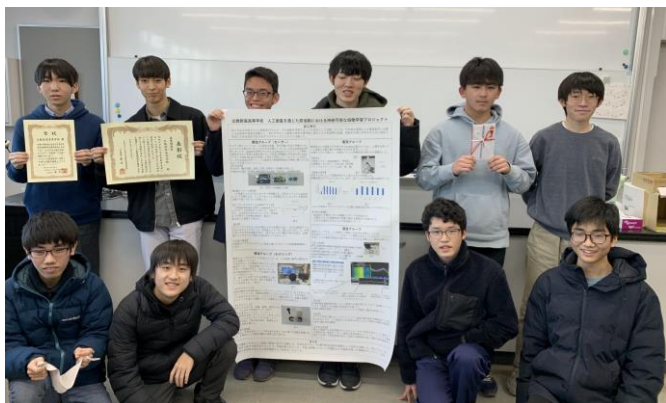


人工衛星を通じた部活動における持続可能な協働学習プロジェクト



実施担当者 立教新座高等学校
教諭 島野 誠大

1 はじめに

立教新座高等学校の文化系の部活動の一つである観測部では、2017年度に静岡大学教育学部の内山秀樹先生にいただいた超小型人工衛星に関する講義や実験 [1] などがきっかけで、生徒たちの人工衛星への興味関心が高まり、2018年度から「人工衛星を打ち上げよう！」という目標のもと生徒達の主体的な協働活動が進行している。これまで、STEAM 教育を意識して部員生徒全員に電子工作などの基礎技術を習得させるだけでなく、協働作業を円滑にするため各生徒に人工衛星を取り扱うために必要な専門家（データ処理、機体製作、センサー処理、全体計画立案といった担当者）になってもらうための班分けなどをし、人工衛星制作の疑似体験も兼ねた工夫を取り入れ活動をしてきたが、最近では、2019年から続く新型コロナウイルス感染症の影響で部活動の制限もあり、次の2つの課題から活動が停滞していた。：

- (1) 部員生徒の卒業にともない、生徒間での知識・技能の伝承が適切にできていない
- (2) 高度な活動（データ解析や設計シミュレーションなど）になると高性能な実験機材が必要になり発展的な活動ができない

そこで、本研究活動では、継続して充実した活動を行うために、生徒たちに知識・技能の伝承を意識させることと、基礎から発展的な活動まで行えるように必要な電子機器や 3D プリンタなどを購入し活動の幅を広げることにした。

2021年度もコロナ禍の影響で部活動に制限があったが、中谷医工計測技術振興財団からの助成のおかげで活動の幅が広がり、生徒たちの研究活動も少しずつ進展した。特に、2022年3月には日本天文学会第24回ジュニアセッションにて発表することもできた。これらの活動について、以下で報告する。

2 活動報告

2-1 知識・技能の伝承と協働作業を意識させた活動

2021年度は高校1年生が4名入部したため、この高校1年生に知識・技能を伝承することを、図1のような部内における成果報告会と年度末に行う部誌作成の場面で特に上級生に意識させた。特に、2週間に1回程度実施した成果報告会では、研究内容を分かりやすく伝えるということを意識づけることができたと考えている。積極的に質問をし、議論をするということまではできていない

が、今後もこの活動を継続することで、後輩への知識・技能の伝承を円滑にし、生徒たちの表現力やコミュニケーション能力の向上を図りたい。

2018年度に協働作業のために、無線班、プログラム班、機体設計班、データ処理班、総括班、ドローン班という班分けをしたが、知識・技能の伝承が上手くできなかったことや、部員数が少なくなったこと、さらに、生徒たちに当事者意識をもってもらうことも考え、生徒たちにとって活動のしやすい班分けを2021年度から新規に考えさせた。そして、①センサー班、②モデリング班、③電源班、④無線班の4つの班で活動させた。中谷医工計測技術振興財団からの助成のおかげで最も活動の幅が広がったのは、②モデリング班であり、生徒たちで自作した高性能PCと3Dプリンタで活動することができるようになった。

