

子どもの夢を育む小学校理科の発展的な学習に関する研究 —モデルロケットの教材化を通して—

Research on developmental learning in elementary school science
to nurture children's dreams
—Through the use of model rockets as educational materials—

花 島 秀 樹

Hideki HANASHIMA

福岡教育大学・教職実践研究ユニット

(令和5年9月13日受付, 令和5年12月22日受理)

要 約

本稿では, 小学校の理科授業における「地球と天体の運動」の内容に関する発展的学習として, モデルロケットの教材化の過程及び指導実践について整理した。また, 新型コロナウイルスの感染拡大防止に伴う, 行事の縮小や中止等が余儀なくされていた子どもたちにとって, 将来に閉塞感をもつことなく, 自らの夢の実現に向けて粘り強く取り組む姿勢を, 総合的な学習の時間等と関連させながら育んだ実践研究の概要について報告する。

キーワード: 子どもの夢, 小学校理科, 発展的な学習, モデルロケット, 総合的な学習の時間

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大防止対策として, 令和元年度末に全国的な休校措置が取られたが, 令和2年度になっても状況は好転せず, 多くの学校で入学式や卒業式, 運動会, 修学旅行等の行事が中止または縮小された。さらに, 給食時間の黙食, 不要不急の外出自粛, マスク着用や手洗い, アルコール消毒の励行等, 学校生活や家庭生活においても, 様々なことが制約された。このような状況下であっても, 子どもたちの豊かな学びを支えていくことは, とても重要なことである。

そこで, 子どもたちの夢を育む教育活動を小学校理科の発展的な学習を中心に展開し, 将来に向けて閉塞感をもつことなく, 自身の夢や希望に向かって粘り強く取り組む姿勢を育むみたいと考えた。

2. 子どもの夢を育む小学校理科の発展的な学習について

小学校学習指導要領(2017)では, 各教科の目標及び内容が, 育成を目指す資質・能力の三つの

柱(「知識及び技能」, 「思考力, 判断力, 表現力等」, 「学びに向かう力, 人間性等」)に沿って再整理されるとともに, 「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の重要性が指摘された。この「深い学び」については, 田村(2018)が, 「『知識・技能』が関連付いて構造化されたり身体化されたりして高度化し, 駆動する状態に向かうこと」と指摘している。また, 小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編では, 「第2節 理科の内容構成」において, 「『生命』, 『地球』といった科学の基本概念等は, 知識及び技能の確実な定着を図る観点から, 児童の発達段階を踏まえ, 小学校, 中学校, 高等学校を通じた理科の内容の構造化を図るために設けられた柱である。」と示し, 異校種間の連携と系統性を意識した授業づくりの重要性を指摘している。

そこで, 小学校理科の「地球と天体の運動」に関する学習内容と中学校理科の「地球と宇宙」とのつながりを意図した「深い学び」を実現するために, 発展的な学習の教材開発を行い, 総合的な

学習の時間との関連化を図りながら、子どもの夢を育む指導実践を行うことにした。

3. モデルロケットの教材化について

経済産業省(2018)は、「我が国の競争力を支えているものづくりの次代を担う人材を育成するためには、ものづくりに関する教育を充実させることが重要である。」と指摘し、ものづくりの関心・素養を高めるために、科学技術の土台となる理数教育の充実を図ることの重要性を強調している。

そこで、今回の理科の発展的学習として、写真1に示す米国エステス社のエンジンを装填して打ち上げを行うモデルロケットについては、市販されているキットを購入して製作させるのではなく、できるだけ身近な材料を活用した自作教材を、理科の専科指導を担当した貞末豊氏と共同開発した。

ところで、今回製作するモデルロケットの大きさについては、東京大学生産技術研究所の故糸川英夫教授が中心となって開発を行った、全長23cmの超小型ロケットとできるだけ同サイズとなるように、家庭用アルミホイルの芯を用いることにした。なお、家庭において、より使用頻度の高いラップの芯を活用することも検討したが、アルミホイルより芯の肉厚が薄く、強度面の課題があるため、アルミホイルの芯を子どもたちに準備させることとした。

