

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
第4世代移動通信システム作業班 検討状況報告（案）

「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち
「第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の技術的条件」

検討状況報告の構成

I 作業班における検討経過

II 検討状況の概要

II-1 移動通信市場の動向

II-2 国際標準化の動向

II-3 IMT-Advancedの概要

II-4 3.4-3.6GHz帯既存システムの概要

II-5 干渉検討の進め方

II-6 検討に際しての留意事項

III 今後の検討スケジュール

参考資料

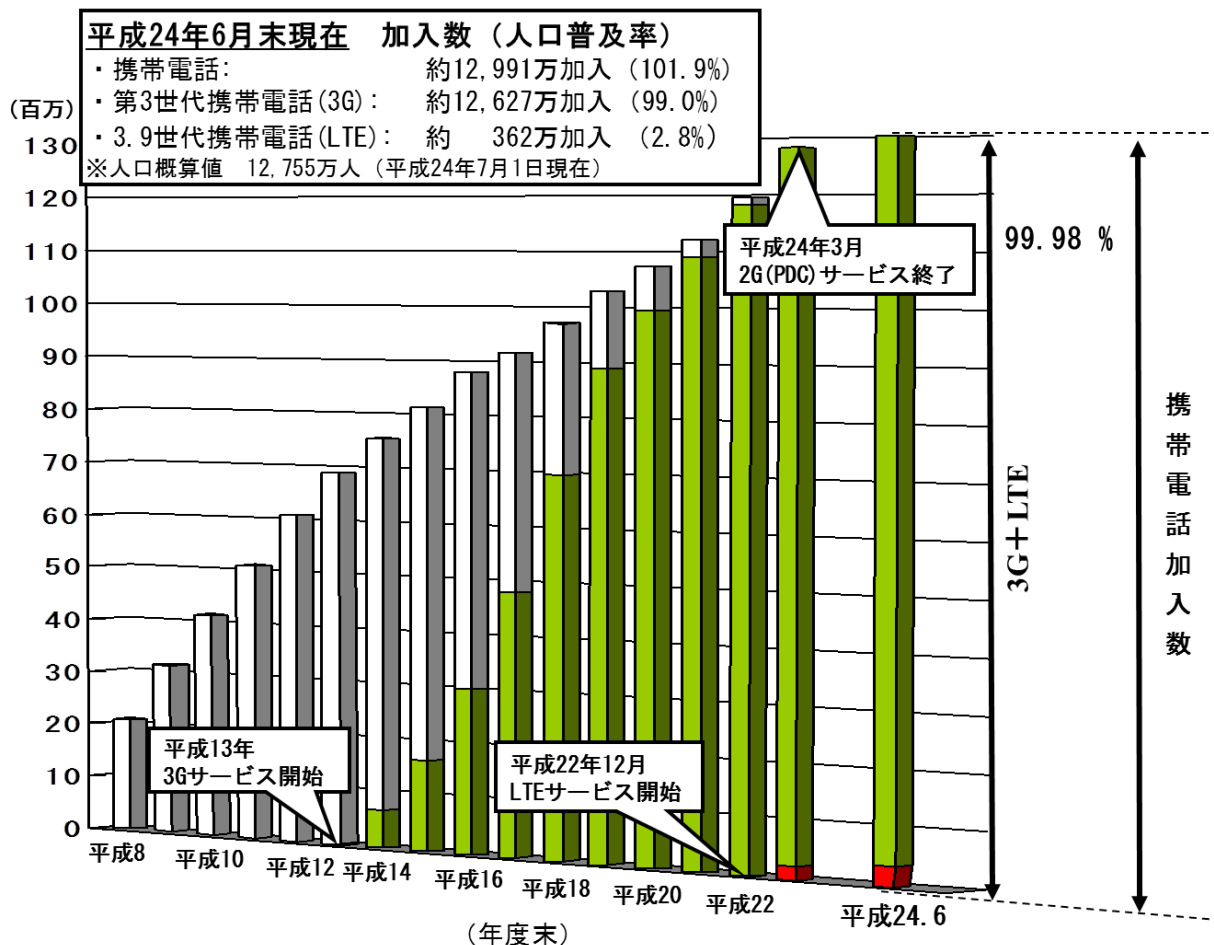
参考資料 第4世代移動通信システム作業班 構成員

作業班における検討経過（概要）

- ①平成24年 6月 第1回作業班
 - 作業班の運営方針、調査の進め方、アドホックグループの設置
 - 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の動向
- ②平成24年 7月 第2回作業班
 - IMT-Advancedの動向
 - 固定衛星業務（Cバンドダウンリンク）用無線システムの概要
- ③平成24年 8月 第3回作業班
 - IMT-Advancedの動向
 - 放送事業用無線システムの概要
- ④平成24年 9月 第4回作業班
 - IMT-Advancedの動向
- ⑤平成24年10月 第5回作業班
 - IMT-Advancedと既存システムの干渉検討
 - 作業班検討状況報告の取りまとめ

