

資質・能力の育成を目指す教科横断的な学習としての STEM／STEAM教育と国際的な動向

2019年9月4日

国立教育政策研究所
教育課程研究センター・基礎研究部
松原憲治

アウトライン

- 諸外国における資質・能力を育成する学習活動
- 育成したい資質・能力と
STEM／STEAM教育など教科横断的な学習
- STEM／STEAM教育の国際的な動向
- 国内の事例
- 今後の論点など

諸外国ではどのようにして資質・能力の育成を目指しているのか？ — 諸外国における資質・能力を育成する学習活動 —

国立教育政策研究所の「資質・能力を育成する教育課程の在り方に関する研究」
報告書2 諸外国の教育課程と学習活動 平成28(2016)年3月 を基に整理

国名	特徴的な取組や新たな方向性や 資質・能力の育成に向けた授業改善として重視している学習活動
イギリス (イングランド)	初等学校では 教科横断的トピック学習 が多く、活動的学習が取り入れられている。
ドイツ	対面型一斉授業からの脱却。個人に対応した授業を推奨。週単位での学習計画による学習の個別化、 プロジェクト方式の学習等 の展開。
フランス	教科横断的な学習 や調べ学習が 推奨 されている。
フィンランド	個に応じた学習と協同的な学習双方を推進。改訂版教育課程基準では、「 教科横断的テーマ 」が各教科内容に埋め込まれている。
カナダ	教科横断的カリキュラムを通じた資質・能力の育成 。
アメリカ	履修時間によらず、能力の習得状況によって単位認定を行うところもあるが、数は少ない。 パフォーマンス課題 による評価を設定して主体的・協働的な探究学習を促す動き。
オーストラリア	「個に応じた学習」を推進、 B等特別カリキュラム はACARAが示す基準・手続に従い認証。
韓国	2009年より小・中・高校で「 創造的な体験活動 」の時間を導入。中学校で進路探索活動など各種体験活動。教科では、討論や課題解決学習を中心に行う「 自由学期制度 」を実験中。

育成したい資質・能力とSTEM／STEAM教育など 教科横断的な学習での統合の度合い

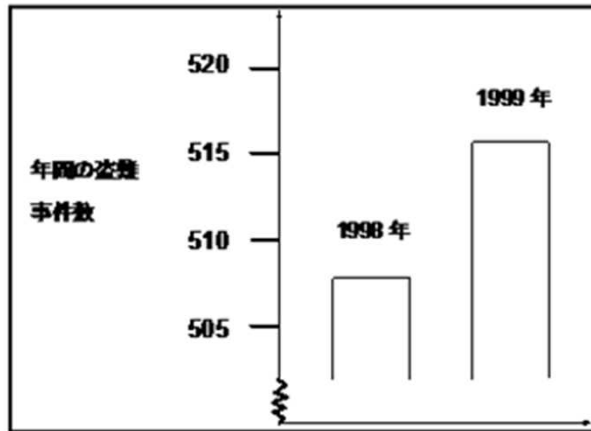
教科横断的な学習における教科等の統合の度合い

我が国で求められている 資質・能力	学習のアプローチ	教科等の 統合の度合い
①各教科等において育まれる資質・能力	各教科やテーマで	低い(分化)
②教科等を越えたすべての学習の基盤として育まれ活用される資質・能力	複数の教科を関連させながら	
③現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力	実世界の課題から	高い(統合)

出典：松原・高阪（2017）を基に作成

授業で生徒が**実世界の問題**に取り組む機会 — PISAやTIMSSビデオ研究等の国際調査の結果から —

テレビのレポーターが、「このグラフから、1998年から1999年の間に、強盗事件が急激に増加したことがわかります。」と言いました。



あなたは、レポーターがグラフの情報を正しく読み取っていると思いますか。答えと、そう考える理由を書いてください。

← 日常生活や**実世界**に関わる問題

- 学校の数学授業でこのような問題を何回ぐらいやったことがありますか、といった質問に「何度もある」又は「時々ある」と回答した生徒の割合は、参加国中最も低い。

(OECD/PISA2012 生徒質問紙調査の結果)

- 「先生は、科学の考えが**実生活に密接に関わっている**ことを解説してくれる」について生徒の肯定的な回答の割合は、OECD平均50.0%に対して、日本では33.0%。

(OECD/PISA2015 生徒質問紙調査の結果から)

- 科学関連の**実世界の問題**(社会問題や生徒の個人的経験など)をクラス全体で話し合う時間の割合が少ない。また、科学の本質や環境やテクノロジーといった**領域横断的な内容**の指導が少ない。

出典 小倉康・松原静郎(2007):TIMSS1999 理科授業ビデオ研究の結果について, 国立教育政策研究所 紀要第136集, 219-232.