このように、今回のモデルロケットの教材化に際しては、1955年4月12日にペンシルロケットの公開試射が実施されてから数十年にわたる試行錯誤を経て、現在活躍するM-Vロケットへと進化していった経過を踏まえて、「地球と天体の運動」の内容に関する小学校理科授業の発展的学習や子どもたち自身が将来の夢や希望をもって粘り強く努力し続けることの大切さを認識する契機として、意義あるものにしたと考えた。

図1は、モデルロケットの製作に際して、子どもたちに配布した組立図である。

写真2に示すのは、パラシュートを開いた状態の完成した着色前のモデルロケットである。

ここでは、できるだけ指導者が支援しながら子どもたち自身に作成させるようにしたが、写真3のエンジンマウントの部分については、小学生にとって製作することが困難であることと、時間的な制約があるため、指導者があらかじめ製作して配布することにした。

ロケットの胴体とエンジンマウントを除く、図2に示すノーズコーンと胴体との接続部分及び図3



写真1 モデルロケット用エンジン

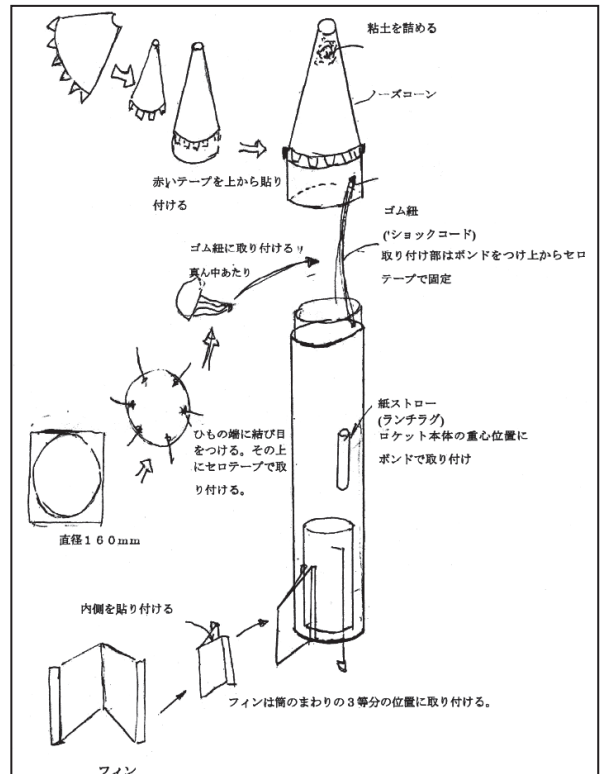


図1 組立図



写真2 モデルロケット (着色前)