我が国の携帯電話加入者数の推移

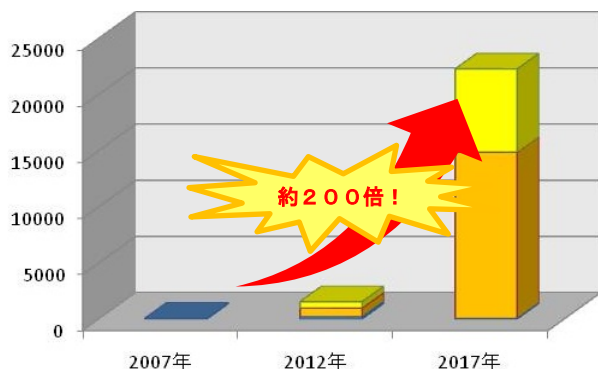
- 平成24年6月末時点における携帯電話加入者数は約1億2991万人。日本の人口数を上回る規模。
- 平成22年12月、3.9世代移动通信システム（LTE）による商用サービス開始。
- 平成24年3月にPDC商用サービス終了。平成24年7月にcdma One商用サービス終了。



移動通信トラヒックの状況

- 2007年（平成19年）の予測によると、2010年（平成22年）で200倍（＝年率1.7倍）の増加。
- 実際のトラヒックはスマートフォン等の普及により、予測を上回るペースで推移（年率2倍以上）。
- 2015年度（平成27年度）のトラヒックは、スマートフォンへの買い換え率、1台あたりトラヒック伸び等により、2010年度比で20.8倍（年率1.84倍）から39.1倍（年率2.08倍）に拡大するとの予測。

移動通信システムのトラヒック増大予想

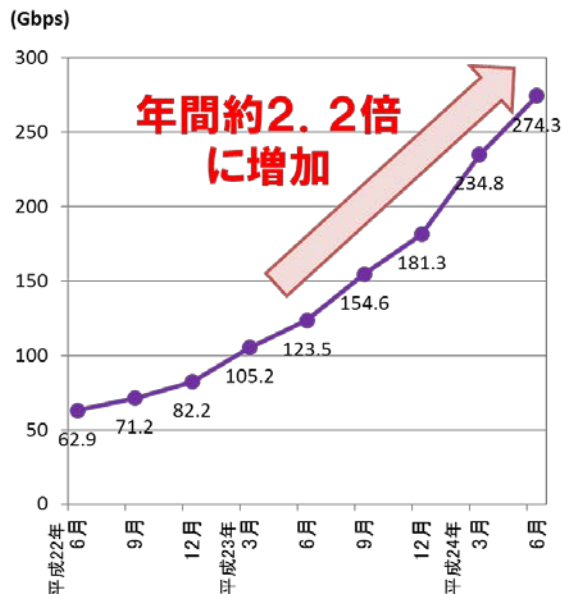


5年後、10年後のトラヒックの伸びを ①新たに創出されるサービス、②新システムに置き換わって提供される既存のサービスのサービス、③既存システムにより提供される既存のサービスの要素から試算。（2007年を100とした場合）

- ①新たに創出されるサービス
 (例) ・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との連携
 ・大容量のサイネージ情報の配信
 ・医療画像伝送による遠隔医療
- ②新システムに置き換わって提供される既存のサービス
 <コンテンツの大容量化>
 (例) 映像ストリーミング
 2012年： 4Mbps (圧縮率の高いHD映像と想定)
 2017年： 8Mbps (ハイビジョン並み映像と想定)
- ③既存システムにより提供される既存のサービス

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 資料

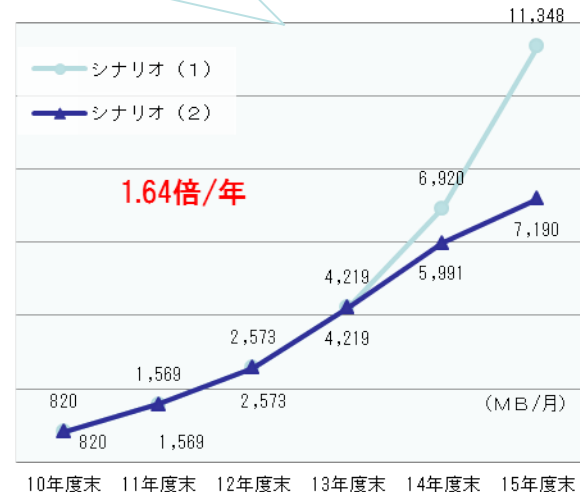
月間平均トラヒックの推移



出典：総務省が移動通信事業者6社（NTTドコモ、KDDI、ソフトバンクモバイル、イー・アクセス、UQコミュニケーションズ、Wireless City Planning）の協力により移動通信のトラヒック（非音声）を集計

移動通信トラヒックの将来動向

将来予測では、利用者あたりのトラヒック伸び（平均で年間1.64倍）が継続するシナリオ（1）と鈍化するシナリオ（2）を想定



出典：総務省 無線LANビジネス研究会 報告書（平成24年7月24日）

国際標準化の動向（1）

- 2012年（平成24年）1月の無線通信総会において、IMT-Advancedの無線詳細規格として、3GPPで検討が行われた「LTE-Advanced」とIEEEで検討が行われた「WirelessMAN-Advanced」の2方式を承認。
- ITUにおいて携帯電話帯域（IMT帯域）を特定。2015年（平成27年）開催予定の世界無線通信会議では追加周波数の検討が議題の一つ。3GPPでは、ITUのIMT帯域や各国割当てを勘案し、バンドプランを策定。

