研究論文

鳴門教育大学情報教育ジャーナル No.20 pp.59-66 2023

ICT機器を活用し改善を促す防災教育をテーマとしたSTEAM教育ワークショップの提案

宮本裕貴*，谷村千絵**，西脇勇斗*，阪東哲也***

本研究の目的は，防災教育を取り入れたSTEAMワークショップの効果を検証し，技術的問題解決における改善のプロセスを充実させるための基礎的資料を得ることである。参加者にとって現実的な問題解決場面になるように，防災教育をテーマとした活動を設計した。ICT機器を活用して，参加者に活動の記録を残させることで自身の活動を振り返り，改善に役立てられるようにした。得られたデータを分析した結果，ICT機器を活用した改善の活動を十分に行うために，グループ内で役割分担と具体的な作業内容を共有する必要があることが示された。

［**キーワード**：問題解決，STEAM，ICT活用，小学生，中学生］

1. はじめに

本研究の目的は，防災教育を取り入れたSTEAMワークショップの効果を検証し，技術的問題解決における改善のプロセスを充実させるための基礎的資料を得ることである。

これからの学校教育では，学校で学んだことを社会に出てから生かせるように「生きる力」を育む必要がある。このような「生きる力」を育成するために，「アクティブ・ラーニング」の視点から授業の改善を求められている。文部科学省は，「習得・活用・探求という学びの過程の中で，各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら，知識を相互に関連付けて深く理解したり，情報を精査して考えを形成したり，問題を見出したりして解決策を考えたり，思いや考えを基に創造したりすること」[1]と示している。昨今のAI技術の進展は著しく，新しい技術が私たちの社会に与える影響は未知数である。一方で，これまで解決できなかった問題の解決策の提案や，価値の創造に期待がもてる。そのため，このような技術的問題解決を図る能力育成に関する教育として技術科教育は極めて重要である。

そこで，中学校技術・家庭科技術分野(以下，技術科)の授業実践の充実につながる基礎的知見を得るために試行的な活動を構築し，その効果を検証することにした。

* 鳴門教育大学大学院 高度学校教育実践専攻 自然・生活系教科実践高度化コース(技術・工業・情報科教育実践分野) 大学院生

** 鳴門教育大学大学院 高度学校教育実践専攻 教科・総合系 教育探究総合コース

*** 鳴門教育大学大学院 高度学校教育実践専攻 教科・総合系 技術・工業・情報科教育コース

2. 技術的な問題解決学習に向けて

2.1 技術科で育む資質・能力：問題解決能力

中学校学習指導要領(平成29年告示)解説技術・家庭編では，育む資質・能力として，「実践的・体験的な活動を通して，生活や社会で利用されている技術についての基礎的な理解を図り，それらに係る技能を身に付けるとともに，生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定しそれを解決する力や，よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて，適切かつ誠実に技術を工夫し創造しようとする態度等を育成することを基本的な考え方とする。」[2]と記されている。技術科では，生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し，解決策を構想し，製作図等に設計し，試作等を通じて具体化し，実践を評価・改善するなど，課題を解決する力，つまり問題解決能力を育成することが重要とされているといえる。小倉・森山[3]は，問題解決能力のうち問題発見・課題設定力はその後の問題解決過程に大きな影響を与える重要な力と指摘している。

2.2 STEAM教育との関わり

本研究では，問題解決に関する教育としてSTEAM教育の視点に着目した。STEAM教育は，従来のSTEM教育とArts(芸術)を統合したものであり，STEAMはScience(科学)，Technology(技術)，Engineering(工学)，Arts(芸術)，Mathematics(数学)の頭文字をとった表現である。近年は，現実社会の問題を創造的に解決する学習を進める上で，あらゆる問いを立てるために，Artsを

Liberal Arts(A)とし，Liberal Arts の考え方に基づいて，自由に考えるための手段を含めた STEAM 教育を横断的に推進していく教育とされている[4]。さらに，胸組は，「1 つの解決策に固定化されやすい STEM に Arts が加わることで多面的見方が促され，新しい解決策を生み出す」と主張している[5]。

また，森山は，「STEM/STEAM 教育は，「実社会での問題」を見出し，探究・プロジェクト型学習を通して，何かを「創る」ことをアウトプットとする学習と理解することができる。このようなアウトプットに対して技術教育は，「創る」アイディア，手段，プロセスを与えうる点で大きな役割を果たす。」と述べている[6]。森山の主張を踏まえれば，STEAM 教育のうち，T の Technology に着目し，現実社会での技術的問題解決の要素を学習活動に加えることで，これからの社会に必要な資質・能力を育成できると考える。

