

令和 6 年 5 月 26 日現在

機関番号：17101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02903

研究課題名(和文) 科学現象の理解を深めるSTEAM教材の開発と実践研究

研究課題名(英文) Development and practical study of STEAM teaching materials to enhance understanding of scientific phenomena

研究代表者

伊藤 克治 (ITO, Katsuji)

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：10284449

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、学習者が直接手にすることのできる三次元教材を開発するとともに、時間変化と連動した三次元教材を用いた学習プログラムの開発を行った。

三次元教材としては、3Dプリンターを用いて有機分子の球棒モデルや、電子軌道を直感的に理解できる分子模型を製作した。また、防災教育を指向した地形モデルを製作した。デジタル三次元教材としては、プロジェクションマッピング型教材とARによるリアルタイム教材を開発した。さらに、STEAM型の授業として我々は科学的アプローチと工学的アプローチを融合した独楽づくりの授業や、電気回路を用いた授業を開発して実践した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を通して、新学習指導要領の理科における小学校・中学校・高等学校を通した「見方・考え方」を領域横断的に働かせる学習過程や、STEAM教育の進め方に対して1つの提案ができるものと考えている。また、本研究の成果物は、教科横断的な観点から、技術・家庭科、数学(算数)科、美術(図工)科等の授業にも応用できる。さらに、デザイン(Arts)思考により創出した教材には、ユニバーサルデザインの視点も含まれているため、その波及効果は極めて高いものと考えている。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed 3D teaching materials that can be directly accessed by learners, and also developed a learning program using three-dimensional (3D) teaching material linked with time change, and put them into practice. As 3D teaching materials, we have used a 3D printer to create a ball-and-stick model of organic molecules and organic molecular models that allow learners to intuitively understand electron orbitals. Additionally, we have created a terrain model aimed at disaster prevention education. As digital 3D teaching materials, we have developed projection mapping type teaching materials and real-time teaching materials using AR. Furthermore, we developed and put into practice a top-making class that combines scientific and engineering approaches, as well as a class using electrical circuits.

研究分野：科学教育、教育工学

キーワード：理科教材 3Dプリンター STEAM教育 プログラミング教育 粒子概念 空間概念 時間概念 見方・考え方

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。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

学校教育における理科学習は、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」の4領域で小・中・高等学校を通じて内容が構造化されており、科学概念が系統的かつスパイラルに育成されている。これら4領域のうち、粒子領域では生活空間よりも遥かに小さなもの、逆に、地球領域では遥かに大きな学習対象を扱うが、児童生徒にとってこれらの学習では抽象思考できる空間概念が必要である。また、長時間かかる物質の化学変化や地形の状態変化など、学習時間内に収まらない科学現象の理解でも抽象思考が求められる。しかし、児童生徒にとっては、生活空間や学習時間外の学習対象は、実感を伴った理解が容易ではない。実際、国内外の各種調査において日本の児童生徒が学年進行と共に理科への興味・関心や有用性の実感が低下するが、抽象思考が増えてくることが一因であると考えられる。なお、現在では抽象思考を支援するインターネット上の各種情報やデジタル教材等が普及してきているが、多くの情報から必要な情報を抽出・編集し、実感を伴って深く理解することや、その伝達に課題があることが様々なところで指摘されている。このことは、OECDが行っているPISA(生徒の学習到達度調査)2018や、TALIS(国際教員指導環境調査)2018の結果において、日本では学校の授業におけるICT活用の取り組みが十分ではないことに相関しているものとも考えられる。

世界に目を転じると、変化が激しい予測不可能な社会に向けてIT化が一層進む中で、2006年からは、STEM教育にArts(芸術)を加えたSTEAM教育が注目されている。我が国では、STEAM教育とは明記されていないものの、新学習指導要領の中では、高等学校の「理数探究」や小学校からの「プログラミング教育」などがすでに取り入れられている。さらにいえば、STEAM教育は分野横断的に内容や文脈を統合した学習を行うものであり、新学習指導要領での理科の領域横断的、さらには教科横断的に「見方・考え方」を働かせる学習と軌を一にするものであると捉えられる。それだけに、STEAM教育の視点を取り入れながら、児童生徒の発達段階を踏まえた領域横断的かつ系統的な教材・学習プログラムを開発し、個々の科学概念形成とその統合について明らかにすることは、新学習指導要領の全面実施が始まっている現在、喫緊の課題といえる。

