

# 特集1 STEAM 教育は天文教育にどうコミットするか

加藤明良（さいたま市教育委員会）

## 1. はじめに

昨年度末の一斉休校から始まり、子どもたちを新型コロナの感染から守るためにどうしたらよいか、学校現場は試行錯誤の日々を強いられている。

同時に、Society5.0 時代を見越した新学習指導要領[1]への全面実施により、主体的・対話的で深い学び、教科横断的学習をめざしたカリキュラムマネジメント、社会に開かれた教育課程の実現。またコロナ禍により実現した GIGA スクール構想[2]による子ども一人に一台の端末の活用、SDGs 教育、STEAM 教育と変化の激しい社会を生きるための資質・能力の育成が求められている。加えて、定額働き放題とも言われる教員の働き方改革も喫緊の課題である。

一見すると、あれもこれも別々のことが求められている感があるが、すべてこれからの中等教育に求められている要素であり、新しいものを一から加えるのではなく、これまでの教育実践の視点を変え、味付けを変え、ICT や教員以外の力も大いに借りながら With コロナの時代に相応しい教育を求めていくことだと考える。

学校現場の待ったなしの変革と苦労は相当なものであることを前提に、STEAM 教育に Sports を加えた「さいたま STEAMS 教育」の概要と実践、STEAM 教育と天文教育の関係性、可能性について述べていく。

## 2. さいたま STEAMS 教育の背景

政令市さいたま市は人口 133 万人、毎年学級増や新設校が求められるなど全国的に見て人口増が続く珍しい自治体の一つである。東

京へ通勤する保護者も多く教育熱心な土地柄である。

全国に先駆けて実施した小学校 1 年からの新しい英語教育グローバルスタディや人間関係プログラムなど市独自のカリキュラムを実践し、その成果や評価は高いものと認識している。理数教育についても理数教育推進プログラムの策定や市立大宮北高校の理数科設置と SSH の指定と実践、平成 24 年から埼玉大学を拠点とした小中学校中核的理科教員養成プログラム、コアサイエンスティチャー(CST)養成事業[3]も現在まで継続されており、理科教員の養成という点からも一定レベルの授業がなされていると考える。

さらに、天文教育に関しては、若田宇宙飛行士の出身地であり、名誉館長でもある市内 2 つの大型プラネタリウムにおいて市立全小学 4 年と中学 3 年生対象に学習投影が教育課程上に位置付けられて実施されている点も全国的に珍しいといえる。

このような背景の中、理数を中心とした文理融合型で教科横断的な学習活動を通して、実社会の課題解決をめざす STEAM 教育に Sports の S を加えた「さいたま STEAMS 教育」が構想されることとなった。

## 3. さいたま STEAMS 教育の概要

### 3.1 さいたま STEAMS 教育の特徴

特徴として、既存の教科の枠組みや教育課程外の諸活動も含めた教科横断的内容の STEAMS 教育とその核となる STEAMS TIME を総合的な学習の時間として設定したこと。STEAM 教育に Sports を科学やテクノロジーの視点から考えていくこともプラスし

