

山田正雄ゼミナール

2009年度卒業論文

次世代ネットワーク社会
～無線通信技術の今後の発展～

日本大学法学部 経営法学科 4年

学籍番号：0640035

浜崎 有香

はじめに

人々は、インターネットを利用し多くの情報を得、また発信している。また、多くの情報端末が生まれ、身近にインターネットにつなぐ機会が多くなった。国が推進している「ユビキタス社会」は、いつでも、どこでも、誰でも IT を実感できる社会の実現をめざしているが、その中でネットワークの構築が重要になってくる。2010 年になった今、夢としていた次世代 ICT の実現に向けて、必要となる課題や今後の可能性を今までのネットワーク環境や社会的背景から論じていきたい。

また、無線ネットワークは、従来の有線ネットワークよりもコストダウンや柔軟性、構築の容易さを有しており、また移動性があるため、ユーザーのニーズに素早く対応することが出来るようになった。私たちの身の回りにも、携帯電話をはじめとした、無線を利用した生活用品があふれている。有線では考えることのできなかつた製品によって生活が豊かになっている。このような無線ネットワークは、今後の次世代 ICT の実現には欠かせない存在であると思う。しかしながら、便利で快適な無線ネットワークは有線ネットワークに完全に取って変わることのできないと言われている。その点に触れつつ、無線ネットワークの今後の発展についてじっくり考えていこうと思う。

本論では、便利になってくネットワークをとりまく技術について、今後の展望について考え、論じていく。

そして、そもそも追い求めている次世代 ICT 社会とは何か。そのことを念頭に置きながら現在のネットワークの進化の現状を捉え、結論に導いていきたいと考えている。

－目次－

はじめに

1 通信技術の歴史

- 1.1 情報をより遠く、より速く
- 1.2 電気による通信の時代へ
- 1.3 電信から電話へ
- 1.4 電波による無線通信とラジオ・テレビ放送
- 1.5 アナログ通信からデジタル通信へ
- 1.6 コンピュータのネットワークとインターネット

2 ネットワークの今

- 2.1 ネットワークについて
 - 2.1.1 ネットワークとは
 - 2.1.2 ネットワーク上のサービス
- 2.2 ネットワークを取り巻く環境

3 ネットワーク技術

- 3.1 LANとWAN
 - 3.1.1 LAN
 - 3.1.2 WAN
- 3.2 TCP/IP

4 無線ネットワーク

- 4.1 無線と有線の特徴
- 4.2 無線の接続形態

5 次世代ネットワーク社会に向けて

- 5.1 期待される技術
 - 5.1.1 WiMAX
 - 5.1.2 アドホックネットワーク
 - 5.1.3 Ipv6
 - 5.1.4 その他発展の見られるもの
- 5.2 これからのネットワーク社会

おわりに
参考文献・URL

1 電気通信の歴史

まず、現在のネットワーク技術が発達するまでの、歴史的な背景のもとどのような技術によって情報をやり取りしていたのかをみていく。現在の便利なコンピュータネットワークが発達するまでのアナログな時代から、ネットワーク技術の発展をみる。

1.1 情報をより遠く、より速く

情報や知識を伝達し、共有しあうことを「コミュニケーション」という。わたしたち人間の社会は、コミュニケーションによって成り立っている。

人間にとって最初のコミュニケーションの手段は、身ぶりや手ぶり、そして言葉によるものであった。やがて人間は文字を考案する。文字は粘土板や骨に刻まれたり、動物の皮、木片などに書かれたりしたが、紙の発明によって、より簡単に情報を記録することができるようになった。しかし、たくさんの人たちに情報を伝えようとした場合、手書きは時間的・量的に膨大な労力を必要とする。そうした限界を克服する技術として「印刷」という記録手段が生み出された。はじめは印刷するものをそのまま木版などを使って印刷をしていたが、やがて活字を用いた印刷が発明されました。15世紀の中ごろにドイツのグーテンベルグによって活版印刷が発明され、社会に大きな変革をもたらした。それまでは非常に高価であり、また入手しにくかった写本に代わって、多くの人たちに書物が行き渡るようになり、知識や情報が広く伝達され共有しあえることができるようになったのである。

相手が目の前ではなく、離れた場所にいる場合には、自分で直接会いに行くか、代わりの人を伝令として使いに出したり、伝書鳩などが使われたりした。また、トーキングドラムなどのように太鼓の音によって情報を伝えたり、のろしやほうか、ほら貝、鐘、号砲、手旗信号などを使うといった方法がとられた。

このように伝えたい内容を音や符号に変える工夫が、「通信」という技術のはじまりとなったわけである。

社会の規模が大きくなればなるほど、たくさんの情報を伝える必要性が高まってくる。何とか遠くの人と情報交換をしたいという願いは、その時代その時代で工夫され、その結果、「より遠くへ、より速く、よりたくさんの情報を確実に」という情報通信手段の発展が促されてきた。

1791年には、シャップが腕木式通信機（テレグラム）を考案した。腕木式通信機は、はじめはおもに軍事用に独占されていたが、ナポレオン遠征以後に、この腕木式通信機による通信網がスウェーデン（1795年）、ドイツ（1798年）、デンマーク（1802年）などに拡大して、各国の産業革命に影響を与えた。1840年代以降には商業的に使われるようになった。

1.2 電気による通信の時代へ

18 世紀の中ごろになると摩擦電気を利用した通信の研究がはじまった。摩擦起電気の発明で、電線によって遠方に信号を送るためのさまざまな試みが行われている。

1800 年、ヴォルタによって電池が発明されると、安定した電源が得られるようになったことから電気通信の研究に大きく拍車がかかったのである。

18 世紀から 19 世紀にかけて、イギリスをはじめとする欧米諸国では、産業革命が起こった。機械、電気、化学などの技術が発展し、ものづくりのための製造技術が飛躍的に進歩して、社会や経済に大きな変化を引き起こされた。

産業革命の進行とともに、1830 年代以降に建設ラッシュが続いたイギリスの鉄道や、北アメリカの西部開拓には通信技術が不可欠な要素となった。鉄道では列車の運行状況を把握する必要があったため、電信の急速な発達を促すことになったわけである。

