

e-Learning活用研究序説

－e-Learningにまつわる誤解を超えて－

伊藤 公洋*

1. このような方に読んで頂きたい

この小論の目的はLAN（ローカル・エリア・ネットワーク）やインターネットに接続可能な設備（パソコンルームなど）を有する教育機関に従事されている教員の方々に、より積極的にパソコンを授業運営に活用してもらうためのヒントを提供することにある。もちろん、成熟しつつある情報化社会の現在、資料や教材の作成にワープロ・ソフトやプレゼンテーション・ソフトを利用されているだろうし、調べ物はインターネットで行いコミュニケーションにはEメールを活用し、SNS（Social networking service）やブログ、さらにはご自身のホームページを公開されている方々も多いと思われる。十分に活用している、と思われる方が多いだろうが、パソコンを用いた授業運営であるe-Learningやコンピュータ利用に関しては次のような誤解が多いのも事実である。

- e-Learningは遠隔授業だと思っている。
- コンピュータ画面の前で教育なんてできない、と考えている。
- サーバの設定なんてできない、またはやりたくない。

これらの誤解を解いてもらうのが小論の目的のひとつであり、その後により積極的にパソコン利用をしてもらうことこそが、最大の目論見である。

* Kimihiro ITO 本学教授、総合教育研究センター所属

2. そもそもe-Learningとは

広義で捉えると、「コンピュータを利用した教育環境の提供」になるであろうが、この「コンピュータ」と「教育環境」という概念は幅が広く曖昧なものである。また、時代とともに変化する概念でもあると言えよう。

そのため、ここでは「コンピュータ」とは「教育目的のためのアウトプットが可能な機器」とする。すなわち広義ではゲーム機や携帯電話、はては電化製品にもCPU（Central Processing Unit）やプログラムが搭載されているが、ここでは範疇外とする。

つまり、一般的にイメージされるコンピュータやパソコンだけを対象とする。また、「教育環境」については「人格を陶冶するための方法」など様々なイメージがあるであろうが、ここでは単純に「ある教育目的のために授業を構築できる環境」とする。

以上の便宜上の定義によりe-Learningとは、「ある教育目的のためにアウトプット可能な機器を利用して、その教育目的を実現できる環境を構築できるもの」として考察していく。

より具体的に言えば、「コンピュータを使って、授業を構成できるための仕組みの提供」ということになるであろう。しかし、まずはどのようにしてこのe-Learningという概念が登場したのか、その背景を探っておくことが肝要である。

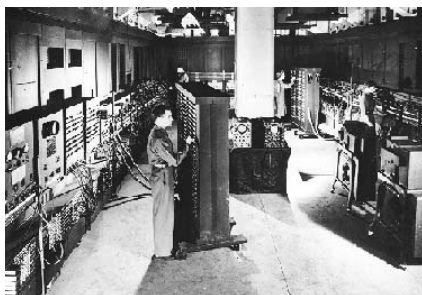
3. 電腦支援授業の歴史と背景

1945年にバネバー・ブッシュ（Vannevar Bush, 1890－1974）が発表した「As We May Think」⁽¹⁾において「個人のための思考の道具」という概念が提唱された。本来の趣旨は「思考の道具」であるが、「個人のための」と付加しているのは、上記の論文を読めばわかるように「思考を補助するための道具」とは極めて個人的なツールであるからである。

類推や推論、仮説や検証など人類の知的作業における過程については、この小論の範囲を超えるため、これ以上は触れない。ただ一つ彼の論文は決して「人工知能」について言及しているものではなく、思考の補助ができる道具について述

べたものであると理解して頂きたい。

もちろん、この当時にはデジタル・コンピュータは実現されておらず、世界最初のデジタル・コンピュータであるENIACがフィラデルフィアで製作されていた頃であり、個人で所有できるコンピュータなどは想像すらできなかった時代である。それは下図のENIACを見ればよく理解できる。ENIACは2万本を超える真空管から実現されていたのである。



その後、ブッシュの論文に触発されたアイバン・サザーランド (Ivan Edward Sutherland, 1938-) によってスケッチ・パッドが考案され、図形 (画像ではない) を用いてコンピュータと対話することの可能性を開くこととなった。GUI (Graphic User Interface) の幕開けである。

さらに、ダグラス・エンゲルバート (Douglas Carl Engelbart, 1925-) により、マウスやマルチ・ウィンドウの概念が提唱され、Xeroxのパル・アルト研究所を経て、現在のGUIを利用したコンピュータ利用環境が構築されることとなる。これらがMacintoshをはじめとしたWindowsに至るパーソナル・コンピュータを飛躍的に「思考の道具」にした経緯であるが、実際にはGUIが実現される以前からコンピュータ利用の教育支援は考えられていた。

たとえ、コンピュータがGUIではなくCUI (Character Based User Interface) であろうが、その本質が「プログラムされたことを忠実に実行する」のであれば、「繰り返しユーザの入力に応え、その結果を返す」ことを実現できるため、鍛練的な教育目的には適していたのである。つまり、「時間を選ばず、忍耐強く学習者に向き合うことができる教師」という一面を実現できることをコンピュータ利

