

## 3.9世代モバイル LTEの可能性

2008年11月25日  
日本電気株式会社  
モバイルRAN事業部  
元野 秀一

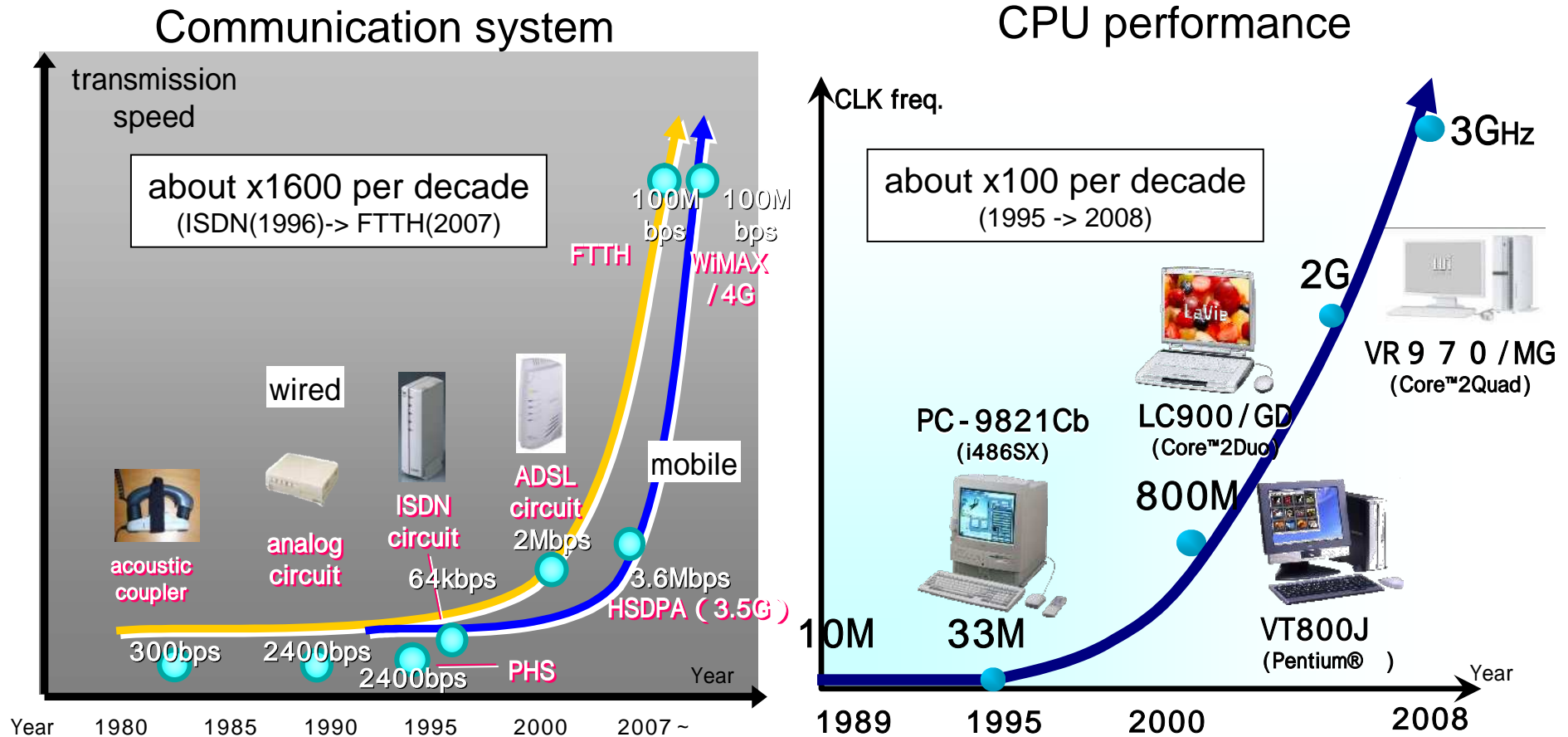
# 目次

1. LTEへの期待
2. LTEの標準化動向
  - 3GPP LTE / SAE
  - NGMN (Next Generation Mobile Network)
  - LSTI (LTE SAE Trial Initiative)
3. LTEの要素技術
4. EPSネットワークアーキテクチャ

# LTEへの期待

# ICTの進化

## ● 通信システムとCPU (PC)の進化

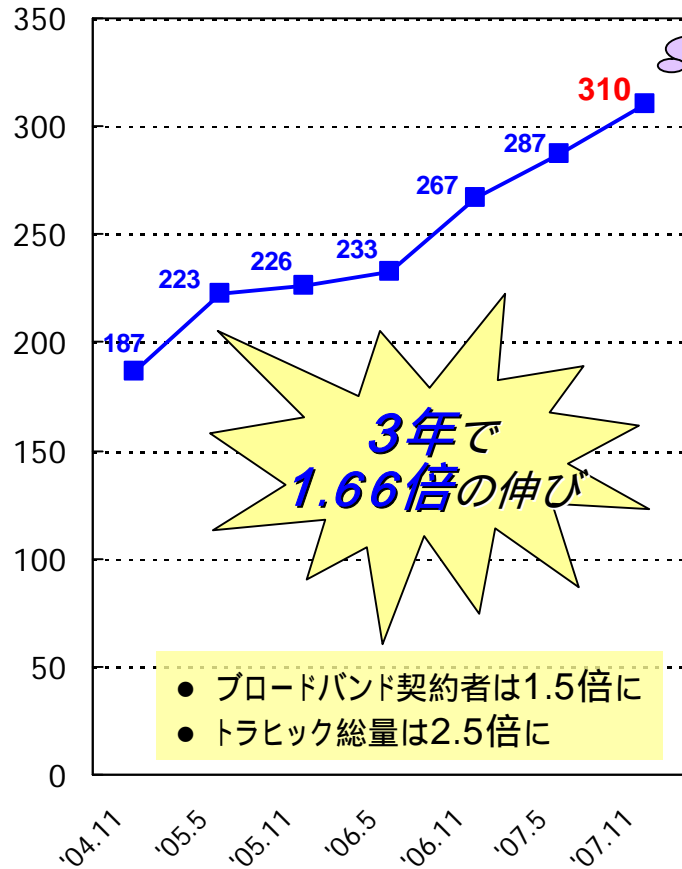


ICT: information & communication technology

# 増大するデータトラフィック需要

日本のブロードバンド契約者の  
ダウンロードトラフィック量(平均)

(MB/人・日)

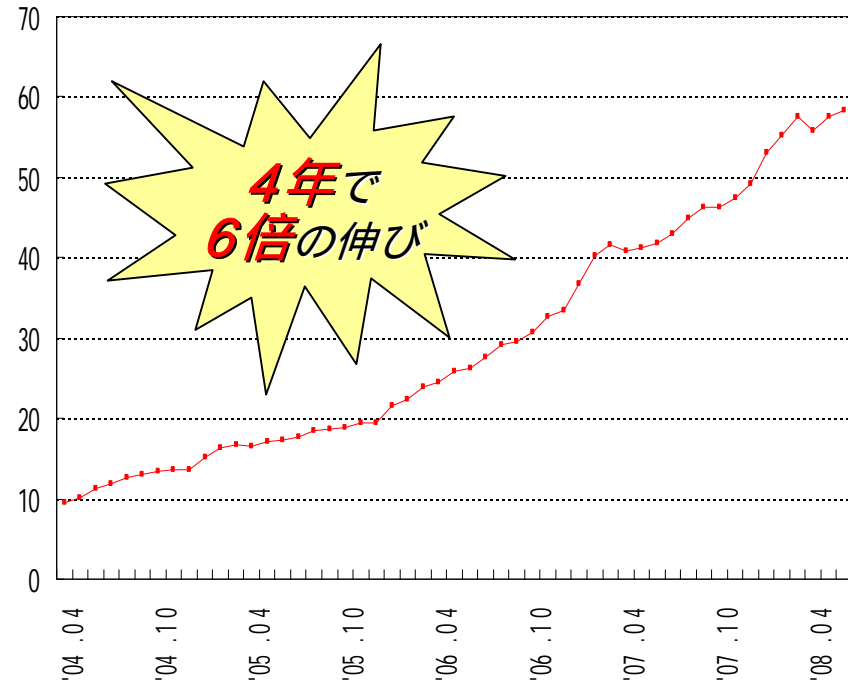


ブロードバンド契約者1人当たり  
1日に音楽CD(MP3)約4枚を  
ダウンロードする量に相当

有線も 無線も  
急激に増大 !!

iモードWebアクセス数(平均)

(ページビュー/人・日)



(出典) 総務省「我が国のインターネットにおけるトラフィック総量の把握」(2008年2月)より作成

(出典) ドコモHP「契約数月次データ 過去のiモード利用状況」より作成

# ワイヤレスブロードバンドを目指した2つの大きな流れ

ワイヤレスブロードバンドを目指した2つの大きな流れ

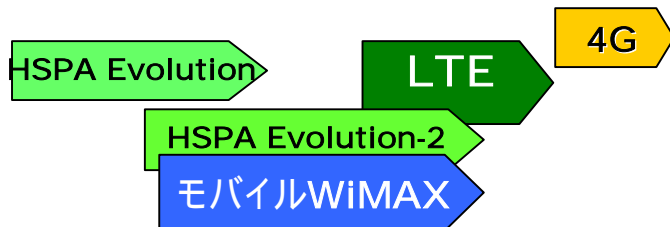
3GPP系の無線通信の進化

- W-CDMA, HSPA, **LTE** 等
- CDMA2000, EV-DO, UMB 等

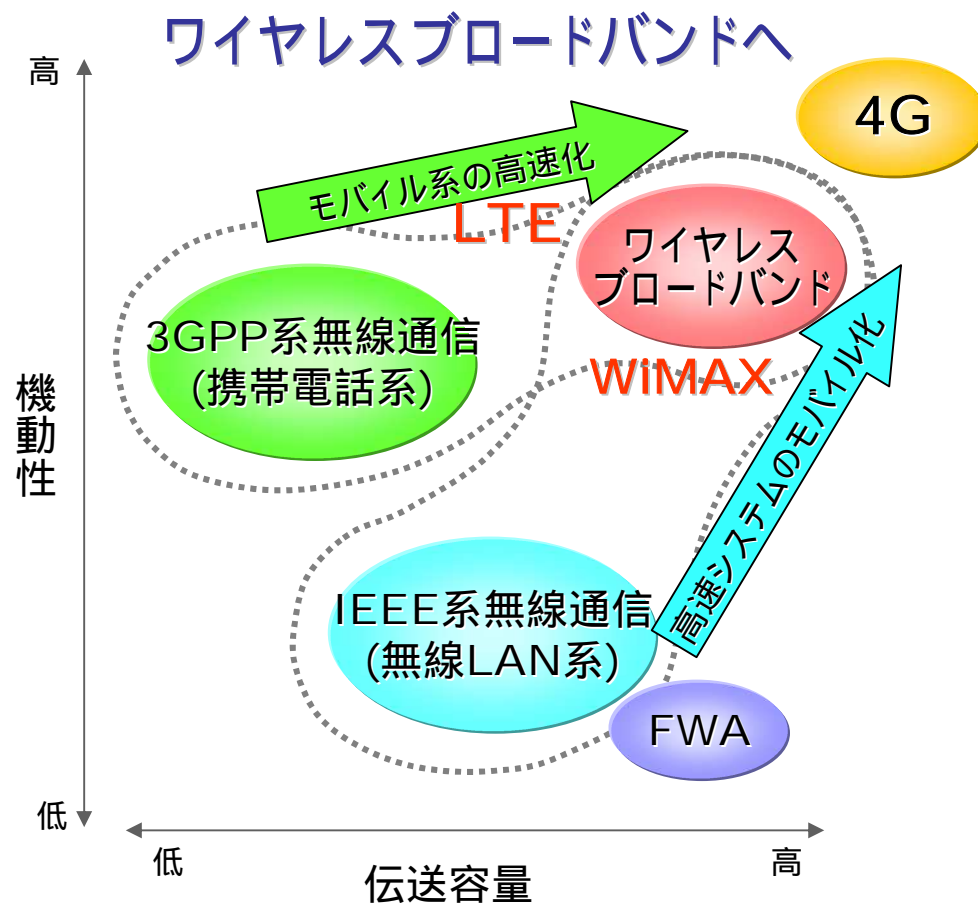
IEEE系の無線通信の進化

- Wi-Fi, **WiMAX** 等

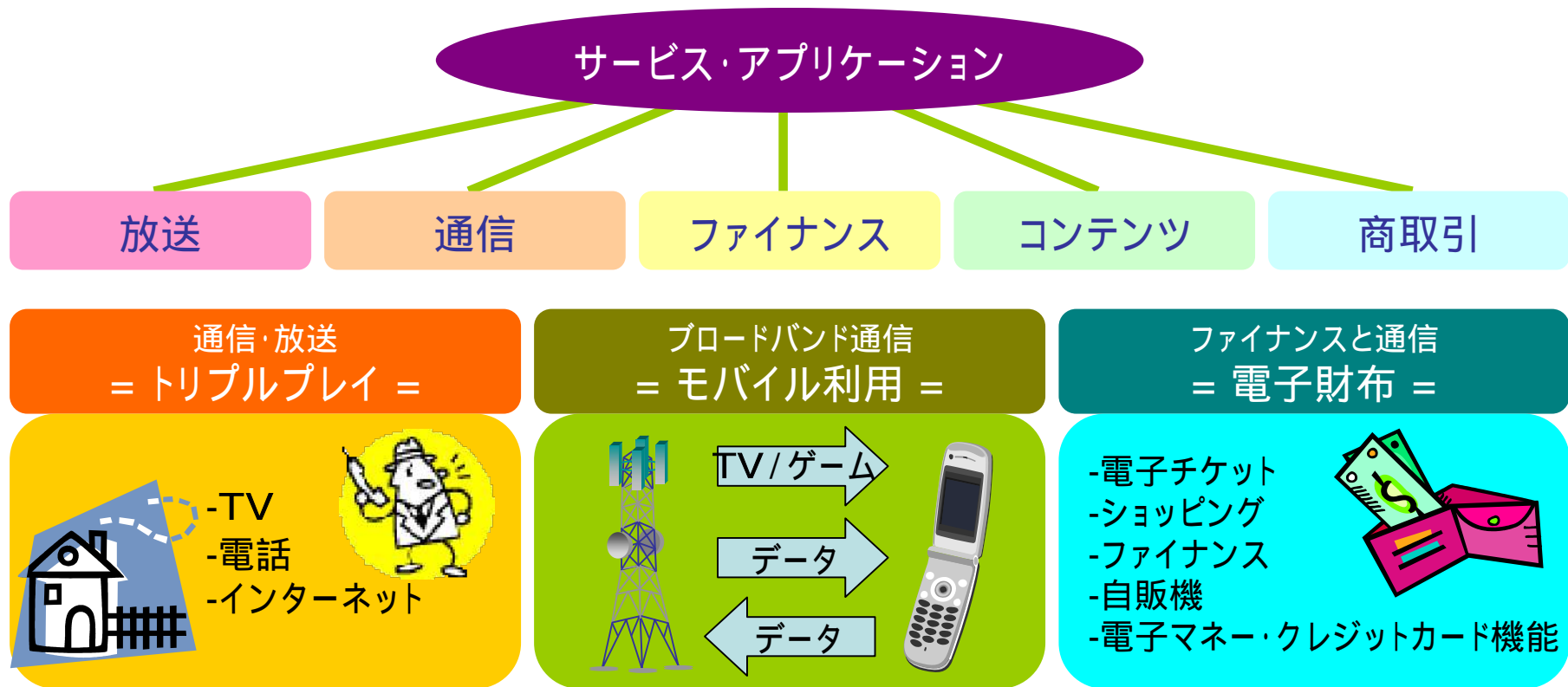
2006 2007 2008 2009 2010 2013



モバイルWiMAX は LTE より先行

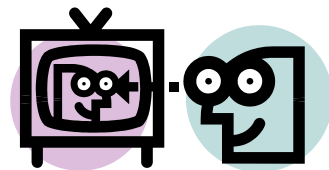


# ブロードバンド時代のサービス・アプリケーション



## 新ビジネス機会

- 有料放送
- ビデオ視聴
- ゲーム配信
- TV電話



- ホームセキュリティ
- ホームヘルスサービス
- 放送融合型インターネットショッピング
- Eラーニング・ネットスクール



## 2010年代の無線システムを実現するための課題(1)

- 無線ブロードバンド本格化によるトラヒックの爆発的拡大

	2007年	2012年	2017年
生活一般	67	323	3,172
文化・娯楽	16	691	12,802
教育	0	16	305
健康・医療・安全	2	234	2,652
公共・交通	0	34	818
企業活動・環境	15	256	2,375
モバイルEC	0	10	153
合計	100	1,564	22,277