STEM教育の経緯

- ◆ 米国政府の政策、とりわけアメリカ国立科学財団(NSF)により(Breiner et al., 2012)、**科学技術人材の育成のための政策対応の一環**として進められてきたものが発端(STEM Task Force Report, 2014)。
- ◆ その後長い年月をかけて、連邦政府に対して科学技術人材の育成について政策対応を求める多数の報告書・提言の発表によって全国的なSTEM教育強化の流れが作られた(堀田, 2011)。
- ◆ STEM教育は国家、州、地方レベルの様々なプログラムで導入され、**教育改革と米国の国際競争力を取り戻すため重要な焦点**として導入されている(Breiner et al., 2012)。
- ◆ オバマ政権の下、STEM教育の充実が米国の**科学技術分野での優位性を維持する方策**であるとされ、必要とされる労働人口予測に基づいて**STEM分野で輩出すべき人材数**まで明確に設定されている(千田, 2013)。
- ◆ 科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、数学(Mathematics)の各教科を表す用語としてSTEMが用いられた。当初は各教科を個別に捉える取組が多く見られたが、**近年では、より技術(T)や工学(E)を含む4教科を統合的にみる動き(統合型のSTEM教育)**が進みつつある。

STEM教育の広がりとSTEAM教育

○ 統合型のSTEM教育

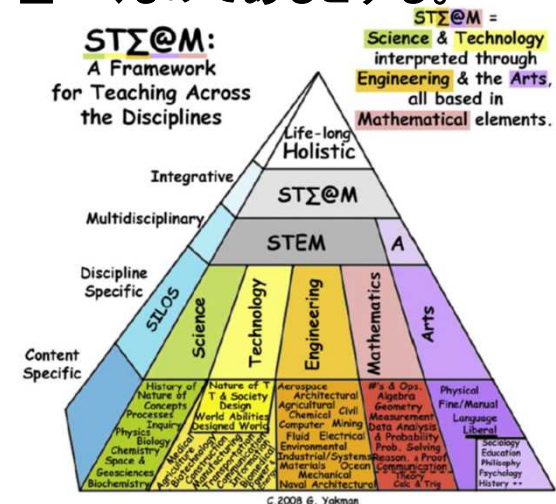
Science、Technology、Engineering、MathematicsのSTEM分野が複雑に関係する現代社会の問題を、**各教科・領域固有の知識や考え方を統合的に働かせて**解決する学習としての共通性を持ちつつ、その目的として①科学・技術分野の経済的成長や革新・創造に特化した人材育成を志向するものと、②すべての児童生徒に対する市民としてのリテラシーの育成を志向するものがある。

○ STEAM教育—アート、リベラルアーツ、文理の枠を超えた学び—

◆ 初期のSTEAM教育は、**統合型STEM教育にArts(デザイン、感性等)の要素を加えたもの**と解釈できる。Yakman(2008)では、STEAM教育は学問領域を横断して指導する枠組みであると示している。また、STEAM教育は、エンジニアリングとアーツ(言語や歴史などを含む文科)を通して解釈される科学と技術であり、すべては数学的な要素に基づくものであるとする。

◆ 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、Liberal Arts(A)の考え方に基づいて、自由に考えるための手段を含む**美術、音楽、文学、歴史に関わる学習**などを取り入れるなどSTEM教育を広く横断的に推進していく教育(東京学芸大学 大谷 忠氏より)。

◆ 取り扱う社会的課題によって、S・T・E・Mを幹にして、ART/DESIGNやROBOTICS、E-STEM(環境)など様々な領域を含んだ派生形が存在し、さらには国語や社会に関する課題もあり、いわゆる**文系、理系の枠を超えた学び**となっている(日本STEM教育学会 新井 健一氏より)。



