

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：12201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16303

研究課題名(和文)よりよい理科の学習者を育むための生活科と理科を接続する科学教育カリキュラムの開発

研究課題名(英文) Development of a curriculum for science education that connects Living Environment Studies and Science to nurture better science learners

研究代表者

出口 明子 (Deguchi, Akiko)

宇都宮大学・教育学部・准教授

研究者番号：70515981

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：研究課題の目的は、学習者が「科学的な見方・考え方」を身につけられるような、長期的な視座に立った科学教育カリキュラムの開発及びその評価を行うことであった。研究の成果として、理科の長期的なカリキュラムを複数開発することができた。具体的には、4つの単元から構成される「エネルギー」に関するカリキュラム、3学年にわたる6つの授業からなる「粒子」に関するカリキュラムである。またそれらを実際の学校現場に導入した実践的評価も行った。その結果、いずれの授業、またそれを含むカリキュラムも、児童らが科学的な見方・考え方を身につけ、科学概念を理解することの支援に有効であったことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、児童の科学概念の理解を支援する長期的なカリキュラムの開発と評価を行うことができた。これらの研究成果は、国内及び海外における科学概念の獲得の支援を長期的な視座に立って行う研究分野において、理論的及び実践的な研究知見の蓄積に貢献できるものと言える。また特に国内においては、本研究課題の期間中に平成29年版学習指導要領が公示され、すでに実施されている。その中では、「理科の見方・考え方」といった形で、平成20年版学習指導要領で目指されていた科学的な見方・考え方という基本的な理念は継承されている。本研究で得られた成果は、今後の我が国の理科教育への貢献にもつながるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the research was to develop and evaluate a science education curriculum from a long-term perspective so that learners can acquire "scientific viewpoints and ways of thinking". As a result of my research, I was able to develop multiple long-term science curriculums. Specifically, it is a curriculum about "energy" that consists of four units, and a curriculum about "particles" that consists of six lessons in three grades. In addition, a practical evaluation was conducted by introducing them to actual school sites. As a result, it was shown that each class and the curriculum including it were effective for helping children to acquire a scientific view and way of thinking and to understand the scientific concept.

研究分野：科学教育

キーワード：理科 生活科 長期的カリキュラム 開発 評価

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

平成20年版学習指導要領において、小学校第3学年から始まる教科「理科」においては、学習者が「科学的な見方・考え方」を身につけることが主要な目標のひとつとされている。つまり、「理科」をよりよく学ぶためには、第3学年の開始時点において「科学的な見方・考え方の素地」を備えていることが望ましいと考えられる。実際に、その前段階となる第1学年から第2学年を対象とした教科「生活科」では、中学年以降の理科の学習を視野に入れて理科学習での基礎となるような体験をすることや、科学的な見方・考え方の基礎を養うための指導の充実を図ることの必要性が指摘されている（文部科学省，2008）。このことから、学習指導要領レベルでは、生活科では「科学的な見方や考え方」の育成という理科の目標を鑑みた内容の充実が求められていることがわかる。これを受けて国内の実践的な取り組みを見ると、生活科から理科への接続を意識した実感を伴った体験を取り入れた実践研究などがいくつか見られる（野田，2011）。また理科教育における先行研究では、例えば菊地ら（2014）は粒子概念を系統的に教授する授業を実践的に提案している。

よりよい理科の学習者を育むためには、子どもたちの科学概念の獲得を支援を実現する長期的な視座に立ったカリキュラムを開発し、それを実践的に評価する研究を蓄積していく必要があると考えられる。本研究課題は、そうした研究の発展に寄与することを目指すものである。

2. 研究の目的

前述のことを背景に、本研究課題の目的は、学習者が「科学的な見方・考え方」を身につけられるような、長期的な視座に立った科学教育カリキュラムの開発及びその評価を行うことであった。第1-2学年の「生活科」から、小学校第3学年以降の「理科」への円滑な接続を支援する長期的な科学教育カリキュラムの開発である。開発にあたっては、科学的な概念や思考の発達過程を理論的・体系的に検討するラーニング・プログレッションズの観点を取り入れた。ラーニング・プログレッションズとは、アメリカのカリキュラム改革に端を発したものであり、適切な教授が行われた場合に実現する、個々の学習テーマについての比較的長期にわたる概念変化や思考発達をモデル化したものである（山口・出口，2011）。「理科」で扱われる様々な学習内容を長期的な概念変化や思考発達という観点から配列し、単元同士のつながりを意識したカリキュラムの開発をすること、また、開発したカリキュラムについて、実際の教育現場に導入し、多角的な評価を行い、その有効性を検証することを目的としていた。

