

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02924

研究課題名（和文）動くおもちゃものづくり教材開発と探究活動におけるユニティインダイバーシティの検証

研究課題名（英文）Development of moving toys as teaching materials for making, and verification of unity-in-diversity in inquiry activities for the toy movement

研究代表者

松永 泰弘（MATSUNAGA, YASUHIRO）

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：80181741

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）：子どもたちの科学の芽として最も重要とされる不思議や驚きを伴い、STEAMを促進するための探究型ものづくり教材の開発を行った。授業実践を通して、子どもの自主的・積極的・対話的活動・変容を心理学的分析の手法を用いた分析により明らかにした。発達・知識・技能の差、多様な価値観が尊重された学習集団によるものづくりと探究の実践は、ものづくり・あそび・探究の結びつき、感動や驚き・不思議により、つくりたい、学びたいという思いが一つになり、豊かな活動とまなびが表出することユニティインダイバーシティが明らかとなった。STEAMの柱となる教育方法であり、さらなる教育実践による研究継続の必要性が明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

開発した教材は、子どもたちの科学の芽として最も重要とされる不思議や驚きを伴う、探究深化のものづくり教材であり、産業界の技術革新に触れ、技術者と同じ創意工夫を伴う経験が可能であり、STEAM教育を促進する教材である。ものづくり探究活動を通して、こどもの自主的・積極的・対話的活動を多面的分析により明らかにし、多様性が尊重された学習集団によるものづくりと探究の中で、多様な予想、確かめ、振り返りにより興味や関心を深め、様々な考えに触れ、自己の思いや考えなどを判断し、新しい思いや考えを生み出す喜びや味わいを感じながらよりよいものにする姿の出現について明らかにしたSTEAMの柱となる教育方法である。

研究成果の概要（英文）： We developed inquiry-based manufacturing teaching materials to promote STEAM, involving wonder and amazement, which are considered to be the most important seeds of science in children. Through practical lessons, we clarified the children's independent, active, and interactive activities and transformations through analysis using psychological analysis methods. The practice of manufacturing and inquiry by a learning group that respected differences in development, knowledge, and skills, and diverse values, clarified unity in diversity, which expresses rich activities and learning by linking manufacturing, play, and inquiry, and uniting the desire to make and learn through excitement, surprise, and wonder. This is an educational method that is the pillar of STEAM, and it became clear that further research through educational practice is necessary.

研究分野：STEAM教育

キーワード：Unity in Diversity 動くおもちゃ 探究 ものづくり 幼児 STEAM United by Emotion あそび

### 1. 研究開始当初の背景

学習指導要領中学校技術では、ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、基礎的・基本的な知識及び技術の習得のみならず、工夫・創造する能力と実践的な態度を育てることが大きな柱となり、ものづくり教育充実の観点から、エネルギー変換に関する学習が充実され、理科・数学の教科も含め「主体的・対話的な深い学び」「資質・能力・知識・技能・思考力・判断力・表現力」が新たに強調されている。また、理科では、てこや振り子の運動にかかわる条件に目を向けながら調べ、見いだした問題を計画的に追究し、物の変化の規則性についての見方や考え方を養い、ものづくりを取り入れる内容になっている。

第4、5期科学技術基本計画では、ものづくりを担う子どもたちを継続的、体系的に育成していくために、幼い頃からものづくりの面白さに馴染み、創造的な教育を行い、子ども自らが知的好奇心や探究心を持って、科学技術に親しみ、目的意識を持ちながらものづくり、観察、実験、体験学習を行うことにより、ものづくりの能力、科学的に調べる能力、科学的なものの見方や考え方、科学技術の基本原則を体得できるようにすることが強調された。理数教育と工学を融合した STEM/STEAM 教育では、科学技術に対する興味だけではなく、感受性と想像力で革新的なアイデアを創出することができるこどもの育成を目標としている。

