 モードA 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

可搬型基地局座標		可搬型端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.46.00.0	143.06.05.3	42.45.12.5	143.05.27.3	1.708

表4-68 モードB→モードA 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型基地局座標（被干渉）		離隔距離[km] 異固定型基地局-可搬型基地局間
			緯度	経度	
①	2.9E-01	-76.0	42.46.00.8	143.06.05.5	10.583
②	0.0E+00	-72.0	42.46.00.0	143.06.05.3	10.607

表4-69 モードB→モードA 隣接周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型基地局座標（被干渉）		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	6.4E-01	-84.0	42.50.28.1	143.09.40.5	1.036	-49.4	-34.60
②	2.2E-04	-86.0	42.50.25.2	143.09.38.2	1.136	-53.04	-32.96

d. 異モード（異固定型基地局→可搬型端末局）干渉測定データ（図4-38⑦）

希望波伝搬距離は、表4-70のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-71のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-72のとおりとなった。

表4-71及び表4-72から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなるモードB固定型基地局ーモードA可搬型端末局間の離隔距離は、同一周波数では約6.8kmであり、隣接周波数では約0.7kmであった。

表4-70 モードA 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

可搬型基地局座標		可搬型端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.46.46.0	143.06.41.8	42.47.47.6	143.07.31.6	2.212

表4-71 モードB→モードA 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型端末局座標（被干渉）		離隔距離[km] 異固定型基地局-可搬型端末局間
			緯度	経度	
①	2.1E-01	-73.50	42.47.51.4	143.07.34.6	6.618
②	5.3E-04	-72.25	42.47.47.6	143.07.31.6	6.753

表4-72 モードB→モードA 隣接周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型端末局座標（被干渉）		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	4.6E-03	-73.50	42.50.41.3	143.09.51.2	0.597	-49.55	-23.95
②	0.0E+00	-73.50	42.50.39.4	143.09.49.6	0.657	-52.67	-20.83

(イ) モードA→モードB

a. 異モード（異可搬型端末局→固定型基地局）干渉測定データ（図4-38②）

希望波伝搬距離は、表4-73のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-74のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-75のとおりとなった。

表4-74及び表4-75から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなるモードA可搬型端末局-モードB固定型基地局間の離隔距離は、同一周波数では約12.7kmであり、隣接周波数では約0.8kmであった。

表4-73 モードB 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

基地局座標		端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.50.50.7	143.10.07.8	42.52.01.2	143.07.59.6	3.633

表4-74 モードA→モードB 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	異可搬型端末局座標（与干渉）		離隔距離[km] 異可搬型端末局-固定型基地局間
			緯度	経度	
①	7.5E-03	-77	42.45.13.4	143.05.48.7	11.976
②	2.7E-03	-77	42.44.54.2	143.05.32.7	12.668

表4-75 モードA→モードB 隣接周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	異可搬型端末局座標（与干渉）		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	1.1E-04	-77	42.50.24.0	143.10.03.0	0.813	-61.5	-15.5
②	5.0E-05	-77	42.50.04.3	143.09.42.1	1.526	-65	-12
③	7.0E-05	-77	42.48.40.6	143.08.34.9	4.539	-79.5	2.5

b. 異モード（異可搬型端末局→固定型端末局）干渉測定データ（図4-38④）

希望波伝搬距離は、表4-76のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-77のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-78のとおりとなった。

表4-77及び表4-78から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなるモードA可搬型端末局ーモードB固定型端末局間の離隔距離は、同一周波数では約1.9kmであり、隣接周波数では約0.4kmであった。

表4-76 モードB 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

基地局座標		端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.50.50.7	143.10.07.8	42.48.42.2	143.08.35.8	4.488

表4-77 モードA→モードB 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	異可搬型端末局座標（与干渉）		離隔距離[km] 異可搬型端末局ー固定型端末局間
			緯度	経度	
①	2.4E-02	-75	42.47.54.0	143.07.57.8	1.722
②	1.0E-04	-75	42.47.50.4	143.07.54.9	1.851
③	0.0E+00	-76	42.46.36.4	143.06.55.5	4.507
④	0.0E+00	-76	42.45.44.9	143.06.18.3	6.308
⑤	0.0E+00	-75	42.44.32.9	143.05.16.2	8.941

表4-78 モードA→モードB 隣接周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	異可搬型端末局座標（与干渉）		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	2.0E-03	-76	42.48.31.8	143.08.28.2	0.365	-62.2	-13.8
②	0.0E+00	-76	42.48.25.8	143.08.23.4	0.580	-71	-5

c. 異モード（異固定型基地局→可搬型基地局）干渉測定データ（図4-38⑤）

希望波伝搬距離は、表4-79のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-80のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-81のとおりとなった。

表4-80及び表4-81から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなるモードA固定型基地局→モードB可搬型基地局間の離隔距離は、同一周波数では約15.2kmであり、隣接周波数では約4.8kmであった。

表4-79 モードB 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

可搬型基地局座標		可搬型端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.44.40.3	143.05.22.5	42.48.42.2	143.08.35.8	2.466

表4-80 モードA→モードB 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型基地局座標（被干渉）		離隔距離[km] 異固定型基地局-可搬型基地局間
			緯度	経度	
①	8.8E-02	-75	42.44.40.3	143.05.22.5	13.156
②	7.0E-03	-74	42.43.42.5	143.04.36.3	15.229

表4-81 モードA→モードB 隣接周波数干渉(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型基地局座標（被干渉）		離隔距離[km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	1.5E-01	-75	42.49.14.6	143.09.02.5	3.320	-61.3	-13.7
②	9.0E-03	-75	42.49.34.5	143.08.30.3	4.757	-65.3	-9.7
③	0.0E+00	-75	42.48.13.3	143.08.13.3	5.517	-76	1

d. 異モード（異固定型基地局→可搬型端末局）干渉測定データ（図4-38⑦）

希望波伝搬距離は、表4-82のとおりとなった。

同一周波数干渉離隔距離は、表4-83のとおりとなった。

隣接周波数干渉離隔距離は、表4-84のとおりとなった。

表4-83及び表4-84から、PERの値が 1×10^{-3} に近くなるモードA固定型基地局→モードB可搬型端末局間の離隔距離は、同一周波数では約15.6kmであり、隣接周波数では約2.0kmであった。

表4-82 モードB 希望波伝搬距離(QPSK1/2)：干渉なし

可搬型基地局座標		可搬型端末局座標		希望波伝搬距離 [km]
緯度	経度	緯度	経度	
42.42.45.0	143.03.49.7	42.43.31.5	143.04.27.3	1.672

表4-83 モードA→モードB 同一周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型端末局座標（被干渉）		離隔距離[km] 異固定型基地局-可搬型端末局間
			緯度	経度	
①	3.6E-03	-70	42.43.31.5	143.04.27.3	15.625
②	0.0E+00	-70	42.43.22.5	143.04.16.3	16.112

表4-84 モードA→モードB 隣接周波数干渉離隔距離(QPSK1/2)：干渉あり

番号	PER	RSSI [dBm]	可搬型端末局座標（被干渉）		離隔距離 [km]	干渉波レベル [dBm]	D/U [dB]
			緯度	経度			
①	3.7E-02	-74	42.50.03.5	143.09.41.9	1.573	-57	-17
②	0.0E+00	-74	42.49.52.4	143.09.33.0	1.968	-68.8	-5.2
③	0.0E+00	-74	42.49.32.4	143.09.16.8	2.683	-73.6	-0.4
④	9.0E-05	-74	42.48.43.9	143.08.37.8	4.420	-78.8	4.8

④考察

ア. 机上検討とラボ試験の比較

(ア) モードB→モードA

a. 同一チャネル

異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB→モードA、同一チャネル）は、表4-85のとおりである。

机上検討とラボ試験の結果はほぼ同じだが、わずかにラボ試験のほうが離隔距離が長くなっている。これは、机上検討では、許容干渉レベルを環境雑音レベルより3dB低いレベルと仮定して離隔距離を計算したのに対し、ラボ試験では測定データの結果から許容干渉レベルが環境雑音レベルより4dB低いレベルとなり、その値を用いて離隔距離を計算したためである。

表4-85 異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（B→A、同一）

干渉方向（図4-33参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 異可搬型基地局→固定型基地局	11.071	11.818
② 異可搬型端末局→固定型基地局	7.807	8.335
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	4.442	4.742
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	2.640	2.819
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	11.071	11.818
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	4.442	4.742
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	7.807	8.335
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	2.640	2.819

b. 隣接チャネル

異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB→モードA、隣接チャネル）は、表4-86のとおりである。

机上検討に比べてラボ試験のほうが離隔距離が短くなっている。これは、机上検討では、隣接チャネル漏洩電力を公共ブロードバンド移動通信システムの可搬型システムの標準規格の上限値と仮定して離隔距離を計算したのに対し、ラボ試験では実機の隣接チャネル漏洩電力の測定データを用いて離隔距離を計算したためである。

表4-86 異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（B→A、隣接）

干渉方向（図4-33参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 異可搬型基地局→固定型基地局	2.805	0.716
② 異可搬型端末局→固定型基地局	1.979	0.452
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	1.126	0.287
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	0.669	0.153
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	2.805	0.716
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	1.126	0.257
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	1.979	0.505
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	0.669	0.153

c. 次隣接チャンネル

異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードB→モードA、次隣接チャンネル）は、表4-87のとおりである。

机上検討に比べてラボ試験の方が離隔距離が短くなっているのは、隣接チャンネルと同様に机上検討では標準規格の上限を用い、ラボ試験では実機の測定データを用いてそれぞれ離隔距離を計算したためである。

表4-87 異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（B→A、次隣接）

干渉方向（図4-33参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 異可搬型基地局→固定型基地局	0.759	0.201
② 異可搬型端末局→固定型基地局	0.535	0.127
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	0.305	0.081
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	0.181	0.043
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	0.759	0.201
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	0.305	0.072
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	0.535	0.142
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	0.181	0.043

(イ) モードA→モードB

a. 同一チャネル

異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA→モードB、同一チャネル）は、表4-88のとおりである。

机上検討とラボ試験の結果はほぼ同じだが、わずかにラボ試験のほうが離隔距離が長くなっている。これは、机上検討では、許容干渉レベルを環境雑音レベルより3dB低いレベルと仮定して離隔距離を計算したのに対し、ラボ試験では測定データの結果から許容干渉レベルが環境雑音レベルより4.5dB低いレベルとなり、その値を用いて離隔距離を計算したためである。

表4-88 異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（A→B、同一）

干渉方向（図4-33参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 異可搬型基地局→固定型基地局	11.071	12.211
② 異可搬型端末局→固定型基地局	7.807	8.612
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	4.442	4.900
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	2.640	2.912
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	11.071	12.211
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	4.442	4.900
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	7.807	8.612
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	2.640	2.912

b. 隣接チャネル

異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA→モードB、隣接チャネル）は、表4-89のとおりである。

机上検討に比べてラボ試験の方が離隔距離が短くなっている。これは、モードB→モードAと同様に、机上検討では、標準規格の上限を用い、ラボ試験では実機の隣接チャネル漏洩電力の測定データを用いて離隔距離を計算したためである。

表4-89 異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（A→B、隣接）

干渉方向（図4-33参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 異可搬型基地局→固定型基地局	2.805	0.764
② 異可搬型端末局→固定型基地局	1.979	0.655
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	1.126	0.307
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	0.669	0.222
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	2.805	0.764
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	1.126	0.373
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	1.979	0.539
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	0.669	0.222

c. 次隣接チャネル

異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（モードA→モードB、次隣接チャネル）は、表4-90のとおりである。

机上検討に比べてラボ試験の方が離隔距離が短くなっているのは、隣接チャネルと同様に机上検討では標準規格の上限を用い、ラボ試験では実機の測定データを用いてそれぞれ離隔距離を計算したためである。

表4-90 異モード間干渉の机上検討とラボ試験の比較（A→B、次隣接）

干渉方向（図4-33参照）	離隔距離[km]	
	机上検討	ラボ試験
① 異可搬型基地局→固定型基地局	0.759	0.232
② 異可搬型端末局→固定型基地局	0.535	0.280
③ 異可搬型基地局→固定型端末局	0.305	0.093
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	0.181	0.095
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	0.759	0.232
⑥ 異固定型端末局→可搬型基地局	0.305	0.159
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	0.535	0.164
⑧ 異固定型端末局→可搬型端末局	0.181	0.095

イ. ラボ試験とフィールド試験の比較

(ア) モードB→モードA

a. 同一チャネル

異モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードB→モードA、同一チャネル）は、表4-91のとおりである。

表4-91によると②、④の結果はフィールド試験の方が離隔距離が長い。

この結果は、この場合のフィールド試験では干渉波の伝搬距離が希望波の伝搬距離に比べて長かった可能性、もしくは、希望波受信点の環境雑音が相対的に増大していた可能性が要因としてあげられる。

また、⑤、⑦の結果はフィールド試験の方が離隔距離が短く、フィールド試験では干渉波の伝搬距離が希望波の伝搬距離に比べて短かった可能性等が考えられる。

これらはフィールドの状況による変動と見られる。

表4-91 異モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（B→A、同一）

干渉方向（図4-38参照）	離隔距離[km]	
	ラボ試験	フィールド試験
② 異可搬型端末局→固定型基地局	8.335	10.029
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	2.819	3.821
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	11.818	10.607
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	8.335	6.753

b. 隣接チャンネル

異モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードB→モードA、隣接チャンネル）は、表4-92のとおりである。

表4-92によると②と⑦の結果はほぼ同様の結果といえるが、④と⑤の結果はいずれもフィールド試験のほうが離隔距離が長い。

これらの結果は、同一チャンネル②、④と同様に、フィールドの状態による変動と見られる。

表4-92 異モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（B→A、隣接）

干渉方向（図4-38参照）	離隔距離[km]	
	ラボ試験	フィールド試験
② 異可搬型端末局→固定型基地局	0.452	0.626
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	0.153	0.425
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	0.716	1.136
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	0.505	0.657

(イ) モードA→モードB

a. 同一チャンネル

異モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードA→モードB、同一チャンネル）は、表4-93のとおりである。

表4-93によると④を除いてはすべてフィールド試験の方が離隔距離が長い。この場合のフィールド試験では、干渉波の伝搬距離が希望波の伝搬距離に比べて長めである可能性、もしくは、希望波受信点の環境雑音が相対的に増大していた可能性も要因としてあげられ、フィールドの状態による変動と見られる。

表4-93 異モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（A→B、同一）

干渉方向（図4-38参照）	離隔距離[km]	
	ラボ試験	フィールド試験
② 異可搬型端末局→固定型基地局	8.612	12.668
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	2.912	1.851
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	12.211	15.229
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	8.612	15.625

b. 隣接チャンネル

異モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（モードA→モードB、隣接チャンネル）は、表4-94のとおりである。

表4-94によると、いずれもフィールド試験の結果の方がラボ試験の結果より離隔距離が長い。

これは、同一チャンネルと同様に、フィールドの状態による変動と見られる。

表4-94 異モード間干渉のラボ試験とフィールド試験の比較（A→B、隣接）

干渉方向（図4-38参照）	離隔距離[km]	
	ラボ試験	フィールド試験
② 異可搬型端末局→固定型基地局	0.655	0.813
④ 異可搬型端末局→固定型端末局	0.222	0.365
⑤ 異固定型基地局→可搬型基地局	0.764	4.757
⑦ 異固定型基地局→可搬型端末局	0.539	1.968

