

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 3 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25282038

研究課題名(和文) 子どもの知識構築を促進するラーニング・プログレッションズを応用した理科教師教育

研究課題名(英文) Science Teacher Education Using Learning Progressions

研究代表者

山口 悦司 (YAMAGUCHI, ETSUJI)

神戸大学・人間発達環境学研究科・准教授

研究者番号：00324898

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、学習科学の研究者と科学教育の研究者が学際的に共同し、子どもの知識が科学知識へと発達するために本質的な役割を果たす「生産的な誤り」を解明するラーニング・プログレッションズを応用して、理科の教師教育プログラムを開発することであった。本研究の成果は、ラーニング・プログレッションズ研究を応用した理科教師教育プログラムを標準化するためのスタンダードを提案できたこと、スタンダードに従って理科教師教育プログラムの事例を開発できたことであった。

研究成果の概要(英文)：This study is an interdisciplinary collaborative study among researchers in learning sciences and science education. The purpose of the study is to develop science teacher education programs using learning progressions (LPs). LPs are “descriptions of the successively more sophisticated ways of thinking about a topic that can follow one another as children learn about and investigate a topic over a broad span of time.” (NRC, 2007). LPs are utilized to determine the stepping stone ideas or productive failures which significantly enable development of scientific proficiency. The result of the study is to propose a standard for science teacher education programs using learning progressions, and develop cases of science teacher education programs based on the standard.

研究分野：科学教育

キーワード：科学教員養成 ラーニング・プログレッションズ

1. 研究開始当初の背景

現在の科学教育が抱える深刻な問題は、多くの子どもたちが、中学校の義務教育を終えると科学を学ばなくなることである。この実態は、我が国については、高等学校1年生(15歳)を対象とした国際比較調査(PISA)において、30歳時に科学技術職種を希望した人数が世界の中で最も少ないことや、高等学校の理科科目の履修者や理学学部・大学院進学者が減少し続けていることに現れている[1]。フィンランドなどの高い学力を備えた諸外国でも徐々に問題視されつつある。この現状を踏まえると、科学を教える教師に必要な資質能力は、科学の知識を子どもに正しく伝達できることだけに留まらない。将来にわたって科学を学び続ける子どもを育成するために、子どもが自発的に知識構築することを損なうことなく促進しつつ、科学的に妥当な知識となるよう適切にガイドできる資質能力が教師には必要となる。

学習科学と科学教育が連携した学際研究として、ラーニング・プログレッションズ(Learning Progressions)研究が展開されている[2][3]。学習科学とは、認知科学が解明した人間の認知メカニズムを現実の教育・学習場面に応用する中で、新しい認知メカニズムの解明に取り組む学問領域である。国際的に学習科学の重要性が認識されている。例えば、北米においては、COE拠点が6箇所設立されている。日本でも、学習科学への関心が高まっている。

ラーニング・プログレッションズ研究は、物理・化学・生物・地学の各領域における主要概念・理論(例えば、原子、エネルギー、遺伝、物質循環、天体)について、最終的に理解してほしい状態に到達するためには、幼稚園・小学校から高等学校・大学にかけて、どのようなプロセスで知識を獲得すれば最適なのかを解明する。学習科学には、学年横断的な概念変化や思考発達に関する研究知見が蓄積されている。一方で、科学教育には、教育方法とその効果に関する研究知見が蓄積されている。これらの研究知見を総合的に活用することで、適切な教育のもとで実現する子どもの知識の発達が連続的なスナップショットとしてモデル化されている。

特に注目されているのが、「生産的な誤り」の存在である。生産的な誤りとは、一見すると単なる誤りであるが、子どもの知識が科学知識へと発達するために本質的な役割を果たす知識である。ラーニング・プログレッションズは、科学教育のカリキュラムの新しい指針を提供するものとして、世界各国において着目されている。実際、北米の新しいカリキュラムは、ラーニング・プログレッションズが最大限に取り入れられている。

しかしながら、ラーニング・プログレッションズを科学の教師教育へ応用した研究は国際的にも行われていない。多くの教師は、知識を正確に伝達することが教えることで

あると信じており、子どもの知識構築を支援するものだとは信じていない。また、こうした間違った信念を持っている教師のもとで学んだ子どもは学力や意欲が低い。教師の信念を変容し、教えるための適切な資質能力を育成しなければ、たとえカリキュラムを変えたとしても、従来の教育改革が失敗してきたように、学校で日々行われている教育は改革されないままに終わってしまう。子どもの自発的な知識構築を促進するために積極的に評価されるべき「生産的な誤り」が、教師によって、従来通り、単なる誤りと扱われてしまうからである。この状況を変革し、将来にわたって科学を学び続ける子どもを育成するために、ラーニング・プログレッションズの教師教育への応用が喫緊の学術的課題である。

引用文献

[1] 文部科学省(2012)『平成24年版科学技術白書』
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/kagaku.htm

[2] Duncan, R. G., & Hmelo-Silver, C. E. (2009). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 606-609.