2.3 問題解決プロセスの役割

技術科教育における問題解決能力を育成するためのフレームワークが提案されている。日本産業技術教育学会[7]では，「新しい技術リテラシー教育における問題発見・解決プロセスに含めるべき要素は，社会におけるエンジニアリングデザインプロセスに即したもの」としている。日本産業技術教育学会が提案しているエンジニアリングデザインプロセスとして3つの問題発見・探求プロセスのループを図 1 に示す。ものづくり等を中心に PDCA サイクルを回していくことに重点を置くのであれば，「最適な人為的成果物の創造ループ」を参考に PDCA を意識した問題解決学習を進めることが重要であると考えた。上述した問題発見・課題設定力は P(計画)に相当すると考えられる。これまであまり知見の蓄積の認められない C(評価)，A(改善)に関する基礎的知見を得ることは重要であると考え，特に，本稿では改善活動の充実に着目することとした。

2.4 学習活動の工夫としての ICT 活用

主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業をする中で平成 29 年告示中学校学習指導要領解説総則編[1]では，「具体的な学習内容，単元や題材の構成や学習の場面等に応じた方法について研究を重ね，ふさわしい方法を選択しながら，工夫して実践できるようにすることが重要」と記載されている。このような指導方法の工夫について，ICT 機器を活用することで児童・生徒が自身の活動の明確化，比較を行いやすくなると考えられる。具体的にいえば，児童・生徒に ICT 機器を活用した活動記録を残させることで活動前後の比較を行う際に自分達の評価・改善を見えやすくするなどである。さらに，同一学年に加え，学習到達度や学習課題等に応じた異年齢・異学年集団での協働的な学びの充実が求められている[8]。ICT 機器を活用することで，情報が記録されるため，発達段階の異なる異年齢・異学年集団での活動がより充実したものになると期待できる。

以上のことから，ICT 機器を活用する目的として①協働的な学びを円滑に行うため，②自分達の評価・改善を見えやすくするための2点に着目し，防災教育をテーマとした試行的な STEAM 教育ワークショップを計画し，教育効果を検証することとした。

3. 方法

3.1 ワークショップの概要

本ワークショップは徳島県松茂町交流拠点施設 Matsushigate で実施した[9]。実施期間は 2022 年 9 月中旬である。約 3 時間半のワークショップであった。実施計画を表 1 に示す。

本ワークショップは，STEAM 学び隊の一部として実施しており，参加者は STEAM 学び隊への参加を希望していた小学校 5 年生～中学校 3 年生 11 名である。ワークショップでは，2，3 人を 1 グループとし，1 グループ内に小学生と中学生が含まれるように編成した。

3.2 質問項目

ワークショップに対する評価を把握する項目として，ワークショップの取り組みに関する9項目，4 件法で準備した。

3.3 プログラミングを取り入れた学習活動

設定したテーマである防災教育を取り入れた学習について考えることができるように，ソニー・グローバルエデュケーション社 KOOV を利用した。

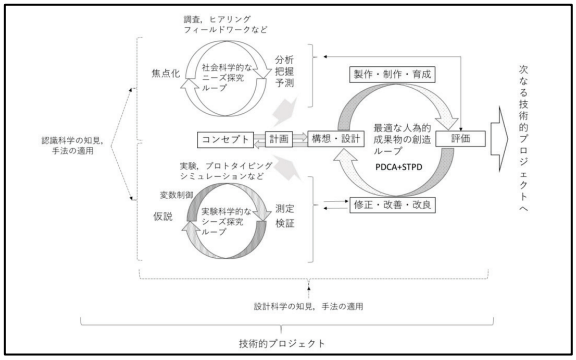

図 1 エンジニアリングデザインプロセス[7]

KOOV は，ブロック・電子パーツでロボットの形を作り，そこにアプリからプログラムを転送することでロボットを動かすことができる学習キットである。

今回のテーマが防災教育を取り入れたロボット開発であることから，阪東ら[10]を参考にして，基本の形を 4 輪車とした(図 2)。さらに，分岐処理のプログラミングに取り組ませるために，条件として，1 つ以上のセンサ利用を必須とした。

