

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 26 日現在

機関番号：62601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23530874

研究課題名(和文) 未来の学習を準備する協調的発見学習の理論構築

研究課題名(英文) Theorizing Collaborative Discovery Learning for Preparation for Future Learning

研究代表者

白水 始 (Shirouzu, Hajime)

国立教育政策研究所・初等中等教育研究部・総括研究官

研究者番号：60333168

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では理数科目を対象として「協調的に問題を解いてから公式や理論を教わる協調的な発見学習法」と「教わってから協調的に問題を解く受容学習法」を対比し、効果を単元理解と未来の学習への準備の2指標で評価し成功例のプロセスを分析することで、いつ何を発見させて何を教えるべきかをガイドできる協調学習理論を構築した。結果、1) 教師が教えずに子どもに任せたいのは知識の統合であり、2) 子どもは対話を通して知識の探索、統合、解体、再統合を繰り返し、自らの理解を深め、3) 知識の統合がその不備や不足を自覚させ次の疑問を生み、未来の学習を準備することを理論の中核とした。理論を具現化する際の教師のピリーフも検討した。

研究成果の概要(英文)：This research clarifies effects and processes of "collaborative discovery learning" contrasted with "telling and collaborative practice." It utilized two measures for assessment: acquired knowledge and preparation for future learning. Three studies of college students on math, high-school students on science and elementary pupils on math showed that students who learned in Discovery Learning condition outperformed their counterparts in Direct Instruction one on measures of preparation for future learning (i.e., performance in joint solving situation after individual test-taking). Detailed process analyses implied that, in the former condition, the students reflected upon problem situations and formed conditional knowledge, which were usable in situations wherein they were allowed to externalize their thoughts and revise them. Teachers' beliefs were also examined when they were forced not to intervene but to observe and listen to students' conversation in discovery learning conditions.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：発見学習 協調学習 学習科学 知識統合

1. 研究開始当初の背景

本研究は、協調的な発見学習と受容学習という2つの学習法を内容理解と未来の学習準備という2つの指標で比較検討するものである。その研究背景は次の通りである。

そもそも帰納的な発見学習と演繹的な受容学習の対比については、枚挙できない既研究がある。一般に、発見学習には「学習内容の深い理解や長期保持」「問題解決スキルの獲得」といった利点が期待される一方で、「学習時間が掛かる」「効果が教師や課題に抛る」「効果が測定し難い」などの欠点が指摘される。受容学習には「効率的な知識伝達」「内容が限定されない」という利点があるとされる反面、「学習者が受動的になり易い」「知識が剥落し易い」といった欠点も指摘される。

近年この比較検討が再燃している (Tobias & Duffy, 2009)。理由は、学習活動の刷新と指標の開発、学習ゴールの変化の3点にある。1点目は、協調学習研究が進んだことで、発見か受容かという対比も協調的な活動と組み合わせるようになり、学習者の言動データを通じて活動の効果がより詳細に検討できるようになった点である。2点目は、学習活動の成果を「学んだことを基に問題が解けるか」だけでなく、「新たな内容を学ぶ準備ができているか」で評価する研究が現れた点である。3点目は、変化の激しい時代では、学校で学んだことをそのまま活用できる機会は少ないため、その場で入手可能なテキストや道具、他者のアドバイスを使って既有知識とも組み合わせる柔軟に問題を解く力が学習目標として求められるようになった点である。

この3点を結び付け具体化したのが、Schwartz & Martin (2004) の提唱する「未来の学習のための準備 (Preparing for Future Learning : 以下 PFL)」という考え方である。彼らは、中学生を対象に統計学を協調的な発見学習で学ぶ「発見学習群」と公

式やその使い方を教わる「直接教示群」を設けて比較し、発見学習群は公式が自力発見できないため、目前の課題は解けないが、遠転移課題で学習素材を渡された場合は後者より優れた成績を収めることを示した。

協調的な発見学習の利点を解明し安定してその効果を引き起こすためには、発見学習と受容学習のどちらがよいかという一面的な比較を超え、PFL という構成概念を明確化し、協調的発見学習がなぜ PFL に繋がるかを明らかにする必要がある。その上で協調活動における一人ひとりの知識状態の変化とそれに対する学習リソースの役割を明らかにすることで、よりきめ細かな学習理論を作り上げることが重要だと考えた。

2. 研究の目的

本研究では、小学校から大学までの理数科目を対象として、「協調的に問題を解いてから公式や理論を教わる協調的な発見学習法」と「教わってから協調的に問題を解く受容学習法」を対比し、効果を単元理解と未来の学習への準備 (学習素材を基に未知の問題を解くスキルや疑問を基に学びたいことを探すスキル) の2指標で評価し、成功例のプロセスを分析することで、「いつ」「何を」発見させて「何を」教えるべきかをガイドできる協調学習理論を構築する。