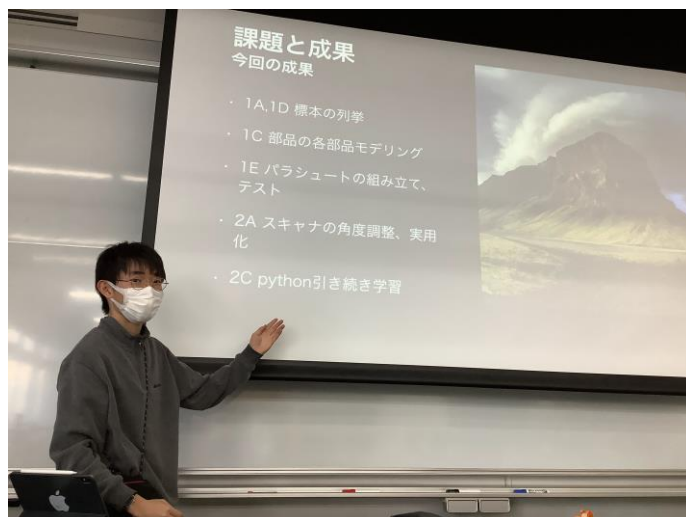


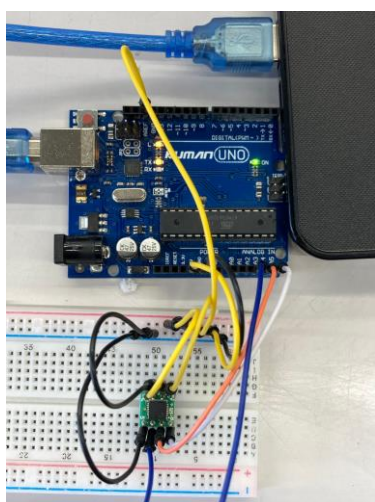
図1 成果報告会の様子

2-2 生徒たちの研究成果

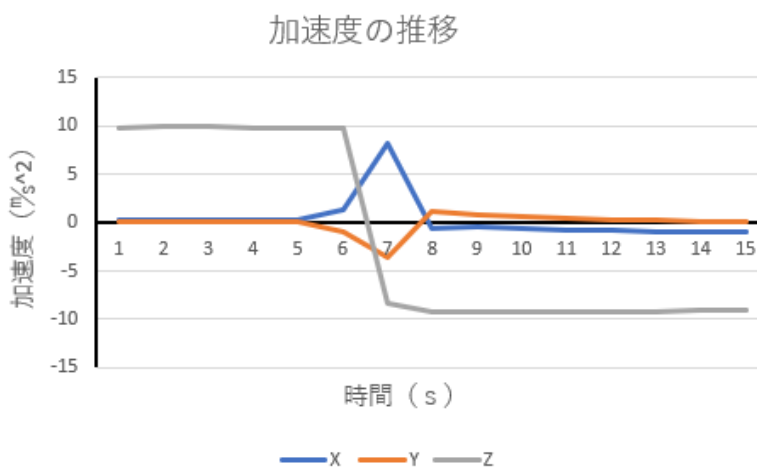
生徒たちは、「人工衛星に360度カメラを取り付け、リアルタイム配信をしたい!」という目標を掲げ、活動をした。電子工作、無線、3Dプリンタについて、生徒たちはまったくの素人であったが、書籍やインターネット上の情報をもとに知識・技能を得ていった。活動を進めていく中で、2021年度末までに、「ドローンにセンサーを載せ、無線通信によりセンサーから得たデータを解析する」ことを達成しようという狙いが定まった。この狙いに向けて、各班で次の研究成果を残した。

①センサー班

人工衛星の機体制御等、人工衛星に搭載するセンサーについて研究を進めた。2021年度は機体制御を意識し、加速度センサーのデータを無線でリアルタイム配信し、解析することを目標とした。



