

平成 22 年 4 月 30 日現在

研究種目： 基盤研究(B)
 研究期間： 2007～2009
 課題番号： 19300274
 研究課題名（和文）
 学習者特性を考慮した情報技術活用教育による授業改善に関する研究
 研究課題名（英文）
 Study of Lecture Improvement for Teaching with Information Technology using Learner Characteristics.
 研究代表者
 中山 実 (NAKAYAMA MINORU)
 東京工業大学・教育工学開発センター・准教授
 研究者番号： 40221460

研究成果の概要（和文）：

大学教育として実施されている対面型授業とオンライン教材を授業外で利用するブレンディッド学習の効果的な実施を検討するために、学習者特性と学習行動の関係を3年間にわたり継続調査を行った。調査項目を分析して学習者特性として6因子、学習経験から3因子を抽出し、これらの特性と学習行動との関連について、学部と大学院、調査年次を要因とする多母集団パス分析を行った。また、オンライン学習における評価方法を検討するために、コース終了後に実施した小論文形式のテスト結果について分析した。対面授業とオンライン学習を併用するブレンディッド学習と、対面授業がないオンライン学習で、小論文形式のテストを実施した。小論文の記述内容を、授業の担当者以外の専門家による評価と、Webで公開されている自動採点システムによる評価を実施し、比較検討した。これらの結果をまとめ、ブレンディッド学習の支援方法や評価を検討した。

研究成果の概要（英文）：

Bachelors and masters students who were enrolled in blended courses at a Japanese university were surveyed for three consecutive years in order to observe learners' behavior. In this study, the quantitative differences in the causal relationship between learner characteristics and learning behavior across student levels (bachelor vs. masters) and the survey years were determined. Additionally, to determine the students' learning performance in online learning activities, essay-testing were introduced and examined as assessment tools for blended and fully online courses in the bachelor level and for blended courses in the master's level. Also, to study the results of using an automated assessment system for essay-tests, a proto type system was introduced and results were discussed. According to these results, possible improvement for the blended learning were discussed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
年度			
年度			
総計	6,700,000	2,010,000	8,710,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：eラーニング，教授法改善，教授設計，学習者特性，教材開発

1. 研究開始当初の背景

(1)オンライン学習は、大学における学習機会の拡充として、国内外で利用が進められている。特に、対面授業とオンライン学習を組み合わせたブレンデッド学習は、多くの実践事例が報告されている。これらの報告では、指導法、特に学習者の動機付けや支援などが検討されている。このような学習者特性の影響については、これまでもしばしば検討されてきているが、詳細は明らかにされていなかった。

(2)大学教育では、論理的思考や記述能力の育成がしばしば論じられ、多くの授業で小論文形式の試験が実施されたり、レポート提出が求められている。これは、e-Learning や情報技術活用教育でも、同様に求められる学習内容である。ところで、多肢選択式テストで学習者の能力を評価できることは、種々の研究でも示されているが、従来型の小論文形式と同様な評価が行われているのかについては、十分明らかにされていない。さらに、自然言語処理技術によって、レポートや小論文の自動評価が行われるようになっており、オンライン学習の機能として組み込むことも可能と考えられる。

2. 研究の目的

(1)ブレンディッド学習に参加する学習者の特性やシステムに対する評価が、学習行動に影響を与えることを仮説として設定し、その因果関係を明らかにすること。特に学部生と大学院生の違いやブレンディッド学習への普及による影響としての調査年次の要因を検討することを目的とした。

(2)e-Learning としてのブレンディッド学習、フルオンライン学習をした後に、小論文形式のテストを実施し、以下の内容を検討した。

①小論文について、e-Learning での活用が期待される自動採点システムによって評価し、専門家(教員)による評価結果との関係。

②多肢選択式テストと小論文の評価との関係。

③学習者特性と小論文の評価との関係。

3. 研究の方法

(1)調査対象

調査対象は 2005～2007 年度の 3 年間に開講された大学学部と大学院の授業 2 つである。いずれも 1 年生を対象とした情報関係の講義で、同一の教員が講義を担当した。学部生は

