

e-learning における学習スタイルに関する一考察

A Study on Learning Style in e-learning

平澤 茂一¹ 後藤 正幸² 中澤 真³ 石田 崇⁴ 小泉 大城⁵
Shigeichi HIRASAWA¹ Masayuki GOTO² Makoto NAKAZAWA³ Takashi ISHIDA⁴ Daiki KOIZUMI⁵

1 早稲田大学 理工学術院 総合研究所

1 Waseda Research Institute for Science and Engineering

2 早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 経営システム工学科

2 School of Creative Science and Engineering, Waseda University

3 会津大学 短期大学部

3 Department of Intelligence for Management and Design, Junior College of Aizu

4 早稲田大学 メディアネットワークセンター

4 Media Network Center, Waseda University

5 サイバー大学 IT 総合学部

5 Faculty of Information Technology and Business, Cyber University

要旨：e-learning における学習スタイルについて、筆者らの授業経験やコンテンツの試作・制作・適用などの実務経験に基づき現状分析を行い、今後の動向について考察を行う。大学教育向け基盤教育科目で、特に理数系科目を対象にし、e-learning の学習モデル、オンデマンド授業、LMS、電子教材、協働学習などを取り上げる。今後、「ICT 支援型次世代学習システム」を構築するための現状分析を主たる目的としている。

Abstract : Based on the practical experiences by the authors for class managements, and for the produce of contents and their applications, we analyze the present states of the e-learning styles, and discuss their future trends. Objecting the fundamentals of the classes of mathematical sciences for universities, we focus upon a learning model for e-learning, on-demand classes, learning management systems (LMS), electronic teaching materials, and collaborative learning. The main object of this paper is to analyze the present states of the environments for e-learners so that we can construct the learning systems for next generation supported by the information and communication technology (ICT).

1. はじめに

1960 年代、企業内教育向けに開発されてきた CAI (Computer Aided Instruction) は、1990 年代に入りネットワークの普及とその高速化に伴い e-learning システムとして登場し、注目を集めている。現在、企業は勿論、小中高の学校、そして大学にも広く取り入れられるようになった。特に欧米・韓国では、インフラの整備とともに、既に実用化され教育の現場で活躍している。また大学では、大規模公開オンライン講座 MOOCs (Massive Open Online Courses) として開放され、その利用も進んでいる[1]。

本稿では e-learning における学習スタイルについて、授業経験やコンテンツの試作・制作・適用などの実務経験に基づき現状分析を行う。ここでは大学教育向け基盤教育科目に焦点をあて、特に理数系科目を対象にしている。

筆者らは現在、次世代 e-learning システムについて、学習スタイルの観点から問題点を抽出し、いくつかの部会を構成して比較的ターゲットを絞った取り組みをしている。しかし、このような個別の進め方では、e-learning の学習スタイルに関し全体を把握し、教育・学習の理念構築に欠けることがある。そのため、部会活動を横断的に見渡し、今後の学習スタイルのあり方を模索するために、現状を分析し共通の問題を議論する場の必要性を痛感している。

以下に、筆者らの実務経験を基に現状を分析し、私見を交え今後の方向を見定めるための手がかりとなる議論を進める。

2. e-learning の学習モデル

本稿では、ICT の能力を最大限に活用することで、学習効果を高めることを主眼とした教育や学習のスタイルを **e-learning** と定義する。広義には、MS PPT を用いたり、マルチメディア教材等を対面授業で閲覧させたりする教育法も e-learning の範疇に入ると考えることもできるが、これらの方法は既に一般的な授業で用いられる通常の教育法となっている。本研究では、LMS を用いて学習者の学習履歴を解析して適切な対処を講じたり、オンデマンド授業によって時間や場所の制約なく学びを可能としたりするような「ICT を最大限に活用する」という点に主眼を置いた e-learning の学習スタイルについて検討する。

窪田[2]は、高等教育における授業形態を教員・学生間の空間的な位置関係と学習時間による切り分けによって分類した。このフレームワークを用い、通常の 4 年制大学における教育形態についてまとめたものが表 1 である。e-learning による学習モデルの形態も、教室による対面授業における ICT 活用であるのか、あるいは自宅での学習支援であるのかによって、最適な学習モデルは変わってくると考えられ、それらの最適な組み合わせを検討する必要がある。