ITU-RにおけるIMT-Advancedの検討状況

○IMT-Advancedのコンセプト（ITU-R勧告M.1645）

- ✓ IMT-2000（高度化含む）の能力を拡張するシステム
- ✓ 伝送速度として、100Mbit/s（高速移動時）、1Gbit/s（低速移動時）を目標

○IMT-Advancedの要求条件（Report ITU-R M.2133）

サービス	・ 様々な種類のサービスをサポート可能
周波数	・ IMT帯域での運用が可能
技術性能	・ 周波数利用効率、遅延、モビリティ、ハンドオーバー、VoIP容量 ・ 帯域幅は、可変帯域をサポートして40MHz幅をサポート（Report ITU-R M.2134で規定）

○IMT-Advancedの無線詳細規格（ITU-R勧告M.2012）

- ✓ 要求条件を満足する規格として、「LTE-Advanced」と「WirelessMAN-Advanced」を規定

ITUのIMT帯域

周波数帯（MHz）
450-470
698-960
1710-2025
2110-2200
2300-2400
2500-2690
3400-3600

出典：ITU Radio Regulations

国際標準化の動向 (2)

3GPPにおけるLTEバンド (FDD)
(※)

#	Uplink (UL)	Downlink (DL)
1	1920 MHz ~ 1980 MHz	2110 MHz ~ 2170 MHz
2	1850 MHz ~ 1910 MHz	1930 MHz ~ 1990 MHz
3	1710 MHz ~ 1785 MHz	1805 MHz ~ 1880 MHz
4	1710 MHz ~ 1755 MHz	2110 MHz ~ 2155 MHz
5	824 MHz ~ 849 MHz	869 MHz ~ 894 MHz
7	2500 MHz ~ 2570 MHz	2620 MHz ~ 2690 MHz
8	880 MHz ~ 915 MHz	925 MHz ~ 960 MHz
9	1749.9 MHz ~ 1784.9 MHz	1844.9 MHz ~ 1879.9 MHz
10	1710 MHz ~ 1770 MHz	2110 MHz ~ 2170 MHz
11	1427.9 MHz ~ 1447.9 MHz	1475.9 MHz ~ 1495.9 MHz
12	699 MHz ~ 716 MHz	729 MHz ~ 746 MHz
13	777 MHz ~ 787 MHz	746 MHz ~ 756 MHz
14	788 MHz ~ 798 MHz	758 MHz ~ 768 MHz
17	704 MHz ~ 716 MHz	734 MHz ~ 746 MHz
18	815 MHz ~ 830 MHz	860 MHz ~ 875 MHz
19	830 MHz ~ 845 MHz	875 MHz ~ 890 MHz
20	832 MHz ~ 862 MHz	791 MHz ~ 821 MHz
21	1447.9 MHz ~ 1462.9 MHz	1495.9 MHz ~ 1510.9 MHz
22	3410 MHz ~ 3490 MHz	3510 MHz ~ 3590 MHz
23	2000 MHz ~ 2020 MHz	2180 MHz ~ 2200 MHz
24	1626.5 MHz ~ 1660.5 MHz	1525 MHz ~ 1559 MHz
25	1850 MHz ~ 1915 MHz	1930 MHz ~ 1995 MHz
26	814 MHz ~ 849 MHz	859 MHz ~ 894 MHz
27	807 MHz ~ 824 MHz	852 MHz ~ 869 MHz
28	703 MHz ~ 748 MHz	758 MHz ~ 803 MHz

3GPPにおけるLTEバンド (TDD)
(※)

#	Uplink (UL) & Downlink (DL)
33	1900 MHz ~ 1920 MHz
34	2010 MHz ~ 2025 MHz
35	1850 MHz ~ 1910 MHz
36	1930 MHz ~ 1990 MHz
37	1910 MHz ~ 1930 MHz
38	2570 MHz ~ 2620 MHz
39	1880 MHz ~ 1920 MHz
40	2300 MHz ~ 2400 MHz
41	2496 MHz ~ 2690 MHz
42	3400 MHz ~ 3600 MHz
43	3600 MHz ~ 3800 MHz
44	703 MHz ~ 803 MHz

(※) 3GPP TS 36.101
V11.1.0

出典：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 第4世代移動通信システム作業班 第1回資料を基に作成

LTE-Advancedの概要 (1)

○LTEとの後方互換性あり。

○MIMO機能拡張等による最大伝送速度の向上、セル端スループットの向上を実現。

○IMT-Advancedの要求条件を満たすために必要な主要技術は完成。一部の技術はリリース11以降。

機能	概要	3GPPにおける標準化状況	
		リリース10	リリース11以降
キャリアアグリゲーション (CA)	<ul style="list-style-type: none"> 複数のLTEキャリア（不連続 or 連続の周波数帯）を束ねた送受信（最大100MHz幅）を行い、伝送速度を高速化 	<ul style="list-style-type: none"> 基本仕様完成 	<ul style="list-style-type: none"> 異なるバンド間の上りCAの無線仕様規定は、検討完了までに、相当の時間がかかる見込み
MIMOの拡張	<ul style="list-style-type: none"> MIMO多重伝送数の拡張（下り：最大8、上り：最大4） マルチユーザMIMO拡張・適用 	<ul style="list-style-type: none"> 基本仕様完成 	<ul style="list-style-type: none"> 上り4アンテナMIMOの無線仕様規定が未検討
ヘテロジーニアスネットワーク (HetNet)	<ul style="list-style-type: none"> 異なる基地局（例：送信電力等）を同一エリア内で混在させて展開するネットワーク ネットワーク内で基地局間連携を行い、セル端スループット等を改善する技術も検討 	<ul style="list-style-type: none"> 基本仕様完成 	<ul style="list-style-type: none"> 送信電力38dBmの基地局規定がリリース11に追加される予定
セル間協調送受信 (CoMP)	<ul style="list-style-type: none"> 複数の基地局で協調して信号を送受信し、セル端スループット等を改善 		<ul style="list-style-type: none"> 基本仕様の完成は最速でリリース11となる見込みだが、無線仕様規定に関わる仕様変更は不要
リレー伝送	<ul style="list-style-type: none"> 再生中継による無線でのバックホールリンクのサポート可能とし、カバレッジ、エリア展開の柔軟性を確保 	<ul style="list-style-type: none"> 基本仕様完成 	<ul style="list-style-type: none"> 無線仕様規定の完成は最速でリリース11となる見込み

