

参考書籍

- 本資料は下記書籍を基にして作成されたものです。文書の内容の正確さは保障できないため、正確な知識を求める方は書籍を参照してください
- 「ワイヤレス・ブロードバンド
HSPA+/LTE/SAE教科書」
- 著者：服部 武／藤岡 雅宣
- 出版社：インプレスR&D
- 発行：2009年8月1日 初版第1刷



ワイヤレス・ブロードバンド HSPA+/LTE/SAE

名城大学
理工学部 渡邊研究室
山中 寛

2010年4月14日

本の内容

- 第1章 4Gに向けて発展するワイヤレス・ブロードバンドの全体像
- 第2章 Q&Aで学ぶワイヤレスブロードバンドの基礎知識
- 第3章 3G携帯電話系の無線インタフェース規格
- 第4章 3.5Gの携帯電話系無線インターフェースと信号処理技術
- 第5章 第3.9世代の無線アクセス技術「LTE」
- 第6章 オールIPモバイル・ネットワークへの発展と3G(U-MTS)の packets コア技術
- 第7章 第3.9世代の新アーキテクチャ「ESP」とそのパケット・コア「EPC」
- 第8章 高度化する携帯電話端末の構成と特徴
- 第9章 新世代のケータイOSとは?プラットフォームとは?
- 第10章 IMS(IPマルチメディア・サブシステム)とその応用
- 第11章 マイクロ・セルとOFDMAで高速化した次世代PHS「XGP」規格
- 第12章 次世代移動通信と国際標準化の最新動向

今回参照した部分

まえがき

- 本の題名にあるようにHSPA+/LTE/SAEとは何か
 - HSPA+ (High Speed Packet Access evolution)
 - 携帯の3.5G(今日)に使われている規格
 - LTE(Long Term Evolution)
 - HSPA+ の次世代規格(3.9G)
 - SAE (System Architecture Evolution)
 - 3.9Gに向けての全体の進展のこと
- 今回使用した本には携帯電話の規格の説明は3G携帯以降しかないため、3Gより前の規格は簡単な説明だけにとどめる。また、細かい技術を説明していると15分では終わらないため、3G以降も大まかな説明だけ
- HSPA+/LTEは後で説明

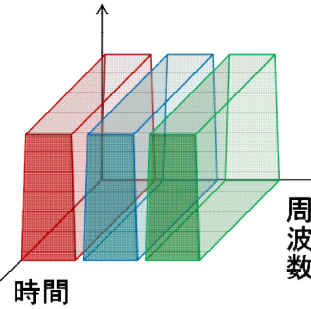
多元接続(多重化技術)

■ 多元接続とは

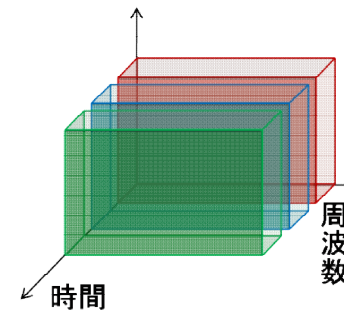
- 無線通信では複数の方が使用するため、複数の方が同時に通信できる仕組みがある。よって、多重化する必要がある。

■ 多元接続には3つの方式がある

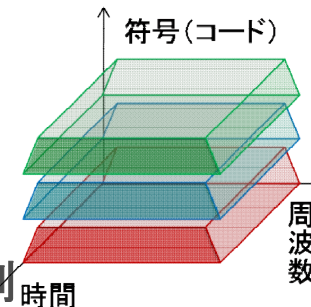
- **FDMA**(Frequency Division Multiple Access):
 - 各ユーザごとに**周波数**を割り当てて通信
 - 1Gに採用、ユーザ数は使用周波数分だけ
- **TDMA**(Time Division Multiple Access):
 - 一つの周波数を**タイムスロット**に分割、異なるユーザに交互に割り当てて通信
 - 2Gに採用、時間で分割するため遅くなる
 - ユーザ数=周波数×タイムスロット
- **CDMA**(Code Division Multiple Access):
 - 一つの周波数帯域を複数の方が共有
 - 電話番号のように**コード**を付加することで識別
 - 3G携帯以降で使用



