

# 複合的な学習の課題設定と評価方法に関する事例研究

－総合的、探究的な学習の1つの事例としてSTEAM教育に目を向けて－

## A Case Study on Task Setting and Assessment Method for Complex Learning

-STEAM as an Example of Integrated and Inquiry Learning-

小柳 和喜雄

Wakio Oyanagi

奈良教育大学大学院教育学研究科教職開発講座

School of Professional Development in Education, Nara University of Education

**Abstract:** 本研究は、中等教育における総合的な学習の時間、総合的な探究の時間など、複合的な学習と関わる取組に目を向けている。国際的には中等教育後期や高等教育レベルで関心が向けられているSTEAM教育へ取り組もうとしている公立の中学校の実践に着目し、そこから見え始めている知見を視覚化することを目的としている。結果として、実際に生徒の主体的な学びを導くユニークな課題設定の要件や求められる学習環境の知見は、蓄積できつつあるが、取組の最初の頃には、1) 色々なアイデアを試す意図から実践を構想するが、それぞれの取組の関係づけが容易でないこと、2) 学習課題設定と対になるパフォーマンス評価の検討に悩んでいること、3) 単元レベル、各単元を貫く継続的な見通しを持った、学習課題の系列の吟味は容易でないこと、が明らかになった。

<Key words> 複合的な学習 STEAM 課題設定 評価方法

### 1. はじめに

文部科学省は、以下の説明を行い、「教育の情報化に関する手引」（2019年12月）を明らかにした<sup>1)</sup>。「今回改訂された学習指導要領においては、初めて「情報活用能力」を学習の基盤となる資質・能力と位置付け、教科等横断的にその育成を図ることとしました。あわせて、その育成のために必要なICT環境を整え、それらを適切に活用した学習活動の充実を図ることとしており、情報教育や教科等の指導におけるICT活用など、教育の情報化に関わる内容の一層の充実が図られました」。そして2019年12月19日、文部科学大臣を本部長とする「GIGAスクール実現推進本部」を設置し、GIGAスクール構想を明らかにした。この構想は、高速大容量の通信ネットワークを用いた児童生徒1人1台端末を整備し、公正に個別最適化された学びを全国の学校現場で持続的に実現させる構想と言われている<sup>2)</sup>。

このように教育の情報化が加速化してきているのは（図1）、第5期科学技術基本計画（2016年1月22

日）においてSociety 5.0が取り上げられ、「Society 5.0（超スマート社会）に向けた学校ver.3.0」が文部科学省から2018年6月に提案されたこと<sup>3)</sup>、そして「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策（最終まとめ）」が2019年6月25日に出されたこと<sup>4)</sup>、さらに「学校教育の情報化の推進に関する法