用者は理解したわけである。この時点から、その時代時代の技術をもとにして有効活用しようと意図したe-Learningの歴史が始まる。

ただし、その道のりは艱難辛苦であったことを付け加えておかなければならない。コンピュータ利用の例に漏れず、理想と現実のギャップは大きかったのである。

4. CAI

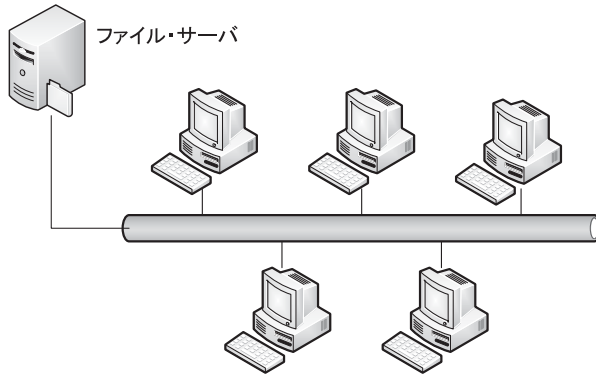
CAIはComputer Assisted InstructionやComputer Aided Instructionの略号といわれる用語であるが、要はe-Learning以前に多用されたコンピュータを利用しての教育環境の提供を表しているものである。つまり簡単に説明すれば、「予め設定された設問に答えてそれを採点できる」仕組みという現在では狭義のe-Learningと言えよう。

予め設定された設問の採点だけではなく、それに対する対応や指導も可能であるが、どちらにしてもインタラクティブではない。繰り返すが、予めプログラムされた結果を返すだけの仕組みである。インタラクティブに感じられたとしても、それはすぐに結果を返すことができたに過ぎない。それでも選択問題のように機械的に正解・不正解を判別できる問題を提供してそれを教育の成果とする場合においては非常に有効な手段であることは否めない。

昨今のような資格や検定試験が流行している現状では、被教育者（受験者）と教育者（試験実施者）に対して利便性があると言える。特に過去問題を出題して、それらを繰り返し学習することにより一定の成績を成就するためには学習者にとっては有効な手段となる。コンピュータは文句を言わずに、繰り返しデータベースに蓄積されている問題をランダムに、または一定の条件により分岐して問題を出題することが得意だからである。さらに、マルチメディアが一般的に普及するに伴い、画像や動画、音声を用いた同様の仕組みもこのジャンル（CAI）に含まれるようになったが、あくまでも「問題提供、解答、採点」の流れであり、インタラクティブに学習する手段を提供するには至らなかったといっても過言ではないであろう。

この時代の学習環境の提供状況は下図のように、大容量のメディアかファイル・

サーバの実現により構築されていたのが通常であった。つまり、固定的な内容を複数の学習者に供給するモデルであったわけである。



5. LMS

Windows95の発売により、インターネットの利用が一般的になった頃からCAIに代わる仕組みが考え出された。すなわち、Webアプリケーションとしてのe-Learningである。この説明は混乱を生じるものであろう。いわく、「e-LearningとはWeb利用ではないのか？」ということである。最初にことわっているように、この小論ではそのようにe-Learningを定義していない。より広義なものとしてとらえているため、誤解を生じるかもしれないが、それを解くためにより概念を広げてもらって「電腦支援授業」と考えて欲しい。

さて、LMSとは「Learning Management System」の略である。この用語には「コンピュータ」という言葉がない。この用語が台頭してきた21世紀に入ってから、システムといえばコンピュータ利用のこと、という暗黙の了解ができたからであろう。

LMSとCAI時代のシステムの決定的な相違点は、学習指導者（教員）がシステムに能動的に参加できるようになったということである。前述のようにCAI時代には教材は予め作成されておらなければならず、通常は教員ではなくプログラマなどの専門の技能を持った集団により作成されて提供されることが一般的であっ

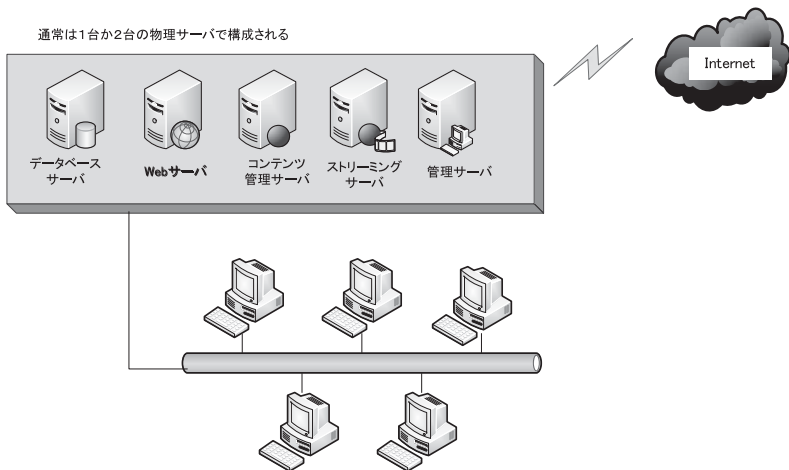
た。そのため内容的には学習者に対して最大公約数的なものが多かったのであるが、LMSでは教材をコンピュータの専門的スキルを有しない教員などでも作成できるようになったのである。

また、学習者を登録しておくことにより学習の過程を記録して教員側からフィードバックを与えることも可能となった。さらにはインターネットの普及に伴い、専用のパソコン機材が設置されている教室のみならず、家庭や職場でも好きな時間に一般に入手可能な市販のパソコンを用いて学習ができるようになったのである。

この特徴のため、e-Learningといえば「遠隔授業」というイメージが形成されていったものと考えられるが、実際の学習者と対面しながら行う授業において利用しても、リアルタイムに学習者からのフィードバックが得られる（リアルタイムな質疑応答やアンケート集計など）ため、インターネットを用いての遠隔授業はLMSの一面を捉えているに過ぎない。というよりも、LMSが本領を発揮するのは学習者との対面授業においてなのである。

6. LMSの構成

このような特徴を備えるLMSの構成は、概ね次のようになっている。



すなわち、

1. 教員や学習者を登録でき、識別できるユーザ・アカウント管理サーバ機能。
2. 作成した教材などをネットワークを通じて提供できるWebサーバ機能。
3. 教材や資料を蓄積し管理できるデータベース機能。
4. 操作者の内容を判断し、応答する判断機能（プログラム可能な環境）。
5. データなどの整合性を取り、不正な操作を防ぐ機能である。

