

# 情報ネットワークを活用した 遠隔教育実現への課題

大 橋 有 弘

## はじめに

教育は、その目的・方法に関して様々な議論があるものの、情報伝達を伴う行為であり、その情報伝達は媒体、すなわちメディアを介して行われることに相違はない。このメディア技術は情報技術の中核であり、その進歩は急速である。特に、媒体の多様化（マルチメディア）と伝達手段の高度化（情報通信ネットワーク）は、経済社会活動や国民生活のインフラストラクチャとなりつつある。教育活動はこれら情報技術の最大の享受者であることは間違いないが、一方で未だ、十分活用しきれていないのも事実である。

情報技術の教育への適用分野は様々であるが、最近、ネットワークを利用した遠隔教育の試みが注目され、いくつかの実践例が報告されるようになった。未だ、実験的な段階のものが大半であるが、2つのキャンパスに別れている明星大学における適用可能性を念頭におきつつ、技術動向、実現への課題等をまとめておくこととする。

## 1. 遠隔教育の技術

マルチメディアとネットワーク技術の進歩が遠隔教育を現実的なものとしている。マルチメディアは本来、複数媒体の意味であるが、最近ではむしろデジタル化技術、すなわち、文字・数値のみではなく、静止画像、動画像、音声等をすべてデジタル・データに変換し、ネットワーク及びコンピュータで処理するという方向をたどっているのである。このデジタル技術によって、様々なメディアが統合され、処理されることとなった。特に、情報量の多い動画像や音声データの圧縮技術によって、大量データを比較的安価でかつ高速に伝送できるようになった点が大きい。ギクシャクしたコマ落ち画像ではなく、自然な映像が送れるようになったのである。また、送られた側からすれば、データを蓄積・処理し、返送することが可能になることを意味し、これが遠隔教育の必須条件である双方向対話型のコミュニケーションを可能にしているのである。テレビ放送等の片方向マス・メディアと根本的に異なる特長である。

ネットワーク技術の進歩も重要な要素である。従来、機種による通信規約の違いがコンピュータの相互接続を困難にしていた経緯があるが、インターネットの例で明らかのように、最近のオープン・ネットワーク技術によって極めて容易にネットワークが構築できるようになった。このネットワーク技術は、教室、キャンパス、国境という空間を越え、時間的な制約を越えた地球規模の遠隔教育を可能にしているのである。

## 2. 教育の機会拡大

教育の機会均等はやや古典的な命題であるが、情報通信技術を活用した教育の機会拡大は今日的課題である。ネットワークの教育における活用は、都市と僻地の教室間や外国の教室との交流教育、生涯教育の拡張等、教育空間の拡張に伴う教育機会の拡大を期待させている。分散しているキャンパス間や大学間での講義交換も現実的になってきた。特に、ネットワークを徹底して活用した米国の大学の修士課程では、卒業式で初めて、教授者と学生達が一同に会したという例が報告されている。バーチャル・ユニバーシティとして話題を呼んだが、ネットワークを通じた常日頃のコミュニケーションが十分であったため、特に違和感はなかったという。

また、社会人であるためまたは、身体上の障害や精神的な問題で学校という場に赴くことが困難な状況の学習者に対しても教育の機会が拡大する。現在、通信制大学における授業の方法は、「印刷教材による授業」、「放送授業」、「面接授業」からなるが、インターネットなどマルチメディアの普及は、こうした通信教育の在り方にも強く影響すると考えられる。これら通信教育の場合、「教授者に質問しても、リアルタイムの回答が得られない」、「学習者は、身近にほとんど相談相手をもたず孤立感を抱きやすい」、「学習者が、学習意欲や学習ペースを維持することが困難」などの問題が指摘されてきたが<sup>(1)</sup>、ネットワークを介した遠隔教育によって、教授者－学習者間のリアルタイムでの相互作用が可能になり、学習者同士の双方向の作用も成立することによって、孤立感の解消や、学習意欲の維持・喚起が期待される。

## 3. 遠隔教育推進の動き

### (1) 遠隔教育の取組

高等教育に対するニーズの多様化が進む中で、以下のような遠隔教育の取組が始まっている。

- 1) 全学共通科目等の学部横断授業
- 2) 離れたら他キャンパスにある他学部の特設科目の受講・交換授業
- 3) 他大学との交換授業
- 4) 社会人のリフレッシュ教育