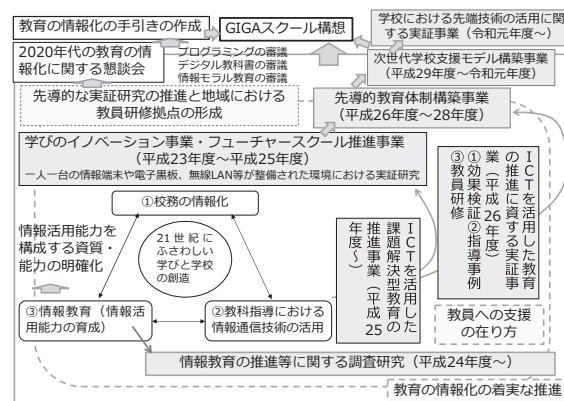


図1 ICTに関する文部科学省関係の事業の動き

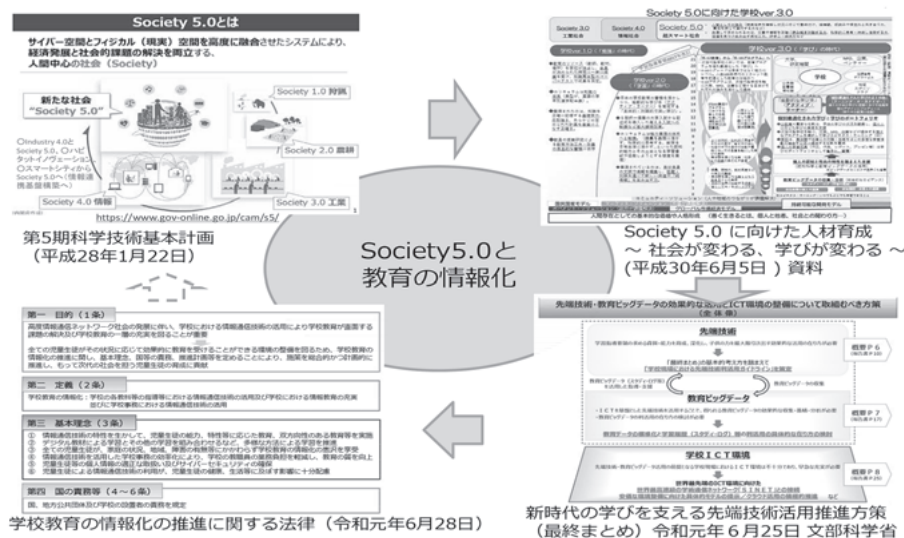


図2 Society5.0と教育の情報化

律」も2019年6月28日に出された<sup>5)</sup>、ことなど、ここ最近の一連の動きが影響している。(図2)

本研究では、このような教育の情報化をより加速化させてきた最近の影響力の1つであった「Society 5.0 (超スマート社会) に向けた学校 ver.3.0」に目を向けている。その理由は、たとえば、以下のような今後の見通しがそこで語られていたからである。

「大学では、人間としての強みを活かした専門職になるための学びの実習体験を重視すること。高校での教育では、STEAM (Science ; 科学, Technology ; 技術, Engineering ; 設計・ものづくり, Art ; 芸術, Mathematics ; 数学や応用数学の5つの分野の頭文字をとった教育の方針) 重視のプログラムにおける他者との協働を通じた価値創出のための体験重視の学びを大切にしていくこと。そして義務教育修了までに、1) より分析的・批判的に思考するための見方・考え方の深化、2) 社会の中での自分の役割や責任についての自覚を軸にした学びの展開、3) 実体験を通じた他者・社会との協働の手応えや自信、を培うことを目指すこと。そのため小学校の高学年までには、1) 語彙、読解力、数的感覚などの学力の基礎、2) 実体験を通じた他者とともに生きることの実感、3) 未知の世界に挑戦する好奇心・苦心してモノを作り上げる力を培うこと。」のようにである。

上記の学校 ver.3.0 の見通しの提案は、Society 5.0 との関わりで述べられた構想であり、教育の情報化と密接に関わると考えられる。今後、GIGA スクール構想により、「高速大容量の通信ネットワークを用いた児童生徒1人1台端末を整備し、公正に個別最適化された学び」が全国で進められると、より現実味を帯びてくると考えられる。このような動きと関わって、先行的に取り組んでいる学校での取

組を探ることは、今後の取組に向けて意義あることと考えた。

## 2. 研究の目的と方法

本研究では、ここで例示されているSTEAMを含む教科横断的で生徒による探究的な学習に関心を向けている。

研究上の問いは、1) 探究型の学習への動きが中等教育で活発化してくる中で、以前からある探究型の学習とどこが変わってきているか、2) 探究型の学習への動きが進められる中で、生じている課題は何か、である。

そして、目標的にも、内容的にも、方法的にも多層的、重層的に考えられている学習を、本論では、複合的な学習と呼んでいる。それに挑んできている高等学校や中学校が少しずつ増えてきている状況とも関わって、学校で一体どのようなことが取組みられ(課題設定)、どのような環境下(学習環境)で、どのような手応えや困りごとが生じているのか、スタート時期に何が起きているかを明らかにすることを、本論では目的としている。

本論で取り上げているSTEAMは、もともととはSTEM教育から派生した考え方である。STEM教育とは、①科学・テクノロジー・エンジニアリング・数学の教科横断的かつ統合的な学び、②探究的な学びかつプロジェクトベースの学び、③生徒のSTEM領域への興味・関心、問題解決力、批判的分析力、創造力を増す学び、を意味している。

