

STEAM ≠ STEM + A

— 高等教育におけるSTEAM教育はいかにあるべきか —

川 崎 勝

要旨

近年、初等中等教育（特に高等学校教育）において急激かつ大規模にSTEAM教育の導入・普及が制度的にはかられている。高等教育におけるSTEAM教育の導入も揺籃期ではあるが、喫緊の課題となっている。他方で、STEAM教育の導入にあたっては「何を・何のために・どうやって」教育するのかをめぐって（特に「A」の位置づけをめぐって）混乱が生じている。このような状況下で、改めて「STEAM」の概念を問い直し、既存のSTEMに最後に加わったAが他の4つと同格・同次元の存在ではなく、他の4つに目的を付与する存在であることを明らかにするとともに、高等教育でSTEAM教育を普及させるための方途を探る。方向性としては、カリキュラムの構成原理として、従来のdiscipline basedにproblem basedないしproblem orientedの要素を付加するとともに、最終目標をコンピテンシーの獲得に置くことが考えられる。

キーワード

STEAM, STEM, Arts, STEAM教育, 高等教育, コンピテンシー

1 はじめに

「STEAM教育」の発祥の地アメリカにおいて、改めて「STEAM教育」が提唱され、普及運動が行われるようになったのは2006年のことである。なぜ「改めて」との表現を用いたかといえば、「STEAM教育」には明白な先行者が存在したからである。90年代末から、アメリカにおいて「STEM教育」が科学（Science）・技術（Technology）・エンジニアリング（Engineering）・数学（Mathematics）の4領域に関わる教育を総称した理工系教育振興＝理工系人材育成運動の看板として掲げられており、ある程度人口に膾炙していた。このため、「STEAM教育」が登場したタイミングで、「STEAM」とは既存の「STEM」に「A（Arts）」を加えたもの、すなわち数式風に表現すれば「STEAM = STEM + A」と素朴に理解され

やすい素地が既に出来上がっていた。そして、実際、そのように受け止められて「STEAM教育」は普及してきた。

他方、日本においては、アメリカの影響を受けた草の根的な試行が2010年代の半ばから散発的に行われていたが、2019年（平成31年＝令和元年）以降、主に初等中等教育（特に高等学校教育）を対象にして、行政主導で急激に「STEAM教育」の制度的導入・普及が図られつつある。また、この動きは初等中等教育に留まらず、高等教育にも影響を及ぼしつつある。

本稿は、「STEAM教育」の高等教育への導入にあたって「STEAM」概念を改めて明確化するとともに、「STEAM教育」を真に実効性があるものとするための課題と、その解決法をさぐることを目的とする。

2 行政における「STEAM」概念

文部科学省の文書にはじめて「STEAM」の語が登場するのは、2018（平成30）年6月に「Society 5.0に向けた人材育成に係る大臣懇談会」の報告書として公開された「Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」¹⁾の「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」においてである。該当箇所を引用する。

（前略）

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。

（後略）

「STEAM」の語には脚注が付されているが、そこには単に「STEAM: Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics」とアクロニムの元の単語が列挙されているのみである。

翌年4月17日付けの柴山昌彦文部科学大臣（当時）の中央教育審議会への諮問「新しい時代の初等中等教育の在り方について」²⁾の中で、義務教育のあり方に次いで、次のような形で高等学校教育のあるべき姿を問うている。

（前略）

第二に、新時代に対応した高等学校教育の在り方についてです。具体的には、以下の事項などについて御検討をお願いします。

（中略）

○ 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

（後略）

「STEAM教育」に付された脚注には「※ 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」と用語解説の形で定義が示されている。

また同年5月17日付け（上記諮問のちょうど一ヶ月後である）の教育再生実行会議の提言（第十一次）「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」³⁾においてSTEAM教育はより詳細に位置付けられている。具体的には「(1) Society 5.0で求められる力と教育の在り方」において以下のように提言されている¹⁾。

○ 国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、初等中等教育段階においてはSTEAM教育（Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics等の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）を推進するため、「総合的な学習の時間」や「総合的な探究の時間」、「理数探究」等における問題発見・解決的な学習活動の充実を図る。その際、各発達段階においてレポート

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。そのため、国は、カリキュラム・マネジメントの視点を踏まえ、人材活用も含め産学連携や地域連携による STEAM 教育の事例の構築や収集、モデルプランの提示や全国展開を行う。また、グローバルな社会課題を題材にした、産学連携 STEAM 教育コンテンツのオンライン・ライブラリーを構築する。

ほとんど日をおかずに公表されたこの 2 つの文書において「STEAM 教育」の定義が同一であることから、行政側の意志として統一がはかられていることが確認できる。

高等学校での実践に着目した際、行政側が STEAM 教育に期待しているのは、上記引用から明らかなように「教科横断的な教育」である。小学校から高等学校まででなされる教育が学習指導要領に基づいており、その学習指導要領が教科・科目別に編制されており、さらには中学・高校の教員は教科ごとに分かれているため、必然的に高校までの教育における教科・科目間の壁は高く厚い。その壁を壊し「総合的・横断的」教育を推進する役割が STEAM 教育に期待されているのである。

