

中国の STEM 教育と Maker 教育との関係に関する一考察

—中国浙江省温州高校の Maker 教育の実践例を参考にし—

教職大学院

胡啓慧

1. はじめに

世界の多くの国は STEM 教育に積極的に取り組んでいる。NMC Horizon Report 2017 は、STEM (STEAM) 教育は今後 1-2 年の初等中等教育の変化を推進するものとなり、教科横断的な学習は学校のカリキュラムを現実世界に統合する傾向があると述べている。

STEM 教育は米国が科学技術の革新における人材育成のために提唱されたもので、STEM とは Science (科学)、Technology (技術)、Engineering (工学)、Mathematics (数学) の頭文字からなるもので、そして Art (芸術) を加えた「STEAM 教育」も現れた (畑山・上野 2020)。STEM 教育は「既存の教科 (理科、数学、技術、情報など) の枠組を超えて横断的かつ探究的に学ぶだけでなく、問題発見・解決のプロセスを実践する新しい学びのフレームワーク」(森田ほか 2018) である。

中国も STEM 教育を積極的に推進している。2015 年中国教育部は、STEM 教育等新しい教育手法に初めて言及し、2016 年の「教育信息化十三五規劃 (教育情報化第 13 回 5 年間計画)」において、STEM 教育を推進する方針を正式に発表した。その中で、条件が整った地域では教科横断的な学習 (STEAM 教育)、Maker 教育などの新しい教育手法での情報技術の応用に積極的に取り組むことが求められた。

2017 年中国教育部に属する中国教育科学研究院 STEM 教育研究センターは「中国 STEM 教育白皮書 (以下白書)」を発表した。その中では、中国の STEM 教育の発展が述べられており、学術研究、教育政策、教育実践において成果が上がっていることが報告されている。そして、Maker 教育もその成果として挙げられ、学術研究に Maker 教育が寄与していることが指摘され、教育

実践の代表例として深セン市の Maker 教育が挙げられている。

Maker 教育は Maker Movement の展開によって生まれたものである。Maker Movement とは、日常生活の中で人工物の創造的な制作に従事し、物理的およびデジタルフォーラムを見つけてプロセスや製品を他の人と共有する人は増加していることを指し、そして Maker Movement には一連の活動としての Making, 実践コミュニティとしての Maker スペース、アイデンティティとして Maker という 3 つの要素がある。Maker Movement の影響を受け、教育環境においても Maker スペースが増えつつ、学校教育への導入が理論にかつ実践的に検討されている。(Halverson & Sheridan 2014)

2015 年中国国務院 (日本の内閣に相当) はイノベーションの推進・創業の促進を提唱し、それに応じて学校は Maker スペースを立ち上げ、Maker 教育は中国に広がっていく (中国の Maker 教育は「創客教育」と呼ぶ)。それに対して、日本において Maker 教育は少ない。

日本では、文部科学省の「諸外国の政府における STEM 人材戦略」、経済産業省の「諸外国の教育の現状に関する参考資料」と「EdTech の現状と課題についての調査報告」の中で、中国の STEM 教育が紹介され、江蘇省の小中学校の STEM 教育、深セン市の深セン高校の Maker 教育が先進事例として挙げられている。

中国において STEM 教育の発展と Maker 教育は緊密に関連しているが、それらの関連については明確となっていない。そこで、本研究では中国の STEM 教育の発展を概観し、STEM 教育と Maker 教育の関係を検討する。そのために、「白書」の研究成果を参照し、まず、学術研究という視点から、中国の STEM 教育に関する文献

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

を整理分析することで、中国のSTEM教育の学術研究の発展状況、STEM教育及びMaker教育を説明し、STEM教育とMaker教育の関係を検討する。次に、教育政策という視点から、具体的には中国のカリキュラムにおけるSTEM教育の発展を説明し、Maker教育との関係を検討する。最後は、教育実践という視点から、中国国内のMaker教育の先駆者である浙江省温州高校の実践を参考事例として学校ベースのSTEM教育を検討する。

2. 学術研究におけるSTEM教育とMaker教育

本章はまず中国のSTEM教育の学術研究の発展状況を説明する。そして、学術性と認知度が高い文献から、中国のSTEM教育の定義、STEM教育の実践方法、Maker教育の定義を説明し、STEM教育とMaker教育の関係を検討する。

2.1. STEM教育に関する学術研究の発展

「白書」には近年STEM教育に関する研究が盛んに行われていることが指摘されていることから、中国知網CNKI (China National Knowledge Infrastructure) において文献を調査した。CNKIは中国におけるCiNiiと同様のデータベースであり、「STEM教育」を主題(題目、キーワード、抄録を含む)とするCSSCI (Chinese Social Sciences Citation Index) を検索した。2010年以前は0本で、2010~2019年では243本がある。CSSCIは人文社会科学分野に特化した文献データベースで、引用分析や専門家による検討を経て収録誌を選定しており、学術性が高く、権威ある学会誌や論文誌が収録されている。

