

平成 23 年度

**情報通信審議会 情報通信技術分科会
携帯電話等高度化委員会報告
(案)**

諮問第 81 号

「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち

「700MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件」

情報通信審議会 情報通信技術分科会
携帯電話等高度化委員会報告

目次（案）

I	検討事項	1
II	委員会及び作業班の構成	1
III	検討経過	1
IV	検討概要	5
	第1章 700MHz帯を使用する移動通信システムの概要	5
	1. 1 調査開始の背景	5
	1. 2 700MHz帯を使用する移動通信システムの動向等	10
	1. 2. 1 700MHz帯の国際的な動向	10
	1. 3 移動通信システムの技術概要及び動向	11
	1. 3. 1 LTEの技術概要	11
	1. 3. 2 HSPAの技術概要	12
	1. 3. 3 モバイルWiMAX (FDD) の技術概要	12
	1. 3. 4 移動通信システムの標準化動向	14
	第2章 700MHz帯を使用する移動通信システムに係る干渉検討	17
	2. 1 検討対象システムと干渉検討の方法	17
	2. 1. 1 検討を行った干渉形態	17
	2. 1. 2 干渉検討の方法	19
	2. 2 700MHz帯を使用する移動通信システムのパラメータ	21
	2. 2. 1 基地局のパラメータ	21
	2. 2. 2 陸上移動局のパラメータ	26
	2. 2. 3 陸上移動中継局のパラメータ	30
	2. 2. 4 小電力レピータのパラメータ	38
	2. 3 700MHz帯を使用する移動通信システム及び800MHz帯 移動通信システムの無線局相互間の干渉検討	43
	2. 3. 1 検討を実施する干渉形態の絞り込み	43

2. 3. 2	異なるバンドプラン間における基地局間の干渉（検討1-①）	44
2. 3. 3	異なるバンドプラン間における移動局間の干渉（検討1-②）	45
2. 3. 4	同一バンドプラン内における基地局間及び移動局間の干渉（検討2）	50
2. 3. 5	携帯電話システム同士の干渉検討結果まとめ	52
2. 3. 6	追加検討事項（800MHz帯LTE移動局から700MHz帯LTE移動局への干渉検討）	52
2. 4	TV放送との干渉検討	55
2. 4. 1	干渉検討の組み合わせ	55
2. 4. 2	TV放送からLTEへの与干渉	56
2. 4. 2. 1	これまでの検討状況	56
2. 4. 2. 2	追加検討事項	62
2. 4. 3	LTE下りからTV放送への与干渉	71
2. 4. 3. 1	これまでの検討状況	71
2. 4. 3. 2	追加検討事項	78
2. 4. 4	LTE上りからTV放送への与干渉	101
2. 4. 4. 1	これまでの検討状況	101
2. 4. 4. 2	追加検討事項	108
2. 4. 5	TV放送との干渉検討結果まとめ	148
2. 5	ITSとの干渉検討	151
2. 5. 1	干渉検討の組み合わせ	151
2. 5. 2	ITSからLTE基地局/移動局への与干渉	152
2. 5. 3	LTE基地局/移動局からITSへの与干渉	158
2. 5. 4	LTE移動局（車内）からITS車載器への与干渉（モデルB4-2）についての追加検討結果	164
2. 5. 4. 1	これまでの検討状況	165
2. 5. 4. 2	追加検討事項	165
2. 5. 5	ITSからLTE陸上移動中継局/小電力レピータへの与干渉	166
2. 5. 6	LTE陸上移動中継局/小電力レピータからITSへの与干渉	170
2. 5. 7	ITSとの干渉検討結果まとめ	173
2. 6	FPUとの干渉検討	174
2. 6. 1	干渉検討の組み合わせ	174
2. 6. 2	FPUからLTEへの与干渉	174

2. 6. 2. 1	これまでの検討状況	174
2. 6. 2. 2	追加検討事項	177
2. 6. 3	L T EからF P Uへの与干渉	178
2. 6. 3. 1	これまでの検討状況	178
2. 6. 3. 2	追加検討事項	183
2. 6. 4	F P Uとの干渉検討結果まとめ	189
2. 7	ラジオマイクとの干渉検討	192
2. 7. 1	干渉調査の組み合わせ	192
2. 7. 1. 1	干渉調査のモデル	192
2. 7. 1. 2	干渉調査の組み合わせ	194
2. 7. 2	ラジオマイクからL T Eへの与干渉	196
2. 7. 2. 1	これまでの検討状況	196
2. 7. 2. 2	追加検討事項	200
2. 7. 3	L T Eからラジオマイクへの与干渉	202
2. 7. 3. 1	これまでの検討状況	202
2. 7. 3. 2	追加検討事項	209
2. 7. 4	ラジオマイクとの干渉検討結果まとめ	214
2. 8	I T SとF P Uとの干渉検討	216
2. 8. 1	F P Uの干渉検討パラメータ	216
2. 8. 2	干渉調査の組み合わせ	217
2. 8. 3	干渉モデル毎の机上検討結果	218
2. 8. 4	I T SからF P Uへの与干渉	219
2. 8. 5	F P UからI T Sへの与干渉	224
2. 8. 6	I T SとF P Uとの干渉検討結果まとめ	229
2. 9	I T Sとラジオマイクとの干渉検討	230
2. 9. 1	ラジオマイクの干渉検討パラメータ	230
2. 9. 2	干渉調査の組み合わせ	231
2. 9. 3	干渉モデル毎の机上検討結果	233
2. 9. 4	I T Sからラジオマイクへの与干渉	234
2. 9. 5	ラジオマイクからI T Sへの与干渉	242
2. 9. 6	I T Sとラジオマイクとの干渉検討結果まとめ	249
2. 10	700MHz帯における干渉検討結果まとめ	250
第3章	700MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件	253
3. 1	L T E方式の技術的条件	253
3. 1. 1	無線諸元	253
3. 1. 2	システム設計上の条件	254

3. 1. 3	無線設備の技術的条件	254
3. 1. 4	測定法	265
3. 1. 5	端末設備として移動局に求められる技術的な条件	270
3. 1. 6	その他	270
3. 2	W-CDMA/HSPA方式の技術的条件	271
3. 2. 1	無線諸元	271
3. 2. 2	システム設計上の条件	271
3. 2. 3	無線設備の技術的条件	272
3. 2. 4	測定法	279
3. 2. 5	端末設備として移動局に求められる技術的な条件	282
3. 2. 6	その他	282
3. 3	HSPA Evolution方式の技術的条件	283
3. 3. 1	無線諸元	283
3. 3. 2	システム設計上の条件	284
3. 3. 3	無線設備の技術的条件	284
3. 3. 4	測定法	292
3. 3. 5	端末設備として移動局に求められる技術的な条件	296
3. 3. 6	その他	296
3. 4	DC-HSDPA方式の技術的条件	297
3. 4. 1	無線諸元	297
3. 4. 2	システム設計上の条件	297
3. 4. 3	無線設備の技術的条件	298
3. 4. 4	測定法	305
3. 4. 5	端末設備として移動局に求められる技術的な条件	310
3. 4. 6	その他	310
3. 5	陸上移動中継局の技術的条件	311
3. 5. 1	無線諸元	311
3. 5. 2	システム設計上の条件	311
3. 5. 3	無線設備の技術的条件	311
3. 5. 4	測定法	316
3. 6	小電力レピータの技術的条件	319
3. 6. 1	無線諸元	319
3. 6. 2	システム設計上の条件	319
3. 6. 3	無線設備の技術的条件	319
3. 6. 4	測定法	324
V	検討結果	327

