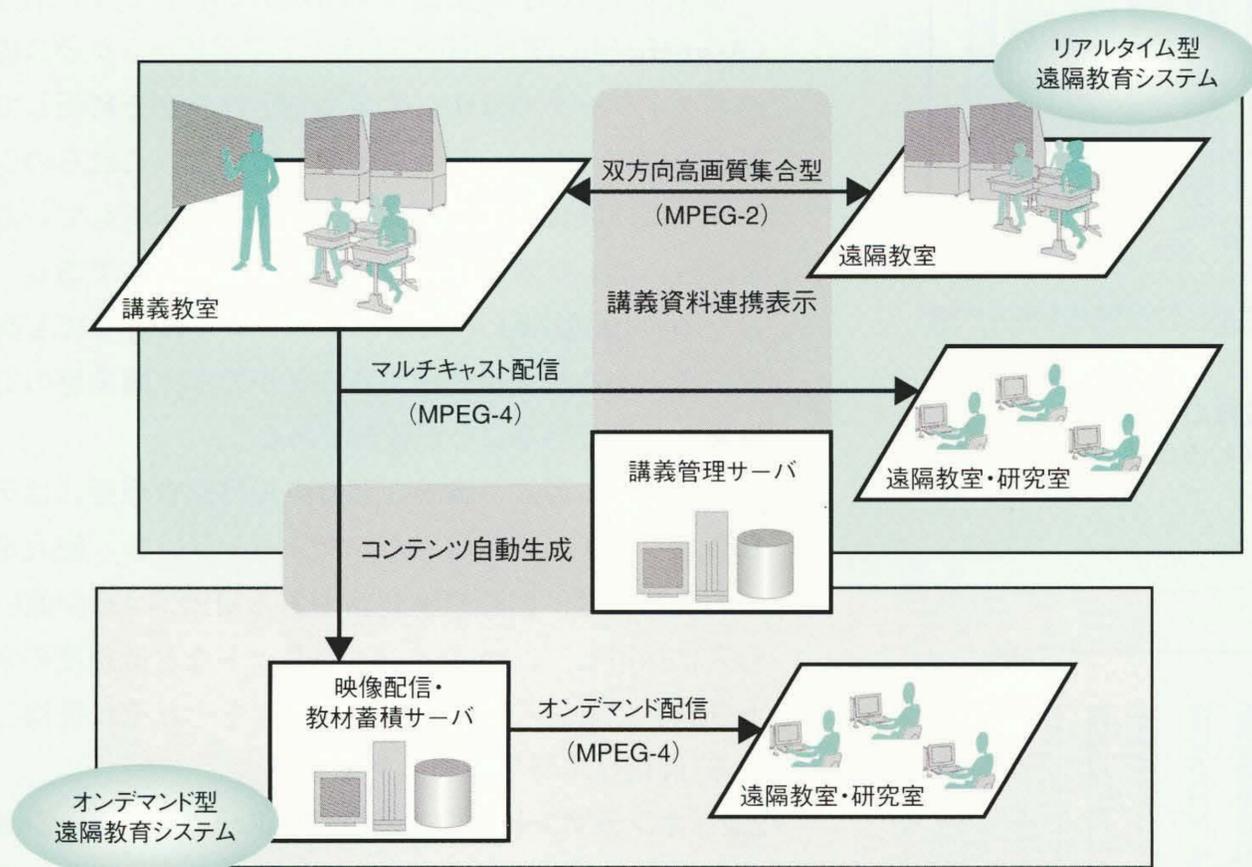


日立製作所の大学用遠隔教育システムソリューション

—次世代遠隔教育システムへの取り組み—

Distance Learning Solutions for University Education

飯島 弘 Hiroshi Iijima 田中智基 Tomoki Tanaka
田中 晶 Akira Tanaka



注：略語説明

MPEG-2 (Moving Picture Experts Group-2)

MPEG-4 (Moving Picture Experts Group-4)

次世代遠隔教育システムのイメージ

このシステムにより、いつでも、どこでも、ネットワークとパソコンを活用し、時間的、空間的制約を超え、教育を受講することができるようになる。

大学では現在、少子化の影響を受け、特色のある大学作りを急務としている。そのような中で、各大学は、単位の互換を前提とした学部間・大学間の連携手段として、遠隔講義に注目している。

日立製作所は、これまでのさまざまな形態の遠隔教育システムソリューションに加え、現在、単位の認定を前提とした遠隔教育システムを次世代遠隔教育システムと位置づけ、実運用に対するユーザーのニーズや課題などを考慮したシステムの開発を行っている。

