

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 14 日現在

機関番号：32601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22500934

研究課題名（和文）

携帯端末を活用した新しい大学教育の探究

研究課題名（英文）

Exploring new education in universities using mobile devices

研究代表者

寺尾 敦 (TERAO ATSUSHI)

青山学院大学・社会情報学部・准教授

研究者番号：40374714

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、(1) 携帯端末を利用した授業のための学習環境の開発、(2) 携帯端末を利用した新しい教育方法の探求、(3) モバイルラーニングに適した学習ウェブサイトあるいはアプリケーションの開発、であった。スマートフォンやタブレットなどの携帯端末を利用した学習を行うための環境（学習管理システム）を開発した。デザイン科学のパラダイムに基づき、携帯端末を用いた授業のデザインを繰り返して、環境、教材、授業の改善を行った。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop the following: (1) a learning environment for classroom activities using mobile devices, (2) new teaching methods in university education exploiting these devices, and (3) websites or application software suitable for mobile learning. We developed a learning environment (learning management system) for learning using mobile technologies such as smartphones or tablet PCs. Following the paradigm of design sciences, we have repeatedly designed classroom activities using the mobile devices to improve the environment, materials, and classroom lessons.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
2012 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：科学教育・教育工学

科研費の分科・細目：教育工学

キーワード：教育系心理学，教育工学，認知科学，授業，携帯端末，モバイルラーニング

1. 研究開始当初の背景

本研究の計画を立案した 2009 年の時点で、多くの大学生は自分専用の携帯電話端末を保持していた。内閣府の消費動向調査、および、総務省の通信利用動向調査によれば、携帯電話の世帯普及率は 90% を超えていた。青山学院大学とソフトバンクモバイル株式会

社およびソフトバンクテレコム株式会社は、2009 年 5 月に、モバイルネット社会の教育・研究に関して、基本協定を締結した。その一環として、青山学院大学社会情報学部在籍するすべての学生に iPhone を配布した。

携帯電話や、その他の携帯端末の普及に伴い、携帯端末を用いた学習は注目を集めていた。たとえば、アップル社は Podcast を利用

したデジタル教材の配信を推進していた。『教育システム情報学会誌』は、2005年の第22巻3号で、「ユビキタス/モバイル学習環境」解説・論文特集を組んだ。NINTENDO DSでは多くの学習ソフトウェアが提供された。

携帯端末での学習ツールに対して、われわれは2つの不満を持っていた。第1に、学習ツールのほとんどは、自主的な学習のためのものであり、大学や学校での授業システムに組み込まれたものがほとんどなかった。われわれは、授業ともっと密接に連携した携帯端末の活用があると考えた。第2に、提供されている教材の多くは、理論的基盤や学習効果の検証が十分でなかった。携帯端末用学習ソフトウェアの多くは単純なドリル学習を採用しており、教育工学や教育心理学などの学術的知見が生かされているとは言い難かった。また、システム開発に多くの労力が費やされるためか、学習効果の検証もあまり行われていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、1. 携帯端末を利用した授業のための学習環境の構築、2. 携帯端末を利用した新しい教育方法の開発、3. モバイルラーニングに適したウェブサイトあるいは学習アプリケーションの開発、である。

(1) 携帯端末を利用した授業のための学習環境の構築

携帯端末、特に iPhone を利用した、授業用の学習環境を構築する。iPhone に注目するのは、最も多機能な携帯端末のひとつであり、さまざまな学習を実施できるからである。研究計画を立案した2009年には、iPhone の成功はすでに明らかだった。われわれは、今後こうしたスマートフォンは急速に普及するだろうと考えた。iPhone を用いて得られた研究知見は、他のスマートフォンにも適用できるはずである。

