

イングランドAQA試験局によるテクニカル・アワード資格STEM[†]

谷田親彦^{*1}・磯部征尊^{*2}・大谷 忠^{*3}

広島大学^{*1}・愛知教育大学^{*2}・東京学芸大学^{*3}

本研究では、イングランド地域にあるAQA試験局 (Assessment and Qualifications Alliance) が発行したテクニカル・アワード資格STEMのシラバスを分析・検討することを通して、日本におけるSTEM教育の計画・実施・評価に関する参照基準を検討する資料を得ることを目的とした。資格STEMはキーステージ4 (14~16歳)での学習が想定され、現実的な職業や仕事などの文脈を通して学習する3つの単元から構成されていた。実践的な学習活動を伴う単元では、STEMに基づいた産業を調査する学習や、製品やサービスを創造する学習が想定されており、STEM教育の学習過程などに対する示唆を得ることができた。また、各単元では、適用されるべき科学、技術、工学、数学に関する固有の知識や理解が明示されており、資格STEMとナショナル・カリキュラムの教科との関連性や位置づけが推察できた。

キーワード：イングランド、テクニカル・アワード、資格、STEM

1. はじめに

STEM教育は、Science, Technology, Engineering, Mathematics (以下それぞれを科学、技術、工学、数学と表記する)などの科学・技術に関わる教育改革のスローガンとして欧米や日本において推進されている(齊藤・熊野 2016, 内海 2017)。BYBEE (2010)は、STEM教育の目的について、関連する産業分野での労働力強化と、現代社会の複雑な問題を発見・解決する資質・能力の側面から指摘している。また、松原・高坂 (2017)は、日本の教育課程における資質・能力に準じた教科横断的な学習としてのSTEM教育の在り方を検討している。さらに日本の教育課程の特徴を踏ま

え、STEMに含まれる科学、技術、工学、数学の関係性が検討されている(YATA *et al.* 2020)。しかしながら、STEM教育としての明確で具体的な目標・内容・評価規準・評価方法などの参照基準についての資料は見当たらず、それに準拠した実践が行われていることも想定できない。

一方で、英国(正式名称は、グレートブリテン及び北アイルランド連合王国)におけるイングランド地域の試験局のひとつであるAQA (Assessment and Qualifications Alliance)は、テクニカル・アワード資格STEM(以下、資格STEM)を設定し、その仕様(Specification: 以下、シラバス)を公表している(AQA 2017a)。このシラバスには、資格STEMの位置づけ、目標、内容、学習課題及び評価規準などが示されている。従って、資格STEMのシラバスを資料として分析・検討することにより、日本の教育課程等において適切なSTEM教育を設計・実践・評価するための参照基準に関する示唆が得られるのではないかと考えられる。

本稿の目的は、日本の教育課程内外におけるSTEM教育の計画・実践などに有用となる参照基準を検討する際の資料を得るために、イングランドにおける試験局のひとつであるAQAが発行した資格STEMのシラバスを分析・探究し、内容構成や評価規準について明らかにすることである。

2020年1月24日受理

[†] Chikahiko YATA^{*1}, Masataka ISOBE^{*2} and Tadashi OHTANI^{*3}: Specification of Technical Awards qualification STEM by the AQA Examination Board

^{*1} Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University, 1-1, Kagamiyama 1-chome, Higashi-Hiroshima, Hiroshima, 739-8524, Japan

^{*2} Department of Technology Education, Aichi University of Education, 1 Hirosawa, Igaya-cho, Kariya, Aichi, 448-8542, Japan

^{*3} Department of Technology Education, Graduate school of education, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo, 184-8501 Japan

2. AQA 試験局の資格 STEM の位置づけと概要

2.1. イングランドの教育課程と資格制度

イングランドをはじめとした4つの地域から構成される英国の義務教育段階では、英国の教育省が定めた「ナショナル・カリキュラム」に基づいた教育課程が編成される。義務教育段階は、4つのキーステージに区分されており、キーステージ1は第1～2学年（5～7歳）、キーステージ2は第3～6学年（7～11歳）、キーステージ3は第7～9学年（11～14歳）、キーステージ4は第10～11学年（14～16歳）のように分けられる。キーステージ4（14～16歳）の終わりに中等教育修了一般（General Certificate of Secondary Education : GCSE）試験が行われる（GIPPS 1994）。

ナショナル・カリキュラムの教科のシラバスや資格試験は各試験局（AQA は、複数ある試験局のひとつ）が作成しており、妥当性や信頼性などについて管理・監査が行われる。2011年以降は、英国政府から独立した行政機関である資格・試験監査機関（The Office of Qualifications and Examinations Regulation: Ofqual）が監査している（文部科学省 2018）。また、各試験局はナショナル・カリキュラムの教科だけでなく、各種職業資格等のシラバスや試験も作成している。

