

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02494

研究課題名(和文) 主体的・対話的で深い学びを導くSTREAM型情報教育教材の開発とその評価手法

研究課題名(英文) Development of STREAM learning material and its evaluation

研究代表者

長松 正康 (Nagamatsu, Masayasu)

広島大学・人間社会科学研究科(教)・教授

研究者番号：00218025

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)：ものづくりや情報を用いた問題解決について3年間にわたり参与観察を行った。条件として以下を設定した。(1)現実世界での問題解決を行う(2)解決の手段としてものづくり、情報系の構想設計製作を行う。
結果を以下に示す。1問題の発見と分析、解決策の考案に至る部分で議論が発散する傾向がある。ここで、解決の種を効果的に提示し考えさせる評価が有効である。2システムの構想設計、製作の過程では、学習者の主体的関与を促す治具等が有用である。3問題の分析、解決策の考案、設計実装の各段階において、問題分割が有効である。4ものづくりや情報系の図的推論は現実問題の分析を促進し理系進路選択につながるエビデンスが存在する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

深層学習や生成AIなど人工知能技術の急速な発展が現実のものとなり、従来の知識習得型学力に加えて探究的な学習過程による学びや情報教育の充実による主体的、探究的な学びが要請されるにいたっている。我々は、情報とものづくりの組み合わせによる学習が我が国の特性や強みを生かし将来を担う人材育成に有効であると確信している。本研究はこれらを組み合わせた主体的、探究的を促すための方法について有効性のある事例として有用性が期待できる。

研究成果の概要(英文)：More than 100 cases of manufacturing and information-based problem solving were observed over a three-year period. The following conditions were set.(1) Problem solving in the real world. (2) As a means to solve the problems, the participants were asked to design and manufacture products and information systems.
As a result, the following four points are shown. Discussion tends to diverge in the process of finding and analyzing problems and devising solutions. Here, it is effective to effectively present the seeds of solutions and make them think about them. In the process of conceptual design and fabrication of the system, the degree of learners' actual involvement should be increased, and jigs and other tools should be used. In each stage of problem analysis, and design and implementation, problem decomposition is a key factor in the design process.

研究分野：教科教育

キーワード：情報教育 ものづくり教育 探究的学び STEAM 図的推論

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

今日の科学・技術は情報系技術の発展が大きな役割を果たすに至っている。情報系技術の発展により社会の構成そのものにパラダイム・シフトが生じ、今日生まれた子供たちが成人するときには、生まれたときの仕事の49%がAI・ロボット化されるとの予測もある。科学・技術に対して、今日、さらに将来にわたって主体的に関わっていくためには、次世代を担う若者たちに対し、可能な限り高いレベルで情報系技術に関する知識と応用力を育むことが必須である。情報教育の成否は個々人のキャリアプランや生活を豊かにするのみならず、国家の存続の将来を左右するだけの影響力を持ちうる。

この文脈に対応すべく、文部科学省においても情報教育の拡充が図られている。新小学校学習指導要領では令和2年度から小学校のプログラミング教育が必修化されたほか、新中学校学習指導要領技術・家庭科(技術分野)におけるプログラミング学習が拡充され、新高等学校学習指導要領でも、共通必修履修科目「情報」を新設し、さらに「情報」(選択)ではプログラミング等をより発展的に学ぶこととなっている。大学においても、教養教育におけるデータサイエンス授業の必修化として、より高度な情報教育への拡充が求められている。以上、初等教育から大学教育まで、包括的かつ統合的な情報教育が検討され、さらに実践段階に移行しつつある。このような新たな内容を対象とした主体的、探究的な学びにおける学習促進のための学習の展開や評価の方法に関する研究の蓄積は十分とはいえず、このための学習方法、学習を促進深化に導く評価法が求められる。

2. 研究の目的

我々は一貫した特徴としてソフトウェアとハードウェア組み合わせた教材を開発してきた。これらはマイコンを用いたメカトロ教材であり、またSTEM・STEAM・STREAM型のものづくり教材ともいえる。我々はソフトとハードの統合的な取り扱いこそが、我が国の固有の強みに即した発展の方向性に沿うものとして、情報教育をカルチベートしより多くの果実をもたらす鍵であると同時に生徒の進路開拓に至る道筋の一つであると考えます。

他方、現在注目されている情報教育(プログラミング)教材には、GUIを駆使し対話型で簡単にプログラミング体験できるものが多い。これらは導入教育には適しているが、コンピュータ画面内で完結する題材のみでは、一定期間・レベルを超えて学習者のモチベーションを保つことが難しい。また、これらイベント処理中心のプログラミングは複雑なアルゴリズムの対応にギャップを生じやすいほか、本格的なプログラミング言語に移行する際に、エラー対応やデバッグで躓き学習者にむしろ障壁を感じさせてしまう問題点が指摘されている。

