

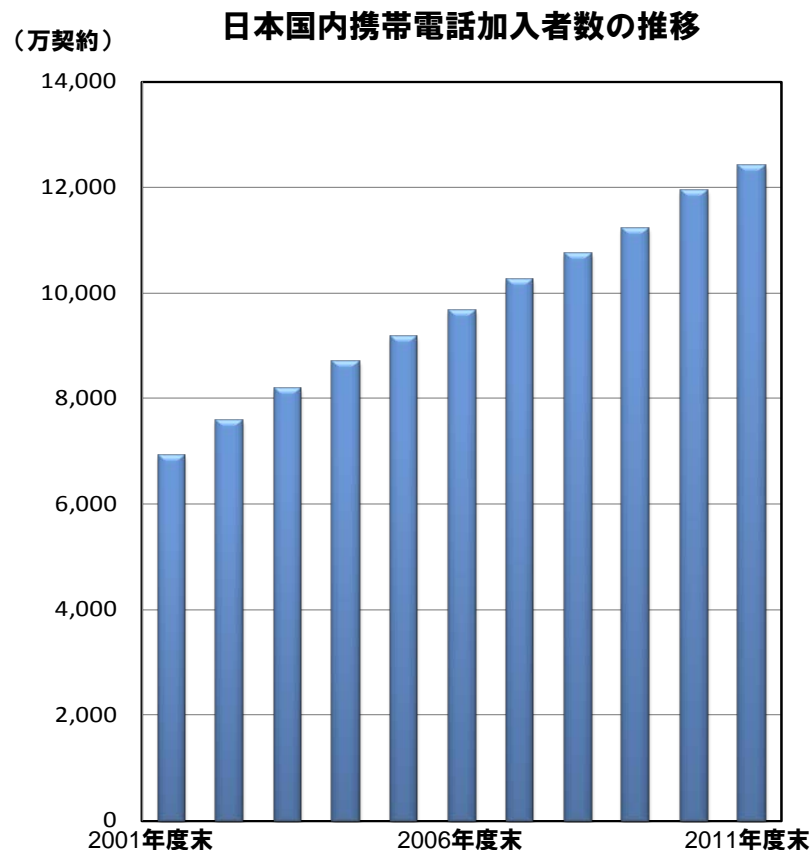
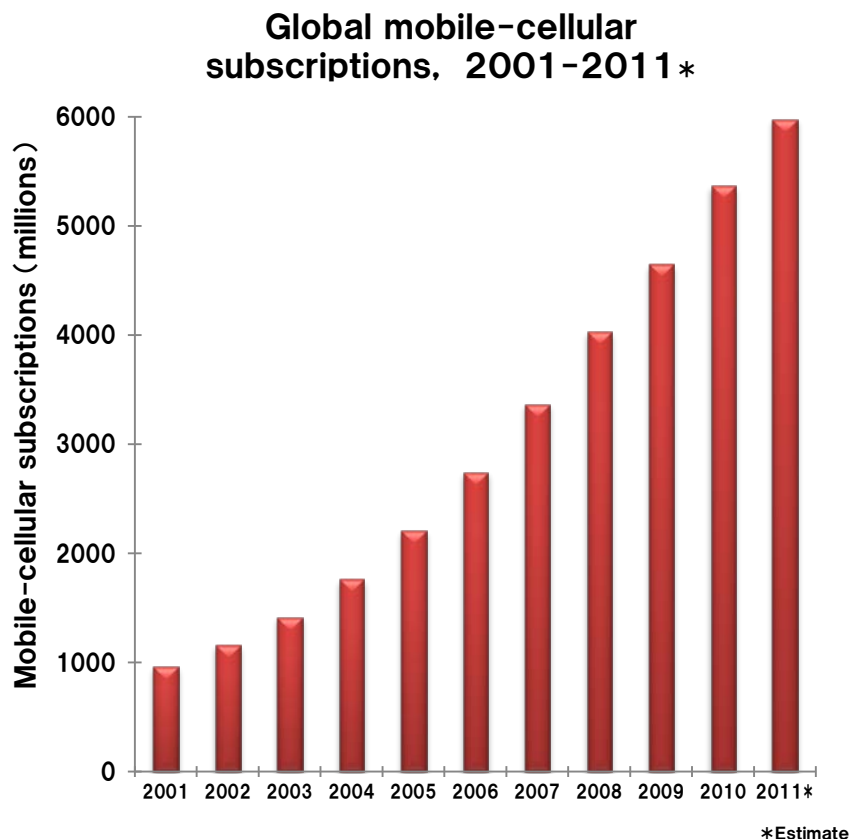
# LTE-Advanced の導入に向けて

