

# 無線PAN／LAN／MAN／WAN の最新技術動向

2006.2.28

千葉大学大学院

阪田 史郎

# 目次

全体動向

短距離無線

無線PAN

無線LAN

無線MAN

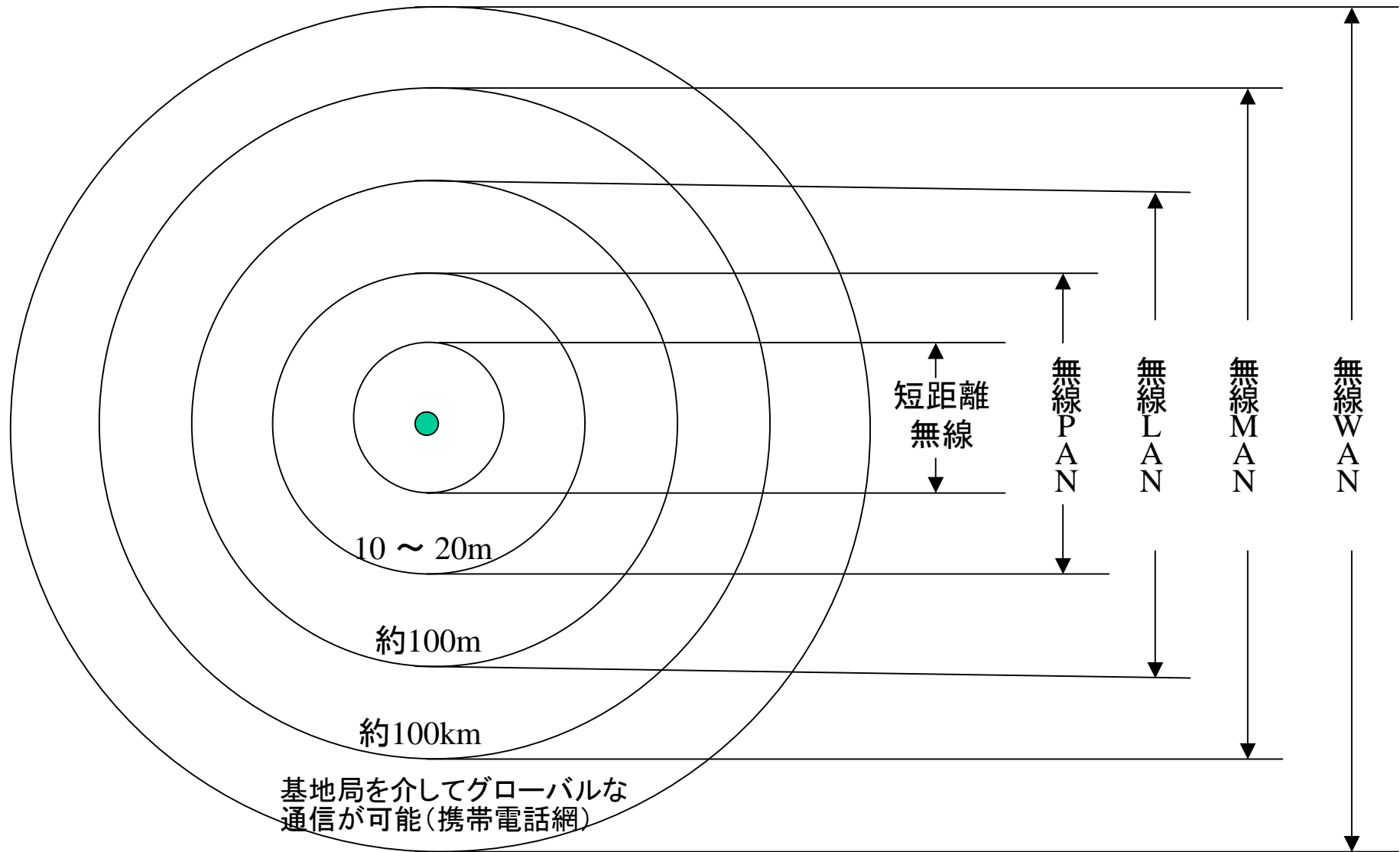
無線WAN

# 全体動向

# 2006年は空白の3年を経た新しい 無線ネットワークの普及元年

- センサネットワーク **ZigBee**
  - IEEE802.15.4, ZigBee Alliance
- **UWB**/ワイヤレスUSB
  - IEEE802.15.3a, WiMedia Alliance
- **WiMAX**
  - IEEE802.16-2004 → IEEE802.16e
- 高速パケット通信 **3.5世代** 携帯電話網
  - 3GPP/3GPP2 (HSDPA, EVDO)

# 通信距離から見た無線ネットワーク

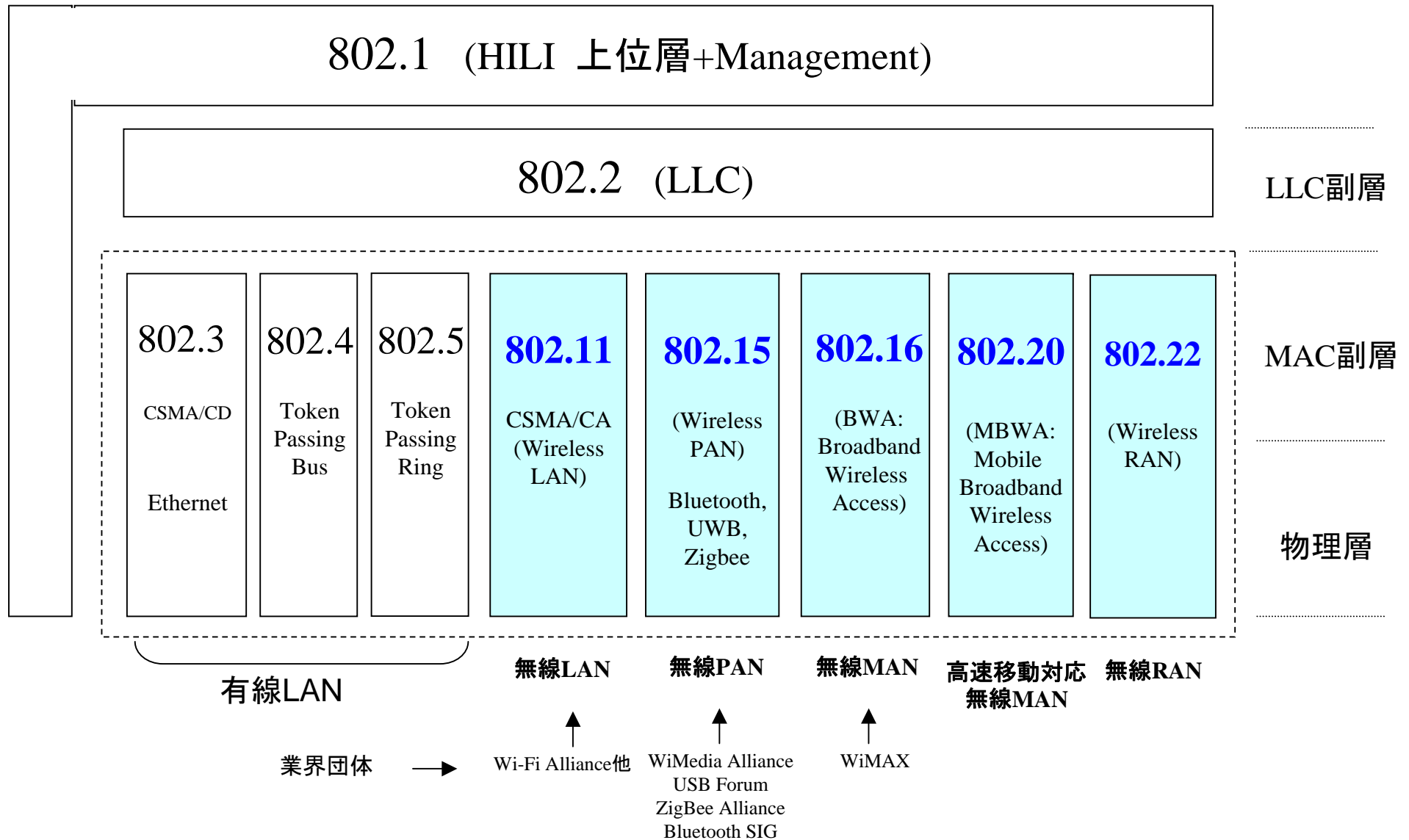


# 通信距離から見た無線ネットワーク

ネットワーク	標準化機関	例	備考
短距離無線	・通信方式毎に個別 (特定小電力無線はARIB-STD-T67、センサ間のデバイスインタフェースはIEEE1451)	・RF-ID ・DSRC ・NFC ・特定小電力無線、微弱無線	・RF-ID(トレーサビリティ) ・DSRC(ITS) ・NFC(Suica, ICOCA)
無線PAN	・IEEE802.15	・Bluetooth(IEEE802.15.1) ・UWB(IEEE802.15.13a) ・ZigBee(IEEE802.15.4)	・業界団体 Bluetooth SIG, WiMedia Alliance, UWB Forum, ZigBee Alliance等
無線LAN	・IEEE802.11	・IEEE802.11b/a/g ・IEEE802.11n(次世代高速版)	・業界団体 Wi-Fi Alliance
無線MAN	・IEEE802.16(BWA) ・IEEE802.20(MBWA, 高速移動体対応)	・Flash-OFDM ・iBurst	・業界団体 WiMAX Forum
無線WAN	・3GPP, 3GPP2	・第2世代(PDC、GSM等) ・第3世代(W-CDMA, cdma2000) ・第3.5世代(HSDPA, EVDO)	・現在は第2世代と第3世代が利用 ・2010年より第4世代

センサネットワーク  
アドホックネットワーク

# IEEE802委員会 (1980年～) の構成



⋯ : LANインフラ

■ : 無線

**802.21: 異種ネットワークハンドオーバ機構 (MIH)**

# 無線ネットワーク全体動向

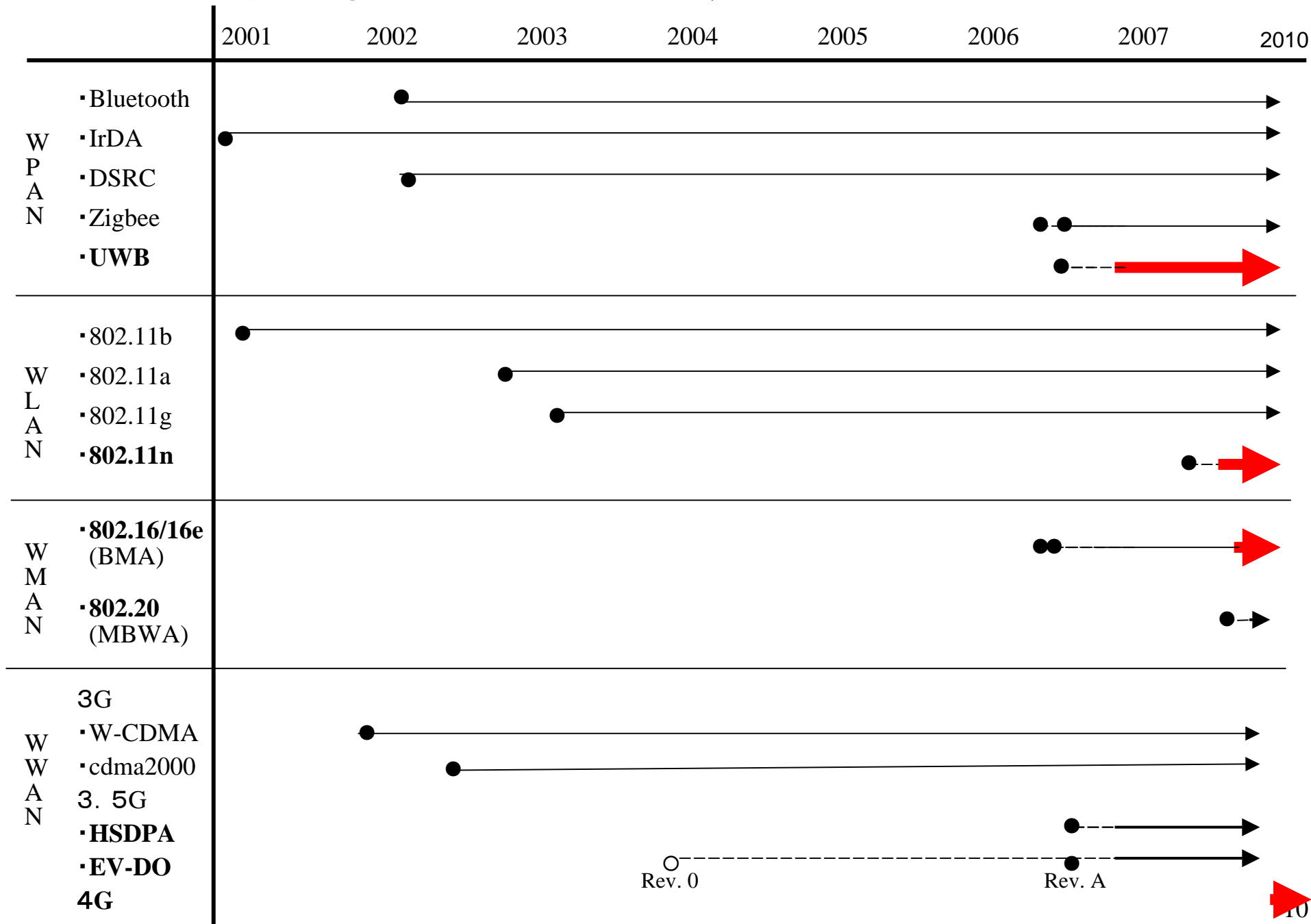
- 1990年代末以降の**携帯電話**の普及、2002年以降の**無線LAN**の定着を経て、携帯電話網と無線LANで埋め尽くせない
  - ー 携帯電話網と無線LANの間を埋める**無線MAN**
  - ー ユビキタス化の進展に伴う**無線PAN**、**短距離無線**の開発、標準化が2003年以降急速に活発化
- 2007年頃に、短距離無線から携帯電話網までが出揃い、おのおのの進化と淘汰、無線ネットワーク間、インターネットとの相互連携へ