次世代遠隔教育システムでは、オンデマンド型の講義コンテンツを作成する負担を軽減するために、通常に行われている講義からオンデマンド型コンテンツを自動的に作成する「コンテンツ自動生成機能」と、教育効果をさらに高めるために、教員から学生に対する働きかけを実現した「講義資料連携表示機能」を開発した。これらに加え、受講者を管理する管理システムや、学生側から教員に対しての働きかけを実現するための機能などの開発を進めている。今後は大学の事務系システムや図書館系システムとの連携などを含め、ユーザーの視点に立った次世代遠隔教育システムの開発を目指す。

1 はじめに

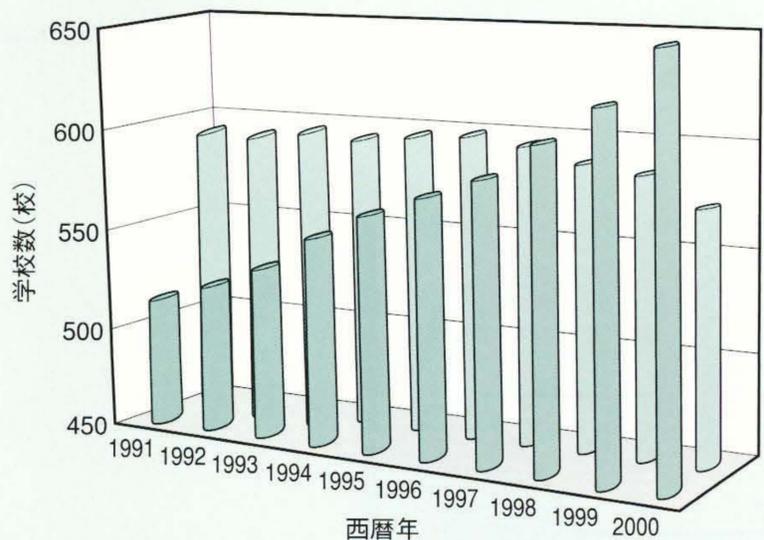
四年制大学の入学者数はここ数年頭打ちの状態となっているが、学校数は増え続けている。一方、短期大学では、入学者数が1993年度以降減少し続けており、学校数も1996年度以降減少傾向にある(図1, 2参照)。

そのため、多くの大学では、最新の学問・技術を反映した学部・学科の新設や、自大学にない講座の単位を他

大学と互換することにより、他校に対する優位点の明確化や連携を図ることが課題となっている。

1997年12月と2000年11月の文部省(現文部科学省)大学審議会の答申で、遠隔授業の位置づけが提言された。これを受けて、学部間、他大学間の連携や、単位互換の手段として今大学で注目しているのが、新しい教育手段である遠隔教育である。

ここでは、遠隔教育に対する日立製作所のソリューション

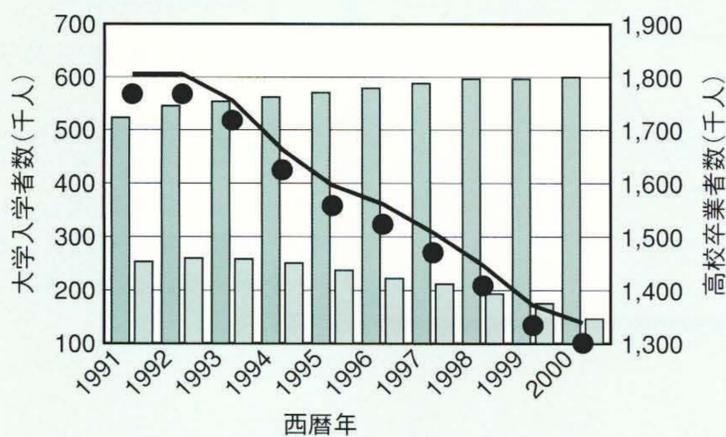


(文部科学省：「平成12年度 我が国の文教施策」を参考にして作成)

注：□(四年制大学)，□(短期大学)

図1 四年制大学と短期大学の学校数の変移

四年制大学の数は毎年増加し続けている反面、短期大学の数は1996年をピークに減少に転じている。



(文部科学省：「平成12年度 我が国の文教施策」を参考にして作成)

注：■(四年制大学入学者数)，■(短期大学入学者数)，●(高校卒業者数)

