

### 3. インターネットを活用した高等教育

上野晴樹

東京電機大学理工学部経営工学科

はじめに

INTERNETによる遠隔教育は21世紀初頭には新しい教育形態として定着するであろうが、そのためには解決しなければならない課題があり、その中には本質的で重要なものも含まれている。ここでは、教師と学生が同一の教室で教育を行う形態を教室型教育（あるいは授業型教育）と呼び、両者が地理的に離れた場所に居て教育を行う形態を遠隔教育（Distance Learning）と呼ぶこととする。

また、ここでは高等教育を取り扱うこととする。その中でも、技術系大学に指ける専門教育と社会人を対象とした専門教育としての生涯教育に焦点を当てる。後者は、前者の新しいサービス分野であり、社会からのニーズも年ごとに高まっている（参考までに、文部省用語では、リフレッシュ教育<sup>2)</sup>）。

遠隔教育はいろいろな側面を持っており、教育学、教育工学、教育制度、教育支援環境、などが含まれる。INTERNETを使った遠隔教育は、距離や時間の制約を超えて実現でき、受講生の理解のペースや知識レベルに応じて選択的に勉強できるという長所があるが、教師と生徒という関係を壊しては教育の目的は達成できないという批判もある。しかし、人格育成の重要な初等・中等教育に比べると、高等教育は専門知識と問題解決力の習得に重点が置かれると考えてよい。特に生涯教育ではこの色彩が強くなる。つまり、目的や内容によって夫々の方式の長所を生かすシステムの実現が重要である。

また、遠隔教育はCAIの発展形態と位置づけることができるが、まったく別のものと認識することが適切である。つまり、新しい教育システムを構築するためのインフラと認識することが適切である。なお、ここでの議論は、教育がこれまでのいわゆる文部省主導型の学校教育の枠組みを超えて、新しいビジネスとして展開されていくという認識を基に考察する。

遠隔教育は従来の教育システムに根本的な変革をせる可能性を秘めているものと思う。教育は本来グロ

ーバルなものであり、遠隔教育の進歩・発展によって近い将来、教育のビッグバンが起こるに違いない。ここでは、グローバルなものと伝統文化の継承が必用なものとの区別が問われることとなる。

#### INTERNETによる遠隔教育のイメージ

具体的な議論の前に、INTERNETを用いた遠隔教育のイメージを整理しておく<sup>6)</sup>。将来超高速ATM（非同期転送モード）に基づくB-ISDN（Broadband-ISDN）、マルチキャスト通信（同一コンテンツを途中のルータで分配して効率よく多数のクライアントに送信する技術）、CS（通信衛星）とINTERNETの結合などが普及すればいわゆるQoS（Quality-of-Service: マルチメディアコンテンツを各々のユーザの要求に応じて送信する品質補正）が実現されるが、現在の可変長パケット通信に基づくフレームリレー方式でも十分利点がある。

INTERNETによる遠隔教育の長所としては、次のようなものが挙げられる。1) 時間・空間の制限を超えて教育を受けられること、2) 自分の理解や勉強目標に合わせてトピックや内容を選択的に勉強できること、3) マルチメディア教材によって多様な形態で勉強できること、4) バーチャル空間による各種実験を設定しその場で確認できること、5) 世界中のマルチメディア教材やマルチメディアDBを拡張教材として利用できること（リンクやサーチエンジンの活用）、6) E-mailなどを使って交流、レポート提出や添削が可能なこと、7) TV会議システムやグループウェアなどを使って離れた場所でのミーティングや共同作業が可能なこと、8) 国内・国外を問わず適切な科目を選択できること、などである。

特に身体障害者、病気療養者や職業を持つ社会人にとっては利点が多い。ただし、このような利点が生かされるためには、受講生の勉強目的・目標が明確であること、学習効果の自己把握が可能な能力を持つこと、さらに、自己統御が可能なだけの強い意志を持つ