### (2) 衛星通信大学間ネットワーク事業

このような試みが進められている情報環境として、各大学における LAN (構内ネットワーク) の普及がある。ほとんどの国立大学で LAN が構築され、私立大学においても、平成 7 年度末現在で、60% が LAN を構築している。このような状況を背景として、文部省では、ポスト学内 LAN プロジェクトとして、次の 2 つの目標を掲げた衛星通信による遠隔教育の推進政策を打ち出している<sup>(2)</sup>。

- 1) 遠隔地の大学との間で同時、双方向で画像を通して合同授業、ゼミ、シンポジウム等を行い、新たな形態による高等教育を推進する。
- 2) マルチメディア社会にふさわしい、映像、音声、文字等、多様なメディアを活用した教育方法、内容の研究開発を推進する。

このプロジェクトは文部省放送教育開発センターをネットワークの中核基地とし、全国

の国立大学、高等専門学校を結ぶ、衛星通信大学間ネットワーク構築事業（スペース・コラボレーション・システム事業）である。連合大学院や分散キャンパスにおける交換授業、総合研究大学院大学と大学共同利用機関で行う合同ゼミ、研究交流、新教育大学等による全国規模の教員研修等の実施に向け、平成7年度から60億円をかけて整備が進められ、平成8年10月から運用に入っている。受信のための超小型地球局は平成8年度末で48機関に設置される。私立大学への普及については、「私立大学ジョイントサテライト事業」が平成9年度から開始され、10施設をモデル校に選定して衛星通信装置や映像装置の整備に対して助成する計画がある。既に、多くの私立大学からこの事業への参加希望がでてきているという。

#### 4. 遠隔教育の形態

遠隔教育の場合、自然な映像を伝送すること（臨場感）と、教授者と学習者の双方向対話（一体感）が必要となるが、情報通信ネットワークを活用することによってこれら要求が如何に満たされるかが主要課題となる。現在、実施されている遠隔教育は、情報の伝送路に通信衛星、専用回線、公衆回線のいずれを使用するかによって形態が分かれている。

##### (1) 通信衛星・電波

映像情報は元々、データ量が多く、それを自然な形で送るためには高速、大容量の通信回線が必要とされ、現在それを満足させるのは衛星通信である。遠隔教育へ活用する場合の衛星通信の特性として以下の点が挙げられる。

- ・画像等の大容量データの伝送が可能である。
- ・同一内容の情報を回線の増加なしに一度に広い地域に伝送できる。
- ・設備工事が短期間で済み、運用コストも比較的低い。
- ・回線料金が距離に依存しない。

以上のようなメリットに対して、衛星に係る経費と電波の制御管理の技術負担が個々の大学にとっては大きいという問題があることから、通信衛星大学間ネットワーク事業が進められることとなったのである。

この形態の事例として東京工業大学が挙げられる<sup>(2)</sup>。同大学では、衛星通信を使って、全国へリフレッシュ教育プログラムを配信するとともに、一橋大学との講義交換を行っている。また、別地区にある二つのキャンパスを光ファイバーで結び、遠隔授業や遠隔会議等を実施している。信州大学では、衛星ではないが、5つのキャンパスをマイクロウェーブ回線で結んだ「信州大学画像情報ネットワークシステム」によって、キャンパス間講義交換、教育研究活動の交流、管理運営情報の交換等を行っている<sup>(2)</sup>。

##### (2) 専用回線

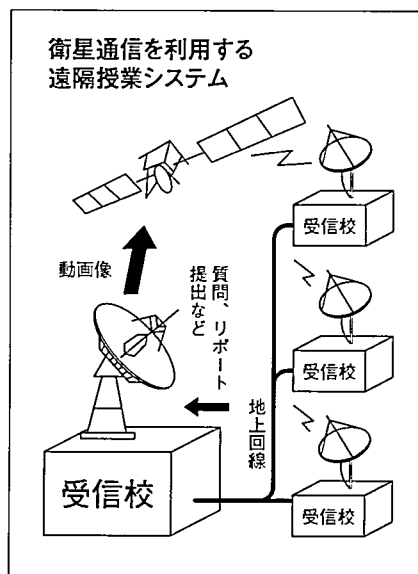
衛星通信を必要とするほど広域ではなく、数箇所のキャンパス間の遠隔教育の場合に専用回線を利用する形態は簡易なものとして多くの事例がある。経費の面でも、施設間を結ぶ専用回線料と各サイトにおける送受信装置で済む。回線料は距離と回線容量に依存するが、回線を占有しているため、他の利用者によるネットワーク負荷への影響はない。料金も定額制であるから、個々のユーザが料金を意識せず使用できるし、トラフィックが増加した場合に容量の大きい回線に移行することができる。

