

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7日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22300269

研究課題名（和文） 理科教員養成のスタンダード・カリキュラムのモデル構築

研究課題名（英文） A standard curriculum for science education in primary school teacher training

研究代表者

長谷川 正（HASEGAWA TADASH）

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：40134770

研究成果の概要（和文）：大学における小学校教員養成の理科のスタンダード・カリキュラムを試みた。理科を教える教員に必要な最低限度の知識と授業実践能力を国内外の大学での教員養成カリキュラムと比較検討して、学習指導要領理科の項目を網羅する観察、観測、実験を含む授業内容を限られた時間内で実施し得る実現可能な具体策を検討した。その結果、現行法の2科目4単位の授業では学習指導要領理科の項目を網羅するのは難しく、さらに1科目2単位の授業時間が必要であることが明らかになった。また、教員養成における教材開発を試みた。

研究成果の概要（英文）：The establishment of standard curriculum for science education is need for improvement of the quality of primary school teacher training. To assess the requirements for the standard curriculum, we considered if teaching contents for the elementary schools including observation and experiments which cover the items specified in the government guidelines for teaching science could be taught within the hours in university classes. We found that, although the items of physics and chemistry could be covered in seven university class hours, teaching the items of biology and the earth sciences in the same class hours was found to be quite difficult. This shows that the items specified in the government guidelines for teaching physics, chemistry, biology and the earth science cannot be taught in two credits (four units) as specified by the current Education Personnel Certification Act, and that an additional credit (two units) must be required. We showed some new teaching materials which are effective for primary school teacher training in universities.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
2011年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2012年度	2,300,000	690,000	2,990,000
年度			
年度			
総計	14,100,000	4,230,000	18,330,000

研究分野：有機化学，化学教育，科学教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：小学校教員養成，理科，スタンダード・カリキュラム，理科の教員養成カリキュラム比較

1. 研究開始当初の背景

日本において、大学の教員養成段階で学校教員となるために求められる理科の指導力

の基準確立を目指した研究は、スタートしたばかりで、多様なアイデアと実践研究の提示が望まれている。教職は専門職として認め

られているので、教員の質を保証する大学の教育プログラムの認証が必要であり、そのための基準を設けるとする動きは当然である。これは、技術者の質の保証のため、技術者を育成する大学の教育プログラムを認定機関（JABEE）に、認証を委ねることをモデルにしているものと考えられる。

科学技術創造立国を目指す我が国が理科教育に力を注ぐ中で、初等中等教育段階で生じている児童・生徒の「理科嫌い」、「理科離れ」や小中学校教員の理科の指導への苦手意識に対しては、①教員養成における理科教育の重視、②現職の教員への支援、③活用できる教材の開発などで、理科教育の底上げを図り、結果として、それらの問題が解決する方向に進めることができると考えられる。これまで、申請者等は、現職の教員を支援するため、実験・観察の授業支援システムを構築し実践した。これは、実験・観察の授業指導に不安を持つ教員の知識量や経験量に応じて、大学（研究者）、博物館・科学館（学芸員）、学校（教員）、大学生・大学院生と退職教員などを含むボランティアが、多様性に富む実験・観察教材の情報提供と授業における実験・観察を実際に支援し得るシステムで、学校での実験・観察を通して理科好きな児童・生徒を育成することを目的とした。ここでは、先端の科学研究の成果を含む、児童・生徒が自然現象の不思議さに感動し、体感する30件程の室内と野外用の動的実験・観察教材を開発した。このシステムでは、院生や学生が科学コミュニケーターとしての役割を果たすように、教材開発や学校での授業にTAとして参加させた。この活動を通して、教員を目指す院生や学生の大学における理科教員養成のスタンダード・カリキュラムの必要性を強く感じた。

2. 研究の目的

科学技術創造立国を目指す我が国にとり、児童・生徒の「理科嫌い」、「理科離れ」や小中学校教員の理科の指導に対する苦手意識や大学時の専攻と異なる学習分野に対する中学校教員の苦手意識は、憂慮すべき問題である。そのため、理科の指導を苦手とする教員の理科教育力を向上させる体制を確立することが急務となっている。本研究では、基礎的な理科教育力を有し、先端科学技術、自然環境など、現代社会が抱える問題を理解し、児童・生徒に伝える能力を持った教員を育成・養成する上で必要とされる大学での理科担当教員養成のためのスタンダード・カリキュラムを追究し、理科教員養成カリキュラムのモデルを構築することを目的とした。モデルの構築にあたっては、高校の理科が選択制となっていることを踏まえて、高大接続教育も反映させることを目指した。