STEM／STEAM教育に関する国際的な動向

➤ 米国 — NGSSによるSTEM教育の拡大 —

- ◆ 2015年に「STEM教育法」が制定(2017年に改訂)。
- ◆ 2013年に策定された「次世代科学スタンダード(NGSS)」は、科学の探究と同様に**エンジニアリング**の活動を重視しており、STEM教育を促進(熊野, 2012; 齊藤・熊野, 2016)
- ◆ 2019年5月時点で20州と1特別区が**NGSSを科学カリキュラムとして採用**(全米科学教師連盟(NSTA)のサイト情報から)。
- ◆ 一方、NGSSが教室レベルで普及するには相当の**時間がかかる**といったNSTAのスタッフの意見もある(内之倉ら, 2014)。

➤ STEAM教育の例

- ◆ E-STEM(環境)教育実践校の事例では、生徒のデザインによる風力発電の設置、生徒と地域住民による市民農園の管理・運営などで、**地域住民との交流の場として機能**することや、E-STEMの強みとして、学習プロセスのみならず、統合的、協働的、継続的側面があること、**学校全体の仕組みとして機能**することが報告されている(佐藤, 2017)。

STEM／STEAM教育に関する国際的な動向

▶ 韓国 — STEAM教育に力点を置いた教育改革 —

- ◆ 2011年に韓国の教育部はカリキュラム改革(学習指導要領の改訂)を実施し、**STEAM教育をその中心的な政策**とした。
- ◆ STEAMはSTEMにArt(芸術)を加えたものであり、創造的なデザイン、エモーショナルな感覚、学習内容の収斂と統合に焦点を当てている(Park et al., 2016)。
- ◆ 理数教育と芸術教育の融合教育を**国家教育政策として位置づけ**、「科学英才高校」(特設)で**英才教育と関連させながらSTEAM教育**を実践しており、近年は義務教育全体に「理数教科に芸術教育を融合する授業」を取り入れる試みがある。
- ◆ 科学・技術分野で革新・創造に特化した人材育成を重視している一方、他者との調和や思いやりを大切にし、芸術的感性及び直観力を働かせてイノベーションにつなげようとするなど、**情意面も大事にする**。美術教育の立場から、**STEAM教育の芸術融合が表層的**との指摘もある(安東・金, 2014)。

(韓国のSTEAM教育について、広島大学大学院教育学研究科 磯崎哲夫氏より資料と知見の提供を受けた。)

国内の実践事例

➤STEM／STEAM教育に関連する国内の実践事例1

⇒「総合的な学習の時間」での現地調査に際しての事前の探究活動に、理科(天気)、社会(農業)、保健(健康)の視点から、取り扱う内容や学習方法に工夫を加えたもの。

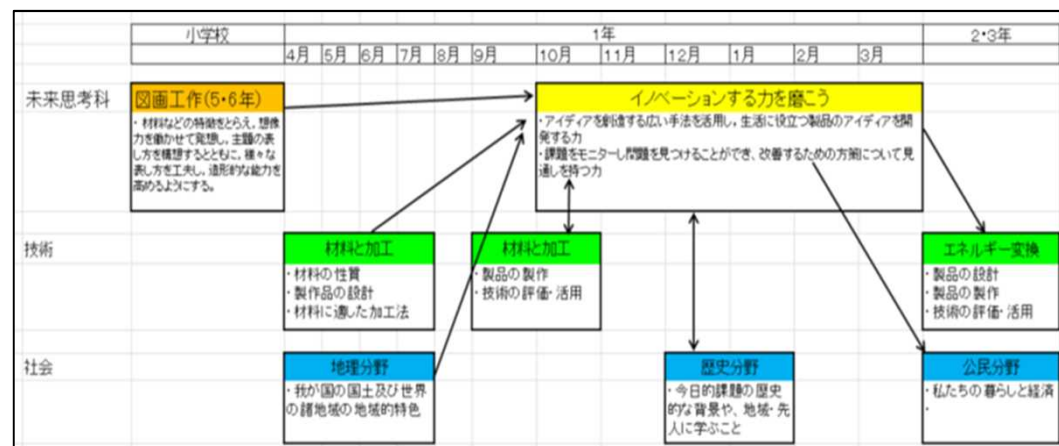
◆「鹿児島の人々は、火山とどのように向き合っているのか」という問いに答えながら、修学旅行先の鹿児島の自然(火山との共生)に対する理解を深める。