これらの意味することを要約すると、LMSの構成は以下になる。

1. マルチユーザ・マルチタスクのオペレーティング・システム（OS）。
2. ブラウザでユーザと対話可能な一般的なWebサーバ。
3. データを保護できて簡単に利用できるデータベース・サーバ。
4. 上記をつなげて一貫性のあるシステムが構築できるプログラム言語。

つまり通常よく利用しているインターネットのホームページがこの構成となっているわけである。特に通販サイトなどがこのような構成を取っている。異なっているのは、扱う情報（コンテンツ）だけである。通販サイトが商品やサービスを販売しているのに対して、LMSでは「教育環境」を提供している、という違いである。

コンテンツの利用者（学習者）と提供者（教員）を管理・保護でき、適切なコンテンツ（通常ではサービス）を提供して、そのフィードバックをユーザ（学習者や教員）から得られることができる仕組みなのである。このような方式は現在では一般的であるため、実現する方法やシステムが数多く実現されている。有償のものであれば、Windowsを基盤とした.NET Framework⁽²⁾があり、オープンソースという無償のものはLAMPサーバ、オペレーティング・システム（OS）や環境を問わないJVM⁽⁴⁾上で利用可能なものが実現されている。ここで特に指摘したいのはmoodleという様々なOS上で稼働するLMSである。

7. moodle：オープンソースのLMS

moodleは「Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment」の略だとされているが、コンピュータ業界のネーミングの例に漏れず後から当てはめた可能性が高い。PHPで開発されているため、PHPが稼働するOSやサーバ

で利用が可能であり、複数のデータベース上で稼働可能（選択は一種類だけ、つまり同時に二つ以上のデータベースは利用できない）である。

またSCORM（Shareable Content Object Reference Model）などのe-Learningの標準仕様に準じており、他のLMSで作成されたコンテンツ（教材など）を変換して取り込むことが可能となっている。そのため、2009年9月現在、世界中の5万件を超える教育機関や組織で利用され、ユーザ数は900万人以上で200カ国（国と地域）において80以上の言語で使用されている⁽⁶⁾。

このように普及した背景は、もちろんオープンソースのため無償で利用できることが大きいだろうが、それ以上に利用組織において自由にカスタマイズが可能であることも要因のひとつであろう。実際、moodleを利用して作成されたサイトを見てみると、専用に作成されたものと見まがうほどに構成されていることが多い。自由度が高い、とは通常は導入して運用するにはハードルが高いことを意味するが、moodleではLMSに必要とされる機能がほとんど網羅されているため、デザインなどに凝らないのであれば、導入してすぐに試運用をしてみることができる。このハードルの低さも普及の要因のひとつだと思われる。

moodleの機能は大別して11点となっている⁽⁷⁾。

1. サイト管理
2. ユーザ管理
3. コース管理
4. 課題モジュール
5. チャットモジュール
6. 投票モジュール
7. フォーラムモジュール
8. 小テストモジュール
9. リソースモジュール
10. 調査モジュール
11. ワークショップモジュール

名称から内容が推察できると思われるが、一例として小テストモジュールは「クイズ形式」となっており、かなり詳細に設問や解答の方法を設定することができ、例えば解答が数値である場合などはその正解となる範囲を指定することも

可能である。またテストは「問題バンク」に登録する必要があるが、そこから任意に問題を選択して小テストを作成できる。同様にチャットモジュールは双方向にコミュニケーションを促進するためのツールであるが、電子メールを介してのやり取りも可能になっている。また、リソースモジュールではWordやPowerPointなどやFlashで作成したデジタル・コンテンツを蓄積しておいて任意の時点で配布することもできる。

前述のようにインターネットやLANを通じたオンライン環境での利用だけではなく、対面授業においても「投票」や「チャット」、「フォーラム」や「リソース」モジュールを用いてリアルタイムにe-Learning環境のメリットを提供・享受することが可能である。例えばmoodleの中には「出欠管理」の機能はないが、小テストモジュールを用いて簡単な問題を作成しておき（例：「今日は晴れですか？」など）、それに解答させることにより出欠の確認をすることもできる。

このように無償にもかかわらず、LMSにおいて必要とされる機能が豊富なシステムであるが問題点もある。それは「管理」という言葉に代表される、「サイト管理」や「ユーザ管理」という機能である運用に必要な管理業務の存在である。

8. 操縦者のいなくなった旅客機

昔からあるブラック・ジョークの一つに「お客様の中に飛行機の操縦ができる方はいらっしゃいませんか？」というものがあるが、旅客機で急病人が発生した場合などに「お客様の中にお医者様はいらっしゃいませんか？」と機内アナウンスされる場合があるという。医療関係者が搭乗していれば幸いであるが、いなくてもその旅客機を運航している会社の責任問題に発展するわけではない。

ところで、初期のCAIやmoodleなどのLMSではすべてサーバを必要とすることは既に述べた。このサーバを利用してコンテンツを配信する方式のことは「クライアント・サーバ方式」と呼ばれる。サービスを提供する側をサーバ、そのサービスを利用する側をクライアントと呼ぶわけである。Webサーバとブラウザの関係など、インターネット時代の基盤となる技術のひとつである。

サーバとクライアントで情報を交換するためには双方に予め定められた規約（プロトコル）が必要となるが、その代表例がTCP/IPやhttpなどである。しか

し、クライアントがサーバから情報を提供してもらうためにはまずそのサービスを提供しているサーバがきちんと稼働している、という大前提がある。同じく、クライアントとサーバを繋いでいる物理的な通信回路が正常でなければならない。電力発電所と配電網というインフラと電力消費者の関係である。