ここでの問題は、ソフトとハードの両方を含む情報教育教材は、本質として複雑さを内包している点にある。児童・生徒が興味を覚える課題をそのままの形で与えても、難しすぎて解決に至らない場合が多い。また無理に解決に持ち込んでも、児童・生徒が内容を理解していない場合が散見される。

我々は本研究で、小学生から高校生に至る各発達段階に適した情報教育課題の難易度、複雑さがどの程度であるべきか、今一度精査したいと考えている。まず、我々がスコープするソフトとハードの両者を含むSTREAM型の課題のうち、児童・生徒たちが興味を覚えるものを選び出し、さらにその中からそれぞれの発達段階に応じた学力で解決に持ち込める課題例を選定する。さらに、それらの課題の解決を通して、児童・生徒が主体的に情報系技術を理解し、自ら学び、応用

力の獲得状況を次の学びに生かす評価手法を確立する。単に教育教材を提供するのみならず、これら教材を用いたときに児童・生徒が何を、どこまで、理解しているかを知ることができる評価システムも併せて開発することが、本研究の骨格となっている。

3．研究の方法

研究実施期間中毎年、小学生・中学生の希望者を選抜した学習者を対象として、STEAM 型の主体的・探究的学習の過程を各グループ1年間にわたって参与観察を継続した。実施においては具体的な活動内容の考案、計画から評価とフィードバックまでの過程を含む。これと並行して学習者の主体的・探究的学習過程を評価するための鍵となる徴候(symptom)の探索と、英国など情報教育を小学校時点から必修科目として実施した事例探索を継続し、指導・評価として一定のエビデンスを有すると同時に評価として実現可能性の高い項目の抽出を行った。

4．研究成果

成果として、中学校技術科において主要な学習活動となる図的表現、特に3次元立体を図的に表現しそこから情報を読み取りさまざまな思考・推論を行う能力育成の重要性が判明した。初等教育前期中等教育におけるそれらの能力の育成が、その後のSTEM系の進路選択を予測できるとする大規模長期コホート研究⁽¹⁾があり、さらにこのような能力の伸長可能性を示した研究も見られる。本研究での実践成果は、小学生段階においてもこのような活動は可能性があること、さらに中学生段階における図的表現を用いたものづくり等の活動の拡充が将来の理系進路選択を促す要因となることを示唆した点で我が国の今日の教育課程の編成に示唆となり得るものである。初等および前期中等教育におけるこのような学習活動は短期間または単発の行事にとどまるものがほとんどであった。本研究では、100名を超える大集団を対象として、長期にわたるテーマ設定方法、指導法や教材の作成例及び評価に至る全体像を示した点で意義あるものとする。

[1]Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中原昇斗、長松正康
2. 発表標題 情報 教科書におけるモデル化とシミュレーションの内容比較
3. 学会等名 日本産業技術教育学会中国支部
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木裕之、長松正康、川田和男
2. 発表標題 広島ものづくりジュニアドクター育成塾青少年の科学・技術教育
3. 学会等名 電気電子学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川田和男、鈴木裕之、長松正康
2. 発表標題 広島大学におけるジュニアドクター育成塾の取り組み－トレードオフを含む課題による問題解決力の育成－
3. 学会等名 電気学会研究会資料（制御研究会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木裕之、長松正康、川田和男
2. 発表標題 「ものづくり」と「グループ活動」を標榜した広島大学ジュニアドクター育成塾
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 鈴木裕之,長松正康,川田和男
2. 発表標題 広島大学ジュニアドクター育成塾のものづくりセミナー-交通事故統計を活用した情報検索セミナー-
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第52回中国支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木裕之,長松正康,川田和男
2. 発表標題 広島大学ジュニアドクター育成塾のものづくりセミナー-技術としてのものづくりに着目した技術者倫理セミナー-
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第39回四国支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 沼田祐作、川田和男、鈴木裕之、長松正康
2. 発表標題 学習者の主体的関与を促す評価の研究
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 長松正康、鈴木裕之、川田和男
2. 発表標題 広島ものづくり革新的イノベーション未来科学者リーダー育成プログラム-個人の特異な強みを評価する項目の検討-
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 長松 正康, 鈴木 裕之, 川田 和男
2. 発表標題 広島大学ものづくりジュニアドクターの取組み - グループ活動に着目したプログラム編成と受講生評価 -
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川田 和男, 森重 智年
2. 発表標題 小学校におけるモデルベース開発を意識したプログラミング教育の開発と実践
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村井 啓太, 川田 和男
2. 発表標題 キネティックアートによるSTEAM教育教材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 玉井 輝之, 大西 義浩, 川田 和男
2. 発表標題 センサカーの動作からプログラミングスキルを評価する基礎研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2021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	川田 和男 (Kawada Kazuo) (10300633)	広島大学・人間社会科学研究科(教)・教授 (15401)	
研究 分担者	鈴木 裕之 (Suzuki Hiroyuki) (90284158)	広島大学・人間社会科学研究科(教)・准教授 (15401)	

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