このような背景の下、H30-R2 年度科学研究費補助金により、Waves/Showers-of-Emotion Theory に基づく科学技術ものづくり教材と内発的動機づけの深化について研究し、機能性材料（形状記憶合金）を用いたエンジンカー教材、ものづくりとコンピュータ制御を学習する2足歩行ロボット教材、位置エネルギー利用の受動歩行模型教材、芸術性や鑑賞者を意識したオートマタ教材の開発が進められた。開発した教材の不思議・驚きが子どもたちの興味関心を引き起こし、学びへの熱中を誘い、学習意欲の高まりと基礎的・基本的な知識と技能の定着につながった。さらに、H30-R2 年度科学研究費補助金により、子どもたちが自ら学習に取り組み、主体的に問題を見つけ対話的に解決する 21 世紀の理数教育、技術教育における資質・能力・知識・技能・思考力や 21 世紀型スキルを獲得するための教材と授業を開発し、子どもたちの変容を多面的な分析により明らかにした。

本研究では、科学研究費による成果をさらに発展させ、多様性が尊重された学習集団によるものづくりと探究の中で、多様な予想、確かめ、振り返りにより興味や関心を深め、また、様々な考えに触れ、自己の思いや考えなどを判断し、新しい思いや考えを生み出す喜びや味わいを感じながらよりよいものにする姿の出現、“United by Emotion” “Unity in Diversity” について、こどもたちの関わりとこどもの変容を分析することにより明らかにする必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、これまでの研究を発展させ、新学習指導要領、科学技術基本計画、STEM/STEAM 教育、ESD 教育の実施を促進するための探究型ものづくり教材の開発と実践による検証を行う。子どもたちは、実験から得られる科学的データを設計に生かす探究を行い、試行錯誤によるものづくりを経験する。関心意欲の原動力は、内発的動機づけに変容する興味発達 の 4 段階理論 (Waves/Showers-of-Emotion Theory) に基づく、教材の持つ不思議さや驚きであり、熱中する子どもたちの姿が出現する。授業実践におけるものづくり・探究活動を通して、子どもたちの自主的・積極的・対話的活動と子どもの変容を心理学的分析の手法を用いながら多面的な分析により明らかにし、さらに、多様性が尊重された学習集団によるものづくりと探究の中で、多様な予想、確かめ、振り返りにより興味や関心を深め、また、様々な考えに触れ、自己の思いや考えなどを判断し、新しい思いや考えを生み出す喜びや味わいを感じながらよりよいものにする姿の出現について明らかにする。多様性が人間の相互作用を豊かにするという集団に対する考え方は、TOKYO2020 のテーマ “United by Emotion” “Unity in Diversity” に共通する到達点である。

### 3. 研究の方法

Waves/Showers-of-Emotion Theory は、Hidi & Renninger の「興味発達 の 4 段階モデル」を Ryan & Deci の「外発的動機づけから内発的動機づけに変容する諸段階」に適用した理論であり、感情の表出と興味発達 の段階が繰り返し出現する教材・授業によって内発的動機づけを深化させる理論である。子どもたちが自ら学習に取り組み、主体的に問題を見つけ解決する 21 世紀の技術教育、21 世紀型スキルにとって、それを支える理論といえる。また、教育学者ペスタロッチが唱えた概念を修正した 3H(Head, Hand, Heart) が絡み合った教材開発とする。修正型 3H は、人間の調和的成長を促す 3 つの要素「①動く教材：動作原理、エネルギーの探求活動(Head)、②道具の使用：技能の獲得、自己有能感(Hand)、③不思議さ・驚き：感情の表出・共有、心を揺れ動かされる体験が次の活動を生み出す原動力(Heart)」から成る。Waves/Showers-of-Emotion Theory および 3H に基づいた、子どもたちが創意工夫し学びに熱中する教材として、「①機能性材料を用いた教材（太陽熱による形状記憶合金エンジンカー）、②位置エネルギーで動く受動歩行教材、③サーボモータを用いた 2 足歩行ロボット、④時を刻むからくりを用いた