このように、英国では各種の制度に基づいた多くの資格が存在する。そのため、各資格の難しさを標準化する Regulatory Qualifications Framework (RQF) が定められている。各種資格は RQF により、就学前教育に該当する Entry Level から博士の学位に該当する Level 8 までの9つの能力水準に分類される（谷口 2010）。義務教育段階の修了時である GCSE 試験の評定は A* から G までの8段階で区分され、下位の D～G の場合はレベル 1、上位の A*～C の場合がレベル 2 の能力水準に相当する（谷口 2010, Ofqual 2014）。

2.2. 資格 STEM の作成経緯

AQA 試験局によると、資格 STEM のシラバスはテクニカル・アワード（Department for Education 2014）の方針に沿って作成された経緯を持っている。テクニカル・アワードは、義務教育段階のキーステージ4（14～16歳）における新しい資格のカテゴリーとして、英国の教育省が方針を示したものである。このテクニカル・アワードは、価値のある実用的・技術的能力の習得をねらいとしているが、特定の職業に焦点あてないことによって義務教育段階修了後の16歳以降における各種学校への進学が制限されない資格の特性があ

る。

AQA 試験局は、資格 STEM をテクニカル・アワードに沿った資格として2017年9月からの学習に対応させ、2年間の学習を終えた2019年以降の試験に用いることを想定していた。しかしながら、テクニカル・アワードの資格としてはナショナル・カリキュラムの教科 Science との類似性等の理由から不採用となった。AQA 試験局は、原案として公表した資格 STEM のシラバスを採用して実践している学校があることからシラバスを公表していたが、このシラバスが活用されるのは2019年のみであり、今後改訂や修正することなどは考えられていない¹⁾。なお、本稿が対象とするシラバスはイングランドの教育課程内外での SETM 教育の枠組みを示すものではなく、資格 STEM の学習の範囲内のものである。

このように、本稿で扱う資格 STEM のシラバスは、AQA 試験局が作成した当初の目的に沿ったものとして英国の教育省に認められていない。また、今後継続して用いられることのない時限的なシラバスである。しかしながら、様々な解釈や実践が試行されている STEM 教育に関して、明確な目標・内容・方法を定めた資格として確立した資料は貴重であると考えられる。なお、2019年12月において「STEM」というタイトルを用いたシラバスを公表しているのは AQA 試験局のみであり、他の試験局では作成されていない。

2.3. 資格 STEM の目次と概要

資格 STEM のシラバスに記される目次の構成は、「Introduction」「Specification at a glance」「Subject content」「Scheme of assessment」「Internal assessment administration」「General administration」「Grades」である。

「Introduction」では、資格 STEM がキーステージ4（14～16歳）で学習されることが示されている。また、この学習が他の職業資格である Material Technology, IT, Visual Communication と同じ性質を持っているとともに、Design and Technology, Engineering, Business Studies, Mathematics や Computer Science などとも関係することが意図されている。さらに、この資格 STEM の学習を通して16歳以降の普通教育及び職業教育の学習に発展することが想定されている。

「Subject content」や「Scheme of assessment」には、資格 STEM のシラバスにおける学習単元である「Unit1 STEM in industry（以下、単元1）」「Unit2 Creating a STEM product/service（以下、単元2）」「Unit 3

Fundamentals of STEM (以下、単元3)」の目標・内容や学習過程及び評価規準などが示されている。

表1のように「単元1」と「単元2」のそれぞれは、36時間程度の授業で学習者が作成するポートフォリオを、各学校で評価することにより30%の得点が配分される。「単元3」は、学校における48時間程度の授業時間に基づき、AQA 試験局が行う90分の筆記試験により40%の得点として評価される。これらの総合点に応じてLevel2もしくはLevel1が付与される。

3. AQA 試験局の資格 STEM の内容

資格STEMのシラバスにおいて「単元1」「単元2」「単元3」を学習する順序は明確に規定されていないが、「単元1」で調査する学習活動に基づき、「単元2」では創造する学習活動を行うことが想定されている。これらの学習単元では、現実的な職業や仕事などの文脈を通して学習することが想定されている。また、「単元1」や「単元2」における調査や創造の学習活動を通して、「単元3」に含まれる学習項目に関連する知識や概念を習得することが考えられている。

3.1. 「単元1」の内容

「単元1」では、産業の中で使用されているSTEMを調査する学習活動が想定されている。調査の対象となる主要な産業として、建築、情報通信、保安、衛生、輸送が挙げられ、この中から選択して調査することが推奨されている。学習者はSTEMの知識と理解を適用して解決策を構想することが求められている。提示されている学習過程と配点(「単元1」の中での得点配分)を表2に示す。

「計画と調査」の学習過程では、調査するテーマを想定して計画を作成する。計画には「研究方法・手法」「解決する問題」「関連するSTEMの資料と入手方法」「研究テーマを選択した正当性と必要性」「資料として使用される有用性」「調査期限の割り当てと変更可能性」などを含める必要がある。