また、19 世紀半ば以降に著しく発達した電気技術は、それ以降の通信技術に大きな影響を与えた。

1830 年 ヘンリーが自己誘導・電磁誘導作用を発見し、1831 年には電磁式電信機を発明している。この他にも 1832 年にシリング、1833 年にガウスと W.E. ヴェーバーも電磁式電信機を発明し実験を行った。

1837 年には、サミュエル・モールスが電磁式電信機である「モールス電信機」をつくり公開実験を行った。さらに 1837 年には、アルフレッド・ヴェイルがモールス式電信機の受信装置を紙テープに印字する方式に改良して完成させ、電流による信号の伝達を行う有線通信をシステムとして実用的なものにした。電信は、伝えたい文字を符号化し電気の信号に変えて送るもので、電線をつなぐことにより、離れた場所との情報のやりとりがより速く確実にできるようになり、情報通信技術は電気信号を用いたことによって飛躍的な発展をした。また、19 世紀中頃に電信設備事業が拡大し、電信の中継所も多数設置されたため「電信技師」という新しい職業も誕生した。現在の通信システムの原型は電信によって形作られていたとも言える。

1846 年、ヴェルナー・ジーメンスがグッタベルカの海底ケーブルを製作したことに始まり、1851 年にはブレット兄弟がドーバー海峡に海底ケーブルを敷設しイギリス～フランス間が結ばれた。1858 年には大西洋横断海底ケーブルが敷設されている。こうして各国の国内回線や海底ケーブルが次々と敷設され、地球規模の電信による情報伝達時間が驚異的に短縮されていった。

日本に電信機が初めて伝わったのは、1854 年、日米和親条約を結ぶために来日した米国使節ペリーが徳川幕府に贈呈した「エンボッシング・モールス式電信機」だった。

1869 年には東京～横浜間で電報の取り扱いが開始され、日本の電信事業が始まった。ここではブレゲー指字電信機がフランスから輸入されて 1871 年まで使われた。東京の築地と横浜を電信で結んだ理由は、東京築地にある運上所（税関）と横浜にある裁判所の

連絡のため、当時は生糸の輸出や海外からの輸入品にかかわる関税上のトラブルに対処するため、2つの役所を電信で結ぶ必要性があったためであった。明治政府による電信事業は主に軍事上の目的から電信網を全国に拡大させていった。1873年には、電信機の国産化に成功し、また東京～長崎間の電信回線が開通して、ヨーロッパまで接続された。1906年には太平洋横断海底ケーブルが敷設され、地球を1周する電信網が完成した。

なお、日本で郵便制度ができたのは1871年で、電信より遅く、これは当時まだ飛脚などの通信手段が存続していたためと考えられる。また、通信・交通手段の発達と印刷・郵便制度の普及によって、17世紀に入ってから新聞が欧米各国に登場した。電信技術は新聞報道にも速報性をもたらしたのである。

1.3 電信から電話へ

音は空気の振動によって伝わる。この空気の振動を電気の信号に変換することによって電線に伝え、再び空気の振動に戻すことによる音声の伝達を、電気通信の方法として実用化させようとする試みも行われた。

1854年にブルサールが、音声によって動かすことができる振動板で電気回路を開閉し、受信側の電磁石によって振動板で音声を伝達する方法を考案した。また、1861年にはライスがブルサールの考案を実験し、電話機を試作します。ライスによって *far-voice* を意味するギリシャ語 *telephonie* が電話機を示す用語としてはじめて使われた。

1876年、ベルが電話機（液体送話機および電磁石式電話機）を発明し、人間の声は初めて電流に変換されて送られた。送信と受信の両方で電磁石と振動板をおき、音声を振動板と電磁石で電気信号に変換するという今日の電話機の原形が開発されたことになる。ベルが振動板を使って音声を電流に変えて伝える方法は、人工鼓膜の研究から発想したもので、多重通信の実験中に偶然に通信線で音声を送られたことによって電磁式電話機をつくり上げた。このころグレイも実用的な電話機を発明している。音声のような高周波の電流が電線によって伝えられるということは、当時の電気学者にとっては思いも寄らないことであった。最初の電話機の性能は感度が良くなかったり、電話線の電気信号が長距離まで届かなかつたりしたが、1877年に、エジソンが炭素送話器を発明するなど、たくさんの人たちの改良によって電話機を使った音声による通信が実現した。1876年、ベルはボストン～ケンブリッジ間約3kmの通話実験に成功し、1877年にはベル電話公社が設立された。

電話が日本に初めて輸入されたのは1877年で、このときに電話交換機が設置された。1890年には、東京と横浜の間に電話線が引かれ、東京155回線、横浜42回線が加入した。ただし、これらの電話への加入とその使用料金は非常に高価であったため、ほとんどが役所や大きな会社が加入できるだけで、一般の人たちが使えるものではなかった。多くの人たちが日常的に使っていた通信手段は、安い料金の郵便や電報で、特に大都市

では郵便の配達が頻繁に行われていたこともあって電話の普及はしばらくの間拡がりをみせなかった。

当時、急ぎの連絡に使われることが多かった電報は、日本では 1869 年に始まり、昭和の中ごろまで広く利用されていました。文字を電気信号に変換して電線で送り、電気信号を再び文字に置き換えて配達される電報は、手紙より速く配達され、文字としての記録も残ることから、電話にはない便利な一面が評価されていた。

1900 年には、初の公衆電話ボックス「自動電話」が東京の新橋と上野停車場構内に初めて設置された。1934 年には、日本とフィリピンの間での国際電話が始まっている。この頃、日本では多くの機器や技術が輸入後ただちに自主製造技術として開発され、機器の国産化を次々と実現していった。1943 年には、全国の電話加入数が 108 万回線に達したが、太平洋戦争による空襲のために多くの通信施設が破壊され、終戦時の電話加入数は 47 万回線になっていた。