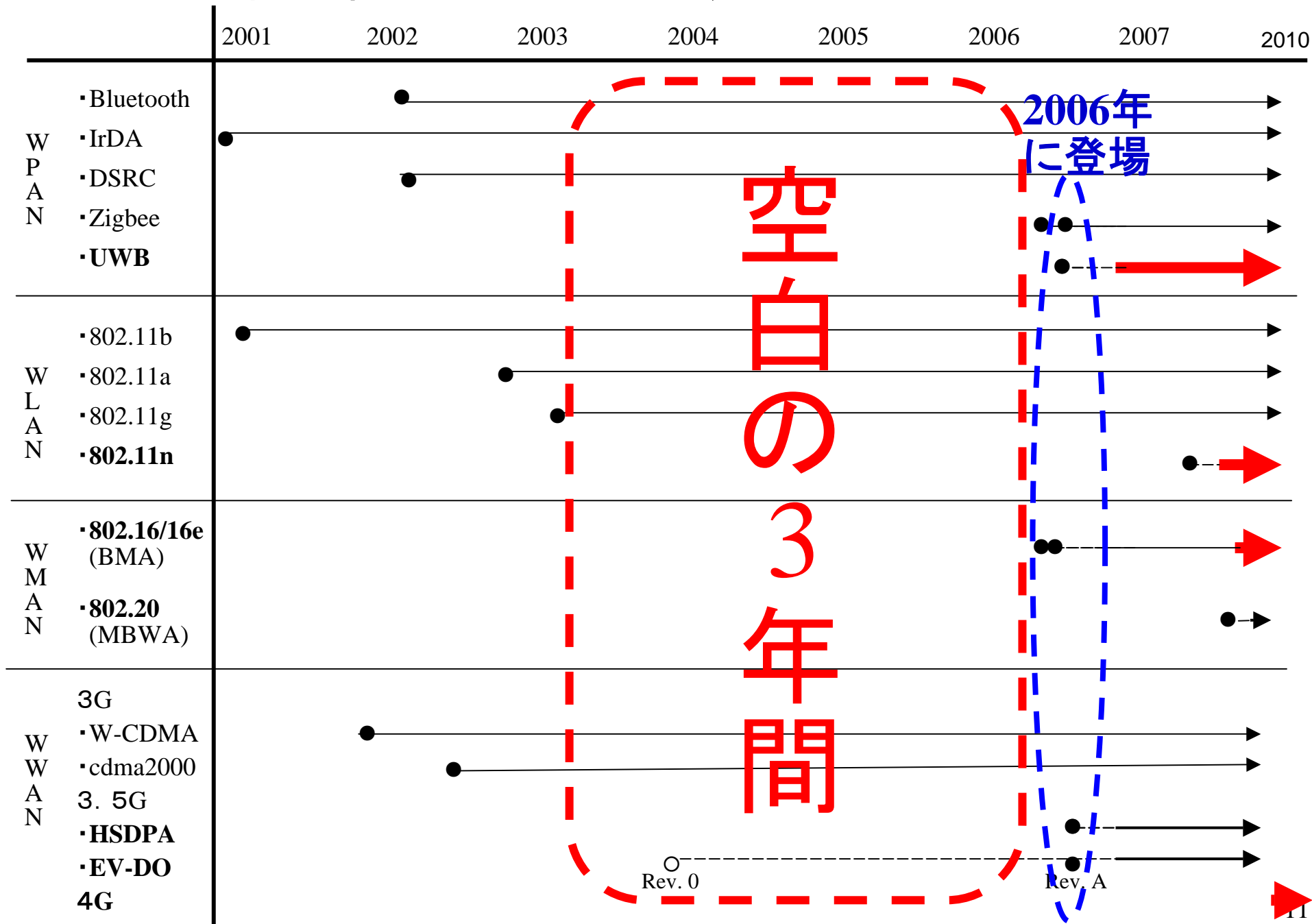
# 各無線ネットワークの展開

太字: 100Mbpsオーダの高速ネットワーク



# 各無線ネットワークの展開

太字: 100Mbpsオーダの高速ネットワーク



ブロードバンド化

ユビキタス化

シームレス連携

凝縮

情報家電ネットワーク

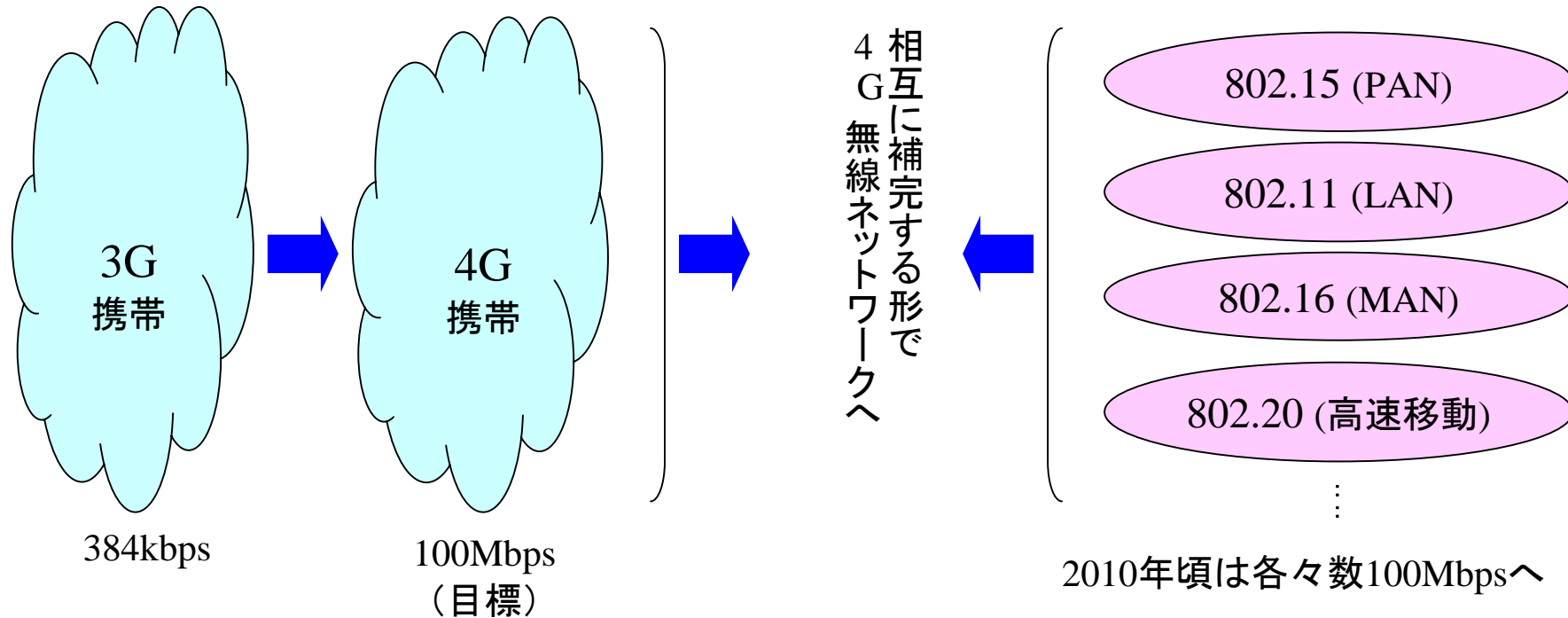
# 日欧

- ・回線交換ベース
- ・音声通話が主軸
- ・広域サービス

# 米

- ・パケット通信ベース
- ・データサービスが主軸  
(VoIPで電話を吸収)
- ・PANからMANまでを使い分け

[2010頃]



- ・米国は日欧に立ち遅れた3G網(回線交換ベース)を置換え、データ通信が主流となる

4G網での主導権奪還を狙う。IEEE802無線シリーズで。IEEEを無線のIETFに。

# 短距離無線

- 特定小電力無線、微弱無線

最近まで低速小規模センサネットワークとして利用

- RF-ID (ICタグ、電子タグ) --- 非接触センサ

商品タグ、SCM、物流管理に加え、食物などのトレーサビリティ  
EPC Globalで標準化

- NFC --- 非接触ICカード

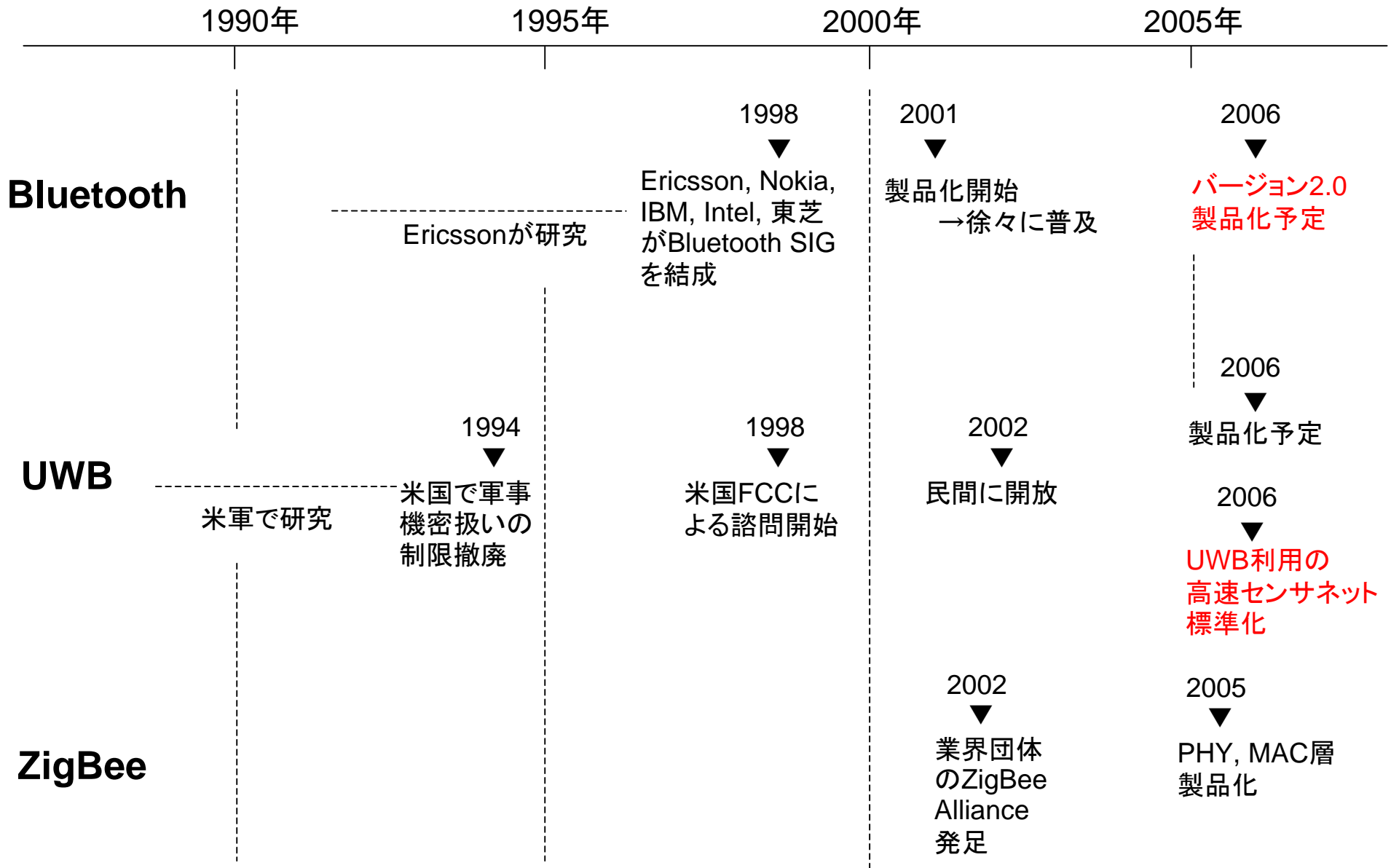
ソニーのFelicaを用いたSuica/ICOCAなど定期券で利用  
携帯電話にも搭載開始

