

## 2. e-Learningの 要素技術と標準化



(株) NTT-X イーキューブカンパニー

仲林 清  
naka@nttx.co.jp

e-Learningには、教育・研修をITの活用によって効率化・高度化するという側面と、組織の中における教育・研修の位置付け・意味自体をITとの結びつきによって変革していくという側面がある。したがってe-Learning技術の対象とする領域も、単なるWebを用いた学習支援にとどまらず、学校・企業内の教育・研修にかかわる活動全般、企業基幹業務との連携、教育・研修に関連するビジネス活動など、非常に広範囲なものとなる。本稿では、このようなe-Learningの要素技術に関して、教育研修の内容からは極力独立した立場から解説する。具体的には、教育研修の管理と実行に関してLMS (Learning Management System) の構成技術技術について述べ、e-Learning技術の標準化の現状と動向についてSCORM (Shareable Content Object Reference Model)、LOM (Learning Object Metadata)、LIP (Learner Information Package) などの規格を中心に紹介する。

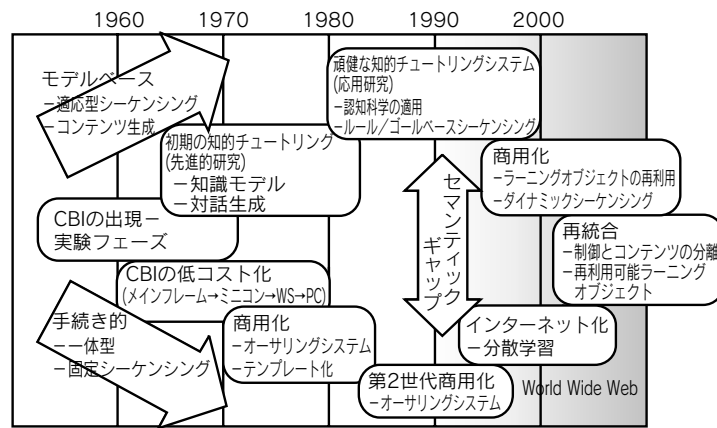
### ■古くて新しいe-Learning技術■

e-Learningという用語が国内で一般的に使用されるようになったのは1999年後半ごろからであろう。それまでもITを活用した教育研修という概念は古くから存在したわけであるが、インターネットをはじめとするインフラやマルチメディア技術の普及、学校教育改革の流れ、厳しい経済環境下での企業・社会人教育の必要性の増大、国家のIT政策の中での教育・研修の重点化など、さまざまな要因が絡み合っ、e-Learningという概念がクローズアップされてきたものと考えられる。

e-Learningの技術的な流れは、非常に大まかにいってCAI (Computer-Assisted Instruction) やCSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) などコンピュータによる教育支援技術の流れとインターネット技術

の流れが統合されたものということができよう。図-1はアメリカのe-Learning技術標準化団体ADL (Advanced Distributed Learning Initiative) が開発している標準規格SCORM (Shareable Content Object Reference Model) <sup>1)</sup> のドキュメントに掲載されているe-Learningの技術進化を示す図である。この図で、上半分の流れはコンピュータによる教育支援技術の研究の流れ、下半分は商用システムの流れであり、インターネットの出現によってこれらが統合されたものが現在のe-Learningであることを表現している。すなわち、コンピュータが教育研修に適用できるであろうという初期段階のアイデアが、研究開発の流れと商用化の流れに分離した。上半分の研究開発の流れでは、知的学習支援の実現を目的とした学習過程のモデル化、それによる学習制御ロジックとコンテンツの分離などの概念が生まれた。一方、下半分の流れではコンテンツ開発の低コスト化を狙いとしたオーサリングシステムが普及した。この2つの流れは、一時はまったく別の方向を向いたものと思われていたが、インターネットの出現によって、コンテンツ流通、再利用の重要性がクローズアップされて、再び統合されていく、というのがこの図の主旨である。これはe-Learning技術の進化のある1つの見方であるが、コンピュータによる学習支援の実現を目的に地道に続けられてきた研究がインターネットと結びつくことによって新たな方向性を得て活性化するという見方は興味深い。