3.4 技術的問題解決を取り入れた学習活動の工夫

本研究は，現実的な問題発見・課題設定がイメージしやすくなるように考慮し，現実の生活や社会と技術的問題解決に関わるテーマとして防災教育を設定した。技術的問題解決の段階を踏まえた学習活動の構造を図 3 に示す。

異年齢・異学年集団での活動を活性化するために，ジグソー法を取り入れた。友野[11]によると，ジグソー法はグループ学習方法の 1 つである。「ホームグループ」と「エキスパートグループ」という 2 種類のグループを作る。ホームグループでは，資料の読解・理解を目的とする。エキスパートグループでは，ホームグループでの学びを深めるために，異なる内容の学習活動を進め，特定の領域に詳しいエキスパートになる。エキスパートグループで学んだ内容をホームグループに持ち帰り，統合した学びに向かわせるグループ学習方法である。

本ワークショップにおけるジグソー法による学習内容として，STEAM 教育の枠組みを踏まえ，情報技術(T)をテーマにした内容と，防災への意識(A)をテーマにした内容とに分けて実施することとした。

3.5 改善を充実させるための ICT 利用

ICT を活用した学習活動の記録のために，Google 社の Jamboard を利用した。Jamboard は，Google アカウントがあれば，無料で利用できるコラボレーションツールである。Jamboard はホワイトボードのようにペンや，付箋による情報集約に加えて，ICT 機器のカメラを利用して，撮影した写真

表 1 ワークショップの流れ

時間(分)	内容
40	自己紹介を行う。 ジグソー法を用いて，２つの内容の学習をさせる。
20	学習したことを班で共有させる。
90	“災害時に役立つロボット”の開発をさせる。
10	開発したロボットの相互評価をさせる。
30	相互評価を参考にロボットの改善をさせる。
10	改善したロボットの“改善した点”と“改善したかった点”を発表させる。
10	アンケートを回答させる。

図 2 配布した KOOV の基本の形

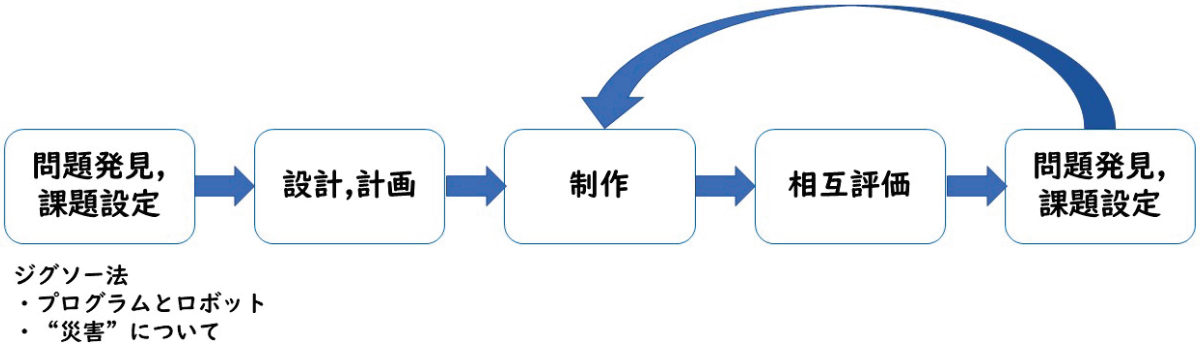

図 3 技術的問題解決フェーズを踏まえた本活動の構造

を直接画面上に追加できる。さらに，Jamboard のワークスペースを共有することができるため，複数人で共有作業をすることができる。

今回，Jamboard 内には工夫した点，作成したロボット，改善したい点を相互評価前と後で記入させる。改善した部分を相互評価前後で比較できるようにすることで，各グループでの活動を振り返りしやすくなると考えた。

本ワークショップでは，各書き込みの識別性を高めるために，個別の Google アカウントを用意し，個別に異なる色の付箋を利用するように教示した。

4. 結果と考察

4.1 ワークショップ時の参加者の様子

参加者は KOOV を活用した経験はほとんどなかったが，KOOV の組み立てや基本となるプログラミングの活動時には大きなトラブルは生じなかった(図4)。

4.2 調査項目の分析

調査項目の得点が高いことが，それぞれの調査項目の傾向が高いことを示すように得点化し，平均と標準偏差を算出した(表2)。

ワークショップに対する評価について，①満足度と⑥協力が 3.55 と高評価であった。地域に関連したテーマとして“防災教育”を取り入れた本ワークショップは，小学生から中学生まで幅広い学齢を対象としても適切であったと判断できる。既有知識の状況が異なる小学生と中学生とを同じグループに編成したことで，本ワークショップで設定した創造活動を軸にした学習活動を通して，それぞれの観点で自分の学びを捉え直すことにつながった可能性が考えられる。この点は，教育課程内で実施する各教科の目標枠を考慮せずに自由に創造活動に取り組むことができることの利点の1つと考えられる。この点を踏まえれば，学習者の自由な発想で創造活動を展開できる教育の場を学校教育の内外で拡充することの重要性が指摘できる。