この点は 2021（令和 3）年 1 月 26 日に出された中教審答申「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～」⁴⁾、さらには 2022（令和 4）年 5 月 18 日に文科省の Web サイトで公開された、現時点における文科省の STEAM 教育に関する最新文書である「STEAM 教育等の教科等横断的な学習の推進について」⁵⁾においても確認できる。そして実際に 2022 年度から施行された新しい高等学校学習指導要領において従来の「総合的学習の時間」から拡充された「総合的な探究の時間」で

STEAM 教育を実践することが高等学校に求められているのである。

以上から、行政側の STEAM 教育の導入のメインターゲットが初等・中等教育、特に高等学校教育であり、そしてそこで期待されているのが「教科間の壁の打破」であることが改めて確認できる。逆に言えば、その役割さえ果たせるのであれば STEAM 教育導入の目的は果たされることになる。このため STEAM 教育において具体的に「何を・何のために・どうやって」教育するのかという点は綿密に詰められてはいない。かろうじて「何のため」に関して「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」と触れられている程度である。「何を」に関しては暗黙の内に「はじめに」で指摘した「STEAM = STEM + A」式のふわっとした理解に基づいて理系の内容に文系的要素を加えることが想定されている。

ここまで見てきたように、行政側の主ターゲットは高等学校教育であるが、大学等の高等教育にも STEAM 教育が浸透していくことが期待されている。例えば、先に言及した教育再生会議の提言は次のように続いている。

○ 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。

また、こうした行政側の思惑とは独立して、アメリカをはじめ世界各国で普及しつつある STEAM 教育運動に賛同し、「はじめに」で言及したように、有志による個別の実践も 2010 年代の半ばから見られるようになってきている。

ここで問題となるのは、高等教育で STEAM 教育を実践するとして、先に触れたように、具体的に「何を・何のために・どうやるか」に関して共通理解が存在しない点である。このため、独自の「STEAM 教育」解釈に基づいた実践が試みられているが、実践者によって解釈が異なる（特に「A」の位置づけに関して）ため、その「STEAM 教育」の内容は大きく異なっている。さらに、「STEAM 教育」の目的に関して、初等中等教育における STEAM 教育導入の主動因であった「教科間の壁の打破」も有効ではない（各大学のカリキュラムは自由裁量の余地が大きいので、そもそも制度的に打ち壊すべき壁が存在しない）。

必ずしも日本に限ったことではないが、結果としてどのようなことが生じているかといえば、同じ「STEAM 教育」の看板を用いても、実践者によって試みられている内容がバラバラで、全く異なったものとなっているのである。その理由もはっきりしており、肝腎の「STEAM」の概念規定に関して「STEAM = STEM + A」式の曖昧で漠然とした共通理解しか存在しないためである。このような事態はなんとしても改善しなければならない。

3 なぜ「STEAM」を問い直すのか

3.1 「教育改革」の陥穽

前節で検討した内容に加え、STEAM 教育を高等教育に導入・普及・定着させる方途を検討する前に、必須の前提作業として

「STEAM」概念の意味内容を明らかにすること、あるいは「STEAM」概念に関する共通理解を形成することを特に重視するのにはふたつの理由が存在する。ひとつはいわゆる「高等教育改革」関連する一般的な理由であり、もうひとつは「STEAM」概念、特に第 5 の要素として既存の「STEM」に後から加

えられた「Arts」概念に附随する特有の理由である。

一般的な理由の方から始めよう。

1991 年の大学設置基準のいわゆる「大綱化」とほぼ同じタイミングで導入が始まった「シラバス」を嚆矢として、ここ 30 年にわたって、海外（特にアメリカ）の高等教育を理想視し、それを支える諸々の制度的仕組みが行政主導で日本に移植され続けてきた。日本中の大学が制度的対応を迫られたもの・ことはあまりに多い。一例として中央教育審議会の答申「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～」⁶⁾（平成 24（2012）年 8 月 28 日）に付された「用語集」に掲載されている用語をピックアップしてみよう。

- ・ファカルティ・ディベロップメント（FD）
- ・「学位授与の方針」、「教育課程編成・実施の方針」及び「入学者受入れ方針」（いわゆる DP，CP，AP である：引用者）
- ・ナンバリング
- ・授業計画（シラバス）
- ・アクティブ・ラーニング
- ・アカデミック・アドバイザー制度
- ・クリッカー
- ・サービス・ラーニング
- ・履修系統図（いわゆる「カリキュラムマップ」ないし「カリキュラムチャート」のこと：引用者）
- ・ティーチング・アシスタント（TA）
- ・学修ポートフォリオ
- ・学修行動調査
- ・アセスメント・ポリシー
- ・アセスメント・テスト（学修到達度調査）
- ・ループリック
- ・CAP 制
- ・アニュアル・レポート（年次報告書）

- ・大学ポートレート（仮称）
- ・内部質保証
- ・ワーク・スタディ

いずれも、1990年以前の日本の大学人の大半にとっては、全く耳にしたことのない用語である。さらに、この用語集には掲載されていないが、例えば「GPA（grade point average）」のように大学教育全体に大きな影響力を行使しているものが他にも多数存在する。あるいは、「PDCAサイクル」や「EBPM（Evidence Based Policy Making）」（あるいは単に「エビデンス」）のように、明らかに経営や政策立案ないし医療実践といった本来教育とは全く異なる分野に起源を有するが、大学において猛威を奮っているものもある。