平成24年6月6日  
(株)NTTドコモ

1. **移動通信市場の動向**
2. **国際標準化の動向**
3. **LTE－Advancedの導入に向けて**
4. **作業班での今後の検討について**

# 1. 移動通信市場の動向 ～携帯電話加入者数の増加傾向～

- 2011年における世界の携帯電話加入者数は、約60億人
- 日本の携帯電話加入者数は、約1.2億人(2012年3月現在)

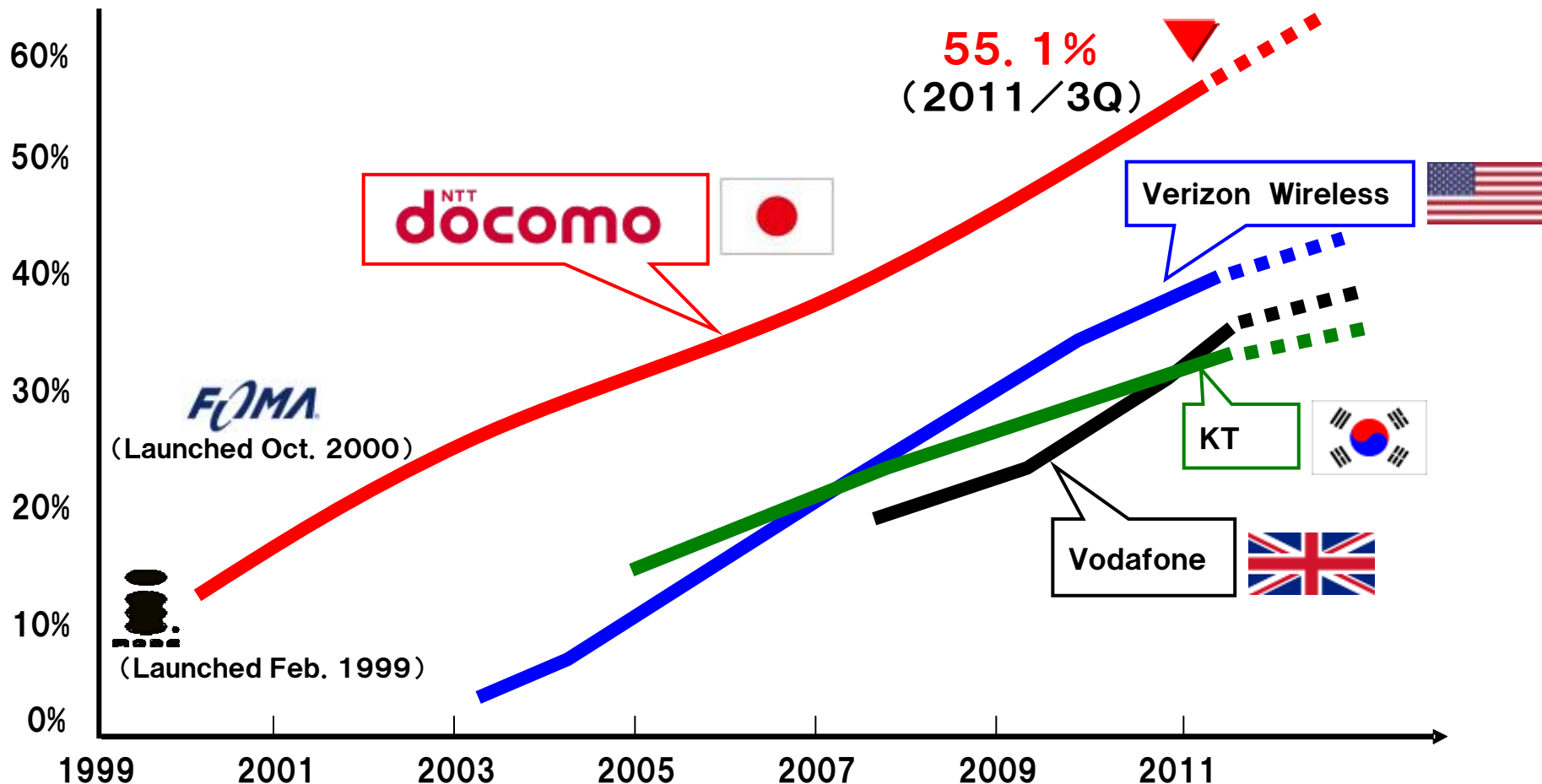


Source: ITU World Telecommunication / ICT Indicators database

TCA(社団法人電気通信事業者協会)データを引用)