(a) Arduino とセンサーの接続



(b) 即時グラフ化した加速度

図2 センサー班の研究成果

図2のように、Arduinoを用いて有線で加速度センサーを動作させ、ExcelのData Streamerで即時グラフ化することができた。無線化については加速度センサーについてはできなかったが、LEDの点滅までは達成できた。

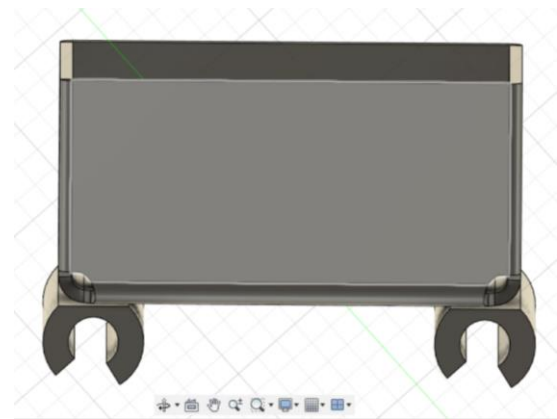
②モデリング班

人工衛星の機体開発を目指して研究を進めることにし、2021年度はドローンにセンサーを載せる際の土台（箱のようなもの）を、3Dプリンタで作成することを目標とした。

図3のように、XYZ printingのダヴィンチ 1.0 Proを生徒たちで自作したPCで動かし、土台の印刷まで達成することができた。次年度以降は、ドローンに土台を取り付けて動作確認するなど土台の更なる改良を目指す。



(a) 3D プリンタを扱う様子



(b) 3D モデリングした土台

図3 モデリング班の研究成果

③電源班

人工衛星に搭載する太陽光パネルの選定のための、太陽光パネルに関する各種データ測定を目標に活動した。

太陽光パネルの光源からの距離による発電量の違いと、白色、赤色、青色、黄色、緑色、ナトリウムランプの6種類の光源による発電量の違いを調べ、距離依存性の確認と図4のような結果を得た。ここから、ナトリウムランプの発電効率が高いことや、太陽光パネルの定格（本研究で使用したものは5V）に結果が依存することがわかった。

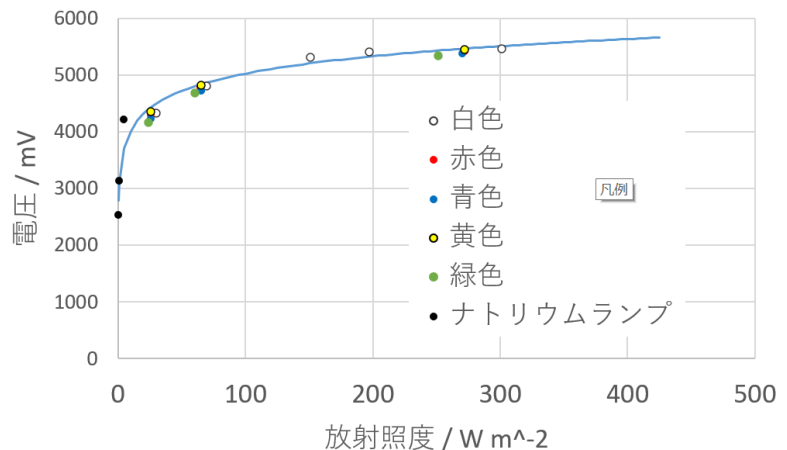


図4 電源班の研究成果

④無線班

人工衛星との電波の送受信するための研究を進めることにし、2021年度は、既存の人工衛星からの電波をPCで受信することを目標として活動した。

PCで電波を受信するために、アンテナ（本研究ではEmpireのEM-370Hを使用）、SDR無線機（本研究ではRTL-SDR.COMのDVB-T+DAB+FM+SDRを使用）、増幅器（本研究ではHYSのTC-

450U を使用)、受信用のソフトウェア (本研究では CubicSDR を使用) 等を用いた。また、HEAVENS ABOVE [2] という web サイトで電波を発する人工衛星を調べ、電波受信実験を行った。図 5 は人工衛星 NOAA 15 からの電波を受信したときの実験の様子である。