本稿において、これら個々の項目を個別に検討することはできないが、「STEAM教育」導入の背後にも潜む「高等教育改革」一般にまつわる問題を明らかにするために「アクティブ・ラーニング」を例に取ろう。

上で言及した「用語集」で「アクティブ・ラーニング」は次のように解説されている。

1) 教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。2) 学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。3) 発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である。（付番引用者）

この短い3文の解説において、第1文は定

義であり、第2文が目的、そして第3文が例示となっている。この中で一番大切なのは第2文で、そこで「認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る」という「アクティブ・ラーニング」の目的が提示されている。本来であれば（少なくとも「アクティブ・ラーニング」を実践するのであれば）、例示の前に「アクティブ・ラーニング」によって「何のために」、「何に関する」汎用的能力を育成するのかという記述が挿入されるべきであるが、それは「用語集」においては果たされていない。

「アクティブ・ラーニング」の本義に則り、例えば「学生の能動的（自発的・自律的）な学修を促進する」というような言い方をしたとしたら、それ自体に対して異を唱える大学教員は存在しないだろう（少なくとも表立っては）。ところが、実際に現場において「アクティブ・ラーニングを導入しなければならない」という状況が生じると、途端に大きな問題が生じる。上記解説からも明らかのように、「アクティブ・ラーニング」は学修目標を叶えるための「教授・学習法」のひとつであり、いわば「手段」であるはずである。しかし、行政側からの圧力のもとアクティブ・ラーニングの導入が義務化されると事態は180度逆転する。特に教育の世界において極めて生じやすいことではあるが、「手段の自己目的化」が生じ、「アクティブ・ラーニングの導入」それ自体が最終目的化してしまう。そして、一旦、自己目的化が生じると、「何のためのアクティブ・ラーニングなのか」という一番大切な点が等閑視されるのである。そして、「ともかく導入」で、上記解説第3文の例示の後半部分に登場している「グループ・ワーク」に飛びつき、「アクティブ・ラーニング＝グループ・ワーク」という短絡的理解が生じる。

個人的回想になるが、筆者がはじめて「アクティブ・ラーニング」の語を耳にしたとき、

とっさに抱いたのは「能動的ではない学修なんて存在するのか？」という素朴な疑問であった。いやしくも学び（ラーニング）であるならば学修者の能動性は不可欠ではないか、逆に言えば、学修者が能動性を欠落させていたら学びは成立しないのではないかと。この疑問については、ことさらに「アクティブ・ラーニング」と言うときの、いわば仮想敵である「パッシブ・ラーニング」と目されているのが、大学の授業形態の中で一定の割合を占めている（特に低年次において多い）大人数一斉型講義であることを理解して氷解した（もっとも、筆者は、大人数一斉型講義が一概に否定されるべきものであるとは認識していないし、講義形式の授業も能動的に活用することは可能であると考えている）。

ともあれ、解説にあるように「アクティブ・ラーニング」を、一方向的講義以外の「学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法」と解するのであれば、例えば、従来の大学教育（特に高年次）で大きな比重を占めていた「ゼミ」や「演習」、あるいは「学生実験」等々も立派な「アクティブ・ラーニング」である。従来、そういう呼び方をしていなかっただけの話である。

「ゼミ」や「学生実験」が優れた「アクティブ・ラーニング」の手法である理由は、それがカリキュラム全体の中で他の科目と有機的連関を有し、ひとつの統合体を形成している点に求められる。基礎的・基盤的な知識を講義で理解し、それを「ゼミ」や「学生実験」で実践的に活用することを通じて体得していくように順序性をもって体系的に組み立てられている。

「グループ・ワーク」に限らず「アクティブ・ラーニング」一般を機能させる上での最大のポイントは、学生のレディネスをいかにして形成するかという点に求められる。要は、「アクティブ・ラーニング」の成否はひとえに学生のやる気にかかっているのである。も

し、学生のやる気の喚起に失敗すれば、「アクティブ・ラーニング」はほぼ確実に無残に失敗するだろう。そして、教育プログラムとしてのカリキュラム全体の中に「アクティブ・ラーニング」を順序性をもって有機的・体系的・統合的に埋め込むことこそが、学修意欲を喚起する極めて有効な手段なのである。

さて、「アクティブ・ラーニング」を例にとって検討してきたのは、「教育改革」一般において生じがちな「手段の自己目的化」という倒錯がどのようなものであるかを明らかにするためであった。それは、なまじ改革に熱心であるが故にはまりやすい陥穽であり、絶えず自戒しなければならない。そして、「STEAM教育」もまた、これまでの「教育改革」のあれこれの「手段」（上の「用語集」からひいた各項目がその格好の見本一覧である）の轍を踏まないように警戒する必要がある。「とにかく導入」が最重要課題となり、「STEAM教育」の導入それ自体が自己目的化してしまうと、「そもそもSTEAMとは何か」、「何のためのSTEAM教育なのか」という重要な問いが雲散霧消してしまう。そのような事態が生じれば、最悪の場合、「アリバイ作り」だけが残り、教育者は疲弊する。そして、最も重要な学修者に関しては、せっかく時間と労力を費やしたのに結局何も残らないという事態を招来しかねない。そのような最悪の事態を回避するために、「STEAM教育」の本格的な導入に着手した現在のタイミングでこそ、まず「STEAMとは何か」という問いを発しなければならないだろう。

