

初等科学における STEM 教育に関する研究 —イギリスとアメリカの教材に着目して—

A Study on STEM Education in Primary School Science: Focusing on Teaching Materials in UK and USA

松尾 欣治*・内海 志典*

MATSUO Yoshiharu* and UTSUMI Yukinori*

*岐阜大学教育学部

*Faculty of Education, Gifu University

要約

STEM 教育は、理数教育の充実や創造性の涵養が世界的に重要視されている中で注目されている教育の一つである。しかしながら、わが国の小学校理科において、探究的な学習は重視されているが、STEM 教育を導入した実践事例は見られない。そこで、本研究では、イギリスとアメリカの初等科学における STEM 教育の教材について分析を行い、STEM 教育の教材の特徴を明らかにした。その結果、STEM 教育の教材の特徴として、次の3点が明らかとなった。(1)科学と他の構成要素との統合が図られている。(2)日常生活における科学や、社会で生じている科学に関する問題について、現象の原因や問題の解決策を科学の視座から考えさせている。(3)グループで試行錯誤のプロセスを取り入れたものづくり活動を行っている。

キーワード : 初等科学, STEM 教育, 教材, イギリス, アメリカ

Key Words: primary school science, STEM education, teaching materials, UK, USA

1. はじめに—問題の所在と目的—

『小学校学習指導要領解説 理科編』では、「教育内容の見直しとして、生徒自身が観察、実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させていくことが重要である。」と述べられており、問題解決型の学習が求められている(文部科学省, 2018)。また、『幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)』(以下、『中央教育審議会答申』とする)では、「現代社会が抱える様々な課題を解決するためにイノベーションが期待されており、理数教育の充実や創造性の涵養が世界的に重要視されている。その中で、STEM教育では、問題解決型の学習やプロジェクト型の学習が重視されており、わが国における探究的な学習の重視と方向性を同じくするものである。」と

述べられている(中央教育審議会, 2016)。

このように、STEM教育は、これからの日本の理科教育における探究的な学習の改善において重要視されている。しかしながら、STEM教育が日本の探究的な学習の重視と方向性を同じくするものであるにもかかわらず、日本においては、郡司(2016)による「浮力に関するプロジェクト(よりたくさんのおもりを乗せられる船を作ろう)」や峯村ら(2017)による「ロボットと未来研究会」などのSTEM教育を導入したワークショップやプロジェクト実践の取り組みやその成果が報告されているものの、学校における実践事例や方法に関する研究は、中学校や高等学校における実践事例は極めてわずかに見られるが、小学校理科においては見られない。

そこで本研究では、わが国の小学校理科教育にSTEM教育を導入する際の示唆を得ることを目的とし

た。

2. 研究方法

STEM教育が先進的に行われているイギリスとアメリカのSTEM教育に着目し、ウェブサイトに掲載されているイギリスとアメリカの初等科学におけるアクティビティに関するSTEM教育の教材を、Edward (2015) が定義したSTEMにおける構成要素の視座から分析し、初等科学におけるSTEM教育の教材の特徴を明らかにする。さらに、得られた知見から初等科学におけるSTEM教育の目的について考察する。

3. STEM教育

21世紀は、「知識基盤社会」の時代であると言われており、科学技術の発展は、社会と経済の発展の原動力として位置づけられているだけでなく、科学技術が持続可能な発展のためにも重要であると認識されている(内海, 2017)。

しかしながら、OECDの学習到達度調査(PISA2015)及びIEAの国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)の結果から、子どもや若者の理科に対する興味・関心の低下が問題視されている。また、『中央教育審議会答申』においても、日本の生徒は理科が「役に立つ」、「楽しい」という回答が国際平均より低く、理科の好きな子どもが少ない状況を改善する必要があると述べられている(中央教育審議会, 2016)。

堀田(2011)は、「科学技術を支える人材の育成や確保という点から、理数教育・技術教育の重要性が認識され、世界各国において、理数教育の充実が重点課題の一つとして位置づけられている」と指摘している。このような科学技術人材育成政策の一環の一つとして行われているのが、科学・技術・エンジニアリング・数学(Science・Technology・Engineering・Mathematics)が統合されたSTEM教育である。

Edward (2015) は、STEMにおける構成要素について、以下のように定義している。

- ・科学 (Science)
自然界を研究すること。
- ・技術 (Technology)
社会のニーズや要求を満たすために、自然界を改変すること。
- ・エンジニアリング (Engineering)
技術を創造するために、数学と科学を利用すること。

