



国際的な標準化から見た移動体通信 の高速化技術とM2Mの動向

2012年5月8日

イー・アクセス株式会社

執行役員 シニア・リサーチ・フェロー

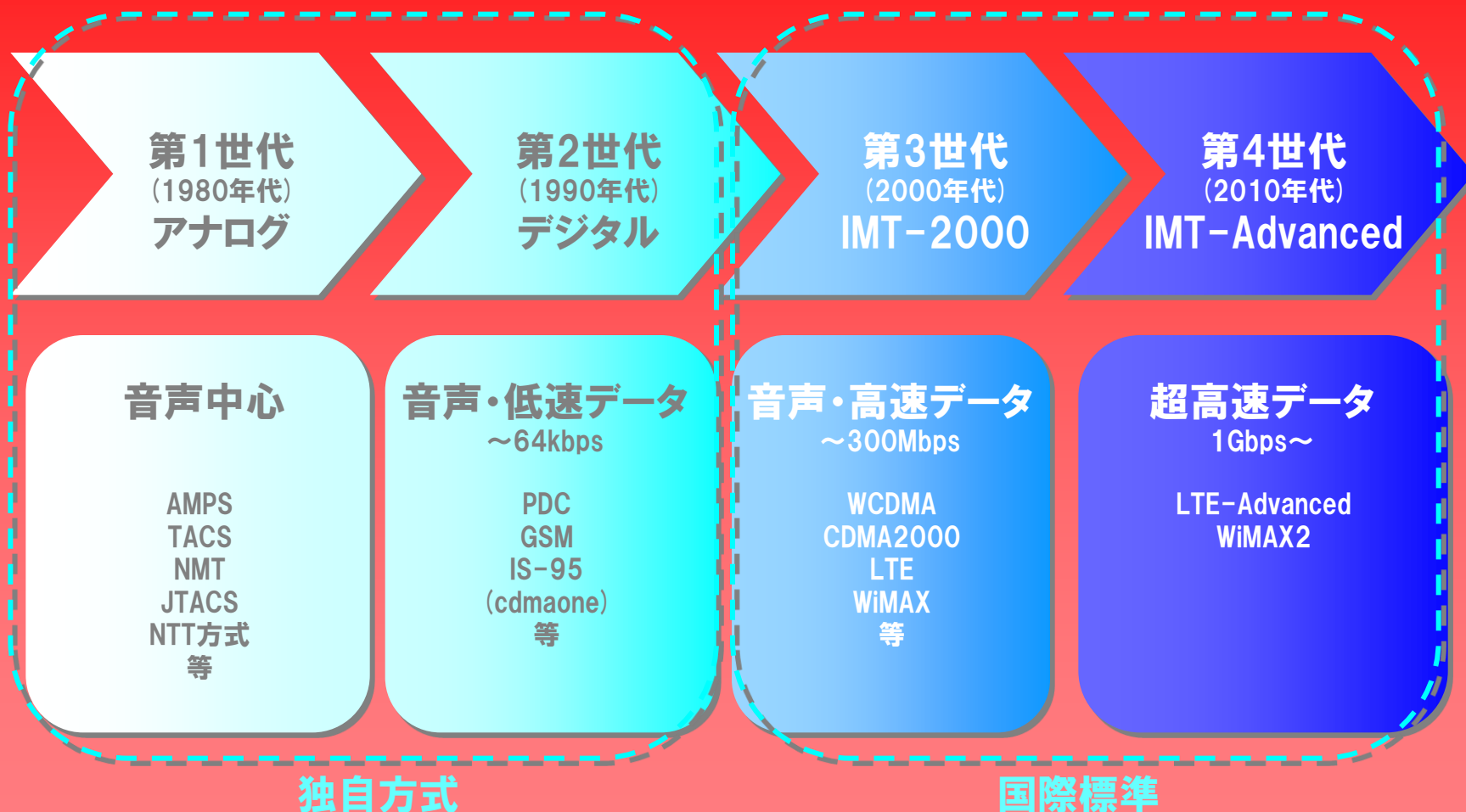
小畑 至弘

携帯電話技術動向

携帯電話技術の発展

音声中心からデータ通信高速化への発展

第3世代以降は端末の共通化等の要求により、国際標準化が図られた



携帯電話技術の国際標準化



第3世代携帯電話はIMT-2000としてITU-Rで2000年に標準化完了
標準化促進の一環として、3GPP,3GPP2等の業界団体が設立
実際の技術仕様の策定はそれぞれの団体で行っている



国際標準無線インタフェースとして規定

無線インタフェース	主な方式
CDMA Direct Spread	WCDMA, HSPA, LTE (FDD)
CDMA Multi-Carrier	CDMA2000, HRPD, UMB
CDMA TDD	TD-CDMA, TD-SCDMA, LTE (TDD)
TDMA Single-Carrier	UWC-136
FDMA/TDMA	DECT
OFDMA TDD WMAN	WiMAX (TDD, FDD)



技術仕様策定

IMT-2000は2000年の標準化完了後も改版が続けられており
2009年5月の第8版にてLTE (FDD, TDD) が追加された

LTEの特徴（サマリ）



スケーラブルな周波数帯幅

1.4MHz～20MHzの6種類の周波数帯幅から選択可能

OFDM/SC-FDMAの採用

マルチパス耐性の強化、端末の消費電力抑制

マルチアンテナ技術の採用

下り最大4x4 MIMOの採用による高速化

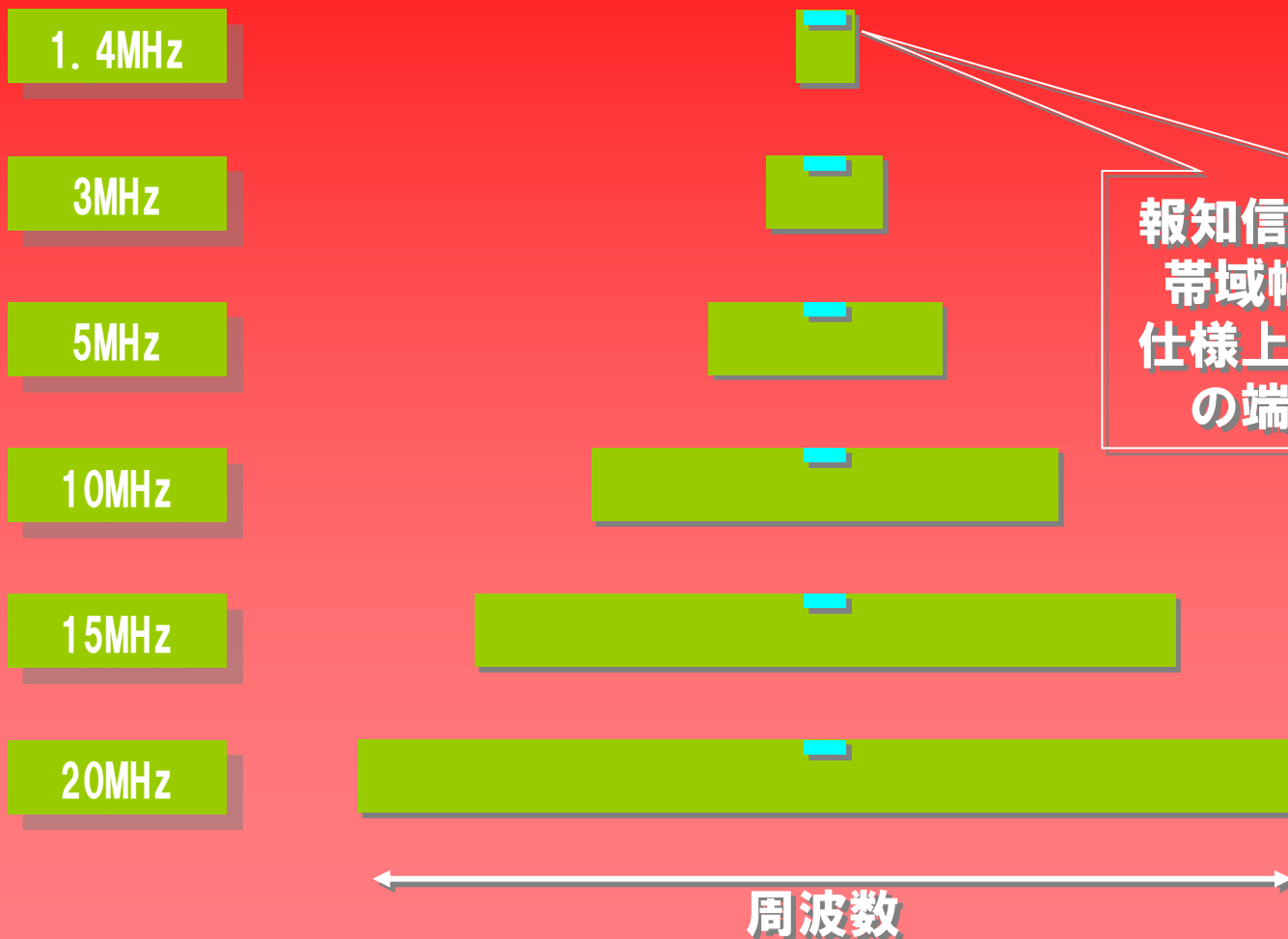
RANアーキテクチャの進化

フラットIPネットワークによるシンプルなアーキテクチャ

下り最大300Mbps、上り最大75Mbps

LTEの基本技術(周波数帯幅)

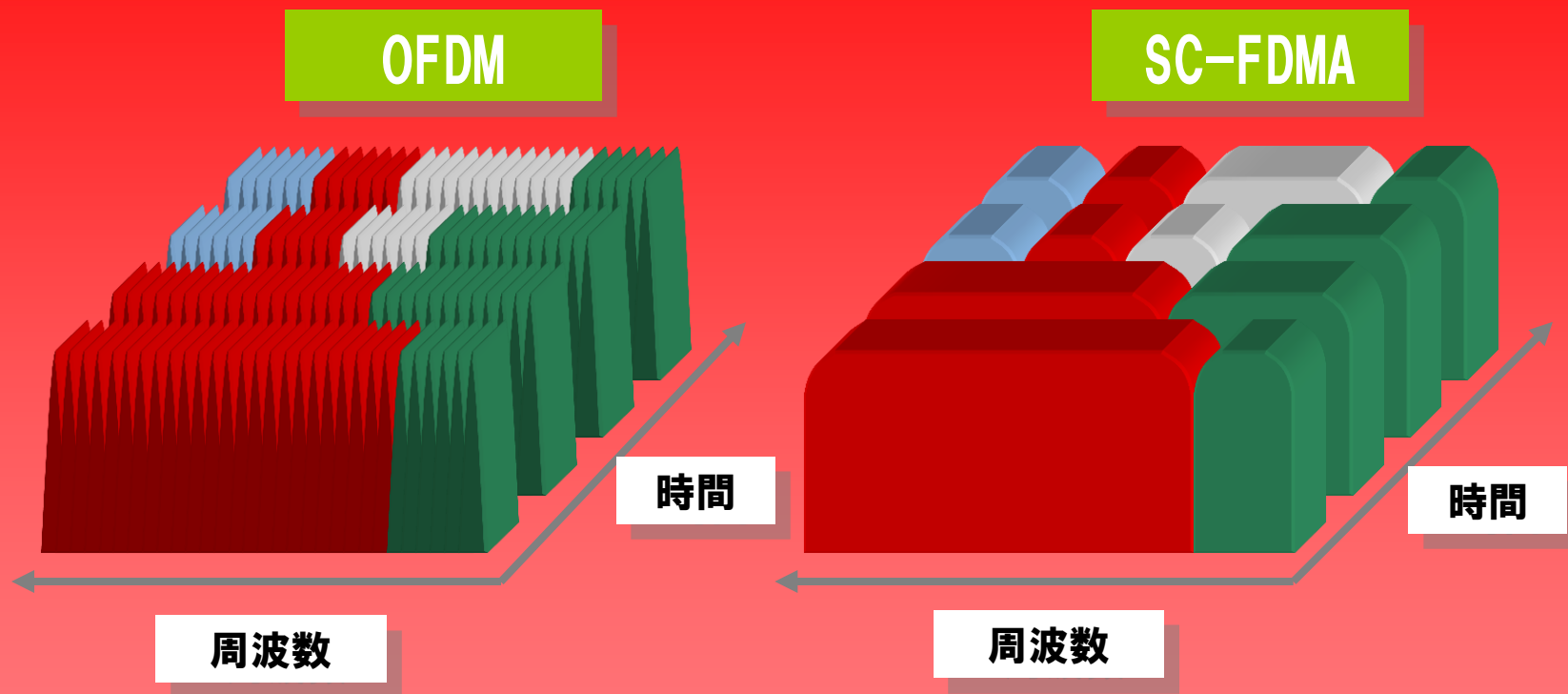
1. 4~20MHz幅の6種類から選択可能



報知信号等は、全ての帯域幅で同一のため仕様上、異なる帯域幅の端末が混在可能

LTEの基本技術(無線伝送方式①)