3.2 「Arts」の多義性

一般的な理由に続き、「Arts」概念に附随する特有の理由を検討しよう。

まず注意しなければならない点は、現代日本では単純に「art」＝「芸術」と解されている場合も多いが（実際、そのような理解に基づいたSTEAM教育の実践もまま見受けら

れる)、もともと「art」は極めて強い多義性を有する語であり、この語を使用する者や用いられる文脈によって意味している内容が大きく異なる点である。

この多義性は歴史的に形成されたものであるので、簡単に振り返ってみたい。「art」は、もともとラテン語の「ars」に由来するが、さらにラテン語の「ars」は古代ギリシア語の「*techne* (τεχνη)」に相当する内容を示すために古代ローマ人によって用いられた語である。「*techne*」は、言うまでもなく現代英語の「*technic*」や「*technology*」の語源となった語である。この一点をとっただけでも、「art」の意味内容を特定するのが簡単な作業ではないことがただちに分かる。大元の語源である「*techne*」は古代ギリシアにおいて既に多義的であり、哲学的に論じられる場合、「ひとが何かを制作することに関わる知識や能力」の意味で「技術知」と訳される場合が多いが、具体的かつ一般的な文脈で使用される場合は、「(人為による)技・業・術・芸(あるいはその成果としてできあがった作品等)」の意味で幅広く用いられていた。そのあまりにも広い意味内容から、「*techne*」の概念を「*ars*」として引き継いだ古代ローマにおいて既に「*artes liberales*」と「*artes mechanicae*」の二分法が生じている。それぞれ、現代英語の「*liberal arts*」と「*mechanical arts*」の語源である。前者の「*artes liberales*」は、中世に設立された大学に引き継がれ「自由学芸(あるいは「七自由学芸」ないし「自由七科」(*septem artes liberales*))」の伝統を生み出していくことになり、(やはり論者により様々なバリエーションがあるが)「学芸」的な意味合いが強い。他方、「*artes mechanicae*」は「*ars*」の実践的な部分を重視し、「技芸」ないし「技術」としての意味合いが強い。

以上、極めて簡単に振り返っただけでも、「art」が極度に多様な意味内容を有してい

ることは明らかであり、文脈に応じて意味内容を確定していく作業が必要とされることが分かる。話を教育の分野に限定すれば、特に英米の高等教育に中世大学に由来する

「*liberal arts*」教育の影響が強く残っており、日本も間接的にその影響を受けている。

ただ、仮に「*arts*」を「*liberal arts*」の意で解するとしても、さらにもう一段注意が必要である。日本では、「リベラル・アーツ」といえば、「教養教育」に近い意味で用いられる場合が多い。さらに、「教養教育」と言えば、漠然と人社系の学問中心に理解されている場合もままある。「そもそも教養教育とは何か」という問いには重厚かつ長大な考察が必要になるので、ここで深く立ち入るつもりはない。

しかし、「リベラル・アーツ」との関連で「*arts*」といえば人社系の学問を中心に捉える考え方には一言付言しておきたい(なお、このような捉え方は日本において特に強いように見受けられるが、英語でも「*arts and sciences*」という言い方があるように、文系的学問と理系的学問を対比的に捉えた上で「*arts*」で文系的な人社系の学問を指す場合もある)。「リベラル・アーツ」の語源であるラテン語の「*artes liberales*」は、先に触れたように「自由七科」とも訳されているが、この「七科」は、さらに「三科(*trivium*)」と「四科(*quadrivium*)」に分類されている。「三科」は「文法(*grammatica*)」・「修辞(*rhetorica*)」・「論理学(*logica*)」(または「弁証法(*dialectica*)」)の三つからなり、一言で言えば「言葉に関する学問」である。これに対し、「四科」は「算術(*arithmetica*)」・「幾何学(*geometrica*)」・「音楽(*musica* もしくは *harmonia*)」・「天文学(*astronomia*)」の四つからなり、一言で言えば「(自然探求のための)数学的学問」である。すなわち、元々の「*artes liberales*」は、今日的な表現

を用いれば人社系の学問も理系の学問も含んだものである。したがって、「art」を学問に関する「学芸」的な意味で解釈したとしても（この場合、「arts」と複数形が用いられる場合が多い）、その学問領域を文系の分野に限定することは、元々の「artes liberales」の文脈に立ち戻れば成立しないのである。というよりも、学問を理系／文系の二分法で捉えるのは19世紀以降の伝統であり、中世来の「artes liberales」にこの二分法に基づいて、その一方の性格を負わせるのは根本的な時代錯誤である。当時の時代文脈に即して言えば、西欧中世大学の中核的部分を担った神学・医学・法学のような知的専門職業のための学問に対し、特定の職業とは結び付かない、純粋に世界を理解するための学問が「artes liberales」であり、これが神学・医学・法学の専門的な学問の基礎段階とも位置づけられたので、「教養教育」的な意味合いも帯びたのである。