(出典:総務省、情報通信審議会、2008年10月31日)

今後10年でモバイル通信量は220倍

高速通信により、「公共・交通」をはじめ「教育」、「健康・医療・安全」といった新しいサービスの伸びが予測される

- 無線アクセストラヒックの爆発的拡大への対処は、以下の3つの施策が基本

- 1) 利用周波数帯域拡大
- 2) 周波数利用効率向上
- 3) 面的・空間的利用率向上

その他に、放送・同報通信によるトラヒックの効率的集約も



## 2010年代の無線システムを実現するための課題(2)

- 利用周波数帯域拡大

例) 移動通信システム用周波数再編・移行の進捗

約270MHz@2003      約500MHz@2008へ(約2倍)

- 周波数利用効率向上

例) 3GPPシステム(下り回線) (TR25.912 v7.2.0他)

Rel-6 UTRA(1x2):      0.5 bps/Hz/cell

LTE MIMO (4x4):      2.7 bps/Hz/cell (約5倍)

IMT-Advanced(目標):      3.0 bps/Hz/cell (約6倍)

- 当面見込める能力向上は、最大で1.2倍程度。

更なる周波数帯域確保と

面的・空間的利用効率向上が必須

# 無線ブロードバンド化に向けた備え

- 面的・空間的利用効率向上の基本は、超小型基地局(フェムトセル)・分散基地局の迅速・広範な普及が重要
  - フェムトセル:事業者設備としての導入・普及  
将来的にはユーザ設備としての普及も
  - (アクセス回線高速化に合わせた) バックホール回線の高速化

- 更なる周波数帯域確保
  - 周波数割当てでの国際協調の一層の推進  
(国際競争力視点でも重要)
  - マルチ無線・コグニティブ無線時代の柔軟・動的な周波数利用

例) 周波数共用、周波数アグリゲーション、動的周波数割当て、動的周波数アクセス、など



# 国内・海外のLTE展望

- 主要キャリアは、ほとんどがLTEを採用予定
  - サービス開始時期は、2010年度
  - サービス提供国・キャリア増加は、2011年度
  - 2012～2013年度は、普及期へ

Market	Mobile Operators	Current Technology	3.9G technology
Japan	NTT Docomo	WCDMA	LTE
	Softbank Mobile	WCDMA	LTE
	EMOBILE	WCDMA, HSPA	LTE
	KDDI	cdma2000 1x	LTE
America	AT&T Wireless	WCDMA	LTE
	Verison	cdma2000 1x	LTE
	Sprint	cdma2000 1x	Mobile WiMAX
Europe	Vodafone	WCDMA	LTE
	Orange	WCDMA	LTE
	T-Mobile	WCDMA	LTE
	Telefonica O2	WCDMA	LTE
China	China Mobile	TD-SCDMA, HSPA	TD-LTE
	China Telecom	cdma2000 1x	LTE
	China Unicom	WCDMA	LTE

(Source: Seed Planning, Inc.)

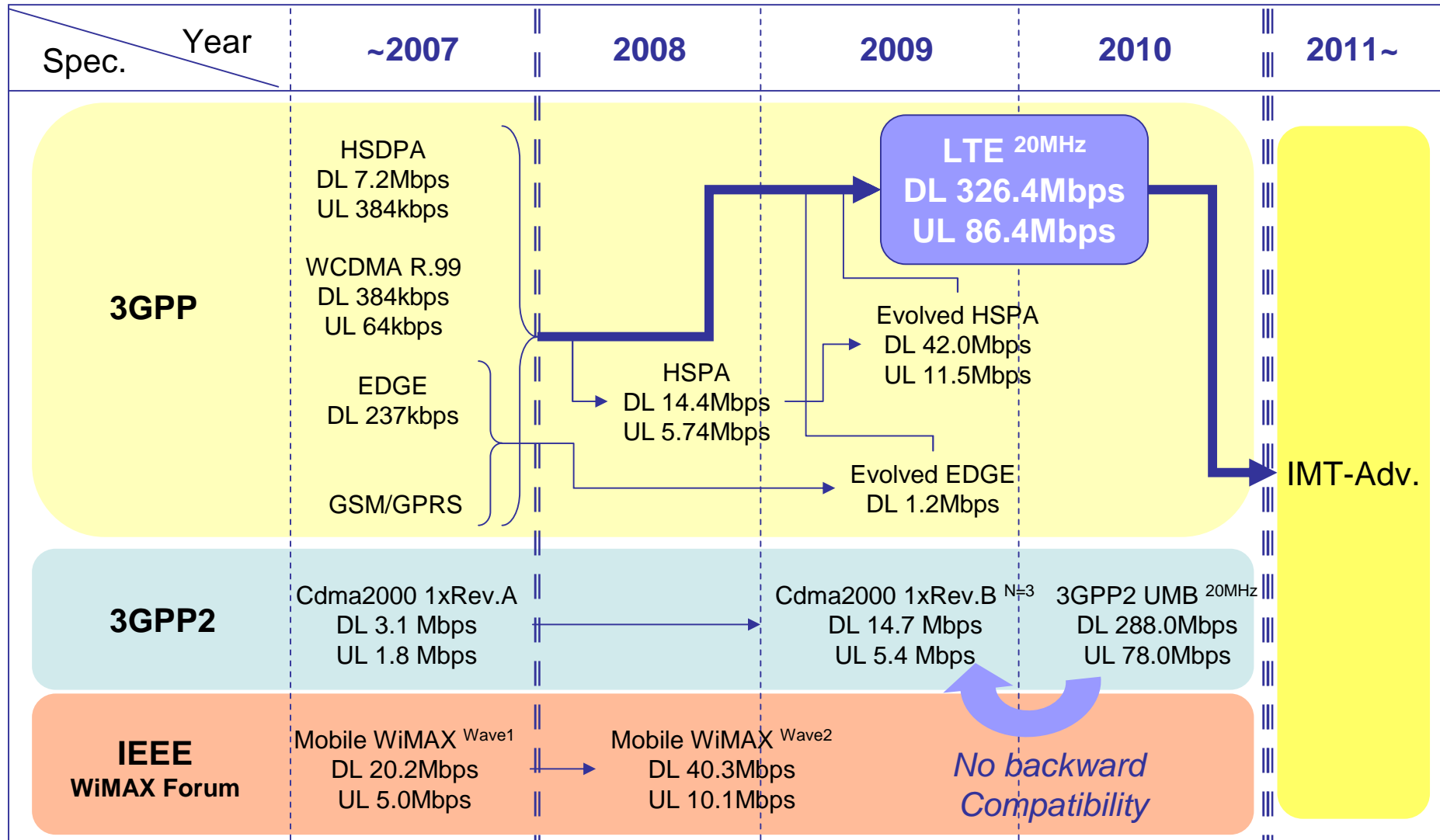
# LTEの標準化動向

# 移動通信システム高速化の変遷

## 第3世代から第4世代へ

ITU-Rシステム 区分		IMT			
		IMT-2000	Enhanced IMT-2000	Enhanced IMT-2000	IMT-Advanced
世代		3G	3.5G	3.9G/Pre4G	4G
コンセプト		大容量・高品質音声 モバイルインターネット (無線マルチメディア)	高速モバイルインターネット モバイル同報/放送	モバイルBBへ	本格的モバイルBB NGN/NGMN
無線 方式	無線 技術	CDMA	CDMA TDMスケジューリング	OFDMA TDM・FDMスケジューリング	OFDMA (?)
	3GPP	WCDMA (FDD) TD-CDMA (TDD) TD-SCDMA (TDD)	HSPA(FDD, TDD) HSPA+	LTE (FDD, TDD)	LTE+ (?)
	3GPP2	cdma2000 1x (FDD) (Rel.0, Rev.A, Rev.B)	EV-DO(FDD) (Rel.0/Rev.A/Rev.B)	UMB (FDD, TDD)	UMB+ (?)
	IEEE	OFDM TDD WMAN (802.16e)			802.16m
NW	NW 進化	CS Domain PS Domain	PSのIP対応進化 IMS/MMD,異種網接続	Flat Architecture All-IP,異種網接続	NW Convergence
	3GPP	UTRAN GSM-evolved CN	UTRAN CN	E-UTRAN EPC(SAE)	E-UTRAN (?) EPC(SAE) (?)
	3GPP2	cdma2000 RAN IS-41 evolved CN and PCN	EV-DO RAN EV-DO CN	CAN Enhanced CN	CAN (?) Enhanced CN (?)

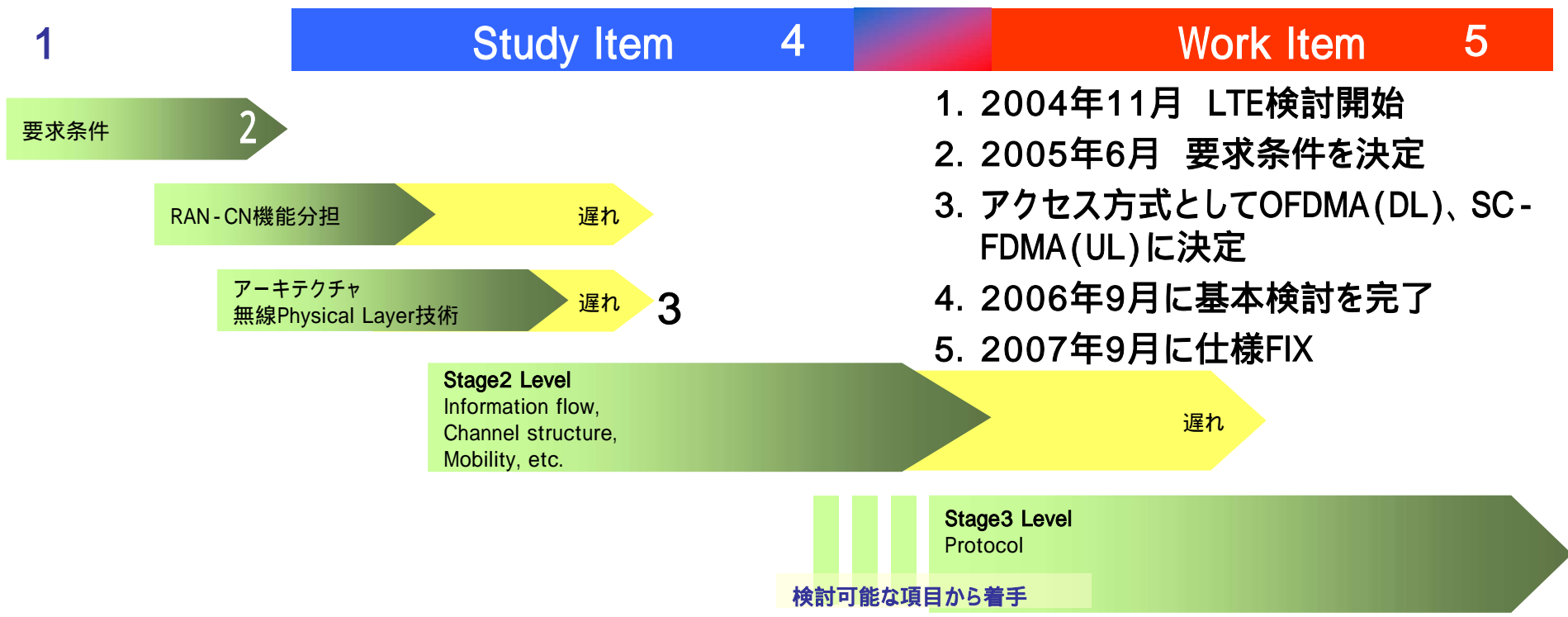
# A Trend of System Bit Rate



UMB: Ultra Mobile Broadband, defined as LBC (Loosely Backward Compatibility) in Rev.C

# 3GPP-LTE標準化スケジュール (当初予定)

2005				2006				2007		
3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9



1. 2004年11月 LTE検討開始
2. 2005年6月 要求条件を決定
3. アクセス方式としてOFDMA(DL)、SC-FDMA(UL)に決定
4. 2006年9月に基本検討を完了
5. 2007年9月に仕様FIX

# 最新標準化スケジュール (2008.9月)

		2007	2008				2009	
		Dec	Mar	Jun	Sep	Dec	Mar	Jun
RAN1	Layer 1		P		F			
RAN2	Layer 2 RRC	A		P		F		
		A			P	F	AF	
RAN3	L1&Transport S1/X2 AP	A	P			F		
		A			P	F	AF	
RAN4	UE eNB Tx/Rx		A			F		
	RRM core		A			F		
	RRM Test					Phase 1	Phase 2	
	eNB Test				A			
RAN5	Common env.					A		
	Signaling					A		
	RF Tx/Rx/Per Req.					A		
	RF RRM						A	

(Source: RP-080596)

A: Approval  
P: Pre-Functional Freezing  
F: Functional Freezing  
AF: ASN.1 Freezing



