

New educational use of a CubeSat : workshop for junior high and high school students using the orbital telescope CubeSat Stars-AO (AOI)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-08-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 齋藤, 茉美, 内山, 秀樹, 町, 岳, 中村, 美智太郎, 郡司, 賀透, 能見, 公博, 野澤, 恵 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1341

超小型人工衛星を使った新たな教育利用の試み： 軌道上望遠鏡超小型衛星 Stars-AO (あおい) を用いた 中高生向けの科学教室の実践とその効果

齋藤 茉美¹⁾・内山 秀樹¹⁾・町 岳¹⁾・中村 美智太郎¹⁾・郡司 賀透¹⁾・能見 公博¹⁾・野澤 恵²⁾

¹⁾ 静岡大学 ²⁾ 茨城大学

New educational use of a CubeSat : workshop for junior high and high school students using the orbital telescope CubeSat Stars-AO (AOI)

Mami SAITO, Hideki UCHIYAMA, Takeshi MACHI, Michitaro NAKAMURA, Yoshiyuki GUNJI, Masahiro NOHMI¹⁾ and Satoshi NOZAWA²⁾

Abstract

超小型衛星を地上から「使う」教育利用は、従来の「作る」教育利用とは異なり、多くの生徒や学生が恩恵を受けられる新しい教育の手段となる可能性がある。我々はその実践として、中高生が軌道上望遠鏡超小型衛星 Stars-AO (あおい) の観測研究案を立案する科学教室を開催した。「理数知識を具体的な現象に活用する能力」と同時に「創造的なアイデアを生むために建設的な議論を行う能力」の育成を目指し、天文学・理科教育学・哲学・教育心理学の研究者が協働してカリキュラムを作成した。2018年8月に静岡大学浜松キャンパスにて、2日間にわたる科学教室を開催し、37名8チームの中高生が参加した。本教室の詳細とその教育効果評価の結果を報告する。

Key Words : 宇宙教育, 超小型衛星

1 超小型人工衛星を「使う」教育の可能性

近年、低コストで開発・打ち上げが可能な超小型衛星（特に10cm立方のCubeSat）の登場により、過去にない用途での人工衛星利用が可能になった。人工衛星の教育利用はその新しい用途の1つである。

超小型衛星を学生が「作る」教育利用は行われてきており、観測天文学や宇宙工学の研究者・技術者養成の非常良い題材となっている。しかし、1つの超小型衛星を「作る」ことによる教育利用の恩恵を得られるのは、主に大学3-4年生や大学院生のみであり、人数も期間も限られている。

一方で打ち上げ後の超小型衛星を地上から子ども達が「使う」教育利用は、理科や関連する様々な科目について、子ども達が興味の持ちやすい宇宙（人工衛星）を題材に学ぶことができる全く新しい教育の手段となる可能性を持つ。更に小学生から対象になり、かつ、多くの（世界中の）生徒や学生が利用できるものになる。超小型衛星の教育利用の新しい可能性を模索し、Stars-AO (あおい) 衛星を「使う」ことによる教育実践を我々は試みた。