下り：OFDM/上り：SC-FDMAの模式



周波数及び時間方向に任意に無線リソースを配置
OFDMとSC-FDMAの共通性確保

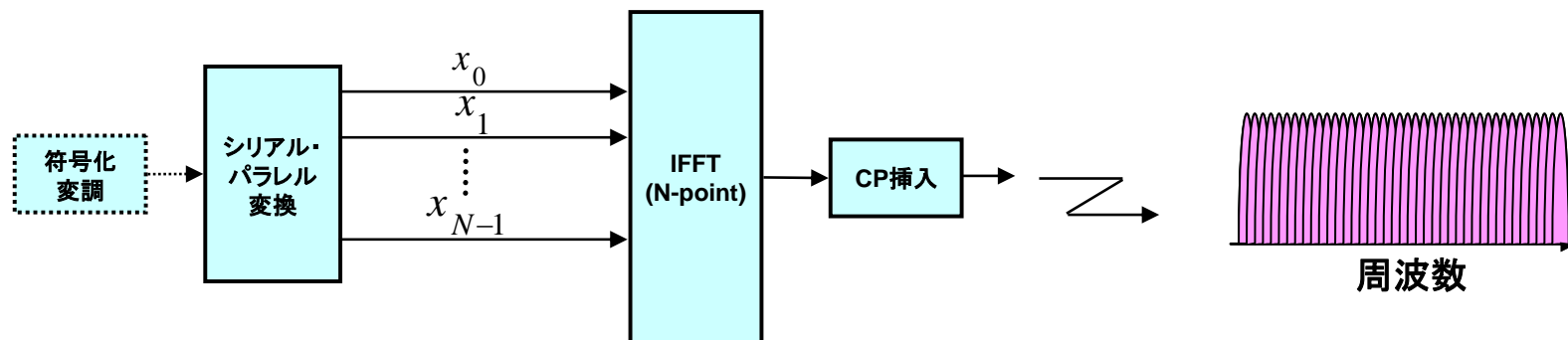
LTEの基本技術(無線伝送方式②)

下りと上りの無線パラメータの共通化

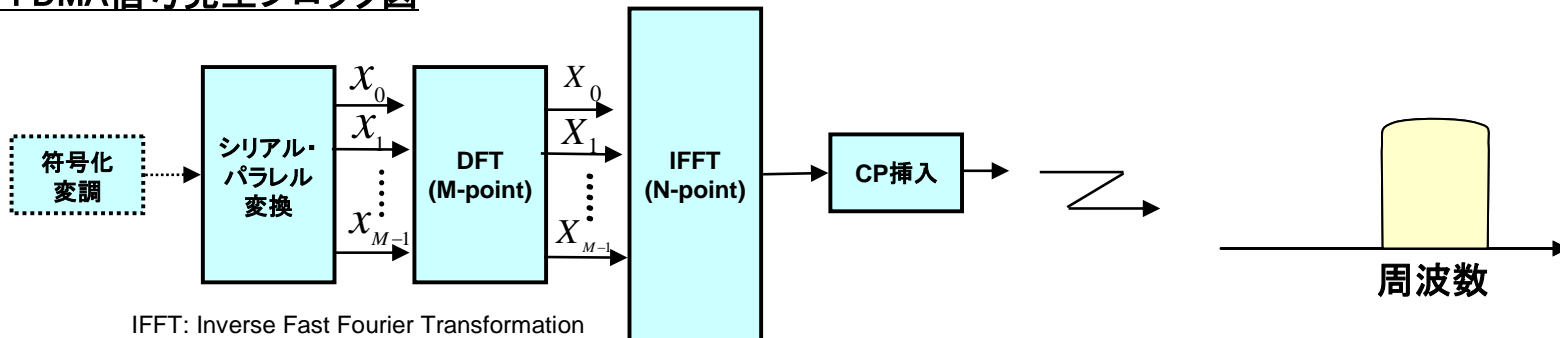
信号発生における相違点は、DFTのみ

- FFTサンプリング周波数は同じ

下りOFDM信号発生ブロック図



上りSC-FDMA信号発生ブロック図



IFFT: Inverse Fast Fourier Transformation
DFT: Discrete Fourier Transform

LTEの基本技術(マルチアンテナ①)

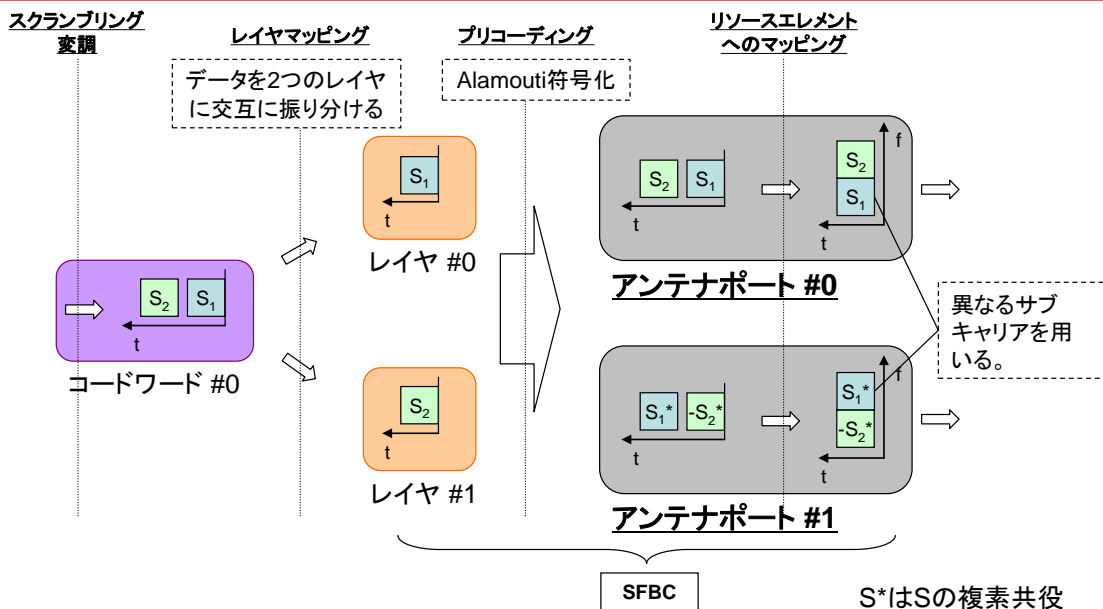
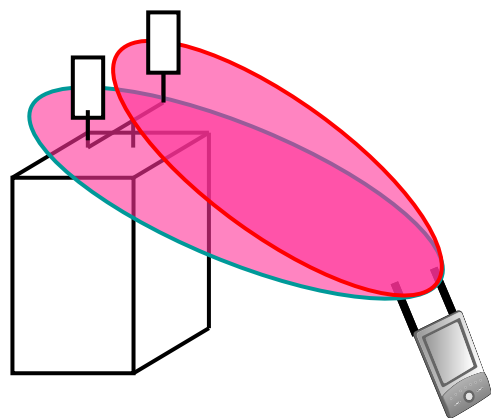
送信ダイバーシチによるエリア品質向上