# 標準化最新状況 (Rel8 - SAE)

## Conclusions (1)

- Target for LTE/SAE freezing is Dec 2008
- Rel 8 schedule will be determined by LTE/SAE completion
- Explicit tracking of LTE/SAE progress at each SA plenary
- Early stabilization of stage 2 building blocks to expedite stage 3 work is encouraged

## From SA39 ('08.3) Reports

### [Rel8に含まれる機能]

- SP-070699
- Single Radio Voice Call Continuity for 3GPP
  - SAE for generic support for non-3GPP accesses (including Dual radio aspects of optimised handover with WiMAX)
  - SAE impacts on IMS (e.g. Local Break Out aspects)
  - CS fallback

### [Rel8から削除された機能]

- SAE aspects of Emergency Calls
- Functions and procedures for SAE to support LTE MBMS
- Functions and procedures for SAE to support Control Plane LCS
- CS over EPS
- Single Radio Aspects of SAE for Optimised Handover with WiMAX

**SAE (TSG-CT、TSG-SA) の進捗はLTE (TSG-RAN) よりさらに遅い。仕様凍結は2008.12月目標。**

## Rel7のWCDMA HSPA+

WCDMA HSPA (HSDPA&HSUPA)の拡張として、Rel7 / Rel8にて様々な機能が提案され、仕様として取り込まれている。下記Rel7 HSPA+機能はいずれもUE Optionとなっている。

機能名 (TDD除外)	進捗	Release	内容
MIMO	100%	Rel7	HSDPAに対してMIMO (2x2)を適用可能とする。
Continuous Packet Connectivity for packet data users	100%	Rel7	HSDPA / HSUPAで必要となる個別チャンネルをDTX制御することにより干渉量を削減する。
Enhanced CELL_FACH state in FDD	100%	Rel7	HS - DSCH上にFACHを多重可能とする。
64QAM for HSDPA	100%	Rel7	HSDPAに64QAMを適用。DL 21.6Mbpsを実現
Improved L2 support for high data rates	100%	Rel7	RLC / MACレイヤを変更し、PaddingによるOverheadをなくし、高速伝送に対応。
Introduction of 16 QAM in HSUPA	100%	Rel7	HSUPAに16QAMを適用。UL 11.5Mbpsを実現

## Rel8のWCDMA HSPA+

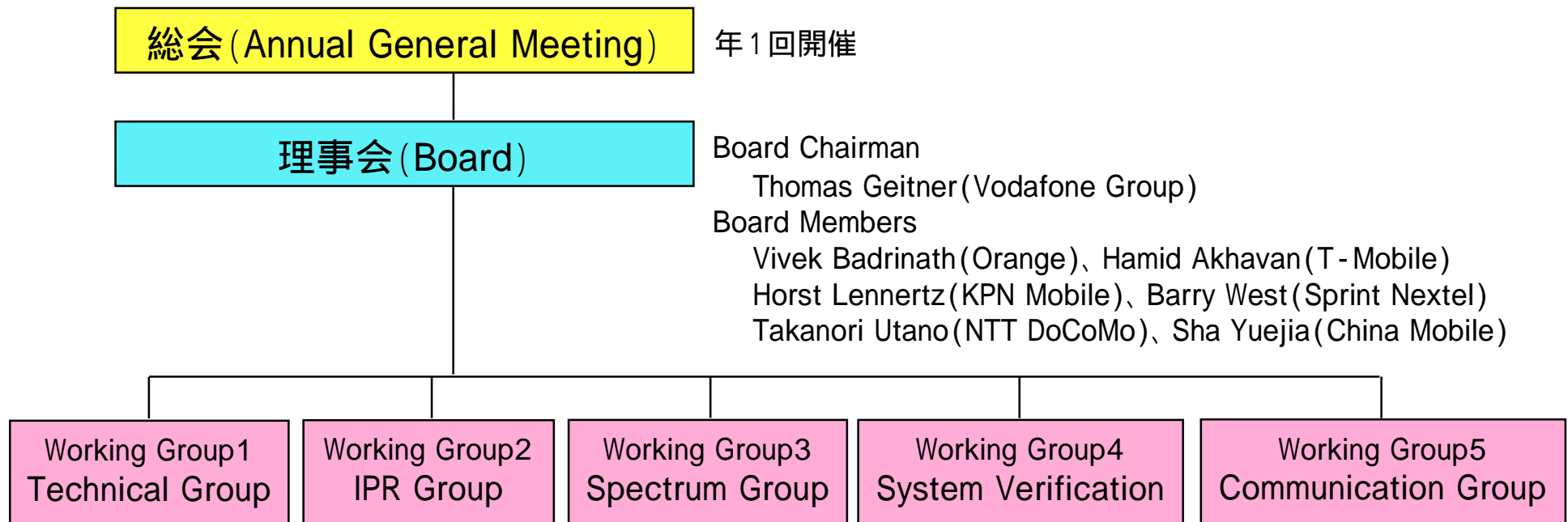
機能名 (TDD除外)	進捗	Release	内容
Enhanced Uplink for CELL_FACH State in FDD	90% +	Rel8	CELL_FACH状態の上りとしてE-DCH(HSUPA)を適用することを規定。
Combination of 64QAM and MIMO in HSDPA (FDD)	100%	Rel8	理論的にDL 43.2Mbpsを実現
Enhanced UE DRX for FDD	100%	Rel8	CELL_FACH状態時のUE-DRXの導入と、CELL_DCH時にUE-DRXのcycleを追加。
Enhancements for SRNS Relocation Procedure	100%	Rel8	Flat ArchitectureにおけるSRNS Relocation手順を導入。
Enhancements for FDD HSPA Evolution	70% +	Rel8	Flat ArchitectureにおいてMBMSのSoft Combiningを導入。
HSPA VoIP to WCDMA/GSM CS continuity	50% +	Rel8	SRVCC (Single Radio Voice Call Continuity)
HS-DSCH Enhanced Serving Cell Change	70% +	Rel8	HSDPA Serving Cell Changeでの中断時間を短縮するために、HS-SCCHの受信方法を変更。
Dual-Cell HSDPA operation on adjacent carriers	RAN1:90% RAN2/4: 50% + RAN3: 0% +	Rel8	5MHz x 2により最大でDL 43.2Mbps(64QAM)を実現。MIMOとの併用は不可。ULは適用対象外。
CS voice service over HSPA	100%	Rel8	CS(例:音声)をHSDPA/E-DCHで転送することを規定。
Improved L2 for uplink	100%	Rel8	RLC/MACレイヤを変更し、PaddingによるOverheadをなくし、高速伝送に対応。
RF requirements for Multicarrier and Multi-RAT BS	開始 +	'10.3	Multi-RATをサポートするBSに対するRFの要求条件

今後、DC-HSDPA+MIMO、UL DC-HSPA、More than Dual Cellなどが提案される予定。

# NGMN (Next Generation Mobile Network)

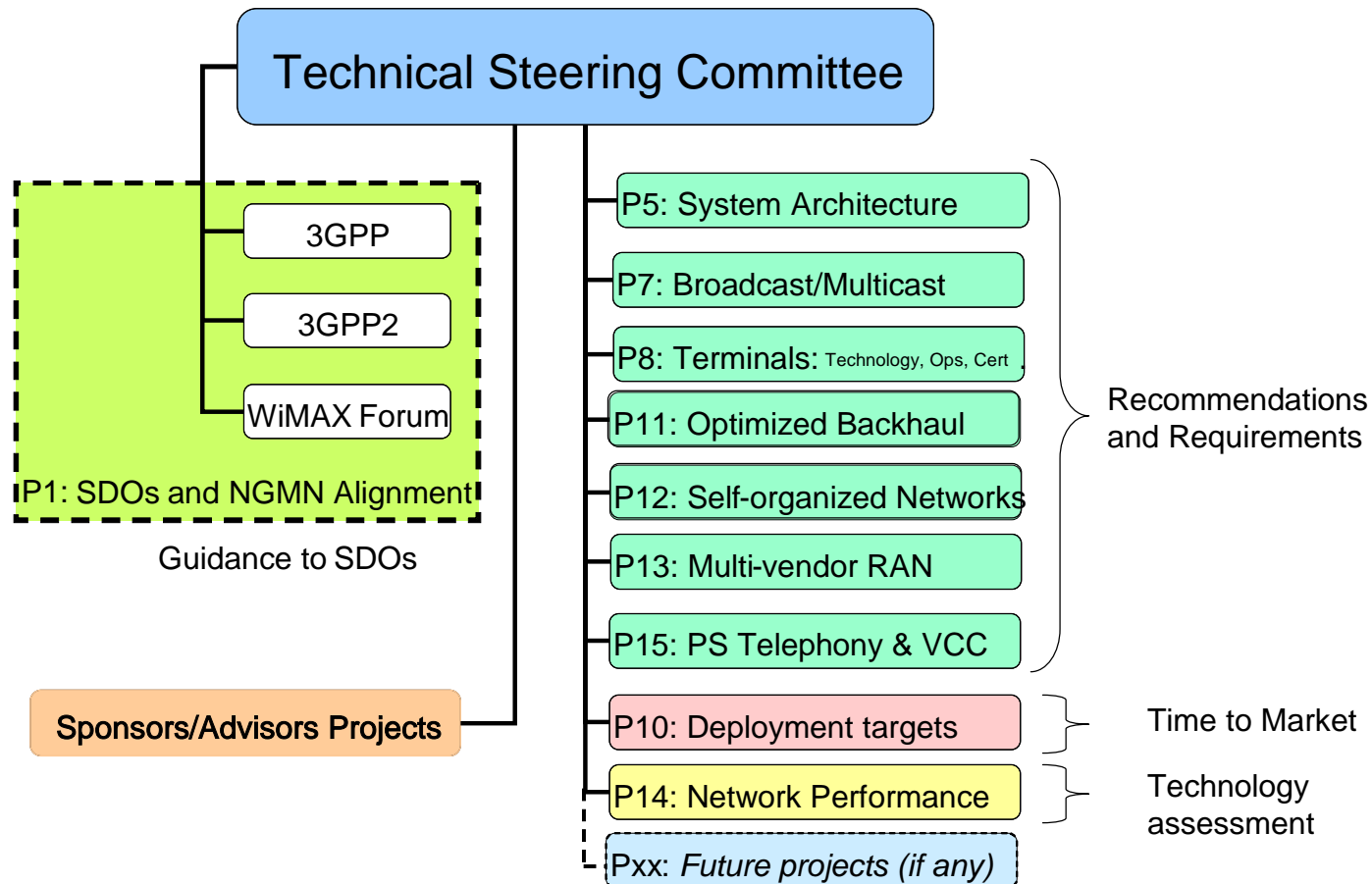
## NGMN Limitedとは

NGMN Limitedは、既存のHSPAやEVDOに続く次世代モバイルネットワークであるBeyond 3Gの技術発展ビジョンを移動通信体事業者主導で検討するための団体であり、2006年9月に設立された。



# NGMN Technical Steering Committee の活動

NGMN Project structure with 4 key areas



各WGより要求(例 : NGMN Radio Access Terminal Requirements) が発行され、3GPPなどに対する要求条件の入力が行われている。

# LSTI (LTE SAE Trial Initiative)

LSTIは、**LTE / SAE / UEの結合試験**を行うべく、NGMN加入のベンダを中心に2007年5月に発足した。NECも2008年9月に加入。

PoC: Proof of Concept (Proto Type機を用いたLTEのコンセプト検証)

IOT: Interoperability Test (上位レイヤも含んだシステム総合試験)

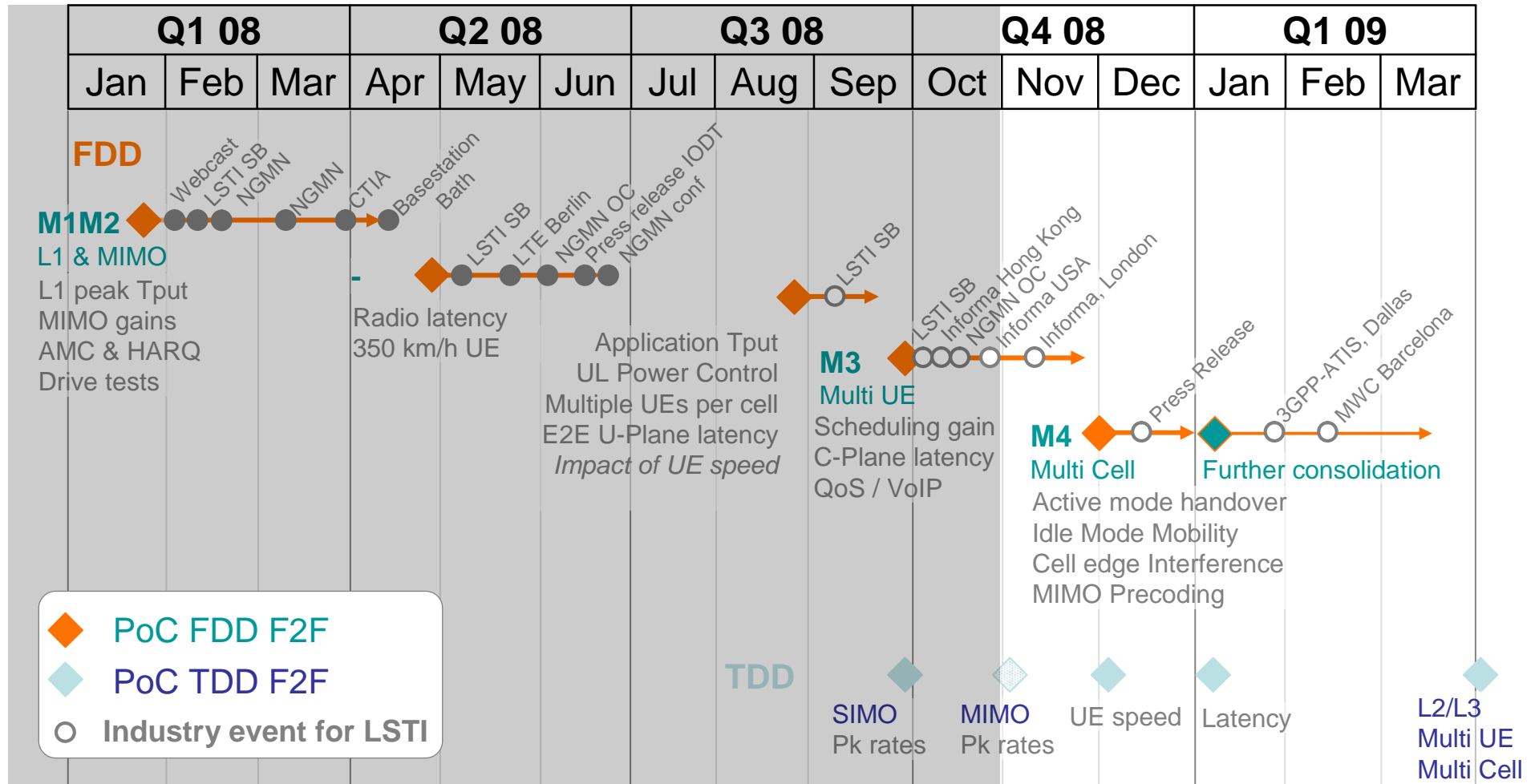
IODT: Interoperability Development Test (下位レイヤのノード間試験)