3. 研究の方法

前述の目的を達成するために、生活科からの円滑な接続を支援するための、理科のカリキュラムの開発と評価を行った。具体的には、「理科」を構成する4つの領域のうちの特に「エネルギー」「粒子」に関わる内容領域について、生活科からの接続を意識しつつ、第3学年からの長期的な視座に立った連続的な複数の単元の開発、さらにエネルギー領域の中でも特に「電気」の概念に関する長期的なカリキュラムの開発とその評価を行った。「エネルギー」領域に関しては、第3学年「理科」に設定されている「風やゴムのはたらき」「光の性質」「電気であかりをつけよう」「ものづくり」の計4つの単元の開発とその実践的評価を行った。「粒子」領域に関しては、第3学年から第5学年に設定されている「ものと重さ」「とじこめた空気や水」「ものの温度と体積」「ものにあたたまり方」「水のすがた」「ものの溶け方」の計6つの単元開発とその実践的評価を行った。実践的評価は、いずれも栃木県内の公立小学校の児童であった。実施時期は、「エネルギー」領域については平成28年6月～平成29年2月、「粒子」領域は平成29年2月～平成30年11月であった。

4. 研究成果

本報告書では、前述した「エネルギー」領域についての長期的カリキュラムの開発とその実践的評価の成果について報告する。

小学校低学年の生活科で扱われる内容の中に、「身近な自然を利用したり、身近にある物を使ったりするなどして遊びや遊びに使う物を工夫してつくる」というものがある（文部科学省，2008）。この内容の中には、水、氷、風といった子どもを取り巻く身近な自然、また、輪ゴムや磁石といった身近な物を使ってものづくりをしたり、遊びをつくり出したりすることが含まれている。またこの活動の中では、比べる、繰り返す、試すといった体験が重視されている。小学校低学年期における、これらの事象・現象・物を対象にした活動は、小学校第3学年以降の理科の「エネルギー」の領域における科学的な見方・考え方の基盤となるものである。理科のカリキュラム開発にあたっては、それまでの子どもたちの気付きや体験を十分に意識し、その特徴を生かしたものにすることが必要である。このことを基に行った理科の長期的なカリキュラム開発・評価の成果の一部について、以下に解説する。またそれとともに、本研究課題を通して得られた成果の国内外における位置づけ、今後の課題について述べる。

(1)「エネルギー」領域についての長期的カリキュラム

(1-1)カリキュラムの開発とその実践

「表1には、「エネルギー」領域についての年間カリキュラムの単元配列を示している。以下ではそのうちのいくつかの単元の授業デザインについて解説する。

(a) 風やゴムのはたらき

本単元の単元計画を表2に示している。まず導入の展開では、カリキュラムの冒頭の学習活動として、「エネルギー」という言葉を導入することを目的に、科学絵本「エネルギーってなんだろう」(ブラッドリー, 2010)の読み聞かせを行った。児童らにとって馴染みのある「絵本」という教材を取り入れることで、今度の活動への興味・関心を喚起した。この科学絵本では、電灯をつける、坂の上から物を転がすといった子どもたちに身近な事例を挙げながら、エネルギーという言葉を紹介し、エネルギーは決してなくなることや、地球は太陽からエネルギーを得ていることなども触れている。この科学絵本の読み聞かせを行ったあと、これから1年間を通して「エネルギー」について学習していくことが児童らに伝えられた。さらに、風とゴムを利用したおもちゃの体験活動を行った。風で回るコマ、ゴムを使ったパチンコ等の計4種類であり、これらは教師側が予め作成したものを児童らに体験させた。次の展開では、風のエネルギーについての学習として、ウィンドカーを制作し、帆にあてる風の強さと車が進む距離の関係を調べる実験を行った。その実験結果を踏まえて、風は物を動かすエネルギーがあること、また風が強いほど、風がものを動かすエネルギーが大きくなることを確認した。

最後の展開では、ゴムのエネルギーについての学習として、ゴムを引っ張ることで動く車を制作し、ゴムをひっぱる長さや車が進む距離の関係を調べる実験を行った。実験結果をもとに、ゴムにも物を動かすエネルギーがあること、ゴムを引っ張る長さが長いほど、ゴムが物を動かすエネルギーが大きくなることを確認した。また、導入の体験活動で扱ったおもちゃの特徴や科学絵本の内容と、実験を通してわかった風とゴムのエネルギーを関連させながら確認した。