##### (3) 公衆回線

経費や敷設工事の簡易さの点で公衆回線の利用も進められている。この場合、電話回線では回線容量が少ないため、インターネットを活用するのが普通である。しかしながら、公衆回線の場合には、他のユーザの回線利用によるレスポンスの遅れ等、影響を受けやすいという問題があり、大容量のデータを伴う映像の伝送には不適當であることは、下記の明星大学における実験からも明らかである。現在のところ、このインターネットを活用した遠隔授業のほとんどは、映像を伴わない形態で利用されている。代表的な事例では、同志社大学における電子ゼミ室、電子相談室、電子討論室、電子教材室等という利用形態がある<sup>(3)</sup>。

#### (4) 衛星通信と地上回線

データ量の多い映像を衛星通信で伝送し、それと並行して質問・回答の双方向通信を専用回線等の地上回線を使用するという高度な利用形態も進んできている(図参照)。北海道情報大学では、通信衛星によって通信教育を実施し、通信衛星により全国16か所のセンターおよびサブセンターに授業を配信するとともに、ISDNによって、学習者の質問を受け付けるという双方向遠隔授業を実現している<sup>(2)</sup>。



衛星通信と地上回線による遠隔授業システム

## 5. 遠隔教育実験とその評価 —— パソコン・ソフトによる事例

### (1) 実験の目的

明星大学において、安価なパソコン・ビデオ会議ソフト「Enhanced CU-SeeMe™」の遠隔教育への適用可能性を実験した。このパソコン会議システムの代表的な機能には、「ビデオ会議」と「データ会議」がある。ビデオ会議機能は、パソコンの画面上に自分側、相手側の二つのビデオ・ウィンドウを表示し、画像と音声で通信する。データ会議として一般的なのは、①ホワイトボード、②アプリケーション共有、③ファイル転送の3機能である<sup>(4)</sup>。さらにパソコンが持つアプリケーション・ソフトが使えるという利点もある。この

ソフトは既に、教育相談への利用の検討（岡山大学、香川大学）<sup>(5)</sup>や、学部のゼミ（同志社大学）<sup>(3)</sup>で利用が試みられている。

このパソコン会議システムを、日野キャンパスに導入済みの LAN（構内ネットワーク）とパソコンを用いて、ハードウェアの性能およびネットワークの負荷による影響、ユーザに生じる心理的な印象について予備的な実験を行った<sup>(6)</sup>。実験の最大の目的は、既存施設を利用し、最小の経費で遠隔教育が現実的に実行できるかを検証することにあった。すなわち、大掛かりな装置とコストをかけた従来のテレビ会議ではなく、パソコンと通常の通信回線を使って簡易なシステムでビデオ会議を実現するというソフトウェアが、遠隔学習環境としての最小限の要求に応えられるかということを実験したものである。

## (2) 実験の内容

### 実験 1 中央演算装置の性能、メモリ容量、ネットワーク負荷の影響

このパソコン会議システムを演算速度、メモリ容量の異なる 3 機種、計 9 台のパソコンに搭載し、日野キャンパスの LAN を介して接続した場合、ハードウェアの性能、容量とネットワークの負荷が、画像を含めた情報伝達の円滑さにどのような影響を及ぼすかを実験した。影響の度合いは今回は体感と最も相関のあるとされる、1 秒間の動画像のフレーム数 (fps) で測定した。具体的には、パソコンの演算速度、メモリ容量を変化させてフレーム数への影響を見ることと、他の条件を一定にしておいてネットワークに負荷をかけた場合の影響を測定した。ネットワーク管理システムの影響を見るために、環境 1（1 つの教室内のパソコン間の通信）と環境 2（学内 LAN を経由したパソコン間通信）の 2 つの環境を設定した。

### 実験 2 心理的な印象評価

システム使用の際に生じるユーザの心理的な印象は、遠隔教育の場合特に、重要な評価要素である。本実験では、直接対面での対話とパソコン会議システムでの対話の心理的な印象評価を比較検討した。実際の実験では、学生 2 人 1 組のペアを 5 組、計 10 人の被験者に、対面セッションとパソコン会議システムによる遠隔セッションをそれぞれ 15 分間づつ行わせ、意味分析法による印象評定を求めた。評価項目は田村が用いた形容詞対<sup>(7)</sup>の一部と新たに追加した項目の計 50 項目からなり、これらについて被験者に 7 段階評価させた。

