

「宇宙を教育に利用するためのワークショップ」(SEEC2020)
成果活用報告書提出票

2021年 4月23日 作成

所 属	岡山県立玉野高等学校
氏 名	藤田 学
添付書類	① 2020年 1月23日 山陽新聞 ② 2020年 3月27日 山陽新聞 ③ 2020年 3月29日 山陽新聞 ④ 2021年 2月17日 山陽新聞 ⑤ 2020誌上研究発表大会研究発表論文 応募原稿 ⑥ 岡山県高教研理解部会誌2020年 投稿原稿
備 考	添付書類①～④については、著作権の関係でアップロードしません。(宇宙教育センター追記)

1 SEEC参加によって得られた成果の授業への活用実績

SEECへの参加によって得られた成果は、次の①～④であると考えており、これまでに、のべ800名を超える生徒に対し、授業を通して得られた成果を活用できた。

① 幾度もリハーサルを重ね、内容を精選し、SEECで実施した実験やワークショップ

この成果の具体的な活用実績は、自身が実施した、スウィングテストによって、イカ型紙飛行機を用いた飛行の安定性を確認する実験である。本校1年生で履修する物理基礎の中の「物理学が拓く世界」の単元と関連させ、入学後2度目の授業で、4クラス142名に向けて実施した。紙飛行機を折り、その重心に紐を付けて回転させることによってピッチングの有無を確認し、機首にゼムクリップを付けて調節を行う内容に、最初は緊張気味であった生徒も、途中からは笑顔で実験に取り組むようになった。「The best airplane!」と私に向かって声をかけてくれる生徒もいて、多くの方の手によってワークショップの内容が非常に洗練され、そのため多くの人に喜んでもらえる内容になったことに喜びと自信を得ることができた。



紐付きイカ飛行機の安定性の確認

② 同じJAXA宇宙教育センターのセッションで他者が実施した実験やワークショップ

この成果の具体的な活用実績は、JAXA宇宙教育センターの方々がされた、地球観測衛星が観測し、数値化した画像データを色分けし、それが何かを考えるワークショップを実施したことである。選択科目の中の一つとして本校3年生が履修する科学と人間生活の中の「電磁波の性質とその利用」の単元と関連させ、9月に40名に向けて実施した。生徒は喜びながら塗り絵を行い、それが何を表しているのか、シートに書かれたスケールを元に、いろいろ推測していた。



地球観測衛星になってみよう

③ 自身が出席し、体験したワークショップやツアー、または他のSEEC参加者との交流から得られた実験や知識等

この成果の具体的な活用実績としては、次の2つを紹介する。まず一つ目は、1年生の物理基礎の最初の授業で行った、自身がスペースセンター・ヒューストンやジョンソン宇宙センターのツアーに参加した際に撮影した写真をもとに作成した宇宙クイズである。「物理学が拓く世界」と関連させ、生徒の興味関心を高めることを目的に、4月の最初の授業で1年生142名に向けて実施した。スペースシャトルやサターンV型ロケットの迫力ある写真に、多くの生徒が目を輝かせて、説明を聴いたり、クイズに挑戦してくれたりした。二つ目は、2019年にSEECに参加した小島章子先生から教えていただいた、紙を貼り合わせたハニカムの製作や、安全に着陸する着陸船を限られた材料で製作するタッチダウン・チャレンジ等の実験である。前者は、科学と人間生活選択者3年生40名に向けて10月に、後者は1年生物理基礎や2年生選択物理履修者計162名に向けて、落体の運動の単元と関連させて、9月に実施した。ハニカムの製作では、紙でできたハニカムが20kg以上の重量に耐えうる強靱な構造をしていることに驚き、また、タッチダウン・チャレンジでは、各自が工夫を凝らして、オリジナル着陸船の製作にいきいきと取り組んでいた。特にタッチダウン・チャレンジは、限られた材料の中で工夫を凝らすという点が、私自身がSEEC2020で参加したワークショップのエッグドロップとも内容が似ており、また、エッグドロップでは、使う材料一つ一つに価格が設定されており、如何に安価に高性能なものを作るかということを焦点の一つにしていたことと同様の発想から改良を重ねる点が興味深く感じ