さて、「liberal arts」から枠を広げて「そもそも arts とは何か」を根本的に論じようとするならば、さらに詳細で精密な議論が必要とされるが、本稿の目的からすれば、1) STEAM で用いられている「Arts」がいかようにでも解釈可能な存在であること（解釈的多義性）、2) したがって論者により「Arts」の理解・内容が異なっており、個別事例ごとに文脈に即してどのような意味で「Arts」が用いられているのかを明確にする必要があること、の2点が確認できればそれで十分である。この2点を前提として、実際に「STEAM」を提唱し、推進している者がどのような意味で「Arts」を用いているのかを参考にしながら、「STEAM」概念を明確にすることを試みていこう。

4 「STEAM」とは何か～ヤークマンの「STEAM」概念を手がかりに～

既存の「STEM」を拡張する形で、「STEAM」概念を初めて提唱したのはヤークマン（Georgette Yakman）であり、2006年のことである。既述のように、現時点において、世界各地で「STEAM」の普及・推進を図る者たちの間で「STEAM」の捉え方は極めて多様であり、むしろ混乱しているように見受けられるが、同時に極めて興味深い特徴を有したものも多い。したがって、必ずしも彼女の「STEAM」概念（ヤークマンは、自らの「STEAM」をロゴ化して「ST Σ @M」の表現を用いている）のみを絶対視する必要はないが、最初の提唱者として、そして推進・普及者として彼女の「STEAM」概念の影響力は極めて大きいので、格好のサンプルとしてまず彼女の「STEAM」概念を検討しよう。

ヤークマンは、後で多少詳しく見るSTEAMピラミッドとともに、「STEAM」に対して2つの定義を提示している。

1. エンジニアリングとアーツを通じて解釈された科学・技術であり、その全ては数学を基礎としている（Science & Technology, interpreted through Engineering & the Arts, all based in Mathematical elements）

2. 学問分野の壁を越えた教育のための枠組（A Framework for Education Across the Disciplines）

2の後半部分の「教育のための枠組」は、STEMを踏襲しているが、前半部分の「学問分野の壁を越え」は、STEMにおいては常に強調されていたわけではない（この点を強調する論者もいたが、STEMはもともと理系教育の充実・推進のための枠組なので、理系の各専門分野間の横の結び付きは後回しにされる場合も多かった）。2に関して、彼女の貢献は、「学問分野の壁を越え」ることを強調

した点に求められる。

「STEAM」の独自性を示しているのは1である。彼女の定義を字句通りに受け取るならば、「STEAM」において中核を占めるのは科学・技術であり、それを「解釈する（この場合、その内容を明らかにし、意味を与え、さらには活用することも含まれていると思われる）」のがエンジニアリングとアーツであり、さらにその4つの基盤には数学が存在しているという構図になる。しかし、彼女の「STEAM」概念をより詳しく見ると、この構図とは異なった役割を「Arts」は負っていることが分かる。この点に注意して、「Arts」と他の4つ（Science, Technology, Engineering, Mathematics）の関係をより詳細に検討しよう。

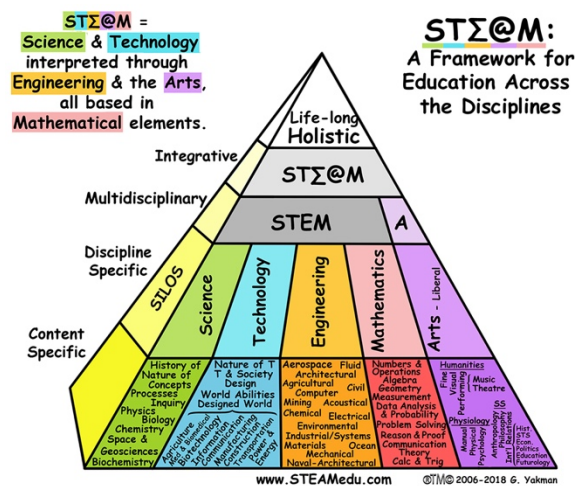


図1 STEAMピラミッド

彼女が「STEAM教育」を普及させるのに活用してきた、STEAMピラミッド（図1）、特に下から2段目の段、およびそのすぐ上の真ん中の段に着目すると、一見したところ、あたかもSTEMの各構成要素であるScience, Technology, Engineering, MathematicsとArtsは並列しているように見えるし、さらに「STEAM = STEM + A」であるように見える。しかし、このピラミッドをつぶさに見ていくと、そう単純ではないことがすぐに分

かる。

まず最下段に着目してみよう。これは、すぐ上の「個別学問領域（Discipline Specific）」の各々に含まれている「個別内容（Content Specific）」が列記されている。これの日本語訳を表の形にまとめた（表1）。