## LSTI Organisation

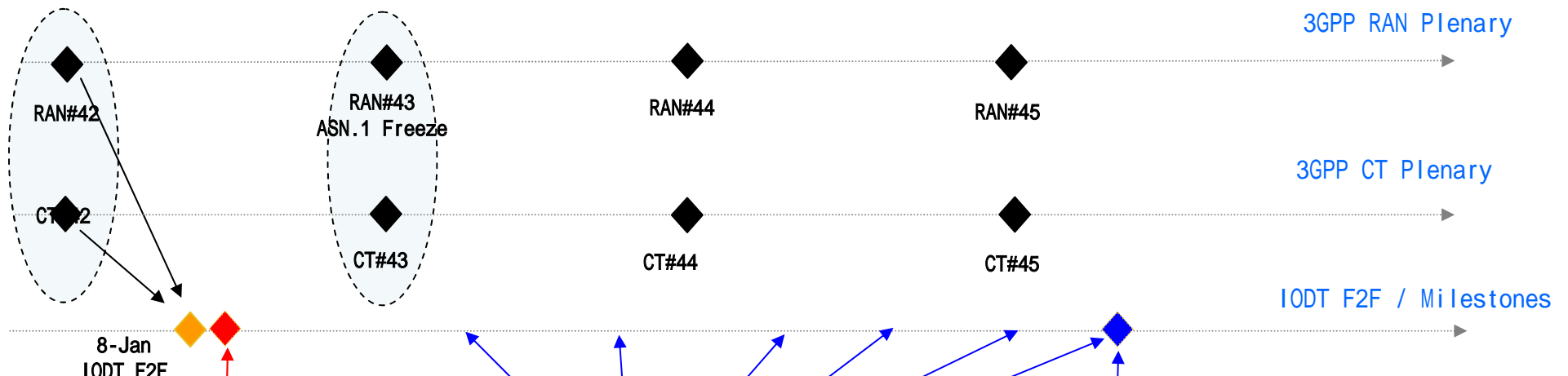


# PoC Meetings and Deliverables



Note: contents in this page are produced by and belong to LSTI.

# IODT Meetings and Deliverables



8-Jan IODT F2F  
 IODT M.6b  
 16-Jan-2009 / Baseline for IODT

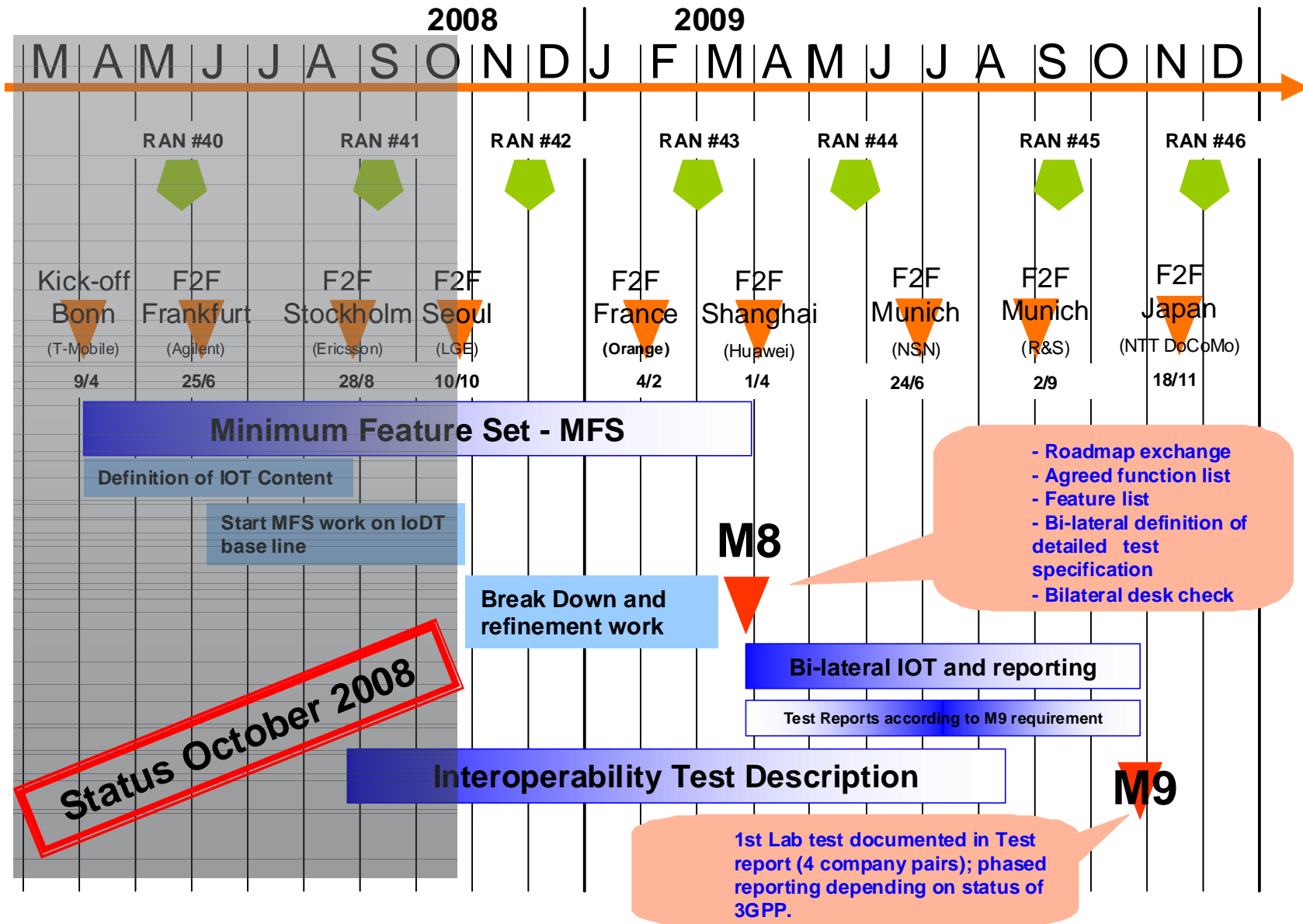
- IODT Result Reporting dates:
- #1 = 31-Mar-2009
  - #2 = 31-May-2009
  - #3 = 31-Jul-2009
  - #4 = 31-Aug-2009
  - #5 = 30-Sep-2009
  - #6 = 30-Oct-2009

◆ = M.7 IODT Minimum Feature Set has been tested and reported by at least four IODT Pairs.

Note: contents in this page are produced by and belong to LSTI.



# IOT Meetings and Deliverables



Note: contents in this page are produced by and belong to LSTI.

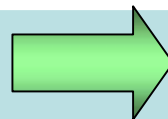
# LTEの要素技術

## LTEの要求条件 (TR25.913)

- Peak Throughputの向上 (DL:100Mbps, UL:50Mbps)
- 現行3Gと同じ置局にて”cell edge throughput”を向上
- 周波数利用効率の向上 (Rel.6(=HSPA)の2 - 4倍)
- RAN内データのLatencyは5ms以下
- 接続遅延の短縮化 (100ms以下)
- スケーラブルな周波数帯域幅 (1.4,3,5,10,15,20MHz)
- 既存3Gシステムや非3GPPシステムとのインターワーキングの確保
- MBMSの機能拡張
- サービスの多様性への追従 (例: VoIP, Presence,...)
- 低速移動端末への最適化。高速移動( ~ 350km/h)も考慮。

# Long Term Evolution 基本コンセプト

- 新無線アクセス方式
- IPネットワークへの最適化



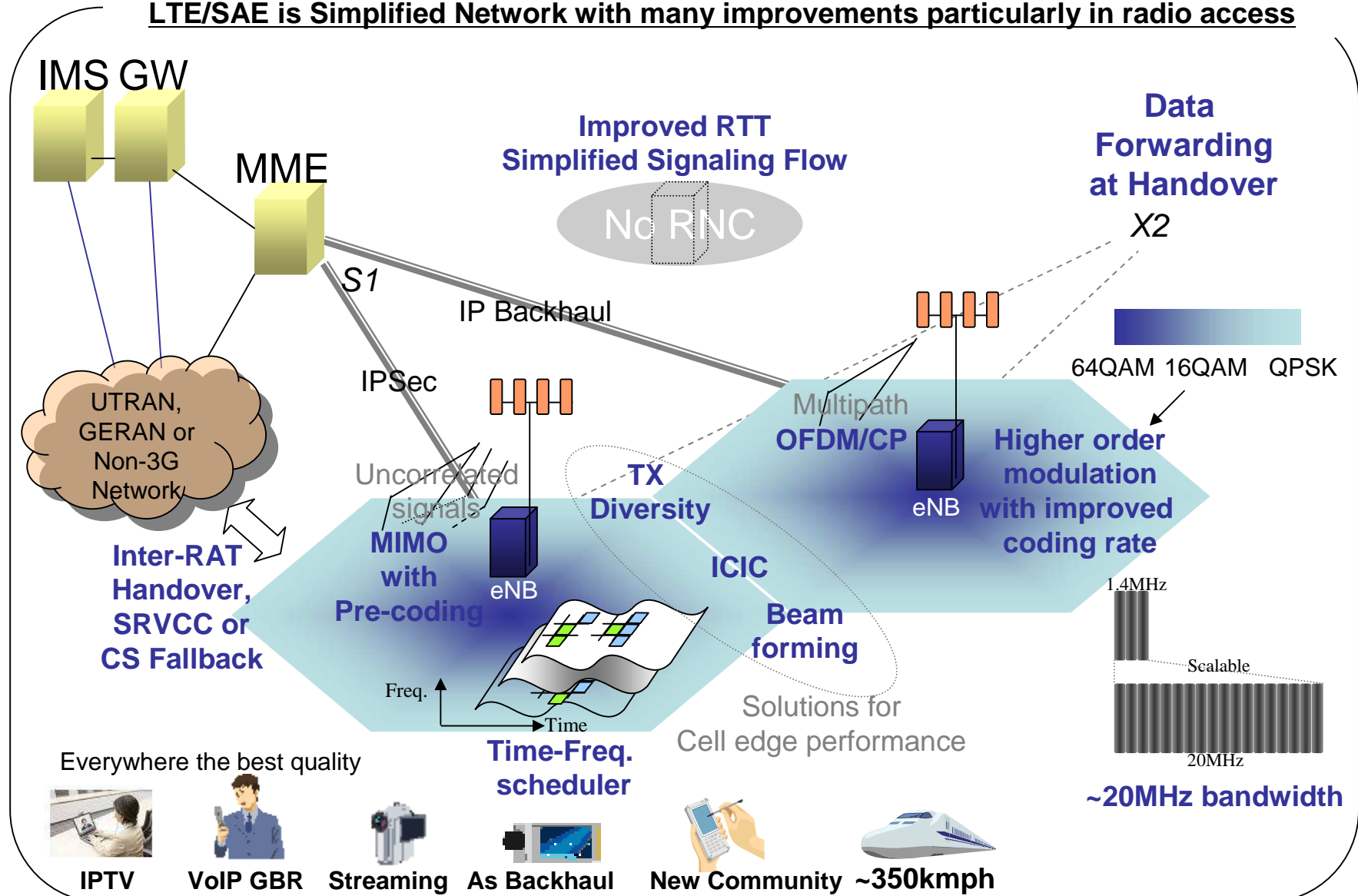
- 飛躍的なパフォーマンス向上
- 運用・設備コストの低減

## 第3世代システムと独立したアーキテクチャ

- 高速、低遅延を実現
  - 最大伝送速度@20MHz: 100Mbps (下り方向)、50Mbps (上り方向)
  - 伝送遅延: 5msec以下
  - 接続遅延: 100msec以下
- 新無線アクセス方式の採用
  - アクセス方式: Spread-OFDMA (下り方向)、SC-FDMA (上り方向)
  - スケーラブル帯域幅: 1.4MHz - 20MHz
- レイヤ2、無線制御のシンプル化、アーキテクチャの見直し
  - チャンネルの統合、状態遷移と接続手順のシンプル化
  - ソフトハンドオーバ(DHO)を見直す(なくす)ことにより、ネットワーク・アーキテクチャのシンプル化(RNC機能の一部をeNodeBへ配置)
- IPトラヒックへの最適化
  - 音声等のCS系サービス提供可能なQoSを実現
  - ユビキタス系端末増加を睨んだ、オーバヘッドの少ない効率的な端末収容を実現

# Typical LTE / SAE features

**LTE/SAE is Simplified Network with many improvements particularly in radio access**



# LTE無線の基本技術コンセプト

## ～ 3.5Gから何が進化したか？

- OFDMA採用 (UMBは上り・下りとも、LTEは下り)
- スケーラブルな帯域幅
- MIMO
- 時間&周波数の2次元適応無線資源割当て
- QoS対応強化
- 同報・放送対応強化： E-MBMS
- NWアーキテクチャのflat化、簡素化

# LTE無線方式

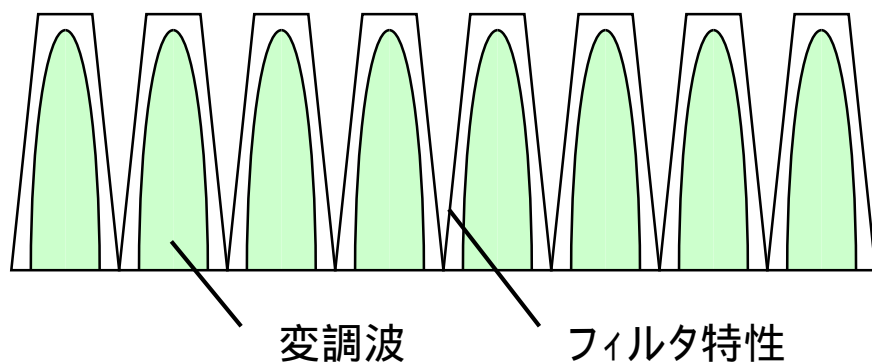
項目	下り方向	上り方向	補足
多重アクセス方式	OFDMA	SC - FDMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>多重アクセス方式は異なるが、フレーム構成のパラメータは可能な限り<b>共通化</b></li> <li><b>PAPR問題対策</b>でULはSC - FDMA採用</li> </ul>
サブフレーム長	0.5ms × 2		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>伝送遅延</b>を小さくし、<b>セルスループット</b>を向上させるために、第3.5世代システム (HSPA:2ms) の1/2</li> </ul>
CP長	4 - 5us (Normal) 16.7us (Extended)	4 - 5us (Normal) 16.7us (Extended)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Normal: 1 - 1.5kmの遅延スプレッド</b>に相当する4 - 5us</li> <li><b>Extended:</b> セル端にいる携帯電話機が複数セルから同時に受信可能とするために、<b>5kmの伝搬遅延</b>に相当する16.7us</li> </ul>
シンボル長 / ブロック長	66.7us	66.7us	<ul style="list-style-type: none"> <li>下り:CPによるオーバーヘッドが7.5%程度となる66.7us (15kHz)</li> <li>上り:ユーザ毎のパイロット信号を1スロットに1箇所挿入する構成</li> </ul>

