

2008 年度卒業論文

山田正雄ゼミナール

WiMAX で何が出来るのか
～無線通信の現状と課題～

日本大学法学部 管理行政学科 4 年

学籍番号：0550148

鎌形一也

はじめに

私事で恐縮だが、先日知り合いに電話口である質問をされた。それは「iPod Touch でメールをしたりネットに繋いだりというのはどうやるのか」といった趣旨のものだった。どうやら彼は iPhone と iPod Touch の使い方を混同していたようで、私は、家で使うなら無線 LAN の環境が自宅に必要で、外で使うには公衆無線 LAN のサービスを利用しなければならない、ということをお話したら、「もう少し分かりやすく頼む」と言われてしまった。そこで、なるべく要点を踏まえて端的に話してあげることによって理解してもらえた。

このように現在の日本では、多くの人々がインターネットを PC 以外の様々な端末から利用しようとしているし、また実際にしている人も多い。それはある意味では近年声高に叫ばれているユビキタス社会というものが実現されたのではないかと私は思う。だが、真のユビキタス社会とは、人々がいつでも意識せずにコンピュータに触れ、ネットワークを利用出来るようになることが必要である。実際インターネットにどのようにアクセスするかとなると、理解している人は途端に少なくなってしまう。多くの人々が、光かそうではないか程度の認識でしかないであろう。その認識が間違っているわけでは決してないのだが、それは主に PC からの有線によるアクセスである。最近では、無線 LAN が家庭用ゲーム機や家電に搭載されたことにより普及してきており、またデータ通信が高速化した携帯電話からもネットにアクセスすることが多くなるなど、無線によるインターネットへのアクセスも広がってきている。もっとも、無線 LAN などはその設定の複雑さから敬遠されがちであり、また様々なインターネットへのアクセス手段が多種混在することもあって、結局人々の認識が追いついて来られていないのだ。これではせっかくの多様なアクセス手段が生かされず、アクセス手段が限定されてしまうだろう。それでは宝の持ち腐れ状態になってしまう。そこでこの論文では、こうした現在主だって使われているインターネットへのアクセス手段を 2009 年中に商用化される新たな無線通信規格「WiMAX」を中心に整理し、ユビキタス社会における無線通信のあり方について考えていきたいと思う。

- 目次 -

はじめに

1 現在使われている主なネットワークへのアクセス手段

1.1 固定ブロードバンドネットワーク

(a) ADSL

(b) FTTP

1.2 ノマディックネットワーク

1.3 モバイルネットワーク

2 最良のネットワークへのアクセス手段はあるか

2.1 各アクセス手段の違い

2.2 有線と無線の相互補完関係

3 新しいアクセス手段～WiMAX～

3.1 WiMAX とは何か

3.2 固定 WiMAX とモバイル WiMAX

(a) 固定 WiMAX

(b) モバイル WiMAX

3.3 WiMAX で何が出来るのか

3.4 導入の課題

4 WiMAX の先にあるもの

4.1 次世代携帯電話

4.2 次世代の各ネットワークの関係

おわりに

1 現在使われている主なネットワークへのアクセス手段

この章では、現在使われている主なネットワークへのアクセス手段をいくつかの分類に分けて、その特性を確認していく。その分類は、端末が固定されている固定ブロードバンドネットワーク。次に、端末の位置が自由に設定できるノマディックネットワーク。そして、移動中でも安定して使えるモバイルネットワークである。この三つの分類仕方の定義は、以下の表の通りである。

表1 固定、ノマディック、モバイルの言葉の定義

アクセス方法	英語表記	内容
固定	Fixed	端末が固定されたシステム。
ノマディック	Nomadic	端末が通信中は静止しているシステム。
モバイル	Mobile	端末が高速移動中においても通信可能なシステム。