表1 STEAM個別内容

領域	具体的内容
科学	科学史、科学の本質、物理学、生物学、化学、宇宙科学、地球科学、生化学
技術	技術の本質、技術と社会、デザイン、世界的技能、デザインされた世界（農業、生物医学、バイオテクノロジー、情報通信、製造、輸送、動力とエネルギー）
エンジニアリング	航空宇宙、流体、建築、農業、土木、コンピュータ、探鉱、音響、化学工学、電子工学、環境、工業システム、材料、海洋、機械工学、造船
数学	数と演算、代数、幾何、測量、データ分析と確率、問題解決、推論と証明、コミュニケーション理論、計算と三角法
アーツ	人文学（芸術、視覚芸術、芸能（音楽、演劇））、社会科学（人類学、哲学、国際関係論、歴史学、科学技術論、経済学、政治学、教育学、未来学）、人体の機能と機構（手腕、身体、心理）

従来からの「STEM」の各領域に関して言えば、例えば、TechnologyとEngineeringの境界・区分が曖昧であるという旧来からの弱点は克服されていないし、また質的に異なる項目が混在し、結果として雑然としているという問題もあるが、ある程度は首肯できる内容がまとまっている。しかし、Artsの内容となると目を疑う。3つの大カテゴリーのまず2つとして「人文学（Humanities）」と「社会科学（SS: Social Sciences）」が挙げられているのは妥当なところであるが、残り1つは「生理学（Physiology）」である！（表中では意識して「人体の機能と機構」とした）。前節で見たようにArtsの守備範囲は極めて広いが、生理学を人文学や社会科学と並列するカテゴリーとして並べているのは初見である。さらに、各カテゴリーの下位内容も問題である。人文学には芸術・芸能関係しか例示されていないかと思えば、社会科学の中に哲学や歴史学や科学技術論が含まれている。学問分類として真剣に受け取ると絶句するレ

ベルである（逆に、生理学は、Manual, Physical, Psychologyと例示されており、ヤークマンが「身体を有する生物学的存在としての人間に関する技・学問」という意味で「生理学」という語を用いていることが分かる）。

ここで確認できるのは、ヤークマン自身の「Arts」概念がその構成要素からボトムアップの形で緻密に組み上げられたものではないということである。むしろ、日本で一般にイメージされている極めて曖昧模糊とした「教養」に近い。実際、彼女のWebサイトに掲載されているSTEAMピラミッドの変遷を見ると、こと「Arts」に関しては、「個別内容」はむしろ後付けであることが確認できる。

ここで新たな疑問が湧く。ヤークマンの「Arts」概念がそのようなものであるのだとしたら、なぜ彼女はあえて「Arts」をSTEMに組み込もうとしたのか、また、なぜ彼女の提唱する「STEAM概念」（STΣ@M）は強い影響力を發揮し、多くの国々、人々に受け入れられていったのか、という疑問である。

その答もSTEAMピラミッドから読み解くことができる。

今度は中段に着目しよう。中段では、先に指摘したように、「STEM+A」の構図が記されている。注意すべきは、この段は「多学問領域的（Multidisciplinary）」と特徴づけられている点である。この下の段は、先に見たように「個別学問領域（Discipline Specific）」であり、上の段は「統合的（Integrative）」である。これが意味するところは明らかだろう。「STEM」とまとめられただけでは「統合」のレベルに達せず、まだ別個の学問領域が並列のままひとつに括られただけなのである。ヤークマンのSTEAMの定義1で「エンジニアリングを通じて解釈された科学と技術」とあるので、少なくともエンジニアリングは科学・技術に対して形を与えることは可能であるはずだが、

それでもまだ「STEM」の段階では別個の存在なのである。ここに「A」が加わることで、全体として統合された存在となる。すなわち、「Arts」に期待されているのは、内包される個別の「学問的内容」ではなく、全体を統合する「機能」なのである。

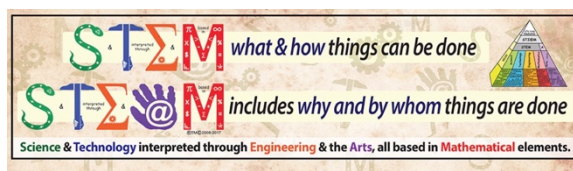


図2 STEMとSTEAM

この点は、やはりヤークマンが頻用する別の図からも読み取ることができる。彼女がSTEAM教育普及推進活動の拠点として力を入れていたWebサイトのトップページでは自動で切り替わるバナーを用いて「STEM」と「STEAM」の対比的特徴づけを行っている（図2）。そこでは、「STEM」が「何をどのようにしてできるようにするか（what & how things can be done）」であるのに対し、「STEAM」は「何のために、また、誰によって、なされるのかを含んでいる（includes why and by whom things are done）」とされている。すなわち、「STEM = what & how」に加えて「目的」と「主体」を含んだものが「STEAM」なのである。教育のための枠組である以上、主体は当然学び手である。ヤークマンの「STEAM」概念における

「Arts」の最大の存在意義は「STEMに対して目的を付与すること」に求められる。対比的に特徴づけるのであれば、「STEM」が「価値中立的」であるのに対し、「A」は「価値志向的」である。このような特徴づけに対し、科学や数学は確かに価値中立的であるが、技術や工学は何らかの価値を実現する合目的営為ではないかと反論がありうるかもしれない。しかし、技術や工学自体が目的を生み出すのではなく、達成すべき目的・目