# 1. 移動通信市場の動向 ~データ通信比率の推移~

- ARPUに占めるデータ通信料比率の比較。
- 日本のデータ通信比率は非常に高い。



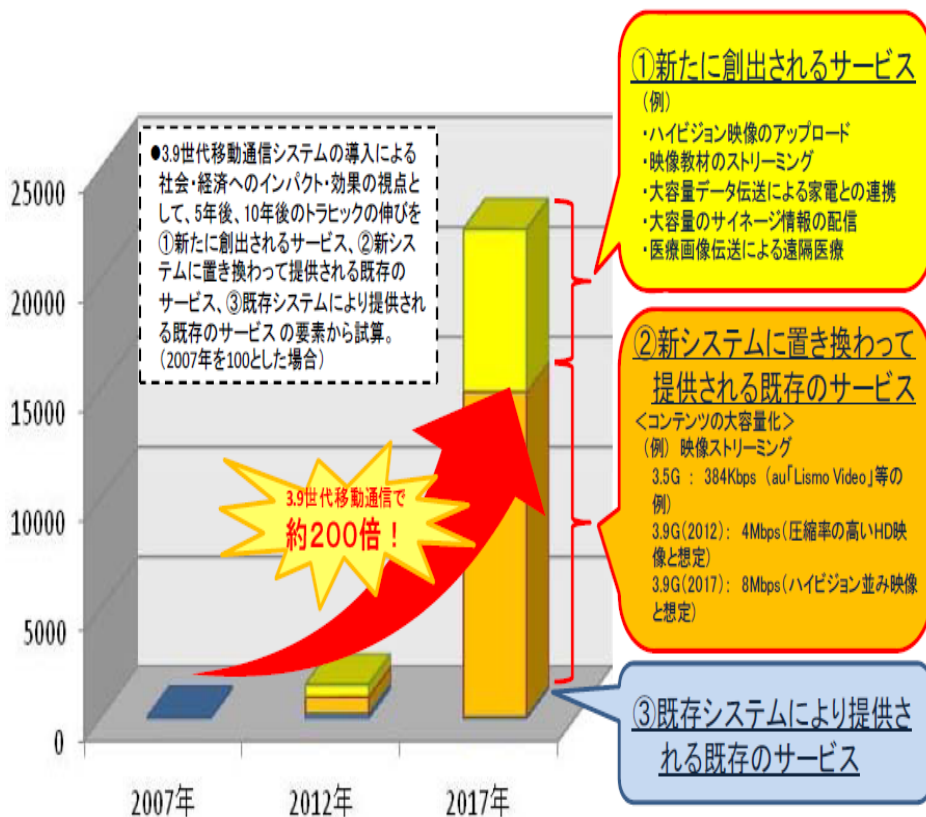
(Source) Calculated based on financial results materials, etc. of each company.  
 Data for Vodafone was calculated based on the ratio of total data services revenues to total voice revenues because data ARPU has not been disclosed.

# 1. 移動通信市場の動向 ～トラフィック状況～

- ・07年の予測によると、10年で200倍(=年率1.7倍)の増加。
- ・実際のトラフィックは、予測を上回るペースで推移(年率2倍以上)。

## トラフィック予測(2007～2017年)

(携帯電話等周波数有効利用報告委員会)

