

JAXA 宇宙教育センターにおけるプログラミング教材開発

Development of programming learning materials by JAXA Space Education Center

桜庭 望*・古賀 友輔**

八洲学園大学*・国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構**

JAXA 宇宙教育センターは、学校教育支援、社会教育活動支援、体験的な学習機会の提供を行っており、教材開発は STEM に限らず幅広い分野にわたっている。はやぶさ 2 のタッチダウンをシミュレーションするプログラミング教材等の事例は、論理的に考えていく力の育成とともに様々な発展性が期待される。教科横断的な取り組みは学校や教師の意識改革ばかりでなく、社会全体で進めていく必要があり、外部人材の活用や多様なプログラムの導入を進めていかなければならない。「答えのない問題」について考える場を提供する宇宙を題材とした教材は、自律的、主体的、継続的な学習態度の醸成を図る一助となる。

キーワード：宇宙教育，教材開発，プログラミング教育，はやぶさ 2，Scratch

1. はじめに

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(以降 JAXA と称す)は、2005 年、広報部門より独立する形で宇宙科学研究所(相模原キャンパス)内に宇宙教育センターを設立した。諸外国の宇宙機関の教育部門が科学技術振興や宇宙分野における人材養成を主たる目的としているのに対し、JAXA の宇宙教育は、「創造的な青少年の育成」を目的とし、宇宙を題材とした幅広い分野の教育実践活動を展開している。本稿ではプログラミング教育に関する取り組みを例に、宇宙を題材とする教材が教科等横断的な視点に立った資質・能力の育成に対して果たしていく役割について考察する。

2. 宇宙を題材とする活動

2.1. JAXA 宇宙教育センターの活動

JAXA 宇宙教育センターの活動は、学校教育支援、社会教育活動支援、体験的活動機会の提供という三つの柱で行われている。

学校教育支援では学校のカリキュラムを補完する授業支援プログラムや教材の改善・作成等を行い、教師とその養成を担う大学等との連携による授業支援や研修を実施する。

社会教育活動の支援では、宇宙教育指導者や地域の教育関係者等との連携により、家庭や地域が子供達の深い学びを育む環境を用意しやすいプログラム

や教材の改善・作成を行い、地域が活動を継続するための宇宙教育指導者の育成等を行う。

体験的な学習機会として JAXA の施設・設備や宇宙飛行士をはじめとする専門の人材及び国際交流の機会を活用し、学習機会を提供するとともに、JAXA 保有の発信ツールや連携団体等の外部機関を活用し、学習に関する情報を提供する。

具体的な事業として教員研修、授業連携、宇宙の学校[®]、コズミックカレッジ、エアロスペーススクールなどを展開している。

2.2. STEM から STEAM へ

宇宙関連事業は、多くの国で政府系の組織である宇宙機関(Space Agency)がその任にあたっている。各国の宇宙機関が教育部門の柱として掲げるのが、STEM である。

NASA(アメリカ航空宇宙局)は、2018 年に教育部門を” Office of STEM Engagement”に改組し、STEM リテラシー強化のビジョンを謳っている。NASA 各フィールドセンター(ゴダード、ジョンソン、ケネディ等)が担当の州で活動を展開し、NASA の Web サイトには様々な STEM チャレンジ資料が掲載される。

ESA(欧州宇宙機関)は、学校生徒の STEM リテラシーを高めるために、教育事務所 European Space Education Resource Office (ESERO)を 16 か所(2020 年 9 月現在)に設置し、実践プロジェクトや教師のサポートを行っている。ESERO 設立の背景には、将来的な科学技術振興を担う人材(STEM-related

studies and careers)の不足への対応があげられており、その他の国の宇宙機関においても同様にSTEMは、将来的な人材養成の一環として位置づけられる。