「STEMの知識と理解の適用」の学習過程では、適切なSTEMの知識と理解を適用し、情報を収集して分析する学習を行う。ここでは科学、技術、工学、数学

の各分野における知識や理解の適用例が示されている。科学には、「学習者は、解決策が機能する科学的原則に基づいて、可能な解決策がどのように機能するかを説明するために知識を働かせる」と示されている。技術には、「解決策を創造するために使用される材料及び製造プロセス」とあり、例として「より少ないエネルギー消費で無駄を削減する」と示されている。工学には、「最終結果が目的に適合しているかをテストする」ことが示されており、例として「部品の公差をテストすることで、部品や構造の力や荷重による安全性を保証する」ことが記されている。数学の例には、「結果を分析し、データや結果及び観測値の問題やパターンを識別するために使用される」ことが示されている。

「品質(目的適合性)」の学習過程では、テストすることが可能な解決策(プロトタイプ、最終結果、サービス、モデル、図面、化学式、電気・機械回路、プログラム)や製品を作成する活動、その使用環境における有効性を証明する学習を行う。これらは、STEMの知識と理解や、学習者が収集したデータなどに基づいていることが求められている。

「品質(最終製品の品質)」の学習過程では、解決策やサービスの品質をテストし、製品やサービス及び解決策を作成するために必要な技能、知識、理解などの能力を示す活動を行う。学習者は自分の知見や解決策を適切な形式で他者に提示することが求められている。

「評価」の学習過程では、問題を解決するための有効性と有用性について判断するため、最終の解決策を分析・評価する学習を行う。ここでは、学習者が学習過程や解決策の有効性を自己評価することも含まれる。

これらの学習過程とは別に「その他のスキル(コミュニケーション及び、調査、問題解決)」が学習項目として示されている。そのため学習者は、論理的に簡潔なコミュニケーションを心掛け、正しい専門用語と適切な方法でコミュニケーションを行うことが求められる。また、STEMに関する知識と理解を活用して、調査により意思決定するための適切な情報を選択する

表1 各単元の授業時間、評価方法、得点割合

	単元1	単元2	単元3
授業時間	36時間程度	36時間程度	48時間程度
評価方法	ポートフォリオ	ポートフォリオ	筆記試験
得点割合	30%	30%	40%

表2 「単元1」の学習過程

・計画と調査(配点:15)
・STEMの知識と理解の適用(配点:15)
・品質(目的適合性)(配点:10)
・品質(最終製品の品質)(配点:5)
・評価(配点:10)
・その他のスキル(コミュニケーション及び、調査、問題解決)(配点:5)

必要がある。さらに、様々な問題解決の手法を使用して解決策を効果的に構想することが求められている。

3.2. 「単元2」の内容

「単元2」では、STEMの知識と理解を適用して製品やサービスを創造する学習活動が想定されている。製品やサービスを創造する目的意識を持ち、解決すべき問題を発見するために、AQA試験局が提供するWeb資料などの活用が想定されているが、使用は任意であり自由に設定することができる。提示されている学習過程と配点（「単元2」の中での得点配分）を表3に示す。

これらの学習過程はグループで行うことが想定されており、「単元1」と同様に「その他のスキル」として、チームワークやコミュニケーションなどの協働的なスキルも学習項目として想定されている。

「問題の特定と記録」の学習過程では、Web資料などを通じて問題に直面している人の状況を理解する学習が想定されている。次に、インタビューや観察などにより解決に取り組むべき問題を特定・分析する。さらに、問題の解決策がどのようなものであるべきかについて簡潔な記述をする。

「問題解決策の構想」の学習過程では、特定した問題を解決するためのアイデアをグループで構想する。アイデアを構想するために、収束的・拡散的に思考することが求められている。また、既存の製品の改善や様々なユーザの使用状況を想定することや、部品の取り外しや付け加えの影響などを検討する。

「技能を伴う解決策の試作」の学習過程では、学習者は初期のアイデアを話し合い、アイデアの実現可能性を検討する。次に、アイデアの試作モデルを作成するための初期設計を作成する。これらの活動においては、試作モデルが問題解決に貢献する機能や目的を有していることや、意匠、製造方法などが検討される。また、随所においてアイデアを文章化するとともに、スケッチや写真などで記録することが求められている。

「他者や自己による試行」の学習過程では、学習者

がユーザに試作モデルを提示・試行させ、設計の意図を説明する学習活動が想定されている。ユーザからのフィードバックを得て、試作モデルの改善が必要な箇所を理解する。もしくは、教師などが使用条件の下で試作モデルを使用する状況の観察を通じて、試作モデルが機能していない箇所を理解し、問題解決のために設計を改善する方針について議論する。

「解決策の改善と最終案の製作」の学習過程では、材料と生産方法などの検討に基づいて、設計の最終決定を行い、試作品を作成させる。ここでは、設計・構想を改善するだけでなく、価格、材料の性能、市場の動向、使用者に及ぼす様々な影響などを考慮する。

