

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月19日現在

機関番号：32618

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K12425

研究課題名（和文）fMRIと認知実験によるアクティブラーニングの客観的な教育効果比較とモデル化

研究課題名（英文）Functional magnetic resonance imaging (fMRI) and cognitive psychological studies for educational effect measurement and assessment model of active learning.

研究代表者

栗津 俊二 (Awazu, Shunji)

実践女子大学・人間社会学部・教授

研究者番号：00342684

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、ALの効果測定方法の開発および教育効果の発現に至る因果関係をモデル化することが目的であった。しかし、ALという教育方法の特性上、学習者が経験する事柄は、たとえ同一教材、同一授業であっても同じではなく、学修者によって異なる。どのような授業や活動をするかだけでなく、その中で学修者が真に主体的な活動をしているかどうかや、その活動をどのように解釈し、学んだかが重要であることを示唆している。そこで、学修者が経験から有意義な主観的解釈をしているかどうかを測定する手法、および主体的活動の有無を脳活動として直接的に測定する手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は挑戦的萌芽であるため、発展性を持つことが重要と考える。本研究の成果は、教育効果を考えるときの観点変更を求めるものである。どのような授業方法、授業内容、教材だったのかが重要ではなく、その授業で学修者はどのような主体的行動をし、その経験をどう解釈したのかが重要である。また、そのような観点にもとづいた教育効果測定として、試作的なものを開発することもできた。これは、単なる教材開発、教育方法開発への批判ともなりうる。今後は、より効果的な振り返り方法の開発など、学修者の経験をどのように生かすかという観点からの研究が必要だろう。本研究は、そのような方向性の研究の土台となるものである。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a measurement for the educational effect of the active learning (AL) method, and to make an assessment model of the effect. However, due to the characteristics of the AL, every learner has a different experience, even if he or she taught in the same class with the same materials. What important is whether learners truly learn autonomously, and how they interpret their experience. Therefore, we developed one measurement to assess whether a learner makes a meaningful subjective interpretation from the experience, and another measurement to assess the autonomous activity as brain activity.

研究分野：認知科学

キーワード：アクティブラーニング 効果測定 fMRI 振り返り

## 1. 研究開始当初の背景

近年の高等教育では、学修者の主体的、能動的な学修を促す教授法の導入が進められている。具体的な手法には問題解決、体験、ディスカッションやディベート、グループ・ワーク等があるが、アクティブ・ラーニング(以下 AL)と総称されている。様々な領域で具体的な AL 手法の開発がなされており、申請者自身も英語、理科、統計学の基礎知識の修得や、キャリア形成に関する AL 手法の開発と効果測定を行ってきた。現在、AL の考え方は多くの大学教員に普及しつつあり、様々な分野において多様な手法が開発されている。

しかし、開発された AL 手法を実授業に利用しようとする、「どれが適切か分からない」という困難に直面する。これは、少なくとも 3 つの問題に由来する。1) 効果測定の手法が不統一なため、比較が困難なこと、2) 学修者自身の主観的評価に頼った効果測定が多く信頼性に欠けること、3) AL 手法が優れた効果をもたらす因果の過程が不明なため予測が難しいこと、である。

## 2. 研究の目的

本研究は、fMRI や認知心理学的実験も含めて、AL の効果測定を行う。AL 手法の分析を行い、その結果と教育効果の測定結果を統合することで、AL 手法の実施から教育効果の発現に至る因果関係を認知モデルとして表現することが目的である。

## 3. 研究の方法

### (1) 測定対象の決定

教育効果を測定するため、どのような能力の効果を測定すべきか検討した。まず、法令や先行研究の整理を行った。また、大学生が卒業時に企業社会から求められる能力と、そのような能力が求められるようになった社会的背景についてもインターネット調査を行った。

### (2) 学修者要因の検討

AL の効果、主体性を測定するために、どのような手法を取りうるか検討した。そのため、AL の効果測定に関する先行研究の調査を行った。学修者特性の影響を検討した研究が少なかったため、小規模での予備的な授業実験と、質問紙調査から、AL 授業の効果に影響する学修者特性について検討した。また、AL による教育効果が発揮されるには、学修者自身が真に主体的な活動を行っていることが重要と考えられた。そこで、英語前置詞という知識の獲得に、学修者による主体的な活動が影響するか、授業実験によって検討した。

### (3) fMRI による教育効果の測定

まず、そもそも学習によって生じた能力差が、脳のどのような差異として測定可能なのかを探索した。客観的な能力差があるものとして英語能力を利用し、英語文理解時の脳活動について、複数の分析方法を試行して比較した。具体的には、現在の認知神経科学で主流である標準的分析(SPM を用いた脳の活動部位の比較)と、機械学習を用いた MVPA 解析、および機能的結合解析を行った。その後、最も適切と思われた機能的結合解析において、TOEIC 得点の高低を脳の差異としてとらえるための分析を行った。これにより、脳のどのような指標によって、教育効果の測定が可能か探索した。