➤STEM／STEAM教育に関連する国内の実践事例2

⇒「未来思考科」で、技術(材料と加工、エネルギー変換)及び社会(地理、歴史、公民)の内容や考え方をを用いた学習。

◆ 目的や条件を明確にし(技術や**エンジニアリングの考え方**)、生徒は実際にアフリカに提供されている製品を分析することで、更に改良する視点を養う。

◆ 複数教科の学習内容のつながりや、教科等の学習内容と社会のつながりが生まれ、理科や数学の次の学習への問いや関心・意欲が深まる。



STEM／STEAM教育に関連する国内の実践事例1

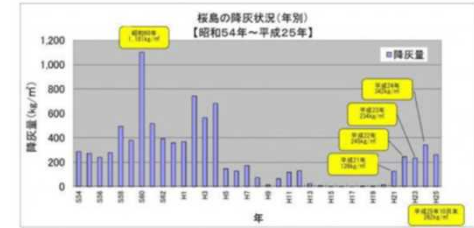
埼玉県立川越初雁高等学校での実践

現地調査の事前学習「鹿児島県の自然」

時間	取り扱う内容・学習活動	到達してほしい目安
前時	現地調査に際しての事前の探究活動	修学旅行で訪れる鹿児島県の風土の特徴を知る。
本時	ジグソー法「鹿児島県の自然」	鹿児島と火山との関係を知る。
次時	発展課題	防災対策と火山(桜島)との共生(利用)
この後	修学旅行	修学旅行を通して、鹿児島県の風土に実際に触れる。



鹿児島県庁 Web ページより→



【桜島の降灰量(20km以内・33地点の合計値)単位:kg/m²】

年	降灰量
昭和54	104
昭和55	297
昭和56	273
昭和57	240
昭和58	279
昭和59	491
昭和60	379
昭和61	1,001
昭和62	517
昭和63	392
昭和64	368
昭和65	345
昭和66	544
昭和67	682
昭和68	147
昭和69	128
昭和70	132
昭和71	73
昭和72	14
昭和73	63
昭和74	118
昭和75	130
昭和76	25
昭和77	8
昭和78	3
昭和79	3
昭和80	1
昭和81	4
昭和82	4
昭和83	17
昭和84	128
昭和85	245
昭和86	234
昭和87	342
昭和88	282

H26 10月現在

本時の課題:鹿児島県の天気予報の中から、関東にはない情報(風向き)を見つけ、その理由を考える。

<発展課題>各エキスパートで学んだことを参考に、「鹿児島の人々は、火山とどのように向き合って生活しているのか」を考えてみよう!

エキスパート資料「さ」 桜島の噴火によって放出される物質

噴火のタイプ

噴火で立ち上る噴煙柱のエネルギー源は、膨張した水蒸気以外にもある。噴き出したマグマが周囲の大気に熱を与え、軽くなった大気が噴煙柱に取り込まれてさらに噴煙柱に浮力を与え、大きなエネルギーを生み出す。また、マグマが火道を上昇するときに、中のガスが地中に逃げることがあり、その場合は穏やかな噴火になる。

低い ← 噴煙柱の高さ → 高い
 穏やか ← 噴火の程度 → 激しい
 低い ← 溶岩の粘性 → 高い

(ハワイ型) 高温の玄武岩質のマグマ、莫大な量の溶岩流、火山灰は出ない、しぶきが落下し、火口の周りに溶岩湖ができる

(ストロンボリ型) やや粘りのある玄武岩質のマグマ、数十秒～数分間マグマのしぶきを噴き上げる小爆発を繰り返す、火山弾、スコリアが火口のそばに降り積もり火砕丘を形成、溶岩流も見られる

(プリアニ型) 粘り気のある安山岩質のマグマ、溶岩流はあまり出ない、爆発的に岩石や火山灰を飛ばす、岩石は短時間に一気に、火山灰は比較的長時間噴出

(フレイニ型) とても粘り気のある強い流紋岩質のマグマ、大量の火山灰、軽石を噴出、噴煙柱が成層圏に達し、火山灰が地球全体に回ると異常気象を引き起こす、噴煙柱が崩壊すると火砕流に、崩壊しないと軽石、火山灰が降下

エキスパート資料「つ」 火山灰と農業

資料 A(かごしまの農業 2012 ジュニア版より)

◆主な農畜産物の生産量(品目ごとに調査年を表示)

