

令和元年5月29日現在

機関番号：10102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K04471

研究課題名(和文) 領域横断的な思考を促す小・中学校理科カリキュラムの開発

研究課題名(英文) Development of Primary and Lower Secondary School Science Curricula to Encourage Multidisciplinary Thinking

研究代表者

森 健一郎 (Mori, Kenichiro)

北海道教育大学・大学院教育学研究科・准教授

研究者番号：70710755

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、小・中学校理科における理科授業において「領域横断的な思考」を促すための授業モデルを開発することを目的とした。そのために、理論面と実践面の2つの方向から研究をおこなった。理論面の研究では、2011年度実施の学習指導要領(小学校、中学校は翌年)で示されている内容を、米国のSTEM教育の視点を参考に、系統性を保ちつつ再構成することを試み、いくつかの内容について実践例を提示することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、現行の学習指導要領で示されている内容を、米国のSTEM教育のフレームで示されている「7つの共通する重要な概念」を参考に、系統性を保ちつつ再構成することを試み、いくつかの内容について実践例を提示することができた。特に、7つの概念のうち「スケール、比、量」と「安定性と変化(平衡)」の概念については、小学校・中学校の学習内容との親和性が高く、いくつかの事例を論文として発表することができた。

研究成果の概要(英文)：This study developed lesson models to encourage “multidisciplinary thinking” in primary and lower secondary school science classes. The theoretical and practical aspects of the studies were conducted. In researching the theoretical aspects, an attempt was made to refigure the content of the government’s curriculum guidelines (implemented in 2011 in primary schools and in 2012 in lower secondary schools). The United States STEM education model was used, but the systematic properties of the classes were maintained. This enabled the presentation of practical examples for several parts of the content.

研究分野：理科教育学

キーワード：横断的な思考 STEM教育 理科カリキュラム

1 . 研究開始当初の背景

2008年改訂の学習指導要領における理科の目標の一つは「科学的な見方や考え方を養う」(文部科学省, 2008) ことである。この目標の達成のため、『学習指導要領解説理科編』(文部科学省, 2008) では、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」の4つの概念で学習内容を構造化することが示されている。

学習指導要領では「科学的な知識や概念」を用いることを言語力の育成と関連づけて示している。例えば、『言語活動事例集』(文部科学省, 2011) では、理科における言語活動の展開例として「粒子」概念を扱った授業例などが紹介されている。

本研究では、言語力の育成を視野に入れつつ、4つの概念(エネルギー、粒子、生命、地球)を用いた構造化をさらに充実させるため、清原(2014)などが提唱しているように、米国のSTEM教育のフレームワーク、特に「7 Crosscutting Concepts」(7つの横断的な概念)を用いることとした。STEM教育とは、Science(科学)、Technology(技術)、Engineering(工学)、Mathematics(数学)のそれぞれの単語の頭文字をとったものであり、現在、アメリカを中心に推進されている教育の潮流の一つである。STEM教育は「科学と数学を土台として科学技術に携わる人材を育成する」というアメリカの戦略ともいえるものであり、学齢期にある子供達が、将来そうした舞台で活躍することを目的のひとつとしている。STEM教育を構成する概念に「7つの共有する大切な概念」がある。この中には、「原因とその影響」、「スケール・比・量」、「安定性と変化」など、それ自体が思考の方法となっているものがある。特に、「スケール・比・量」については、算数の段階(小学校第6学年)の全国学力・学習状況調査においても、その理解に課題があることが示されている。これらの概念を教師が意識的に用いることで、学習者の思考を支援することができると考えた。これらの概念は、単元横断的なものでもある。生徒が意識的に繰り返し用いることで、「単元横断的な思考」につながるものとする。

2 . 研究の目的

本研究の目的は、初等中等教育における理科学習の目標の一つである「科学的な見方や考え方を養う」(文部科学省, 2008) ことを達成するための理科カリキュラムを開発し、学校現場における実践に資することである。学習指導要領においては、「科学的な見方や考え方を養う」ために必要なこととして「科学的な知識や概念」を用いることが示されている。本研究では、米国のSTEM教育のフレームワークに示されている「Seven Crosscutting Concepts」を参考に、学習指導要領に示されている「科学的な知識や概念」に新たな視点を付加し、小学校および中学校理科の学習内容を構造化する。これに基づいて「領域横断的な思考」を促す授業を開発し、開発した授業は実践を通じた改善を経て、学校現場の通常の実践に耐えうるものとする。