一方、JAXA宇宙教育センターは、2005年の設立当初より組織広報や普及、後継者育成を直接の目的に設定しない点で、他国の宇宙機関の教育活動と一線を画していた。STEMに特化せず、国語、社会、道徳、美術、保健体育等の指導内容に合わせた教材開発も行っている。宇宙について考えることは、科学技術に限ったことではなく、哲学的・倫理的考察に導く要素もあり、法学や芸術といった幅広い分野に及ぶ。JAXAの宇宙教育は、リベラルアーツを含む実践活動でありSTEMにArtを加えたSTEAM(スティーム)の方が表現としてはふさわしいであろう。宇宙教育センター設立の目的が科学的な観察・思考・課題解決に向けた能力の涵養をはかるとともに、人格の形成を視野に入れた教育活動の展開であったことに対し、百合田(2013)は「JAXAの宇宙教育は、その目的設定の特殊さのために誤謬を招きやすくわかりにくい一面がある。しかし、宇宙機関の研究開発と並列する取組に教育を位置づけた意義は無視できない。」と指摘する。

「宇宙が子どもたちの心に火をつける」は宇宙教育センターのモットーであり、「好奇心」「冒険心」「匠の心」の3つの心は子どもたち誰しものが持ち、その心にいったん火がつけば、大人が手助けせずとも自らその探究心を駆使して知識や経験の輪を広げていくという考え方が教育活動の基本となっている。

各種教材開発においてもこうした視点が重視され、親子を対象とした「宇宙の学校®」では、子供の興味関心を引く題材であるばかりでなく、工作であれば形や大きさによる違い、動かし方などの変化を試せるものであるか、実験・観察であれば条件を変えた試行が可能かなどをテキスト開発の必須条件とする。

2.3. 教科横断的な取り組み

2018年度からのJAXA中長期目標設定にあたり、将来を担う青少年の育成には「グローバル化や情報化、技術革新を背景として、多角的なものの見方・考え方や自律的、主体的、継続的な学習態度の醸成が重要である」とした。そのためには質の高い教育実践が必要となり、宇宙を題材とする学習素材は多角的な視点を提供できるものである。

今日、各教科等の学びを結びつけ総合的に活かす資質・能力の育成が求められ、個別の教科の知識習得

を実社会で役立てていくためには、教科横断的な取り組みが重要となる。指導要領に示される「総合的な学習の時間」や「総合的な探究の時間」においては、問題発見・解決的な学習活動の充実を図っていかなければならない。

宇宙を題材とした教育活動例として、竹前(2014)は島根県立A高等学校第1学年の総合的な学習の時間を用いたスペースコロニーをきっかけにした学習実践を提示している。生徒は現代社会の課題の原因を追究し、これまでの知識や経験を活用して取り組むだけでなく、新たな知識や多様な経験を求め、社会に参画していくという態度が養われたと報告される。

水町ら(2013)により開発された「宇宙箱舟ワークショップ」も「科学的に答えのない課題」に向き合うことのできる能力を身につけた次世代を育成する取り組みである。宇宙は子どもから大人まで幅広い年代の興味を引きつける対象であり、小、中、高等学校、大学や科学イベント、教員向け研修などで数多くの実践が行われた。

「主体的・対話的で深い学び」を実現するため桜庭(2019)は、JAXA宇宙教育センターと連携して課題解決型学習を構築した京都市の高等学校における実践事例の分析から、まず教師自身が「正解がない課題」に対して対応できる資質・能力を身につけていかななければならないことを指摘した。授業をデザインする力量を教師が身に付けていくためには、研修とともに教師自らが様々な実践経験を積んでいくことが求められる。

3. プログラミング教材開発

STEAM教育の実践の一つとして取り上げられるのがプログラミング教育である。論理的に考えていく力の育成とともに、正解が決まっていない課題にどのように取り組むかという資質・能力の開発もプログラミング教育に期待される。新指導要領に対応して教育現場の実践が始まるにあたり宇宙教育センターでは、JAXAのEORC(地球観測研究センター)、Tech Kids Schoolとの共同開発により、小学校4~6年生向けにScratch(プログラミングソフト)によりプログラミングを体験・学習する教材を開発し、「人工衛星編」「地球観測編」を2018年に公開している。