初期のCAIであればクライアントから要求されたファイルを転送するだけの単純な機能で充分であったが、LMSなどに求められる機能はより複雑になっているためにサーバを運用するための管理業務が欠かせない。特に物理的にはひとつのLMSサーバを複数の教員や学習者が利用する場合にはユーザ管理が、さらにインターネット上で利用する場合にはセキュリティなどのサイト管理が重要となる（たとえインターネットで公開しなくとも利用者数が数百名以上になればセキュリティ管理が重要な課題となる）。通常はひとつの組織ではひとつのLMSサーバを稼働させて複数のユーザが利用するとことになるため、サーバの管理は欠かせないものとなり、サーバ管理者が必要となる。

ここで留意してもらいたい点は、このサーバの管理者とはLMSサーバだけの管理業務を専門に担当している人員であるということである。教育機関であれば、多くの場合は理工系の教員であろうが、兼務とはいえ専任の担当者が必要であることにはわりはない。さらにある程度の組織であれば、ホームページを公開しており、日常の業務のためにデータベース・サーバやファイル・サーバを利用しているので専任のネットワーク管理者やサイト管理者がいるであろう（administratorやsuper userなどである）。最近ではホスティング・サービスと呼ばれるレンタル・サーバを利用してのホームページ公開やWebアプリケーションの利用があり、その際は専任のネットワークやサーバの管理者は必要不可欠ということはないが、LMSの場合には必ず専任の管理者が必要であると言っても過言ではないだろう。

moodleをはじめとする最近のLMSはモジュール性が高く、ある程度容易に利用することが可能となっているが、それでもLMS全体を管理する専任の担当者が必要なのであり、このことこそが普及の弊害要因となっている。その理由はLMSといえどもネットワーク利用のコンピュータ・システムであるため各分野におけるコンピュータ関連の知識や技術が必要であるだけでなく、複数のユーザが利用するために利害関係者間の調整や運用方針の決定など様々な業務に対する

スキルが必要とされるからである。特に後者の問題点は、管理者が強権を発揮しなければ「船頭多くて船、山に登る」結果となる可能性が高く、教育機関で担当者となるであろう理工系の教員はそのようなことに慣れていない場合が多いと思われる。そのため「いいものらしいし、設定が簡単だから導入してみよう」と利用を開始したとしても、調整などが困難になると管理者はLMSの管理を結果的には断念してしまう。管理者のいなくなったサーバは悲惨な状態となる。まともに利用できる環境を提供できなくなるからである。この章の冒頭にあるように「操縦者のいなくなった旅客機」となるわけである。最悪の場合、墜落がその結果となる。航空会社の責任問題へと発展するのだ。LMSのサーバ管理者が同じような状況にはおかれることはない、と断言はできない。コンピュータの専門家がサーバの管理を担当しつづける理由の一つである。

9. コンピュータ・システムというインフラストラクチャ

現在のインターネットが電力供給網や水道、携帯電話などと同じく生活に欠かせないインフラストラクチャであることに反対する人は少ないであろう。そのインターネットは膨大な数のコンピュータのネットワークから構成されていることは周知の事実であるが、ネットワークを構成する理由はただひとつ、システムを実現するためなのである。さらにそれらのシステムは何らかのサービスを提供するために、設計され具体的に実装されて実現される。

つまりユーザはシステムが提供するサービスを受けている、という至極当然の図式なのであるが、インターネットがここまで普及する以前のコンピュータ・システムの代表例であるスタンド・アロン環境でのコンピュータ利用の形態ははたしてインフラストラクチャと言えるものであったであろうか？表計算やワープロ・ソフトなどのようにスタンド・アロンで主に利用されるアプリケーションも立派にサービスを提供するものであるが、決してインフラストラクチャだとは言えないだろう、それを利用しているユーザ個人の環境の中だけで意義があるものであり、外部の世界から影響を受けないし、与えることもないからである。もちろん、そこで作成されたものは外部の世界と関係がある（予算書や報告書など）が、停電となった場合でもそれまで作成していたドキュメントを保存していなかったこ

とを悔しがる程度の影響を電力供給網から受けるくらいであろう。

再び電力を例にとれば、我々は日常利用している電力がどのような仕組みで供給されているのかを意識することはない。同様にその電力が原子力なのか火力なのか、水力や風力によって発電されたものかなど意識することだけでなく、判別することすら不可能である。利用するにあたって、気にする必要がないからである。しかし、インフラストラクチャと認識されているインターネットの場合にはこうはいかない。その理由としてユーザは単一のサービスの提供を望んでいるわけではなく、ユーザ各々の目的に応じてサービスを「選択」しているからである。つまりインターネットはサーバの集合体であるだけでなく、サービスの集合体でもある。さらにそのサービスは日々発明され、増加していつている。人間の欲望には際限がないであろうから、この数はさらに増大することと予想される。どのサービスを選択したかユーザが意識しなくとも、その背後では特定のサービスが通常は複数のシステムを通じて提供されることとなる。コンテンツの作成者とその提供者、そしてその配信網をメンテナンスしている提供者などである。⁽⁹⁾ WinnyなどのP2Pソフトウェアの場合にはさらに状況は複雑になる。

また、停電の場合には我々ユーザにできることはほとんどない。電力会社が復旧してくれることを願うことしかできない。それに対し、インターネット利用の場合には事情が大きく異なる。例えば、電子メールを送信しようとしたが送信できない場合を考えてみよう。原因は様々なものが考えられる。送信しようとしたパソコンが所属している組織のLANが物理的に故障している、その組織のメール・サーバの不具合、さらにその先にあるプロバイダのメール・サーバや相手先の組織のメール・サーバの不具合や自分の使用しているメール・ソフトが原因となっている場合もある。実際の原因を特定するためには専門的な知識が必要となるのである。これがインフラストラクチャとだと言えようか？

それでも現在のインターネット環境はインフラストラクチャだと思われる(少なくとも私にとってはそうである)。それは日常生活に欠かせないからである。しかし、このインフラストラクチャは決して「目に見えない」ものでも「代替不可能な」(『インビジブル・コンピュータ』第6章 ドナルド・A・ノーマン著