青山学院大学社会情報学部では、一部の授業において、携帯電話を利用した C-Learning という学習システム（開発：株式会社ネットマン <http://c-learning.jp/>）を利用してきた。このシステムを利用すると、学生の反応をリアルタイムに確かめながらの授業が可能になる。たとえば、学生が携帯電話からアンケートや小テストに回答すると、簡単な集計結果をすぐにフィードバックすることができる。パソコンのない教室や、多人数の授業であっても、携帯電話さえあればインタラクティブな授業が実施できることが、このシステムの利点である。

本研究では、携帯端末を用いた授業のための学習環境として、スマートフォンおよびタ

ブレット端末用にデザインされた C-Learning を開発する。2009年の時点で、(株)ネットマンと協力し、われわれはすでにこの開発に着手していた。研究分担者である伊藤は、C-Learning の iPhone バージョンの環境をデザインした。これをもとに、(株)ネットマンは、iPhone 用 C-Learning システムの最初のバージョンを開発した。本研究では、このシステムを授業で用いて、さらに改善を進める。システムの改善には、研究代表者である寺尾が代表を務めている「ケータイ活用教育研究会」(<http://lab.c-learning.jp/>)も積極的にかかわる。この研究会には、さまざまな大学に所属するおよそ30名の教員が所属しており、C-Learning を用いた実践の発表と議論を行っている。

(2) 携帯端末を利用した新しい教育方法の開発

2009年の時点で、われわれはすでによくつかの新しい試みを始めており、その効果の検証と、授業デザインの改善にとりかかっていた。たとえば、プログラミングの授業において、完成したプログラムが実際に動作する様子を示す動画を iPhone で見ながら、自分が作成したプログラムの動作をチェックするというを行った。スマートフォンをセカンドモニタとして活用するこうした実践は、PDF や動画を閲覧するのに、スマートフォンが十分な大きさの画面を持っていることを利用したものである。単純ではあるが、これはスマートフォンの大きな利点である。奥田(2008, CIEC 第78回研究会)は、高校の理科実験において、実験手順を Podcast で動画配信し、生徒が iPod あるいは iPhone でそれを見ながら実験を進めるという実践を報告している。奥田は、iPod や iPhone は実験スペースの邪魔にならず、しかも動画を見るのに十分な画面サイズである、と述べている。

(3) モバイルラーニングに適したウェブサイトあるいは学習アプリケーションの開発

学術的な理論的背景や実証的根拠のある、携帯端末からアクセスできる学習サイト、あるいは、携帯端末用の学習アプリケーションを開発する。携帯端末での学習を授業システムに組み込むという本研究の基本方針に従い、大学初年次での数学のリメディアル教育科目で利用できる、学習サイトあるいは学習アプリケーションを開発する。青山学院大学社会情報学部は、高校での文系、理系によらず、数理的な素養を身につけることを学生に要求している。数学科目を2科目以上履修し、単位を修得しなければならない。数学の学習を支援する学習サイトあるいはアプリケーションの開発は、学部ミッションの達成に貢献できる。もちろん、こうして開発された学

習サイトあるいはアプリケーションは、本学部のみならず、他大学での数学リメディアル教育に利用することができる。

3. 研究の方法

本研究では、基本的に、学習科学の研究方法を採用した。学習科学は、認知科学の成果を利用しつつ、学習環境を総合的にデザインして実践的な研究を行う。学習科学では、厳密な統制実験よりも、デザイン科学のパラダイムを取り入れた研究手法が好まれる。すなわち、目的にあわせて学習環境をデザインし、それを教育実践の場で試用して、その結果をもとに改善を繰り返すという手法である。

4. 研究成果

(1) 携帯端末を利用した授業のための学習環境の構築

C-Learning は、PC のみならず、さまざまな携帯端末からも利用できる学習ツールである。このツールを開発した(株)ネットマンの協力を得て、ユーザインタフェース、授業で利用できる機能(たとえば、学生が相互評価を行うための「みんなで評価」)、教員が利用できる機能(たとえば、ダウンロードできるデータファイルの形式)の改善を行った。利用可能な端末として、iPad などのタブレット端末にも対応した。学生が C-Learning にアクセスすると、図 1 の画面が示され、利用する端末を選択することができる。