ことを条件としている。大学生レベルでは目的意識がとぼしく自己学習管理が困難であり、知的CAIの概念と方法の適用が必要である。

### 高等教育の役割と遠隔教育

一般に高等学校までの教育が初等・中等教育と呼ばれ、大学教育以降の教育が高等教育と呼ばれる。教育上の役割から大まかに区分すると、初等・中等教育は社会人としての基礎教育を担当し、高等教育はそれを土台として夫々の分野の専門家を育成するための専門教育を担当する。教育工学分野の研究者の研究対象は主として初等・中等教育であり、高等教育を対象としている研究者は非常に少ない。したがって高等教育を対象とした教育工学的研究成果はほとんど存在しないので、ハンデがあるわけである。

一般に、学習者の教育レベルが低い（低学年）ほど、教育内容が単純で、学習者のモデル化が容易で、教育効果の評価が容易であるが、学習者の自律能力が低いので教師の役割がその分高くなる。初等・中等教育がこの典型である。一方、学習者の教育レベルが高い（大学、大学院、社会人）ほど、教育内容が専門的で、学習者のモデル化が困難で、学習者の自律能力が高くなり教師の役割は教育法よりも専門知識の深さの比重が高くなる<sup>6)</sup>。この視点から、大学教育、大学院教育、および社会人（もしくは生涯教育）の性格を簡単に比較してみよう。

**大学教育：**基礎専門教育が中心。勉学目標を明確に持つ学生は少数であり、多くは受動的である。したがって、専門知識を体系的に準備して中等教育のようなガイダンス付きの教育が必要。理解の把握に基づく教育が必要。

**大学院教育：**受講生のレベルが高く、勉学目的は明確であり、自己統御能力も高いので、遠隔教育の効果がきわめて高いと考えられる。授業よりも、特定のテーマに関する調査・研究・実験を支援するためのマルチメディア環境の必要性が高くなる。

**生涯教育：**専門教育の場合には、大学院に準じた性格を持つ。ついでに議論すると、大学の役割は少子化の進展や生涯教育のニーズの高まりという大学を取り巻く社会環境の変化に対応して、急速に変貌を遂げつつある。「開かれた大学」という標語すら、もう新鮮味を失いつつあることを考えてもこのことが容易に分かる。「象牙の塔」は若い人にはむしろ新鮮に感じられるであろう。生涯教育はこれからの大学の重要なサービスメニューとなることはほぼ確実である。

ついでに、専門教育のフォローアップとしての生涯教育の意義と社会状況について簡単に述べる。一度学んだ専門知識の半分が役立たなくなるまでの期間であ

る「専門知識の半減期」が大幅に短縮されてきた高度技術社会においては、専門家としての知識水準を維持したり、新しい技術分野に軌道変更するために継続的教育が不可欠となった。生涯教育はこれらの需要に応えるものである。ただし、INTERNETの発展と能力中心社会の到来は、国家認定型の教育システムから市場原理型の教育ビジネスの普及へと、急速に地殻変動をもたらすものと考えられるので、根本的な発想の転換が必要である。このことは、大学と企業による教育ビジネスが競合することを意味し、大学にとっては厳しい状況の到来を意味する。

### 遠隔教育システムの実現と課題

#### 実現と研究課題

INTERNETを用いた遠隔教育は社会のニーズに応えるための新しい教育システムとして重要な位置を得つつあるが、広く普及させるための実現技術を提供することが不可欠である。ここでは、研究開発的側面から見た遠隔教育実現上の課題を5つ取り上げる。

#### 1) コンテンツの充実（コンテンツの開発）

教育コンテンツの充実なくしてINTERNET型遠隔教育は成立しない。この面で日米格差はきわめて大きい。主要な米国の大学の多くが遠隔教育を担当する専門の組織を持っており、コンテンツ開発支援、遠隔教育運用サービス、遠隔教育支援技術の研究開発などを行っている。我が国の大学にはいまだこの種の組織が存在しないようである。また、我が国の研究者はコンテンツ開発と運用実験にはほとんど興味を持たず、代わりに要素技術に取り組む傾向が強い。これまでのCAI/知的CAI研究者は枠組みの提案と要素技術の提案を繰り返してきただけで、実際の教育にはほとんど貢献していないというのが著者の印象である。INTERNETを活用する遠隔教育においてはこの流れを変えるべきである。