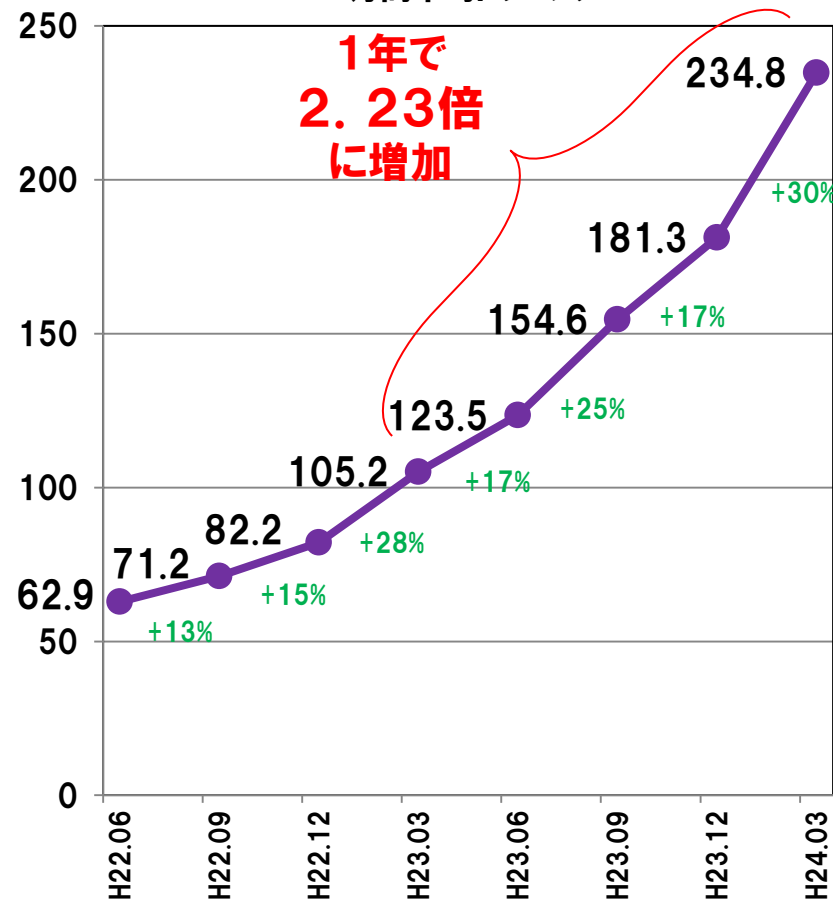


情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会  
IMT-2000高度化作業班(第8回)資料を基に作成。

## 実際のトラフィック(総務省調査)

(Gbps)

月間平均トラフィック



<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin06.html>

## 1. 移動通信市場の動向 ～各国のブロードバンドプラン～

- ・ITU-Rでの検討(Report ITU-R M. 2078)によると、全世界において2020年までに1.28～1.72GHz幅の周波数が必要とされ、WRC07では候補帯域の一部(3.4～3.6GHz帯、等)をIMT用として特定。
- ・2015年に開催予定のWRC15では、追加周波数の検討が議題となっている。
- ・世界各国においても、急増するトラフィック対策として様々なブロードバンドプランが策定されている。

## 2020年に向けた世界のブロードバンドプラン

	ブロードバンドプランにおける割り当て幅(2020年までの計画)	検討されている追加割り当て候補帯域	備考
日本	1100MHz程度	3600～4200MHz、4400～4900MHz	*1
米国	500MHz程度	225～3700MHz、等	*2
英国	500MHz程度	2700～3400MHz、4400～5000MHz、等	*3
豪州	300MHz程度	1.5GHz帯、2700～2900MHz、3600～4200MHz、等	*4
韓国	600MHz程度	5GHz以下で200MHz幅	*5

\*1 総務省「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、[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000094917.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000094917.pdf)

\*2 Connecting America :The National Broadband Plan, <http://download.broadband.gov/plan/national-broadband-plan.pdf>