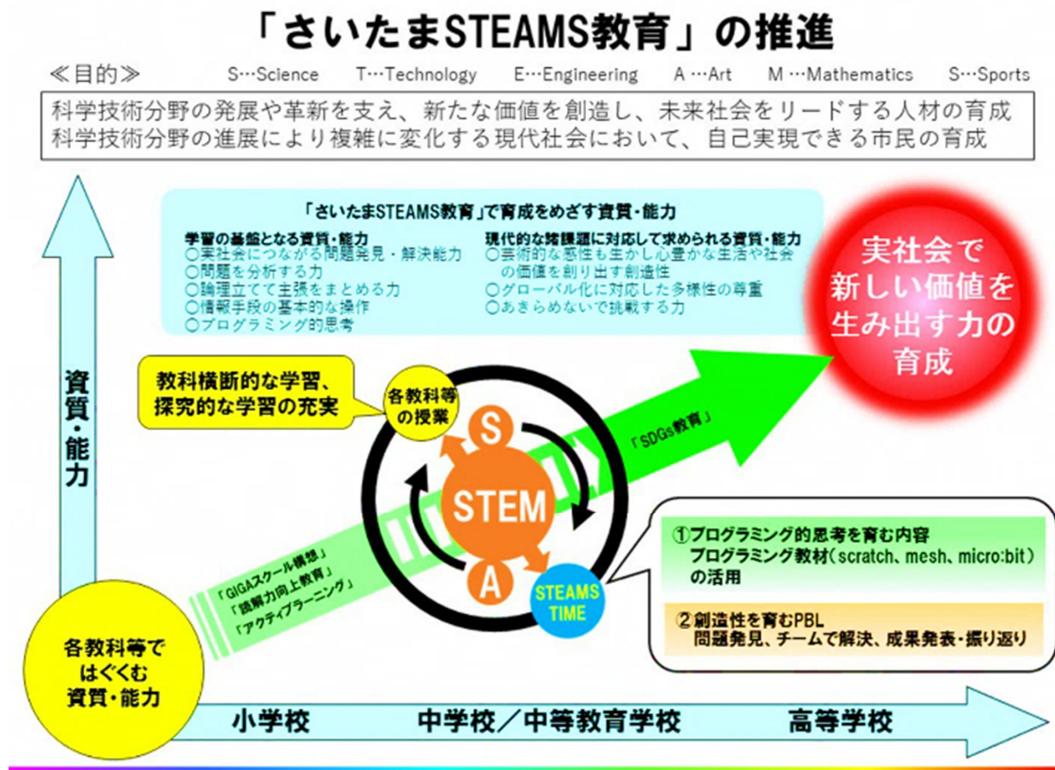


図1 さいたま STEAMS 教育

た STEAMS 教育とした点である。その概念図を図1に示す。

目的や育成すべき資質・能力については図中に示した。小学3年から中学3年生までを対象にし、高校の総合的な探究の時間につながる学びをめざしている。中心に示した円形のサイクルは核となる Science (理科)、Technology、Engineering (技術・家庭)、Mathematics (数学) を中心に Art (美術・音楽、リベラルアーツとして国語、社会、英語なども含む)、Sports (保健体育) が加わり、各教科等の授業と特設した STEAMS TIME とが循環していることを示す。この循環を繰り返しながら発達段階に応じて育成される資質・能力が高まっていくことを表現している。

STEAMS TIME は年間9時間以上設定し、うち3時間はプログラミング的思考を学ぶ時

間、6時間は地域や実社会などの課題の解決をめざした問題解決学習 (Project Based Learning) を実施する。具体的な指導内容や時間配分は学校の実態によって変更は可能である。現在市内の小中学校の教員による指導事例案 (コンテンツ) を作成しており、令和4年から全市立小中・中等・高等学校166校で実施予定である。これだけの規模で教育課程に位置付けられた STEAM 教育の実践は全国的にも初の試みであり、実際に軌道に乗るまでにはコンテンツの蓄積や教員の指導力向上など多くの課題がある。特に小学校では文系得意とする教員が多く、理数系への苦手意識が強い。中・高校では教科主義が根強く、教科横断的な学習や探究的活動に馴染んでいない教員も少なからずいる。

一方で GIGA スクール構想による一人一台

の学習端末の整備が進み、ICT 機器を活用しながら新しい学び方を推進する契機として[4]、新学習指導要領の理念の達成、小学校高学年での教科担任制の導入など STEAM 教育導入の条件は整いつつある。STEAMS TIME のキーワードは「ワクワク ドキドキ」である。子どもが考えたり、やってみたいと思う課題を提示し、子ども自ら課題を創り出す仕掛けが必要である。

STEAM 教育の実践は、これまでの日本の教育を支えてきた学校現場の力を結集すれば十分可能であり、1990 年代にアメリカから始まった STEA 教育[5]を日本型の教育手法として世界へ発信できるものと考えている。

### 3.2 天文教育関連コンテンツの実践

先に述べた指導事例集に掲載するコンテンツのうち、天文教育関連の事例を紹介する。「宇宙人をデザインしよう」の指導の流れを

#### 宇宙人をデザインしよう

##### 活動の目的

- 地球上の生命の特徴を調べて生命の概念について理解する。
- 地球環境・宇宙環境(他の惑星も含む)を対比させ、生命の存在について考案できる。
- 自分の書いた環境に適応した生命をデザインし、その生息について考察できる。