#### 2) コンテンツ開発・保守環境の研究開発（ツールの開発）

コンテンツの開発と保守は、HTML言語やJAVA言語などを用いて実現可能である。最近HTMLを意識しないでホームページを作成・保守できるツールが出まわっている。コンテンツ（あるいはWeb型電子教科書）の実験版はこのような方法で開発することになるが、実際の利用・評価を通してある程度構造や内容に見とおしがついた段階で、ツール化する必要がある。ツールの提供によってコンテンツの開発・保守の生産性が格段に向上すると共に、コンピュータの非専門家が自分でこの作業を行うことが可能となり、遠隔教育の普及が加速される。ツールの開発にはモデル化が前提であり、それには、現実のシステムの試作、運

用、評価、改良が不可欠である。

### 3) インフラ技術の研究開発 (QoS技術の開発)

電子教科書型のコンテンツ整備と運用は遠隔教育の第1段階である<sup>5)</sup>、<sup>6)</sup>。第2, 第3の段階としては, INTERNET-TV会議による遠隔ゼミ, バーチャルラボによる共同実験, 次世代グループウェアや空間共有による共同作業などへの展開がある。そこで, このような形態の遠隔教育をサポートするために必要なQoSを保証する情報通信機能を持つ, いわゆる次世代INTERNET)が不可欠となる。ここでは, 遠隔教育は, インフラ研究のための要求仕様を抽出する事例となり, かつ試作されたインフラを実験・評価するための応用システムを兼ねた位置づけとなる。これによって, 次世代INTERNETの開発目標, インフラ技術の研究開発, 教育応用システムの研究開発, 実践を通しての評価という, 望ましいリンクが形成される<sup>4)</sup>。

### 4) 教育システムとしての研究 (教育工学)

遠隔教育はこれまでの教室型 (対面型) 教育システムの枠組みを超えた新しい教育システムである。どんなシステムにもメリットとデメリットの両側面があることは過去の経験が教えている。教育効果の問題, コンテンツの構造・教科内容とガイド型ヒューマンインタフェース, さらに, 学習者自ら学習をコントロールすることがどこまで可能かという問題などである。前述のように, 基礎専門を体系的に学ぶ必要のある学部大学生には自己コントロールは期待できないという意見が強い。初等・中等教育課程において受験勉強中心で詰め込み型の受動的学習を経てきた我が国の大学生にはなおさらである。教育学, 哲学, 教育工学, 情報工学の学際的な研究体制によって総合的に研究・開発することが望まれる。

### 5) 著作権 (Copyright) の問題

教育コンテンツの開発と利用において, 知的財産権 (Intellectual Property) 特に著作権 (Copyright) の問題が重要である。現在の著作権法は印刷物を主たる対象としているが, マルチメディアソフトウェアに関してはいまだ基本概念も定まっていないようである。印刷物と違って, いろいろなソースをデジタル技術によって容易に編集加工できる一方, 複数の専門家による共同作業も増えるので, 権利者の把握や権利範囲の設定などがきわめて困難となる。また, 基本的に著作権は国内法で管理されるが, ワールドワイドな遠隔教育とはなじまない面がある。WIPOを中心に国際的調和の努力がなされているが, 各国の法体系が異なっていることなどもあって, 簡単ではないようである。しかし, それ以上の現実の問題は, INTERNETにかかわる人々が著作権について無知であることである。これらの問題が解決されないとコンテンツの開発や利用が促進されない。

### Internet2: 米国の挑戦

ここで, 現在米国で進行中のInternet2プロジェクトの概要を取り上げる。これは大学などの高等教育機関における研究・教育のインフラを革新的に発展させ, 教育研究における米国の優位性の持続を図るという明確な国家目的の基に推進されている産官学プロジェクトである。このプロジェクトにおいて遠隔教育は重要な応用として位置づけられている。この章での論点は, 米国における先端的な遠隔教育システムの研究開発の紹介ではなく, 高等教育研究機関としての大学の役割と, 21世紀への意欲的展望を基にして, 次世代INTERNET技術の研究開発の枠組みの中での, 重点応用システムとしての遠隔教育システムの研究開発の位置づけを理解してもらいたいことにある。以下, 主にWWWホームページ<sup>4)</sup>で公開されている情報を基にして概要を紹介し, コメントする。