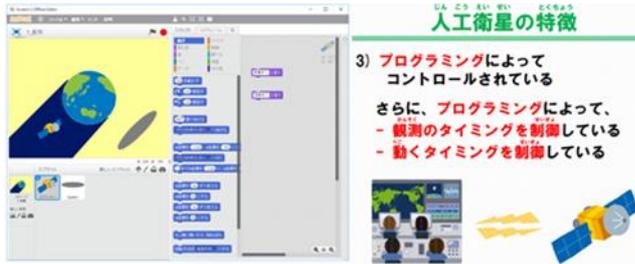


図 1：人工衛星編指導資料

また、2020年の4月には同じくScratchによるプログラミング教材「ロケット編」と筆者が開発を行った「はやぶさ2編」の2本が公開された。

4. 「はやぶさ」の教材化

4.1. はやぶさを題材とする教育活動

はやぶさ初号機を題材として、中学校や高校では『はやぶさ』を成功させた技術と秘訣』など関係者による講話が多数行われた。道徳教材では小学生対象の『はやぶさ』にかけた想い、中学生対象の「成功の陰で～奇跡を支えた男たち～」、「高い塔を建ててみなければ新しい水平線は見えない！」が公開されており、全国各地で授業実践報告がなされている。中学校数学の『はやぶさ』と小惑星イトカワ』を題材とした確率を学ぶ教材などもあり、「はやぶさ」のプロジェクトマネージャであった川口淳一郎氏から子どもたちに向けたメッセージ映像も宇宙教育教材として宇宙教育センターWebサイトに用意されている。

4.2. はやぶさ2を題材とした教材開発

JAXA宇宙教育センターは、全国にロボットプログラミング教室を持つ「ロボ団」と教材を共同開発し、2018年9月23日に関西大学梅田キャンパスを会場とし、「ロボットプログラミングでHAYABUSA2ミッション！-軌道にのって小惑星リュウグウをめざそう-」を開催した。LEGO®マインドストーム®EV3を小惑星リュウグウに到達させるために、iPadを使ってプログラミングを行う活動である。学校での検証を経て、全国のロボ団の教室で同教材が展開されている。はやぶさ2のサンプルリターンの過程を走行ロボット(BTプログラミングロボ)でシミュレーションする活動は、コズミックカレッジとして足立区(2019/11/2)、石川県野々市市(2020/1/14)で実施されている。

JAXA宇宙教育センターによるプログラミング教

材「はやぶさ2編」は、2019年7月に三重県桑名市における小学生向け講座「パソコンで<はやぶさ2>をプログラミングしよう」の開催を契機として作成され、はやぶさ2の2回目のタッチダウン(2019年7月11日)の成功と同時期に記者会見資料等を基に開発を進めた。Scratchを用いてプログラミングを体験・学習し、小惑星探査機はやぶさ2のタッチダウン運用を再現する。

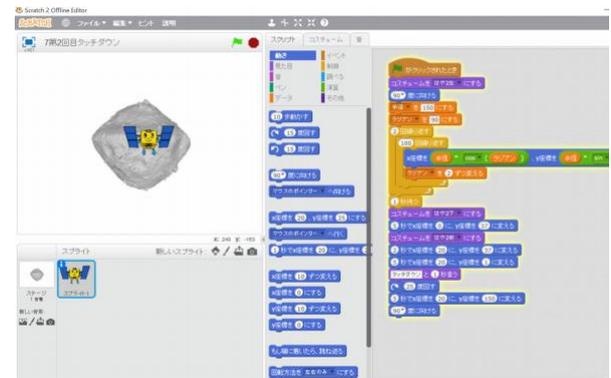


図2：Scratchによる「はやぶさ2」のタッチダウン

はやぶさ2を題材とした教材は、様々な学習要素を持つ。前述のロボ団による活動は、プログラミングに親しむことも目的であるが、対話によるチームワークを重視する点がこの活動の大きな特徴であった。

JAXAによる「はやぶさ2編」のScratch教材は、小学校3～4年生から大人まで幅広い層での展開が可能である。はやぶさ2の運用にあたっては様々な局面があり、小惑星リュウグウへの到達、2回のタッチダウン、地球への帰還、サンプルリターンなどプログラミング教材開発に適する素材が豊富である。

5. プログラミング教材の可能性

2020年4月公開の「ロケット編」「はやぶさ2編」には、様々なプログラミングの応用が示されている。一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せや対応した記号が必要か、どのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力を育成することを目的とする。さらに、様々な動きを自ら考えて設計していくことを通じ自律的、主体的、継続的な学習態度の醸成を図りたい。

「はやぶさ2編」は、2020年6月、YouTubeチャンネル「おうちで宇宙 ～Stay home, play space!～」の第11回配信「未知の星を探るサンプルリターン」