また，⑦課題発見と⑧課題解決，⑨改善の3項目については 4 点中 3.27 点と高評価であった。参加者が ICT 機器を活用することで，本ワークショップの問題発見・課題設定と改善に取り組むことができたと判断できる。特に，⑤災害への認識の項目が 3.36 点と高い評価であったことから，期待した通り，生活や社会の中から技術に関わる問題として防災教育を取り入れたことによって，災害は身近なことという認識を得られ，問題解決的な活動をスムーズに進めることができた。

最後に，各項目で高評価を得ることができたことから，ICT 機器を活用した本ワークショップは，児童・生徒の問題解決能力の育成に対して一定の効果があったものと判断できる。

4.3 制作物（プログラムとロボット）の評価

各班が作成したプログラムを評価するために，表3に示すアルゴリズム理解度評価フレームワーク[12]を用いて評価した。本ワークショップ内では各自で設計し，グループで方向性を決定づけるようにしたため，情報科学の観点を評価するためのデータを十分に得られなかった。そこで，情報技術の観点から，KOOV のアプリ内で制作したプログラムを対象とした。制作したプログラムに対し，評価項目ごとに適切と判断された場合に1点を加算し，情報技術について，順次処理・分岐処理・反復処理の合計点を算出した。先行研究と同様に情報技術の得点範囲を0～10点とした。なお，相互評価前からの変化が見られなかったため，相互評価後のみの評価とした。表4に情報技術の評価表を示す。

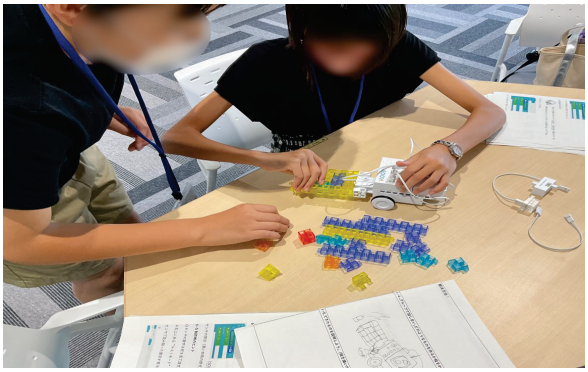

図4 ワークショップ時の様子

表2 アンケートの結果

項目	①WS の満足感	②教材の有効性	③教材の難易度	④センサの関心	⑤災害への認識	⑥協力	⑦課題発見	⑧課題解決	⑨改善
平均	3.55	3.36	2.64	3.45	3.36	3.55	3.36	3.27	3.27
標準偏差	0.50	0.64	0.88	0.66	0.77	0.66	0.64	0.62	0.75

さらに，制作したロボット(KOOV)については，ロボットの外観と表4の結果を照らし合わせて評価する。制作したロボットの例を図5に示す。まず，ロボットの外観からは，どの班もセンサを取り入れ活用しようとする意識を確認できた。各班基本的なプログラミングはできていた。しかし，分岐処理に関して 3 班は取り入れるところまでいかなかった。4 班は，分岐処理を取り入れることはできたが，完成までには至らなかった。

4.4 Jamboard の分析

記録された Jamboard 例を図 6 に示す。ワークショップ終了後に各班で共有されていた Jamboard の内容の分析を行った。Jamboard を分析した結果を表 5 に示す。Jamboard を分析する視点として，工夫点(相互評価前後)，作品の写真(相互評価前後)，改善点(相互評価前後)である。1 班は相互評価前の工夫点，改善点の入力は見られたが，評価後の入力はされていなかった。プログラムを確認すると，アームの角度の調整がされていた。最終

表 3 アルゴリズム理解度評価フレームワーク[12]

