



ネットワークとの融合 - 多様さを包含し，新たな物を創出する -

尾家 祐二¹

1 通信技術と計算機の発展と融合

まず，通信の発展について概観してみよう．通信技術が発展するまで，互いに地理的に離れた人同士で情報を伝え合う手段としては，古くから手紙が用いられてきた．その後 19 世紀になって，電気通信技術が目覚ましく発展した．19 世紀前半には，モールス信号が発明され，それをを用いた電報による通信が登場した．そして，19 世紀後半には，さらに電話が発明され，無線通信の実験も行われた．これらは人と人が通信するための新たな手段を与え，それによって互いの間に存在する地理的な距離による障害が著しく緩和された．実際，真空中を光が伝わる早さは秒速 30 万 km であり，電気信号が電話線（伝送線）を伝わる速さもその数分の一程度と高速であるため地球の反対側の人と話をしているにもかかわらず，快適に会話することができる²．

一方，20 世紀半ばになると，世界初の汎用電子計算機 ENIAC が開発された．それは，まだ真空管によるものであったが，その後トランジスタが発明され，20 世紀後半においてコンピュータが著しく発展することになった．

これら通信技術と計算機の融合は，コンピュータネットワークとして結実する．1969 年米国における ARPA ネットの実験は極めて有名であり，それが今日のインターネットへと発展する出発点となった．さらに，インターネットと様々な技術が融合して，新たなアプリケーションが創出された．

アプリケーションとしては，手紙の電子版である電子メールが，早くから用いられた．これは，人と人の通信を支援するものである．その後，ウェブ閲覧のような，人とコンピュータの通信，さらにはまさにコンピュータ同士が連携して作業を行うためのコンピュータとコンピュータの通信も頻繁に行われるようになった．コンピュータをネットワークで結ぶこと—ネットワーク—は，通信を行うことによって，互いに接続された様々なものを互いに同時に共有することを可能にした．つまり，互いに地理的に離れた人同士が，コンピュータの計算能力そのものを互いに使用し合ったり，データを共有し合ったり，貴重で高価な機器を共有したりすることができる．一方では，同時性を要求しない電子メールのような通信形態も広く受け入れられた．電子メールでは，受信者は必ずしも送信者と同時に動作しなくても良いが，手紙とは異なり，ほぼ瞬時に届けられるという点では，擬似的な同時性を実現することは可能である．

¹ 情報科学センター，oie@isc.kyutech.ac.jp

² 静止衛星を用いた通信はもっと遅延が生じる

2 進化するインターネット

インターネットの主な目的は、ネットワークを相互に接続すること、すなわちネットワークのネットワーク化であった。接続されるネットワークとは、企業や、大学などのネットワークであり、それらをつなげる技術がインターネット技術である。そして、そのようにして繋がったネットワークの利用目的は、様々な資源の共有を可能にする基盤を提供することである。すなわち、ハードウェアおよびソフトウェア（情報も含む）の共有である。情報の共有は、最初はメールによって、その後ファイルサーバさらにはウェブサーバによって行われている。また、現在では、互いが対等の立場で、情報の提供者であり、使用者にもなる P2P (Peer-to-Peer) 技術を用いた共有形態も普及している³。すなわち、インターネットは多様な資源を多様なままで共有化することを可能にしている。

ネットワーク自体も多様化している。以前は、通信のための伝送線（銅線や光ファイバ）で接続されたネットワークが用いられていたが、現在では無線技術を用いたネットワーク（無線 LAN、携帯電話網）によるインターネット利用が普及している。一方では、毎秒ギガビットからテラビットクラスの大容量通信が可能になり、通信品質に配慮した制御技術などを備えようと進化し続けている。

ネットワークも多様化し、共有される物が多様になると同時に、接続される機器も多様化している。一般に、コンピュータネットワークと呼ばれているが、今では、一見いわゆるコンピュータではない様々な機器が接続されている。たとえば、各種センサー、カメラ、家電、おもちゃ、電子タグ (RFID) 等や高価な電子顕微鏡、天体望遠鏡まで接続されている。

このようなインターネット上において用いられるアプリケーションも、まさに多様化の一途である。電子メール、チャットやウェブ閲覧だけではなく、電子商取引利用は拡大し、テレビ会議、IP 電話の普及も目覚ましい。特に IP 電話の普及については 2007 年度には 2200 万を超える加入者になると予測されている。従来の電話加入者数のピークが約 6000 万であったことと比較すると、大きな割合を占めることが理解できる。政治、経済活動ばかりでなく、今回特集として焦点を当てている e-learning を含む教育活動も、ネットワークと出会い、融合することによって、新たな可能性を切り拓いていこうとしている。

3 インターネットと教育:e-learning

インターネットを用いた教育活動については、すでに盛んに取り組まれており、遠隔講義 (distance learning) については、高速ネットワークの応用例として以前から特に広く取り上げられている。e-learning そのものについては、専門家の方々の解説をご参照頂くとして、ここではネットワーク技術の視点から、その特質ならびにそれを支えるネットワーク基盤への要求について検討してみよう。