岡本 明・安村 通晃・伊賀 聡一郎訳 新曜社 2000年)ものでもない。それどころか、インターネットに接続されるサーバの数は増える一方であるし、組

織で情報を公開するためにはそれらのサーバを管理する人員も必要である。つまりサーバ管理者は新たな「部品」をインターネットに付加していることになる。

スマート・グリッドと呼ばれる次世代の電力供給網も同様に、ユーザである個人の家庭などで発電された電力をインテリジェントに管理して、ある時は受給者、ある時は供給者となる仕組みであるが、この方式とインターネットに新たにサーバを接続して運用を開始することは本質的に異なっていることがわかるであろう。前者は電力という単一のサービスに過ぎない。その上、インフラストラクチャだと認識されるとそのサービスはユーザからは「24時間、365日」正常に稼働しているのが当然だと思われることも意味している。LMSサーバも一旦利用されようになると、同じようにインフラストラクチャだと理解されることになる。そのような状況でLMSサーバを管理する気にはなれないだろう、それも他の仕事を抱えて、である。そうであれば、コンピュータ・システムは教育現場においてインフラストラクチャとはならないのであろうか？そうではない。いろいろなソリューションがあるのである。

10. 電腦支援授業用電気炊飯器（e-Learningトースター）

欧米では「ひとつの目的を達成するために簡単に操作できる機器」の代表例としてトースターを引き合いに出すことが多い。確かにトーストを作るためには、トースターにそれ用のパンを入れて焼き加減を調整するつまみを設定してから、レバーを押し下げればよいだけである。普通は焼き加減は利用者によっては一定であることが多いので、トースターの利用はレバーを押し下げるだけである。さらに構造も単純だ。電熱器とバイメタルから構成されているだけである。

そのため、「シンプルにタスクを実現できる機器」がトースターであり、アプリケーションのネーミングに使われることがある。映像編集用のソフトウェアに「ビデオ・トースター」と命名するなどである。同じようなイメージを有する機器を日本で考えた場合には、旧式の電気炊飯器⁽¹⁰⁾が当たるだろうと思い、この章のタイトルとしたわけであるがその両者に共通していることはアプライアンス⁽¹¹⁾という概念である。アプライアンス（appliance）とは、リーダーズ英和辞典によると「特定の仕事をする器機、器械、装具」となっている。つまり、目的に合わせ

た道具のことを指す。

コンピュータやパソコンは高機能だが複雑だ、使いづらい、という反省のもとに「情報アプライアンス」という特定のタスクを実現できる情報機器が考えられるようになった。つまり情報を操作できるトースターや電気炊飯器である。それも単独のタスクに特化されているカー・ナビゲーションなどの機器である。

この情報アプライアンスという考えは新しいものではなく、現在のようにパソコンが複雑化・高機能化するかなり以前の1980年代にはジェフ・ラスキン (Jef Raskin, 1943–2005)⁽¹²⁾ らによって考え出されていた。Macintoshが発売される前年で、Windowsがまだ世に出ていない頃である。パソコンが指数関数的に高機能、複雑になっていく中において情報アプライアンスへのニーズは高まっていったが、PDAとして数多くのアプライアンスが発表されたにもかかわらず、現在は⁽¹³⁾ そのほとんどが市場から姿を消している。2009年現在残っているものはほとんどが携帯電話と併合されている機種ばかりである。理由は従来の情報アプライアンスは他のアプライアンスと情報を共有できなかったからである。現在では公衆無線LANなどが整備されている環境も多くなり、また携帯電話のデータ転送速度も向上しているため、本格的な情報アプライアンスは今後普及していくものと思われる。では、よりよく手軽に教育環境を構築できるe-Learning用のトースターは開発できないものなのだろうか？

11. 「銀の弾」はない、しかし…。

「狼男を倒すには銀の銃弾が一番である」という故事を利用して、「大規模なソフトウェア開発の問題を一気に解決する万能薬などない」ことを著したブルックス (Frederick P. Brooks, Jr., 1931–)⁽¹⁴⁾ の『人月の神話』(F.P.ブルックス著 滝沢 徹・富沢 昇・牧野 祐子訳 アジソンウェスレイパブリッシャーズジャパン 増訂版1996年)⁽¹⁵⁾ からの引用であるが、e-Learning用のトースターそのものはもちろん存在しない。コンピュータ・システムという人間が設計・開発し人間が利用するという極めて人間的なファクターが多い場合には特にそのような「銀の弾」はないのであるが、それを発見・発明しようとしている努力は存在する。

人工知能が発明されそうもない現在、コンピュータ・システムはせいぜい教員の補助ができる程度であるが、すぐにでも導入できるトースター的なものを以下に列記しよう。すべての方法のポイントは「サーバを複数の教員で共有しない」というものである。つまり、サーバを共有しないことにより「管理業務」という煩雑な作業がかなり低減される可能性がある、という点である。

(1) Mac mini (Mac OS X server) + moodle という方法

2009年10月に発表されたAppleのMac miniには当初からX serverが搭載されたモデルがあるが、それには前述のLAMP環境がほぼすべてインストールされているため、moodleをダウンロードしてインストールすれば、すぐにフルセットのLMS環境を構築することができる。値段も10万円程度と導入しやすく、無線LANも内蔵されている（もちろんギガビット対応の有線LANポートもある）し、重さが1.3Kgしかないため可搬性にもすぐれている。X serverは内容的にはUnixなのであるが、初心者でも管理がしやすい工夫が随所に施されており、管理業務からはほとんど解放されると思われる。