図2 高校卒業者数と四年制大学・短期大学の入学者数の変移

高校卒業者数は、1992年をピークに毎年減少している。それに伴い、ここ数年、四年制大学の入学者数は頭打ちの状態であり、短期大学の入学者数は減少を続けている。

ン、通信・放送機構と慶應義塾大学との共同研究をベースにした次世代遠隔教育システムへの取組み、および今後の展開について述べる。

2 遠隔教育に対する日立製作所のソリューション

遠隔教育システムは、遠隔地をリアルタイムに結び双方向でやり取りを行う「リアルタイム型」と、蓄積した講義コンテンツを学習者が任意の場所・時間で受講する「オンデマンド型」に大別することができる。

日立製作所は、ユーザーの利用目的やニーズなどに合わせて、以下のようなさまざまな形態の遠隔教育システ

ムソリューションを提案している。

2.1 リアルタイム型の遠隔教育システムソリューション

リアルタイム型に対しては、講義形態に応じてシステムの選定を行い、ユーザーのニーズに合ったソリューションを提供している。

多人数が同時に受講する形態に対しては、ATM (Asynchronous Transfer Mode)やギガビットクラスの高速度ネットワークのほか、衛星ネットワークを利用して遠隔地を結ぶソリューションが適している。これらのシステムでは、映像の圧縮形式にMPEG-2を採用していることから、テレビ画質並みの映像の伝送が可能である。このため、100型以上の大型ディスプレイに対しても高画質で滑らかな映像を表示することができ、臨場感のある講義を受講できることが特徴である。

ゼミナール形式の講義などの小規模教育形態にはテレビ会議システムを利用したソリューションを、個人単位での受講には、国際標準規格であるMPEG-4を画像圧縮形式に採用し、LANやインターネットなど低速度のネットワークに対応したソリューションをそれぞれ提供している(詳細は本特集の別論文を参照)。

2.2 オンデマンド型の遠隔教育システムソリューション

オンデマンド型に対しては、蓄積するコンテンツの内容に応じてWBT (Web-Based Training)やVOD (Video on Demand)システムを利用したソリューションを提供している。

WBTはネットワークを介して行う自己学習システムであり、演習問題やテスト形式中心のコンテンツを使い、学習者が個人のペースに合わせて進めていくことができる。

VODは、講義映像を蓄積しておき、学習者の要求に応じてこれを配信するシステムである。実際の講義を任意の時間と場所で再現することができる。講義映像の圧縮形式には、MPEG-4を採用している。また、講義映像に講義資料を連携して配信することが可能なシステムを提供している(詳細は本特集の別論文を参照)。

3 次世代遠隔教育システムへの取組み

前述のように、今、多くの大学が学部間や他大学との連携手段として、遠隔教育に注目している。日立製作所は、これら単位認定を前提とした遠隔教育に対応するために、従来のソリューションをベースにした次世代遠隔教育システムの開発に取り組み、新しいソリューションの提供を目指している。

3.1 次世代遠隔教育システムの開発方針

開発にあたり、米国の事例調査と、わが国の大学でのヒアリングを行った。大学が次世代の遠隔教育システムに求めているものは以下の3点である。

- (1) リアルタイム型やオンデマンド型をはじめとする、さまざまな教育形態に対応できるようにしたい。
- (2) コンテンツ作成や受講の管理に関して、教員や大学職員など運用側の負担を軽減したい。
- (3) 教員の意味を学生に伝えるとともに、学生の反応を教員にフィードバックすることにより、教育効果を高めたい。

これらの要件を受け、日立製作所は、次世代遠隔教育ソリューションでは、双方向性(インタラクション)の充実による教育効果の向上、およびリアルタイム型とオンデマンド型の統合による利便性の実現の2点を目標とした(表1参照)。

双方向性を充実することで、遠隔地の教員と学生間の意思伝達のサポートを行うことができる。これまでの遠隔講義では遠隔地の状況を把握することが難しかったため、教員からの一方的な講義になりがちであった。しかし、教員と学生の意思伝達をサポートすることにより、教員の意味に沿ったスムーズな講義の進行や、質問など学生の意思を反映した教育効果の高い講義の実現が期待できる。

一方、リアルタイム型とオンデマンド型を統合することで、一つのシステムで多様な教育形態への対応が可能となる。これにより、利用者や管理者が複数のシステムを使い分ける必要がなくなり、運用面と管理面での利便性を向上させることができる。また、これまでまったく別のものと考えられていたリアルタイム型とオンデマンド型のコンテンツを系統的に統合し、相互に活用することで、コンテンツ作成のための負担を大幅に軽減することが期待できる。