通信チャネル特性に関係なく通信品質向上効果

- 高速移動下の受信品質安定にも期待

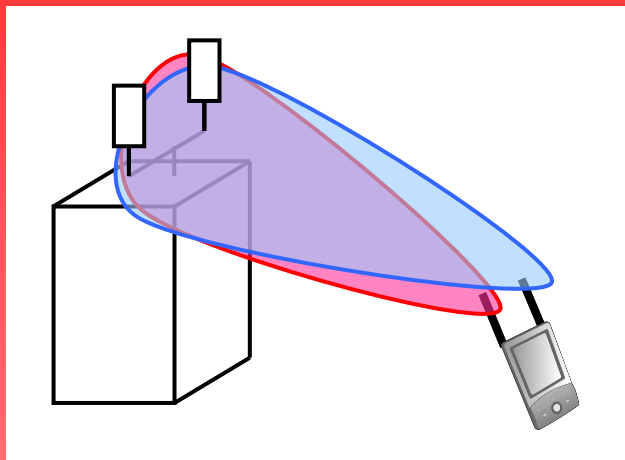
SFBC (Space Frequency Block Code) を採用

- 高い周波数ダイバーシチ効果が期待



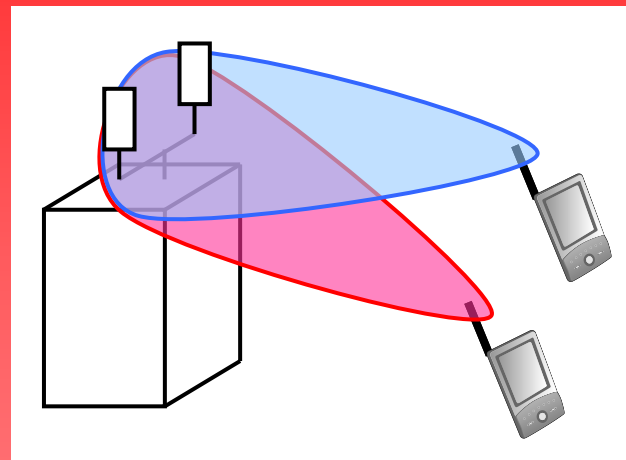
空間多重によるスループットの向上

SU (Single-user) MIMO



1ユーザへ
複数ストリーム伝送
最大スループット向上

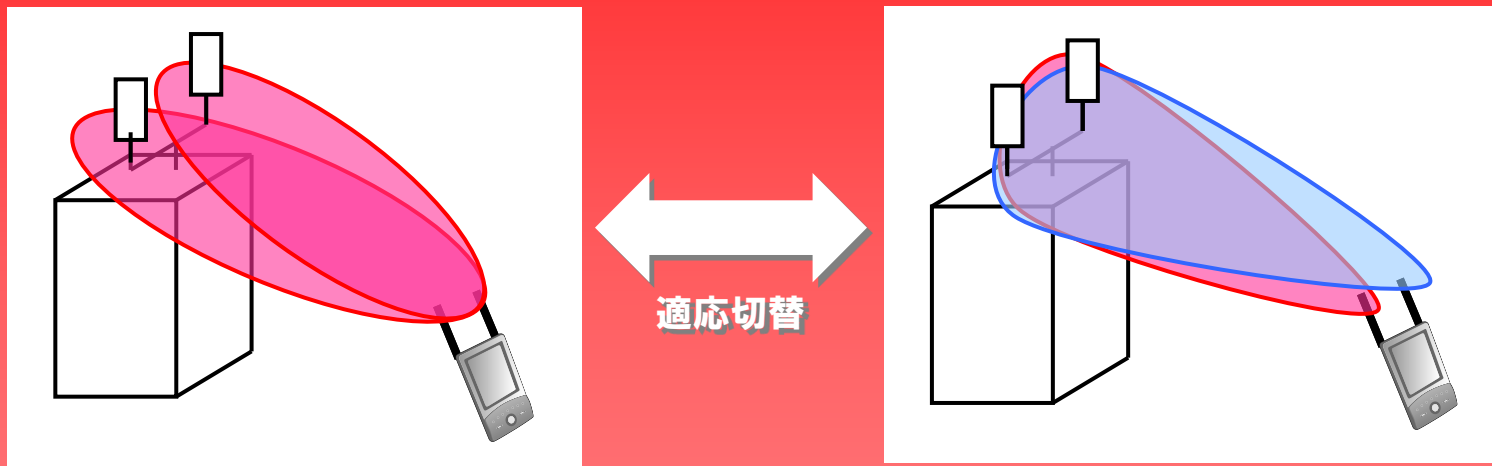
MU (Multi-user) MIMO



複数ユーザへ
複数ストリーム伝送
システムスループット向上

受信状態の変動に柔軟に対応

ランクアダプテーション



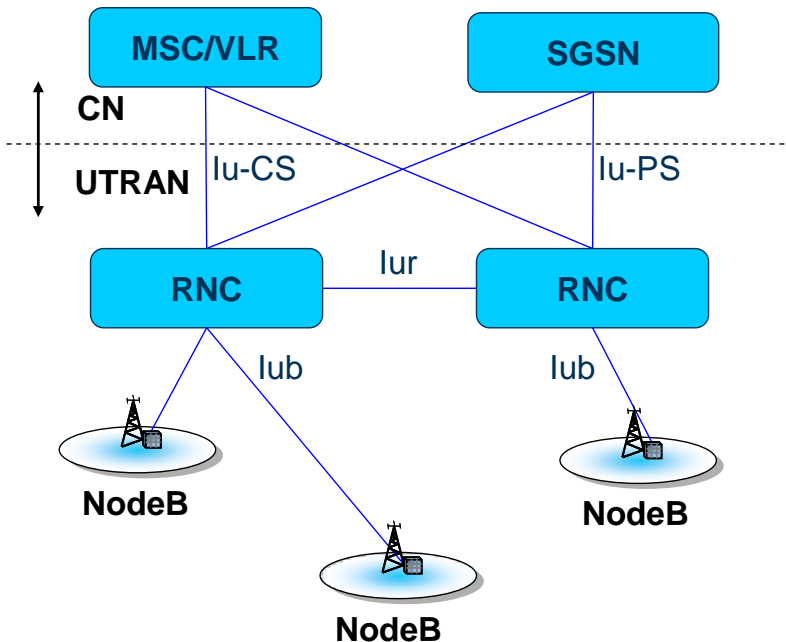
送信ダイバーシチと空間多重を
伝搬環境に応じて切り替え

スループットと接続率の両立

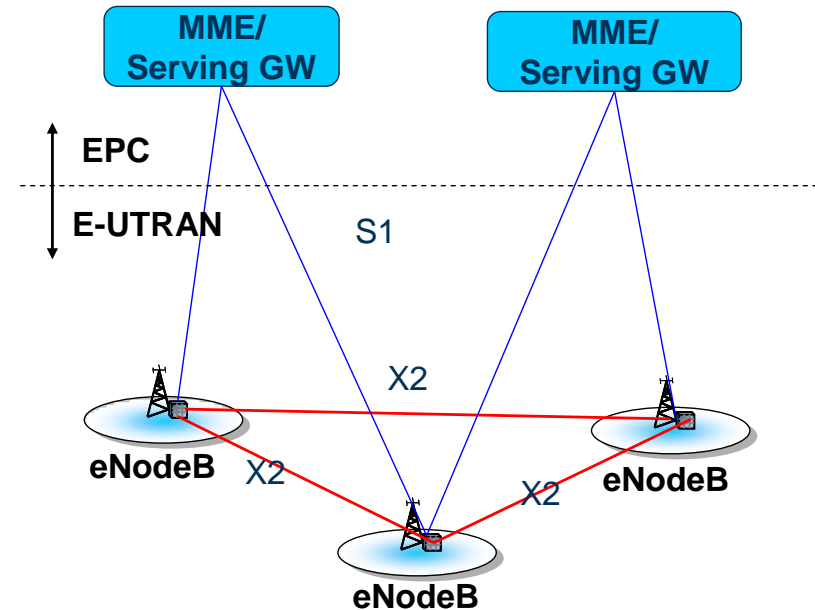
LTEの基本技術(RANアーキテクチャ)

LTEでは基地局に制御機能を集約し
アーキテクチャをシンプル化

WCDMA/HSPA

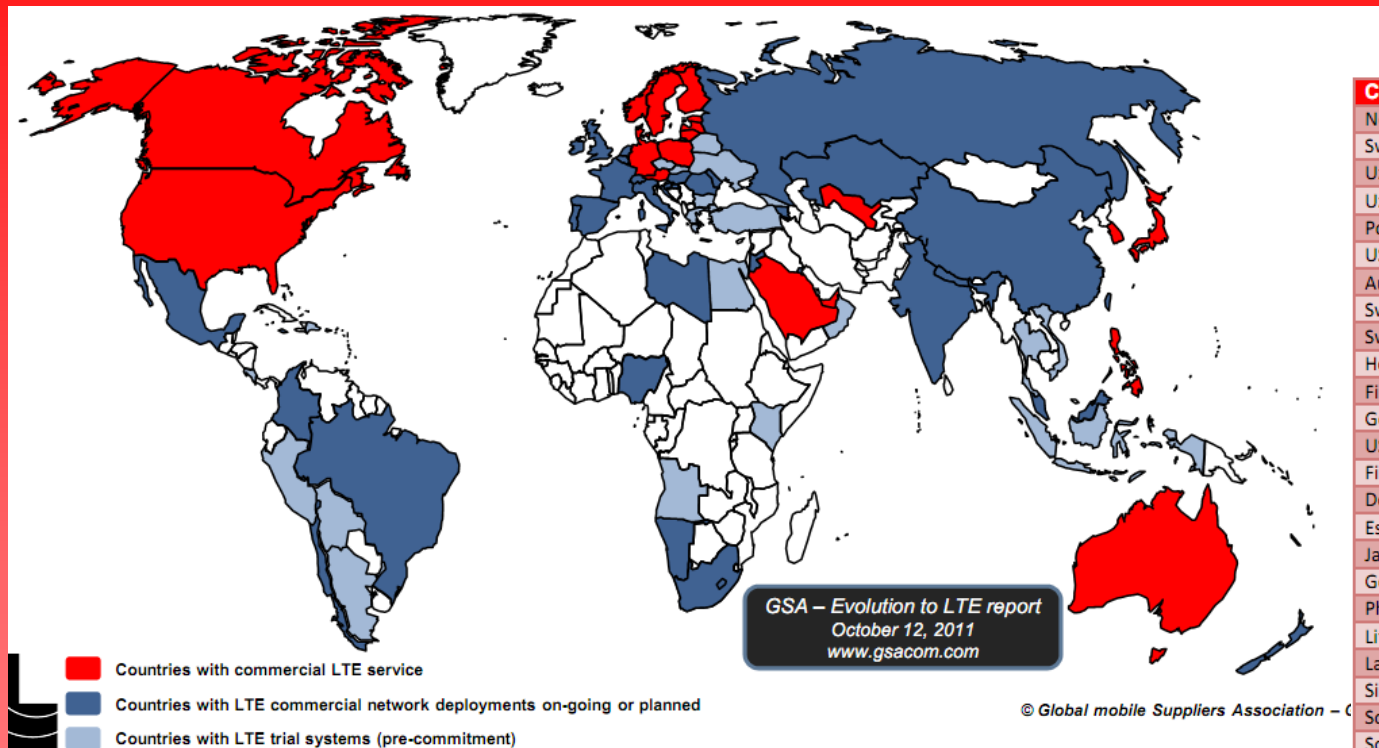


LTE



LTE グローバルマーケットの動向

21ヵ国35事業者でサービス導入済 導入予定と合わせ60ヵ国



Country	Operator	Launched
Norway	TeliaSonera	14.12.09
Sweden	TeliaSonera	14.12.09
Uzbekistan	MTS	28.07.10
Uzbekistan	UCell	09.08.10
Poland	Mobyland & CenterNet	07.09.10
USA	MetroPCS	21.09.10
Austria	A1 Telekom Austria	05.11.10
Sweden	TeleNor Sweden	15.11.10
Sweden	Tele2 Sweden	15.11.10
Hong Kong	CSL Limited	25.11.10
Finland	TeliaSonera	30.11.10
Germany	Vodafone	01.12.10
USA	Verizon Wireless	05.12.10
Finland	Elisa	08.12.10
Denmark	TeliaSonera	09.12.10
Estonia	EMT	17.12.10
Japan	NTT DoCoMo	24.12.10
Germany	Deutsche Telekom	05.04.11
Philippines	Smart Communications	16.04.11
Lithuania	Omnitel	28.04.11
Latvia	LMT	31.05.11
Singapore	M1	21.06.11
South Korea	SK Telecom	01.07.11
South Korea	LG U+	01.07.11
Germany	O2	01.07.11
Canada	Rogers Wireless	07.07.11
Austria	T-Mobile	28.07.11
Canada	Bell Mobility	14.09.11
Saudi Arabia	Mobily (LTE TDD)	14.09.11
Saudi Arabia	STC (LTE TDD)	14.09.11
Saudi Arabia	Zain	14.09.11
USA	AT&T Mobility	18.09.11
UAE	Etisalat	25.09.11
Australia	Telstra	27.09.11
Denmark	TDC	10.10.11

(出所: GSA Evolution to LTE report October 12, 2011)

1.7GHz帯LTEの動向

欧州・アジア・オセアニアにおいて1.7GHz帯LTEのサービスが進行

LTE1800 global status

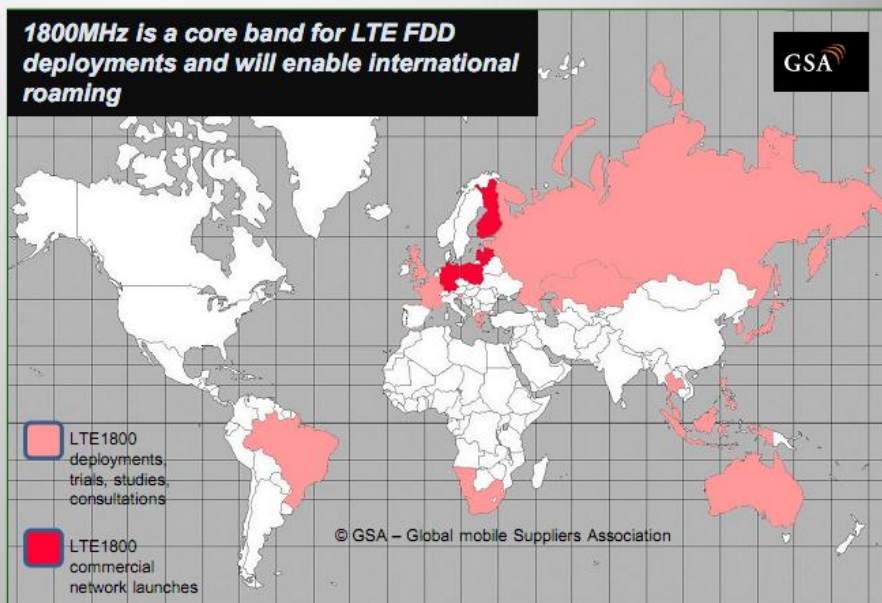
LTE is commercially launched in 1800MHz spectrum on 6 networks

- Aero2/Mobyland, Poland
- Omnitel, Lithuania
- M1, Singapore
- DT, Germany
- LMT, Latvia
- TeliaSonera, Finland

Deployments, trials, studies, consultations in several more countries - including:

- Australia
- Belgium
- Brazil
- Estonia
- Greece
- Hong Kong
- Indonesia
- Japan
- Malaysia
- Namibia
- Russia
- Slovenia
- South Africa
- South Korea
- Thailand
- UK

1800MHz is a core band for LTE FDD deployments and will enable international roaming



www.gsacom.com



Ecosystem of LTE1800 user devices

- several products announced
- all form factors



September 1, 2011

LTEコアバンドの可能性

3GPPにおける周波数グローバル化検討によるLTEコアバンドの可能性

Band	上り周波数	下り周波数	備考
1	1920 - 1980 MHz	2110 - 2170 MHz	UMTSコアバンド
2	1850 - 1910 MHz	1930 - 1990 MHz	南北アメリカ
3	1710 - 1785 MHz	1805 - 1880 MHz	欧州・アジア(日本除く)・オセアニア
4	1710 - 1755 MHz	2110 - 2155 MHz	米国AWSバンド
5	824 - 840 MHz	869 - 894 MHz	南北アメリカ
6	845 - 850 MHz	825 - 835 MHz	日本のみ ※LTEでは適用外
7	813 - 845 MHz	832 - 862 MHz	欧州・アジア(日本除く)・オセアニア
8	800 - 815 MHz	925 - 960 MHz	欧州・アジア・オセアニア
		1844.9 - 1879.9 MHz	日本のみ
		2110 - 2170 MHz	
11	1427.9 - 1447.9 MHz	1475.9 - 1495.9 MHz	日本のみ
18	815 - 830 MHz	860 - 875 MHz	日本のみ
19	830 - 845 MHz	875 - 890 MHz	日本のみ
20	832 - 862 MHz	791 - 821 MHz	欧州 Digital Dividend
21	1447.9 - 1462.9 MHz	1495.9 - 1510.9 MHz	日本のみ
26	814 - 849 MHz	859 - 894 MHz	