- DSRC

ITSにおけるETC(自動料金徴収システム)で利用

# 無線PAN

# 無線PAN標準化の変遷

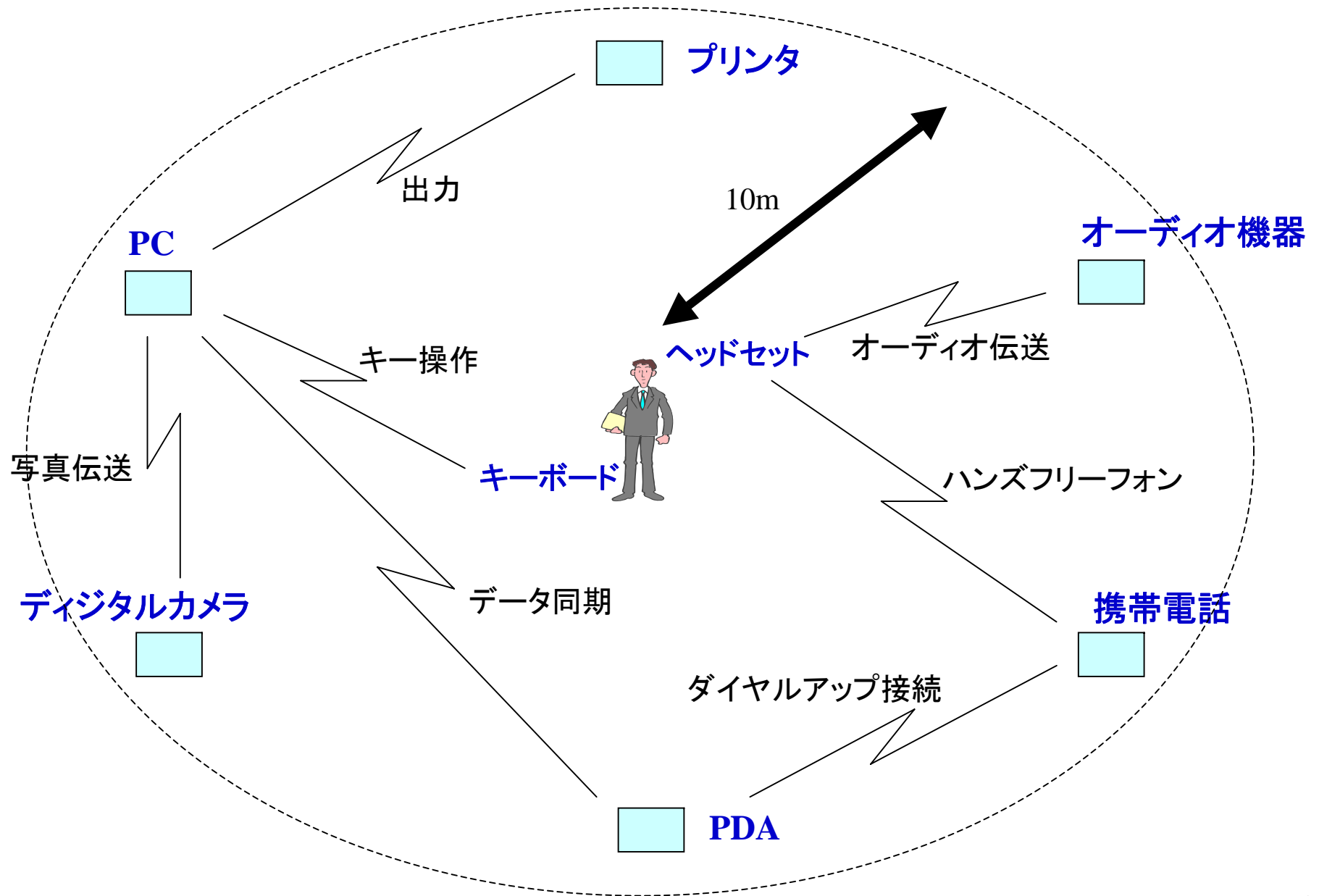




# 無線PAN IEEE802.15の構成

TG	活動内容	対象ネットワーク
15.1	1Mbps以上	Bluetooth
15.3	(High Rate) 2.4GH帯を利用した11~55Mbpsの データ通信 (2001年に標準化終結)	
15.3a	(High Rate, Alternative PHY) 110M~1Gbps	UWB
15.4	(Low Rate) 10Mbps以下 省電力・センサネットワーク	ZigBee
15.4a	(Low Rate) 15.4のAlternative PHY 仕様の拡張と明確、 <b>高速センサネットワーク</b>	<b>UWB</b>
15.5	メッシュネットワーク(IEEE802.11sと関連)	

# Bluetoothの利用イメージ



# Bluetooth 1.1/1.2主要諸元

周波数帯域	2.4GHz ISMバンド
出力	クラス1: 1mW (半径約10m) ~ 100mW (半径約100m) クラス2: 0.25mW ~ 2.5mW クラス3: 1mW
変調方式	一次変調: GFSK、1Mシンボル/s 拡散変調: FHSS (周波数ホッピング・スペクトラム拡散方式) 1600ホッピング/s、79チャネル・ホッピング (1MHz)
復調方式	TDD
データ転送速度	721kbps (バージョン2.0で2.1Mbps への拡張を検討中) 音声: 64kbps (SCO (Synchronous Connection-Oriented) リンク) データ: 432.6kbps (ACL (Asynchronous Connection Less) リンク)
同時通信端末数	1対n、8台/ch (piconet)、32ch

# Bluetoothをめぐる動き

- ・今後の拡張

2004年末に2.0を発表

- 接続ノード数の増加(最大256も検討)
- 通信速度の2Mbpsへの拡張
- 消費電力の抑制によるセンサの収容

さらに、QoS制御、セキュリティ、低消費電力、マルチキャスト機能の追加を計画

- ・安全運転のための車載用携帯ハンズフリーBluetoothの普及は追い風

- ・イギリスで発表された2005年6月開始の**FMC**サービスのBT Fusion(旧. Bluephone)では、Bluetoothから無線LANへ移行か?

# 想定されるUWBアプリケーション例

## 短距離リンク (次世代Bluetooth)



全CMOSで製造可能、高速・低価格化に期待



## 高速PAN USB/USB2、W1394

802.11Xに比べて短距離(壁は越えない)だが  
高速伝送可能

## 短距離車載レーダ

24GHz帯を用いたUWB(現在はUSのみ)  
高精度な位置検出機能を利用



## ・PC周辺機器、情報家電の接続

ーホームシアターディスプレイへの送信、ホームサーバからの映像検索等

## ・大容量高速ダウンロード

ー映像・音楽配信、高速ホットスポット

## ・ITS

ー短距離車載レーダによる衝突防止、カーエンタテインメント(車外モニター、情報ダウンロード等)

## ・探査映像化システム

ー地中探査、医療診断

# 主な被干渉システム

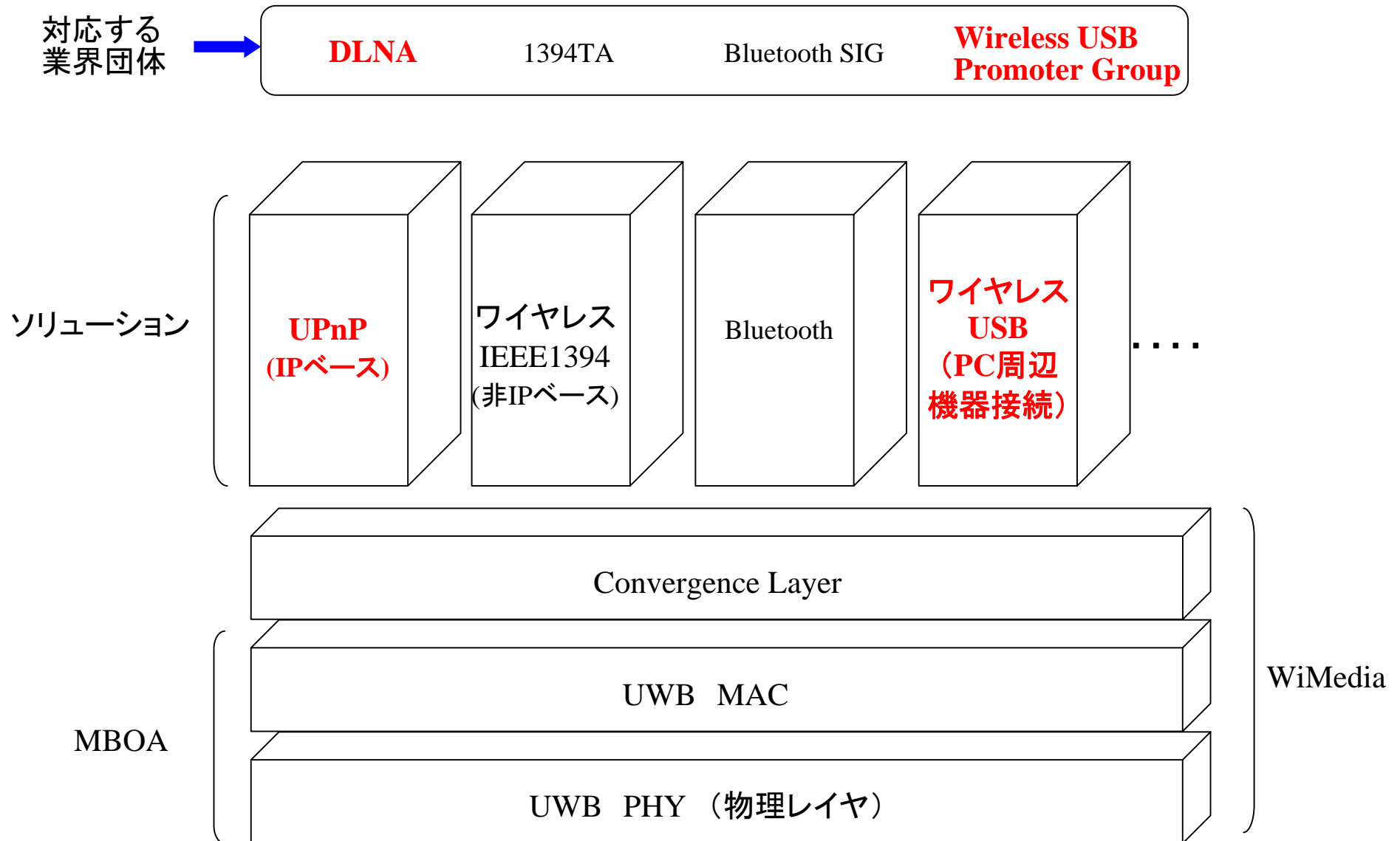
- ・気象電波天文(野辺山天文台ほか)
- ・4G携帯電話網
- ・デジタル放送
- ・無線アクセス(IEEE802.11a無線LAN)
- ・固定マイクロ
- ・地球探査衛星
- ・衛星通信
- ・航空・海上レーダ
- ・リモートセンシング
- ・自動車車内用無線設備
- ・アマチュア無線