(2) ネットブック + Ubuntu server + moodle という方法⁽¹⁶⁾

UbuntuとはLinuxのディストリビューションのひとつで、無償で利用できるが保守体制がしっかりしており、安心して使えるOSである。日本語にも対応済みである。まさしくLAMP環境そのものであるため、moodleの導入が必要なだけである。この方法はネットブックに仮想OS環境⁽¹⁷⁾を導入するかどうかで技術的な煩雑さが異なるが、私のお勧めはネットブックにUbuntu serverをそのままインストールする方法である。1. の方法と同じく、フルセットのLMS環境を手に入れることができる。導入費用もネットブックの購入費（4～5万円程度）なのであるが、技術的には少し高度なものが求められる点がネックとなるだろう。また同様な方法として、USBメモリから起動するOS（UbuntuやKnooipixなど）を利用することも可能である。

(3) ネットワーク接続型の外付けハードディスク

最近のLAN対応型の外付けハードディスクには簡易Webサーバ機能が搭載されているものがあるが、これを利用すればフルセットのLMS環境は構築できないにしてもファイルの配布や自分で作成したホームページを閲覧させることが可能となる。ただし無線LAN環境下で利用する場合には別途無線LANアクセス・

ルータやノートブック・パソコン、ネットブックなどが必要となる。導入コストはそのハードディスクの容量によって異なるが、1 TB程度でも1万5千円程度なので、導入はしやすいだろう。現在のところ、一般にはLAN対応のハードディスクはポータブル型ではなく、据え置き型が多いので大きく感じられるだろうが、それでもMac mini⁽¹⁸⁾程度の筐体であるため、持ち運びに問題はないであろう。

(4) ServerMan + iPhone⁽¹⁹⁾ (iPod touch⁽²⁰⁾)、Windows Mobile という方法

ServerManとはフリービット社が開発し、無償で提供しているiPhoneなどのモバイル端末で利用可能なWebサーバ(+α)のソフトウェアである。画期的なのはいつでも持ち運べる (iPhoneの場合は携帯電話であるから常に携帯しているであろう) 機器をWebサーバに変身させることが可能だということだ。つまりいつでもどこでもファイルの送受信が可能になる、というわけである。ただし、無線LANと3G回線などの携帯電話網でしか利用できない。またWebサーバといっても機能が限られている。それでも常にWebサーバを持ち運べるというのは驚異的である。フリービット社ではビデオカメラや外付けハードディスクにServerManを組み込んだ製品を発表しているので、今後が期待される。

(5) USBメモリにインストール可能なWebサーバ という方法

一般的にはサーバというソフトウェアは特定のコンピュータ上にインストールされて利用されるのであるが、それは各種設定ファイルや関連するソフトウェアが複雑に相互作用しているからである。同じように、パソコンのハードディスクにインストールしなければ利用できないアプリケーション・ソフトも多いが、「Light Weight」といわれる「軽い」ソフトウェアであれば通常のデータ・ファイル (WordやExcelのデータや画像など) のようにUSBメモリやSDカードなどの可搬型の小型メモリに格納し、起動して利用できるものもある。

このようにUSBメモリから直接起動できるWebサーバのひとつにAbyssがある。非常に「軽く」、インストール後の大きさは2 MB程度しかない。にもかかわらず、本格的なWebサーバとして利用することが可能である。個人的にはこの方法が一番お気に入りでありお勧めなのであるが、それは他の方式と異なり、CPUを搭載する機器を持ち運ばなくてもいい、ということである ((3)のハードディスクの場合は別である)。さらにUSBメモリは小型であるために可搬性は群を抜いている。コストも低く、2009年10月現在は4 GBの容量でも千円以下であ

る。

これらの方法以外にもWebアプリケーション型のグループウェア⁽²¹⁾を利用する、という方法もあるが、この場合にはそのグループウェアをインストールしたパソコンが常に必要である点や余分な機能があるなど、教育用途にはあまり向いていない。

前述のように私はこれらの方法の中では「軽い」WebサーバであるAbyssが一番柔軟性もあり、メリットが多いと考えている。次にその理由を述べよう。

12. Abyss導入の背景

四国学院大学には、メディアルームと呼ばれるパソコン教室が3か所と無線LAN環境が整備されている教室が4か所ある。どれもインターネットに接続できる環境である。しかし、メディアルームに設置されているパソコンは電源を切るとすべて初期設定に戻ってしまう、という方式を採用しており授業で利用するフリーソフトなどを勝手にはインストールできない（しても次回に起動すればなくなっている）。この方式は学生が勝手にソフトウェアをインストールしたり、不要なファイルを保存したりできなくなるというメリットがある半面、柔軟な環境を構築できないなどのデメリットもある（もちろん、特定の操作でパソコン内にアプリケーションを残すことも可能である）。最近の教育機関などではよく採用されている方法の一つである。

そのためファイルの配布などを行うには、メディアルーム2か所にあるWindows Serverを利用することになるが、その都度Server側の設定をしなければならず利便性は低かった。その上、無線LAN環境の教室からはそれらのServerにはセキュリティの設定上、アクセスすることが不可能になっている。さらにServerといっても単なるファイル・サーバであるために基本はファイルの送受信しかできないため、何らかのアプリケーションを稼働させることはできない。私の担当している講義はすべてが情報科学関連であるため、Microsoft Office系のアプリケーションを除いては、学生が自宅でも学習できるようにフリーソフトを利用しているのであるが、その際の選択基準は「USBメモリからでも起動できる」ソフトウェアである、ということである。それは上記のような理由からである。

そこで無線、有線LAN環境共に利用できるサーバが必要であると考えて、研究室に学内からだけアクセス可能なLAMPサーバを立ち上げて、ホームページ作成やUnixの学習などの授業の場合にそのサーバにアクセスさせている。ちなみにホームページ作成にはKomposerとffftpを、Unix学習にはTera Termというフリーソフトを利用している。非常に便利な環境であるが、やはりサーバの管理という作業は必要である。管理のためにはテキスト・エディタを使って、各種の設定を行わなければならない（最近はGUI利用の設定ツールも出てきてはいる）。つまり専門知識がどうしても必要となるわけである。そのため、他の教員方にはお勧めはできなかったわけであるが、その時に見つけたのがこのAbyssである。