のフィンは、画用紙に印刷したものを配布した。

なお、フィンには、開校90周年を記念して子どもたちに図案を公募して作成したキャラクターを挿入した。

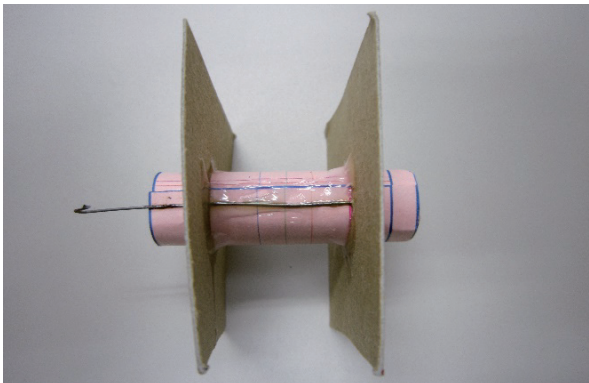


写真3 エンジンマウント



写真4 モデルロケットの部品等一式

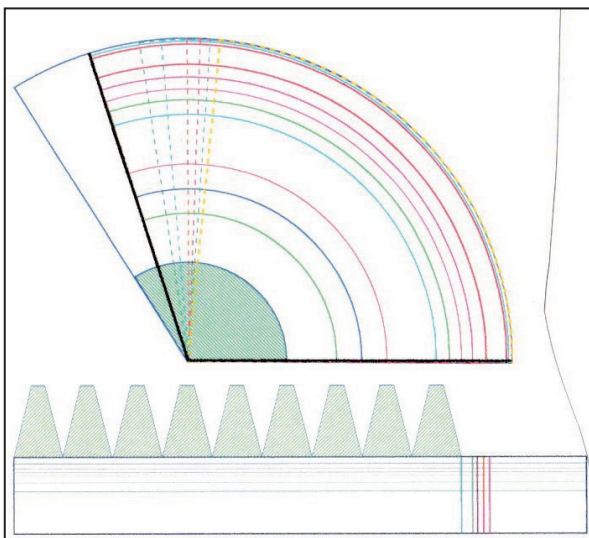


図2 ノーズコーンと接続部分

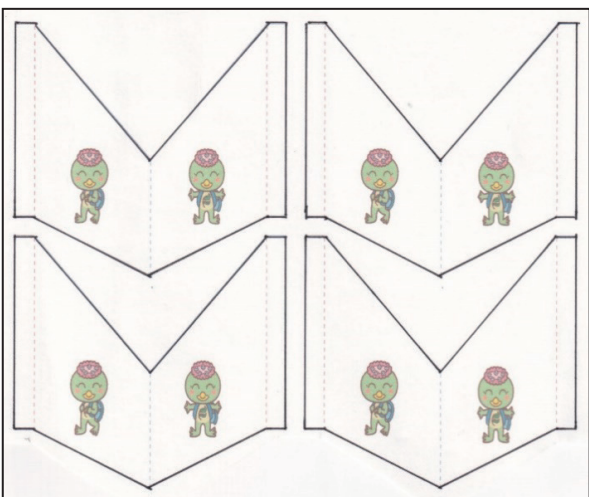


図3 フィン

その他、今回使用したエンジンは上空で逆噴射して、パラシュートを開くことができるので、パラシュートの材料としてビニル袋やタコ糸、逆噴射の熱からパラシュートを守るための不燃紙等を



写真5 発射装置

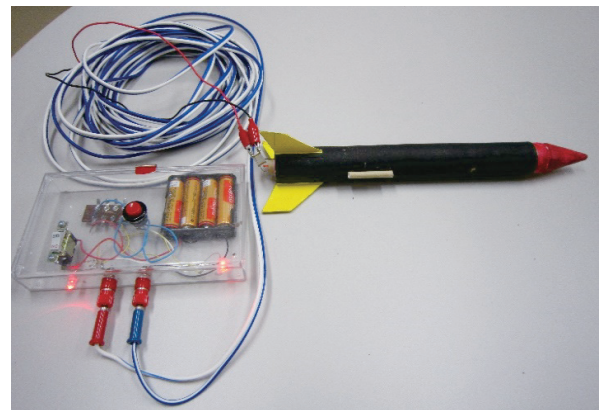


写真6 発射装置とモデルロケットの接続

配布した。

写真4に、モデルロケットの部品等一式を示す。

写真5は、自作した発射装置である。市販されている発射装置は容易に内部を見ることができないので、電子部品に興味をもたせるために、透明の亚克力板を加工して、中の基盤や配線が子どもたちに観察できるようにした。

発射時の安全面に配慮するため、モデルロケットの発射台と発射装置との間隔を十分にとるために、写真6に示すように、発射台と発射装置とは、10 mの銅線コードで接続した。

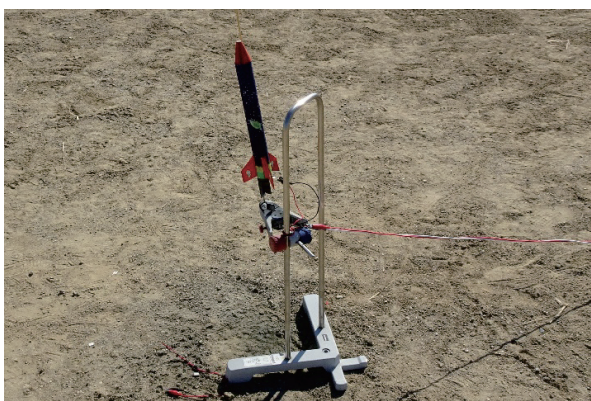


写真7 発射台

発射台については、写真7に示すように、理科の実験用スタンドとピアノ線を加工したものをを用いた。

4. 実践の概要

(1) 実践対象

本実践は、令和3年度に筆者が校長として在籍していた北九州市立深町小学校の3年生から6年生（132名：通常学級6，特別支援学級1）を対象として、実施したものである。