機械式・天賦式時計、⑤芸術性と鑑賞者を意識した制作を伴うオートマタ教材、マリオネット教材、⑥幼小対象の動作原理を追究する動くおもちゃ教材、⑦高校数学における数学的ものづくり活動教材」の開発を行い、科学的原理を探究する探究ものづくり教材、創意工夫教材、ロボット教材として提示する。開発する幼小中高校の探究ものづくり教材は、日本でも世界でも本研究以外では例のない教材として実践される。どの教材も不思議や驚きをとまなう独創的な教材であり、産業界の技術革新の一端に触れ、技術者と同じような創意工夫・試行錯誤をとまなう開発にふれることができるという革新性も兼ね備えている。また、不思議・驚きが子どもたちの興味関心を引き起こし、実験から得られる科学的データを設計に生かす追究・探究を行い、学びへの熱中を誘い、基礎的な知識と技能の定着につながる教材として、全国の理数教育、技術教育関係者、世界の STEM/STEAM 教育関係者への普及が期待される。多様性（障害の有無、発達・知識・技能の差、異年齢、多様な感情・価値観）の学習集団による、おもちゃものづくり・あそび・探究の結びつきは、感動や驚き・不思議により一つになり（United by Emotion）、豊かな活動とまなび（Unity in Diversity）の学習集団の形成に関して、子どもたちの変容を多面的に分析することにより明らかにする。

#### 4. 研究成果

開発した教材は、子どもたちの科学の芽として最も重要とされる不思議や驚きを伴う、探究深化のものづくり教材であり、産業界の技術革新に触れ、技術者と同じ創意工夫を伴う経験が可能であり、STEAM 教育を促進する教材である。ものづくり探究活動を通して、こどもの自主的・積極的・対話的活動を多面的分析により明らかにし、多様性が尊重された学習集団によるものづくりと探究の中で、多様な予想、確かめ、振り返りにより興味や関心を深め、様々な考えに触れ、自己の思いや考えなどを判断し、新しい思いや考えを生み出す喜びや味わいを感じながらよりよいものにする姿の出現について明らかにした STEAM の柱となる教育方法である。

以下に研究成果の一部（25 件の論文の中から 4 件の論文の内容を取り上げ）を提示する。

##### (1)位置エネルギーで動く受動歩行教材

新学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」として、言語活動、観察・実験、問題解決的な学習などの活動を充実することが求められている。また、中央教育審議会答申では、「主体的・対話的で深い学び」に対して、「子供自身が興味を持って積極的に取り組む」こと、「物事の多面的で深い理解に至るためには、多様な表現を通じた、教職員と子供や、子供同士が対話し、それによって思考を広げ深めていくこと」、「知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見出して解決策を考えたり」することが重要とされている。子どもの興味・関心を引き出し、観察・実験を行い、これまでの知識と情報（データ）を基に対話を広げ深めることが求められている。

小学校学習指導要領解説理科編では、「目的を設定し、計測して制御するといった考え方に基づいた観察、実験やものづくり活動の充実を図ったり（中略）理科の面白さを感じたり、理科を学ぶことの意義や有用性を認識したりすること」とある。同様に、中学校・高等学校理科においても、探究活動の充実が求められている。つまり、小学校から高校を通して、観察・実験を含む活動が重視され、そうした活動を通して課題解決の力を育むことが求められている。

そこで、不思議さや疑問から興味や学習意欲を引き出し、改良実験や歩行原理の探究などの学習活動を含む受動歩行模型教材を取り上げる。受動歩行とは、モータなどの動力を使用せずに位置エネルギーを運動エネルギーに変換して斜面を歩行するものであり、古くから玩具の機構として応用されてきた。これまでに、松永・前田(2015)は、幼稚園から大学までの幅広い学習内容を含む教材として、たわみにより歩行する紙製 4 足受動歩行模型を開発した。松永・古田(2019)は、大学生を対象とした授業実践を行い、探究活動やアンケートの分析から幼稚園から大学までを対象とした教材の利用方法や教育的価値を明らかにした。特に、小学校においては、科学的・工学的内容に興味を持ち、理解するための教材としての利用方法を明らかにした。本研究では、たわみ変形により歩行する紙製 4 足受動歩行模型を用いた授業実践を小学校 5 年生を対象として行い、児童の行動・発話の分析や児童・保護者のアンケート分析から以下の内容を明らかにした。①本教材は紙のみで動く意外性を持ち、驚きや不思議さが内発的動機づけとなり、学習活動に意欲的・主体的に取り組む姿が引き出された。②歩行原理の探究では、児童が左右の揺れを生じる仕組み、前に脚を踏み出す仕組み、エネルギーの 3 点から歩行原理を考えていた。重心と支点の位置関係や、弾性変形、身近な現象との関連付け等の根拠を基に歩行を考察することができた。③本教材は小学校以降の学習内容を豊富に含むことで、児童の疑問が解決されない。よって、児童の興味・関心が家庭においても継続し、歩行実験を行っただけでなく、自発的に周辺分野に関する調べ学習をする姿が引き出された。