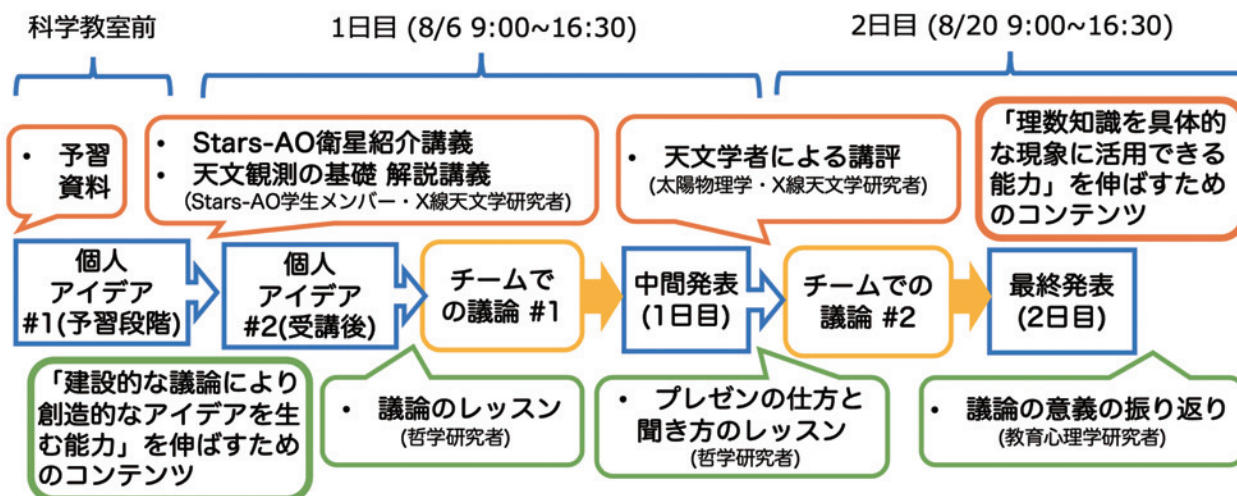


図1 科学教室のプログラム。上段・下段に第1・2の能力を伸ばすために準備したコンテンツを示した

2 Stars-AO (あおい) 衛星

Stars-AO (あおい) 衛星^{1,2)}は、静岡大学工学部能見研究室と民間技術者が開発した超小型人工衛星 (1U CubeSat) である。2018年10月29日 HIIA ロケット 40号機にて、GOSAT-2 (いぶき2号) の相乗りで打ち上げられた。広視野 (画角 103.6) で星空を撮像できる高感度可視光カメラ (WAT-910DB) と地上観測可能なサブカメラを搭載している。大規模な天文観測衛星とは異なり、Stars-AO 衛星は中高生が自由に星空・地上観測に使える軌道上望遠鏡衛星になりえる。

3 科学教室の概要・教育目標・プログラム

超小型衛星を使った新たな教育利用の試みとして、Stars-AO 衛星を最大限活かした面白い観測研究計画を中高生達が立案する科学教室を我々は企画・実施した。この中で参加者は「チーム毎に一つの研究計画案に議論で合意し、協力して作り上げる」「観測実現性 (フィジビリティ) をきちんと定量的に検討する」「観測研究計画案のプレゼンテーションを行う」といった、衛星で観測する天文学者と同様の研究体験を行なった。

本科学教室の教育目標として、平成 29 年度に公示された学習指導要領³⁾での「3つの能力の柱」(「知識・技能」「思考力・判断力・表現力」「学びに向かう力・人間性」)も踏まえ、参加者の「理数知識を具体的な現象に活用する能力」(「知識・技能」と「思考力・判断力・表現力」に対応)、「創造的なアイデアを生む為に建設的な議論を行う能力」(「思考力・判断力・表現力」と「学びに向かう力・人間性」に対応)の2つ

の能力を伸ばすことを設定した。これ以降、前者を第1の能力、後者を第2の能力と呼ぶ。上記の2つの能力を伸ばすために、天文学・理科教育学・哲学・教育心理学の研究者が協働して科学教室内のプログラムを作成した (図1)。

4 科学教室の実施

科学教室は、静岡大学 浜松 (工学部) キャンパスにて、2018年8月6日・20日の2日間、いずれも9:00~16:30に行なった。天文学・理科教育学・哲学・教育心理学の研究者、静岡大学附属浜松中学校教員、Stars-AO 学生メンバー、静岡大学教育学部学生が実施した。

参加者は、中学生 16名、高校生 21名の合計 37名であった。科学教室前に回収した個人アイデアを元に、比較的近い興味を持つ参加者同士を組み合わせ、かつ全て中高生混合となるように8班に編成した。

参加者には、Stars-AO 衛星の性能や、観測実現性の検討に必要な基本的な概念 (視野、空間分解能、感度) を説明した予習資料を配布した。その上で、事前に個人のアイデアをプリントにまとめさせた (個人アイデア#1)。