観点	処理内容	評価項目	評価規準
情報技術	順次処理	①方向性の記述	順次処理の方向性に従って正しく記述できているか。
		②経路の記述	開始から終了まで正しく記述できているか。
	分岐処理	③条件項目の記述	分岐処理の条件項目を記述できているか。
		④条件の記述	分岐処理の条件を記述できているか。
		⑤後続処理(Yes)の記述	条件判定(Yes)の後続処理を記述できているか。 ※正答でなくても流れが正しければ良い。
		⑥後続処理(No)の記述	条件判定(No)の後続処理を記述できているか。 ※正答でなくても流れが正しければ良い。
	反復処理	⑦開始の記述	反復処理の開始を記述できているか。
		⑧反復条件の記述	反復処理の条件を記述できているか。
		⑨終了の記述	反復処理の終了を記述できているか。
		⑩開始から終了間の記述	**反復処理の開始と終了の間に適切な処理を記述できているか。**

表 4 情報技術の理解度評価

評価項目	1 班	2 班	3 班	4 班
①方向性の記述	○	○	○	○
②経路の記述	○	○	○	○
③条件項目の記述	○	○		○
④条件の記述	○	○		○
⑤後続処理の記述	○	○		
⑥後続処理の記述	○	○		
⑦開始の記述	○	○	○	○
⑧反復条件の記述	○	○	○	○
⑨終了の記述	○	○	○	○
⑩開始から終了間の記述	○	○	○	○
得点	10	10	6	8

※相互評価後のみ評価

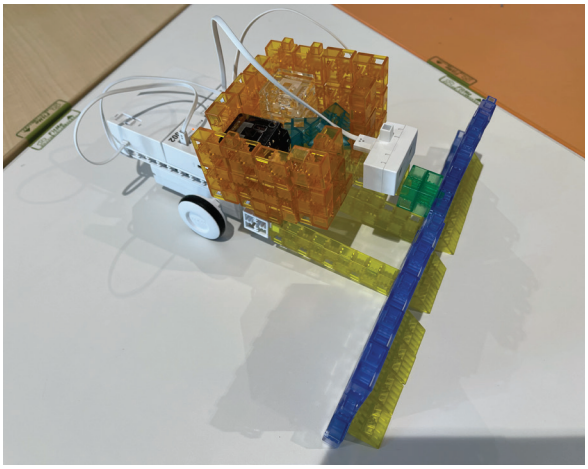

図 5 制作したロボット例

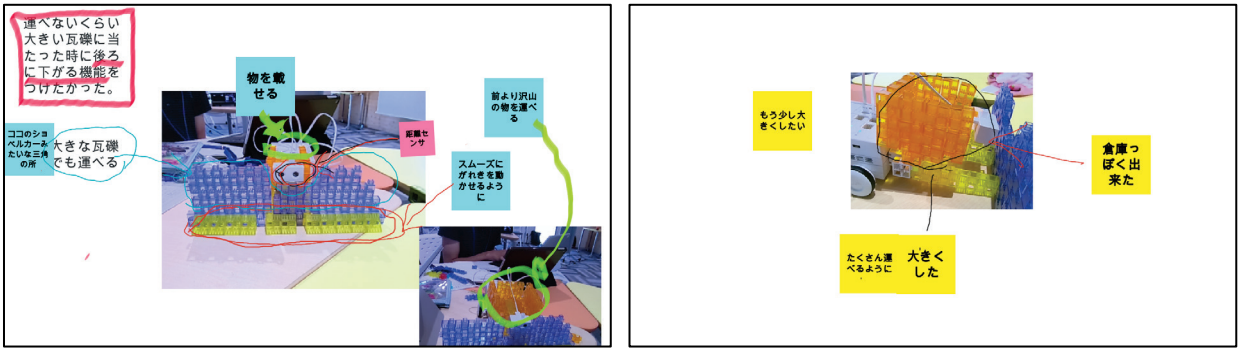

図 6 Jamboard 上の記録例（左：相互評価前，右：相互評価後）

表 5 Jamboard の分析

班	相互評価前			相互評価後		
	工夫した点	写真	改善したい点	変更した点	写真	改善したい点
1 班	1	1	1	−	−	−
2 班	−	−	−	−	−	−
3 班	4	2	1	2	1	1
4 班	2	1	1	2	1	−