2. 研究の目的

本研究は、理科の粒子領域と地球領域に焦点を当て、申請者が先行研究で独自に定義した、抽象領域と現実領域の中間領域である“メゾスコピック領域”に着目し、学習者が直接手にすることのできる三次元教材(3Dモデル)を開発するとともに、ICTを用いて三次元教材を時間変化と連動する学習プログラムを開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 3Dプリンターを活用した三次元教材の開発

有機分子模型の製作

粒子概念育成を指向して、高等学校化学の炭化水素の指導計画につながるための有機分子模型を製作した。

地形モデルの製作

空間概念の育成を指向して、防災教育につながるための地形モデルを製作した。

(2) デジタル三次元教材の開発

プロジェクションマッピングによる災害シミュレーション教材の開発

上記(1)の研究と並行して、3D地形モデルに地形データを投影することのできる画像の探索と選定を行い、地形モデルに実際に投影するための条件を検討した。

リアルタイム三次元配置教材の開発

形を自由に変えることができる素材と深度センサー、プロジェクター、パソコンを組み合わせ、現実空間の中で山・河川・平野などの地形変化にあわせてリアルタイムで三次元配置を映し出す俯瞰型のAR教材を開発した。

(3) 新規に開発した教材等を用いた学習プログラムの立案と実践・評価

STEAM教育を指向して開発した教材を用いた探究的な学習プログラムを開発し、実践を行った。

4. 研究成果

(1) 3Dプリンターを活用した三次元教材の開発

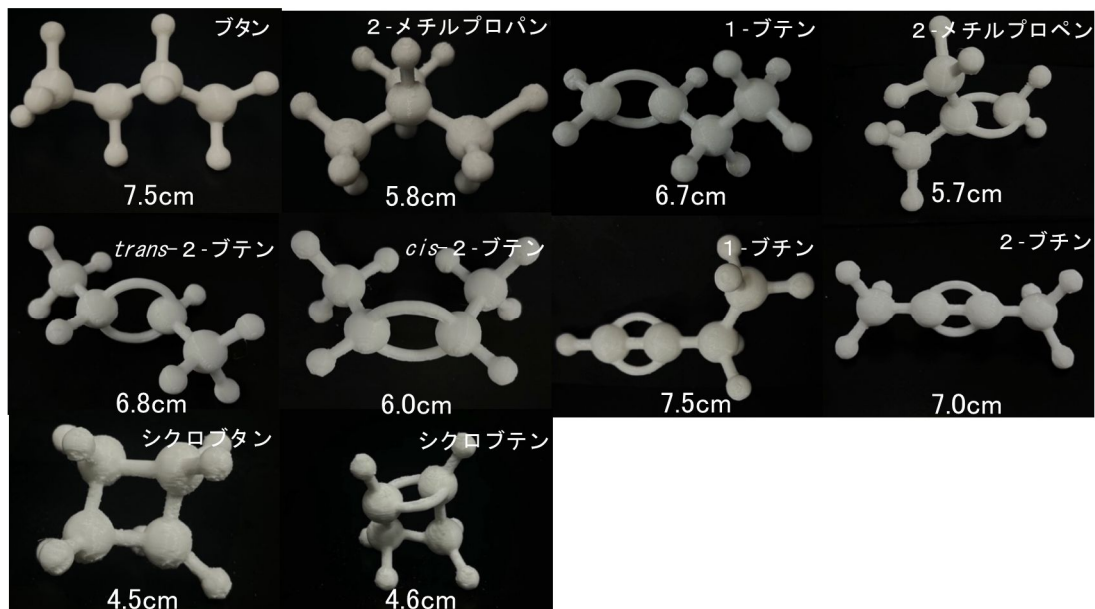
有機分子模型の製作

平成30年告示の高等学校学習指導要領解説 理科編の「化学」の「(4)有機化合物の性質 (ア) ⑦炭化水素」では、脂肪族炭化水素の性質や反応を、その構造と関連付けて理解させることがねらいとされている。そのために、内容の取り扱いで「構造異性体や、立体異性体としてシス-トランス異性体も扱う。なお、炭素原子の電子配置の資料を示して、メタンが正四

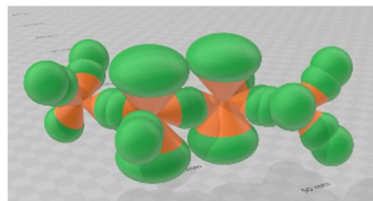