「問題解決過程の発表」の学習過程では、試作品を創造した過程を詳しく説明するストーリーボードを作成する。問題解決の目的、構想や創造の段階、解決策を関連付けて、他者と共有するために簡潔に要約する。そのなかで、重要な過程を特定して、意思決定した理由などを説明する必要がある。

これらの学習過程の解説には、表4のように「STEMの知識と理解の適用」と「追加情報とエビデンス」が付随して示されている。「STEMの知識と理解の適用」では、学習者が各学習過程で適用すべきSTEMの知識や理解が、科学、技術、工学、数学に分類して示されている。「追加情報とエビデンス」では、教員が学習者に示す資料や方策及び評価の資料となる学習材の収集方法などが記載されている。

3.3. 「単元3」の内容

「単元3」では、STEMの知識と理解の習得に関する目標と内容が示されている。学習者は、技能、概念、理論及び知識を選択して適用できる能力があることを示す必要があり、「単元1」や「単元2」の学習との関連が意図されている。提示されている学習項目は、「STEMの性質」「STEMの分解」「問題解決過程の概要」「問題解決の実践過程」「反復プロセスと試作」「循環経済モデルと再構築」「先端技術におけるSTEAMとSTEM」「科学的原則」「技術的原則」「工学的原則」「数学的原則」である。

「STEMの性質」では、STEMの概念として、STEMが科学、技術、工学、数学の分野を参照していることの理解が求められている。また、STEM産業として、建築、情報通信、保安、衛生、輸送などの例があることや、STEM産業が提供する製品やサービスなどの理解が求められている。学習者はSTEMに関わる製品やサービスと、科学、技術、工学、数学に含まれる能力

表3 「単元2」の学習過程

・問題の特定と記録 (配点: 5)
・問題解決策の構想 (配点: 5)
・技能を伴う解決策の試作 (配点: 15)
・他者や自己による試行 (配点: 5)
・解決策の改善と最終案の製作 (配点: 15)
・問題解決過程の発表 (配点: 10)
・その他のスキル (配点: 5)

表4 「単元2」の学習過程に示される「STEMの知識と理解の適用」と「追加情報とエビデンス」

学習過程	「STEMの知識と理解の適用」	「追加情報とエビデンス」
問題の特定と記録	<p>学習者は次のことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解決する主な問題に焦点を合わせ、クライアントと協力する。 ・STEMを調査するために次のような重要な情報を分析・特定する。 <p>科学：力、レバー、回路、電源。 技術：メカニズム、プログラミングチップを使ったコーディング、可能な材料と性能特性（防水性等）、類似の製品や部品の製造方法。 工学：人間工学及び可能な人体計測データ収集。 数学：価格、サイズの見積もり、形状、面積、体積。</p>	<p>マインドマップ。 問題を特定するための簡単な記述。 問題に関する会議や会話の記録。</p>
問題解決策の構想	<p>学習者は、STEMに関する知識やあらゆる研究を解決策のために適用できる。</p>	<p>各方法及び選択した最終的な解決策から導き出された結論について話し合う。 エビデンスには、学習記録、観察記録、質疑応答、報告書を含むことができる。</p>
技能を伴う解決策の試作	<p>学習者は次のことができる。</p> <p>技術：材料、特性、固定方法をテストする。 工学：移動範囲や力（角度）などのアイデアと可能な解決策をテストする。</p>	<p>それぞれのアイデアのスケッチとメモ。アイデアの共有。ディスカッションとフィードバック。さらなるアイデアの生成。試作の作成。テストには防水性、柔軟性、耐久性が含まれる。</p>
他者や自己による試行	<p>学習者は次のことができる。</p> <p>科学：アイデアや解決策の背後にある科学がどのように働くかを説明する（原則を再検討するか、理解を確認する必要がある）。 工学：材料の導電率、絶縁材をテストする（正確な人体測定と必要に応じた調整）。 数学：結果を図や表に記録する。</p>	<p>使用者に回答を求める質問のリストを作成する。 受け取ったフィードバックや観察記録を文章化する。</p>
解決策の改善と最終案の製作	<p>学習者は次のことができる。</p> <p>技術：材料の製造元と特性を特定する。 ・解決策に関する新しい材料を検討する。 ・量産に向けて製品の一部分または全体の大きさなどを形成する適切な方法を提案する。（例：穴あけ、せん断、発泡成形、連続生産、循環経済モデル） 工学：正しい比率を使用してCADでの製図やモデリングを行う。 数学：最終製品の価格の計算を行い、測定値と単位を正しく使用する。</p>	<p>以下の質問に回答して試作の実現可能性を判断する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・進行している試作が選ばれた理由。 ・さらに良いものにするには、どのような改善が必要か。 <p>大量生産するにはどうしたらよいか？ エビデンスには学習記録、観察記録、最終作品の写真が含まれる。</p>
問題解決過程の発表	<p>学習者は、STEMの知識と理解に基づいて行った意識決定の妥当性や適切性を説明することで学習に反映できる。ユーザの問題解決をさらに改善するために将来利用可能なSTEMによる解決策はどのようなものだろうか？</p>	<p>完成したストーリーボード。 修正した製品やサービスを使う人に伝えたいことを考える。</p>