ウ. 固定型及び可搬型システム間における異モード間干渉についていえること

異モード間の所要離隔距離の試験結果を表4-95にまとめた。

なお、表4-95の値は、周波数の違い及び変調方式の違いによる差は現れない結果となった。

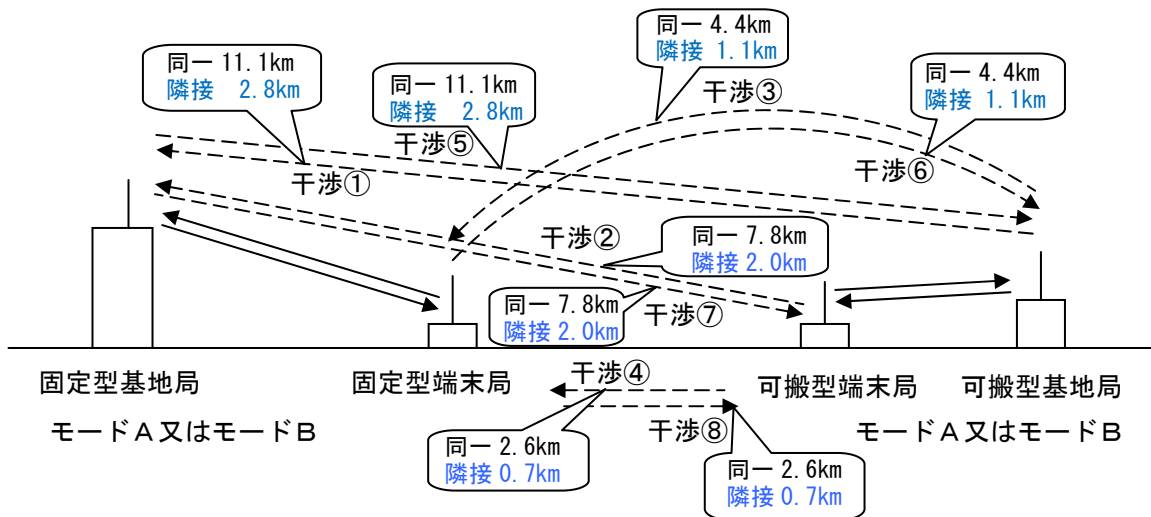
表4-95 異モード間の離隔距離（同一チャンネル及び隣接チャンネル）

干渉方向 （図4-33、図4-38参照）	使用チャンネル	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	0.4	0.3	0.4	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

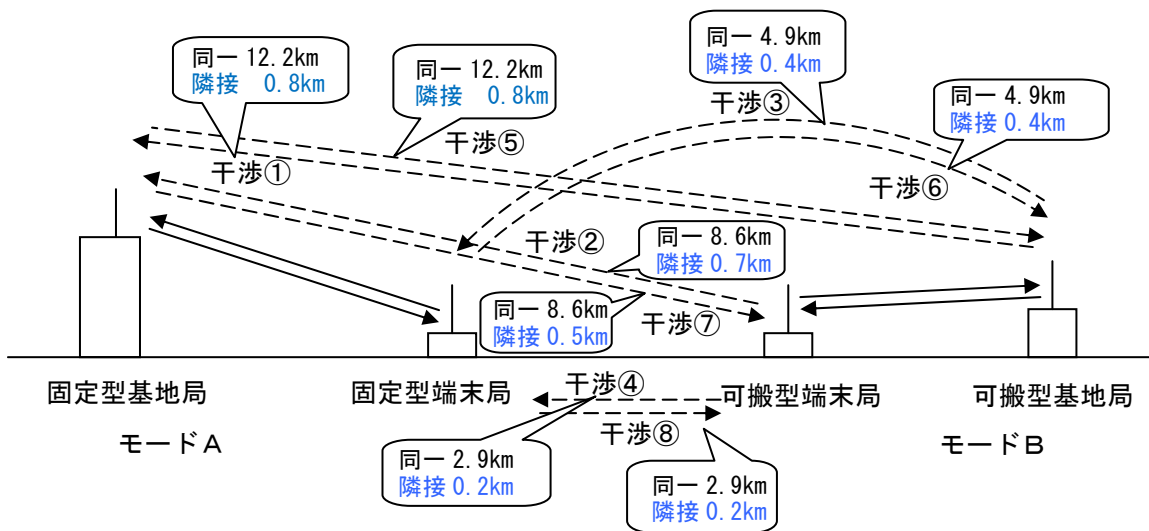
※①③⑥⑧のフィールド試験については推定値（斜体文字）

※数字は下1桁までで四捨五入したもの

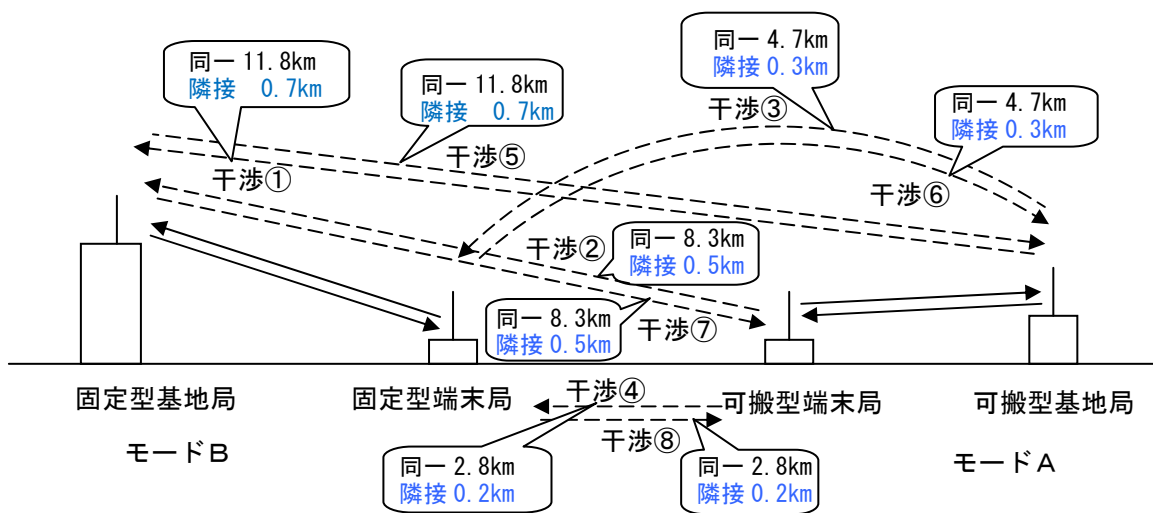
また、これを図示すると図4-43のようになる。



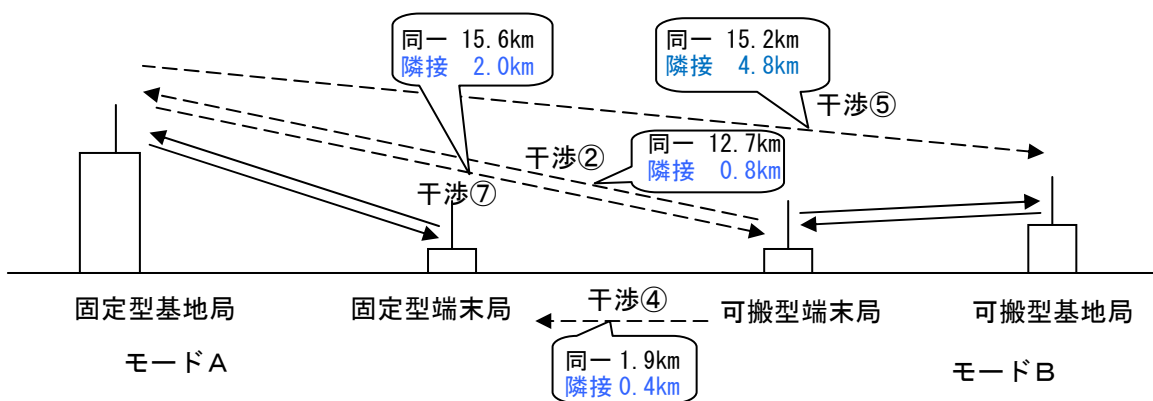
(a) 机上検討



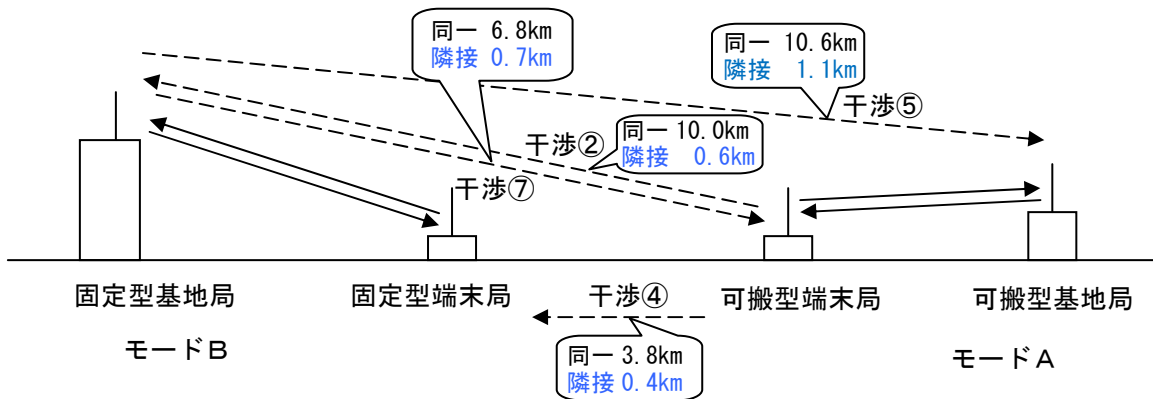
(b) ラボ試験 (モードA→モードB)



(c) ラボ試験 (モードB→モードA)



(d) フィールド試験 (モードA→モードB)



(e) フィールド試験 (モードB→モードA)

図4-43 異モード間干渉の離隔距離まとめ図 (同一チャンネル及び隣接チャンネル)

なお、①の可搬型基地局→固定型基地局は⑤の裏返しであり、伝搬経路が同じであることから①の推定値として⑤の値を使用した。同様に⑧についても④の値を使用した。これらの推定値は表4-95では斜体文字で示した。

このように2地点間の伝搬損失は周波数が同一である限り伝搬方向にかかわらず同じになる。これは、地点ごとのアンテナ高が異なっても伝搬路は受動回路であるためTDDにおいては上下回線チャンネルの伝搬特性は同一になるという特性（相反性）があるためである。なお、ラボ試験における隣接チャンネルの結果が伝搬方向によってわずかに違う場合があるが、これは、各装置の隣接チャンネル漏洩電力の実測値の違いを反映したものである。

ラボ試験においてはモードA→モードB、モードB→モードAで大きな差異がなかったこと、また、ラボ試験とフィールド試験の結果は同一の傾向を示し、基本的な考え方が正しいことが確認された。

これより、フィールド試験における②モードA可搬型端末局→モードB固定型基地局の離隔距離はイ（ア）bに示すとおり、フィールドの状態による変動と思われることから上記の結果にかかわらず10km程度であると考えるのが適当である。

同様に、⑤モードA固定型基地局→モードB可搬型基地局の場合もイ（イ）aに示すとおり、フィールドの状態による変動と思われることから10km程度であると考えるのが適当である。さらに、②と⑦は伝搬路が同じであることから⑦の結果は②の結果と同等の約10km程度と考えるのが適当である。

また、隣接チャンネルの離隔距離も同じように⑤モードA固定型基地局→モードB可搬型基地局の場合及び⑦モードA固定型基地局→モードB可搬型端末局の場合もイ（イ）bに示すとおり、フィールドの状態による変動と思われることからこれら結果の数値もそれぞれ1km程度と考えるのが適当である。

なお、③と⑥については全体的にみてラボ試験の値がフィールド試験の値に相似することから、ラボ試験の値をそれぞれフィールド試験の推定値とした。

(4) 固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリア

C/N 対スループット特性から公共ブロードバンド移動通信システムの無線設備規則にある伝送速度 500kbps が得られる伝搬距離を計算する。

なお、モードAは固定型として複数基地局ハンドオーバー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。

①ラボ試験

ア. 試験構成

試験構成概略図は、図4-44のとおりである。送信局装置と受信局装置の間にフェージングシミュレータ、AWGN 信号発生器を配置している。

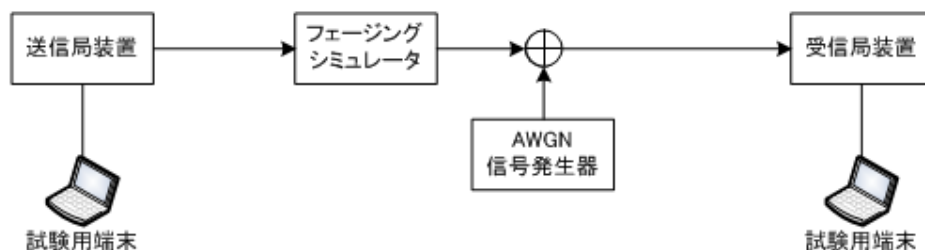


図4-44 試験構成概略図

イ. 試験内容

基地局及び端末局について、環境雑音相当の AWGN 及びフェージングを加えた状態で C/N 対 PER 特性及び C/N 対スループット特性を取得する。

C/N 対スループット特性は、UDP スループット及び TCP スループットを取得する。ただし、モードB (DL:UL=9:38)については、UL 重視の実用モデルであることを考慮し、表4-98に示す項目における UDP スループットのみ取得する。

【条件】

- ・ マルチパスチャネルモデルは、固定型基地局—固定型端末局の伝搬については公共 BB 実験②、可搬型基地局—可搬型端末局の伝搬については GSM Typical Urban モデルとする (表4-19)。
- ・ 移動速度は、80km/h とする。
- ・ 符号化変調方式は、QPSK1/2、QPSK3/4、16QAM1/2 及び 16QAM3/4 とする。
- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B : 郊外を適用する。

- UDP スループット測定時の実効スループットは、モードAとモードBの各々について表4-96及び表4-97のようになった。伝送レート設定値は実効スループットに近い値を用いる。
- UDP スループット（モードB-9:38）測定時の実効スループットは、表4-98のとおりである。

表4-96 UDP時実効スループット（モードA）

DL:UL 比=26:21、BW=5MHz、FFT=512、ユーザデータシンボル数（DL=22、UL=15）

通信方向	符号化変調方式	理論スループット [bps]	実効スループット [bps]	レート設定値 [kbps]
DL	QPSK 1/2	1,584,000	1,504,800	1,500
	QPSK 3/4	2,376,000	2,257,200	2,250
	16QAM 1/2	3,168,000	3,009,600	3,000
	16QAM 3/4	4,752,000	4,514,400	4,510
UL	QPSK 1/2	979,200	930,240	930
	QPSK 3/4	1,468,800	1,395,360	1,390
	16QAM 1/2	1,958,400	1,860,480	1,860
	16QAM 3/4	2,937,600	2,790,720	2,790

