



WiMAXへの期待とその技術

インテル株式会社

研究開発本部

竹井 淳

本日の内容

- **WiMAX技術の概要**
- **WiMAXフォーラム***
- **WiMAX普及への期待**





WiMAXの概要

いつでも、どこでも、どんな機器でも

需要

全てのコンピューティング機器は通信し
全ての通信機器はコンピューティングを行う
全てを半導体で可能に

コンピューティング

コミュニケーション

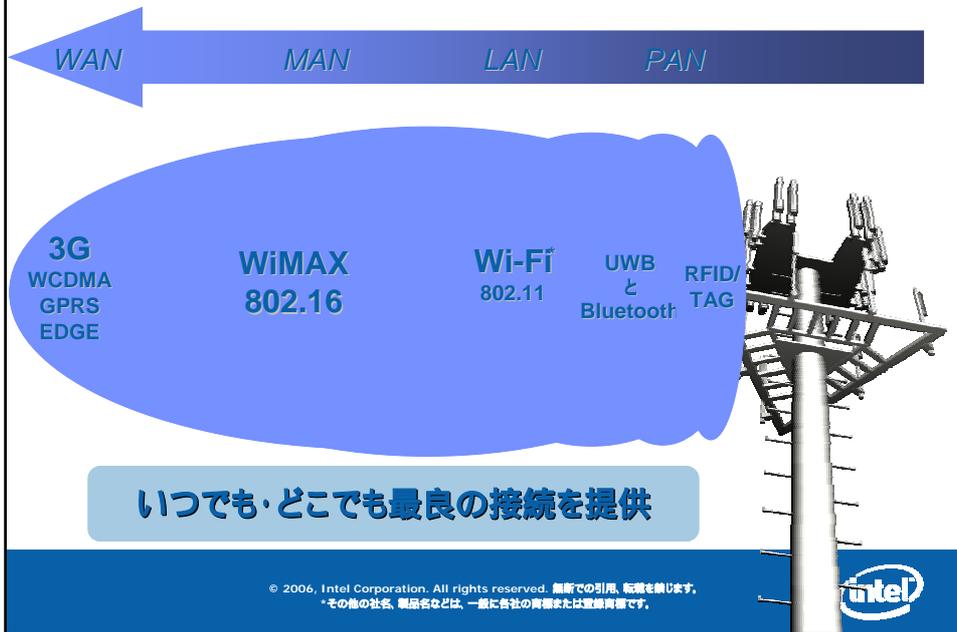
革新

いつでも
どこでも
どんな機器でも

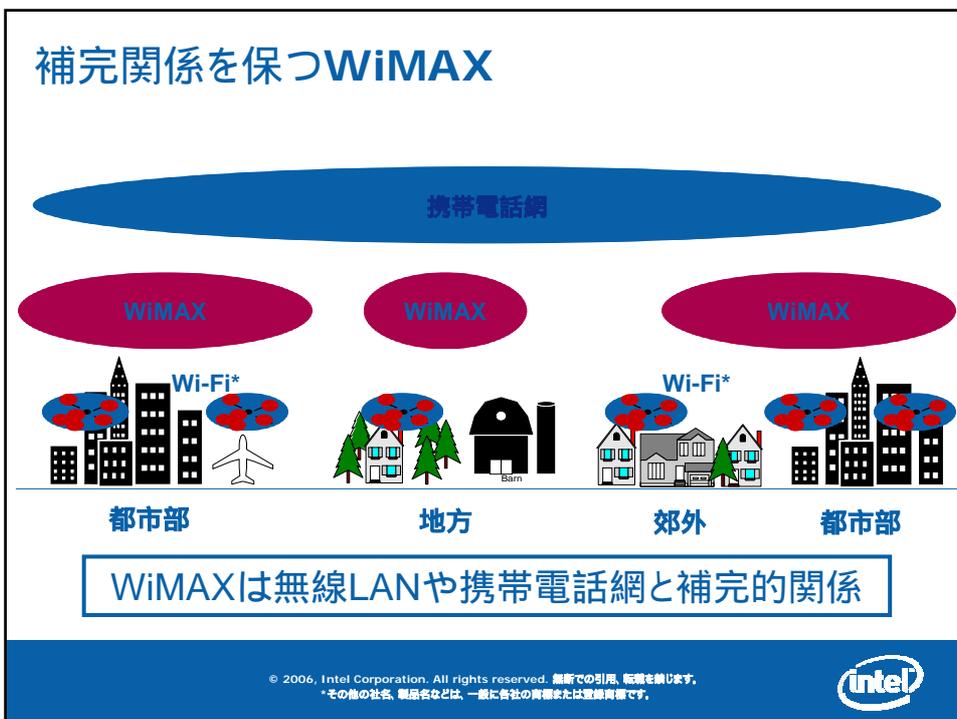
© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