##### (2)芸術性と鑑賞者を意識した制作を伴うオートマタ教材、マリオネット教材

中学校学習指導要領解説技術・家庭編には、「動力伝達の機構として、摩擦を利用して動力を伝える機構や歯車などのかみ合いを利用して動力を伝える機構、カム機構などの目的とする動きに変換して動力を伝える機構について知ることができるようにする」とあり、様々な機構を幅広く取り扱うことが求められている。しかし、中学校技術分野の教科書では、材料を加工し



動作原理に関する考察、探究ができた受講生が増加した。

#### (4) 高校数学における数学的ものづくり活動教材

中央教育審議会答申では、平成 20・21 年改訂学習指導要領の算数科・数学科について、PISA2015 や TIMSS2015 の調査で、数学の平均得点の高まりが見られ、中学生が数学を学ぶ楽しさや、実社会との関連に対して肯定的な回答をする割合の改善が見られた一方、それぞれの結果が、いまだ諸外国と比べると低い状況にあるなど学習意欲面で課題があるとされた。これらの課題を解決する数学科の目標の改善の 1 つとして、高等学校学習指導要領解説数学編、中学校学習指導要領解説数学編、小学校学習指導要領解説算数編では、「数学的活動の一層の充実」とある。数学科の目標としている資質・能力を育成していくためには、学習過程「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする過程」の果たす役割が重要であり、数学的に問題発見・解決する過程を学習過程に反映することを重視している。

さらに、産業競争力会議において提言された「成長戦略の進化のための今後の検討方針(案)」では、未来社会を見据えた初等中等教育の改革として、第 4 次産業革命に向けて異なる多様な知を結びつけながら新たな付加価値を生み出す創造的な活動を行うことができる人材、創造的に課題を発見・解決してイノベーションにつなげていくために必要な知識や思考力・判断力などを効果的に育む教育の必要性が述べられている。また、これを実現するために、理数教育と工学を融合した STEM 教育の重要性が強調されている。

松永らは、数学的活動をものづくりの中に見出し、数学の内容と、日常生活や現実社会を支える「ものづくり」の基盤の知識・思考体系である技術・工学の内容とを融合させることで、生活や社会における数学の有用性を理解し、問題解決場面で、事象を数理的に捉え、数学的に処理することの有用性について、実践や視覚・可視化の活動を通して理解できる「数学的ものづくり活動教材」を開発した。数学的ものづくり活動教材の中から、塩山について取り上げ、先行研究で明らかにされなかった種々の土台形状について、数値計算により稜線の式を求める数学的活動を提示し、これまで実施されていない高校数学での授業実践を通して、教材としての特徴および教育的価値を明らかにすることを研究目的とする。