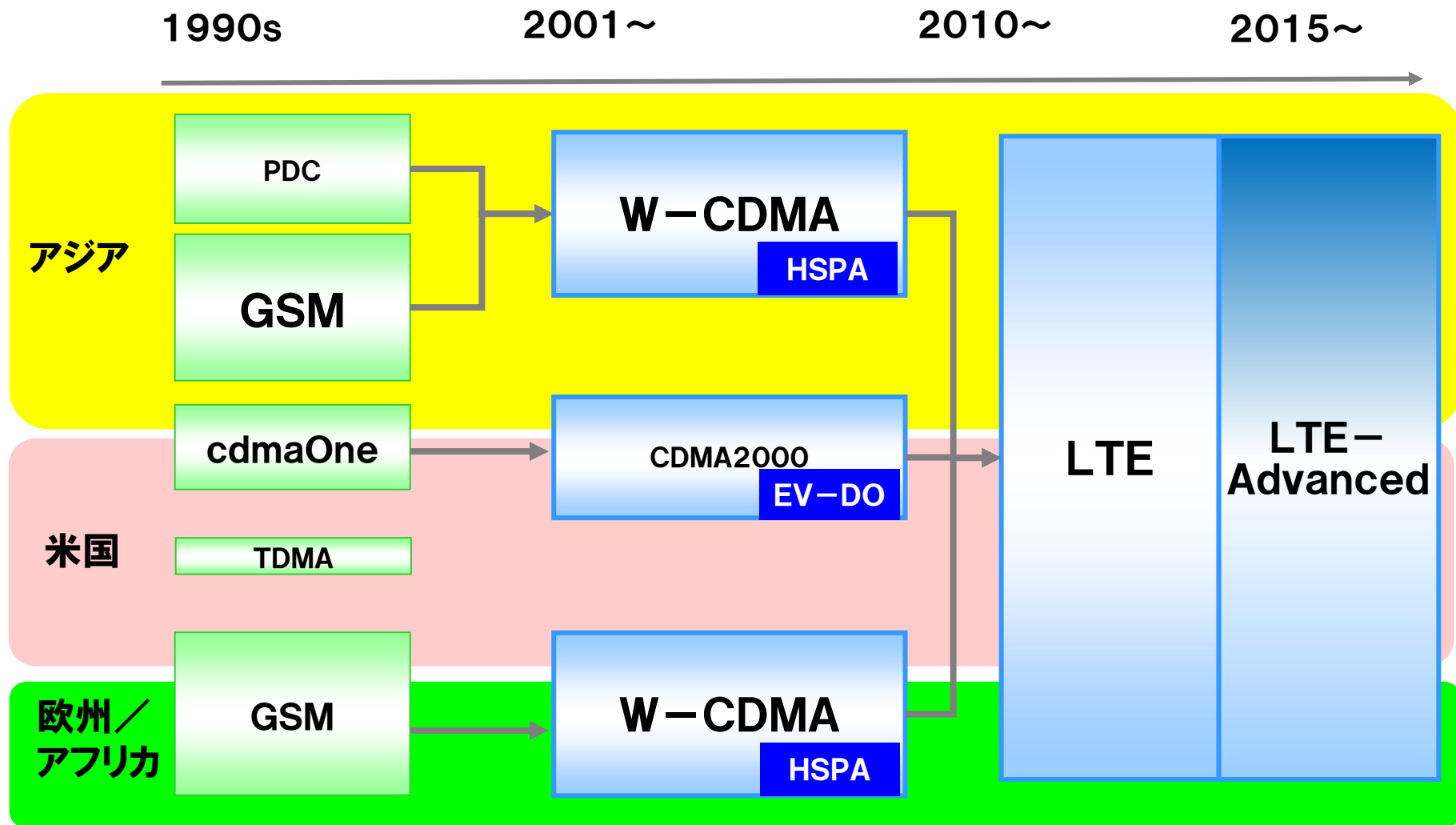
\*3 Britain's Superfast Broadband Future, December 2010, <http://www.culture.gov.uk/images/publications/10-1320-britains-superfast-broadband-future.pdf>

\*4 Towards 2020—Future spectrum requirements for mobile broadband, Australian Communications and Media Authority, [http://www.acma.gov.au/WEB/STANDARD/pc=PC\\_312514](http://www.acma.gov.au/WEB/STANDARD/pc=PC_312514)

\*5 INFORMATION OF NATIONAL MOBILE BROADBAND PLAN by Republic of Korea, AWG-12/INP-74

# 1. 移動通信市場の動向 ~システムの発展形態~

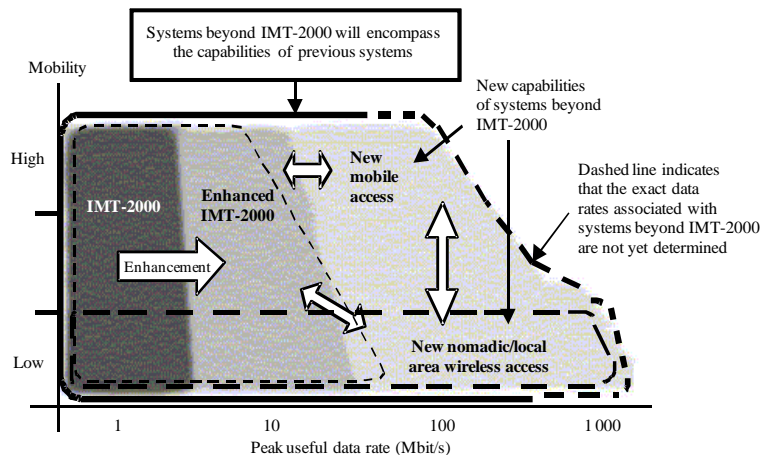
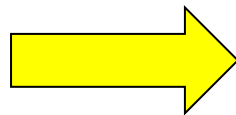
- 多くの携帯電話事業者がLTEへマイグレーションを推進中。
- 今後は、LTEの拡張・発展として、LTE-Advancedへ移行する流れへ。



- IMT-Advancedに関するITU-Rでの検討状況。
- 2012年1月の無線通信総会において勧告M. 2012承認。

○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
- 最大伝送速度:  
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 (Services)	• 様々な種類のサービスをサポート可能
周波数 (Spectrum)	• 携帯電話帯域(IMT周波数)での運用が可能
技術性能 (Technical performance)	• 最小要求条件を規定(Report ITU-R M. 2134) 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、可変帯域幅をサポートして40MHz幅をサポート