一方、教育研修の体系からe-Learning技術の対象領域を考えてみる。教育研修をその目的から手段までの各レベルで整理したものが表-1である。教育研修は単純な知識付与(たとえば歴史の年号の暗記)から、高度な問題発見能力の育成(たとえば企業の管理者研修における事例研修)まで広範な目的を有しており、それぞれを支援するために適した技術は大きく異なる。また、教



CBI: Computer-Based Instruction

図-1 e-Learning技術の進化

目的	知識付与、スキル付与、問題解決能力育成、問題発見能力育成
実践	企画、実行、評価
形態	講義、自己学習、グループ学習、実習
手段	教室、手紙、ラジオ/テレビ、メール、WWW、電子会議

表-1 教育研修の目的と手段

育研修の実践は、実際に学習者に相対する実行フェーズだけでなく、事前に何をどのように教えるのかを設計する企画フェーズ、事後に教育効果を測定する評価フェーズがあり、全体としてPlan→Do→Seeのサイクルを回すことが非常に重要である。さらに、教育研修の形態、手段には表に挙げたようなさまざまなものがあり得る。e-Learningはこのように広範な教育研修活動の領域にITを適用しようとするものであり、そこで必要とされる技術は多種多様なものとなるのが容易に想像できるであろう。

技術学問分野でいえば、これらのうち上位レイヤは教育工学やInstructional Design (ID)、企業内教育であればHuman Resource Development (HRD)などの領域とオーバーラップする。一方下位レイヤは、インターネット技術、マルチメディア技術と関連しており、それらの分野での一般的課題は、e-Learningに直接・間接に何らかのかたちで関係すると考えてよい。たとえば、ブロードバンド技術、HMI (Human Machine Interaction)、コンテンツ流通、著作権などの権利管理や個人情報管理、e-ビジネスとのかかわりなどはe-Learningにおいても重要な課題である。本稿では教育研修の上流工程技術であるHRDやIDあるいは教育研修内容に直接かかわる話題は他の記事にゆずり、教育研修の管理と実行にかかわる技術、およびe-Learning技術の標準化の現状と動向について述べていく。

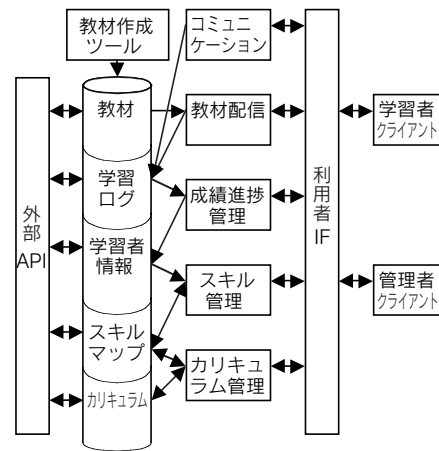


図-2 LMSシステムの構成例

### ■ LMSを構成する技術 ■

前章で述べたようにe-Learningに関連する技術は非常に多種多様であり、体系的に整理するのはなかなか難しい。e-Learningを同期型・非同期型、集合型・遠隔型のような軸で分類して説明したものをよく見かけるが、これは単に見かけ上の形態を分類したものに過ぎない。たとえば、近年では集合型とWBT (Web-based Training)などによる遠隔型の学習を組み合わせ、両者のよいところを活かしてコストパフォーマンスのよい研修を行うブレンディング(ブレンディッドラーニング)という考え方が注目を集めている。e-Learning技術は、ブレンディング型の研修において、集合型、遠隔型それぞれの学習を実施するだけでなく、ブレンディング型の研修全体をいかにスムーズに進行させるかという役割も持っているはずである。

