

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02931

研究課題名（和文）実生活の諸課題解決を目指す教科横断型の科学教育カリキュラムの開発

研究課題名（英文）Development of a cross-curricular science education curriculum aimed at solving various problems in real life

研究代表者

三崎 隆 (MISAKI, Takashi)

信州大学・学術研究院教育学系・教授

研究者番号：70360964

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：算数・数学、理科、技術の教科横断型カリキュラムとして21世紀型の資質・能力を育成する試みによって、課題探究力、社会参画力、自己表現力の高まりが認められる。特に、中学校においてはモーター並びにインスタントカメラの仕組みを取り上げ、当該資質・能力に基づいて構想した単元に生徒の到達状況を価値付けることで、実生活と結びつけることのできる深い学びの生起を促す。小学校においてはかがく領域において実生活における諸課題を取り上げることによって深い学びを生み出すことができた。理科に対する意識に関するアンケート調査結果から裏付けられており、教科横断型の科学カリキュラムの有効性を実証することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

TIMSSの結果から、理科が得意だとする生徒の割合が国際平均を下回り、停滞が顕著である。また、理科が楽しい、理科を勉強すると日常生活に役立つ、他教科のために理科が必要だ、の各項目も十分とは言えない。PISAの科学に対する態度の結果からも、肯定的な回答をした生徒の割合が国際的に少なく、科学の楽しさも有意に減少している。国立教員養成大学・学部、大学院、附属学校の改革に関する有識者会議(2017)は、その報告書の中で改善に向けて教科横断型のカリキュラムの必要性を強調している。今後、教科横断型のカリキュラムが改善され、学校現場において教育実践されることによって前述の問題点が解消されることが期待される。

研究成果の概要（英文）：I have developed a cross-curricular science curriculum in elementary and junior high school. As a result, the following points were clarified. In elementary school, learning linked to real life occurs in the new area of "kagaku." In junior high school, deep learning connected to real life is promoted through the production of motors and simple cameras.

研究分野：理科教育学

キーワード：教科横断 実生活 資質・能力 STEM教育

1. 研究開始当初の背景

1) 研究課題の核心をなす学術的な「問い」

実生活や実社会に散見される科学的な諸課題に対して具体的な解決に向けて対応できる科学教育における 21 世紀型の資質・能力とはどのようなものか。また、その獲得を有効的に具現化させる科学教育における教科横断型カリキュラムはどうあったらよいか。

2) その学術的「問い」の背景や意義

我が国の児童生徒の 21 世紀型スキルを考察する上で参考となる情報は、TIMSS 及び PISA に求めることができる。TIMSS2015 は、国際的に上位に位置し、前回より有意に上昇している（文部科学省 2016）。また、PISA2015 の結果も、平均得点だけでなく、「現象を科学的に説明する」、「科学的探究を評価して計画する」、「データと証拠を科学的に解釈する」の科学的能力のいずれも国際的に上位に位置する点が特徴である（国立教育政策研究所 2016）。

しかしその一方で、TIMSS の質問紙調査の結果から、理科が得意だとする生徒の割合が国際平均を下回り、停滞が顕著である（文部科学省 2016）。また、理科が楽しい、理科を勉強すると日常生活に役立つ、他教科のために理科が必要だ、の各項目も上昇してはいるが十分とは言えない。PISA の科学に対する態度の結果から、肯定的な回答をした生徒の割合が国際的に少なく、科学の楽しさについて有意に減少している（国立教育政策研究所 2016）。国立教員養成大学・学部、大学院、附属学校の改革に関する有識者会議(2017)は、その報告書の中で改善に向けて教科横断型のカリキュラムの必要性を強調している。

3) その学術的「問い」の何がどこまで解明されていて、何が未解明・未解決なのか

一方、ここ数年、科学教育において STEM 教育に関する調査研究や実践が積極的に行われてきている（Katz2010）。アメリカにおいて 21 世紀型スキルに対する科学教育コミュニティの検討が 2007 年の専門家会議から始まり、科学教育改革としてどのような転換が求められるかが進められ、全米で議論が展開されながら、具体的な内容が作成され、次世代科学スタンダードへとつながっていった。これらの一連の流れの中心に STEM 教育が存在する。