- ・数学 (Mathematics)

数やパターン言語、また、科学、技術、エンジニアリングを結びつける関係。

現在、イギリスでは、STEM Learning Centreなど、アメリカでは、The STEM AcademyなどのSTEM教育を支援する機関が存在する。また、イギリスやアメリカでは、国家の政策として、STEM科目の教員の育成や科学教育に対する莫大な資金援助を行うことで、STEM教育を推進している。

4. 初等科学におけるSTEM教育の教材

4.1 イギリスの初等科学におけるSTEM教育の教材

イギリスの初等科学におけるSTEM教育の教材とその概要を表1に示す。

表1の各教材における実践活動の目的に着目して、その活動の特徴について分析するとともに、Edward (2015) が定義したSTEMの構成要素について分析する。

(1)汚れを取り除く (Ditch the Dirt)

グループで汚れた水をろ過するためのフィルターを1つつくり、その結果を踏まえてフィルターを改良・改善する試行錯誤のプロセスを通して、より効果的に効率的に水をろ過するフィルターをつくることで、水質問題における解決策について考えさせることを目的としている。

粒子の大きさを学習する科学の要素、汚れた水を浄水するためのフィルターをつくる技術の要素、より効果的に浄水するフィルターをつくるために、粒子の大きさに合わせてフィルターの素材を組み合わせるエンジニアリングの要素、粒子の大きさとフィルターの素材との関係を結びつける数学の要素が見られる。

(2)プラスチックチャレンジ (Plastics Challenge)

プラスチック片を分類するための基礎的な実験を通じて、プラスチックの性質を学習する手助けをしている。また、グループで薬品の量を変えながらバイオプラスチックをつくる試行錯誤のプロセスを通して、分解しやすく、丈夫なバイオプラスチックをつくることで、プラスチックごみ問題における解決策について考えさせることを目的としている。

プラスチックの性質について学習する科学の要素、分解しやすく、丈夫なバイオプラスチックをつくる技

表1 イギリスの初等科学におけるSTEM教育の教材

教材名	概要	科学と統合されている構成要素
汚れを取り除く (Ditch the Dirt)	汚れた水を生活用水として使用している地域があるという問題から、浄水方法（泥を取り除く方法）について考え、グループでろ過するためのフィルターをつくる。	技術 エンジニアリング 数学
プラスチックチャレンジ (Plastics Challenge)	プラスチックのごみが町や浜辺に散乱している問題から、プラスチックの種類や性質について学習し、石油製のプラスチックとバイオプラスチックの性質の違いについて調べ、バイオプラスチックをつくる。	技術 エンジニアリング 数学
力があるかもしれない… (May The Force...) (Movies and magic に収録)	風船を使って、アルミ缶を動かす方法について調べる。また、風船を擦る素材や速さ、風船の大きさを変えて調べ、なぜ風船でアルミ缶を動かすことができるのか考えさせる。	数学
超能力を暴く (Psychic Debunking) (Movies and magic に収録)	縫い針を磁石で擦ることで縫い針を磁化させ、簡易型の方位磁針をつくる。市販の方位磁針と比べることや、方位磁針に磁石を近づけることで地球の磁場との関係を考える。	技術
ホバーボードはどどこ？ (Where's My Hoverboard?) (Movies and magic に収録)	ホバーボードの動画を見て、リング磁石2つと棒からその仕組みを探究する。さらに、リニアモーターカーの映像を見せ、レゴと磁石を用いて、グループでリニアモーターカーをデザインする。車両の重さや磁石の数や位置を変え、列車の安定性やスピードの向上を図る。	技術 エンジニアリング 数学
マジックサイエンスショー (Magic Science Show) (Movies and magic に収録)	4つのマジック（科学的事象）を提示し、その種（科学的概念）を探る。 ・水が入ったコップの上にカードを乗せて、ひっくり返してもこぼれないのはなぜか考える。 ・ヘアドライヤーでピンポン玉を含む様々な形の物体を浮かせ、なぜピンポン玉が浮きやすいのか考える。 ・ハンガーを伸ばして正方形にし、フックの先端に硬貨を乗せ、曲げた部分を中心に勢いよく回しても硬貨が落ちないのはなぜか考える。 ・ペットボトルの中に水と塩を入れ、その中に未開封のケチャップ袋を入れ、ペットボトルを押すと袋が浮き沈みするのはなぜか考える。	
水の循環 (the Water Cycle)	水の蒸発や水蒸気の凝縮、葉の蒸散について学習し、水、土、植物を入れた大きな水槽に膜を張り、膜の上に氷を置いて、現実を再現した小さな水の循環モデルをつくる。	技術

術の要素、分解しやすく、丈夫なバイオプラスチックをつくるために、薬品の量を調節して合成するエンジニアリングの要素、薬品の量によるバイオプラスチックの変化を比較する数学の要素が見られる。

(3)力があるかもしれない… (May The Force...)