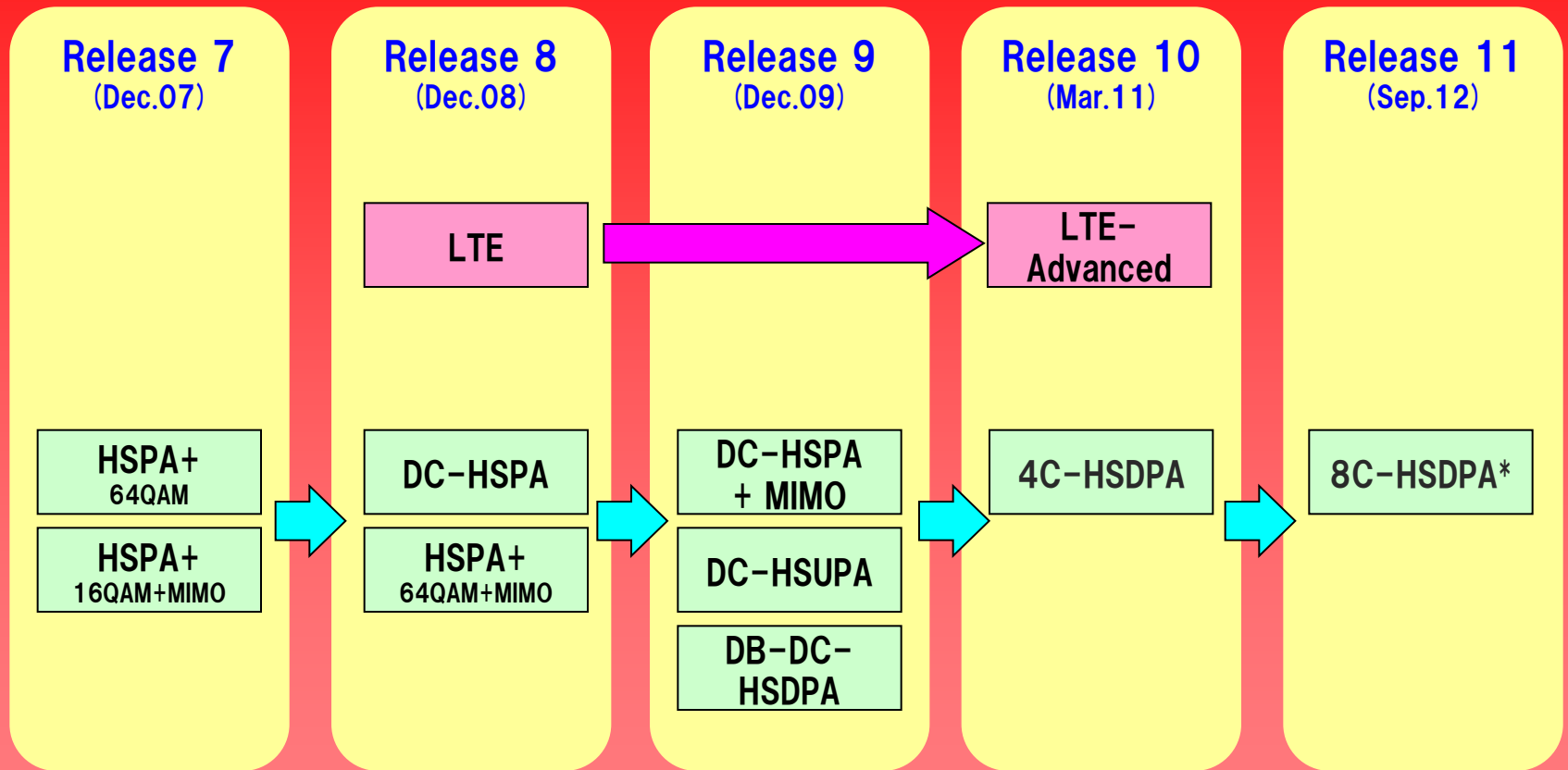
Band3の日本利用

850MHz帯の拡張

850MHz帯、1.7GHz帯でLTEコアバンドの可能性

HSPAの技術的発展の可能性

3GPPではLTEのみならずHSPAも技術的発展を継続



* 3GPP リリース11 WIとして承認

HSPA+ グローバルマーケットの動向



全世界152事業者がHSPA+導入中 全HSPAサービスの36%がHSPA+を提供
さらに49事業者でDC-HSDPAによる42Mサービス導入中

HSPA mobile broadband

Commercial systems worldwide: October 28, 2011



www.gsacom.com

ALL WCDMA operators have launched HSPA

HSPA commercial networks

424

7.2 Mbps peak DL or higher

72%

HSUPA commercial launches

174

HSPA+ commercial networks

152

DC-HSPA+ commercial networks

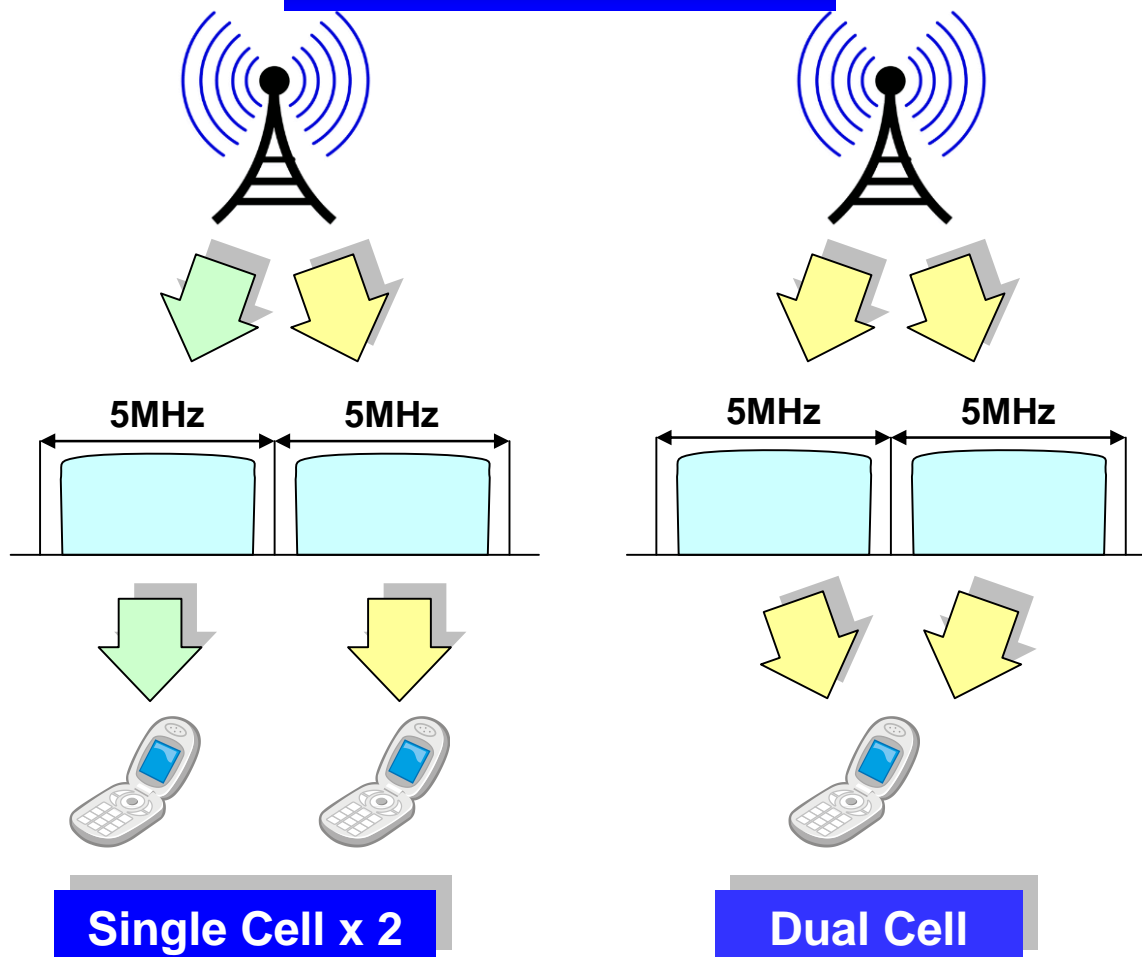
49

36% of HSPA operators have launched HSPA+

DC-HSDPAの特徴

2つの隣接するキャリア (5MHz幅x2) を一つの端末で同時に受信
HSPA+と比較して、単純にスループット増効果

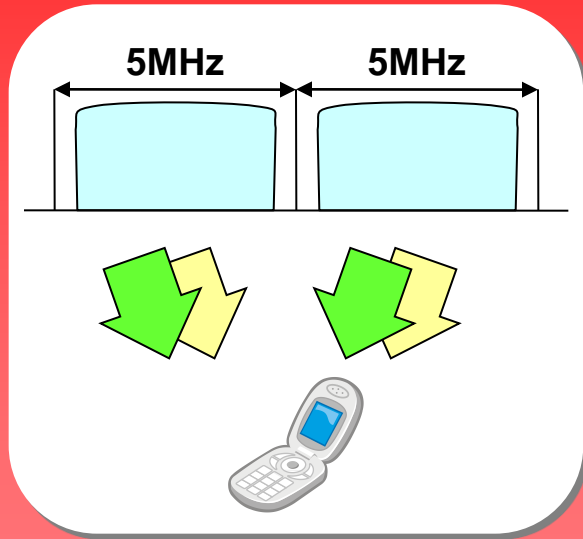
DC-HSDPAの仕組み



DC-HSDPAの拡張

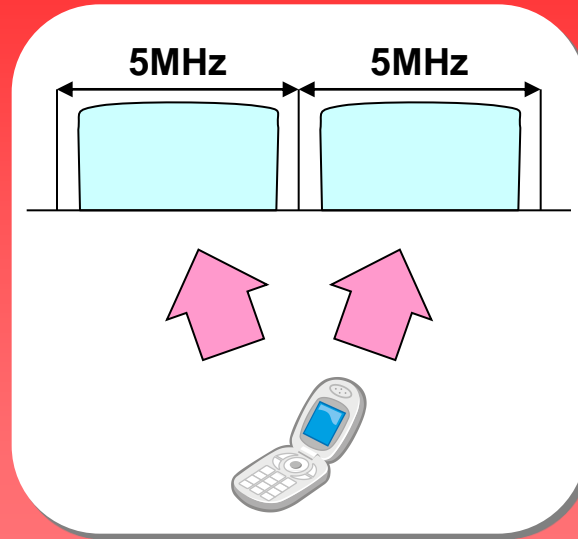
3GPPリリース9でDC-HSDPA技術を拡張

DC-HSDPA+MIMO



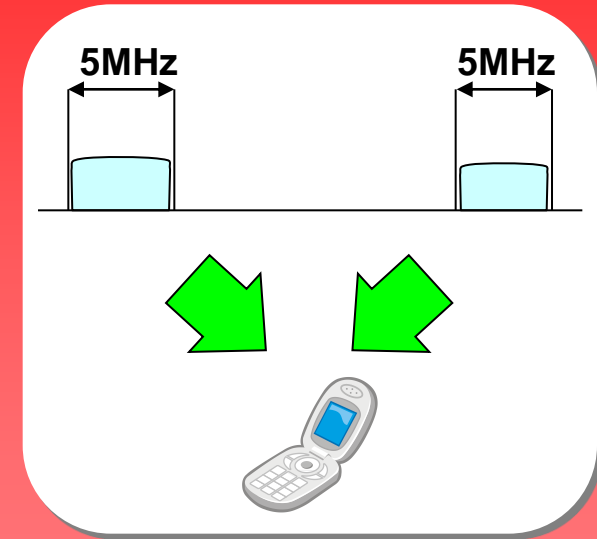
下りMIMO
最大84Mbps

DC-HSUPA



上り2キャリア化
最大23Mbps

DB-DC-HSDPA

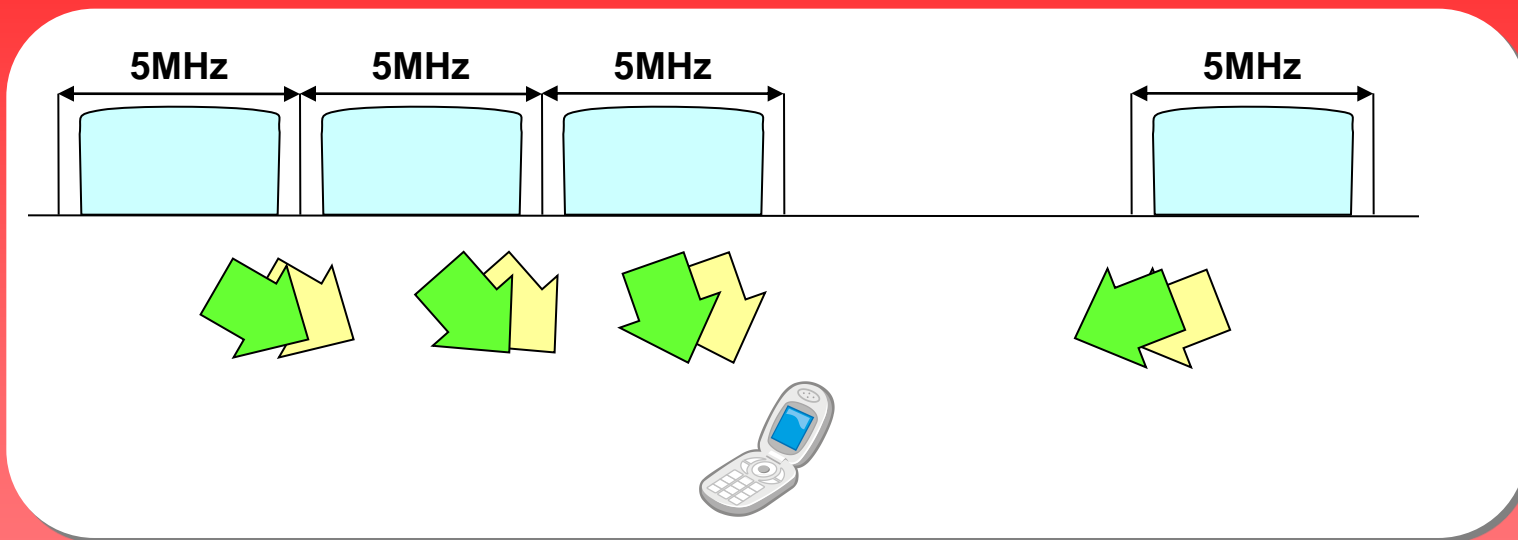


離れたバンド間
を合成

4C-HSDPA

3GPPリリース10で最大4キャリアまで拡張

4C-HSDPA+MIMO