FDMA
周波数分割多重方式



TDMA
時分割多重方式



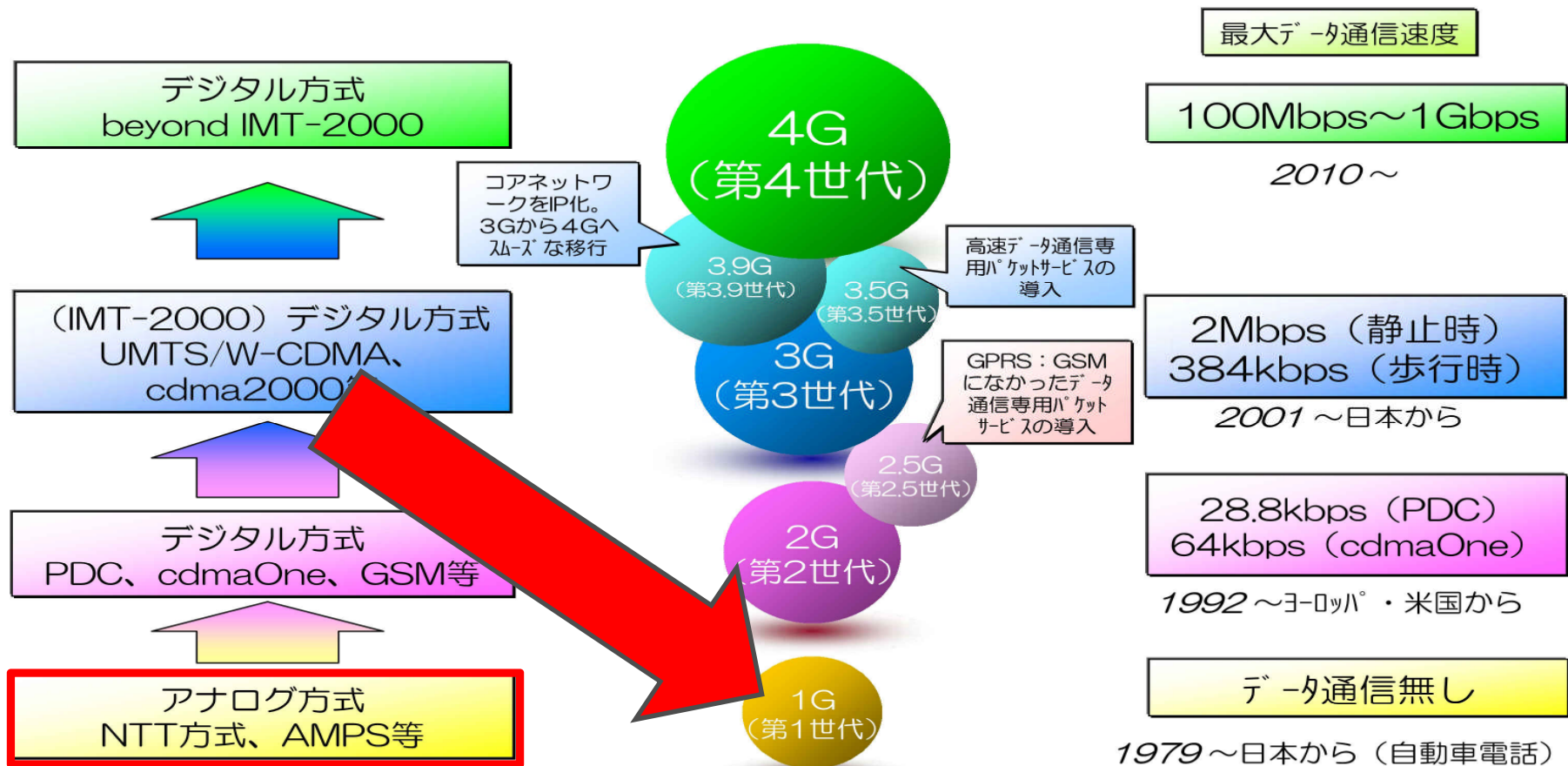
CDMA
符号分割多重方式

多元接続(多重化技術)まとめ

マルチプルアクセス方式の比較			
項目	FDMA	TDMA	CDMA
周波数の使用法	同一周波数での干渉量に基づく繰り返し利用	同一周波数での干渉量に基づく繰り返し利用	同一周波数の使用
送信モード	連続送信	バースト送信(移動局)連続送信またはバースト送信(基地局)	連続送信
異なる伝送速度への対応	困難 (マルチキャリア使用)	容易 (マルチスロット使用/スロット長可変)	容易 (マルチコード使用)
システムの特徴	伝送速度が大きくなると等化器、干渉キャンセラが必要	多重度が大きくなると等化器、干渉キャンセラが必要	DS-CDMAでは送信電力制御不可欠、RAKE受信で品質向上、干渉キャンセラが容易増加に有効
基地局間同期の必要性	制御チャンネル(下り)は原則として同期必要	TDMA-TDD:PHS, TDMA-FDD:PDC,GSM	ソフトハンドオーバーのためには同期が必要
適用例	アナログ携帯・自動車電話	同期が必要	CDMA-FDD:IS-95