# UWBの主要諸元

周波数帯域	3.1～10.6GHz
帯域幅	7500MHz
送信電力	0.1～0.5mW(典型値)
インドアでの到達距離	20m以下
通信速度	50～480Mbps
基本通信品質	$10^{-5}$ (BER)
変調方式	OFDM(MB-OFDM)/CDMA(DS-UWB)
シンボル値	242ns
ガードインターバル長	60ns
使用するMACレイヤ	802.15MAC
デバイスの消費電力目標	200mW以下(連続使用時)

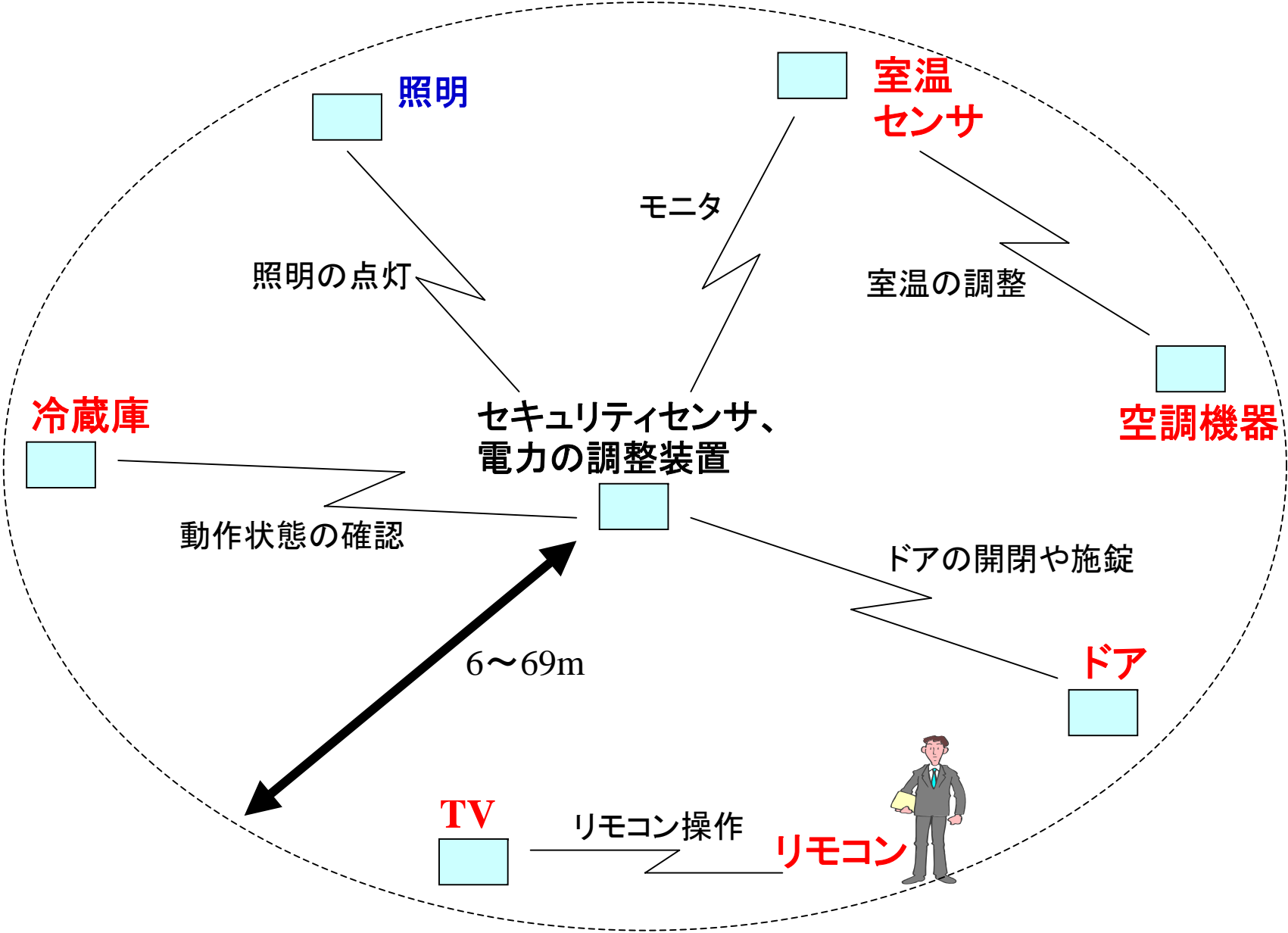
# UWBを用いたワイヤレスUSBのシステム体系

(インテル殿の資料より)





# ZigBeeの利用イメージ



# ZigBee Allianceが想定しているアプリケーション領域

ホームオートメーション／セキュリティ	セキュリティ管理、空調制御、照明制御、進入監視
ファクトリオートメーション	資産管理、プロセス制御、環境モニタ、電力管理
ビルオートメーション	セキュリティ管理、空調制御、自動メータ読取、照明制御、入退室管理
健康管理	病状監視、健康モニタ
PC周辺機器接続	マウス、キーボード、ジョイスティック
情報家電制御	TV、VIDEO、DVD/CD、リモート制御

## アプリケーションプロファイル

- ・照明(規定済み)
- ・HVAC(Heating, ventilation and air conditioning)
- ・ホームコントロール
- ・ビルオートメーション
- ・プラントモニタリング

# ZigBeeの特徴

- (1) 通信範囲は**9～69メートル**
- (2) 赤外線とは異なり、見通しがよい空間である必要はなく信号はドアも突き抜ける
- (3) 電池によって数ヶ月から数年動作させることを想定。  
**0.1%以下の低頻度で間欠動作**させることによって省電力化（BTでは定期的に充電が必要）。
- (4) 30m秒程度で新しくネットワークに参加することが可能、15m秒程度でインアクティブ状態からアクティブ状態に遷移することが可能、省電力化のための間欠動作を効率よく行うことができる（BTではそれぞれ3秒以上、3秒程度）
- (5) 一つのネットワーク当りの**接続可能なノード数は最大65535**で大規模なネットワークを簡単に構築することが可能（BTは最大8）
- (6) 他のシステムから受ける干渉を回避する仕組みがある
- (7) オプションでQoS（帯域）を保証した通信が可能
- (8) **メッシュネットワーク**の構築が可能。メッシュリンクとスターリンクを組合せたマルチホップネットワークの構築も可能。

# ZigBeeの物理層の仕様

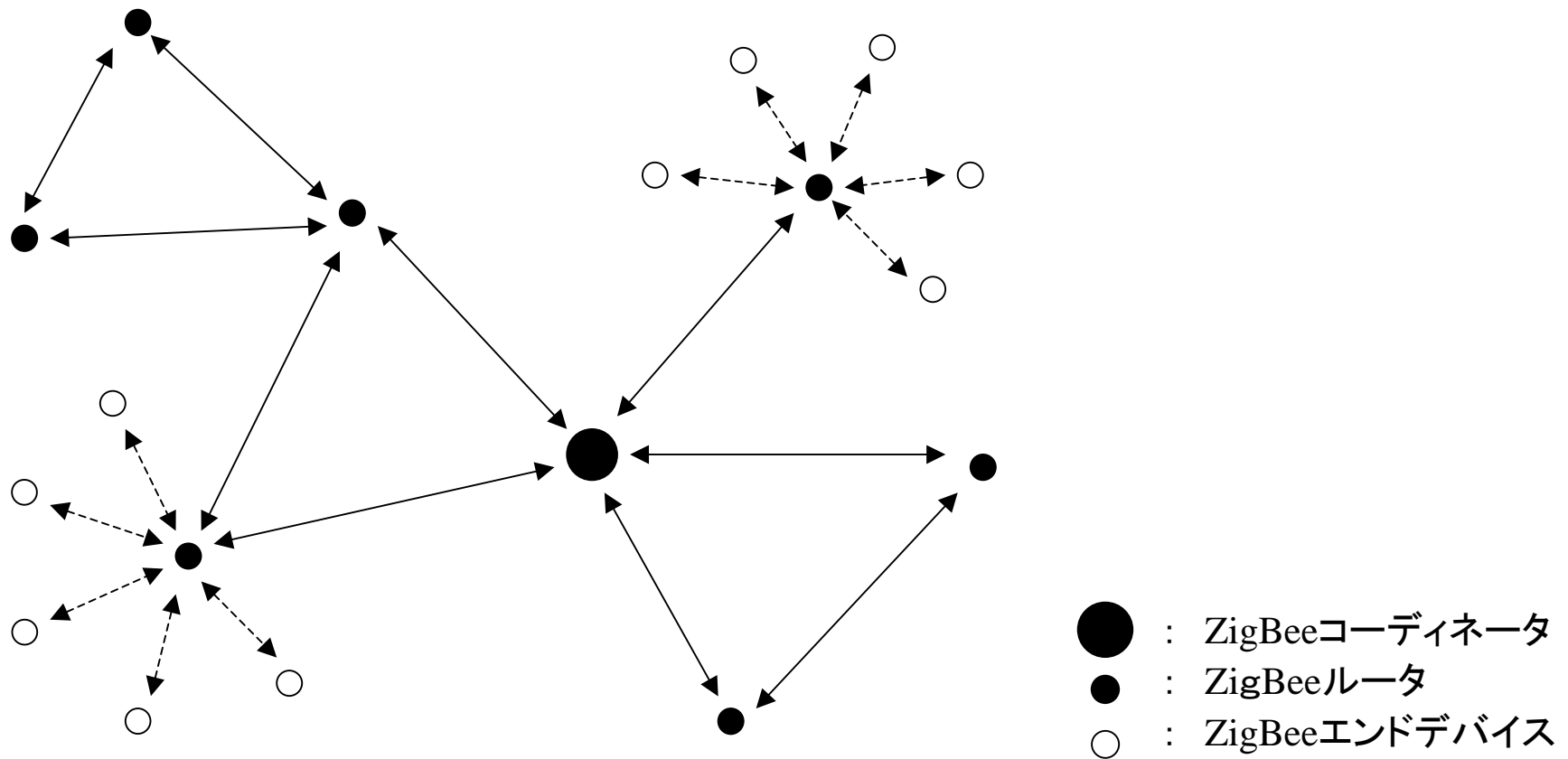
周波数帯	2.4GHz (全世界で使用可能)	915MHz (米国で使用可能)	868MHz (欧州で使用可能)
チャンネル数	16	10	1
変調方式	O-QPSK	BPSK	BPSK
拡散方式	DSSS	DSSS	DSSS
チップレート(kchip/sec)	2000	600	300
データレート(kbps)	250	40	20