面体である理由について、電子配置と構造とを関連付けて触れることも考えられる。」と示されている。これを受けて、新学習指導要領に対応した教科書では、電子配置と混成軌道が記載されるようになった。しかし、炭化水素の分子の形を示すモデルには球棒モデルが使われており、二重結合が同一種類の2本の結合からなるように図示されている。そこで本研究では、教科書に記載されている一連の炭化水素（アルカン、アルケン、アルキン）の球棒モデルの分子模型を製作するとともに、結合と結合による二重結合の形を手にとりて理解するための分子模型を製作することにした。

教科書に記載されている球棒モデルは、二重結合が曲がった2本の結合で表記されているが、この3Dデータを作成するためには、Crystal Makerなどの分子モデリングソフトから直接STLファイルで出力する方法が使えない。そこで、Windows搭載の3D builderを用いて球と円柱からカスタマイズして作成した。なお、既知の結合角と結合距離を基に、X軸、Y軸、Z軸及び図形サイズを調整して、結合角と結合距離を正確に反映させた。

こうして得られた球棒モデルを出力する際に、充填率や積層させる際の造形物の角度等を精査し、目的とする一連の炭化水素の球棒モデルを製作することができた（下図）。



次に、二重結合が結合と結合からなることを学ぶための分子模型を製作した。実際の電子雲をそのまま再現したモデルでは、炭素原子の電子配置（ sp^2 混成軌道）と二重結合との関係を捉えにくい。ため、大学で用いる教科書で説明しているようなモデルを製作することにした。3Dプリンターで出力するために必要な3Dデータは、Windows搭載の3D builderを用いて、円錐や球を適切にカスタマイズして作成し、これを出力して目的の分子模型を製作することができた（右図上：トランス-2-ブテンの3Dデータ、右図下：出力したトランス-2-ブテンの分子模型）。同様の方法でシス体も製作した。



このように、二重結合は sp^2 混成軌道の重なりによる結合とp軌道の重なりによる結合からなることを手にとりて学ぶ分子模型を製作することができた。これを単元の指導計画に取り入れて、二重結合の炭素-炭素結合間の自由回転ができずにシス-トランス異性体が存在することや、結合の方向と軌道の方向が直交しているために、結合は比較的切れやすい（付加反応を起こしやすい）ことを学ぶ学習プログラムを立案した。