風船を使って、アルミ缶に触れずにアルミ缶を動かす実験を、風船を擦る速さや擦る素材を変えて行い、その現象の原因について探究することで、静電気について考えさせることを目的としている。

静電気について学習する科学の要素、風船を擦る速さや擦る素材の変化によるアルミ缶の動きの変化を

比較する数学の要素が見られる。しかし、技術、エンジニアリングの要素は見られない。

(4)超能力を暴く (Psychic Debunking)

縫い針を磁化させ、簡易型の方位磁針をつくることや方位磁針に磁石を近づける実験を通して、方位磁針によって方位を定めることができる原因となる科学的概念を探究することで、地球の磁場について考えさせることを目的としている。

磁石の性質や地球の磁場について学習する科学の要素、方位磁針をつくる技術の要素が見られる。しかし、エンジニアリング、数学の要素は見られない。

(5) ホバーボードはどこ？ (Where's My Hoverboard?)

リニアモーターカーのモデルをつくり、そのモデルをより安定に、より速く動かすための改善・改良をする試行錯誤のプロセスを通して、よりよいリニアモーターカーをつくることで、磁石の性質について考えさせることを目的としている。

磁石の性質について学習する科学の要素、リニアモーターカーをつくる技術の要素、より安定して速く動かすために、磁石の配置や数を変えるエンジニアリングの要素、磁石の数や配置によるモデルの動きとの関係を結びつける数学の要素が見られる。

(6) マジックサイエンスショー (Magic Science Show)

子どもたちに、様々なマジック (科学現象) を見せ、実際にそのマジックを自分で行い、体験することを通して、科学的概念を探究することで、目の前で起きている現象を科学の視座から考えさせることを目的としている。

圧力や遠心力について学習する科学の要素が見られる。しかし、技術、エンジニアリング、数学の要素は見られない。

(7) 水の循環 (The Water Cycle)

水の蒸発の実験や水蒸気の凝縮の実験、植物による蒸散の観察によって得た科学的概念を組み合わせ、水槽で現実を再現した水の循環モデルをつくることで、学習したことが現実でどのように作用しているのか考えさせることを目的としている。

蒸発や凝縮、蒸散について学習する科学の要素、小さな水の循環モデルをつくる技術の要素が見られる。しかし、エンジニアリング、数学の要素は見られない。

(8) STEM教育の教材の特徴

このように、イギリスの初等科学におけるSTEM教育の教材の多くは、日常生活における科学 (例えば、方位磁針、リニアモーターカー) を素材として扱ったり、社会における問題 (例えば、水質問題、プラスチックごみ問題) を題材としている。

イギリスの初等科学におけるSTEM教育の教材には、ものづくり活動を行う教材が多く見られる。しかし、それらの活動には、ただものをつくるだけでなく、ものづくりを通して、それに関する科学的概念について考えさせることや、身近なことを題材として扱うことで、日常生活や社会に学習した科学的概念を結びつけ

やすくする目的があると考えられる。

さらに、単に手順通りにもものづくりを進めていくだけでなく、一度作ったモデルの実験結果を踏まえて、より効果的で、より効率的なモデルをつくることを目指すための試行錯誤のプロセスが取り入れられている。そして、このような試行錯誤のプロセスを取り入れることで、子どもたちが主体的に活動を行えるようになっている。

また、それぞれの教材において、科学的概念を取り扱うだけでなく、生活や社会に役立つものづくりなどの技術の要素や試行錯誤によるエンジニアリングの要素、モデルの比較や関係性を示す数学の要素が見られ、科学と他の構成要素が統合されている。

4.2 アメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材

アメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材を表2に示す。

表2中の各教材における実践活動の目的に着目して、その活動の特徴について分析するとともに、Edward (2015) が定義したSTEMの構成要素について分析する。