日立製作所は、これらを次世代遠隔教育システムソ

表1 次世代遠隔教育システムに求められる要件と日立製作所の対応

米国の事例調査とわが国の大学でのヒアリングから、次世代遠隔教育システムに求められているニーズの抽出を行った。

要件	開発方針	開発・検討内容
多様な教育形態への対応	リアルタイム型とオンデマンド型の統合	・コンテンツ自動生成機能の開発
運用、管理の負担の軽減		・統合管理システムの検討
教育効果の向上	双方向性の充実	・講義資料連携表示機能の開発 ・学生応答機能の検討

リューションとして提供するために、以下の機能を実現するシステムを開発した。

- (1) 教員が講義資料をめくるタイミングに合わせて学生側の資料も連携して表示される「講義資料連携表示機能」(教員から学生への意思伝達の実現)
 - (2) リアルタイムで行っている講義をそのままオンデマンド型のコンテンツとして生成、蓄積する「コンテンツ自動生成機能」(コンテンツ作成の負荷軽減の実現)
- 上記のほか、さらに充実したソリューションを提供するために、現在、以下のシステム開発計画を進めている。
- (3) 教員と学生双方がリアルタイム型とオンデマンド型の区別を意識することなく利用できる管理システム(管理利用面での負荷軽減の実現)
 - (4) 学生の反応や応答を教員側に伝えるためのシステム(学生から教員への意思伝達の実現)

実際に開発した二つのシステムの概要と、これからの開発計画を含めた今後の展開について以下に述べる。

4 開発システムの概要

次世代遠隔教育システムソリューションの提供を目指し、教員からの意思伝達を実現するための講義資料連携表示システムと、コンテンツ作成の負荷を軽減するためのコンテンツ自動生成システムを開発した。