携帯電話方式の変遷

携帯電話方式の変遷 1Gから3G、3.5G、4Gへ



1G携帯

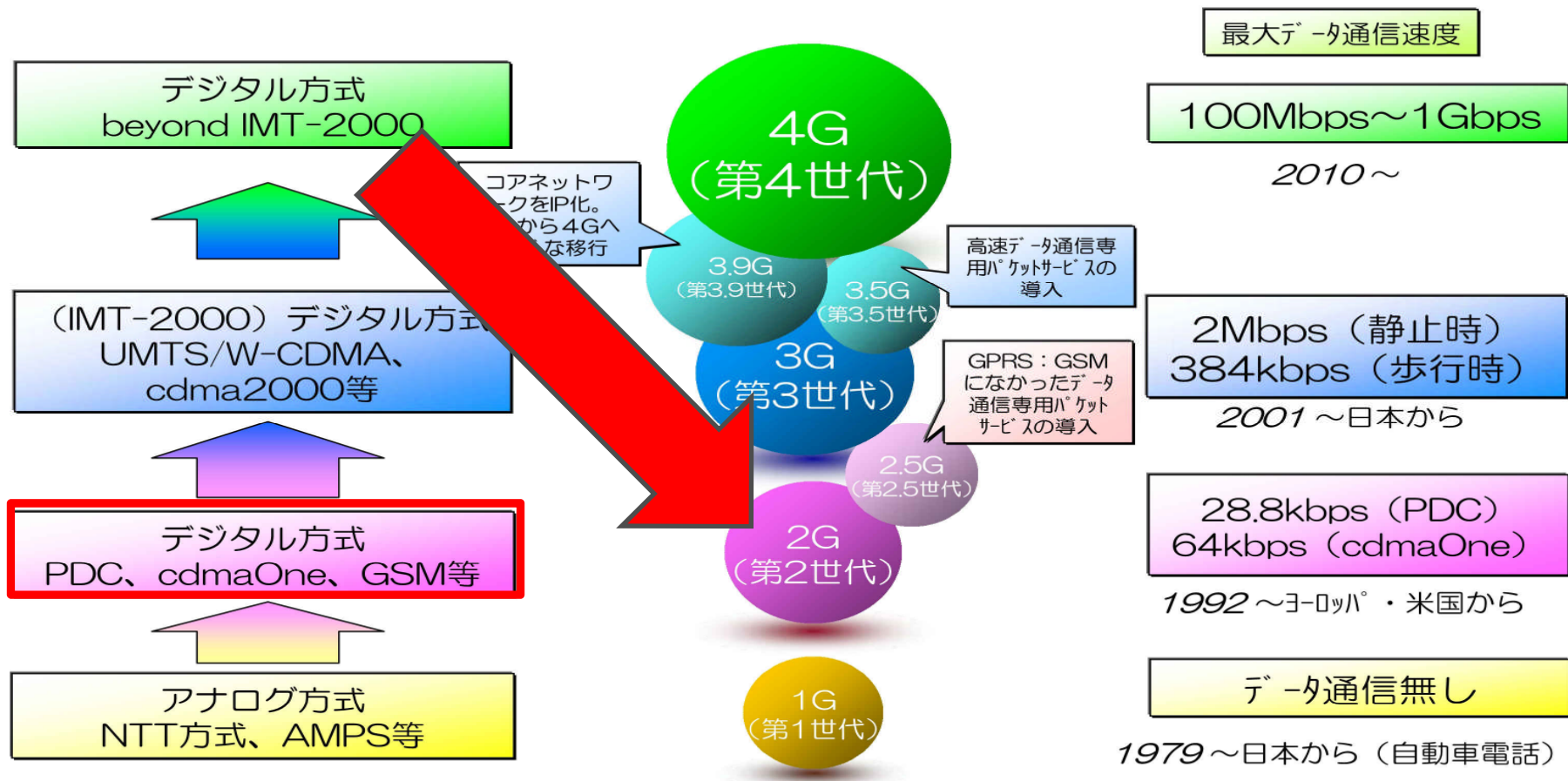
- アナログ式 大型携帯端末 小型化へ
- HiCAP: 1979年NTT方式と呼ばれる規格
 - 世界初の小ゾーンセルラー方式の自動車電話のサービス
 - 日本電信電話公社が800MHz帯が割り当てられサービスを開始
 - NTT大容量方式はデジタル化に伴い1999年3月で終了
- AMPS: 1983年にAT&T・モトローラが提案して北米標準となった規格

- AMPS を元にTACSが開発され、日本仕様としてDDIセルラーグループ(のちのau)がJTACSを導入した



携帯電話方式の変遷

携帯電話方式の変遷 1Gから3G、3.5G、4Gへ



InfoCom Research, Inc.

2G携帯

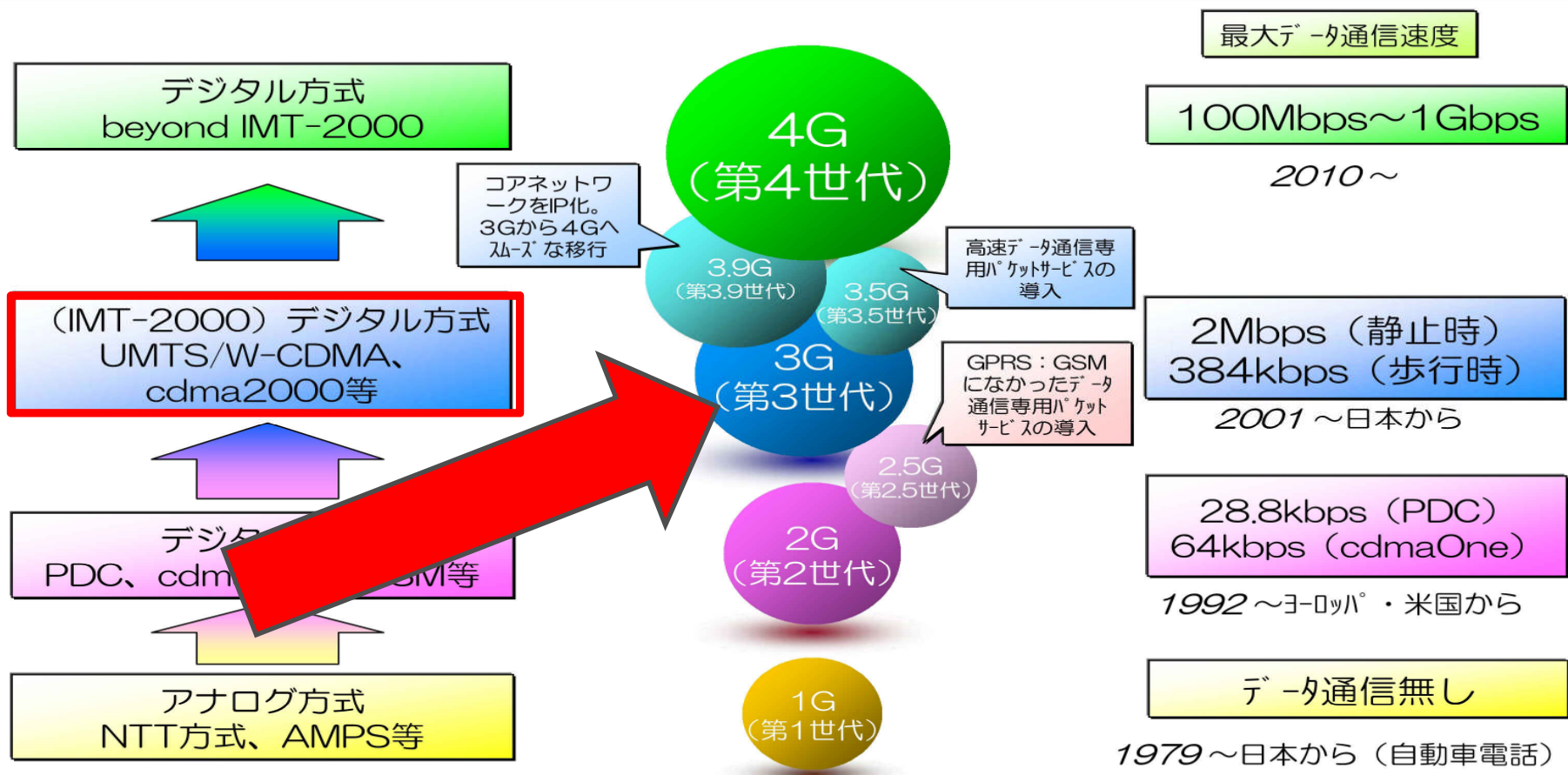
- 1993年 デジタル化
- 電子メールやウェブ対応など高機能化
- NTTドコモグループ(当時)とDDIセルラーグループへ割り当てられた、1Gシステム向け周波数帯(800MHz帯)を2G向けに転用
- 2G当時にしたデジタルホンとツーカーが新規参入
- 各グループ向けへ新規に割り当およびドコモグループの逼迫対策バンド、シティフォン・シティオ向けに追加で1.5GHz帯がそれぞれ割り当てられている。