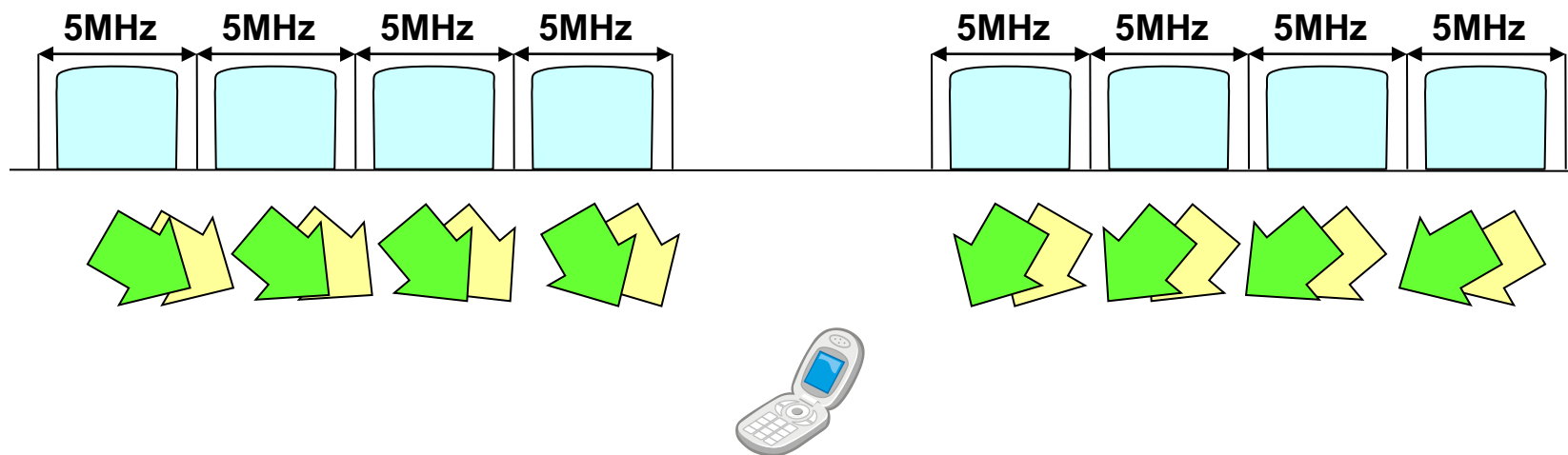
最大168Mbps

離れたバンド間の合成も可能

8C-HSDPA

3GPPリリース11でさらに最大8キャリアまで拡張

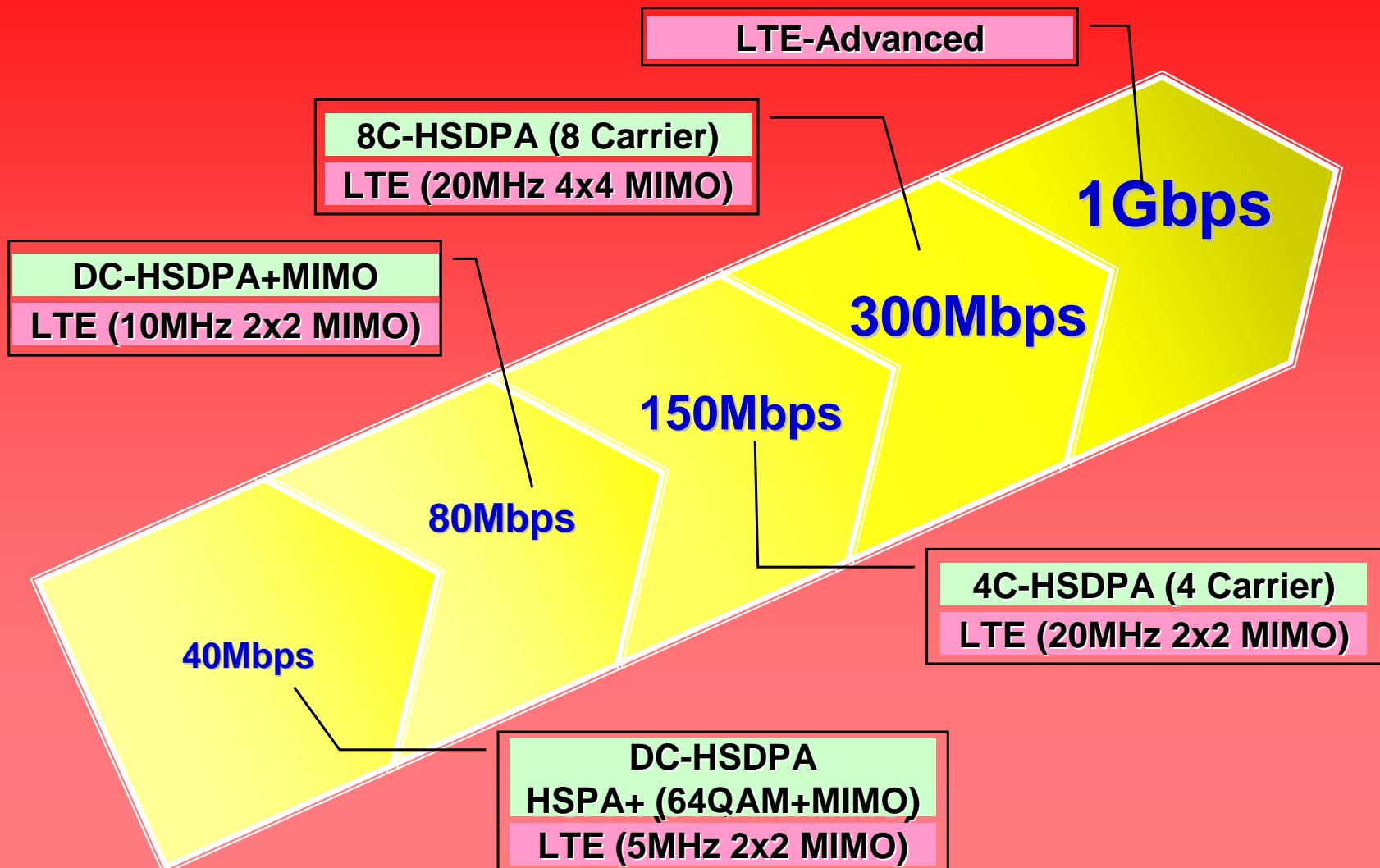
8C-HSDPA+MIMO



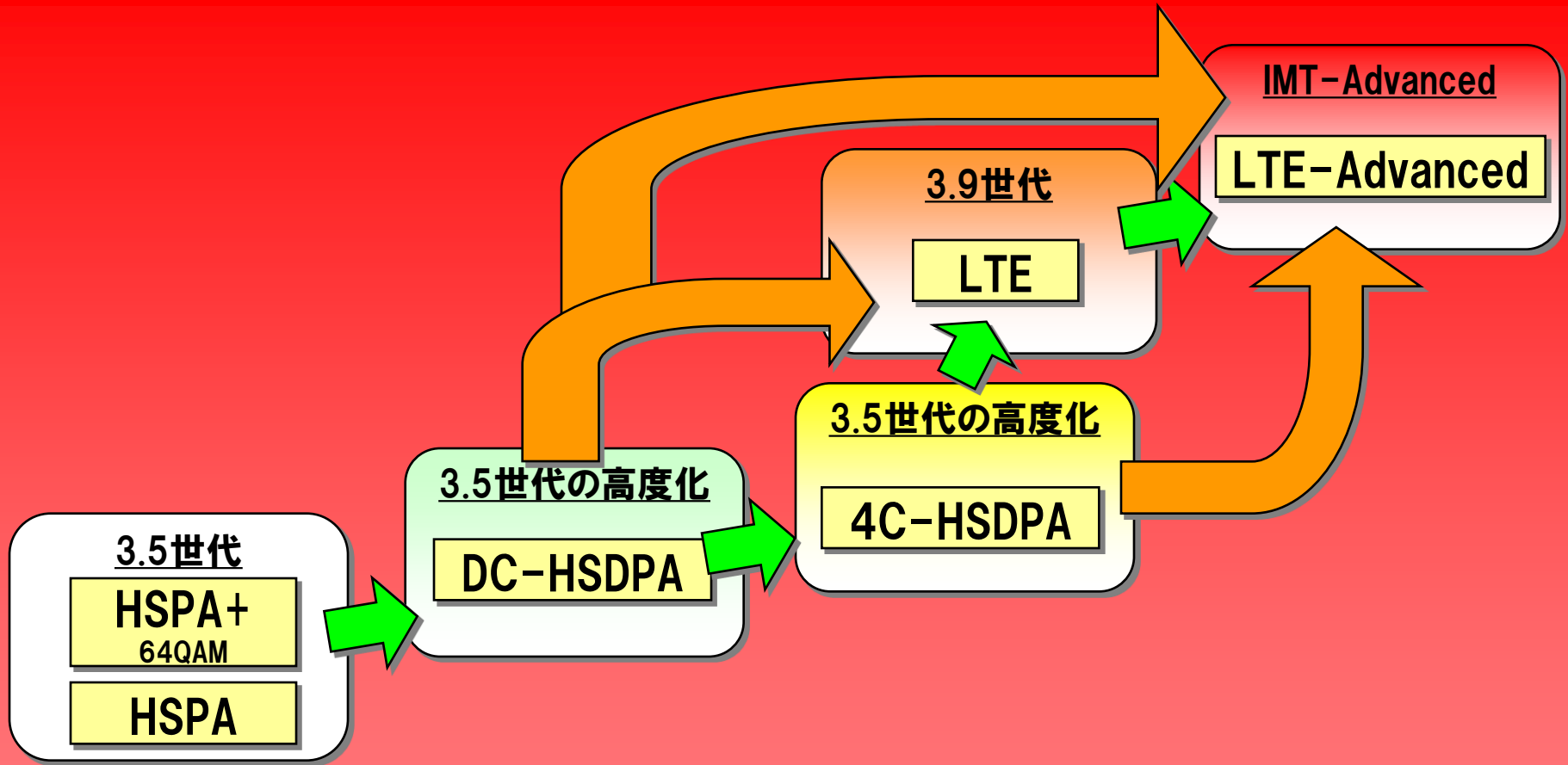
最大336Mbps
離れたバンド間の合成も可能

最大速度の追従

技術的发展により、HSPAがLTEの最大速度に追従



次世代へのソフトランディング

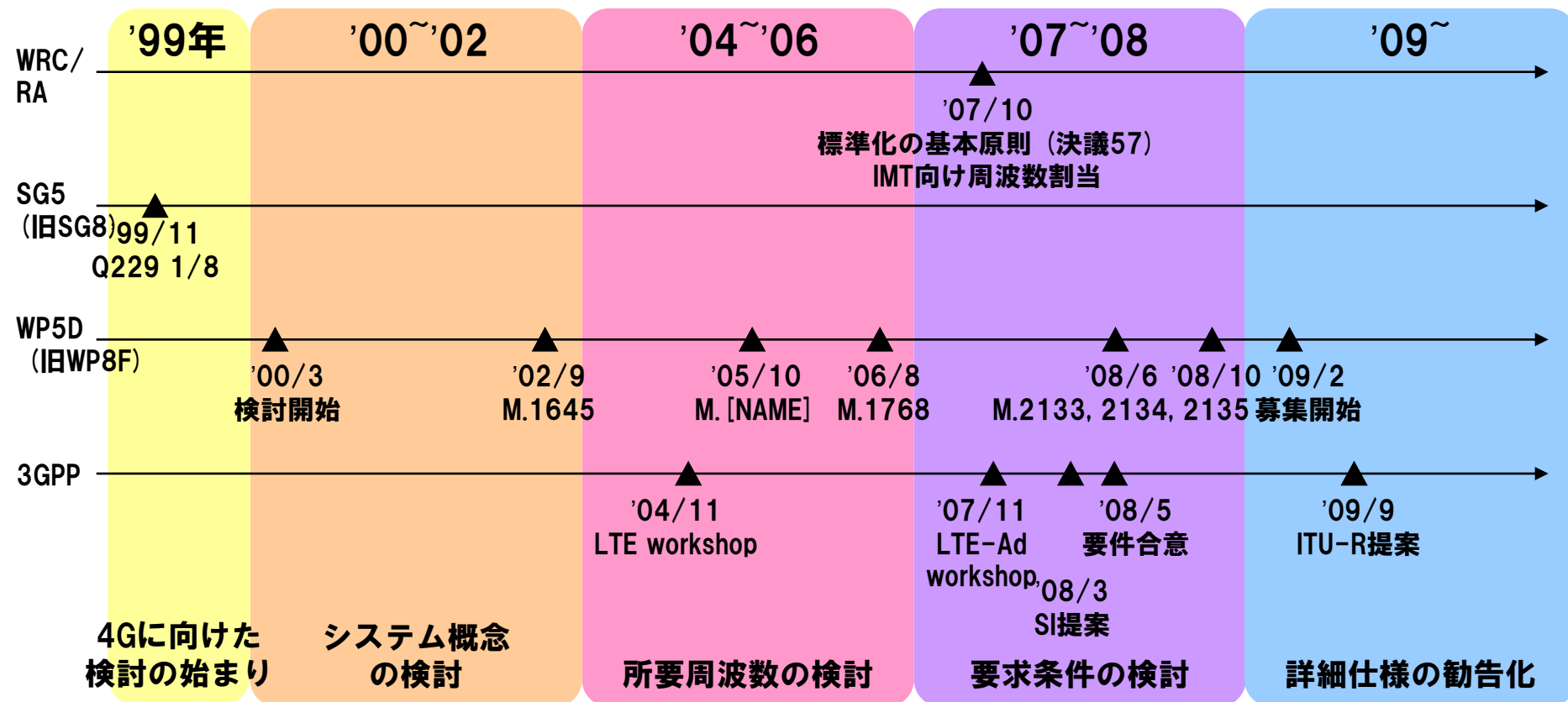


- ◆トラヒックの拡大に合わせて最新技術を順次導入
- ◆3.5世代の高度化は既存システムの拡張で対応可能
- ◆LTE導入はグローバルな導入状況を見据えて対応

第4世代携帯電話への取り組み



1999年11月にIMT-2000の高度化と後継システムの研究開始
 2009年2月にIMT-Advanced無線インタフェースの募集
 LTE-Advanced (3GPP), 802.16m (IEEE) の2方式が提案された



LTE/LTE-Advancedの要求条件



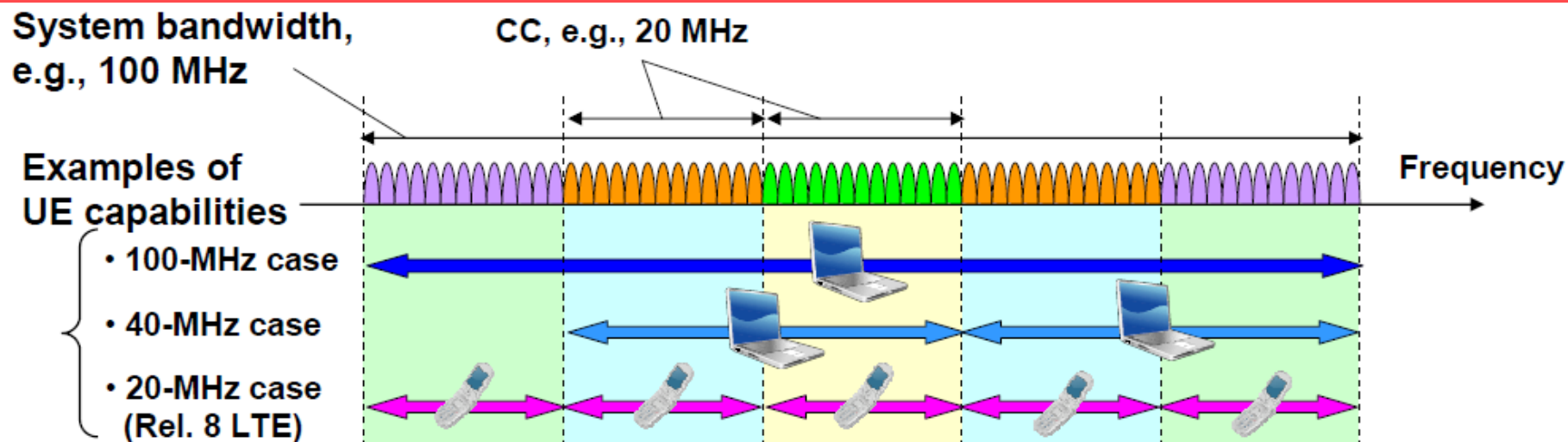
LTE-AdvancedはLTE (3GPP リリース8) の発展形で上位互換
ITU-Rの最小要求条件を満たすべく、LTE-Advancedの要求条件を策定

		LTE (Rel.8)	LTE-Advanced	IMT-Advanced
ピークデータレート	下り	300 Mbps	1 Gbps	-
	上り	75 Mbps	500 Mbps	-
ピーク周波数利用効率	下り	15 bit/s/Hz	30 bit/s/Hz	15 bit/s/Hz
	上り	3.75 bit/s/Hz	15 bit/s/Hz	6.75 bit/s/Hz
平均周波数利用効率 [bit/s/Hz/Cell]	下り	1.87 (4x2)	2.6 (4x2)	2.2 (4x2)
	上り	0.74 (1x2)	2.0 (2x4)	1.4 (2x4)
セルエッジ周波数利用効率 [bit/s/Hz/Cell]	下り	0.06 (4x2)	0.09 (4x2)	0.06 (4x2)