STEM教育の遂行と関わって期待される学びとは、①教科の学習の中に既に存在している学習を活かすこと、②教科と教科の繋がりをしっかりと行うことで強まる学びに目を向けること、③教科学習とリアルな課題を結びつけ、生徒が主体的に課題に答

えようとしたり、解決方法を作り出そうとしたりすることで豊かになる学びに着目すること<sup>6)</sup>、等があげられている。

本研究では、STEAMの実践を、2018年から数学、英語、社会で教科横断的に試み、2019に入ってから、国語、保健体育も加わって、教育横断的な探究的な学びに取り組んでいる中学校の取組に目を向けている<sup>7)</sup>。

研究上の手続きとしては、事前に主担当教員からこれまでの取組について説明を受けた後、授業観察を行った。その後、教員チームと本取組に関する意見交換を行い、教科横断的に取り組む場合、また総合的な学習の時間で探究的な学びを組織する場合、両学びを関連づけて複合的な学習を組織していく場合、どのような工夫が必要か、どのような悩みがあるか、などを明らかにし、最初の分析を進めることにした。

### 3. 関連先行研究から

#### 3.1. STEMとは

1990年代、全米科学教育基準や全米数学教師評議会など多くの教育評議会は、米国の理数科学の発展に寄与する人材育成を視野に、幼稚園から高校まで適切に準備するためのカリキュラムを作ろうと考え、その基準とガイドラインを作成した。そして科学 (Science)、技術 (Technology)、設計・ものづくり (Engineering)、数学 (Mathematics) といった関心を向けた4つの分野を定義するために、その頭字語が最初に使用されたのもこの1990年代であった。たとえば国立科学財団はもともとSMETと呼んでいたが、後に2001年にSTEMに変更したこ

となどがそれを意味している。

しかし、その後、2000年代初頭になると、いくつかのレポートで、米国の学生は、STEM分野に関して、厳しい実態があるとのことが報告されるようになった。Rise Above the Gathering Stormと呼ばれる米国国立科学技術アカデミーの2005年の報告書では、STEMに関する米国の学生の力、その習熟度は他の国に遅れをとっていることが報告された。そして世界をリードしていく国であるためには、米国の将来の働き手をSTEM分野でより良く教育していく必要があることが語られた。当時の大統領であるJ.W.ブッシュは、これらの報告を受け、STEM教育に予算を付けるに至った。

オバマ政権になってからもSTEM教育に力を入れる取組は引き継がれ、このような中で、2009年、教育革新イニシアチブが発表されることになった。このイニシアチブの目標は、米国の学生を今後10年間で科学と数学の成績でトップに押し上げるというものであった。このイニシアチブの重要なマイルストーンとしては、連邦政府によるSTEMへの教育投資の増加と2021年までに100,000人の新しいSTEM教師を準備することが含まれていた。

#### 3.2. STEMと探究的な学びの関係

STEMカリキュラムは、複合的に科目を組み合わせ「21世紀のスキル」を生徒に育成するため、または彼らが「将来」の職場で成功していくために必要なツールの使い方も教えることを含んでいた。そのアイディアは、将来の仕事に備え、世界と競争することとも関わっていた。米国の学生が、問題を解決し、証拠を見つけて使用し、プロジェクトで協力