加えて、この協調学習理論を現場の実践的判断に利用できる「原則に基づいた実践的な知識 (Principled Practical Knowledge)」とするため、学習活動を媒介として、教師の学習観 (ビリーフ) と結び付けることを試みた。

3. 研究の方法

研究は (1) と (2) の2点で遂行する。

(1) 協調的発見学習の効果と過程の分析

大学生を対象とした数学授業、小学生を対象とした算数授業、中高生を対象とした理科

授業を対象として、協調的な発見学習の効果を検証し、その学習過程を詳細に分析する。その他の知見も広く集め、PFLの専門家とも協議して、理論化を行う。

(2) 教師のビリーフの解明と支援

協調的な発見学習を遂行する上で、授業を行う教師のビリーフが大きな役割を担うため、そのビリーフを明らかにし、修正するための研究を行う。例えば、学習ステップごとに教師が予測する活動時間と実際にかけた時間とを比較することで、教師が発見学習の遂行においてどこに慎重になりがちかを特定する等である。

4. 研究成果

(1) 協調的発見学習の効果と過程の分析

伊藤・原田・田島・安田・白水(2011)は、大学生対象に、簡単な数学問題を題材として発見学習と受容学習の効果を比較し、前者の過程を詳細に分析した。また、学習で得た知識やスキルをどう活用するかを検討するため、転移課題を二人で解かせ、その会話を分析した。その結果、発見学習では、適用すべき公式等の制約が無い場合、未知の問題を多角的に吟味して理解に努めることが可能になり、これを繰り返すことで一種の吟味スキルが獲得された。さらに、自分で問題を解いた経験から、公式や解法の解説からは得ることが出来ない独自の経験則が獲得され、この知識と上記スキルが相まって転移課題解決を可能にする準備となったと解釈できた。さらに追加実験では、未知の学習対象である統計学を題材に発見学習のみを行わせ、その過程を分析した。結果、適切な課題であれば、問題吟味に時間をかけ、一度解が出ても何度も吟味し、その中から問題のエッセンスに関する気づきが疑問として生まれる過程が確認できた。なお、本発表は日本認知科学会発表論文賞を受けた。

河崎・白水(2011)は、小学校5年生の算数授業を対象に、単元「単位量当たりの大きさ」の「混み具合」を題材として、授業で規範的な解法のみが扱われる場合(単一解法提示)と、非規範的な解法も扱われる場合(複数解法提示)とで学習促進効果が異なるかを検討した。日本の算数授業の一般的な型である、「課題提示」「自力解決」「解法発表と検討」という流れを模して、「解法発表」の提示内容を上記のように操作した。加えて、提示された解法の検討の仕方にも条件を設け、その解法をよいと思うか各自に評価を求める条件となぜその解法でそのような答えになると思うか各自に説明を求める条件を比較した。受容学習を基盤にしながらも、そこに非規範的な解法を採り入れ、それについて協調的に話し合わせる効果を探ったものである。

その結果、評価を求める条件では、課題提示の効果は見られなかったが、説明活動を求めた条件では、複数解法提示が単一解法提示よりも学習促進効果をもたらした。さらに、この複数解法の説明活動はペアで「協調的に」行った場合に、転移課題の正答率を高めることが示唆された。この結果から授業において非規範的な解法も取り上げることは、各自が内的に説明を考える活動と考えた結果を外化してペアで話し合う活動という内外相互作用の二要素を伴うときにもっとも学習促進効果を持つことが示唆された。説明活動が複数解法の対比を促し、規範的な解法の重要な構成要素の把握を容易にするメカニズムをプロセスデータから考察した。なお、本論文は日本教育心理学会第10回優秀論文賞を受けた。

最後に、こうした知見をもとに、PFLと類似する「Productive Failure(発見学習時の失敗が転移課題の生産的な解決を可能にするとの立場)」を主張するManu Kapur氏とシンポジウムも行った。結論として、1) 教

師が教えずに子どもに任せたいのは知識の統合であること、2) 子どもは対話を通して知識の探索、統合、解体、再統合を繰り返し、自らの理解を深めうること、3) 知識の統合がその不備や不足を自覚させ次の疑問を生み、未来の学習を準備することを理論の中核とすることとした(河崎・白水, 2013)。

この理論化は、1) の原則からすると、部品となる知識が子どもになれば、それは提供してもよいことを示唆する。また、2) は建設的相互作用と呼ばれるプロセスであり、そこでは「わかる」「わからない」という段階が本人たちの自覚でも客観的に見た発話上でも頻繁に繰り返される。「わかっていない」ときや「わかりかけている」ときの語尾は曖昧なものになるし、誤った言い方も多数見られる。それを教師がいちいち矯正すると、子どもたちは「考えながら話す」ことを避け、建設的相互作用が起こりにくくなることを示唆する。それゆえ、教師がやるべきことは、3) の通り、統合しがいのある課題の準備とその部品となる知識の推定や提供だということになる。