次に、学修者が主体的な活動をしていることを、脳活動から捉えられるかどうか、fMRI 内で聴取する人工言語から単語を抽出するという課題を行って検討した。分析手法としては、先の研究で有効な可能性が示された機能的結合解析を用いた。人工言語を用いたのは、事前の言語能力の影響を排除するためである。

#### (4) 振り返りを用いた教育効果測定の開発

コルフの経験学習モデルによれば、学修者自身が自分自身の経験を振り返り、抽象的な概念化を通して教訓を引き出し、それを新しい状況に能動的に適用することによって、成長すると考える。この考えでは、学修者の具体的経験そのものではなく、具体的な経験を振り返ってどのように解釈するかが重要となる。(2)で示したように、同一の教材、課題であっても学修者の主観的な経験が異なり、これが客観的な効果測定を難しくしている。また、真に主体的活動をしたことを外部から観察することも、観察できる行動が真に主体的な活動かどうか判別することも難しい。

しかし、コルフのモデルで考えれば、経験そのものではなく、学修者がどのように経験を解釈しているかが重要となる。そこで、学修者の振り返りを分析し、振り返りの内容を教育効果として測定できないか検討した。PBL 科目でのグループワークを対象に、まず、学生自身がグループワークでの振り返りを通して、自己の変化を自覚するか、どのような経験から変化するかを探索的に検討した。次に、学修者自身による振り返りを評価するためのルーブリックを開発した。

### 4. 研究成果

#### (1) 測定対象の決定

教育効果を測定するため、どのような能力の効果を測定すべきか検討した。まず、法令や省令および、先行研究の整理を行った。2007年に改正された学校教育法や中央教育審議会の答申をまとめると、学力を社会で自立して活動するために必要な能力と捉え直し、「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度(主体性・多様性・協働性)」、その基盤となる「知識・技能を活用して、自ら課題を発見しその解決に向けて探究し、成果等を表現するために必要な思考力・判断力・表現力等の能力」、さらにその基礎となる「知識・技能」の3要素が、学力の3要素とされていた。また、日本企業が「求める人材」について、先行研究を整理した。自ら行動する主体、自ら労働生産性を高めるように努力する主体を、求めるようになったとされている。

次に、日本企業が「求める人材像」について、公開情報の整理および採用担当者への調査を行ったところ、親和力、協働力、実践力、行動持続力および自信創出力が高い人材を求める企業が多いことがわかった。実践力とは、効果的な計画に沿った実践行動をとる力、行動持続力は主体的に動き、良い行動を習慣づける力、自信創出力はポジティブな考え方やモチベーションを維持する力である。以上の研究の結果、ALの効果として測定すべきものは、主体的に行動し、学ぶ態度・能力と考えられた(粟津,2018)。

#### (2) 学修者要因の検討

ALの効果、特に主体的に学習する力を測定するために、どのような手法を取りうるか検討した。ALの有効性を報告する先行研究は多くある。しかし、ある教育方法の効果には、学修者要因が影響することが知られているが、ALでは検討されていなかった(粟津・松下,2017)。そこで、学修者要因が影響するかどうか、小規模な授業実践によって検討した。グループワークやプレゼンテーションを行わせたところ、同授業内容でも学修者が変わると、学修者の主観的な経験内容が変化した。学修者間の相互作用の様相が変化し、主観的経験の違いとして現れたと考えられる(粟津,2016)。また、PBL科目を履修希望する学生には、非希望者よりもPBL科目で実施されそうな活動を価値が高く、かつ自分でもできると認識しており、履修以前から、PROGテストにおける対人基礎力と対自己基礎力が高かった。対自己基礎力とは、先に述べた主体的に学習する態度に近い(粟津・松下,2017)。これらの結果は、ALの教育効果にも学修者の要因が影響し、同じ教材を用いて、同じ授業を行っても、学修者によって経験する内容が異なることを意味している。当然、教育効果も異なるであろう。

そこで、客観的には同じ主体的な行動をとらせることで、一定の教育効果が見られるか検討した。英語前置詞の語彙学習において、説明と例文を聴く受容群、説明を聴き例文を具体例にあてはめて行為をする行為群、説明を聴き他者の行為を観察する観察群への教育効果を比較した。事前、事後テストにおける正答数の増加数を比較したところ、学習条件間の差はなかった。効果が表れない原因は様々に考えられるが、主体的(に見える)行動をさせれば教育効果があがる、とは言えない(粟津・安山・鈴木,2017)。これらの結果は、教育効果測定において、学修者が真に主体的活動をしたかどうかや、主観的な経験に着目する必要があることを示唆している。