4.1 講義資料連携表示システム

講義資料連携表示システムは、教員が講義中に使用している講義資料とMPEG-4講義映像を学生用端末の画面上でリアルタイムに同期して表示するものである(図3参照)。

講義資料連携表示は、リアルタイムエンコーダ、映像

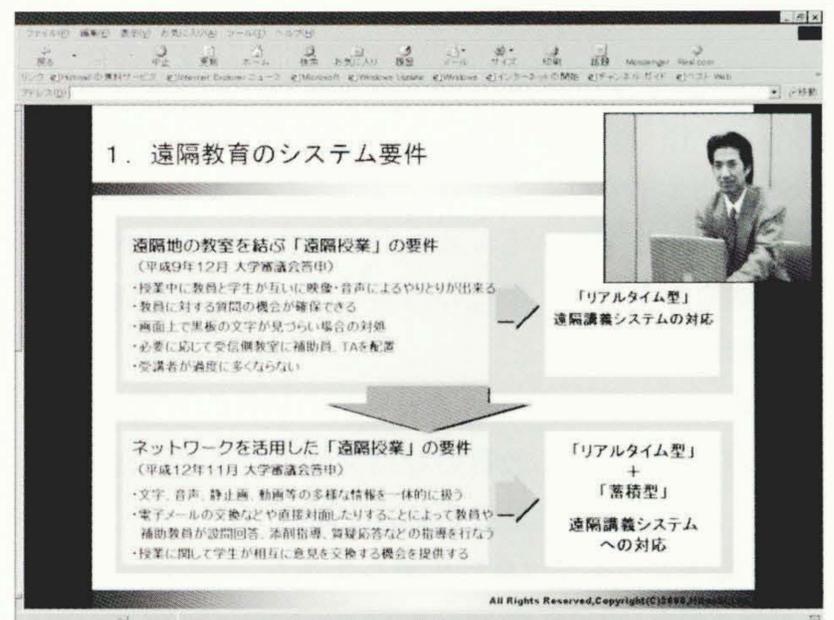


図3 講義映像と講義コンテンツ表示例

講義映像の進行に応じて、講義資料が自動的に切り替わって表示される。

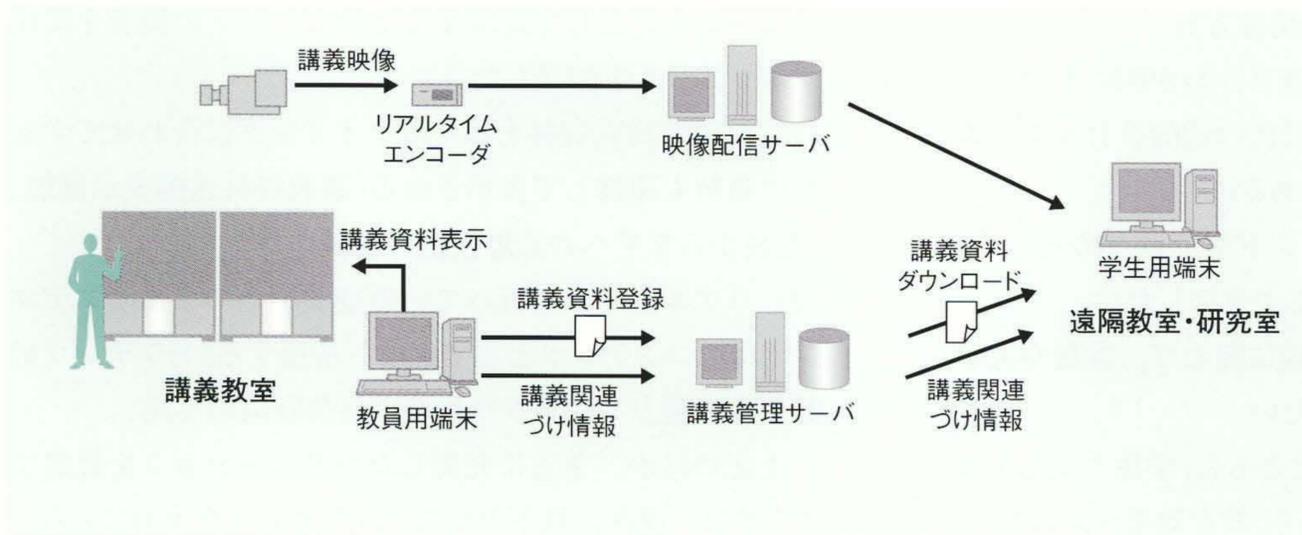


図4 講義資料連携表示システムの処理の流れ

教員が端末で使用する講義資料とページ切換を指定すると、講義管理サーバを経由して、講義関連づけ情報が学生用端末に送信される。

配信サーバ、教員用端末、講義管理サーバ、および学生用端末が持っている機能を連携させることで実現している(図4参照)。

まず、教員は、講義資料を講義の開始前に講義管理サーバに登録する。講義資料は、講義管理サーバに登録することで、連携表示用講義資料に変換される。

講義が開始されると、講義映像が配信される。講義映像の配信には、リアルタイムエンコーダと映像配信サーバの映像配信機能を用いる。この機能を利用して、講義映像をMPEG-4に圧縮し、IP(Internet Protocol)ネットワーク上に送出する。送出されたリアルタイム講義映像は、遠隔教室または講義教室に設置した学生用端末で受信し、画面上に表示される。

一方、教員用端末の講義資料データ送出制御機能は、教員が行う講義資料のページ切換(次ページ、次の章、指定したページ)動作に基づいて講義関連づけ情報を送出する。

講義関連づけ情報を受信した講義管理サーバでは、講義資料データ送出機能により、講義関連づけ情報をIPネットワーク上の学生用端末に送出する。講義関連づけ情報の受信と表示には、学生用端末のリアルタイム講義表示機能を用いる。

さらに、リアルタイム講義表示機能によって講義関連づけ情報を受信し、情報の内容に対応した講義資料のページ切換を行う。

このシステムにより、講義資料の切換などといった、講義の進行に関する教員の意思を学生に直接伝えることができ、高い教育的効果が見込まれる。

4.2 講義コンテンツ自動生成システム

コンテンツ自動生成システムは、通常の講義を実施しながら、講義映像と講義資料データが同期して表示されるオンデマンド型コンテンツを自動的に作成することが

できるシステムである。

コンテンツ自動生成は、リアルタイムエンコーダ、映像配信サーバ、講義管理サーバ、および教材蓄積サーバが持っている機能を連携させることで実現している(図5参照)。

まず、教員は、講義資料を講義の開始前に講義管理サーバに登録する。講義資料は、講義管理サーバに登録することで、オンデマンド型コンテンツ用講義資料に変換される。

講義が開始されると、講義が行われている教室に設置したリアルタイムエンコーダが講義映像をMPEG-4に圧縮し、映像配信サーバに蓄積する。

一方、教員の動作に基づいて教員用端末から送出される講義関連づけ情報は、講義管理サーバのリアルタイムインデキシング機能により、オンデマンド型講義での講義関連づけ情報の形式に変換され、講義管理サーバに蓄積される。