標、あるいは価値は外部から与えられる。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に与えられているのである。

以上の考察から明らかなように、

「STEAM」の5番目の構成要素である「A」は、個別学問要素の内容を主体とした

「STEM」とは位相が異なる。単純化した言い方をすれば、「STEM」の各々の要素がその「内容」によって「STEAM」を構成しているのに対し、「A」は既存の4つに横串を指し、方向性を与える「機能」によって

「STEAM」を構成しているのである。これは、ヤークマンのSTEAMの定義2の「学問分野の壁を越え」る機能そのものにほかならない。

必然的に、STEAMとは単純にSTEMに同質のAを足し合わせたものではないことになる。すなわち、数式風に表現するのであれば「 $STEAM \neq STEM + A$ 」である。Aは、内容によって存在が決まるSTEMの各項目と同格・同次元の存在ではなく、STEMに対して化学反応を起こし結合させる触媒のような存在にほかならない。

Artsをこのように規定することには副次的な効果も存在する。前節で多少詳しく見たように、Artsをその意味内容で捉えようとしたら極めて多義的であり、共通理解を成立させるのは極度に困難である。しかし、統合機能で捉えるならば、方向性を一致させることは比較的容易であり、現時点において混乱している高等教育におけるSTEAM教育に新しい展望をもたらすことが可能であろう。

また、従来のSTEM教育に対しても、STEMの各領域が極度に専門細分化しているため、それを統合的に捉えることは極めて困難であった。STEM教育の最大の問題点がそこにあったと言うことも可能である。最先端研究においては細分化はやむを得ない事態であるが、極めて多様な大学生全般に教育を行

う場面を想定するならば、高度な専門性を犠牲にしても、統合的な教育を行う必要がある。そのためのツールとしてArtsが使用可能になるのである。

5 いくつかの方向性～結論に代えて～

既に見てきたように日本の高等教育における「STEAM教育」は揺籃期にある。「総合的な探究の時間」のような制度的な基盤が存在する高校教育とは異なり、今後どのように展開していくのかは不明である。一時的な流行に留まり、10年後には消え去っている可能性も否定できない。

他方で、前節までで明確化してきたように「分野間の壁を越える」ものとして

「STEAM」概念を捉えるのであれば、仮に看板としての「STEAM教育」の語は消え去ったとしても、高等教育におけるその重要性は否定できないものと思われる。今現時点で「STEAM教育」が志向している方向性を高等教育において定着させようと試みるのであれば、理論的・方法論的な考察を深めていくとともに、教育実践を積み重ね、理論と実践相互のフィードバックを図っていく必要があるだろう。

「STEAM教育」に関しては、出発点において概念規定に混乱が見られたので、本稿は、理論的探究と実践に着手するのに必須の橋頭堡を確保するための概念整理を行ってきた。

本格的な理論的探究と実践は今後の課題であるが、現時点での課題と方向性をいくつか示唆して本稿を終えたい。

5.1 「文理融合」あるいは「学際的」のアポリア

「STEAM教育」に関して若干悲観的な見通しの可能性を記したが、これには明確な理由が存在する。

「STEAM教育」を前節で整理したように

理解するのであれば、それは決して目新しい存在ではない。例えば、「文理幅広い教養の修得」のような表現はこれまで繰り返し繰り返し叫ばれてきた。これは、「STEM教育」を理工系教育振興運動と見るならば、各国・各時代で繰り返し叫ばれてきたことと同様である。

視野を日本に限定してみても、例えば、戦後間もなく発足した新制大学制度においては、(戦前の専門教育に特化した大学とは対称的に)「教養教育」が重視され、「人文、社会及び自然の3分野にわたって」一般教育科目36単位の履修が制度的に義務化されていた。また、1960年代末の大学紛争を受けて1970年代に行われた大学の教育改革では「文理融合」や「学際的」が大々的に謳われ、実際に学際的な科目の導入が試みられた。しかし、結果的に、これらの改革は目に見える成果をあげることはできなかつたし、1991年の大学設置基準の「大綱化」によって、人文・社会・自然の各分野から一般教育科目36単位を履修する制度的基盤は撤廃されるに至った。

単に自然科学分野と人文社会科学分野の個別専門科目を並列的に履修しても、それだけでは「融合」にも「学際」にもならないことは明白である。理由もはっきりとしている。個々の科目およびそれを体系的に編み上げるカリキュラムの構成原理のいずれもが、個別専門学問分野 *discipline* を基盤としていた (*discipline based*) からである。もちろん、個別専門学問には、それぞれ特有のものの見方・考え方、あるいは体系性が存在し、大学時代にその概要に触れ、また諸学問の多様性を知ることは価値があることである。また、専門性が高まっていく高年次においては各学生が専攻する *discipline* の修得を重視するのも当然のことである。他方で、複雑化・高度化した現代社会において、特定の学問単独では解決不可能な問題が続々と生じていること