別表 1	携帯電話等周波数有効利用方策委員会 構成員	329
別表 2	携帯電話等高度化委員会 構成員	330
別表 3	700/900MHz帯移動通信システム作業班 構成員	331
参考資料		333
参考資料 1	干渉検討で使用した各無線システムのスペック等	337
参考資料 1-1	800MHz帯移動通信システムのスペック	339
参考資料 1-2	TV放送のスペック	340
参考資料 1-3	ITSのスペック	370
参考資料 1-4	FPUのスペック	382
参考資料 1-5	ラジオマイクのスペック	385
参考資料 2	干渉検討で使用した伝搬モデル等について	387
1	干渉検討で使用した伝搬モデルについて	389
2	干渉検討における共通のパラメータについて	393
3	屋内における遮蔽物による減衰	394
4	SEAMCATで用いる伝搬モデルについて	395
参考資料 3	干渉検討における計算の過程	397
参考資料 3-1	TV放送との干渉検討における計算の過程	399
参考資料 3-2	ITSとの干渉検討における計算の過程	620
参考資料 3-3	FPUとの干渉検討における計算の過程	664
参考資料 3-4	ラジオマイクとの干渉検討における計算の過程	694
参考資料 3-5	FPUとの同一周波数における干渉検討	747
参考資料 3-6	ラジオマイクとの同一周波数における干渉検討	749
参考資料 4	主な略語とその名称	751
1	主な略語とその名称	753

I 検討事項

携帯電話等高度化委員会（平成 23 年 1 月 18 日から。平成 23 年 1 月 17 日までは携帯電話等周波数有効利用方策委員会）（以下「委員会」という。）は、電気通信技術審議会諮問第 81 号「携帯電話等の周波数有効利用方策」（平成 7 年 7 月 24 日諮問）のうち、「700MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件」について検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別表 1 及び別表 2 のとおりである。

検討の促進を図るため、委員会の下に、700/900MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件（携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件を含む。）についての調査を目的とした、700/900MHz 帯移動通信システム作業班（以下「作業班」という。）を設置した。作業班の構成は、別表 3 のとおりである。

III 検討経過

1 委員会での検討

① 第 38 回委員会（平成 22 年 1 月 21 日）

委員会の運営方針及び調査の進め方について検討を行ったほか、検討の促進を図るため、委員会の下に作業班を設置した。

また、次回委員会において、700/900MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件について、広く意見陳述の機会を設けることとした。

② 第 39 回委員会（平成 22 年 3 月 11 日）

作業班において行われたプレゼンテーションの概要及び中継を行う無線局に関する検討の経緯について報告された。

また、700/900MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件について、3 者より意見陳述が行われた。

③ 第 40 回委員会（平成 22 年 4 月 13 日）

作業班よりハーモナイゼーション及びトラヒック予測についての検討結果が報告された。

④ 第 41 回委員会（平成 22 年 9 月 2 日）（作業班との合同会合）

「グローバル時代における ICT 政策に関するタスクフォース 電気通信市場の環境変化への対応検討部会」に設置された「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループ」での検討概要が説明された。

当該ワーキンググループで示されたモデル案について技術的検討を進めることが合意された。

⑤ 第 42 回委員会（平成 22 年 9 月 15 日）（作業班との合同会合）

900MHz 帯の干渉検討についての検討が行われた。

- ⑥ 第43回委員会（平成22年9月22日）（作業班との合同会合）
900MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑦ 第44回委員会（平成22年9月29日）（作業班との合同会合）
700MHz帯及び900MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑧ 第45回委員会（平成22年10月6日）（作業班との合同会合）
700MHz帯及び900MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑨ 第46回委員会（平成22年10月13日）（作業班との合同会合）
700MHz帯及び900MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑩ 第47回委員会（平成22年10月25日）（作業班との合同会合）
700MHz帯及び900MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑪ 第48回委員会（平成22年11月2日）（作業班との合同会合）
700MHz帯及び900MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑫ 第49回委員会（平成22年11月10日）（作業班との合同会合）
700MHz帯及び900MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑬ 第50回委員会（平成22年11月19日）（作業班との合同会合）
700MHz帯及び900MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑭ 第51回委員会（平成22年12月22日）
「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループ」の最終取りまとめの説明があり、同内容を踏まえて、とりまとめ可能な（一部）報告書案の作成を進めることが合意された。
- ⑮ 第1回委員会（平成23年2月9日）
900MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件及び携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件の検討を行い、意見の募集を行う委員会報告案のとりまとめを行った。
- ⑯ 第2回委員会（平成23年5月11日）
900MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件及び携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件に関して、提出された意見に対する委員会の考え方、委員会報告及び一部答申案のとりまとめを行った。
- ⑰ 第4回委員会（平成23年10月7日）
700MHz帯の干渉検討の進捗状況が報告された。
- ⑱ 第5回委員会（平成23年11月11日）
700MHz帯の干渉検討の進捗状況が報告された。
- ⑲ 第6回委員会（平成23年12月2日）
700MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑳ 第7回委員会（平成23年12月19日）
700MHz帯の干渉検討についての検討が行われるとともに、700MHz帯を使用する移

動通信システムの技術的条件の検討を行い、意見の募集を行う委員会報告案のとりまとめを行った。

⑳ 第8回委員会（平成24年2月8日）

700MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件に関して、提出された意見に対する委員会の考え方、委員会報告及び一部答申案のとりまとめを行った。

（注）第3回委員会（平成23年9月5日～9日：メールでの検討）は、情報通信審議会諮問第2021号「2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」（平成18年2月27日諮問）に関する検討を実施。

2 作業班での検討

① 第1回作業班（平成22年2月3日）

調査の進め方について検討を行った。

携帯無線通信の中継を行う無線局の要求条件及び技術方式等について、作業班構成員の意見、提案を募集することとし、700/900MHz帯を使用する移動通信システムの基本コンセプトについてプレゼンテーションの募集が行われた。

② 第2回作業班（平成22年2月19日）

700/900MHz帯を使用する移動通信システムの基本コンセプトについてプレゼンテーションが行われた。

③ 第3回作業班（平成22年2月22日）

700/900MHz帯を使用する移動通信システムの基本コンセプトについてプレゼンテーションが行われた。

④ 第4回作業班（平成22年3月2日）

700/900MHz帯を使用する移動通信システムの基本コンセプトについてプレゼンテーションが行われた。

また、携帯無線通信の中継を行う無線局の要求条件、技術方式等についてとりまとめられた。

⑤ 第5回作業班（平成22年3月17日）

委員会で行われた700/900MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件についての関係者からの意見聴取の結果及び委員会からの検討指示事項が報告された。