塩山は、黒田(2000)によって考案され、土台となる平面図形の板に塩を最大限まで盛ったときに形成される塩山の稜線、頂点を平板に投影した図形を探究する数学的活動である。また、より複雑な平面図形の板を生徒自ら考え、製作し、その上に形成される塩山形状の探究に挑戦できる教材である。松永らは、塩山の探究対象を粉体工学や土質工学で研究されている立体としてのパラメータの範囲に広げ、現実事象と数学的抽象化を往還する教材として提案した。粉体工学は、資源・エネルギー・食料・工業材料など広範囲の産業を支える基盤であり、新しい産業の創成・発展につながる学問分野の一つである。粉体を含む塩山教材は、数学的抽象化において仮説を立て、具体物・具体的量の測定実験で検証しながら、理論の訂正・修正を行い、その上に構築される別の具体的量に関する新たな抽象化をさらなる別の測定実験で検証することにより、より確からしい理論に近づける過程を体験する教材である。塩山は、数学的探究を通じて、稜線の製図を CAD で描く活動や、等高線上の平面図形を積層し、立体的な地図を製作するように、塩山の立体を積層体として製作する活動など、技術・工学の分野からアプローチする活動につながり得る教材である。塩山は、境界が存在する平面図形の土台上に塩を盛ることで、円錐が重なり合いながら連続して形成され、頂点を結んだ稜線が現れる。塩山形状は、ある点を中心に塩を盛っていくときに、塩山は円錐形状を保ちながら、底面の円の半径および頂点の高さが大きくなっていき、境界に接した時点で円錐形状の塩山は最大限の大きさとなり、このように形成された塩山円錐の集合体と考えることができる。したがって、稜線は境界からの距離が等しい点の集合となる。稜線は、基本的に 2 境界に接する円錐の頂点の軌跡として現れ、2 本以上の稜線が交わる点では、塩山円錐は境界と 3 点以上で接する。本章では、先行研究において取り扱われていない形状の土台について解析をし、数値計算により稜線の式を求め数学的活動を提示し、数学的活動における探究内容を深める。