## (3) 実験結果の評価

上記パソコン会議システムは安価で簡易な方法で遠隔会議を実現しようとするものであり、その意味ではこの実験を開始するにあたっては、その遠隔教育への適用可能性について期待があった。実験の結果の主な評価は以下のとおりである。

- ・ もっとも負荷が少ない状況でのパソコン間でのセッション（環境 1）においても、fps は 6 であり、通常、自然な動きを実現するためには最低 10fps が必要とされることから、本パソコン会議システムは遠隔教育に適用するには性能的に無理があると考えられた。
- ・ 特に、ネットワークに音声データを同時に流すと音が途切れる等の問題があった。
- ・ 音声の同時双方向通信ができないため、会話がしにくい結果となった。
- ・ ネットワークに負荷をかけると途端にフレーム数が減少し、使用に耐え得るものではなくなる。
- ・ ネットワークの中継装置を介すると（環境 2）、パソコンの性能、メモリ容量の影響がフレーム数に大きくでる。
- ・ 心理的な評定では、相手との一体感、聴きやすさ、分かりやすさ、見やすさ等の項目

において否定的な印象が示された。

- ・パソコン上にウィンドウとして表示される画像が小さく(5 cm×4 cm)、非常に見づらいという評価があった。

#### (4) 実験結果のまとめ

田村が行った学習者インターフェースの評定結果<sup>(7)</sup>からは、適切なシステム構成を提供することによって、十分効果的な遠隔授業ができることが示されている。同時に、鑑沢<sup>(8)</sup>の研究ではテレビ会議を取り上げ、人間の特性に整合させる観点から、一体感や臨場感をより対面的状況に近づける必要性が指摘されている。今回の実験では、簡易なパソコン会議システムとして可能な限りよい環境を提供したが、円滑さを表すフレーム数が不十分であり、心理的評定の結果からも被験者にとって快適なものとは言えないことが示唆された。

また、パソコン会議ではリアルタイム性の確保が欠かせないため画像や音声のための高速大容量の伝送能力が要求されるが、実験の結果では簡易なパソコン会議システムの場合ネットワーク負荷の影響が大きく、実用には耐えないことが明らかになった。したがって、日野、青梅キャンパス間をインターネットで遠隔授業を行う場合、多くのユーザが回線を共有することから、現状では本格的な使用は難しいことが想定できる。ISDN などの一定程度の容量の専用回線を使用する必要があると考えられる。

## 6. 遠隔教育実施への課題

情報通信ネットワークを利用した遠隔教育は、メリットと限界を併せ有しながらも、国公私立大学において既に実験から実施の段階に向かっている。この形態が今までの授業にとって代わるということはないが、適用方法によって学習環境の発展、改革につながるものと期待されることから、明星大学の日野および青梅の2つのキャンパス間の遠隔教育の実施を想定した場合の、検討すべき課題を整理しておく必要がある。主な課題と考えられる点は以下のとおりである。

#### (1) システム運用環境の整備と支援体制の確立

遠隔授業を実施するために、ハードウェアとしては通信回線、映像送受信装置、両キャンパスにおける LAN およびパソコン並びにそれらを運用するソフトウェア・システムが必要になる。そのうち、LAN とパソコンは既設のもので十分対応できる。通信回線については、各大学の実践例や明星大学における実験から、両キャンパス間の専用回線を用意することが必要であろう。新たに必要とされる映像送受信装置やソフトウェアを含め、経費を積算した上で実施について検討することが求められよう。また、このネットワークを活用した映像、データ伝送システムの技術進歩は急であり、技術動向を常にウォッチしておくことが必要である。例えば、最近、映像送受信、データの伝送および全体の管理ソフトウェア等をパッケージ化した、かなり有力な製品もでてきており、第2次の実験を開始することとしている。これら製品の性能・機能についても比較評価していく必要がある。

これら各種機器の整備に加え、遠隔授業実施上の支援体制が重要になる。実施の場面において、教授者に運営上や技術的な負担をかけることは避けなければならない。現在の情報科学研究センターを中心に準備を進め、支援体制を確立することが必要となる。

#### (2) 科目の選定と教授者の協力

日野および青梅の両キャンパスで交換することが適切な授業科目を選定することが必要

になる。選定にあたっては以下のような点を考慮する必要がある。また、遠隔授業を担当する教授者の協力が得られることが大前提であることは当然である。また、送信側の教授者だけでなく、受信側の教室にも補助的に教授者または、アシストがいる方が効果が大きいいという報告もあり、検討に値する。

- ・一般教養、教職や図書館司書等資格関連科目などの学部横断的な科目
- ・各学科固有の科目であるが、特色ある科目
- ・両キャンパスの学生に広く公開することに意味がある科目
- ・学生にとって遠隔授業として魅力がある科目