また、携帯無線通信の中継を行う無線局の干渉検討の進め方が合意された。

⑥ 第6回作業班（平成22年4月5日）

委員会からの検討指示事項についての検討が行われた。

⑦ 第7回作業班（平成22年4月21日）

委員会での検討概要及び議論の総括について報告された。

（平成22年9月から11月にかけて、委員会と作業班の合同会合を計10回開催し、700MHz帯及び900MHz帯の干渉検討を実施した。）

- ⑧ 第8回作業班（平成22年12月20日）
「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループ」の最終取りまとめの説明があり、同内容を踏まえて、とりまとめ可能な（一部）報告書案の作成を進めることが合意された。
- ⑨ 第9回作業班（平成23年2月2日）
900MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件及び携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件等の検討を行い、作業班報告案のとりまとめを行った。
- ⑩ 第10回作業班（平成23年6月22日）
700MHz帯の干渉検討の進捗状況が報告された。
- ⑪ 第11回作業班（平成23年9月21日）
700MHz帯の干渉検討の進捗状況が報告された。
- ⑫ 第12回作業班（平成23年11月25日）
700MHz帯の干渉検討についての検討が行われた。
- ⑬ 第13回作業班（平成23年12月13日）
700MHz帯の干渉検討についての検討が行われるとともに、700MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件の検討を行い、作業班報告案のとりまとめを行った。

IV 検討概要

第1章 700MHz帯を使用する移動通信システムの概要

1. 1 調査開始の背景

我が国の携帯電話の加入数、人口普及率は、約1億2,436万加入、97.8%（平成23年11月末時点）に達している。このうち、第3世代移動通信システム（IMT-2000）の割合は99.4%となっており、我が国のモバイルインフラ環境は世界最先端のレベルにある。しかし、社会・経済活動の高度化・多様化を背景に、インターネット接続や動画像伝送等、携帯電話を利用したデータ通信利用が拡大傾向にあることに加え、スマートフォンに代表されるようにインターネット接続環境での利用を重視した携帯電話が普及し始めている。加えて、電子書籍を扱う端末やサービス、プラットフォーム等を巡る動きが活発化し、移動通信ネットワークを介して新聞、雑誌、新刊書籍等を入手する時代が幕開けようとしている。このほかにも、ハイビジョン映像のアップロード、映像教材のストリーミング、大容量データ伝送による家電機器との連携、大容量のサイネージ情報の配信や医療画像伝送による遠隔医療などの新たなサービスが登場する等、様々なコンテンツの大容量化が進むことが想定されている。このような動きに対応するために、更なる高速・大容量、かつ利便性の高い移動通信システムの導入が必要不可欠となっており、これを受けて総務省は、平成21年4月に、100Mbps程度のサービスが提供可能な3.9世代移動通信システムの制度整備を行ない、平成22年12月には、我が国最初のLTE（Long Term Evolution）システムの商用サービスが開始されているところである。

さらに、携帯電話等においてブロードバンド化が進展・普及し、大容量コンテンツを用いた多様なサービスの提供が行われることにより、更なるトラフィックの増大が見込まれる。情報通信審議会情報通信技術分科会携帯電話等周波数有効利用方策委員会の試算によれば、図1.1-1に示すように、移動通信システムのサービスによるトラフィックは、2017年には2007年の約200倍（年率換算で70%増相当）に増大するものと予測されている。総務省が移動通信事業者5社の協力を得て、平成22年9月及び平成23年9月の移動通信トラフィックデータ（非音声）の集計・分析を行ったところ、実際の総トラフィック量は1年間で約2.2倍に増加したことが分かった（図1.1-2）。従って、今後、多様な分野において、ワイヤレスブロードバンド環境を実現するには、より一層需要に的確に対応した周波数確保が求められることとなる。

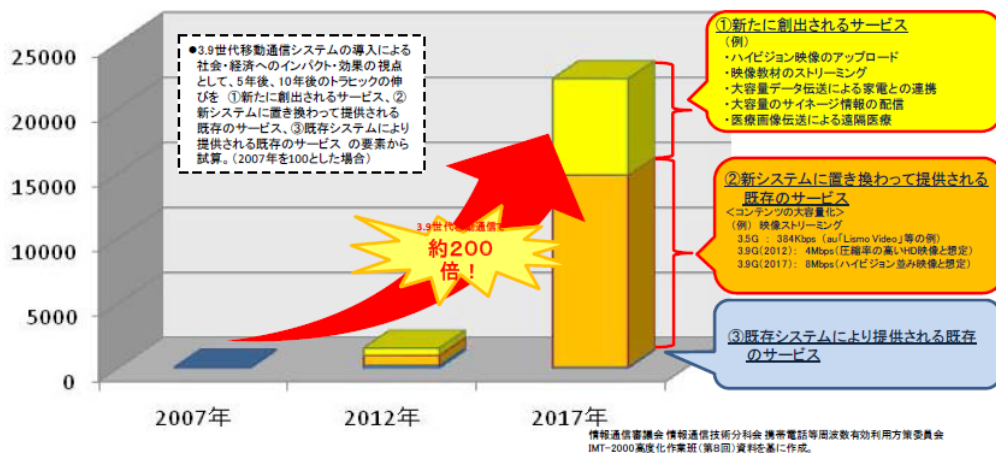


図1. 1-1 3.9世代移動通信システム導入による2017年までのトラフィック推計
 (出典：情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会第32回(平成20年10月27日) 資料)

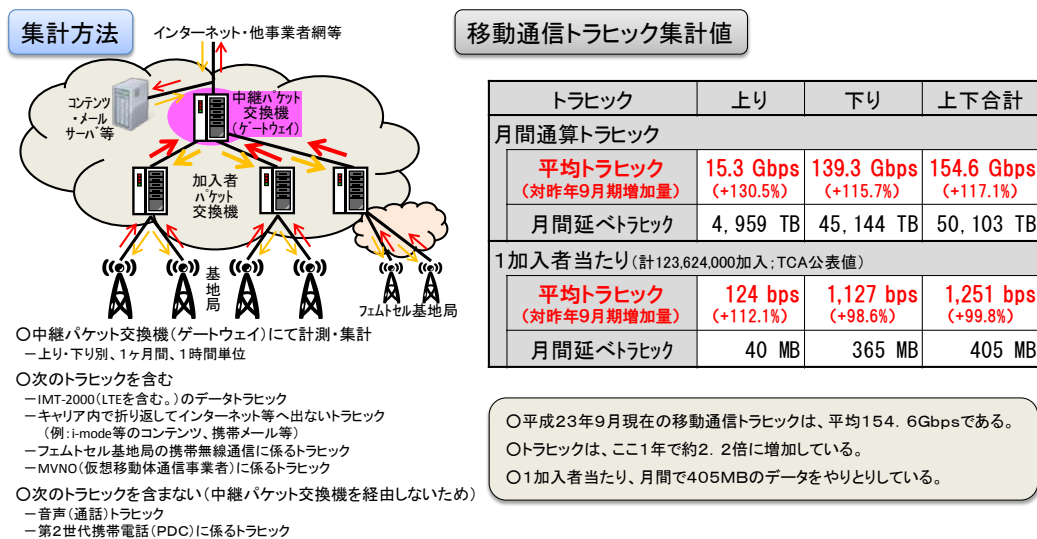


図1. 1-2 移動通信トラフィックの現状
 (総務省集計による平成22年9月期・平成23年9月期の比較)