たくさんの電話回線を接続するための電話交換機は、交換手（オペレーター）が回線を接続する手動交換機ではじまり、自動電話交換機は 1889 年に米国のストロージャーが実用化し、大規模な回線接続処理が行えるように改良されて本格的に導入されていった。自動電話交換機はその後、ステップ・バイ・ステップ式、クロスバ式などの機械式スイッチと電磁リレーを使ったものや電子式さらに蓄積プログラム制御方式などのアナログ交換機から、デジタル交換機へと進化していった。

1.4 電波による無線通信とラジオ・テレビ放送

無線通信を行う際、電波の存在が必要である。その電波による無線通信について述べる。

グリエルモ・マルコーニは、ヘルツが 1888 年に行った電磁波の研究をきっかけとして、無線通信の研究を始めた。ヘルツの発振器と電波検知器であるコヒーラを使い 1895 年に電線を使わない電波による通信、すなわち無線通信の実験に成功した。そして 1901 年には、3000 km の大西洋横断無線通信を成功させ、無線通信の有用性を示した。マルコーニは「無線の父」と呼ばれており、電磁波を「情報を伝送する媒体」として初めて利用し発展させた。

無線通信を応用したラジオ放送については、1906 年に米国で世界初のラジオ実験放送が行われ、1920 年にはピッツバークにラジオ放送局が開局している。

1907 年には、米国のデ・フォレストが三極真空管を発明し、急速に応用分野を広げ、さまざまな真空管が登場して、通信の分野も電子技術を応用する時代に入る。

日本でラジオ放送が始まったのは 1925 年で、欧米諸国でのラジオ放送の開始と、1923 年に発生した関東大震災による災害時における情報の伝達手段の必要性がきっかけとなっている。

音声だけでなく映像を送ろうとする取り組みも始まった。1884 年に、ニプコウが渦巻状に並ぶ穴のあいた走査円盤を被写体の前で回転させ、その明暗によって画像をとらえる機械的な走査方式のテレビカメラを発明した。ジョン・ロジャー・ベアードは、画像の伝送技術の研究を続ける中で、1925 年に機械式テレビジョンを使って静止画像伝送の実験を行い、翌年には動く画像の伝送実験に成功した。1928 年には、カラーテレビの実験にも成功している。

1934 年にウラジミール・ツヴォリキンがテレビの機械的走査方式に対して電子式走査方式の研究を行う中からアイコノスコープ（蓄積型の撮像管でギリシャ語の eiken（像）＋ skopin（見る）から造語）を発明し商品化した。現在のテレビ技術の基礎を築いたのは、ツヴォリキンによる電子式テレビカメラの実用化によるものと言える。

1.5 アナログ通信からデジタル通信へ

1972 年には紙に書かれた文字や画像を送ることができるファクシミリ通信が一般電話回線でもできるようになった。

電話による通信技術も、初めはダイヤル回線（パルス）だけだったが、その後プッシュ回線（トーン）が広く利用されるようになり、通話以外にも数字情報を送ることができるため、列車の座席予約やチケット予約などさまざまなサービスに利用された。

1949 年に米国オレゴン州アストリアとペンシルバニア州ランスフォードでケーブルテレビ（有線テレビジョン放送）が開始された。テレビの販売に影響を与える難視聴対策として共同受信のインフラ整備がはじまり、その後、ケーブルTVは「モア・チャンネル（多チャンネル）」として発展し、1990 年代の情報スーパーハイウェイ構想では双方向TVがマルチメディアの主役とまで言われるようになった。

日本では、1955 年にテレビの難視聴対策のためにケーブルTVが始まった。1960 年代終わり頃からケーブルTVによる自主放送や都市部でのビルなどによる受信障害を解消するために都市型ケーブルTVがはじまり、1980 年になって 20～30 チャンネルの多チャンネル時代に入った。

このように電気通信技術の発達により、情報のありかたにも変化をもたらした。それまで、情報は必要とする人に対してのみ伝えられるものであったが、ラジオやテレビによる放送というメディアの登場によって、不特定多数の人が情報を受けたり、ケーブルテレビなどのように双方向性をもつ形態も新たに生まれた。そして放送というメディアが多くの人々に対して大きな影響力をもつことにもなったのである。

1.6 コンピュータのネットワークとインターネット

こうしたことは、コンピュータの登場によって、さらに大きなものへと変わった。コンピュータの演算装置は、はじめは真空管で作られていた（第 1 世代）。1948 年に、

真空管にくらべて小型で消費電力の少ないトランジスタが発明され、コンピュータの小型化と高性能化が進んだ（第 2 世代）。1960 年代には I C（集積回路・1959 年に発明）やさらに集積度が高い LSI（大規模集積回路）、VLSI（超 LSI）と進化してきた（第 4 世代）。

こうして小型化・高性能化の進行にともない、マイクロコンピュータ（マイコン）がさまざまな機器に組み込まれ機器の制御に使われるようになった。

また、トランジスタや集積回路などの増幅作用をもつ電子部品の発明と、通信系路の改良によって通信範囲と通信能力の飛躍的な向上が実現していくことになった。

さらにパーソナルコンピュータも登場し情報処理や通信の分野に大きな変革をもたらされた。現在の通信ネットワークには、コンピュータが中核となって形成されている。1969 年には、米国防総省高等研究計画局による ARPANET の実験が開始され、現在のインターネットへ発展した。コンピュータどうしをつなぐネットワークであるインターネットは情報化社会の新たな展開をもたらした。

現在、電話回線のシステムやインターネットに代表されるように、人間は世界中を張り巡らす網の目のような情報通信ネットワークを作り上げてきた。そしてこれらはさまざまな技術を組み合わせた巨大なシステムによって支えられている。情報通信技術によるコミュニケーションは、時間や地理的な制約を越えたものとなったのである。