3 . 研究の方法

言語活動による「過程」の充実と、学習内容の構造化の充実のために、STEM教育のフレームワークの「比率、割合、分量」、「安定性と変化(平衡)」、「仕組みとそのモデル」、「構造と機能」などに着目した授業モデルを開発し、公立中学校で実践をおこない、質的・量的の両面から評価した。

これらの概念については、それ自体が思考の方法となりうることが指摘されている(清原, 2017)。本研究は、これらの概念が横断的かつ継続的に学習方略として扱われる理科単元の実例を提示し、実践、検証した。検証は、質的な分析と量的な分析を併用する。質的な分析については、イメージマップテストなどを用い、単元学習中で設定したキーワードに対して、どのような語句を連想しているかを分析する。量的な検討では「確認テスト」「自己評価」の数値を用いた。

イメージマップテストとは、同心円の中心に学習の重点となるキーワード(鍵概念と呼ぶ)を記載したシート(イメージマップ)を用いた評価手法である。鍵概念から連想した語句をまず内側の円に書き、その語句からさらに連想した語句を外側の円に書く。その際、どの語句からどの語句を連想したかがわかるように直線を枝のように書いていく。連想語は複数あってもよい。このようにして書き出された連想語の数やつながりから、授業評価をおこなった。

「確認テスト」については、教科書に記載されている基本的な問題や語句の意味などを出題した。「自己評価」については、4件法(1:あてはまらない、2:どちらかと言えばあてはまらない、3:どちらかといえばあてはまる、4:とてもよくあてはまる)の選択肢によるものとした。

4. 研究成果

本研究では、小・中学校理科における理科授業において、「領域横断的な思考」を促すための授業モデルを開発することを目的としている。そのために、理論面と実践面の2つの方向から研究をおこなった。

理論面の研究では、2008年改訂の学習指導要領で示されている内容を、米国のSTEM教育のフレームで示されている「7つの共通する重要な概念」を参考に、系統性を保ちつつ再構成することを試み、いくつかの内容について実践例を提示することができた。特に、7つの概念のうち「比率、割合、分量」、「安定性と変化（平衡）」、「仕組みとそのモデル」、「構造と機能」などの概念については、小学校・中学校の学習内容との親和性が高く、いくつかの事例を4編の論文として発表することができた。

教科書を対象とする文献調査では、STEM教育の動向が日本のカリキュラムに与える示唆についての考察をおこなった。その結果、平成32年度より順次実施される学習指導要領で謳われている「深い学び」を具体化するための視点を獲得することができた。

本研究課題に関する学会発表については、国内学会での発表が7件、国際会議での発表を4件おこなうことができた。

実践面の研究においては、アクションリサーチ（PDCAサイクル）の考え方を基本に、質的な方法と量的な方法を併用して、子供の「科学的な知識や概念」の変容過程をイメージマップテストやテキストマイニングなどの手法を用いて分析をおこなった。前半2年間の研究成果をもとに、後半の2年間でこれらの分析手法をさらに発展させることができた。この手法（テキストマイニングのコーディング）については国内学会でも発表をおこなっている。

これらの理論研究と実践研究の成果は、釧路中学校理科教育研究会の研究理論として活用され、第64回全中理北海道大会・第56回道中理札幌大会で研究協力者によって発表されており、学校現場の実践にも貢献することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計11件)

芳賀 均・森 健一郎, 音楽科における評価の観点に関する一考察 - 教科横断的な学習としてのSTEAM教育実践への布石 -, 北海道教育大学大学院高度教職実践専攻研究紀要, 査読無し, 9, 2019, 175-187.

森 健一郎・高橋 弾・栢野 彰秀, STEM教育の「構造と機能」の概念に着目した指導事例 - 中学校理科「生命」に関わる単元の実践から -, 日本理科教育学会北海道支部大会発表論文集, 査読なし, 28, 2018, 1-8.

釜沼 陽子・森 健一郎, 地域の特性を生かしたエネルギー環境教育の実践 - 「石炭」に関わる体験活動を通して自ら考える力を育てる -, エネルギー環境教育研究, 査読あり, 11(2), 2017, 15-22.

森 健一郎・高橋 弾・栢野 彰秀, 小学校と中学校の連携を意識した指導事例とその評価 - STEM教育の比 (proportion) の概念に着目して -, 北海道教育大学紀要 (教育科学編), 査読なし, 67(2), 2017, 333-343.

栢野 彰秀・山代 佳菜美・森 健一郎, 「指導」と「評価」を一体化させた小学校理科授業の実践 - 第3学年「電気の通り道」単元を例として -, 島根大学教育臨床総合研究, 査読なし, 15, 2016, 141-151.