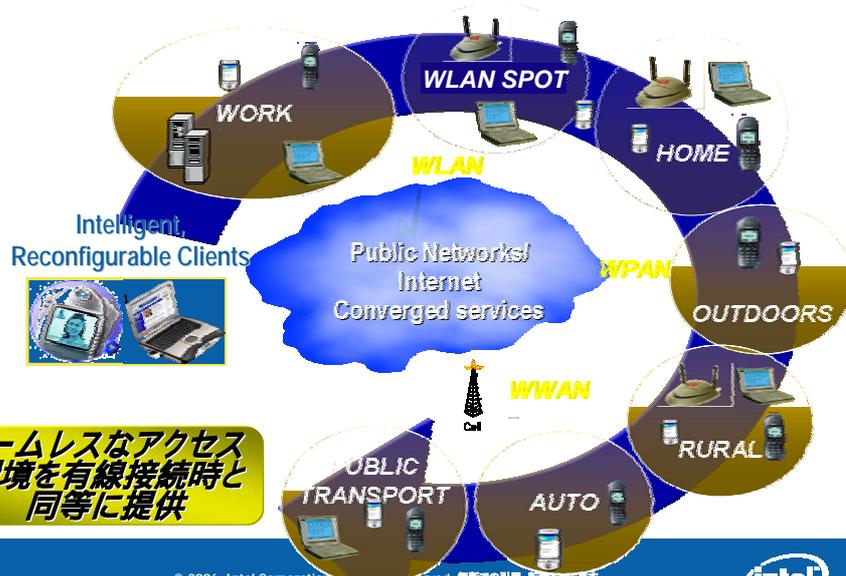
ワイヤレス・ブロードバンドの共存



補完関係を保つWiMAX



モビリティとワイヤレスの将来



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
 *その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAX導入の効果

消費者
 パーソナル・ブロードバンド・サービス
 ストリーミング・ビデオ/オンライン・ゲーム
 ビデオ・メッセージ
 位置情報サービス

企業
 モバイル・ワーカ・サービス
 無線LANスポットとSME アクセス
 VoIP over WLAN
 プライベート・ネットワーク

公共サービス
 行政および緊急サービス

開発途上国
 データ/VoIP のラストマイル
 固定/Wi-Fi* のバックホール
 極めて低コストなブロードバンド

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
 *その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAXネットワークの展開

802.16-2004 2005
802.16e 2006

802.16e
20062007+

アクセス

メトロ

モバイル



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



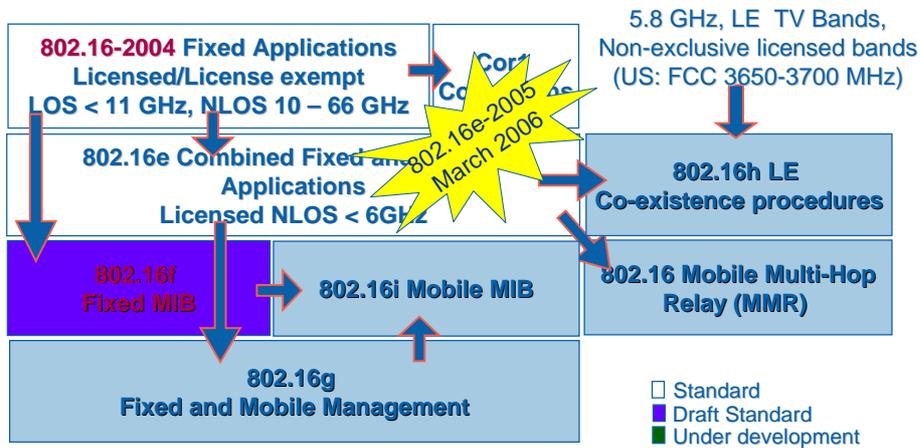
IEEE 802.16仕様概要

| | 802.16 | 802.16-2004 (-16a) | 802.16e |
|---------|----------------------------|---|--|
| 標準化完了時期 | 2001年12月 | 2004年6月 | 2005年12月 |
| 周波数帯 | 10 ~ 66 GHz | < 11 GHz | < 6 GHz |
| 通信環境 | 見通し内環境 | 見通し外環境 | 見通し外環境 |
| 伝送速度 | 最大135 Mbps (帯域幅28MHzの時) | 最大75 Mbps (帯域幅20MHz) | 最大75 Mbps (帯域幅20MHz) |
| 変調方式 | QPSK, 16QAM, 64QAM | ・OFDM ・BPSK, QPSK, 16QAM & 64QAM ・AAS(SDMA), STC & MIMO | ・OFDMA ・QPSK, 16QAM & 64QAM ・AAS(SDMA), STC & MIMO |
| 移動性 | ・固定 | ・固定 ・移動 (歩行速度程度のポータブル) | ・固定 ・移動(歩行速度程度のポータブル) ・移動 (120km/h 程度のモバイル) |
| 帯域幅 | 20/25/28 MHz | 1.25 から 20 MHzまで可変 | 1.25 から 20 MHzまで可変 |

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



IEEE802.16技術標準



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



物理層 – マルチアクセスOFDMA



IPアプリケーションに適したマルチアクセス方式

- 直行する関係にサブキャリアを配置する多重化方式
 - 直行関係を利用しガードバンドを従来より狭くすることが可能となり、周波数利用効率が向上
- サブキャリアへの割り当てを柔軟に行うことが可能
- 柔軟なネットワーク運用を実現