本研究は、先行研究で取り扱われていない形状の土台について解析をし、数値計算により稜線の式を求め数学的活動を提示し、高等学校数学において実践を行った。本研究において明らかになったことを以下に示す。①先行研究の数値計算により稜線の式を求め土台の提示として稜線の方程式を明らかにした。②塩山を用いた数学的活動として新たに、数値計算によって、稜線の形状を明らかにする数学的活動と決定係数を用いた統計の数学的活動を提案した。③実験などの数学的活動に対する記述から、生徒の知的好奇心を引き出すことが期待され、授業に体験的活動として塩山を取り入れることで、生徒の興味を引き出す教材である。④身近と数学を関連付けている記述から、身近な塩と数学を結びつけることで、数学の世界と現実の世界の関わりを実感することができる教材である。⑤生徒の様々な視点からの考察により、塩山が多面的な探究の促進につながることを期待できる。⑥塩山を実際に盛ることによって、数学的に抽象化された考察から発展し、粉体工学・土質工学の視点から考察する生徒が出現した。数学の授業で扱ったが、技術や工学の内容で探究していることがわかる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 24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 Yasuhiro MATSUNAGA, Mayuka MURAYAMA	4. 巻 3
2. 論文標題 Play/Inquiry-Based Learning Using Pendulum Toys in Steam Classes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FINE ART, DESIGN, AND TECHNOLOGY EDUCATION 2023	6. 最初と最後の頁 187-195
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 松永泰弘、守屋太雅、松永元輝	4. 巻 65/4
2. 論文標題 数学的ものづくり活動における相貫体教材の開発	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 269-277
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 松永泰弘、村山真由佳	4. 巻 65/4
2. 論文標題 棒の曲げ振動の先端で回転しながら揺れるおもちゃものづくり教材の開発	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 279-287
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 松永泰弘、渡辺大地	4. 巻 65/4
2. 論文標題 ゼンマイ式オルゴールの動力で動くオートマタ教材の開発	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 289-298
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 古田このみ、松永泰弘	4. 巻 65/3
2. 論文標題 中学校技術分野における機構製作による学習効果の検証	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 215-223
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 松永泰弘、守屋太雅	4. 巻 74
2. 論文標題 実事象と数学的抽象化を往還する数学的探究活動 ” 塩山 ”	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 静岡大学教育学部研究報告 人文・社会・自然科学篇	6. 最初と最後の頁 46-60
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 松永泰弘、久保宗士朗	4. 巻 55
2. 論文標題 小学校低学年の遊びを中心とした偏心軸の車輪で動くおもちゃ探究教材を用いた授業実践	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 静岡大学教育学部研究報告 教科教育学篇	6. 最初と最後の頁 88-101
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 Konomi Furuta, Yasuhiro Matsunaga	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Scientific Inquiry Activities for Junior High School Students Using Creation of Quadrupedal Passive Walking Paper Toys	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 QAHE 2022	6. 最初と最後の頁 34-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2991/978-2-494069-41-1_5	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 古田このみ、松永 泰弘	4. 巻 64/4
2. 論文標題 科学的探究の力の育成に向けた受動歩行模型を用いた活動 の開発と実践による検証	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 253-259
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 松永 泰弘、久代 義顕	4. 巻 64/4
2. 論文標題 斜面を移動する偏心車輪模型の運動解析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 253-259
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 古田このみ、松永 泰弘	4. 巻 54
2. 論文標題 中学生を対象とした受動歩行模型を用いた科学的探究活動の開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 静岡大学教育学部研究報告 教科教育学篇	6. 最初と最後の頁 81-94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14945/00029262	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 松永 泰弘、守屋 太雅、古田 このみ	4. 巻 54
2. 論文標題 高校数学における塩山を用いた探究活動の授業実践	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 静岡大学教育学部研究報告 教科教育学篇	6. 最初と最後の頁 95-108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14945/00029263	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 松永 泰弘、守屋 太雅、松永 元輝	4. 巻 73
2. 論文標題 積層体を創る数学的ものづくり活動教材の開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 静岡大学教育学部研究報告 人文・社会・自然科学篇	6. 最初と最後の頁 67-79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14945/00029245	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 松永 泰弘、久代 義顕、安達 美佑	4. 巻 64/3
2. 論文標題 偏心軸の車輪で動くおもちゃものづくり教材を用いた保育実践	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 233-242
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 古田このみ、松永 泰弘	4. 巻 64/3
2. 論文標題 中学校技術における機構に針金を用いたオートマタ制作の実践	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 181-189
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 松永 泰弘、河本 昌範	4. 巻 No.32
2. 論文標題 構部分に針金を使用したオートマタ教材の開発	5. 発行年 2022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紀要	6. 最初と最後の頁 143-150
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 松永 泰弘、古田 このみ	4. 巻 64/1
2. 論文標題 紙製3足受動歩行模型教材の開発と授業実践	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 1-8
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 松永 泰弘、安達 美佑	4. 巻 63/4
2. 論文標題 斜面を円柱が転がり揺れながら移動する組立式模型教材の開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 409-417
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 松永 泰弘、古田 このみ	4. 巻 63/3
2. 論文標題 たわみ変形により歩行する 4 足受動歩行模型の 材料と大きさに関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 325-333
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 松永 泰弘、安達 美佑	4. 巻 63/3
2. 論文標題 円柱が転がり揺れて動く段ボール製大型提示用教材の開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 335-342
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 松永 泰弘、古田 このみ	4. 巻 63/2
2. 論文標題 紙製 4 足受動歩行模型を用いた小学生対象の授業実践	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 207-214
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 松永 泰弘、守屋 太雅、松永 元輝	4. 巻 63/2
2. 論文標題 高校数学における塩山を用いた数学的活動と授業実践	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 229-237
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 M. ADACHI, Y. MATSUNAGA	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of the Rocking Wooden Toy with a Marble/Glass-Ball Going Down a Slope as a Teaching Material	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ICTE 2021 Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 164-170
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 K. FURUTA, Y. MATSUNAGA	4. 巻 -
2. 論文標題 Influence of the Material and Size on the Walking Motion of the Quadrupedal Passive Walking Toy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ICTE 2021 Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 123-129
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 Y. MATSUNAGA, K. FURUTA, M. ADACHI	4. 巻 -
2. 論文標題 Web support for make-play-inquiry activities during long -time closure of school because of COVID-19; 'Unity in Diversity' in learning group by use of moving toys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ICTE 2021 Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 171-179
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 -