##### 準備物

- タブレット端末、理科資料集、ムーブノート、ワークシート、ケント紙、色鉛筆

##### 1時間目

###### ①「宇宙人はいるのか」 (30分)

- 宇宙人の存在とその理由についてアンケート ムーブノート上で回答
- 地球上の生命の特徴を調べ話し合う
- 生命的の概念についてまとめる。

###### ②「生命とは」 (20分)

- グループごとに発表し、生命が生命たるゆえんを理解する。(説明を開く)
  - 代謝(エネルギー交換) • 子孫を残す(自己複製)
  - 外界との境界(細胞膜)

##### 2時間目

###### ③「自分が一番快適だと思う環境は」 (20分)

- どんな環境だと快適を感じられるのだろうか。
  - 気温、湿度、気圧、風力、天気、大気、日曜・・・

○宇宙空間の環境とは

- 質重力、温度、気圧、真空、・・・

○地球上で生命にとって適切な環境とは、また生物は生存しているのか。(説明を開く)
 

- 英雄や北極の氷の上、雨の少ない沙漠、荒野の噴火口の周辺、深海底

###### ④「環境に適応した生物の形とは」 (30分)

- 様々な環境に適応した特徴的な生物を調べ、絵や図解して表現する。
- 絵や図を発表しあい、共有する。
- 魚やひれ、口ばし、手、足、目、鼻、皮膚、食べ物・・・

以下に示す。

これまでも、天文単元の発展として系外惑星の存在やその環境と生命の可能性について生徒へ話し合い活動を行ってきた[6]。今回、宇宙人をデザインしようというテーマを設定し、図 2 の流れで授業実践を試みた。

宇宙人の存在は、中学生にとって科学の対象ではない。つまり、SF 映画の世界であり、現実感のない空想の世界の話ととらえている。そこで、これまでの学習内容を振り返らせ、生命の概念や太陽系内惑星の環境について話し合い活動を行った。その後、JST Science Channel 「スーパーアースを探せ」 [7]を視聴させ、科学の進歩により地球外生命を探査が現実的になっていることを実感させた。これらの学習の後、各自で創造できる宇宙人の姿を科学的な根拠を明記しながら自由に描かせた。実際の指導では、提示した指導の流れのように時間がとれずに、理科授業 2 時間分で

##### 3時間目

###### ⑤「宇宙に生命が存在しそうな場所はあるのか」 (50分)

- 生命が存在しそうな場所について考える。

以下の生命が存在しそうな場所ごとにグループを作り、環境を調べる。

**太陽系内** • • • 火星、木星型惑星の衛星、小天体  
**太陽系外** • • • 系外惑星

- それぞれ調べたことを発表し、共有する。

- 要点を整理し、それぞれの環境に適した生命の形態を考える。

##### 4~5時間目

###### ⑥「宇宙人をデザインしよう」 (100分)

- これまで学んできたことをもとに、考案される宇宙人の絵を描こう

- どんな環境に適した宇宙人が  
• 大きさ、形、色
- 生活の様式(エネルギー交換、食べ物、繁殖、寿命・・・)
- 文明はあるのが社会を形成しているのか
- 合理的な形態をしているか。デザイン性は。

- 惑星の環境別に協働してグループで検討してもよい。

- 科学的な根拠としての説明を必ずつけること。

- 数種類の生物群や生態系でもよい。

##### 6時間目

###### ⑦「発表会と評価」 (50分)

- グループ別に代表的な生命について発表

- 発表されたそれぞれの生命について評価する

**評価の観点** • 科学的な根拠 • アリアティ(現実感)

• 创造性、独創性 • デザイン性、完成度

- 5段階評価。クラスNo.1を決定

- ワークシートに自己評価と感想記入

##### 活動について

対象	中学 3 年生
時間	○ 6 時間
さいたま STEAMS 教育で育成をめざす資質・能力	○ 実社会につながる問題発見・解決能力 ○ 問題を分析する力 ○ 論理立てて主張をまとめる力 ○ 善良な感性も生かし心豊かな生活や社会の価値を創り出す創造性
STEAMS 教育との関わり	Science Technology Engineering Art Mathematics Sports