目標とした既存の人工衛星からの電波を PC で受信することに成功したため、次年度以降は Raspberry Pi を用いたリモート受信を計画している。

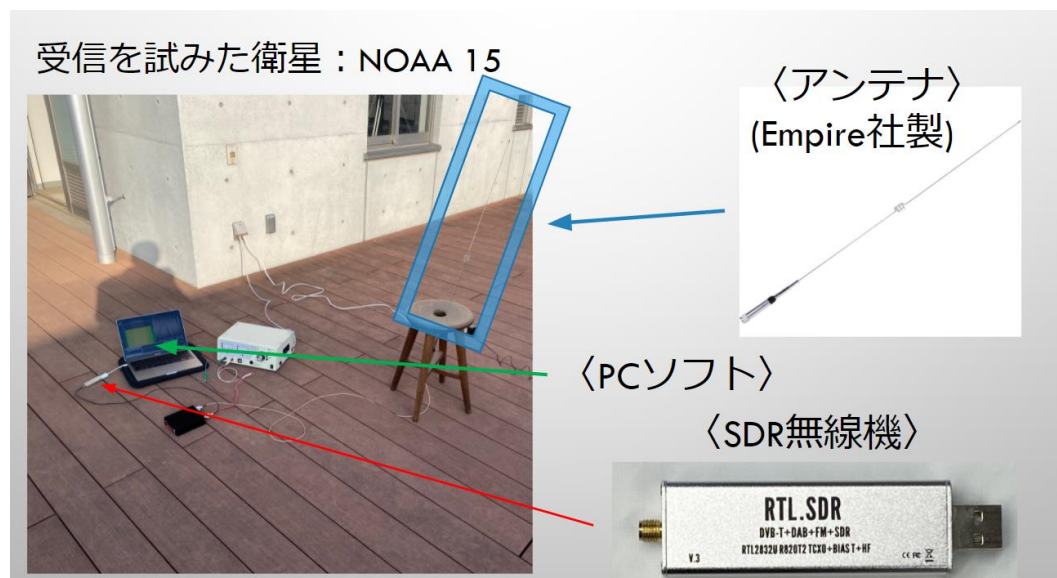


図 5 無線班の受信実験の様子

これら内容について、中谷医工計測技術振興財団の成果発表会と日本天文学会第 24 回ジュニアセッションにて発表をした。これら発表を通して、生徒たちの活動が大いに活性化したと感じている。なお、中谷医工計測技術振興財団の成果発表会では、はやぶさ 2 ミッションマネージャーの吉川真氏から来賓特別賞をいただいた。また、来賓特別賞がきっかけで日経サイエンス 4 月号にて活動内容を掲載していただいた。

3 まとめ

「人工衛星を打ち上げよう！」という目標のもと、2018 年度から立教新座高等学校の観測部で活動を進めてきたが、(1) 部員生徒の卒業にともない、生徒間での知識・技能の伝承が適切にできていない (2) 高度な活動になると高性能な実験機材が必要になり発展的な活動ができない、という課題を感じていた。知識・技能の伝承を生徒たちに強く意識させることと、助成金による機材の購入、さらに 12 月に実施された成果発表会や 3 月に実施された日本天文学会のジュニアセッションに向けた取り組みで生徒たちの活動は大いに活性化された。次年度以降も生徒たちの有意義な活動が継続できるよう、この仕組みを活かしていきたい。

謝 辞

本研究は、静岡大学教育学部の内山秀樹 講師からご助言をいただきました。また、公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団から助成をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 小林 尚輝, 内山 秀樹, 山本 仁, 神尾 誠也, 木下 拓史, 島野 誠大, 武井 大, 松山 福太郎, 内山 智幸, 内田 匡, 石代 晃司, 渡辺 謙仁, “高校物理のための人工衛星電波受信実験の教材化と実践”, 物理教育 68 巻 2 号, p.70 – 86, 2020 年.
- [2] HEAVENS ABOVE (2022 年 3 月 25 日参照 : <https://www.heavens-above.com/>)

以上