大学での初めての学期でありブレンデッド学習であった。大学院生は、既に学部でブレンデッド学習を経験していた。

ブレンデッド学習は、通常の対面授業 15 週とオンラインモジュールで学習する。オンラインモジュールは、各回の対面授業の内容がオンラインで学習できるようにしたもので、授業時間内や時間外でもアクセスして利用できる環境で提供した。

オンラインモジュールは、授業で提示したスライドと教員の説明ビデオ、学習内容の理解を確認するオンラインテストで構成されており、当初から単独でも十分学習できるように設計されたものである。

対面授業の出席者にオンラインモジュールの利用を促進するために、2 つの授業とも下記の条件を学期最初に明示した。

・オンラインテスト得点は最終評価に考慮する。

・授業を欠席した場合でも、オンラインテスト得点が高ければ出席したものと同等とすることもある。

多くの学生は授業成績を非常に重視するので、上記の条件をオンラインモジュール利用のインセンティブとして与えた。また、オンラインモジュールの内容は授業内容の補足や復習にも有効である。

(2)調査項目

調査した 3 つの学習者特性と学習に関する質問項目は、以下のとおりである。

・動機づけ(内発的、外発的)
・性格(外向性、協調性、勤勉性、情緒安定性、開放性)

・思考スタイル(立案型、順守型、評価型)
動機付けは Kaufman & Agars(2005)が開発した動機付けテスト(KAMS: Kaufman-Agars Motivation Scale)、性格は 5 因子モデルに基づいた IPIP、Sternberg の思考スタイルテストである。いずれも本研究で作成した日本語版を用いた。

さらに 10 項目の 5 段階リッカートスケールからなる学習経験に関する質問項目である。これらの調査は授業開始後の第 2 週目に実施した。また、学習経験に関する調査は学期末にも実施した。学習行動として、授業全体における下記の指標を検討した。

・出席回数(NDA)
・学習したオンラインモジュール数(NCM)
・オンラインテスト得点(OTS)

なお、これらの調査データについては、今回

の分析対象以外のデータもあるので、適宜、分析に活用した。

(3)小論文評価の方法

小論文評価の調査では、上記の調査対象に学部で対面授業のないオンラインだけの授業を加えた。

- ・学部のブレンディッドコース(47名)
- ・学部のフルオンラインコース(39名)
- ・大学院のブレンディッドコース(78名)

学部の授業では、全員一斉の最終試験を課した。最終試験は4問が出題され、2問は多肢選択回答を求める小問からなり、他の2問が小論文を書かせるものであった。

大学院では、レポート提出形式で小論文を書かせた。課題は5課題の中から2課題を選択して、小論文を提出する課題であった。

具体的には「職種での情報技術や通信技術の活用について具体的に記述しなさい」や、「今後、考えられる発展動向を記述しなさい」などであった。単に、授業で学んだことだけでなく、具体的な活用や将来予想をして、記述する形式であった。

提出された小論文は、全て手書きの文章であったため、後の自動評価システムのために電子テキストに変換した。提出された小論文は以下の2つの方法で採点した。

①専門家による評価

小論文の評価は、授業を担当しない専門家(教員)2名によって行った。これは、授業担当教員が採点した場合は、小論文以外の要因が採点に影響を与えると考えられたからである。また、ここでは授業担当者と明確に区別するために、「専門家」とする。

専門家2名は、それぞれ独立に同一の小論文を評価したが、統一的な観点で評価を行うために、以下の5つの項目について3点(0~2)、合計10点満点で評価した。

- ・出題適合：小論文内容が出題内容にあっているか。
- ・学習内容：学習した内容が盛り込まれているか。
- ・自己主張：学習者の意見が主張されているか。
- ・多面性：記述内容が多角的な観点で記述されているか。
- ・図表現：図による表現などが盛り込まれているか。