(2) 理科の発展的学習の実際

モデルロケットの製作は、令和3（2021）年10月5～7日の期間に、3年生は3単位時間、4～6年生は2単位時間で実施した。3年生については、発達段階を踏まえて、授業時間を5・6年生に比較して1単位時間増やすことにした。

モデルロケットの製作に際して子どもたちは、試行錯誤しながら、フィンやノーズコーンの取り付けを行っていた。特に子どもたちが苦慮していたのは、アルミホイルの芯に対して3個のフィンを均等間隔かつ垂直に取り付ける作業であった。ここでは、タコ糸をアルミホイルの芯に一周させてから、その長さを定規で測定して、タコ糸に3等分点の目印をアルミホイルの芯に記入させた。その後、写真8に示すように、アルミニウムアングルをアルミホイルの芯にあてて垂直線を引かせることにした。

写真9は、子どもたちが製作したモデルロケットに、絵の具で創意工夫をしながら、着色を行って完成させたのである。

(3) 総合的な学習の時間の実際

子どもたちが製作したロケットに将来の夢や目標を記すために、各学級において総合的な学習の時間の取組を行った。

図4は、令和3（2021）年10月5日（火）に6



写真8 アルミニウムアングルの活用



写真9 完成したモデルロケット（一部）

第6学年1組 総合的な学習の時間指導案(略案)	
単元名 夢へのセルフプロデュース	
本時の学習 令和3年10月5日(火) 第3・4校時 於 6年1組教室	
(1) 主眼 自分自身を見つめなおすことで、興味や関心のある物事について整理し、自身の将来像について考えさせる。	
(2) 準備 ワークシート	
(3) 展開	
<p>主な学習活動・内容</p> <p>1. 自分が知っている職業を発表する。</p>	<p>○ 指導・支援上の留意点【観点】評価基準(評価方法)</p> <p>○ 身近な大人の職業や知っている業種について考え、世の中には多種多様な業種があることに気づかせる。</p> <p>○ たくさんある職業の中から、自分はどうのものに興味があるのか、向いているのかを考えていこうとさせ、めあてへとつなぐ。</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">自分の将来像について考えていこう。</div>	
<p>2. 「現在の自分」について考え、ワークシートに記述する。</p> <p>3. イメージマップを使用し、自己分析をする。</p> <p>4. 自己分析の結果から、なりたい人物像や職業について考える。また、その立場になった時に、具体的にどのようなことをしていきたいかを考える。</p>	<p>○ 自分に関わりのあることを自由に記述できるように、思考ツール(イメージマップ)を用いて考えさせる。</p> <p>○ イメージマップの中で、共通するものや類似するものを見つけ、自分の興味・関心がどのようなものに向いているのかを分析させる。</p> <p>○ 思考ツール(クラゲチャート)を使用し、人物像や職業と、そう考えた理由とを視覚的に関連させるように支援する。</p>
<p>5. 夢宣言をする。</p>	<p>○ 単純に「○○(職業)になりたい。」という希望だけでなく、「○○(職業)に就いて、どう自分のよさを生かしていきたいか」考えさせるように声掛けをする。</p>
<p>6. 振り返りをし、次時へつなげる。</p>	<p>○ 夢宣言した内容をモデルロケットの本体に、記載することを予告する。</p>