### Internet2とは

Internet2は, 米国政府が現在推進している次世代INTERNETインフラの国家主導計画NGI (Next Generation Internet) の一環であり, 大学共同体による学術・教育用次世代情報インフラ開発の産官学プロジェクトである。米大学における教育, 研究をサポートするマルチメディア指向の次世代情報インフラの開発を主たる目的とするものであり, 1996年11月に約40大学でスタートし, 現在124大学が参加し, 29の情報通信関連企業が開発をサポートし, NSF (米国科学財団), DOD (米国防省), NASA (米国航空宇宙局) などの国家組織が支援している。大学の役割は, 研究開発をリードし, 教育研究のドメインを使って研究成果を実験・評価すると共に, 技術的要求条件をフィードバックすることである。これに対して企業の役割は, 実際の技術開発を担当し, 成果を製品の形で市場に提供し, 産業の活性化に役立てることであり, 国家組織の役割は, 部分的な資金援助を含み, 総合的にプロジェクトを支援することである。

本プロジェクトの目的や方針を記述してある文書の中には, 随所に米国のリーダーシップの維持という表現が使われており, 次世代のマルチメディア情報インフラ技術に関して, 何としても主導権を米国が維持したいという強い意思表示が表明されている。このため, 参加大学は (当面) 米国に限るという条件がつけられている (我が国の5世代コンピュータプロジェクトでは盛んに日本政府を非難していたが, 90年代になって完全にお株を奪われた格好である。決してフェアではない)。

なお, Internet2プロジェクトでは, 大学グループが地域内で共同実験ができるようにするために,

GigaPOPと呼ばれる情報インフラを開発し利用することになっているが、高度なマルチメディア情報に対応するために、622MbpsのATMを採用している。このGigaPOPを10～20地域に実現し、GigaPOP間は通常のインターネットで接続するようである。またこれと関連して、セキュリティや柔軟性の向上とIPアドレス枯渇に対応するためにIPv6 (IPversion 6: 現在のIPv4の32ビット構成に対し128ビットであり、IPアドレス不足が解消され、信頼性、セキュリティやQoSが盛り込める) が採用されると共に、強力なマルチキャスト送信などの技術開発も行われている。ただし、政府からの資金援助はかなり限定されているので、シカゴ地域のGigaPOP開発を除いては、参加大学に個別の資金獲得を求めており、資金的制約から構想どおりにはいかないだろうという意見も聞かれる。

### Internet2の重点応用システム

Internet2プロジェクトではアプリケーションを、「Application WGの基本的目標は、アプリケーションアーキテクチャおよび開発ツールの作成を促進し調整することであり、これによってInternet2による高次ネットワークサービスのアドバンテージを獲得できる」という位置づけの基に、4つの応用システムを選定し研究開発を行っている。それらは、1) ラーニングウェアとIMS, 2) 電子図書館, 3) テレイマージョン, および、4) バーチャルラボラトリー, である。遠隔教育が本稿の主題であるが、まず他の3つを簡単に紹介する。

電子図書館 (Digital Libraries) については、すでに特集号が出されているので詳しくはそちらを参照していただければよいが<sup>7)</sup>、本プロジェクトで特に重点応用テーマとして選定された理由は、電子図書館に関する要求が急速に高まると共に現在のINTERNETでは十分にサポートできないために、新しい機能を必要としているからである。たとえば、広帯域伝送や帯域予約機能がデジタルビデオやオーディオ・コンテンツの検索や配信に必要であり、研究者のニーズも高まっている<sup>8)</sup>。高信頼のマルチキャストサービスや選択型 (Selective) QoSなどが不可欠であり、学術研究の支援としてこのシステムが重要であると共に、Internet2の重要な技術的要求を含んでいるわけである。