我が国においても、STEM 教育研究のあり方と展望がようやく議論されるようになり、アメリカを中心とした諸外国における STEM 教育の動向調査が行われるに至っている（熊野 2016）。そして、日本型の STEM 教育構築のための理論的、実践的な教育研究の実現に向けて動き出しているところである（熊野 2017）。そこでは、我が国の科学教育について STEM 型リテラシーの観点から、日本の学校教育の文脈に対応して、教科横断的にカリキュラムを再構築していく必要があることが指摘されている。

我が国においては、これまでも科学・技術に関連した現実社会の諸課題の解決の必要性が主張されてきた（今村 2006、福井 2010）。また、TIMSS の結果を生かした今後の取組として、実生活や実社会との関連を重視した授業の充実が指摘されている（猿田 2012）。今後はより一層、算数・数学、理科及びものづくり・技術が協働する教科横断的な探究による授業実践が、今後の科学教育を議論する上で重要となる。そこで培われるものこそが、実生活や実社会に散見される科学的な諸課題に対して具体的に対応できる科学教育における 21 世紀型の資質・能力である（文部科学省 2016）。

しかし、これまで小学校及び中学校の科学教育において、実生活や実社会に散見される科学的な諸課題に対して具体的な解決に向けて対応できる科学教育における 21 世紀型の資質・能力が議論されることはほとんどない上に、それらに基づいて体系的に教科横断型カリキュラムによって実践された科学教育による教育実践及びその教育効果に基づいた実証に関する議論はなされていない。そこでは、各教科を並列的に関連させた授業研究のみであり、教科の目標達成が重視されてきた。

4) 未解明・未解決な部分の解明・解決が進むことで期待される波及効果

本研究課題の解決は、実生活や実社会に散見される科学的な諸課題に具体的に対応できる 21 世紀型の資質・能力の獲得をもたらす。加えて、これからの学校教育に求められているカリキュラム・マネジメントによる学校全体の在り方の改善をより一層促進させる。

2. 研究の目的

本研究では、児童生徒に関わる実生活や実社会に散見される科学的な諸課題に対して、小学校及び中学校の算数・数学、理科及びものづくり・技術における教科横断的な探究を促す授業実践を試み、その有効性を解明することを目的とする。

3. 研究の方法

1) 平成 30 年度

教科横断型カリキュラムと 21 世紀型の資質・能力に関する最先端の情報を中心に収集する。

(ア) 各種学会並びに日本国内及び諸外国の先進校の現地調査から、21 世紀型の資質・能力並びに教科横断型カリキュラムに関する情報収集をする。

(イ) 本学教育学部附属松本中学校、附属松本小学校等における算数・数学、理科、技術の教科横断型カリキュラムとして 21 世紀型の資質・能力の確立を図る。

(ウ) 算数・数学、理科、技術の教科横断型カリキュラムに基づいて、附属小・附属中学校において単元を構想し、試行する。

(エ) 成果と課題を明らかにし、改善点を明確にするとともに、各関係学会において発表する。

2) 平成 31 年度(令和元年度)

教科横断型カリキュラム構築の情報収集をするとともに、協力校で具体的な教育実践を試行する。

(ア) 日本国内及び諸外国の現地調査、各種学会から、教科横断型カリキュラムに関する情報収集をする。

(イ) 協力校において、教科の目標に迫りつつ教科の枠を取り払った新しい体系的な単元構成による 21 世紀型の資質・能力を獲得できる算数・数学、理科、技術の年間を見通した教科横断型カリキュラムの構築を図り、その有効性を検証する。

(ウ) 前述の研究における成果と課題を明らかにし、翌年度への改善点を明確にするとともに、各関係学会において発表する。

3) 令和 2 年度

構築したカリキュラムを実施し、資質・能力の変容について学びの結果の集積、分析を加えてその教育効果について協力校にて検証する。

(ア) 各種学会等から、科学教育の 21 世紀型の資質・能力の情報収集をする。

(イ) 構築した年間を見通した教科横断型カリキュラムの下、21 世紀型の資質・能力の獲得プロセスを協働的な学びの生起する授業中の会話や自由記述のデータを蓄積して、学びの実態を解明し、その有効性を実証する。