1日目には、まず Stars-AO 衛星や、衛星による天文・地上観測の基礎知識の講義を行なった。その上で個人毎にアイデアを再考させ、プリントにまとめさせた (個人アイデア#2)。その後、議論の仕方そのものを学ぶ講義を行なった上で、班毎に議論を行わせた。1日目の終わりに中間発表を行わせた (この

時の発表資料を「中間発表資料」とする)。それに対し天文学者が、主に観測実現性の観点から講評し、次回までの課題を出した。

2日目には、最初に班員同士で課題について調べてきたことの情報共有を行わせた。次に、プレゼンテーションにおける資料の作り方・話し方・聞き方の講義を行なった。そして、班毎に議論とプレゼンテーションの準備をさせ、全体で最終発表を実施した。最後に、「議論」そのものの価値を認識させるため、観測研究計画を立案する上で「議論」が果たした役割を話し合わせた。

5 科学教室の教育効果の評価

本科学教室が、目標とした2つの能力を向上に寄与したのかを評価するために、参加者が科学教室中に作成した成果物（個人アイデア#1・2、中間発表資料、最終発表資料）、事後アンケートの内容を分析した。なお、中間発表資料、最終発表資料は、いずれも手書きのポスターである。

5.1 第1の能力「理数知識を具体的な現象に活用する能力」への教育効果の評価

参加者の第1の能力の向上を見るために、基準を定めて成果物を定量的に評価した。基準は、視野・空間分解能・感度の3つの概念が成果物の中で定量的に活用されているか、とした。この3つの概念は、予習資料や講義の中で詳しく解説し、観測実現性の検討に重要な概念として科学教室を通じて特に強調してきた。この3つの概念各々につき、成果物中での扱われ方を調べ、次のように採点した。

- ・概念が定量的に正しく用いられている : 2点
- ・概念を用いたが定量的議論をしていない : 1点
- ・その概念を用いていない : 0点

結果として、各成果物は合計6点満点で採点される。図2に各段階での成果物の平均得点の推移を示した。誤差棒は標準偏差を示している。平均得点は伸びており「理数知識を具体的な現象に活用できる能力」は向上しているようであった。よって、本科学教室は第1の能力の向上に寄与していると考えられる。

5.2 第2の能力「創造的なアイデアを生む為に建設的な議論を行う能力」への教育効果の評価

第2の能力、特に「創造的なアイデア」は定量的

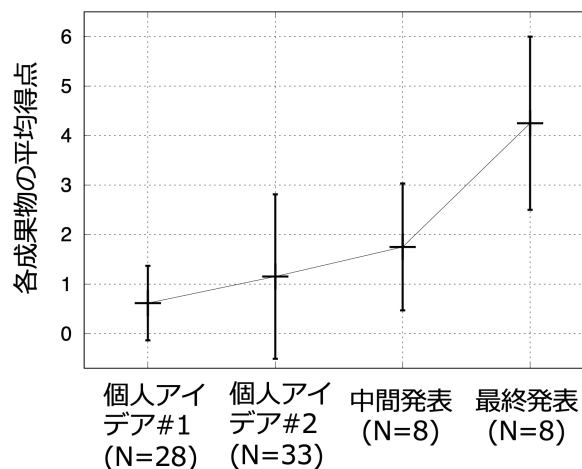


図2 第1の能力評価結果の書く成果物の平均得点。誤差棒は標準偏差を示す。

に評価する基準を設定する事が難しかった。そこで各個人・各班での成果物の中から、参加者が第2の能力を活用したと考えられるエピソードを探し、定性的に評価した。幾つかのエピソードが見つかったが、今回はある班の例を取り上げる。

この班のメンバーは、個人アイデア#1・2の段階では月（クレーター、マリウスヒルの縦穴、日食・月食、ベイリー・ビーズ等）に興味があり、衛星による月の直接観測を試みようとしていた（図3a）。しかし、中間発表の段階で、定量的検討により、カメラの空間分解能（0°.14/ピクセル）が月の直接観測には不十分と気づいた（図3b）。最終発表では、月そのものを直接撮像するのではなく、日食時に地表にできる月の影を間接的に観測する観測研究計画を立て、観測実現性も定量的に検討していた（図3c）。