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

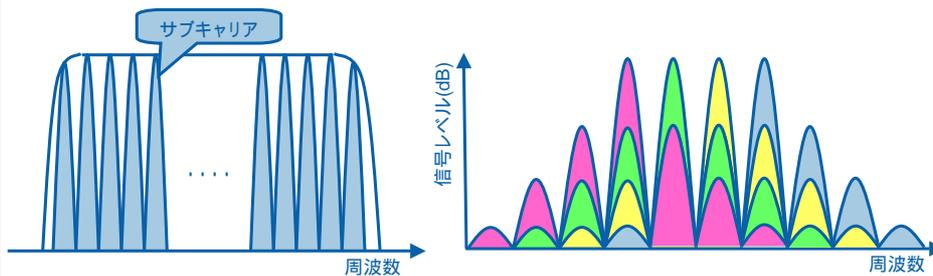


OFDM方式 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

直交周波数分割多重方式

各サブキャリアの信号レベルの和が0になる周波数で区切られる

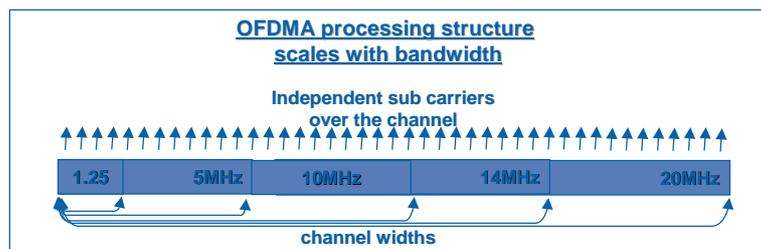
- 各信号の関数が直交関係となる
- 一つの周波数帯を分割し、多数の搬送波(サブキャリア)を詰め込んでデータ伝送
- 干渉などの通信品質低下が少ない
- WiMAX以外では地上デジタル放送で利用



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



物理層における拡張性



Optimal operation across channel widths: 1.25 to 20 MHz

Supports different frequency bands

Compared to CDMA:

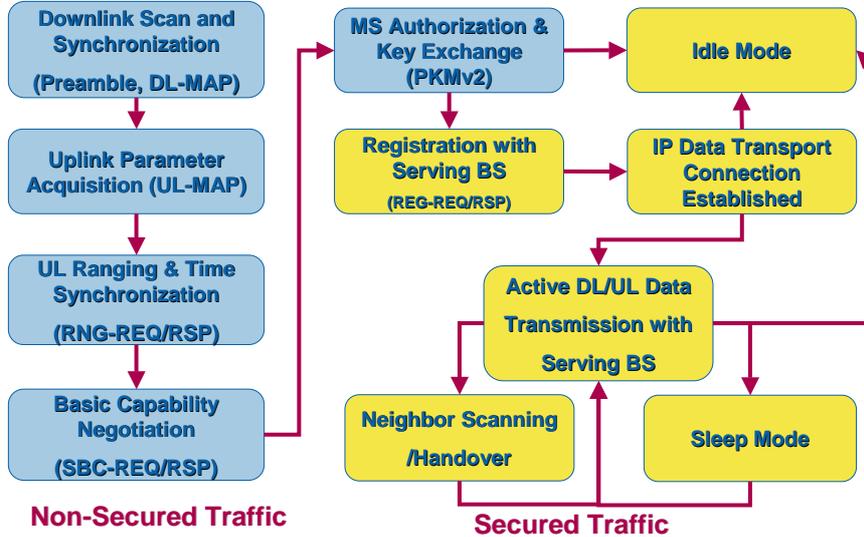
- Scalable processing structures
- Better channel estimation algorithms in frequency selective fading environments

AAS/MIMO: Improves capacity, link budget

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



MAC 層における状態推移図



Mobile WiMAX - Optimized for personal IP broadband

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



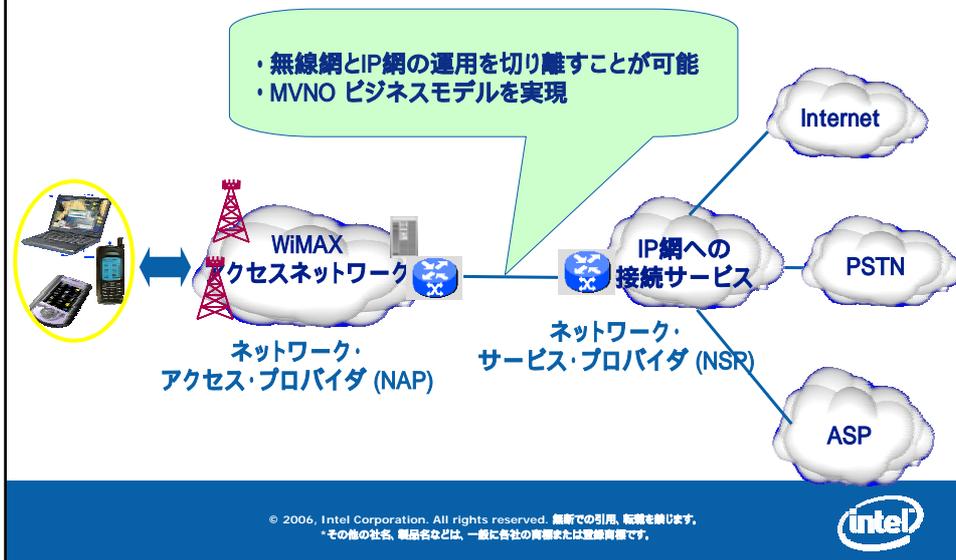
WiMAXネットワークアーキテクチャ

- 統一ネットワーク参照モデル
- IPを用いたアクセスネットワークおよびIPバックボーン
- 機能ごとにモジュールを定義するアーキテクチャ
- MVNOに対応可能なオープンアーキテクチャかつシングルオペレータでも展開が可能
- アクセスネットワーク間でのインターオペラビリティを保証
- IPおよびEthernetをベースにした相互接続環境