一方、Curry のオニオンモデル(図1)は、学習スタイルの研究に最も寄与したモデルとされている[3]。外郭層の「教授法の好み」の概念は最も外的要因の影響を受け易く、5つの基本的要因(環境的, 感情的, 社会的, 身体的, 心理的)が与える影響によって分類される。中層の「情報処理スタイル」

表1. 教員・学生の空間的と学習時間による授業形態分類

			教員と学生との空間的な関係			
			共有空間(教室)		異空間(遠隔授業)	
			対面授業	サテライト	自宅	
					オンライン	オフライン
学習時間	同時	双方向	LMS, 協働(協調)学習		協働(協調)学習	
		一方向	板書, PPT			
	オンデマンド	双方向			LMS, オンラインテスト	LMS, WBT, 宿題
		一方向	電子教材		LMS, お知らせ周知	WBT, 電子教材, 宿題



図1. Curry の学習スタイルのオニオンモデル (Curry, 1983)

は、学習者が情報をどのように処理し、吸収するかを指している。中核に位置するのは「認知・人格スタイル」であり、これは最も外因の影響を受け難く、生来の学習者の属性に依存する。このフレームワークに基づけば、学習者の認知・人格スタイルによって適切な学習スタイルが変わるということであり、教育コンテンツに対する学習者個人の興味や捉え方によって、クラスを分割して異なる学習スタイルを提供するといった方法[4]の有用性が示唆される。

一方、e-learning を導入した学習モデルとして考慮すべき要因としては、次の3つが挙げられる。

- (1) **学習者**: 学習者の事前知識レベルや学習動機などの感情や興味。
- (2) **教育内容**: 学習内容の難易度や教材の種類、見易さ、操作性など。
- (3) **学習環境**: 教員との時間的・空間的な位置関係や他の学習者の存在など。

e-learning 環境の構築でも、このような学習モデルを念頭において、教授法の設計は極めて重要と考えられる。

一方、e-learning コンテンツを誰が作成するべきか？という観点から眺めてみると、一般授業やその予習復習のための学習コンテンツは教員が制作すべきであるが、演習授業や Project based learning (PBL) のような学習スタイルにおいては、教員に加えて、学習者自身が他の学習者への教育コンテンツを制作することにより、双方にとっての深い学びを得ることが期待できる。このような観点からの e-learning による学習モデルの検討が重要である。

3. オンデマンド授業

3.1 QoS と学習スタイル

クラウドコンピューティング環境で授業を配信する場合、特に、時間・場所・使用端末によらず常に同じ学習環境を提供できる**仮想化デスクトップ環境**では、PC に限らず携帯電話機やタブレットなどのモバイル端末の使用も可能で、すきま(隙間)学習を生み、**モバイルラーニング**と呼ばれる多様な学習スタイルを提供している。一方、画面を転送プロトコルによって送っているため、通信環境により操作性・画面品質などが大きく影響を受ける[5][6]。特に、海外在住学生には厳しい環境になる。

通信品質 (QoS) と e-learning の品質を評価するために、表2(左)のような実験を行った。e-learning の学習行動を基本作業に分解し、その作業の操作性・快適性をアンケートで評価する。実験により得られた大雑把な結果を表2(右)に示す。影の欄は学習スタイルに制限を加えている部分である。

3.2 Instructional Design (ID)

ID は第2次世界大戦前後に米国軍隊の効率的な兵士教育を対象にした学習理論に基づく考え方と言われている。従って、学習システムを品質・価格・納期など考慮し、設計・制作を広く支援するものである。e-learning における ID は、これに ICT 利用を加味した**授業設計手法**であり、シラバス・コンテンツ・学習環境などの設計・チェックを主とし、著作権侵害防止対策も含んでいる。オンデマンド授業の ID では、授業の組み立てをシステムティックに実行すれば、コンテンツを分担して制作し、インストラクターによる授業運営が可能となる。そのような考え方もあり、個性のある名物教授は不要となる。一方、効率重視のオンデマンド授業を、対面授業の代替ではなく、ICT 利用により教育を根底から変革し、**異次元の学習スタイル創造の可能性**を迫及する考え方もある。

3.3 遠隔学習と研究指導

大学教育には、授業(座学)だけではなく演習・ゼミや卒論指導など、多様な形態がある。そのため、対面授業とフルオンデマンド授業の間を補完するブレンディッドラーニングやハイブリッドラーニングという形態により、議論の場を確保

表2. オンデマンド授業における基本作業の主観評価結果(概略)