O-QPSK: Offset Quadrature Phase Shift Keying

BPSK: Phase Shift Keying

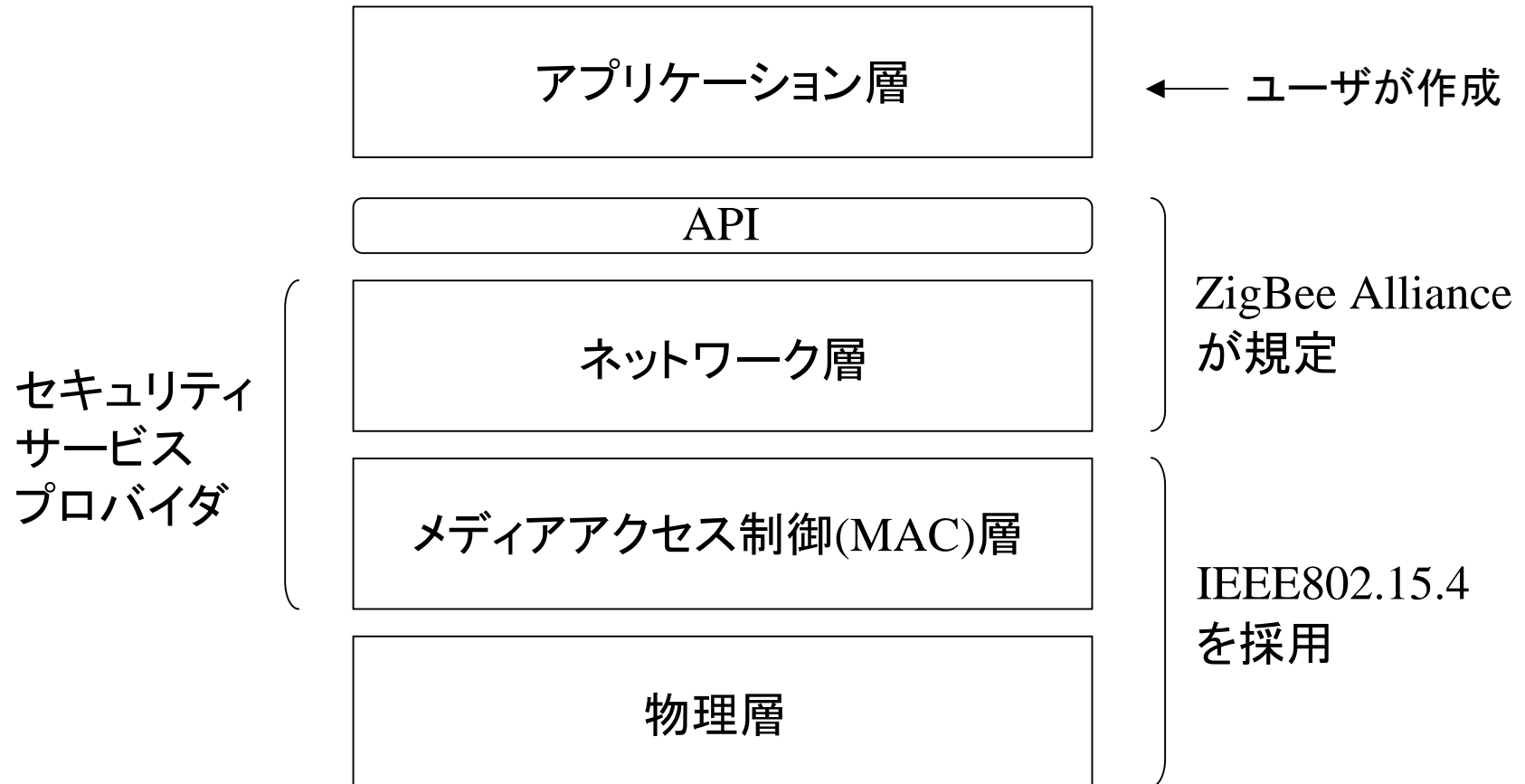
DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum

# ZigBeeのネットワークモデル



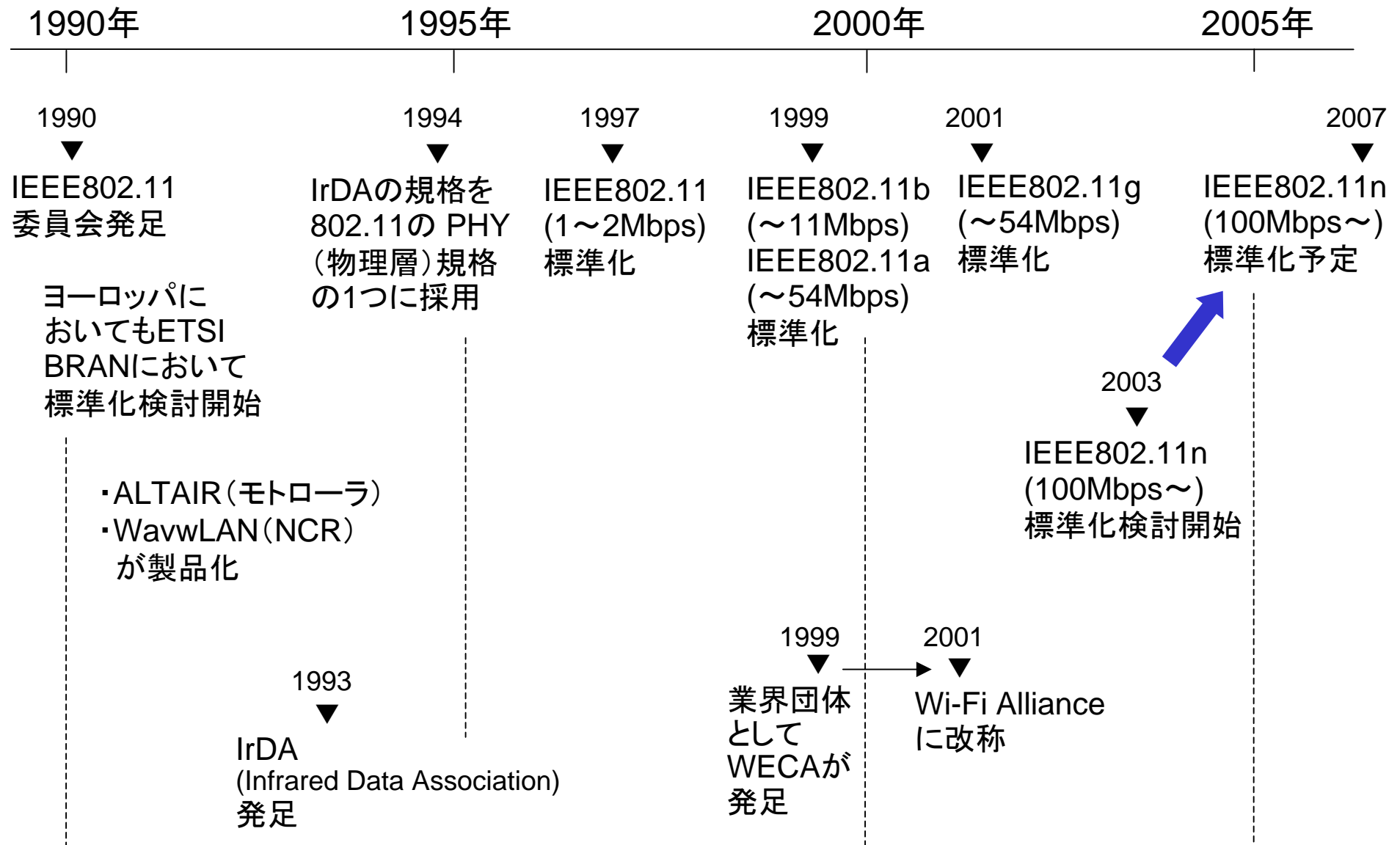
ルーティングは  
インダイレクト通信: クラスターツリー  
ダイレクト通信: AODV

# ZigBeeの<sup>o</sup>プロトコル構成



# 無線LAN

# IEEE802.11委員会における標準化の変遷





# IEEE802.11における各タスクグループの活動

a	5GHz帯、最大54Mbpsの無線LAN (OFDM)	終了
b	2.4GHz帯、最大11Mbpsの無線LAN (DS-SS)	終了
c	MACブリッジ(802.1d)に無線LANのMAC仕様を追加	終了
d	2.4GHz帯、5GHz帯が利用できない地域向けのMAC、物理レイヤ仕様	終了
e	<b>QoS制御</b> (AV通信向け。優先制御のEDCAと品質保証のHCCA)	
f	<b>ローミング</b> (アクセスポイント／基地局間)	終了
g	2.4GHz帯、最大54Mbpsの無線LAN (OFDM)	終了
h	11aに省電力管理と動的チャネルを追加(欧州向け仕様)	終了
i	<b>セキュリティ</b> レベルの高度化(802.11eから分離)	終了
j	日本における4.9GHz – 5GHz利用のための仕様策定	終了
k	無線資源の有効活用の研究(Radio Resource Measurement)	
m	802.11aと802.11b仕様の修正等	
n	次世代無線LAN(100～200Mbps、ターゲットは2006年頃、802.11a/b/gと何らかの下位互換性)。これまでHT SG(High Throughput Study Group)で活動。	

## IEEE802.11における各タスクグループの活動(続き)

p	車などの移動体環境(ITS)における無線アクセス。DSRCを適用。	
r	高速ローミング	
s	メッシュネットワーク	
T	テスト手法(仕様はIEEE802.11.2)、性能予測	
u	無線LANと他のネットワークとの相互接続。3GPP、3GPP2との相互接続を検討。	
v	ネットワーク管理。アクセスポイントMIBの規約化を検討。	
w	保護された管理フレーム	
y	Contention Based Protocol	

■ : 無線LANそのものの仕様

■ : ミドルウェアに相当する部分

## IEEE802.11における各タスクグループの活動(続き)

p	車などの移動体環境(ITS)における無線アクセス。DSRCと連携。	
r	高速ローミング	
s	メッシュネットワーク	
T	テスト手法(仕様はIEEE802.11.2)、性能予測	
u	無線LANと他のネットワークとの相互接続。3GPP、3GPP2との相互接続を検討。	
v	ネットワーク管理。アクセスポイントMIBの規約化を検討。	
w	保護された管理フレーム	
y	Contention Based Protocol	

■ : 無線LANそのものの仕様

■ : ミドルウェアに相当する部分

# 802.11n 100MbpsLAN

- 2002年5月にHT-SG (High Throughput - Study Group) 発足  
2003年9月にIEEE802.11n設置
- 要求条件
  - PHY、MACの仕様検討により、MAC-SAP (Service Access Point: アプリケーションレベルでの実行伝送) でのデータ速度が100Mbps以上  
(PHY層の変調方式による高速化は限界、MAC層の変更要)
  - IEEE802.11g (, 802.11b)と下位互換性(バックワードコンパティビリティ、OFDMベース)をもつ
  - 高周波数利用効率(1Hzあたり3ビット以上)
- 5GHz帯の利用が有力
- 3つの方式 (2006年中に決着?)
  - WWiSE (World Wide Spectrum Efficiency) vs. TGn Sync vs. MITMOT

# 高速化に向けた変復調技術

## ▪ 複数バンド技術

- 2つ以上のバンドを束ねて使用することで高速化
- IEEE802.11a, 802.11bでは20MHz帯域が基本バンド

## ▪ 空間多重技術

- MIMO (Multi Input Multi Output)
- 複数のアンテナを用いて複数のデータを同時に送受信を行い、信号処理によってデータを復調

## ▪ 新誤り訂正技術

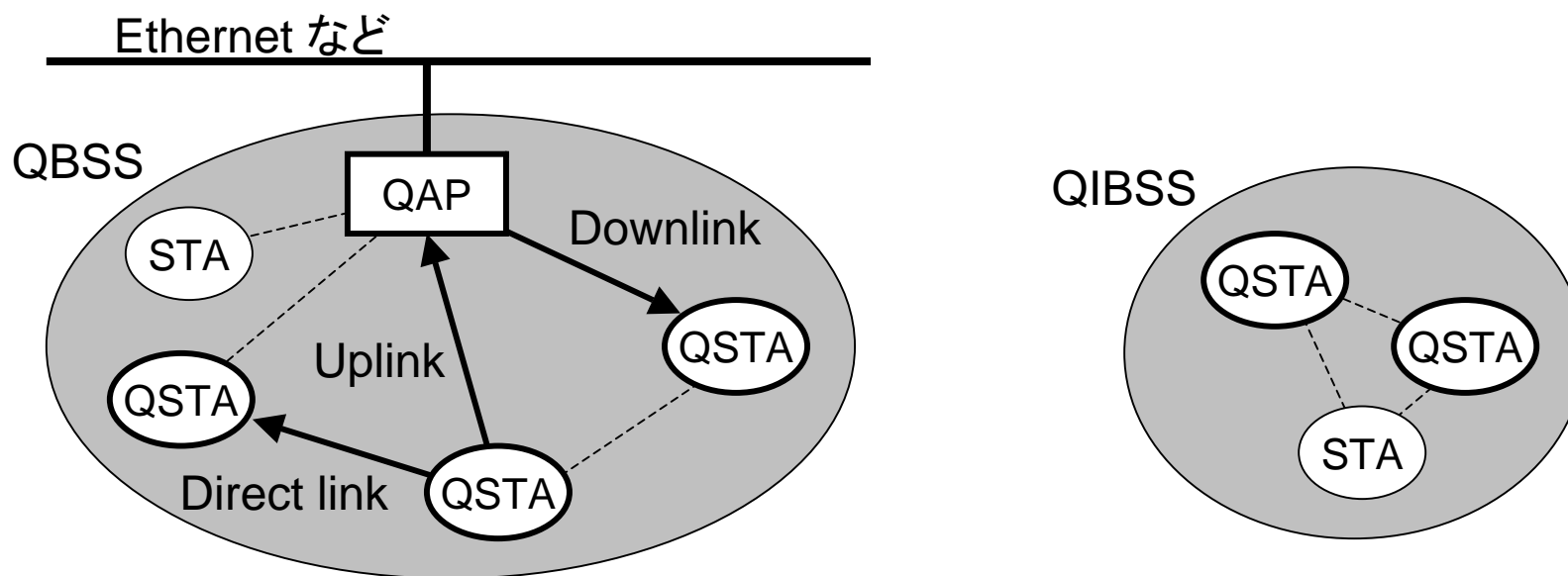
- 現在 (IEEE802.11a, 802.11gでは拘束長7の畳み込み符号) よりも訂正能力の高い誤り訂正符号
- ターボ符号、LDPC (低密度パリティ検査符号) が候補