的な結果としての記録しか残っていなかったため，どのように角度を調整したか，その結果はどうであったか等，試行錯誤プロセスを記録できるように指示する必要がある。

3 班は，相互評価前・後ともに工夫点，改善点が入力されており，色ペンを使用して工夫箇所を示していた。ロボットの外観に関する記述は見られたものの，プログラムに関する記述は見られなかった。4 班も，修正前後ともに工夫点，改善点が入力されていた。ペンを使用して工夫点を示していた。工夫点を黄色，改善点を緑の付箋で分けてあり，記録を整理することの重要性が認識されていたようであった。一方，2 班は，Jamboard の作業が見られなかった。プログラムへの工夫や，複数のセンサを使用してみようという心意気は見られたため，作業結果を記録することの重要性の意識が低かった可能性がある。作業記録を記録することの重要性を認識させる指導を行う必要があることが分かった。

全体として，Jamboard の内容に差が出た遠因として，Jamboard 内に記録する時間を十分に設けられなかったことに加えて，Jamboard 内に何を記録すべきなのか十分に共有ができていなかったことが考えられる。ICT 機器を利用して記録してくださいという指示だけでは十分ではなく，誰が，どの視点で記録を残すのか，役割分担と具体的な作業内容までグループ内で共有されなければ，改善につなげる十分な作業記録が残らない可能性が示唆された。

5. まとめ

以上，ICT 機器を活用し改善を促す防災教育をテーマとした STEAM 教育ワークショップを実施し，その教育的効果を検討した。分析の結果，本調査デザインの制約のもと，以下のことが明らかとなった。

1) 地域に関連させたテーマでワークショップを設定し，創造活動を軸に据えた学習活動を設定することで，参加者にとって問題解決が充実したワークショップとなること
2) 改善につながる振り返り活動を十分に行うために振り返りの際にどのような点を視るべきなのか，役割分担と具体的な作業内容まで共有する必要があること

今回のワークショップでは，異学齢構成であることを踏まえた課題設定を行った。ICT 機器を活用することで部分的ではあるが，効果的な改善を見ることができたと考える。本研究を踏まえ，協働学習での効果的な ICT 活用の在り方の検討を今後の課題とする。

参考文献

[1] 文部科学省：中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説総則編,東山書房 (2018)
[2] 文部科学省：中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説技術・家庭編,開隆堂 (2018)
[3] 小倉光明・森山潤：中学校技術科における問題発見・課題設定力の育成に向けた研究課題の展望，兵庫教育大学学校教育学研究，第 34 巻，pp.343-356 (2021)
[4] 文部科学省:STEAM 教育等の教科横断的な学習の推進について,https://www.mext.go.jp/content/20220518-mxt_new-cs01-000016477_00001.pdf(最終アクセス日:2023 年 1 月 30 日)
[5] 胸組虎胤：STEM 教育と STEAM 教育-歴史，定義，学問分野統合-,鳴門教育大学研究紀要，第 34 巻，pp.58-72 (2019)
[6] 森山潤:技術教育の視点から見た教科架橋型教科教育実践学，pp.170，菊池章(編)学びを広げる教科の架け橋-教科架橋型教科教育実践学の構築-,九州大学出版会 (2021)
[7] 一般社団法人　日本産業技術教育学会：次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み,https://www.jste.jp/main/data/New_Fw2021.pdf(最終アクセス日:2023 年 1 月 30 日)
[8] 文部科学省:今後の教育課程の改善について， https://www.mext.go.jp/b_menu/sh

ingi/chukyo/chukyo3/004/siryo/__icsFiles/afieldfile/2019/01/23/1412892_4.pdf(最終アクセス日:2023 年 1 月 30 日)

[9] 宮本裕貴・谷村千絵・西脇勇斗・阪東哲也:改善に焦点を当てた防災教育を取り入れた STEAM ワークショップの効果，日本産業技術教育学会第 38 回四国支部講演会講演要旨集，pp.20 (2022)

[10] 阪東哲也・胸組虎胤・西脇勇斗・宮本裕貴：モビリティをテーマとした地域活動における技術に着目した STEAM 教育ワークショップ，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，19，pp.49-53 (2022)

[11] 友野清文:ジグソー法の背景と思想-学校文化の変容のために-，學苑，895，pp.1-14 (2015)

[12] 阪東　哲也・川島芳昭・菊地章・加部昌凡・森山潤：PIC-GPE 組込 LED 発光教材を利用した小学校プログラミング教育の実践と評価方法の提案，日本産業技術教育学会誌，59(3)，pp.187-197 (2017)