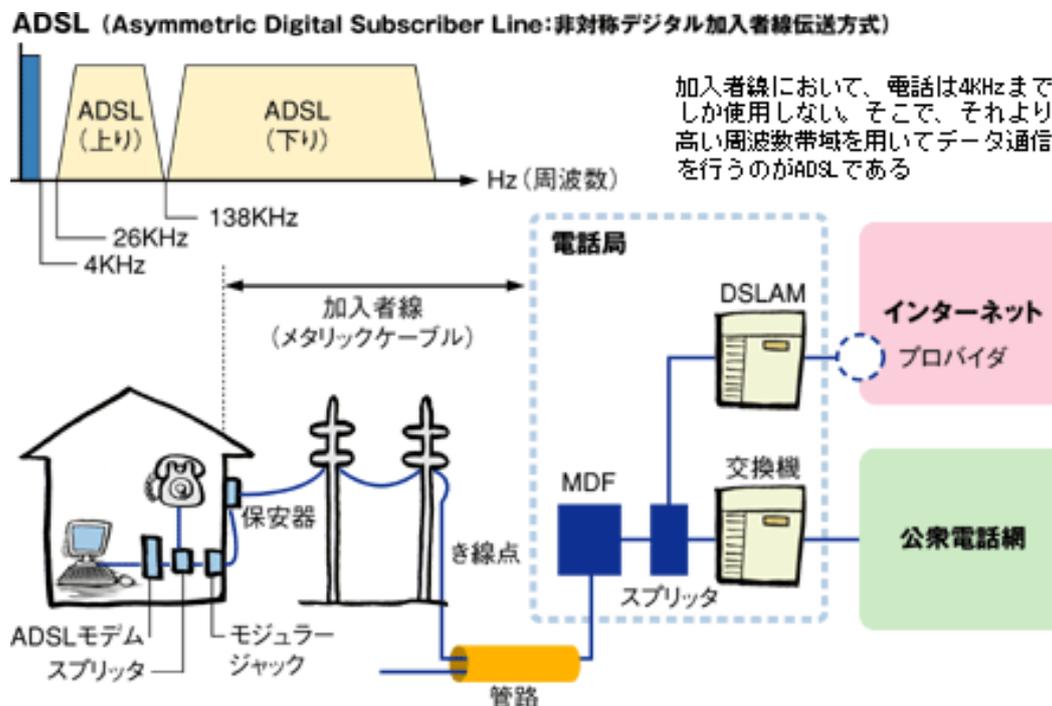
1.1 固定ブロードバンドネットワーク

ブロードバンドとは、広帯域幅を持った高速通信回線のこと、ITU-Tにおいては、1.5～2Mbps以上の伝送速度を持つものと定義されている。また特徴として、定額制による常時接続であることがあげられる。主なものには、ADSLとFTTPがある。そこでこれから、その二つの主な特徴について見ていきたいと思う。

(a) ADSL

ADSLとは、既存の電話線を介して、高速なデジタル通信と、アナログ音声通信とを同時に実現できるものである。これは、既存の電話サービスが一般的な通話を行う場合、0～4KHzの帯域しか使用しないため、通話とは異なる部分の周波数帯域を用いることで、通話への干渉を発生させることなく、この線を用いた高速のデータ通信を実現することが可能となるからである。その仕組みを簡単に表したのが図1である。伝送速度は、下り公称速度で1.5Mbps、実効速度で1Mbps程度であり、その後、技術の向上により下り公称速度は数10Mbpsまで上昇したが、平均的な下り実効速度は数Mbpsに止まっている。ADSLとは、“Asymmetric Digital Subscriber Line”の略で、非対称デジタル加入者線という意味になる。そもそも、データ通信を行う場合、上りと下り、それぞれの周波数帯域が必要となる。それはユーザーがインターネットにアクセスをする際、各種サーバーとの双方向のやり取りが必要となることによるものである。また、上りと下りの通信速度に注目した場合、下り側のほうを高速とする必要がある。これは上りと下りで通信に使う帯域幅が異なるからであるが、これは上りで主に行われるユーザーからのサーバーへの要求データ量よりも、下りにおいてサーバーから送られる映像や画像、音声、テキストなどの各種データ量のほうが圧倒的に多いためである。故に上りと下りの速度が“非対称”なのだ。

