

特集2

知識を活用して新たな価値を創り出す授業

～火星への旅と移住をテーマにした探究～

前田 昌志（三重大学教育学部附属小学校）

1. はじめに

2018年に、OECD（経済協力開発機構）による2030年の教育に向けた提言“Education 2030”がまとめられた。そこでは、予測困難で、不確実、複雑で曖昧な社会「VUCAな時代」が急速に進展する世の中では、教育の在り方次第で、直面している課題を解決できるか否かが変わってくると述べられている[1]。

実社会においても、新型コロナウイルス感染症やウクライナ情勢をはじめ、私たちは様々な困難に直面している。とりわけ、昨今の日本の科学技術分野においては、宇宙開発分野において困難な状況が続いている。JAXAが開発する日本の基幹ロケット「H3」は、当初2020年度の発射を目指したが主エンジンでトラブルが相次ぐなどして2023年に延期された。さらに、この「H3」は2023年3月、打ち上げに失敗した。搭載していた地球観測衛星「だいち3号」も失われ、日本の宇宙戦略に影を落とすこととなった[2]。

しかし、本校の子どもの実態として、授業中の発表や日頃の学校生活において「失敗を恐れる姿」が見られることが、事前のアンケート調査でも明らかになっている。そのため、本研究では、このような困難な状況に立ち向かい、失敗にめげずにチャレンジする学び手、すなわち自律的な学び手を育成することを目的とする。宇宙を題材とした「火星への旅と移住」というテーマを設定し、子どもたちが協働で問題解決学習を行うことを通して、より実社会に生きる創造的な学びを展開する。火星に関する地学的な学びにとどまらず、地球での生活にまつわるすべての学問に関わり、また実現したいことを細分化して達成してい

くスキルや論理的思考力もフル活用しなくてはならないテーマとなっている。また、プログラミング教材を活用し、試行錯誤を繰り返す、失敗を見つけてデバッグする過程を重視する。これらの学びのプロセスは、論理的思考力や、問題発見・解決能力も育むことができると考える。

2. 計画

対 象：三重大学教育学部附属小学校
第5学年（96名）

期 間：2022年9月～2022年12月

教 科：総合的な学習の時間（全10時間）

教 材：プログラミング教材

「レゴ SPIKE™ ベーシック」

連 携：

（火星探査機プロジェクト）

- ・IAU 教育のための天文学推進室（OAE）
日本窓口（NAEC）
- ・東京大学工学部 岡本沙紀氏
（星空観望会）
- ・三重大学教育学部 伊藤信成教授
- ・三重大学教育学部 学生のみなさん
- ・天プラ 高梨直紘氏、夏苺聡美氏
金 美京氏、柚木苑齡氏
（Mitakaの活用）
- ・京都大学附属天文台 河村聡人氏

3. 実践の内容

本研究では、めざす子どもの姿を育成するために、次の3つの視点からテーマにアプローチをした。なお、これらの視点は学年や教科部会、そして学校全体で検討し、授業公開を通して全職員に共有されている。

3.1 「基礎から応用」ではなく、「応用から基礎」へ ～学びの逆向き設定～



図1 太陽高度を測る児童

事例①：「秋分の太陽高度をどう測るか」

内容：NAEC チームのイベントで、二至二分のイベントがあった。その交流会では「秋分」がテーマとなった。そこで、「秋分の太陽高度」を題材とした学習を展開するとした。

宇宙をテーマとする内容は高度であることが多い。しかし、基礎から教えると「インプット」中心の受け身の学習になってしまう。そのため、応用問題から始め、子どもたちが必要に応じて情報を収集したり、創造的にアイデアを出したりすることとした。

子どもたちは、自分たちで実験計画を立て、試行錯誤しながら太陽高度を測る方法を自分たちで見いだす姿が見られた。



図2 火星探査機を作る児童

事例②：「火星探査機のソーラーパネルをどのように制御するか」

内容：「分かりそうで分からない、見えそうで見えない」問題は子どもの興味を惹きつける。そこで、火星探査機の製作を「ソーラーパネルの制御」と関連づけて解決することとした。そうすることで、既習の第3学年理科