図1では2010年から2019年の10年間CSSCIの論

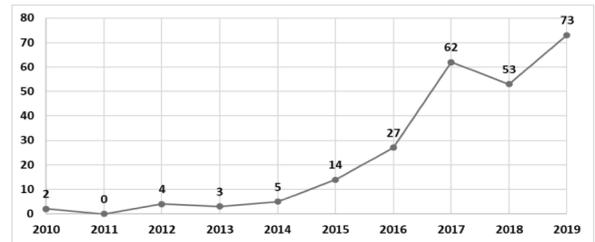


図1 STEM教育に関するCSSCI論文数の推移

表1 STEM教育論文における頻出語

主題	頻度	割合
STEM教育	112	23.65
STEM	64	13.28
北アメリカ	39	8.09
アメリカ合衆国	38	7.88
STEMリテラシー	25	5.19
小中高	24	4.98
Maker教育	21	4.36
STEAM	21	4.36
STEM教師	12	2.49
教科横断	12	2.49

文数の推移を表したグラフである。2016年以前は28本であったが、2016年は27本で、2017~2019年では188本になった。そして、「STEM教育」の論文の主題における頻出語について、ランキング上位の10個を表1にまとめている。

STEM教育について、アメリカ、STEMリテラシー、小中高学校、Maker教育、STEM教師、教科横断が深く関わっていることが明らかになった。アメリカはSTEM教育を重視する最初の国であり、カリキュラム、教員養成などの研究が進んでおり、中国がSTEM教育を始めた時、主に米国の研究を参考にしたのである(王 2017)。

そして、この243本を被引用数(2020年3月末時点)

表2 被引用数上位10本の論文リスト

	著者(出版年)	被引用数	題目(日本語訳)
1	楊・李(2015)	831	Maker教育の潜在的価値とその紛争
2	余・胡(2015)	719	STEM教育理念と教科横断的な統合モデル
3	王(2015)	261	STEM教育に指向したMaker教育の探求
4	楊・任(2015)	195	デジタル時代のSTEM教育とMaker教育
5	傅・劉(2016)	191	検証から創造へ—小中高におけるSTEM教育の活用に関する研究
6	趙・陸(2016)	185	STEAM教育の実施と学生の革新能力の向上: アメリカのSTEAM教育学者Georgette Yakmanへのインタビュー
7	鐘・張(2014)	159	アメリカのSTEM教育におけるCTEqの機能と中国への示唆
8	秦・傅(2017)	142	STEM教育: 実際の問題に基づいた教科横断的な教育
9	王・呉(2016)	124	「インターネット+」時代のSTEAM教育のリフレクションとイノベーションの道
10	趙・許(2016)	122	STEM教育: 5つの大きな論争とその対応

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

によって並び替え、その上位の10本を表2にまとめている。表2に示したように、これらは2015年～2017年の論文であり、一番多いのは2015年と2016年で、それぞれ4本ある。各題目の下線部分に示したように、STEM教育のほかに、被引用数第1、3と4位にはMaker教育、第2と8位には教科横断、第6と7位はアメリカ、第5位には小中高があり、表1とはほぼ一致している。

この10本の論文は中国において学術性と認知度が高い論文であり、これらの論文で中国のSTEM教育の定義、Maker教育の定義、両者の関係等を説明する。

2.2. STEM教育の定義

余・胡(2015)は、STEM教育は、科学、技術、工学、数学の4つの分野の内容を有機的に組み合わせて、生徒の革新精神と実践能力を向上させるものであると述べている。さらに、STEMリテラシーには、科学的リテラシー、技術的リテラシー、工学的リテラシー、および数学リテラシーが含まれているが、単に4つのリテラシーの組み合わせではなく、この4つの分野の能力を生かし、現実世界の多様な側面を探索する総合的な能力だとしている。

趙・許(2016)はSTEM教育の本質は教科横断的な学習を通じてリテラシーを育成することであり、この教育方法によって、幼い頃から、自分自身及び社会発達のニーズに満たすような性格と能力の育成を重視すると述べている。

傅・劉(2016)は、STEM教育とはSTEM知識を総合的に活用し、実際的な問題を解決する能力に関する教育であると述べ、学習者がどのように知識を学び、どのように活用するかが重要であると指摘している。

秦・傅(2017)は、STEM教育の本質がSTEMリテラシーの育成を目標とすること、実際の問題に基づいて教科横断的な教育を実施することにあるとしている。さらに、STEM教育はK-12 (from kindergarten to 12th grade) から学部、大学院段階までの教育範囲をカバーし、工学的思考リテラシーを表すものであり、学生の深い学習、探究学習、意味学習を促進する。

STEM教育は科学・技術・工学・数学の4つの分野の組み合わせであるが、中国ではその本質は4つの分野の学習を超えるものと認知されている。さらに、教科横断

的な学習を学校で実践できるように、以下の3つの統合モデル及び4つの活用タイプが提案されている。

2.3. STEM教育の実践方法

2.3.1. STEM教育の統合モデル

余・胡(2015)はSTEM教育の4つの分野の教育は密接に関連し、学生は統合された教育方法で知識とスキルを習得し、現実世界の問題を解決するために柔軟に活用する必要があると述べ、3つの統合モデルを提唱した。

(1) 教科知識統合型

教科知識統合型は通常「問題をベースとした学習(Problem-based Learning)」を採用し、現実世界に関連する問題を解決するため、学生が協働学習を通して学んだ知識の理解を深め、問題の背後にある科学的知識を獲得し、問題解決能力と自己学習能力を身に付ける。