前述のようにフリーソフトであるが、コンパクトにもかかわらず本格的なWebサーバの機能を有しているが、それ以外にも以下のような特徴がある。

1. ブラウザ経由で下図のようにGUIを使って各種の設定が可能である。つまり直感的に操作がしやすい。



2. SSL接続にも対応している（セキュリティが高い）。
3. ASP.NET⁽²²⁾のアプリケーションを登録できる。
4. パスワードやユーザ・グループによるアクセス制御が可能である。
5. CGIスクリプトの実行が可能である（Webアプリケーションが利用可能）。

アメリカのAprelium社が開発・提供をしており、無償版のX 1と有償版のX 2（59.95米ドル）がある。無償版の場合は以下の2点の制約がある。

1. サーバとなるパソコンのIPアドレスでアクセスしなければならない。
2. バーチャル・ホスト機能がない（1台のパソコンでひとつのWebサイトのみ利用可能）

この制約にもかかわらず、単独の授業で使用するなどの「365日24時間稼働」が必要でない場合には十分な機能を有している。ただし、USBメモリから起動する場合には、設定ファイルをテキスト・エディタ（メモ帳）などで開いて、USBメモリのドライブ・レターを⁽²⁵⁾変更する必要がある。

具体的には各教室で以下のように利用している。

1. 有線LAN環境の教室（メディアルームなど）の場合には教員用にパソコンがあり、そこにUSBメモリを接続してAbyssを起動している。
2. 無線LAN環境の教室の場合では個人所有のノート・パソコンにUSBメモリを接続してAbyssを利用している。
3. それ以外の教室の場合には「情報コンセント」と呼ばれるLAN接続用の接続口があり、そこに無線LANアクセス・ルータを接続して、無線LAN環境を一時的に構築している（後は上記の場合と同じである）。この無線LANアクセス・ルータは非常に小型で、タバコの箱程度の大きさである。
そして普段はAbyssを格納したUSBメモリを持ち運ぶだけだ。

13. Abyssでできること

WebサーバであるAbyssで実現可能なことは、Microsoft社のIISやオープンソースで開発されて、最も利用されているApacheと同じである。

e-Learning環境としてのWebサーバ利用としては、以下のことが実現可能である。

1. ファイルの送受信ができる。

このため、授業に必要な資料の配布や授業中に学生が作成したデータをリアルタイムにやり取りすることが可能となる。また、プロジェクターが利用できない教室でもパワーポイントなどで作成したファイルを配布して講義を行うことができる。⁽²⁶⁾

2. 出欠管理が可能となる。

学生番号でユーザIDとフォルダを作成しておき、そこに何らかのファイル（学生が使用しているパソコンのIPアドレスなど）を保存してもらうことで、出欠管理ができるし、専用のWebアプリケーションを作成することも容易である。

3. 講義の最中に参考となるホームページのURLをまとめたものを提供できる。インターネットに接続できる教室では、授業の参考となるサイトを参照させる場合が多いのであるが、このURLをブラウザに入力してもらうのに時間がかかることがある。

そのような際にそれらのサイトのURLをまとめたホームページを作成しておき、そこから直接にそれらのサイトへジャンプさせれば余計な手間がかからない。

さらには何らかのWebアプリケーション・フレームワーク⁽²⁷⁾を利用すると、よりインタラクティブな環境を提供できることになる。小テストやアンケート集計などのことである。

また私個人としては、Java Web Startという選択肢があることを強調しておきたい。これはJavaプログラミング言語で作成されたプログラムをWebサーバ経由で配布する方式のことで、サーバに保存されたプログラムをLANに接続された複数のパソコンで利用できる仕組みである。現在利用されているパソコンにはOSの種類を問わず、Java言語で開発されたシステムを実行させるJVM（Java Virtual Machine：Java仮想マシン）が搭載されているため、ほとんどすべてのパソコンで利用可能だからである。次にその可能性について述べてみよう。

14. Javaプラットフォームという肥沃な大地

最近ではJavaやC++などより、より簡便なスクリプト言語（RubyやPHP、Pythonなど）を利用してWebアプリケーションやシステムを作成することが多いため脚光を浴びているが、実際にC言語から派生しているために多くの「呪文」を唱えないとプログラムを作成できない言語よりも、それらスクリプト言語の方が直感的で簡単に使用できることは否めない。しかし、前述したようにほとんどすべてのパソコンにはJVMが搭載されているのであり、さらには各種言語のJava

実装のものが次々と開発され提供されている（Windowsも同じような仕組みである.NET Frameworkを提供しているが、Windowsが搭載されたパソコンだけで利用可能である）。

これらJava実装の言語の利点はJVM搭載のパソコン上で利用可能である、ということと複数の言語を混在させてひとつのシステムを構築できるということである。プログラム言語は人工言語であるために特定の用途に向いているものと向いていないものがある。そのため、従来はひとつの言語ですべてのシステムを記述しようとしていたために、無理が生じたり過度に複雑になったりする場合があった。そこで特定の用途に向けたプログラム言語が開発されてきたのであるが、それらをひとつのプラットフォームで利用可能にさせられるのがJava実装言語とJVM⁽²⁸⁾なのである。

日本初のオブジェクト指向スクリプト言語であるRubyに対するJRubyやPythonに対するJythonやGroovy、関数型言語であるHaskellに対するJaskellやSCALAなどのJava実装言語を用いて特定の問題解決がシームレスに可能となるのである。e-LearningやLMSにおいても今後はこれらJava実装言語とJVMを利用して様々なアプリケーションが提供されることを希望しているし、個人的にも小テストの作成や実施が可能なソフトウェアを作成していくつもりである。

