

STEAM 教育の視点から教養教育を再構築する試み (第1報)

伊藤 大輔・高橋 秀晴・小松田 儀貞・内山 応信

宮本 雲平・渡部 昌平・鈴木 祐丞・村松 明穂

1 はじめに

Society5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会による「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)」では、「人工知能(AI)、ビッグデータ、Internet of Things (IoT)、ロボティクス等の先端技術が高度化してあらゆる産業や社会生活に取り入れられ、社会の在り方そのものが『非連続的』と言えるほど劇的に変わる」と Society 5.0 の特徴を示しつつ、Society 5.0 を牽引するための鍵として、「技術革新や価値創造の源となる飛躍知を発見・創造する人材と、それらの成果と社会課題をつなげ、プラットフォームをはじめとした新たなビジネスを創造する人材」の必要性を指摘している。また、これらの人材が備える資質能力として、①異分野をつなげる力と新たな物事にチャレンジするアントレプレナーシップ、②課題解決を指向するエンジニアリング、デザインの発想、③真理や美の追究を指向するサイエンス、アートの発想、④多くの人を巻き込み引っ張っていくための社会的スキルとリーダーシップ、⑤持続可能な社会を志向する倫理観、価値観が一層重要になるとしている。

一方、経団連『次期教育振興基本計画』策定に向けた提言—主体的な学びを通じ、未来を切り拓くことができる多様な人材の育成に向けて—では、「初等中等教育段階からの STEAM 教育や、高等教育における理系・文系に捉われない文理融合・リベラルアーツ教育を通じて、文理分断した教育から脱却すべき」ことを指摘しつつ、「一つの専門領域を深く学修するためには、その基盤となる多様な学問を学修することも重要である」としている。また、高度専門人材育成の観点から、「文理融合・リベラルアーツ教育

と専門教育を大学教育の両輪と位置づけ、大学等において双方の教育をバランスよく学修する環境を整備し、文理複眼の幅広い視野を習得する必要がある」とし、「複数の専攻分野を体系的に履修できる制度の推進」を強く要請している。

さらに、教育再生実行会議第11次提言では、幅広い分野で新しい価値を提供できる人材を養成することができるよう、STEAM 教育の推進が提言された。本提言において STEAM 教育は「各教科での学習を実社会での問題発見・解決にいかしていくための教科横断的な教育」とされている。また、STEAM 教育の推進にあたり、新学習指導要領が掲げる「社会に開かれた教育課程」の理念の下、「産業界等と連携し、(中略)高等学校における教科等横断的な学習の中で重点的に取り組むべきものである」と位置付けている。

高等教育に注目すると、教育基本法第7条において「高い教養と専門的能力を培う」旨、大学の基本的な役割として規定されている。この考え方は各種答申にも引き継がれており、例えば「我が国の高等教育の将来像(平成17年1月28日)」では「専攻分野についての専門性を有するだけではなく、思考力、判断力、俯瞰力、表現力の基盤の上に、幅広い教養を身に付け、高い公共性・倫理性を保持しつつ、時代の変化に合わせて積極的に社会を支え、論理的思考力を持って社会を改善していく資質を有する人材」を「21世紀型市民」と定義し、今後の社会的変化を見据えつつ、その必要性を強調している。実際、予測困難な時代を迎え「文理融合・リベラルアーツ教育」など、社会的変化を考慮した大学教育への転換が要請されている状況の下、「教養」や「教養教育」の在り方が問われているにもかかわらず、十分な議論がなされていない

い。

こうした状況や社会的要請を踏まえ、Science、Technology、Engineering、Art、Mathematics という学問領域の枠を横断・統合して考える力や今までにない新しい着眼点を育て（いわゆる STEM/STEAM 教育）、これから必要とされるであろう科学・技術分野で新しいものを創造したり革新を起こしたりできる人材、政治や経済、科学技術が複雑に絡み合う社会課題に向き合うことができる人材の育成を目指すという立場から、本学の教養教育を問い直すことを本研究の最終的な目標とする。

まず、行政における STEM/STEM 教育の定義を概観し、その定義の「揺れ」を確認する。次に、STAM から STEAM 教育への展開に言及するとともに、「A (Art/Arts)」の位置づけを考察する手がかりを得る。また、教養教育のルーツを把握するため、大学教育の潮流及び米国の大学における「一般教育」の成立過程を示す。さらに、中央教育審議会（2002）「新しい時代における教養教育の在り方について（答申）」が展望する教養教育の特徴を示しつつ、STEAM 教育の視点から教養教育の在り方の検討する上で、基礎的な知見を整理する。

2 STEM/STEAM 教育

2.1 行政による定義

川崎（2023）によれば、文部科学省の文書にはじめて「STEAM」の語が登場するのは 2018 年 6 月の「Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」第 2 章「新たな時代に向けて取り組むべき政策の方向性」の「(3) 高等学校時代」である。同報告は、高等学校教育の現状を整理しながら、「学校だけで教師だけが一方的に教えるような教育活動が転換され、多様な選択肢の中で、自分自身の答えを生徒が自ら見いだすことができるような学習が中心となる場へとようになっていかなければならない」と教育改革の方針を明示するとともに、「地域と学校とが手を携えながら、体験と実践を伴った探求的な学びを進めていく必要」があることを指摘しつつ、次のように STEAM 教育に言及している。