(2) 生活経験統合型

生活経験統合型は通常「プロジェクトベースの学習(Project-based Learning)」を採用し、実践的なプロジェクトの完成を中核とし、教科横断的なコンテンツ、高度な思考能力の開発と現実の生活環境が含まれている。プロジェクト学習の出発点は通常最終成果物または「人工製品」の開発で、教師の指導の下で、生徒は科学的手法を用い、自分のデザインアイデアに従って作品を完成する。

(3) 学習者中心統合型

学習者中心統合型は、「学生主導のプロジェクト」の方法を採用し、学生は個人またはグループ単位で課題を提出する。課題の内容には、教科横断的な知識の習得と活用が必要である。教師はプロジェクト学習のプロセスにおいて調整、評価などの役割を果たす。

2.3.2. STEM教育の活用タイプ

傅・劉(2016)は学校におけるSTEM教育の活用を検証、探究、製造、創造という4つのタイプに分けた。検証型の目標は、学習者がSTEM知識を活用して明確な結果を検証することであり、その中核は結果ではなく検証のプロセスと方法である。探究型の目標は学習者が未知の現象を発見・説明し、その中核は学習者の探究プロセスと結果である。製造型の目標は、既存の製品の作成と改良で、その中核は学習者の工学実践能力の育成である。創造型の目標は、革新的なアイテムの設計と製造で、その中核は革新のデザインである。

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

2.4. STEM教育におけるMaker教育

2.4.1. Maker教育の定義

楊・任 (2015) は、広い意味でのMaker教育は、革新精神の育成に焦点を当て、狭い意味でのMaker教育は、学生がデジタルツールを活用し、創造的なものを作ることに焦点を当てると指摘している。彼らは狭い意味でのMaker教育において、学生を創造的な活動に従事させ、創造的なプロセスでデジタルツール（オープンソースハードウェア、3Dプリンター、コンピューター、レーザー切断機などを含む）を活用し、実践的なスキルが養われ、そして、生徒は問題を発見・調査・解決するなかで自分のアイデアを作品に変え、創造思考と問題解決能力を身につけると指摘している。

楊・李 (2015) は、Maker教育は、実践的かつ探究的な学習方法で、「Learning by Doing」はMakerの背後にあるコアアイデアであり、創造は学習である。彼らはMaker教育が、情報技術を活用し、「創造することで学ぶ」を主な学習方法として、革新的な人材の育成を目的とする新型学習であると指摘している。

Maker教育と情報技術の関係について、王 (2015) はMaker教育が依存している主なテクノロジーはフィジカル・コンピューティング (Arduino, 各センサーなど) とインタラクティブ・メディア・テクノロジー (空間演出, Augmented Reality (AR) など) であり、それは情報技術が他の分野 (アートやデザインなど) と横断統合した新しい分野である。ソフトウェアとハードウェアの統合により、世界を感知するインタラクティブシステムが作成され、人とデジタルの世界とのつながりを強化することができる。

2.4.2. STEM教育とMaker教育の関係

STEM教育とMaker教育について、王 (2015) はMaker教育のデジタルテクノロジーと革新精神は、STEM教育のコンテンツと手段を充実させ最適化する。一方、STEM教育の教科横断的な理念、プロジェクトベースまたは問題ベースの教育はMakerの活動を学校教育や人材育成のニーズにより合致させ、Maker教育の目標、方向性と実施プロセスをより明確にすると指摘している。

余・胡 (2015) もMaker教育は教科横断的なSTEM教育を促進するものであると考え、学生が科学的、技術

的、工学的、数学的知識の強固な基盤を築き、革新精神と実践能力を養い、起業家的な人材の成長を促進することを指摘している。

趙・許 (2016) はSTEM教育とMaker教育の関係に人工製品があるかどうかは一つ大きな違いであるが、彼らは学校内でのMaker教育はSTEM教育であると指摘している。

2.5. まとめと考察

中国では2010年からSTEM教育に関する研究が始まり、2016年以降では急増した。中国のSTEM教育は、実際の問題に基づいて教科横断的な学習を実施することであり、複数の教科の知識を総合的に活用し、学生の問題解決能力、革新精神と実践能力などのリテラシーを育成する。教科横断的な学習であるため、実践方法は定式化されていない。学習目標などにあうように実践方法を選び、効果的にSTEM教育を取り入れることが必要である。

さらに、「白書」においてMaker教育をSTEM教育の一部として扱っているように、Maker教育はSTEM教育の重要な部分である。各学者が論述した両者の関係から、両者は共に教科横断的な学習であり、Maker教育はSTEM教育の一つの方法であると考えられる。そして、Maker教育は余・胡 (2015) が主張した生活経験統合型と学習者中心統合型のモデル、さらに傅・劉 (2016) が主張した製造、創造タイプに当てはまると考えられる。

従って、図2のように、Maker教育はSTEM教育に含まれ、フィジカル・コンピューティングとインタラクティブ・メディア・テクノロジー等を活用し、教科横断的な知識を用いる創造活動を通して、革新精神、問題解決能力等を育成する教育方法であると考えられる。