図 2 「宇宙人をデザインしよう」の指導の流れ

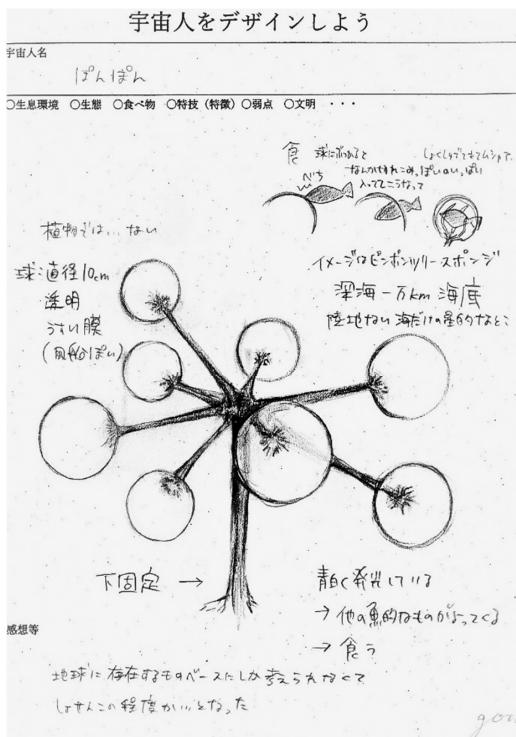


図4 生徒作品

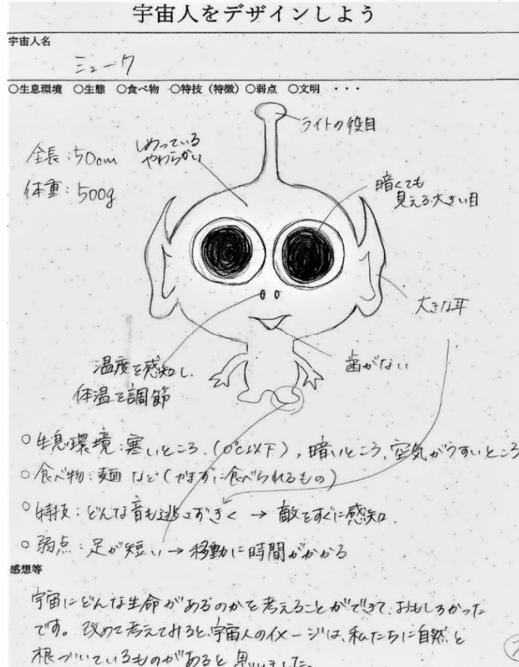


図5 生徒作品

実施したが、生徒たちは、大変熱心に宇宙人をデザインしてくれた。

生徒の作品例を図3~5に示す。生徒からは、童心に帰って描くことができ楽しかった。創造することの楽しさを感じた(Artの視点)。私たちが地球上で目にしている生物に思考がとらわれていること。宇宙の広がりや奥深さを実感した(Scienceの視点)。科学者たちが真剣に宇宙人探しをしていること(Technologyの視点)等、通常の理科授業だけでは得られない多くの知見や示唆を生徒にもたらすことができたと考える。

### 3.3 天文教育関連コンテンツの紹介

現在、市内小中学校教員による指導事例集(コンテンツ)を作成中である。特にTechnologyやEngineeringの概念をどう生かしていくか。中学校では教科として技術・家庭科があるが、小学校では技術に相当する教科はない。图画工作と5・6年家庭科が一番

その概念に近いが、開始されたプログラミング教育も併せて義務教育段階 9 年間を俯瞰した Technology や Engineering の位置づけについて識者から提案もなされている。しかし実践はまだこれからである[8]。