生徒たちが多様な学びを行っていくためには、様々な専門学科等において、多様な主体と連携し、彩り豊かな特色のある教育課程が提供されなくてはならない。

あわせて、思考の基盤となる STEAM 教育を、すべての生徒に学ばせる必要がある。こうした中で、より多くの優れた STEAM 人材の卵を産みだし、将来、世界を牽引する研究者の輩出とともに、幅広い分野で新しい価値を提供できる数多くの人材の輩出につなげていくことが求められている（Society 5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会、2018、pp.12-13）。

ここでは、STEAM 教育に関する定義に言及されずに、脚注で「STEAM: Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics」と補足されているのみである。

柴山文部科学大臣による諮問「新しい時代の初等中等教育の在り方について（平成 31 年 4 月 17 日）」には、「新時代に対応した高等学校教育の在り方」に関する検討事項 5 項目の 1 つに、STEAM 教育に関する次のような言及がある。

いわゆる文系・理系の類型にかかわらず学習指導要領に定められた様々な科目をバランスよく学ぶことや STEAM 教育の推進

ここでは、脚注に「Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics 等の各教科での学習を実社会での課題解決に生かしていくための教科横断的な教育」とあり、一步踏み込んだ定義がなされている。

一方、経済産業省についてはどうだろうか。ここでは『未来の教室』と EdTech に関する研究会」の提言に注目してみたい。まず、同研究会による「第 1 次提言（2018 年 6 月）」である。

「近代日本の教育政策は『教科（系統）主義』と『経験主義』の間を揺れ動いた」ことを指摘、経験主義から系統主義への転換された戦後教育課程改革の歴史に言及しつつ、次のように今後の教育を展望している（p.2）。

しかし、今日では、世界中で EdTech による教育イノベーションが進み、STEM/STEAM を通じた「経験と教科の融合」や、ビッグデータと AI の助けを得た「学習の個別最適化」を実現できる可能性が高まっている。日本の教育の歴史に隠れたこうした論点を見つめ、テクノロジーの力を借りて、再びあるべき姿への挑戦を進めるべきであろう。

上記の抜粋でも「STEM/STEAM」の定義は脚注で「科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、数学(Mathematics)の分野のことで、テクノロジーの進化を背景に世界で注目されている。芸術(Art)を加え STEAM と表記されることもある」と示されている。

次に同研究会の「第2次提言(2019年6月)」に注目したい。「従来の教育の良さは継承しつつ、新たな要素を加え、新たな方法も取り入れ、教育の質と環境を一体的に変える必要がある」ことを指摘、改革に向けての三つの柱の一つに「学びの STEAM 化」を位置付けている。引用が長くなるが、以下に抜粋しよう (p.2)。

「学びの STEAM 化」とは、教科学習や総合的な学習の時間、特別活動も含めたカリキュラム・マネジメントを通じ、一人ひとりのワクワクする感覚を呼び覚まし、文理を問わず教科知識や専門知識を習得すること(=「知る」と、探究・プロジェクト型学習(PBL)の中で知識に横串を刺し、創造的・論理的に思考し、未知の課題やその解決策を見出すこと(=「創る」とが循環する学びを実現することである。

「STEAM」は、今後の社会を生きる上で不可欠になる科学技術の素養や論理的思考力を涵養する「STEM」の要素に加え、そこに、より幸福な人間社会を創造する上で欠かせないデザイン思考や幅広い教養、つまりリベラルアーツ(Arts)の要素を編み込んだ学びである。文系・理系に関わらず様々な学問分野の知識に横糸を通して編み込み、「知る」と「創る」を循環させ、新たな知を構築する学びであると言えよう。

文科省や第1次提言による定義より、STEAM教育やそこでの「Arts」の役割に踏み込んだ定義が示されている。さらに「『知る』と『創る』を循環させ、新たな知を構築する学び」と、具体的なカリキュラムモデルを提示している点が特徴的である。

これらは、共通して初等中等教育を前提としているが、高等教育についてはどうだろうか。教育再生実行会議第11次提言「技術の進展に応じた教育の革新、新時代に対応した高等学校改革について」に次のような言及がある。

○ また、国は、高等教育段階においても、今後多くの学生が必要とする STEAM やデザイン思考などの教育が十分に提供できるよう、各大学が学部横断的な教育に積極的に取り組むことを可能としていく。その際、レポートや論文等の形式で課題を分析し、論理立てて主張をまとめることも有効である。

高等教育も「今後多くの学生が必要とする STEAM やデザイン思考などの教育が十分に提供できるよう」とあり、初等中等教育と歩調を共にしているが、「文理融合」「AI、データサイエンス分野に関する教育の充実」が特に強調されているように思われる。¹⁾