そこでここではe-Learningの実行・管理を統合的に実施するためのプラットフォームであるLMS (Learning Management System)に着目して、その機能と技術を説明していくことにする。LMSの機能構成例を図-2に

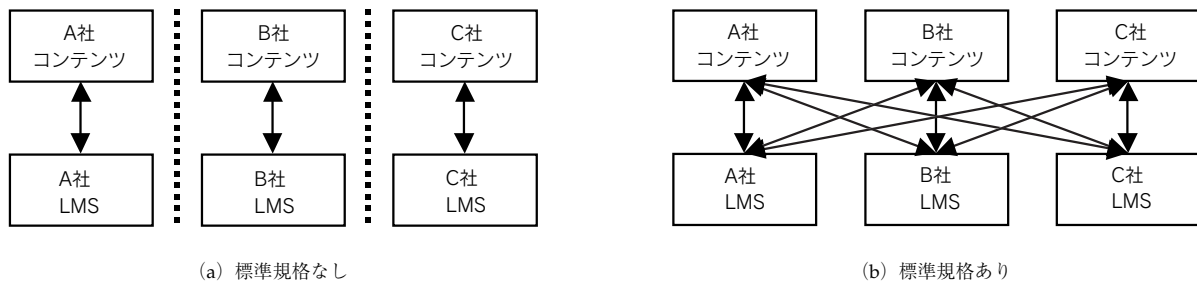


図-3 コンテンツの標準化

示す。

### 1) 教材配信

教材コンテンツを学習者端末に提示し、学習履歴を学習ログとして保存する。いわゆるWBTシステムの狭義のものはこの機能を有する。通常のWWWによるマルチメディアデータ配信と異なるのは、最低限学習者ごとのログが保存・管理される、いわゆるトラッキング機能を有する点である。教材コンテンツはシンプルなテキストデータやプレゼンテーション資料から、演習問題、複雑なシミュレーションまで、さまざまなコンテンツがあり得る。また、教材の提示も、単純なページめくりから、学習者の問題解答状況や内容理解状況に応じて提示内容を動的に変更する学習者適応型まで、種々のものがある。これらのトピックスについては後ほど詳しく述べる。

### 2) 教材作成

教材コンテンツを作成する機能で、コンテンツの種類に応じて種々のツールを使用する。WWWコンテンツを作成するためのツールをそのまま使用する場合が多いが、後述するe-Learningコンテンツ標準化の進展に伴い、標準規格に準拠した教材コンテンツを作成する使いやすい専用ツールが徐々に普及してきている。

### 3) コミュニケーション

教材配信が主に非同期・自己学習の学習形態のものであるのに対し、コミュニケーション機能は生徒対教師や生徒同士のグループ学習を実行するためのものである。メール、掲示板などの非同期型ツール、チャット、アプリケーション共有などの同期型ツールがこれに相当し、最近ではこのような学習形態に特化した同期型学習システムも出てきている。

### 4) 成績進捗管理

学習進捗状況や成績などの学習履歴を学習者自身や管理者が把握するために用いる。いわゆるレポート機能である。研修クラスや組織ごとの一覧表示、統計表示機能などを有する。教育研修の効果把握のために不可欠の機能である。ingの最前線

### 5) スキル管理

企業研修の場合、学習者が本人の職種に必要とされる知識やスキルを教育研修における過不足なく習得できるように、職種⇔知識・スキル⇔研修カリキュラムの体系が管理されていることが望ましい。このような体系を管理し、個々の学習者の知識・スキルレベルと照らし合わせて個人ごとの研修カリキュラムを提示するための機能である。また、管理側からみると、ある職種に必要な人材が企業内に何人いて、企業の目標達成のためにどのような教育研修を実施すべきかを把握するという、企業戦略上重要な機能である。