# OFDMの原理

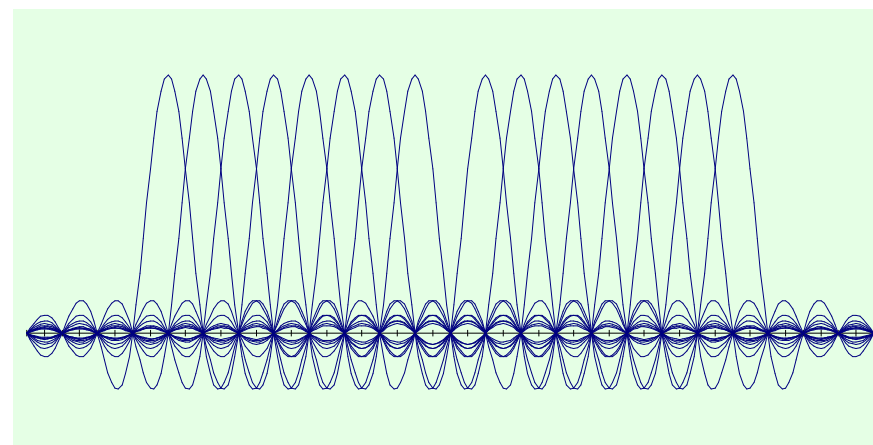
## サブキャリア配置

- OFDMは、**周波数の直交性**を利用し、サブキャリアのスペクトラムが互いに重なり合うように高密度に配置して、**周波数利用効率を高めている**。
- 周波数の直交性とは、1つのサブキャリアがピークの時、他の全てのサブキャリアは0になることである。

従来の周波数分割多重



OFDMサブキャリアの周波数分割多重



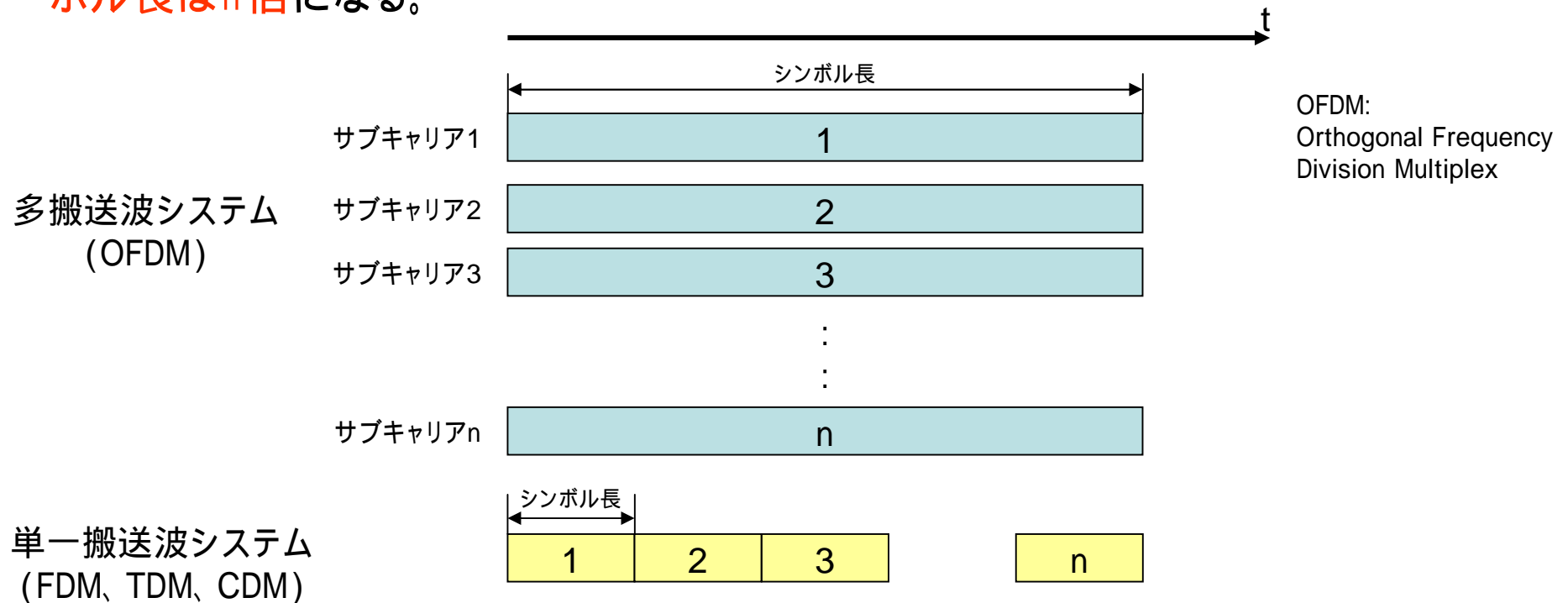
基本波の整数倍の位置にサブキャリアを配置



# OFDMのメリット・デメリット (1)

次世代システムのアクセス方式にOFDMAが採用されたのか？

- OFDMは、複数のサブキャリアに信号を分割して**ゆっくりと送る多搬送波システム**
- FDM、TDM、CDMは、1キャリアで信号を送る**単一搬送波システム**である。
- 単一搬送波システムと比較すると、 $n$ 本のサブキャリアの**多搬送波システムのシンボル長は $n$ 倍**になる。



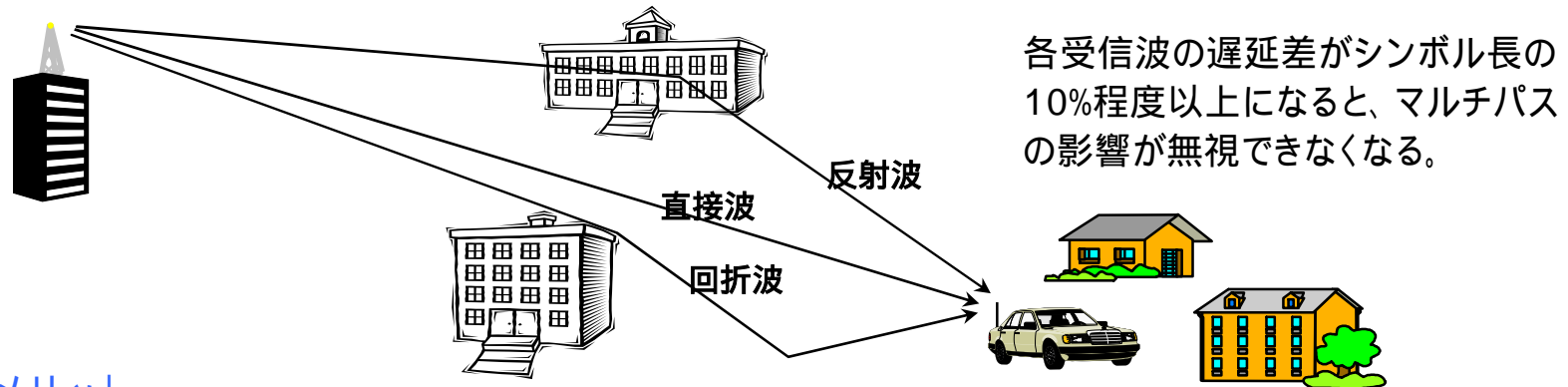
## OFDMのメリット・デメリット (2)

数十Mbps超える様な高速伝送はOFDMでシンボル長を長くする。

- **長いシンボル長**                      **マルチパス処理量を低減** (高機能等化器開発の回避)

その他に

- **複数サブキャリア**                      **周波数選択性歪み**による受信劣化を回避
- **ガードインターバル(GI)**                      シンボルの縁の乱れを切り捨てることで**シンボル間干渉**を低減



### OFDMのデメリット

- PAPR (Peak Average Power Ratio)はCDMの2倍以上                      **消費電力増加**  
単一搬送波システムと違って多数の搬送波の位相が偶然揃ってしまった時、大きなピーク電力となる。
- セル展開の複雑性                      **セル間干渉問題**  
FDMA、TDMAでは周波数で、CDMAでは符号でセルを識別、では、OFDMAは？

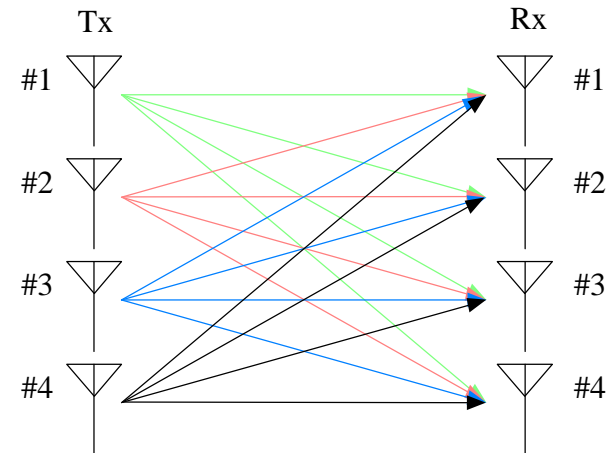
# MIMO: Multiple Input Multiple Output (1) (Spatial Multiplexing)

## MIMO Multiplexing

並列データ伝送による**高レート化**

(セル中央付近の特性強化)

伝送レートは送信アンテナ数倍



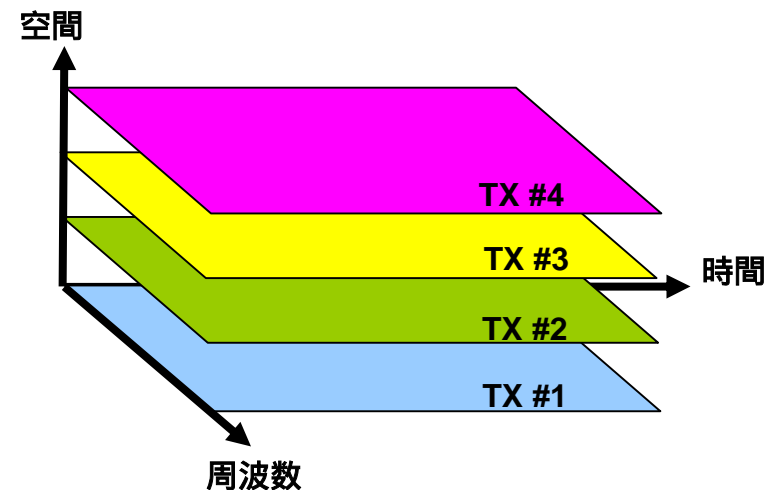
## MIMO Diversity

同一データのダイバーシティ伝送による

**雑音・干渉耐性強化**

(セル端特性の強化)

伝送レートは1アンテナと同じ



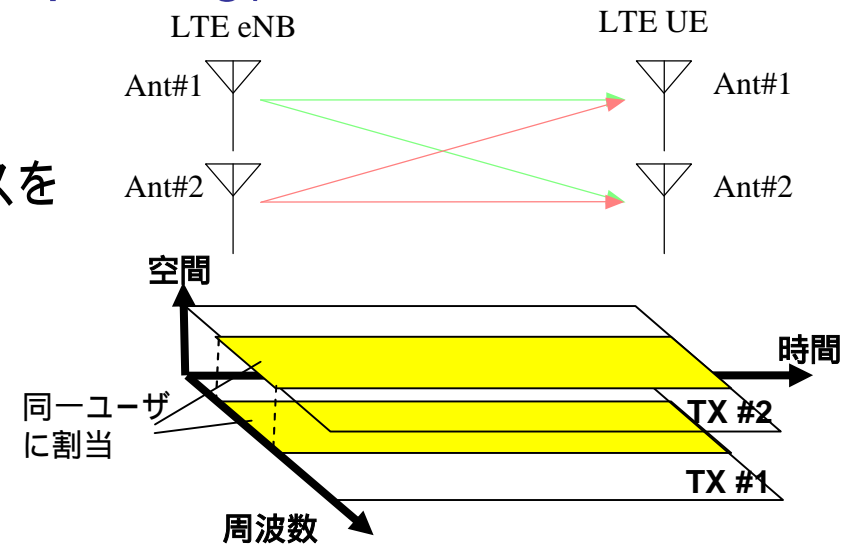
# MIMO: Multiple Input Multiple Output (2) (Spatial Multiplexing)

## Single User MIMO (SU-MIMO)

同一ユーザに対して異なる空間リソースを割り当て

ピークレート向上

LTEでは下りリンクに適用

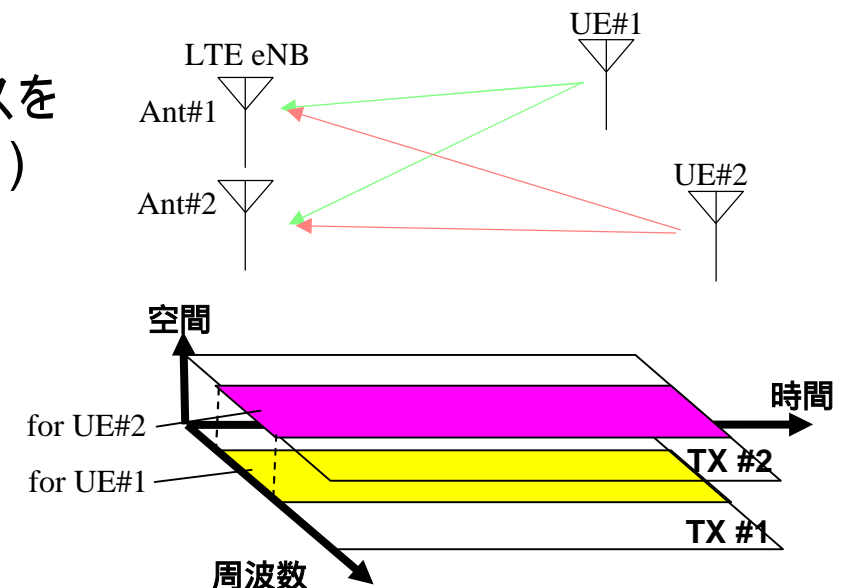


## Multi User MIMO (MU-MIMO)

複数ユーザに対して異なる空間リソースを割り当て(時間・周波数リソースは同一)