テレイマージョン (Tele-Immersion) は、多くの人々が単一の仮想環境を異なった地点から共有できることを実現する技術である。これは、ケーブル型イマージョン技術、高次高速遠隔通信システム、個人の所在を認識する技術を、大幅に拡張しかつ有機的に結合して実現される。この技術は、人のコミュニケーションとコラボレーションがベースとなっている教育、学術、工業に、大きなパラダイムシフトをもたらす可能性を

持ち、先端的な共同研究環境が革新的に向上することとなる。これを実現するには、広帯域通信、低隠蔽通信、同調通信、画像処理・生成、高機能電子会議、仮想現実環境などが不可欠であり、Internet2の技術要素を多く含んでいる。ただし、きわめて挑戦的研究であるので、プロジェクト期間内には実験システムの試作と評価にとどまる可能性が高い。

バーチャルラボラトリー (Virtual Laboratory) は、共通の課題を持つ国際的に分散した研究者グループの共同作業を支援するための、多角的分散型問題解決環境の実現を目指したものである。テレイマージョンとは異なり、共有のイマージョン環境は重要ではない。その代わりに、複数のスーパーコンピュータ、シミュレーションツール、応用固有の情報管理用DB、大規模シミュレーションをサポートするサーバ、研究に必要な特殊科学実験研究装置との結合、共同研究支援ソフトウェアプラットフォームなどが必要となる。当然現在のフレームリレー型のINTERNETでは実現不可能であり、超高速ATM通信を基盤とする選択型QoSが不可欠であり、Internet2の技術を必要とするわけである。すでに関連プロジェクトが、政府研究所、NSFプログラム、企業・大学研究プロジェクトとして進行しつつあり、これらをInternet2で実現という構想である。

### Internet2における遠隔教育システム

このプロジェクトが対象としている遠隔教育は高等教育であり、生涯教育も含んでいる。高等教育では教育コンテンツが重要であるが、現時点では、いまだスタンドアロン型が大部分である。Internet2では、分散型ラーニングウェアとアプリケーションを開発することとなっている。つまり、汎用ツール (プラットフォーム) を開発し、これを使ってコンテンツを開発するという二段構造であることである。IMS (Instructional Management System) というツールの開発が計画されているが、この実現にはコンポーネント技術に基づくビルディングブロック型アプローチが採用されることとなっており、オブジェクト指向ツールと分散オブジェクトアーキテクチャ (DMOS, Java, Active-X, OpenDocなど) の採用が計画されている。

IMSは、学部教育で必要な機能を十分に持たせることとなっており、具体的には、教育目標の設定、教材の準備、学力判定、最適教材の割当、教育環境へのアクセス、教育効果の追跡、教師の割当、学習効果の評価、成績集計を支援する。つまり、IMSは、これらを教師に代わって、分散環境によるソフトウェアで実現するシステムであるといえる。また、IMSは、学生、インストラクタ、教材作成者、出版者のそれぞれを単一環境で支援するシステムである。すでに他のプロジ

エクトが開発に取り組んでいるものを、このプロジェクトのテーマとして取り込んだものとなっている。

## 提言

バブル経済崩壊以降我が国の雇用システムは大きく変わりつつあり、それが大学の役割を含めた高等教育システムに重大な変革を求めている。この流れの中で遠隔教育の重要性は急速に高まるであろう。著者は次のような論理でその変化を理解している。終身雇用制度の崩壊→能力中心社会への転換→個別の継続的自己再生努力の必要性和生涯学習プランニング→社会人教育の需要増大→大学設置基準と社会ニーズの乖離→市場原理に基づく教育ビジネスの急展開→遠隔教育のビジネスとしての急展開→教育システムのグローバル化と従来型大学の終息。いささか風が吹けが桶屋が儲かる式の論理であるかもしれないが、それほど的外れでもないという感じがする。金融システムにビッグバンが訪れたが、次は大学版のビッグバンであろう。