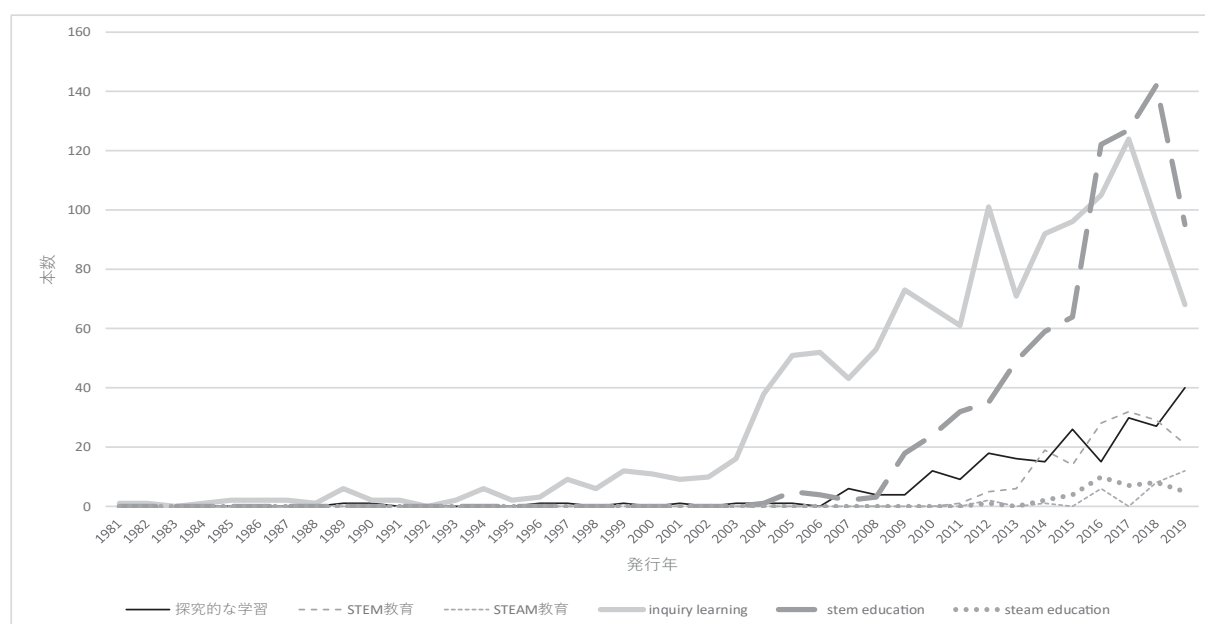


図3 「探究的な学習」「STEM教育」「STEAM教育」の関連先行研究の論文数



し、批判的に考えることができる必要があることが重視された。

STEMは、略語の「科学」から、生物学、化学などまた「数学」からは、代数、微積分など、教科学習でなじみのある部分は理解されやすいかもしれない。しかし「テクノロジー」と「エンジニアリング」の部分はイメージが難しいかもしれない。STEMと関わる解説等を見ると、そこでは、テクノロジーには、コンピュータープログラミング、分析、設計などのトピックが含まれ、エンジニアリングには、エレクトロニクス、ロボット、土木工学などのトピックを含められている。そしてSTEMについて語られるとき、そこで重要視されているのは「統合」あるいは「融合」という考え方であり、STEMカリキュラムは、これらの分野をある目的に向けて意図的に統合・融合しようとしている点にその特徴がある。その目的と方法は、実践的な経験を促し、関連する「現実世界」に目を向けさせ、課題解決に必要な知識を獲得させ、探究的な活動を促す中で、教室でもその課題解決に適用できる知識やスキルなどを学ぶ機会を学生に与える混合アプローチをとることである。

これまでも探究的な学びを促す試みやそれを重視する考え方は多く語られてきた。問題解決過程や探究的な学びを促す手続き、学習環境における工夫などに一致する指摘は多い。しかしこのたびのSTEMに関する論考で特に目を引くのは、「人材育成」「未来への投資」「21世紀型スキル」などが強調されている点である。

図3は、「探究的な学習」「STEM教育」「STEAM教育」の関連先行研究について、国際的な動向を見るために、2019年9月末現在、ERICデータベースを用い、また国内的な動向を見るために、CiNiiを用いて、それぞれをキーワードに、論文数をカウントした結果を示している。なお2019年の数字は年途中の状況を示していることを付け加えておく。

Inquiry Learning（探究的な学習）が国際的な研究で大きくその数を伸ばしたのは、2004年頃であり、その後数を伸ばしているのがわかる。そしてSTEMという言葉を用いた論文が年始めるのも2005年頃である。その後、STEMという言葉を用いた論文は、2009年頃からの数が増え始め、2016年には大きくその伸びを示している。STEAMという言葉を用いた論文は、2011年頃より現れ始め、やはり2016年頃にその数を増やし始めた。これらの動きは、先に述べた、J.W.ブッシュ政権でSTEM教育に予算を付けたこと、そしてオバマ政権でSTEM教育を強化した取り上げ方をしたことが影響してきていると考えられる。