### 6) カリキュラム管理

ブレンディング型研修にみられるように、1つの研修カリキュラムは、集合研修、WBT、実習などさまざまな形態のコースを組み合わせられて構成される。また、これらのコースの間には、必ず一方を修了してから他方を受講するという依存関係が存在したり、期間や受講人数の制限などが存在する。このようにカリキュラム内、カリキュラム間の教育研修的な、あるいは、物理的な制約条件を管理し、スムーズな進捗を支援する。

### 7) 利用者インタフェース

利用者の種別や所属クラスに応じたGUIやメニューを提示する。講師からのメッセージ、カリキュラムのスケジュールなど、個人情報に基づくパーソナライズ機能を有するシステムもある。

### 8) 外部API

LMSが外部システムと連携するためのインタフェースである。LMSデータベースで管理される各種情報にアクセスするための関数メソッドを提供する。

## ■ e-Learning技術の標準化 ■

前章でe-Learningの実践を包括的に支援するためのLMSで必要とされる機能について述べた。この中で中核となる機能は、大きく以下の3つのいずれか、ないし、複数にまたがるものと考えられることができる。

規格名	団体	概要
CMI	AICC, LTSC	Computer Managed Instruction. WBT コンテンツの規格
SCORM	ADL	Shareable Content Object Reference Model. WBT コンテンツの規格
CP	IMS	Content Packaging. WBT コンテンツパッケージングの規格
QTI	IMS	Question & Test Interoperability. 演習問題プールの規格
LIP	IMS	Learner Information Package. 学習者情報の規格
Competency	IMS, LTSC	コンピテンシーデータフォーマットの規格
LOM	IMS, LTSC	Learning Objects Metadata. 学習リソースメタデータの規格

AICC: Aviation Industry CBT Committee, ADL: Advanced Distributed Learning initiative,  
IMS: IMS Global Learning Consortium, LTSC: IEEE Learning Technology Standards Committee

表-2 主要な e-Learning 規格

- コンテンツに関するもの。すなわち、教材配信におけるコンテンツの提示と学習者状況の把握、そのためのコンテンツの作成。
- 学習者情報に関するもの。すなわち、学習状況の把握、収集、それに基づく学習者プロフィールの作成と学習者ごとのカリキュラムの提示。
- 学習体系に関するもの。すなわち、知識・スキル体系とカリキュラム・コンテンツのマッピング。

ここで出てくる、コンテンツ、学習者情報、学習体系は e-Learning システムを構築する上でキーとなる情報である。本章ではこれらの情報の技術標準化について述べる。

### ■標準化の必要性

たとえば、コンテンツについて考えてみる。図-3 (a) のようにコンテンツの標準規格がないと、A社のコンテンツはA社のLMSで、B社のコンテンツはB社のLMSでしか利用できない。これはちょうど、ビデオテープにVHS規格とβ規格が存在し、VHS規格のテープはβ規格のデッキで再生できないのと同じような状況である。コンテンツベンダからみれば、同じ内容のコンテンツを複数の異なるフォーマットで作成するためにコストが増加し、ユーザからみれば必要なコンテンツが自身の保有するLMSで実行できない、という事態が起こり得る。一方、図-3 (b) のように標準規格があれば、このような不便な事態はなくなり、同一フォーマットのコンテンツが各ベンダのLMSで利用可能となる。これによって、コンテンツの流通が促進され、コンテンツの低価格化・高品質化が期待される。

同様のことは、学習者情報、学習体系情報に関してもいうことができる。すなわち、これらの標準化は、相互に接続された e-Learning システムの構築、運用コストを低下させる効果がある。特に、e-Learning ASP (Application Service Provider) や e-Learning ポータルなど複数のベンダが共同で1つの e-Learning サービスを提供するような状況、あるいは、LMSが企業内で基幹シ

ステムと連携して使用される機会が今後増加すると、このような情報の標準化はますます重要になる。

ここで、注意する必要があるのは、これらの情報の標準化はデータフォーマットやプロトコルの標準化であって、内容の標準化ではない、ということである。技術標準が教育内容を制限するような標準化は好ましいものではない。