この講義での関連づけ情報はXML(Extensible Markup Language)情報なので、講義映像と同期して表示する講義資料の指定だけでなく、XML技術をベースに構造化された講義資料のページ切換の指定や、講義資料に対する情報の追記などの講義資料に対する操作、講義中に教員が特に学生に伝えたい、講義自体に対する属性などを柔軟に記述することができる。

最後に、講義管理サーバの講義登録機能により、講義映像と講義資料と講義関連づけ情報をまとめ、オンデマンド型コンテンツとして、教材蓄積サーバに蓄積する。

オンデマンド型コンテンツを作成するためには、これまでは、VTRなどであらかじめ録画した講義映像と、講義で使った資料や画像といった講義資料データを手作業で関連づけを行い、コンテンツサーバなどに蓄積する必要があった。

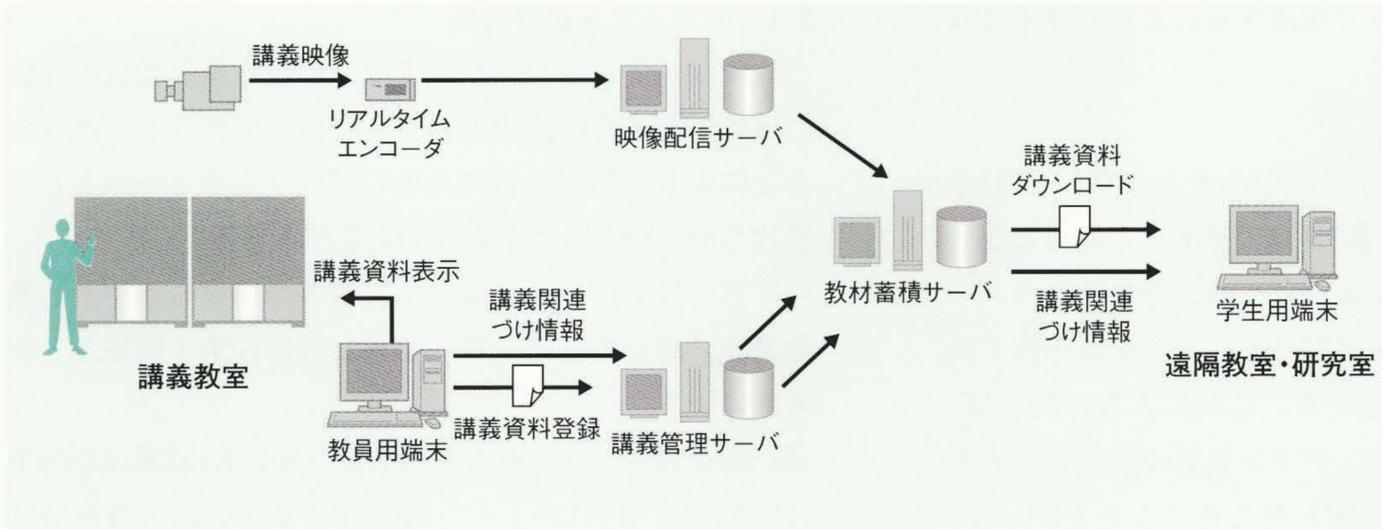


図5 コンテンツ自動生成システムの処理の流れ
講義関連づけ情報を講義管理サーバで自動蓄積し、映像配信サーバで蓄積しているMPEG-4映像と関連づけることにより、教材蓄積サーバにオンデマンド型教育用コンテンツとして蓄積する。

例えば、コンテンツ作成ツールなどを使用し、90分の講義映像に30枚の講義資料を手作業で関連づけを行った場合には、平均して120分程度の時間を要していた。教員の日常業務の中でコンテンツ作成のためにこれだけの時間を割くことは難しく、作業の自動化へ対する高いニーズがあった。

このシステムにより、これまでは手作業で120分程度を要していたコンテンツ作成が、10分程度で、しかも自動で生成することが可能となった。

5 今後の展開

前述したように、次世代遠隔教育システムの機能として、(1) 教員と学生間の情報伝達を可能にするインタラクション手段と、(2) 異なる環境で講義を受講する学生を一元管理し、単位認定もサポートするユーザー管理機能を提供する必要があると考え、開発を進めている。さらに、(3) 遠隔教育システムの機能を補完する各種システムとの連携機能を提供する必要があると考える。