2.2 STEM から STEAM へ

2008年に成立したアメリカ COMPETES 法(米国の技術・教育・科学における卓越性に関する意味ある促進機会の創造法)に基づくイノベーション政策を受け、STEM教育の考え方が初めて登場したのは、アメリカであることが指摘されている(Sanders, 2009)。Sanders(2009)はSTEMの語源に関し、全米科学財団(National Science Foundation)が1990年代に“science, mathematics, engineering and technology”をSMETと省略したことに端を発することを述べている。このSMETが“smut”(すす)のように聞こえると、財団の職員から不満が指摘されたことから、語順を入れ替えてSTEMと表記されるようになったと言われている。

Bybee (2010) によれば、真の STEM 教育は「物事の仕組みに対する生徒の理解を深め、技術の使い方を向上させるものでなければならない」ことを指摘する一方、問題解決及び技術革新に直結する「工学」を大学入学前から学習すること及び「デザインプロセス」に関する能力を習得させることの重要性を強調している。

また、Bybee (2013) は、STEM 教育と従来の教育との相違として「①市民が理解すべきグローバルな課題に取り組む」、「②環境問題やそれに関連する問題に対する認識の変化」「③21 世紀の労働力スキル (workforce skills) を認識すること」「国家安全保障の継続的問題」の 4 点を指摘している。

一方、Yakman (2010) は「私たちは今、テクノロジーなしではサイエンスを理解できず、その研究開発の大半はエンジニアリングに集約され、アートと数学の理解なしには創造できない世界に生きている」と STEM の各領域と Arts との関連性を丹念に分析し、その結果を踏まえて、STEM を STEAM に拡張している。彼女によれば、STEAM を次のように説明している。

- STE@M = 科学と技術、工学と芸術を通して解釈され、数学的要素に基づくもの。
- STE@M = 学問分野の壁を超えた教育のためのフレームワーク

STEAM の「A」については、芸術 (Art) と捉える立場 (例えば、「Society 5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会」の報告や『『未来の教室』と EdTech に関する研究会』による第一次提言など) と、芸術を包含しつつリベラルアーツ (Arts) までその概念を拡張した立場 (例えば、Yakman (2010) や『『未来の教室』と EdTech に関する研究会』による第 2 次提言など) がある。STEM と A の関係については、Yakman (2008, 2012) や Sousa & Pilecki (2013=2017) に詳述されているが、大谷 (2020) は、芸術領域の内容が STEM 領域の概念獲得を支えるという Sousa らの考え方の背景には「芸術の内容と STEM の内容とを融合させることで、学習に対する感情表現を豊かにさせ、創造性や協調性、問題解決能力を高める Arts integration の考え方が影響している」ことを指摘している。こうした「STEM から STEAM への流れを取り入れた新しい教育」と「従来の教育」との比較を表 1 に示した。

3 教養教育

3.1 大学教育の三つの潮流

本題に入るまでに、大学教育の潮流を確認しておきたい。

金子 (2007) は、大学教育には三つの潮流があることを指摘している (pp.51-65)。第一は、

表 1 「従来型の教育」と「STEM 教育から STEAM 教育」との比較

	STEM 教育から STEAM 教育		従来型の教育
教育目標	学びの必然性、見方・考え方を働かせ、概念の本質理解とデザイン思考		個別・事実に知識と技能の習得重視
各教科等の関係性	各教科等の関係性重視「通教科的・汎用的能力」を働かせて、俯瞰的に学習		各教科等が独立
学習形態	デザインプロジェクトとプラクティス重視		知識の伝達・記憶
目指す人間像	イノベーターで、テクノロジーのリスクを評価、選択、協働管理・運用できる「ガバナンス力」のある人間		社会適応
文理芸の関係	STEAM 素養と STEAM 分野の卓越人の育成	STEM 素養と STEM 分野の卓越人の育成	文理芸能系隔離と文理分断
解の解き方	認識科学、設計科学、ヒューマニズム間の協調効果と「学 (サイエンス)」と「術 (アーツ)」の調和解の重視	唯一解ではなく、「あるべきものの科学 (設計科学)」と最適解を重視	〇×評価重視、「あるものの科学 (認識科学)」と唯一解の重視
適合する社会のタイプ	超スマート社会 (Society5.0)	情報社会 (Society4.0)	工業社会 (Society3.0)

出典：山崎ら (2020)。「Society5.0 を支える STEAM/STREAM 教育の推進に向けた小学校教育課程の教科等構成の在り方と学習指導形態」『上越教育大学研究紀要』39 (2), p.529 の表 3 の一部を筆者らが修正した。

高度の専門職の養成である。12～13世紀のヨーロッパでは、カトリック教会と各地の世俗国家の2つの権力が並立していたが、その両方でその官僚組織を支える法学・神学・医学の三分野での人材養成が求められていた。また、近代国家の誕生と同時に、伝統的な高度専門職に加え、農学や工学などの分野での職業人が官僚や民間企業で必要となり、その養成が高等教育機関の主要な機能となっていった。

第二は、リベラルアーツである。そのルーツは、紀元前のアテネにさかのぼり、その自由市民階級のために必要な知識技能(artes)が原初的な意味であった。こうした伝統は、中世ヨーロッパに継承され、言語三科(文法・修辞学・弁証法)及び数学四科(算数・音楽・幾何・天文学)から構成される自由七科が確立したのは5世紀頃であった。この教育内容は、12世紀の大学で準備教育として位置付けられた。