「太陽と地面の様子」第4学年算数「角と角度」の知識が活用できるとともに、第6学年「電気の利用」につながる学びが得られるからである。さらに、「太陽の年周運動」といった発展的な内容にも着目する姿がみられた。なお、ここでは、火星や太陽の動きについての真の科学的知識の獲得を目的とするのではなく、子どもたちなりに「より妥当な解釈」で進めることとした。

3.2 アナログの限界はデジタルで突破し、デジタルの限界はアナログで突破する ～GIGA スクール時代の探究～



図3 火星を観測する児童

事例③：「夜空に赤く輝く火星を見よう！」

内容：三重大学教育学部と連携し、宿泊体験学習の際に星空観望会を行った。当日は、天プラの高梨氏、夏苺氏、金氏、柚木氏にも来ていただき、一人一台端末で利用できるWebアプリ「天体収集帖」を活用した[3]。アプリで探した惑星を望遠鏡で見るとともに、望遠鏡で見た惑星の解説をアプリで見る姿がみられた。「本物」と「デジタル」を往還し、探究する子どもの姿が印象的だった。



図4 Mitakaを使用した火星探査

事例④：「シミュレーションで火星探査をしてみよう！」

内容：国立天文台 4D2U プロジェクトの加藤恒彦氏により開発された、観測された宇宙を再現するフリーソフト Mitaka を使用して、宇宙探査を行った。Mitaka は、実際の観測データを基にしているため、火星の様子がリアルに再現されている。

子どもたちが操作するにあたっては、河村聡人氏（京都大学附属天文台/Mitaka WG）が開発した「宇宙シスト」を体験してから、子どもが自由に Mitaka を操作できるようにした[4]。望遠鏡では見られなかった火星の様子を詳細に把握することができるため、子どもたちは見たいところを主体的に宇宙探査する姿が見られた。

3.3 「学習の個性化」をめざし、専門家や多様な他者と協働的に学ぶ ～人と人とのつながりを重視～



図5 岡本沙紀さんによる出前授業

事例⑤：「困難や失敗にどう立ち向かうか」

内容：事例②では、子どもたちが火星探査機の製作で失敗を繰り返し、試行錯誤する姿が見られた。その過程で、東京大学工学部・岡本沙紀さんに来校いただき、一緒に火星探査機の製作に関わっていただいた。岡本さんは全てのグループを回り、子どもたちとコミュニケーションを取っていただいた。その後、火星探査機の製作についての講評をいただき、「自分で未来を切り開くにはどうすればいいか」とのテーマで講演をいただいた。

本実践の特筆すべき点は、協力機関の多さである。宇宙を題材とした STEAM 教育プログラムに賛同し、上に挙げた事例以外でもたくさんの専門家、地域の方々に関わって協働的に学びを進めることができた。

なお、本研究の過程で、子どもたちが Zoom で国際交流のイベントに参加したり、学会発表を行ったりするなど、従来のコミュニティを超えて研究成果を外部に積極的に発信した。

4. 実践の成果と分析

4.1 成果

- 難しい問題に対して、「学級の仲間と協働して問題解決を楽しむ姿」が見られた。
- 探査機の製作の過程で、班の仲間とうまくいかないグループが見られたが、乗り越える姿が見られた。
- 専門家をはじめとした多様な他者と学ぶ意義を感じる姿が見られた。

4.2 分析方法

- ・特定のグループを 360 度カメラで撮影した。授業後、子どもの具体的な事実を基に授業を分析した。なお分析結果で示す名前は仮名である。
- ・実践前と実践後に、授業を受けた児童全体（N=92）に、Web でアンケート調査（5 件法）を実施した。