(ウ) 成果と課題をまとめ、各関係学会において成果を公表する。

4) 令和 3 年度

令和 2 年度に引き続き、延長して継続的に研究を推進する。

(ア) 各種学会等から、科学教育の 21 世紀型の資質・能力の情報収集をする。

(イ) 教科横断型カリキュラムに基づき、21 世紀型の資質・能力を発揮できる学びの生起する授業のデータを蓄積して、そこに現れる学びに基づいて、その有効性を実証する。

(ウ) 成果と課題を報告書にまとめ、各関係学会において成果を公表する。

4. 研究成果

(1) 事例 1

1) 調査対象

中学校第 2 学年 1 クラス 39 名

2) 調査期間

令和元年 12 月～令和 2 年 2 月

3) 単元

単元「だから速さが違うのか!～モーターの仕組み～」(2 年 電流と磁界)を開発した。

見た目が同じ 2 台のモーターカーが走る様子を演示し、なぜ速さが違うのかに着目させ、「2 つのモーターにはなぜ速さの違いが生まれるのだろうか」を単元を貫く学習問題として設定する。全 9 単位時間の展開となる構想であり、終盤に自作モーターを製作する。

速く回転するモーターと遅いモーターの違いを比べながら、2 つのモーターに流した電流の測定値を根拠に定量的に追究していくことを通して、導線の太さの違いによって流れる電流が変化し、それに伴って電磁石の磁力の大きさが変化し、モーターの速さの違いにつながっていることを解明していく単元構成となっている。

4) 資質・能力とその評価

数学・理科・技術の教科横断的な内容を設定し、STEM 教育としてのカリキュラムを開発し検証する。検証に当たっては、資質・能力及び数学、理科、技術における資質・能力を策定し、それに基づいて生徒の学びの様態を評価する。単元終了後、対象生徒全員に 9 項目から成る理科に対する意識に関するアンケート調査を実施した。各項目に 5 件法にて選択項目を用意し、選択させた。選択肢を積極的・非積極的の回答に分け、各項目について積極的・非積極的の回答の間で 1×2 のクロス表を作成し、正確二項検定によって出現確率を求めた。

5) 結果と考察

表 1 は 3 つの教科の資質・能力を示している。表 2 はアンケート調査結果を示している。

表 1 資質・能力

	自己表現力	課題探究力	社会参画力
数学科	概念を数理的に捉え、数学的過程に基づいて、簡潔・明確・的確に説明したり、自分や他者の考えを批判的に見つめ、よりよいものに改善したりする力	日常生活や実社会から自ら数学にかかわる「もの」や「こと」を待ち込み、課題を設定し、構想に基づいて、数学的に探求し、評価・改善・発展する力	数学の有用性を理解し、建設的な市民として、問題を明確にしなが建設的に合意形成を図り、公平な判断と意思決定をする力
理科	自然の事物・現象について科学的観念に基づき、客観的にとらえ、論理的かつ合理的に説明する力	日常生活や実社会から自ら自然の事物・現象にかかわる「もの」や「こと」を待ち込み、課題を設定し、構想に基づいて探求し、評価・改善する力	自然の環境保全や科学技術の利用について、地球市民として、科学的観念に基づいて賢明な意思決定をする力
技術科	思いや意思をもって製作図、作品、レポート等に表現し、製作の過程や結果を論理的に説明する力	日常生活や実社会から自ら技術にかかわる「もの」や「こと」を待ち込み、課題を設定し、設計に基づいて製作、評価し、分析・改善する力	地球市民としてよりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて働きと協働して新たな課題を創造し解決しようとする力
◎教科横断	「私」の思いや意思も試行の過程や事象に基づいて論理的に説明したり、相手の思いや意図を量し量つたりする力	日常生活や実社会から自ら「もの」や「こと」を待ち込み、問題や課題を設定し、構想に基づいて実践し、評価・改善する力	「もの」や「こと」を多面的にとらえ、論理的に意思決定や意見表明をし、建設的な地球市民として新たな課題を創造し解決しようとする力