も事実である。具体例として、例えば「SDGs: Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標)」の17の大目標の多くの項目を挙げることができる。より具体的には、SDGsの3「すべての人に健康と福祉を」、6「安全な水とトイレを世界中に」、7「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」、9「産業と技術革新の基盤をつくろう」、11「住み続けられるまちづくりを」、13「気候変動に具体的な対策を」、14「海の豊かさを守ろう」、15「陸の豊かさも守ろう」などは、いずれも単独の *discipline* では解決できない。

かつての「教養教育」の轍を踏まずに、これらの問題に対処できるようにするためには、科目ならびにカリキュラムの構成原理に *problem based* ないし *problem oriented* の要素を導入し、諸々の *discipline* の統合を図っていく必要があるだろう。本稿で検討してきた「STEAM」は、そのための器としてうってつけである。

5.2 コンピテンシーの修得

また、STEAM教育を行うことにより、学生がどのような能力を獲得するかも改めて検討する必要がある。

従来の *discipline based* のカリキュラムでは当該分野の知識の獲得が重視されていた。学問の修得にあたって、もちろん知識の獲得は重要であるが、知識のための知識に陥ってしまつては現代社会の大学への期待に応えることができない。

この点に関しては、OECDが世紀転換期(1997～2003年)に行った「DeSeCoプロジェクト (Definition and Selection of Competencies Project)」が参考になる。当時は、「21世紀は知識基盤型社会 (*knowledge-based society*) になる」との議論が盛んであったが(そして、実際にそうなっているが)、そうした時代文脈の中で

「キー・コンピテンシー (key-competencies)」の概念を提唱したことに価値がある。「コンピテンシー」は、OECDによれば「単なる知識や技能の獲得だけを意味するのではなく、複雑な課題に対応するために、知識や技能や態度や価値を活用することも含んでいる (The concept of competency implies more than just the acquisition of knowledge and skills; it involves the mobilisation of knowledge, skills, attitudes and values to meet complex demands)」⁸⁾のである。

具体的に、学生がコンピテンシーを獲得できるためにはどのように教育したらいいのかという点はまだまだ検討の余地があるが、STEAM教育はコンピテンシーの獲得を主目的に据えてこそ真価を発揮できるものと思われる。OECDは、「DeSeCoプロジェクト」の発展形として、2015年から「Education 2030プロジェクト」⁹⁾を遂行している(図3)。そこでは、まさにどのようにしてコンピテンシーを獲得するかが検討されている。こうした国際的な動きと連動することにより、STEAM教育は実効性のあるものとしていくことが可能であろう。

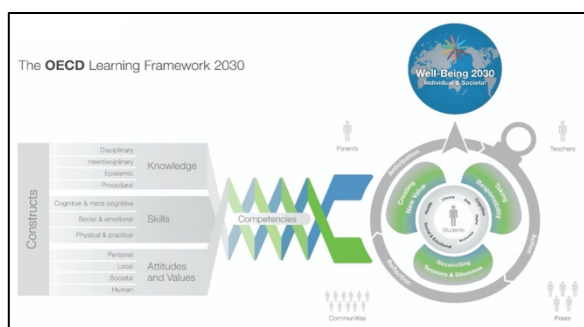


図3 OECE Education 2030

(国際総合科学部 教授)

※ 本稿は、2022年3月4日に山口大学・大学リーグやまぐちが共同主催した山口大学全学FD・SD講演会「文理融合教育、STEAM人材について考える」で発表した内容を加筆修正したものである。

【注】

- 1) Society5.0に向けた人材育成に係る大臣懇談会「Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～(本文)」
https://www.mext.go.jp/a_menu/society/index.htm (最終閲覧日 2023年3月9日)
- 2) 文部科学省中央教育審議会「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/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1415877.htm (最終閲覧日 2023年3月9日)
- 3) 教育再生実行会議「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(第十一次提言)」
https://www.mext.go.jp/kaigisiryoy/2019/05/_icsFiles/afieldfile/2019/05/21/1416597_04.pdf (最終閲覧日 2023年3月9日)
- 4) 文部科学省中央教育審議会「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)【本文】」
https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf (最終閲覧日 2023年3月9日)
- 5) 文部科学省初等中等教育局教育課程課「STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進について」
https://www.mext.go.jp/content/20220518-mxt_new-cs01-000016477_00001.pdf

- (最終閲覧日 2023 年 3 月 9 日)
- 6) 文部科学省中央教育審議会「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）」
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm
特に「用語集」に関しては
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2012/10/04/1325048_3.pdf（いずれも最終閲覧日 2023 年 3 月 9 日）
 - 7) ヤークマンが国際的に STEAM 教育の普及活動の拠点としたのは Web サイト「STEAM Education」（<https://steamedu.com>）である。非常に頻繁に更新され、精力的に活動を行っており、本稿における彼女への言及はすべてこのサイトに掲載されていた資料に基づいている。しかし、コロナ禍によってサイトの更新は滞るようになり、本稿最終校正時点（2023 年 3 月 9 日）で、サイトは閉鎖されている。更新が再開され、再び精力的に活動することを願っている。
 - 8) OECD, ‘The Future of Education and Skills: Education 2030’,
[https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)（最終閲覧日 2023 年 3 月 9 日）
 - 9) <https://www.oecd.org/education/2030-project/>（最終閲覧日 2023 年 3 月 9 日）