3. 研究の方法

本研究では、理科教員養成のスタンダード・カリキュラムを構築するため、企業、学校、大学・研究所、官庁などの機関を通して社会から要望される理科教員としてのミニマム・リクワイアメント（minimum requirement）を抽出した。そして、大学での教員養成段階で学校教員となるために要求される理科の指導力や基準を明確にすることを目指した。その上で、スタンダード・カリキュラムとなる大学での授業を抽出し、授業内容と実験・観察教材を開発した。特に、学習指導要領の項目指導や自然科学の基礎・基本の知識・能力、実験・観察技法を身につけ、先端科学技術の内容を理解し、授業力を向上させることを目指した。そして、モデル化されたスタンダード・カリキュラムを実践し、実用化を図り、社会的に認知されるスタンダード・カリキュラムを構築し、認証に向けて、考察した。

4. 研究成果

基礎的な理科教育力を有し、先端科学技術、自然環境など、現代社会が抱える問題を理解し、児童・生徒に伝える能力を持った教員を育成・養成する上で必要とされる大学での理科担当教員養成のためのスタンダード・カリキュラムを追究し、理科教員養成カリキュラムのモデルを構築するため、（1）教育界、企業・経済界から要望される教師像及び教員養成の展望について、シンポジウムを開催して、考察した。（2）小学校で理科を教える教員に必要な minimum requirement に関するシンポジウムを開催し、内容を抽出した。（3）中学校で理科を教える教員に必要な minimum requirement に関するシンポジウムを開催し、内容を抽出した。（4）米国と欧米の理科の教員養成スタンダード・カリキュラムを調査・分析し、学芸大学のそれと比較した。

現行の小学校の理科の教科書は、観察・観測・実験を中心に構成されている。学習指導要領理科の項目を網羅して観察・観測・実験の内容を取り入れる大学での授業をモデル化すると、現行の教育職員免許法の範囲の中では時数が不足することが分かった。特に、生物と地学の内容は、個々の観察、観測、実験に時間を要すること、内容が多岐に及び専門の教員を揃えることを要するので、網羅することは難しいことが明らかになった。これを解決するためには、授業時数を増やす必要がある。

小中学校の学習指導要領に定められている項目から先端科学に触れる内容を指導するための以下の実験・観察教材を開発した。
①化学分野の「想像から創造へ」（SEIC）プ

ログラムの方法論に基づく教材, ②人間活動と河川水質および珪藻群集の関係を理解するためのシミュレーション教材, ③海洋観測データを個人のパソコン上で解析するツールを開発し, 地球温暖化による気候変動についての教材, ④植物の蒸散や養分吸収, 重力応答における植物ホルモンの働き, 受精のメカニズムを理解するための教材, ⑤食物網とエネルギー流解析による恐竜時代から現在にいたる複数の時代の陸上生態系を復元する教材, ⑥身の回りで活用されているエネルギー・環境問題に関わる化学物質として紫外線吸収剤に着目した教材, ⑦接触グロー放電によるアミノ酸の生成と検出に関する実験教材, ⑧「ものの溶け方」を題材にした創造的思考を養うための実験学習プログラムの開発, ⑨地球温暖化と関連する放射過程を実地での測定を通して理解するための教材, ⑩陸上生態系を食物網とエネルギー流により理解するための教材とコンピュータアプリの作成, ⑪地球規模の水環境を理解するための教材モジュールと教授法の開発などである。

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 21 件)