一方、日本国内の研究に目を向けてみると、探究

的な学習という言葉を用いた論文は1990年頃から現れ始め、2007年頃にその数を伸ばし始めた。探究的な学習に関しては、学習指導要領の改訂により、総合的な学習の時間が新たに設定され、課題研究等が中等教育で実践され始めた2007年前後から「探究型」の学習に関心が向けられたことが読み取れる。「探究学習」という言葉を用いた論文は、1965年頃から、理科教育中心に多く見られ、「探究型」の学習、「探究的な学習」のルーツと考えられるが、2000年代の論文では、理科教育だけでなく、教科横断的な、複合的な分野、領域と関わる様々な諸問題を取り上げた探究的な学習の事例が多く現れ始めているのがその特徴として読み取れる。

STEM教育という言葉を用いた論文は、2008年頃からその言葉を紹介し始め、2012年にロボットを教材とした教育やプログラミング教育と関わって語られるようになり、2014年にその数を伸ばしてきている。またSTEAM教育という言葉を用いた論文も、2012年頃より現れ始め、2016年にその数を伸ばしてきている。

STEM教育やSTEAM教育の論文の中でも「探究型」の学習、「探究的な学習」ということが語られ、問題解決や問題発見について言及することも見られる。しかし現在発表されている論文は、ロボットを教材としたり、新たな先端技術を用いた取組、プログラミング教育と関わって語られていることが多い傾向が見られる。そして先にも述べたが、国際的な論文ほど明確に語られていないが、「人材育成」「未来への投資」「21世紀型スキル」などが意識されていることも散見される。

研究上の問いの1つめである「探究型の学習への動きが中等教育で活発化してくる中で、以前からある探究型の学習とどこが変わってきているのか」を関連研究の動向からあらためて考えてみると、国内外共通に、2000年代以降では、1) 探究プロセスを大切にしている点は共通しているが、その対象が理科教育を越えて、教科横断的な、複合的な現実問題の解決に目を向けようとしていること、2) ロボットを教材としたり、新たな先端技術を用いた取組、プログラミング教育と関わって語られていること、3) 「人材育成」「未来への投資」「21世紀型スキル」などが意識されていること、などが、以前の「探究学習」や探究型の学習とは異なって来ている点と考えられる。

#### 4. 先行実践の取組から

次に2つめの研究上の問いである「探究型の学習への動きが進められる中で、生じている課題は何か」について考えていく。

先行的な取組をしているこの中学校では、2018

年においては、1) PBL型学習・STEAMと関わる取組(教科横断的な取組)、2) 学校設定科目(週2時間)で、プロジェクト学習の成果をWWWで公開していくことと英語でコミュニケーション力を伸ばすことが行われていた。

1) PBL型学習・STEAMと関わる取組(教科横断的な取組)としては、たとえば、数学の授業で、英語と社会などを統合した内容言語統合型学習(Content and Language Integrated Learning)を実施していた。実践の流れとしては、一次関数の復習→①英語でチャレンジ、②英語伝言ゲーム、③グループワーク、⑤海外の水道事情の理解と計算(異文化社会に触れる)、⑥日常の水道についての振り返りがとられていた。そこでは、関数用語の使い方をALTと考え、英語の問題を日本語で説明し、解答すること。見せられた2つの問題について、グループの2名が、他のメンバーに英語のみで説明。そのメンバーが解答すること(早さ、正確さ等を基準にグループ間で競う)。〇〇市の水道料金について、一次関数を英語で理解することに挑戦(グループワーク)すること。ALTの出身地の水道事情を学ぶこと、等が行われていた。そして、この学びのプロセスを、次には合同な三角形の学習へもつないでいく取組が行われていた。なお数学をベースとしたこの取り組みは、The First Ocean Park International STEAM Education Conference 2019で学校の代表者から発表された。