2 ネットワークの今

本章では、現在のネットワークの現状を把握し、その問題点を明白に捉えることを目的として論じていく。

2.1.1 ネットワークとは

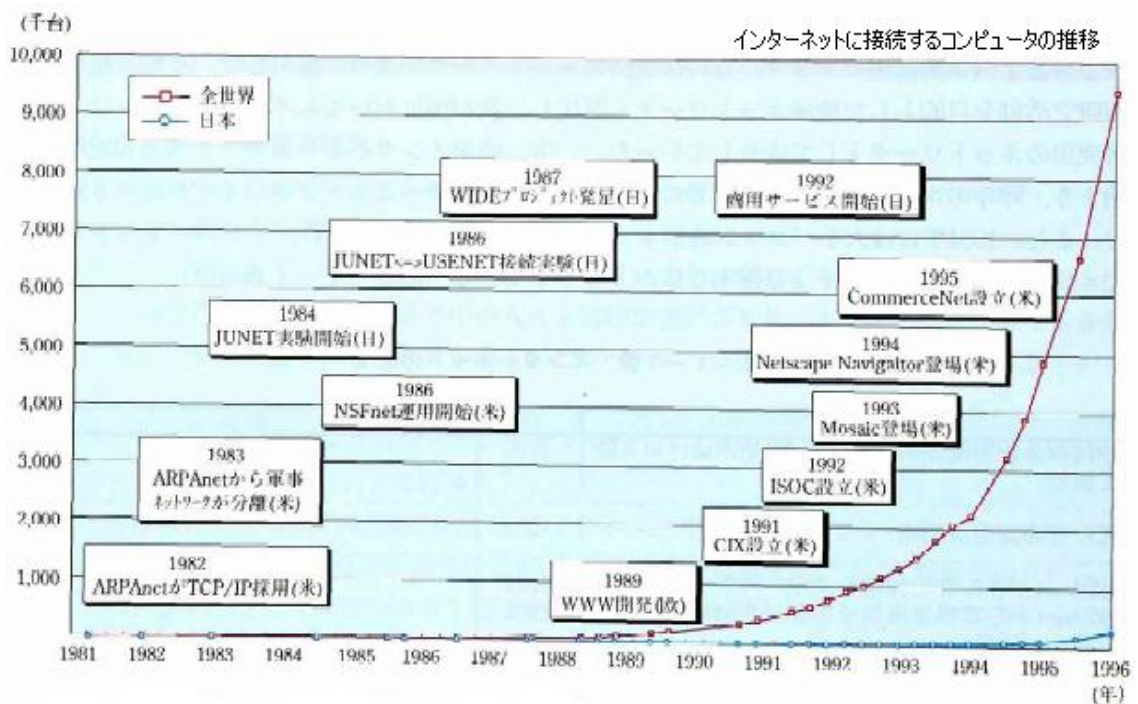
まず、今後の新しいネットワーク社会を考える前に、現在のネットワークについて考えていこうと思う。

私たちが簡単につなぐことのできるネットワーク。ではそもそもネットワークとは何か。ネットワークとは辞書で調べると網状組織と出てくる。ここで言うネットワークとは、コンピュータネットワークのことで、その名の通り、コンピュータが網目状に接続され組織化されたものである。コンピュータがネットワークを持つことによって、他のコンピュータの情報を利用することができるようになった。そうして、人々のつながりが生まれ、これまで創造もしなかつた範囲でのコミュニケーションを可能にした。インターネット上のコミュニケーションは、これまで出会わなかつた、今後も直接はあうことのないかもしれない人々の交流を可能にし、それを行う人々に新しい世界を開きつつ

ある。

さて、そのようなコンピュータネットワークの起源は、1 章で述べたように、1969 年の ARPANET にあると言われている。米国の国防総省のプロジェクトによって研究が進められ、研究者や技術者同士を結ぶために開発されていた。1982 年に ARPANET では TCP/IP をプロトコルとして採用し、ARPANET に参加することの出来なかった研究機関では独自のネットワークを構築していたが、最終的には「the Internet」が出来上がった。さあして、1990 年代に入ると商用サービスが開始され、個人向けインターネットサービスが 1992 年に日本でも開始された。1995 年には Microsoft の Windows 95 が発売され、これ以降、急速に個人でのインターネット利用が増えた。

図 2.1.1



平成 8 年通信白書より

2.1.2 ネットワーク上のサービス

サービスというのは、サーバがネットワーク上で提供している機能のことである。たとえば、ファイルを共有するだとか、プリンタを共有するといったものもこのひとつで、共有サービスとしてサーバがネットワークに機能を開放しているから利用できるものである。

そもそもサーバというのは、「サービスを提供する側のコンピュータ」を指す言葉であるから、ファイルの共有など何らかのサービスをネットワークに対して提供しているものは、すべてサーバとして動作することができることになる。

こうしたサービスには、個々のコンピュータが自身の資源を共有させるために用いるものから、ネットワーク全体を円滑に管理・運営するために欠かせないものまで様々なものがある。

ネットワーク管理の他にも、LAN を便利に利用するためのサービスというものも存在する。たとえば、NTP(Network Time Protocol)というサービスでは、そのサービスが稼動しているコンピュータの時刻に全コンピュータの時刻を同期させることができたりもする。

このように、ネットワークはサービスの組み合わせによって稼動している。つまり、ネットワークでできることというのは、「どんなサービスがそのネットワーク上で稼動しているか」によって決まる。新たなサービスを追加することにより、ネットワークの機能を柔軟に拡張させることができるのである。

2.2 ネットワークを取り巻く環境

現在、ユビキタスネットワーク社会に向けて、総務省が 2004 年に打ち出した政策、u-Japan 政策がネットワークを取り巻いている。この政策は、情報先進国に追いつくことが目標であった e-Japan 戦略の後継として打ち出され、これからの情報先進国として、ICT が私達の生活にもっと積極的にとけこむ社会を目指している。

さて、もともと e-Japan 戦略とは何だったのであろうか。e-Japan 戦略は、2001 年に政府が打ち出したもので、2005 年までにネットワークに常時接続可能な環境を構築するという目標を掲げ、見事に達成されたものである。しかしながらこの当時はまだ情報通信技術について遅れをとっていたため、情報先進国に追いつくことが目的となっていた。