(1) 袋のバルーン (Bag Balloons)

熱気球とヘリウム風船の違いを比較したり、ビニール袋で熱気球をつくることに加え、ビニール袋の大きさやクリップの数を増やすことで、熱気球の上昇にどのような変化があるのか調べるために試行錯誤のプロセスが取り入れられている。この活動から、熱気球が上昇する原因について考えさせることを目的としている。

気体の性質について学習する科学の要素、ビニール袋で熱気球をつくる技術の要素、より安定して上昇させるために、ビニール袋の大きさやクリップの数を増やすエンジニアリングの要素、ビニール袋の大きさやクリップの数の変化による熱気球の動きとの関係を結びつける数学の要素が見られる。

(2) 浄水 (Cleaning Water)

グループで汚れた水をきれいにするための浄水 (ろ過) システムをつくり、ろ過した水の様子やpH測定の結果を踏まえて、浄水システムを改善・改良する試行錯誤のプロセスを通して、より効果的で、効率的な浄水システムをつくることで、節水するための方法を

表2 アメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材

教材名	概要	科学と統合されている構成要素
袋のバルーン (Bag Balloons)	熱気球とヘリウム風船を比較して、浮上方法の違いを考える。ビニール袋にクリップを付け、ヘアドライヤーで暖かい空気を送り、グループで熱気球のモデルをつくる。袋やクリップの種類や大きさを変えて別の熱気球をつくる。	技術 エンジニアリング 数学
浄水 (Cleaning Water)	国際宇宙ステーションでは、廃水を精製して飲料水としていることについて知り、廃水（イタリアンドレッシングを水で薄めたもの）を浄水（ろ過）するシステムをグループでデザインする。	技術 エンジニアリング 数学
設計とエンジニアリング (Design and Engineering)	グループで12 cm 四方のアルミニウム箔からボートをつくる。水に浮かべたボートに、ボートが沈むまでサイコロを乗せていき、どんな形のボートが多く乗せられるのか考える。	技術 エンジニアリング 数学
スマートグローブ (Smart Glove) (Making Stuff Activity Guide に収録)	ウーブレックをつくり、感触を確認する。ウーブレックに大理石の球を落とした時の様子を観察し、コーンスターチ（固体）に落とした時の様子と水（液体）に落とした時の様子と比べる。グループでウーブレックがどんなものに活用できるか考える。	技術
正しい飛行 (Right Flight)	発泡スチロールのトレイを切り抜いて飛行機をつくる。先端や胴体に、位置や数、大きさを変えながらクリップを付けて、一番飛ばすことができる飛行機をつくる。	技術 エンジニアリング 数学
ロケットレース (Rocket Races)	風船とストローをつなぎ、棒にストローの真ん中をピンで固定し、風船から空気が抜けている時の様子を観察する。発泡スチロールのトレイを使って、風船を機動力とした車のモデルをつくる。車輪の数や大きさ、風船の数を考えてつくる。	技術 エンジニアリング 数学

科学の視座から考えさせることを目的としている。

粒子の大きさや酸・塩基について学習する科学の要素、汚れた水を浄水するためのフィルターをつくる技術の要素、より効果的で、効率的に浄水するフィルターをつくるために粒子の大きさに合わせてフィルターの素材を組み合わせるエンジニアリングの要素、粒子の大きさとフィルターの素材との関係を結びつける数学の要素が見られる。

(3)設計とエンジニアリング (Design and Engineering)

グループでアルミニウム箔を用いた様々な形のボートを4つ作り、ボートが水に沈むまでサイコロを乗せ、各ボートの結果を比較することで、どんな形のボートが浮いていられるか、どうすればより多くのサイコロを乗せられるかについて考えさせることを目的としている。

浮力について学習する科学の要素、アルミニウム箔でボートをつくる技術の要素、より多くのサイコロを乗せるために、ボートの形やバランスを考慮するエンジニアリングの要素、ボートの形やバランスとサイコロを乗せられる量の関係を結びつける数学の要素が見られる。

(4)スマートグローブ (Smart Glove)

ウーブレック（oobleck：コーンスターチと水の混合物）に、大理石の球を落とした時の様子やウーブレックの手触りから、物体の特徴をつかむことで、物体の性質を活かしたものづくりについて考えさせることを目的としている。

固体と液体の混合物の特徴について学習する科学の要素、物体の性質を活かして新しいものをつくる技術の要素が見られる。しかし、エンジニアリング、数学の要素は見られない。