[3] 山口悦司・出口明子(2011)「ラーニング・プログレッションズ」『心理学評論』第54巻, 第3号, 358-371.

2. 研究の目的

本研究の目的は、学習科学の研究者と科学教育の研究者が学際的に共同し、子どもの知識が科学知識へと発達するために本質的な役割を果たす「生産的な誤り」の発達段階を解明するラーニング・プログレッションズを応用して、理科の教師教育プログラムを開発することであった。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、学習科学と科学教育の研究者からなる研究組織を構成する。平成25年度は、プログラム開発の準備として、ラーニング・プログレッションズ研究成果の収集・分析、物理・化学・生物・地学領域の教師教育プログラムを標準化するためのスタンダードの確立を行う。平成26年度以降は、講義、演習、教育実習からなる教師教育プログラムを開発し、教職大学院、教員養成系の修士課程、一般の修士課程などにおいて実施・評価を行う。

4. 研究成果

[平成25年度]

平成25年度の研究成果は、以下の通りであった。

(1) 文献・資料の収集とデータベース整理:

ラーニング・プログレッションズの最新の研究成果を教師教育プログラムに反映するため、文献・資料の収集とデータベースを継続して実施した。

(2) 海外研究の現地調査：ラーニング・プログレッションズの先端的な研究成果の交流が行われている国際会議などに参加し、文献だけでは得られない情報を継続的に調査した。

(3) 教師教育プログラムの開発・評価：昨年のスタンダードに従って、教師教育プログラムを試行的に開発・評価した。研究代表者、研究分担者が対面で行う会議も実施した。

(4) 研究成果公表：科学教育や学習科学関連の国際学会・国内学会で成果を公表した。また、次年度に開催される国際学会（IOSTE2014）にも投稿し、採択された。

〔平成 26 年度〕

平成 26 年度の研究成果は、以下の通りであった。

(1) 文献・資料の収集とデータベース整理：ラーニング・プログレッションズの最新の研究成果を教師教育プログラムに反映するため、文献・資料の収集とデータベースを継続して実施した。

(2) 海外研究の現地調査：ラーニング・プログレッションズの先端的な研究成果の交流が行われている国際会議などに参加し、文献だけでは得られない情報を継続的に調査した。

(3) 教師教育プログラムの開発・評価：昨年のスタンダードに従って、教師教育プログラムを試行的に開発・評価した。研究代表者、研究分担者が対面で行う会議も実施した。

(4) 研究成果公表：科学教育や学習科学関連の国際学会・国内学会で成果を公表した。

〔平成 27 年度〕

平成 27 年度の研究成果は、以下の通りであった。

(1) 文献・資料の収集とデータベース整理：ラーニング・プログレッションズの最新の研究成果を教師教育プログラムに反映するため、文献・資料の収集とデータベースを継続して実施した。

(2) 海外研究の現地調査：ラーニング・プログレッションズの先端的な研究成果の交流が行われている国際会議などに参加し、文献だけでは得られない情報を継続的に調査した。上記 (1) とこの (2) を併せて、一見

すると単なる誤りであるが、子どもの知識が科学知識へと発達するために本質的な役割を果たす「生産的な誤り」の学年段階や内容配列を考慮したカリキュラム・デザインに関する最新の研究成果ならびに文献・資料を入手することができた。

(3) 教師教育プログラムの改良・評価：昨年の研究実績に基づいて、研究代表者、研究分担者が対面で行う会議を実施しながら、教師教育プログラムを改良し、その評価を行った。評価に際しては、理科におけるカリキュラム・デザインに関する教師の学習能力という観点からの新しい評価方法を開発することができた。

(4) 研究成果公表：科学教育関連の国際学会（National Association for Research in Science Teaching 2015, European Science Education Research Association 2015）において審査付発表を行うとともに、国際的な書籍、国際会議プロシーディングスの雑誌論文、国内学会研究会の雑誌論文として本研究の成果を公表した。

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 5 件）

- ① Yamaguchi, E. (2016, April). How Japanese curriculum materials can support development of primary teachers' professional knowledge? In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), E-Book Proceedings of the ESERA 2015 Conference: Science Education Research: Engaging Learners for a Sustainable Future. Part16 (Amanda Berry & Digna Couso), (pp. 2301-2306) Helsinki, Finland: European Science Education Research Association. (査読有)
- ② 直井龍太郎・出口明子 (2015. 12) 「粒子概念に関するラーニング・プログレッションズの基礎的検討」『日本科学教育学会研究会研究報告』第 30 巻, 第 3 号, pp. 109-112. (査読無)
- ③ Suzuki, K., Yamaguchi, E., & Hokayem, H. (2015. 1). Learning progression for Japanese elementary students' reasoning about ecosystems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 167, 79-84. (査読有)
- ④ 鈴木一正・山口悦司 (2014. 12) 「小学生における生態系の理解に関するラーニング・プログレッション: 学校の成績と理解の関係性に着目して」『日本科学教育学会研究会研究報告』第 29 巻, 第 3