Kimball (1995)によれば、このリベラルアーツには二つの異なる潮流があるという。一つは、探求志向(哲学者志向)である。ソクラテスやプラトンに始まり、この立場からは、「既存の知識を徹底的に疑い、検証することによって真実に近づくことが学問の神髄である」という考えが貫かれていた。この対極にあるのが古典志向(雄弁家志向)である。イソクラテスに始まるこの立場は「古典こそが世の中の真実に立脚するものであり、探求的な志向は人間の思考を迷走させるに過ぎない。古典を学習することによって学生は、知識階級の間でのコミュニケーションに必要な知識や考え方を身に付けるだけでなく、民主主義社会のリーダーとして人に訴える能力を身に付けることができる」という考えを重視した。

今日までのリベラルアーツ教育を概観すると、古典志向の方が主流であったが、自然科学や社会科学の発展に伴い、19世紀後半から古典志向のリベラルアーツ教育を、近代的な科学的探究の論理とどのように適合させていくかが問われることになった。金子(2007)は、「古典志向と現代的な学術的探究への指向との複雑な関係が、リベラルアーツ教育理解を困難にさせ、また誤解を生じさせてきた」と指摘している(p.60)。

三つ目は、いわゆる「フンボルト理念」と言

われる研究を中心とする大学と大学教育の理念に特徴づけられる潮流である。金子(2007)は、フンボルトやフィヒテらの議論を学習過程に注目しつつ、次のように整理している。やや長くなるが引用しよう(p.63)。

①教師はまず研究者であり、その心身を真理の探求にささげている。それは、常に知的・創造的な過程であると同時に、その価値は常に客観的な真偽によって裁断されるから、人間に高度の道徳性を与える。こうした意味で研究者であることによって教師は学生に人格的な影響を与える。

②講義において教師は、乾燥した知識の集積を教え込むのではなく、自らの研究の体験から真実を探求する知的興奮を再現しつつ学生に訴える。学生はそれを追体験することによって、疑似的に積極的な知的探求を行い、その成果を体得する。

③学生自身も一人の真実の探求者として、書物に向い、そこに盛られた知識の体系と格闘する。この活動は孤独でなければならず、それによって思考や論理の枠組が形成される。当時にこれもまた孤独な、真実に向けての謙虚な営みであり、そこから高い道徳性が獲得される。(以下、略)

こうした大学の理念や組織は、わが国を含め、世界中の大学に大きな影響を与えることになった。この理論は、「教育と研究という二つの要求を同時に満たさなければならない大学教員の自己規定の核」となっているが、「現実からのズレはまた多くの問題も生じさせてきた」のであった。

3.2 米国大学における一般教育の成立過程²⁾

ここでは、日本の高等教育における一般教育の源流となった、アメリカの大学における一般教育成立のあゆみを概観してみよう。

アメリカの大学は17～18世紀にイギリス植民地のコミュニティの大学(カレッジ)として誕生した。植民地は、ピューリタン(清教徒)の宗教的集団であった。その中核となる聖職者及び社会的指導者の養成が大学の目的であった。

教育内容は、ラテン語の学習に始まるリベラルアーツであり、学生は学年に応じて段階的に学習した。

こうした高等教育の実質的な変容は、19世紀後半に生じた。モリル土地付与法（1862年）により、各地の農業・工業を支える技術人材の養成を目的として州立大学が設置された。このことは、学部教育の段階で職業教育を導入する嚆矢となった。こうした動きの中でリベラルアーツ教育が変質し、現代化していくことになった。

19世紀末、ハーバード大学で「選択科目制」が導入され、後を追うように、他の主要大学も選択制が採用されるようになった。その根拠は、「専門分野の知識間に優劣をつけることはできず、どの分野での学習でも教育的な効果はあり、学生の側はもっとも自分に適した専門分野を選択することによって学習の効果を上げることができるという論理」であった。

こうした選択制は、20世紀初頭にさらに体系化された。ハーバード大学のローウェル学長（在任1908-1933）の改革は、「学習の幅を第1・2学年での科目の選択にあたって一定の分布の条件を満たさせる」ことで、「第3・4学年で学習の深さを専攻分野を選ばせること」により実現を目指そうとするものであった。これは、「専門的な研究とリベラルアーツを融合させる、という意味で探求指向のリベラルアーツ教育の再生」とも換言できる。

さらに、探求指向のリベラルアーツを追究する教育改革は、第二次世界大戦後、コナント学長（在任1933-53）の時代に徹底された。在任期間に学内委員会がまとめた『民主主義のための一般教育』は、「民主主義社会において、国民に一般的に共有されるべき知識の形成という理念の形成」を主張し、同時の大学教育に甚大な影響を及ぼすことになる。この理念に対応し、第1・2学年の学習課程を「一般教育」と呼称するようになった。リベラルアーツ教育と一般教育は互換的に使われる場合もあるが、より限定的には「第1・2学年の教育」を示しており、この枠組みが第二次世界大戦後の日本に導入され、新制大学の教育課程の基本的な枠組となったのであった。