※リリース10は平成23年6月に仕様完成。リリース11は平成25年3月仕様完成目途で検討中。

LTE-Advancedの概要 (2)

LTE-Advancedの性能について (FDD)

	HSPA	LTE	LTE-Advanced
下り ピーク速度	14Mbps	仕様上の最大値 : 300Mbps (HSPA比較で約20倍)	仕様上の最大値 : 3Gbps (HSPA比較で約210倍) (LTE比較で約10倍)
容量	1	HSPA比較で約3倍	HSPA比較で約4倍 (*) LTE比較で約1.4倍 (*)
遅延時間 (最大効果)	1	HSPA比較で約1/4倍	HSPA比較で約1/4倍 LTE比較で1倍

(*) 3GPP標準化における性能評価より (評価条件に依存)

周波数幅/MIMO数と下りピーク速度について (FDD)

		2×2 MIMO	4×4 MIMO	8×8 MIMO
周波数幅	20MHz	150Mbps	300Mbps	600Mbps
	40MHz	300Mbps	600Mbps	1.2Gbps
	60MHz	450Mbps	900Mbps	1.8Gbps
	80MHz	600Mbps	1.2Gbps	2.4Gbps
	100MHz	750Mbps	1.5Gbps	3Gbps

TDDの場合、下り／上りのフレーム構成比率を約9:1～2:3に変更可能

WirelessMAN-Advancedの概要

○WiMAXとの後方互換性あり。

○MIMO機能拡張等による最大伝送速度の向上、周波数利用効率の向上を実現。

周波数幅/MIMO数と下りピーク速度（理論値）について（FDD/H-FDD）

		2×2 MIMO	4×4 MIMO	8×8 MIMO
周波数幅	20MHz	132Mbps	264Mbps	528Mbps
	40MHz	264Mbps	528Mbps	1.056Gbps
	60MHz	396Mbps	792Mbps	1.584Gbps
	80MHz	528Mbps	1.056Gbps	2.112Gbps
	100MHz	660Mbps	1.320Gbps	2.640Gbps

周波数幅と下りピーク速度（理論値）について（TDD、下り4×4MIMO）

下り：上り		5：3	6：2
周波数幅	20MHz	165Mbps	198Mbps
	40MHz	330Mbps	396Mbps
	60MHz	495Mbps	594Mbps
	80MHz	660Mbps	792Mbps
	100MHz	825Mbps	990Mbps

