

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K04752

研究課題名(和文)戦後の先端テクノロジー教材の変遷解明とその成果に基づく理科カリキュラムの体系化

研究課題名(英文)Clarification of Changes in Teaching Materials for Emerging Technology from the 1950s and Organization of Science Curriculum Based on Its Results

研究代表者

郡司 賀透(GUNJI, Yoshiyuki)

静岡大学・教育学部・准教授

研究者番号：30412951

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):現在進行中の世界的な科学教育改革に、STEM教育(科学、技術、工学、数学に関する教育)の重視がある。研究期間全体を通して、どのような先端テクノロジーの学習内容をどのように教えるのが効果的なのか、解明した。本研究課題で、歴史的かつ国際比較的にその独自性・卓越性を抽出し、理科カリキュラム開発研究に寄与することができた。また、日本の児童・生徒にも必要不可欠な資質・能力を育成することが求められており、現在の学校教育ではPBL(課題解決型学習)の確立が急務である。先端テクノロジーに関する学習内容は、社会のニーズ・課題と直結していることから、児童・生徒の活用型学力のさらなる向上に貢献できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在の日本には、日本型教育の海外展開を図る動きがある。たとえば、日本型理数教育の場合、学習指導要領、教科書、副教材、実験器具のセットが提案されている。海外の国々は、日本の工業化の成功の鍵について関心が高い。欧米の先進国の取り組みをみると、地域の実情の反映の仕方が分からずうまくいっていない。一方、西欧から自然科学を輸入して先進国になった日本の理科教育は科学概念の理解を重視しつつも、日本の実態に即した先端テクノロジーを選んで、いわば日本化してきた。その国家の実態に応じた文脈化の方法こそが重要なポイントであり、日本型モデルの強みである。本研究は、その最重要の知見を提供することができた。

研究成果の概要(英文):STEM (Science, Technology, Engineering, and Math) education is one of the many innovations in science education all over the world. There is a need to clarify optimal teaching materials for STEM education in Japan. This study will extract the uniqueness and excellence of STEM teaching materials. The results will contribute to the development of future teaching materials. Teaching and learning are always directly connected to social issues. Japanese students must be educated effectively to thrive in the 21st century. This study's results will illustrate the effectiveness of problem-based learning for the improvement of student competency.

研究分野：理科教育学

キーワード：理科カリキュラム論 理科教材史 教科書研究 先端テクノロジー STEM教育

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。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在進行中の世界的な科学教育改革に、STEM教育(科学、技術、工学、数学に関する教育)の重視がある。とりわけ米国では、連邦政府がカリキュラム開発に財政支援を行う国家プロジェクトを展開しており、1960年代のカリキュラム改革運動(現代化運動)の再来とさえいわれている。STEM教育では、理工系の人材養成を標榜し、創造性の育成が目指されている。この点で、21世紀型スキルの育成を目指す日本の教育課程行政と一致している。米国だけでなく、英国、シンガポール、ドイツ(MINT教育と呼ばれる)等々、多くの国でカリキュラム改革の議論が活発化している。しかし、日本の理科教育ではSTEM教育の議論が本格化していない。グローバル化が進化するなかで、このままでは、日本の理工系人育成は深刻な問題に遭遇する。

日本において議論が活発化しない理由として、教科中心型のカリキュラムを挙げることが一般的である。研究代表者はそのような消極的な理由ではなく、日本の理科カリキュラムの有する独自性・卓越性にこそ積極的な理由があるとの確信を得ている。たとえば、1960年代、理科教育では世界的に「現代化運動」が進展し、科学概念を中心とした授業が主流になり、テクノロジーに関する学習内容は消えることになった。しかし、教科書を精査すれば、日本の理科教育だけは高度な科学的 content だけでなく、当時の先端テクノロジーをも学習内容として選ぶ道をとっていたのである。そして、同時期に高度経済成長を達成したのは、周知の通りである。つまり、戦後の世界の理科カリキュラム史において、なぜ(目的)、どのように(方法)、先端テクノロジーに関する学習内容が選ばれてきたのかを明らかにして、相対的に日本の理科カリキュラムが有する独自性・卓越性を抽出する必要性が急がれているのである。