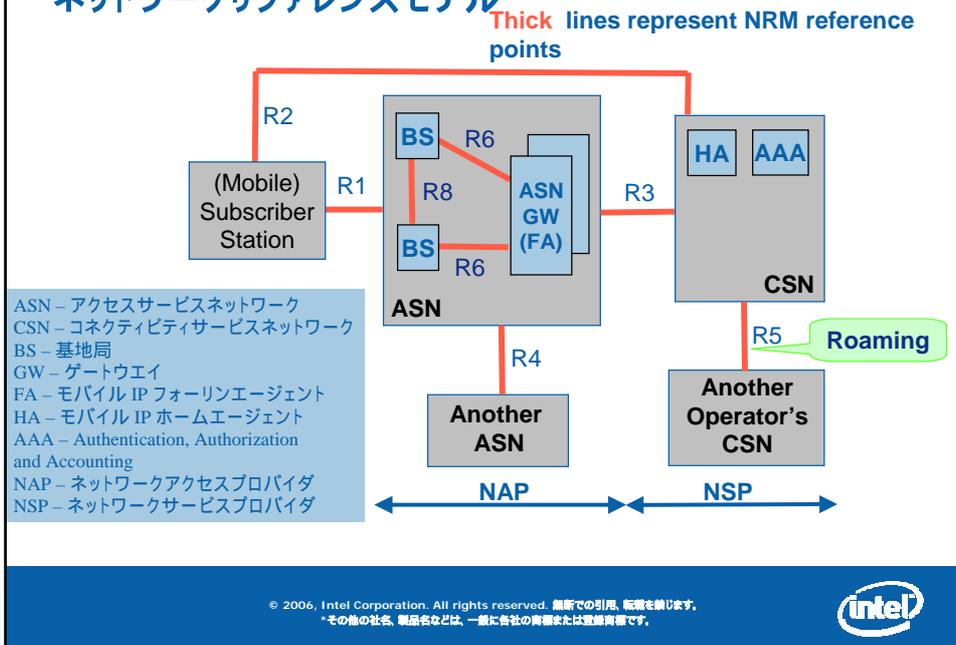
© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAXの標準トポロジー



ネットワークリファレンスモデル



ネットワークエンティティへの機能の割り当て

Architecture is based on framework of functional decomposition

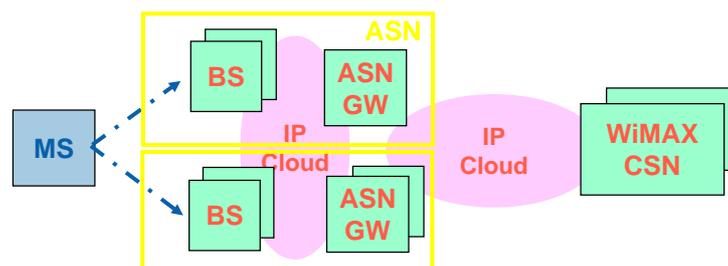
- Features are decomposed into end-to-end functional entities
- Interactions between functional entities are detailed
- Functional entities mapped to MS – ASN – CSN granularity
- Examples:
 - AAA: Supplicant – Authenticator – AAA Proxy – AAA Server
 - Mobile IP: MIP Client – MIP Foreign Agent – MIP Home Agent

ASN 'Profiles' permit mapping to network entities

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



アクセスサービスネットワーク (ASN)

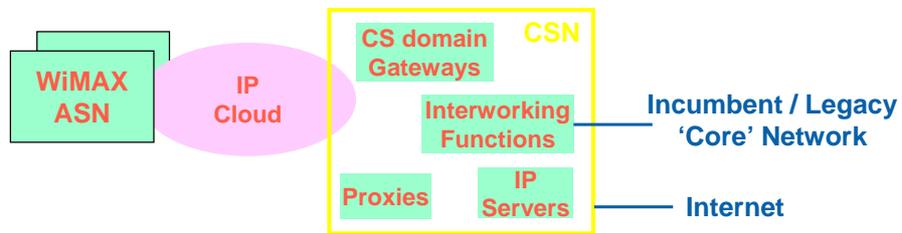


ASN – Logical composition of one or more BS and ASN GW entities
BS represents 802.16 PHY+MAC with an IP backplane
BS and ASN GW inter-connected via an IP cloud
ASN 'profiles' will enable vendor interoperability

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



コネクティビティサービスネットワーク (CSN)



CSN – WiMAX 'core' network

A collection of functions

- Proxies/Relays – e.g. AAA, DHCP, DNS
- Circuit-switched domain gateways – e.g. PSTN – VoIP gateway
- IP Servers – e.g. Location Manager, Policy Manager