表4-97 UDP時実効スループット（モードB）

DL:UL 比=26:21、BW=5MHz、FFT=1024、ユーザデータシンボル数（DL=20、UL=18）

通信方向	符号化変調方式	理論スループット [bps]	実効スループット [bps]	レート設定値 [kbps]
DL	QPSK 1/2	1,440,000	1,296,000	1,290
	QPSK 3/4	2,160,000	1,944,000	1,940
	16QAM 1/2	2,880,000	2,592,000	2,590
	16QAM 3/4	4,320,000	3,888,000	3,880
UL	QPSK 1/2	1,008,000	907,000	889
	QPSK 3/4	1,512,000	1,360,800	1,360
	16QAM 1/2	2,016,000	1,814,400	1,810
	16QAM 3/4	3,024,000	2,721,600	2,720

注) 現在のモードB基地局装置及び端末局装置の無線データ処理部は、IPパケットを無線フレームに格納する処理に制約があり、入力されたIPパケットが無線フレームに最適に格納できない場合がある。このため、入力されるIPパケットの長さや無線フレームの関係によっては、スループットが低下してしまう。

今回のラボ試験及びフィールド試験では、入力されるIPパケットの長さや変調方式ごとに無線フレームに格納できるデータ長とから、可能な限り最適な条件を無線データ処理部に設定することで、ユーザデータのレート設定を理論スループットの90%とした。現在、上記処理の改善を行っており、改善された処理が実装された場合、ユーザデータのレート設定は理論スループット

トの 95%を達成できる見込みである。

表 4-98 実効スループット (モードB-9:38)

DL:UL 比=9:38、BW=5MHz、FFT=1024、ユーザデータシンボル数 (DL=4、UL=35)

通信方向	符号化変調方式	理論スループット [bps]	実効スループット [bps]	レート設定値 [kbps]
DL	QPSK 1/2	249,600	224,640	220
UL	QPSK 1/2	2,520,000	2,268,000	2,260
	QPSK 3/4	3,780,000	3,402,000	3,400
	16QAM 1/2	5,040,000	4,536,000	4,530
	16QAM 3/4	7,560,000	6,804,000	6,800

ウ. 試験結果

モードA及びモードBについて「イ. 試験内容」で示した条件にて試験を行った結果、C/N 対 PER 特性、C/N 対 UDP スループット特性及び C/N 対 TCP スループット特性はそれぞれ以下のデータとなった。

(ア) モードA

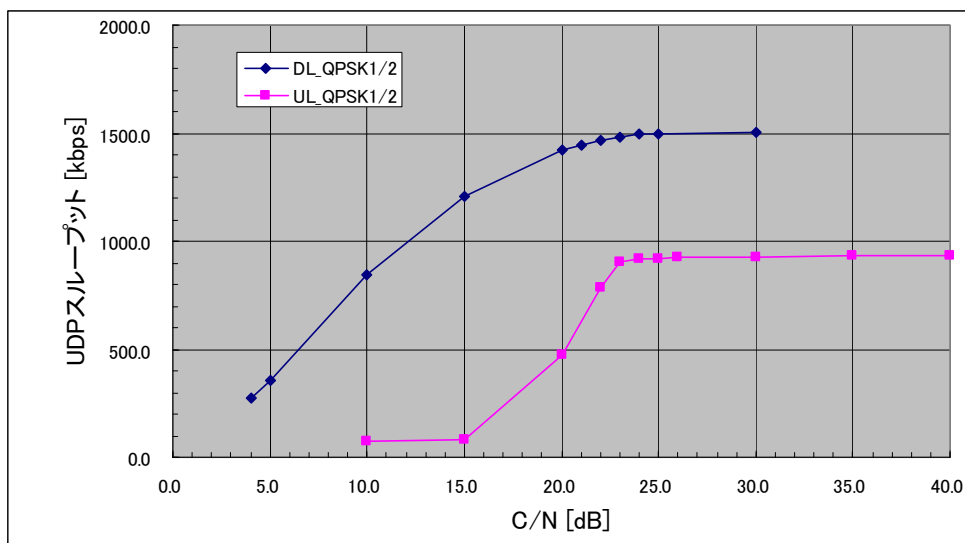
a. C/N 対 PER 特性

C/N 対 PER 特性は同一モード間干渉試験のラボ試験にて取得済みである。(図 4-21 を参照)。

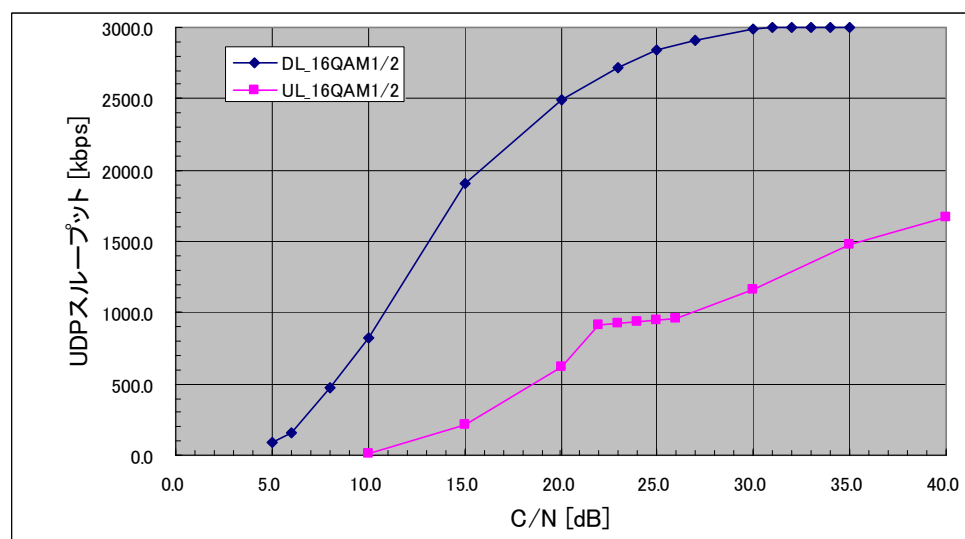
同一モード間干渉試験と同様に、QPSK3/4 及び 16QAM3/4 の変調方式については、以降の C/N 対スループット特性からは除外する。

b. C/N 対スループット特性

UL、DL の C/N 対 UDP スループット特性及び C/N 対 TCP スループット特性を測定した結果は、図 4-45 及び図 4-46 に示すとおりであった。500kbps のスループットを得られる所要 C/N は表 4-99 のとおりである。

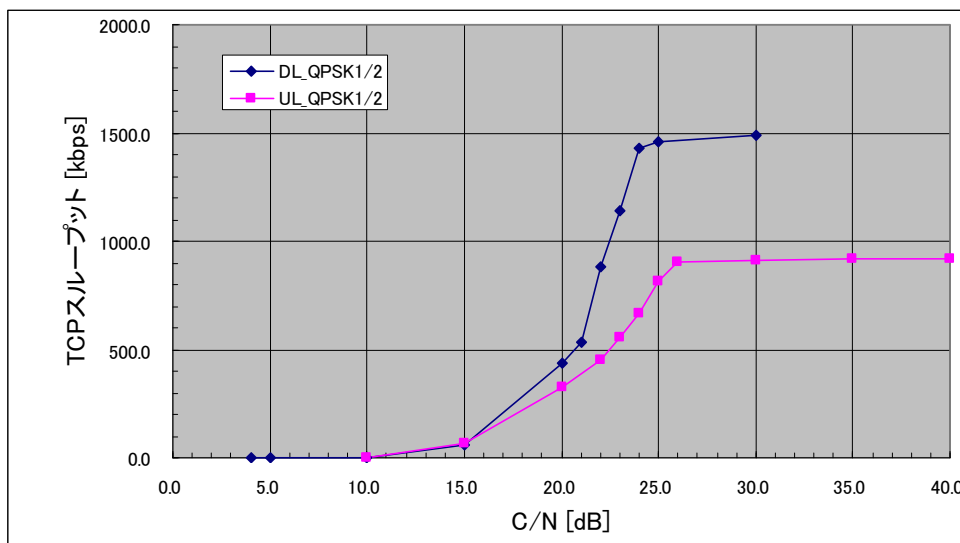


(a) QPSK1/2

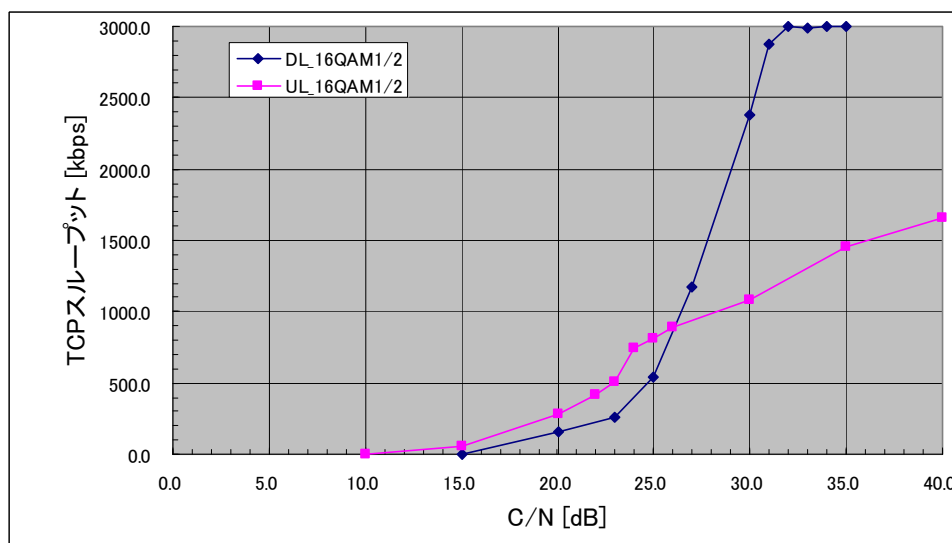


(b) 16QAM1/2

図4-45 C/N 対 UDP スループット特性 (モードA)



(a) QPSK1/2



(b) 16QAM1/2

図4-46 C/N 対 TCP スループット特性 (モードA)

表 4-99 所要 C/N (モード A) (UDP 及び TCP)

変調方式	伝送方式	C/N [dB]	
		DL	UL
QPSK1/2	UDP	7	21
16QAM1/2	UDP	8	19
QPSK1/2	TCP	21	23
16QAM1/2	TCP	25	23

c. 伝搬距離の計算

伝搬距離の計算に用いた条件は、下記のとおりである。

【条件】

- ・ 基地局及び端末局の諸元は、表 4-16 のとおりである。
- ・ 伝搬モデルは、フィールド試験実施場所に合わせて、拡張秦モデル（郊外）を適用する。
- ・ 所要 C/N は表 4-99 に基づく。
- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B : 郊外を適用する。

上記の条件を使用して下式（4.4 式）が成立する伝搬損失を計算した結果、伝送速度 500kbps を得られる伝搬距離は表 4-100 のとおりとなった。

$$\text{空中線電力} + G - \text{伝搬損失} = \text{環境雑音レベル} + \text{所要 C/N} \cdots 4.4 \text{ 式}$$

G = 送信局装置と受信局装置のアンテナ利得とケーブル損失の合計

表 4-100 伝搬距離 (モード A)

基地局種別 (モード)	伝送方向	変調方式	伝送方式	伝搬距離 [km]
固定型(A)	UL	QPSK1/2	UDP	1.626
			TCP	1.427
		16QAM1/2	UDP	1.853
			TCP	1.427
	DL	QPSK1/2	UDP	4.061
			TCP	1.626
		16QAM1/2	UDP	3.804
			TCP	1.252

(イ) モードB

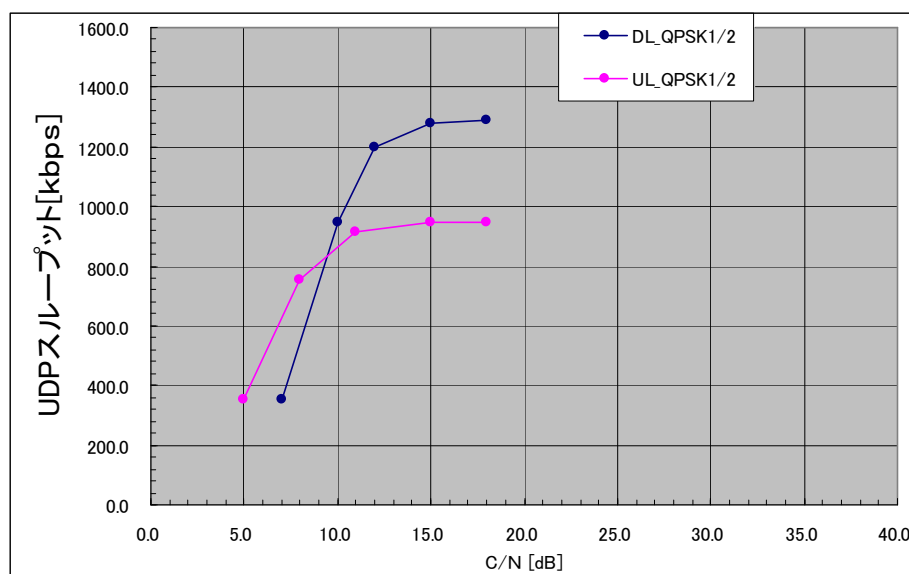
a. C/N 対 PER 特性

C/N 対 PER 特性は同一モード間干渉試験のラボ試験にて取得済みである。(図 4-25 を参照)。

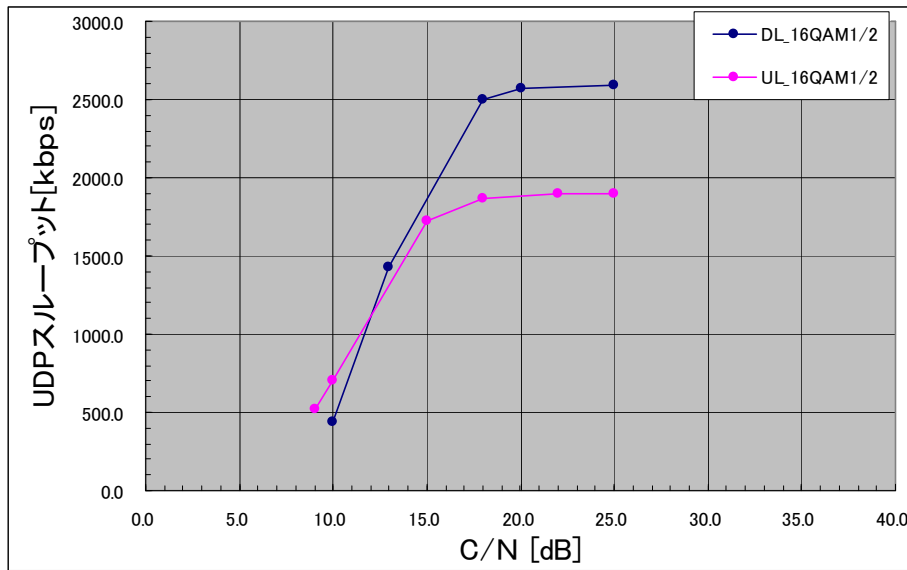
同一モード間干渉試験と同様に、QPSK3/4 及び 16QAM3/4 の変調方式については、以降の C/N 対スループット特性からは除外する。

b. C/N 対スループット特性

UL、DL の C/N 対 UDP スループット特性及び C/N 対 TCP スループット特性を測定した結果は、図 4-47 及び図 4-48 に示すとおりであった。500kbps のスループットを得られる所要 C/N は表 4-101 のとおりである。