表2 アンケート調査結果

項目	積極的 응답	非積極的 응답	出現確率(p)
①理科の勉強は楽しい。	35	4	0.000
②私は、理科が好きだ。	33	6	0.000
③理科は、私の得意な教科である。	22	17	0.522
④理科を勉強すると、日常生活に役立つ。	32	7	0.000
⑤他教科を勉強するために理科が必要だ。	27	12	0.024
⑥理科について学ぶことに興味がある。	31	8	0.000
⑦将来やりたいことに必要となるので、理科を勉強することは重要だ。	29	10	0.003
⑧将来、自分の就きたい仕事で役に立つから、努力して理科の科目を勉強することは大切だ。	31	8	0.000
⑨理科を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、私にとってはやりがいがある。	31	8	0.000

当該資質・能力に基づいて構想した単元に生徒の到達状況を位置付けることで、根拠を持って探究する生徒の学習状況を捉えることができた。本研究における学びとして、生徒は電流を粒子としてイメージすることが、その大きさを説明する上で有効であると感じながら表現の工夫をしている。また、実際にモーターの製作を通して、確かに速く回転するモーターを探究し続ける様態が認められている。さらに、自分たちの追究してきたことが確らしいことを実感しつつ、実際にモーターカーに取り付けて走らせると、普通のモーターよりも遅い結果となったことから、「速いだけじゃダメなんだ」と認識を新たにし、回転のバランスなどつなげて考えながら、モーターが製品として目的に応じて製作されていることに目を向ける社会参画の姿が認められている。リフレクションにおいては、「自分たちの暮らしと密接に関係している電気やモーターを今回勉強して発見したことがいくつもあった。モーターは単純に多く巻くのではなく、様々なことを考えて効率よく回転できるように工夫が施されている」と自己評価している。これらの彼らの学びの様態から、自己表現力、課題探究力、社会参画力の表れを確認することができた。表2から、本研究での試みによって日常生活に役立つ、将来へのつながりからやりがいを感じる等の評価が得られている点が認められる。本研究におけるSTEM教育への試みは、生徒に対して自分たちの身の回りにある実生活の課題の解決に向かう科学的な資質・能力の獲得を促すものと考えられる。

(2) 事例2

1) 調査対象

中学校第1学年2クラス76名。

2) 調査期間

令和2年7月～8月に実施した第1学年単元「光と音」(全12単位時間)を開発した。

3) 調査方法

本研究では単元終了後、対象生徒全員に9項目から成る理科に対する意識に関するアンケート調査を実施した。各項目に「とてもそう思う」、「少しそう思う」、「どちらとも言えない」、「あまりそう思わない」、「全然そう思わない」の5つの選択肢を設け、最も当てはまる項目を一つ選んでその番号に印をつけさせた。

4) 分析方法

各項目において「とてもそう思う」、「少しそう思う」を積極的 응답、「どちらとも言えない」、「あまりそう思わない」、「全然そう思わない」を非積極的 응답として、各項目について積極的 응답と非積極的 응답の間で1×2のクロス表を作成し、正確二項検定によって出現確率を求めた。

また、授業実践において、思わず科学的に探求している生徒の姿を追跡し、質的に分析した。

5) 結果と考察

表3は、単元終了後の理科に対する意識に関するアンケート調査の結果を示している。

得意な教科であると認識していないにもかかわらず、日常生活に役立つ、やりがいがあると評価している点は本研究における教科横断的な探究の推進によるものと考えられる。

また、友達の探究を参考に、思わず進めている科学的な探究が深まっていく生徒の姿や、思わず進めている科学的な探究が教師の手立てからさらに広がっていく生徒の姿が認められることから、本研究での試みが理科嫌い・理科離れの解消に対する一助になるものと考えられる。

表3 アンケート調査結果

質問項目	積極的(人)	非積極的(人)	出現確率
1. 理科の勉強は楽しい	71	5	0.000
2. 私は理科が好きだ	69	7	0.000
3. 理科は私の得意な教科である	47	31	0.089
4. 理科を勉強すると日常生活に役立つ	64	12	0.000
5. 他教科を勉強するために理科が必要だ	51	23	0.002
6. 科学について学ぶことに興味がある	68	7	0.000
7. 将来やりたいことに必要となるので、理科を勉強することは重要だ	58	18	0.000
8. 将来、自分の就きたい仕事で役立つから、努力して理科の科目を勉強することは大切だ	56	20	0.000
9. 理科を勉強することは将来の自分の可能性を広げてくれるので、私にとってやりがいがある	60	16	0.000