タッチダウン・チャレンジ

られた。

④ これまでに実施してきた内容を宇宙と関連付けたり、SEECでの体験を刺激に新たに開発したりしたワークショップ

この成果の具体例のうち、これまでに実施してきたものを、新たに宇宙と関連付けて実施した内容が、飛ぶ種の模型作りと、チリメンモンスター探しである。前者は、「惑星に安全に着陸させるには」と題して、1年生物理基礎や2年生選択物理履修者162名に向けて、9月にタッチダウン・チャレンジを行う前の授業で実施した。後者は「地球特有の生物多様性を学ぼう」と題して、4月に科学と人間生活選択者3年生40名に向けて実施した。どちらの内容も、身近なことで宇宙と結びつきが得られることに、生徒は大きな興味関心を抱きながら実習に取り組んでいた。また、新たに開発したワークショップは、「宇宙をイメージしよう」と題した、宇宙をテーマにした紋切り遊びと、枯山水の模型づくりである。いずれも科学と人間生活選択者3年生40名に向けて、6月に「宇宙や地球の科学」の単元の中で実施した。特に枯山水の模型作りは、岡山県出身である重森三玲が京都の東福寺に作庭した、北斗七星をモチーフにした庭を紹介することによって、地域の偉人を紹介できたとともに、生徒が宇宙についての様々なイメージをふくらませることができた。



上：飛ぶ種子の模型づくり 下：枯山水

2 SEEC参加によって得られた成果の学会等への活用実績

① 岡山テックプランター2019でのポスター発表（2020年2月22日・中国銀行本店）

株式会社リバネスが主催する、ベンチャー起業支援のための発表会・岡山テックプランター2019に招かれ、SEECでの取り組みやSEECの様子を、100名を超える来場者に向けてポスター発表を行った。参加者数名が熱心に聞いてくれ、興味を持ってくれたようである。

② サイエンスアゴラでのオンライン発表（2020年11月22日）

JSTが主催する科学イベント・サイエンスアゴラでSEECの様子と、自身がSEECで実施した紙飛行機の安定性を調べるワークショップを実施した。リアルタイムでは十数名の視聴があり、これまでに、のべ200回を超える視聴があった。視聴してくれた方からは、好評価を得ることができた。現在も次のURLから動画の視聴が可能である。



岡山テックプランター2019

https://www.jst.go.jp/sis/scienceagora/2020/planning/planning_2214.html

③ SEEC2021でのオンライン発表（日本時間2021年2月7日）

Covid-19の流行によって、対面ではなくオンラインの開催になるかもしれないと考え、オンラインであればプレゼンテーションしたいと申し込んでいたところ、実際にオンラインでの開催となり、45分の枠でSEEC2021でもプレゼンテーションを実施できた。「Let's imagine the space」というタイトルのもと、日本の伝統的な遊びである「紋切り」の中でも土星紋や六曜紋など、宇宙と関連した紋切りをしながら、対象性についても学んでもらう内容とした。自身で英訳したプレゼンテーションをLLの授業の中で実践させてもらい、生徒の反応を見たり、ALTの先生からの指導を受けたりしながら、修正を重ねた。当日は90名を超える出席者に向けて予定通り実演を織り交ぜたワークショップを開催でき、参加者から



SEEC2021でのプレゼンテーション画面最終ページ

も好評価を得ることができた。

④ 第3回航空宇宙ビジネスフォーラム in 倉敷でのオンライン発表（2021年3月20日）

岡山県倉敷地区を中心に、宇宙産業を興すために開催されたオンライン会議の教育セッションに登壇し、僅かな時間ではあったが、自身のSEECでの体験や、その後の成果の活用について100名を超える参加者に向けて発表した。

3 SEEC参加によって得られた成果の教育関係書籍への投稿・掲載実績

① 令和2年度全国理科教育大会・第91回日本理化学協会総会・2020誌上研究発表大会第91巻第1号（2020年10月発行）

毎年夏に開催される全国理科教育大会であったが、今年度はCovid-19の流行によって誌上発表大会となる旨の連絡があったため、自身がSECC2020で実施したワークショップの内容を4ページにまとめ、掲載していただいた。また、次項でも紹介するYouTubeのURLをQRコードに変換し、こちらも掲載していただいた。

