

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：14201

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K21760

研究課題名(和文)自由研究・探究を促すSTEM教育教材活用アクティブラーニング型授業の開発

研究課題名(英文)Development of STEM workshops to facilitate inquiry based learning

研究代表者

加納 圭(Kei, Kano)

滋賀大学・教育学系・教授

研究者番号：30555636

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,700,000円

研究成果の概要(和文)：自由研究・探究スキル」が習得できるSTEM(科学・技術・工学・数学)教育教材開発、開発STEM教育教材スーパーボールすくいで大実験、カピバラの予想外にふれる、大発見！「音」の秘密：ピタゴラス音階を発見する、茶レンジ！飲み比べ：抽出温度の異なる日本茶を飲み比べる)を活用したアクティブラーニング(AL)型授業群の開発、「理科の見方・考え方」等の観点から「自由研究・探究スキル」のルーブリック開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新学習指導要領において高等学校で「理数探究」が新設される他、教科横断の「総合的な探究の時間」も始まっていき、ますます探究活動が重視されていく傾向にある中、これまでの科学教育の枠を超え技術・工学・数学までも横断する、特に自由研究・探究に焦点を絞ったSTEM教材・AL型授業を開発した点に学術的意義や社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：We have developed STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education programs that enable students to acquire "inquiry skills" and rubrics for "inquiry skills" from the perspective of viewpoint of science.

研究分野：STEM教育

キーワード：STEM教育 自由研究 探究

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初に自由研究・探究を促す STEM (科学・技術・工学・数学) 教育に注目した背景と意義は以下の3点である。

- (1) 新学習指導要領において高等学校で「理数探究」が新設される他、教科横断の「総合的な探究の時間」も始まっていき、ますます探究活動が重視されていく傾向にある。
- (2) 理科教員実態調査(小、中、高)(JST, 2011; 2013; 2010)によると、小中における自由研究、高校における探究活動・課題研究の実施割合は高くなく(高校では年間3時間以下が6~8割)、指導技術が十分であると考えられる教員の割合も高くない現状がある。
- (3) STEM分野は就職率が高く(OECD, 2017)、米国、中国等がSTEM教育を一層推進している。日本においてもSTEM教育推進の動きが出てきた(文科省, 2018; 経産省, 2018)。
OECD: Education at a Glance 2017, 2017.
文部科学省: Society 5.0 に向けた人材育成 ~ 社会が変わる, 学びが変わる ~, 2018.
経済産業省: 「未来の教室」と EdTech 研究会 第1次提言, 2018.

また、研究開発当初に本研究構想に至った経緯は下記の通りである。

- (1) 本研究者は京滋地区における多数のスーパーサイエンスハイスクール(SSH)の運営指導委員を努め、研究課題が科学だけでなく、技術・工学や数学分野にもあることに気づいた。また、開発実施してきたNHK「カガクノミカタ」連動AL型授業でも技術・工学的視点を取り上げ児童・生徒の関心を惹きつけられてきた。そこで、児童・生徒が自由研究・探究を行う際に、科学の枠を超えてSTEMに興味関心を持つと考え、自由研究・探究を促すSTEM教育教材活用AL型授業開発の着想に至った。
- (2) PISA過去問題による探究型AL型授業評価の限界を見だし、PISA等を補完する評価指標開発の必要性を指摘してきた(加納ら, 2017)。そこで、理科の見方・考え方(次期学習指導要領)、科学についての知識(PISA)、批判的思考力等(21世紀型スキル)等を踏まえ、自由研究・探究スキルを要素分解し、ルーブリックで評価する着想に至った。
加納・水町ら(2017)「高校生を対象とした研究体験で獲得される科学的知識とその限界 -PISAの評価枠組みを活用した分析-」, 科学教育研究, 41(2), 107-115

研究開始当初に本研究が挑戦的であると考えていた理由は以下の3点である。

- (1) これまでの科学教育の枠を超え技術・工学・数学までも横断する、特に自由研究・探究に焦点を絞ったSTEM教材・AL型授業を開発する点
- (2) 「自由研究・探究スキル」を理科の見方・考え方、科学についての知識等を踏まえて児童・生徒でも実行可能なレベルにまで要素分解し、要素毎の習熟度をルーブリックで評価するだけでなく、各要素が身につく教材・AL型授業を開発する点
- (3) これまで暗黙知であった「自由研究・探究スキル」を形式知化させることで児童生徒だけでなく、指導技術が不十分と感じていた教員のスキルアップを目指す点

また、広く普及展開することで、科学教育分野をより拡張したSTEM教育分野を切り開き、今後の「自由研究・探究スキル」教育・評価確立の道筋をつける可能性がある。PISAや全国学力学習状況調査の平均点向上、STEM関連職に就きたい児童生徒数増も期待される。

2. 研究の目的

下記3点が本研究の目的である。「教材・授業の進化」と「評価指標の深化」を往還させ、その開発結果だけでなく、開発手法自体をも教員研修等を通して普及展開させる。

- (1) 自由研究・探究を促すSTEM(科学・技術・工学・数学)教育教材活用アクティブラーニング(AL)型授業の開発
- (2) 自由研究・探究スキル習熟度評価のための質的評価指標(ルーブリック)の作成
- (3) 上記授業群とルーブリックを用いたAL型授業の体系化と普及展開