との関連性を理解するとともに、STEMの全体的な性質を理解することが求められている。

「STEMの分解」では、製品やサービスを構成する部品などに活用されているSTEMの概念を識別する能力が求められている。例として、太陽電池式電卓を構成する部品の学際的な性質を理解し、STEMに関係する分野または要素を特定することが求められている。

「問題解決過程の概要」では、問題の特定、分析、構想、試作、テスト、評価、再テストなどの一般的な問題解決過程の理解が求められている。また、問題解決過程で生じた状況において、適切に意思決定する必要性と方法を選択する能力が求められている。

「問題解決の実践過程」では、STEMに関わる実践的な問題解決過程における、問題の特定、解決策の構想、試作の作成、テスト、改善について理解する。これらの過程では、問題を特定し、解決策をスケッチ及びモデル化して、問題解決の実行を可能にし、解決策

をテストし、設計を改善することにより、より適切な解決策として改良されることの理解が求められる。

「反復プロセスと試作」では、実現可能性のある解決策を検討し、試作・テスト・改善する過程の理解が求められている。また、使用条件などに適合した試作を検討し、生産のために必要なSTEMに関わる考慮事項を特定できることが求められている。

「循環経済モデルと再構築」では、再利用の概念や循環経済モデルを理解することが求められる。ここでは、製品、部品、及び材料を循環させることにより、資源利用の最適化が目指されることについて理解する必要がある。また、リサイクル、改修と再製造、再利用と再配布の利点などを理解し、循環経済モデルの経済的及び環境的な利点を知ることが求められている。

「先端技術におけるSTEAMとSTEM」では、STEM産業、製品、サービス及び新技術において、Artsが活用されることの認識が求められている。

表5 「単元3」に示される科学、技術、工学、数学の原則

「単元3」の学習項目	内容：学習者は以下の原則を理解するとともに、知っている必要がある。
科学的原則	・力、てこ、モーメント・エネルギーの状態と移動・導電性・絶縁性・物質の状態 ・回路図の図記号と電子の動き・電磁気・オームの法則・磁力とモータ・速度 ・ボイルの法則・様々な電源
技術的原則	・原材料の供給源・材料の準備・材料の規格と入手可能性・材料加工特性の知識 ・製造工程技術・生産規模・生産過程における廃棄物削減・持続可能性と炭素排出 ・モータとアクチュエータ・ナノテクノロジー・システムと制御 ・ロボティクス・基本コーディング
工学的原則	・製図とその慣習・CADによる製図・長さと比率・生産工程の機械と部品の保守性 ・構造の信頼性・材料の配慮(厚さ、延性、モーメント)・環境とユーザの整合 ・人間工学と人体のデータ・倫理・部品などの試験の容易さ・公差・品質管理
数学的原則	・加減乗除・分数・小数・面積(周囲、円周、半径)・図形 ・テッセレーション(コンピュータグラフィックス技法)・内角及び外角・不規則な形 ・長さと比率・単位・平均・予測・パーセンテージ・ピタゴラスの定理・ π ・グラフによるデータの表示・三角法・数式の並べ替え・黄金比/フィボナッチ数列

「科学的原則」、「技術的原則」、「工学的原則」、「数学的原則」は、科学、技術、工学、数学のそれぞれにおける個別の知識や理解の原則を表5のように示している。なお、AQA試験局に、これらの原則に示される内容の根拠を問い合わせたが明確な回答は得られなかった。

4. AQA試験局の資格STEMの評価

「単元1」と「単元2」の評価は、学習者が作成するポートフォリオや成果物などにに基づき、シラバスに提示されている評価規準を使用して各学校の教師が行う。教師は評価規準に基づいて評価した証拠を示すとともに、資格付与のための資料などをAQA試験局に送付する必要がある。教師の評価が正確・適正に行われるための留意事項や、評価のばらつきを防ぐためのモデレーションの方法などが示されている。

「単元1」と「単元2」の評価は、各学校での授業における生徒の活動に準じて評価されるため、学習過程に沿った評価規準が示されている。一例として、「単元1」における「品質(最終製品の品質)」の評価規準を表6、「単元2」における「問題の特定と記録」の評価規準を表7に示す。

いずれの評価規準も、学習過程に示された配点を最高得点として、配点不可(0点)となる段階における学習者の到達度や学習成果を示している。配点が低くなるに従い到達している学習内容が減少する、もしくは学習成果の質が低下するように記述されている。なお「単元3」は、AQA試験局による試験で評価され、試験内容、解答、評価規準が公表されている(AQA 2017b)。