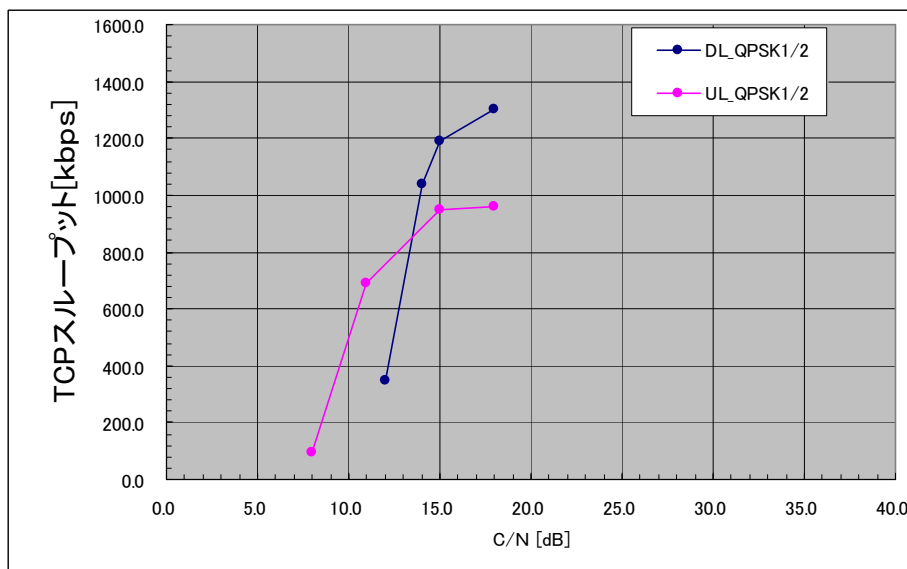


(a) QPSK1/2

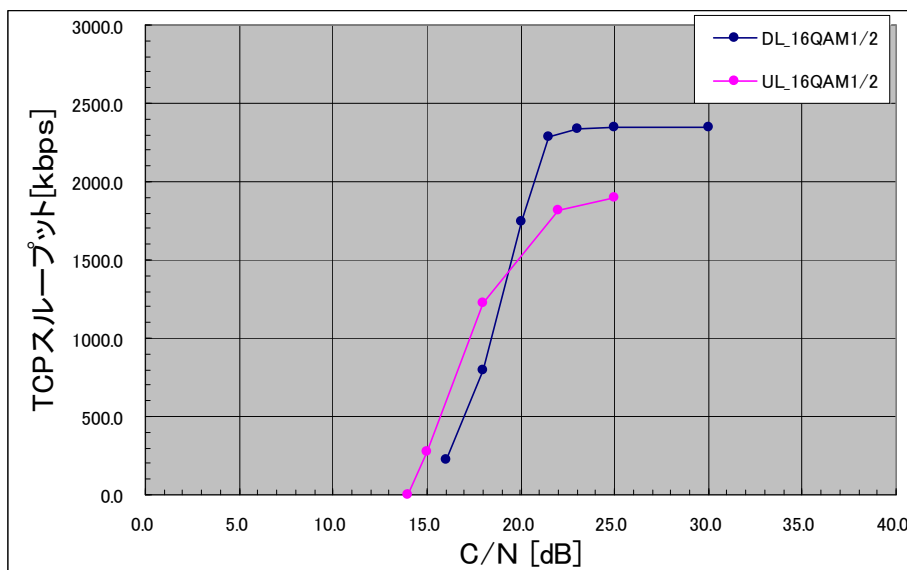


(b) 16QAM1/2

図 4-47 C/N 対 UDP スループット特性 (モード B)



(a) QPSK1/2



(b) 16QAM1/2

図 4-48 C/N 対 TCP スループット特性 (モード B)

表 4-101 所要 C/N (モード B) (UDP 及び TCP)

変調方式	伝送方式	C/N [dB]	
		DL	UL
QPSK 1/2	UDP	8	6
16QAM 1/2	UDP	10	9
QPSK 1/2	TCP	12	10
16QAM 1/2	TCP	17	16

また、参考として、DL:UL=9:38 の場合の、スタティック（状況が変化しない状態）における C/N 対 PER 特性及び C/N 対 UDP スループット特性を図 4-49 及び図 4-50 に示す。500kbps のスループットを得られる所要 C/N（UDP のみ）は表 4-102 のとおりである。

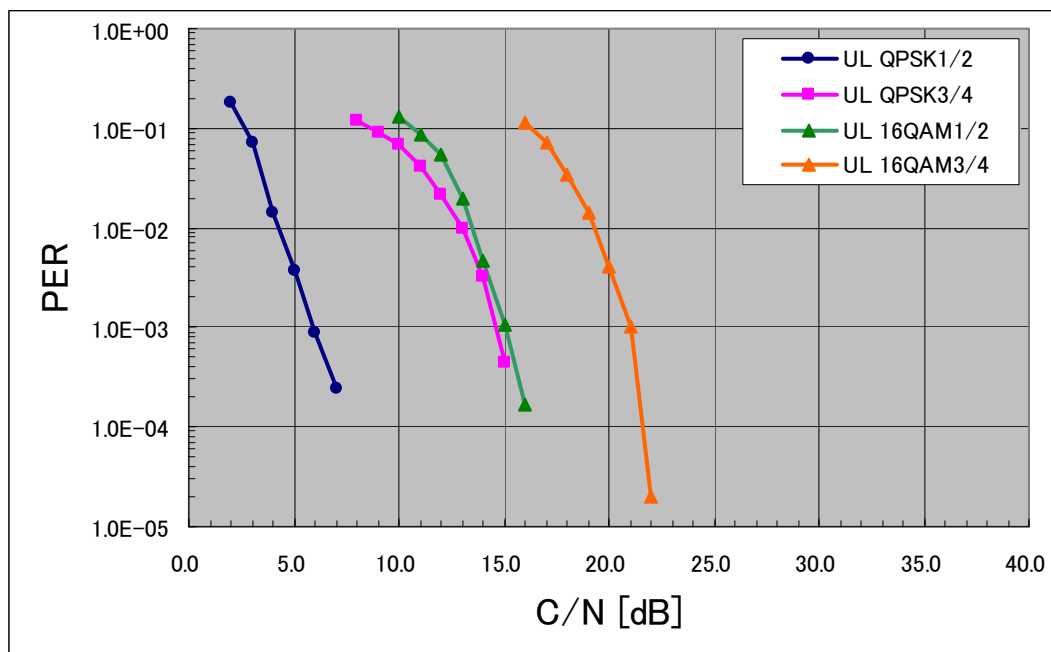


図 4-49 C/N 対 PER スタティック（モード B-9:38）

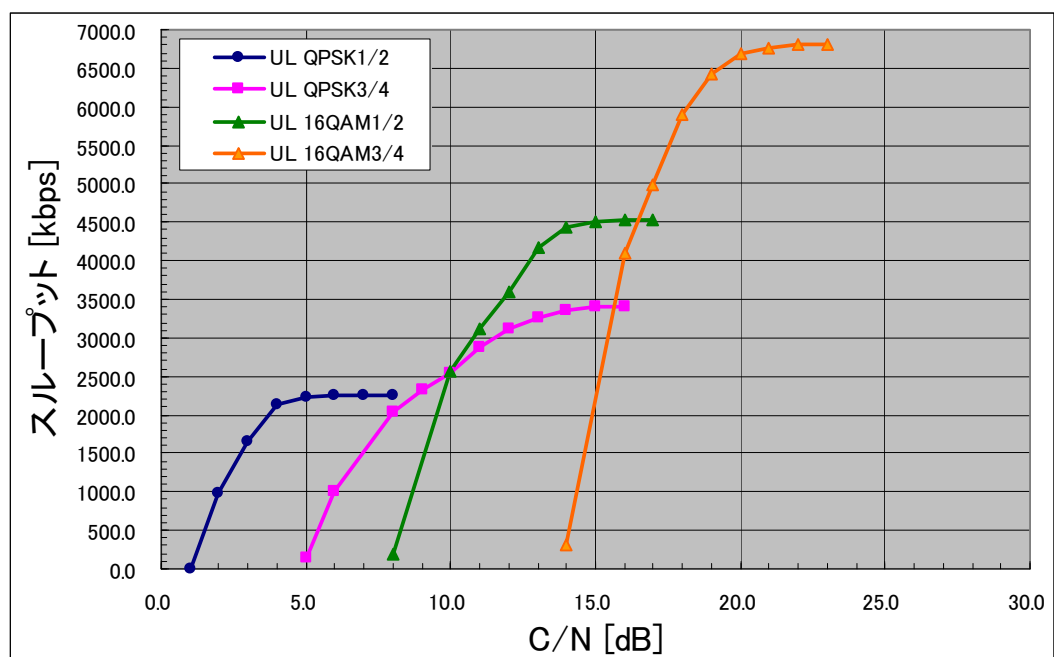


図 4-50 C/N 対 UDP スループット特性 スタティック（モード B-9:38）

表4-102 所要 C/N(モードB-9:38) UDP

変調方式	C/N [dB]
	UL
QPSK1/2	1.5
QPSK3/4	5.5
16QAM1/2	8.5
16QAM3/4	14.5

c. 伝搬距離の計算

伝搬距離の計算に用いた条件は、下記のとおりである。

【条件】

- ・ 基地局及び端末局の諸元は、表4-16のとおりである。
- ・ 伝搬モデルは、フィールド試験実施場所に合わせて、拡張秦モデル（郊外）を適用する。
- ・ 所要 C/N は表4-101及び表4-102に基づく。
- ・ 環境雑音レベルは、ITU-R 勧告 P.372 の curve B : 郊外を適用する。

上記の条件を使用して4.4式（P.107参照）が成立する伝搬損失を計算した結果、伝送速度500kbpsを得られる伝搬距離は表4-103及び表4-104のとおりとなった。

表4-103 伝搬距離（モードB-26:21）

基地局種別 (モード)	伝送方向	変調方式	伝送方式	伝搬距離 [km]
可搬型(B)	UL	QPSK1/2	UDP	2.467
			TCP	1.899
		16QAM1/2	UDP	2.027
			TCP	1.283
	DL	QPSK1/2	UDP	2.164
			TCP	1.666
		16QAM1/2	UDP	1.899
			TCP	1.202

表 4-104 伝搬距離 (モードB-9:38)

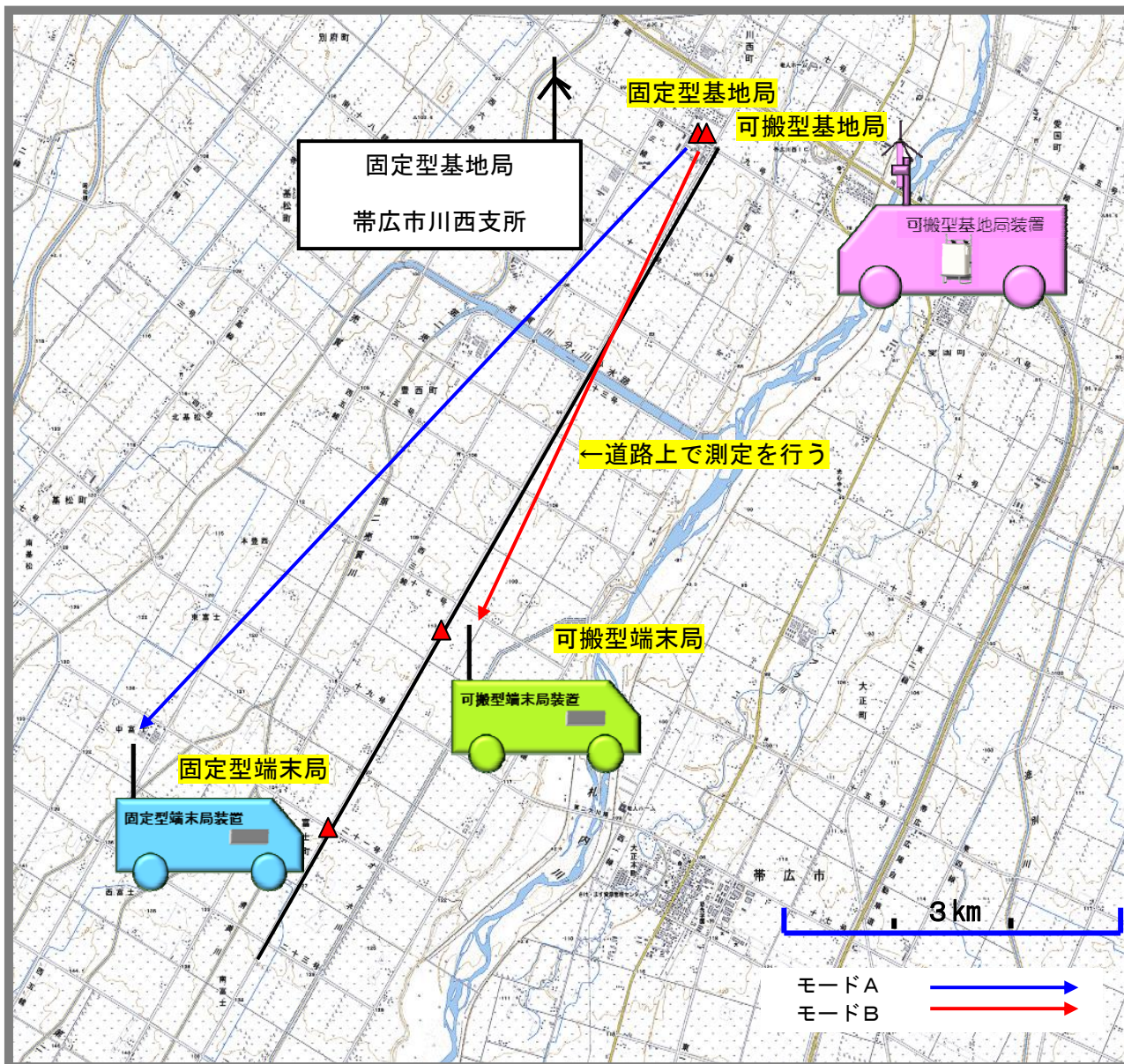
基地局種別 (モード)	アンテナ高 [m]	伝送方向	変調方式	伝送方式	伝搬距離 [km]
可搬型(B)	13.5	UL	QPSK1/2	UDP	5.818
			QPSK3/4		4.479
			16QAM1/2		3.682
			16QAM3/4		2.487
	5	UL	QPSK1/2	UDP	3.310
			QPSK3/4		2.548
			16QAM1/2		2.095
			16QAM3/4		1.415

なお、図4-50によると UL の UDP は変調方式 16QAM3/4 で 6.8Mbps の最大スループットが得られる。このときの伝搬距離はアンテナ高 13.5m の場合で 1.523km と計算される。

②フィールド試験

ア. 試験構成

伝搬距離試験測定概略は、図4-51のとおりである。



※この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

図4-51 伝搬距離試験測定概略図

イ. 試験内容

固定型基地局（モードA）又は可搬型基地局（モードB）と端末局との間の伝搬距離を変えてスループット、PER等を測定した。この試験では変調方式・符号化はQPSK1/2及び16QAM1/2の2通りを測定した。（モードB装置は、DL/UL比=9:38、最大スループットを得られる符号化16QAM3/4のUL測定も行った。）