資料:畜産統計 食鳥流通統計 作物統計
 野菜生産出荷統計 特産果樹生産動態調査
 花き生産出荷統計

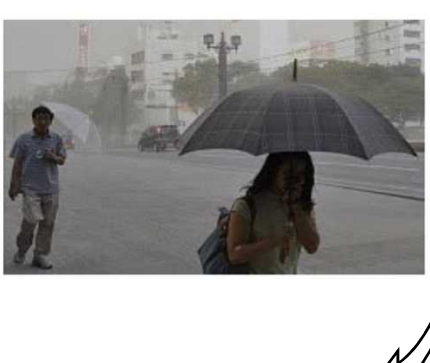
1位

豚 飼養頭数 973.5万頭
 鹿児島 14%、宮城 9%、千葉 7%、群馬 9%、その他 64%

肉用牛(黒毛和種) 飼養頭数 177.3万頭
 鹿児島 19%、宮城 12%、北海道 10%、その他 59%

ブロイラー 飼養羽数 1億714万羽
 鹿児島 18%、宮城 17%、岩手 14%、青森 9%、その他 45%

エキスパート資料「ま」火山灰と健康被害



生徒の学習の成果(授業後の実践者の記述から):
 エキスパートにちりばめられている情報をもとに、こちらの期待する「共生」という観点をもって来ていた。

STEM/STEAM教育に関連する国内の実践事例2

熊本大学教育学部附属中学校(研究開発学校)での実践
 単元名:イノベーションする力を磨こう!(未来思考科)

身に付けさせたい資質・能力:

創造的思考力…アイデアを創造する広い手法を活用し、生活に役立つ製品のアイデアを開発する力



次	時数	主な学習活動
1	1	写真から考えられる問題点を明らかにし、改善案を考える。現在の改善策例を参考に多面的に分析する。
2	1	世の中のアイデア商品を参考に、自分の身の回りの問題や課題を少しでも解決するためのアイデアを考える。
3	1	アイデアを製品化する新しい投資の仕組みや経済との関係を知る。単元の振り返りをする。

パフォーマンス課題:写真は水を運んでいる様子です。写真から考えられる問題を見つけ、改善するための新しいアイデアを提案しよう。

クラウドファンディングの仕組みを理解し、アイデアを実際に製品化したり、良いアイデアに対して投資することで実現化させたりする方法を知る。

第1次 自分なりの解決策を考えてみる。現在の製品を分析してみる。

第2次 写真のアイデアを参考に思考させる。

単元名 イノベーションする力を磨こう。

【自分の提案をまとめよう】「水を運搬するより良いアイデアを提案しよう」

アイデアを絵や言葉で表現しよう

目的・条件・問題・環境・経済・社会のどの辺りが改善できたらかな?

目的・条件・問題・環境・経済・社会のどの辺りが改善できたらかな?

目的・条件・問題・環境・経済・社会のどの辺りが改善できたらかな?

【自分の提案をまとめよう】「ハニカム構造」のアイデアを提案しよう

アイデアを絵や言葉で表現しよう

スモホケース

落ちてしまってもハニカム構造によりしゅうけい分散されるためこれにいい。

生徒は、製品として使用する場合の具体的な場面を想定し考えた。自分で考えた製品について友達にプレゼンすることを前提に、複数の視点からどのように改善されているのか説明を記述

STEM/STEAM教育に関連する国内の実践事例2

熊本大学教育学部附属中学校での実践

単元名:イノベーションする力を磨こう!(未来思考科)

生徒の記述の例

2 この学習の内容や考え方は、今までの経験や学習、そしてこれから学習する様々な学習とどのように結びつきそうですか、自由に書いてみましょう。

多面的な視点から物を見るということは社会や国語、音楽や美術など、様々な教科で活用できると思います。そして、困る生活をよくすることは今学期に技術でやった作品制作にも生かしていたと思います。日常的に買い物をするときにも金額や色・デザインや特徴など多面的な視点から見られると思うので、学習は学習、生活は生活のような境界線はなく、どこにでも、いつでも生かせるなど思いました。

2 この学習した内容や考え方を実生活や実社会にどのように生かすことができそうですか。また、新たに調べたいことや疑問に思ったことなどを書きましょう。

身の回りのちょっとした不便なことに対して、「どうしたらよくなるのではないかと、少しでもいいから考えることで、イノベーションする力が身に付くと思う。だから日常生活の中で、もうどうにかしたいものではないかという不便なこと、「これはどうにかしたいな」と思っているものを見つけていきたい。またハニカム構造がどうしてそんなに強いのか、ハニカム構造以外にも、強い構造はあるのか、などを調べてみたい。今回の授業のように、自分で考えて何かを作り出すのは、とても面白いものだとわかったので、これからも機会があったら、また考えてみたい。