2G携帯電話系の規格の種類

- FDD – TDMA (デュプレックス方式-多元アクセス方式)
 - PDC (日本で開発):
 - ドコモ (mova) 旧デジタルホン (現ソフトバンク)
 - IDO/DDIセルラーグループ (現 au) ツーカーグループ (現・KDDI)
 - GSM: 日本と韓国を除く全世界で使用されている
 - 自動国際ローミングを備えるため国が変わっても使用できる
 - SIMカードで管理するため端末と電気通信事業者を分離できプリペイド式携帯電話や電話機の自由な取替えが容易であることなどの特徴
 - D-AMPS:
 - 技術そのものはPDC
 - AMPS電話網とのローミング機能を持つ
- FDD-CDMA
 - 米国クアルコム社が開発し1995年に発表した通信技術
 - IDOとDDIセルラーグループ各社 (現・au) はPDCを廃止し導入
 - 2.5Gともいわれる

携帯電話方式の変遷

携帯電話方式の変遷 1Gから3G、3.5G、4Gへ



3G携帯電話系の規格の種類と日本状況

- 時代：2001年5月にドコモがFOMA(W-CDMA方式)を発表
- 3G携帯：国際電気通信連合 (ITU) の定める「IMT-2000」規格に準拠した通信システム
 - 欧州はUMTS (Universal Mobile Telecommunications System)と呼ぶことも
- 2000には3つの意味がある
 - 2000年頃の実用化
 - 2000MHzの周波数帯域
 - 2000kbpsの通信速度

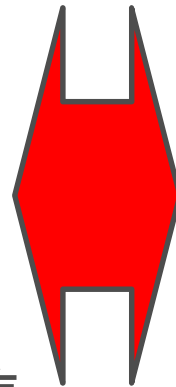
3G携帯電話系の規格の種類と日本状況2

- 目的:
 - パーソナル通信サービスの実現
 - グローバルでシームレスな通信サービスの実現
 - モバイル・マルチメディア・サービスの実現
- インタフェース規格分類
 - 直接拡散CDMA(**W-CDMA**:**ドコモ**と**ソフトバンク**、UTRA FDD: 欧州)
 - マルチキャリアCDMA(**CDMA2000**:**au**と米国)
 - CDMA-TDD(UTRA TDD: 欧州、TD-SCDMA: 中国)
 - シングルキャリアTDMA(UWC-136: 米国)
 - FDMA/TDMA(DECT: 欧州)
 - OFDMA TDD WMAN(**モバイルWiMAX**)

3G携帯比較

■ W-CDMA(ドコモ・ソフトバンク)の特徴

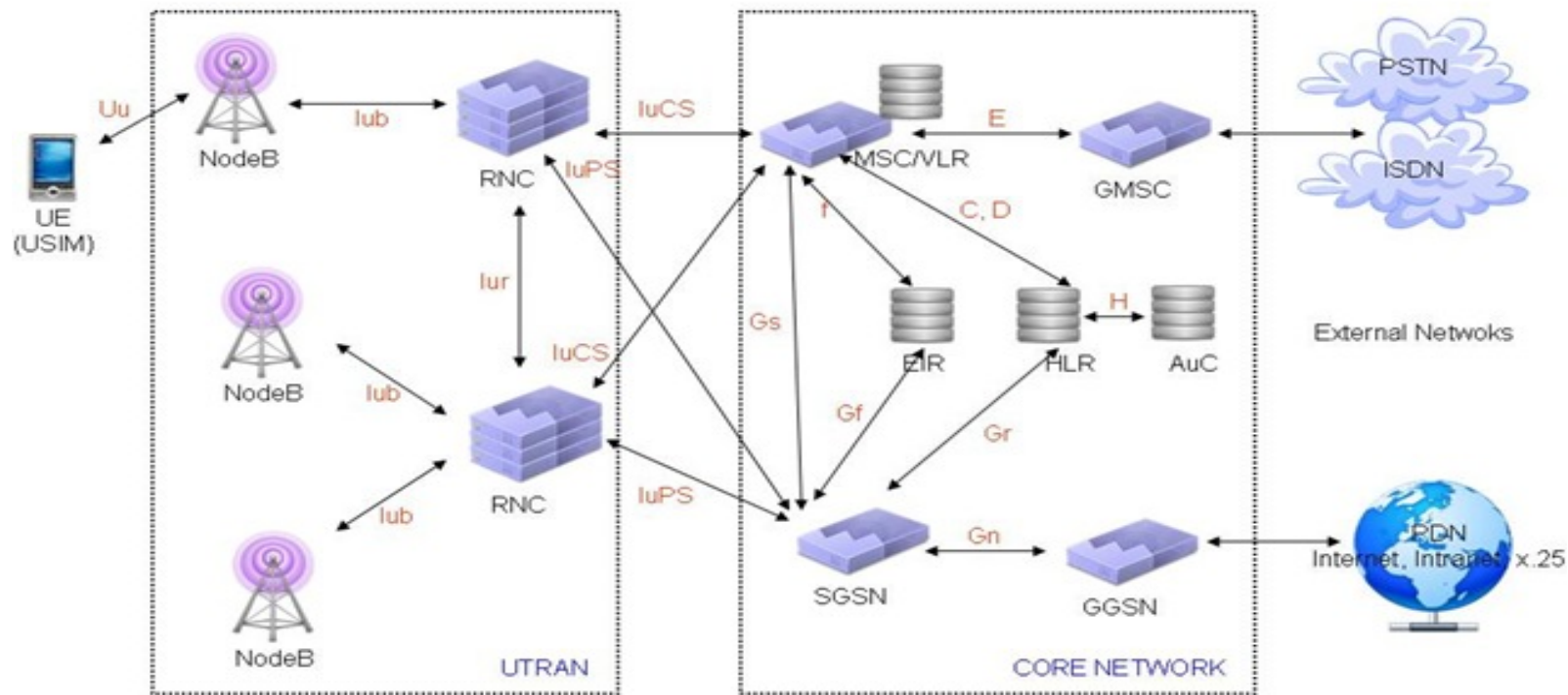
- 非同期動作
- 高速送信電力制御 (1500回/s)
- OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor: 直交可変拡散率) 符号による異なる速度のチャネルの多重化
- 2種類の誤り訂正符号
- 送信ダイバーシチ
- 柔軟性のある信号処理