図4 総合的な学習の時間の展開計画

年1組において、三浦恵教諭が実践した授業の展開計画である。

ここでは、子どもたちが自分自身の将来像を考

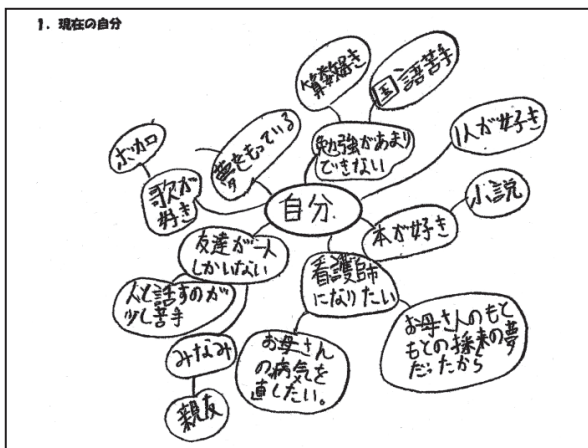


図5 イメージマップの記載例

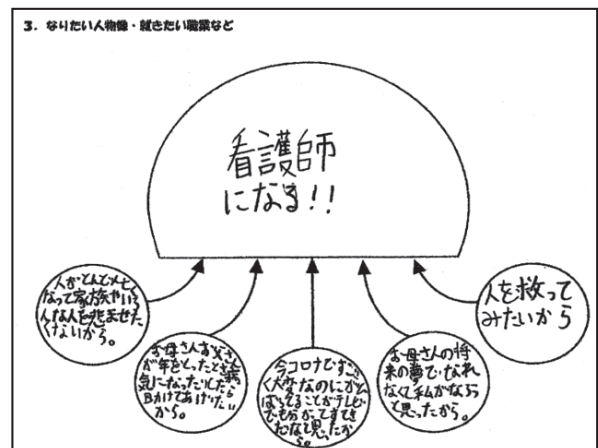


図6 クラゲチャートの記載例

5 日程 ※10月22日(金)または、25日(月)に打ち上げ担当者リハーサル実施予定

○ 運動場集合：8時30分 ※諸注意後出発	
(1) 開会 (開会の言葉) ・ロケットの打ち上げ要領の説明及び安全上の諸注意	司会進行 (開閉会の言葉) A先生 (理科主任) 09:30～09:40 担当：B先生, 花島
(2) モデルロケットの打ち上げ ・出席番号順に8名ずつ発射台にロケットをセットして8機一斉に打ち上げる。 ・打ち上げ後のロケットを回収して、待機場所に移動する。	09:40～11:00 ・打ち上げ担当：B先生, C先生, D先生, Eさん, Fさん, Gさん, Hさん, 花島 ・待機児童担当：I先生(5・6年生), J先生(4年生), K先生(3年生) ・救護担当：K先生
(3) 閉会 (閉会の言葉)	11:00～11:01
(4) 後片付け・解散 ・後片付けは、打ち上げ担当者で行う。 ・閉会式後に児童は、学校に向けて出発する。 学校到着予定時刻は、11:50	11:05～

図7 打ち上げ会の実施計画 (部分)

えて、どのような職業に就いて、自分自身のよさをどのように生かしていきたいかを「夢宣言」としてまとめる際に、イメージマップやクラゲチャートなどの思考ツールを活用した。

図5は、ワークシートのイメージマップに自分自身が現在どのようなことに興味・関心を持っているかについて、抽出児童Aが記載したものである。

図6は、将来どのような職業に就きたいのか、また、その職業を目指す理由をワークシートのクラゲチャートに児童Aが記載したものである。

児童Aは、「世界中のみんなを守る看護師になりたい。」という「夢宣言」を行い、「自分は勉強が苦手だからもっともっと勉強する。夢をかなえるために自分に自信を持つことが大事だと思った。ピアノが上手とかあるけどそれは才能じゃなくて努力だから私は努力して看護師になってみせる!!」と自身の将来を見据えて、自己の意志決定をしていた。他の子どもたちも、将来の夢や目標を考えて「夢宣言」を行い、その内容をモデルロケットの胴体部分に記載した。

(4) モデルロケットの打ち上げに向けて

ここでは、公立中学校の理科教員としての経験を有する筆者が、宇宙の広がりやロケット開発の歴史、腰塚(2010)のメッセージを引用して本取組の目的や意義等に関する授業を行った。

宇宙の広がりに関しては、新幹線や飛行機などの乗り物の速さ等の具体的例を示しながら、光の速さの認識を促した。また、オリオン座やアンドロメダ星雲までの距離感が少しでもイメージできるように教材提示の工夫を行った。さらに、故糸川教授によってペンシルロケットが、1955年4月12日に公開試射が実施されてから、ベビー型、カップ型へと改良を重ね、現在活躍するM-Vロケットへと進化していったことや小惑星リュウグウ表面のサンプルを採取した小惑星探査機「はやぶさ2」の話題を取り上げた。