図 1 : ADSL の仕組み～キーマンズネット「ADSL の基礎技術と最新拡張規格」より



(b) FTTP

FTTPとは“Fiber To The Premises”の略で、電話線よりも高速で安定した信号を送る光ファイバーによる高速な通信サービスの総称である。“Premises”とは「敷地、家屋、構内、施設」という意味で、加入者のもとまで光ファイバーを通してサービスが提供されることから使われる。一般的には“FTTH”といわれることも多いが、これはサービスの対象が“Home”つまり一般家庭であることによる。そこで、集合住宅や企業などのビルを含む光ファイバーサービス全般を指す総称として、“FTTP”という呼称が考案されたのである。広帯域・定額の常時接続サービスを主に提供するが、音声系サービス、映像配信サービスを併せて提供する場合もある。当初は下り公称速度 10Mbps で開始されたが、その後回線サービスの増強により現在では 100Mbps、最近では 1Gbps とするものもあり、実効速度も、FTTH では公称速度の 50%~70%が一般的である。ADSL と比較して、中継局からの線路長が長くても伝送損失の影響が少なく、またラジオ放送などのようなノイズ源からの干渉等の外部からの影響も受けない。それらを原因とした速度低下や切断も少なく、安定した通信が可能である。おおよそ収容局から加入者宅までの距離は 20km 程度まで通信可能である。

1.2 ノマディックネットワーク

続いてこの項では、端末の位置を自由にできる無線 LAN について見ていきたい。これは、前の項の ADSL などが、有線で構築していた LAN を電波によって無線で構築できるもので、IEEE 802.11 諸規格に準拠した機器で構成されるネットワークのことを指す場合が多い。1997 年 6 月に IEEE802.11 規格が統一され、さらに転送速度を 11Mbps に高めた規格が 1999 年 IEEE802.11b として決まると、有線と遜色ないスピードになった事や価格が安くなったことで普及が進んできたのである。この 802.11b と同時に、異なる周波数帯を使用した、転送速度が 54Mbps という 802.11a も規格化され、また 802.11b と互換性を持ちながら 802.11b と同じ周波数帯で 54Mbps という 802.11g 規格も策定され、現在は転送速度が 100Mbps 以上の 802.11n という規格が標準化策定中である。

一般的な使用法は“Infrastructure モード”と呼ばれ各端末に無線 LAN 子機（カードタイプや USB タイプがある）を取り付け、子機から「ベースステーション」と呼ばれる中継機器を経由して通信を行なう（図 2）ものである。ベースステーションからはおよそ 100m の範囲内で通信が可能であるため、一般家庭だけでなく、オフィスなどにおいても広範囲にケーブルを配線する必要も無く、端末のレイアウトが自由にできるなどのメリットがある。

図 2 無線 LAN の仕組み（Infrastructure モード）



1.3 モバイルネットワーク

モバイルネットワークとは、最初に定義づけしたように、高速移動中も安定した通信ができるものであるが、その主なものには携帯電話がある。特に第 3 世代方式、いわゆる 3G とされる携帯電話のデータ通信機能によるものをここでは扱いたいと思う。3G とは、ITU によって定められた IMT-2000 規格に準拠したデジタル携帯電話の方式の総称で、以前の第 2 世代携帯電話方式と比較して、高速なデータ通信が可能となっており、定額制の導入によ

って高音質な通話や動画の配信、およびテレビ電話機能など、さまざまなマルチメディア通信サービスが提供可能となっているのである。日本においては、NTT ドコモの「FOMA」、ソフトバンクモバイルの「SoftBank 3G」、au (KDDI) の「CDMA 1x WIN」がある。このうち、ドコモとソフトバンクは“W-CDMA”、au は“CDMA2000 1x” と呼ばれる方式を採用しているが、ベースとなる技術はある程度同じで、そのスペックとそれを実現するための技術概要が違ってくるのである。