地形モデルの製作

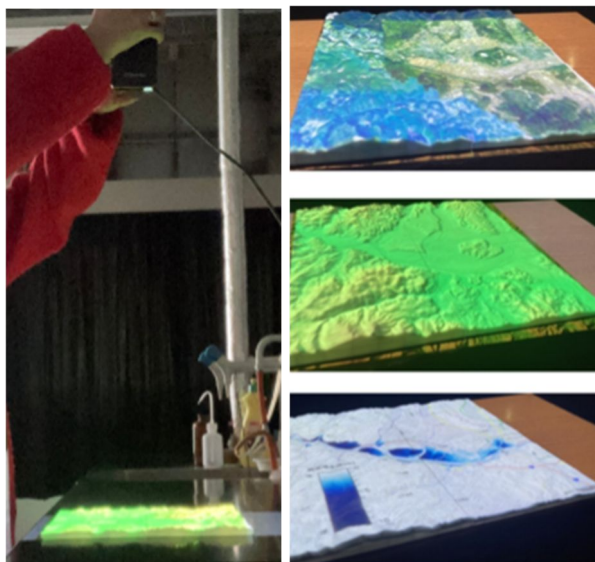
現在、様々な地形データをネット上から手に入れることができるが、これをそのまま画面表示あるいはスクリーンに投影しただけでは、空間的な広がりを実感しにくい。特に、防災教育では地形によって災害の種類が異なることから、地形を三次元的に捉えた上で、どのような災害が想定されるかを学ぶことが大切になる。先行事例では、スチレンボードを使ったものや、3Dプリンターを使った立体地形モデルが製作されている。しかし、一般的なFDM方式（熱溶解方式）の3Dプリンターを使った場合、その形状・大きさや素材の種類によっては、造形物が反るなどの問題がある。そこで本研究では、板状に近い地形モデルを製作する

際の加工精度について、加工条件やフィラメント素材の種類に着目して検討した。まず、フィラメントとして一般的に使われるポリ乳酸樹脂 (PLA) を用いて、厚さ 3mm の板状模型を製作してみたところ、100mm×100mm 以上の大きさでは反りが起こることが分かった。詳細に加工条件を検討したところ、デフォルトで水平補正をただけでは不十分であり、手動でベットの傾きをノズルの動く平面と平行になるように調整することで、用いた 3D プリンターで加工できる最大サイズの 140mm×140mm で出力しても反りがなく製作できることが分かった。さらに、最大 400mm×400mm まで出力できる 3D プリンター (Kobra Max) を用いて、400mm×400mm×5mm の板状模型の製作条件について検討したところ、PLA、サーモプラスチックポリウレタン (TPU)、グリコール変性ポリエチレンテレフタレート (PETG)、ABS 樹脂 (ABS) のうち、TPU のみが製作可能であることが分かった。TPU はガラス転移点以外の樹脂よりも低く、室温では柔軟性が高いという特徴をもっている。このため、板状の造形物は反りにくいと考えられる。

(2) デジタル三次元教材の開発

プロジェクションマッピングによる災害シミュレーション教材の開発

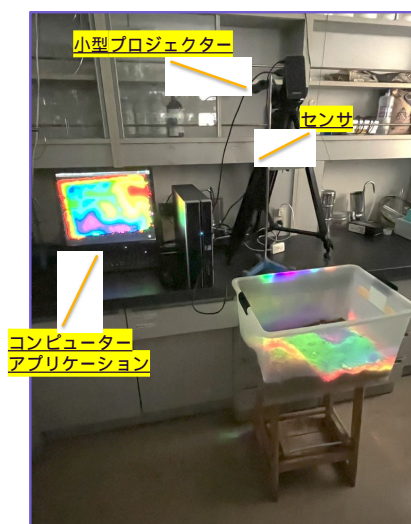
上記(1) で製作した地形モデルに投影するためのシステム構成について検討した。地形モデルは熊本県人吉市付近で、大きさは 280mm×280mm (140mm×140mm のものを 4 つ繋いだもの) を用いた。地図情報は防災教育に用いることを想定して、熊本県人吉市の空中写真、カラー標高図、令和 2 年 7 月豪雨による洪水範囲の 3 種類を用いた。上部から小型プロジェクター (AKASO FOCUS Mini Video Projector) で投影した様子を右図に示している。上から順番に、空中写真、カラー標高図、洪水範囲を示しているが、これら 3 つの画像データは PowerPoint に貼り付けているので、容易に切り替えることができる。地形モデルの標高は等倍を用いていることもあり、奥行き差は大きくないため、各部に鮮明に投影させることができた。このように 3D の地形データに投影しているため、低い位置で浸水が起きていることを容易に確認することができる。