(5)正しい飛行 (Right Flight)

発泡スチロールのトレイを使って、飛行機をつくる。また、取り付けるクリップの数や位置を変えるとといった試行錯誤のプロセスにより、安定してより遠くまで飛ばす飛行機をつくる活動を通して、飛行機の設計について考えさせることを目的としている。

バランスや空気抵抗について学習する科学の要素、発泡スチロールで飛行機をつくる技術の要素、より安定して遠くまで飛ばすように、クリップの数や位置を変えるエンジニアリングの要素、クリップの数や位置と飛行機の動きの変化を結びつける数学の要素が見られる。

(6) ロケットレース (Rocket Races)

発泡スチロールのトレイを使って、風船を機動力とした車をつくる。また、取り付ける風船の数や車輪の大きさを変えるといった試行錯誤のプロセスを通して、より速く、遠くまで進むことができる車をつくる活動を行うことで、風船による機動力や車輪による摩擦について考えさせることを目的としている。

圧力について学習する科学の要素、発泡スチロールで車をつくる技術の要素、より安定して遠くまで進むように、風船の数や車輪の大きさを変えるエンジニアリングの要素、風船の数や車輪の大きさと車の動きの変化を結びつける数学の要素が見られる。

(7) STEM教育の教材の特徴

このように、アメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材の多くは、科学技術における科学（例えば、熱気球や飛行機）を素材として扱っている。

アメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材では、ものづくり活動を行う教材が多く見られる。ものづくり活動では、科学的概念を活かしたものをつくることで、日常生活や社会に科学的概念を結びつけやすくすることや、より効果的で効率的なものをつくることに目的があると考えられる。

また、ものづくり活動には、試行錯誤のプロセスが取り入れられており、子どもたちが主体的に活動を行えるように設定されている。

加えて、それぞれの教材において、科学を取り扱うだけでなく、生活や社会に役立つものづくりなどの技術の要素や試行錯誤によるエンジニアリングの要素、モデルの比較や関係性を示す数学の要素が見られ、科学と他の構成要素が統合されている。

4.3 イギリスとアメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材の特徴の比較

イギリスとアメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材では、日常生活における科学を素材としたり、社会で生じている科学に関する問題を取り上げている。

STEM教育の教材では、ものづくり活動を取り入れている教材が多く、体験的に学習を進めていくことに加え、身近なことを題材として扱うことで、日常生活や社会と学習した科学的概念を結びつけやすくする目的があると考えられる。さらに、ものづくり活動を行うにあたり、グループ単位でものづくりを行わせ、モデルの改良・改善を踏まえた試行錯誤のプロセスを取

り入れていることから、子どもに主体性を持たせながら、それらの活動を行えるように設定されている。

また、STEM教育の教材の目的として、科学を取り扱うだけでなく、技術やエンジニアリング、数学といった、科学と他の構成要素が統合されていることもうかがえる。

これらの教材の分析結果から、初等科学におけるSTEM教育の教材の特徴として、次の3点が明らかとなった。明らかとなった教材の特徴を表3に示す。

表3 初等科学におけるSTEM教育の教材の特徴

(1)科学と他の構成要素との統合が図られている。
(2)日常生活における科学や、社会で生じている科学に関する問題について、現象の原因や問題の解決策を科学の視座から考えさせている。
(3)グループで試行錯誤のプロセスを取り入れたものづくり活動を行っている。

表3の教材の特徴(1)に関しては、生活や社会に役立つものづくりやモデルの改良・改善をする試行錯誤のプロセス、モデルの比較や関係性を示すというように、科学と他の構成要素が統合されていることで、科学的概念を日常生活に活かすことができるという認識を持つことができる。表3の教材の特徴(2)に関しては、子どもたちにとって身近な問題を題材として探究活動に取り組ませることで、日常生活や社会と科学的概念をつながりやすくすることができる。表3の教材の特徴(3)に関しては、ものづくり活動の過程で、試行錯誤を繰り返すことや、グループによる活動にすることで子ども同士の意見の交流を行うことができ、子どもが発言する機会を増やすことができる。

5. 考察

これまでの分析により得られた知見から、イギリスとアメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材の比較、STEM教育のものづくり活動及び初等科学におけるSTEM教育の目的について考察する。