加えて、現在の先端テクノロジー開発は、日進月歩で革新が進んでいる。先端テクノロジー群の独自性・卓越性を踏まえて、日本の理科教育ではどのような学習内容を選ぶことが適切なのか、理論的な枠組みの提示が必要である。しかし、多くの場合、「実生活や実社会とのつながり」を掘りどころにテクノロジーの学習内容は経験的に選ばれている。しかし、何を以て「つながり」とみなすのか共通理解がないため、理科教育の場には混乱がある。

いわば、歴史的事実を踏まえた理論と実践から、先端テクノロジーに関する学習内容のカリキュラム開発を行うこと、このことが本研究のねらいである。

2. 研究の目的

上述の問題意識に基づいて、下位目的を設定した。

(1) 世界的に先端テクノロジーに関する学習内容はどのようなものが教えられている(きた)のか。日本の独自性・卓越性が何か。(実態解明)

(2) どのような先端テクノロジーの学習内容どのように教えるのが効果的なのか。(理論化)

3. 研究の方法

(1) 理科教材史研究

終戦直後の理科教科書には、先端テクノロジーの学習内容が多数登場していた。これは国際的にユニークな現象であり、独自の歴史的な背景の解明が不可欠である。主に教科書図書館所蔵の科学技術教科書にみられる先端テクノロジーに注目し、教科書の記述内容、教師用指導書の指導案や留意点、時間配分等の分析を行う。科学技術関係者が先端テクノロジーの学習内容をどのように捉えていたのか探るため、科学教育雑誌・産業雑誌の記事を分析する。あわせて、米国、英国の科学教科書を収集、分析を行い、相対的に日本の独自性を明らかにする。

(2) 比較研究

学習内容に文脈を与える、いわゆるコンテクストベースドアプローチが現在、海外で研究が進められている。アメリカの先駆的な取組を、インターネット等で資料の収集をすすめ分析を行う。日本の実態と比較を行い、わが国の科学技術教育における先端テクノロジーの学習内容の特質を明らかにする。また、同じくコンテクストベースドアプローチを採用しながら、資源小国という点でわが国と共通するイギリスの教科書、教材、教授資料を収集して分析をすすめ、その特質を明らかにする。

(3) 教授法の解明

ここまで解明するわが国の科学技術教育における先端テクノロジーの学習内容の歴史的社会的な特質を踏まえて、当該時期はコンテクストベースドアプローチにより、具体的な教授法の検討を行う。附属学校等において試行授業を行い、生徒へのアンケートやインタビューを通してカリキュラムの有効性を明らかにしつつ、わが国にふさわしい先端テクノロジーに関する学習内容の理論化を行う。この理論化を通してわが国にふさわしいカリキュラムを検討する。これまでの実態、現在の状況、これからの理論化の3つの視点から総合的な検証を行い、研究成果を総括し、先端テクノロジーの学習内容に着目したカリキュラムの開発を行う。

4. 研究成果

(1) 理科教材史研究

これまで、純粋自然科学の学問領域のなかでも基礎と応用が密接に関連する化学について、理

科教育関係者の意図に着目しながら、教科書における工業教材の変遷を明らかにすることができた。大別して2つの研究成果を得ることができた。一つめは、高等学校化学教科書における化学工業教材の変遷を典型事例に即して明らかにしたことである。二つめは、当該教材選択の意図の一端を明らかにしたことである。その意図は3種に分けることができる。第一に、当該工業が社会に普及・浸透する前の萌芽段階で掲載しようとする「発展可能性」を反映しようとする意図である。ただし、1960年代に発行された教科書執筆者のように、萌芽段階であり、純粋科学の体系に即していないからこそ掲載しない判断もあった。第二に、教科書に記述される時点において、化学工業の枢要な部分をなしているかという「基幹性」を表そうとする意図である。「基幹性」をもたらすものとして、当該工業における「製造法・製品の消長」が関連しており、近年では高付加価値製品の記述が顕著になっている。第三に、化学工業史におけるエピソードを示して人間的な側面を開示しようとする意図である。当初の予定よりも研究が進捗し高等学校化学教科書における化学工業教材の変遷に加えて、中学校理科におけるテクノロジーに関する教育内容にも着目して、1950年代後半における教育内容の選択要因の一部を明らかにすることができた。