- ① Haruo Ogawa and Hiroki Fujii, 2013, A Trial of Placement and Embodiment of Images for Chemical Concepts in the Lesson Model of a “Surface Active Agent” Through SEIC, Mei-Hung Chiu, Hsin-Kai Wu, Chin-Cheng Chou, Hsiao-Lin Tuan, and Jing-Wen Lin (eds) “Chemistry Education and Sustainability in the Global Age”, Springer, 2013, 59-69. (査読有り)
- ② 大澤克美・川崎誠司・坂井俊樹・中西史・松川誠一・三石初雄・吉原伸敏・渡部竜也, 2012, 東京都小学校教員の授業に対する意識 —社会科と理科を中心に—. 日本教育大学協会 研究年報, 31, 213-228. (査読無し)
- ③ 小川治雄, 2012, 既習高等学校化学内容の記憶と意識調査. 東京学芸大学紀要 自然科学系, 64, 37-44. (査読無し)
- ④ Akira Ikuo, Nozomi Nishitani, Yusuke Yoshinaga, and Haruo Ogawa, 2012, Development of teaching material in tablet PC based on computer graphics by quantum chemistry calculation - Walden’s inversion. Proc. The 20th Intern. Conf. on Computers in Education (ICCE), 418-422. (査読有り)
- ⑤ Haruo Ogawa, Saburo Inoue, and Akira Ikuo, 2012, Visualization of Chemical Reactions for Teaching Material Based on Quantum Calculation – Thermochemical Handling about NaCl –. Proc. The 20th Intern. Conf. on Computers in Education (ICCE), Proc. The 20th Intern. Conf. on Computers in Education (ICCE), 72-74. (査読有り)
- ⑥ 小川治雄・藤井浩樹, 2011. 「見えないけれどあるもの」をテーマとした描画の内容分析. 東京学芸大学紀要 自然科学系, 63, 27-32. (査読無し)
- ⑦ FUJII Hiroki, ARITA Kazuki, HIRAMATSU Atsushi, UTSUMI Ryoichi, OHGATA Yusuke, KIM Sung Hoon, and OGAWA Haruo, 2011. Japan-Korea Cooperative Lesson on the Topic of Iron in Chemical Education: Focus on Promotion of Students’ Creativity. Article in the book of The 4th NICE (Network for Inter-Asian Chemistry Educators) Symposium, 46-49. (査読有り)
- ⑧ Akira Ikuo, Hiroshi Nagashima, Yusuke Yoshinaga, and Haruo Ogawa, 2011, Development of teaching material in tablet computer based on computer graphics by quantum chemistry calculation - Reaction of $I + H_2 \rightarrow HI + H$. Proc. The Work-in-Progress Poster of Intern. Conf. on Computers in Education: ICCE 2011, Riichiro Mizoguchi et al. Eds., ISBN 978-616-12-0187-6, 31-33. (査読有り)
- ⑨ Haruo Ogawa, 2011, Imagination and Visualization Connected with Creative Thinking. Article in the book of The 4th NICE (Network for Inter-Asian Chemistry Educators) Symposium, 4-15. (査読有り)
- ⑩ FUJII Hiroki and OGAWA Haruo, 2010, Chemical Education for Creativity. Proc. Intern. Conf. EASE (East-Asian Association for Science Education), 62-68. (査読有り)
- ⑪ Watanabe, T., Kodama, Y. and Mayama, S., 2010, Application of a novel cleaning method using low-temperature plasma on tidal flat diatoms with heterovalvy or delicate frustule structure. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 160, 83-87. (査読有り)
- ⑫ Lobo E. A., Wetzel, C. E., Ector, L., Katoh, K., Blanco, S. and Mayama, S., 2010, Response of epilithic diatom community to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. Limnetica, 29, 323-340. (査読有り)
- ⑬ Hoffer, J., Mayama, S., Lingle, K., Conroy, K., and Julius, M., 2010, SimRiver, environmental modeling software for the secondary science classroom. Science Scope, 35, 29-33. (査読有り)
- ⑭ Lee, J.H., Cheong, C., Kwon, N.J., Kim, Y.J., Park, H.G., Mayama, S., Katoh K. and Omori,