② 岡山県高等学校養育研究会理科部会誌（2021年4月発行）

毎年、岡山県高等学校教育研究会理科部会が編集する会誌に、SEEC参加に向けた、JAXA宇宙教育センター公募事業への応募から、SEECでワークショップを行い、帰国するまでの様子を綴った文章を投稿し、掲載された。次年度以降、岡山県の教員からSEECへの応募が一人でも増えればという思いのもと、拙い文章ではあるが、投稿させていただいた。

4 SEECに参加した他の教育関係者との交流実績

① SEEC2019参加者との交流

SEEC2019に参加された新潟県柏崎市立比角小学校の小島章子先生と、事前研修会で知り合い、その後、Facebookを通じて交流を深めた。SEEC2020に参加中も有意義なアドバイスをいただいた。SEEC2020参加後もFacebookだけでなく、ZOOMで連絡を取り合い、教材やSDGs、書籍などについて、現在も情報交換や情報共有を行っている。SEEC2021に向けても、ZOOMで互いの発表の事前練習を行った。

② SEEC2020参加者との交流

SEEC2020で知り合った海外の教育者とは、今もFacebookを通して情報交換や情報共有を行っている。また、FacebookのSEECグループにも登録し、拙い英語の文章ではあるが、成果を発表している。さらに、ともに渡米したJAXA宇宙教育センター主事・古賀友輔氏とは参加後も連絡を取り、人権教育や宇宙教育、SDGs教育の一環として宇宙方舟ワークショップである「理想の惑星を求めて」のオンラインでのファシリテートを依頼した。

③ SEEC2021参加者との交流

SEEC2021においてJAXAセッションに登壇される、大阪府立生野高等学校の宝田卓男先生と、成蹊中学・高等学校の楊彬先生とは、SEEC2021に向けた事前研修会で知り合い、その後も主にFacebookを通じて交流を重ねている。特に楊先生が考案された小型ソーラー電力セイル実証機IKAROSの展開模型は、自身が指導している公民館での実験講座で利用させていただいた。

5 その他SEEC参加によって得られた成果の教育現場への活用実績

① NPO法人ポケットサポートと連携した動画配信

病気で学校に通えない子どもたちに教育の機会を提供するNPO法人ポケットサポートと連携し、SEECの様子を紹介したり、宇宙に関するクイズを作り、自身が出演し動画配信を行った。また紙飛行機の安定性や、紋切り、飛ぶ種の模型作りなどの実験動画も配信した。

- 宇宙の不思議クイズ <https://www.youtube.com/watch?v=AwgHw5kMiik>
- イカ紙飛行機づくり <https://www.youtube.com/watch?v=Q6KlocuIm8I>
- 惑星・星座クイズ <https://www.youtube.com/watch?v=blVZ6KwRaR4&t=246s>
- 紋切りで七夕かざり <https://www.youtube.com/watch?v=qivCVhQQ6SA>
- 飛ぶ種子の模型作り <https://www.youtube.com/watch?v=3JkasVxc5Nw>

② 福武教育文化振興財団の活動助成による宇宙をテーマとした実験講座

SEECから帰国後、その成果を広く普及したいと考え、福武教育文化振興財団に助成を依頼し、玉野高校や地域の公民館、小学校を会場に宇宙をテーマとする実験講座を開催した。多