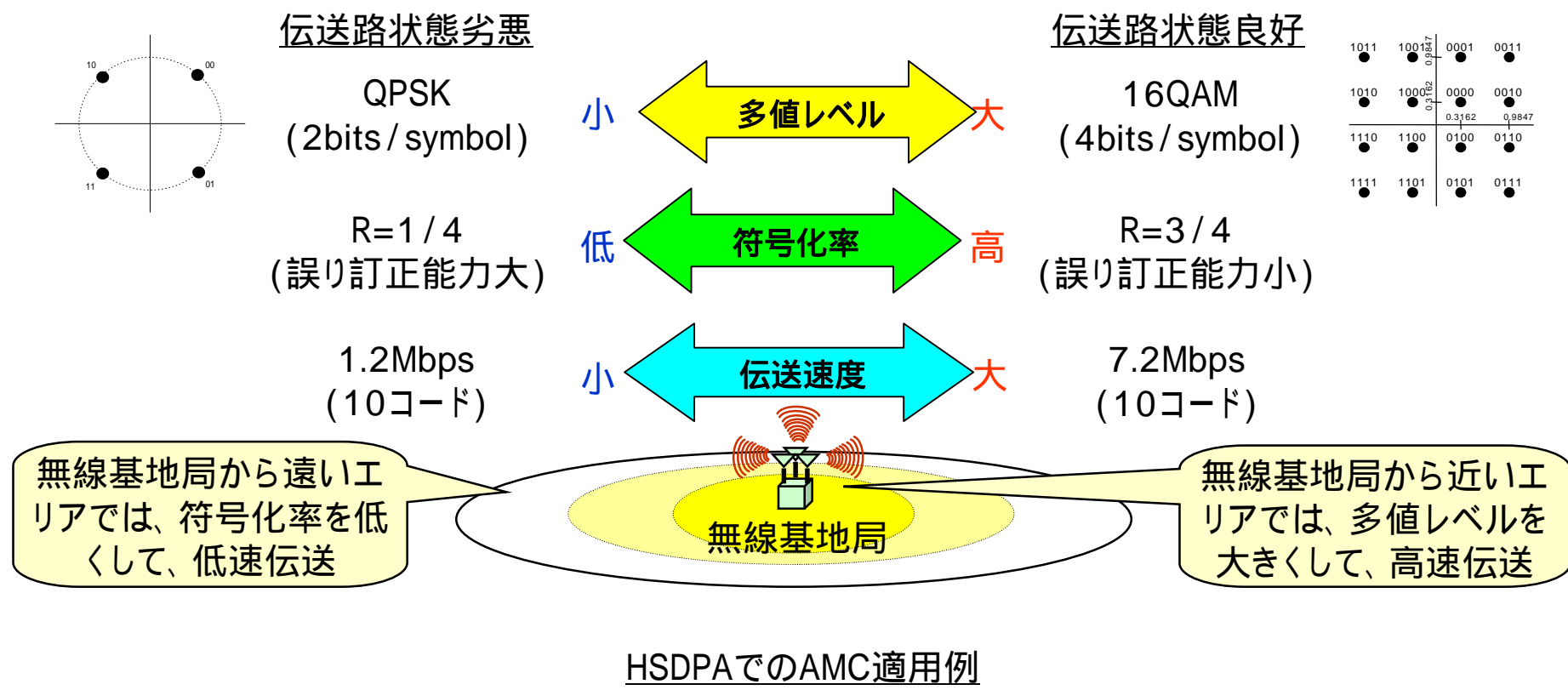
Cell内キャパシティ増

LTEでは上りリンクに適用

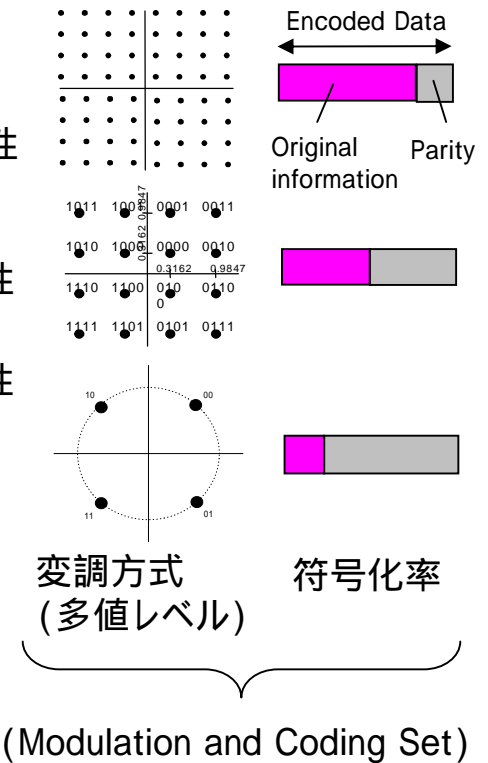
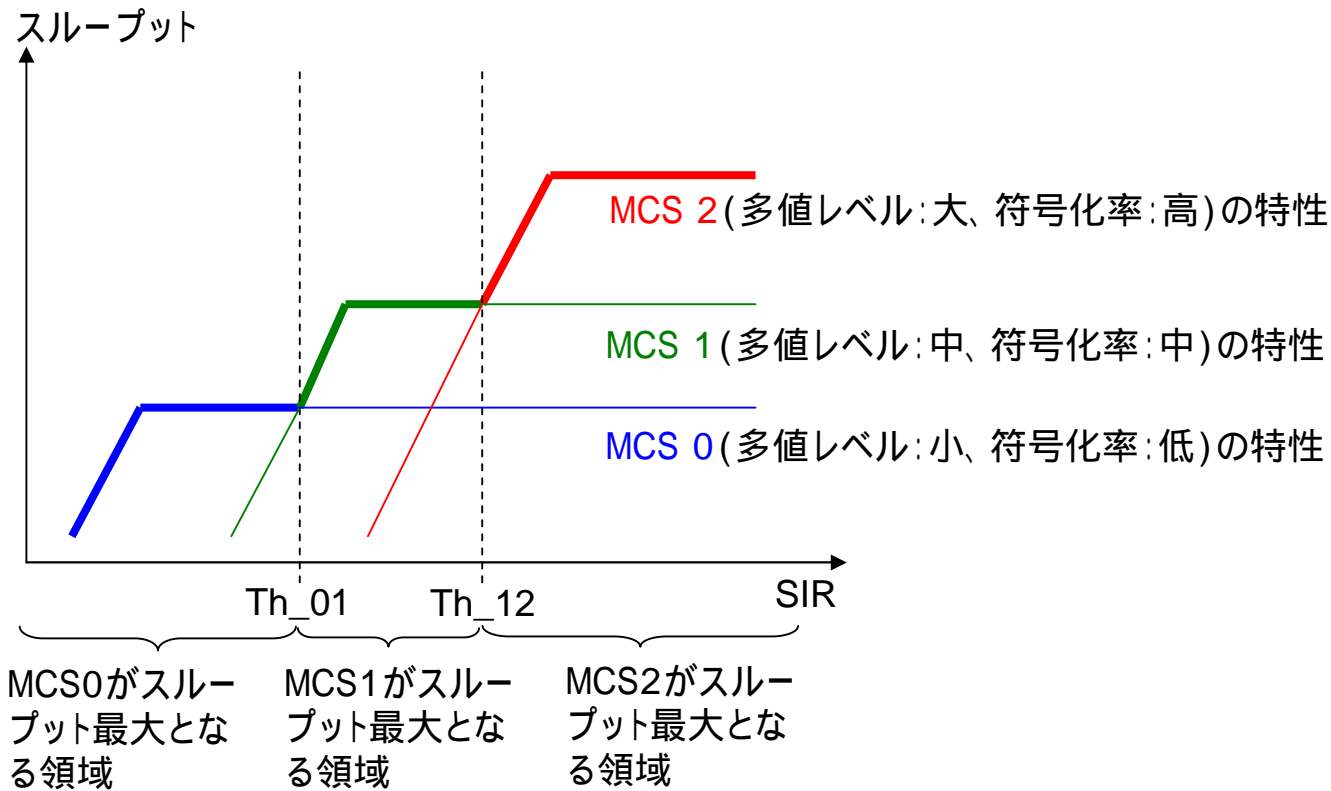


# 適応変調・符号化(AMC)(1)

3.5G以降のシステム(HSPA, EvDO)は、伝搬環境(伝送路状態)の変化に応じて、変調方式と誤り符号化路率を適応的に且つ高速に変更して、**周波数利用効率**を高める方式を採用。AMC=Adaptive Modulation and Coding



# 適応変調・符号化(AMC)(2)



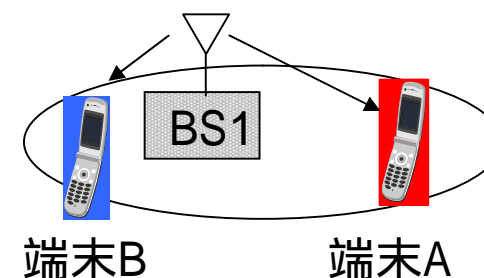
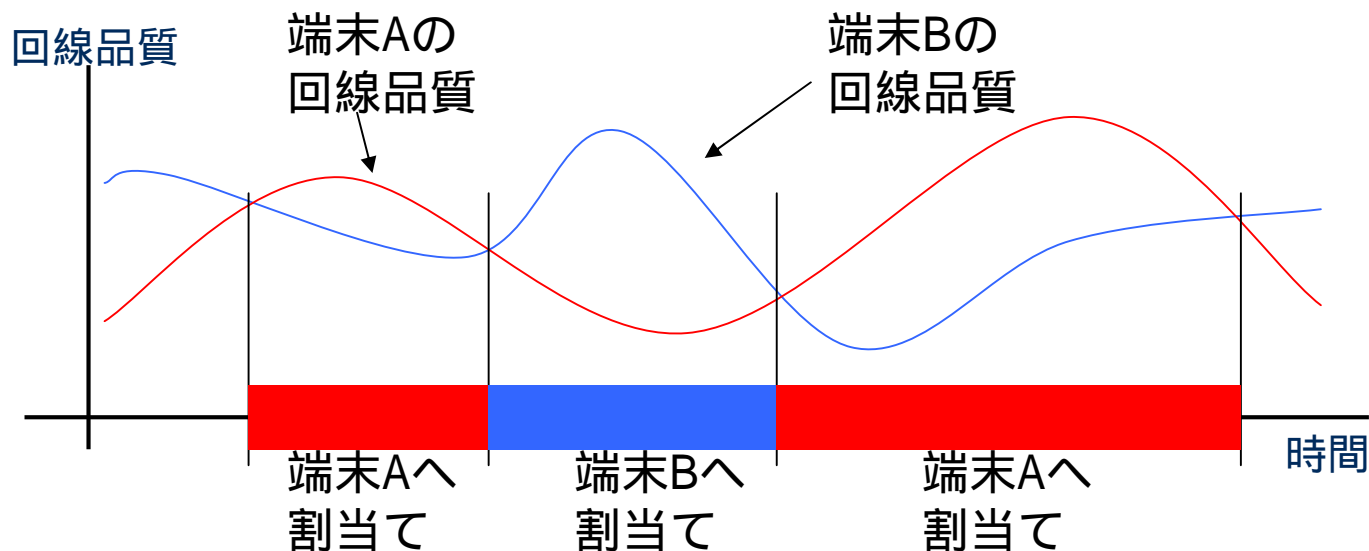
DL: UEがSIRに応じて最適なMCSを判定し、対応するCQIをeNodeBへ通知する。

UL: eNodeBがSIRを測定し、最適なMCSを判定する。

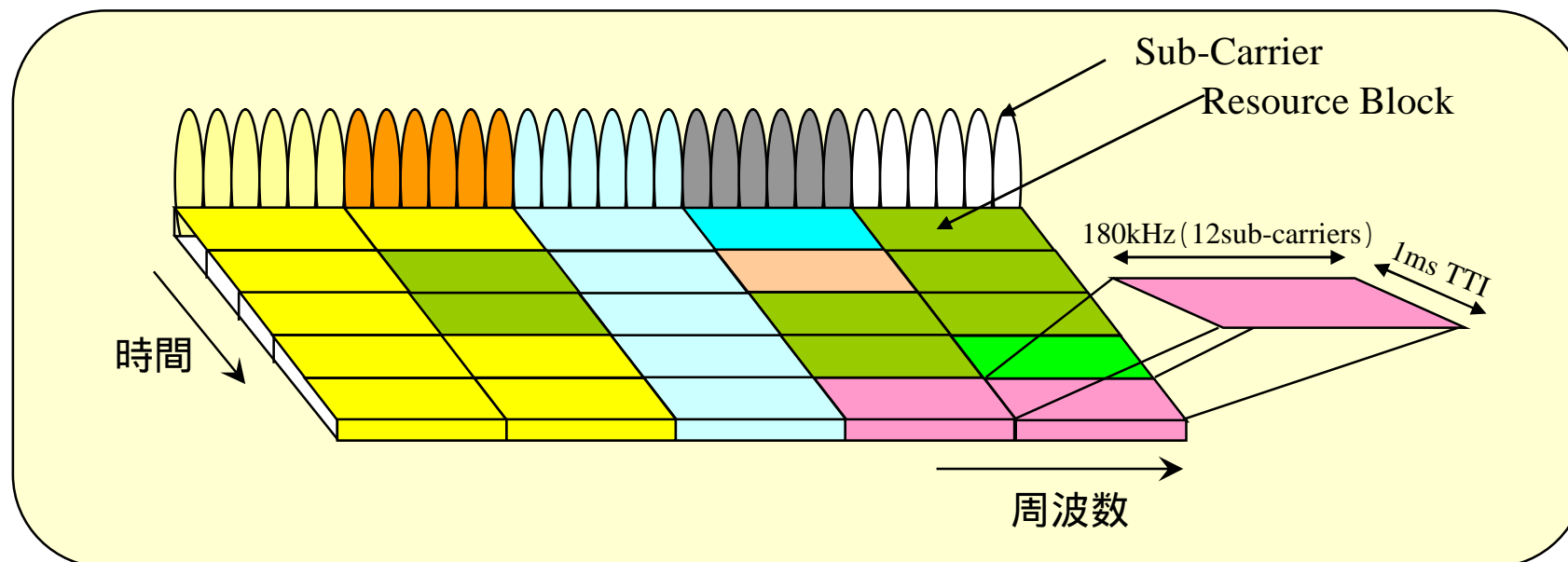
# 高速スケジューリング

瞬時毎に、回線品質の良好な端末にパケット無線リソースを優先的かつ高速に割当て、無線リソースを有効利用することで、高いセル(セクタ)スループットを実現  
**ユーザダイバーシティ効果**

- 代表的なスケジューリング方式
  - Max CIR: 全端末の中で、瞬時回線品質(CIR)最大の端末へ割当て  
スループットは高いが、割当てが基地局周辺に偏る
  - PF (Proportional Fairness) : 端末毎に(瞬時回線品質 / 時間平均回線品質)等との比を計算し、この比が最大の端末に割当て  
る公平性を確保し、かつ、比較的高いスループットを実現