こうした中、我が国においては、図1. 1-3に示すように、平成24年(2012年)7月には、地上テレビジョン放送のデジタル化に伴う空き周波数(700MHz帯)及び現在第2世代移動通信システム(一部IMT-2000を含む)に使用されている周波数の再編に伴う空き周波数(900MHz帯)が移動通信システムに使用可能となる予定である。

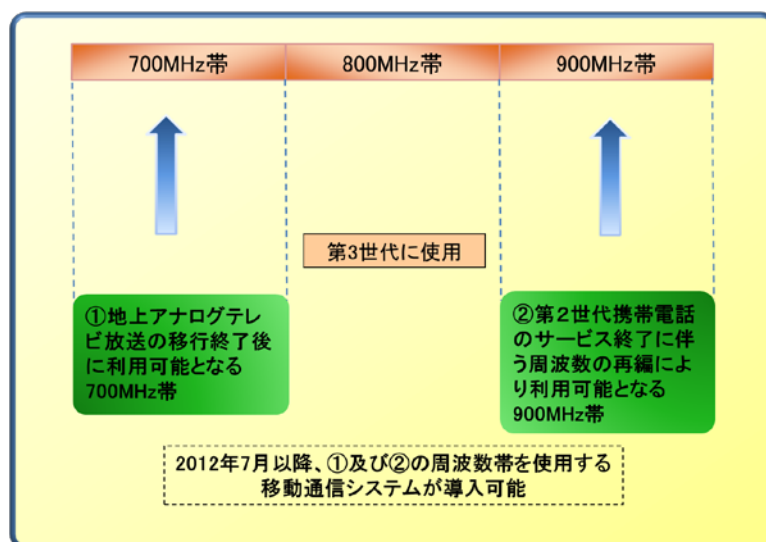


図1. 1-3 700/900MHz帯の状況

(出典：情報通信審議会 情報通信技術分科会第71回（平成21年12月18日） 資料)

このような背景を踏まえ、本委員会では、平成21年12月より、700/900MHz帯を有効利用するための周波数配置や他システムとの間の共用条件、地上アナログテレビジョン放送用周波数の跡地利用に伴う制約等を勘案しつつ、700/900MHz帯を使用する移動通信システムの導入に向けて、必要な技術的条件の検討を開始した。

しかしながら、同帯域の携帯電話による利用については、①周波数再編が不要で早期に利用可能となる700MHz帯と900MHz帯をペアで利用する考えと、②携帯端末のコスト低減のため、周波数再編を行ってでも国際的な周波数のハーモナイズを考慮し、700MHz帯及び900MHz帯のそれぞれの帯域において上り／下りペアで利用すべき、との2つの異なる考え方が提起された（図1. 1-4）。このため、総務省は、グローバル時代におけるICT政策に関するタスクフォース電気通信市場の環境変化への対応検討部会の下に設置されたワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループにおいて、世界最先端のワイヤレスブロードバンド環境を実現するためのワイヤレスブロードバンド向け周波数確保のための方策を検討する中で700/900MHz帯における周波数割当の検討を行うこととした。その結果、②について、図1. 1-5に示す複数の割当検討モデル案が提示されるとともに、情報通信審議会情報通信技術分科会携帯電話等周波数有効利用方策委員会第41回会合（平成22年9月2日）においても、これらのモデル案に基づいて、主に技術的観点から検討を進めることが決定され、隣接業務間の干渉検討等が開始されることとなった。

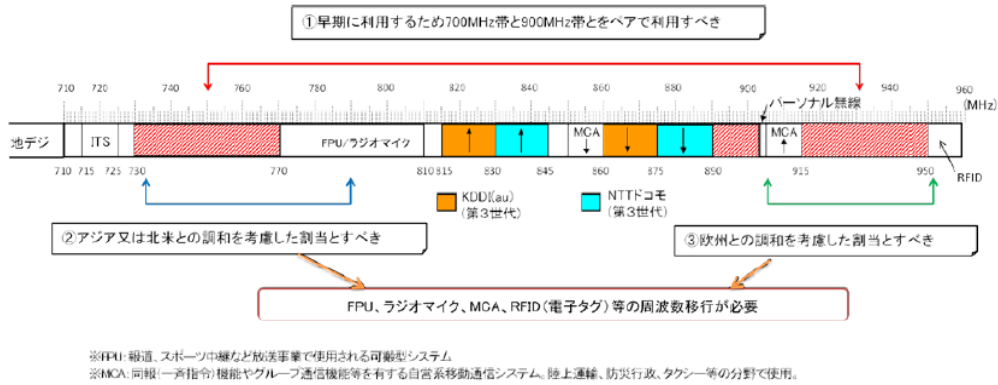
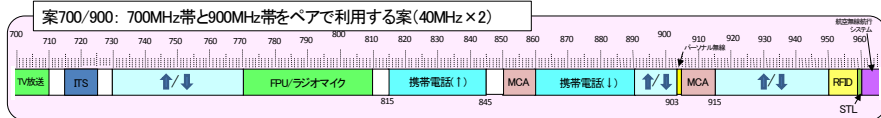


図 1. 1-4 700/900MHz帯の割当に関する意見の概要

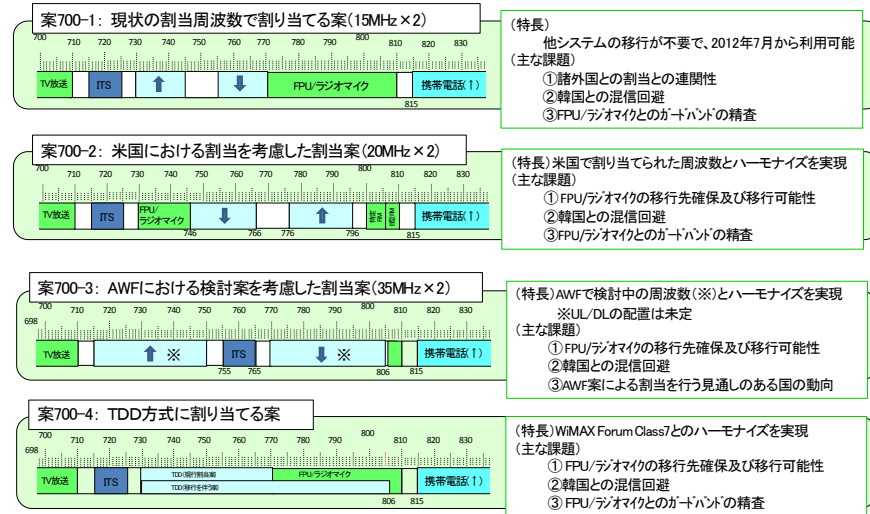
(出典:「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループ」とりまとめ)