見事に目標を達成したため、u-Japan が挙げた目標として、本年 2010 年に次世代 ICT 社会を実現すると掲げている。日本が抱えている、少子高齢化という問題から派生する生活や環境の問題を、ICT によって解決することを理想としている。しかしながら、2010 年までに実現するという課題、まず、有線と無線ネットワークがシームレスな社会作り、次に、社旗生活に ICT が重要な役割を担っているという意識、そして、ICT が安心であるという意識を高めるといふ、この三点である。何より、人々の ICT に対する意識改革を求めているものである。

このような環境の下で日々新たなネットワーク技術の構築が行われている。

3 ネットワーク技術

3.1 LAN と WAN

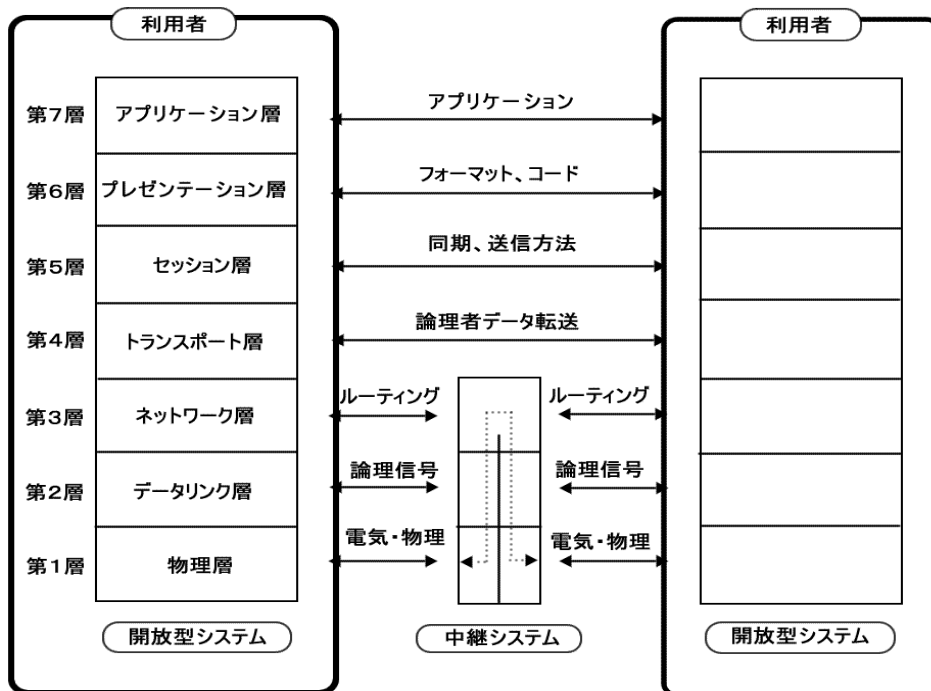
まず、下の図より、リンクとノードの第 1 層・第 2 層について説明する。リンクとは、ノードとノードを結ぶ伝送路である。また、そのリンクを介して正しくデータのやりとりが出来るようにする仕組みがノードの第 1 層・第 2 層である。

さて、リンクの種類は大きく「LAN (Local Area Network)」と「回線 (line)」の 2 種類に分類できる。それぞれの特徴を簡単に示すと下表のようになる。「距離」は、それぞれのリンクがどのくらいの距離まで伸ばせるか、ということを示している。回線なら地球上のどこにでも線を引いて接続することが出来る。それに対して LAN は構内にとどまる。回線を使ったネットワークのことを LAN と比較して「WAN (Wide Area Network)」と呼ぶ。

表 2.1 LAN と回線の特徴

	回線	LAN
距離	どこでも	構内
伝送速度	比較的低速	高速
接続	主に 1 対 1	1 つの LAN に多数のノード

図 2.1 OSI 参照モデル



3.1.1 LAN

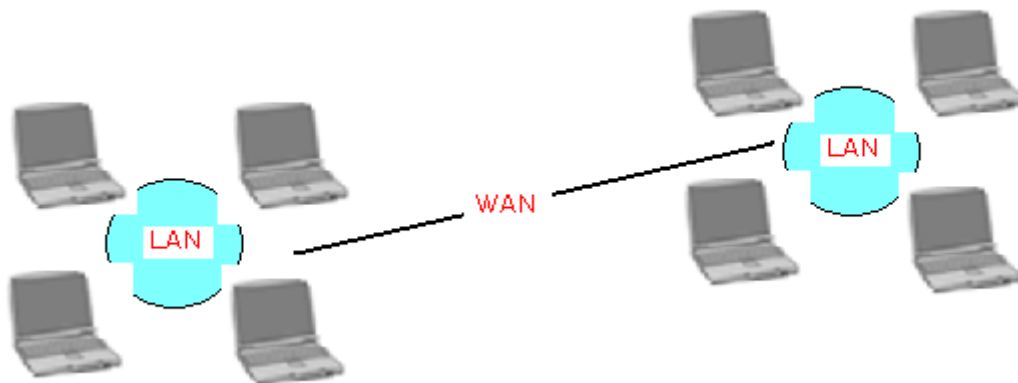
LAN(Local Area Network)は、同じ建物や敷地内にあるコンピュータやプリンタなどの機器をつないだネットワークという意味になる。一口に「LAN」と言っても、さまざまな技術が使われている。また、どのようにコンピュータや機器をつなぐかといった形態もさまざまである。しかし、同じ建物や敷地内にあるコンピュータ同士をつないだネットワークであれば、「LAN」と呼ばれる。LAN は、決まったコンピュータや人だけが利用できる閉じられたネットワークであると言える。

3.1.2 WAN

WAN(Wide Area Network)とは、距離的に離れている LAN 同士が専用線などによって接続されているネットワークをこう呼ぶ。インターネットに関しても、世界中の LAN 同士を接続したものととらえることができるため、広い意味で WAN の一種だといえることができる。