3. 中国のカリキュラムにおけるSTEM教育とMaker教育

学術研究の分析から、STEM教育にはMaker教育が含まれていることを明らかにした。次には中国のカリキュラムにおけるSTEM教育を説明し、Maker教育との

教科横断的な学習



図2 STEM教育とMaker教育の関係

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

関係を検討する。教育政策において、「白書」にはSTEM教育が国のカリキュラムに導入され、その例として小中高共通の「総合実践活動」、小学校の「科学」が挙げられている。2019年の「日中教育工学フォーラム」で中国のSTEM教育について講演した中国浙江省温州高校の謝教諭はSTEM教育の専門家であり、温州高校のMaker教育を立ち上げ、STEM教育の実践及び理論研究を行い、さらに全国STEM大会の開催、民間のSTEM教育のコミュニティの創立、オープンソースハードウェアの開発などで中国のSTEM教育の普及を推進している。そして、2017年「総合実践活動」の学習指導要領改訂専門家グループの一員でもある。彼は小中高における「地方と学校課程」（謝 2019）、高校の「情報技術」（謝 2020）もSTEM教育に関連していると指摘している。

本章ではまず国が内容を定める必修課程、小中高共通の「総合実践活動」、小学校の「科学」及び高校の「情報技術」（中学校に「情報技術」という教科がなく、「総合実践活動」の中に含まれている）、そして小中高における「地方と学校課程（高校は選択課程）」を説明する。

3.1. 小中高における「総合実践活動」

中国国務院の1999年素質教育（試験指向の教育に対応するリテラシー育成を目指す教育）の推進及び2001年基礎教育の改革と発展の決定によって、中国教育部（2001a）は、小学校から高校まで必修課程に「総合実践活動」を設定した。主な内容は、情報技術教育、研究に基づく学習、コミュニティサービスと社会的実践、労働技術教育である。学生が実践を通じて探究と革新の意識を高め、科学的な研究方法を学び、知識を総合的に活用する能力を育成する。「総合実践活動」の内容は、地方及び学校が学習指導要領に従って独自に開発する。

2017年の新たな「総合実践活動」の学習指導要領において、「創意物化（ものづくり）」の目標が提唱され、「設計製作活動」が総合実践活動は重要な主題として取り上げられ、「条件を整えている学校はMakerスペースのような特別活動室や実践基地などを構築できる」ことが明確にされている。「設計製作活動」の中に「情報技術」と「労働技術」があり、「情報技術」には下位主題として「3Dデザイン」と「IoT体験」などが記載されている。

3.2. 小学校の「科学」と高校の「情報技術」

2017年には「義務教育小学科学課程標準（「課程標準」は「学習指導要領」に相当）が発行され、「科学」には、物質科学、生命科学、地球と宇宙科学、技術と工学の4つの分野が含まれ、実践的かつ総合的なものになった。

同じく2017年には「高校情報技術課程標準」が発行され、高校の「情報技術」の選択必須内容に「オープンソースハードウェアプロジェクトの設計」が設定されている。オープンソースハードウェアプロジェクトの設計について、情報技術においてSTEM教育を実現し、この部分の学習を通じて、作品の設計、製作、テスト及び操作のプロセスを体験することが明記されている。

3.3. 小中高における地方と学校課程

中国教育部（2001b）の義務教育課程設置案から、「地方と学校課程」が設けられ、それは地方や学校が自主的に行う授業時間である。「地方と学校課程」は地方や学校は実際の状況に基づいて、さまざまなカリキュラムを設定することができる。小中学校において、「総合実践活動」及び「地方と学校課程」の授業時間数は16-20%を占めている。

そして、中国教育部（2003）の高校課程設置案から、必修と選択の2つに分け、選択課程では地方や学校によって開発する。高校の「総合実践活動（23単位）」は必修で、研究に基づく学習（15単位）、コミュニティサービス（2単位）と社会的実践（6単位）の3つによって構成されている。そして、「選択課程」について、卒業するために最低6単位必要である。「総合実践活動（23単位）」及び「選択課程（最低6単位）」は卒業するための116単位の23%を占めている。2017年改訂された高校課程設置案において、必修、選択必修と選択の3つに分けられた。選択課程において、学校が必修と選択必修の内容をもとに、より発展的かつ総合的な課程設定が求められ、さらに卒業するために必要な「選択課程」は最低14単位になった。

3.4. まとめと考察

中国では2001年から「総合実践活動」を学校課程に盛り込み、教科横断的な学習を行い、学生の实践能力、革新意識を育成しようとしている。2017年から、「総合実践活動」では「創意物化」を目標とし、「設計製作活動」が重要な内容となり、それだけではなく、小学校の

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

「科学」及び高校の「情報技術」にもMaker教育を強調するSTEM教育が埋め込まれていると考えられる。そして、小中学校では「地方と学校課程」、高校では「選択課程」があり、地方或は学校が設定する課程の中でSTEM教育を実践できる。

2017年の学習指導要領の改訂の結果、「科学」と「情報技術」のような国レベルで内容が統一される課程にSTEM教育が導入され、さらに地方或は学校が設定する「総合実践活動」や「選択課程」においてもSTEM教育が埋め込まれていると考えられる。