5.1 イギリスとアメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材

第4章で前述したように、イギリスとアメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材において、科学と他の構成要素が統合されている点や、ものづくり活動を行う点、日常生活における科学や、社会で生じている科学を取り扱う点で共通している。

しかし、イギリスの初等科学におけるSTEM教育の教材は、活動を通して、取り扱った題材に関連する科学的概念について考えさせる時間が多く取られていることから、科学的概念を定着させることを目的としていると考えられる。

他方、アメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材は、現象が起こる原因となる科学的概念について考えさせることよりも、より効果的で効率的なものをつくるためにどうすべきか考える活動が多いことから、科学的概念を活かしたものづくり活動そのものに目的があると考えられる。

5.2 STEM教育におけるものづくり活動

イギリスとアメリカの初等科学におけるSTEM教育の教材を分析したところ、多くの教材でものづくり活動が取り扱われている。そこで、ものづくり活動に焦点を当てて考えてみる。

ものづくり活動を学習の中心においた学習理論の中にコンストラクショニズム (Constructionism) がある。コンストラクショニズムは、マサチューセッツ工科大学の教授である Seymour Papert 氏によって体系化された学びの理論であり、「Learning by Making (つくることによる学び)」に特化して説明できる (平野ら, 2014)。

平野ら (2014) は、コンストラクショニズムは、ものづくりを活動の中心におき、学習者の能動的な学びを重視し、学習者の自らの知識を築き上げていく主体としてみなす学びの理論であると指摘している。また、コンストラクショニズムの学習理論には、以下の4つの特徴があることを指摘している。

- ・具体的なものづくり活動であること。
- ・学習者の積極的な姿勢があること。
- ・共同作業者の存在があること。
- ・選択性や多様性を兼ね備えた学習対象であること。

ここで、表1及び表2で示した初等科学におけるSTEM教育の教材で行われているものづくり活動とコンストラクショニズムの4つの特徴との対応について検討する。

STEM教育で行われているものづくり活動は、主にグループでものづくり活動を行っていること、試行錯誤のプロセスにおける選択性や多様性を兼ね備えていることから、コンストラクショニズムに基づいた学習

が多いといえる。

また、平野ら (2014) は、これら4つの特徴をもつコンストラクショニズムでは、学習者が積極的に活動に取り組むことに重点を置くことで、学習者自身が知識の構築者と見なされ、共同作業者との交流による「教える」という行為を通じて、自らの知識を深めることができることと、選択性や多様性を兼ね備えることにより、学習者の興味・関心に沿った製作を実現できると指摘している。

そのため、コンストラクショニズムに基づくものづくり活動を行うことで、子どもたちの興味・関心を引き出し、知識の形成や深化を図ることができると考えられる。

5.3 初等科学におけるSTEM教育の目的

イギリスのSTEM教育について内海 (2017) は、イギリスのSTEM教育は、すべての生徒を対象としてSTEM教育を行うことで、すべての生徒にSTEMリテラシーを獲得させ、STEM教育に興味・関心を示す生徒を増加させることによって、STEMスキルを有する人材育成を図っていくことにつながっていると指摘している。

また、内海 (2017) は、イギリスのSTEM教育は、科学技術人材政策と科学教育の2つの観点を織り込んで展開されていると指摘している。

アメリカのSTEM教育について、The National Academies Press (2011) は、K-12におけるSTEM教育の目標として、STEM分野で高度な学位とキャリアを追求する学生の数の増加やSTEMに適応する労働力の拡大、すべての学生のSTEMリテラシーの向上を挙げている。

このように、イギリス、アメリカの両国では、STEM教育を行うことが、STEMに関連する人材育成につながるだけでなく、すべての人のSTEMリテラシーの向上につながると考えられている。

そこで、STEMに関連する人材の育成や、すべての人のSTEMリテラシーの向上につなげていくためには、まずは、STEM教育に興味・関心を持たせる必要がある。しかしながら、中等教育段階では、より専門性が高まるだけでなく、場合によっては、STEMに関連する学問を選択しない生徒も出てくる。そこで、すべての子どもたちが同一の教育を受けられる初等教育において、STEM教育を行うことが重要である。したがっ

て、初等科学におけるSTEM教育では、日常生活における科学や、社会で生じている科学に関する問題を取り扱うことに加え、コンストラクショニズムに基づくものづくり活動を行うことで、科学的概念について学習することを目的とするだけでなく、すべての児童が、身の回りの技術や製品の根底には「科学」が関連しているという認識を持ち、「科学」に興味・関心を持たせられるようにすることが重要であると考えられる。