2) 学校設定科目(週2時間)で行われたプロジェクト学習の成果をWWWで公開していくことと英語コミュニケーションを伸ばす取組では、Skypeで、グループごとにフィリピン人講師と結んで、プロジェクト学習の成果を説明し、質疑応答を通しながら、どのように伝えたら相手に伝わるか、相手は何に関心を持ち、尋ねてくるか、など、実際に英語コミュニケーションを通して学びながら、日英の言葉でWWWで公開していくプロジェクト学習の成果内容の表現について検討が進められていた。

1)と2)の両取組を通して、工夫されている点としては、①普段意識していないが言われれば身近な問題を教科横断で問う課題設定、②次につながる「アドバンス」へのきっかけとなる課題、③「生活を問う」きっかけとなる課題など、まず課題設定にその工夫が見られた。

次に、この課題を活かすアプローチとして、①課題解決において、事象を複数の立場や視点からとらえさせるアプローチ、②解決のプロセスにおいて検証過程を入れる(考えたアイデアの運用における問題点を探る)アプローチ、③数回の実践を通して結果を絞り込み、表現を磨いていくなど、伝えたいことを洗練化させるアプローチ、などがとられてい

る姿が見られた。

しかし2018年度の実践を進めていく中で、1)それぞれ考え行ってきた取組の相互の関係づけをすること(単発で行ってきたことなど)、2)各単元を貫く継続的な見通しを持った、学習課題の系列の吟味と関わって、つけたい力と取り組んでいる課題の対応表(強調点も明記◎○△)を作成すること、などが課題となってきた。そのため、2019年度の取組では、各学年における上記1)と2)の取組について年間計画がより明確にされ、1年生から2年生にかけて何がどのように新たに進められ、何がどのように重ねて取り組まれるのかなどが明確にされるようになった。

実践の見通しやこの短期的、中期的取組のねらいなどが教員集団に共有されてきたこと、STEAM教育の考え方やその内容や方法が少しずつ教員間に明確になる中で、本取組に参加する教員もさらに増え、2019年度は、教科横断的な取組がよりバリエーションを持つようになってきている。しかし一方で、①生徒にとって興味深い課題設定を工夫していくこと、そのためのアイデアを出し続けていくことは容易でないこと、また②行った取組を通じて、そこで生徒が獲得し、発揮し、磨いている力などを丁寧に読み解いていくことは必要だが、忙しい教員間で労力をかけすぎず、持続可能に進めていくことに有効となる評価方法や評価の道具などの検討が課題としてあげられた。さらに③継続的に積み上げ螺旋的に伸ばしていく力(スキル等と関わる力)と関わる学習活動(ルーティン的な学習活動)と内容的に新規事項となり、出会う情報が広がり、深掘りされていく学習活動の関係をみつめ、学習の質を生徒自身のスキル獲得を通じながら高めていく各取組内の学習活動のデザインをしていくことなどが、課題としてあげられるようにいたった。プロジェクト的な学習を、生徒の自律的協調的な学習へより変えていくには、複合的な学習のデザインの知見も重要となることが見えてきた(van Merriënboer & Kirschner 2017)。

以上のように、STEAM教育など新たな発想も入れ込んだ探究型の学習への動きが進められる中で、取組を始めて2年の経過(最初の頃に)の中で生じる課題としては、以下の3つがあることが見てきた。

1) 色々なアイデアを試す意図から実践を構想するが、それぞれの取組の関係づけが容易でないこと、2) 学習課題設定及と対になるパフォーマンス評価の検討に悩んでいること、3) 単元レベル、各単元を貫く継続的な見通しを持った、学習課題の系列の吟味は容易でないこと。



## 註

- 1) 「教育の情報化に関する手引」(令和元年12月)  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/mext\\_00117.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00117.html) (2019年1月10日確認)
- 2) GIGAスクール構想の実現について  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/other/index\\_00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm) (2019年1月10日確認)
- 3) Society 5.0 に向けた人材育成 ～ 社会が変わる、学びが変わる ～ (平成 30年6月5日)  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/activity/detail/2018/20180605.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/activity/detail/2018/20180605.htm) (2019年1月10日確認)
- 4) 新時代の学びを支える先端技術活用推進方策 (最終まとめ)  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/other/1411332.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/other/1411332.htm) (2019年1月10日確認)
- 5) 学校教育の情報化の推進に関する法律  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1418577.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1418577.htm) (2019年1月10日確認)
- 6) 以下のサイトを参照 (2019年1月10日確認)  
<http://www.stem-nsw.com.au/>  
<http://www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education%20Strategy.pdf>  
<https://www.j-stem.jp/>
- 7) 以下のサイトを参照 (2019年1月10日確認)  
<http://www.pef.or.jp/school/grant/special-school/nanyo/>