- 号, pp.1-4. (査読無)
- ⑤ Yamaguchi, E., & Kanamori, A. (2014, April). Evaluation of Japanese primary science curriculum materials from the viewpoint of supporting teacher learning. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.), E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part16 (co-ed. P. Kariotoglou & T. Russell), (pp.16-21) Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association. (査読有)

[学会発表] (計9件)

- ① Yamaguchi, E. (2015, September). How can Japanese curriculum materials support development of primary teachers' professional knowledge? Poster presented at the 11th biannual conference of the European Science Education Research Association (ESERA2015). Helsinki, Finland. (2015年8月31日～9月4日, ヘルシンキ(フィンランド))
- ② Yamaguchi, E., & Kanbayashi, K. (2015, April). Cultivating preservice elementary teachers' ability to learn how to teach science from curriculum materials. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching 2015 Annual Meeting, Chicago, IL. (2015年4月11～14日, シカゴ(アメリカ))
- ③ 鈴木一正・山口悦司 (2014. 11) 「小学生における生態系の理解に関するラーニング・プログレッション: 性別と理解の関係性に注目して」『平成26年度日本理科教育学会近畿支部大会発表論文集』 p. 57. (2014年11月15日, 兵庫教育大学神戸ハーバーランドキャンパス(兵庫県神戸市))
- ④ 鈴木一正・山口悦司 (2014. 9) 「小学生における生態系の理解に関するラーニング・プログレッション: 構成要素間の関係性に注目して」『日本科学教育学会第38回年会論文集』 pp. 419-420. (2014年9月13日～15日, 埼玉大学(埼玉県さいたま市))
- ⑤ Suzuki, K., Yamaguchi, E., & Hokayem, H. (2014, September). Learning progression for Japanese elementary students' reasoning about ecosystems. Paper presented at the XVI International Organization of Science and Technology Education Symposium (IOSTE Borneo 2014),

Sarawak, Malaysia. (2014年9月21日～27日, クチン(マレーシア))

- ⑥ 鈴木一正・山口悦司 (2013. 11) 「生態学のシステム論的推論に関するラーニング・プログレッションズ: 小学生を対象として」『平成25年度日本理科教育学会近畿支部大会発表論文集』 p. 94. (2013年11月30日, 和歌山大学教育学部附属中学校(和歌山県和歌山市))
- ⑦ 山口悦司・羽星和哉 (2013. 8) 「小学校理科の教師用指導書における教師の学習支援: 第6学年「土地のつくりと変化」の事例」『日本理科教育学会全国大会発表論文集』 第11号, p. 352. (2013年8月11日, 北海道大学(北海道札幌市))
- ⑧ 鈴木一正・山口悦司 (2013. 8) 「知識の活用を支援する代入・対応操作: 中学校第2分野「気象とその変化」を事例として」『日本理科教育学会全国大会発表論文集』 第11号, p. 325. (2013年8月11日, 北海道大学(北海道札幌市))
- ⑨ Oshima, J., Yamaguchi, E., & Saito, M. (2013, August). Reform in science education standard in Japan from the perspective of learning progressions. Poster session presented at the 15th Biennial Conference EARLI Conference, Munich, Germany. (2013年8月30日, ミュンヘン(ドイツ))

[図書] (計1件)

- ① Yamaguchi, E. (2015. 10). Japanese elementary teachers' abilities to learn how to teach science from curriculum materials: Preparation for future learning perspectives. Khine, M. S. (Ed.) Science education in East Asia: Pedagogical innovations and research-informed practices (pp.425-437). Springer. (Myint Swe Khine (Ed.), Kwok-chi Lau, Esther Sui-chu Ho, Terence Yuk-ping Lam, Grace Hui-Chen Huang, Mary Gove, Yenming Zhang, Yongxiao Bai, Ai Noi Lee, Youyan Nie, Yau Yuen Yeung, Youngmin Kim, Hye-Eun Chu, Gilsun Lim, Xinying Yin, Xiaoli Guo, Etsuji Yamaguchi, 他40名, 全637頁)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口悦司 (YAMAGUCHI, Etsuji)
神戸大学・大学院人間発達環境科学研究・准教授
研究者番号: 00324898

(2) 研究分担者

大島 純 (OSHIMA, Jun)
静岡大学・情報学部・教授

研究者番号：70281722

益川 弘如 (MASUKAWA, Hiroyuki)
静岡大学・教育学部・准教授
研究者番号：50367661

坂本 美紀 (SAKAMOTO, Miki)
神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・教授
研究者番号：90293729

山本 智一 (YAMAMOTO, Tomokazu)
兵庫教育大学・大学院学校教育研究科・准教授
研究者番号：70584572

出口 明子 (DEGUCHI, Akiko)
宇都宮大学・教育学部・准教授
研究者番号：70515981

稲垣 成哲 (INAGAKI, Shigenori)
神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・教授
研究者番号：70176587

(3) 連携研究者
(なし)