上記の観点から、記述された小論文の内容についての評価が中心になっており、文章記述や語彙など、文章表現に関する技術的な観点や、小論文の長さなども評価された。これらの点は、後述の自動採点の観点とも一部は共通するが、観点および得点の重み付けは異なっている。実際の採点は、手書き回答用紙で採点したため、図表現についても回答用紙上の記述で評価した。また、前述のように、小論文の作成環境は学部と大学院で異なるが、

評価は同一の観点で行った。

②小論文評価システムによる評定

石岡らによって開発された小論文の評価システム(JESS)が、Webで公開されていることから、これを用いて評価した。利用したシステムの評価観点は、以下の3つである。

- ・修辞：文章のよみやすさ、語彙の多様性、ビッグワード(長くて難しい語)の割合、受動態の文の割合。
- ・論理構成：順接と逆接の出現パターンを評価。
- ・内容：設問と小論文との関係を、類似度で評価。

これに加えて、小論文の長さなどを考慮した減点処理が行われる。これらの観点を、上記の専門家による評価観点と比較すると、「内容」以外の観点については、文章表現に関する基本的な技術が評価されていると考えることができる。なお本評価には、電子化されたテキストを用いて評価した。

4. 研究成果

(1)学習者特性と評価の関係

①学習者特性の2次因子の抽出

学習者特性は合計で10因子あり、情報を圧縮するために2次因子分析による結果を用いた。学習者特性の回答データ558人分を用いて、因子分析を行った。因子分析は主因子解、Promax回転によって行い、斜交解を得た。手続きに従い共通因子を持つ4因子を抽出し、どの因子にも含まれなかった情緒安定性と開放性の2つを除外して、再分析を行った。その結果、第1因子は思考スタイル(立案型、評価型)、第2因子は動機付け(内発的動機付け、外発的動機付け)、第3因子は性格(外向性、協調性)、第4因子は勤勉性と思考スタイルの順守型でそれぞれ構成された。性格はBig5と呼ばれるように5因子構造で議論されることが多いが、外向性と協調性をPositive emotionalityとしてまとめる4因子構造も検討されており、この合成因子が抽出された。斜交解であることから、因子軸間の相関関係があった。第1因子の思考スタイルと、動機づけ、勤勉性との間の相関係数は比較的大きいが、第3因子と第4因子の性格を含む因子間の関連は比較的低かった。

抽出した因子構造に従って因子得点を算出したが、学部と大学院の間では有意な差は見られなかった。

②学習経験に関する因子構造

学習経験に関する10項目の因子構造の抽出には、456人分の回答を用いた。その結果、3因子が抽出された。これらは、教材評価、学習習慣、学習方略である。因子軸間の相関を調べると、第2因子が第1因子および第3因子とそれぞれ相関関係があった。

本調査分析対象の201人について学部と大学

院での因子得点を比較したところ、第 1, 2 因子の教材評価、学習習慣での因子得点の差は見られず、第 3 因子の学習方略で違いが見られた。調査年次の要因も加えて 2 要因で各因子得点を分散分析したところ、第 3 因子では学部と大学院の要因が有意であった ($F(1, 195)=23.4, p<0.01$)。また、調査年次の要因および交互作用は、3 つの因子ではいずれも有意ではなかった。これは年度による変化はほとんどなく、学部と大学院の学生間の学習経験の状況もほぼ一定していることを示している。すなわち、学習方略においてだけ、継続的に大学院生の因子得点が学部生よりも高い。

③因果分析の結果

a. 学部と大学院による検討

抽出した学習者特性の 2 次因子、学習経験の因子および学習行動の指標との関連を因果分析によって検討した。本研究では、以下のような因果関係を仮定した。学習者の授業参加前からの学習者特性が学習経験に、ブレンディッド学習での学習経験が学習行動に影響を与えると仮定した。