4. 中国浙江省温州高校のMaker教育

2及び3の説明により、学術的にSTEM教育とMaker教育の関係を明らかにしたが、学校におけるMaker教育の実態から両者の関係を説明する必要がある。教育実践において、「白書」に中国のSTEM教育の実践は中国全体ではなく、国の政策に応じ、地方或は学校が主体的に行っているものと指摘されている。

中国におけるMaker教育について、「Maker's dream city（創客の都）」を標榜する深セン市は政府主導でMaker教育を促進し、教育関連の施策を実施している。例えば、2015年政府は「創客の発展を促進するための若干措置（試行）」を発表し、Maker教育に関する特別予算を措置し、Makerスペースの建設、Makerプロジェクトなどを支援する。そして、同年深セン市教育局は小中学校におけるMaker教育の3年間行動計画を発表し、その行動目標に学校のMakerスペースの建設だけではなく、専門教員、学生Makerの育成なども含み、Maker教育の課程基準も策定した。（日本経済産業省2018b）

深セン市のMaker教育は政府主導によるものであるが、温州高校の実践は学校ベースの実践で、専門教員やMaker教育の課程基準などはなく、学校は既存の教員、課程などを活用することでMaker教育を実施した。

従って、ここでは2013年にMakerスペースを設置し、中国国内Maker教育の先駆者であり、中国における実践に影響を及ぼしている温州高校の事例を取り上げ、紹介する。温州高校のMaker教育の実態を明らかにするため、Maker教育の発展過程、Maker教育の実践におけるMakerスペース、課程及び活動を説明する。

4.1. Maker教育の発展過程

温州高校のMaker教育はRobot活動から始まり、STEM教育を具現化するものであり、本節は謝(2015b)に基づき、温州高校のMaker教育の発展過程を説明する。

2006年に謝教諭は学校のRobot活動の担当者となり、ハイテク活動を積極的に取り組み始めた。

2008年に学生徐持衡と共に「科学技術制作サークル」を立ち上げ、DIY材料を揃えて活動を始めた。

2009年にRobot開発にArduinoを活用し始めた。

2010年にScratchも活用し、STEM教育に目を向けた。

2011年にSTEM教育の研究者、教員等に接触し、一緒に「S4A (Scratch for Arduino) Interactive Media Technology」を開発した。そして、学校の選択課程の開発を担当し、STEM教育を学校の教員に勧め、教科横断的な授業科目を開発した。

2013年第1回STEAM教育革新のフォーラムを開催し、Maker教育の関係者が数多く参加し、謝教諭は「Maker文化とイノベーション教育」について講演した。そして、中国最初のMakerスペースの共同創立者の李大維の意見のもとに、科学技術制作サークルの活動室を改造し、温州高校のMakerスペースを立ち上げた。

2014年南京師範大学の大学院生がArduinoの課程開発研究のために温州高校を訪問し、一緒に「Arduino Creative Robot」を開発し、教材、授業ビデオ等のコンテンツを無料で公開した。その頃、温州地域の他の学校もMaker教育を導入し始めた。北京師範大学の大学院生も訪問し、共同でMaker教育に関する授業を開発した。

謝教諭は2016年に温州高校のMakerスペースとそれに関わるSTEM教育課程を紹介し、2018年に温州高校のMaker教育の実践はスペース(Makerスペース)、課程、活動の3つによって構成されていると指摘している。

4.2. Maker教育の実践

本節は謝・劉(2016)及び謝・郭(2018)に基づき、Makerスペース、課程、活動の3つの視点で温州高校のMaker教育の実践を説明する。

温州高校が所属する浙江省は2012年に高校課程改革の取組として、卒業するため必要な選択課程の単位数を

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

大幅に増やした。研究に基づく学習を強調し、学校は地方や学校の状況に基づいて選択課程を開発することを要求している。そして、授業時間外の「社会实践類」という選択課程に調査探究活動、学校文化活動等が規定された。これらの活動には専門の指導者の配置が必要であり、学校の教員だけでなく、保護者等校外の人材も担当できるようにになっている。

4.2.1. Maker スペース

Maker スペース（創客空間）はMaker 達が創造活動を行うコミュニティスペースであり、場所、設備、Maker 同士及び関係者との交流機会を提供するなど、Maker 教育の基礎と中心である。

温州高校のMaker スペースの前身は、科学技術制作サークルの活動室であった。改造された後、加工ワークショップとスタジオ機能を備えたオープンラボであるMaker スペースになった。スペースは通常の授業には使用されなく、授業外時間はすべての学生に開放されている。Maker スペースは主に「研究に基づく学習」を実現するための場所で、学生が授業外時間で主体的に調査探究活動、学校文化活動のような学習を行うので、Maker スペースに固定された場所、必要な設備、指導者の3つは必要である。

(1) 場所

Maker スペースは、さまざまなMaker 活動を定期的に組織し、設備や教材などを保管する役割を果たすので、温州高校は総合的に考慮した結果、表3のようにレイアウトした。会場は科学技術棟の最上階の4階で、会場の下には選択教室であるコンピューター室があり、その隣で研究グループが交流するための小さな会議室がある。大型マルチメディア教室ではゲスト講師の講演、学生作品の展示などのために活用し、Robot 教室はMaker スペースの学生に電子回路の溶接や配線などの基本的なスキルトレーニングの場所を提供することができる。