〔学会発表〕 計41件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 松永泰弘、奥原滉太
2. 発表標題 紙製4足受動歩行模型の模型形状による歩行運動の変化に関する研究
3. 学会等名 第41回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永泰弘、久保宗士朗
2. 発表標題 ルーローの三角形を中心とした転がりを探究する理数探究教材の開発
3. 学会等名 第41回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永泰弘、杉山龍
2. 発表標題 教材型ソレノイドエンジンカーの開発
3. 学会等名 第41回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永泰弘、松永元輝
2. 発表標題 現実事象と数学的抽象化を往還する数学的活動「塩山」の探究深化と高校数学の授業実践による検証
3. 学会等名 第41回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永泰弘
2. 発表標題 数学からのsteM/steaM教材へのアプローチ
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永泰弘、久保宗士朗
2. 発表標題 小学校低学年を対象とした偏心軸の車輪で動くおもちゃものづくり教材を用いた授業実践
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永泰弘、村上聡大
2. 発表標題 小学校におけるものづくり教材としてのマリオネットの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古田このみ、松永泰弘、武井眞澄
2. 発表標題 紙製4足受動歩行模型を用いた探究活動の実現に向けた治具の開発と実践による検証
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古田このみ、松永泰弘
2. 発表標題 段ボールを使用し機構を設計・製作するオートマタ教材の開発と実践
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永泰弘、杉山龍
2. 発表標題 ソレノイドエンジンカーの教材化に関する研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永泰弘、奥原滉太
2. 発表標題 平地および斜面における紙製4足受動歩行模型の歩行姿勢に関する研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasuhiro MATSUNAGA, Mayuka MURAYAMA
2. 発表標題 Play/Inquiry-Based Learning Using Pendulum Toys in Steam Classes
3. 学会等名 FINE ART, DESIGN, AND TECHNOLOGY EDUCATION 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古田 このみ、松永 泰弘
2. 発表標題 受動歩行模型を用いた中学生対象の科学的探究活動の実践による検証
3. 学会等名 第40回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松永 泰弘、渡辺 大地
2. 発表標題 ゼンマイ式オルゴールの動力で曲に合わせて動くオートマタの教材の開発
3. 学会等名 第40回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松永 泰弘、久保 宗士朗
2. 発表標題 往復運動をする直方体と連結した偏心車輪模型の運動解析
3. 学会等名 第40回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松永 泰弘、守屋 太雅
2. 発表標題 塩山における三次元的土台に盛られた塩山形状に関する研究
3. 学会等名 第40回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松永 泰弘、高橋 紗耶花
2. 発表標題 パネの取り付けによる2足受動歩行模型の歩行への影響
3. 学会等名 第40回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 守屋 太雅、松永 泰弘
2. 発表標題 立体を創る数学的のものづくり活動教材の開発
3. 学会等名 日本数学教育学会 第55回秋期研究大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 M. MURAYAMA, Y. MATSUNAGA
2. 発表標題 INQUIRY MAKING ACTIVITY USING OF PENDULUM TOYS IN SCIENCE CLASS
3. 学会等名 ICTE 2022, Gold Coast, AUSTRALIA
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. FURUTA, Y. MATSUNAGA
2. 発表標題 DEVELOPMENT OF TEACHING MATERIALS FOR MECHANISM LEARNING IN TECHNOLOGY CLASS
3. 学会等名 ICTE 2022, Gold Coast, AUSTRALIA
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松永 泰弘、渡辺 大地
2. 発表標題 2軸の出力軸を持つゼンマイ式オルゴールを用いたオートマタ教材の開発
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 松永 泰弘、高橋 紗耶花
2. 発表標題 木製2足前後型受動歩行模型教材のシミュレーション解析
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 松永 泰弘、村山 真由佳
2. 発表標題 小学校理科「振り子」における探究ものづくり活動
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 古田 このみ、松永 泰弘
2. 発表標題 機構に針金を使用したオートマタ教材を用いた探究活動の実践による検証
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 松永 泰弘、久保 宗土朗、久代 義頭
2. 発表標題 拡張型ルーローの三角形を偏心車輪に用いた模型の運動解析
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 松永 泰弘、守屋 太雅
2. 発表標題 塩山を創る数学的ものづくり探究活動の授業実践
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 古田 このみ、松永 泰弘
2. 発表標題 受動歩行模型を用いた中学生を対象とした科学的探究活動の検証
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 古田 このみ、松永 泰弘
2. 発表標題 大学における紙製4足受動歩行模型を用いた科学的探究活動