(5) モデルロケットの打ち上げの実際

令和3(2021)年10月27日(水)に3年生から6年生のすべての児童が打ち上げを安全に実施するため、打ち上げ会場については、北九州市フットボールセンターを終日借り切って、図7に

示す実施計画に基づいて、モデルロケット打ち上げ会を実施した。

本取組では、児童や教職員らによるカウントダウンによって、将来の夢や希望を記したモデルロケットが歓声とともに空高く打ち上げられた。また、子どもたちが報道各社のインタビューに自信をもって将来の夢を語っていた。この様子については、現在（最終アクセス日：令和5《2023》年9月12日）もKBC九州朝日放送局の報道がユーチューブにアップされているので、QRコードを右図に示す。



5. 結果と考察

(1) アンケート調査の結果から

モデルロケットの打ち上げ会修了後にアンケート調査（令和3年10月27日）を実施した。

アンケート用紙の配布総数は、打ち上げ会に参加した3年生から6年生までの通常学級児童124名（在籍者：128名）であり、回収率は、打ち上げ当日の帰りの会でアンケート調査を実施して回収したため100%であった。図8にアンケートの集計結果を示す。

設問1「モデルロケットの授業は楽しかったと思う。」に対して、99.2%の子どもが肯定的な回答をしていた。また、設問2「宇宙やロケットについて、もっと知りたいと思う。」に対しては、84.7%の子どもが肯定的な回答をしているが、「そう思う」と回答した子どもは、約半数にとどまっていた。このことから、ロケット製作や打ち上げなどの活動に対する満足度は高いが、「地球と天体の運動」に関する学習内容と中学校の「地球と宇宙」とのつながりに関する内容の取扱いについて、より子どもたちの実態に応じた授業構成にする必要があると考える。

設問3「理科が好き。」という設問に対しては、91.7%の子どもたちが肯定的な回答をしているが、設問1と比較して「そう思う」と回答した子どもが19.2ポイントも下回っていた。このことから、モデルロケットの取組にとどまらず、ものづくりや観察・実験などの具体的な操作を伴う学習活動を充実させることの必要性を指摘することができる。

設問4「将来の夢や目標をもっている。」に対しては、92.7%の子どもが肯定的に回答していた。特に、6年生（28名）の結果を抽出したところ、89.3%の子どもが肯定的な回答をしていた。この

結果は、令和3（2021）年5月27日に行われた「全国学力・学習状況調査」の同一設問に対する肯定的な全国回答率（80.3%）に対して、9.0ポイント上回っていた。

設問5「自分にはよいところがあると思う。」の肯定的回答率は、72.7%であり、約3割の子どもたちが自己肯定感をもっていないことが分かった。この結果は、新型コロナウイルスの感染拡大防止に伴い、行事や総合的な学習の時間、学級活動等における望ましい集団活動を通して自己のよさを実感させる活動が制限されたことが影響していることを示唆しているものと考えられる。また、自己肯定感をもたせて、子どもの将来の夢を育む教育活動を推進することの重要性についても指摘することができる。

設問6「学校に行くのは楽しい。」に対しては、90.3%の子どもが肯定的に回答していたが、約1割の子どもたちが否定的な回答をしていた。学校が楽しくないと意識している子どもにとって、コロナ下の様々な制約があっても、教職員が全ての子どもにとって学校が楽しいと実感できる取組を進めることが必要であることを指摘することができる。

なお、モデルロケットの授業や打ち上げ会の感想についての記述例を抜粋して以下に記載する。

- ・ロケットをつくる時一人では分からないことやできないところがたくさんあって、周りの人と助け合うことでロケットが完成しました。助けた人が完成したときは、自分のことのようにうれしかったです。校長先生の話聞いたとき、宇宙まで飛んでいく大きなロケットも23cmほどの小さなロケットからできて知って、同じくらい大きさのものを私たちは夢をのせて飛ばすのだと思いました。最後にロケットを飛ばすとき、心臓バクバクの状態飛ばしたら失敗して、校長先生に手伝ってもらいロケットを修復して、2回目の挑戦で高くまで飛んでもものすごくうれしかったです。
- ・私はあまりロケットが飛ばなかったけど自分の将来の夢が書けたしインタビューもされてとっても楽しかったです。もっと宇宙のことを知りたいみんなにも知ってほしいなと思いました。ほかの学年も将来の夢やしたいことができるといいなと私は思っています。自分は不器用でロケットを作るのがとっても大変でした。でもいざ作ってみるととても楽しくて自分でも楽しくできるんだな…と思い絵