リアルタイム三次元配置教材の開発

自然現象や科学現象の時間変化は様々であるため、学習時間に合わせて変化をコントロールして、それを的確に捉えさせる教材は大切である。近年、AR (Augmented Reality) が我々の生活の中でも活用されるようになってきた。教育に関係するものとしては、Universal Terminal Systems 社が 2012 年に開発した AR 砂場と呼ばれる製品があり、砂による造形が変わったことを感知して、その変化に合わせて映像を投影することができる。しかし、製品は高価であることや、パッケージ化されているため、学校教育現場で活用することは難しい。そこで本研究では、深度センサー、パソコン、プロジェクターからなるシステムを構成し、リアルタイムで変化する砂の形状に合わせて映像を投影する実物投影型 AR 教材を開発することにした。

深度センサーは、Intel® RealSense™ Depth Camera D455 を用いて、得られたデータをノート型 PC に取り込んで Intel® RealSense™ Viewer というフリーのアプリケーションで処理させた。設定条件とシステム構成を詳細に検討した結果、右図のように小型プロジェクター (AKASO FOCUS Mini Video Projector) との組み合わせで、通常の土にうまく投影させることができた。



(3) 新規に開発した教材等を用いた学習プログラムの立案と実践・評価

アナログとデジタルを融合させた新たなものづくりの実践

手回し独楽がよく回るために必要な要素を検討する科学的アプローチと、独自にデザインした独楽を精度良く加工して製作する工学的アプローチを組み合わせた STEAM 型による独楽づくりの授業を構想した。これに向けて、教育用小型木工ろくろを用いた手回し独楽づくりを

行った後、3D プリンタを用いた独楽づくりを行い、再度、同じ木工ろくろを用いた独楽づくりに繋げる STEAM 型の学習プログラムを開発した。実際に、本学附属 A 小学校で授業実践した結果、科学的アプローチによって、持ち手を長く、胴体を大きく、薄く、低くすることでよく回る独自の独楽のデザインが創出された。その後、最初の木製の手回し独楽と 3D プリンタを用いた独楽を比較検討し、工学的アプローチによって加工精度を改善する手法を探究して製作に活かすことで、最終的によく回る木製の手回し独楽を製作することができた。このような科学的アプローチと工学的アプローチを組み合わせた STEAM 型授業の有用性を確認することができた。