### ■主要な標準規格

表-2に主要な e-Learning 標準化団体で策定中の規格を示す。いくつかの標準規格について以下に説明する。近年の技術標準化の進め方として、成熟して定着した技術を標準規格化するのではなく、技術開発と規格開発を同時並行に行う傾向が強い<sup>2)</sup>。これは、ベンダにとって新規技術の開発とともにそれを標準規格化することが、市場を押さえることにつながるという認識があるからである。以下に示す規格もいずれも開発が進行中のものである。

#### 1) SCORM<sup>1)</sup>

SCORM規格はWBT (LMSの教材配信機能に相当する) コンテンツの標準規格で、AICC (Aviation Industry CBT Committee) で開発されたCMI (Computer Managed Instruction) 規格、および、IMS (IMS Global Learning Consortium) で開発されたLOM規格をベースに、ADLが改良を続けている。図-4にSCORMで規定しているコンテンツの概略を示す。コンテンツはLMSサーバに読みこまれるコース構造と、WWWクライアント上で実行されるSCO (Shareable Content Object)、および、コース構造に付属するメタデータから構成される。コース構造は階層型の教材構造記述で、教科書の目次に相当し、階層の末端のページはSCOと1対1に対応している。LMSはコース構造から学習者に提示するページを順次選択し、対応するSCOをWWWクライアントの画面に表示する。SCOはHTML, JavaScript, Java Applet, 各種プラグインなどからなるWWWコンテンツで、教材の解説ページ、演習問題ページ、シミ

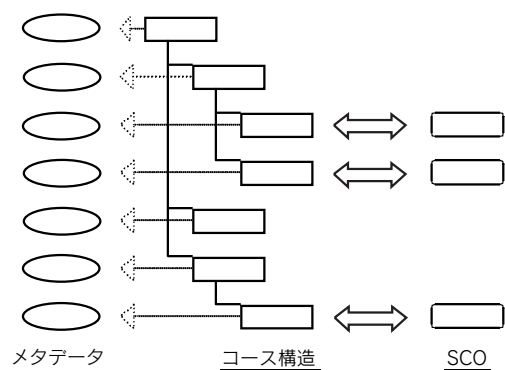


図-4 SCORMの教材構造

ュレーションページなどである。

規格では、コース構造のデータモデルとXMLへのバイインディング、および、SCOがLMSと通信を行うためのJavaScript APIとデータフォーマットを規定している。この規定を使ってSCOはLMSと、学習者IDや氏名、ページの習得状況、演習問題の解答と正誤、学習経過時間などの情報をやりとりする。

SCORM規格により以下が可能となる。

- コース構造およびSCO/LMS間のインタフェースの規格を決めることにより、同一の教材を複数の異なるLMSが実行することができる(相互運用性)。
- SCO/LMS間のインタフェースの規格により、SCOを複数の異なるコース構造と組み合わせて使用することができる(再利用性)。

## 2) LOM<sup>3)</sup> e-Learningの最前線

LOMはLearning Object (LO)の各種属性を記述するためのメタデータである。LOM規格はメタデータのデータモデルおよびXMLバイインディングを規定している。ここでLearning Objectは教育研修に使用されるデジタル、非デジタルのあらゆるリソースを指す。LOMはこれらのリソースを検索・再利用するためのインデックス情報である。インデックス情報は、題名、内容説明などの一般情報、教育分野、対象学習者、難易度などの教育関連情報、知的所有権情報、他のLOとの関連を表す情報などから構成される。

LOMを使って、LOのリストを作成することにより、教育に応じてLOを分類・抽出したり、教育体系に沿ってLOを体系化することが可能となる。

## 3) LIP<sup>4)</sup>

LIPは学習者の属性を記述するための規格である。主要な項目として、氏名・IDなどの識別情報、学習目的情報、保有資格情報、学習履歴情報、スキル、知識などのコンピテンシ情報、パスワードなどのセキュリテ