（注）FDD/H-FDDは、TDDに比べ、2倍の帯域幅が必要

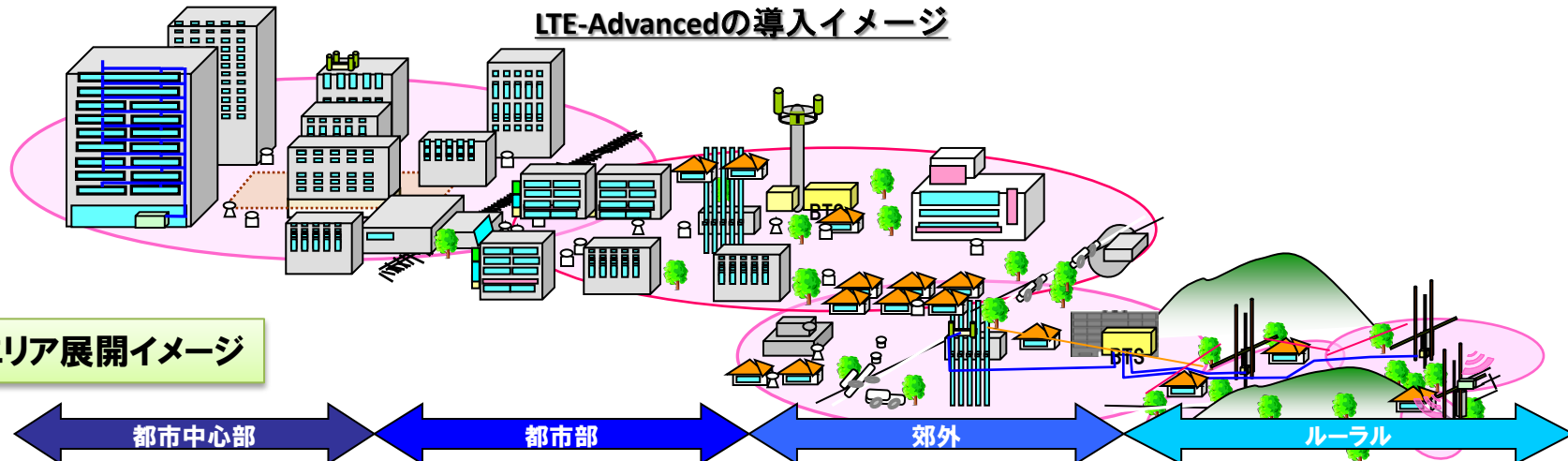
出典：情報通信審議会 情報通信技術分科会

携帯電話等高度化委員会 第4世代移動通信システム作業班 第1回資料を基に作成

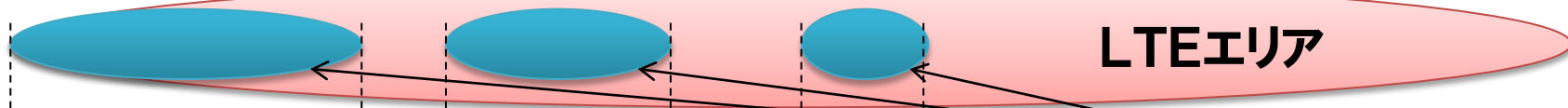
IMT-Advancedの導入イメージ

- 新しい携帯電話帯域だけではなく、既存の携帯電話帯域にも導入可能。
- 局所的なトラフィック増等への対策として、段階的にIMT-Advancedの導入が可能。

LTE-Advancedの導入イメージ



■ エリア展開イメージ



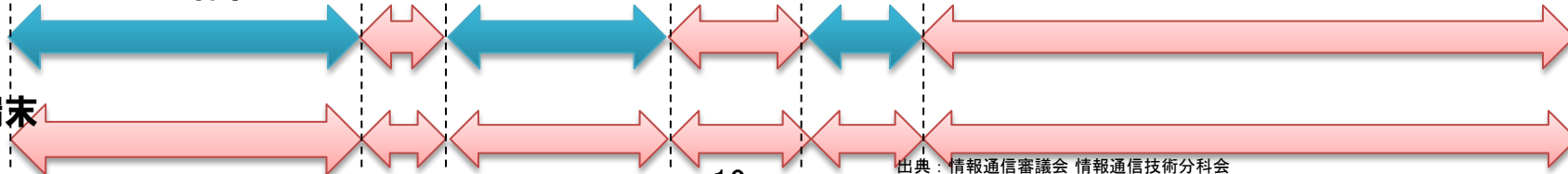
■ 端末の接続

LTE-Advancedで高速通信 LTEで通信

LTE-Advancedエリア

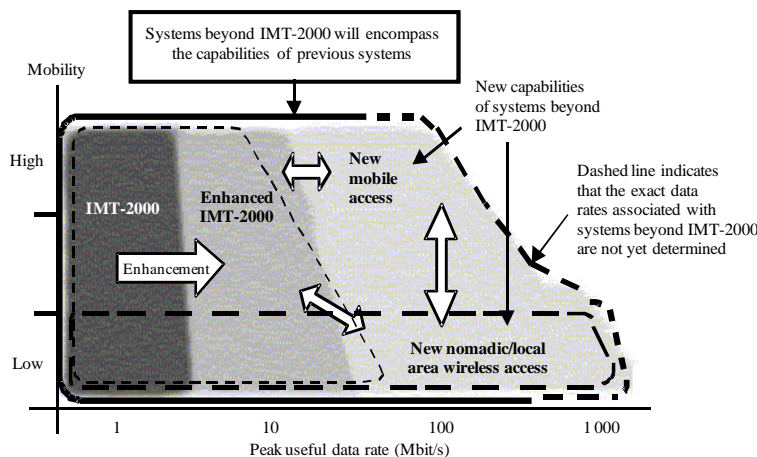
LTE-Advanced端末

LTE端末



IMT-Advancedの基本コンセプト

- ITU-R勧告M.1645に記載された目標伝送速度（高速移動時100Mbit/s／低速移動時1Gbit/s）の実現を目指した、3.9世代移動通信システム（LTE）よりも高速・大容量なシステム。
- サービスの高度化・多様化への対応や増加するトラフィック対策等として、キャリアアグリゲーションやCoMP等の新たな機能を適用し、高速・大容量化やサービスエリアの充実を実現。



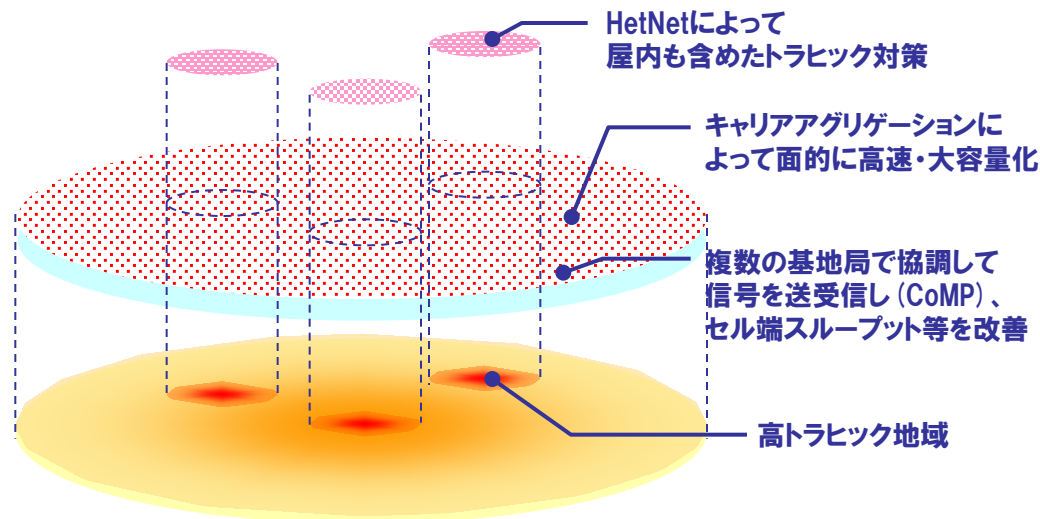
IMT-2000からの連続的な進化によって、“systems beyond IMT-2000”（IMT-Advanced）では、