ウ. 試験結果

(ア) モードA

DL/UL、変調方式・符号化ごとの各試験結果は、表4-105から表4-108のとおりとなった。伝搬距離とTCPスループットの関係を図4-52及び図4-53に示す。

表4-105からDL QPSK1/2では500kbpsのTCPスループットを得られる伝搬距離は9.949km、表4-106からUL QPSK1/2では4.940kmとなった。

同様に、表4-107からDL 16QAM1/2では5.341km、表4-108からUL 16QAM1/2では4.525kmとなった。

表4-105 モードA DL QPSK1/2 エリア試験結果(固定型基地局-アンテナ高13.5m)

番号	スループット[kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離[km]	RSSI [dBm]
	UDP	TCP		緯度	経度	緯度	経度		
①	1500	1490	0.0E+00	42.51.00.6	143.09.51.7	42.49.06.9	143.08.33.9	3.930	-78.00
②	1500	1490	0.0E+00			42.48.51.6	143.08.22.0	4.474	-71.00
③	1500	1300	0.0E+00			42.48.40.2	143.08.13.9	4.871	-73.50
④	1480	1290	9.5E-03			42.48.38.4	143.08.12.0	4.940	-78.00
⑤	1470	1080	1.5E-02			42.47.51.8	143.07.34.7	6.607	-83.50
⑥	1470	1060	1.5E-02			42.47.04.8	143.06.57.0	8.290	-88.25
⑦	1470	862	1.8E-02			42.46.18.5	143.06.19.9	9.949	-87.50

表4-106 モードA UL QPSK1/2 エリア試験結果(固定型基地局-アンテナ高13.5m)

番号	スループット[kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離[km]	RSSI [dBm]
	UDP	TCP		緯度	経度	緯度	経度		
①	928	928	0.0E+00	42.51.00.6	143.08.33.9	42.49.06.9	143.08.33.9	3.930	-91.00
②	919	915	1.0E-02			42.48.51.6	143.08.22.0	4.474	-91.00
③	926	916	0.2E-02			42.48.40.2	143.08.13.9	4.871	-91.00
④	808	768	1.2E-01			42.48.38.4	143.08.12.0	4.940	-91.00
⑤	370	398	6.0E-01			42.47.51.8	143.07.34.7	6.607	-92.00
⑥	145	143	8.4E-01			42.47.04.8	143.06.57.0	8.290	-90.00
⑦	145	129	8.4E-01			42.46.18.5	143.06.19.9	9.949	-92.00

表4-107 モードA DL 16QAM1/2 エリア試験結果(固定型基地局-アンテナ高13.5m)

番号	スループット[kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離[km]	RSSI [dBm]
	UDP	TCP		緯度	経度	緯度	経度		
①	2990	2450	5.7E-03	42.51.00.6	143.09.51.7	42.49.07.5	143.09.23.7	1.760	-63.25
②	3000	3080	0.0E+00			42.48.50.5	143.08.13.8	2.168	-68.75
③	2960	1570	1.1E-02			42.48.50.0	143.08.21.3	4.525	-74.50
④	2770	831	7.7E-02			42.48.27.2	143.08.03.0	5.341	-82.00
⑤	632	194	7.9E-01			42.48.24.2	143.08.00.7	5.447	-83.75

表4-108 モードA UL 16QAM1/2 エリア試験結果(固定型基地局-アンテナ高13.5m)

番号	スループット[kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離[km]	RSSI [dBm]
	UDP	TCP		緯度	経度	緯度	経度		
①	1860	1860	0.0E+00	42.51.00.6	143.09.51.7	42.50.07.5	143.09.23.7	1.760	-87.00
②	1780	962	2.7E-02			42.49.56.2	143.09.13.8	2.168	-87.00
③	930	920	5.0E-01			42.48.50.0	143.08.21.3	4.525	-85.00
④	114	119	9.4E-01			42.48.27.2	143.08.03.0	5.341	-85.00
⑤	144	132	9.2E-01			42.48.24.2	143.08.00.7	5.447	-87.00

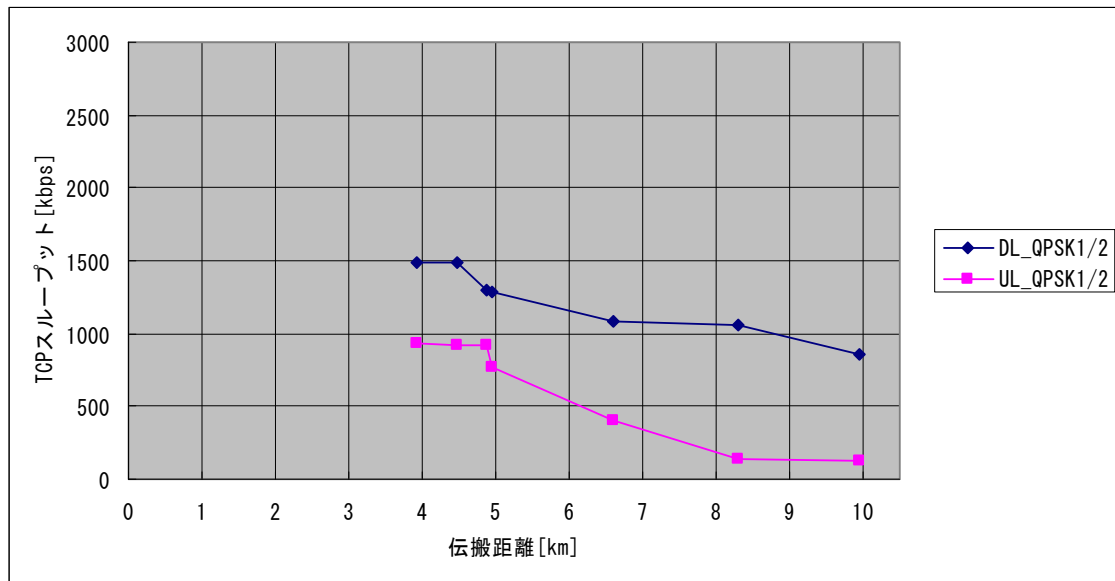


図 4-52 モード A 伝搬距離測定データ (QPSK1/2)

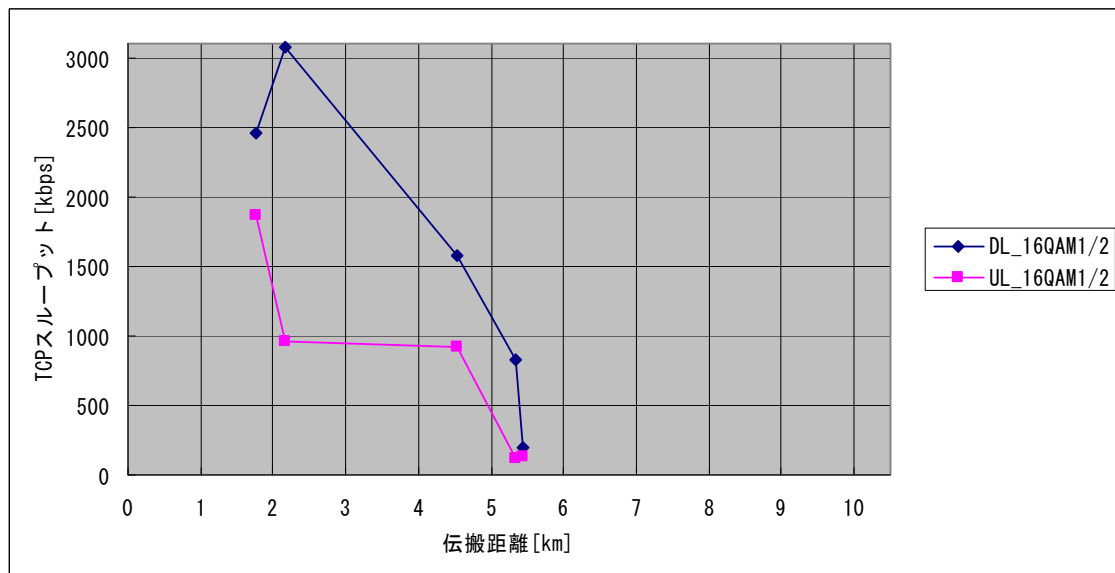


図 4-53 モード A 伝搬距離測定データ (16QAM1/2)

(イ) モードB

a. DL/UL 比 26:21

DL/UL、変調方式・符号化ごとの各試験結果は、表4-109から表4-112のとおりとなった。伝搬距離とTCPスループットの関係を図4-54及び図4-55に示す。

表4-109からDL QPSK1/2では500kbpsのTCPスループットを得られる伝搬距離は2.447km、表4-110からUL QPSK1/2では2.149kmとなった。

同様に、表4-111からDL 16QAM1/2では1.231km、表4-112からUL 16QAM1/2では1.231kmとなった。

表4-109 モードB DL QPSK1/2 エリア試験結果(可搬型基地局-アンテナ高5m)

番号	スループット[kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離[km]	RSSI [dBm]
	UDP	TCP		緯度	経度	緯度	経度		
①	1290	1310	0.0E+00	42.50.50.7	143.10.07.8	42.50.00.9	143.09.39.8	1.666	-61
②	1290	1240	3.7E-03			42.49.55.0	143.09.35.1	1.875	-71
③	1280	1230	4.7E-03			42.49.39.0	143.09.22.1	2.447	-75
④	1240	-	3.5E-02			42.49.29.7	143.09.14.7	2.779	-77

表4-110 モードB UL QPSK1/2 エリア試験結果(可搬型基地局-アンテナ高5m)

番号	スループット[kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離[km]	RSSI [dBm]
	UDP	TCP		緯度	経度	緯度	経度		
①	882	852	7.5E-03	42.50.59.5	143.09.53.6	42.50.17.4	143.09.31.6	1.394	-63
②	889	903	3.4E-04			42.49.56.4	143.09.13.9	2.149	-65
③	621	-	2.9E-02			42.49.23.4	143.08.48.3	3.320	-76
④	819	322	7.9E-02			42.48.58.2	143.08.27.8	4.225	-80

表4-111 モードB DL 16QAM1/2 エリア試験結果(可搬型基地局-アンテナ高5m)

番号	スループット[kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離[km]	RSSI [dBm]
	UDP	TCP		緯度	経度	緯度	経度		
①	2590	2520	1.5E-03	42.50.59.5	143.09.53.6	42.50.25.4	143.09.38.0	1.112	-57
②	2560	1850	6.5E-03			42.50.22.0	143.09.35.4	1.231	-63
③	-	-	-			42.50.17.4	143.09.31.6	1.394	-65
④	-	-	-			42.49.56.4	143.09.13.9	2.149	-72

表4-112 モードB UL 16QAM1/2 エリア試験結果(可搬型基地局-アンテナ高5m)

番号	スループット[kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離[km]	RSSI [dBm]
	UDP	TCP		緯度	経度	緯度	経度		
①	1810	1830	0.0E+00	42.50.59.5	143.09.53.6	42.50.25.4	143.09.38.0	1.112	-58
②	1810	1780	3.3E-04			42.50.22.0	143.09.35.4	1.231	-65
③	-	-	-			42.50.17.4	143.09.31.6	1.394	-
④	658	354	6.3E-01			42.49.56.4	143.09.13.9	2.149	-72

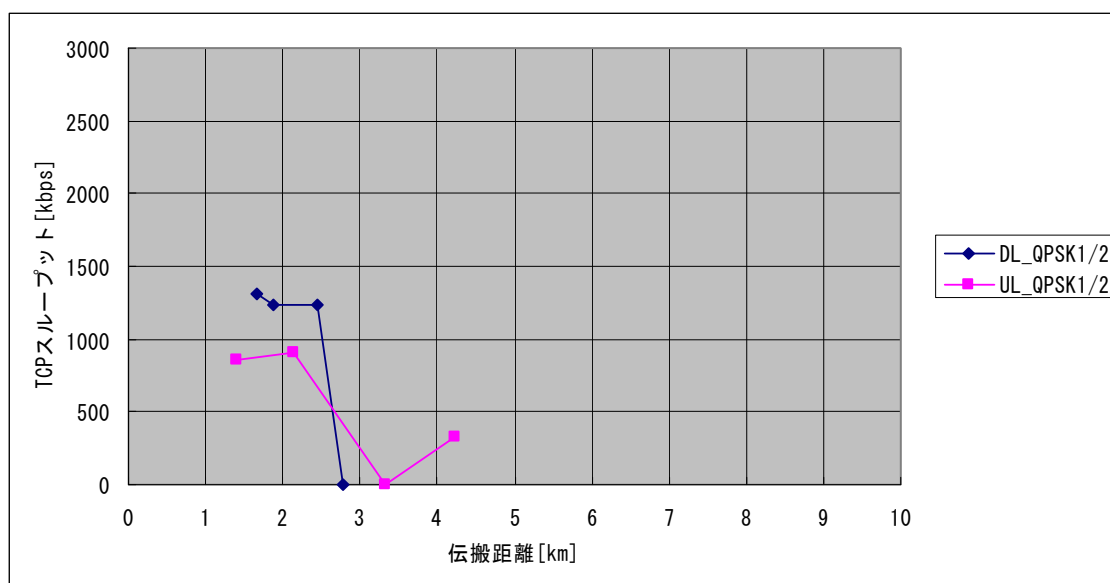


図4-54 モードB 伝搬距離測定データ (QPSK1/2)

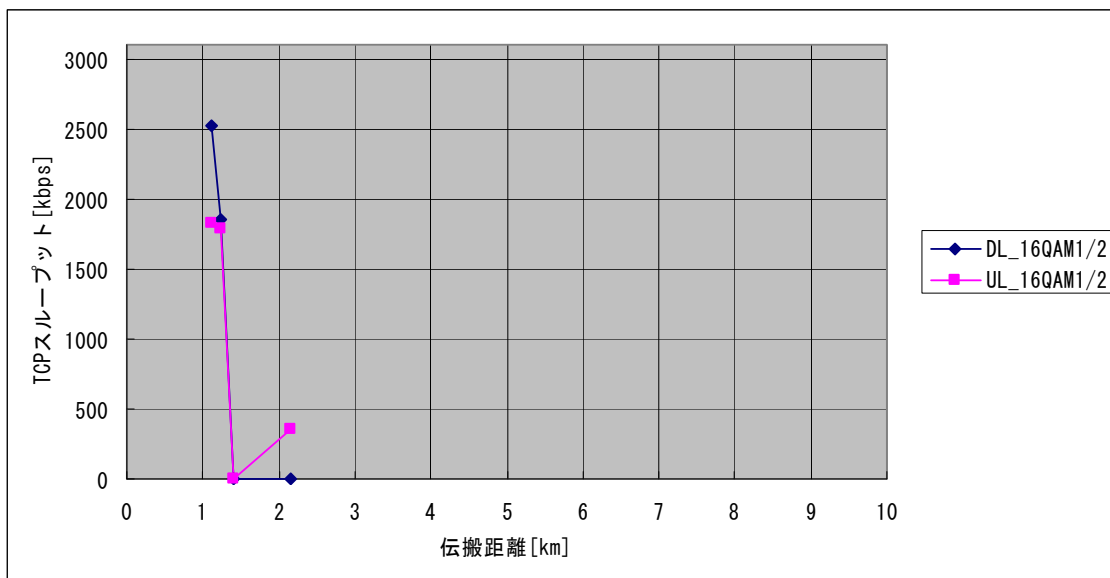


図 4-55 モードB 伝搬距離測定データ (16QAM1/2)

b. DL/UL 比 9:38

16QAM3/4 の UL の試験結果は、表 4-113 のとおりであった。(アンテナ高は 13.5m で実施した。) 伝搬距離と UDP スループットの関係を図 4-56 に示す。