(2) 設備

温州高校のMaker スペースの設備リストは表4にまとめている。Maker スペースでは、電子系、加工系、検査修理系及び学習用の機器や教材が備えている。自動化はMaker 研究の主要な方向であり、Arduino 学習キットなどは不可欠な基本機器である。

(3) 指導者

表3 Maker スペースの配置

4階	Maker スペース	小型会議室	大型マルチメディア教室	Robot 教室（専門道具室）
3階	選択教室一		選択教室二	

謝・劉（2016）の表1より

表4 Maker スペースの設備リスト

	アイテム名	数
電子	Arduino 学習キット	10
	Interactive Media Technology ラーニングキット	16
	創造的な Robot 学習キット	16
	Scratch 制御ボード, Kinect, Makeblock, Yeelight キット, Raspberry Pi キット, pcDuino キットなど	若干
加工	小さなはんだ付けステーション	1
	ハンドヘルド多機能ドリル	1
	多目的ソーセツト	1
検査修理	デジタルオシロスコープ	1
	実験室用具セツト	3
	帯電防止作業台 (180cm×80cm×75cm)	4
	ディスプレイストレージ3D プリンター	2
	レーザープリンター	1
	公共のコンピューター	2
	大画面テレビ	1
学習	異なる仕様の透明な収納ボックス	30
	「Arduino Creative Robot」教材	若干
	Maker に関する書籍	若干

謝・劉（2016）の表2より

校内の指導者はMaker スペースの担当教員である技術教科の情報技術教師および一般技術教師が務める。校外の指導者には、大学の大学院生および科学技術博物館でインターンシップの経験がある科学教育の大学院生、電気溶接などに習熟している保護者もいる。

また、国内のMaker 企業は専門Maker を学校に派遣して講義やワークショップなどを行う。

4.2.2. 課程

温州高校は学校の教員を中心に、研究機関等と連携し、選択課程においてSTEM 教育課程を開発した。その構成は、コントロール、インタラクティブ、デザインの3つのコースに分けた。コントロールコースには「Learn App Inventor with Me」, 「Arduino Creative Robot」, 「Arduino-based Electronic Control Technology」, インタラクティブコースには「S4A Interactive Media

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

Technology」, 「IoT and Big Data」, デザインコースには「Mathematic 3D Model」, 「3D Printer and SketchUp」などが含まれている(謝・劉 2016)。

それらの科目は18時間(1単位)の形式で全校の生徒は受講できる。選択科目はMakerスペースで行われないが, 選択科目に関係するツールと機器はMakerスペースにあるため, Makerスペースは選択教室外の学生の自主学習のトレーニングのベースに相当する。

4.2.3. 活動

Maker教育に関わる活動について, 学校内では一年一回のMaker Faire, 1か月一回のMaker交流活動, 1週1回のサークル活動日がある。そして, 不定期に校外のMaker活動に参加する。

活動に参加することは単位を獲得できるだけではなく, 課程とMakerスペースにもつながる。STEM課程の授業ではMaker教育の知識を学び, Makerスペースで知識を活用し, 自分の考えを実現する。活動に参加することによって, 学習意欲は向上し, 学習者は自分の作品をよりよくするために, STEM課程の授業でより多くの知識を学び, Makerスペースでそれらを活用し, 実践を繰り返して「ものづくり」を完成する。

4.3. まとめと考察

温州高校のMakerスペース, 課程と活動は並行しており, 学生は主に自分の関心興味に応じて, 必要な選択課程の単位数を獲得するため, Makerスペースの活用や課程, 活動の参加を自主選択する。

例えば, 「Arduino Creative Robot」の選択授業を受講している学生Aは「ひよこ孵化」の過程に関心があり, 田舎の農家に行ってその過程を解明することが難しいので, Robotに関する技術を用いて「ひよこ孵化」を実現できるかどうかを考え, それを調査探究活動の課題とした。この課題に合わせ, 指導者として学校の技術教科の教員及び専門分野が関わる大学院生が配置され, Makerスペースで教科横断的な知識を活用し, Arduino等の技術を通して温度と湿度等をコントロールし, ひよこ孵化のための装置「恒温ボックス」(図3)を作り, 孵化過程を明らかにした。そして, 図4では上海Maker Faireという校外活動に, 学生Bは自作のRobot Carを紹介している。学生Bは「Learn App Inventor with Me」で勉強した知識を活用し, MakerスペースでInventorアプリ



図3 ひよこ孵化の「恒温ボックス」



図4 上海のMaker活動で自作のRobot Carを紹介
図3と図4は謝(2015a)より

にプログラミングし, 指導者と一緒に音声でコントロールする車を作った。

温州高校のMaker教育は謝教諭を代表する温州高校の教員を中心に, 研究機関やMaker企業などの協力によってできたものである。Maker教育は学校独自の課程に取り入れられ, Maker教育に関わる選択授業, 授業外の実践活動が開発された。それは深セン市の実践と異なり, 普通の学校でも真似できる学校ベースの実践である。そして, この学校のMaker教育はSTEM教育を実現するものであり, MakerスペースはSTEM教育課程で学んだことを授業時間外で実践する場であり, 学生が主体的に創造活動を行い, 教科横断的な知識を活用し, 実践能力, 革新意識等を身に付ける。