- ・ 高速移動時100Mbit/s
- ・ 低速移動時1Gbit/s

の伝送速度を実現

出典：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 第4世代移動通信システム作業班 第1回資料
 及びITU-R勧告M.1645を基に作成

トラフィックの発生状況に応じたIMT-Advancedの適用イメージ



出典：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 第4世代移動通信システム作業班 第2回資料を基に作成

放送事業用設備の概要

- 3.4-3.6GHz帯は、放送事業者が映像、音声、監視・制御信号の伝送回線として使用。
- 3456-3600MHz帯を使用するシステムは平成24年11月末までに他周波数帯へ移行。3400-3456MHz帯を使用するシステムは最長で平成34年11月末までに他周波数帯へ移行。
- 伝送回線は、素材だけでなく生放送でも利用される本線であることを念頭に置いた検討が必要。

放送事業用の伝送回線

STL (Studio to Transmitter Link)

- ◆ 放送局と親局を結ぶ伝送回線
- ◆ 伝送信号：番組プログラム、制御信号

TSL (Transmitter to Studio Link)

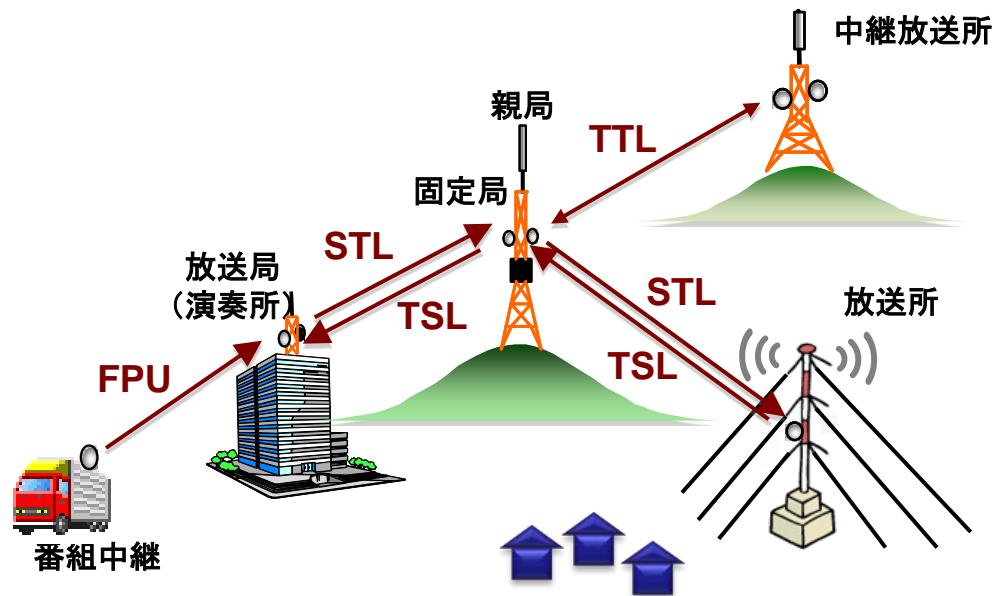
- ◆ 親局と放送局を結ぶ伝送回線
- ◆ 伝送信号：監視信号、番組プログラム

TTL (Transmitter to Transmitter Link)

- ◆ 親局と中継放送所を結ぶ伝送回線
- ◆ 伝送信号：番組プログラム、制御／監視信号

FPU (Field Pickup Unit)

- ◆ 局外番組中継を伝送する伝送回線
- ◆ 伝送信号：番組プログラム

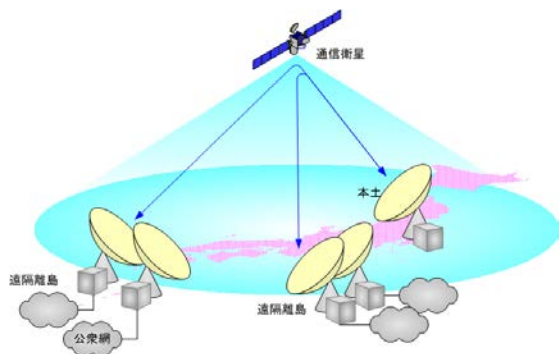


出典：情報通信審議会 情報通信技術分科会
 携帯電話等高度化委員会 第4世代移動通信システム作業班 第2回資料を基に作成

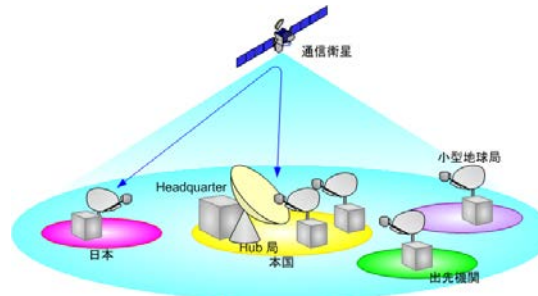
固定衛星業務用設備の概要

- 固定衛星事業者が国内通信（離島向け通信、衛星移動通信）、国際通信（直接通信、中継サービス）、船上地球局、回線監視、衛星管制を提供するために使用。
- 国内には、国外免許による固定衛星からの信号を受信する局も存在。また、海外の衛星放送配信を受信する受信専用局も存在。
- ITU-R勧告で保護規格が規定されている通信以外の用途の保護基準について検討が必要。また、受信フロントエンド（LNA）等の飽和、それに伴う非線形特性により複数入力信号で発生するIMの対衛星受信信号への帯域内干渉、ならびにIMT-Advancedの不要発射による干渉等について考慮が必要。