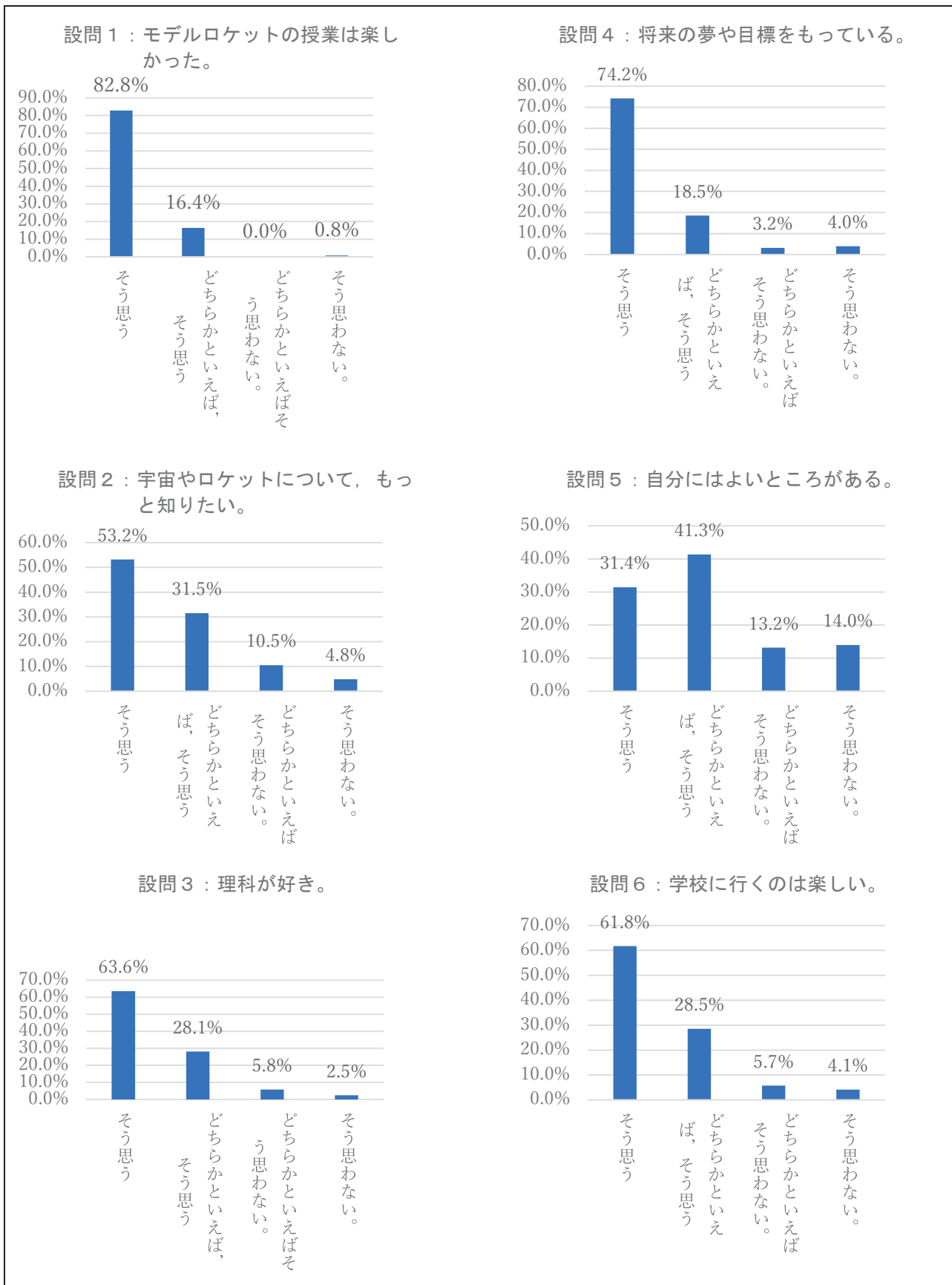


図 8 アンケートの集計結果

も丁寧に書いてちゃんとした思いを込めて書きました。

- ・コロナウイルスに負けないぞ!という気持ちでロケットの打ち上げを大人数でやりました。ほとんどの人が笑っていたり、驚いたりしていました。とても楽しくて時間がたつのが早く感じました。夢を書いたみんなのロケットが夢に向かって高く前に進んでいるように感じました。テレビ局の人も来ていて、とても凄いことだなと改めて感じました。少しの間ニュースにもなっていて、たくさんの方が協力してくれたと感じました。こんな貴重なことは滅多にないので沢山の方々の思いを背負って、コロナに負けないように頑張ろうと思いました。

以上の感想記述例から、モデルロケットの製作は困難と感じたが、自分の夢をもつことの大切さやその実現に向けた意欲を示す感想が数多く認められた。また、宇宙の広がりやロケット開発への興味・関心の高まりについても読み取ることができた。

ところで、6年生(27名)のモデルロケット打ち上げ会後の感想の記述内容を「ユーザーローカル AI テキストマイニング」で出現頻度順に分析したところ、「ロケット」「最初」「コロナ」「夢」「思い出」「経験」等の名詞が頻出していた。また、「飛ぶ」「打ち上げる」「思う」「くれる」等の動詞のスコアが高かった。さらに、形容詞を出現頻度順に並べると「楽しい」「よい」「嬉しい」となった。なお、「ありがとう」という感動詞も認められた。これらのことから、新型コロナウイルスの感染拡大防止に伴い、5・6年生時の2年間にわたり、宿泊行事をはじめ様々な行事や学校生活に制限がかかる状況下におかれていた子どもたちが、本実践を通して、将来への夢をもつとともに、思い出に残る楽しい取組と意識し、そして教職員への感謝の気持ちを抱いたことを読み取ることができた。

5. おわりに

本稿では、新型コロナウイルスの感染拡大防止に伴い、教育活動や日常生活が制限された子どもたちに、モデルロケットの教材化を通して、小学校理科の発展的学習を総合的な学習の時間との関連化を図りながら、指導実践の有効性について報告することができた。また、本実践を通して、教職員が協働して困難な状況においても子どものためできることを追求し、実践することの重要性に

ついても再認識した。