5. 考察

5.1. 学習過程・学習活動の特徴

資格STEMの「単元2」における学習過程は、「問題の特定と記録」「問題解決策の構想」「技能を伴う解決策の試作」「他者や自己による試行」「解決策の改善と最終案の製作」「問題解決過程の発表」と示されている。また、「単元3」の学習項目である「問題解決の実践過程」でも「問題の特定」「解決策の構想」「試作の作成」「テスト」「改善」が示されている。これらの過程は、問題解決の方略であるデザインプロセスと類似している(ITEA 2007)。すなわち、英国のキーステージ1(5~7歳)からキーステージ3(11~14歳)の必修教科であるDesign and Technologyで推奨されている学習過程であるDesign(設計)、Build(製作)、Test(評価)のプロセスを行き来しながら試作を繰り返すデザインプロセスが(大谷ほか 2018)、資格STEMの学習活動においても重視されていると考えることができる。

日本では、中央教育審議会「新しい時代の高等学校教育の在り方ワーキンググループ」において、「総合的な探究の時間」や「理数探究」におけるSTEAM教育の位置づけが検討されているが、主として議論されているのは理科や数学などに関係する探究的な学びであると考えられる(文部科学省 2019)。しかしながら英国の資格STEMでは、「単元2」において、創造的な学習活動を明確に設定しており、製品やサービスを創造するデザインプロセスの学習過程を採用している。このことから、日本の教育課程でSTEM教育の位置づけを検討する際には、理科や算数・数学などの科学的な探究を指向する教科だけでなく、2017年告示学

表6 「単元1」における「品質（最終製品の品質）」
の評価規準

配点	規準
5	<ul style="list-style-type: none"> ・製品やサービスの品質が優れている。 ・学習者が製品やサービスを作成・テストするために必要なほとんどすべての技能をすべて実証している。
4	<ul style="list-style-type: none"> ・学習者は、製品やサービスの作成・テストに必要なほとんどの技能を実証している。
3	<ul style="list-style-type: none"> ・製品やサービスは十分に使用可能であるが、いくつかの欠陥が残っている。 ・学習者は、製品やサービスの作成・テストに必要ないくつかの技能を実証している。
2	<ul style="list-style-type: none"> ・いくつかの欠陥があるが、製品やサービスは使用可能である。 ・学習者は、製品やサービスの作成・テストに必要ないくつかの職業的スキルを実証している。
1	<ul style="list-style-type: none"> ・生産される製品やサービスの使用可能となる最低限の品質がある。 ・学習者は、製品やサービスの作成・テストに必要な限られた数の職業的スキルを実証している。
0	<ul style="list-style-type: none"> ・得点を与えるのに不十分な証拠。

表7 「単元2」における「問題の特定と記録」
の評価規準

配点	規準
5	<ul style="list-style-type: none"> ・マインドマップは、関連情報が検討されたことを明確に示している。 ・簡単な説明がニーズと解決すべき問題を明確に理解していることを示している。 ・追加調査の妥当性があり、明確に特定されている。
4	<ul style="list-style-type: none"> ・マインドマップは、関連情報が考慮されていることを示している。 ・簡単な説明がニーズと解決すべき問題をよく理解していることを示している。 ・必要な追加調査が特定されている。
3	<ul style="list-style-type: none"> ・マインドマップは、いくつかの関連情報が検討されたことを示している。 ・簡単な説明がニーズと解決すべき問題を理解していることを示している。 ・必要な追加調査がいくつか確認できる。
2	<ul style="list-style-type: none"> ・マインドマップは、一部の情報が考慮されているが、ほとんどの情報は関係がないことを示している。 ・簡単な説明はニーズと解決すべき問題についてほとんど理解されていない。 ・追加調査はほとんど特定されていない。
1	<ul style="list-style-type: none"> ・マインドマップには、関連性に関する情報がほとんど表示されていない。 ・簡単な説明はニーズと解決すべき問題についてほとんど理解していないか、まったく理解していない。 ・追加調査は特定されていない。
0	<ul style="list-style-type: none"> ・得点を与えるのに不十分な証拠

習指導要領においてエンジニアリングのデザインプロセスを学習過程として想定している中学校技術・家庭科技術分野などの、製品やサービスの創造により問題解決を試みる教科等との連携・発展を検討していくことが必要であると考えられる（谷田 2020）。

これらのことはSTEM教育における学習過程の在り方や学習活動の指向性を示していると考えられ、STEM教育の実践に関するひとつの示唆が得られたと考えられる。

5.2. 資格STEMの位置づけの特徴

資格STEMは、テクニカル・アワード（Department for Education 2014）に沿った資格として作成された経緯に基づき、STEMを産業や職業につながる教育として位置づけている。このような産業や職業に関連したSTEMの位置づけは、イングランドのThe Royal Society（2016）が発行しているSTEM教育促進のための資料でも同様である。この資料には、職業意識の向上や労働力促進の側面から、企業などがSTEM教育の計画・実践に貢献することを推奨している。そのため、資格STEMでは、産業分野での製品やサービスへの調査や創造を行う学習活動に対して、STEM分野の知識と理解を適用する実践的な学習が全ての学習単元で強調されていると考えられる。