ィ情報が含まれている。LIP規格によりシステム間で学習者情報を交換するためのフォーマットが標準化される。また、学習者情報に含まれる学習目的、学習履歴、コンピテンシなどとLOM規格で記述された教育体系情報を用いて、学習者ごとの学習目標と学習状況に応じて動的に学習カリキュラムを生成するようなシステムも構築可能となる。

なお、上記以外にも、欧州のCEN/ISSS (European Committee for Standardization/Information Society Standardization System)の「Learning Technology Workshop (CEN/ISSS/WS-LT)」, ISOの「学習・教育・訓練のためのIT標準化委員会 (ISO/IEC JTC 1 SC 36)」などが上記団体と連携しながら標準化活動を行っている。

## ■ e-Learning技術の今後 ■

e-Learningの普及は始まったばかりであり、今後、技術面でも大きな進展が予想される。本章ではこのような技術のいくつかを紹介する。

### 1) ナビゲーション技術とシミュレーション技術

学習者の理解状況に応じて適切な内容の教材を動的に選択・生成する技術は適応型学習やITS (Intelligent Tutoring System)として古くから研究されてきた。これまでは市場の広がりがなかったため本格的に実用化された事例は少なかったが、e-Learningの普及により、高度な学習支援技術として、再度技術開発が加速する可能性がある。SCORM規格の今後の課題としても、これらの技術を標準化仕様に組み込むことが検討されている。シミュレーションを用いた学習も古くから研究されてきたが、教材作成コストの制約などからなかなか普及しなかった。しかし、今後は市場の要求、オーサリング技術の進展などにより普及が進むであろう。

### 2) コンテンツ流通技術

安価で高品質なコンテンツが豊富に流通することがe-Learningの普及には必須である。先に述べたSCORMやLOMのようなコンテンツにかかわる標準規格はそのための必要条件であるが、それ以外にも、コンテンツライセンス、コンテンツID、コンテンツリポジトリなどの技術が重要となる。

コンテンツライセンスは、コンテンツに対する対価がコンテンツ供給者に正当に支払われ、コンテンツ著作権を保護するために不可欠なものである。汎用マルチメディアコンテンツに対するライセンス管理の仕組みはすでに多く提案されており、標準規格化も進められている。e-Learningの世界ではこのような仕組みを実装した製品や教材はまだ一般的ではないが、今後市場の拡大とともにこのような技術も普及していくものと

思われる。コンテンツの部品化技術が進むと、コンテンツの2次利用、3次利用も増え、高度なライセンス管理技術が必要となる。また、e-Learningの場合、コンテンツの保護だけでなく、コンテンツ提供者への学習利用状況のフィードバックなども重要な要素であり、これらを併せ持った製品が実用化されていくであろう。

コンテンツリポジトリは、コンテンツに関してもう1つ重要になると思われる技術である。LOMはコンテンツを検索・再利用するためのインデックス情報の規格であるが、それだけでは実際には役に立たず、コンテンツの実体を登録・蓄積・検索・流通するためのリポジトリが必要となる。リポジトリの機能としては、コンテンツの登録・蓄積・検索だけでなく、それに伴うLOMの語彙の規定、ライセンスや著作権の管理、課金などが必要となる。LOMの語彙は、企業教育・学校教育といった分類をはじめ、多様な切り口からコンテンツを体系化するために必須のものであるが、大量の語彙データの収集が必要となるため、地道な活動の積み重ねが要求される。また、コンテンツリポジトリを構成するための基本的な技術としてコンテンツIDに関する規格も忘れてはならない要素である。