月の直接観測から、間接観測へのアイデアの変遷はある種の創造性の表れだと我々は考えた。また班の1人は事後アンケートで「自分で解決できなかった問題を他の人の質問やコメントから解決策を思いつくことができた」と述べていた。議論の価値を参加者自身が認識できているようであった。これを始めとするエピソードから、第2の能力を活用し訓練する機会を科学教室の中で設けられたと考えられる。

6 科学教室後の発展

最後に、本科学教室から発展した高校生の研究を紹介する。最終発表で国際宇宙ステーション（ISS）の観測を提案した班のうち高校生2名が、科学教室後に更に研究を進めた。自身でISSの撮影・測光を

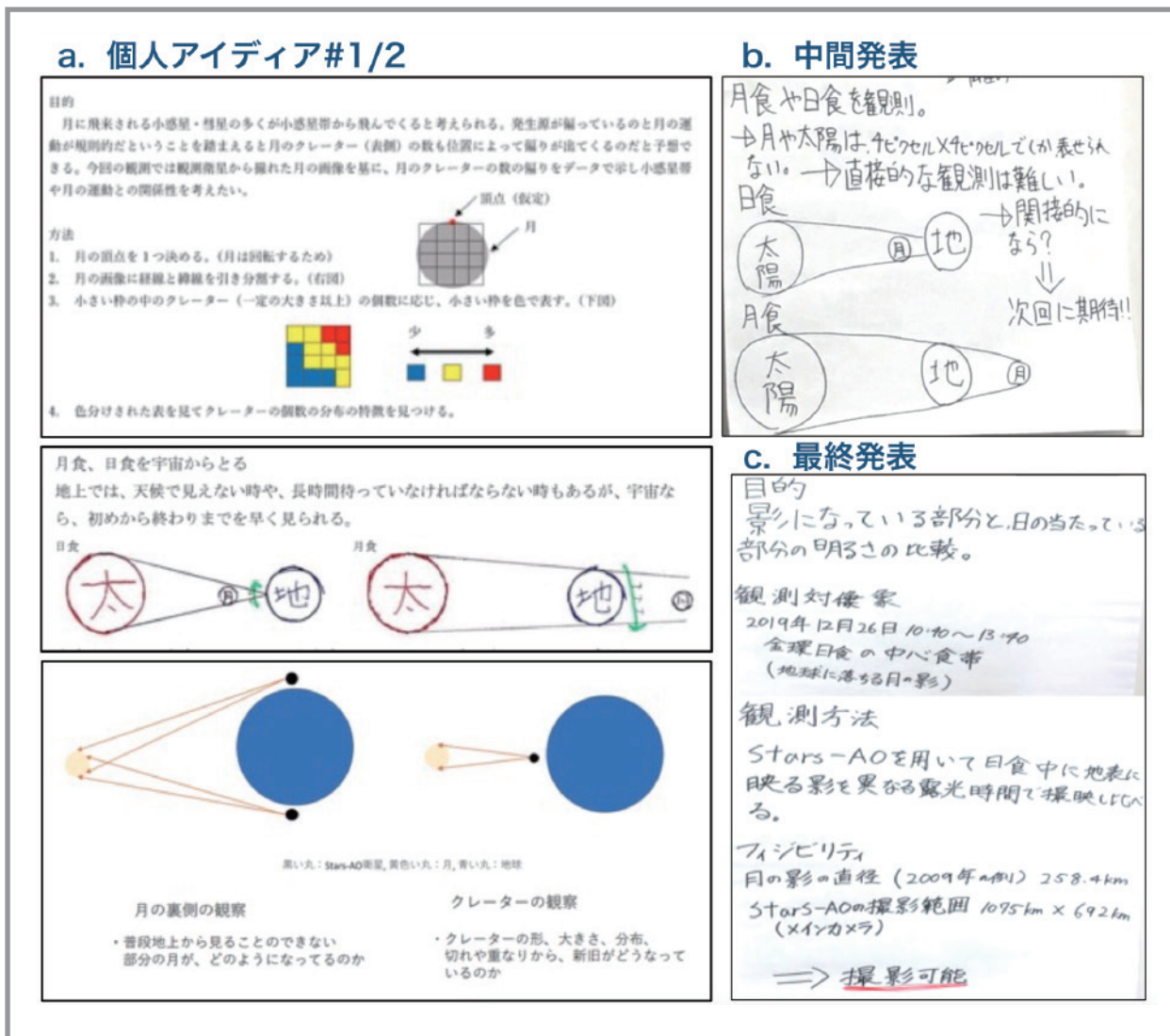


図3 ある班の成果物の例。いずれも成果物全体ではなく、一部の抜粋である。

行い、その結果を元に Stars-AO の感度で撮影できるか否か等を更に議論した。この結果を「Stars-AO 衛星観測研究計画立案プロジェクト」コラボレーションとして、日本天文学会第 21 回ジュニアセッションで発表した⁴⁾。

7 まとめと今後

超小型衛星の教育利用の新しい可能性を模索し、Stars-AO (あおい) 衛星を「使う」ことによる教育実践として、中高生がその観測研究案を立案する科学教室を開催した。

2つの目標とする能力を設定した。その向上のため、天文学・理科教育学・哲学・教育心理学の研究者が協働して科学教室のプログラムを作成、実施し

た。参加者の成果物の定量的な評価から「理数知識を具体的な現象に活用できる能力」は向上しているようであった。一方「創造的なアイデアを生む為に建設的な議論を行う能力」を参加者が活用していると考えられるエピソードを定性的な調査から見つけることができた。

今回の結果を踏まえ、地上からの教育利用を目的とする超小型衛星とそれを使った教育プログラムを今後構想し提案していきたい。

なお、本研究は 32nd International Symposium on Space Technology and Science で報告済みの内容である。更なる詳細は上記会議の集録⁵⁾を参考にされたい。

謝 辞