森 健一郎・栢野 彰秀・高橋 弾, 中学校理科における「指導と評価の一体化」のためのイメージマップの活用 - 第2学年「動物の生活と生物の変遷」を事例として -, 北海道教育大学大学院高度教職実践専攻研究紀要, 査読なし, 6, 2016, 109-118.

森 健一郎・栢野 彰秀・高橋 弾, 中学校理科におけるイメージマップを活用した「指導と評価の一体化」の試み - 第2学年「気象とその変化」を事例として -, 中学校理科におけるイメージマップを活用した「指導と評価の一体化」の試み - 第2学年「気象とその変化」を事例として -, 査読なし, 66(2), 2016, 263-274.

森 健一郎・高橋 弾, 自己効力の測定結果を踏まえた授業改善 - 中学校理科の指導に注目して -, 釧路論集 (北海道教育大学釧路校研究紀要), 査読無し, 47, 2015, 89-96.

栢野 彰秀・森 健一郎, イメージマップを活用した教員免許状更新講習の試み - 小学校理科第4学年「水を熱するとどうなるか」を事例として - , 島根大学教育学部紀要, 査読なし, 49, 2015, 69-79 .

Kenichiro MORI , Understanding Japanese Junior High School Students' Perceptions of Scientific Concepts Through Image Mapping Test , *The 5th Pacific Rim Conference on Education Proceedings University of Taipei* , 査読あり , 2015 , 110-117 .

Kenichiro Mori ・ Satoshi Fujikawa , Improving Japanese Junior High School Science Education Instruction from a STEM Perspective , *The Six Pacific Rim Conference on Education, Pre-Servise and In-Servise Teacher Development Inovatio Faculty of Education, Brapha University* , 査読なし , 2015 , 173-180 .

[学会発表](計11件)

森 健一郎・高橋 弾・栢野 彰秀, STEM教育の「安定性と変化」の概念を活用した指導事例 - 中学校理科「化学変化」に関わる単元の実践から - , 日本教科教育学会第44回全国大会, 2018 .

森 健一郎・高橋 弾・栢野 彰秀, 植物単元と動物単元を横断する教材の開発とその評価 - ミドリムシを活用した課題設定学習 - , 日本理科教育学会第68回全国大会, 2018 .

森 健一郎・芳賀 均, プログラミングの導入段階における電子機器を用いた音楽づくり - STEAM教育のArtの観点から - , 日本科学教育学会第42回年会, 2018 .

Kenichiro Mori ・ Dan Takahashi ・ Satoshi Fujikawa ・ Akihide Kayano , Practice and Evaluation of STEM Education in Science Study in Japan , 4th International Conference on Applied Electrical and Mechanical Engineering 2017 , Nongkhai , Thailand .

Satoshi Fujikawa ・ Tadahiro Koizumi ・ Kenichiro Mori , Development of Active Learning Using Circuit Experiment Board for Enhancing Students' Interest in Energy Conversion Technology , International Conference on Science, Technology & Education 2016 , Pattaya , Chonburi , Thailand .

森 健一郎・栢野 彰秀・高橋 弾, STEM教育の「比率,割合,分量」の概念に着目した指導事例 - 中学校第2学年「天気とその変化」を事例として - , 日本理科教育学会第66回全国大会, 2016 .

森 健一郎, 「エネルギー」の用語から捉えるエネルギー概念と学習者の認識 - 学校現場における課題と実態調査から - , 日本理科教育学会第66回全国大会, 2016 .

Kenichiro Mori ・ Akihide Kayano ・ Dan Takahashi ・ Satoshi Fujikawa , Proposal of the Concept of implementing STEM Education in Japanese middle schools , 2016 International Conference of East-Asian Association for Science Education , 2016 , Tokyo , Japan .

Kenichiro Mori ・ Satoshi Fujikawa , Improving Japanese Junior High School Science Education Instruction from a STEM Perspective , *The 6th Pacific Rim Conference on Education* , 2015 , Pattaya , Thailand .

森 健一郎・栢野 彰秀・高橋 弾, STEM教育の視点を活用した「エネルギー」概念の形成 - 「光合成」と「呼吸」を関連づけた中学校理科カリキュラムの設計 - , 日本エネルギー環境教育学会第10回全国大会, 2015 .

森 健一郎・栢野 彰秀・高橋 弾, 「指導と評価の一体化」のためのイメージマップの活用 - 第2学年「動物の生活と生物の変遷」を事例として - , 日本理科教育学会第65回全国大会, 2015 .

[図書](計0件)

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：栢野 彰秀
ローマ字氏名：Kayano akihide
所属研究機関名：島根大学
部局名：教育学部
職名：教授
研究者番号（8桁）：50466471

(2)研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

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。