5.1 教員・学生間のインタラクション手段の提供

遠隔教育システムを用いて実施する遠隔講義では、教員と学生が空間的・時間的に互いに離れた位置にいるため、教室内で対面して進行する講義と比べ、両者間の情報のやり取りが自由にできないという課題が必然的に生じる。例えば、「教員が学生の反応を見ながら講義を進行する」、「学生が講義中に教員などに対して質問をする」、「学生どうしあるいは教員と学生の間で情報交換や議論をする」などのような、教員が学生に対して意図することを伝えたり、逆に学生が教員に対して働きかけるという、対面授業ではあたりまえである情報伝達行為ができない。教員と学生の関係が希薄となり、空間的・時間的だけでなく、心理的距離も大きく離れてしまう可能性がある。

この課題は、遠隔教育システムでは、参加者(教員や学生)間の情報伝達を媒介する「場」を用意することで解決すると考える。この「場」を利用するための双方向な情報伝達手段(インタラクション手段)を教員と学生に提供することで、両者の心理的距離が縮まり、教員と学生が協力して講義を進める対面講義と同様なインタラクティブな遠隔講義が実現できる(図6参照)。

また、「場」の機能を充実させるとともに、リアルタイム型、オンデマンド型といった講義の受講形態(時間的距離)や学生の受講環境の違い(空間的距離)を「場」が吸収することで、教員と学生の心理的距離が短くなると考える。つまり、教員は、学生の受講場所や受講形態を問わず、学生に対して講義映像や講義資料だけでは伝えられない情報を伝達したり、逆に学生の反応を把握することができるようになる。一方、学生は、受講場所や受講形態によらず、講義を実施している教室で受講している

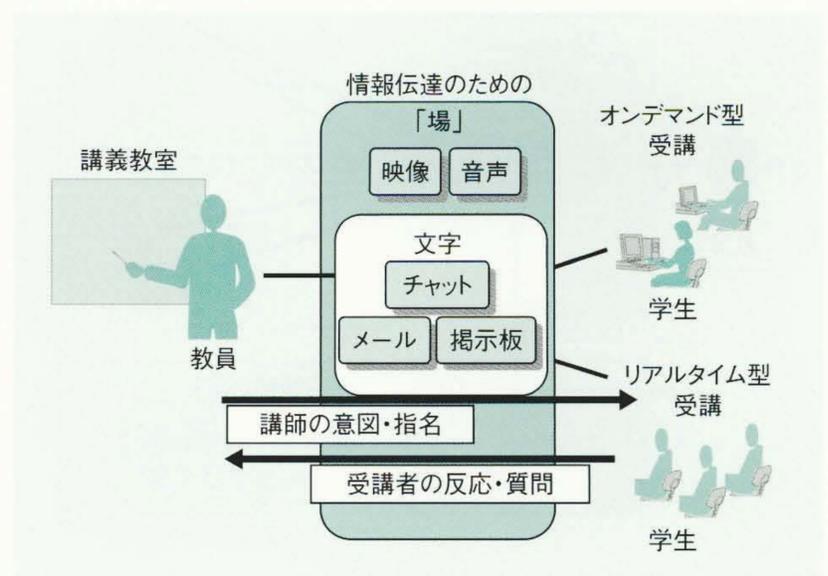


図6 教員と学生間のインタラクション手段の提供

教員と学生の間、例えば文字や音声、映像を用いる双方向な情報伝達を媒介する「場」を提供し、これらの複数の「場」を組み合わせることで、対面講義と同様に、教員と学生が協力して講義を進めるインタラクティブな遠隔講義を実現する。

のと同様に、臨場感を持って受講することができるようになる。

5.2 ユーザー管理の統合

遠隔講義の形態(リアルタイム型・オンデマンド型)や配信環境(教室間・個別端末向け)に対応した異なるシステムで構成する遠隔教育システムでは、それぞれのユーザー(教員・学生)の管理を連携させ、システム全体で統一的に管理する機構を用意する。これにより、例えば、学生がリアルタイム型とオンデマンド型の講義の一方を受講すれば、その講義に出席したことになるといった、空間的・時間的な制約にとらわれない遠隔教育の利点を生かした運用が可能になる(図7参照)。

遠隔教育システムのユーザー管理機構と学内の学生管理・履修管理システムを連携することで、遠隔教育システムで実施した講義を修了した学生に対して、自学の単位を自動的に認定することができるようになる。また、組織間(大学・学部・キャンパス間)の遠隔教育システムのユーザー管理機構を連携させることにより、遠隔教育システム間での単位互換を実現し、結果的に他大学が実施した遠隔講義を修了した学生に対して、自学の単位を授与することができるようになる。