しかし、一般教育の概念やその背景の理解を

著しく欠いた状況で制度の導入が進められたことから、「一般教育は、大学教育の不可欠な使命である」という認識は十分に浸透せず、結果として「リベラルアーツ教育の概念の希薄さ」を招くことになったのであった。

3.3 「新しい時代における教養教育の在り方について」が展望する教養教育

ここでは、中央教育審議会答申「新しい時代における教養教育の在り方について（2002年2月）」の示す教養の概念及び教養教育のビジョンを確認したい。中央教育審議会（2002）は、「学問の専門化、細分化が進む中で、教養についての共通理解というべきものが失われてきた」ことを考慮するとともに、「教養の歴史を踏まえながら、今後の新しい時代に求められる教養とは何か、また、それをどのようにして培っていくのか」という観点から審議を行い、次のような教養の概念を提示している。

教養とは、個人が社会とかかわり、経験を積み、体系的な知識や知恵を獲得する過程で身に付ける、ものの見方、考え方、価値観の総体ということができる。

また、21世紀を「変化の激しい流動的な社会」と捉えながら、今世紀を生きる我々にとって「必要な資質や能力は何か、これを培うための教育はどうあるべきか」という問題意識から審議を行い、新しい時代の教養の全体像を「変化の激しい社会にあって、地球規模の視野、歴史的な視点、多元的な視点で物事を考え、未知の事態や新しい状況に的確に対応していく力として総括することができる」と定義している。さらに、「こうした教養を獲得する過程やその結果として、品性や品格といった言葉で表現される徳性も身に付いていくものとする」と知的な側面のみならず、「ものの見方、考え方、価値観」を反映する徳性も含めた広範な概念を示していることに特徴があると言えるだろう。

一方、教養教育を考えるにあたり、特に重視すべき観点として次の三点を示している。

①教養教育を通じて、学ぶことやより良く生きることへの主体的な態度を身に付け、何事に

も真摯に取り組む意欲を育てていくこと

②教養教育は、個人が生涯にわたって新しい知識を獲得し、それを統合していく力を育てることを目指すものでなければならないということ

③教養の涵養にとって、異文化との接触が重要な意味を持つということ

①に関して、同答申は「自発的に学ぼうとする力の基礎には、忍耐力や勤勉性が不可欠」との認識を示しつつ、「学ぶことへの意欲を高め、自分のためだけでなく、他者や社会全体のために何事かを成すことを尊重する社会的気運を高めていく必要がある」との社会参画とも関連するとの見解を提示している。②は、情報活用能力を駆使しながら、生涯学び続ける力を育成することを、「教養教育の一貫した課題」として位置付け、取り組む必要性があることを指摘している。最後に、③であるが、ここでいう異文化を「自分とは異なるもの」と定義しつつ、「異文化との相互交流を通じて、自分とは何かを考え、自己を確立するとともに、自分と異なる人や社会や文化などを理解し、これらを尊重しながら共に生きていく姿勢を身に付けること」の重要性を指摘している。

さらに同答申は、「幼・少年期」「青年期」「成人期」に区分しながら、「生涯にわたって教養を広げ、深め、豊かな生き方を実現するために求められる方策」と課題を整理している。大学教育に対応する青年期の教養教育³⁾については、「幅広い視野から物事を捉え、高い倫理性に裏打ちされた的確な判断を下すことができる人材」の育成が一層期待されるとの認識を示しつつ、次のような具体像を提示している。少し長くなるが引用したい。

新たに構築される教養教育は、学生に、グローバル化や科学技術の進展など社会の激しい変化に対応し得る統合された知の基盤を与えるものでなければならない。各大学は、理系・文系、人文科学、社会科学、自然科学といった従来の縦割りの学問分野による知識伝達型の教育や、専門教育への単なる入門教育ではなく、専門分野の枠を超えて共通に求められる知識や思考法などの

知的な技法の獲得や、人間としての在り方や生き方に関する深い洞察、現実を正しく理解する力の涵養など、新しい時代に求められる教養教育の制度設計に全力で取り組む必要がある。

従来の「人文科学、社会科学、自然科学」という縦割りの学問分野ではなく、生涯学習能力の基盤の形成に資するような学び、具体的には、「専門分野の枠を超えて共通に求められる知識や思考法などの知的な技法」「人間としての在り方や生き方に関する深い洞察」や「現実を正しく理解する力」の涵養を目的とする制度設計を求めていることがわかる。

4 総合考察

4.1 STEAM の「A」をどう考えるか

STEAM 教育の「A」については、芸術 (Art) とする立場と、リベラルアーツ (Arts) とする立場があることを先に確認した。「A」の解釈を巡っては、海外においても多様であり、統一的な見解が存在しないことが先行研究によって指摘されている (辻合、長谷川 2020 など)。

辻合、長谷川 (2020) によると、「A」を「Art」(芸術) と解釈する立場では「STEM」と「Art」がそれぞれを支える思考が対照的であること (前者: 収束思考 後者: 拡散思考) に注目し、その違いの相互作用によって、イノベーションを生み出すような教育効果を期待している。これに対して、「A」を「Arts」(リベラルアーツ) と捉える立場では、分野横断的な教育効果が上がることを期待していると言う (p.99)。