この試験は、参考のため DL/UL 比を UL が最大になるように設定し最大のスループットを得られる距離を求めるものである。

表 4-113 から $PER=1 \times 10^{-3}$ 以下の最大のスループットとして、6800kbps の UDP スループットが 0.731km の伝搬距離で得られた。

表 4-113 モードB UL 16QAM3/4 エリア試験結果(可搬型基地局-アンテナ高 13.5m)

番号	スループット [kbps]		PER	基地局座標		端末局座標		伝搬距離 [km]	RSSI [dBm]
	UDP	--		緯度	経度	緯度	経度		
①	6800	--	7.3E-04	42.50.59.5	143.09.53.6	42.50.36.4	143.09.46.8	0.731	-50
②	3160	--	5.4E-01			42.50.25.4	143.09.38.0	1.112	-57
③	666	--	2.1E-02			42.50.19.6	143.09.33.5	1.315	-68

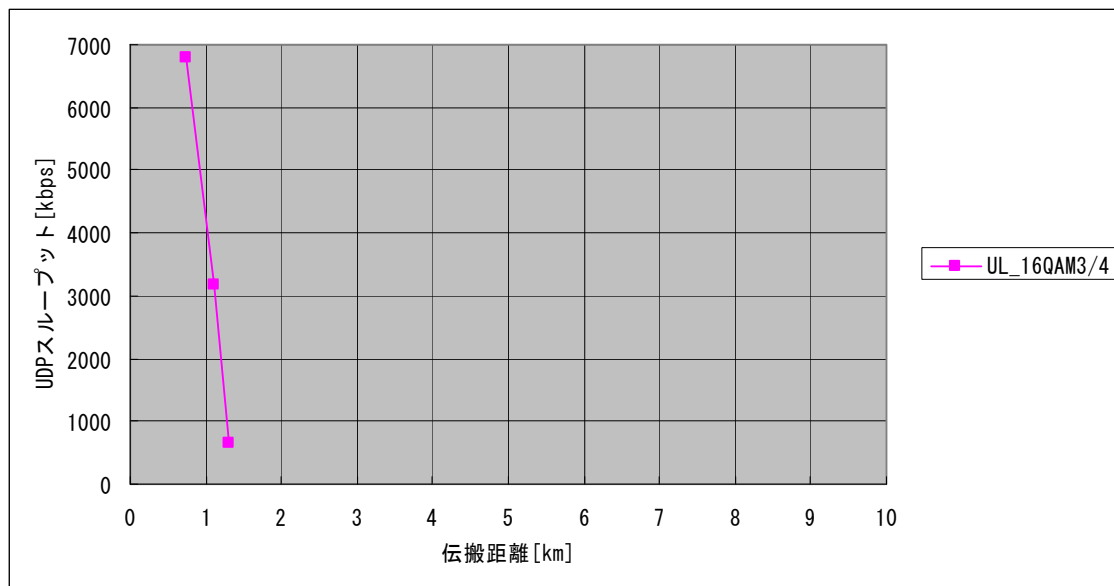


図 4-56 モードB 伝搬距離測定データ (16QAM3/4)

③ 考察

ア. ラボ試験とフィールド試験の比較

UDP によるスループットの測定結果は、送信レートに対して誤りが発生していないパケットの受信レートを示している。このため、UDP スループット測定結果が公共ブロードバンド移動通信システムの無線設備規則にある 500kbps 以上であっても、パケットロスが多いところでは、データの品質が十分に保たれない。

そこで、伝搬距離のスループット測定結果の比較は、データの品質が完全に保たれる TCP スループットの測定結果が伝送速度 500kbps 以上を満たす伝搬距離を比較することとする。

ただし、TCP によるスループット測定は、TCP のウィンドウサイズや再送アルゴリズムに依存し、測定結果が変化することに注意する必要がある。

(ア) モード A

モード A は、固定型基地局-固定型端末局の通信を想定して実証試験を行った。

TCP スループット 500kbps 以上の伝搬距離（固定型基地局-アンテナ高 13.5m）は、表 4-114 のとおりである。表からわかるように、ラボ試験よりもフィールド試験の方が伝搬距離が長くなっている。その要因として以下のことがあげられる。

- (1) ラボ試験で行ったマルチパスチャネルモデルが実フィールドよりも悪条件であるため、ラボ試験のスループットが小さくなる。
- (2) 伝搬距離計算において使用した伝搬モデルが拡張秦モデルの郊外であったが、実フィールドは郊外より開放地に近く、伝搬距離が伸びる。
- (3) 環境雑音レベルを ITU-R 勧告 P.372 の curveB（郊外）としたが、実フィールドでは環境雑音がそれよりも小さかったため伝搬距離が伸びる。

表 4-114 モード A TCP スループット 500kbps 以上の伝搬距離

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

(イ) モードB

モードBは、可搬型基地局-可搬型端末局の通信を想定して実証試験を行った。

TCP スループット 500kbps 以上の伝搬距離（可搬型基地局-アンテナ高 5m）は、表4-115のとおりである。

フィールド試験の結果をモードAと比較すると、モードBの可搬型基地局のアンテナ高が 5m と低いために伝搬距離は短くなっている。

一方、ラボ試験の結果を比較すると、アンテナ高が低いにもかかわらず伝搬距離はほぼ同じ値となっている。これは、マルチパスチャネルモデルが GSM Typical Urban であるため所要 C/N が低く、伝搬距離が伸びたためであると考えられる。

また、モードBのラボ試験とフィールド試験の結果を比較すると、同様もしくはフィールド試験の方が伝搬距離が長くなっている。この要因として以下が考えられる。

- (1) ラボ試験で行ったマルチパスチャネルモデルが実フィールドよりも悪条件であるため、ラボ試験のスループットが小さくなる。
- (2) 伝搬距離計算において使用した伝搬モデルが拡張秦モデルの郊外であったが、実フィールドは郊外より開放地に近く、伝搬距離が伸びる。
- (3) 環境雑音レベルを ITU-R 勧告 P.372 の curveB（郊外）としたが、実フィールドでは環境雑音がそれよりも小さかったため伝搬距離が伸びる。

表4-115 モードB TCP スループット 500kbps 以上の伝搬距離

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】 DL/UL 比 9:38 のケースでは、フィールド試験の 16QAM3/4 において、UDP にて最大 6.8Mbps のスループットを得られる伝搬距離は、アンテナ高 13.5m のとき 0.731km であった。

なお、ラボ試験では、UL 16QAM3/4 において UDP にて最大スループット 6.8Mbps、伝搬距離 1.523km が得られた。したがって、ラボ試験に比較してフィールド試験の方が距離が短くなった。

イ. サービスエリアについていえること

固定型及び可搬型システムにおけるサービスエリアについて表4-116にまとめた。

表4-116 サービスエリア

基地局種別 (モード)	変調方式	伝送方向	サービスエリア [km]	
			ラボ試験	フィールド試験
固定型 (A)	QPSK1/2	DL	1.6	9.9
		UL	1.4	4.9
	16QAM1/2	DL	1.3	5.3
		UL	1.4	4.5
可搬型 (B)	QPSK1/2	DL	1.7	2.4
		UL	1.9	2.1
	16QAM1/2	DL	1.2	1.2
		UL	1.3	1.2

※数字は下1桁目までで四捨五入したもの

アンテナ高や変調方式などにより伝搬距離は変わるが、今回のフィールド試験ではTCPプロトコルによるスループット500kbpsの伝送がDLで最大9.9km、ULで最大4.9kmの範囲で可能なことを確認した。

このULとDLの伝搬距離の違いの要因として、ULとDLの所要C/Nの違いや移動中のC/Nの変動によりULのスループットが絞られる可能性があることが考えられる。

なお、フィールドでは全地点を隈なく測定してはいないため、得られた伝搬距離はおおよそその値を示すものである。

【参考】 モードBは、災害対策本部等へのULトラフィックを大幅に優先する利用シーンでの運用が可能である。ここでは補足評価として、DL/UL比を9:38に設定した場合の最大トラフィックでのサービスエリアについて測定した。

その結果、6.8Mbpsの伝送容量で約0.7kmの伝送が可能であったが、ラボ試験ではスタティックの場合の所要C/Nで計算して、約1.5kmという結果であった。この違いは実際のフィールドの特性が静特性ではなく、マルチパス等の影響下にあるためと考えられる。

第5章 公共ブロードバンド移動通信システムの導入に向けて

5-1 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ンネルを使用するときの条件等

本調査検討における調査検討項目に関し、実証試験を通じて検証された事項をまとめると次のとおりである。

(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

今回の実証試験では、公共ブロードバンド移動通信システムの2つの基地局間のハンドオーバーを検証した(※)。その結果、基地局間のハンドオーバーが100%成功することをフィールドにおいても実証することができた。

※ ただし、これは、固定型として複数基地局ハンドオーバー等の機能を有するモードAの規格(=表3-2のモード1のFFTサイズ512のもの)における結果である。

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、スループット優先であれば周波数切替方式、チャンネル数優先(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である。

(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

固定型システムと可搬型システムを近接して使用する場合は、伝搬損失及び環境雑音レベルが、使用する地域の環境(地形、建物、雑音源等)の影響により異なってくる。したがって、一概にはいえないが、今回帯広において行った実証試験結果においては、同一モードでは、図5-1に示す離隔距離を設けることが必要である結果が得られた。

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と考える。

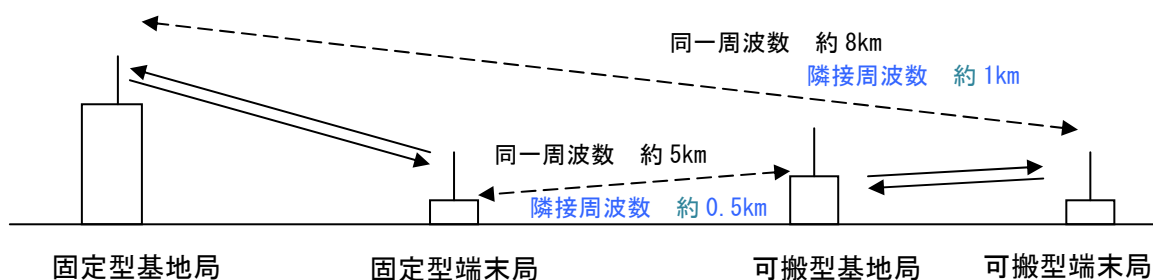


図5-1 同一モードを使用する場合の離隔距離

(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

固定型システムと可搬型システムを近接して使用する場合の離隔距離は、伝搬損失及び環境雑音レベルが、使用する地域の環境（地形、建物、雑音源等）の影響により異なってくる。したがって、一概にはいえないが、今回帯広において行った実証試験結果においては、異モードでは図5-2に示す離隔距離を設けることが必要である結果が得られた。

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と考える。

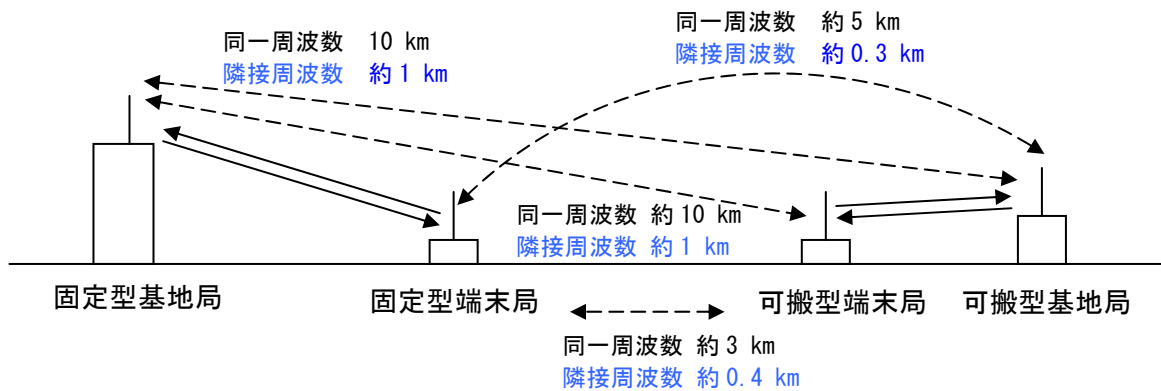


図5-2 異モードを使用する場合の離隔距離

(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

サービスエリアは、伝搬損失及び環境雑音レベルが使用する地域の環境（地形、建物、雑音源等）の影響により異なってくる。したがって、一概にはいえないが、今回帯広において行った実証試験結果においては、モードA（固定型）では最大で4.9km程度、モードB（可搬型）では最大で2.1km程度となる結果が得られた（図5-3参照）。ただし、これは、TCPのスループットが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、これより広い（又は狭い）地域での利用となる場合もある。

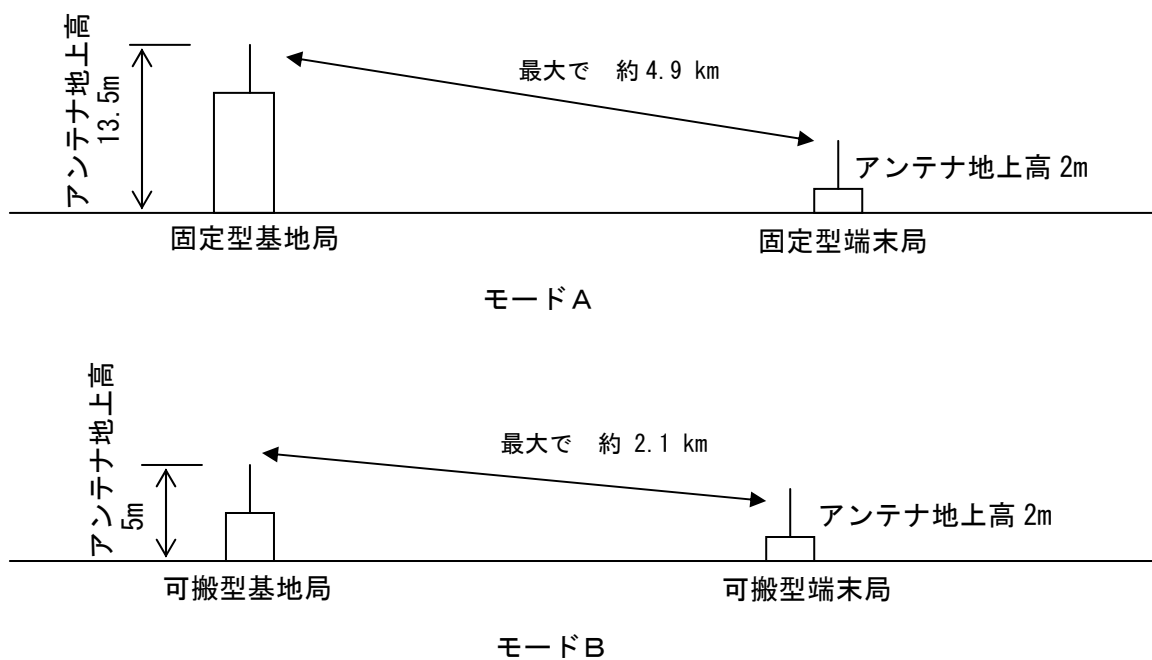


図5-3 サービスエリアの範囲

5-1 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

なお、モードB（可搬型）において、ULを重視しDL/UL比を9:38、変調方式16QAM3/4とし、UL最大スループット6.8MbpsのUDPデータ伝搬を行った場合の伝搬距離は、フィールドでの実績として0.7km程度となる結果が得られた（図5-4参照）。