1 700MHz帯/900MHz帯ペア案(従来の検討案)



2 700MHz帯の再編案

(1) 700MHz帯



(2) 900MHz帯

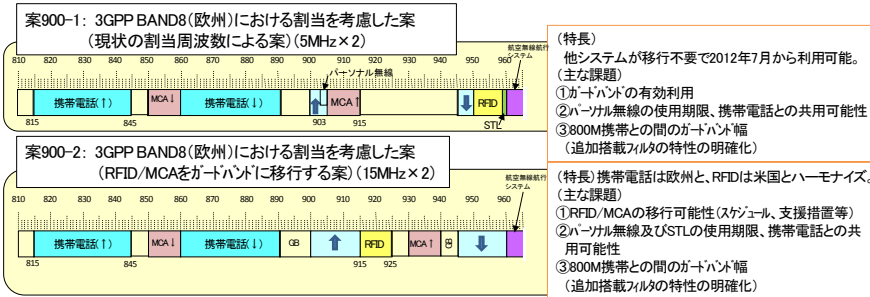


図 1. 1-5 700/900MHz帯割当検討モデル案

(出典:「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループ」とりまとめ)

その後、情報通信審議会情報通信技術分科会携帯電話等周波数有効利用方策委員会において、技術的な観点からの検討が行われ、900MHz帯は、モデル案である案900-1及び案900-2に示された周波数配置により、隣接業務間の干渉検討が完了した。また、700MHz帯については、隣接業務間の干渉検討について、一通りの机上検討が行われたものの、最終的な結論を得るためには更に詳細な検討が求められるとする一次検討結果が示され（平成22年11月19日第50回委員会）、その結果がワイヤレスブロードバンドを実現する周波数検討ワーキンググループへ報告された。

以上の検討結果を踏まえ、ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループでは、「ワイヤレスブロードバンド実現に向けた周波数再編アクションプラン」（平成22年11月30日）の一部として、700/900MHz帯における周波数割当の基本方針を取り纏め、諸外国における周波数の割当状況と整合性を図る観点から、「700MHz帯及び900MHz帯をそれぞれ利用する割当方法」とすることが適当であるとした。また、各周波数帯に関する周波数再編の基本方針も示されており、基本的な考え方として、表1. 1-1の内容が示されている。

表1. 1-1 周波数再編の基本方針における基本的考え方

周波数帯	基本的な考え方
700MHz帯	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2015年から、携帯電話システムの利用を実現することを目標に周波数の移行・再編を行うものとする。 ・ そのため、既存システムの研究開発・実証実験・システム検証等を行い、その成果を踏まえ、2012年度を目途に周波数移行プランを策定する。 ・ 上記プランの策定にあたっては、既存システムとの地理的・時間的な共用の条件についても検討を行い、共用可能な場合は、その範囲において携帯電話システムの早期利用の実現を図る。 ・ 研究開発等を行うにあたっては、既存利用者の移行先周波数に関する要望内容等を踏まえつつ、関係者が連携して取り組む。 ・ TV放送受信用ブースター等への影響を踏まえ、基地局用の周波数は770MHz以上とし、また、TV放送と携帯電話間等、ガードバンドの設定については詳細な技術検証等を行い、その成果を周波数移行プランの策定に反映する。なお、ITSについては、早期に使用周波数を決定出来るよう努める。
900MHz帯	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2012年から、5MHz×2の利用を開始し、2015年からはさらに10MHz×2の利用を図ることを目標に周波数の再編を行うものとする。 ・ 欧州の割当状況（又は3GPPのバンドプラン）や800MHz帯の割当状況を勘案して、上下45MHz間隔とすることが適当である。

その後、900MHz帯については、平成23年5月に「900MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件」が情報通信審議会より答申され、現在、技術基準に係る制度整備の検討が進められる一方、700MHz帯については、引き続き詳細検討が行われている状況である。

1. 2 700MHz帯を使用する移動通信システムの動向等

1. 2. 1 700MHz帯の国際的な動向

(1) 700MHz帯における携帯電話用周波数の割当状況

700MHz帯における携帯電話用周波数の割り当て状況の一例として、図1. 2. 1-1に、日米欧の携帯電話用周波数割当状況を示す。700MHz帯については、米国、アジアを中心に、周波数利用効率の高いLTEの導入を想定し、オークションや周波数割当の検討が進められている。米国では2008年にオークションが実施され、このうちの一部の周波数帯では、2010年12月からLTEの商用サービスが開始されている。一方、アジア・太平洋地域では、当該地域の無線技術関連のフォーラムであるAWF（APT無線フォーラム）において、698-806MHzの周波数帯の周波数割当の検討が行われた（(2)参照）。

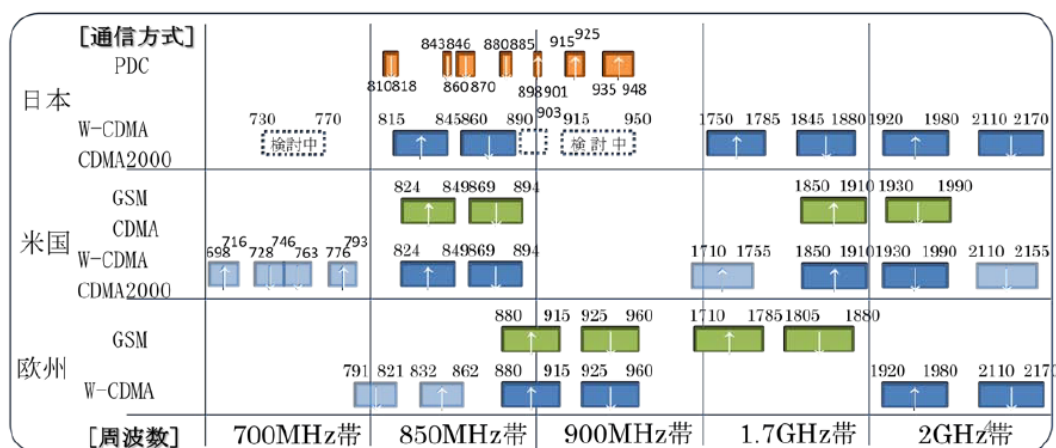


図 1. 2. 1-1 日米欧の携帯電話用周波数の現状

(出典：「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループ」とりまとめ)