CSN can be subsumed by an incumbent IP core network in Interworking scenarios

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



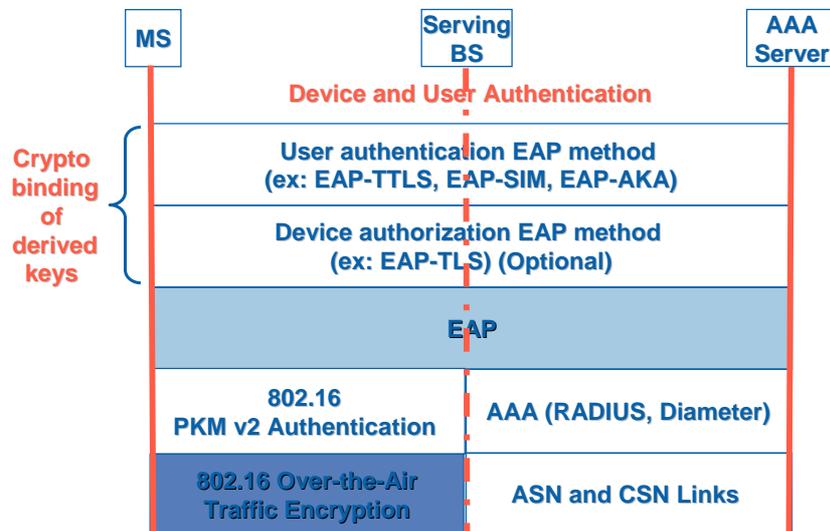
その他の重要な機能

- Security - AAA and roaming
- QoS
- Mobility management

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



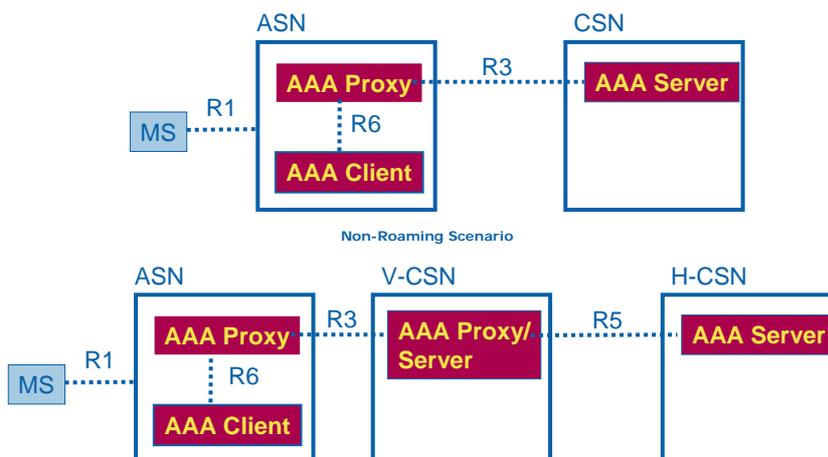
エンド-エンドセキュリティアーキテクチャ



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

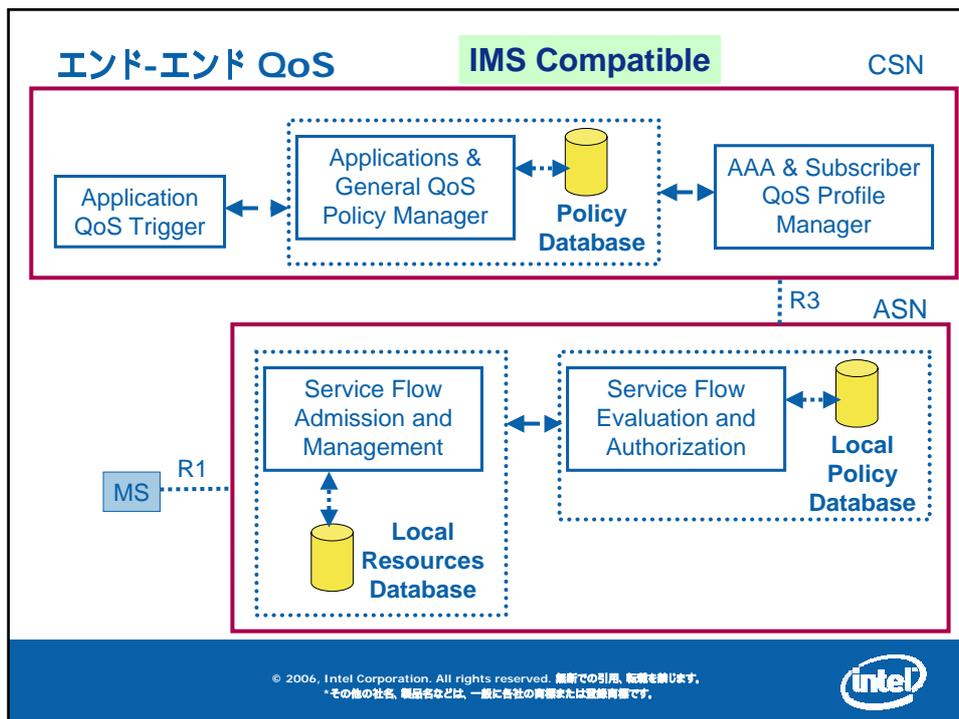


複数オペレータによるローミングフレームワーク



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。





WiMAXが進む道

- 世界に共通するワイヤレスブロードバンドを提供する技術
- 協調を推し進める 世界共通システム
- ライセンスバンドでの利用を進め、周波数のさらなる有効利用を目指す
- 可搬および移動端末による新たなブロードバンドサービスの展開
- デジタルデバイド解消への大きな可能性

4Gへの道

| Key Features | Mobile WiMAX Attributes |
|-----------------------------|---|
| Applications Support | OFDMA optimized for IP, multiple QoS levels, MBS support, IMS ready |
| Throughput and range | Advanced antenna support (MIMO, beam forming) |
| Reliable, optimized links | Advanced FEC, adaptive modulation, compression |
| Flexible Coverage Expansion | Multi-hop relay, flexible ASN configurations |
| Power Optimization | Sleep mode, Idle mode with paging |
| Different tiers of mobility | Range of mobility primitives – Hard to Soft HO |
| Security | Comprehensive AAA framework |
| Manageability | Radio management primitives, support for all standardized management consoles |
| Global Usage | Broad spectrum/bands capabilities, supports different deployment models |