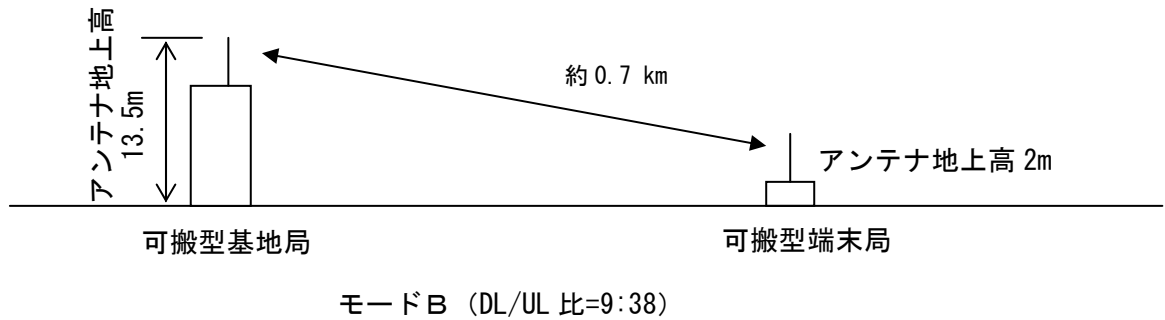


図5-4 モードBのUL重視方式の伝搬距離例（参考）

5-2 モードAとモードBの特徴について

モードAとモードBは、ともに可搬型（＝自律通信モード）の規格ではあるものの、その仕様から、表5-1のような特徴が認められる。

表5-1 モードAとモードBの特徴

項目	モードA	モードB
送受信周期	5 msec	10 msec
許容される遅延波到来時間	11 μ sec（希望波と遅延波の最大経路差は約 3.3km）	22 μ sec（希望波と遅延波の最大経路差は約 6.6km）
長距離伝送	Δ UL・DL 信号の切替の隙間がモードBに比較して短いため長距離伝送に不利。	\circ UL・DL 信号の切替の隙間がモードAより長く長距離伝送に有利。
低遅延伝送	\circ 送受信周期が 5msec のため 5msec の倍数の遅延量で済む。	Δ 送受信周期が 10msec のため、最低 10msec の倍数の遅延量が必要となり、遅延量はモードAより一般的に大きくなる。
ハンドオーバ機能	\circ ハンドオーバ機能を有し、複数基地局を連携し、一つの通信システムとして働かせることが可能。	Δ 現時点ではハンドオーバ機能は有していない（将来的には実装可能）。
UL/DL 通信容量比	Δ UL/DL 均等～DL 容量大の範囲で容量比を設定可能。	\circ 利用シーンに応じて UL/DL 容量比を設定可能。 \circ 特に UL 容量を多く必要とするときモードAに比べて有利。
IP ネットワークとの整合性及び相互接続性	\circ MobileWiMAX 向け LSI や上位ネットワーク機器の適用が可能であり、機器コストの低廉化が期待できる。 \circ セキュリティ・プロトコル等の相互接続性が MobileWiMAX の相互試験等の規格で確保される。	\circ IP ネットワークとの接続が可能。 \circ 将来的には多様なセキュリティ（暗号方式ほか）に柔軟に対応が可能。 \circ 相互接続試験については、ARIB 規格等で、順次規定する方向。
推奨される運用形態	\circ 市販 LSI 活用により固定型システムの構築が容易。	\circ マルチパスが多く発生する環境が想定される土地での運用に有利。 \circ UL/DL の容量比を必要に応じて変更が可能。

これらから、モードAは、

- ・複数基地局による広域展開が要求されるアプリケーションへの転用が可能
- ・IEEE802.16 規格から派生した MobileWiMAX 仕様をベースとしているため、これらのネットワークを含めたサービス展開における実績のある資産の活用が可能

また、モードBは、

- ・許容される遅延波到来時間が大きいため、山間部又は都市部のようなマルチパスが多く発生する環境での使用に有利
- ・信号切替時間が長いため、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

といえる。

5-3 実証試験において発生した雑音と今後の対応

(1) 発生した雑音(バースト性の比較的狭帯域な雑音)

本調査検討においては、5-1及び5-2のとおり成果を得ることができたが、実証試験を行っている最中、特にコミセンの場所において、バースト性の非常に強力な雑音が再三観測された。(図5-5参照)

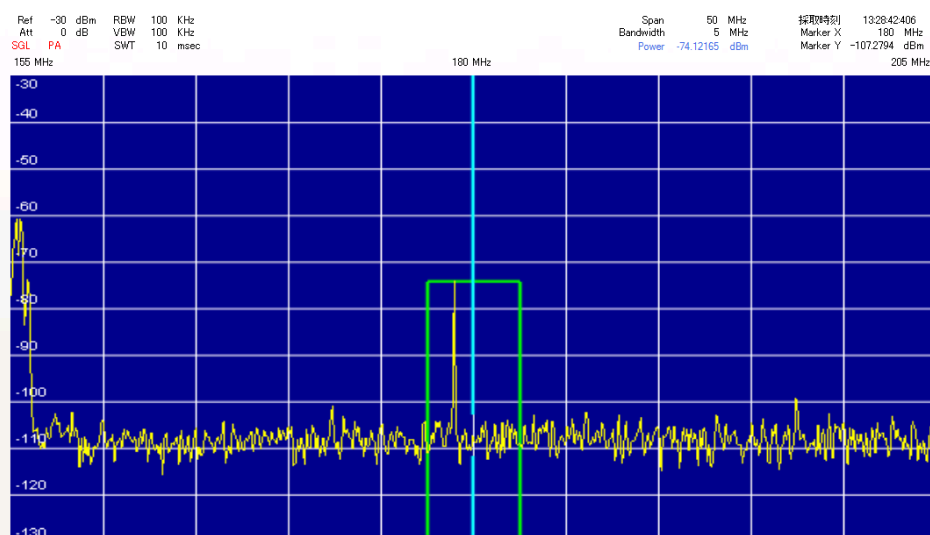


図5-5 コミセンにおけるバースト性の比較的狭帯域な雑音測定例(-74.1dBm/5MHz)

この雑音は、実証試験を行っている間、常時発生が確認されていたものではなく、特に天候が晴れでかつ風があるときにしばしば観測されたものである。また、雑音発生時に観測された周波数ポイントも特定の周波数ポイントにというわけではなく、実証試験で使用した帯域内に不規則にパラパラと落ち込むCW性のノイズであった。

(2) 都市雑音の考察について

公共ブロードバンド移動通信システムが使用する VHF 帯域においては、自動車のスパイクノイズ等に起因するいわゆる都市雑音の存在がよく知られており、この雑音に近似したものとしては、ITU-R 勧告 P.372-10 “Radio Noise”の 5 章 “Man-made noise”に対応した環境雑音指数 F_{am} のカーブ（中央値）がある（図 5-6 参照）。 F_{am} はこの図に示すカーブから周波数に反比例することがわかる。

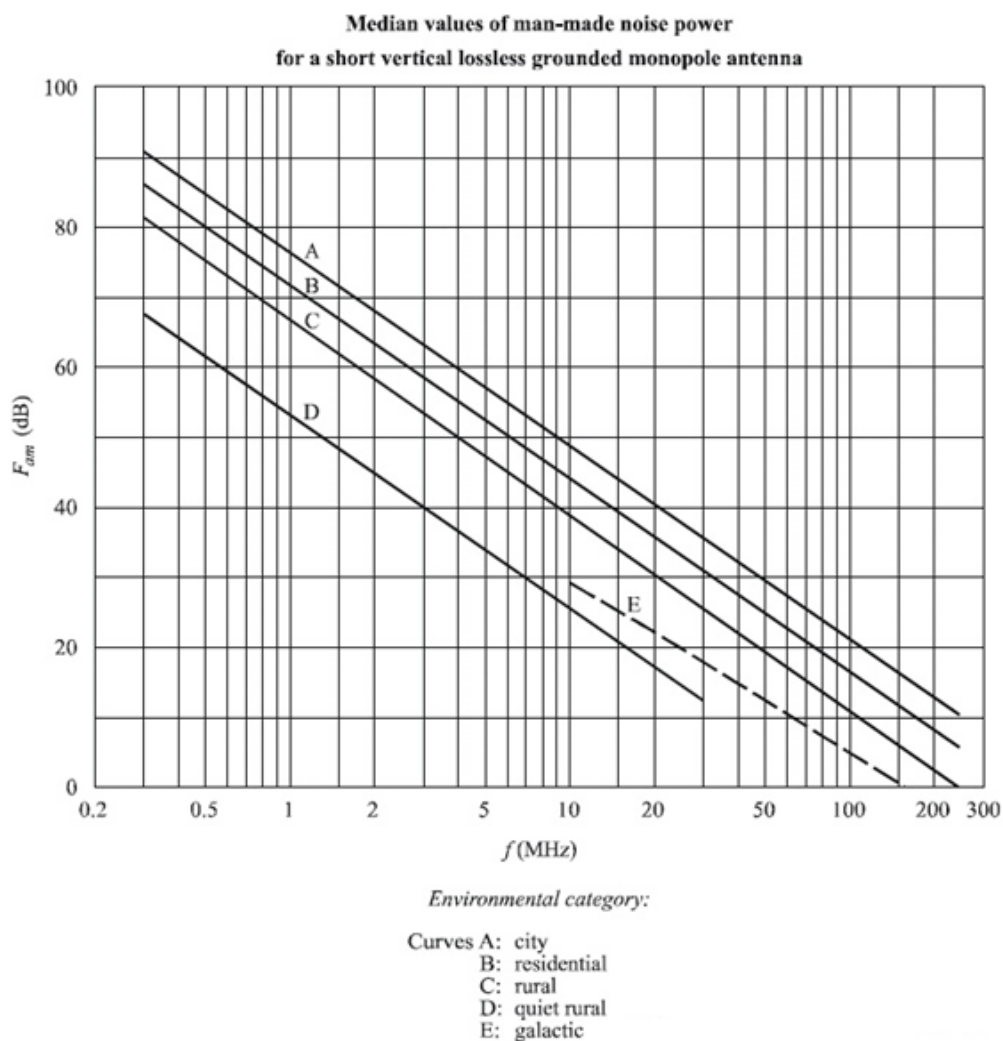


図 5-6 都市雑音の中央値（ITU-R 勧告 P.372-10）

このカーブは環境雑音指数 F_{am} と使用する周波数の関係により 4 種類の住居環境に応じて下記の等式から導かれる。

$$F_{am} = c - d \log f$$

ここで f は使用周波数[MHz]、 c と d は通信を行う伝搬環境により、表 5-2 に示す数値で表され、これより F_{am} が求まる。公共ブロードバンド移動通信システムの帯域幅 5MHz に対応する熱雑音 (-106.8dBm) にこの F_{am} を加えたものが、実環境状態における外部雑音とみなすことができる。

表 5-2 定数 c および d の値Values of the constants c and d

Environmental category	c	d
City (curve A)	76.8	27.7
Residential (curve B)	72.5	27.7
Rural (curve C)	67.2	27.7
Quiet rural (curve D)	53.6	28.6
Galactic noise (curve E)	52.0	23.0

なお、今回スペアナで観測されたバースト性の比較的狭帯域な雑音の発生が認められない平穏時の都市雑音は概ね -90~-91dBm/5MHz であり (図 5-7 参照)、これはスペアナ自体の固有雑音が -92.3dBm/5MHz であることを補正すると、正味の都市雑音量 (特異な雑音を除く) としては -93.9~-96.7dBm/5MHz が想定される。

これは NF として 12.9~10.1dB に相当し、図 5-6 における Curve A (13.7dB@190MHz) と Curve B (9.4dB@190MHz) との間に入っていることが分かり、ITU-R 勧告 P.372-10 に示すモデルにおける都市~住宅地モデルの間に分布していることが分かる。

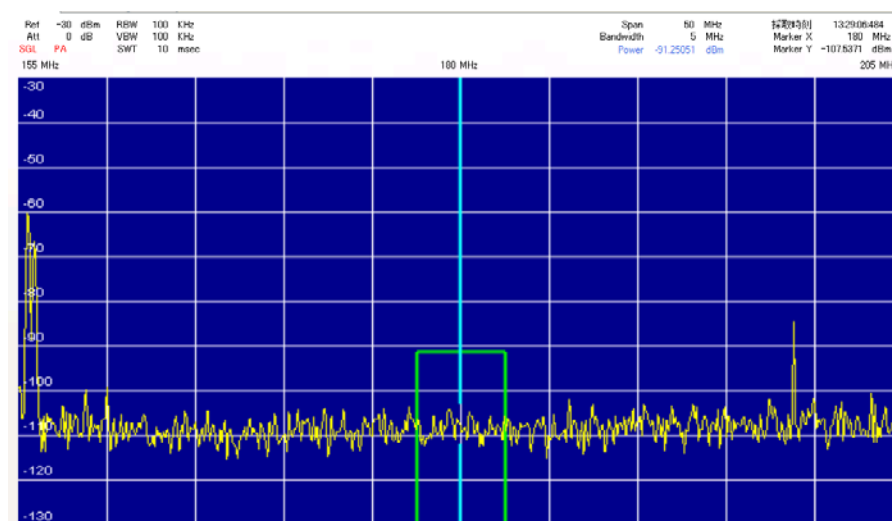


図 5-7 コミセンにおける環境雑音測定例 (-91.3dBm/5MHz)

(3) バースト性の比較的狭帯域な雑音による影響

(1) のバースト性の比較的狭帯域な雑音は、図5-5の例では-74.1dBm であり、(2) より、通常のフロア雑音レベルから約 17dB も高いため、パルス期間中 C/N が劣化しパケットエラーが発生したと考えられる。

(4) 製品化に向けた今後の対応

本調査検討の実証試験(帯広市)においては、(1) のようなバースト性の比較的狭帯域な雑音による影響と推察されるパケットエラーが発生することとなった。

今後は、上記のようなバースト性の比較的狭帯域な雑音が他の同様な地域でも発生するのか、再現性の確認を行う必要がある。

5-4 公共ブロードバンド移動通信システムの導入に向けて

公共ブロードバンド移動通信システムの活用範囲は広範である。これまで述べてきたように、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が示されたことから、公共ブロードバンド移動通信システムの利用を望む公共機関等の様々なニーズに応えるべく、役立てられれば幸いである。

また、一方で、バースト性の比較的狭帯域な雑音による影響と推察される検討報告もあったことから、今後、メーカ等関係者による因果関係の早期解明やその対策手法を確立するなど、公共ブロードバンド移動通信システムの導入・普及に向けた活動が促進されることを期待する。