15. 「オラも昔、そんなトラクターを持っていただ」

この章のタイトルは「テキサスのような広い農場を所有する農夫が狭い農場を所有する農夫に向かって、『え！これがお前の農場かい！俺んところは端から端まで行くのにトラクターで一日はかかるぜ！』と言った」際に狭い農場の農夫が応じた言葉である。傲岸不遜な嫌味に対して、観点を変えてから応えたという痛快なものであるが、要はパラダイムの転換をあらわしていると思われる。

実はAbyssを紹介しようと思ったきっかけは、サーバだからといって「365日24時間稼働」させなくても、「複数の情報提供者で共有」しなくてもいい、というパラダイムの転換があったからである。コンピュータ技術者でもある私の中には、「サーバ」という固定的な観念があったからだと思う。しかし、テクノロジーは発明者の開発意図とは関係なく利用されるものなのだ（『イノベーションの神

話』スコット・バーケン著 村上 雅章訳 オライリー・ジャパン 2007年)。同じように教育関係者の間でも「e-Learningは遠隔授業」だとか、「e-Learning向けの教材は作成が難しい」などの誤解や偏見があるように見受けられる。

プログラマ向けのバイブルのひとつと言われている『コード・コンプリート』の中に次の一節がある。「プログラム言語の中へのプログラミングではなく、プログラム言語の中でのプログラミングを心掛けよ」(『コード・コンプリート』第2版・下458ページ スティーブ・マコネル著 (株)クイープ訳 日経BPソフトプレス 2005年)すなわち、使用しているプログラム言語で提供されている機能だけでなく、必要であれば他のプログラム言語で実現可能となっている機能を取り込み、ということなのであるが同様のことをe-Learningを取り巻く環境でも言えるのではないのだろうか? AbyssのようなWebサーバをUSBメモリなどで使うならばe-Learningに対する考え方も変わるであろうし、より有効な方法が生み出されるかもしれない。また、そのようなアイデアや要望をどんどんと提案して欲しいわけでもある。それらを実現できるテクノロジーはもう実現されているのであるから。

注

- (1) <http://www.theatlantic.com/doc/194507/bush>.
- (2) Microsoft社がWindows OSに実装しているプログラムの開発・実行環境のこと。
- (3) Linux (OS)、Apache (Webサーバ)、MySQL (データベース)、PHP (プログラム言語)の略で、一般的によく利用されている仕組みのことで、様々なOS向けにXAMPPと呼ばれるものもある。
- (4) Java Virtual MachineとはJava言語で作成されたプログラムを実行させる環境のことで、様々なOS上に搭載されている。
- (5) 代表的なものに「GNU is Not Unix」がある。GNUはUnixではない、と強調したいのであるが、そもそもGNUのGはどこから来たのかが不明である。
- (6) <http://moodle.org/stats/>より。
- (7) <http://docs.moodle.org/ja/>より。
- (8) モジュールとは、特定の機能を実現するための一つのまとまった単位となるシステムのこと

- であり、「モジュール性が高い」とは新たな機能を追加したり変更したりすることが容易に実現できることを指す。
- (9) MixiなどのSNSやYouTubeなどの動画投稿サイト、Twitterや写真投稿サイトなどがあるが、ユーザ自らがコンテンツを充実させていくサイトが増加している。
- (10) 最新式の炊飯器はより高機能になっており、名称も「電子炊飯器」、「電子ジャー」である。旧式のはスイッチがひとつだけで保温もできなかった。
- (11) 他にももちろん、家事労働を大幅に低減したという事実もある。
- (12) コンピュータ技術者で、AppleのMacintoshを構想したとされる。1982年にInformation Appliance社を設立する。
- (13) PDA とはPersonal Data Assistantの略。Palm社などが有名であった。
- (14) アメリカのコンピュータ科学者。IBMのOS/360などの開発を主導した。
- (15) 1975年に出版されたBrooksのOS/360開発での経験などをエッセイにまとめた書籍。副題が「狼人間を撃つ銀の弾はない」となっている。
- (16) <http://www.ubuntulinux.jp/>を参照のこと。
- (17) あるOSの中に別のOSを構築できる仕組み。複数のOSを切り替えて利用するのではなく、複数のOSを混在させて同時に利用できる。つまりリブート（再起動）しなくてもよい。
- (18) <http://serversman.com/>を参照のこと。
- (19) Apple社が開発した携帯電話。日本ではSoftBank社が販売をしている。iPod touchをベースに電話機能が付加されている。
- (20) Microsoft社が提供している携帯端末向けのOSで、当初はPDAに採用されていたが現在では携帯電話に採用されている。
- (21) 特定組織の情報をネットワークを通じて共有するためのアプリケーションのこと。サーバで管理されている情報にアクセスして利用する。
- (22) Microsoft社が開発したWebアプリケーション開発・運用の枠組みのことで、主にVisual Studioという統合開発環境を利用して作成される。
- (23) Common Gateway Interfaceの略で、ホームページを動的に構築できる仕組みのこと。一般的にはPerlやPHP、Rubyなどのスクリプト言語で作成される。
- (24) <http://www.aprelum.com/>を参照のこと。
- (25) WindowsでハードディスクやUSBメモリなどに割り当てられているアルファベット1文字のこと。起動ドライブが「C:」となる。

- (26) パワーポイントを持っていない学生やパソコンに対しては「スライドショー形式で保存」しておく、パワーポイントがなくても表示が可能である。
- (27) Webアプリケーションを簡単に作成することができるようにした枠組みのことで、Ruby on RailsやCakePHPなどが有名である。
- (28) Windowsにも.NET FrameworkにCLI(Common Language Interface)という仕組みがある。