## 参考文献

- 安東恭一郎, 金政孝 (2014) 科学と芸術の融合による教育の可能性と課題: 韓国STEAM教育の原理と実践場面の検討. 美術教育学: 美術科教育学会誌 35 (0), 61-77.
- 柏原寛 (2018) STEAM教育としてのパブリックアートプロジェクトの検討. 日本デザイン学会研究発表大会概要集 65 (0), 240-241.
- 孔泳泰, 羅誠恩 (2012) Po-004 韓国における新しい科学教育の動き: STEM教育からSTEAM教育へ (ポスター発表). 日本理科教育学会全国大会要項 (62), 414.
- 孔泳泰 (2012) PISA型STEAM理科教育プログラムの適用とその効果. 日本科学教育学会研究会研究報告 27 (3), 15-20.
- 北澤武, 森田裕介, 瀬戸崎典夫, 辻宏子 (2018) 教員の ICT 活用指導力とプログラミング教育

に対する自己効力感の関連分析: -STEM/STEAM教育を目指す小学校の模擬授業を通して-. 日本科学教育学会年会論文集 42 (0), 277-278.

- 真部幸史, 光宗宏司, 横山泰士, 隅田学, 浅井英典, 彦田順也, 八木昌生, 松本浩司, 加藤美和, 河合直美, 大橋智史 (2019) 個人・地域・世界を結ぶSTEAM (科学・技術・工学・農学・数学) 型エネルギー教育モデルの開発 (2): 一多様な文脈からの持続的な可能性の開発を目指した実践-. 日本科学教育学会研究会研究報告 33 (5), 69-72.
- Merriënboer J. J. G. & Kirschner, P. A. (2017) Ten Steps to Complex Learning. Routledge.
- 森健一郎, 芳賀均 (2018) プログラミング学習の導入段階における電子器機を用いた音楽づくり: -STEAM教育のArtの観点から-. 日本科学教育学会年会論文集 42 (0), 279-280.
- 胸組虎胤 (2018) 科学と他教科に跨る複合領域科目: 教科内容学から見ると. 日本科学教育学会年会論文集 42 (0), 573-574.
- 胸組虎胤 (2019) 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 鳴門教育大学 編 34, 58-72.
- 奥村仁一, 熊野善介 (2017) 高等学校生物での女子によるPBLの特徴とその有効性についての実践的研究. 科学教育研究 41 (3), 303-314.
- 隅田学 (2017) ジェンダー・地域格差に配慮したSTEAM才能教育カリキュラムに関する学際的研究. 日本科学教育学会年会論文集 41 (0), 175-176.
- 遠山紗矢香, 竹内勇剛 (2018) STEAM教育としての協調的な音楽創作活動とその評価の提案: -児童の自尊感情の変化に着目して-. ヒューマンインタフェース学会論文誌 20 (4), 397-412.
- 山根弘也, 鴈野重之 (2016) 天文教育フォーラム報告: STEM/STEAM教育と天文学. 天文教育 28 (6), 71-73.
- 山崎貞登, 大森康正, 磯部征尊 (2016) イノベーション型学習能力を育むSTEM/STEAM教育からの小学校国語・社会・理科教科書の教材解釈. 上越教育大学研究紀要 36 (1), 203-215.
- 山崎貞登, 岡島佑介, 東原貴志, 大森康正, 黎子椰, 磯部征尊, 山崎 恭平 (2019) STEM/STEAM教育からの小・中・高等学校を一貫した技術ガバナンス力と技術イノベーション力の学習到達水準系統表の改善. 上越教育大学研究 39 (1), 195-206.