回路教材を用いた実践

STEAM 教育の内容として電気回路に着目し、回路概念の理解の程度と回路設計の能力との関連性について中学生を対象に調査した。その結果、生徒は教科書通りの見た目では回路を適切に解釈できるが、同じ機能であっても部品の位置や向きが異なると理解の程度が著しく低下することが分かった。これを受け、部品の位置や向きを自在に変更して回路を試行錯誤しながら構築できる STEAM 教育を指向した回路教材を開発し、試行的に教育実践を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 伊藤克治	4. 巻 73
2. 論文標題 ワイヤフレーム型分子模型を用いた有機化学の対面/ 遠隔学習 (3)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要, 第六分冊, 教育実践研究編	6. 最初と最後の頁 1-6
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 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 菰田 剣、宮地作造、伊藤克治	4. 巻 73
2. 論文標題 3D プリンターで製作した分子模型を用いた立体化学教育の実践	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要, 第六分冊, 教育実践研究編	6. 最初と最後の頁 7-11
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 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 大内 毅, 平田将太郎, 伊藤克治	4. 巻 73
2. 論文標題 STEAM 教育を指向した探究型ものづくりの実践 : 科学的・工学的アプローチを組み合わせた手回し独楽づくり	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要, 第六分冊, 教育実践研究編	6. 最初と最後の頁 19-25
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 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 Kenichi Goto; Mika Tsuyukubo; Yorikazu Nouchi; Katsuji Ito; Hiroshi Iida; Yoshida Tomoko; Yoriko Ikuta; Sanai Katsuko	4. 巻 13
2. 論文標題 The Impact of the Curriculum on the Teaching of Integrated Learning (Inquiry) Time the Effects of Changing Attitudes and Developing 'STEAM Education Skills'	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Conference proceedings. New Perspectives in Science Education. 13th Edition	6. 最初と最後の頁 -
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 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 石橋直, 森山潤	4. 巻 143
2. 論文標題 エンジニアリングを指向した小学生向け回路設計ワークショップのための教材開発と実践	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電気学会論文誌A (基礎・材料・共通部門誌)	6. 最初と最後の頁 355-438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejfms.143.348	査読の有無 有
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 石橋直, 部亜里紗, 森山潤	4. 巻 65
2. 論文標題 中学生における電気回路の接続に関する概念理解と実体配線図作成の能力との関連性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 141-149
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 有
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 石橋直	4. 巻 143
2. 論文標題 ハンズオンによる技術科教員養成の電気理論科目における教育実践	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電気学会論文誌A (基礎・材料・共通部門誌)	6. 最初と最後の頁 107-114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejfms.143.1	査読の有無 有
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 石橋直, 貝澤世菜, 石川洋平, 森山潤	4. 巻 142
2. 論文標題 新学習指導要領に準拠した小学校・中学校の教科書における電気に関する記述内容の調査	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電気学会論文誌A (基礎・材料・共通部門誌)	6. 最初と最後の頁 291-299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejfms.142.291	査読の有無 有
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 大内毅、元田玲	4. 巻 72
2. 論文標題 ウッドブロックの製作とその教材化の検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要 第72号 第6分冊	6. 最初と最後の頁 1-5
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 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 大内毅、田中晴菜	4. 巻 72
2. 論文標題 教育用階段型木琴を用いた授業実践研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要 第72号 第6分冊	6. 最初と最後の頁 7-12
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 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 伊藤克治	4. 巻 72
2. 論文標題 ワイヤフレーム型分子模型を用いた有機化学の対面/遠隔学習(2)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要 第72号 第6分冊	6. 最初と最後の頁 13-18
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 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 Kenichi Goto, Mika Tsuyukubo, Yorikazu Nouchi, Atsushi Fujihira, Katsuji Ito, Hiroshi Iida, Tomoko Yoshida, Masafumi Kaneko	4. 巻 72
2. 論文標題 Curriculum Development Based on "Period of Integrated Studies" to Cultivate STEAM Educational Skills and Construction of a Hybrid Validation System	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Conference proceedings. New Perspectives in Science Education. 12th Edition	6. 最初と最後の頁 199-202