また辻合、長谷川 (2020) は、Art 及び Arts の語義について、その歴史的変遷を出版年代の異なる辞書を用いて調査した結果、次の点を明らかにしている。

① The Oxford English dictionary Second Edition (Simpson et al., 1989) (以下、OED) にみる「ART」の当初の意味は「技能」に関するものであったが、時代が下るにつれて芸術的な意味合いが濃くなった

②複数形にした場合は、OED は「リベラルアーツ」の意味とされていたが、Oxford Advance

Lerner's Dictionary (Hornby et al., 2010) (以下、OALD) では「理系以外」という表現が使われている。

③これは自由七科の概念が現代においては通用しなくなったことと、人文科学以外にも新たな概念が増えたためであると思われる。

④OED は定冠詞の有無にかかわらず「リベラルアーツ」であったが、OALD においては定冠詞があると「芸術の総称」となっている。

上記より、20年足らずであっても「語義が変化すること」及び「ART・ARTS ともに多義的であること」がわかる。また、「ART」は今日では「芸術」の意味合いが強いが、そもそもは「知識や実践の結果としての何かを振る舞う技能」を示す「抽象的技能」を意味しており、「ART は ARTS より広範で抽象的な表現が可能である」とする指摘は極めて示唆的と言える(辻合、長谷川、2020、p.97)。

さらに、ヤング吉原ら(2020)は、STEAM において「STEM にアートを融合するのはあくまで手段に過ぎない」ことに触れつつ、その目的が「人間を幸福にすること」にあり、STEM から STEAM への流れを捉える上で「人間を重視する」という思想・行動の原理である「ヒューマニズム」が重要であるとしている。この指摘は、「A」の扱いを考察する上でポイントになるだろう。川崎(2023)は、Yakman が STEAM 教育啓発用に用いていた Web サイトのロゴに注目し、「STEM は、何をどのようにしてできるようにするのか (what & how things can be do)」であるのに対し、「STEAM は、何のために、また、誰によってなされるのかを含む (includes why and by whom things are done)」ことに言及しながら、「Arts」の存在意義を「STEM に対して目的を付与すること」にあるとしている。実際、川崎(2023)も指摘するように、STEM は価値中立的であるのに対し、「Arts」(リベラルアーツ)は価値志向的である。つまり、STEM に「その価値をもたらす、あるいは最低限、その方向性を示す役割が Arts には与えられている」と考えることができるだろう(川崎、2023、pp.39-40)。

これらの先行研究の指摘を考慮し、本研究では「A」について、Art (芸術) を包含する、Arts

(リベラルアーツ) と解釈することとし、教養教育の在り方を検討したい。

4.2 活動システムモデルから考える教養教育の意義

ここでは図1に示す活動システムモデル(第2世代活動理論のモデル)を用い、イノベーションに対する教養(教育)の意義を考察したい。

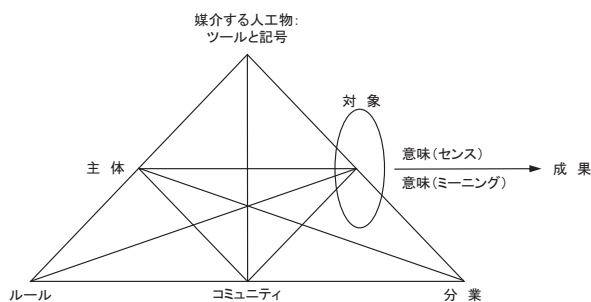


図1 活動システムモデル (Engeström, 1987, p.78)

この活動システムモデル(図1)は、エンゲストローム(Yrjö Engeström)により提唱されたもので、個々の行為者あるいはツールを操作する行為主体に集中するマイクロレベルに言及しつつ、集団的なコミュニティのマクロ・レベルで活動システムを検討できるよう、第1世代で用いられた活動システムを表わすオリジナルの三角形(主体—道具—対象からなる三角形)を拡張することにより生み出された。図1では、対象が楕円で示されているが、これは「対象志向的行為が明白であれ、暗黙であれ、曖昧さ、驚き、解釈、意味生成、そして変化への潜在可能性によって常に特徴づけられている」ことを意味している(Daniels, 2001=2006, p.152)。

ところで、ヤング吉原ら(2020)は、独創的なアイデアを生み出すイノベーションを次々と実現するようなSTEAM人材に共通するマインドセットとして、①型にはまらない(think out of the box)、②ひとまずやってみる(give it a try)、③失敗して、前進する(fail forward)の三つを指摘している。まず、「型にはまらない」は、“think out of the box”の表現にあるように、「社会的常識と言った『箱』の中にとらわれると、考え方が収束してしまい、新しい発想が生まれにくく」になってしまう。そうした「型に

はまらない着想をしよう、ということを示唆するものである。

次の「ひとまずやってみる」については、「スピード感をもって、リスクを取りながら発想を行動に変えていく態度」を示している。熟達した起業家たちが好んで用いる意思決定のヒューリスティックとして抽出された「エフェクチュエーション」の論理と対応させるならば、「手の中の鳥」の原則と「許容可能な損失」の原則であろう。前者は、「プロセスの出発点において、所与とされるのは達成すべき目的ではなく、手持ちの手段の集合である」とする考え方である（吉田、2018、p.20）。後者は「起業家がそれを実行に移す際には、どれくらい利益が見込めるか（期待利益の最大化）ではなく、仮にうまくいかなかったとしても損失が許容できるか（損失の最小化）、に基づいてコミットメントを行う傾向がある」ことを意味している（吉田、2018、p.20）。