## 802.11e 無線LANにおけるQoS制御

- 2004年2Q完を目標に標準化。2003年末段階で大枠仕様化。2002年以前の仕様で不足していた機能を追加、全体を再体系化し用語も一新。
- 分散制御型の**EDCA** (Enhanced Distributed Channel Access、従来のDCFに相当)、中央制御型の**HCCA** (HCF Controlled Channel Access、従来のPCFに相当)の2種類のチャネルアクセス方式を提供。
- HCCAはEDCAよりも常に優先的にチャネルアクセス権を獲得し、各データストリームの種々の伝送遅延要求を満足するきめ細かなポーリングを行うことが可能に。

- ・新たに、特定局に対して一定時間のパケット送信権を割り当てるための**TXOP** (Transmission Opportunity)の概念を導入。  
一旦送信権を獲得したAC (Access Category)は、TXOP Limit[AC]と呼ばれる時間だけはパケット送信を継続することが可能。

## 802.11e 機器を含むネットワーク構成例

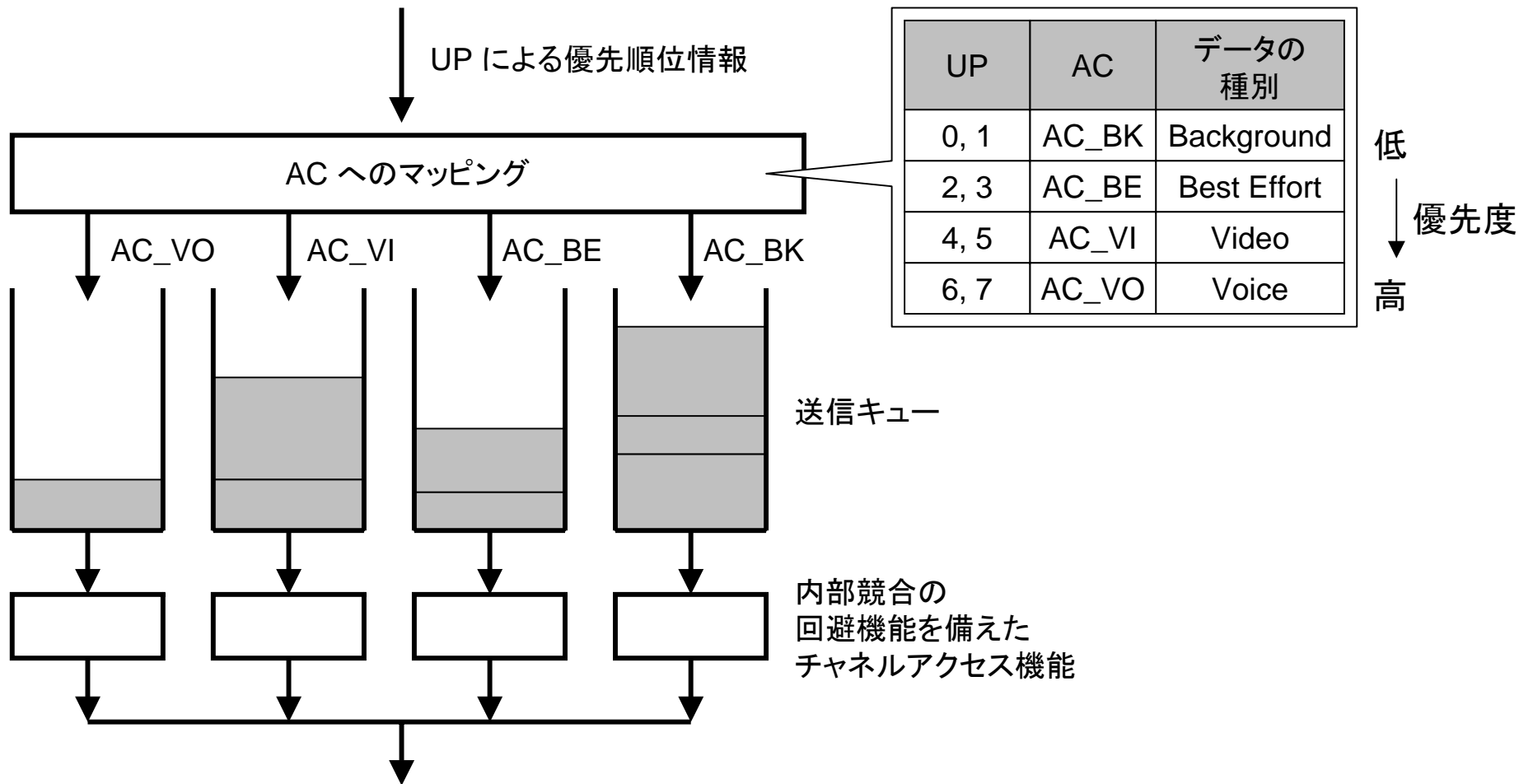


QBSS: QAP(QoS Access Point)を中心に形成されるInfrastructure BSS  
BSS: Basic Service Set

QIBSS: QSTA(QoS Station)を含むIndependent BSS

# EDCA の実装モデル

UP (User Priority: データに挿入される3ビットの情報) / AC (Access Category) の関係





# 無線LANにおけるセキュリティ技術

## 標準化のレベルで必要なセキュリティ基本機能

- ・暗号化：サーバ・クライアント間の通信を暗号化し、他人の盗み見を防止する
- ・認証：正当なクライアントであることを確認する（不正なクライアントの接続を拒否する）メカニズム

無線LANのセキュリティについては、2つのグループで技術評価も含め標準化を推進

- ・セキュリティ方式全般： **IEEE802.11i**
- ・セキュリティの中の認証機構： **IEEE802.1x**  
(有線における標準の無線拡張)

# 1) 暗号方式

- ・802.11iの規定内容:

- 次世代無線LAN暗号化プロトコル:

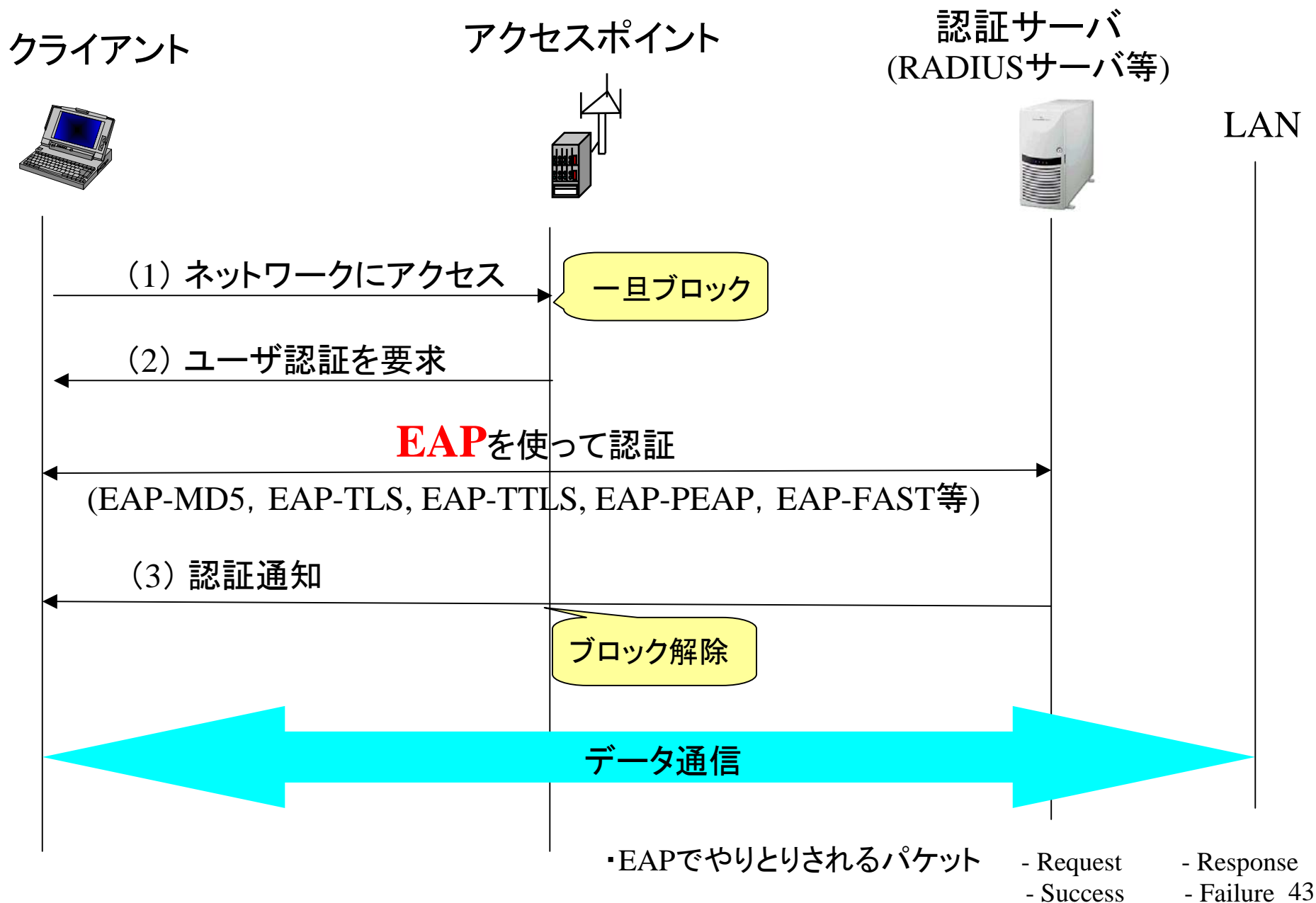
- TKIP** (Temporal Key Integrity Protocol。パケット毎/一定時間毎の鍵機能、メッセージ改竄防止機能あり)  
オプションとしてAESアルゴリズムを用いたCCMP, WRAP

- 暗号アルゴリズム:

- AES**(\*) (Advanced Encryption Standard。2000年に米国が従来のDESに代わるより高い強度の標準暗号方式として採用)

AES (\*) : Rijndael方式とも呼ばれ、ベルギーの暗号学者Joan Daemen氏と Vincent Rijmen氏によって発明された128ビットブロック暗号

# 802.1xを用いた認証プロセス



# WPAとWPAv2(=IEEE802.11i)

	WPA	WPAv2(=IEEE802.11i)
Wi-Fiアライアンスによる 人体作業開始時期	2002年2月 (2003年8月からWi-Fi認定の必須項目に)	2004年6月
概要	IEEE802.11iのドラフトv3の一部	IEEE802.11iと同じ
データの暗号化方式	TKIP	TKIP, CCMP, WRAP
ユーザ認証	IEEE802.1x( <b>EAP</b> )	
対象ユーザ	一般企業、個人	政府機関、一般企業で特に高度なセキュリティが必要な部署等
既存の製品の更新方法	ソフトウェアで更新可能	性能維持のためハードウェアの交換が必要
対応していない利用形態	アドホックモード、ハンドオーバ	特になし
その他の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・WEPとの下位互換性も規定</li> <li>・家庭等ではIEEE802.1xを使わないホームモードも利用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CCMPやWRAPの暗号化アルゴリズムにはAESを用いる</li> </ul>

CCMP: Counter mode with Cipher block chaining Message authentication code Protocol