くの小学生や保護者が参加してくれて、宇宙の持つ不思議さや魅力について、ともに学ぶ機会を持つことができた。

○ 玉野高校を会場とした実験講座

SEEC報告と紙飛行機の安定性に関する実験（2020年8月10日 親子8名参加）

ペットボトルロケット製作講座（2020年8月15日 親子40名参加）

飛ぶ種子の模型作り（2020年8月16日 親子19名参加）

○ 岡山市立藤田公民館を会場とした宇宙実験講座

宇宙クイズと紙飛行機の安定性（2020年7月18日 小学生11名参加）

人工衛星のことを知ろう（2020年8月22日 小学生9名参加）

スポイトロケットを飛ばしてみよう（2020年9月19日 小学生15名参加）

タッチダウンチャレンジ（2020年10月31日 小学生9名参加）

宇宙のマークを探してみよう（紋切り遊び）（2020年11月21日 小学生3名参加）

ハニカム構造を作ろう（2020年12月26日 小学生5名参加）

磁石でスイング・バイ（2021年2月13日 小学生8名参加）

草木染で宇宙を表現しよう（2021年3月28日 小学生12名参加）

○ 岡山市立福浜公民館を会場とした宇宙実験講座

宇宙クイズと紙飛行機の安定性（2020年8月23日 小学生16名参加）

人工衛星のことを知ろう（2020年9月13日 小学生18名参加）

タッチダウンチャレンジ（2020年10月25日 小学生19名参加）

宇宙のマークを探してみよう（紋切り遊び）（2020年12月23日 小学生20名参加）

ハニカム構造を作ろう（2021年1月31日 小学生22名参加）

○ 玉野市立中央公民館での実験教室（各回とも同じメンバー19名が参加登録）

宇宙クイズと紙飛行機の安定性（2020年6月7日）

人工衛星のことを知ろう（2020年7月5日）

飛ぶ種子の模型作りとタッチダウンチャレンジ（2020年9月6日）

ハニカム構造を作ろう（2020年10月4日）

紙筒ロケット（2020年11月1日）

磁石を使ったスイングバイ（2020年1月10日）

IKAROSの展開模型作り（2021年2月7日）

○ 玉野市立築港小学校こども楽級の開閉級式実験教室（各回小学生10名参加）

飛ぶ種子の模型作り（2020年9月23日）

タッチダウンチャレンジ（2021年2月17日）

③ 中谷医工計測技術振興財団研究助成によるロケット研究

玉野高校では、これまでに地域の中高生とともにモデルロケットの開発を中心とした研究活動に取り組んできた。2020年度も、中谷医工計測技術振興財団による研究助成のもと開発に取り組んだが、その一環として、新たなメンバーを増やすことや、中学生にモデルロケット開発や宇宙に興味を持つきっかけになってほしいという目的のもと、2020年10月24日に開催された玉野高校秋季オープンスクールにおいて、36名の中学生に向けてSEECの様子の紹介や、スポイトロケットの製作を行った。

④ 岡山県環境保護センターでの自然観察教室

岡山県自然保護センターで開催される自然観察教室においても、SEECの成果を踏まえ、宇宙という視点からも自然観察に取り組んでほしいと考え、チリメンモンスター観察会（2020年6月23日 小学生6名参加）や、飛ぶ種子の模型づくり&タッチダウン・チャレンジ（2020年11月22日 小学生12名参加）でSEECの様子を紹介した。



玉野高校でのペットボトルロケット製作講座



ハニカム構造を作ろう



チリメンモンスター観察会

⑤ 地域へ向けたSEEC成果報告会

以前勤務していた高校が位置する、岡山県備前市の団体から、SEECの紹介や実験をしてほしいという依頼があり、2020年8月30日に小学生から大人まで約20名に向けて、スペースセンター・ヒューストンの紹介や、紙飛行機の安定性を調べる実験を行った。



備前市でのSEEC成果報告会

紐付き紙飛行機で学ぶ飛行の安定性について －第 26 回 SEEC 派遣プログラムに参加して－



藤田 学

岡山県立玉野高等学校

【要約】2020年2月にJAXAの派遣事業によってヒューストンで開催されたSEECに参加し、海外の教育者約60名に向けてワークショップを行った。紙飛行機の重心に紐や糸を付け、頭上で回す「スウィングテスト」を行うことにより、試験飛行を行う前にピッチングの有無を調べ、紙飛行機の安定性を確認できるという内容である。重心の求め方や剛体のつりあい、円運動等、物理で学習する内容とも密接に関連した内容であり、参加者から高い評価を得ることができた。