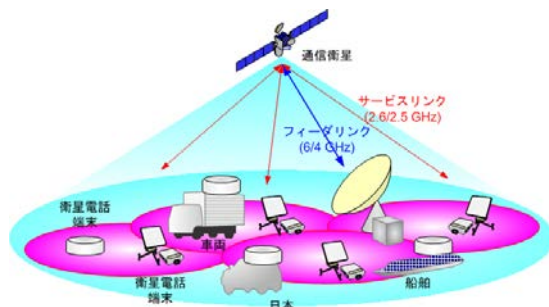
離島向け通信



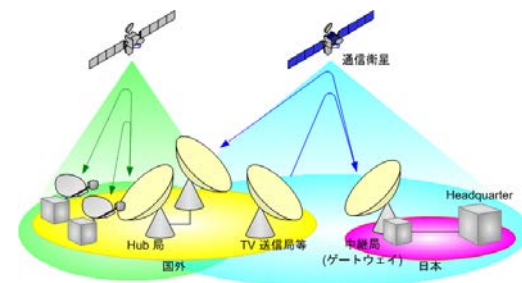
直接通信



衛星移動通信システム



中継サービス



出典：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 第4世代移動通信システム作業班 第2回資料を基に作成

干渉検討の進め方

- 3.4-3.6GHz帯では、IMT-Advanced及び既存システムが与干渉/被干渉となる場合について、基本的に1対1対向モデルを用いて規格値をベースとした机上計算を実施。（計算結果が許容干渉量を上回る場合には、①不要発射の実力値やサイトエンジニアリング等による共存条件の検討や②モンテカルロシミュレーションによる確率的検討を実施。）
- 3.6-4.2GHz帯では、3.4-3.6GHz帯における検討結果を適用するとともに、必要に応じて、不足する干渉検討を実施。
- 既存の携帯電話帯域では、IMT-Advancedと他の既存システム間の干渉影響について、過去の情通審答申の範囲内かを検討。

3.4-3.6GHz帯干渉検討組合せ

【第4世代移动通信システム (IMT-Advanced, FDD/TDD)
⇔ 他の既存システム (同一/隣接周波数)】

- ① IMT-Advanced ⇔ 放送監視制御
- ② IMT-Advanced ⇔ 3.4GHz帯音声FPU
- ③ IMT-Advanced ⇔ 3.4GHz帯音声STL/TTL/TSL
- ④ IMT-Advanced ⇔ 衛星↓
- ⑤ IMT-Advanced ⇔ 移動衛星フィーダーリンク↓
(⑤は隣接周波数のみ)

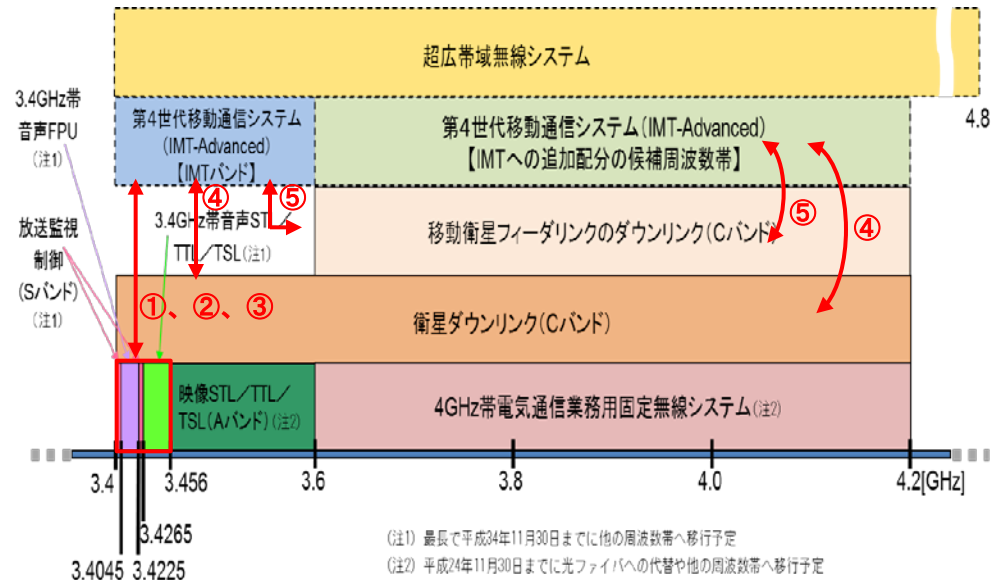
【第4世代移动通信システム (IMT-Advanced, FDD/TDD)
相互間 (隣接周波数)】