■ CDMA2000 (au) の特徴

- 同期動作 (GPSなどで)
- 電力制御 (上り800回/s、下り制御なし)
- W-CDMAと搬送波の帯域幅とし使い方が異なる
- 一次変調と符号化、パイロット・チャネル

3G~3.5Gの携帯ネットワーク

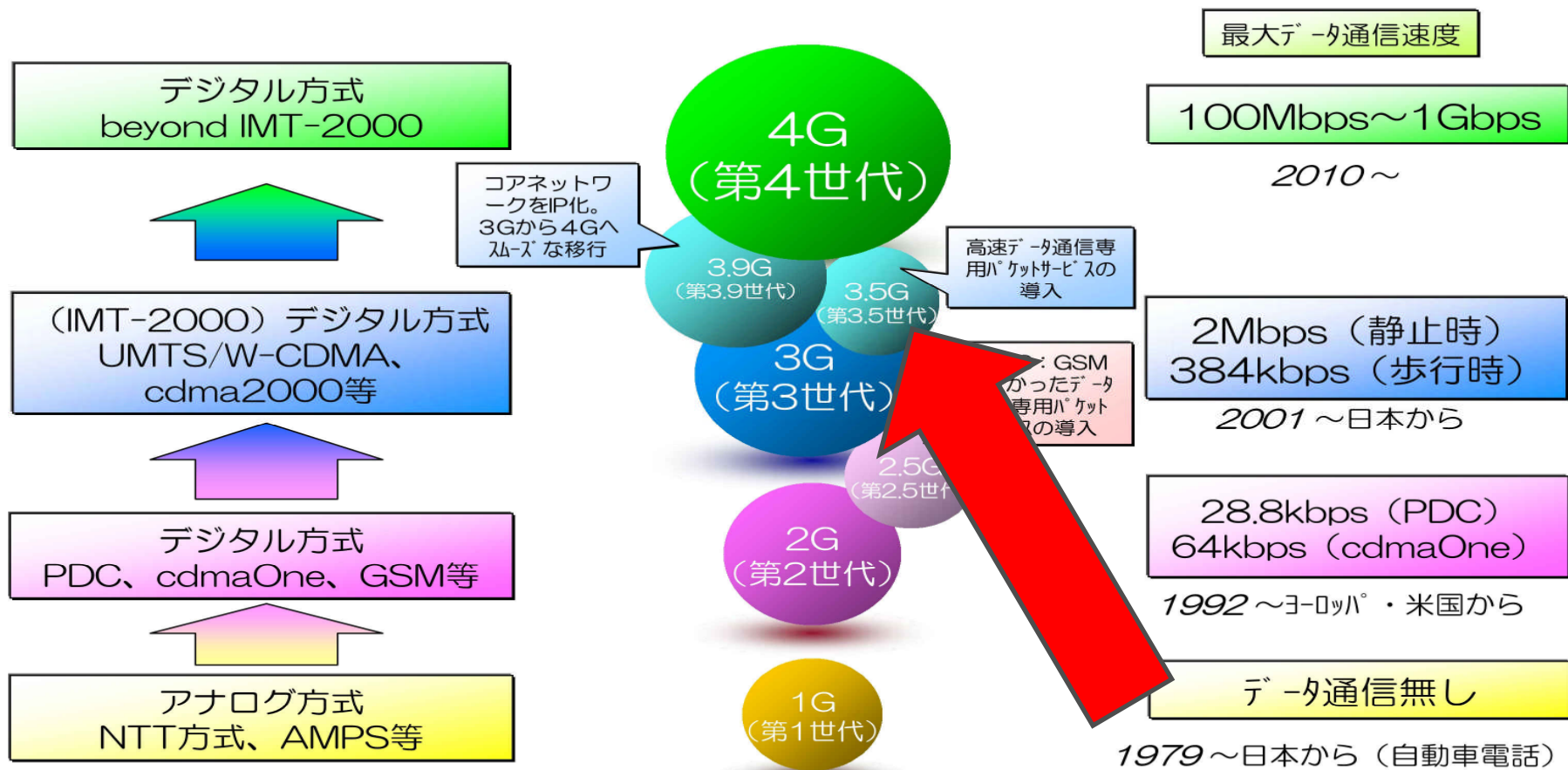


- UMTS: 3GPPで標準化されている3Gの呼称
- UTRAN: UMTSの無線アクセス・ネットワーク
- RNC: 無線ネットワーク制御装置
- RNS: 無線ネットワーク・サブシステム
- NodeB: 基地局