さらに、これらの学習の基盤となるのは科学、技術、工学、数学などの各教科の学習や原則であることが「単元1」の学習過程、「単元2」に示される「STEMの知識や理解の適用」（表4）や、「単元3」の学習項目である「科学的原則」、「技術的原則」、「工学的原則」、「数学的原則」などから推察することができる。そのため、資格STEMがキーステージ4（14～16歳）に相当することを勘案すれば、キーステージ1（5～7歳）からキーステージ3（11～14歳）までの必修教科であるDesign and Technologyや、キーステージ1（5～7歳）からキーステージ4（14～16歳）の必修教科として位置づくScienceとMathematicsの学習に準拠して、それらの学習を産業分野での製品やサービスの創造に向けて活用するとともに、将来の職業的もしくは学術的な学習に発展する資格STEMとして位置づけていると推察できる（図1）。これらのことから、資格STEMが科学、技術、工学、数学の各教科を学習する方法や内容として位置づけられているのではなく、キーステージ1（5～7歳）からキーステージ3（11～14歳）及びキーステージ4（14～16歳）に位置づく関連する教科の学習に準拠して行われることが想定されていると考えられる。

これらのことは、日本の学校教育課程における理科、技術・家庭科技術分野、数学科などの教科との関連性を踏まえてSTEM教育を計画・実施する際の考え方として示唆を与えるものであると考えられる。

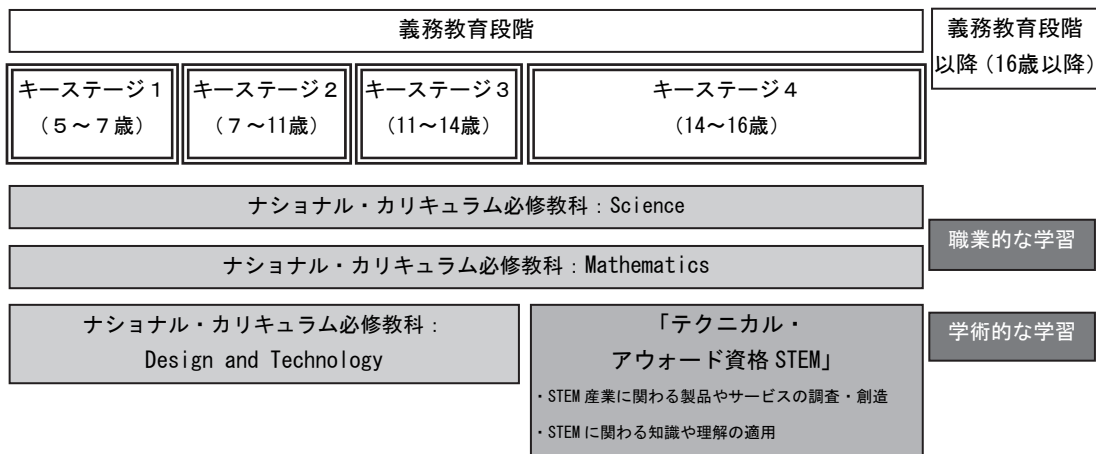


図 1 資格 STEM の位置づけと特徴

6. おわりに

本稿では、イングランドにおける試験局のひとつである AQA が発行しているテクニカル・アワード資格 STEM のシラバスを分析・検討した。その結果、実践的な学習を伴う学習單元においては、創造を指向した問題解決的な学習活動のなかで科学、技術、工学、数学などの知識や理解を適用することが想定されていることがわかった。また、資格 STEM がキーステージ 4 (14~16歳) の資格であることにも関係して、キーステージ 1 (5~7歳) からキーステージ 3 (11~14歳) までに学習している Design and Technology や、キーステージ 1 (5~7歳) からキーステージ 4 (14~16歳) までの必修教科である Science と Mathematics などの関連する各教科で習得した資質・能力などに基づいた学習が想定されていることが推察できた。

註

- これらの情報は AQA 試験局への電子メールによる問い合わせにより明らかになった。AQA 試験局から公開する許可を得たうえで、2019年5月13日と5月15日に受け取った電子メールの内容を以下に示す。
 - 2019年5月13日の電子メール「Our STEM qualification will not be available for qualification after this summer. We currently have no plans to revise or reissue it. The Department for Education ruled that our Level 1/2 specifications (including

STEM) did not meet the criteria they set out to be included in the Key Stage 4 performance tables for 2019 as Technical Awards. AQA made the decision not to continue with these qualifications. However, because a number of teachers had started teaching our STEM qualification on the draft specification in 2017, we offered qualification in 2019 to ensure that students did not have to change to a different course part way through teaching even though the qualification does not appear in the KS4 performance tables. Our STEM specification was designed as a vocational qualification, positioned at Level 1/2, which is equivalent in standard to a GCSE qualification. All the technical award specifications are intended to be vocational/practical qualifications studied by students aged 14 to 16 years old. Our STEM qualification would never have appeared in the 2018 KS4 performance tables, because it was designed to have its first award in summer 2019.]