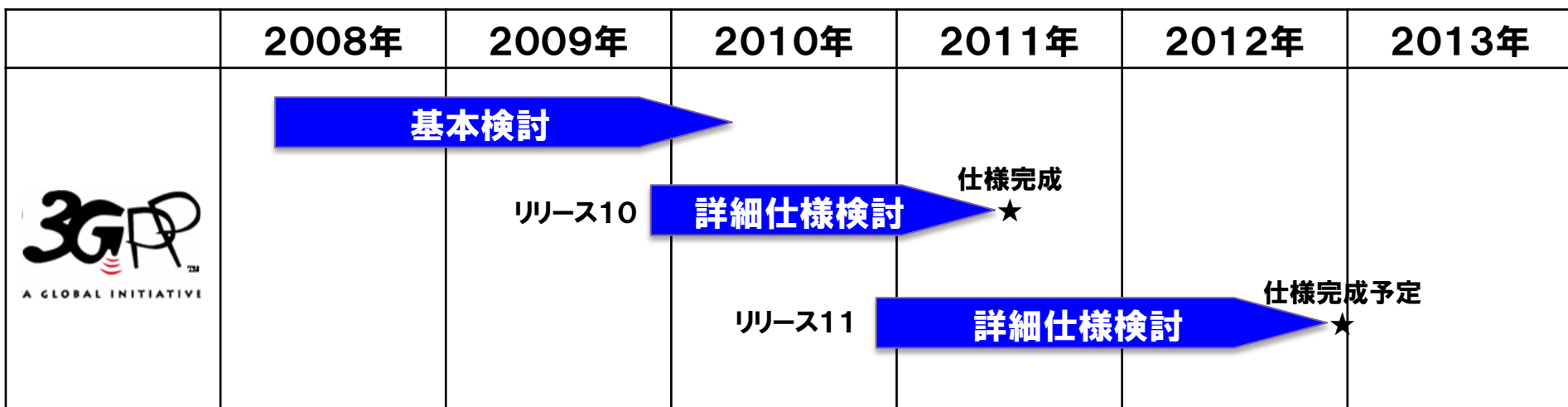
○IMT-Advancedの無線詳細規格(ITU-R 勧告 M. 2012)

**LTE-Advanced**

**Wireless MAN-Advanced**



- LTE-Advancedに関する3GPPでの検討状況は以下の通り。
  - 2008年 3月～：基本検討(Study Item)を開始
  - 2009年12月～：リリース10の詳細仕様検討(Work Item)の開始
    - **2011年 6月：仕様完成**
- LTE-Advancedは、LTEシステムを更に高速、大容量にする技術の集まりであり、要求条件を満たすための主要な技術は、リリース10として完成済み。
- その他の主要技術については、リリース11(2012年12月目途)以降で実現するべく現在仕様検討中。



## 2. 国際標準化状況 ～IMTバンドプランについて～

- ・ITU-RにおいてIMT帯域として特定されている周波数帯：  
450-470MHz、698-960MHz、1710-2025MHz、2100-2200MHz、2300-2400MHz、  
2500-2690MHz、3400-3600MHz
- ・3GPPのバンドプラン:ITUのIMT特定帯域、各国割り当てを勘案し策定。

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

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

(※) 3GPP TS 36.101

## 2. 国際標準化状況 ～3GPPにおけるCA検討状況～

・3GPPでは、LTE-Advancedの主要技術の1つであるCA(キャリアアグリゲーション<sup>(※)</sup>)技術の検討が進んでいる。

(※)複数のLTEキャリアを組み合わせて高速化を実現する技術

周波数の組み合わせ		提案事業者
Band1 (2.1G)	Band5 (850M)	モデルケースとして検討
Band3 (1.8G)	Band7 (2.6G)	Orange、Telecom Italia、Telefonica、Telia Sonera
Band4 (1.7G/2.1G)	Band17 (700M)	AT&T
Band4 (1.7G/2.1G)	Band13 (700M)	Verizon
Band4 (1.7G/2.1G)	Band12 (700M)	Cox Communications、Cellular South、US Cellular
Band5 (850M)	Band12 (700M)	Cox Communications、Cellular South、US Cellular
Band20 (800M)	Band7 (2.6G)	Orange、Telia Sonera、Telefonica
Band2 (1.9G)	Band17 (700M)	AT&T
Band4 (1.7G/2.1G)	Band5 (850M)	AT&T
Band5 (850M)	Band17 (700M)	AT&T
Band1 (2.1G)	Band7 (2.6G)	China telecom
Band3 (1.8G)	Band5 (850M)	SKT、LGU+
Band4 (1.7G/2.1G)	Band7 (2.6G)	Rogers、Bell Canada
Band20 (800M)	Band3 (1.8G)	Vodafone、Deutsche Telekom、Orange、Telecom Italia、Telia Sonera
Band20 (800M)	Band8 (900M)	Vodafone、Deutsche Telekom、Orange
Band11 (1.5G)	Band18 (850M)	KDDI
Band1 (2.1G)	Band18 (850M)	KDDI
Band1 (2.1G)	Band19 (850M)	NTT DOCOMO
Band1 (2.1G)	Band21 (1.5G)	NTT DOCOMO
Band3 (1.8G)	Band8 (900M)	KT