3. 研究の方法

上記研究を達成するため、下記3つの方法を用いた。

- (1) 「自由研究・探究スキル」が習得できるSTEM(科学・技術・工学・数学)教育教材開発
- (2) 開発STEM教育教材を活用したアクティブラーニング(AL)型授業群の開発
- (3) 「理科の見方・考え方」等の観点から「自由研究・探究スキル」のルーブリック開発

4. 研究成果



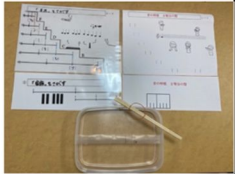
まず、「自由研究・探究スキル」が習得できるSTEM(科学・技術・工学・数学)教育教材・授業を下記の4種類開発した。教材・授業のタイトルとその特徴は下記の通りである。

- (1) スーパーボールすくいで大実験：柿渋を用いた発明を行う
- (2) カピバラの予想外にふれる：カピバラの毛質からカピバラの生態を予想する

(3) 大発見！「音」の秘密：ピタゴラス音階を発見する

(4) 茶レンジ！飲み比べ：抽出温度の異なる日本茶を飲み比べる

次に、これら教材・授業を組み合わせた「自由研究・探究」をサポートするオンラインスクール「コアラのしっぽ」を開設した。オンライン実施となったのは、新型コロナウイルス感染症の影響によるもので、実験キットを郵送して実施することとした。衛生上、食品の郵送が難しいと判断したことから「茶レンジ！飲み比べ」は採用せず、「スーパーボールすくいで大実験」「大発見！「音」の秘密」「カピバラの予想外にふれる」の3種類を採用した。3種類それぞれの所要時間、STEM要素、活動、郵送キットは下記表の通りである。

	授業 (所要時間)	STEM 要素	活動	郵送キット
1	スーパーボールすくいで大実験 (60分)	化学 技術 工学	<ol style="list-style-type: none"> 柿渋染めのポイでスーパーボールすくいをする 日本の伝統技術「柿渋」に関するクイズにこたえる。 柿渋を用いた発明を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 柿渋 ポイ 柿渋染めのポイ スーパーボール 
2	カピバラの予想外にふれる (90分)	生物学	<ol style="list-style-type: none"> カピバラの毛質がタワシに似ていることを、カピバラの毛とタワシを比べて発見する。 タワシを使ってカピバラの人形をつくる。 カピバラのVRでカピバラを観察する。 タワシが防水であることに注目して、カピバラがどこに住んでいるかを予想する。 	<ul style="list-style-type: none"> タワシ 綿 カピバラのぬいぐるみ カピバラの毛 カピバラ人形のパーツ VRゴーグル 
3	大発見！「音」のヒミツ (90分)	物理学 数学	<ol style="list-style-type: none"> 輪ゴムと割り箸で一弦琴をつくる。 音階判定アプリケーションと1/2と2/3の長さを発見出来る物差しを用いて音階を探す。 ピタゴラス音階の法則を発見する。 	<ul style="list-style-type: none"> 輪ゴム 割り箸 タッパー 1/2と2/3の長さを発見出来る物差し 

これら3種類のSTEM授業を受講後、児童らは自由研究・探究テーマを設定した。その後、数ヶ月間にわたって自由研究・探究に取り組むことをサポートした。

最後に、過去に自由研究で受賞をした児童・生徒へのインタビューを通して、自由研究・探究スキルとして「比較する力」「関連付ける力」「常識を疑う力」「粘り強く続ける力」「粘り強く続けながらも新規現象を見逃さない力」などを見いだした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3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 塩瀬 隆之	4. 巻 60
2. 論文標題 インクルーシブデザインとオンラインの場づくり	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計測と制御	6. 最初と最後の頁 448～453
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11499/sicejl.60.448	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 加納圭	4. 巻 13
2. 論文標題 研究と実践との橋渡し 科学コミュニケーションを例に	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 質的心理学フォーラム	6. 最初と最後の頁 42-48
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 川上 雅弘、仲矢 史雄、片桐 昌直、水町 衣里、任田 康夫	4. 巻 45
2. 論文標題 理科指導における社会との関連内容を扱う際の中学・高校理科教員の意識	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 科学教育研究	6. 最初と最後の頁 421～429
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssej.45.421	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2件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吉田 信明、塩瀬 隆之、田中 正之
2. 発表標題 定点カメラ映像を用いた市民による動物行動観察における着眼点の提示効果の検証
3. 学会等名 情報処理学会研究報告エンタテインメントコンピューティング（EC）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加納圭
2. 発表標題 インクルーシブ STEM 教育の理論・実践・評価
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年回（招待講演）
4. 発表年 2020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
研究分担者	塩瀬 隆之 (Shiose Takayuki) (90332759)	京都大学・総合博物館・准教授 (14301)	
研究分担者	水町 衣里 (Mizumachi Eri) (30534424)	大阪大学・社会技術共創研究センター・准教授 (14401)	

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
---------	---------