### (3) 教授方法の研究

遠隔授業を実施している大学において議論になっている課題の1つに教授方法の問題がある。すなわち、映像やデータの伝送を通じた遠隔授業の進め方は、自ずと対面授業と異なる筈であるが、実施段階に入って間もないこともあり、現在のところ、その方法論が未だ確立されておらず、ボランティア的に担当している教授者が手探りで実施している状況である。科目の特性と情報技術の特徴を適切に組み合わせて実行されるならば、遠隔授業の効果は大きくなると期待できる。授業実施に伴う情報科学研究センター等の技術的な支援体制だけではなく、教授方法や教材作成に関する研究を併せ行うことが必要である。

さらに、既述のパソコン会議システムの実験においては会話の自然さや映像の円滑さが中心テーマであり、教授者側の心理的な負担や抵抗感については実験されていない。一般的にこの面の研究は未だ十分に進んでいないようである。

### (4) 学則等の改正

現行の大学設置基準では情報通信ネットワークの授業への活用は想定していないため、遠隔授業の運用面でいくつかの課題は残っており、特に、単位の認定が議論となっていた。文部省では既述の衛星通信大学間ネットワーク事業の運用開始にあたって、卒業に必要な124単位のうち30単位まで交換授業によることができるという方針を明らかにしている。この場合、交換授業が双方向の画像伝送で実施され、両サイトから質疑応答ができることが条件となっている。

明星大学の場合、当面は学部間の単位互換であるから、上記条件を満足すれば特に問題はないと考えられる。但し、現在、カリキュラムや単位認定は学部専決事項となっているため、日野・青梅間の4学部で遠隔授業の単位互換を認めることやその範囲について学部間で協議し、必要に応じ学則等を改正する必要がある。さらに、交換授業を担当する場合には、採点等受講者が増加することによる教授者の負担増への配慮、コマ数換算等も検討されなければならない。また、受信側にも教授者を配置する場合の処遇も課題となろう。

## おわりに

ネットワークとマルチメディア技術を活用した遠隔教育はまさに始まったばかりという段階にあり、いずれの大学においても実験的な試みであったり、模索しつつ実施している状況にある。明星大学においては、流れに乗り遅れるなどという観点や教授者の削減効果という目的ではなく、教育の活性化や学習者のベネフィットを高めるという視点で評価し、実施に向けた検討を開始するべきであると考えられる。

上記のような実施への課題のいずれも一挙に解決つくものではない。むしろ、実験的な

遠隔授業を実施しつつ、課題を確定し、解決方策をたてていくことが必要であろう。また、この遠隔教育はキャンパスという物理的な空間を越えるものであることから、通信教育への拡張、市民講座等への適用、事務への適用、いわき明星大学との連携、他大学との交換授業等、その拡張の可能性は極めて高いものと考えられる。いずれにしても、学部横断的な委員会を設置し、全学的な検討・協議を十分行った上で、実験的な遠隔授業を進めることが肝要であろう。

#### 参考文献

- (1) Watabe, K., Hamalainen, M. and Whinston, A.B. インターネットを使った遠隔共同学習支援システム, 教育システム情報学会誌 pp76-85 (Vol.12, NO.1, April, 1995)
- (2) 文部省高等教育局：マルチメディアを活用した21世紀の高等教育の在り方について (平成8年7月懇談会報告)
- (3) 宮崎耕 (1996) 「ゼミナール・イントラネット」による情報処理教育, 第10回私立大学情報教育協議会大会資料 pp.181-182
- (4) 日経 BP 社 (1996.6) 「特集, 離陸するパソコン会議システム」, No.223 pp.56-73
- (5) 近藤勲, 古市裕一, 松下文夫, 三宅恭子 (1996) インターネットを利用した教育相談システムの実用化の一検討, 科学教育研究会報, Vol.10 (No.2), pp.1-6
- (6) 杉本雅彦, 大橋有弘, 外 (1996.11), 遠隔教育におけるパソコン会議システムの実験と評価, 日本科学教育学会研究会研究報告, pp.5-10
- (7) 田村武志 (1994) 遠隔講義における学習者インタフェースの改善とその評価, 電子情報通信学会論文誌A, Vol.J77-A, No.3. pp.494-505
- (8) 鎧沢勇 (1988) テレビ電話・テレコンファレンス 5 共通要素技術 5.1 ヒューマンファクタ, テレビジョン学会誌 Vol.42, No.11 pp.1193-1198