(2) 比較研究

第一に、現代の理科カリキュラム編成法として注目を集めつつある、コンテキストベースドアプローチの「コンテキスト」の意味についてもアメリカの化学教科書の記述内容の変遷を精査することができた。テクノロジーに関する教材は日常生活やキャリアに直結することから、学習内容にコンテキストを付与しやすい性質がある。そのため、本研究において、「コンテキスト」の意味を明らかにすることは、今後の理科カリキュラムの体系化に向けた必要不可欠な研究となっていた。これらの研究を通して、今後のカリキュラム編成法の解明とその実証性の担保に向けた基礎的な知見を得ることができた。

第二に、課題解決型学習とコンテキストに基礎を置いた理科学習には多くの共通点があることから、アメリカの化学教科書における「エネルギー」の学習単元を典型事例として、先端テクノロジーに関する教材の選択視点を3つ明らかにした。すなわち、単元全体でストーリーを生成する視点。発電所(テクノロジー)に関する教材が、化学概念、計算問題、工学的内容との関連のなかで掲載されていることがその好例であった。国家における基幹産業との関わりを明示する視点。その一例が、日本の化学教科書にはほとんどみられない石炭火力発電とシェールガスを掲載する点にあった。3R'sのような基礎的スキルを育成する視点。課題解決型学習が強調されつつある現代の理科教育で、カリキュラム体系化の原理としての「ストーリー性」を追認できた点が有意義であった。

第三に、日本の伝統的自然観に着目した課題解決型学習展開の視点を研究した。その視点とは、共同体のコンテキスト、自然のスケールの大きさ、繋がり、流れ、連続性(時間、生物間)、地域性を活かした自然観を表現するデザイン、生態系の多面性といった視点であった。この研究から、日本型の理科カリキュラムモデルを構想するうえで、大変重要な知見を得た。

(3) フィールド研究

小学校・中学校のデジタル理科教科書における先端テクノロジーに関する視覚表象を対象として、掲載件数の変化や記述内容の特徴から、先端テクノロジーに関するイメージ研究を行った。これは、デジタル教科書が普及・浸透する将来の理科教育における教材選択の視点を明らかにするうえで意義のある研究であった。また、学び続ける児童・生徒を育成するうえで、近年注目されている「感情」の要素から附属学校においてインタビューを行い、カリキュラムの有効性を明らかにした。さらに、新たなテクノロジー教材として「人工衛星」を活用した科学教育の在り方に関する研究会にも参画し講演を行った。この参画を通して、本研究成果の一部を社会に還元することができた。