(2) アジア・太平洋地域の動向

AWFにおいて、アジア・太平洋地域における周波数ハーモナイゼーションを実現するため、698-806MHzの周波数帯の利用に関して検討が行われた。

AWFにおける検討では、698MHz以下の地上放送業務との干渉検討（隣接デジタルテレビ帯域内に4MHzのガードバンドがあるとの前提）や806MHz以上の公共無線システム（PPDRを想定）との干渉検討、携帯端末送信（779MHzから805MHzの発射）の高調波（2倍波）が同一携帯電話端末内もしくは他端末（車搭載の機器、約4m離れた機器）のGPS受信機に与える影響、最新のフィルタ技術の能力等が考慮され、バンド端における所要ガードバンド幅（698-703MHzの5MHzが図1. 2. 1-2に明示されているが、上述のようにさらにデジタルテレビ帯にも4MHzのガードバンドがあり合計9MHzのガードバンドを確保）や、FDD方式における上下リンクの配置及びセンターギャップの幅が検討された。その結果、2010年9月の会合において、レポートとして取りまとめられ、図1. 2. 1-2のとおりバンドプランが示された。このバンドプランは、2010年10月に開催されたITU-R SG5 WP5D会合において、現在改訂作業が進められている周波数アレンジメント勧告ITU-R M. 1036第3版の改訂草案に含められ、2011年10月に開催された同会合で勧告改訂案として最終化さ

れた。

なお、AWFは2011年からAWG (APT Wireless Group)と名称が変更され、本件の残検討項目として、今回集約された周波数配置に関する携帯電話端末の帯域外輻射限界及び実施上の問題が挙げられていたが、2011年9月の同会合において、LTEを前提とした技術検討が行われ、TV受信帯域を保護するための不要輻射規定値として、694MHz以下の領域において、-34dBm/MHz以下という値が合意された。

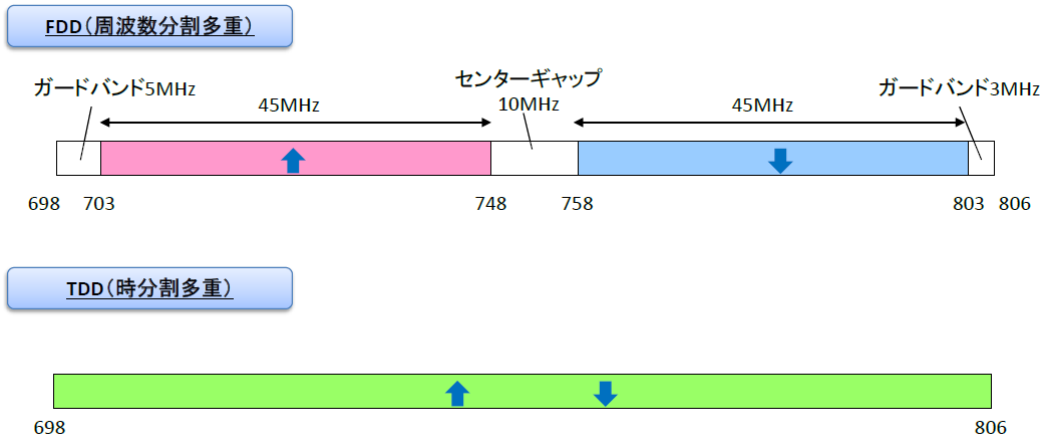


図1. 2. 1-2 第9回APT無線フォーラム会合 (AWF-9) の結果

(出典：情報通信審議会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会第43回 (平成22年9月22日) 資料)

1. 3 移動通信システムの技術概要及び動向

1. 3. 1 LTEの技術概要

LTEの主な技術的特徴は、以下のとおりである。

(1) スケーラブルな周波数帯域幅

従来のW-CDMA方式では周波数帯域幅は5MHzのみであったが、LTEではシステム性能の向上を図る一方で、利用可能な最大周波数帯域幅が、地域や通信事業者、周波数帯毎に異なることを考慮し、1.4、3、5、10、15、20MHzの6種の周波数帯域幅が選択可能となっている。

(2) マルチアンテナ技術

最大4x4のアンテナ構成を考慮したMIMOが適用されている。また、無線環境 (受信SINRやアンテナ間相関特性) に応じて適応的に送信ストリーム数を制御するRank Adaptation技術が適用されている。

(3) 無線アクセスネットワーク (RAN) アーキテクチャ

RANアーキテクチャは、従来のW-CDMA方式では無線制御局及び基地局の2ノード構成であったが、制御・伝送遅延の短縮化、システムのシンプル化を図るため、基地局のみの構成となっている。

(4) 無線アクセス方式

耐マルチパス干渉能力や、周波数スケジューリング、MIMO等の先進無線伝送技術との親和性を考慮し、OFDM系のアクセス方式が採用されている。特に上りについては、PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)の低減による移動機の送信アンプ効率の向上を図るため、Single Carrier FDMA が採用されている。

1. 3. 2 HSPAの技術概要

HSPA Evolutionは、携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告（平成16年5月24日）等で検討されたW-CDMA（HSDPA含む）方式（最大伝送速度：下り14Mbps、上り2Mbps）に対して下り2x2MIMO、下りデータ変調64QAM、上りデータ変調16QAMを追加した方式である。無線の伝搬環境に応じて、これらのアンテナ技術及びデータ変調技術を利用し、伝送性能の向上及びシステムの最適化を図ることが可能である。

DC-HSDPAは、下り回線において2つのセル(Cell)の通信チャネルを各移動端末に対して使用し、下りのデータ伝送帯域幅を従来の5MHzから10MHzに拡張する技術である。ここで、「セル」は一つのスクランプリングコードと一つの5MHz幅キャリアの組み合わせで定義される。システムの動作モードとして、ネットワークが基地局内の隣接するキャリアをもつ2つのセルを1つの移動機に割り当てることができるDC-HSDPAモードと、1セルのみを使用する従来技術であるSC-WCDMA（Single-Cell WCDMA）モードがある。

1. 3. 3 モバイルWiMAX（FDD）の技術概要

システム・プロファイル（リリース1.5）では、FDDへの対応に加え、FDD/TDDの両方に対するMIMO機能の拡張（CL-MIMO）やVoIPサービス拡張のためのMAC効率化技術（Persistence Allocation）の適用が行われている。システム・プロファイル（リリース1.5）で拡張される主な機能を以下にまとめる。

- ・ FDD
- ・ バンドAMC (Adaptive Modulation and Coding)
- ・ CL-MIMO (Closed Loop - Multi-Input Multi-Output)
- ・ Persistence Allocation (VoIP対応)
- ・ MBS (Multicast Broadcast Service) 拡張
- ・ LBS (Location Based Service)
- ・ 他無線システムとの共存

次に、それぞれの機能の特徴を示す。

(1) FDD方式

FDDのフレーム構成を図1.3.3-1に示す。フレーム構成は、F-FDD(Full-Duplex FDD)とH-FDD(Half-Duplex FDD)に対応し、H-FDD対応端末に対しては、MAP1とMAP2を使い分けることで領域を区分する(DL1/UL1、DL2/UL2)。H-FDD対応端末は、この区分された領域のどちらかに属する。また、F-FDDをサポートするシステムでは、同時にH-FDD対応端末の収容を可能とする。