また、近年ではインターネットの普及に伴った、いわゆる大容量のリッチコンテンツの増加に伴って 3G ネットワークの高速化が進められている。いずれも今までの通信方式の拡張版であることから、3.5G と呼ばれている。W-CDMA のネットワークをそのままにして、理論上は最大 14Mbps での高速データ通信が可能になる技術である HSDPA と CDMA2000 のネットワークをそのままに高速データ通信が可能になる CDMA2000 1x EV-DO Rev. A がある。HSDPA が下り速度の高速化に特化した(下り最大 3.6Mbps)ものであるのに対し、CDMA2000 1x EV-DO Rev. A は上り速度の高速化にも対応(下り最大 3.1Mbps、上り最大 1.8Mbps)している。

2 最良のネットワークへのアクセス手段はあるか

ここまで、現在主に使われているインターネットへのアクセス手段を見てきたが、そのいずれも定額と通信速度の高速化が行われていることがわかる。これは、ユーザーが質の高い大容量のコンテンツを欲し、自らも多くの情報をインターネットを通じて発信しようとしていることで、特に無線が絡んだ通信技術は、いずれも光回線並みの速度を実現しようとするために、技術開発が進んでいる状態である。だが、そのために多種多様なアクセス手段が現在乱立することになったとも言える。そこで次章において、各々のアクセス手段を比較し、どういった使い方に向いているのか考えてみたい。

2.1 各アクセス手段の違い

まず固定ブロードバンドでは、やはり有線であるために通信の安定性が高く速度が出るのが一番のメリットである。また有線による LAN の規格はイーサネットといい、IEEE802.3 規格として標準化されているため、有線 LAN はすべてこの規格であることから互換性は高い。ただ、デメリットとしてはやはり有線であるが故にその配線の煩雑さがあげられるだろう。

次にノマディックの場合だが、これの最大のメリットは無線であることである。端末のレイアウトや数の増減などが有線よりも自由に簡単にできるのは非常に利便性が高いといえる。だが、無線ゆえに干渉による通信の不安定さや速度の低下は免れない。また、無線 LAN のネットワークは何も対策がなければ“ただ乗り”や、内部のネットワークへの不正なアクセスができてしまうため、そうした進入対策として、セキュリティをまた新たに設定

する必要がある。

そしてモバイルの場合だが、ノマディックよりも安定性は高いが、速度は劣る。これはモバイルが無線でも電話としての機能第一のため、安定性が強く求められるからである。その例として、“ハンドオーバー”という無線の基地局と基地局の間をまたがって移動しても安定して通信ができる機能が搭載されている。

これらを見ると分かるように、各々はそれぞれメリットとデメリットを持っている。そこで、各々の特性上手く活かし、相互に補完するような使い方が求められるのである。

2.2 有線と無線の相互補完関係

では、各アクセス手段の特性を活かせる最適な使用方法とはなんだろうか。固定の場合はその安定性の高さから、途切れては困るような通信が行われている部分だろう。例えば、サーバー間など、リアルタイムでデータのやり取りをしていて且つそのデータが損失した場合多大な影響を被るような通信の場合は、安定性の高いケーブルによる有線ネットワークが最適であろう。無線 LAN の場合は、オフィスや学校などで、多くの人を使う場合ならば、様々な場所から自由にネットワークにアクセスできるようになり、且つセキュリティ上も万が一の事態には限定された組織の中での出来事なので原因が特定しやすいことから管理もしやすいだろう。そしてモバイルなら、ケーブルが引けない、無線 LAN の範囲に届かない所での使用など、固定や無線 LAN の使えないエリアを補完するという形が、効果的にネットワークへのアクセスが出来る形であろう。

だが、モバイルに関しては速度に関して高速化へのニーズも高く、また 1 章で述べたように技術の進歩によって、より安定した高速通信ができるようになっていくことから、徐々に、メリットを持ち合わせた新しい技術が出てきつつある。現在最も近い時期に商用で実用化されるのが“WiMAX”である。そこで、続く第 3 章でその WiMAX について見ていきたいと思う。