研究期間全体を通して、世界的に先端テクノロジーに関する学習内容はどのようなものが教えられてきたのか、どのような先端テクノロジーの学習内容をどのように教えるのが効果的なのか、解明した。日本の理科教育関係者が、理科カリキュラムのテクノロジーに関する学習内容の独自性・卓越性を比較することなく自覚することは極めて困難であり、本研究課題で、歴史的かつ国際比較的にその独自性・卓越性を抽出し、理科カリキュラム開発研究に寄与することができた。また、日本の児童・生徒にも必要不可欠な資質・能力を育成することが求められており、現在の学校教育ではPBL(課題解決型学習)の確立が急務である。先端テクノロジーに関する学習内容は、社会のニーズ・課題と直結していることから、児童・生徒の活用型学力のさらなる向上に貢献できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 郡司 賀透	4. 巻 33
2. 論文標題 戦後日本の理科教科書における水環境に関する教材の変遷	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究報告	6. 最初と最後の頁 13-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jsser.33.8_13	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 -
1. 著者名 郡司 賀透	4. 巻 34
2. 論文標題 1970年代の中学校理科における応用科学的 content 選択の論点	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究報告	6. 最初と最後の頁 11-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jsser.34.1_11	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 -
1. 著者名 郡司 賀透 鬼丸 颯都 梶山 涼矢 井出 祐介 高橋 政宏	4. 巻 30
2. 論文標題 中学校理科授業における生徒の自己統制感に関する実践研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 静岡大学教育実践総合センター紀要	6. 最初と最後の頁 254-261
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14945/00027128	査読の有無 有
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 -
1. 著者名 郡司 賀透	4. 巻 -
2. 論文標題 地域の特性を活かした初等STEM教育プログラムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JST令和元年度ジュニアドクター育成事業・静岡STEMアカデミー報告書	6. 最初と最後の頁 135-144
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 林裕貴 郡司賀透	4. 巻 32
2. 論文標題 デジタル理教科書における「技術」のイメージに関する基礎研究	5. 発行年 2018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 11～14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jsser.32.10_11	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 -

1. 著者名 郡司賀透	4. 巻 16
2. 論文標題 課題解決型学習を志向する化学教科書のテクノロジーに関する教材の選択視点	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本理科教育学会第68回全国大会論文集	6. 最初と最後の頁 95～95
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡邊志保 郡司賀透	4. 巻 33
2. 論文標題 自然観に着目した日本型STEMカリキュラム構成の視点	5. 発行年 2018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 47～50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jsser.33.1_47	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 -

1. 著者名 伊藤哲章 郡司賀透	4. 巻 27
2. 論文標題 幼児の生命現象認識と小学校生活科教材への示唆	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター	6. 最初と最後の頁 83-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14945/00024405	査読の有無 有
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 -

1. 著者名 郡司賀透 熊倉啓之 松元新一郎	4. 巻 -
2. 論文標題 附属学校園教員向け「メンター講師養成プログラム」の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 理数系修士課程段階の実践的指導力プログラムの開発	6. 最初と最後の頁 24-49
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 熊野善介 丹沢哲郎 郡司賀透	4. 巻 -
2. 論文標題 各教科の静大SPeCA, Bについて	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 小学校の教科教育モデルカリキュラムの策定	6. 最初と最後の頁 32-37
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 稲田涼介 郡司賀透	4. 巻 -
2. 論文標題 Chemistry in Contextにおける"context"の記述内容に関する変遷	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本理科教育学会第63回東海支部大会研究発表予稿集	6. 最初と最後の頁 34-34
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 郡司賀透	4. 巻 -
2. 論文標題 日本の中学校理科教育における技術的内容の選択 - 教材等調査研究会議事録の分析を中心に -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本科学教育学会第41回年会論文集	6. 最初と最後の頁 89-90
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 郡司 賀透	4. 巻 27
2. 論文標題 日本の理科教科書における工業教材の変遷とその選択視点	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 教材学研究	6. 最初と最後の頁 7-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18972/kyozai.27.0_7	査読の有無 有
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 -

1. 著者名 郡司 賀透	4. 巻 17
2. 論文標題 初等理科教科書におけるSTEM教材の取り扱いに関する研究	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 教科書フォーラム	6. 最初と最後の頁 2-14
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 -