前述の分析で抽出した因子得点や調査指標間での相関係数を算出し、その相関関係を考慮して、学部と大学院との違いを検討するために、調査年次を無視して多母集団パス分析を行った。このうち、教材評価から修了モジュール数、オンラインテスト得点へのパス係数が 2 群間で有意に異なることが示された。有意に異なるパス係数は、学部生と大学院生のオンライン教材に対する評価と、学習行動の違いを意味した。すなわち、大学院生はオンライン教材でも学習できる点を評価しており、教材評価の因子得点が高い大学院生は多くのモジュールを修了したと考えられた。これに対して、学部生はオンラインテスト得点とのパス係数が大きく、オンラインモジュールとの係数は小さかった。学部生は対面授業の出席率が大学院生よりも低いことや、オンライン教材利用のためのインセンティブを考えると、自分の学習パフォーマンスを上げることができる点で、オンライン教材を評価したとも考えられた。

b. 調査年次による検討

調査期間の 3 年間におけるパス係数の変化を調べた結果、いくつかのパスで年次間の差が認められた。思考スタイルから教材評価、教材評価から修了モジュール数、オンラインテスト、学習方略から出席日数、出席日数からモジュール数、モジュール数からオンラインテスト得点へのパス係数である。

年次間のパス係数の変化を見ると、教材評価からオンラインテスト得点へのパス係数は、3 年間で減少傾向にある。ブレンディッド学習であるオンライン教材とオンラインテストの関連が、小さくなってきたことを示して

いる。また、学部大学院全体としては、対面授業の出席率がモジュール修了数に影響を与えていると判断できる。

さらに、学部、大学院での違いを検討した。学部の年次間でのパス係数の違いは、前述の教材評価からのパスの他に、勤勉性から学習習慣、学習習慣からオンラインテスト得点へのパスで見られた。勤勉性による学習習慣への影響は、最終年度を除くと比較的大きいと考えられる。また、学習習慣からオンラインテスト得点へのパス係数の変化は、相反関係が緩和されてきていると読み取れる。

大学院の年次間でのパス係数の違いから、教材評価から修了モジュール数やオンラインテスト得点への係数に変化が認められる。教材評価から修了モジュール数へのパス係数が大きいことは、大学院生の場合、モジュールでの学習を評価していると判断していた。しかし、最終年度では係数が小さくなっている。オンラインテスト得点へのパス係数も、全体では比較的小さかったが、年次間の変化を見ると、絶対値は小さいが最終年度で負値になっているため、傾向としては学部と同様であると判断できる。

動機付けから学習習慣へのパス係数は、年次間で一貫して低下しており、意欲と学習習慣の関連が弱くなっているように思われる。その一方、変化は小さいが、勤勉性から学習習慣への寄与は増加傾向にある。全体として、オンライン学習が普及してきたために、オンライン学習の新奇性による影響から、学習者自身の勤勉性に基じた学習習慣へ移行しているように考えられる。

(2)小論文テスト評価の結果

①専門家による評価結果

a. 評価者による比較

専門家による小論文の評価結果を調べるために、まず、2 名間の評価の違いを検討した。ここでは、より詳細に検討するために、小論文の評価データだけが存在する学習者の結果も加えた。また、大学院での設問内容が異なるが、専門家間的小論文評価を検討することが目的であるので、選択記述された小論文も加えて集計した。

小論文評価の下位評価項目における評価者 2 名の平均評価点と、2 名間の相関係数を調べた。評価得点は全体的に同じ傾向であった。また、出題適合や自己主張に関しては、相関係数が 0.4 以上であり、同様な評価が行われたと考えられた。図表現の評価については、学生への指示内容として、回答記述に必須条件としなかった条件で、図表現の有無に関して評価をしたために、両者の評価がほぼ一致し、相関が顕著に高くなった。