3 新しいアクセス手段～WiMAX～

3.1 WiMAX とは何か

そもそも、WiMAX とは何なのだろうか。これは「Worldwide Interoperability for Microwave Access」を略した用語である。その歴史は、1999 年に IEEE の 802.16 というワーキング・グループ（以下 WG）が設立されたことに始まる。この WG は、大きな都市規模のエリアにおいて、固定、あるいは移動中に高速無線通信を提供することを目的とするものであった。これを MAN（Metropolitan Area Network、都市域通信網）といい、当初は固定無線アクセス（FWA: Fixed Wireless Access）、とって特定の場所から都市全域をカバーできる無線アクセスを確保することが目的だった。それらの仕様をまとめた規格が 802.16-2004 であり、これを固定 WiMAX と呼ぶ。これに高速で移動しながらも通信が続けられる機能を追加

した、802.16e という規格である、モバイル WiMAX の二つを総称して WiMAX と呼ぶのである。

また、WiMAX は、その運用性を高めるために相互接続性が確保されている。それを行うのは、企業が合同で設立した認証機関である“WiMAX フォーラム”である。こうした相互運用性の確保は、新規参入への障害をなくすことや投資コストの低減など、多くのメリットがある。

この WiMAX は無線を用いた技術であることから、特定の周波数帯を使用する必要がある。その周波数帯に関しても WiMAX フォーラムにおいて世界各国でどの帯域を使用すべきかをターゲットングしている。それは主に、2.5GHz 帯、3.5GHz 帯、5.8GHz 帯が挙げられている。だが、日本では別の用途で使われているため、総務省が主導で電波帯の再編を行い、2.5GHz 帯が割り当てられることになった。

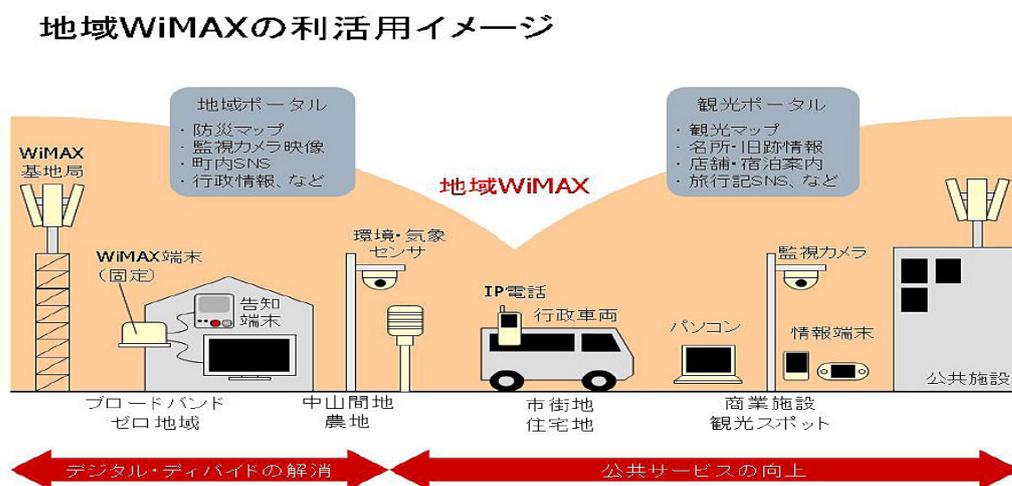
3.2 固定 WiMAX とモバイル WiMAX

続いてこの項では、固定 WiMAX とモバイル WiMAX それぞれの特性を見ていきたいと思う。

(a) 固定 WiMAX

FWA 向けの規格である IEEE802.16-2004 に基づく固定 WiMAX は、伝送速度が使用上最大で 37Mbps と、ADSL を上回るものである。その電波の到達距離は最大で約 48km とされている。ただし、これは放送塔などの高所にアクセスポイントを取り付けた場合で、一般的な利用環境では、5~8km 程度が限界とされる。この特性から、無線基地局から自宅までのインフラ（ラストワンマイル）が有線では整備づらい山村や離島地域でのブロードバンドアクセス手段として使われる。これを日本では、「地域 WiMAX」（図 3）と呼んで各地方に普及させようとしている。