5. まとめと考察

本研究は中国のSTEM教育の発展を概観し, STEM教育とMaker教育の関係を検討した。

学術研究について, 図1に示したように, 中国は2010年からSTEM教育に関する研究が始まり, 2016年以降では急増し, 「白書」に指摘されているように発展の時代に入っている。そして, 中国のSTEM教育は教科横断的な学習であり, 複数の教科の知識を総合的に活用し, 実際的な問題を解決することで, 生徒の実践能力, 革新精神などのリテラシーを向上するものである。STEM教育の実践方法は定式化されておらず, 学習目標や学生の

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

能力などに合わせ、柔軟に方法を選定する必要があるが、Maker教育の実践は重要な位置づけとなっている。

Maker教育において、フィジカル・コンピューティングとインタラクティブ・メディア・テクノロジーを活用する創造活動が特徴であり、Maker教育とSTEM教育の関係には論争があるが、図2のように、STEM学習にはMaker教育が含まれることが認知されている。

教育政策について、中国では2001年から小中高の学校課程に「総合実践活動」を盛り込み、教科横断的な学習を行い、2017年の各教科の学習指導要領において、国が内容を規定する課程にSTEM教育が増え、さらに地方或は学校が設定する課程にもSTEM教育が提唱されている。そして、Makerスペースの構築やオープンソースハードウェアプロジェクトなどの創造活動が言及され、Maker教育はSTEM教育の重要な一部として国と地方の課程に組み込まれている。

教育実践について、中国浙江省温州高校のMaker教育を例として学校ベースのSTEM教育の実践を説明した。温州高校のMaker教育はSTEM教育を具現化するものであり、それは王(2015)の指摘のように、Maker教育のデジタルテクノロジーと革新精神は、STEM教育のコンテンツと手段を充実させ最適化し、STEM教育の教科横断的な理念等はMaker教育の目標、方向性と実施プロセスをより明確にする。温州高校の実践において、STEM教育課程にMaker教育が依存しているテクノロジーに関する知識が教えられ、Makerスペースは学生が授業時間外にSTEM教育課程で学んだことを実践する場である。Makerスペースにおいて、学生が自分の関心興味に基づく「ものづくり」を通して、主体的に教科横断的な知識を用い、実践能力、革新意識等を身に付ける。

中国のSTEM教育は民間から始まったもので、中国においてまずSTEM教育が現れ、次にMaker教育があり(謝2017)、STEM教育を実践するための資源はMakerスペースにあり、Maker教育はSTEM教育の実践のために提唱されたものである(謝2018)。2017年の学習指導要領にもMaker教育が強調され、Maker教育によってSTEM教育を推進する点が中国の特徴であると考えられる。

しかし、日本経済産業省(2020)ではSTEAMプログラムをいくつか挙げているが、学校内においてMakerス

ペースを構築することは言及されていない。日本では経済産業省と企業が連携し、国レベルでSTEM教育を実践しているため、それぞれSTEM教育を実現する方法は異なると考えられる。

本研究は中国浙江省温州高校を教育実践の事例として挙げたが、中国の他の学校では地域や学校の状況によって異なるSTEM教育を行っている。そして、2017年の新たな学習指導要領の実施によって、中国STEM教育は先行する地域や学校から全体に普及することが予測される。全国レベルでどのようにSTEM教育を推進するか、STEM教育教師の不足などの課題をどのように解決するかはこれから検討する必要がある。

謝辞

中国浙江省温州高校の謝作如教諭に温州高校の実践に関する情報を提供していただいたことに感謝いたします。

参考文献

- Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., & Hall Giesinger, C. (2017) NMC Horizon Report: 2017 K-12 Edition.
<https://library.educause.edu/~media/files/library/2017/11/2017hrk12EN.pdf#page=26&zoom=100,0,0> (accessed 2020.01.02)
- 傅騫, 劉鵬飛 (2016) 從驗證到創造—中小學 STEM 教育應用模式研究. 中國電化教育, 4 : 71-78
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504.
- 畑山未央, 上野行一 (2020) STEAM教育における美術と異領域の統合原理の考察(1). 日本科学教育学会研究会研究報告, 34(6) : 1-6.
- 森田裕介, 斎藤智樹, 大谷忠, 瀬戸崎典夫, 北澤武, 辻宏子 (2018) . SIG-13 「STEM教育」の取り組みとSIGセッションの概要, 日本教育工学第34回全国大会講演論文集 : 29-30.
- 日本経済産業省 (2018a) 諸外国の教育の現状に関する参考資料.
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/pdf/004_03_00.pdf(accessed 2020.01.02)
- 日本経済産業省 (2018b) EdTechの現状と課題についての調査報告.
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H29FY/000204.pdf (accessed 2020.01.02)
- 日本経済産業省 (2020) 「GIGAスクール構想」の上で描く「未来の教室」の姿.
https://www.mext.go.jp/content/20200226_mxt_syot