## 3. LTE-Advancedの導入に向けて ～特徴～

- LTE-Advancedの特徴  
 更なる大容量・高速伝送を実現  
 既存周波数、新周波数のいずれにも導入が可能  
 LTEとの互換性を有する

## LTE-Advancedの性能について

	HSPA	LTE	LTE-Advanced
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)

•LTE-Advanced技術の性能指標の1つである“ピーク速度”は、下表のように選択する周波数幅や、MIMO数によって変る。

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

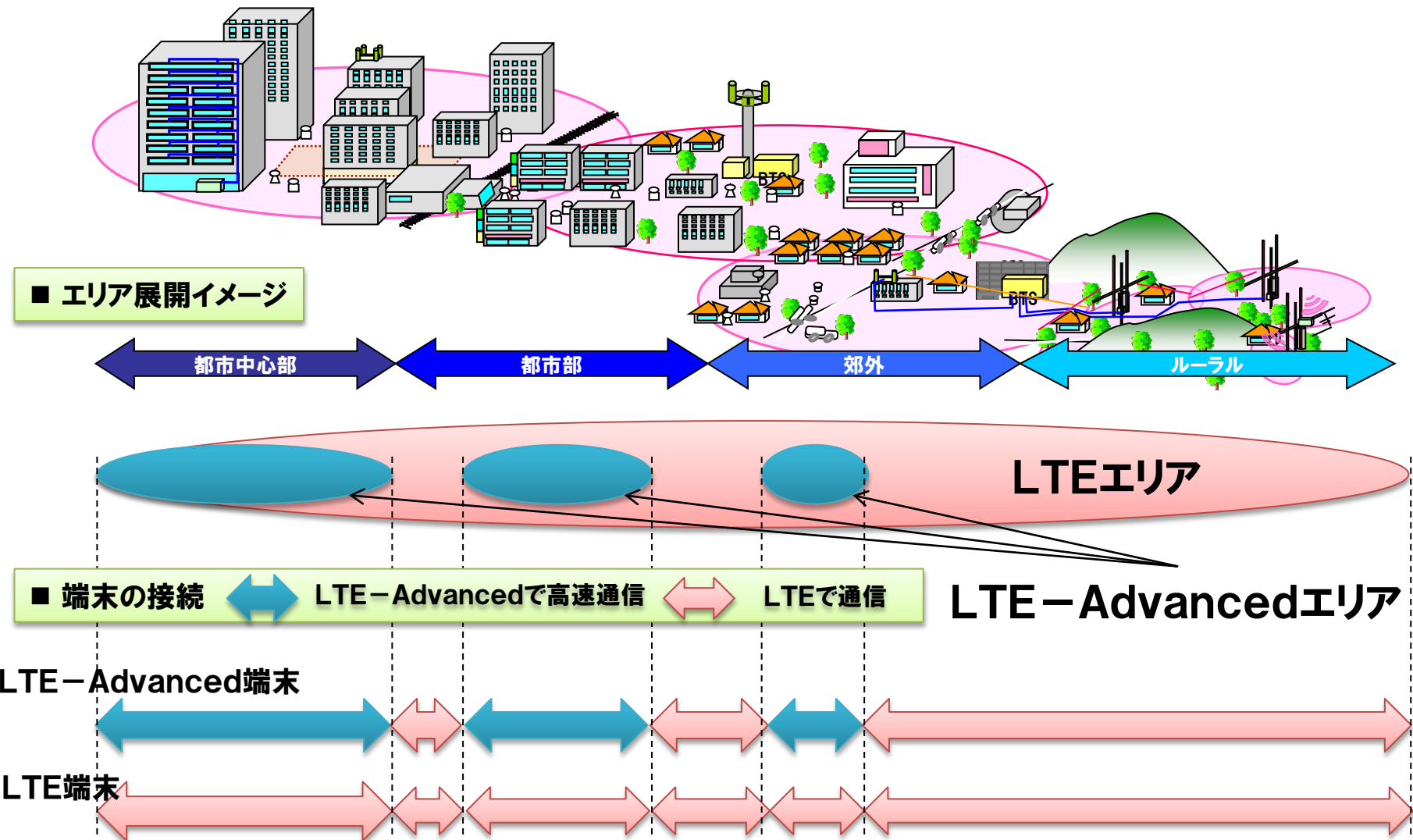
### 3. LTE-Advancedの導入に向けて ～主要技術～

- LTE-Advancedの主要技術の検討状況は以下の通りであり、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以降となる予定。
- 各技術は独立して導入が可能。