図 3：地域 WiMAX の利活用イメージ～RBBTODAY 記事「ユビテック、地域 WiMAX ソリューション事業を本格化～導入と利活用の支援事業を開始」より



(b) モバイル WiMAX

一方 802.16e という規格によるモバイル WiMAX は、モバイル用途を主眼にしているため、基地局からの通信範囲は半径約 1k~3km であるが、その代わり携帯電話のように、ハンドオーバーで接続する基地局を切り替えながら連続して、しかも高速移動中でも通信ができる。さらに伝送速度は使用上最大 75Mbps とされ、携帯電話に比べて非常に高速で通信が出来る。その使い勝手としては、現在の携帯電話からインターネットへ接続するのとほとんど変わらず、無線通信で常時接続型のブロードバンドサービスとして提供されることが予想される。

3.3 WiMAX で何が出来るのか

このように、固定とモバイルの 2 つの方式がある WiMAX だが、実際にはどのように使うことができるのだろうか。例えば、バックホール回線とあって、街中にある無線 LAN スポットのような場所への回線の確保を WiMAX で行えば、従来では無線 LAN スポット一つ一つに光ファイバーを敷設する必要などから多くのコストがかかっていたのが、WiMAX の無線局一つで無線 LAN のアクセスポイントを 100 局カバーできるため、より低コストで自由に置くことができるようになる。さらに、インテルなどはモバイル WiMAX をチップセットに組み込むことで、ノート PC に現在の無線 LAN のように標準搭載しようとしている。そうなれば、無線 LAN を携帯電話のように自由な移動環境で使いたいという潜在的なニーズに答えられるであろう。

また、WiMAX は MVNO (Mobile Virtual Network Operator : 仮想移動通信事業者) の導入も積極的に行われる。これは、実際に WiMAX 用の免許をうけた移動通信事業者 (MNO : Mobile Network Operator) から無線設備を借りてサービスを提供する事業者で、これによって従来には無いサービスが展開される可能性もあるのだ。例えば、家電メーカーなどが自社の製品に WiMAX を搭載すれば、情報家電が直接ネットワークにアクセスできるようになり、利便性がより向上するであろう。あるいは、広告事業者などが WiMAX を使って様々な場所に大容量な動画を用いた広告を配置することもできる。他にも、カーナビや、ポータブルオーディオ、携帯ゲーム機など、様々な形で WiMAX は利用できる可能性を持っているのである。

3.4 導入の課題

だが、導入にはいくつか課題がある。その一つが価格設定だ。いくら便利であっても、使うのに料金が高ければ、普及することはないであろう。2009 年にモバイル WiMAX の商用化を予定する UQ コミュニケーションズによると、通信設備を持たない MVNO の場合は、契約者回線当たり月額 3300 円としている。これに MVNO の取り分が加わるので、ユーザー料金は最終的に 4000 円台前半になると見られる。自前で通信設備を保有する MVNO の場合でも、契約者回線又は端末 1 台あたり 1900 円を払う必要があるため、MVNO が定額料金を設定

する際の下限がここになってしまう。これは現行の 3G のサービスと利便性などの面も含めて考えると少々割高感は否めない。だが、これは想定が PC からインターネットをフルに利用するようなケースであるため、通信量が少なくなるサービスの場合などは料金を下げることが検討されるであろう。また、事業が軌道に乗り次第、適宜 MVNO 向けの料金プランも見直していくという。

4 WiMAX の先にあるもの

このように、WiMAX はこれまでの技術でカバーできなかった分野を埋めることができるため、既存の技術と上手く併用し、普及していけば非常に有益な使い方ができるであろう。だが、既に WiMAX を超える技術が開発されつつある。それが次世代の携帯電話システムである。