今後も本研究の深化と拡大を図っていきたい。

謝 辞

子どもたちの夢を育むために、本研究に取り組んだ北九州市立深町小学校の全教職員と本研究を支えてくださった保護者をはじめ関係者の皆様、そしてモデルロケットの打ち上げ会の様子を広く発信していただいた報道各社の皆様に感謝の意を表します。

主要参考文献

- 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) ホームページ
https://www.jaxa.jp/article/special/pencil50/p2_j.html
 最終アクセス 2023年9月12日
- 国立教育政策研究所 「令和3年度 全国学力・学習状況調査 報告書」 2021年
- 文部科学省 「『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)(中教審第228号)【令和3年4月22日更新】」 2021年
- 奈須正裕 「次代の学びを創る知恵とワザ」 ぎょうせい 2020年
- 奈須正裕 「ポスト・コロナショックの授業づくり」 東洋館出版社 2020年
- 田村 学 「『深い学び』を実現するカリキュラム・マネジメント」 文溪堂 2019年
- 経済産業省 「製造基盤白書(ものづくり白書)」 2018年
- 田村 学 「深い学び」 東洋館出版社 2018年
- 文部科学省 「小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 理科編」 2017年
- 文部科学省 「小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 総合的な学習の時間編」 2017年
- 文部科学省 「小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 特別活動編」 2017年
- 田村 学 「授業を磨く」 東洋館出版社 2015年
- 猿田祐嗣・中山 迅 編著 「思考と表現を一体化させる理科授業」 東洋館出版社 2011年
- 腰塚勇人 「命の授業」 ダイヤモンド社 2010年
- 村山哲哉・日置光久 編著 「実感を伴った理解を図る理科学習」 東洋館出版社 2009年
- 寺尾慎一 「豊かな学びをひらく授業の構想」 梓書院 2009年