- H., 2010, Trial of educational computer simulation software 'SimRiver' for assessment of river water quality for environmental education in schools. Environmental Education (Journal of Korean Society of Environmental Education), 24, 40-48. (査読有り)
- ⑮ 小川治雄・中島友和・吉原伸敏・大橋ゆか子, 2010, 日本酒の成分分析. 東京学芸大学紀要 自然科学系, 62, 23-31. (査読無し)
- ⑯ 小川治雄・小金澤智子・生尾光・吉永裕介・藤井浩樹, 2010, 洗剤(界面活性剤)を題材とした教材を通してのSEICプログラムの評価. 東京学芸大学紀要 自然科学系, 62, 15-21. (査読無し)
- ⑰ FUJII Hiroki, OGAWA Haruo, UTSUMI Ryoichi, and HIRAMATSU Atsushi, 2010, DEVELOPMENT OF LESSON MODEL ON THE TOPIC OF CHITIN AND CHITOSAN IN CHEMICAL EDUCATION: FOCUS ON PROMOTION OF STUDENT'S ABILITIES IN PROPER JUDGMENT, Innovation in Science and Technology Education: Research, Policy, Practice, Ed Jack Holbrook et al, University Tartu, 257-258. (査読有り)
- ⑱ OGAWA Haruo, FUJII Hiroki, and Ohashi Yukako, 2010, A TRIAL OF THE LESSON MODEL IN CHEMISTRY THROUGH SEIC (SPECIAL EMPHASIS ON IMAGINATION LEADING TO CREATION), Innovation in Science and Technology Education: Research, Policy, Practice, Ed Jack Holbrook et al, University Tartu, 253-256. (査読有り)
- ⑲ OGAWA Haruo, IKUO Akira, and YOSHINAGA Yusuke, 2010, DEVELOPMENT OF TEACHING MATERIALS BY CG VISUALIZATION OF CHEMICAL REACTIONS FOR REALIZING THE REACTION MECHANISMS. Innovation in Science and Technology Education: Research, Policy, Practice, Ed Jack Holbrook et al, University Tartu, 251-253. (査読有り)
- ⑳ 松川正樹・江澤圭子・西田尚央, 2010, 礫の摩耗実験による河床礫の分布様式の検討: 秋川—多摩川水系を例として. 地学教育, 63, 125-133. (査読有り)
- ㉑ 松川正樹・江澤圭子・小野郁子・西田尚央, 2010, 秋川—多摩川水系における河床礫の特徴の経年変化とその教材化としての意義. 地学教育, 63, 57-73. (査読有り)
- [学会発表] (計 26 件)
- ① Mayama, S., Katoh, K., Omori, H., Seino, S., Osaki, H., Julius, M., Lee, J.H., Cheong, C., Lobo, E.A., Witkowski, A., Srivibool, R., Muangphra, P., Jahn, R., Kulikovskiy, M., Hamilton, P.B., Gao, Y.-H., Ector, L., Soeprbowati, T.R., Balasubramanian, K., Balasubramanian, A., Guruprasad, S., Barlaan, E.A. and Solak, C.N., 2012, Implementations of the lesson using "DiatomProject" web-based educational aids in seven language areas of Asian countries. The 24rd Biennial Conference of the Asian Association for Biology, 2012年12月7日, フィリピン大学ディリマン
- ② 中西 史, 井上録郎, 杉浦忠機, 有馬佳代子, 地域の自然を活用するためのWeb教材の開発. 日本理科教育学会第92回全国大会, 2012年8月12日, 鹿児島大学(鹿児島市)
- ③ 真山茂樹・加藤和弘・大森宏・清野聡子, 珪藻を用いたWeb教材が河川環境理解に果たす役割—SimRiverを中核とした教材群開発・実践の10年間. 日本藻類学会第60回大会, 2012年7月15日, 札幌、北海道大学
- ④ 真山茂樹・加藤和弘・大崎博之, 珪藻が人々の環境意識に与えるインパクト: 国際ウェブ教材システム「ケイソウプロジェクト」を使用した教育実践とその分析. 日本珪藻学会第33回大会, 2012年5月13日, 筑波、産業技術総合研究所
- ⑤ 長谷川 正, 化学教育の後継者育成と新規教材開発による化学の振興と普及への貢献. 日本化学会第92回春季年会(受賞講演), 2012年3月27日, 慶應義塾大学(横浜市)
- ⑥ 松川正樹・吉原伸敏・田艶・西浦慎吾・佐藤尚毅・鎌田正裕, 大学における理科教員研修: 地学分野の例. 日本地学教育学会第65回全国大会, 2011年10月9日~10日, 広島大学(東広島市)
- ⑦ 吉原伸敏・田艶・鎌田正裕・松川正樹, 大学における理科教員研究の実施例. 日本理科教育学会第61回全国大会, 2011年8月20日, 島根大学(松江市)
- ⑧ Haruo Ogawa, Imagination and Visualization Connected with Creative Thinking. The 4th NICE (Network for Inter-Asian Chemistry Educators) Symposium, 2011年7月27日, Seoul University (Korea)
- ⑨ 真山茂樹・村上 潤・大森 宏・加藤和弘・清野聡子, ケイソウプロジェクト: 河川環境の学習を通じて国際理解を育むための教育的挑戦. 日本生物教育学会第90回全国大会, 2011年1月9日, 埼玉大学(さいたま市)
- ⑩ 本地由佳・中西 史, 小学生が植物のデンプン分解作用を理解するための実験の検討. 日本生物教育学会第90回全国大

