

2023年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ：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～

学校名：三重大学教育学部附属小学校

代表者：松浦 直己

報告者：前田 昌志

全教員数：38名

全学級数・児童生徒数：18学級・585名

実践研究を行う教員数：5名

実践研究を受けた学級数・児童生徒数：3学級・96名

1. 研究の目的（テーマ設定の背景を含む）

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どうかが変わってくると述べられている。

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7日、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。

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、プログラミング教材を活用することで、他者と協働して試行錯誤を繰り返し、失敗を見つけてデバッグする過程を経験させる。また、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。

2. 研究にあたっての準備（機器・材料の購入、協力機関等との打合せを含む）

○購入したもの

- ・プログラミング教材「レゴ SPIKE™ ベーシック」8セット（火星探査機の製作に使用）
- ・データ保存用「ポータブルHDD」（360度VR授業映像データの保存に使用）
- ・児童用ヘッドセット（国際交流、学会発表で使用）、児童用タッチペン（探査機の設計に使用）

○協力機関との打ち合わせ

- ・国際天文学連合（IAU）の天文教育コーディネーター（NAEC）と、国際連携の打ち合わせ
- ・東京大学工学部 岡本沙紀さん（天文学オリンピック代表理事）と、出前授業の打ち合わせ
- ・三重大学教育学部・伊藤信成教授（天文学）と、望遠鏡を活用した夜間観望会の打ち合わせ
- ・東京大学・高梨直紘特任准教授（天文学）と、アプリ「天体収集帖」を活用した夜間観望会の打ち合わせ
- ・亀山市天文台/坂下星見の会・瀧本真須美氏と、移動式プラネタリウムを活用した授業実践の打ち合わせ
- ・京都大学附属天文台・河村聡人氏と、宇宙シミュレーションソフト「Mitaka」活用の打ち合わせ

3. 研究の内容

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。

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：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した。なお、イランと交流をする中で「秋分」がテーマとなった。



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。授業では、第3学年理科「太陽と地面の様子」第4学年算数「角と角度」の知識を活用する子どもの姿が見られた。また、「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。

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探してみよう！」

内容：専門家を招聘し、星空観望会を行った。当日は一人一台端末で利用できるアプリ「天体収集帖」と天体望遠鏡を活用した。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：Mitakaは国立天文台が開発した宇宙シミュレーションソフトである。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。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. 「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 ～人とのつながりを重視～



図5 岡本沙紀さんの出前授業

事例⑤：「困難や失敗にどう立ち向かうか」

内容：探査機の製作では、子どもが失敗を繰り返し、試行錯誤する姿が見られた。その過程で、東京大学・岡本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。その後、工学の視点から「失敗を生かし、自分で未来を切り開くにはどうすればいいか」とのテーマで講演があった。

本研究の特筆すべき点は、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に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でイランをはじめとした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. 研究の成果と成果の測定方法

〈研究の成果〉

- 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。

〈研究の測定方法と結果〉 ※名前は仮名

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。また、実践前と実践後に、授業を受けた児童全体(N=92)に、アンケート調査(5件法)を実施した。

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!?

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。

火星探査機の製作では、最初、ソウタは他の友だちの勢いに負ける姿があった。しかし、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んで、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。

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。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。なお、「答えがはっきりしない問題を解決することが好きだ」という調査項目では、実践前後で3.96から4.14へ増加していた。

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

ユミは、意見をはっきり言える児童である。それが故に、探査機の製作途中で班の仲間と言い合いになってしまった。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。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。岡本さんは、優しくヒントを与えてくれた。以下、ユミの岡本さんとの交流後の感想である。

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いきたいなと思いました。

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、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、「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。これは、子どもが宇宙開発に対して、「人との関わり」に道徳的な必要性を実感したのではないかと推察される。

5. 今後の展開（成果活用の視点、残された課題への対応、実践研究の可能性や発展性など）

1. 「応用から基礎へ」を軸とした STEAM 教育実践へ

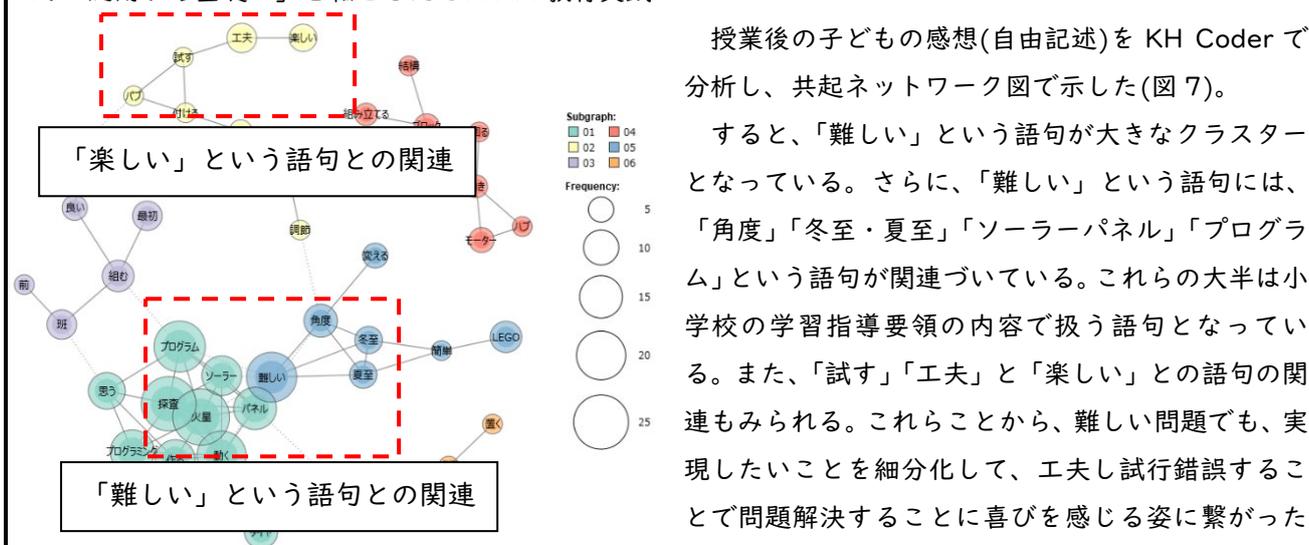


図7 共起ネットワーク図

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7)。

すると、「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。これらことから、難しい問題でも、実現したいことを細分化して、工夫し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 STEAM 教育実践を展開していきたい。

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. 成果の公表や発信に関する取組

※ 研究会等での発表や、メディアなどに掲載・放送された場合もご記載ください

・白井颯一朗・岡初衣・川崎英希・土井琉生(2023),LEGO SPIKE を活用した火星探査機の製作とその工夫, 日本天文教育普及研究会 2022 年度中部支部会. ※第5 学年児童による学会発表

・前田昌志(2023),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～, 日本天文教育普及研究会 2022 年度中部支部会.

・Masashi Maeda(2023),Astronomy Day in Schools project, 2022 December solstice online program ,IAU NAEC. ※国際的な交流会(図8)

(アーカイブ配信は以下の URL から)

<https://youtu.be/VoNcrms2pEc?t=795>



図8 国際交流での発表

7. 所感

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った(公財)日産財団に深く感謝申し上げるとともに、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。