また、児童・生徒が自ら進んで解決したい、調べてみたい、考えてみたいとワクワク、ドキドキしながら取り組める課題となる仕掛けがいかに多くてくれるかがポイントである。

#### 4. STEAM 教育と天文教育との関係性と可能性

##### 4.1 関係性

義務教育での天文教育の内容は、新学習指導要領においても、太陽、月、星の位置、見かけの動き、太陽、月、太陽系惑星の動きとその特徴、銀河系の存在までである。子どもたちに人気のあるブラックホール、ビックバン、星座や神話、地球外生命等[6]について、理科授業の中でふれられることはほとんどない。子どもの興味・関心と理科学習の内容が一致しないことは本会のこれまでの議論でも指摘されている天文教育の課題の一つである。また、天文教育とはどこまでの内容を含むのか。JAXA の宇宙教育センターを筆頭に大学を中心に実践がなされている宇宙教育との違いはどこにあるのか。宇宙開発やロケット工学など STEM の内容を天文教育として取り込んでいくべきなのか。ここで議論するつもりはないが、このことを解決する一つの方策が STEAM 教育での天文教育関連コンテンツである。

STEAM 教育の中で一般的な理科授業では扱えない天文や宇宙に関するネタを通して子どもたちの興味・関心に応えていくことが可能となる。また、STEAM 教育は一般的には総合的な学習の時間の中で行われるため、一部の理科教員だけでなく多くの教員が指導者としてかかわることとなる。小中学校現場で

天文的素養を持つ教員は限られている状況や、理系に苦手意識を持つ教員が小学校では多い現状の中あって多くの教員が天文や宇宙に関する素養を学ぶ機会となる。

近い将来、宇宙に行く、住むことが現実的になると生活との関連性も高まってくる。天文教育関連テーマは未来を見通しながら現時点での最適解を生み出す活動であり、まさに実社会での課題解決をめざす STEAM 教育にふさわしい題材である。

そもそも、天文学の歴史と発展を見てみれば天文学は STEAM 教育そのものである。

「天文学は、人類の文化史と科学史の一環として、私たちの考え方、世界の見方、そして広い 宇宙における私たち自身の位置づけに幾度となく革命を起こしてきた。かつて、天文学の 進歩は、時刻の計測や大洋の航行など、実用的な用途に利用されてきた。今日、天文学と関 連分野の科学・技術開発は、私たちの日常生活のさまざまな要素——コンピューター、通信衛星、ナビゲーションシステム、ソーラーパネル、無線インターネット、その他多くの技術 的用途——に欠かせないものとなっている（ビックアイディア天文学の主要概念 IAU 天文教育普及研究会訳より）」[9]。まさに、STEAM 教育の推進に天文教育は大いに関わっていくべきであり、そのことが天文や宇宙への人類の挑戦を子どもたちに伝えていく貴重な機会となると考える。

##### 4.2 今後の可能性

今回紹介した事例は、ほんの一握りであり、その有効性や効果については、今後のさいたま市内の各学校での実践を待たなければならぬ。また、STEAM 教育は子どもの豊かな発想や創造力がそのベースに必要な活動である。教員があらかじめ用意した指導計画や指導案通りに授業が進んでいくことが必ずしも素晴らしい実践とは限らない。教員の創造力

を超えて子どもたちが自らの意志でワクワク、ドキドキしながら学びを深めていくことが理想である。教員は、子どもの学びがより高まっていくように方向づけたり、新たなヒントを示したりといったファシリテーター役に徹していく必要がある。教えなくてはならない内容が定められている教科ではない STEAM 教育の取り組みは、教員に対して今後求められていく指導方法や指導技術を高めていく可能性も秘めている。さらに、GIGA スクール構想により子ども一人に一台配備された学習端末の活用とも大変相性がよい。子どもの発想や調べてみたいことを自由に探索させたり、学校外の家庭でも活動が行えたり、学習活動がシームレスに行われていく契機として STEAM 教育の内容は大変相応しいものである。新しい学び方を提供するためにも STEAM 教育を取り組む価値はあると考える。

最後に、現在検討中の天文教育関連テーマ例を紹介する。

#### テーマ例)

- ①手に取って直接調べられないものを調べるために
- ②遠くにあるものの大きさや重さを知るために
- ③宇宙ってどこまであるの？ 宇宙の大きさを測るために
- ④光って何、世の中から光が消えたら
- ⑤光と色の関係は
- ⑥宇宙から地球環境を守るために
- ⑦月や火星に家を建てよう
- ⑧人はなぜ宇宙をめざすのか、宇宙船を作ろう