	基本作業	通信帯域		回線遅延時間	
		狭(*1)	広	小	大
レポートやプレゼン資料などの作成作業環境	タイピングソフトを用いた平仮名入力	○	○	○	△, ×
	Word を用いた文書作成	○	○	○	△, ×
	PowerPoint を用いた作図	×, △	○	○, △	×
e-learning コンテンツの視聴・操作環境	Web 上のフォーム入力	○	○	○	△
	Web 上の音声再生	○	○	○	△
	Web 上の音声付動画再生	×	△, ○	○	○
	Web 上の e-learning コンテンツの学習(*2)	○	○	○, △	×
		<2M[bps]	>2M[bps]	<300m[s]	>300m[s]

○: 主観評価≧4, △: 主観評価=3, ×: 主観評価≦2

*1: 3G 回線(平均 0.3~1.5M[bps]程度), *2: WBT 学習を含む

する重要性が認識されている。そのため、ICT を用いた非同期型ゼミナールの場合 (VSS[7]) やテレビ会議、卒論など研究指導にはスカイプなどの同期型を用いる必要がある。非同期型フルオンデマンド授業主体で大学の課程を修めることには限界がある。

4. 学習管理システム (LMS)

学習管理(授業支援)システムとは、表1で示したほとんどの授業形態分類において技術的基盤を提供するサーバやアプリケーションのことで、Learning Management System (LMS) と呼ばれることもある。LMS には、商用のものとオープンソースのものとがあり、前者の代表的なものに Blackboard 社の販売する Blackboard Learning System、後者の代表的なものに Moodle が挙げられる。

近年普及している LMS は、学生・教職員の**ログイン認証機能**、電子化された**教材コンテンツの保存・配信・編集機能**、各種**掲示板機能**、多肢選択または記述式テストの**編集・実施機能**、成績を含めた**学習履歴の集計・記録機能**、e ポートフォリオ機能などを備えている。LMS 上のデータの利活用の手法には様々な手法が考えられるが、大別すると、

- (1) 学習履歴と学習効果の関係を分析した研究
- (2) LMS 上の教材コンテンツの質を学生へのアンケート調査等により評価した研究
- (3) 複数の LMS で統一的に教材コンテンツを取り扱う標準規格等の技術開発

の少なくとも3つが挙げられ、これらはいずれも図1に示した Curry のモデルに関わっていると見ることもできよう。上記の(1)-(3)に関連する近年の研究報告としては、(1)として、Moodle 上の学習履歴と小テストの相関関係を検討した研究[8]が、(2)としては、統計基礎科目のような理数系分野の学習を前提とし、手計算や表計算ソフトの操作実習に主眼に置いた Web ベースの e ラーニング教材を開発し、非同期型フルオンデマンド授業を行った事例とその評価報告[9]がある。また、(3)に関連する e-learning 教材の国際規格として、米国 Advanced Distributed Learning (ADL) の策定した Sharable Content Object Reference Model (SCORM) がある。初期の規格である SCORM 1.2 に対応した LMS は多数存在するが、2004 年に策定された最新の SCORM 2004 には、Moodle を含む一部の LMS が未対応であるという問題がある。このような異種規格の問題を統一的に扱うために Extensible Learning Environment with Courseware Object Architecture (ELECOA) というアーキテクチャが提案されている[10]。また、放送大学ではすでに Moodle 用のモジュールを無償で公開し、大学等の教育機関で同大学の一部の教材コンテンツを有償で導入可能な UPO-NET という事業が始まっている。なお、ADL ではすでに次世代 SCORM の策定を目指し、Project Tin Can が活動中であり、注視すべきであろう。

上記(1)(2)(3)の動向をまとめると、長期的には e-learning 教材の標準規格に準拠した LMS を活用したブレンディッドラーニングの運営体制の整備が重要であると思われる。なぜなら、今後の少子化や大学予算の削減等から、大学の統

廃が進む公算は大きい。将来の大学では、他の学術機関等から e-learning 教材を調達し、教員はそうした教材を使ってブレンディッドラーニングを行いながら、教育効果を分析し授業改善を図るという状況が想像されるからである。

5. 電子教材

近年、教科書や教材の電子化が進み[11]、教育分野における「学習情報端末・デジタル機器等を活用した分かりやすい授業」、「デジタル教科書・教材などの教育コンテンツの充実」、「教育環境の IT 化」の必要性などが示されている。