- 2019年5月15日の電子メール「One reason for our STEM qualification not meeting the criteria was that the regulator considered the content too similar to that of the existing GCSE sciences to be considered as a separate qualification. However I cannot answer in any more detail, as reports from the regulator on submissions for accreditation are highly confidential.」

謝 辞

本稿は、科学研究費補助金基盤(A)：研究課題番号17H00820、基板研究(B)：研究課題番号19H01735の助成を受けて行われた。

付 記

本稿は、日本科学教育学会第43回年会で谷田・磯部・大谷(2019)が発表した研究を発展させて、その成果をまとめたものである。

参 考 文 献

Assessment and Qualifications Alliance (2017a) Level 1/2 Award STEM

<https://www.aqa.org.uk/subjects/stem/>(accessed 2019.12.08)

Assessment and Qualifications Alliance (2017b) Level 1/2 Award STEM: Specimen 2017

<https://filestore2.aqa.org.uk/resources/stem/AQA-3765-SAMS.pdf/>(accessed 2020.08.06)

BYBEE, R (2010) What is STEM education? *Science* : **329**(5995), 996

Department for Education (2014) Technical awards for 14 to 16 year olds.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/546041/14-16_qualifications_technical_guide_2017_and_2018_performance_tables.pdf/(accessed 2019.12.08)

GIPPS, V. C. (1994) *Beyond Testing-Towards a theory of educational assessment-*, The Falmer Press, 鈴木秀幸訳 (2001)『新しい評価を求めて-テスト教育の終焉-』, 論創社, 東京

International Technology Education Association : ITEA (2007) *Standards for Technological Literacy: third Edition,*

<https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767&v=b26b7852/>(accessed 2019.12.08)

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

文部科学省 (2018) 諸外国の教育動向2017年度版, 明石書店, 東京, pp. 58-61

文部科学省中央教育審議会 (2019) 新しい時代の高等学校教育の在り方ワーキンググループ

http://www.mext.go.jp/kaigisiryoy/2019/10/_icsFiles/afieldfile/2019/10/11/1421972_2.pdf/
(accessed 2019.12.08)

大谷忠, 谷田親彦, 上野耕史 (2018) 学習指導要領の改訂を踏まえた中学校技術科における技術・エンジニアリング教育の特徴. *工学教育研究講演会講演論文集*, **66** : 448-449

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
谷口雄治 (2010) 英国のNVQからQCFへの経過と背景について. *職業能力開発研究*, **28** : 1-14

The Office of Qualifications and Examinations Regulation (2014) *Vocational and Other Qualifications Quarterly*

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/382746/2014-12-04-vocational-and-other-qualifications-quarterly-july-september-2014.pdf/
(accessed 2020.08.06)

The Royal Society (2016) *Making education your business: a practical guide to supporting STEM teaching in schools and colleges*
<https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2016/making-education-your-business/>
(accessed 2019.12.08)

内海志典 (2017) 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*, **41**(1) : 13-22

谷田親彦 (2020) 技術科とはどのような教科か『日本教科教育学会:教科とその本質』, 教育出版, 東京, pp. 128-133

谷田親彦, 磯部征尊, 大谷忠 (2019) イングランドAQA試験局による職業資格STEMの内容・評価仕様. *日本科学教育学会年会論文集*, **43** : 85-86

YATA, C., OHTANI, T. and ISOBE, M. (2020) Conceptual framework of STEM based on Japanese subject principles. *International Journal of STEM Education*. **7**(1), 1-10
<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00205-8>.
(accessed 2020.08.06)

Summary

The purpose of this study is to obtain materials on planning, implementation, and evaluation of STEM

education in Japan through the analysis and examination of the specifications of Technical Awards qualification STEM issued by the AQA (Assessment and Qualifications Alliance) in England. Qualification STEM was key stage 4 (age14–16) qualifications that consisted of three units studied through the context of realistic occupations and work. Unit1 and Unit2 designed learning activities oriented toward survey industries based on STEM and those for creating products and services. In the unit with practical learning activities, students were expected to

investigate STEM industries and create products and services, which provided suggestions for the learning process of STEM education. The specific knowledge and understanding of science, technology, engineering and mathematics to be applied was made explicit in each unit, and the relevance and position of the qualification STEM to the National Curriculum subjects could be inferred.

KEYWORDS: England, Technical Awards, qualification, STEM

(Received January 24, 2020)