講義資料や講義そのものを含む教育活動に関する情報資源をネットワーク上に置けば、アクセスを許された人がいつでもどこからでもそれを共有できる。それは、他のインターネット応用と何ら変わらない。コンピュータと人の通信の一種である。但し、映像、音声を含む講義ビデオ (VoD (Video on Demand) による) を聴講する場合、聴講者がその内容を理解する際の障害にならない程度の通信品質が

³但し、P2P はその便利さの反面、著作権を有する情報（音楽、映像等）の違法な共有のために利用される場合が指摘され、社会問題になっており、今後改善を必要としている

確保される必要がある。また、質問とそれに対する解答を通じて、対話形式で講義が進行する場合は、利用者が解答または質問した後、サーバによる応答が戻るまでの時間がある程度の遅延以内であることが望ましいと考えられる。そして、ネットワークもその障害にならないことが必要である。

一方、リアルタイムに講義を聴講する場合は、さらに通信品質への配慮が必要になる。九州工業大学を含めて、多くの大学が、地理的に離れた複数のキャンパスから成り立っており、それらのどのキャンパスからも快適に聴講できる基盤作りが必要である。良好な品質の確保と共に、場所を選ばず良好な通信を提供するワイヤレス通信環境の整備も課題と考えられる。また、どうしてリアルタイムでなくはいけないかという素朴な疑問にも応える必要がある。一方通行の講義であれば、VoD でいいはずである。リアルタイムの講義の有効性を十分に引き出すためには、双方向の対話を可能にする必要がある。これは、従来からの通信形態である、人と人の通信の拡張である。対話によって、質問者の理解が促進されると共に、フィードバック情報に基づき講義の内容も充実するものと考えられる。そのためには、対話を促進する機構の検討も必要であろう。

さらには、人とコンピュータもしくは人と人の通信に基づく利用形態のように見えて、それを円滑に行うために、その背後で遠隔地のコンピュータ同士の情報交換、処理を繰り返すこともあると思われる。それらの通信も円滑に行われるように期待されるであろう。

4 最も貴重な資源とその活用

最初に述べたように、通信の発展は人と人の通信を出発点としており、コンピュータの通信も最終的にはそれを支援するためのものと言える。そして既に述べたように、コンピュータネットワークは互いに遠隔地に存在する資源の共有を可能にする基盤である。コンピュータネットワークを用いて今後共有化すべき貴重な資源、存在は、ハードウェアでもソフトウェアでもなく、個性を備えた人そのものである。

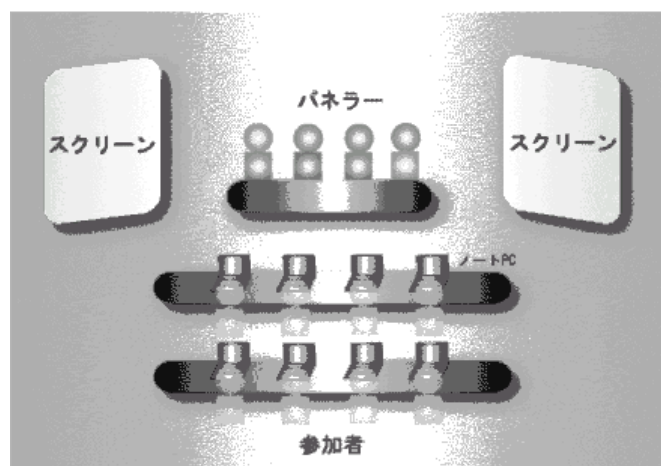


図 1: 概念図

教育システムである e-learning が、不特定多数を対象にした一般的で普遍的なサービスを提供すると

しても、教育を行う側と受ける側の双方の個性の融合によって、双方が進化することができるような機構を備えることができないものかと期待する。

以前、ある講演会の際に、講演者と聴講者の間でスムーズな双方向の意思伝達ができるようなある試みを行ってみた。会場では、ネットワークが利用できるようにして、聴講者は各自のPCを用いて、指定されたチャットページに質問などを書き込める。そして、そのページをスクリーンに投射した。すなわち、講演者の資料を投射したスクリーンと質問チャットページの2つを用いる。講演者は、話しの途中でも、そのスクリーンを見て、適宜質問に応えることができる。



図 2: 会場の様子

手を挙げて質問することも可能であるが、もっと気軽に質問でき、さらにはその質問に聴講者同士で応え合うこともでき、話す側と聴く側、そして聴講者間のコミュニケーションがとれて興味深い体験であった。これは、まだ初歩的なシステムであるが、複数の通信手段を用いた双方向通信の可能性を示していると考えられる。

21世紀においては、20世紀に築き上げられた貴重な社会基盤であるインターネットがさらに進化し、いつでもどこでも容易にインターネットにアクセスでき、人々が互いの理解を促進し、各人の感性、個性の多様さを互いに享受することを支援することができることを願う。