【キーワード】SEEC JAXA ヒューストン 紙飛行機 宇宙

1 はじめに

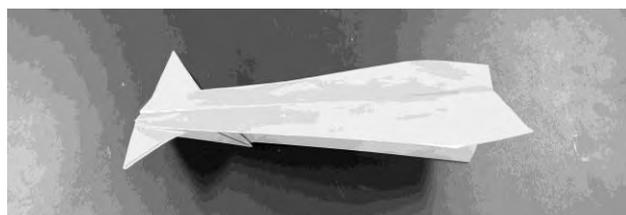
今年、私がJAXA派遣事業で参加したSEEC (Space Exploration Educators Conference) は、宇宙を教育に利用する活動を実践している教育者が、ワークショップを中心としたセッションによって自らの実践内容を発表したり、他の教育者のセッションに参加して新たな内容を学んだりする国際会議である。今年で26回目を数え、アメリカを中心に世界中から数百名の教育者が参加する、教育者の熱い思いが詰まった国際会議である。会場はスペースセンターヒューストン、NASAの施設であるジョンソンスペースセンターの公式ビジターセンターであり、宇宙に関する様々な展示やアトラクションが設置されている。SEECのプログラムには、参加者によるセッションだけでなく、会場の特性を生かして、様々な訓練施設や、サターンV型をはじめとしたロケットの見学等もあり、特に、アポロ11号の月面着陸で使われたミッションコントロールセンターや、水中で宇宙飛行士が訓練を行うNBL (Neural Buoyancy Laboratory) のプールサイド等の見学ツアーは人気が高かった。

私がSEECへの派遣事業に参加できたきっかけは、JAXA宇宙教育センターが募集する「宇宙を教育に利用するためのワークショップ発表者募集」のリーフレットを見て、日頃学校で行っている実験を宇宙と関連させて再構成してみたいと考えたことであり、初めて応募した内容が幸運にも発表者として選ばれたことによる。実際SEECでは、JAXA宇宙教育センターのセッション90分のうち、私は後

半45分を任せられ、それぞれ約30名の参加者に対し、SEEC開催期間内に2度のワークショップを行った。セッション前半では、JAXA宇宙教育センターのスタッフによる教育活動の紹介や、地球探査衛星から観測した結果をもとにしたワークショップが行われた[1]。

2 ワークショップの内容

私が行ったワークショップは、「紐付き紙飛行機を用いて飛行の安定性について学ぶ」(Learning about the flight stability with a tethered paper plane) である。日本の伝統的な紙飛行機の一つである「イカ飛行機」(図1)は主翼の前に、通称イカのみみと呼



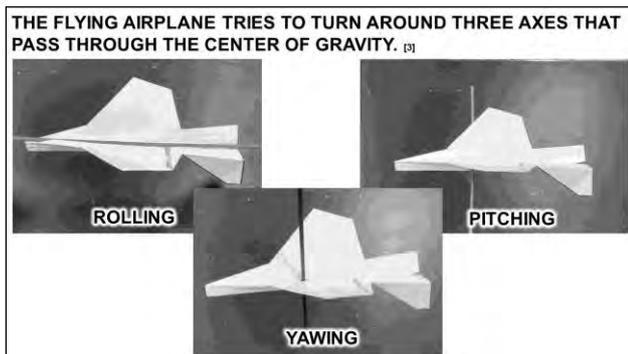
(図1) イカ飛行機

ばれる補助翼であるカナード翼を持つ、非常に独特な形状をした紙飛行機であり、紙飛行機を紹介した様々な媒体で取り上げられている。この飛行機の欠点は、カナード翼が大きく、また機首が軽いため、揚力が重心よりも機首側にはたらし、飛行させると速さが遅くなるにつれて、機首が段々上を向くようになり、やがて失速してしまう点である。紙飛行機作家の戸田[2]は、カナード翼を小さくすることによって、その欠点を改良する折り方を示しており、非常に安定して飛ぶことが実証されている。私は折り方をそのままにして、重心の位置を変化させることで、安定して飛