中国のSTEM教育とMaker教育との関係に関する一考察

- o01-000004170_03.pdf (accessed 2020.04.02)
- 日本文部科学省 (2018) 諸外国の政府におけるSTEM人材戦略。
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/thousein/_icsFiles/afieldfile/2018/09/18/1409229_06.pdf (accessed 2020.01.02)
- 秦瑾若, 傅鋼善 (2017) STEM教育: 基于真實問題情景的跨学科式教育. 中国電化教育, 4 : 67-74
- 王娟, 吳永和 (2016) 「互聯網+」時代STEAM教育应用的反思与創新路径. 遠程教育雜誌, 2 : 90-97
- 王素 (2017) 2017年中国STEM教育白皮書解讀. 現代教育, 7 : 4-7
- 王旭卿 (2015) 面向STEM教育的創客教育模式研究. 中国電化教育, 8 : 36-41
- 謝作如 (2015a) 活躍在温州中学創客空間里的孩子.
http://blog.sina.com.cn/s/blog_6611ddcf0102vjid.html (accessed 2020.04.02)
- 謝作如 (2015b) 從機器人, STEM到創客教育. 中小学信息技術教育, 7 : 8-10
- 謝作如, 劉正雲 (2016) 做一個靈小可複製的校園創客空間—以温州中学為例. 教育与裝備研究, 3 : 43-46
- 謝作如 (2017) 創客教育和STEM教育關係之辨析. 中国現代教育裝備, 4 : 16-19
- 謝作如 (2018) 創客教育這七年. 中小学信息技術教育, 7 : 74-76
- 謝作如, 郭小娜 (2018) 「課程, 空間, 活動」三位一体的創客教育实践研究. 浙江教学研究, 4 : 28-31
- 謝作如 (2020) 創客教育和STEM教育的2020展望. 中国信息技術教育, 1 : 10-12
- 楊現民, 李冀紅 (2015) 創客教育的價值潛能及其爭議. 現代遠程教育研究, 2 : 23-34
- 楊曉哲, 任友群 (2015) 数字化時代的STEM教育与創客教育. 開放教育研究, 5 : 35-40
- 余勝泉, 胡翔 (2015) STEM教育理念与跨学科整合模式. 開放教育研究, 4 : 13-22
- 張興龍, 許林 (2016) STEM教育的五大爭議及回音. 中国電化教育, 10 : 62-65
- 趙慧臣, 陸曉婷 (2016) 開展STEAM教育, 提高学生創新能力—訪美国STEAM教育知名学者格雷特 亞克門教授. 開放教育研究, 5 : 4-10
- 鐘柏昌, 張麗芳 (2014) 美国STEM教育变革中「变革方程」的作用及其啓示. 中国電化教育, 4 : 18-24
- 中国國務院 (1999) 中共中央國務院關於深化教育改革, 全面推進素質教育的決定.
http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_177/200407/2478.html (accessed 2020.01.02)
- 中国國務院 (2006) 國務院關於印發實施「国家中長期科学和技术發展規劃綱要 (2006-2020年)」若干配套政策的通知.
http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_240246.htm (accessed 2020.01.02)
- 中国國務院 (2015) 國務院辦公厅關於發展眾創空間推進大眾創新創業的指導意見.
http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-03/11/content_9519.htm (accessed 2020.01.02)
- 中国國務院 (2016) 國務院辦公厅關於印發全民科学素質行動計劃綱要實施方案 (2016—2020年) 的通知.
http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-03/14/content_5053247.htm (accessed 2020.01.02)
- 中国教育部 (2001a) 教育部關於印發「基礎教育課程改革綱要 (試行)」的通知.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/jcj_kcjcggh/200106/t20010608_167343.html (accessed 2020.01.02)
- 中国教育部 (2001b) 教育部關於印發「義務教育課程設置实践方案」的通知.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s7054/200111/t20011119_88602.html (accessed 2020.01.02)
- 中国教育部 (2003) 教育部關於印發「普通高中課程方案 (实验)」和語文等十五个学科課程標準 (实验) 的通知.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/200303/t20030331_167349.html (accessed 2020.04.02)
- 中国教育部 (2015) 關於“十三五”期間全面深入推進教育信息化工作的指導意見 (征求意见稿).
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201509/t20150907_206045.html (accessed 2020.01.02)
- 中国教育部 (2016) 教育部關於印發「教育信息化“十三五”規劃」的通知.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html (accessed 2020.01.02)
- 中国教育部 (2017a) 義務教育小学科学課程標準.
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201702/W020170215542129302110.pdf> (accessed 2020.01.02)
- 中国教育部 (2017b) 教育部關於印發「中小学綜合实践活動課程指導綱要」的通知.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201710/t20171017_316616.html (accessed 2020.01.02)
- 中国教育部 (2017c) 教育部關於印發「普通高中課程方案和語文等学科課程標準 (2017年版)」的通知.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201801/t20180115_324647.html (accessed 2020.01.02)
- 中国教育科学研究院 (2017) 中国STEM教育白皮書.
<http://www.ckjy.org/wpcontent/uploads/2017/09/STEM%E6%95%99%E8%82%B2%E7%99%BD%E7%9A%AE%E4%B9%A6.pdf> (accessed 2020.01.02)
- 中国浙江省教育厅 (2012) 關於深化普通高中課程改革的通知.
http://jyt.zj.gov.cn/art/2012/6/19/art_1532973_27485038.html (accessed 2020.04.02)