Mobile WiMAX is step to 4G

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に会社の商標または登録商標です。



WiMAXフォーラム*

WiMAXフォーラム*

- WiMAXフォーラムは、2001年4月に通信およびコンピュータ業界のリーディングカンパニーが集い、IEEE802.16技術を用いて、高い性能を提供できる無線IPサービスを構築するために設立
- WiMAXは、IEEE802.16およびETSIのHiperMAX規格に準拠する製品についての性能および相互接続に関する認定を実施

www.wimaxforum.org

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



標準化組織との関係

IEEE 802.16 ワーキンググループ

- 物理層およびデータリンク層の技術仕様の策定を行う
- 802グループの中にあり802.16は、メトロポリタンネットワーク(MAN)を対象とした技術標準を策定し、代表として802.16-2004(固定系向け)と802.16e-2005(モバイル)が存在

WiMAX フォーラム*

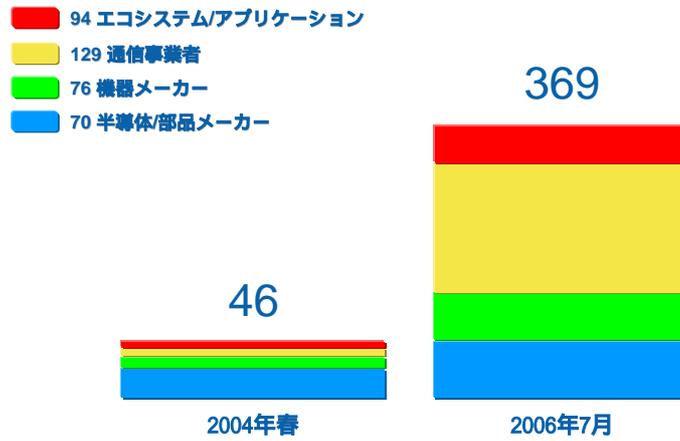
- IEEE802.16を基にする技術の世界での利用促進を目的として作られる業界団体。802.16に基づくシステムが相互に接続可能となるためのプロファイル(パラメータ)の策定と機器の認定認証を実施
- ボードメンバー: Intel (代表)、Alvarion、Fujitsu、ZTE、Aperto Networks、BT、KT、Motorola、KDDI、Samsung、Sprint、Airspan、AT&T、Telecis Wireless

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAXフォーラム*のメンバー

4年以上の活動実績と成長



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



課題: 周波数

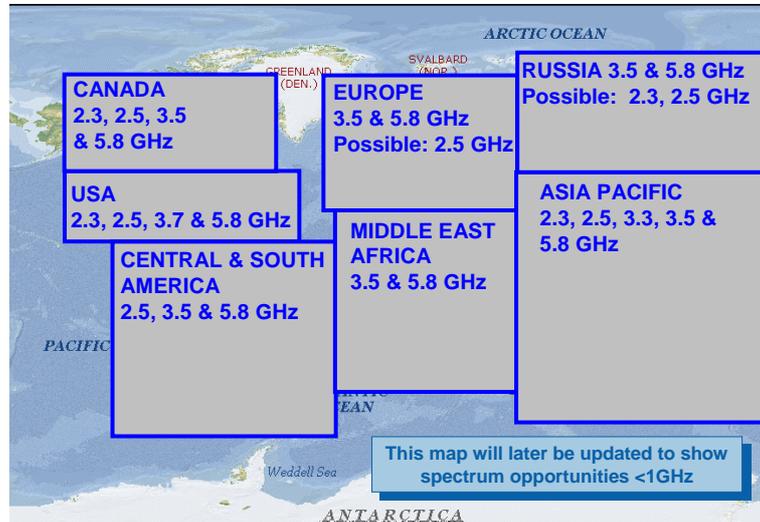


© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

Source: U.S. Department of Commerce



WiMAXフォーラム*が提案する 地域別周波数割り当て(05- 07)



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



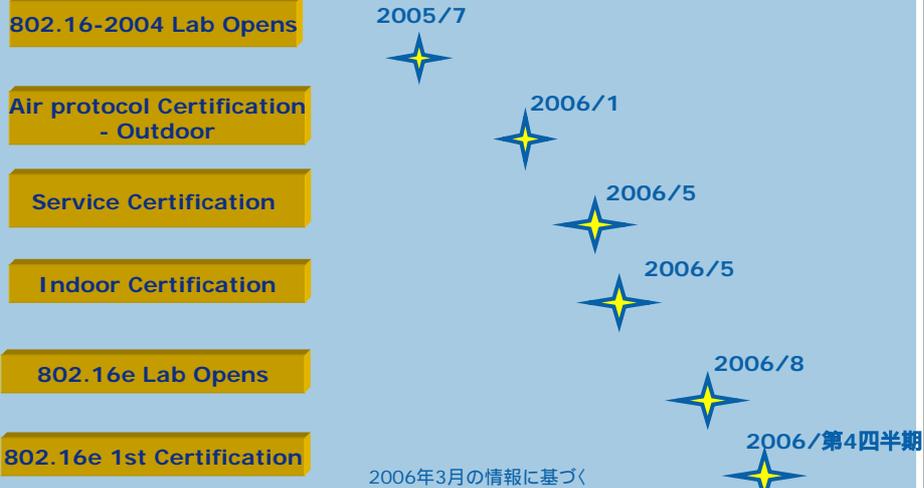
WiMAX 認証プログラム

- WiMAX Forum Certified*
 - 無線およびデータリンク層での実装確認および相互接続試験
 - IEEE 802.16d[-2004] & 802.16e
 - ETSI HIPERMAN
- 認証プロファイルは、利用周波数と方式(TDD/FDD)ごとに策定
- 現在5段階の認証プログラムを準備中
 - 各段階ごとに新規のプロファイルを追加予定
 - リスクを最低限に抑えた展開を準備中

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAX認証のスケジュール



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAX 普及への期待

WiMAXの展開

固定および可搬利用

可搬からフルモビリティでの利用



ラストワンマイル
&
中継回線としての利用



ノートブックPCへの搭載



新規端末
携帯電話での利用

時間

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



IETFにおけるWiMAXをめぐる動き

IPv6 over 802.16 BOF @IETF63

現在正式なWGの設置に向けてIESG(Internet Engineering Steering Group)にて議論が進められている。

Pre-work to form IETF WG

WG objective

The principal objective of the 16ng working group is to identify what limitations and considerations apply to IPv4 and IPv6 adoption over IEEE 802.16(e), and to propose available solutions.