4.1 次世代携帯電話

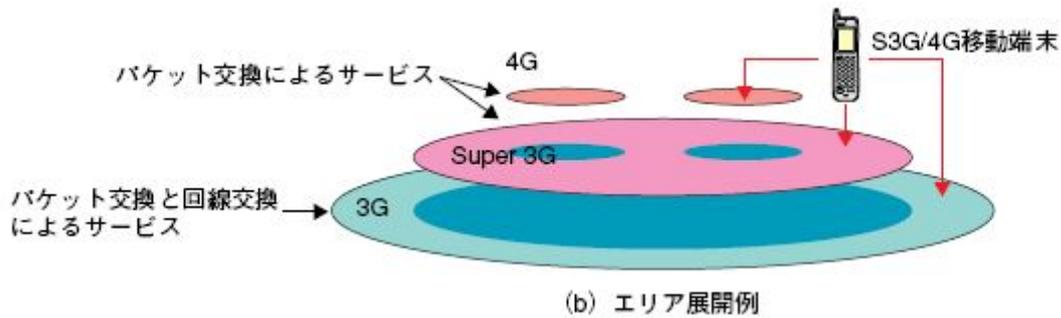
現行の第 3 世代携帯電話システムの次世代であるから、当然第 4 世代 (4G) と呼ばれるシステムである。だが、これに関してはあまり決まっていることは少なく、通信速度 1Gbps を目指すことと、現行の 3G の周波数帯と異なる周波数帯を使うという程度のことしか決まっていない。だが、現行の 3G の技術を可能な限り引き上げて 4G に近づけるための技術が開発され、実用化に向かっている。それが、“3.9G” と呼ばれるものである。

3.9G とは、データ通信に LTE (Long Term Evolution) と呼ばれる技術を採用した携帯電話システムで、その通信速度は最大で 300Mbps と光回線並みの速度が出るものである。ここまでくると、携帯電話としてよりもデータ通信端末として非常に有用性が高いものとして扱われるだろう。無線で光回線クラスの出しつつも、無線 LAN のような複雑な設定を必要としない携帯電話のシステムは、非常に利便性の高いものとなるであろう。

4.2 次世代の各ネットワークの関係

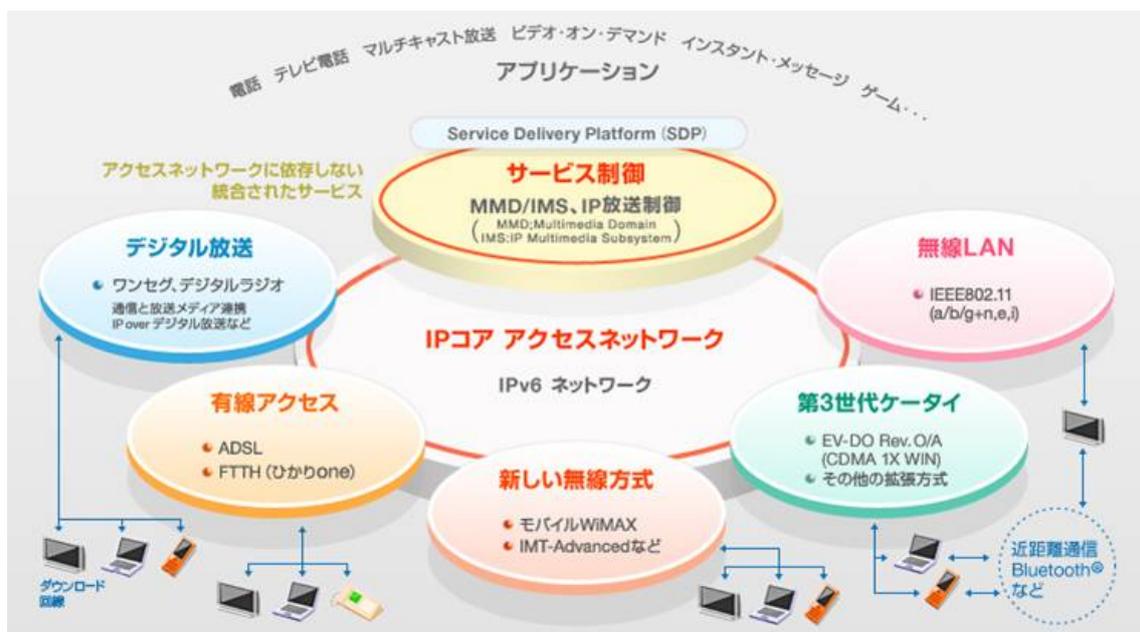
もっとも、3.9G は現行の 3G を置き換えるものではなく、端末は現行の 3G 機能も備えたデュアルモード端末になることが前提となる。通信エリアは 3G エリアにオーバーレイする形態になる (図 4) とされている。これは、さきほども述べたように携帯電話自体にはそこまで高速化するニーズが多くはないであろうからである。そこで、3.9G の無線アクセスを収容するコアネットワーク (通信事業者間を結ぶ基幹回線) を、All-IP ネットワークをとすることで、安価かつ柔軟なネットワークを構築していく事が出来る。そうして All-IP ネットワークを 3.9G に導入する時点で、4G 無線アクセスの収容が可能な構成としておけば、4G の導入もスムーズに進められる。