図 1 C-Learning での端末選択の画面

さまざまな大学に所属するおよそ 30 名の教員が「ケータイ活用教育研究会」を組織し、C-Learning を利用している。システムの改善は、われわれの研究組織での教育実践のみならず、この研究会の活動にも支えられてきた。大学での教育実践をもとに改善を繰り返したことで、かなり完成度の高いシステムになったと考えている。

(2) 携帯端末を利用した新しい教育方法の開発

携帯端末(主に iPhone)を活用した、さまざまな教育実践を行った。以下に、これらのうち代表的なものについて述べる。

① セカンドモニタとしての携帯端末：携帯端末は学習コンテンツを表示するために使うことができる。PDF など汎用性の高いファイル形式で教材を用意しておけば、学生は iPhone などの携帯端末を用いて教材を閲覧することができる。動画教材を用いることもできる。筆者の担当する統計学の入門講義(PC 教室で行われている)では、学生がログインしている PC に講義資料を配信するとともに、同じ資料を LMS (C-Learning) に置いて、携帯端末から閲覧可能にしている。

本研究の計画を立案していた 2009 年度に、PDF 教材を提示するためのセカンドモニタとして iPhone を利用するという試みを始めた。筆者が担当している統計学の入門講義では、Microsoft Excel を用いたデータ分析やシミュレーションを取り入れている。Excel の操作を説明した PDF 文書を iPhone で読むことにより、PC の画面を Excel のためだけに使うことができる。このようなセカンドモニタとしての iPhone の使用が、学生にどれほど支持されるかを検討した。学生は、Excel を操作している PC 画面で PDF 文書も読む場合と、iPhone をセカンドモニタとして使用する場合の両方を経験した。セカンドモニタとしての iPhone の使用は、およそ 40% の学生に支持された。

2010 年度には、マルチメディア教材を用いた学習を促進する原理のひとつである spatial contiguity principle (Mayer, 2009) にしたがって、教材のレイアウトを変更した。これにより、セカンドモニタとしての iPhone の支持率は、およそ 70% に上昇した。spatial contiguity principle は「対応する語句と図が、ページあるいはスクリーン上において近くに配置されている方が、学習は促進される」というデザイン原理である。前年度の教材は、Microsoft Word で作成した A4 縦型の文書をそのまま PDF 化したものであり、携帯端末 (iPhone) での閲覧を考慮したものではなかった。ひとまとまりの Excel 操作を説明した図とテキストが iPhone の一画面に収まるように、教材の改善を行った。

2011 年度の実践では、2010 年度の実践で

認められたセカンドモニタとしての iPhone の支持率の上昇は、スマートフォンの操作になれた学生が多くなったためではなく、教材改善の効果であることを確認した。教材閲覧方法の好みについて、iPhone 使用経験との明確な関連は見いだされなかった。すなわち、iPhone の使用経験によらず、iPhone をセカンドモニタとして用いる教材閲覧方法が支持された。

② 携帯端末を利用したインタラクティブな講義：講義において学生との双方向コミュニケーションを実現するひとつの手段として、学生が所持する携帯端末を利用することを考えた。典型的には、次のような手順に従う。講義に先立って、教員はウェブに質問やテストを用意する。講義において、学生は携帯端末からこれにアクセスして回答する。回答が終わるとすぐに、教員は回答データを参照あるいは分析して、学生へのフィードバックや講義の調整を行う。このような講義には、ディスカッションの面白さはないが、双方向のコミュニケーションは実現されている。

統計学の入門講義において、無作為抽出についての学習を行う前後での、学生の理解の変化をリアルタイムに把握し、その変化を学生にフィードバックすることを試みた。この講義は PC 教室で行われており、学生は携帯端末からでも PC からでも質問への回答を行うことができた。しかし、PC 教室でなくとも、携帯端末を利用すれば同じ講義が可能である。以下、この実践研究の手続きと結果について述べる。