- ⑥ IMT-Advanced ⇔ IMT-Advanced

3.6-4.2GHz帯干渉検討組合せ

【第4世代移动通信システム (IMT-Advanced, FDD/TDD)
⇔ 他の既存システム (同一/隣接周波数)】

- ④ IMT-Advanced ⇔ 衛星↓
- ⑤ IMT-Advanced ⇔ 移動衛星フィーダーリンク↓



(注1) 最長で平成34年11月30日までに他の周波数帯へ移行予定
(注2) 平成24年11月30日までに光ファイバへの代替や他の周波数帯へ移行予定

(注) 3.4-4.8GHz帯の超広帯域無線システムが具備することとされている干渉軽減機能については、移动通信システム委員会において検討予定

3.4-3.6GHz帯に係る検討に際しての留意事項

- FDD方式/TDD方式の選択に際しては、実装及び運用、周波数利用効率の観点から検討が必要。
- 国際的な周波数ハーモナイズの観点から、諸外国における利用動向や規制動向を踏まえた検討が必要。
- 被干渉システムの公共性を踏まえ、視聴者やユーザーに電波干渉等の影響を与えないよう、良好な放送・通信環境を維持した電波資源の共有が必要。

3GPP Band 22及び42によるFDD方式/TDD方式の比較等

○FDD方式による運用

- ✓ 事業者間で同期させる必要が無いため、運用が容易
- ✓ 端末RFフロントエンドにおける損失がTDDよりも大きい

○TDD方式による運用

- ✓ 端末RFフロントエンドにおけるフィルタの設計がFDDよりも容易
- ✓ 事業者間同期を行えば全帯域を使用可能、非同期時はガードバンドが必要

○3.4-3.6GHz帯の技術的側面

- ✓ パワーアンプの効率改善やフィルタの技術的難度等、端末設計上の課題
- ✓ 直進性が強い電波伝搬特性

諸外国における利用動向、規制動向

○米国

- ✓ 3500-3650MHz帯は衛星地球局や連邦政府が使用しているが、3GPP Band22及び42と重なる3550-3650MHz帯を開放予定
- ✓ FCCは2012年11月にその方向性を決定
- ✓ 3400-3550MHz帯は、3550-3650MHz帯の開放後に検討

○欧州

- ✓ 多くの国でFDD方式/TDD方式のいずれの周波数アレンジメントも可能
- ✓ 2010年12月のECC Decisionにおいて、ひとつの周波数アレンジメントを特定するべく、3400-3800MHz帯の周波数ハーモナイズと技術的条件の追加検討を要請
- ✓ CEPTは、2013年11月に取りまとめを行うべく検討中

○中国

- ✓ 3400-3600MHz帯はホットスポットをカバーするSmall Cell用途として、FSSとの共存検討を実施

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

第4世代移動通信システム作業班 構成員名簿 (敬称略)

参考資料

【主任】	若尾 正義	元(一社)電波産業会 専務理事
【主任代理】	吉村 直子	(独)情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 宇宙通信システム研究室 主任研究員
	石川 禎典	(株)日立製作所 通信ネットワーク事業部 モバイルシステム部 専門主任技師
	今井 亨	日本放送協会 技術局 計画部 副部長(第2回~)
	石田 和人	クアルコムジャパン(株) 標準化部長(~第4回)
	上杉 充	パナソニック モバイルコミュニケーションズ(株) モバイルターミナルビジネスユニット モバイル開発センター 要素開発グループ 第一チーム 参事(第5回~)
	大川 祐二	日本放送協会 技術局 計画部 副部長(第1回)
	長内 忍	(株)TBSラジオ&コミュニケーションズ 技術推進センター
	皆瀬 修	富士通(株) アクセスネットワーク事業本部 グローバルビジネス事業部 マネージャ(第2回~)
	川島 修	(株)エフエム東京 編成制作局 技術部長
	河野 宇博	スカパーJSAT(株) 技術運用本部 電波業務部 マネージャー
	城田 雅一	クアルコムジャパン(株) 標準化グループ 標準化担当部長(第5回~)
	菅田 明則	KDDI(株) 技術企画本部 電波部 担当部長
	高田 仁	(一社)日本民間放送連盟 企画部 主幹
	高橋 政博	(株)テレビ朝日 技術局 技術統括部 電波担当部長
	田中 伸一	ソフトバンクモバイル(株) 技術統括 電波制度室 担当部長
	谷口 正樹	富士通(株) アクセスネットワーク事業本部 グローバルビジネス事業部 部長(第1回)
	中川 永伸	(財)テレコムエンジニアリングセンター 技術グループ 部長
	中津川 征士	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長(第1回)
	中村 光行	日本電気(株) モバイルRAN事業部 シニアマネージャー
	日高 秀樹	京セラ(株) 研究開発本部 通信機器研究開発統括部 端末研究部 第一研究部 副責任者
	古川 憲志	(株)NTTドコモ 電波部 電波企画担当部長
	三浦 望	パナソニック モバイルコミュニケーションズ(株) 技術渉外グループ 技術渉外チーム 主事(~第4回)
	諸橋 知雄	イー・アクセス(株) 技術戦略室 室長
	山崎 潤	ノキアシーメンスネットワークス(株) ガバメントリレーションズ統括
	山本 裕彦	シャープ(株) 通信システム事業本部 要素技術開発センター 次世代プラットフォーム開発部 部長
	要海 敏和	UQコミュニケーションズ(株) 技術部門 副本部長 兼 ネットワーク技術部 部長
	吉田 英邦	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長(第2回~)