	上り	0.024 (1x2)	0.07 (2x4)	0.03 (2x4)
遅延	C-Plane	100 ms以下	50 ms以下	100 ms以下
	U-Plane	5 ms以下	LTE Rel.8同等	10 ms以下
モビリティ		350 km/hまで	350 km/hまで (周波数により 500 km/h)	350 km/hまで
最大帯域幅 (スケラブルにサポート)		20MHz	100MHz	40MHz (さらに広帯域を奨励)

(出所: ITU-R Report M.2134 Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface (s)
3GPP TR36.913 Requirements for further advancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA))

キャリアアグリゲーション

複数のキャリア（最大20MHz）を合成
最大100MHzまで合成することで最大速度の向上



REV-090003r1

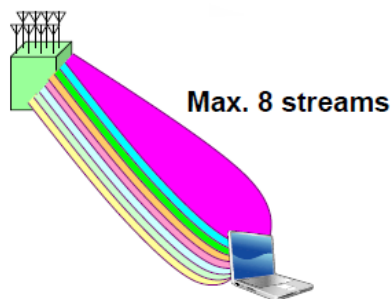
IMT-Advanced Evaluation Workshop 17 – 18 December, 2009, Beijing

http://www.3gpp.org/ftp/workshop/2009-12-17_ITU-R_IMT-Adv_eval/docs/pdf/REV-090003-r1.pdf

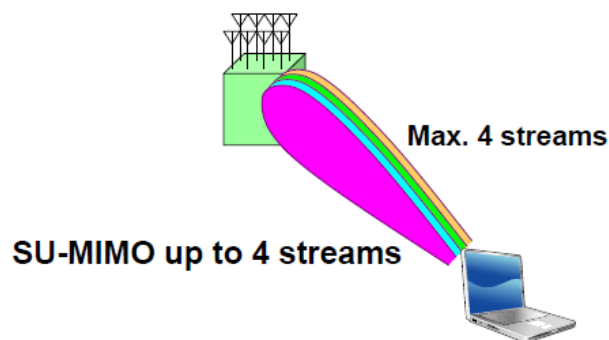
MIMOの拡張

下り最大8x8、上り最大4x4 MIMOによる最大速度の向上
マルチユーザMIMOによるセルキャパシティの向上

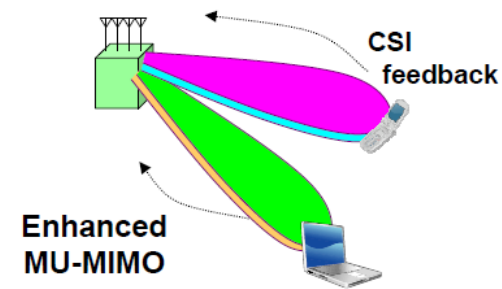
下り最大8x8



上り最大4x4



マルチユーザMIMO



REV-090003r1

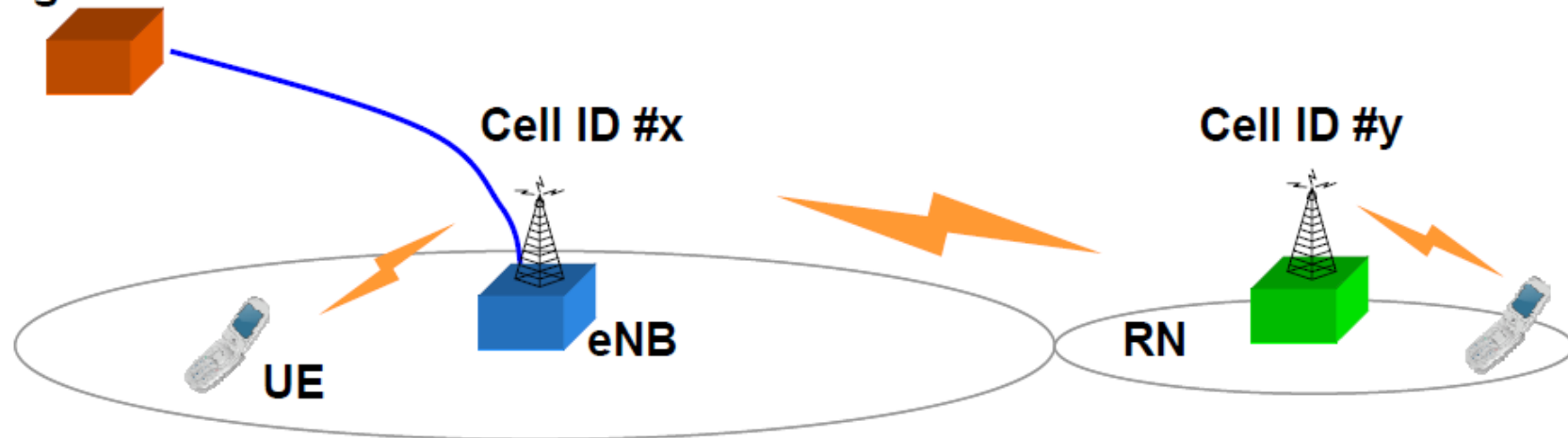
IMT-Advanced Evaluation Workshop 17 – 18 December, 2009, Beijing

http://www.3gpp.org/ftp/workshop/2009-12-17_ITU-R_IMT-Adv_eval/docs/pdf/REV-090003-r1.pdf