講義の最初に、ある新聞投書のコピーを学生に配布した。この投書は、自分および友人たちの意見が世論調査と異なることから、調査結果に疑問を表明していた。この投書意見は、正しいかもしれないけれども、自分の周囲の人だけから構成される標本が無作為標本ではないことを見落としている。

学生は、この投書を読んだ後、投書した人の考えにどれくらい同意できるかを、6 件法で回答した。これには C-Learning のアンケート機能を用いた。

学生が回答を終えた後、テキストをまとめた PowerPoint スライドを用いて、無作為抽出の概念、方法、重要性について講義を行った。先に提示された新聞投書およびそれに関する質問が講義とどのような関係があるのかは、まったく説明しなかった。

無作為抽出についての説明が終わった後で、学生は授業の最初とまったく同じ質問に回答した。

無作為抽出について学習する前後での学生の回答分布を比較すると、学習後には投書意見に同意しない方向へのシフトが見られた（このシフトは統計的に有意であった）。

無作為抽出について学習することで、新聞の投書意見に同意しない方向へと、受講者の考えが変化したと言える。

学生が 2 回目の回答を終えた直後に、C-Learning の回答集計機能を用いて、理解の変化を学生にフィードバックした。無作為抽出に関する学習前後での回答の分布を棒グラフで示し、記述された回答理由を検討した。まとめとして、新聞の投書意見は自分の周囲の人だけから構成される標本が無作為標本ではないことを見落としている、ということの説明した。

③ 携帯端末を利用したデータ収集：携帯端末からアクセスして調査を実施できるシステムを利用すれば、学生からデータを集め、それをすぐに分析に用いることが可能である。PC 教室では、学生は自分が回答したリアルなデータを分析することができるので、学生の興味を喚起することが期待できる。学生がすぐにデータ分析を行うことのできない教室での講義でも、教師がノート PC を用いて分析を実行し、受講者に結果をフィードバックすることができる。

1 年生を対象とした調査研究の実習（本格的なものではなく、これからの学びを体験的に理解することが目的であった）において、調査項目を考え、質問票に回答し、そのデータを分析するという実践を試みた。授業に参加した学生は、「青山学院大学への学生の満足度調査」で用いる調査項目を考え、それを C-Learning で送信した。収集された調査項目を全員で検討して、C-Learning に調査票を作成した。学生がこれに回答したあと、回答データを CSV で配布し、分析を行った。統計教育にリアルなデータを用いることの重要性はアメリカ統計学会による統計教育ガイドラインでも指摘されている。この実践での回答送信は主に PC から行われたが、携帯端末を用いれば、どのような教室環境でもリアルなデータを収集することができる。

(3) モバイルラーニングに適したウェブサイトあるいは学習アプリケーションの開発

携帯端末用ウェブサイトあるいは学習アプリケーションの開発に着手する予定であったが、携帯端末に特化した研究までは進むことができなかった。大学初年次の学生に対する高校数学のリメディアル教育に使うことのできるウェブサイト（図 2）と、問題演習システムの構築に着手することができた。学習事項の解説は、数式マークアップ言語である MathML を利用可能な、HTML5 を用いて作成している。問題演習システムには、数式を用いた出題と解答が可能な、STACK を利用している。今後、これを携帯端末から利用することを試みる。