資料編

< A 1 > 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会 設置要綱.....	135
< A 2 > 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会 委員構成.....	137
< A 3 > 検討状況報告.....	138
< A 4 > 公共ブロードバンド移動通信システムと既存の映像伝送システムとの比較.....	139
< A 5 > 用語集.....	140

＜A 1＞ 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会 設置要綱

1 名称

本調査検討会は、「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会（以下「調査検討会」という。）」と称する。

2 目的

災害時等の正確な情報共有のため、機動的かつ確実に映像伝送を行う手段として、「公共ブロードバンド移動通信システム」の導入に向けて技術的条件等の検討を行い、災害時等における同システムの有効性について検証する。

3 検討項目

調査検討会の目的を遂行するために、次の項目について検討する。

- (1) 固定型同一モードシステム間の周波数割当方式の検討（ハンドオーバー時のチャンネル割当について検討）
- (2) 固定型又は可搬型の同一モードシステム間における共存の検討
- (3) 固定型及び可搬型の異モードシステム間における共存の検討
- (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検討

4 構成

調査検討会の構成は、次のとおりとする。

- (1) 調査検討会は、北海道総合通信局長の委嘱を受けた委員により構成する。
- (2) 調査検討会に座長を置く。座長は、委員の互選により選出する。
- (3) 座長は、委員の中から副座長を指名することができる。
- (4) 必要に応じて専門家の参加を認めることができる。
- (5) 調査検討会の事務局は、総務省北海道総合通信局無線通信部に置く。

5 運営

調査検討会の運営は次のとおりとする。

- (1) 調査検討会は、座長が招集し、主宰する。
- (2) 調査検討会は必要に応じ電子メール等による運営を行う。
- (3) その他運営に関して必要な事項は、調査検討会において定める。

6 開催期間

設置の日から平成24年3月31日までの間で報告書を取りまとめる日までとする。

7 その他

- (1) 調査検討会における調査検討事項に関する成果を公表するときは、総務省北海道総合通信局の承認を得るものとする。
- (2) 調査検討会の成果物に関する権利（例えば、調査検討結果を記した著作物等）は、原則として総務省北海道総合通信局に帰属する。

＜A2＞ 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 調査検討会 委員構成

帯広市 総務部 情報システム課 課長	前川 光正
警察庁 北海道警察情報通信部 通信施設課 技術専門官	大堀 尚也
国土交通省 北海道開発局 事業振興部 機械課 電気通信官	米田 義弘
独立行政法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 スマートワイヤレス研究室 主任研究員	大堂 雅之
◎東海大学 生物理工学部 生体機能科学科 教授	上瀧 實
日本無線株式会社 ソリューション事業本部 通信ソリューション技術部 スマートエネルギープロジェクト担当部長	伊藤 仁司
株式会社日立国際電気 映像・通信事業部 主管技師長	加藤 数衛
北海道 総合政策部 情報政策課 主幹	渡辺 元治
北海道 総務部 危機対策局 危機対策課 危機調整グループ 主幹	宇野 昌典
○北海道大学 大学院情報科学研究科 インテリジェント情報通信研究室 准教授	大鐘 武雄

◎ 座長 ○ 副座長

※敬称略、機関名五十音順

< A 3 > 検討状況報告

第1回検討会

- 日時 平成23年6月30日(木)
場所 北海道総合通信局 第1会議室
議題 1 調査検討会の設置について
2 検討事項、実証試験、スケジュールについて

第2回検討会

- 開催期間 平成23年10月12日(水)～10月19日(水)
開催形式 電子メール
議題 机上検討及びラボ試験項目書(案)について

第3回検討会

- 開催期間 平成23年11月21日(月)～11月25日(金)
開催形式 電子メール
議題 1 机上検討及びラボ試験のデータ報告書について
2 フィールド試験要領書(案)について
3 報告書骨子(案)について

第4回検討会

- 日時 平成23年12月1日(木)
場所 帯広市帯広の森コミュニティセンター
議題 1 フィールド試験の実施状況及び確認
2 報告書について

第5回検討会

- 開催期間 平成24年2月29日(水)～3月9日(金)
開催形式 電子メール
議題 報告書(案)について

第6回検討会

- 日時 平成24年3月16日(金)
場所 北海道総合通信局 第1会議室
議題 報告書(案)について

＜A4＞ 公共ブロードバンド移動通信システムと既存の映像伝送システムとの比較

項目	公共ブロードバンド移動通信システム	インマルサット	地域衛星通信ネットワーク (LASCOM)	18GHz 帯公共用小容量固定
概要	VHF 帯を使用した広帯域(5MHz/チャネル)の移動無線システム	英国民間会社(Inmarsat plc 社)が運営する移動体衛星通信サービス(公衆網サービス)	自治体衛星通信機構が運営する防災行政用衛星通信システム	マイクロ波帯を使用した広帯域の公共業務用 FWA
特徴	VHF 帯の利用により、見通し外通信や長距離通信が可能。	海上、陸上を問わず、世界のほぼ全ての地域で通信可能。	日本国内すべての地域で通信可能で、災害時の帯域優先割り当て等のサービスがある。	伝送距離は 8km 程度(1.2mφ空中線使用時)。降雨量により伝搬距離が変わる。
周波数帯	170MHz~202.5MHz	上り: 1.6GHz 帯 下り: 1.5GHz 帯	上り: 14GHz 帯、30GHz 帯 下り: 12GHz 帯、20GHz 帯	18GHz 帯
伝送速度	0.5Mbps~7Mbps	最大 492kbps (ベスト・エフォート)、最大 384kbps (ギガランティ型)	最大 8Mbps	6Mbps~156Mbps
混信・干渉	アンテナビームを絞りにくいため干渉を受けやすい。 降雨の影響を受けない。 マルチパスによる影響がある。	アンテナを空に向けてためほとんど干渉なし。 強度の降雨には影響を受ける。	アンテナを空に向けてためほとんど干渉なし。 強度の降雨には影響を受ける。	免許申請時に混信検討をするためほとんど干渉はない。 強度の降雨には影響を受ける。
端末の大きさ	現在のところ装置がやや大型(15kg程度)。	可搬型: 2~3kg 車載型(自動追尾): 7~8kg	可搬型でも装置が大きい(20kg以上)。	屋内装置 10kg、屋外装置 20kg、パラポラアンテナ 0.3~1.2mφ
操作性	移動しながらの通信が可能。 1基地局で3端末まで同時通信可能。 車載用ホイップアンテナが使用可能。	車載型は移動しながらの通信が可能。	移動しながらの通信が出来ない。	移動しながらの通信が出来ない。 三脚使用による半固定回線が可能。 パラポラアンテナによる回線の設定が必要であり機動的でない。
ランニングコスト	通信料金 不要	通信料金 要(高い)	通信料金 要	通信料金 要

まとめ: 公共ブロードバンド移動通信システムは、インマルサット、地域衛星通信ネットワーク(LASCOM)、18GHz 帯公共用小容量固定と比較して VHF 帯を利用しているため見通し外通信が可能であり、降雨による影響もない。また、アンテナ形状が単純であり操作性がよく、移動しながらの通信も容易である。通信料金も不要である。

＜A5＞ 用語集

用語	説明
16QAM x/y	Quadrature Amplitude Modulation 16 値直交振幅変調 搬送波の振幅と位相の両方を変化させる変調方式で、1 シンボルで 4bit の情報を伝送できる。 x/y は、誤り訂正符号の符号化率を表す。
AWGN	Additive White Gaussian Noise 相加性白色ガウス雑音
BS	Base Station 基地局
C/N	Carrier to Noise ratio 希望波と雑音の比。
CW	Continuous Wave 無変調連続波
D/U	Desired to Undesired signal ratio 希望波と妨害波の比。 値が大きいほど妨害が少ない。 単位 [dB]
dB	decibel(デシベル) ある物理量(信号電力等)を基準となる量と対数で表した比。
dBc	搬送波に対するデシベルでの比。
dBm	1mW を基準として電力をデシベルで現す際の単位。 例：0dBm=1mW 30dBm=1W
DL	Down Link の略。通信回線の下り(基地局→無線端末)方向の回線。
FFT	Fast Fourier Transform (高速フーリエ変換) の略。信号の中にどの周波数成分がどれだけ含まれているかを抽出する(フーリエ変換)にあたり、FFT は入力波形をいくつかのグループに分けて計算し、計算順序を工夫することにより計算量を大幅に減少させ周波数成分抽出を高速に計算するアルゴリズム。
IEEE802.16	米国電気電子学会 (IEEE) によって 2001 年に策定された無線ブロードバンド固定通信の規格。 その後、時速 120km の移動通信に対応する IEEE802.16e-2005 が 2005 年に策定された。現在の最新バージョンは、IEEE802.16-2009。

用語	説明
ITU-R	International Telecommunication Union Radiocommunication sector 国際電気通信連合無線通信部門
LSI	Large Scale Integration の略。IC(集積回路)のうち、素子の集積度が 1000 個～10 万個程度のものを言う。
NF	Noise Figure (雑音指数) の略。 信号レベル (S) と雑音レベル (N) の比を S/N 比と呼ぶ。増幅器の入力信号にも雑音成分が含まれているため入力信号の S_i/N_i 、増幅器の出力信号を S_o/N_o とするとその比をとったものを雑音指数 (Noise Figure) と呼ぶ。即ち、雑音指数は $F = (S_i/N_i) / (S_o/N_o)$ で表現される。
NTSC	National Television Standards Committee の略。 地上波アナログカラーテレビ放送の方式を策定するアメリカの標準化委員会の名称であり、同時にこの委員会が 1953 年に策定した方式の名称。この方式は日本や北米、中南米で採用されている。水平方向の走査線数が 525 本で毎秒 30 フレーム(1 秒間に 30 回画面を書き換える)のインターレース方式で、水平走査周波数は 15.75kHz、垂直走査周波数は 60Hz である。また、この方式で伝送される画像品質のことを言うこともある。
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access (直交周波数分割多元接続) 無線通信方式の一種で、複数ユーザーを OFDM (直交波周波数分割多重) によってアクセスできるようにする方式。
PER	Packet Error Rate パケット損失率
QPSK x/y	Quadrature Phase Shift Keying 4 位相偏移変調 4 つの位相に搬送波を変化させる変調方式で、1 シンボルで 2bit の情報を伝送できる。 x/y は誤り訂正符号の符号化率を表す。
RMS 電力	交流信号の電力を表現する上でのいわゆる実効値 (Root Mean Square value)。
RSSI	Received Signal Strength Indication 受信信号強度
RTG	Receive/transmit Transition Gap 受信/送信切替間隔

用語	説明
TCP	Transmission Control Protocol (伝送制御プロトコル) インターネットで標準的に利用されている、IP の上位プロトコルのこと。 セッション (接続) を確立してから通信を開始する。
TTG	Transmit/receive Transition Gap 送信/受信切替間隔
UDP	User Datagram Protocol インターネット上でのデータ通信に用いられるプロトコルの一種。セッションを確立しないでデータを相手に送り出す。
UL	Up Link の略。通信回線の上り(無線端末→基地局)方向の回線
VHF 帯	Very High Frequency Band 超短波 (30MHz ~ 300MHz) の周波数帯。
アッテネータ	Attenuator 減衰器 信号を適切な信号レベルに減衰させる電子部品又は装置。 「ATT」と略す場合もある。
アルゴリズム	数学、コンピューティング、言語学、あるいは関連する分野において、問題を解くための効率的手順を定式化した形で表現したものを意味する。算法 (さんぼう) と訳されることもある。
インプリメンテーション	implementation 特定の手法やアルゴリズムなどを実際の装置に適用したり組み込んでいく作業のこと。
ウィンドウサイズ	TCP のフロー制御を実現するために使われる機能。 TCP では、フロー制御により複数のパケットをまとめて送受信できるが、受信側ホストのバッファサイズが大きいほど、受信側が TCP パケットをまとめて処理できるため伝送効率が高まる。しかし、何らかの理由でパケットが消失すると再送信するパケットの数も多くなって効率が悪い。そのため TCP では、通信中にバッファサイズ (ウィンドウサイズ) を適宜調整することで、両者のバランスをとっている。
拡張秦モデル	基地局と端末局との間の電波伝搬特性を、開放地、郊外、中小都市、大都市の各エリアで実際に試験を行い、その集計データを元に伝搬特性近似式としたもの。当初の秦モデルにおける周波数やアンテナ高の適用範囲を広げたものが拡張秦モデル。

用語	説明
ガードバンド	通信システムにおいて、隣接する周波数帯域を利用する別のシステムとの干渉を防ぐために設けられる未使用の周波数帯域のこと。
環境雑音レベル	環境雑音は人工雑音もしくは都市雑音とも称され、人間生活に伴い発生するイグニッション・スパーク等に起因する電波雑音のレベル。
許容干渉レベル	ある無線システムに対する干渉波に伴う通信品質の劣化を許容できる干渉波のレベル。
空中線	Antenna (アンテナ) 電磁波の送出や受信に使用され、電気エネルギーを効率よく電磁波として空間に放射する。また、空間を移動している電磁波を効率よく電気エネルギーに変換する働きをする。
サブキャリア	OFDM 通信方式においては FFT の数に比例し、特定の周波数間隔で配置された複数の搬送波でデータを並列に運ぶ。これらの周波数的に直交配置された搬送波のこと。
次隣接チャンネル漏洩電力	搬送波と搬送波の周波数から規定のチャンネル間隔の 2 倍離れた両チャンネルの一定帯域内に輻射される電力。
シンボル	デジタル通信方式における、最低情報伝送単位のこと。
スペクトラムアナライザ	Spectrum analyzer 周波数分析に用いる計測器。 横軸を周波数、縦軸を電力とする二次元のグラフを画面に表示する。
スループット	単位時間あたりの実効通信速度。単位 [bps] (bit per second)
セグメント	OFDM 通信方式においてはチャンネルリソースを一定の束に分割したもの。
チャンネル	通信路のこと。
テレメータ	遠隔から電気信号として送られてきた測定量を解読し、指示あるいは記録する装置。ダムの場合、主に雨量計や水位計の測定データを無線回線などを利用して管理事務所に送信する装置のこと。
伝送レート	信号を伝送するスピードのこと。
パケット	データ通信において、ネットワーク層(トランスポート層)を流れる分割されたデータの単位。
パルス	短時間に急峻な変化をする、一定の幅を持った矩形波のこと。

用語	説明
ハンドオーバ	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。
フェージング	無線局の移動や時間経過により、無線局での電波の受信レベルが反射波等のレベル変化により変動する現象。
符号化	情報を一定の規則に従ってデータに置き換えること。 ある形式のデータを一定の規則に基づいて別の形式のデータに変換すること。
フレーム長	デジタル通信における通信単位の長さ。
フレーム同期	通信時に、送信側と受信側の間で情報交換を行うフレームを外部・内部の基準信号を利用して同期させること。
変調	情報を伝送するにあたり、最適な電気信号に変換する操作。
マルチパス	multipath （多重波伝送路） 送信された電波が建物や地形などの障害によって反射・回折し、複数の経路から電波を受信してしまうこと。
隣接チャンネル漏洩電力	搬送波と搬送波の周波数から規定のチャンネル間隔離れた両隣接チャンネルの一定帯域内に輻射される電力。