- Lu: 無線ネットワーク制御装置のインタフェース
- Iub: RNC-NodeB間のインタフェース
- Iur: 2つのRNC同士のインタフェース
- USIM: 汎用加入者識別モジュール
- PSTN: 一般の加入電話回線ネットワーク
- ISDN: 電話やFAX、データ通信を統合して扱うデジタル通信網

携帯電話方式の変遷

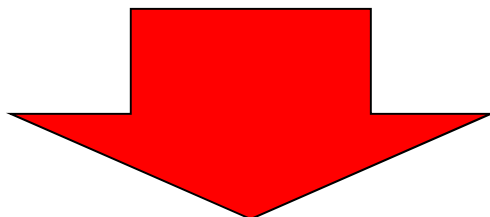
携帯電話方式の変遷 1Gから3G、3.5G、4Gへ



3.5G携帯の変遷

- **現在採用されている規格** (2010年4月時点)

- 大容量化に伴い3G規格ではまだ効率が悪い



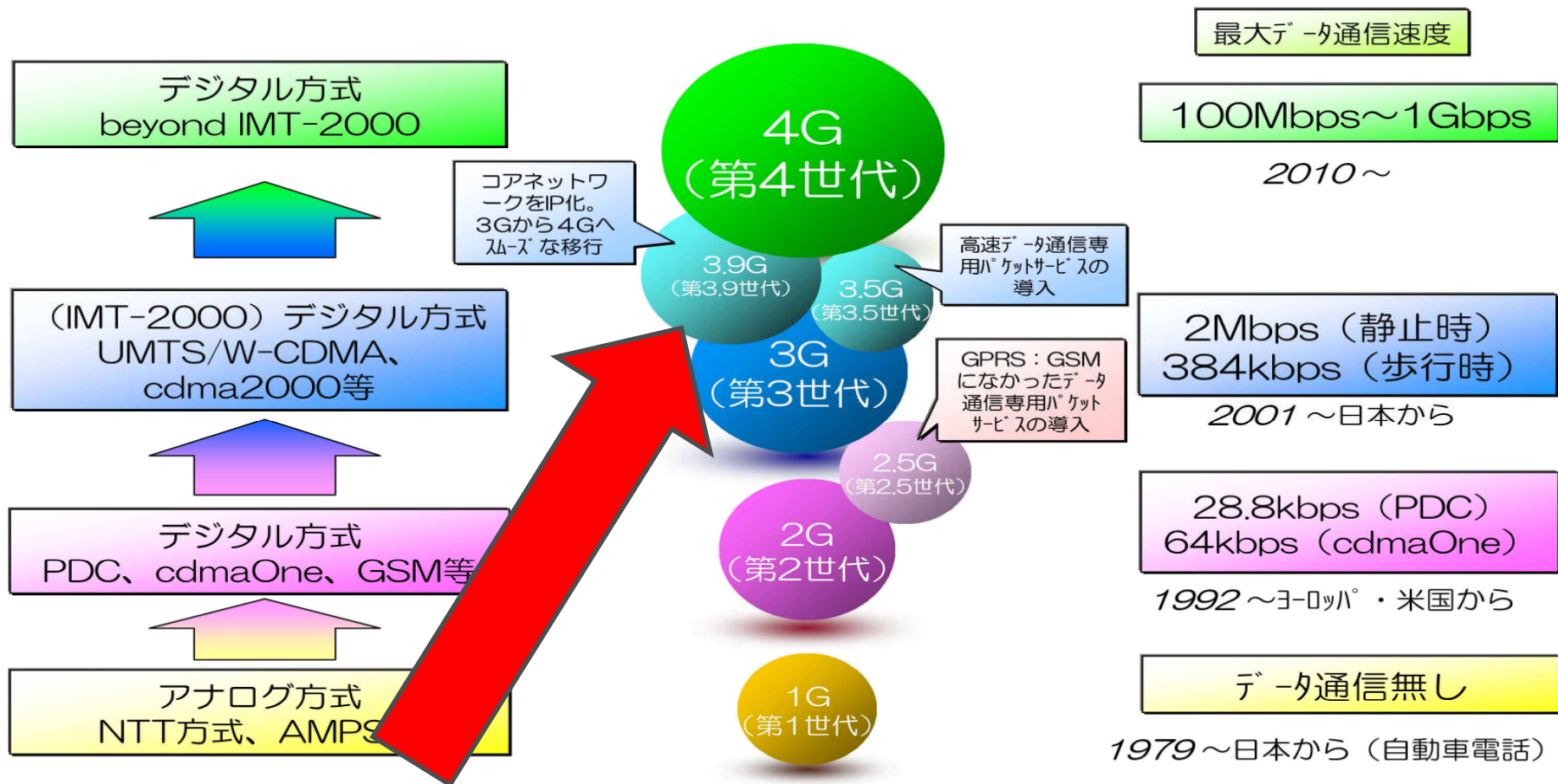
- W-CDMAはHSDPA (High Speed Downlink Packet Access) に拡張し下りのスピードを高速化
- CDMA2000はEV-DO (Evolution Data and Voice : 音声通信と高速データ通信を共存させた規格)