4.3 分析

(1) エピソード①

自信がもてない「ソウタ」がグループの中心に！？

（背景）

ソウタは、自分の発表を友だちに笑われた経験があり、間違った意見を言うのが怖いという思いがあった。これまで答えがはっきりと分かる問題には積極的に自分の考えを表明するが、答えが曖昧な問題には自分の考えを

表明する姿は見られなかった。

(事例)

火星探査機の製作では、最初、ソウタは他の友だちの製作意欲と勢いに負ける姿があった。しかし開始から30分ほど経過したとき、そのグループは「探査機が真っすぐ走らない」という困難に直面した。そこで、ソウタは探査機のバランスに着目し、自分のアイデアを友だちに伝える姿が見られた。



図6 試行錯誤するソウタ

そのアイデアにより、少しずつ探査機が真っすぐ走るようになった。「すごい！でかした！」と周りの友だちに褒められたソウタは、その後もグループに積極的に関わる姿が見られた(図6)。授業後のソウタの感想は、以下の通りである。

火星探査機のプログラミングの授業で面白いと思ったのは、自分たちの工夫で火星探査機の性能を良くできることです。ぼくたちの場合は、ハブの設置を工夫しました。はじめ、ぼくたちの火星探査機は、真っすぐ走らなかったので、どこかに間違いがあるのかな？とみんなで考えました。その時には、一つのハブを使用していたのでその重みでバランスが上手く取れずに傾くのかな？と考え、付けるパブを2つに変えて、付ける場所も何通りも試しました。プログラミングでは色々なパターンを考えて、作ることや試すことができるのだとわかりました。

(考察)

ソウタにとって、「安心して失敗を体験できる」という環境が、彼の変容に繋がったと考

える。また、他者の失敗経験に対して、自分の得意分野を生かして参画できたのも大きかったと考える。このプロセス自体が、問題発見・解決能力を育むために大切であると考え。なお、デバッグ潰しの過程は、プログラミング教育の中だからこそ体験させやすいという利点も挙げられる。

なお、学級全体のアンケート調査でも「答えがはっきりしない問題を解決することが好きだ」という質問項目は、実践前後で3.96から4.14へ増加していた。

(2) エピソード②

友だちとケンカ！？いえ、議論です。専門家から学び、探究をつづけるユミ

(背景)

ユミは、意見をはっきり言える児童である。ただし、他のメンバーの議論が白熱していると一歩引いてしまう傾向がある。議論の中心に自分がいないと、一気に興味が覚めてしまう姿が見られる。

(事例)

探査機の製作序盤から班の仲間と言い合いになっていた。他のメンバーも自分のアイデアを主張していて、なかなか製作が進まなかった。しかし、その言い合いは、最初は感情的なやりとりであったが、徐々に話がまとまってくると、議論を楽しむようすが見られた。ただ、火星探査機をもっと軽くしたいという思いは最後まで捨てきれずに、何度も主張を続けていた。

以下、ユミの感想である。

班のみんなと、探査機を組み立てたりアイデアを出し合ったりして、少しケンカになったりしたけど、すごく楽しかったです。でも、プログラムがものすごく簡潔だったので、もう少し工夫したかったなと思いました。あと、中の車輪とか絶対いらないので、外してもっと軽くしたかったです。

結局、ユミの班はプログラムを上手く組む

ことができなかった。翌日は、東京大学から岡本沙紀さんを招聘した日であった。岡本さんは、ユミのグループに入ってきてくれた。ユミは、「何が困っているのか」「どうしたいのか」を説明する姿が見られた。