6. わが国の小学校理科教育への示唆

STEM教育を小学校理科に導入すると、探究活動の充実や、日常生活や社会と学習した科学的概念が結びつくことにつながり、児童に理科を学ぶ意義や有用性を実感させることができると考えられる。

さらに、コンストラクショニズムの学習理論を取り入れたものづくり活動を実践することで、グループでの活動が増加し、児童の知識の構築の手助けとなるだけでなく、試行錯誤のプロセスによって、児童の興味・関心が喚起され、児童に主体性を持たせることができることが示唆される。

7. おわりに

本研究で明らかとなったSTEM教育の特徴に関する知見から、初等科学におけるSTEM教育では、単にものの性質やその働きについて確かめる実験を行うだけではないことが明らかとなった。初等科学におけるSTEM教育とは、日常生活における科学や、社会で生じている科学に関する問題について、科学と他の構成要素を統合させながら探究活動やものづくり活動を行うことで、日常生活や社会と学習した科学的概念を結びつけて考えさせる教育であるといえる。

このような初等科学におけるSTEM教育の教材は、科学と他の構成要素が統合された教材であり、日常生活や社会の中に、教材の素材を見出すことができる。

参考文献・引用文献

中央教育審議会：『幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）』，2016。

Edward M. Reeve: STEM Thinking, *Technology and Engineering Teacher*; Vol. 74, No. 4, pp. 8-16, 2015.

郡司賀透：「初等理科教科書におけるSTEM教材の取り扱いに関する研究—アメリカ教科書の事例分析と

日本のプロジェクト実践を基にして—」，『中央教育研究所紀要』，No.17, pp. 2-14, 2016.

平野由貴・紅林秀治：「コンストラクショニズムに基づく学習の過程の検討」，『静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要』，No. 22, pp. 29-37, 2014.

堀田のぞみ：「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り組み—」，『科学技術政策の国際的な動向』，pp. 121-134, 2011.

峯村恒平・野村泰朗：「STEM教育の考え方を取り入れたものづくり活動の意義と効果の検討—ものづくりに関する諸理論の検討と学習方略尺度の前後調査から—」，『埼玉大学紀要』，Vol. 66, No. 2, pp. 295-303, 2017.

文部科学省：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』，東洋館出版，2018.

National Aeronautics and Space Administration: Bag Ballons. (Retrieved from https://www.nasa.gov/pdf/205702main_Bag_Ballons.pdf) (accessed 2018.11.19)

National Aeronautics and Space Administration: Cleaning Water. (Retrieved from https://www.nasa.gov/Pdf/146846main_Cleaning_Water_Educator.pdf) (accessed 2018.11.19)

National Aeronautics and Space Administration: Right Flight. (Retrieved from https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Right_Flight.html) (accessed 2018.11.20)

National Aeronautics and Space Administration: Rocket Races. (Retrieved from https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Rocket_Races.html) (accessed 2018.11.20)

Practical Action: Ditch the Dirt. (Retrieved from <https://practicalaction.org/ditch-the-dirt>) (accessed 2018.06.14)

Practical Action: Plastics Challenge. (Retrieved from <https://practicalaction.org/plastics-challenge>) (accessed 2018.06.26)

Public Broadcasting Service: Making Stuff Activity. (Retrieved from <https://www.pbslearningmedia.org/resource/nvms-sci-msactguide/making-stuff-activity-guide/>) (accessed 2018.11.17)

Royal Society of Chemistry: the Water Cycle.

- (Retrieved from <https://www.stem.org.uk/resources/elibrary/resource/33466/water-cycle>) (accessed 2018.11.25)
- STEM Clubs: Movies and Magic. (Retrieved from <https://www.stem.org.uk/resources/elibrary/resource/424656/movies-and-magic-9-11>) (accessed 2018.09.25)
- The National Academies Press: *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, 2011. (Retrieved from <http://nap.edu/13158>) (accessed 2018.12.03)
- Thomas Jefferson National Accelerator Facility: Design and Engineering. (Retrieved from <https://education.jlab.org/beamsactivity/6thgrade/designandengineering/designandengineering.pdf>) (accessed 2018.11.17)
- 内海志典: 「イギリスにおける STEM 教育に関する研究—成立とその目的—」, 『科学教育研究』, 第 41 巻, 第 1 号, pp. 13-21, 2017.