(2) 教師のビリーフの解明と支援

上記の示唆をもとに、発見学習に取り組もうとする教師がどのような課題や学習素材、活動を準備し、授業中の支援を行うかを検討することで、教師のビリーフを明らかにし、その改訂を支援する。

高垣・白水・河井・高橋・岡村・鴨田・吉岡・池田(準備中)は、中学生を対象に、肉眼では確認できず高度なイメージ力を必要とする「地球と宇宙」の単元のカリキュラム他を開発し、ICTを用いて発見的な協調学習を実施した。その結果、生徒が話しやすいように教員が課題を分割し、スモールステップで正誤判断をし易くすることが、逆に、多様な解・解法の生成を妨げ、ICTの利点を生かし難くすることが示唆された。

具体的には、iPadで各グループの回答を入力し、電子黒板で共有しても、活動目的が「答え合わせ」であったために、単元内容の理解が深まらなかった。それゆえ、電子黒板にどれだけ等質な回答が共有されたか、及びそれが生徒にとってどの程度容易な課題であったかを担当教員と協議することによって、次時には、共有する回答の自由度を高めたことが、結果的に単元内容の理解につながる可能性が示唆された。

河崎(2012)は、小学校4年生の算数授業に関して、授業の各段階に掛かる時間の教員の予測と実測値をグラフにして教員のリフレクションを促す手法を開発し参与観察を行った。その結果、授業最初の個人での問題解決と最後のクラスでの練り上げに予測以上の時間が掛かっていた。これは、「児童一人ひとりの理解度が低いと話し合いに入ることができない」と教員が判断し、机間巡視に時間を取りすぎ、それにより計画していた小グループでの話を省略すること、そのために児童は「話しながら考え」て自分たちの理解度を上げることができず、最後の難しすぎる練り上げ課題に対して一部の児童からしか答えが出ないためだと考えられた。

さらに河崎(2013)は、小学校4年生の算数の授業を参与観察し、授業において児童の言語活動を充実させようとする際に、教員が何を問題視しどのように解決を図ろうとするかを分析した。教師自身は問題の解法についてクラス全体で話し合う際に、発言者が固定化することを問題視し、発言をスモールステップに区切ることでより多くの児童の発言を促すという形で解決を図っていた。これより、発言数は増えきちんとした発言は可能になったが、発見学習の鍵となる児童自身にわかりかけたことを言語化させる機会は失われた。

今後は、児童生徒が話し合いながら自分た

ちの考えを深める力を教師が信じ、その力を最大限引き出せる授業をデザインする過程を支える手立てを考えることが課題である。

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7件)

1. 白水始・遠山紗矢香「マルチヴォカリテイが育む未来の学び」KEIO SFC JOURNAL. 12(2), pp. 53-68. (2013)
2. 白水始・河崎美保「成功を超える力」教育研究. 68, pp. 18-21. (2013)
3. 村川弘城・白水始・鈴木航平「ゲームにおける方略の振り返りが動機付けに及ぼす効果：カードゲーム方学習教材「マスピード」を例に」教育工学会論文誌. 37, pp. 109-112. (2013)
4. Shirouzu, H., & Miyake, N. “Effects of Robots’ Revoicing on Preparation for Future Learning” Rummel, N., Kapur, M., Nathan, M. & Puntambekar, S. (Eds.) To See the World and a Grain of Sand: Learning across Levels of Space, Time, and Scale: CSCL 2013 Conference Proceedings, Wisconsin, Vol. 1, pp. 438-445. (2013)
5. 白水始 「認知科学と学習科学における知識の転移」人工知能学会誌, 27(4), pp. 347-358. (2012)
6. 高垣マユミ・松尾剛, 丸野俊一「朝の会におけるグラウンド・ルールの共有を図る教師の働きかけ—教室談話のカテゴリ分析および解釈的分析を通して」教授教育心理学研究. 9, pp. 29-36. (2013)
7. 河崎美保・白水始 「算数文章題の解法学習に対する複数解法説明活動の効果—混み具合比較課題を用いて—」教育心理学研究, 59(1), pp. 13-26. (2011)

[学会発表] (計14件)