The working group may issue recommendations to IEEE 802.16(e) aiming at improving support for IP

Will collaborate with WiMAX NWG and WiBRO

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAXへの参入を希望するオペレータ Operator Domains Targeting WiMAX

- ワイヤレスISP Wireless ISPs (WISP)
- 新規参入ワイヤレスブロードバンド事業者 'Greenfield' wireless broadband operators
- 有線電気通信事業者 Wireline Telco's (DSL, Cable)
- 携帯電話事業者 Traditional CDMA / WCDMA cellular operators
- **共通のゴール Common Goals:** 高速無線IP接続サービス Offload / Offer high bandwidth IP services
- **ニーズ Need:** IPに最適化されたネットワークアーキテクチャ IP-optimized network systems architecture
- これらのNeedsに対応しWiMAXフォーラム NWGが組織される
- WiMAX Forum Network Working Group (NWG) chartered

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAXに求められる共通要求仕様 Core Functional Requirements

- Fixed, Portable and Mobile usage
- Standalone and Interworking deployments
- Different operator domains
- Different service models
- Consistent client to network interface(s)
- Multi-vendor network interoperability
- Vendor differentiation
- Up/down network scaling
- VoIP, unicast/multicast video, audio streaming, TCP

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



日本の現状

- 総務省ワイヤレスブロードバンド推進研究会 (2004年11月～2005年12月)
最終報告書にて2.5GHz帯の70MHzをワイヤレスブロードバンドの用途に割り当てることを提言
IMT-2000の拡張に確保されていた部分を1年間の議論の結果、ワイヤレスブロードバンドに割り当てることを提言した非常に大きな前進
- 総務省ブロードバンドアクセスシステム委員会 (2006年3月～)
ワイヤレスブロードバンド推進研究会の報告書に基づき、総務省が組織した委員会
2.5GHzの技術規格と必要な制度についての議論が行われている
 - 2006年11月に答申(予定)

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



日本でもモバイルWiMAXの実現に向けて 業界の活動が加速

- 日本の通信事業者とメーカーが、WiMAXフォーラム*で重要な役割を担う
- 通信事業者が、モバイルWiMAXの導入に向けて取り組みを強化

KDDI*

KDDIは、国内で初めて、無線通信標準IEEE802.16eに準拠した無線システムであるモバイルWiMAXの実験システムを開発し、大阪地区中心部において、同システムの性能評価などを目的とした実証実験を実施してきました。この程、市街地環境での実用化が可能であることを確認するとともに、オールIPベースの「ウルトラ3G」実証システムとの接続実験にも成功しました。

(2006/2/16)

NTTドコモ*

NTTドコモ(以下ドコモ)はワイヤレスブロードバンドサービスの実用化に向け、広帯域移動無線アクセス技術の一つとして注目されているIEEE802.16e方式(以下WiMAX)の屋外実証実験用無線局の免許を本日、総務省に申請いたしました。

(2006/3/28)

eAccess*

イー・アクセス株式会社(以下「イー・アクセス」、本社:東京都港区、代表取締役会長兼CEO 千本伸生)は、7月14日、広帯域移動無線アクセス技術のひとつであるモバイルWiMAX (IEEE802.16e、以下「モバイルWiMAX」)の実験用無線局本免許を総務省より取得し、屋外実証実験を開始しましたのでお知らせいたします。(2006/7/18)

アッカ・ネットワークス*

株式会社アッカ・ネットワークス(以下アッカ、本社:東京都千代田区、代表取締役社長:坂田好男、<http://www.acca.ne.jp/>)は新規ワイヤレスブロードバンド方式の候補のひとつであるIEEE802.16e(通称モバイルWiMAX(*1)、以下WiMAX)の横浜市中心部での実証実験のための実験用無線局免許を、2006年10月23日総務省に申請しました。

(2006/10/24)