①のテーマは、小学生がどんな発想や考えをもって議論を進めていくのか大変興味がある。高学年ならば、見える角度による形の違いから視差の考えがでてきたり、光を当て反射の様子を調べたり、磁石を当てたりなど、

様々な活動期待できる。そして、天体の様子を調べる方法から人体の中や人が立ち入れない原子炉の中を調べる方法など実社会への応用についても考えさせたい。

②③のテーマは遠くとは、どこまでの距離をさすのかいう定義から始まり、ものの大きさや重さの測り方を調べる学習へと発展させていくことができる。距離梯子の話を小中学生に理解させることは難しいが、興味を持たせたり、時代とともに天体までの距離が変わってきたりしたことを知ることで、科学の力によって事実が変わることも認識できる。

④⑤は光って何という問い合わせから、光の特性をつかみ、光が日常生活にどう関わり、様々な機器に活用されていることや天体からの唯一の情報である電磁波の理解へつなげていきたい。

⑥は宇宙から地球環境をどう守るかという観点で、リモートセンシング技術や小天体の衝突の歴史や現代の監視体制、被害など様々な観点から教科書にはない地球環境を考える機会が提供できると考える。

⑦⑧のテーマは小学生でも発達段階に応じた活動が可能である。特に家庭科で学習する衣食住に関連した内容を児童の生活実態と関連付け、宇宙空間の環境で快適な生活を送るためににはどうすればよいか、子どもなりの発想で創造性を育むことができる題材である。そして、モデル化した家づくりや宇宙船づくりといったモノづくりの活動を通して Technology や Engineering の要素を体感させたい。

#### 5. おわりに

さいたま STEAMS 教育の概要と天文教育との関係や今後の可能性について述べてきた。今後さらに天文教育を STEAM 教育の観点から進めていくためには、多様な分野の方々の協力が必要である。

そこで、様々な背景を持つ本研究会の会員の皆さんへお願ひがある。事例で挙げたテーマの展開例や授業で活用できる教材や動画などを紹介いただきたい。もちろんこれ以外でも天文教育にかかわらず、こんなテーマで実践できたら面白いというアイディアもご紹介いただきたい。アニメや音楽、スポーツといったまさに異業種とのコラボが STEAM 教育の普及には欠かせない。「社会に開かれた教育課程」の理念を実現するためにも異分野、異業種との連携という実社会で起きている出来事を様々な形で教育現場に取り込んでいくことが今求められており、STEAM 教育の取り組みそのものが大きく寄与するものと考える。

## 文 献

- [1] 文部科学省 (2017) 『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説』
- [2] 文部科学省 GIGA スクール構想の実現～（2020）
   
[https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt\\_syoto01-000003278\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf)
- [3] 小倉 康、永澤 明（2013）『Saitama CST 事業について』日本理科教育学会年会集録, pp118
- [4] 例えば経済産業省（2020）「新しい学びのプラットフォーム STEAM ライブラリー」
   
<https://www.steam-library.go.jp/>
- [5] 例えば胸組 虎胤（2019）『STEM 教育と STEAM 教育』鳴門教育大学研究紀要第 34

卷, pp58-72

- [6] 加藤 明良（2019）『新しい天文教育の試みー中学校 3 年理科「アストロバイオロジー入門講座」』天文教育普及研究会年会集録, pp121-124
- [7] SCIENCE CHANNEL (JST) 『スーパー アースを探せ! 系外惑星探索』
   
<https://www.youtube.com/watch?v=maubzg2Lxe4>
- [8] 山崎 貞登他（2019）『STEM/STEAM 教育からの小・中・高等学校を一貫した技術ガバナンス力と技術イノベーション力の学習到達水準系統表の改善』上越教育大学研究紀要, 第 39 卷 1 号, pp.195-206
- [9] João Retrê 他（2020）『ビックアイディア—天文学的主要概念—』(訳 縣 秀彦他)
   
IAU, 天文教育普及研究会, p10
   
[https://tenkyo.net/wp/wp-content/uploads/2020/05/0501\\_FoTrans\\_Astronomy\\_Literacy\\_30\\_jp\\_S.pdf](https://tenkyo.net/wp/wp-content/uploads/2020/05/0501_FoTrans_Astronomy_Literacy_30_jp_S.pdf)



加藤明良

\* \* \* \*