さて、以上の分析と考察を基に、以下に3つの重要と思われる項目について提言する。

### 1) 制度の緩和と市場原理の導入

高等教育における遠隔教育に関して、制度の緩和と市場原理の導入を提言したい。遠隔教育の大学への適用が「大学設置基準」によって、対面授業の条件をつけていることは過度の規制であり<sup>3)</sup>、教育のグローバル化に遅れをとることとなるから、大学の判断に任せるべきである。規制があるということは、この分野の積極的な研究開発および導入のインセンティブを政府自らが阻害していることであり、自由を認めかつ重点領域として積極的に支援している欧米とのギャップをさらに拡大することは明らかである。現在はいろいろな試みを通して有効な回答を模索している段階である。これに我が国の大学が参加できないことは、先になって必ずや悔しい思いを味わうことになる。ここまで高等教育のグローバル化の意識が高まってきたからには、形式論よりも教育効果に焦点を移すべきであると思う。高等教育においては、それは社会（つまり市場）が決めることである。

### 2) コンテンツの充実とツールの開発

本格的なコンテンツの充実と支援ツール（ソフトウェアプラットフォーム）の開発・普及に対する支援策を提言する。INTERNETを活用した遠隔教育を促進し普及させるには、Webベースの教育コンテンツを質・量共に充実させることが不可欠である。情報インフラを専門としない大学の教師でも今やワープロを使って教材を作成・管理している時代である。素人でも使えるWeb型電子教科書作成・管理ツールが提供されれば、コンテンツは急速に充実するものと考えられる。

これが第一歩である。

一方、我が国の教育情報学やCAIの研究者は、教育環境の改善にはほとんど関心がないのではないかと感じられる。彼らの関心は、新しい方法論の研究開発と学術論文の執筆に向けられている。方法論の流行を追いかけるだけの学術研究の流れを変えなければ、本質的な教育システムの進歩には繋がらないし、世界に先駆けて新しい問題点と解決モデルを提示するという独創的研究成果ももたらし得ないと確信する。

### 3) 応用指向の戦略的研究開発プロジェクト

遠隔教育を重点応用テーマに含む、応用志向型の戦略的次世代INTERNET研究開発プロジェクトを提言したい。米国のInternet2プロジェクトの日本版大型プロジェクトと言い換えてもよい。本来、応用指向の研究開発プロジェクトの場合には、将来に対する深い洞察力と、これに基づく、基幹システムとなる応用システムの選定が不可欠である。これを達成するために新技術が必要となり、これを開発することが独創的技術開発<sup>1)</sup>をもたらすものと考えられる。

教育は国の根幹である。遠隔教育は21世紀の高等教育の一般的形態となることは疑いのないところである。現在普及しているINTERNETでも教科書型教材を使う教育には対応できる。しかし、マルチメディアの機能を高度に活用した教育形態には対応できないことは明らかである。新しい教材、新しい教育システム、新しい教育支援環境は、先端の情報通信インフラを必要とする。可能性は豊かであるが、まだその姿が見えない状況にある。遠隔教育の研究開発と次世代INTERNETの研究開発が結合される必要性はここにある。学術研究INTERNETインフラであるSINETの次世代版の研究開発をこのような方式で行うのも有力な候補となると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 情報学研究の推進方策について（建議）、文部省学術審議会、平成10年1月14日。
- 2) 「遠隔授業」の大学設置基準における取り扱い等について（答申）、文部省大学審議会、平成9年12月18日。
- 3) マルチメディア教育部会における審議の概要－「遠隔授業」の大学設置基準における取り扱い等について、文部省大学審議会マルチメディア教育部会、平成9年9月30日（文献1～3）は文部省ホームページより。
- 4) Internet2プロジェクトの概要、www.internet2.edu。
- 5) 上野晴樹：DICASシステム、www.ailab.k.dendai.ac.jp。
- 6) 上野晴樹：高等教育におけるインターネットを用いた遠隔教育の課題と展望、信学技報KBSE, Vol.98, No.6, pp.17-23 (1998)。
- 7) 川端孝一、他：特集「デジタル図書館」、情報処理, Vol.37, No.9 (Sep. 1996)。
- 8) 金出武雄、佐藤真一：Informedia: CMUデジタルビデオオンラインプロジェクト、情報処理, Vol.37, No.9, pp.841-847 (Sep. 1996)。

(平成10年5月7日受付)