図 2.1

LANとWANのイメージ



3.2 TCP/IP

インターネットの世界において標準として用いられているネットワークプロトコルで、OSI 参照モデル第 3 層の IP(Internet Protocol)を中心とした、複数プロトコルの集合体を総称して TCP/IP と呼ぶ。主に第 4 層の TCP(Transmission Control Protocol)との組み合わせによって構成され、インターネット上のサービスとして代表的な WWW の HTTP などは、このプロトコルを基盤として構成されている。

通信上でやり取りされるデータは、パケットという単位に分けられて、個々に相手先 IP アドレスが付加される。これがまるでベルトコンベアで流される荷物のように流されていくわけである。

下位層となる IP では、ネットワーク上における各機器のアドレス割り当てや、そのア

ドレスをもとにパケットを伝送する役割を持つ。

上位層となる TCP では、このパケットの受信確認を行うことで、正しく順番通りにパケットが運ばれることを保証する。これによって信頼性の高い、確実なデータ送受信が可能となるわけである。

4 無線ネットワーク

4.1 無線と有線の特性

コンピュータとコンピュータ、コンピュータと機器の間のデータのやりとりをケーブルではなく無線で行う方式の LAN を無線 LAN と呼ぶ。無線を使う LAN 全般のことではなく、普通は IEEE802.11 で規格されているものを指す。この IEEE802.11 の無線 LAN は 2000 年前後から普及し始めた。

無線ネットワークの最も明らかな利点は、移動性にある。無線ネットワークユーザは、自由に移動しながら、既存のネットワークに接続できる。携帯電話ユーザは、複数の基地局をハンドオフすることにより、会話しながら移動することができる。無線通信がまだ浸透していない当初は、用途が限られていたが、現在では好きな場所でネットワークを構築することができる。

また、無線ネットワークは、柔軟性が高い。柔軟性が高いとは、すばやく設置できるとも言い換えられる。無線ネットワークは、ユーザを既存のネットワークを接続するために、複数の基地局(アクセスポイント)を使用する。いったん設備を整えれば、後はユーザ認証を行えば、無線ネットワークに接続することができる。柔軟性は、工事の必要性も減らすので、古い建物でも設置することができ、大規模なネットワークを構築することができる。

広く、かつどこでもネットワークを構築することのできる無線ネットワークだが、有線ネットワークと現在も共存している。この事実から、有線ネットワークの特性について述べていく。

無線ネットワークは固定ネットワークを補う優れた技術であるが、有線ネットワークに完全に取って代わるものではない。携帯電話が固定電話の通信を補うのと同じように、無線 LAN は、ユーザに移動性を提供することによって既存の固定ネットワークを補う。サーバやデータセンタの装置はデータにアクセスしなければならない。サーバは、移動しないならば、移動しない有線ネットワークに接続しているほうがよい。有線の特性は、その安定性の高さから、途切れては困るような通信を行っていることだろう。無線ネットワークのように考慮点や注意点が少ないことも事実である。有線 LAN は明確なケーブルがあるため識別もなにも必要ないが、無線 LAN ではそうはいかない。個々の LAN を識別するために、SSID(Service Set Identifier)という文字列を使用する。また、セキュリティの問題にもつながる。

4.2 無線の接続形態

無線ネットワークの主な接続形態としては、以下のようなものがある。

① インフラストラクチャモード

最も一般的な無線 LAN の形態である。インフラストラクチャモードとは、無線 LAN アクセスポイント(以下、アクセスポイント)と無線 LAN クライアント(以下、クライアント)で構成される接続形態のことで、すべてのクライアントはアクセスポイントと通信を行う。

クライアントとは無線 LAN 機能を内蔵したノートパソコンや携帯ゲーム機、AV 機器など、無線 LAN を利用できる機器を指す。一方のアクセスポイントには、アクセスポイント機能のみのものや、無線 LAN 機能を搭載したブロードバンドルータや ADSL モデムといったタイプがある。

② アドホックモード

アドホックモードとは、アクセスポイントを使用せずに直接クライアント同士が通信を行う接続形態である。したがって、クライアント以外に必要な機器はない。ピア・ツーピアモード、インディペンデントモードとも言われる。アドホックモードは、基本的にアクセスポイントが用意できない場合など、臨時でパソコン同士を LAN 接続するためのものと考えられる。

また、この技術の発達したものが、あとで述べることになるが、アドホックネットワークである。

③ ローミング

複数のアクセスポイントを配置する場合、どのアクセスポイントに接続しているかを意識することなく利用できることが求められる。また、モバイルのノートパソコンなどでインターネットに利用しながら場所を移動した際に、接続するアクセスポイントが変更されてもインターネット接続が途切れることなく利用できることが求められる。このように、複数のアクセスポイントを、ユーザが意識せずに切り替えて利用できる運用形態をローミングと呼ぶ。WindowsXP や WindowsVista の無線 LAN 機能はローミングに対応している。

以上のような接続形態により、素早くかつ簡単にネットワークにつながることができるのである。

5 次世代 ICT 社会に向けて

さて、これまでネットワークについて、技術的な側面からアプローチしてきたが、本章では、今後目指してゆくべき次世代 ICT 社会について考えていく。今後情報先進国として発展が期待されることについて検討していく。

ここ 10 年間のネットワーク社会の急速な進展は紛れもない事実である。今やネットワークがなければ世の中回っていかないということが日本社会の実情となっている。この 10 年間を振り返ってみると、ウェブサイト上のホームページであろうとなんであろうと、当初はテキスト、あるいは静止画しか出ていなかった。これが音声のストリーミング、例えば、ラジオの送信など音声が出るようになりました。今や映像が普通に出されている。これは大きな会社がやっているということではなく、個人でもできるようになってきていることが非常に大きいと思う。同時にブロードバンド化も急速に進み、いつの間にか世界でも 1 番早い高速網を持った国になった。

その一方、インターネットはその性質と急成長ゆえに、負の側面も生み出している。それは情報セキュリティの問題、spam、情報爆発、デジタルデバイド、IPv4の枯渇、サイバースペースにおける犯罪といったことである。