(b)「ものづくり」

年間カリキュラムのまとめの単元として、これまでのいくつかの単元で扱ってきたエネルギー、その移動・変換を取り入れたものづくり活動を実施した。表3にはその単元展開を示している。まず単元の冒頭で、これまでに学習してきた、風やゴム、光、電気がそれぞれ持つエネルギーについて振り返るとともに、教師側が作成したデジタル紙芝居に基づいて、それらのエネルギーが移動したり別のエネルギーに変換したりすることを解説した。さらに、科学絵本の読み聞かせを行い、その中で取り上げられているエネルギーの移動・変換とも関連させて考える活動を行った。

その後の展開では、風やゴム、光、電気がそれぞれ持つエネルギーとその移動・変換の仕組みを取り入れたおもちゃ作りをグループ活動として行った。まず児童らは、教師側が予め制作したおもちゃの見本を観察したり体験したりした。児童らはこれらの観察・体験を通して、自分たちで制作するおもちゃの構想について考えた。その後、グループでおもちゃの設計書を作成し、そ

表1 年間カリキュラム

実施時期	単元名	時数
2016年	6月 風やゴムのはたらき	6
	11月 光の性質	7
	12月 電気で明かりをつけよう	6
2017年	2月 ものづくり	6

表2 「風やゴムのはたらき」の授業展開

時数	学習内容
1-2	【「エネルギー」の導入/体験活動】 ・エネルギーをテーマにした科学絵本の読み聞かせをする ・風とゴムを利用した物を体験する
3-4	【風の強さと車が走る距離】 ・ウィンドカーを制作する ・あてる風の強さと車が走る距離の関係を調べる実験を行う
5-6	【ゴムのはたらきと車が走る距離】 ・ゴムで動く車を制作する ・ゴムを引っばったときの車が走る距離の関係を調べる実験を行う

表3 「ものづくり」の授業展開

時数	学習内容
1	【エネルギーの移動・変換の解説】 ・これまでの単元で学習してきた、風やゴムが持つ物を動かすエネルギー、光が持つ明るくするエネルギー・暖かくするエネルギー、電気が持つ明るくするエネルギー・物を動かすエネルギーについて振り返る。 ・それらのエネルギーは移動すること、またエネルギーは別のエネルギーに変換することについて、解説を行う。 ・科学絵本の読み聞かせを通して、エネルギーの移動や変換について確認する。
2-5	【エネルギーの移動・変換の仕組みを取り入れたおもちゃの制作】 ・風、ゴム、光、電気のそれぞれが持つエネルギーの移動や変換の仕組みを使って、4名のグループで一つのおもちゃを作ることを投げかける。 ・おもちゃの見本を観察して体験する。 ・グループでおもちゃ作りの設計書を作成して、クラスで共有する。 ・グループでおもちゃ作りを行う。 ・制作したおもちゃについて、取り入れたエネルギー種類やその移動・変換について解説しながら紹介し合う活動を行う。
6	【単元のまとめ】 ・単元及び年間カリキュラムのまとめとして、エネルギーにはいくつかの種類があること、それらは移動したり変換したりすることをクラス全体で確認する。

れについてクラスで共有し合う活動を行った。おもちゃ作りには合計3時間程度を要した。制作にあたっては、A1 サイズのスチロール板の上にパーツを配置していくことを原則とし、導線、乾電池、豆電球、プロペラ付きモーター、アルミテープ等の材料を使用することとした。制作したおもちゃについて、取り入れたエネルギー源及び形態やその移動・変換について解説しながら紹介し合う活動を行った。なお児童らは、計7グループのうち、4グループがピタゴラ装置を、3グループがピンボールを制作した。最後に、単元及び年間カリキュラムのまとめとして、エネルギーにはいくつかの種類があること、それらは移動したり変換したりすることをクラス全体で確認した。

(1-2) カリキュラムの評価

カリキュラム全体の有効性を検証するために行ったいくつかの評価のうち、「エネルギー」という言葉について持つイメージについての調査について報告する。

(a) 方法

対象:本研究のカリキュラム対象クラスの児童のうち、すべての調査に回答した27名であった。課題:「エネルギーと聞いて何をイメージしますか」という問いについて回答する多肢選択式の課題であった。選択肢は、本カリキュラムの各単元で扱われる「ものを動かすもと」「光」「電気」、一般的なイメージである「力」「パワー」、そのほかに「わからない」「その他」の7種類を設定した。回答は複数選択可とした。

実施時期:カリキュラム実施直前(2016年6月中旬)、「風やゴムのはたらき」の単元実施後(同7月下旬)、「光の性質」の単元実施後(11月下旬)、ものづくり単元実施前(2017年2月上旬)、カリキュラム実施直後(同2月下旬)の計5回に渡って、同一の調査課題を実施した。