5.1 電子教材の位置づけ

文部科学省による「教育の情報化ビジョン」は、主として小学・中学・高校を対象としているが、この中でデジタル教科書を「デジタル機器や情報端末向けの教材のうち、既存の教科書の内容と、それを閲覧するためのソフトウェアに加え、編集、移動、追加、削除などの基本機能を備えるもの」とし、「指導者用デジタル教科書」と「学習者用デジタル教科書」に区別している。大学教育向けの電子教科書・教材においても、用途に応じて使用端末や必要な機能が異なるため、これらを区別して取り扱うことは重要である。

柳沼ら[12]は、教科書・教材の電子化をその方向性から、従来の紙による教科書を電子化する「**書籍の電子化**」と、アプリケーション機能をパッケージ化する「**アプリケーションの書籍化**」に大別している。「書籍の電子化」では紙の教科書に比べて製作コストが削減できることや文字の拡大機能等が利用できることをメリットとして挙げている。一方、「アプリケーションの書籍化」ではマルチメディアやコミュニケーション機能、インタラクティブな機能など、高度な機能をもつアプリケーションを組み込むことができるとしている。

すでに紙の形式で作成された教科書がある場合には「書籍の電子化」によって低コストで簡単に教科書を電子化できるが、一から電子教科書を作成する場合には、学習目的や利用形態に応じて必要な機能を取捨選択し、適切な設計を行うことが必要である。

5.2 要求される機能

中嶋ら[13]は電子教科書に要求される具体的な標準機能 52 項目を示している。これらの項目は、(1)認証に関する機能、(2)著作権管理に関する機能、(3)内容表示に関する機能、(4)関連情報へのリンクに関する機能、(5)学習者による情報追加機能、(6)学習支援に関する機能、(7)コンテンツとプラットフォームの条件、の7カテゴリに整理されている。

電子教科書を作成する際には、必要となる機能の選択と、使用する端末やファイルフォーマット上での動作状況を総合的に考慮する必要がある。

5.3 設計法

デジタル教材は、付加価値により教育効果を高めることが期待されるが、むやみに様々な機能を組み込めば良いわけではない。山内[14]は、技術的な側面のみに開発の主眼を置くのではなく、学習目標や学習者の状態、利用場面などを考慮した教材設計が必要で、そのためには、先述した ID 等の既存の教材設計法を理解し踏襲した上でデジタルならではの付加価値を考えることが重要であるとしている。

5. 4 試作事例

著者らの研究グループでは、これまでに大学教育向け電子教材の試作を行っている[15]-[17]。ただし、マルチプラットフォーム対応の課題が残されている。また、用途や科目の内容、使用端末等の違いに応じて異なるアプローチで教材開発を行う必要がある。

6. 協働学習

協働(協調)学習とは、学習者が互いに自立した主体として認め合い、対等な関係を維持しつつ連携・協力しながら学ぶ学習スタイルである。学習者間の関係性を強めることにより、他者の考えに触れる機会を増やし、新たな視点・気づきの獲得、コミュニケーションスキルの強化、学習動機の向上、頑健な知識の構築を目的としている[18]。

近年ではICTの進歩により、クラウドコンピューティング技術などを用いた協働学習型の e-learning システムも研究されている[19]。従来の CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) では Moodle などの LMS を用いて、協働学習に必要な共同作業空間、コミュニケーション機能、知識や学習成果物などの情報共有領域を確保してきた。しかし、クラウドコンピューティング技術を用いることで、資料の共同作成のようなグループワークも同期・非同期を問わずにクラウド上で作業できるだけでなく、作成された資料に基づくプレゼンテーションから相互評価までもクラウド上で実行することができる。

筆者らはクラウド型 e-learning ツールとして Google Apps for Education¹を、実際の講義の協働学習環境に用いた実証実験を行った[20]。実験では、協働学習環境におけるツールのユーザビリティ、効果、可能性について、学習者の視点と指導者側の視点からアンケートデータに基づいて分析した。この結果、Google Apps のような既存サービスは、学生間の協働作業支援のツールとして十分機能することが明らかになったが、一方で学生の協働学習への参加状況や取り組み状況などを教員側へフィードバックする機能が十分でないという課題も浮き彫りになった。今後は **LMS や電子教材との連携を強化**することにより、詳細な学習者行動を分析できる環境開発が必要である。

7. まとめ

本稿では、e-learning の授業経験を基に現状を分析し、今後の方向を探った。その結果、協働学習向けの新しい電子教材や LMS の必要性などが示唆された。さらに当面、反転学習や PBL などの検討も必要である。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会学術研究助成基金助成金、基盤研究(C) 課題番号 23501178 の助成による。また、本研究の成果の一部は、経営情報学会「ICT と教育研究部会」の活動による。