これらのユーザー管理の統合により、教員は、所属組織や受講形態の異なる学生を区別なく統一的に扱えるようになる。

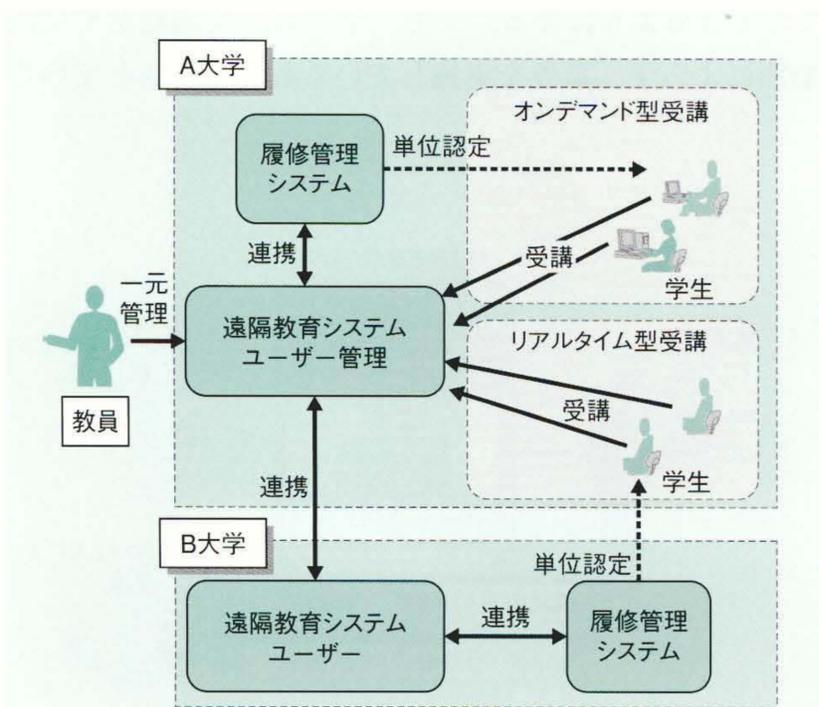


図7 ユーザー管理の統合

遠隔教育システムのユーザー管理を一元化し、学内の履修管理システムや他大学の遠隔教育システムと連携することにより、遠隔講義を修了した学生は自学または他大学の単位の認定を受けることが可能となる。教員は、所属組織や受講形態の異なる学生を、区別なく統一的に扱うことができる。

5.3 他システムとの連携

次世代遠隔教育システムでは、単なる遠隔教育の提供だけにとどまらず、以下のような他システムと連携することにより、遠隔教育のためのプラットフォームとして進化させていくことが必要であると考えられる。

- (1) 電子図書館システム：講義資料で用いる素材や、遠隔講義で用いる補助資料・参考文献の検索・閲覧などを可能にする。
- (2) 各種教育システム：協調学習システム(詳細は本特集の別論文を参照)のような遠隔教育システムの機能を補完する外部教育システムとの連携により、教育効果を高める。
- (3) 課金管理システム：学外への遠隔講義教材の提供や外販を支援する。
- (4) 著作権管理システム：遠隔講義の教材で使用する素材データと、教材自体の知的所有権の管理・保護を可能にする。

6 おわりに

ここでは、遠隔教育システムに対する日立製作所の取組みと、開発した遠隔教育システムについて述べた。

インターネットをはじめとするネットワークを介した遠隔教育は、大学などの高等教育機関で有効なシステムであるという認識が深まってきている。

今後も、今回開発したアプリケーションをベースとしてユーザーニーズに応じた展開を図り、さらに優れた遠隔教育システムの構築に努めていく考えである。

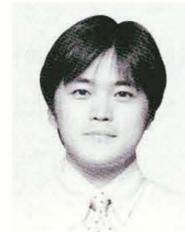
執筆者紹介



飯島 弘
1986年日立製作所入社、システムソリューショングループ 情報制御システム事業部 汎用システム部 所属
現在、遠隔教育システムの開発に従事
E-mail: hijijima@itg.hitachi.co.jp



田中 晶
1991年日立製作所入社、システム開発研究所 第5部 所属
現在、遠隔教育システムの研究開発に従事
情報処理学会会員
E-mail: akira-ta@sdl.hitachi.co.jp



田中智基
1993年日立製作所入社、システム事業部 マルチメディアシステム部 所属
現在、遠隔教育システムのエンジニアリング取りまとめに従事
E-mail: tomo@siji.hitachi.co.jp