(b) 結果及び考察

結果の集計にあたっては、各実施回において、各選択肢を選択した児童数を調査した。図1にはその結果を示している。この結果から、「エネルギー」に対して、「ものを動かすもと」「電気」「光」とイメージする児童数がカリキュラム開始前からカリキュラム終了後にかけて徐々に増加している傾向を見ることができる。これらの傾向から、児童らはまず、カリキュラムの進行に伴って各単元で扱われるエネルギーのイメージを強固にしていることが示された。この

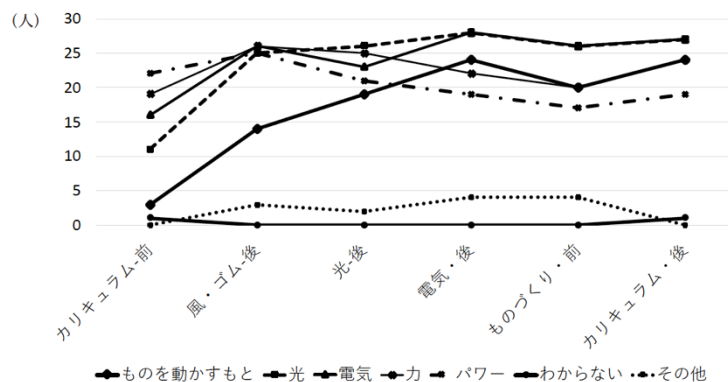


図1 「エネルギー」についてのイメージ調査の結果(N=27)

ことは、生活科の時期から触れていたゴムや風といった自然の事物や身近な物について、理科という教科の単元を通して科学的な見方・考え方を身につけてきたことが伺える。

(2) 本研究課題で得られた成果の国内外における位置づけ等

本研究課題では、上述した「エネルギー」の概念に関する長期的なカリキュラムに加え、「粒子」の概念や、エネルギーの中でも特に「電気」に焦点を当てた概念形成を支援する長期的なカリキュラムの開発と評価を行うことができた。本研究課題では、児童の科学概念の理解を支援する長期的なカリキュラムの開発と評価を行うことができた。これらの研究成果は、国内及び海外における科学概念の獲得の支援を長期的な視座に立つて行う研究分野において、理論的及び実践的な研究知見の蓄積に貢献できるものと言える。また特に国内においては、本研究課題の期間中に平成29年版学習指導要領が公示され、すでに実施されている。その中では、「理科の見方・考え方」といった形で、平成20年版学習指導要領で目指されていた科学的な見方・考え方という基本的な理念は継承されている。本研究で得られた成果は、今後の我が国の理科教育への貢献にもつながるものと考えられる。これらの研究成果を発信しつつ、さらなる検討を行っていくことが今後の課題である。

引用文献

- 文部科学省(2008)「小学校学習指導要領」,東京書籍。
- 野田敦敬(2011)「生活科と理科の接続と区別を考える」『理科の教育』,60(1),5-8。
- 菊地洋一・高室敬・尾崎尚子・黄川田泰幸・村上祐(2014)「小学校における系統的物質学習の実践的評価-粒子概念を「状態変化」で導入し「溶解」で活用する授業-」『理科教育学研究』第54巻,第3号,335-345。
- 山口悦司・出口明子(2011)「ラーニング・プログレッションズ-理科教育における新しい概念変化研究-」『心理学評論』,54(3),358-371。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 渡邊翔太・出口明子・鈴木由美子	4. 巻 32
2. 論文標題 初歩的エネルギー概念の獲得支援を目指した小学校第3学年の年間カリキュラムの開発と評価	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 209-211
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鈴木由美子・出口明子
2. 発表標題 粒子概念を導入した小学校第4学年のカリキュラムデザインの評価ー描画課題を通してー
3. 学会等名 日本理科教育学会第68回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊雅浩・出口明子
2. 発表標題 小学校第6学年理科におけるプログラミング学習の導入ー「電気の利用」の授業デザインー
3. 学会等名 日本理科教育学会第68回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木由美子・出口明子
2. 発表標題 粒子概念を導入した小学校理科のカリキュラムデザインー第5学年「ものの溶け方」に関する事前調査と授業デザインー
3. 学会等名 日本理科教育学会第57回関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林裕子・出口明子
2. 発表標題 小学校理科における電気概念の形成を促すモデル教材－第4学年を対象とした「さかルールモデル」の開発－
3. 学会等名 日本理科教育学会第57回関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木由美子・出口明子
2. 発表標題 粒子概念を導入した小学校第4学年のカリキュラムデザイン：物質の状態概念を基点にして
3. 学会等名 日本理科教育学会第56回関東支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊翔太・出口明子・鈴木由美子・関口有人
2. 発表標題 初等的エネルギー概念を導入した小学校第3学年「風とゴムのはたらき」の授業デザイン
3. 学会等名 日本理科教育学会第55回関東支部大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----