参考文献

- [1] 青木久美子, 「e ラーニングの理論と実践」, NHK 出版, (2012).
- [2] 窪田八洲洋, “高等教育における学習モデルの最適化に関する研究(1) - 対面授業と情報技術を活用した遠隔学習のベストミ

- クス化,” 弓削商船高等専門学校紀要 第 24 号, pp.89-97, (2002).
- [3] 青木久美子, “学習スタイルの概念と理論 - 欧米の研究から学ぶ,” メディア教育研究, vol.2, no.1, pp.197-212, (2005).
- [4] 石田, 伊藤, 後藤, 酒井, 平澤, “授業モデルとその検証,” 経営情報学会 2003 年度秋季全国研究発表大会, 函館, (2003).
- [5] 中澤真, 小泉大城, 近藤知子, 梅澤克之, 平澤茂一, “仮想化デスクトップによる e ラーニングシステムにおける通信品質が与える影響について,” 日本 e ラーニング学会 2011 年度学術講演会発表論文集, pp.92-98, (2011).
- [6] 中澤真, 小泉大城, 平澤茂一, “通信環境を考慮した e ラーニングコンテンツ内のマルチメディア品質設定について,” 情報処理学会 第 76 回全国大会講演論文集, pp.4-477-4-478, (2013).
- [7] 井上春樹, 八巻直一, 上田芳伸, 長谷川孝博, 岡田安人, 中岸哲也, 林桂二, “マルチメディア教材を活用した非同期型バーチャルゼミシステムVSSの開発,” JeLa 会誌, vol.8, pp.14-22, (2008).
- [8] 土橋喬, “Moodle 上の教材と小テストによる学習データの分析と授業改善への効果,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.111, no.85, ET2011-18, pp.7-12, (2011).
- [9] 小泉大城, “Web based Training(WBT)を用いた統計教育に関する完全 e-Learning の取り組みについて,” 平成 23 年度私立大学情報教育協会 ICT 利用による教育改善研究発表会予稿集, pp.50-51, (2011).
- [10] 森本容介, 仲林清, 芝崎順司, “異種規格を組み合わせた e ラーニングコンテンツ実行環境の開発,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.113, no.166, ET2013-20, pp.7-11, (2013).
- [11] 野村総合研究所, 2015 年の電子書籍, 東洋経済新報社, (2011).
- [12] 柳沼良知, 鈴木一史, 児玉晴男, “教科書の電子化の動向とプロトタイプシステムの開発,” 放送大学研究年報, 第 28 号, pp.91-98, (2011).
- [13] 中嶋俊也, 篠原駿, 田村恭久, “電子教科書における標準機能とePub教材による相互運用性の検証,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.113, no.67, ET2013-5, pp.23-28, (2013).
- [14] 山内祐平, 「デジタル教材の教育学」, 東京大学出版, (2010).
- [15] 小林学, 石田崇, 梅澤克之, 平澤茂一, “大学教育のための電子教材の試作 ~情報数理教育向けインタラクティブコンテンツ~, ” 情報処理学会 第 75 回全国大会講演論文集, pp.4-471-4-472, (2013).
- [16] 梅澤克之, 小林学, 石田崇, 平澤茂一, “大学教育のための電子教材の試作 ~マルチメディアコンテンツの活用~” 情報処理学会 第 75 回全国大会講演論文集, pp.4-469-4-470, (2013).
- [17] 小泉大城, 須子統太, 平澤茂一, “大学教育のための電子教材の試作 ~ タブレット端末向け統計基礎教材 ~,” 情報処理学会 第 75 回全国大会 講演論文集, pp.4-467-4-468, (2013).
- [18] 植野真臣, 「知識社会における e ラーニング」, 培風館, (2007).
- [19] 森園子, “インターネット上の共同学習クラウドコンピューティングを利用した総合的情報教育,” 日本数学教育学会高専・大学部会論文誌, vol.17, no.1, pp.43-56, (2010).
- [20] 中澤真, 平澤茂一 他, “クラウド時代の協働学習ツールとそのユーザビリティ,” 次世代 e-Learning 公開フォーラム「モバイルが切り拓くあたらしい協働学習のかたち」, 青山学院大学ヒューマンイノベーションセンター, (2012).

¹ <http://www.google.com/intx/ja/enterprise/apps/education/>