# 時間・周波数での無線リソーススケジューリング



- ・ 時間と周波数領域とでResource Blockをユーザに柔軟に割当てる
- ・ リアルタイム性 (VoIPなど) の高いデータには、優先的にリソースを割当てる

参考

36.300 v8.0.0

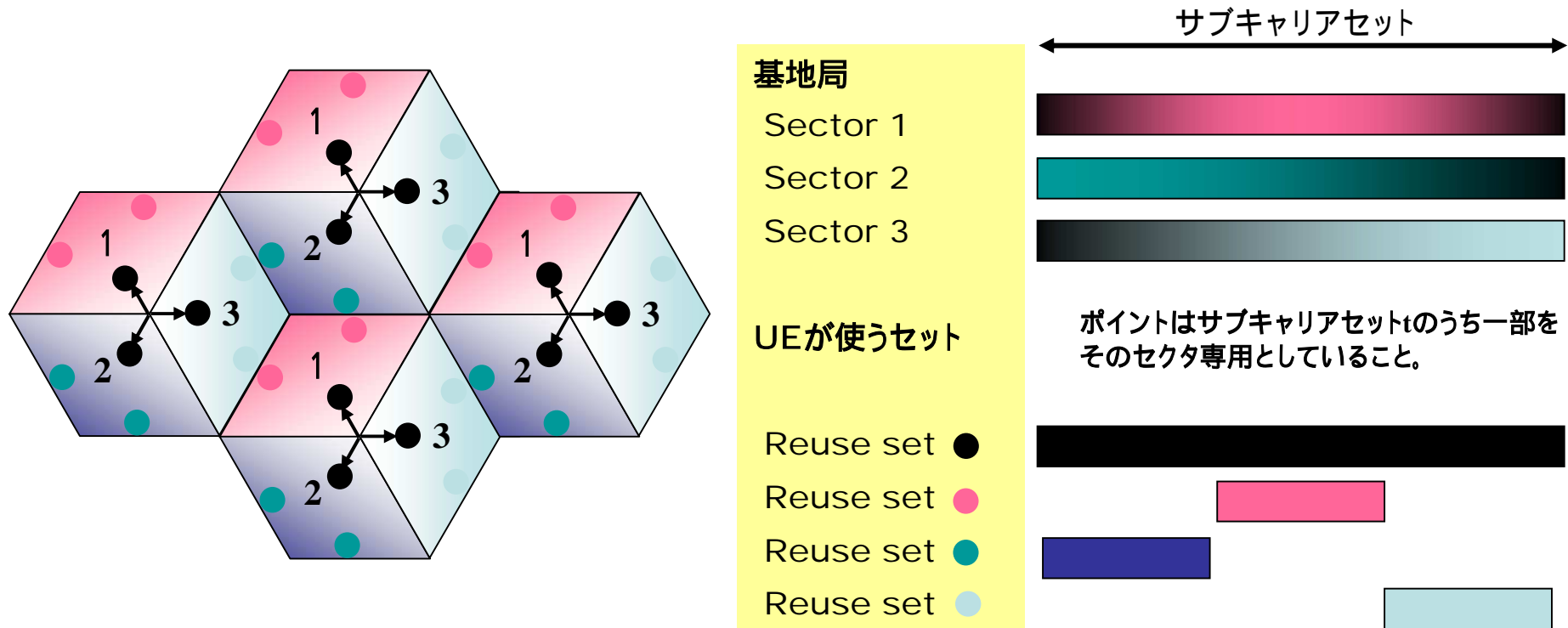
36.201 v8.0.0



# セル端スループットの向上策

## Fractional Frequency Reuse (FFR)

- FFR の目的は、隣接するセクタ、セルとの干渉を避け周波数を有効利用する
- 再使用するセットはUEの受信状況(受信電力など)で決められる。



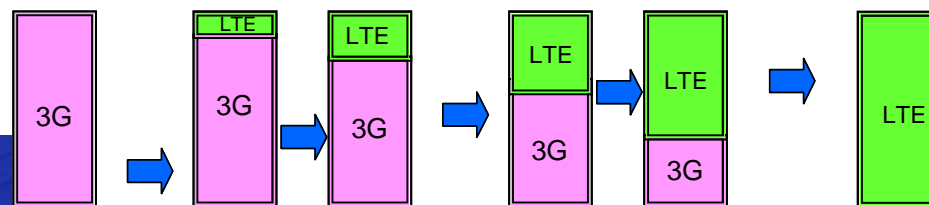
- すべてのリユースセット
- セクター1優先のリユースセット
- セクター2優先のリユースセット
- セクター3優先のリユースセット

これらを有効に機能させるために又、周波数が高くなり伝搬損が大きくなるため、ティルト等で干渉を減らし、カバレッジ内ではヌルが少ない空中線が必要になる。

# LTE使用周波数帯域(FDD) -TS36.104 v8.3.0-

EUTRA Band	Uplink	Downlink	UL-DL Separation	Mode	region
1	1920MHz - 1980MHz	2110MHz - 2170MHz	130MHz	FDD	Europe, Asia
2	1850MHz - 1910MHz	1930MHz - 1990MHz	20MHz	FDD	Americas
3	1710MHz - 1785MHz	1805MHz - 1880MHz	20MHz	FDD	Europe, Asia
4	1710MHz - 1755MHz	2110MHz - 2155MHz	355MHz	FDD	Americas
5	824MHz - 849MHz	869MHz - 894MHz	20MHz	FDD	Americas
6	830MHz - 840MHz	875MHz - 885MHz	35MHz	FDD	Japan
7	2500MHz - 2570MHz	2620MHz - 2690MHz	50MHz	FDD	Europe
8	880MHz - 915MHz	925MHz - 960MHz	10MHz	FDD	Europe, Asia
9	1749.9MHz - 1784.9MHz	1844.9MHz - 1879.9MHz	60MHz	FDD	Japan
10	1710MHz - 1770MHz	2110MHz - 2170MHz	340MHz	FDD	Americas
11	1427.9MHz - 1452.9MHz	1475.9MHz - 1500.9MHz	23MHz	FDD	Japan
12	698 - 716 MHz	728 - 746 MHz	30MHz	FDD	Americas
13	777 - 787 MHz	746 - 756 MHz	31MHz	FDD	Americas
14	788 - 798 MHz	758 - 768 MHz	30MHz	FDD	Americas
17	704 - 716 MHz	734 - 746 MHz	18MHz	FDD	
議論中	3400 - 3500MHz 3600 - 3700MHz	3500 - 3600MHz 3700 - 3800MHz		FDD	Europe

## Spectrum Migration

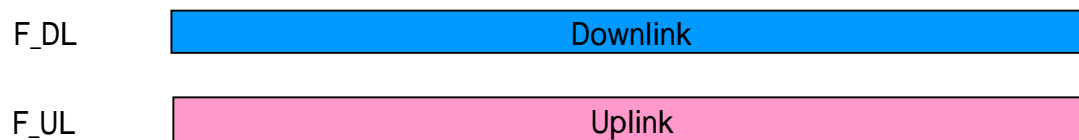


- 3G(W-CDMA)と同一周波数を使用可能。
- アナログTV周波数の巻き取りなど使用可能な周波数が増えている。
- 帯域幅を柔軟に変更可能
- 周波数のマイグレーションが容易

# LTE使用周波数帯域(TDD) -TS36.104 v8.3.0-

EUTRA Band	Uplink	Downlink	UL - DL Separation	Mode	region
33	1900MHz - 1920MHz	1900MHz - 1920MHz		TDD	
34	2010MHz - 2025MHz	2010MHz - 2025MHz		TDD	
35	1850MHz - 1910MHz	1850MHz - 1910MHz		TDD	
36	1930MHz - 1990MHz	1930MHz - 1990MHz		TDD	
37	1910MHz - 19320MHz	1910MHz - 19320MHz		TDD	
38	2570MHz - 2620MHz	2570MHz - 2620MHz		TDD	
39	1880MHz - 1920MHz	1880MHz - 1920MHz		TDD	
40	2300MHz - 2400MHz	2300MHz - 2400MHz		TDD	

## Full Duplex FDD



## Half Duplex FDD



- DL / UL周波数は別だが同時送受信は行わない。
- MAC Layerで制御
- DL / ULの離隔が狭い周波数帯(例:Band5, Band11)にて、端末側のDuplexerの作りを楽にする。

## TDD



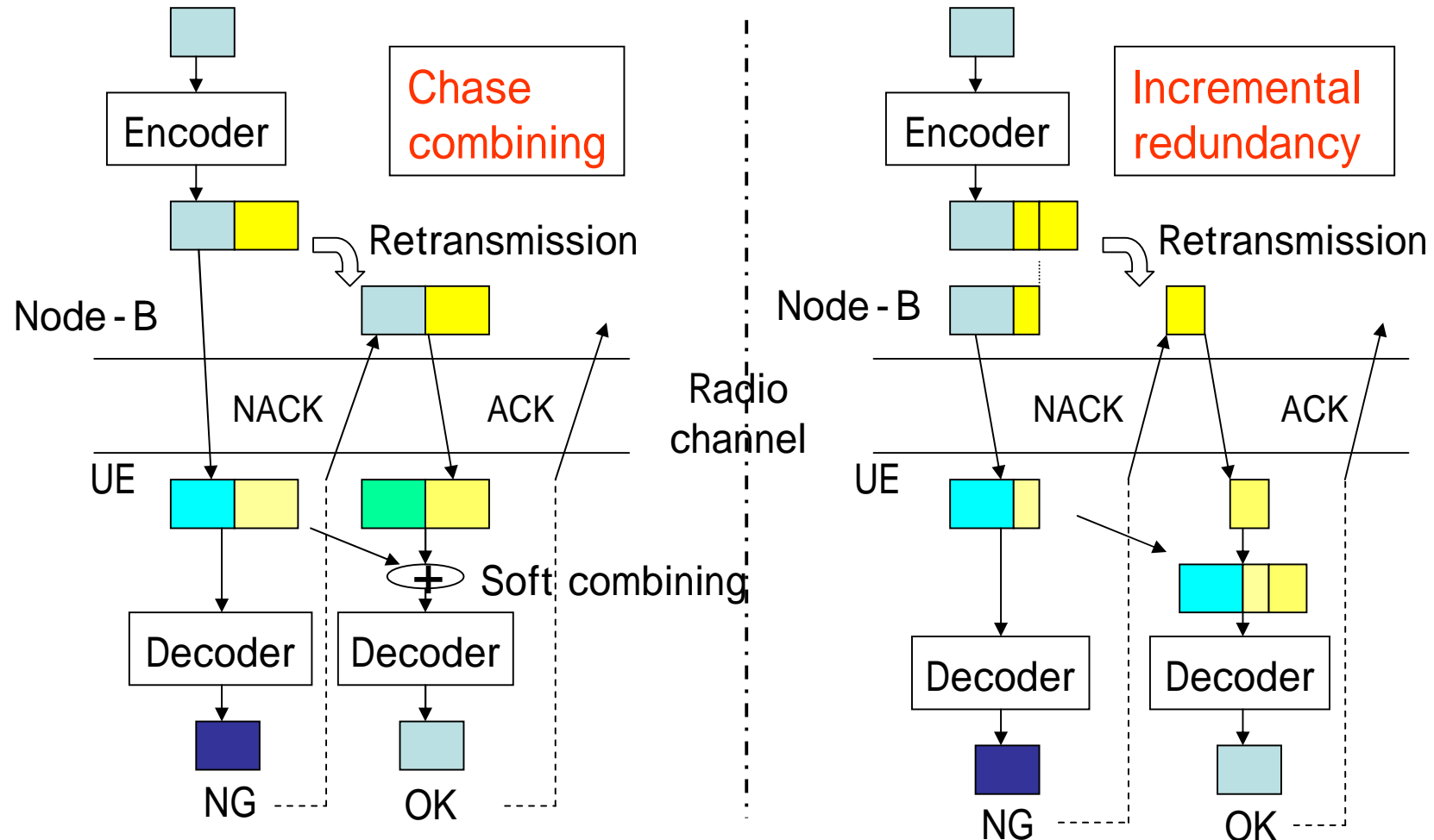
## LTE UE Categories -TS36.104 v8.2.0-

- FDD LTEに関して5classのCategoryが定義
- 3G/HSPAに比べて削減されている (HSPAはHSDPAで15class, HSUPAで6class)

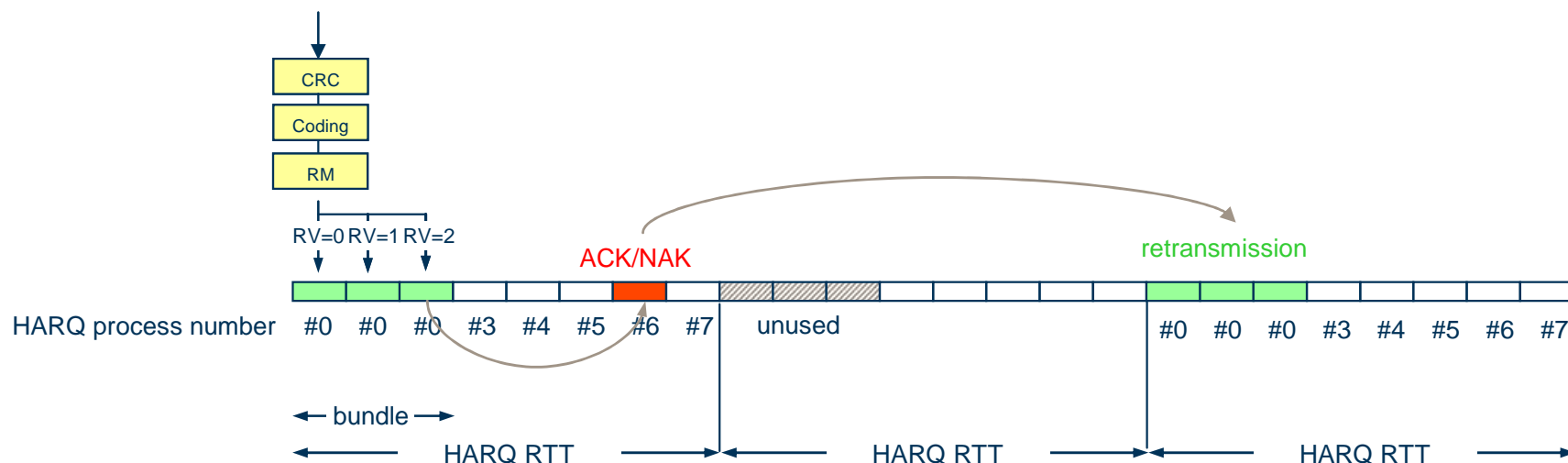
		Category1	Category2	Category3	Category4	Category5
Peak Rate	DL	10Mbps	50Mbps	100Mbps	150Mbps	300Mbps
	UL	5Mbps	25Mbps	50Mbps	50Mbps	75Mbps
RF Bandwidth		20MHz				
Modulation	DL	QPSK, 16QAM, 64QAM				
	UL	QPSK, 16QAM, 64QAM (optional)				QPSK, 16QAM, 64QAM
DL 2x2 MIMO		Optional	Mandatory			
DL 4x4 MIMO		Optional (or not supported)				Mandatory
MBMS		Optional				