図 4：次世代携帯電話ネットワークのエリア展開例～NTT ドコモ Super3G の技術動向より



また、ネットワークへのアクセスのコアの部分を全て IP 化することで、ネットワークに関わる様々なものが共通した仕様のもとで扱えるようになる。それは、WiMAX だけでなく無線 LAN や有線アクセス手段や携帯電話システムに、地上波デジタルテレビ放送なども入るのであろう。そして、仕様が共通ならばこれらがシームレス、つまり途切れることなく繋がって、ネットワークへのアクセス手段に縛られないサービスが提供できる（図 5）ようになるはずである。例えば、自宅でネットからダウンロードした映画を見ていて、出かけるときにはそのまま続きを携帯で見られるようになるなど、自分のやりたいことが、ネットワークへのアクセス手段にとらわれなくなるのだ。

図 5：次世代のネットワークの関係～KDDI 「ウルトラ 3G」 コンセプトより



おわりに

結局、WiMAX とはやがて来る新たな技術によって歴史の影へ追いやられてしまう存在なのだろうか。私はそうではないと考えている。実際、地域 WiMAX のような、地方でのアクセス手段としては確実に残っていくであろうし、そのほかの地域でも、ノート PC などに搭載されればそれは残っていくだろう。だが、問題はそこではないのではないだろうか。WiMAX を含め、ネットワークへのアクセス手段が大事なのではなく、最終的に人がネットワークへアクセスして何がしたいかが最も重要なことなのだと私は考えている。そのためには、多様なアクセス手段が確保されていることは必要であるし、それらのアクセス手段を意識せず自由に、途切れることなくシームレスに使える必要があるであろう。そうすれば、それはまさに人々がいつでも意識せずにコンピュータに触れ、ネットワークを利用出来るようになる、真のユビキタス社会が訪れるであろう。

参考文献・URL

【書籍】

ボイスワーク 『図解 WiMAX がわかる』 株式会社技術評論社 2008年9月10日初版第1刷発行

庄納崇 『ワイヤレス・ブロードバンド時代を創る WiMAX』 株式会社インプレス R&D2005年12月1日初版第1刷発行 2007年7月21日第1版第3刷発行

ローレンス・ハーテ 訳 NTT データユビキタス研究会 『WiMAX 入門』 NTT 出版株式会社 2007年12月5日初版第1刷発行

【URL】

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/keyword/index.html> ITpro Keyword 最新IT用語解説

<http://techtarget.itmedia.co.jp/tt/past/> TechTargetジャパン

<http://www.rbbtoday.com/> RBBTODAY (ブロードバンド情報サイト)

<http://www.kddi.com/index.html> KDDIホームページ

<http://www.uqcommunications.jp/> UQコミュニケーションズホームページ