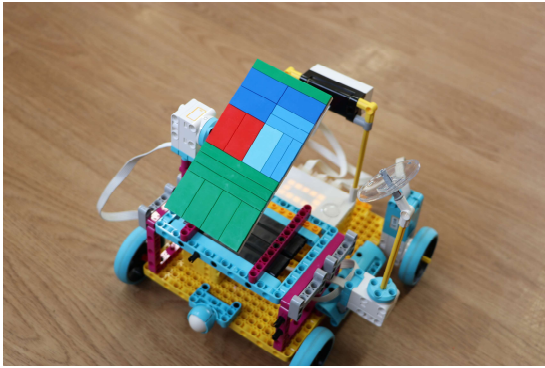


図7 ユミのグループの探査機

岡本さんは、答えを教えるのではなく、優しくヒントを与えてくれた。以下、岡本さんとの交流後のユミの感想である。

やっぱり自分たちで考えられるだけは考え知恵を振り絞ったので、それでも答えが出ない場合は専門の人に聞いて答えのヒントをもらうということが大切だということが学びました。これからこの経験を生かして、さらに色々なことをやっていきたいなと思いました。

(考察)

実際の宇宙開発の現場でも、意見のぶつかり合いはあるだろう。でもその中で、どう落としどころを見つけ、問題解決に向かっていくかが問われている。ユミの学びは、そのような困難に直面しても、多様な他者とつながり、相手を価値ある存在として受け入れてくことで、少しずつゴールに向かう姿であった。

なお、学級全体のアンケート調査で「火星への旅や移住のために、必要な教科は何ですか」という質問では、「道徳」の項目が実践前後で 3.51 から 4.04 へ向上していた (図 8)。これは、子どもたちが宇宙開発に対して、「人との関わり」に関する道徳的な意識の必要性を実感したのではないかと推察する。

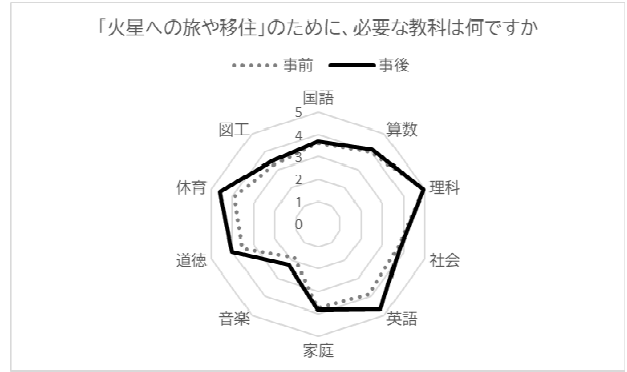


図8 必要な教科は何か

5. 今後に向けて

5.1 「応用から基礎へ」を軸とした STEAM 教育実践へ

授業後の子どもの感想 (自由記述) を KH Coder で分析し、共起ネットワーク図で示した (図 9)。

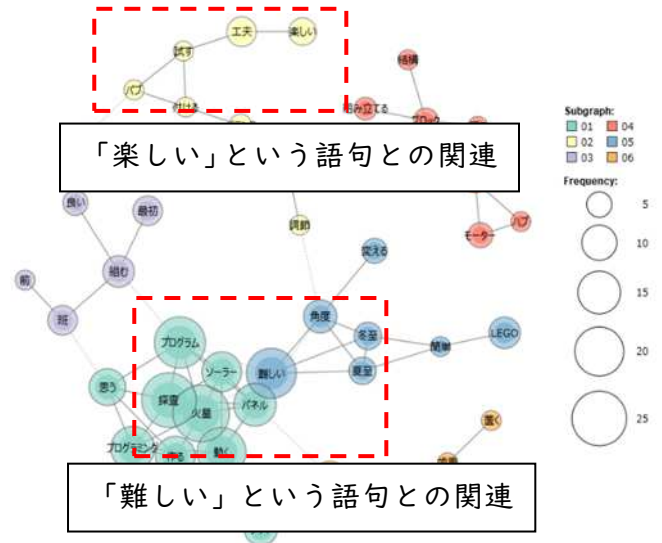


図9 子どもの感想

この図を見ると、「難しい」という語句が大きなクラスターとなっている。さらに、「難しい」という語句には、「角度」「冬至・夏至」「ソーラーパネル」「プログラム」という語句が関連づいている。これらの語句の大半は小学校の学習指導要領の内容で扱う語句となっている。また、「試す」「工夫」と「楽しい」との語句の関連もみられる。これらのことから、難しい問題でも実現したいことを細部化して、試行錯誤することで問題解決すること