【文献】

- 福井智紀(2010)「理科における実社会・実生活との関連付け」, 橋本健夫・鶴岡義彦・川上昭吾 編著『現代理科教育改革の特色とその具現化』, pp.106-113, 東洋館出版社.
- Katz,Lilian G(2010)「STEM in the Early Years,SEED Papers:Published Fall」, <http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/katz.html>.
- 平田樹・笠原大弘・三崎隆(2020)「理科離れの要因に関する一考察 - 中学生に対するアンケート調査の分析を事例に - 」, 日本理科教育学会第70回全国大会発表論文集 No.18, p.232.
- 今村哲史(2006)「理科教育における意思決定とその指導」, 長洲南海男編著『新時代を拓く理科教育の展望』, pp.185-194, 東洋館出版社.
- 木舩泰幸・三崎隆・伊藤冬樹(2017)「生活や実社会の諸課題に対してに知識・技能/思考力等を総合的に活用できる力を培う教科横断的な探究に関する研究(1)」, 日本理科教育学会第67回全国大会発表論文集 16, 209.
- 国立教育政策研究所(2016)「OECD 生徒の学習到達度調査(PISA2015)」, [http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html#PISA2015\(20170201\)](http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html#PISA2015(20170201))
- 熊野善介(2016)「日本におけるSTEM教育研究の在り方と展望」, 日本科学教育学会年会論文集 40, 11-14.
- 熊野善介(2017)「21世紀型スキル(資質・能力)とSTEM教育改革」, 日本科学教育学会年会論文集 41, 53-56.
- 文部科学省(2016)「国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)の調査結果」, [http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/detail/1344312.htm\(20170201\)](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/detail/1344312.htm(20170201))
- 長沼祥太郎(2015)「理科離れの動向に関する一考察 - 実態及び原因に焦点を当てて - 」『科学教育研究』, 39(2), 114-123
- 中田雄大・三崎隆・油井幸樹(2017)「実生活や実社会の諸課題に対して知識・技能/思考力等を総合的に活用できる力を培う教科横断的な探究に関する研究(2)」, 日本科学教育学会年会論文集 41, 421-422.
- 猿田祐嗣(2012)「国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)」, 日本理科教育学会編『今こそ理科の学力を問う 新しい学力を育成する視点』, pp.6-11.
- 田代佑夏・井出幸輔・三崎隆・村松浩幸・茅野公穂・谷塚光典・市川公明(2019)「実生活で有機的に活用できる資質・能力を育てる科学教育カリキュラムの開発(2) - 小学校低学年かがくにおける実践を事例に - 」, 日本理科教育学会第69回全国大会発表論文集 18, 248.
- 湯本哲・田代佑夏・高橋和幸・井出幸輔・水野真二郎・三崎隆・村松浩幸・天谷健一・茅野公穂・谷塚光典・神原浩・市川公明(2018)「実生活で有機的に活用できる資質・能力を育てる科学教育カリキュラムの開発(1) - 小学校低学年かがくにおける実践を事例に - 」, 日本理科教育学会第68回全国大会発表論文集 17, 307.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 西村良穂・笠原大弘・三崎隆・天谷健一
2. 発表標題 実生活や実社会の諸課題に対して知識・技能 / 思考力等を総合的に活用できる力を培う教科横断的な探究に関する研究(3) - 中学校理科における実践を事例に -
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田代佑夏・井出幸輔・三崎隆・村松浩幸・茅野公穂・谷塚光典・市川公明
2. 発表標題 実生活で有機的に活用できる資質・能力を育てる科学教育カリキュラムの開発(2) - 小学校低学年かがくにおける実践を事例に -
3. 学会等名 日本理科教育学会第69回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田代佑夏・井出幸輔・島田英一郎・田中俊太・湯浅健吾・三崎隆・村松浩幸・茅野公穂・谷塚光典・市川公明
2. 発表標題 科学的資質・能力を育む小学校低学年のカリキュラム開発
3. 学会等名 日本科学教育学会第43回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 湯本哲・田代佑夏・高橋和幸・井出幸輔・水野真二郎・三崎隆・村松浩幸・天谷健一・茅野公穂・谷塚光典・神原浩・市川公明
2. 発表標題 実生活で有機的に活用できる資質・能力を育てる科学教育カリキュラムの開発(1) - 小学校低学年かがくにおける実践を事例に -
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

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------