3. 学会等名 第39回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘、守屋 太雅
2. 発表標題 数学的探究活動における相貫体教材の開発
3. 学会等名 第39回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘、久代 義頭
2. 発表標題 斜面を移動する偏心車輪模型の運動解析
3. 学会等名 第39回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘、渡辺 大地
2. 発表標題 動力源にオルゴールを用いたオートマタの教材化に関する研究
3. 学会等名 第39回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘、村山 真由佳
2. 発表標題 棒の曲げ振動の先端で回転しながら揺れる模型教材の開発
3. 学会等名 第39回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘、久保 宗土朗、匂坂 弥郁
2. 発表標題 おもちゃものづくり教材の開発 - マリオネットとゼンマイカー -
3. 学会等名 第39回日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘
2. 発表標題 知的障害児と探究する動くおもちゃものづくりとあそび - クラス・家庭の中でのUnited by EmotionとUnitey in Diversity -
3. 学会等名 日本特殊教育学会第58回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大島 光代、想厨子 伸子、石井 鈴一、モローネ ミッシェル、酒井 仁美、松永 泰弘、新井 美保子
2. 発表標題 大学における幼児向けESD事業の展開 -大学の専門性を活かした地域への貢献-
3. 学会等名 日本保育学会第74回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘
2. 発表標題 偏心軸の車輪で移動するおもちゃづくり -学び集団のUnited by EmotionとUnitey in Diversity-
3. 学会等名 日本保育学会第74回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘、守屋 太雅
2. 発表標題 数学的ものづくり活動教材としての積層体で創る相貫体の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第64回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘
2. 発表標題 知的障害児と研究者の動くおもちゃものづくり・あそび・探求活動
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第64回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘、久代 義明、安達 美佑
2. 発表標題 偏心車輪模型教材の開発および幼稚園における保育実践
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第64回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田 このみ、松永 泰弘
2. 発表標題 機構部分に針金を使用したオートマタ教材の開発と授業実践の分析
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第64回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永 泰弘、守屋 太雅、村山 真由佳
2. 発表標題 棒の曲げ振動を利用した回転しながら揺れる模型教材の開発及び改良
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第64回全国大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>moving toys For a child's smile all over the world  <a href="https://wpp.shizuoka.ac.jp/toys/">https://wpp.shizuoka.ac.jp/toys/</a>          オートマタ作品コンテスト  <a href="https://wpp.shizuoka.ac.jp/automata/">https://wpp.shizuoka.ac.jp/automata/</a>          静岡大学教員データベース 松永 泰弘 (MATSUNAGA Yasuhiro)  <a href="https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=10169&amp;l=0">https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=10169&amp;l=0</a>          静岡大学教育学部 技術教育専修公式ウェブページ  <a href="https://wpp.shizuoka.ac.jp/ed-tech/%E7%A0%94%E7%A9%B6%E5%AE%A4%E7%B4%B9%E4%BB%8B/%E6%9D%BE%E6%B0%B8%E7%A0%94%E7%A9%B6%E5%AE%A4/moving%20toys%20for%20a%20child%27s%20smile%20all%20over%20the%20world">https://wpp.shizuoka.ac.jp/ed-tech/%E7%A0%94%E7%A9%B6%E5%AE%A4%E7%B4%B9%E4%BB%8B/%E6%9D%BE%E6%B0%B8%E7%A0%94%E7%A9%B6%E5%AE%A4/moving toys For a child's smile all over the world</a>  <a href="https://wpp.shizuoka.ac.jp/toys/">https://wpp.shizuoka.ac.jp/toys/</a>          オートマタ作品コンテスト  <a href="https://wpp.shizuoka.ac.jp/automata/">https://wpp.shizuoka.ac.jp/automata/</a>          静岡大学教員データベース 松永 泰弘 (MATSUNAGA Yasuhiro)  <a href="https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=10169&amp;l=0">https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=10169&amp;l=0</a>          静岡大学教育学部 技術教育専修公式ウェブページ  <a href="https://murofushi.ed.shizuoka.ac.jp/techhp/">https://murofushi.ed.shizuoka.ac.jp/techhp/</a></p>
---

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