3.5G携帯の変遷2

- HSDPAを参考に上りの伝送速度を高める仕様(HSUPA)が策定
- HSDPAとHSUPAを両立させたHSPA(High Speed Packet Access)が確立
- さらに拡張して高速化したものがHSPA evolutionつまりHSPA+が規格化された

携帯電話方式の変遷

携帯電話方式の変遷 1Gから3G、3.5G、4Gへ



3.9G携帯

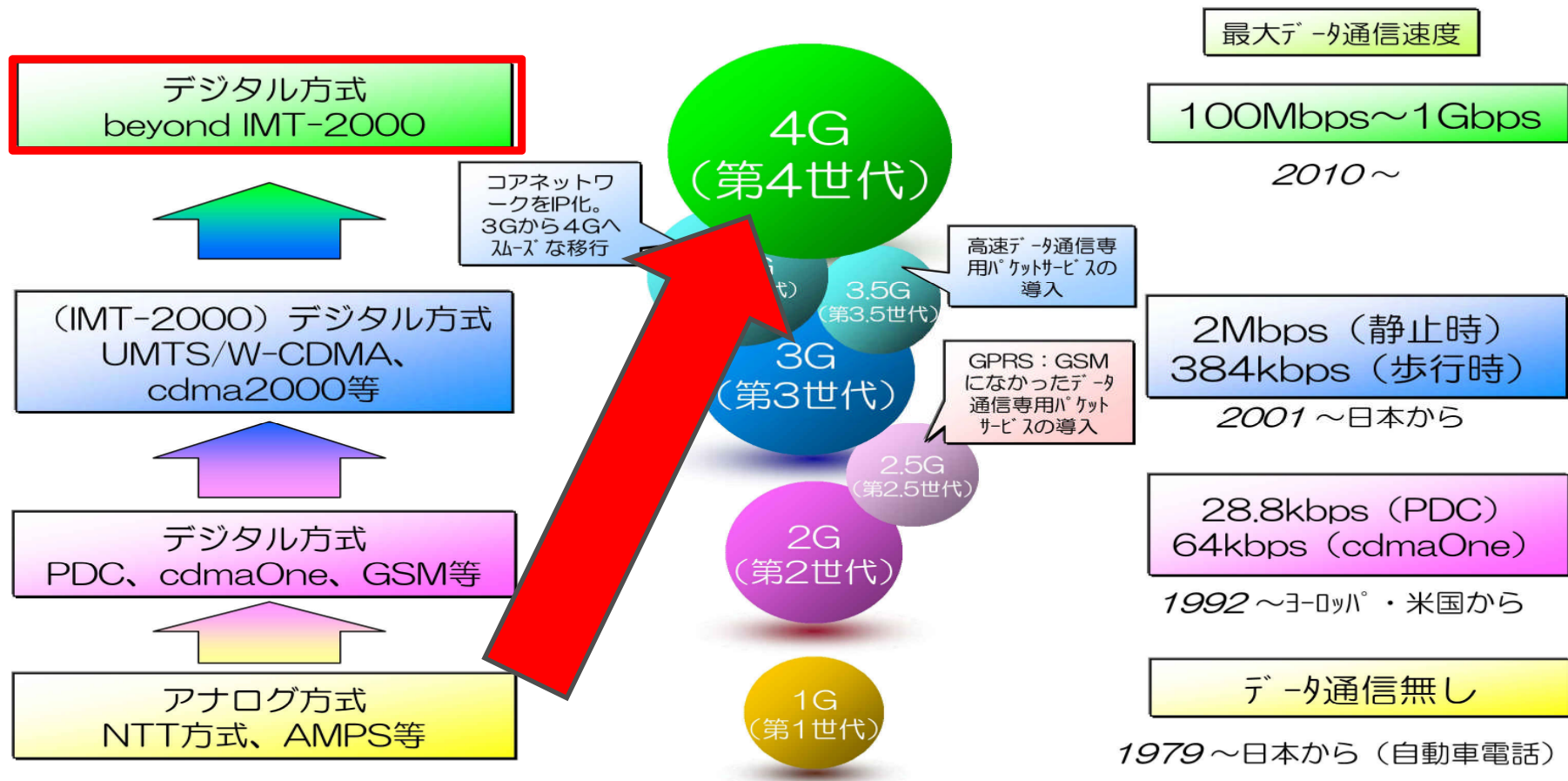
- LTEを採用した携帯
- オールIP化が大前提の規格
- 3GPP (Third Generation Partnership Project) が標準化を進めている
- 特徴:
 - 柔軟なシステム帯域幅
 - 5MHz幅のみだったが、1.4～20MHzまで6通りのシステム展開可能
 - FDDとTDDの調和コンセプト
 - 同一の無線アクセス方式を採用し、最大限の共通性を確保
 - 下りリンク無線アクセスに適応型OFDMを採用
 - IEEE802.11nで使われているMIMO技術と親和性が高い
 - 上りリンク無線アクセスに、ダイナミックな帯域割り当てによるシングルキャリア-FDMAを採用
 - 高度なマルチアンテナ技術の採用
 - MIMO技術の採用(HSPA+時点で採用されている)

日本の状況

- 今年の10月頃ドコモからLTEへ一括移行。対応端末が発売される予定。
- ソフトバンクは2011年月頃に一括移行する予定
- auは独自路線で仕様を段階的に変更し、少しずつ高速化し2012年LTEに移行

携帯電話方式の変遷

携帯電話方式の変遷 1Gから3G、3.5G、4Gへ



4Gの取り組み

- フェーズ1:
 - マルチキャリアEV-DOの開発
- フェーズ2:
 - 音声通信容量の向上(オールIPでのVoIPを想定)
 - 最大通信速度の向上(下り100Mbps~1Gbps、上り50 Mbps以上を目標)
 - 周波数利用効率の向上
 - 接続時間の短縮
 - ビット単価低減によるインフラコストの抑制
 - 現行システムとの互換性維持

4G携帯

- 次世代規格の標準化のため4GのことをBeyond 3G(またはSystems beyond IMT-2000)と呼ばれていたが、2005年10月に正式名称が「IMT-Advanced」となった。
- 広帯域で20Mbps以上の伝送を実現
- あらゆる情報を扱い、モノとモノの通信を実現
- ユビキタス社会がもっと近づく

- しかし現在4Gはまだ標準化推進中のため明確な規格はない
- 将来的には2規格のどちらかが4G規格となる可能性
 - 3GPPではLTE-Advancedの標準化推進
 - IEEEではモバイルWiMAXの発展規格であるIEEE 802.16mの標準化推進

番外編

新世代のケータイOSとは?プラットフォームとは?