リレー

基地局－端末の間を中継
セル端の速度向上、カバレッジの拡大

Higher node



REV-090003r1

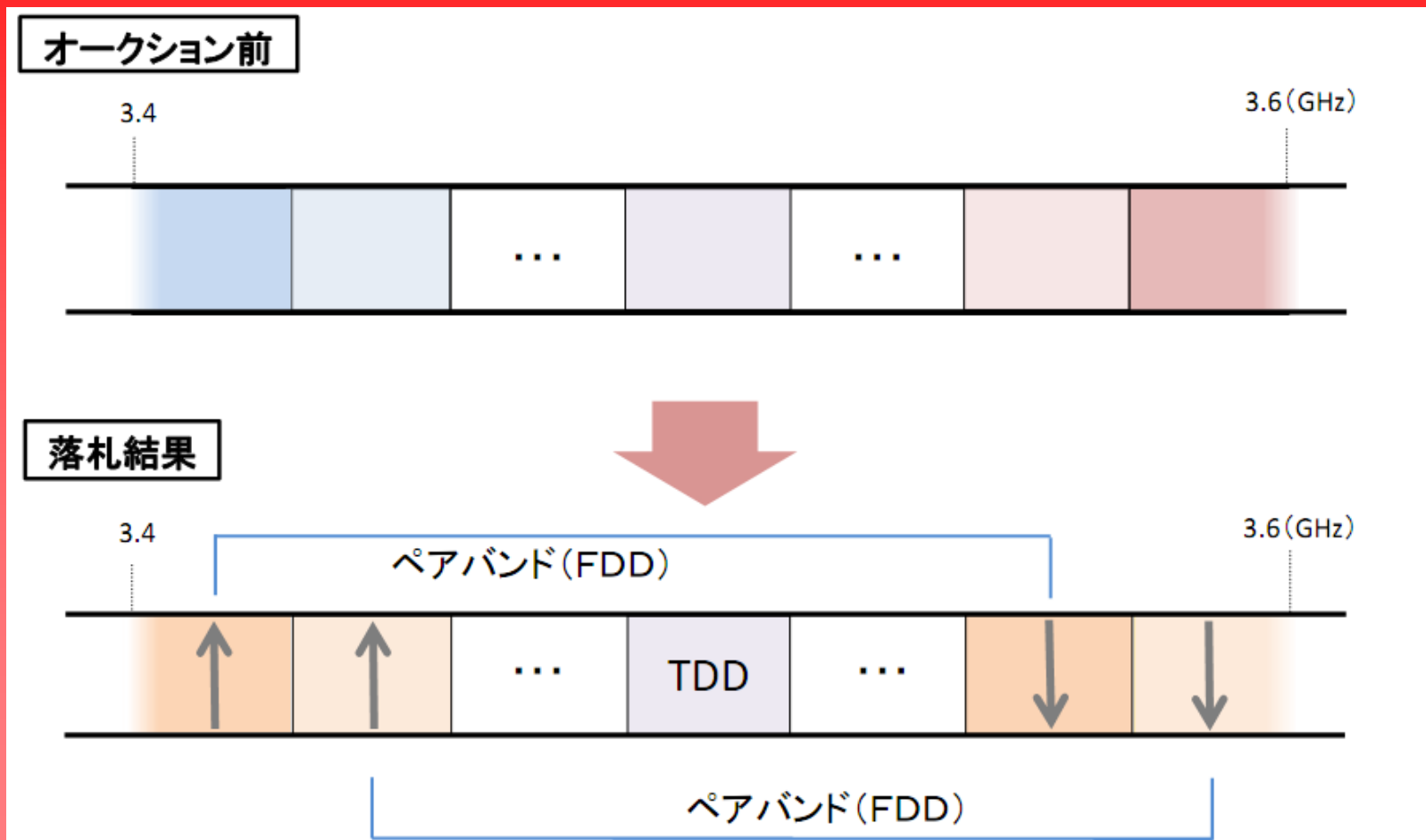
IMT-Advanced Evaluation Workshop 17 – 18 December, 2009, Beijing

http://www.3gpp.org/ftp/workshop/2009-12-17_ITU-R_IMT-Adv_eval/docs/pdf/REV-090003-r1.pdf

周波数動向

第4世代携帯電話の周波数

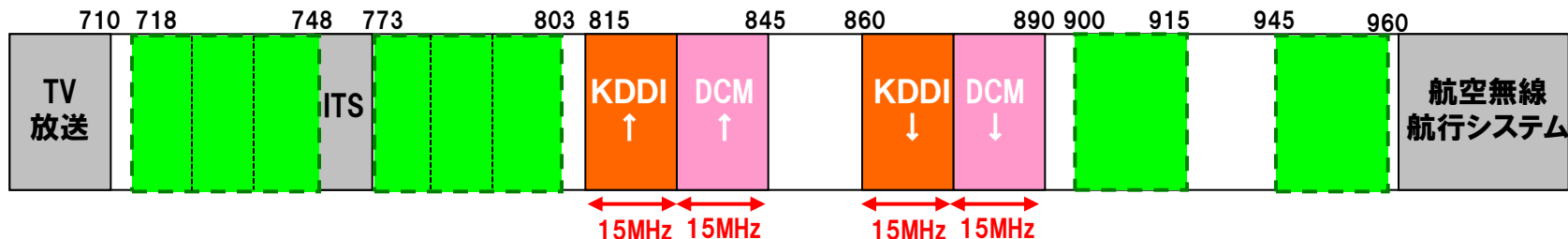
ITU-Rの第4世代携帯電話用周波数3.4～3.6GHz帯のうち最大200MHz幅
周波数オークションによる入札を予定
広帯域が確保されるものの、屋内への伝搬等で既存周波数より不利



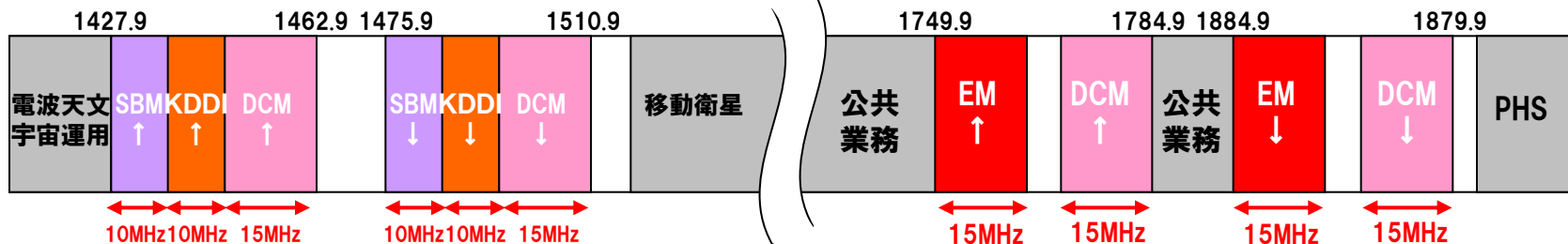
連続した周波数の確保は困難

既存の携帯電話用周波数は最大でも20MHz幅の割当
隣接システムとの関係で連続した広帯域の確保は困難

700~900MHz帯



1.5~1.7GHz帯



2GHz帯



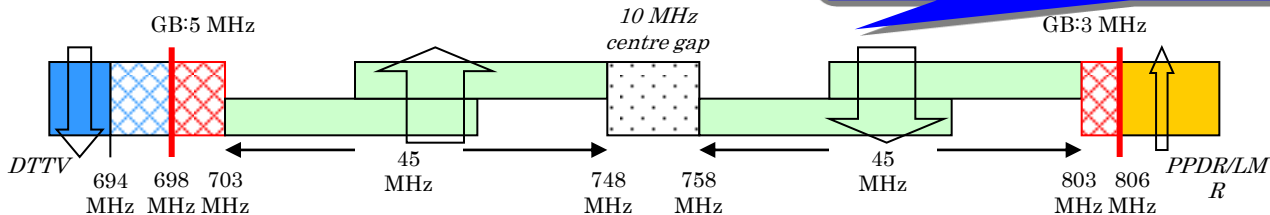
700/900MHz帯の国際動向

700MHz帯はAWG(APT Wireless Group)にて国際共通化
900MHz帯はグローバルバンドとして利用中

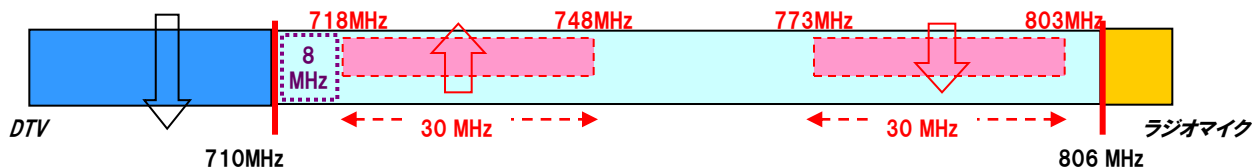
700MHz帯

帯域幅の関係からデュアルデュプレクサ構成を前提
サブバンドの帯域幅は30MHzで国内配置が上側サブバンドと一致

AWG FDD配置



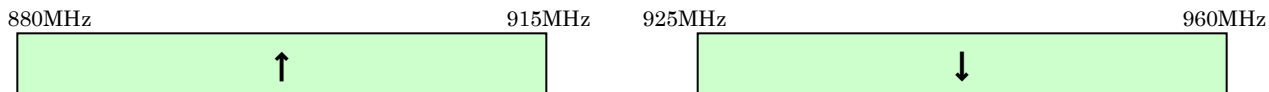
国内配置



900MHz帯

Band8は欧州、アジアの広域で2G (GSM) 利用中で
WCDMAおよびLTEへの再編が進められており
今後も広域に渡り利用が期待される

3GPP Band8

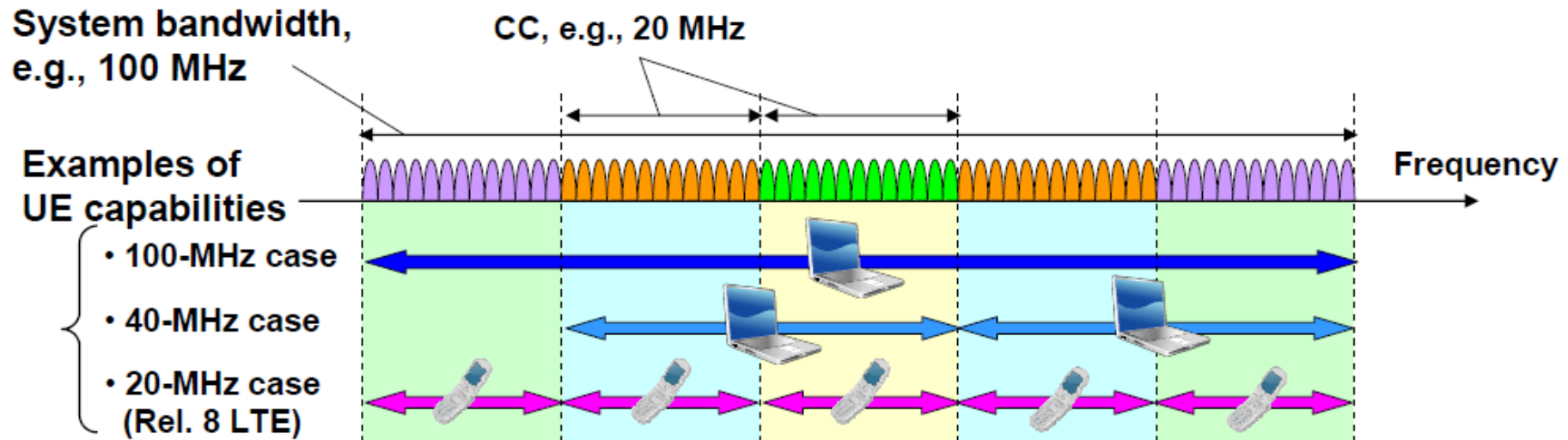


国内配置



キャリアアグリゲーションの導入

LTE-Advancedの主要機能
離れた帯域の周波数を合成することで高速化を実現



REV-090003r1

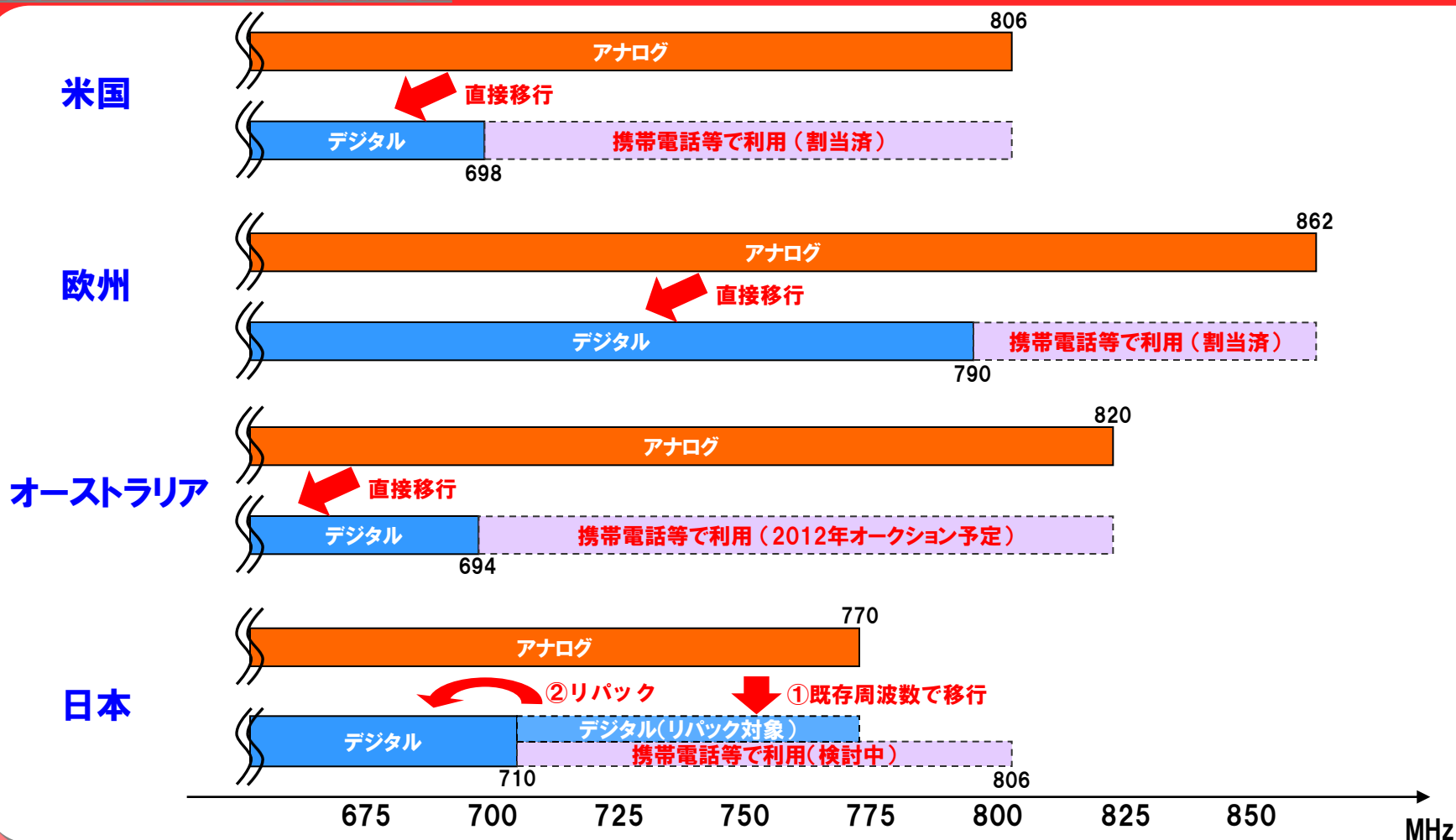
IMT-Advanced Evaluation Workshop 17 – 18 December, 2009, Beijing