1. 白水始「大学教育改革の成功の鍵を握る—ジグソー授業実践の10年の蓄積から

- 」第20回大学教育研究フォーラム(招待講演)(2014年3月19日)京都大学
2. 白水始「コンセプトマップを介した教育研究の高度化—認知科学におけるデザイン研究—」第20回大学教育研究フォーラム(2014年3月19日)京都大学
3. 高垣マユミ「協同学習において社会的関係性に影響を及ぼす教授方略の検討」認知科学会第30回総会(2013年9月12日)玉川大学
4. 高垣マユミ・河井延晃・高橋ヨシ子・岡村知美・鴨田篤・吉岡亮衛・池田徳正「協同学習を促す学習環境下での説明活動の分析」日本科学教育学会第37回年会(2013年9月7日)三重大学
5. 白水始「実生活に活用できる学ぶ力の育成を支えるモデルとは?」教育心理学会第55回総会(2013年8月19日)法政大学
6. 河崎美保 「自主企画シンポジウム「学級規模研究における教育心理学的アプローチ」における指定討論」日本教育心理学会第55回総会(2013年8月19日)法政大学
7. 白水始「実践における『型』の意味とその乗り越え」教育心理学会第55回総会(2013年8月17日)法政大学
8. 白水始「実践的教育研究における理論と実践の融合」教育心理学会第55回総会(2013年8月17日)法政大学
9. 高垣マユミ・富田英司・中谷素之・白水始・鹿毛雅治・小野瀬雅人「授業研究最前線—理論と実践のコンテクストをつなぐ」日本教育心理学会第55回総会(2013年8月17日)法政大学
10. 河崎美保「協調的言語活動の充実を図る授業において教師が経験する困難(2)発言者数の分析」日本教育心理学会第55回総会(2013年8月17日)法政大学
11. 河崎美保「協調的言語活動の充実を図る授業において教師が経験する困難：学習指導案とのずれの分析」日本教育心理学会第54回総会(2012年11月25日)琉球大学
12. 伊藤智哉・田島啓・原田一平・安田遼・

白水 始「公式を自力生成する協調学習過程の効果：ジグソー法と協調的な転移課題解決を用いた検討」日本認知科学会第 28 回発表論文集, in CD-ROM. 東京 (2011 年 9 月 23 日)

13. 河崎美保「他者の解法の再生・評価に対する聴き手の解法の影響」日本教育心理学会第 53 回総会 (2011 年 7 月 25 日) 北海道学校心理士会・北翔大学
14. Kawasaki, M. & Shirouzu, H. Explanatory activity with a partner promotes children's learning from multiple solution methods. Poster presented at the 9th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning, 2011 年 7 月 7 日, Hong Kong, China

[図書] (計 8 件)

1. 白水始「第 5 章 新たな学びと評価は日本で可能か」三宅なほみ・益川弘如・望月俊男 (監訳・著)『21 世紀型スキル：新たな学びと評価の新たなかたち』, 北大路書房, pp. 207-223. (2014)
2. 河崎美保・齋藤萌木・大浦弘樹・館野泰一『21 世紀型スキル:新たな学びと評価』(第 3 章翻訳), 三宅なほみ・益川弘如・望月俊男 (監訳・著)『21 世紀型スキル：新たな学びと評価の新たなかたち』, 北大路書房 265p. (2014).
3. Shirouzu, H. “Learning Fractions Through Folding in an Elementary Face-to-Face Classroom” In D. D. Suthers, K. Lund, C. P. Rose, C. Teplovs, & N. Law (eds.), Productive Multivocality in the Analysis of Group Interactions (Computer-Supported Collaborative Learning Series 16), New York: Springer, pp. 63-101. (2013)
4. Shirouzu, H. “Focus-Based Constructive Interaction” D. D. Suthers et al. (eds.), In D. D. Suthers, K. Lund, C. P. Rose, C. Teplovs, & N. Law (eds.), Productive Multivocality in the Analysis of Group Interactions

(Computer-Supported Collaborative Learning Series 16), New York: Springer, pp. 103-122. (2013)

5. 高垣マユミ「ピア・ラーニング」『ピア・ラーニングー学びあいの心理学』(中谷素之・伊藤崇達編著) 金子書房, 243p. (2013)
6. 河崎美保「児童期の子どもの発達と学び：算数」清水益治・森敏昭 (編)『0 歳～12 歳児の発達と学び：保幼小の連携と接続に向けて』, 北大路書房, pp. 131 - 140. (2013) .
7. 河崎美保『複数解法提示による算数の学習促進効果：混み具合比較課題を用いて』, ナカニシヤ出版, 総ページ数 139. (2013).
8. 河崎美保「学習科学 Learning Sciences.」『生成する大学教育学』, ナカニシヤ出版, pp. 110 - 113. (2012).

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.nier.go.jp/shirouzu/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白水 始 (SHIROUZU HAJIME)

国立教育政策研究所・初等中等教育研究部
・総括研究官

研究者番号：60333168

(2) 研究分担者

高垣 マユミ (TAKAGAKI MAYUMI)

津田塾大学・国際関係学科・教授
研究者番号：50350567

河崎 美保 (KAWASAKI MIHO)

追手門学院大学・心理学部・講師
研究者番号：70536127