携帯OS

- Android
- LiMo Platform
- iPhone OS
- Windows Mobile
- Symbian OS
- BREW
- BlackBerry

LiMo Platform

- Linux Mobile Foundation(LiMo Foundation)
- 2006年6月にLinuxベースの携帯電話向けソフトウェアプラットフォームが構築された
- 携帯電話会社と携帯電話メーカーで共有し、開発コストを下げるために作られた
- 採用会社はモトローラ、NEC、NTTドコモ、パナソニック モバイルコミュニケーションズ、サムスン電子とボーダフォンの6社
- アプリケーションはC/C++で開発
- 日本で高いシェアを誇る



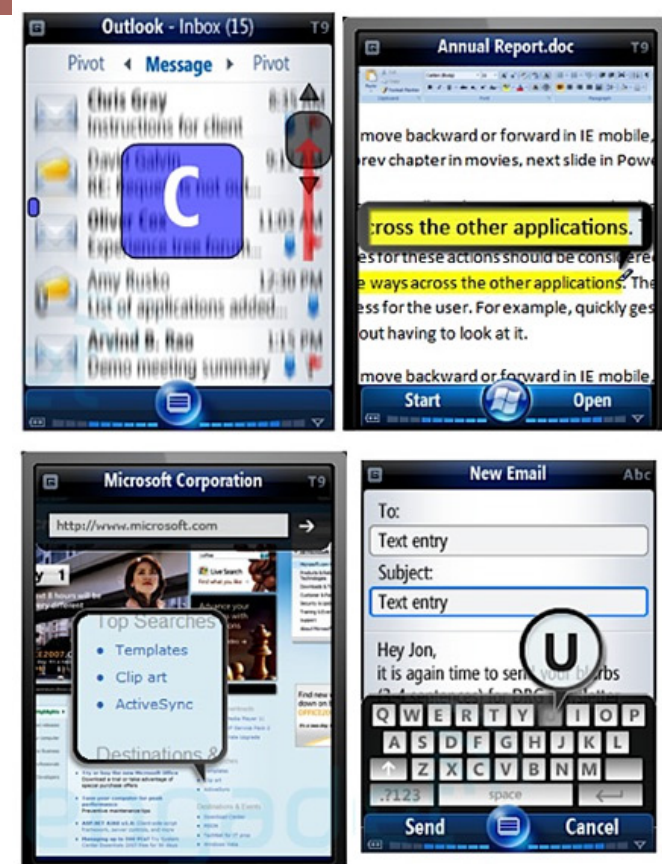
iPhone OS

- 日本でおなじみApple社が開発
- 音楽プレイヤーのiPodを高機能にしたiPod Touchを携帯電話機能を利用可能にした端末
- 日本ではソフトバンクのみで販売
- OS自体を修正することはできないがアプリケーションをアップロードし販売できる
- アプリケーションはObjective-C/C++で開発



Windows Mobile

- もちろんMicrosoftが開発
- 携帯端末向けに最適化したOSとアプリケーションをパッケージしたソフトウェア
- 単体販売はしていない携帯端末と一緒にになった形で販売される
- パソコンとの親和性が良いため、法人を中心に利用



Symbian OS

- シンビアン社から提供
- 現在スマートフォン市場で最もシェアを持つモバイルプラットフォーム
- もともとはPDA向けのOSであった
- アプリケーションはC++を用いたオブジェクト指向プログラムで開発
- 日本では主にシャープと富士通で採用されている



BREW

- 読み方:ブリュー
- BREW: Binary Runtime Environment for Wireless
(携帯電話向けのソフトウェア実行環境)
- クアルコムが携帯電話製造部門を京セラに売却し、
基盤提供に特化したことから開発
- アプリケーションはC/C++で開発
- au 携帯電話で日立・カシオ・サンヨー・東芝が採用

BlackBerry OS

- カナダのRIM (Research In Motion) 社が開発販売
- BlackBerryはポケベルから進化したデバイス
- アプリケーションはMIDP2.0に準拠したJavaで開発
- 世界的にシェアを伸ばしているプラットフォーム



Android

- Googleが開発
- Linux上で動作する
- オープンソース
- プログラムを自由に改変可能
- OSだけで、制御可能なためデバイスフリー
- 自由な開発が可能
- クラウド・サービスを利用できる
- アプリケーションはJavaSE (パソコン向けのJava開発・実行環境)



2010年4月にドコモでAndroid携帯のXperiaが発売されましたね

参考文献

- NTT DOCOMO R&D(研究開発)
 - マルチプルアクセス方式について1.概要
 - http://www.nttdocomo.co.jp/corporate/technology/rd/tech/bn/multiple_access/01/index.html
- 世界の携帯電話市場の動向
 - <http://www.google.co.jp/search?hl=ja&lr=&q=1G+2G+3G+3.5G+3.9G+4G&start=20&sa=N>
- フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』
 - <http://ja.wikipedia.org/wiki/携帯電話>

ご静聴ありがとうございました。