ばす方法を探すことはできないかと考え、次のような6つのミッションからなるワークショップを実施した。

ミッション① 飛行の安定性について学ぼう

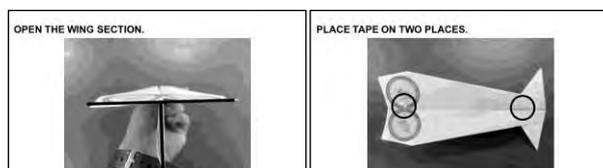
飛行機は重心を通る3つの軸の周りに回転しようとする性質があり、それぞれローリング、ヨーイング、ピッチングという名称があること、ローリングとヨーイングは左右対称に紙飛行機を折ることで防ぐことができるが、ピッチングは揚力のはたらく揚力中心と重心との位置関係によってその有無が決まるということを説明した(図2)[3]。



(図2) ローリング、ヨーイング、ピッチングの説明

ミッション② イカ飛行機を作ろう

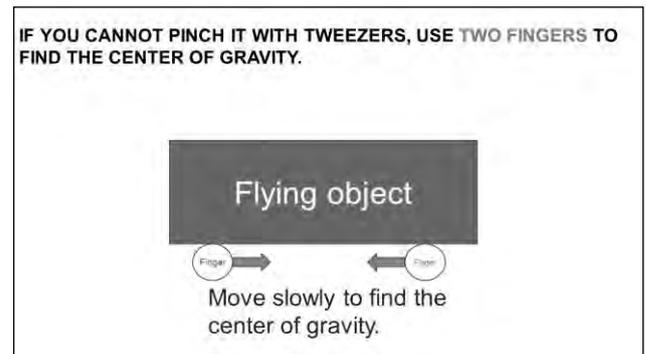
参加者に折り方が伝わりやすいように、裏表で異なる模様を印刷した紙を用いて折り方を説明した。今回、日本から持参した紙はA4版であったが、アメリカではレターサイズが一般的であり、実際に作って確認してみたところレターサイズでも同様の結果が得られたので、レターサイズでもOKという説明を加えた。また、なぜイカ飛行機なのかという理由として、先述のカナード翼や機首の軽さによって調整の必要な紙飛行機であるという点に加えて、日本人は世界一イカを食べる国民といわれていて、一人あたり年間で約1.3kgのイカを食べるということを紹介したいと考えたからである[4]。できあがったイカ飛行機は後ろ側から見て、Tの形になるように開くことや、飛行機の中心に2カ所セロハンテープを留めて、紐をつけて回しても飛行機が開くことなくT型を保つようにした(図3)。



(図3) 完成したイカ飛行機

ミッション③ 重心を探そう

重心の位置に紐をつけてスウィングテストを行うため、重心を探す方法を2種類説明した。1つめは開いたピンセットの両端にイカ飛行機の両翼を乗せてバランスがとれる位置を探す方法である。2つめは間隔をあけた両手の人差し指の上に、片方の人差し指には飛行機の機首側を、もう片方の人差し指には尾部側を乗せ、中央に向かって人差し指をゆっくり動かし、両手の人差し指が出会うところが重心であるとする方法である(図4)。SEEC



(図4) 両手の人差し指で重心を探す方法

ではピンセットを使う方法を用いたが、帰国後、公民館や学校で児童生徒を対称に行うときは、人差し指の上に乗せる方法で重心を探すようにした。ピンセットの準備がいらぬことや、人差し指の方法を使えば、ホウキのようなものの重心を探ることができ、玩具のヤジロベエについて説明できるためである。

ミッション④ スウィングテストをしよう

玉野高校で研究している火薬を使って打上げるモデルロケットの安定性をテストする方法の一つがスウィングテストであり、ロケットの重心に紐を付けて頭上で回すテストである(図5)。機首を先頭にして回転すれば、