小論文 2 題の評価における評価者 2 名の合計点では、小論文間における評価点の違いはほとんどない。評価者間の違いを検討するため、

2者間で相関係数を求めたところ、各問で相関係数は0.5以上、全体でも相関係数は0.67と高く、ほぼ同様な評価を行っていることが確認できた。このため、以降の分析では2名の合計点でも検討する。

b. コースによる小論文テストの違い

本研究で調査したコースによる違いを検討するために、専門家2名の人手による評価合計得点を、3群ごとに集計した。

同じ学部のブレンディッド型とフルオンライン型の間では、同一条件で課した筆頭試験であることから、比較可能である。この2群間で比較したところ、有意な差は見られなかった($t(73) = 0.47, p = 0.64$)。

すなわち、小論文で評価される結果は、対面学習のないフルオンライン型の学習でも、対面学習のあるブレンディッド型とほぼ同程度の効果が得られることを示している。

②小論文の自動採点

a. 小論文の得点

JESSを用いて、3つの学習群で提出された小論文を評価した。学習群の得点を3群間で比較すると、「修辞」ではほとんど差がないが、「論理構成」、「内容」では大学院の結果が学部の2群よりもやや高くなった。さらに、減点項目を考慮した総合点では、大学院の平均得点が最も高くなった。また、学部間での総合点はほぼ同程度であった。

前述のように、学部での学習群間に違いが見られないことや、大学院生の学習経験を考慮すると、この結果は妥当であると考えられる。しかし、ここでも学部と大学院では、出題した問題や回答形式も異なることから、点数を単純に比較することはできない。

前述のように、JESSの減点項目では、小論文の長さなどが影響する。大学院生の小論文は、レポート形式であることから、小論文の記述には十分な時間をあてることができたが、学部の2群では、限られた試験時間内で多肢選択式回答と共に、回答することが求められた。このような小論文の記述条件のために、結果としては大学院生の小論文が長くなり、評価得点の結果が相対的に高くなった。

b. 専門家の評価との関連

自動採点の結果が、専門家が採点した結果とどのような関係になっているかは大変興味を持たれる。そこで、専門家の評価点との関係を調べるために、専門家が採点した小論文の合計得点と、自動採点の下位得点との間で相関係数を算出した。合計得点間では、2名の専門家の合計得点と自動採点との間で、弱い相関関係が認められた($r = 0.35$)。また、自動採点の3つの下位項目との関連を調べたところ、「論理構成」と専門家の合計得点との間だけに有意な相関係数が認められた($r = 0.30$)。全体の相関係数を考慮すると、専門家と自動採点との関連は、「論理構成」の観

点で関連していると考えられる。これは、「論理構成」が「自己主張」などの専門家の評価に関連しているためと考えられる。

③多肢選択式回答と小論文回答との関連

冒頭に述べたように、オンライン学習の評価では多肢選択式回答が多用されるが、これらの評価と小論文形式との関係について調べた。学部で実施したテストでは、多肢選択式の問題2問と、2問の小論文形式である。

まず、多肢選択式問題における得点を、2群間で比較した結果、ブレンディッド型での得点の方が、フルオンライン型での得点よりも5%水準で有意に高かった($t(73) = 5.1, p < 0.01$)。これは、対面授業での学習活動や、履修者の属性も関係していると考えられる。しかし、小論文の得点については、2群間で有意な差は認められなかった。

次に、多肢選択式と小論文形式の2種類の問題形式間で、得点の関連を相関係数を算出して検討した。また、小論文形式は上述のように、専門家による評価得点と自動採点による評価得点とは、評価観点がやや異なることから、それぞれについて算出した。

ブレンディッドとフルオンラインにおける多肢選択式回答による得点と専門家の評価得点との相関係数を調べたところ、いずれの学習群でも相関係数はほぼ0であった。

また、小論文の自動採点における3つの観点での得点と、多肢選択式回答による得点との相関係数を調べた。ブレンディッドの学習群では「修辞」との間で、フルオンラインの学習群との間では「内容」との間で相関が認められた。また、自動採点の合計得点との間では、フルオンラインの多肢選択式回答の得点との間で、有意な負の相関係数が認められた。個々の相関係数から、全体の傾向は明確ではない。これは、多肢選択式回答と小論文式回答との間に、関連があるとは言えない。このため、小論文形式の評価は、多肢選択式とは異なる観点の評価であることを示している。小論文による評価の必要性を示唆している。