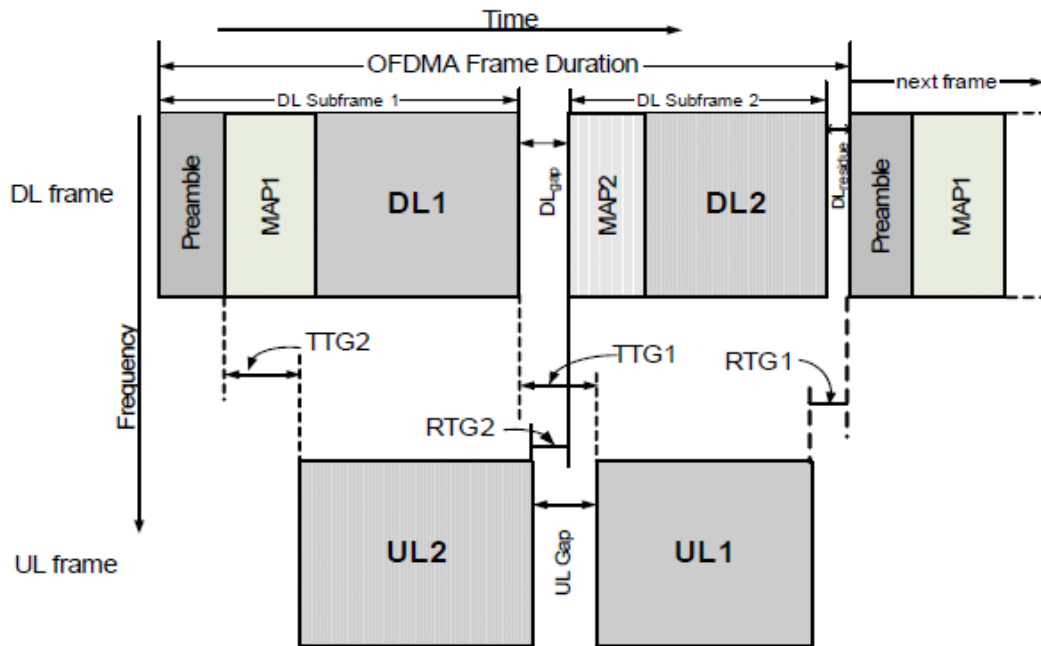


図 1. 3. 3-1 FDDのフレーム構成

(2) バンドAMC

端末ごとに受信信号レベルの高く品質のよい周波数ブロック（AMCブロック）を最適に割当てることにより、マルチユーザ・ダイバーシチを実現する。さらに、バンドAMCとCL-MIMOを組み合わせることにより、通信容量やスループットの増大等のMIMO伝送性能を改善することができる（図 1. 3. 3-2）。

(3) CL-MIMO

モバイルWiMAXのMIMOは、端末から基地局に対しチャネル情報のフィードバックを行うCL-MIMO（Closed Loop-MIMO）と、フィードバックを行わないOL-MIMO（Open Loop-MIMO）に大別される。CL-MIMOは、予め決めたコードブックを使用してフィードバックを行い、OL-MIMOに比べ高いMIMO伝送性能と複数端末の同時収容を可能としている。図 1. 3. 3-2に、端末ごとに最適なAMCブロックを割り当てる、最大 4×2 のCL-MIMO伝送の事例を示す。

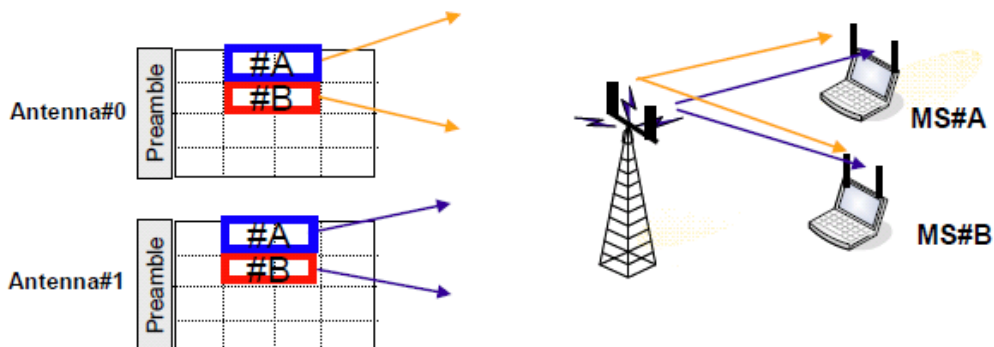


図 1. 3. 3-2 バンドAMC+CL-MIMO

(4) Persistence Allocation

VoIP容量を20%から30%改善するため、一定周期で送信されるVoIPデータに対し、フレーム内のバースト位置を示すMAPを一定時間省略可能とする。これにより、VoIPデータの収容領域を拡大する。

(5) MBS拡張

システム・プロファイル（リリース1）のMBS機能を拡張することで、マルチキャスト・ブロードキャスト・サービスの効率化を実現する。

(6) LBS

基地局と端末の位置情報を利用したサービスの提供を行う。

(7) 他無線システムとの共存

モバイルWiMAX、Bluetooth、無線LAN等の同一筐体内の共存を実現する。モバイルWiMAXの受信時、Bluetooth、無線LAN等の送信を行わないようにすることで、システム間の干渉を回避することができる。

1. 3. 4 移動通信システムの標準化動向

(1) 3GPPにおける標準化動向

3GPPでは、W-CDMAの拡張技術であるHSDPA及びHSUPAの規定後も、将来的な更なるデータ通信需要の増加を見越し、また、第3世代移動通信システム自体を将来的にも競争力を有するシステムとするために、飛躍的な性能向上を目指したシステムをLTEと称して規定し、リリース8として2009年3月に仕様が完成した。また、更なる性能向上を目指し、ITU-Rが標準化を進めるIMT-Advancedの候補無線インタフェースとして、LTE-Advancedの標準化を進めており、リリース10として2011年3月に仕様が完成した。

また、AWGで700MHz帯のバンドプランが合意されたことを受けて、3GPPにおいてLTEに関する当該バンドプランの標準仕様の策定が進められている。

(2) IEEE及びWiMAXフォーラムにおける標準化動向

モバイルWiMAXの標準化は、IEEEとWiMAXフォーラムの2つの組織が連携する形で検討が行われている。IEEE802.16WG（Working Group）は、無線MAN（Metropolitan Area Network）に関する物理層とMAC層の標準規格を策定しており、WiMAXフォーラムは、802.16標準規格に基づく製品の相互運用性を認証するとともに、レイヤ3のネットワーク・アーキテクチャの仕様策定を行っている。