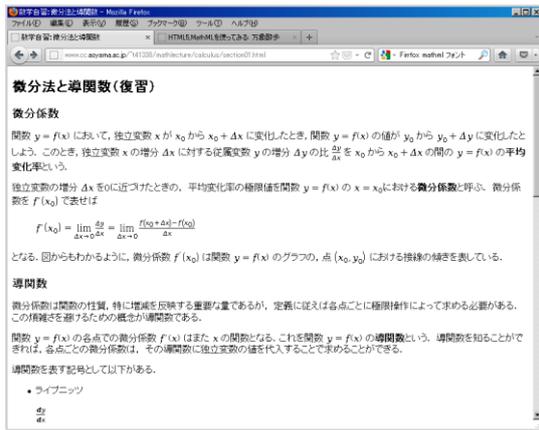


図2 数学リメディアル教育のためのウェブサイト

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

01. 寺尾敦 (2012) ICT を活用して深い学習を支援する コンピュータ & エデュケーション, 33, 28-33. 査読あり
02. 寺尾敦 (2012) ICT を活用した心理学統計の教育 教育心理学年報, 51, 143-153. 査読なし (閲読あり, 依頼論文)
03. 飯島泰裕, 宮治裕, 伊藤一成, 寺尾敦, 石田博之, 清成透子, 稲積宏誠, 魚住清彦 (2012) iPhone を利用したユビキタス社会時代の教育支援・学習支援 青山インフォメーション・サイエンス, 39, 3-19. 査読なし
04. 寺尾敦 (2011) デジタル教科書の導入におけるいくつかの問題 —日本数学協会第8回年次大会での上野健爾会長による講演を受けて— 数学文化, 16, 105-112. 査読なし (依頼論文)
05. 伊藤一成 (2011) 大学におけるスマートフォンの活用事例 情報処理 (情報処理学会誌), 52, 1026-1029. 査読なし
06. 寺尾敦 (2010) 社会情報の教育における ICT 活用～初等統計学の授業での活用事例～ 大学教育と情報, 19, 20-22. 査読なし (閲読あり, 依頼論文)
07. 宮治裕・飯島泰裕 (2010) 青山学院大学社会情報学部における iPhone の導入～初年度総括 ねらいと効果について— コンピュータ & エデュケーション, 28, 4-10. 査読あり

[学会発表] (計 22 件)

01. 木暮祐一・伊藤一成・古川宏・萱忠義・

小張敬之 (2013) ユビキタスラーニング環境構築に向けた大学生による情報端末利用の実態調査 モバイル学会シンポジウム「モバイル'13」(2013年3月7-8日, 青山学院大学)

02. 寺尾敦 (2013) 統計学の授業でのセカンドモニタとしての iPhone の使用— iPhone 使用経験と教材閲覧方法の好みとの関連— 情報コミュニケーション学会第10回大会(2013年2月23-24日, 武庫川女子大学)
03. 寺尾敦 (2012) デジタル時代の教育実践研究 日本デジタル教科書学会研究会エデュテック・トーク (招待講演) (2012年12月22日, 青山学院大学)
04. 寺尾敦 (2012) 大学教育での携帯端末の活用 第9回東京農工大学総合情報メディアセンターシンポジウム (招待講演) (2012年11月30日, 東京農工大学)
05. 伊藤一成 (2012) モバイルネット社会の到来とデジタル教科書に関する一考察 日本デジタル教科書学会設立記念大会 (2012年8月18日, 青山学院大学)
06. 木暮祐一・伊藤一成・古川宏・萱忠義・小張敬之 (2012) スマートフォン普及後の大学生のモバイル端末利用実態 モバイル学会シンポジウム「モバイル'12」(2012年3月15-16日, 大阪市立大学)
07. 上野亮・飯島泰裕 (2012) 地方自治体における Twitter 活用状況に関する考察 情報処理学会第74回全国大会 (2012年3月6-8日, 名古屋工業大学)
08. 高橋一哉・上野亮・飯島泰裕 (2012) 日米韓の大学生における Facebook 利用動向に関する研究 情報処理学会第74回全国大会 (2012年3月6-8日, 名古屋工業大学)
09. 渋谷俊介・伊藤一成・増永良文・矢吹太郎・佐久田博司 (2012) 学習者主体のモバイルデバイスを活用した知識の構造化 情報処理学会第74回全国大会(2012年3月6-8日, 名古屋工業大学)
10. 寺尾敦・村井潤一郎・杉澤武俊・山田剛史 (2011) テキストマイニングを利用した授業理解の即時フィードバック 日本テスト学会第9回大会 (2011年9月10-11日, 岡山大学)
11. 宮治裕 (2011) 社会情報学部における iPhone 導入: 「知のインフラ」多機能携帯端末の教育利用 平成23年度教育改革 ICT 戦略大会 (招待講演) (2011年9月7日, アルカディア市ヶ谷)
12. 飯島泰裕 (2011) スマートフォンと情報社会 日本経営工学会北陸支部平成23年度第1回定例セミナー (招待講演) (2011年7月2日, 金沢 IT ビジネスプラザ武蔵)