様々な課題を抱えている ICT 社会であるが、次世代 ICT 社会として、活躍が期待される技術やあるべき社会の姿を述べていく。

5.1 期待される技術

さて、現在のネットワーク技術について述べてきたが、今後社会に浸透し、発展が期待される技術について挙げてみる。

5.1.1 WiMAX

WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)は、高速無線通信ネットワークの規格のひとつ。米国電子学会で承認された標準規格、IEEE 802.16-2004の通称である。Wimaxには固定通信用と移動通信用の2つの規格があり、前者がIEEE 802.16-2004規格、後者がIEEE 802.16e規格となる。後者は特にモバイルWiMAXと呼ばれて区別されている。

固定通信用のIEEE 802.16-2004規格に関しては、FTTH回線などの敷設が困難な地域においてもブロードバンドの利用を可能にすることを目的に開発が進められた。従来の無線LANに比べて1つの基地局でカバー可能な範囲が遥かに広く、日本の山間部など人口密度の低い地域や世界中の発展途上地域などにおいて有線通信環境を整備するよりも安価かつ容易にブロードバンド環境を実現することができる。

一方、移動通信用のIEEE 802.16e規格モバイルWiMAXは、IEEE 802.16-2004に高速移動通信用の規定を追加したものである。時速120kmで移動中の環境でも利用可能なため、電車の中など様々なシーンで快適にインターネットを利用できる。2008年現在、韓国など

では既にサービスの提供が行われていたが、日本でも2009年にはモバイルWiMAXを利用した通信サービスがスタートしはじめた。

また、WiMAXに対して期待されていることのひとつが、従来の通信機器以外への組み込みである。WiMAXに対応した通信モジュールを組み込むことで産業機械や家電製品など様々なものが無線ネットワークでつながり、遠隔地からの操作や稼働状態の監視といった全く新しいネットワークの利用方法が実現する。たとえば自動販売機の在庫管理やエレベーターの稼働状態監視など、非常に広い範囲で活用が期待できる。従来の移動体通信業界だけでなく他の様々な業界からも大きな期待を集める次世代通信方式がWiMAXなのである。

5.1.2 アドホックネットワーク

無線デバイスを備えた端末によってその場的にできるネットワークのこと。ネットワークの中心がない完全にフラットなネットワークである。

先ほどの無線LANのアドホックモードを活用した形で、もともとは移動型を対象とした軍事研究に端を発しており、移動する兵士間での無線通信を可能にすることを目的としていた。しかし、1990年代の研究では、戦場と類似した環境を想定した災害時におけるアドホックネットワークの利用が考えられるようになった。災害によって、アクセスポイントに接続できない場合や、地理状況によりアクセスポイントを置くことができない場合などに活躍が期待される。

このアドホックネットワークによる民間へのビジネス展開が模索されており、無線通信端末同士が通信を行うことで、使用範囲が広がり、よりネットワークが草の根的存在に近づくのではないかと思う。

5.1.3 IPv6

IPv6(Internet Protocol Version 6)とは、TCP/IPネットワークにおいて利用されている第3層のプロトコル、IPの後継として標準化が進められているものである。

現在広く普及しているIPはVersion 4のものであり、IPv4とも呼ばれている。このプロトコルでは、32bitの数値によってIPアドレスを割り当てるため、表現できるアドレス数に限界が見える。そこで、この問題に対処すべくIPv6が登場した。

IPv6ではIPアドレスを128bitの数値によって表現する。これでいくつの数値を表現することができるかという、約340潤である。IPv4で表現できる個数が約43億個であるから、飛躍的に増大したと言える。

全世界の人口よりはるかに大きい、このような広大な個数にした理由は、IPv6ではコンピュータのネットワークにとどまらず、各種家電製品にもIPアドレスを付加して相互

に接続できる環境を考慮したことにある。これによって、家電を含むあらゆる機器が相互に接続され、コントロール可能になる世界を実現しようとしているのである。

5.1.4 その他発展の見られるもの

まず、PAN という技術についてである。LAN よりも到達範囲が狭い PAN (Personal Area Network) の領域の注目は、60GHz 帯のミリ波を利用した「IEEE802.15.3c」である。10m 以下で 2Gbps 以上の通信速度が出せるマルチメディア向けの通信規格だ。2005 年 3 月にスタートした標準化作業は 2009 年中に完了予定で、動向が注目された。

似た規格に、ワイヤレス USB でも採用されている UWB があるが、「UWB は市場に出てこないのではという危惧があるほど遅れていて、4.5 年は遅れている」(阪田氏) という状態である。期待されたワイヤレス USB が、有線の USB ほど速度が出なかったことや、北米、欧州、日本など地域によって使える周波数帯に互換性がなかったこと、法整備上の問題から屋外で使えなかったことなどから、当初期待されたデジカメへの搭載が進まなかったなどの理由があるという。市場が立ち上がらない UWB に代わって勢いを増しているのが、実績を積みつつ高速化を果たしている Wi-Fi だ。Bluetooth SIG は高速化のニーズに対応するため、一時は Mac 層に UWB を使うという決定をしていたが、2009 年 4 月にこれを変更。「Bluetooth 3.0+HS」では無線 LAN を使って最大 24Mbps にまで対応すると方針転換をしている。「UWB は風前のともしびのような状況で、Wi-Fi が置き換えた形」(阪田氏) とある。

無線 PAN で注目すべき動向は、家庭内での HD 映像の無線伝送という潜在市場と、これに対応すべく乱立気味に登場している各種規格や、「Smart Utility Networks」(IEEE802.15.4g) である。

「WirelessHD」「WHDI」「TransferJet」は、いずれも家電メーカー、半導体メーカーなどが集まって推進している近距離無線通信規格である。それぞれ周波数帯や通信速度、利用用途などが少しずつ違っているが、IEEE802.15.3c と類似している。いずれも AV 機器間で HD 映像を転送することを想定している。これらはいずれも非 802 系だが、省電力や機器同士の自動認識など「802 の議論に参加しながら、かつ、自分たちでいいものを策定している」(阪田氏) のが現状という。さらに、2009 年 5 月には、インテル、マイクロソフト、パナソニックなど 15 社以上が参加する形で新団体「WiGig」が発足している。WiGig は 60GHz のミリ波で 6Gbps を目指すとしていて、2009 年末には仕様化される見通しであった。IP にも対応するなど、無線 LAN とも競合してくる。IEEE802.11n の高速版として期待される IEEE802.11ad と統合される可能性もあるなど、注目株という。