最後の「失敗して、前進する」であるが、「とりあえずやってみて、失敗して、前進する」という STEAM 人材に共通する精神を示している。「失敗」を「新しいステップを踏み出した証拠」と捉え、忌避するのではなく、それをむしろ「誇り」とするようなマインドセットである。エフェクチュエーションの原理と対応させるならば、これは「レモネードの原則」をあげることができるだろう。レモネードの原則とは「エフェクチュエーションの論理に基づく企業家は、一見不利なものも含む、こうした意図せざる結果を無視したり回避したりする代わりに、梃子として積極的に活用しようとする傾向」を示している（吉田、2018、p.21）。

ここで、活動システムモデルに戻って、イノベーションのマインドセットを考えてみよう。主体は個人ではなく「チーム」「部署」など集団が位置づけられる。主体－道具－対象からなる三角形は、主体が様々な道具（ツール）を媒介して、対象に働きかける様子を示している。シュンペーターによれば、イノベーションは「生産手段・資源・労働力などを、それまでとは異なる方法で『新結合』すること」と定義され、①新しい商品の開発、②新しい生産方法の導入、③新しい市場の開拓、④材料や半製品の新しい

供給源の獲得、⑤新しい組織の実現という五つのタイプがあるとしている。これらのイノベーションのタイプを、活動システムモデルに位置付けるとすれば、①と③は活動システムの対象と、②は道具、ルールや分業、④はコミュニティ、⑤はルール・コミュニティ・分業を中心に活動システム全体と関わり、イノベーションは活動システムが転換・創造されることを意味する。

イノベーションの三つのマインドセットは、活動システムでは当該集団の役割分担や活動のやり方を規定する「ルール」や「分業」に関する問題であることがわかる。もちろん、「新たな道具」の創造が、イノベーションを生み出す契機になることもあるが、その背後には、マクロ・レベル（ルール・コミュニティ・分業）への拡張やそれらの捉え直し（再定義）という問題が存在していると考えられる。マクロ・レベルでの問題は、当該集団を取り巻く文化・歴史的な文脈に規定されることになるが、この時、人文・社会科学的な教養は大きな武器となり、活動システムを転換・創造していく上で、不可欠であると思われるのだ。

4.3 総括と今後の課題

本稿では、Society5.0 社会において育成が強く要請されているイノベーション人材を育成するため、STEAM 教育の視点から、本学教養教育を問い直すための基礎的な知見を収集・整理した。結果は以下の 6 点に要約される。

- (1)行政による STEM/STEAM 教育概念は、省庁や公表の時期によって相違がある。概念の定義に加え、学習モデルも同時に示しているという点では、『未来の教室』と EdTech に関する研究会」の第二次提言が具体的である。
- (2)STEAM 教育の「A」の概念については、「芸術」と捉える立場と「リベラルアーツ」と捉える立場が代表的であるが、Yakman の「Arts」の存在意義を「STEM に対して目的を付与すること」にあるとする考え方は、今後の教養教育の在り方を考える上で、極めて示唆的である。
- (3)リベラルアーツ教育は自由七科にそのルーツがあり、探求志向及び古典志向の二つの立

場が存在していた。歴史的には古典志向の方が主流であったが、自然科学や社会科学の発展に伴い、19世紀後半から古典志向の教育、近代的な科学的探究の論理とどのように適合させていくかが問われることになった。

- (4)一般教育は、第二次世界大戦後、探求指向のリベラルアーツを追究する米国大学教育改革で「民主主義社会において、国民に一般的に共有されるべき知識の形成という理念の形成」という視点から成立した。一般教育成立の背景やその理念に対する理解が希薄な状態で、この教育制度が、第二次世界大戦後発足した新制大学に導入されることになった。
- (5)中央教育審議会(2002)「新しい時代における教養教育の在り方について(答申)」は、生涯学習能力の基盤の形成に資するような学び、具体的には、「専門分野の枠を超えて共通に求められる知識や思考法などの知的な技法」「人間としての在り方や生き方に関する深い洞察」や「現実を正しく理解する力」の涵養を目的とする制度設計を求めている。
- (6)イノベーションに対する教養の意義について、活動システムモデルを用いて考察した結果、STEAM人材に共通するマインドセットは、当該集団の役割分担や活動のやり方を規定する「ルール」や「分業」に関わる問題であり、活動システムを転換・創造していく上で、人文・社会科学的な教養は有用である。

(5)の理念については、既に総合科学教育研究センターの教育方針には反映されているが、今後、初等・中等教育で展開されるであろうSTEM/STEAM教育を学んだ学生たちが、やがて本学に入学してくることを考えると、教養教育の見直しは不可欠である。