教科等を越えたすべての学習の基盤として育まれ活用される資質・能力

多面的な視点から物を見るということは社会や国語、音楽や美術など様々な教科できると思います。そして、困る生活をよくすることは今学期に技術でやった作品制作にも生かしていたと思います。日常的に買い物をするときにも金額や色・デザインや特徴など多面的な視点から見ていると思うので、学習は学習、生活は生活のような境界線はなく、どこにでも、いつでも生かせるなど思いました。

身の回りのちょっとした不便なことに対して、「こうしたらよくなるのではないかと、少しでもいいから考えることで、イノベーションする力が身に付くと思う。(省略)
またハニカム構造がどうしてそんなに強いのか、ハニカム構造以外にも、強い構造があるのかなどを調べてみたい。今回の授業のように、自分で考えて何かを作り出すのは、とても面白いものだとわかったので、これからも機会があったら、また考えてみたい。

現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力の育成へ

STEM／STEAM教育の知見から得られる総合的な学習（探究）の時間の充実に向けた論点など

諸外国の事例から

- ・地域住民との交流の場や、学校全体の仕組みとして機能する可能性
- ・教室レベルでの普及には時間がかかる可能性

STEAM教育の視点で扱う学習課題や問いとは？

- ・児童・生徒が自分事と思える文脈
- ・複数の教科・領域固有の知識や考え方を基盤とし、それらを働かせるように意図的に構造化された学習課題
- ・思考判断、意思決定、価値、個人的または社会的判断等を含む問い

・知識の習得は最適化学習で行い、知識の活用はSTEM／STEAM教育など総合的な学習（探究）で常に行うと固定化しないほうがよい。

↑ STEM/STEAMの学習から各教科の学びにつながる方向も

・学習課題や問いについて、カリキュラム・マネジメントによる教科連携

↑ 教科連携をどのように学校現場に実装するかを考える際、国際バカロレアが参考になる（西村，2019）。

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，美術科教育学会誌，35，61-77.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012): What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships, *School Science and Mathematics*, 112, 1, 3-11.
- 堀田のぞみ（2011）：7 科学技術政策と理科教育—初等中等段階からの科学技術人材育成に関する欧米の取組み—，科学技術政策の国際的な動向，121-134.
- 能野善介（2012）：中学校理科の教育課程が目指す学力，第3章第2節，今こそ理科の学力を問う-新しい学力を育成する視点-，日本理科教育学会編著，東洋館出版社，98-105.
- 松原憲治・高阪将人（2017）：資質・能力の育成を重視する教科横断的な学習としてのSTEM教育と問い，科学教育研究，41，2，150-160.
- NGSS Lead States (2013) : Next Generation Science Standards, The National Academies Press.
- 西村圭一（2019）：技術教育における教科連携を考える，数学科教育の立場から，国立教育政策研究所 科学研究費助成事業シンポジウム 今後の日本を支える技術教育の在り方—教科横断的な視点からの検討— 第1回，48-49.
- 小倉康・松原静郎（2007）：TIMSS1999理科授業ビデオ研究の結果について，国立教育政策研究所紀要第136集，219-232.
- 千田有一（2013）：米国における科学技術人材育成戦略：科学，技術，工学，数学（STEM）分野卒業生の100万人増員計画，科学技術動向，133，17-26.
- 内ノ倉真吾他6名（2014）：アメリカにおけるSTEM教育推進の活用事例報告—アイオワ州での取り組みに着目して—，日本科学教育学会研究会報告，29，1，87-92.
- 梅澤敦（研究代表）（2016）：資質・能力を育成する教育課程の在り方に関する研究 報告書2 諸外国の教育課程と学習活動，国立教育政策研究所平成27年度プロジェクト研究調査研究報告書.
- 齊藤 智樹・熊野 善介（2016）：米国連邦政府によるSTEM 教育改革，日本科学教育学会年会論文集40，15-18.
- 佐藤真久（2017）：米国ミネソタ州オウトナ市における環境 STEM（E-STEM）教育の取組，日本科学教育学会年会論文集41，97-98.
- STEM Task Force Report . (2014) : Innovate: a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education, Californians Dedicated to Education Foundation.
- Park, H., Byun, S.-y., Sim, J., Han, H., & Baek, Y. S. (2016) : Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12, 7, 1739-1753.