1. 著者名 郡司 賀透 熊倉啓之 松元新一郎	4. 巻 -
2. 論文標題 理数系修士課程段階の実践的指導力プログラムの開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 高度な専門職業人の養成や専門教育機能の充実プロジェクト研究報告書	6. 最初と最後の頁 35-38
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 熊野善介 丹沢哲郎 郡司 賀透	4. 巻 -
2. 論文標題 理科におけるSPeC	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 中等教育における教科指導に必要な知識・技能等	6. 最初と最後の頁 21-24
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 S. Ito, H. Uchiyama, Y. Gunji
2. 発表標題 Development of mini traffic lights using Arduino as teaching material for programming education
3. 学会等名 インターアカデミアアジア2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 郡司賀透
2. 発表標題 1970年代の中学校理科における応用科学的內容選択の論点
3. 学会等名 日本科学教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内山秀樹 町岳 中村美智太郎 郡司賀透 齋藤茉美 能見公博 野澤恵
2. 発表標題 超小型人工衛星を使った新たな教育利用の試み： 中高生による軌道上望遠鏡超小型衛星Stars-A0（あおい）を用いた観測研究立案プロジェクト
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小笠原早織 紅林秀治 郡司賀透
2. 発表標題 工業化学分野における化学センサを用いた触媒反応装置の開発の検討
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 郡司賀透
2. 発表標題 戦後日本の理科教科書における水環境に関する教材の変遷
3. 学会等名 日本科学教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林裕貴 郡司賀透
2. 発表標題 デジタル理科教科書における「技術」のイメージに関する基礎研究
3. 学会等名 日本科学教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 郡司賀透
2. 発表標題 課題解決型学習を志向する化学教科書のテクノロジーに関する教材の選択視点
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邉志保 郡司賀透
2. 発表標題 自然観に着目した日本型STEMカリキュラム構成の視点
3. 学会等名 日本科学教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 郡司賀透
2. 発表標題 日本の中学校理科教育における技術的内容の選択 - 教材等調査研究会議事録の分析を中心に -
3. 学会等名 日本科学教育学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 稲田涼介 郡司賀透
2. 発表標題 Chemistry in Contextにおける"context"の記述内容に関する変遷
3. 学会等名 日本理科教育学会東海支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 郡司賀透
2. 発表標題 STEM教育と理科学習の展開
3. 学会等名 小型衛星の科学教育利用を考える会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 郡司賀透 草野葉子 伊藤哲章 小松太志
2. 発表標題 ものづくりとアートから始まる幼少期のエネルギー環境カリキュラム実践とその課題
3. 学会等名 日本理科教育学会東海支部大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 安藤雅之 萱野貴広 小林俊行 出口憲 坂田尚子 吉村優治 郡司賀透 田原弘之 林卓己 土屋善之 中澤祐介 倉島茂美 金澤翔平 牧野照平 岸宗之 田中誉也	4. 発行年 2020年
2. 出版社 篠原印刷	5. 総ページ数 185
3. 書名 エネルギー環境教育のアイデアブック	
1. 著者名 郡司賀透	4. 発行年 2019年
2. 出版社 風間書房	5. 総ページ数 252
3. 書名 理科教育における化学工業教材の意義と変遷	
1. 著者名 吉田武男 大高泉 遠藤優介 郡司賀透 板橋夏樹 稲田結美 伊藤哲章 柳本高秀 石崎友規 内ノ倉真吾 山下修一 泉直志 山本容子 大嵐竜午 宮本直樹 片平克弘 鈴木宏昭 人見久城 畑中敏伸 小林和雄	4. 発行年 2018年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 224
3. 書名 初等理科教育	
1. 著者名 大矢恭久 奥野健二 萱野貴広 神村典浩 熊野善介 郡司賀透 小杉素子 鈴木誠之 高塚秀和 原田賢治 矢永誠人 山元章生	4. 発行年 2018年
2. 出版社 静岡学術出版	5. 総ページ数 208
3. 書名 改訂版静岡県における防災・減災と原子力	

1. 著者名 大高泉 杉原茂男 伊藤伸也 遠藤優介 郡司賀透 鈴木宏昭 板橋夏樹 伊藤哲章 片平克弘 松原大輔 泉直志 石崎友規 中村泰輔 内ノ倉真吾 稲田結美 大嶌竜午 山下修一 柳本高秀 宮本直樹 小林和雄 人見久城 畑中敏伸 山本容子	4. 発行年 2017年
2. 出版社 協同出版	5. 総ページ数 13
3. 書名 理科教育基礎論研究	

〔産業財産権〕

〔その他〕

小型衛星の科学教育利用を考える会 https://wpp.shizuoka.ac.jp/sess/

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
研究協力者	大高 泉 (OHTAKA Izumi)		