### (3) fMRI による教育効果の測定

次に、学習効果が、脳のどのような差異として測定可能なのかを探索した。日本人 39 名に英語文を読ませ、その際の脳活動を fMRI 装置で測定し、複数の方法で分析して結果を比較した (Awazu, Suzuki, & Akama, 2016; 大山・辻田・粟津・赤間, 2018; 辻田・大山・粟津・赤間, 2018)。TOEIC 得点上位者と下位者の差は、左後上側頭回と右三角部の結合強度や、ネットワークハブの場所、各部位のグラフ指標によって測定できることがわかった。次に、学修者が主体的に学習しているときと、受容的に学習しているときの脳活動を、比較した。詳細は現在執筆中の論文 (Akama & Awazu, 準備中) で述べる予定であるが、主体的学習では脳内のデフォルトモードネットワークが発動されるが、受容的学習では発動されないことがわかった。また、学修した内容を再度経験する際は、学修素材の感覚特性に対する注意ネットワークが喚起されることがわかった。これらは、脳活動によって学習効果や主体的活動の有無が測定可能なことを示唆する。

### (4) 振り返りを用いた教育効果測定の開発

学修者が解釈した主観的経験を捉えるため、課題終了後の振り返りに着目した。まず、グループワークの振り返りを通して、自己の変化を自覚するか、どのような経験から変化するかを探索的に検討した。以降の行動を変化させるには、自己を客観視した振り返りが重要なことがわかった (今西・松下, 2017A)。そこで、学修者自身による振り返りを評価するルーブリックを作成した。AL 科目での振り返り内容を、コルフの経験学習モデルと SBI 法をもとに分析し、「良い振り返り」と「そうでない振り返り」に評価する観点と基準を作成した。この結果を用いて学生の振り返りを段階分けしたところ、授業での学びは 17%、グループワークは 6% の学生が「良い振り返り」をしていた (松下・今西, 2017)。この結果は、同じ課題であっても学修者が解釈する主観的経験は異なり、それがルーブリックによって評価できることを示唆している。

### (5) まとめ

本研究は、AL の効果測定方法の開発および教育効果の発現に至る因果関係をモデル化することが目的であった。しかし、AL という教育方法の特性上、学修者が経験する事柄は、たとえ同一教材、同一授業であっても同じではなく、学修者によって異なる。どのような授業や活動をするかだけでなく、その中で学修者が真に主体的な活動をしているかどうかや、その活動をどのように解釈し、学んだかが重要であることを示唆している。そこで、学修者が経験から有意義な主観的解釈をしているかどうかを測定する手法、および主体的活動の有無を脳活動として直接的に測定する手法を開発した。

## 5. 主な発表論文等

(雑誌論文) (計 7 件)

- 1) 粟津俊二. (2019). 日本企業はどのような人材を求めているのか-PROG テスト項目へのあてはめ-, 実践女子大学人間社会学部紀要, 15, 1-11. [査読なし]
- 2) 松下慶太・今西正和. (2017). PBL 形式の演習科目におけるルーブリック評価の開発 学生

の「振り返り」に着目した授業評価 ,実践女子大学人間社会学部紀要,13,93-109. [査読なし] <https://ci.nii.ac.jp/naid/120006250430>

- 3) 荒木淳子・正木郁太郎・松下慶太・伊達洋駆.(2017).企業で働く女性のキャリア展望に影響する職場要因の検討,経営行動科学,30,1-12. [査読あり] <https://ci.nii.ac.jp/naid/130006069551>
- 4) 粟津俊二・松下慶太.(2017).能動的学修科目を選択する学生の特性-PBL科目を選ぶ動機とコンピテンシー,実践女子大学人間社会学部紀要,13, 29-39. [査読なし] <https://ci.nii.ac.jp/naid/120006250426>
- 5) 粟津俊二・安山秀盛・鈴木明夫.(2017).身体的行為の経験に着目した英語語彙習得方法の開発と評価 - 前置詞の学習,実践女子大学人間社会学部紀要,13, 15-27.[査読なし] <https://ci.nii.ac.jp/naid/120006250425>
- 6) 粟津俊二・鈴木明夫.(2015)日本人英語学習者による英語文評定:理解容易性と親密度の分析,経営論集, 85, 89-99.[査読なし] <https://ci.nii.ac.jp/naid/120005618928>
- 7) 粟津俊二・鈴木明夫.(2014).日本人英語学習者による英文評定:基礎統計量,実践女子大学人間社会学部紀要.11,1-22.[査読なし] <https://ci.nii.ac.jp/naid/120005607534>