### 3) LMSコンポーネント、WWWサービス

従来、WBTシステム、同期型e-Learningシステム、LMSなど、各種e-Learningプラットフォームは、モノリシックなアプリケーションソフトとして実装されてきた。そのため、プラットフォームはどうしても高価でカスタマイズも困難な場合が多かった。しかし、e-Learningプラットフォームとして必要な機能要素として共通なものが徐々に固まってくるにつれて、これらの機能要素をソフトウェアコンポーネントとして実装し、これらのコンポーネントを自由に組み合わせて、柔軟で安価にe-Learningサービスを構成しようという発想が出てくる。このようなコンセプトを実現する基盤技術として、WWWサービスが近年注目を集めている。ユーザ管理、コンテンツリポジトリ、アセスメント、教材配信、コミュニケーションなどe-Learningの機能要素をWWWサービスとして実装し、これらのe-Learningサービスサーバ間のプロトコルを規定することにより、短時間にコストパフォーマンスよくユーザの望むe-Learningサービスを提供することが可能となる。

### 4) 協調学習

協調学習 (CL: Collaborative Learning) も ITS などとならんで、コンピュータの教育応用の対象領域として古くから研究がなされてきた分野であり、その効果・利点に関しては実証済みと考えてよいであろう。この分野では、コンピュータを用いていかに協調学習を支

## e-Learning の最前線

援するかに関して先進的な研究が数多く成される一方で、メールやチャットなどの既存ツールを用いた協調学習の実践も特に学校教育を中心に多く行われている。このような現状は、最初にe-Learningの進化に関して述べた、先端的な研究と実用技術のギャップの時期に対応するものと考えられる。現在、両者の接点はまだ少ないが、同期型e-Learningシステムなどが普及の兆しをみせており、今後の技術進歩によって先端技術の商用化が徐々に進むものと思われる。また、ISO/IEC JTC 1 SC 36では、日本提案に基づき協調学習に関する標準規格の策定プロジェクトを進めており<sup>5)</sup>、このような技術進化への貢献が期待される。

### 5) 品質標準

先に標準化では教育内容は対象としない、という主旨のことを述べたが、コンテンツなどの品質に関しては、ソフトウェア品質の標準と同様、何らかの基準が設けられる必要があるであろう。ソフトウェアと比較してコンテンツの品質基準の難しい点は、ソフトウェアが機能・性能で評価できるのに対し、コンテンツの場合、最終的には教育効果での評価が要求される点である。これは裏を返せばコンテンツの要件定義をいかに行うか、という問題に帰着する。Instructional Designの分野での成果が期待されるところである。

### 6) e-Learning ビジネスモデル

近年のインターネット技術に基づくe-ビジネスの発展にともない、ネットワークやマルチメディアの分野では、当初からビジネスモデルを念頭においた研究開発が必要とされている<sup>6)</sup>。e-Learningの世界でも、ASPサービスをはじめ各種のビジネスモデルが出現して分業化が進みつつあり、教育提供者からエンドユーザ (= 学習者) に至るバリューチェーンの中での技術の位置付けを想定しながら研究開発を行うことが、今後ますます重要になるであろう。

他にも、コンテンツを高品質・低コストで作成するためのオーサリング技術、学習者の評価を行うためのテストング技術、ナレッジマネジメントをはじめとする種々の企業活動とe-Learningとの連携など、e-Learningの普及が進むにつれて必要とされる技術の幅も飛躍的に拡大して行くものと思われる。

#### 参考文献

- 1) Shareable Content Object Reference Model SCORM version1.2, Advanced Distributed Learning Initiative (2001).
- 2) 山田英夫: デファクトスタンダードの経営戦略, 中公新書1493 (1999).
- 3) Meta-data Specification version 1.2, IMS Global Learning Consortium (June 2001).
- 4) Learner Information Package Specification version 1.0, IMS Global Learning Consortium (Mar. 2001).
- 5) <http://collab-tech.jtc1sc36.org/>
- 6) 永田守男: 企業を変える情報システム, 情報処理, Vol.42, No.10, pp.988-993 (Oct. 2001).

e-Learning の最前線 (平成13年12月27日受付)