13. 飯島泰裕 (2011) スマートフォンと電子書籍 北國笠親会講演会 (招待講演) (2011年4月22日, キャッスルイン金沢)
14. 寺尾敦 (2011) 統計学の授業でのセカンドモニタとしての iPhone の使用—教材レイアウト変更の効果— 情報コミュニケーション学会第8回大会 (2011年2月19-20日, 園部学園女子大学)
15. 伊藤一成 (2011) モバイルデバイスを活用したプログラミング教育の実践報告 情報コミュニケーション学会第8回全国大会 (2011年2月19-20日, 園部学園女子大学)
16. 宮治裕 (2010) 青山学院大学社会情報学部での iPhone 導入と活用 日本 e-learning 学会 2010 年度学術講演会 (招待講演) (2010年11月14日, 法政大学)
17. 飯島泰裕 (2010) 大学教育におけるスマートフォンの活用とライフスタイル 日本経営工学会平成 22 年度秋季研究大会 (2010年10月23-24日, 福岡工業大学)
18. 伊藤一成 (2010) モバイル端末を活用したビジュアルプログラミング教育 日本教育工学会第 26 回全国大会 (2010年9月18-20日, 金城学院大学)
19. 宮治裕 (2010) 青山学院大学社会情報学部への iPhone 導入と取り組み—モバイルラーニングの側面について— 教育システム情報学会第 35 回全国大会 (招待講演) (2010年8月26-28日, 北海道大学)
20. 宮治裕 (2010) 青山学院大学社会情報学部への iPhone 導入と取り組み—モバイルラーニングの側面について— 教育システム情報学会第 35 回全国大会 (2010年8月26-28日, 北海道大学)
21. 伊藤一成・加藤慈 (2010) モバイル端末によるシームレスなジェスチャー送信を可能とするプレゼンテーションシステムの実装 教育システム情報学会第 35 回全国大会 (2010年8月26-28日, 北海道大学)
22. 宮治裕 (2010) 青山学院大学の iPhone 活用事例 第1回 教育 IT ソリューション EXPO (招待講演) (2010年7月9日, 東京ビッグサイト)

[図書] (計 1 件)

小池幸司・神代加代 (2013) iPad 教育活用 7 つの秘訣～先駆者に聞く教育現場での実践とアプリ選びのコツ～ ウィネット出版 (p. 59 から p. 67 まで, 伊藤一成および伊藤研究室の学生への取材に基づき, 大学教育での iPad の使用について議論がなされている)

[その他]

C-Learning ウェブサイト
<http://c-learning.jp/>

ケータイ活用教育研究会ウェブサイト
<http://lab.c-learning.jp/>

数学リメディアル教育のためのウェブサイト
<http://www.cc.aoyama.ac.jp/~t41338/mathlecture/mathlec.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

寺尾 敦 (TERAO ATSUSHI)
 青山学院大学・社会情報学部・准教授
 研究者番号：40374714

(2) 研究分担者

飯島 泰裕 (IIJIMA YASUHIRO)
 青山学院大学・社会情報学部・教授
 研究者番号：50262548

宮治 裕 (MIYAJI YUTAKA)
 青山学院大学・社会情報学部・准教授
 研究者番号：30255236

伊藤 一成 (ITO KAZUNARI)
 青山学院大学・社会情報学部・准教授
 研究者番号：20406812