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 有
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 伊藤克治, 宮地作造, 菰田剣, 西辻真央	4. 巻 71
2. 論文標題 ピナフチル骨格をもつホスフィノフェノール型有機分子触媒を用いた不斉aza-MBH反応	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要 第3分冊	6. 最初と最後の頁 13-18
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 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 石橋直, 森山潤	4. 巻 71
2. 論文標題 技術教育における電気回路設計の学習に関する研究課題の展望 - 中学校技術科および高等学校工業科に焦点化して -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要 第3分冊	6. 最初と最後の頁 33-63
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 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 石橋直, 貝澤世菜, 石川洋平, 森山潤	4. 巻 FIE-20-006
2. 論文標題 小学校・中学校の教科書における電気に関する記述内容の調査	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電気学会研究会資料	6. 最初と最後の頁 7-12
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39件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 田中拓哉, 伊藤克治, 石田理紗, 浅野裕樹, 真井克子, 野内頼一, 後藤 顕一
2. 発表標題 小学校における相互評価活動を取り入れた考察改善の実践
3. 学会等名 日本理科教育学会 オンライン全国大会2024
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 伊藤克治、野内頼一、後藤顕一
2. 発表標題 課題設定力を高める相互評価活動の実践
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 後藤顕一、山内慎也、熊田憲朗、北川輝洋、吉田朋子、生田依子、鳥谷部光、伊藤克治、飯田寛志、野内頼一
2. 発表標題 相互評価活動のさらなる展開
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 熊田憲朗、山内慎也、野内頼一、伊藤克治、飯田寛志、後藤顕一
2. 発表標題 相互評価活動による生徒の学習意欲に関する考察 5校の中学校の実践において
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉田朋子、神田京子、伊藤克治、野内頼一、後藤顕一
2. 発表標題 生物基礎における「学習のまとめり」ごとの評価 相互評価活動を活用しながら
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 生田依子、古川千恵、伊藤克治、後藤顕一、真井克子
2. 発表標題 SSH 高等学校での学校間連携 多面的評価を学校間連携で実施する
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石田理紗、浅野裕樹、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 氷河を題材とした地球温暖化を実感させる学習プログラムの開発
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野内頼一、浦川順一、佐藤友介、佐藤大、松高和秀、佐藤博義、柴田晴斗、神孝幸、飯島正人、岡本暁、出口輝樹、真井克子、松原静郎、林 誠一、伊藤克治、後藤顕一
2. 発表標題 化学基礎・化学における単元の指導計画の構築に向けて 単元の指導計画を構築する際の視点や考え方
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤友介、佐藤大、岡本暁、神孝幸、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 酸化と還元における単元の指導計画の構築に向けて 電子の授受を意識させる酸化と還元の単元びらき
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 浦川順一、佐藤友介、佐藤大、松原静郎、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 物質と化学反応式における単元の指導計画の構築に向けて 単元の指導計画を見直すポイント -
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松高和秀、柴田晴斗、佐藤博義、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 化学反応と熱・光における単元の指導計画の構築に向けて 一体感を通じた「エンタルピー」「エントロピー」の理解を目指して -
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 柴田晴斗、松高和秀、佐藤博義、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 物質における単元の指導計画の構築に向けて - 新たな概念「モル濃度」を学ぶ必要性を実感する -
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 出口輝樹、真井克子、佐藤友介、佐藤大、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 溶液とその性質における単元の指導計画の構築に向けて -主体的な学びの充実のための CBT-
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 浅野裕樹、石田理紗、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 気象災害を題材とした探究の過程を踏まえた学習プログラムの提案 自然事象に対する気付きを大切に
3. 学会等名 日本理科教育学会 第73回全国大会（高知大会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大内 毅、平田将太郎、伊藤克治
2. 発表標題 STEAM教育を指向した手回し独楽づくりの授業実践
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回 全国大会（鹿児島）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石橋直，森山潤
2. 発表標題 中学校技術科教科書の回路事例に対する組み換え可能な回路教材の適用性評価
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第36回九州支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石橋直，今井ほのか
2. 発表標題 工業高校生の就職活動前後における職業選択の重視点の変化
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第36回九州支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石橋直，森山潤
2. 発表標題 中学生の電気回路設計における思考過程のプロトコル分析
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第 66回 全国大会（鹿児島）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石橋直，森山潤