④学習者特性との関連

本研究でこれまで継続的に調査してきた、各種の学習者特性の指標と自動採点結果との関連を調べるため、相関係数を学習者群ごとに算出した。大学院では、ブレンディッド型授業への出席日数と小論文の得点との間に相関が認められた。授業での話題を記述することで、設問内容と記述した「内容」との関連づけができたことも考えられる。また、学部の「情報リテラシー」や「教材評価」との間で、負の相関係数が認められた。

しかし、全般的にはほとんどの相関係数が有意ではなく、学習者特性との関連は顕著ではなかった。本調査での小論文の実施が、全講義終了後の実施であったことから、授業期間での学習活動や学習者の評価が、直接的に影

響を与えにくいことも関連していると思われる。

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 4 件)

① Minoru Nakayama, Hiroh Yamamoto, Rowena Santiago, The Role and use of Essay Tests in e-Learning: a Japanese Case Study, *Electronic Journal of e-Learning*, 8(2), p.173-178, 2010. 査読有

② Minoru Nakayama, Hidetomo Kanazawa, Hiroh Yamamoto, Detecting Incomplete Learners in a Blended Learning Environment among Japanese University Students, *International Journal of Emergin Technology in Learning*, 4(1), pp.47-51, 2009 査読有

③ Minoru Nakayama, Hiroh Yamamoto, Rowena Santiago, Impact of Information Literacy and Learner Characteristics on Learning Behavior of Japanese Students in Online Courses, *International Journal of Case Method Research & Application*, Vol. XX. No. 4. pp. 403-415, 2008 査読有

④ Minoru Nakayama, Hiroh Yamamoto, Rowena Santiago, The Impact of Learner Characteristics on Learning Performance in Hybrid Courses among Japanese Students, *The Electronic Journal of e-Learning*, 5(3), pp. 195-206, 2007. 査読有

[学会発表] (計 4 件)

① Minoru Nakayama, Hiroh Yamamoto, Rowena Santiago, Relationship between Learners' Characteristics and Learning Behavior of Japanese Students in Blended Learning Environment: A Three-Year Study, Proc. of the 4th ICEL, pp.377-385, 2009.7.17. University of Toronto, Toronto, Canada

② 中山実, 山本洋雄, Rowena Santiago, オンライン学習における記述テストに関する一検討, 日本教育工学会第 25 回全国大会, 2009.9.19. 東京大学

③ 中山実, 山本洋雄, Rowena Santiago, 大学生のオンラインコース選択に関する学習者特性の一検討, 日本教育工学会第 24 回全国大会, 200810.13. 上越教育大学

④ 中山実, 山本洋雄, Rowena Santiago, ブレンディッド学習での学習者評価に関する考察, 日本教育工学会第 23 回全国大会,

2007.9.23. 早稲田大学人間科学部 (所沢キャンパス)

[図書] (計 1 件)

① Minoru Nakayama, Hiroh Yamamoto, Rowena Santiago, *Online Learning Management and Learner's Behavior - A case study of Online Learning in Japan* (book chapter of "Developing and utilizing e-learning application), IGI Global, in press

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中山 実 (NAKAYAMA MINORU)

東京工業大学・教育工学開発センター・准教授

研究者番号 : 40221460

(2) 連携研究者

山本 洋雄 (YAMAMOTO HIROH)

東京工業大学・教育工学開発センター・特別研究員

研究者番号 : 70345768

○研究協力者

Santiago, Rowena

California State University, Professor

Newberry, Brian

California State University, Assistant Professor

Baylen, Danilo

University West Georgia, Assistant Professor