出典:各社のプレスリリース

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



インテルWiMAX ロードマップ

マルチモード/マルチバンド携帯電話と Ultra Mobile PC
グローバル Centrino PC



マルチモード・グローバル・ローミング

デュアルモード & マルチモード携帯電話
地域毎の Centrino PC
モバイル WiMAX (MIMO) 商用

2008



2007



モバイル WiMAX (MIMO) トライアル
モバイル WiMAX (SISO) 商用

2006



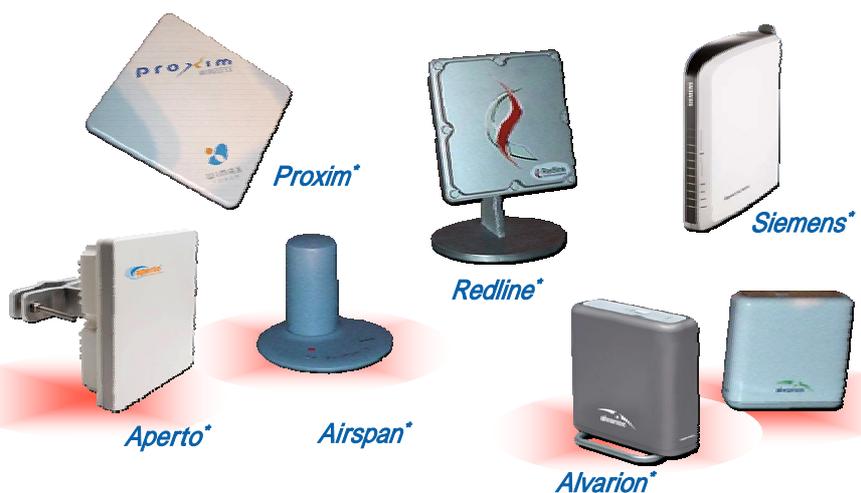
モバイル WiMAX トライアル
固定 WiMAX 商用
150以上の WiMAX トライアル/ネットワーク(予定)

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



WiMAX 802.16-2004

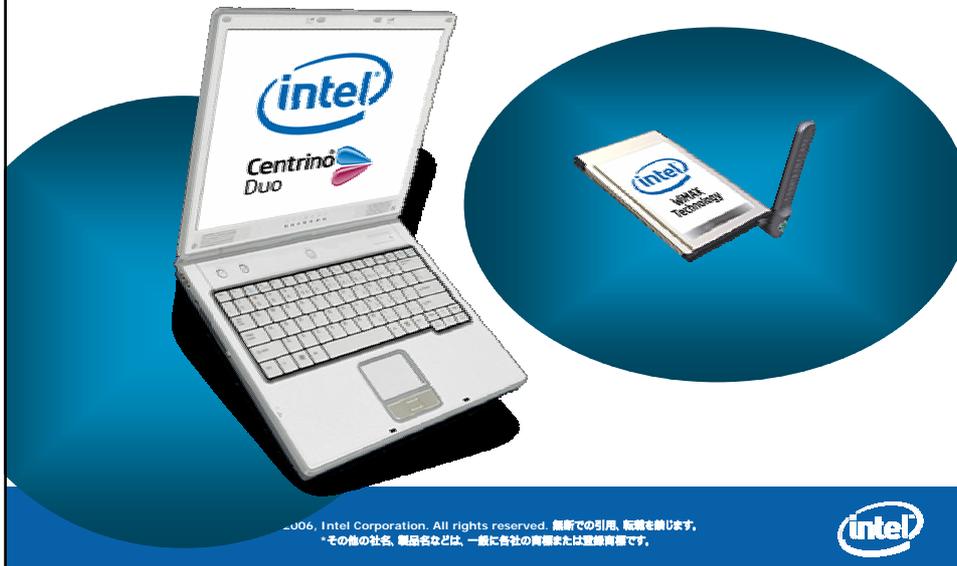
認定済み、相互接続可能な、インテル製品採用機器



© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



インテルの2.3～2.5GHzモバイルWiMAXカード 近日登場予定



まとめ

WiMAXは世界300社以上が賛同する標準技術

- 広範囲に高速な無線ブロードバンド環境を提供
- IPをベースとする技術のため、多様な用途での利用が期待されている
 - ラストワンマイル
 - 無線LANスポットを結ぶ中継回線
 - 企業向け高速ワイヤレス通信回線
- 固定利用、移動利用に加え、移動中の利用もサポート

モバイルWiMAXはワイヤレス・ブロードバンドを実現する手段

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



- © 2006 Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
- Intel、インテル、Intel ロゴ、Intel Centrino ロゴ、Intel Inside ロゴ、Centrino は、アメリカ合衆国および他の国におけるインテルコーポレーションおよび子会社の登録商標または商標です。
- その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。
- 本資料の一部あるいは全体の複製および無断転載を禁じます
- インテル製品は、予告なく仕様が変更される場合があります。本資料に記載されているすべての製品、日付け、および数値は現在の予想に基づくものであり、計画以外の目的ではご利用になれません。

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。



略語集

| | |
|--|--|
| AAA – Authentication, Authorization and Accounting | LOS – Line Of Sight |
| AAS – Advanced Antenna System | LTE – Long Term Evolution |
| AMC – Advanced Modulation and Coding | MBS – Multicast Broadcast Service |
| ARQ – Automatic Repeat Request | MIB – Management Information Base |
| ASP – Applications Service Provider | MIMO – Multiple-Input, Multiple-Output (Antenna system) |
| BS – Base Station | MS – Mobile Station |
| BSC – Base Station Controller | NAS – Network Authorization Server |
| BTS – Base Station Transceiver | NLOS – Non Line of Sight |
| CDMA – Code Division Multiple Access | OFDMA – Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Multiple Access) |
| CQICH – Channel Quality Indication Channel | PDSN – Packet Data Serving Node |
| EAP – Extensible Authentication Protocol | PKM – Privacy and Key Management |
| FCC – Federal Communications Commission | PSTN – Public Switched Telephony Network |
| GGSN – Gateway GPRS Support Node | SAE – System Architecture Evolution |
| HARQ – Hybrid Automatic Repeat Request | SGSN – Serving GRPS Support Node |
| H(V)LR – Home (Visited) Location Register | WLAN – Wireless Local Area Network |
| ISP – Internet Service Provider | |
| LE – License Exempt | |

© 2006, Intel Corporation. All rights reserved. 無断での引用、転載を禁じます。
*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