本科学教室は、理系人材育成トップガンプロジェクトの一環として行われました。静岡大学教育学部附属浜松中学校の山本仁先生をはじめ、本科学教室にご協力いただいた皆さまに感謝します。本研究は「小型衛星の科学教育利用を考える会」⁶⁾での議論が元となっています。本研究はJSPS 科研費17K12933の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) “Stars-AO 特設サイト”, <https://stars-ao.info/>, 2020年2月25日最終閲覧
- 2) Satoshi Nozawa, Masaki Yokoyama, and Masahiro Nohmi, “Stars-AO: Design and Development of the Cubesat for Astronomical Observations”, 32nd ISTS, 2019-f-23, 2019.
- 3) 文部科学省, “中学校学習指導要領 (平成29年告示)”, 2017.
- 4) Stars-AO 衛星観測研究計画立案プロジェクト(全37名), 林大晟, 豊田聖, “超小型衛星 Stars-AO による観測研究計画 ～宇宙から ISS を撮影する～”, 日本天文学会第21回ジュニアセッション, T38, http://www.asj.or.jp/jsession/2019haru/files/JS2019_Proceedings.pdf, 2020年2月25日最終閲覧
- 5) Hideki Uchiyama, Takeshi Machi, Michitaro Nakamura, Yoshiyuki Gunji, Satoshi Nozawa, Masahiro Nohmi, and Mami Saito, “Trial of New Educational Usage of a Nano Satellite: Workshop of Stars-AO Observation Planning for High and Junior-High School Students”, 32nd ISTS, 2019-u-09, 2019.
- 6) “小型衛星の科学教育利用を考える会”, <https://www.shizuoka.ac.jp/sess/>, 2020年2月25日最終閲覧

(2020年3月1日受付、2020年4月1日受理)