2. 発表標題 短絡防止機能を備えた自由な配置で組み換え可能な回路教材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第 66回 全国大会（鹿児島）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤克治
2. 発表標題 課題の設定における相互評価活動の実践
3. 学会等名 日本理科教育学会 第 7 2 回全国大会（旭川大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菰田剣，宮地作造，伊藤克治
2. 発表標題 有機分子の立体構造を理解するための授業実践 ～3Dプリンターで製作した分子模型の活用～
3. 学会等名 日本理科教育学会 第 7 2 回全国大会（旭川大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 神 孝幸、藤本 義博、飯島正人、伊藤克治、後藤 顕一、野内 頼一
2. 発表標題 「水」を共通するテーマとした化学基礎の年間指導計画 化学の有用性を実感する授業の研究
3. 学会等名 日本理科教育学会 第72回全国大会（旭川大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤友介、佐藤大、岡本暁、神孝幸、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 単元びらきを核とした単元の指導計画～質量から物質量へ視点の転換を促す探究活動～
3. 学会等名 日本理科教育学会 第72回全国大会（旭川大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浦川順一、佐藤友介、佐藤大、伊藤克治、後藤顕一、野内頼一
2. 発表標題 単元の指導計画を通して資質・能力を育てる学習指導の在り方～物質量の導入をテーマに～
3. 学会等名 日本理科教育学会 第72回全国大会（旭川大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野内頼一、浦川順一、佐藤友介、佐藤大、松高和秀、佐藤博義、柴田晴斗、神孝幸、飯島正人、岡本暁、富永誠太郎、松原静郎、林誠一、伊藤克治、後藤顕一
2. 発表標題 資質・能力を育成する単元の指導計画の在り方について ～高等学校化学基礎をテーマに～
3. 学会等名 日本理科教育学会 第72回全国大会（旭川大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松高和秀、柴田晴斗、佐藤博義、伊藤克治、後藤頭一、野内頼一
2. 発表標題 生徒が体系的に学習できる「無機物質」の単元指導計画
3. 学会等名 日本理科教育学会 第72回全国大会（旭川大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大内毅、藤元嘉安
2. 発表標題 廃木材を原料としたパーティクルボードの製造（1）
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第35回九州支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石橋直，森山潤
2. 発表標題 小学生を対象とした回路設計ワークショップのための教材開発と実践
3. 学会等名 電気学会教育フロンティア研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tadashi Ishibashi, Jun Moriyama
2. 発表標題 Development of Teaching Material for Electric and Electronic Circuit Design Using Conductive Tape and Practice in Hands-on Workshop for Elementary School Pupils
3. 学会等名 11th DATTArc-ICTE-TENZ-ITEEA 2022（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石橋直, 石川洋平, 森山潤
2. 発表標題 電気回路設計学習のための思考モデル構築と検討
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第35回九州支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石橋直
2. 発表標題 反転授業による技術科教員養成の電気理論科目における教育実践
3. 学会等名 令和4年電気学会基礎・材料・共通部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石橋直, 森山潤
2. 発表標題 設計学に基づく電気回路設計における思考モデルの構築
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第65回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菰田 剣, 大内 毅, 伊藤克治
2. 発表標題 カラー 3D プリンターによる分子模型製作のための出力データ作成法の検討
3. 学会等名 日本理科教育学会九州支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮地 作造, 西辻 真央, 菰田 剣, 伊藤 克治
2. 発表標題 ビナフチル骨格をもつホスフィノフェノールを用いた不斉aza-MBH反応
3. 学会等名 第58回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤克治
2. 発表標題 遠隔授業における化学実験レポートのピアレビューの実践
3. 学会等名 日本理科教育学会 第71回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菰田剣, 大内毅, 伊藤克治
2. 発表標題 フルカラー3Dプリンターによる分子模型の製作
3. 学会等名 日本理科教育学会 第71回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大内毅, 兵永大悟, 菰田剣, 伊藤克治
2. 発表標題 3Dプリンターの加工条件が造形物の強度性能に及ぼす影響とその最適化について
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第34回九州支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大日方優太, 石橋直
2. 発表標題 工業高校の交流回路学習における体験的学びを実現するための簡易実験装置の開発
3. 学会等名 電気学会教育フロンティア研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大日方優太, 石橋直
2. 発表標題 工業高校の交流回路学習における体験的学びを実現するための簡易実験装置の開発
3. 学会等名 電気学会教育フロンティア研究会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 後藤顕一、藤枝秀樹、野内頼一、佐藤 大、伊藤克治、真井克子 編	4. 発行年 2024年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 224
3. 書名 探究型高校理科365日 化学基礎編	

〔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	大内 毅 (OHUCHI Takeshi) (40346838)	福岡教育大学・教育学部・教授 (17101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	石橋 直 (ISHIBASHI Tadashi) (80802842)	福岡教育大学・教育学部・准教授 (17101)	
研究分担者	後藤 顕一 (GOTO Kenichi) (50549368)	東洋大学・食環境科学部・教授 (32663)	
研究分担者	野内 頼一 (NOUCHI Yorikazu) (00741696)	日本大学・文理学部・教授 (32665)	

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