会, 2011年1月9日, 埼玉大学(さいたま市)

- ⑪ 八子美美子・中西 史, トレニアの in vitro 受精系の実験教材としての可能性の研究. 日本生物教育学会第90回全国大会, 2011年1月9日, 埼玉大学(さいたま市)
- ⑫ Mayama, S., International web-based educational system for understanding of the river environment. 第5回東アジア教員養成コンソーシアムシンポジウム, 2010年9月25日, 北京師範大学(中国)
- ⑬ Mayama, S., Lee, J.H. and Cheong, C., Application of 'SimRiver' a computer program for water quality simulation using diatoms in environmental education. (招待講演), 2010年韓国環境教育指導者コース職務研修会, 2010年8月12日, 大邱大学(韓国)
- ⑭ 葛貫裕介・中西 史, 蒸散による水の吸い上げに注目した小学校理科授業の実践. 日本理科教育学会第60回全国大会, 2010年8月7日, 山梨大学(甲府市)
- ⑮ 葛貫裕介・中西 史, 教員養成系学部学生と児童の蒸散や土壌養分に対する意識. 日本理科教育学会第60回全国大会, 2010年8月7日, 山梨大学(甲府市)
- ⑯ 辻 俊・中西 史, アゲハの幼虫及び蛹の教材としての可能性. 日本理科教育学会第60回全国大会, 2010年8月7日, 山梨大学(甲府市)
- ⑰ 真山茂樹, 珪藻を用いた国際ウェブ教材システムの開発. 日本珪藻学会第31回大会, 2010年5月8日, 東京学芸大学(東京都)

[図書] (計3件)

- ① 広木正紀・内山裕之・中西 史, 他, 2012, 東京書籍, 小・中・高一貫カリキュラムへの改革を先取りした理科の授業づくり生活に有用な探究的学びや, 社会とのつながりを見据えた工夫事例集, 431 pp.
- ② 長谷川 正・松川正樹 (編者), 2011, 小学校教員のための理科教育—科学的な見方・考え方を養う. 東京学芸大学出版会, 189 pp.
- ③ 長谷川 正・吉永 裕介・國仙 久雄, 2011, 理科教育力を高める 基礎化学. 裳華房, 165 pp.

6. 研究組織

(1)研究代表者

長谷川 正(HASEGAWA TADASHI)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 40134770

(3)連携研究者

松川 正樹(MTSUKAWA MASAKI)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 40134770

鎌田 正裕(KAMATA MASAHIRO)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 20204604

新田 英雄(NITTA HIDEO)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 50198529

小川 治雄(OGAWA HARUO)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 10134769

前田 優(MAEDA YUTAKA)
東京学芸大学・教育学部・准教授
研究者番号: 10345324

真山 茂樹(MAYAMA SHIGEKI)
東京学芸大学・教育学部・准教授
研究者番号: 40199914

原田 和雄(HARADA KAZUO)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 00301169

中西 史(NAKANISHI FUMI)
東京学芸大学・教育学部・講師
研究者番号: 30293004

西浦 慎吾(NISHIURA SHINGO)
東京学芸大学・教育学部・助教
研究者番号: 50372454

佐藤 尚毅(SATO NAOKI)
東京学芸大学・教育学部・講師
研究者番号: 90392935