# 誤り訂正符号化と誤り再送の効率的結合

## HARQ: Hybrid - Automatic Repeat Request



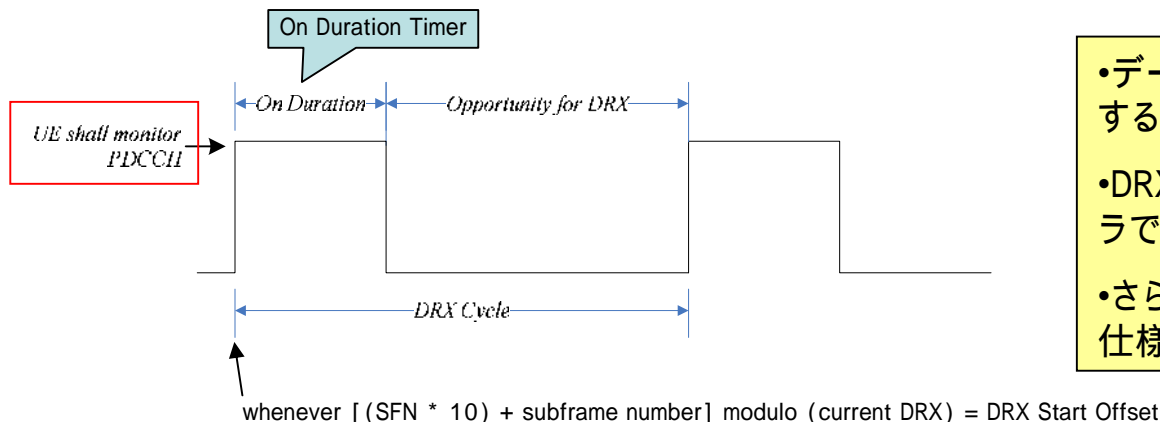
# TTI Bundling



- ULのCoverage改善のため、ACK/NACK応答を待たずに連続TTIで再送し、受信側でSoft-combining。
  - データ送信の最後のTTIに対してACK/NACKが送信される。
  - ACK/NACKに対する再送は、HARQ RTT × 2 TTI 後。
  - 受信側基地局での動作は標準化規定外

# DRX Operation / Persistent Scheduling

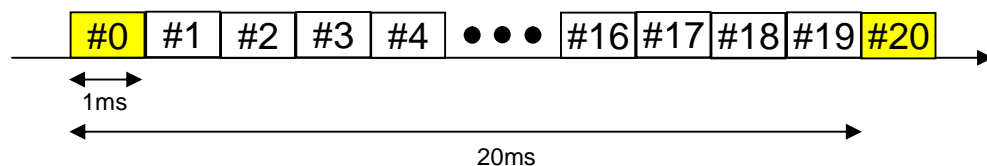
## DRX Operation



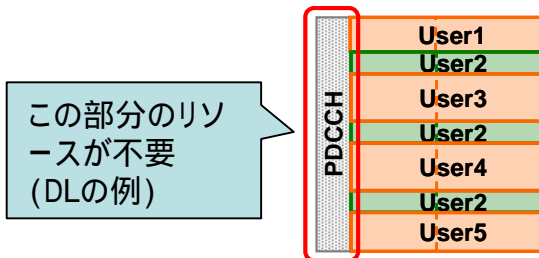
TS36.321 Fig3.1 - 1に加筆

- データ非受信区間 (DRX) は端末はスリープ状態とすることにより**省電力化を実現**。
- DRX / On - durationの制御はeNodeB内スケジューラで実施
- さらにきめ細かい制御 (Long DRX / Short DRX) が仕様にて定義されている (詳細割愛)。

## Persistent Scheduling



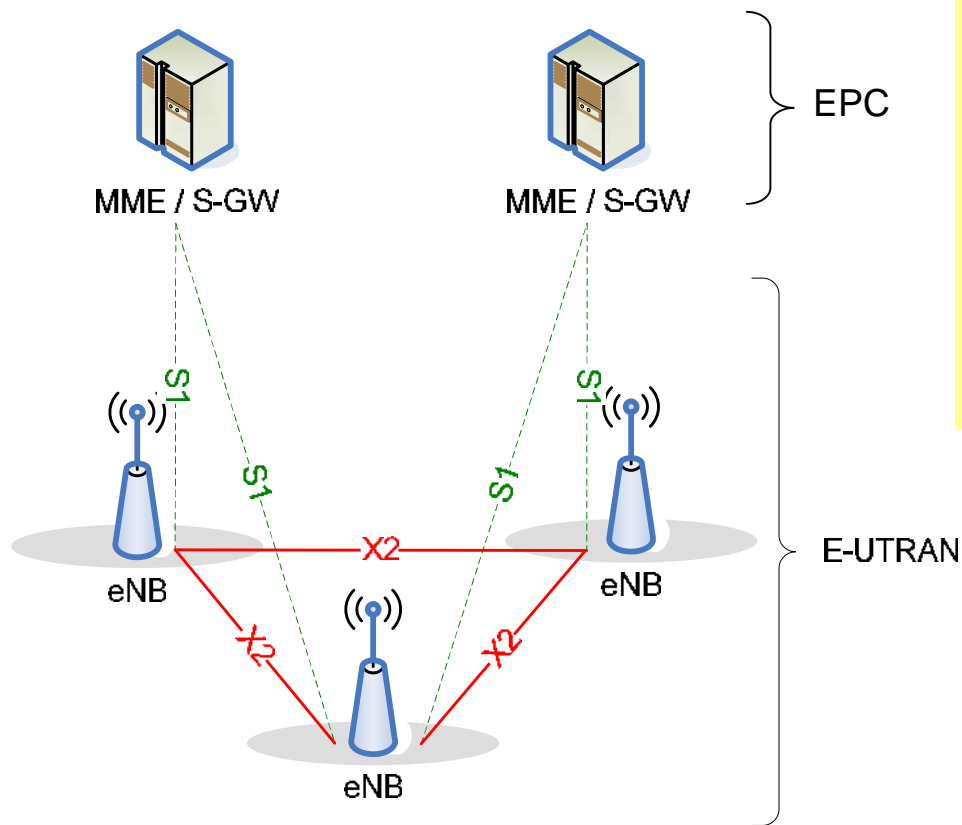
- 送信間隔が一定 (例: 音声=20ms) の通信に関しては、予めリソースを確保し、UEに通知する。  
**PDCCH/PUCCHによるリソースの通知が不要**  
リソースの有効利用が可能となる。
- HARQの再送時にはPDCCH/PUCCHを使用。



# EPSネットワークアーキテクチャ

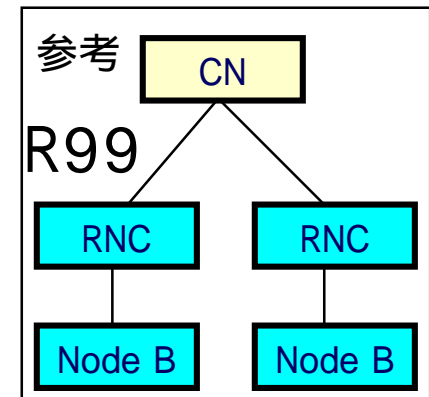


# LTE無線ネットワークアーキテクチャ

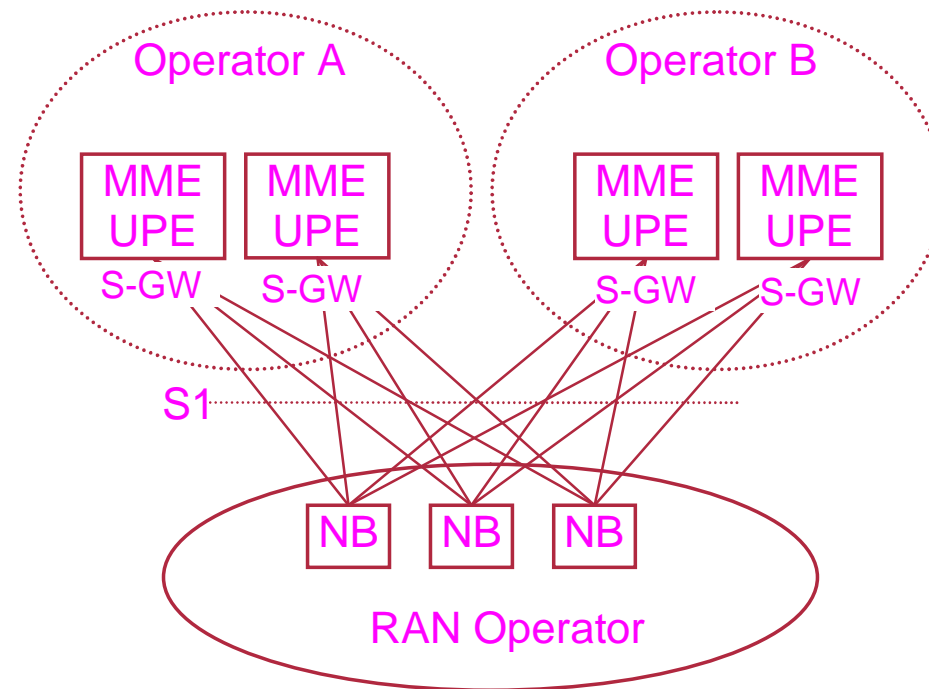


MME: Mobility Management Entity  
 S-GW: Serving Gateway  
 EPC: Evolved Packet Core  
 eNB: evolved NodeB

- 現状のRNCが持つ機能をeNBに縮退したネットワーク構成。
  - soft handoverのためのmacro diversity combineの機能は削除
  - シンプルなネットワーク構成となり、OPEX, CAPEXを低減可能。
- 発着呼処理時間、U-plane伝送遅延を削減可能。



# MME Pool / S-GW Service Area (S1 - Flex)

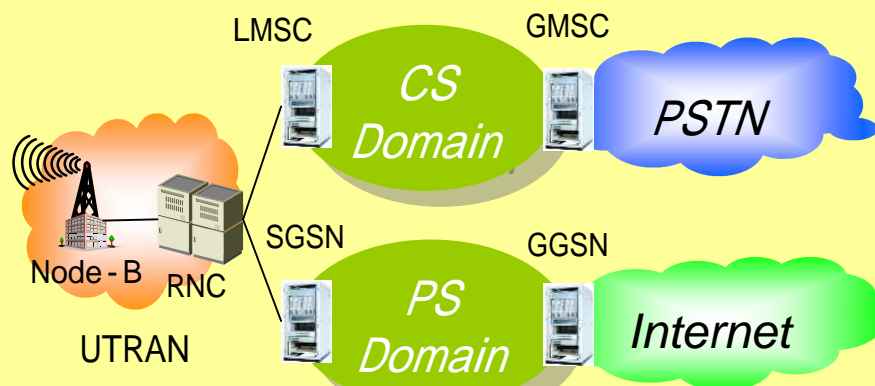


- 単一のeNodeBが複数のMME、もしくは、S-GWと接続される (MME - Pool Area, S-GW Service Area)  
→S1 - Flex (3GのRNC - CN間Iu - Flexと同等)
- 目的
  1. 複数のオペレータによるEUTRAN - Sharing (上図)
  2. 冗長構成
  3. Relocation回数の削減

# コアネットワークの進化: SAE (System Architecture Evolution)

## 従来3GPP網

- 音声専用網(CS Domain)とパケット専用網(PS Domain)を独立に配備。

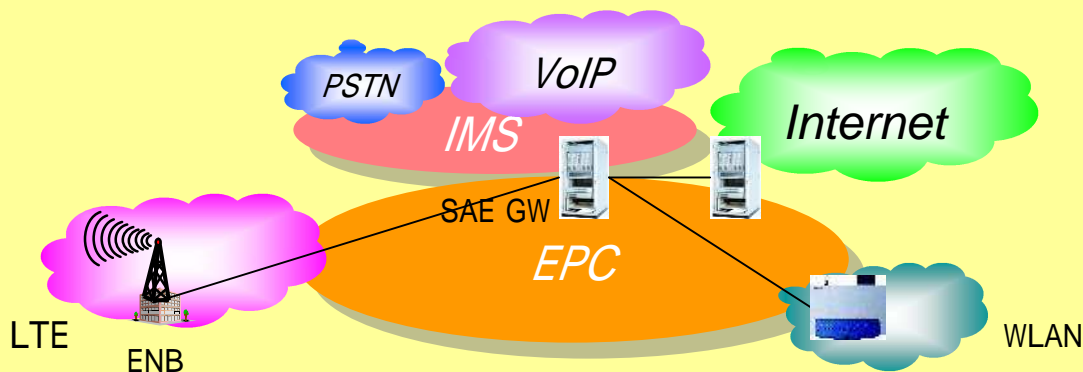


NWの簡素化(フラット化)、  
最新のIP技術導入により  
OPEX,CAPEXの低減

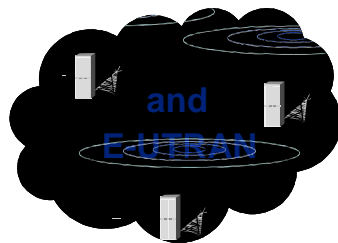
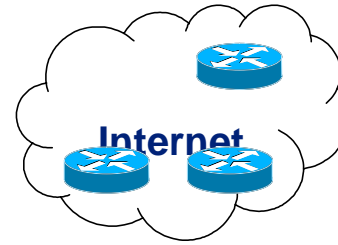
## SAE網

- 音声を含む全てのトラフィックが扱える柔軟なIP網。(IMSを通じてVoIP網に最適)
- 無線LANなど3Gアクセス以外のアクセス網も収容可能、更に異アクセス網間のハンドオーバー。
- 高品位な通信をIP網で実現(オペレータのポリシーをダイナミックに反映できるQoS制御)

SAE  
導入



# EPS (Evolved Packet System)の要求条件 TS22.278



Heterogeneous access  
system mobility

- Support of IP Traffic; IPv4 / v6, IP - Multicast. QoS
- Fixed Access Systems with very limited or no mobility
- Service Continuity;  
Inter - RAT Service Continuity SRVCC (Single Radio VCC)
- CSFB (CS Fallback);

最後に・・・

NECはLTE/SAEの技術開発  
を通して、豊かな社会づくりに貢  
献していきます。