に喜びを感じる姿に繋がったと考える。今後
も「応用から基礎へ」を軸とした実社会につ
ながる STEAM 教育実践を展開していきたい。

5.2 さらに学年を広げて、発達段階に合わせたカリキュラム作りへ

今回は、第5学年の取組であった。これは、
先駆的なモデルを作ることで、それを評価・
改善し、段階的に学校全体に広げていくため
である。次年度は、今回の成果と課題を基に、
高学年全体に広げていきたい。

6. さいごに

今回、三重大学教育学部との連携、IAU の
天文教育コーディネーターとの国際連携、そ
の他たくさんの専門家との連携を通して問題
解決を行った。子どもたちの学びは発見的な
学びではなく、創造的な学びへと広がり、「他
者とともに学ぶことが楽しい！」と実感をも
つ姿が見られた。この「他者と問題解決する
ことに喜びを感じている子どもの姿」こそが、
予測困難な時代を生き抜くために必要な姿で
はないかと強く感じた。

このような活動の機会を与えてくださり、
研究助成をいただいた（公財）日産財団に深
く感謝申し上げますとともに、関わってくださ
った全ての方々、そして賛同してくださった
本校の教職員に改めて御礼申し上げたい。今
後も多数の実践研究を通して、子どもが生き
生きと学ぶ学校をめざすとともに、地域教育
の貢献に寄与していきたい。

文 献 及 び 注 釈

- [1] 白井俊（2020）『OECD Education2030
プロジェクトが描く教育の未来:エージェ
ンシー、資質・能力とカリキュラム』、ミ
ネルヴァ書房。
- [2] 「打ち上げ失敗で宇宙戦略に影 H3 ロケ
ット、安全保障と商業利用に影響大」、中

日新聞朝刊, 2023年3月8日, 1面.

- [3] 天体収集帖 ログインサイト

<https://www.star-stamp.net/login.php>

- [4] SPACE-CISTE ダウンロードサイト

[https://sites.google.com/view/mitaka-plugins/
%E3%83%97%E3%83%A9%E3%82%B0%E3%
82%A4%E3%83%B3/space-ciste](https://sites.google.com/view/mitaka-plugins/%E3%83%97%E3%83%A9%E3%82%B0%E3%82%A4%E3%83%B3/space-ciste)

〈資料 児童の提出スライドより〉

火星探査機の設計図

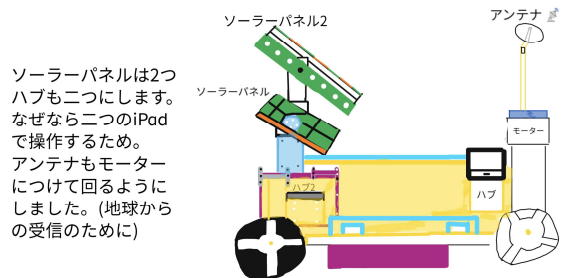


図 10 火星探査機の設計図

前回については、右のページを。
今回は、一年分を**完全に自動化**しました。今まで
は、春分、秋分、夏至、冬至しか、制御できてい
ませんが**毎日少しずつ動くプログラム**を組みました。

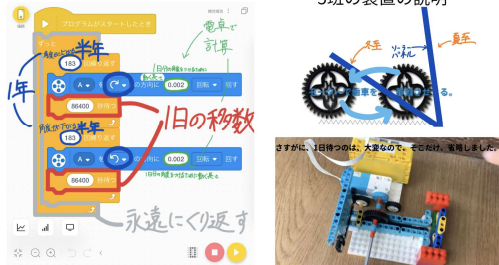


図 11 プログラムの説明をする図



前田 昌志