本稿では紙幅の制約もあり、得られた知見を実際の教育課程や授業運営にいかんにか反映させ、専門教育と教養教育を架橋するか、具体的な教育モデルを提案できなかった。これらの問題は稿を改めて論じることとしたい。

謝辞

本研究は、秋田県立大学令和5年度部局提案

型研究推進事業の助成を受けたものです。また、本研究の一部は、JSPS 科研費 22K02887(研究代表:磯部征尊)の助成を受けたものです。関係者の皆さまに重ねて感謝申し上げます。

参考文献

- Bybee, R. (2010). What Is STEM Education? *Science*, 329(5995), p.996.
- Bybee, R. (2010). *The Case for Stem Education: Challenges and Opportunities*. Arlington: National Science Teaching Association.
- 中央教育審議会(2002)。「新しい時代における教養教育の在り方について(答申)」
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/c_hukyo0/toushin/020203.htm
- 中央教育審議会(2005)。「我が国の高等教育の将来像(答申)」
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/c_hukyo0/toushin/05013101.htm
- Daniels, H. (2001). *Vygotsky and Pedagogy*. London: Routledge = (2006). 山住勝広, 比留間太白[訳]『ヴィゴツキーと教育学』大阪: 関西大学出版
- Engeström, Y. (1987). *Learning by Expanding: An Activity Theoretical Approach to Developmental Research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Sousa, D. and Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. Thousand Oaks: Corwin = (2017). 胸組虎胤[訳]『AI時代を生きる子どものためのSTEAM教育』東京: 幻冬舎
- 金子元久(2007).『大学の教育力—何を教え、何を学ぶか』(ちくま新書 679) 東京: 筑摩書房
- 川崎勝(2023)。「STEAM≠STEM+A: 高等教育におけるSTEAM教育はいかにあるべきか」『大学教育』20, pp.30-43.
- 教育再生実行会議(2019)。「技術の進展に応じた教育の革新、新時代に対応した高等学校改革について(教育再生実行会議第11次提言)」
https://www.mext.go.jp/kaigisiryō/2019/05/_ics_files/afieldfile/2019/05/21/1416597_04.pdf
- 「未来の教室」とEdTechに関する研究会(2018)。「経済産業省『未来の教室』とEdTechに関

- する研究会-第1次提言」
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/20180625_report.html
 「未来の教室」とEdTechに関する研究 (2019).
 「経済産業省『未来の教室』とEdTechに関する研究会-第2次提言」
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/20190625_report.html
 日本経済団体連合会 (2022). 「『次期教育振興基本計画』策定に向けた提言—主体的な学びを通じ、未来を切り拓くことができる多様な人材の育成に向けて—」
<https://www.keidanren.or.jp/policy/2022/088.html>
 小笠原正明、細川敏幸、宮本淳 (2022). 「IR データにあらわれた日本の STEM 教育の問題点と改善の方法」 pp.120-139. 山田礼子 [編著] 『STEM 高等教育とグローバル・コンピテンス—人文・社会との比較も視野に入れた国際比較』 東京：東信堂.
 大谷忠 (2021). 「STEM/STEAM 教育をどう考えればよいか—諸外国の動向と日本の現状を通して」 『科学教育研究』 45(2), pp.93-102.
 Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STAMmania. *Technology Teacher*, 68(4). pp.20-26.
 柴山昌彦 (2019). 「新しい時代の初等中等教育の在り方について (諮問)」
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2019/04/18/1415875_1_1.pdf
 Society5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会 (2018). 「Society5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf
 辻合華子、長谷川春生 (2020). 「STEAM 教育における“A”概念について」 『科学教育研究』 44(2), pp.93-103.
 Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
 Yakman, G. (2010). What is the point of STEAM?—A Brief Overview. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/327449281_What_is_the_point_of_STEAM-A_Brief_Overview
 Yakman, G. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 36(2), pp.1072-1086
 山崎貞登、松田孝、二宮裕之、久保田善彦、磯部征尊、川原田康文、大森康正、上野朝大 (2020). 「Society5.0 を支える STEAM/STREAM 教育の推進に向けた小学校教育課程の教科等構成の在り方と学習指導形態」 『上越教育大学研究紀要』 39 (2), p.529.
 ヤング吉原麻里子、木島里江 (2019) 『世界を変える STEAM 人材：シリコンバレー「デザイン思考」の核心』 東京：朝日新聞出版.
 吉田満里 (2018). 「新市場創造プロセスにおける不確実性と意志決定」 『マーケティングジャーナル』 37(4), pp.16-32.
 (URL の最終アクセス日は全て 2023 年 11 月 30 日)

註

- 1) 高等教育段階については、いわゆる理系学部 (自然科学、工学、情報、農学、水産学など) の分野を総称して、STEM と捉える立場もある (例えば、小笠原、細川、宮本、2022 など)。この場合、S・T・A・M の相互関係については議論の射程にないので、いかなる文脈で STEM の用語が用いられるか注意が必要と言えよう。
- 2) 金子 (2007) の「第2章 大学教育のアメリカ・モデル (pp.71-79)」を要約・再編した。
- 3) 本研究では、文理融合教育のアプローチを探究する観点から、教養教育について「リベラルアーツ教育」及びいわゆる「一般教育」を総称する概念として捉えることにする。