(学会発表)(計 19 件)

- 1) 松下慶太(2018).日本教育社会学会第 70 回大会「アクティブラーニングの教育社会学」討論者.
- 2) Matusita, K. (2018) "What Makes Values of Coworking Spaces?", XIX ISA world Congress of Sociology, Toronto, Canada.
- 3) 氏家弘., 太田藍李., 粟津俊二., & 赤間啓之.(2018).脳の安静時機能的連結性の環境間比較から超品質推論に向けて. 第 42 回日本脳神経 CI 学会総会.
- 4) 粟津俊二.(2018). 高速行為文の理解による反応時間の遅延. 日本認知科学会第 35 回大会.
- 5) 辻田亜門., 大山将来., 粟津俊二., & 赤間啓之.(2018). fMRI を用いた日本語母語話者による英文の意味処理における脳の機能的結合性解析. 日本認知科学会第 35 回大会.
- 6) 大山将来., 辻田亜門., 粟津俊二., & 赤間啓之.(2018). 言語意味処理に関する脳 fMRI データの単変量サーチライト解析. 日本認知科学会第 35 回大会.
- 7) 粟津俊二.(2018). 企業は新卒採用において何をどうやって見ているのか?. 日本教育心理学会第 60 回大会.
- 8) Matusita, K. (2017) "WORK STYLE AND WELL-BEING IN JAPAN", ISQOLS 15TH CONFERENCE, INNSBRUCK, AUSTRIA.
- 9) 今西正和,& 松下慶太(2017A)「PBL 科目のグループワークにおける学生の役割意識の変化 - 振り返りに着目して -」日本キャリアデザイン学会第 14 回研究大会.
- 10) 今西正和, & 松下慶太(2017B)「SBI 法を活用した PBL 科目におけるルーブリックの作成」日本教育工学会第 33 回全国大会.
- 11) 粟津俊二(2017) 行為の様相が行為文理解時のボタン押し反応に与える影響. 日本認知科学会第 34 回大会.
- 12) 粟津俊二, & 鈴木明夫(2017) 日本人英語学習者による外国語理解の身体性.日本認知心理学会第 15 回大会.
- 13) 粟津俊二, & 松下慶太(2017) 能動的学修科目を選択する学生の特性 PBL 科目を選ぶ動機とコンピテンシー.日本教育心理学会第 59 回総会.

- 14) 粟津俊二.(2016) 行為文理解時の運動シミュレーションに動詞の時相が与える影響.日本認知科学会第 33 回大会.
- 15) Awazu, S., Suzuki, A., & Akama, H. (2016) Mental simulation during comprehension of English and Japanese action sentences in English learners. 31st International Congress of Psychology (ICP2016), Yokohama.
- 16) Matsusita, K.(2016) "Mediated Workplace and Work Styles as Second Offline: The Case Study of Coworking Space in Shibuya, Japan", Third ISA Forum of Sociology, Vienna, Austria.
- 17) 粟津俊二. (2016). 能動的学習場面における学習者の主観的経験.日本教育心理学会第58回総会.
- 18) 粟津俊二, & 鈴木明夫.(2015).日本人学習者の英文理解に心像性と親密性が与える影響. 日本教育心理学会第 57 回総会.
- 19) 粟津俊二, 鈴木明夫, & 赤間啓之.(2015). 英語学習者における日本語文と英語文理解時の運動シミュレーション.日本認知科学会第 32 回大会.

(図書)(計 2件)

- 1) 菅原良・松下慶太・木村拓也・渡部昌平・神崎秀嗣編著(2017)『キャリア形成支援の方法論と実践』東北大学出版会
- 2) 菅原良・福田哲哉・松下慶太(2017)『若者のキャリア形成 スキルの獲得から就業力の向上,アントレプレナーシップの育成へ OECD スキル・アウトルック 2015 年版』明石書店

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名:赤間 啓之

ローマ字氏名:(AKAMA, Hiroyuki)

所属研究機関名:東京工業大学

部局名:リベラルアーツ研究教育院

職名:准教授

研究者番号(8桁):60242301

研究分担者氏名:松下 慶太

ローマ字氏名:(MATSUSITA,Keita)

所属研究機関名:実践女子大学

部局名:人間社会学部

職名:准教授

研究者番号(8桁):80422913

科研費による研究は,研究者の自覚と責任において実施するものです.そのため,研究の実施や研究成果の公表等については,国の要請等に基づくものではなく,その研究成果に関する見解や責任は,研究者個人に帰属されます.