乱立気味の PAN 向け無線通信規格だが、いずれもギガビット級の通信速度を目指している。これは「HDTV 動画を無圧縮で送れる。圧縮が入ると遅延が入る。狙いは家庭市場」

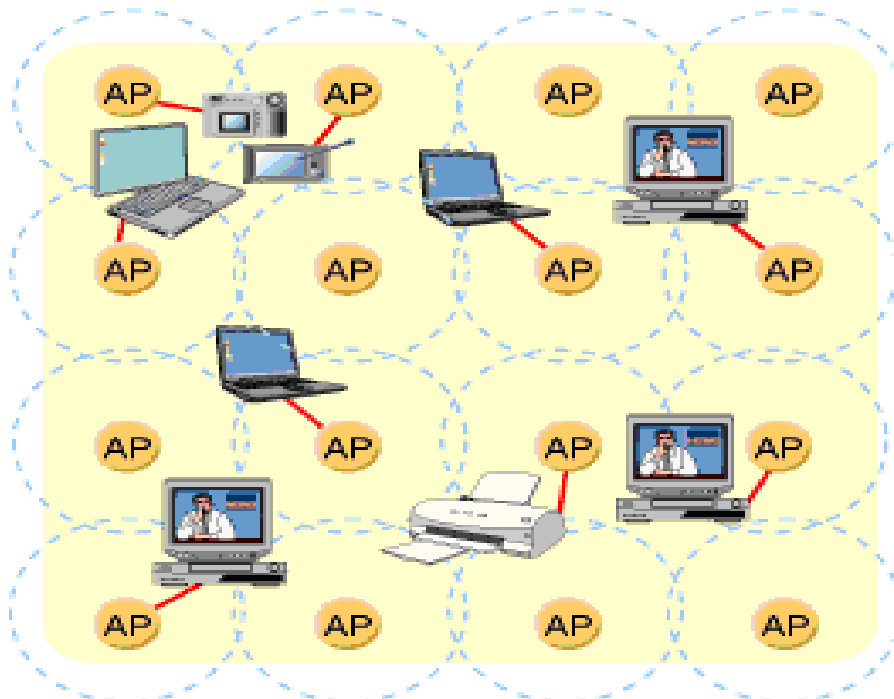
(阪田氏) という

5.2 これからのネットワーク社会

今後の次世代ICT社会を目指すにあたり、新しい技術のもたらす影響などを、今までのネットワークの歩みから導いていきたい。

現在では、1人一台は通信端末を所有している時代となっている。いつでもどこでも、誰にでも連絡することができ、コミュニケーションをとることができる。しかし、このツールがなくなったらどうだろうか。いつでもコミュニケーションをとることができたのに、いきなり遮断されてしまうわけである。これでは情報通信だけでなく、産業の発達を著しく途絶えさせてしまうことになる。そこで、いつでもどこでもICTの恩恵をうけることができ、ネットワークが草の根のような存在となるためには、下図のような、どこからでもネットワークにつながることの出来る環境が必要であると考え。複数のアクセスポイント間を相互に接続。各アクセスポイントが経路制御やQoS制御を行う。メッシュ化により、通信距離の短縮による省電力化、負荷分散による性能向上、迂回経路による信頼性向上、電波出力を低く保ったまま通信範囲を拡大、などのメリットがあるという。メッシュネットワークは、家庭やオフィスだけでなく、キャンパスや公衆アクセス、災害現場、軍事利用などでの応用が期待できる。今後はこのようなネットワークを構築する技術が求められていくのであろう。

図 4.2 メッシュネットワークイメージ



おわりに

ネットワークが存在していなかった時代から、現在では、存在していることが当たり前となっている時代へと変化している。もともとは軍事目的に使用していたものが、個人が簡単に利用することができるようになった。このような大きな変化は、私達の生活を豊かにし、今後も、し続けるだろう。特定のコンピュータとしかつなぐことができなかった時代、移動をしながらネットワークを構築することができなかった時代、インターネットでは買い物も出来なかった時代、様々なことが困難であったが実現されている。

今日、無線でネットワークをつなぐことは非常に珍しくない。有線であった通信が無線となっている。無線通信の技術は発達し、どこでもネットワークにつなぐことができるようになった。次は果たしてどのようにネットワークにつながるのだろうか。

本年は政府が掲げていた目標の年であり、また新たな一步を踏み出す年であると考え

る。
変化を遂げる日本の ICT 社会を実際に感じる事が出来ず残念に思うが、より、世界に近づくことのできるネットワークが構築されることに期待をする。

参考文献・URL

【書籍】

- ・増田若菜 『図解 ネットワークのしくみ』
株式会社ディー・アート 2002.1.25 初版第 1 刷発行
- ・Lepton 『「ネットワーク技術」勉強会』
株式会社翔泳社 2009.8.6 初版第 1 刷発行
- ・織田薫/坪山博貴/PCJapan 編集部 『よくわかるネットワークの仕組み』
ソフトバンククリエイティブ株式会社 2009.6.29 発行
- ・Matthew Gast 『802.11 無線ネットワーク管理』
株式会社オーム社 2006.11.17 初版第 1 刷発行
- ・間瀬憲一/阪田史郎 『アドホック・ネットワーク』
株式会社コロナ社 2007.9.20 初版第 1 刷発行
- ・喜多千草 『インターネット思想史』
青土社 2003.3.7 第 1 刷発行
- ・松岡美樹 『ニッポンの挑戦 インターネットの夜明け』
株式会社オーム社 2005.8.25 初版第 1 刷

【URL】

- ・総務省 ホームページ
<http://www.soumu.go.jp/>
- ・統計局 ホームページ
<http://www.stat.go.jp/>
- ・ITpro
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/index.html>