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"> <li>• 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基本仕様完成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>
MIMOの拡張	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MIMO多重伝送数の拡張(下り:最大8、上り:最大4)</li> <li>• マルチユーザMIMOの拡張・適用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基本仕様完成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 上り4アンテナMIMOの無線仕様規定が未検討</li> </ul>
ヘテロジーニアスネットワーク (HetNet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基本仕様完成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>
セル間協調送受信 (CoMP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>
リレー伝送	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基本仕様完成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無線仕様規定の完成は最速でリリース11となる見込み。</li> </ul>

# 3. LTE-Advancedの導入に向けて ~導入イメージ~

・LTEとの互換性(※)により、段階的にLTE-Advancedを導入可能。  
 (※)LTE-Advanced端末は、LTE基地局に接続可能。LTE端末は、LTE-Advanced基地局に接続可能。



# 3. 3~4GHz帯におけるLTE-Advanced実験

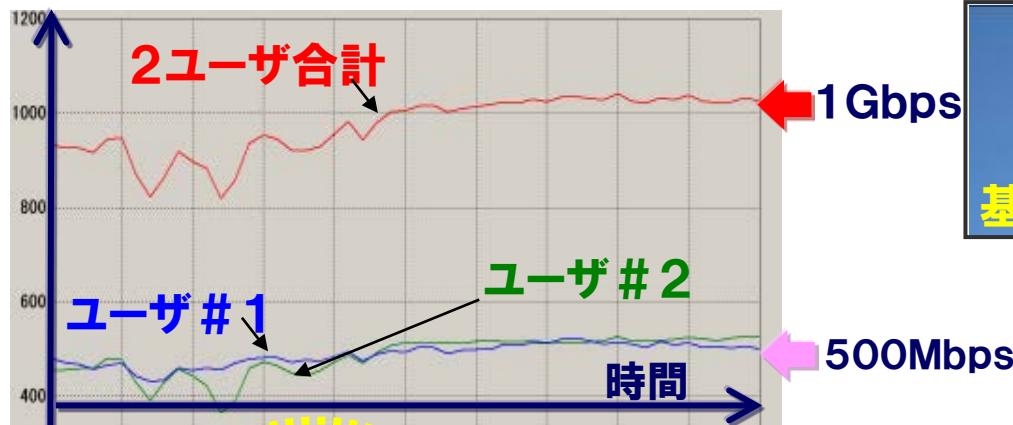
- ・2011年1月より屋内および屋外での伝送実験を開始。
- ・下り1 Gbps、上り200Mbps以上の伝送速度を屋内で達成。
- ・現在、屋外フィールドにおいて検証中。

## ■ 屋内実験

2ユーザ同時通信により、下り合計1 Gbps以上を達成

## ■ 屋外実験

実フィールドでの特性検証



広帯域化・マルチアンテナ送受信技術  
を適用



## 4. 作業班での今後の検討について

- 今後、LTE-Advancedが導入される帯域としては、既存帯域と、新規帯域の2つが想定される。今後の詳細検討においては、それぞれの帯域における状況を勘案して、適切に検討を進めることが重要である。

### (1) 既存の携帯電話帯域

- ITU-RにおけるIMT-Advancedの要求条件として、既存帯域にも導入可能であることと明記されているように、IMT-Advancedシステムは、周波数帯域によらず導入することを前提に仕様化されているものである。
- トラヒック急増により、周波数が足りない状況を鑑みれば、より高速、高効率の新技术を既存帯域で有効に活用することが周波数の有効利用にとって有益である。
- 既存帯域については、既に隣接業務との共用検討を実施しているので、共用検討時の前提条件を踏まえ、新技术導入による影響が無ければ、可及的速やかに新技术を導入することが望ましい。

### (2) 新規帯域(3.4~4.2、4.4~4.9GHz帯域)

- 新規帯域については、隣接帯域に存在する既存業務との共用検討を慎重に進めること、及び、国際的な標準化動向も踏まえながら、技術的条件の策定を進めていくことが必要である。