大容量化ため確保した周波数を、効率的に高速化へ適用
既存周波数を用いつつ、より高速化への対応も可能

日本のDTV周波数の特異性①

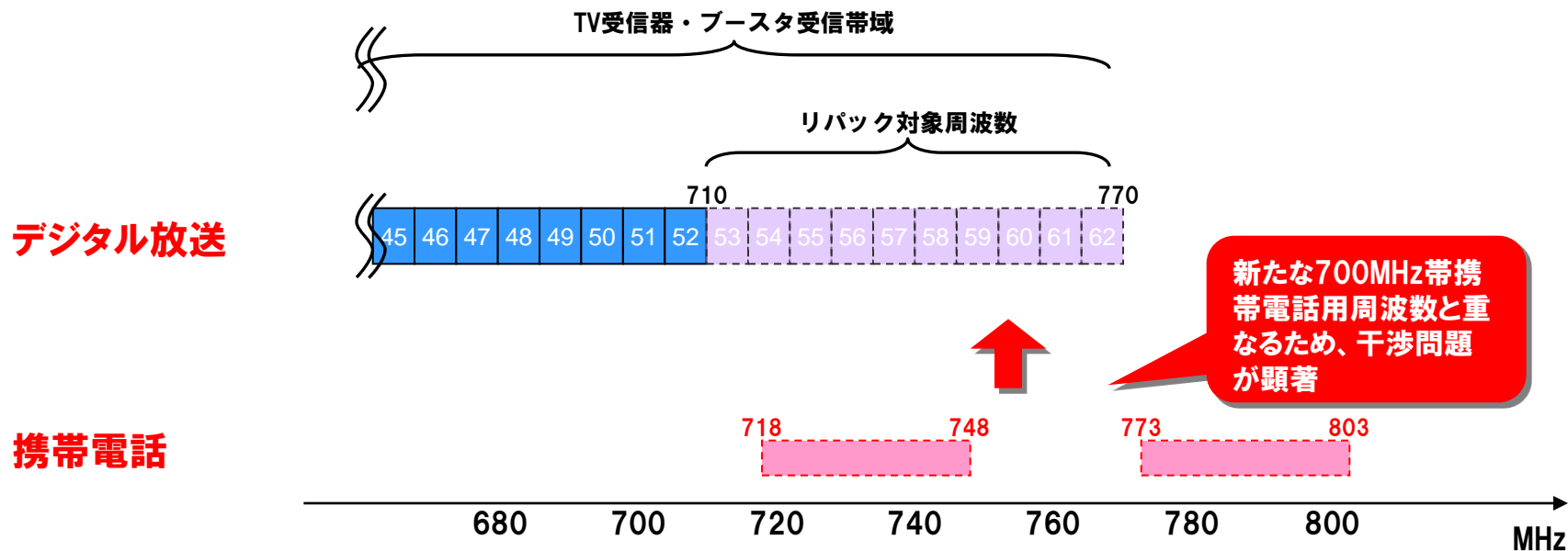
日本のみDTV周波数へ直接移行せず、リパックを伴う2段階移行を実施

各国のTV放送用周波数配置



日本のDTV周波数の特異性②

日本向けTV受信器、ブースタはリパック前の周波数を使用する前提で製造
新たな携帯電話向け周波数も受信帯域となるため干渉問題が顕著



その他の周波数確保について



700/900MHz帯以外の移動通信システム用周波数確保の方針

1.7GHz帯

- 携帯電話用に**最大10MHz**の追加割当
- 既存東名阪バンドの地域拡張

2.5GHz帯

- BWA用に**最大30MHz**の追加割当

3-4GHz帯

- 第4世代携帯電話 (IMT-Advanced) 用に**最大200MHz**の割当

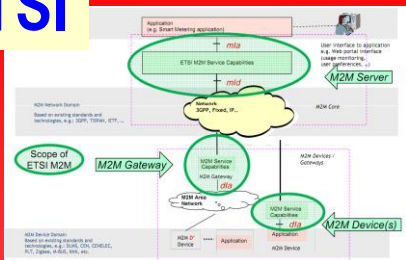
700/900MHz帯に加え、これらの周波数の可能性を考慮

M2Mの標準化動向

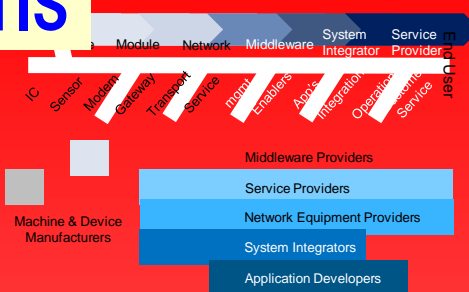
各団体におけるM2Mの標準化



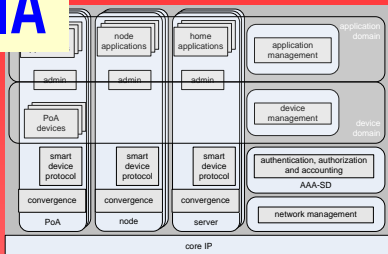
ETSI



ATIS



TIA



CCSA

TTA

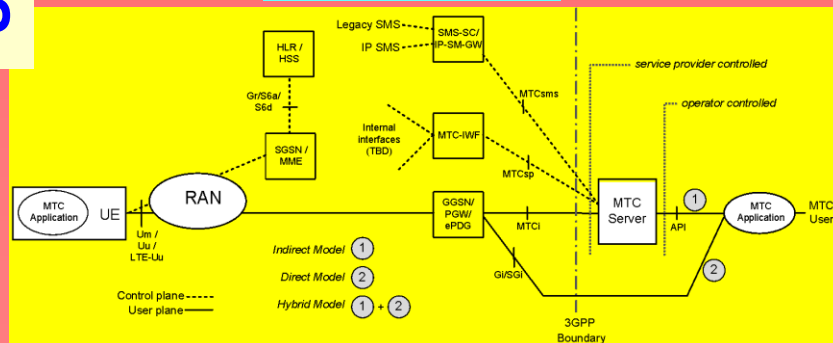
ARIB

TTC

通信技術

技術全般

3GPP



Global Initiative for M2M Standardization

<http://www.3gpp.org/Global-Initiative-for-M2M>

各団体におけるM2Mの標準化(3GPP)



- **M2M通信の要求条件を調査するフィーザリビリースタディを2005年9月より開始**
 - リリース8 TR22.868としてM2Mアプリケーションのユースケース、通信手法、多数のM2M端末の接続処理、課金、セキュリティ、及び識別子に関する要求条件案がまとめられた(2007年3月)
- **M2Mコアネットワーク仕様については、MTC (Machine-Type Communications)の名で検討**
 - リリース10でコアネットワーク側でのM2M最適化を標準化(2011年3月)
 - 非ダイレクトモデル、ダイレクトモデル、及びそれらが組み合わされたハイブリッドモデルを定義
 - 非ダイレクトモデルでは3GPPネットワーク外部にMTCサーバが設置され、独自にプロトコルを追加し付加価値を持たせたM2Mサービス形態を想定。MTCサーバと3GPPコアネットワークの接続を実現するため、MTC-IWF (MTC InterWorking Function)仕様を策定
 - 市場からの要求が高いスマートグリッド等の多数のデバイスの接続による負荷、及び輻輳回避等を主な目的として仕様化
- **MTC端末のグループ管理、監視、及び通信時間制御等の追加機能の標準化(リリース11、2012年3月)**

M2Mの標準化活動の統合



- oneM2M
 - 各国・地域のSDO及び業界団体におけるM2M標準化が個別に進捗することによる将来的なM2Mグローバル市場の分断化の懸念に対応
 - 各SDOのM2M標準化状況及び各SDOの標準化の統合に関する考えを共有
 - 2011年7月～2012年3月にかけて3回の準備会合(ETSI、TIA、ATIS、CCSA、TTA、ARIB、及びTTCが参加)
 - 2012年5月21日調印、6月24-26日発足式開催の予定

M2Mに関する制度検討

- **情報通信審議会：携帯電話の電話番号数の拡大に向けた電気通信番号に係る制度等の在り方**
 - 通信モジュールの小型・軽量化や低消費電力化を活用した電気・ガス・水道メーター等の遠隔検針、自動販売機の在庫管理、カーナビゲーションによるリアルタイムの情報提供、タクシーやバス等の運行管理等の需要の拡大見込み
 - M2Mサービスに接続するデバイスからのデータの収集・蓄積、セキュリティ機能等を備えたプラットフォームサービス等のクラウド環境を利用したM2Mサービスの基盤の普及見込み
- 現在は携帯電話の電話番号を識別子として利用しているが、将来的な識別子数の不足が見込まれる
- 当面は、電話番号を利用し、新たな国際標準化の動向を見極めて新識別子の検討を行う

No.	もの	推計数	出所/算出根拠
1	電子書籍端末	690万	シード・プランニング社『電子書籍端末と関連市場の動向』より電子書籍端末の国内市場規模予測台数(230万/年)を元に、今後3年間の需要数を推計。
2	デジタルフォトフレーム	300万	シード・プランニング社『2010年版携帯電話の法人市場展望』より将来的ポテンシャル数(100万/年)を元に、今後3年間の需要数を推計。
3	屋内外電子公告	200万	デジタルサイネージ端末台数は、世界で2008年75万8000台、2010年推計122万台。国内は金額換算でこれの18%のため、20万台と推計。未電子化のものが10倍あると想定
4	自動車 (二輪車、貨物・特殊用途含む)	7800万	H22年8月保有台数 http://www.airia.or.jp/number/index.html
5	自転車	7900万	H22年保有台数 http://www.jppl.or.jp/?sub_id=4&category_id=236&dir_no=TOP_ROOT:160:236
6	IT・白物家電	6億	年間販売台数(2億台) × 耐用年数(3年)として算出
7	パソコン	5200万	年間販売台数(1300万台) × 耐用年数(4年)として算出
8	自動販売機	520万	H21年普及台数 http://www.jvma.or.jp/information/2_01.html
9	電気・ガス・水道メーター	2億4000万	H20年の電気メーター数(8000万) × 3として算出 http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g100831a07.pdf
10	街路灯	4700万	東京都が管理している街路灯から推計
11	自然環境調査用センサ (地震、CO2濃度等)	3800万	日本面積37.7万平方km、1平方kmあたり100個として算出
12	河川流量監視センサ	100万	河川300mあたり1個として算出 http://www.mlit.go.jp/river/toukei/chousa/index.html
13	農業用センサ	18億5100万	耕地面積463万ha、25平方mあたりに1個として算出 http://www.stat.go.jp/data/nihon/07.html
14	その他	1億6690万	飼育されている犬・猫、パチンコ台、昇降機、駐車場、POS等
	計	31億7000万	

本資料は情報の提供を目的としており、本資料による何らかの行動を勧誘するものではありません。本資料は信頼できると思われる情報に基づいて作成されていますが、当社はその正確性、完全性に関する責任を負いません。ご利用に際しては、ご自身の判断にてお願いします。ここに示した意見は、本資料作成日現在の当社の意見を示すのみです。当社は、本資料中の情報を合理的な範囲で更新するようにしていますが、法令上の理由などにより、これをできない場合があります。