WRAP: Wireless Robust Authentication Protocol

# 無線LANメッシュネットワーク IEEE802.11s

MAC拡張、ルーティング・フォワーディング、セキュリティ、ネットワークの状態管理について検討

## ・MACレイヤ(レイヤ2)

- ー ルーティング(32ノード以下の小規模を対象。SEE-MeshではRM-AODVを提案。)
- ー マルチホップのためのMAC拡張
  - ・IEEE802.11 WDS(Wireless Distribution System) frame
- ー IEEE802.11iは継承し、新機能としてAP-AP間認証、鍵配布、データ中継、構成情報交換
- ー 隠れ端末／さらし端末による性能劣化抑制、フロー制御、チャネル割当、QoS制御(EDCAベース)、負荷分散、アドミッション制御、レート制御等、

## ・ホーム、オフィス、キャンパス／コミュニティ／公衆アクセス、災害現場、軍事利用を対象

# メッシュネットワーク

## 利点

- ・通信距離を短くすることにより通信による電力消費を削減  
(消費電力は通信距離の2乗に比例)
- ・アクセスポイントやサーバノードへの処理集中を防ぐことによる信頼性向上、負荷分散による性能向上
- ・迂回経路による信頼性向上
- ・電波出力を上げることなく通信範囲を拡大

・IEEE802.11sは、アドホック／メッシュネットワークにおけるIETFとIEEEとの初めての連携

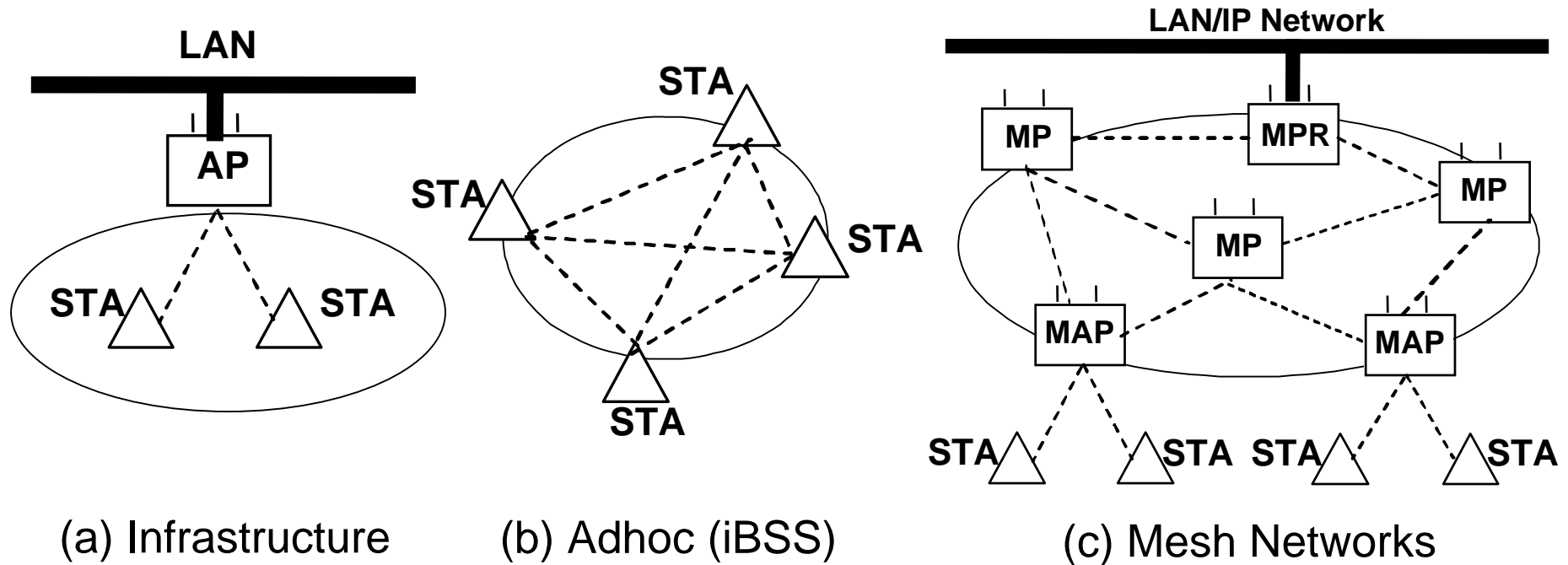
- IEEE802.11sにおける現在の主要検討項目

MAC拡張、ルーティング、セキュリティ、ネットワーク状態管理

・適用領域

- 家庭内、オフィス、キャンパス／コミュニティ／ホットスポット、災害地、戦場

# SEE Meshにおけるノード構成

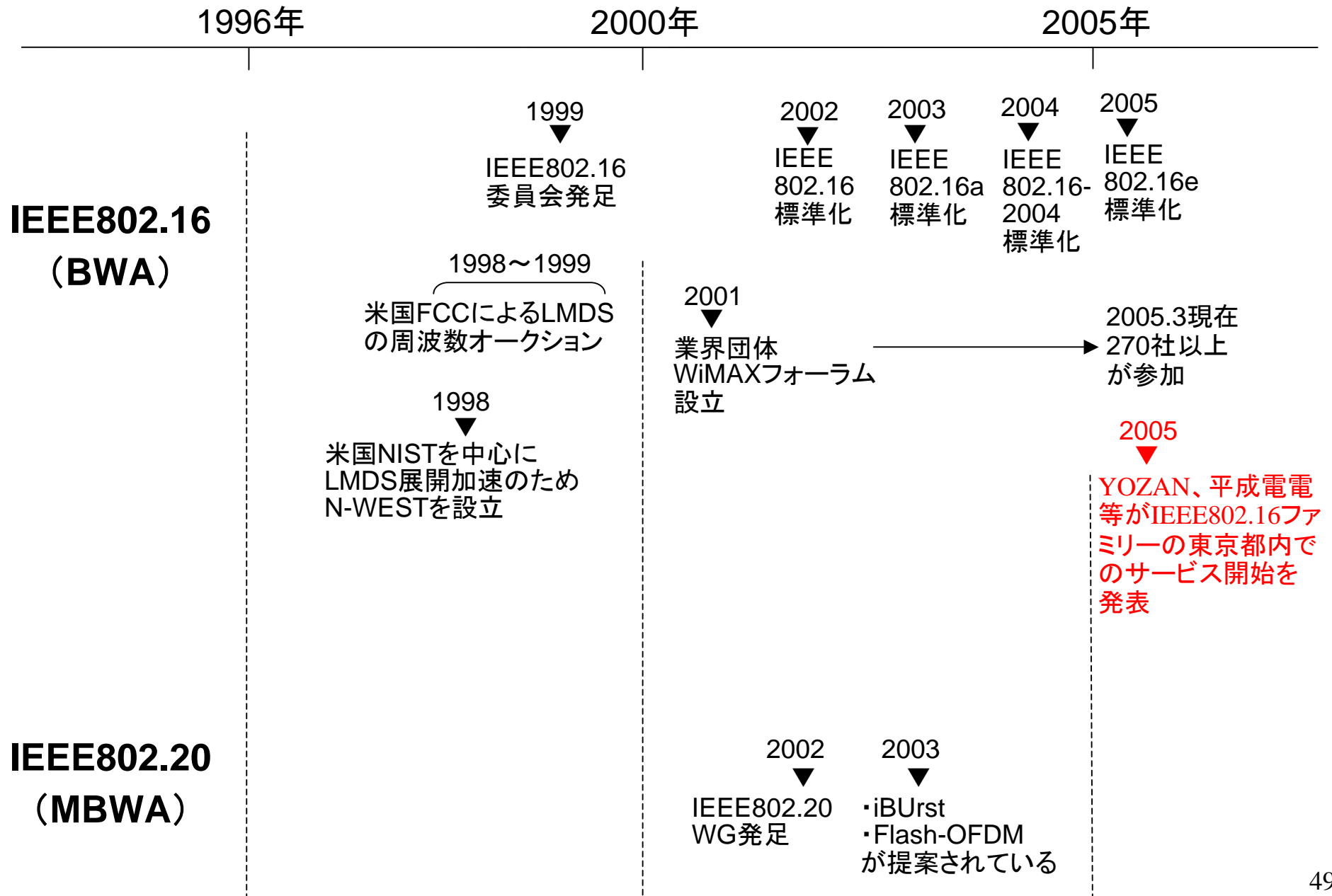


- (1) Mesh Point (MP): 無線LANメッシュネットワークを構成するために必要なメッシュ機能を実装。
- (2) Mesh Access Point (MAP): メッシュ機能とAPの機能を実装。無線LANメッシュネットワークを構築するだけでなく、メッシュ機能を実装していない無線LAN端末であるStationからの接続を収容。
- (3) Mesh Portal: メッシュ機能とメッシュネットワークから他のネットワーク(他の無線LANメッシュネットワークも含む)との接続のためのゲートウェイ機能を実装。
- (4) Station (STA): メッシュ機能を有さない従来の無線LAN端末装置

無線MAN



# 無線MAN標準化の変遷



# IEEE802.16における4つのQoSタイプ

QoSタイプ	概要
UGS (Unsolicited Grant Service)	<ul style="list-style-type: none"><li>・音声対応リアルタイムサービス</li><li>・周期的で固定長(CBR)</li><li>・オーバヘッド、遅延回避</li></ul>
rtPS (real-time Polling Service)	<ul style="list-style-type: none"><li>・動画対応リアルタイムサービス</li><li>・可変長(VBR)</li></ul>
nrtPS (non-real-time Polling Service)	<ul style="list-style-type: none"><li>・非リアルタイムサービス</li><li>・可変長(VBR)</li></ul>
BE (Best Effort)	<ul style="list-style-type: none"><li>・特に制御しない</li></ul>

# IEEE802.16標準仕様

	IEEE802.16-2004	IEEE802.16e
標準化完了時期	2004年6月	2005年下半期(予定)
周波数帯	11GHz未満	6GHz未満
見通し環境	NLOS	NLOS
伝送速度	最大75Mbps(上り19Mbps) (20MHz幅)	最大75Mbps (20MHz幅)
変調方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・QPSK, 16/64/256QAM</li> <li>・SC, OFDM, OFDMA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・QPSK, 16/64/256QAM</li> <li>・SC, OFDM, OFDMA, SOFDMA</li> </ul>
多重化技術	MIMO	MIMO
移動性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・固定</li> <li>・移動(ノマディック)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・固定</li> <li>・移動(ノマディック)</li> <li>・移動(歩行速度程度のポータブル)</li> <li>・移動(時速120km程度のモバイル)</li> </ul>
1チャンネル当りの周波数帯	1.25～20MHzまで可変	1.25～20MHzまで可変
セル半径	2～10km程度 (最大約50km)	2～3km程度