で紹介されている。JAXA ははやぶさ 2 プロジェクトイオンエンジン担当の細田聡史氏は、はやぶさ 2 の実際の運用と同様にカメラが常にリュウグウへ向くような回転の仕方を再現し、難易度高めのミッションとして本物のはやぶさ 2 のようなリュウグウ回転にそったタッチダウンの動きの作成を提示している。「はやぶさ 2 編」には様々な発展性があり、さらに 2020 年 12 月に小惑星のサンプルを搭載したカプセルが南豪州ウーメラに着陸するシミュレーションも学習への興味・関心を高める役割を果たすものとして大いに期待される。

6. まとめ

プログラミング教育にあたり、宇宙を題材としたさまざまな教材開発が望まれる。

社会教育活動では様々な体験活動機会が提供されており、その意義は「生きる力」とともに語られてきた。「生きる力」は、指導要領においても大きな柱であり、「何のために学ぶのか」という学習の意義を基本として、何をどのように学ぶのかについては、主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善が求められている。教師の意識改革はもちろんであるが、よりよい学校教育を実現していくためには、社会と連携・協働した教育活動を展開する必要がある。問題解決的な学習は、問題を追究するのにふさわしい学習内容を適切に学習できるようにする環境が大切である。宇宙を題材とする学習は、遠い存在と思われがちであるが、私たちの生活と密接に結びついており、広い視野や多角的な捉え方をもたらす。

教科横断的な学習は、小学校の生活科から小・中学校の総合的な学習の時間、高等学校の総合的な探究の時間へと体系的に積み重ねていくことが必要である。将来を担う人材育成は、学校ばかりではなく社会全体で取り組んでいかなければならない。よりよい社会を創るという目標を学校と社会とが共有していくために、学校においては外部人材の活用や多様なプログラムを効果的に取り入れていくことが求められる。「答えのない問題」について考える場を提供する宇宙を題材とした教材は、自律的、主体的、継続的な学習態度の醸成を図る一助となる。

参考文献

- 内閣府・総務省・文部科学省・経済産業省(2018). 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構が達成すべき業務運営に関する目標(中長期目標)・同目標を達成するための計画(中長期計画)
- 桜庭望(2018). グローバル化と宇宙機関の教育活動, 日本生涯教育学会年報, 39, 89-104.
- 百合田真樹人(2013). 宇宙教育の目的と意義: 学校教育実践としての宇宙教育, 宇宙航空研究開発機構研究開発報告, JAXA-RR-12-007, 1-17.
- 桜庭望(2019). 科学的思考力を高める教材開発の在り方〜親子対象事業テキストに着目して〜, 日本教育情報学会年会論文集, 35, 206-207
- 文部科学省(2016). 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)
- 文部科学省(2019). 中央教育審議会初等中等教育分科会「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」第4回会議資料, 学習指導要領の趣旨の実現とSTEM教育について〜「総合的な探究の時間」と「理数探究」を中心に〜
- 竹前俊昭(2014). 教科横断的な教育の実践にむけた宇宙を活用した教育法, 島根大学大学院教育学研究科「現職短期1年コース」課題研究成果論集(5), 31-40
- 水町衣里・磯部洋明・神谷麻梨・黒川絃美・堂野能伸・森奈保子・塩瀬隆之(2013). 教材としての宇宙: 答えのない課題を扱う教育プログラム「宇宙箱舟ワークショップ」, 宇宙航空研究開発機構研究開発報告, JAXA-RR-12-007, 19-45.
- 桜庭望(2019). 課題解決型学習の導入と教師の対応, 日本教師教育学会大会発表要旨集, 29, 188-189
- JAXA 宇宙教育センター(2020). 宇宙教育教材 <http://edu.jaxa.jp/materialDB/>
- 桜庭望(2020). 宇宙を題材とするプログラミング教材開発—はやぶさ2タッチダウンのシミュレーション—, JAXA 宇宙教育センター紀要, 1, 35-45
- 文部科学省(2016). 小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議
- YouTubeチャンネル「おうちで宇宙〜Stay home, play space!〜」(11) 未知の星を探るサンプルリターン(2020/06/05 ライブ配信) <https://www.youtube.com/watch?v=gaqk50wgHUU&t=2403s>