モバイルWiMAXのFDDへの拡張はWiMAXフォーラムにおいて802.16-2004の改訂版である802.16-2009をベースとするシステムプロファイル（リリース1.5）のFDD仕様としてまとめられている。特に我が国の3.9世代移動通信システムにおける2GHzバンドに関しては、同様にWiMAXフォーラムにおいてバンドクラス6.Bとして5MHzx2、10MHzx2ならびに20MHzx2が無線仕様（リリース1.5）に規定されている。さらに900MHzバンドに関してはバンドクラス7.GとしてFDDプロファイルが追加されている。現在は我が国の700/900MHzバンドにおける検討結果を次期システムプロファイルに反映すべく検討が進められている。

(3) ITU-Rにおける標準化動向

IMT-2000の国際標準化は、図1.3.4-1に示すようにITUを中心として、3GPP、3GPP2等の国際標準化団体並びに各国・各地域の標準化機関等との密接な連携に基づいて行われている。ITU-Rでは、国際標準化団体で策定した詳細なIMT-2000無線インタフェース規格を各国・各地域の標準機関等からの入力として取扱い、IMT-2000を取り扱うITU-R SG5 WP5Dにおいて勧告改訂案を作成の上、最終的にITU-R加盟国の承認を経て、勧告ITU-R M.1457として規定している。

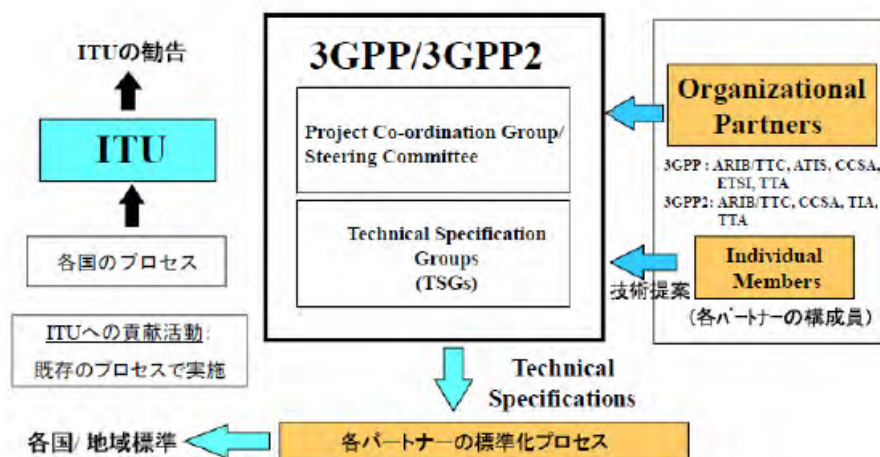


図1.3.4-1 IMT-2000標準化に関する各種団体の連携

(出典：情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告（平成20年12月11日）)

勧告ITU-R M.1457の最初のバージョンは2000年5月に承認され、それ以降、IMT-2000の世界的な拡大、技術の進化に伴い、およそ1年に1度の頻度で改版されている。2010年11月に承認された勧告ITU-R M.1457第10版は現時点での最新版であり、3.9世代移動通信システムとしてLTEの仕様概要が記載されている。

IMT-2000の標準化作業に併行し、ITU-R SG5 WP5Dでは移動通信の将来的な更なるデータ通信需要の高まりを想定し、より広い周波数帯域幅を用いて下り最大1 Gbpsを想定した第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の標準化作業が進められている。2007年10月～11月に開催されたWRC-07では、IMT-2000とIMT-Advancedの双方を考慮した新たな周波数帯域が特定されたことを受けて、IMT-Advancedに向けた標準化作業もより具体化し、IMT-Advanced無線インタフェースの基本的な開発プロセス、スケジュール等を記載した「IMT-Advancedの無線インタフェース技術提案募集のサーキュラター」が2008年3月に策定された。

その後のITU-R SG5 WP5Dでの標準化作業の進展により、最小要求条件及び提案の評価方法が決定され、各標準化団体でIMT-Advancedの無線インタフェースの提案に向けた技術検討が開始された。これらの検討においては、IMT-Advancedの要求条件を満たし、LTE等の3.9世代移動通信システムとの後方互換性（バックワードコンパチビリティ）を重視した、3.9世代移動通信システムの発展系システムが検討され、5つの国・機関から合計6つの無

線方式が提案された。その後の評価作業において、これらの無線方式はいずれも IMT-Advancedの最小要求条件を満たしているとの合意に達し、さらに、勧告における重複規定を避けるため、技術的な観点から、3GPP技術(LTE-Advanced)とIEEE技術(WirelessMAN-Advanced)の2つの技術に収斂されることとなった。これにより、2010年10月のWP5D第9回会合において、これら2つの無線方式の仕様をIMT-Advanced無線インタフェースの詳細仕様を規定する新勧告案ITU-R M. [IMT. RSPEC]に盛り込むことが合意された。その後、新勧告案ITU-R M. [IMT. RSPEC]の策定が進められ、2011年4月に開催されたWP5D第10回会合において新勧告案が暫定合意され、各国・各地域の標準化団体における手続きを経て、同年10月に開催されたWP5D第12回会合において新勧告案が承認された(図1. 3. 4-2)。

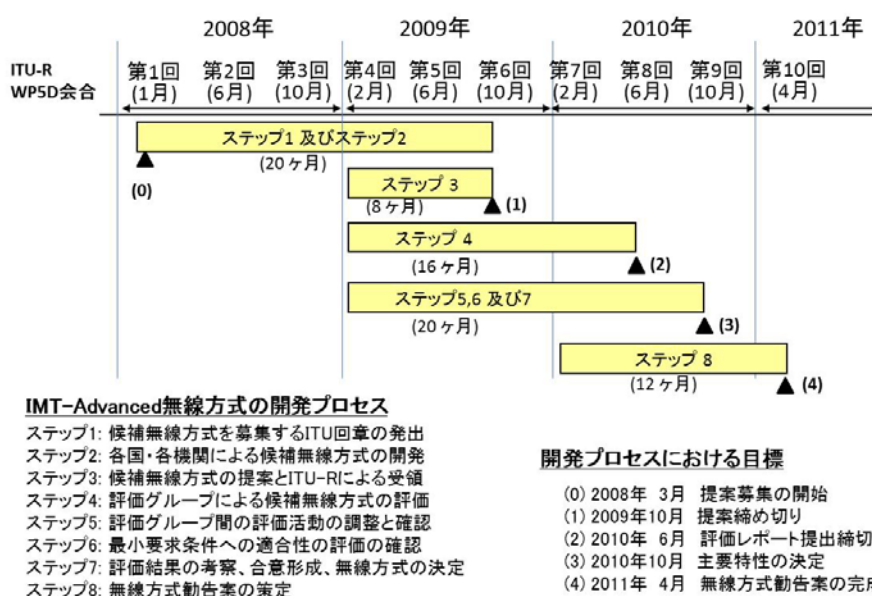


図1. 3. 4-2 IMT-Advanced無線インタフェースの開発スケジュール