# IEEE802.16／802.16eで使用する周波数

## 各国の周波数動向

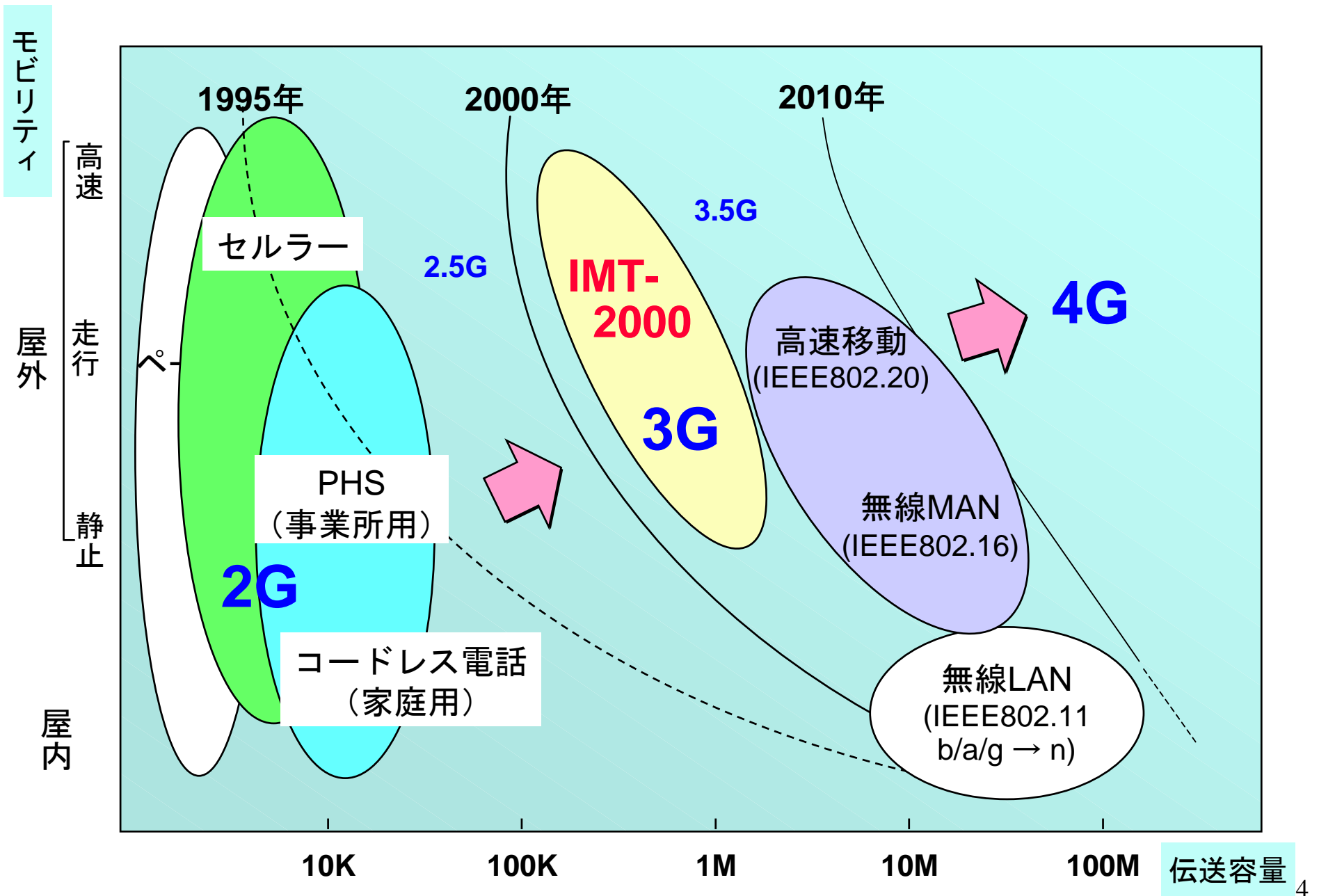
米国	2.5GHz帯、3.5GHz帯、5.8GHz帯
韓国	2.3GHz帯 (WiBro)
イギリス	5.8GHz帯
フランス	3.5GHz帯
ドイツ	3.5GHz帯
オーストラリア	3.4～3.5GHz帯

米国、韓国はIEEE802.16eを想定

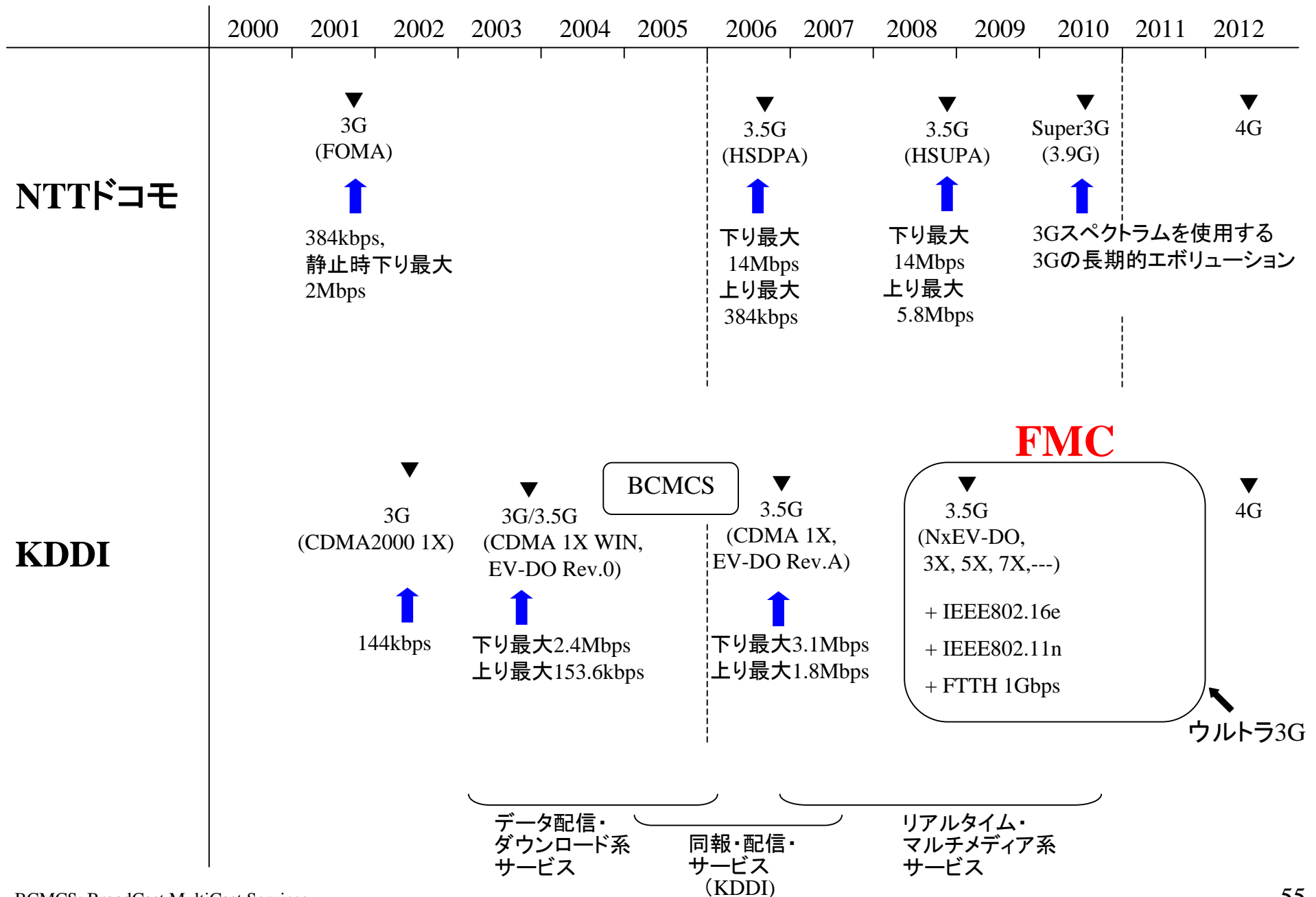
- ・日本では既に、2.5GHz帯は防災無線等の公共業務で利用／3G用途に予約、3.5GHz帯は放送用途に予約(利用可能となるのは2012年以降)、5.8GHz帯は航空レーダとの干渉回避検討中／DSRCで利用中。  
現状では唯一使えそうなのは、4.95GHz帯。

# 3.5G攜帶電話網

# 移動体通信の発展方向



# NTTドコモとKDDIの4Gへのロードマップ



# FMCに向けた諸活動

## (無線LAN - 3G携帯電話連携)

標準化機関	
3GPP, 3GPP2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>IMS</b> + I-WLAN(シナリオ1~シナリオ6)がベース</li> <li>・相互に連携</li> <li>・TISPANと協力</li> <li>・GERAN(GSM/EDGE Radio Access Network)では<b>UMA</b>を採用</li> </ul>
ETSI TISPAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>・固定網からWi-Fiスポット、さらに<b>IMS</b>を追加へ</li> </ul>
IEEE802.11u	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2005年検討開始</li> </ul>
業界団体	
Wi-Fi Alliance WCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Wi-Fi AllianceのPublic &amp; Managed Access Group(ローミング)、Voice over Wi-Fi Groupと連携</li> <li>・SOHO, Enterprise, Hotspotの3つに利用形態について要求仕様を策定中</li> </ul>
FMCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・キャリア中心に2004年に発足</li> <li>・現在はデバイスの議論が中心</li> </ul>
CTIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・米国、テスト仕様</li> </ul>

UMA: Unlicensed Mobile Access (米国のKineto Wirelessが開発した携帯-WLANハンドオーバー技術、規格。BT Fusion (旧Bluephone)で採用。)

TISPAN: Telecommunication and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TIPHON+SPAN, 2003年に発足しNGNの標準化を目指す)

CTIA: Cellular Telecommunications Industry Association (米国携帯電話工業会)

I-WLAN: Interworking Wireless LAN

IMS: IP Multimedia Subsystem 56



# HS-PDSCH主要諸元

フレーム長	2ms (3スロット)
誤り訂正符号	ターボ符号
誤り訂正インターリーブ長	2ms
データ変調	QPSKおよび16QAM
拡散変調	QPSK
拡散率	16
マルチコード数	1~15
データ速度	最大約14Mbps

HS-PDSCH: High-Speed Physical Downlink Shared CHannel

# CDMA2000方式の主要諸元

方式	CDMA2000 1X (Rel. A)	CDMA2000 1xEV-DO (Rev. A)
複信方式	FDD	FDD
通信方式	下り:CDM      上り:CDMA	下り:TDM      上り:CDMA
帯域幅	1.25MHz	1.25MHz
チップレート	1.2288Mbps	1.2288Mbps
フレーム長	20ms	26.67ms
スロット数/フレーム	16	16
スロット長	1.25ms	1.67ms
変調方式	下り:QPSK 上り:BPSK, QPSK	下り:QPSK, 8PSK, 16QAM 上り:BPSK, (QPSK, 8PSK)
ハイブリッドARQ	—	あり
拡散レート	下り:4~128      上り:8~128	下り:—      上り:8~128(2~256)
チャンネル符号化	畳込み符号、ターボ符号	ターボ符号
通信速度(下り)	~153.6kbps (307.2kbps)	~2.4Mbps (3.1Mbps)
通信速度(上り)	~153.6kbps (307.2kbps)	~153.6kbps (1.8Mbps)
チャンネルタイプ	回線交換モード、パケットモード	パケットモード
ハンドオフ	ソフトハンドオフ	下り:ハードハンドオフ    上り:ソフトハンドオフ
基地局間同期	要	要

# 参考文献

- (1) C. K. Toh (構造計画研究所訳): 「ワイヤレスユビキタスネットワーク」 共立出版、2002.
- (2) 阪田: 「ユビキタスシステム技術の動向 – ワイヤレスネットワーク、セキュリティ技術を中心として」計測自動制御学会・センサネットワーク研究会、2004.1.
- (3) 阪田: 「ユビキタスコミュニケーションにおけるモバイルセキュリティ」 電子情報通信学会誌、2004.5.
- (4) S. Sakata: “Ubiquitous System Technology” Proc. Asian-Pacific NOMS, Oct. 2003.
- (5) 阪田: 「無線LANホットスポットのビジネスモデルと技術課題」 INTAPジャーナル、2004.1.
- (6) 阪田編著: 「ユビキタス技術 無線LAN」 オーム社、2004.6.
- (7) 阪田編著: 「ワイヤレス・ユビキタス」 秀和システム、2004.7.
- (8) 田村、戸辺: 「無線アドホックネットワークの動向」 計測自動制御学会誌、2004.7.
- (9) 間瀬、小牧、松江、守倉: 「無線LANとユビキタスアドホックネットワーク技術」 丸善、2004.2.
- (10) 阪田、田村: 「ユビキタスセンサネットワーク」 インプレス、2004.10.
- (11) 阪田: 「ワイヤレスブロードバンド・ユビキタスネットワーク」 電子情報通信学会・モバイルマルチメディア研究会、2004.10.
- (12) 阪田: 「デジタル情報機器が拓くユビキタス情報システム – 未来情報家電ネットワーク」 INTAPジャーナル、2004.11.
- (13) 阪田編著: 「SIP, UPnP – 情報家電プロトコル –」 秀和システム、2005.2.
- (14) 間瀬、松本: 「無線アドホックネットワーク」 電子情報通信学会講演会、2005.2.
- (15) 阪田: 「アドホックセンサネットワーク」 電子情報通信学会、テレコミュニケーションマネジメント研究会、2005.3.
- (16) 阪田: 「ユビキタスネットワークの動向と今後の展開」 アドホックネットワークキングコンソーシアム講演会、2005.3.
- (17) 安藤、戸辺、田村、南編著: 「センサネットワーク技術」 東京電機大学出版局、2005.5.
- (18) 阪田編著: 「ZigBeeセンサネットワーク」 秀和システム、2005.7.
- (19) 阪田編著: 「ワイヤレスUSB/UWB」 インプレス、2006.2.
- (20) 阪田編著: 「IEEE無線ネットワーク大全」 リックテレコム、2006.4.
- (21) 阪田編著: 「無線通信技術大全」 リックテレコム、2006.4.