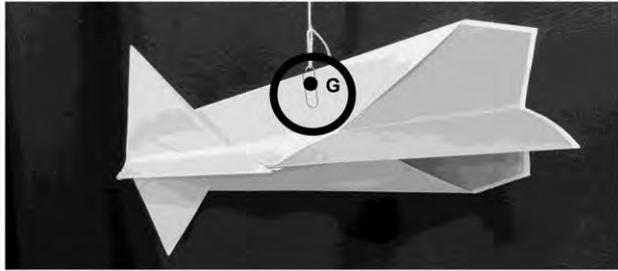


(図5) モデルロケットのスウィングテスト

ロケットは安定して打ち上がるが、後部を前にして回転すると、実際には打上げ途中で逆さになり非常に危険な飛行となる。自分が作

成したロケットが安定して打ち上がるかどうか、実際に火薬を用いて打上げなくてもその安定性が調べられる方法である。ここでは、イカ飛行機の重心の位置の翼端に紐を付けて（図6）（図7）、回す速さを速くしたり遅く

ATTACH A CLIP WITH TETHER TO THE END OF THE WING WHERE THE CENTER OF GRAVITY IS LOCATED.



（図6） 重心の翼端に取り付けた紐

CHANGING THE SPEED, CHECK IF YOUR PLANE FLIES STABLY.



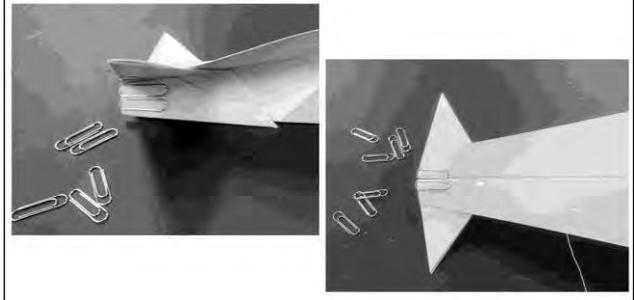
（図7） イカ飛行機のスウィングテスト

したりしながら、イカ飛行機の飛行姿勢を確認し、ピッチングが起こっているかどうかを確認することを目的に行う。機首が上に上がるようであれば重心よりも揚力中心が前にあり、失速する可能性がある。一方、機首が下がって飛行すれば重心よりも揚力中心が後ろにあるため、斜め下に墜落する可能性がある。このテストでは、どんな速さでも飛行姿勢がほぼ水平になるのが理想的である。このイカ飛行機は、速く回しているときは水平な飛行姿勢を保つが、回転する速さが遅くなるに従い、機首が上を向いた飛行姿勢をとるようになる。このことから、最初は真っ直ぐ飛ぶが、途中から機首が上を向き、上に飛んだあと失速することが予測される。実際に紐を外し、飛ばしてみるとこの予測と同様の結果が得られたことに、参加者はテストの意味や結果の正しさについて納得していた。

ミッション⑤ 調整しよう

揚力中心の位置が決まっているため、重心の位置を機首側に寄せるよう、機首にゼムクリップを付けて調整した（図8）。そして、

LET'S CHANGE THE POSITION OF THE CENTER OF GRAVITY USING PAPER CLIPS.



（図8） ゼムクリップによる調整

クリップの数を増やしながら、スウィングテストを重ね、遅く回しても飛行姿勢が水平になるクリップの数を調べてもらった。厳密にはクリップの数を増加させる度に、重心の位置が変わるので、その度ごとに重心を探し、紐を付ける位置もそれに合わせて変更しなければいけないが、紐の位置を変えなくても、今回は得られる結果がほぼ同じになるため、紐を元の重心の位置から変化させずに行った。実際、安定して飛行するために必要なクリップは4~6個であった。

ミッション⑥ 飛ばしてみよう

スウィングテストによって安定して飛ぶことが分かってから、紐を外し、手で投げて飛ばしてもらった。飛ばすときには、飛行機の前の方を持ち、真っ直ぐ前に押し出すような感じで投げるのが良いと伝えた。紙飛行機を飛ばすことは誰もが楽しく感じるようであり、また、このワークショップでは、作ってすぐに飛ばしたいところを、テストや調整のため我慢してもらっていたこともあるため、皆、嬉しそうに何度も飛ばしていた（図9）。



（図9） テスト飛行

ワークショップの残りの時間は、宿題として、いろいろな飛行体を作り、スウィングテストによってその安定性を確認してもらうよう伝えた。さらに今日の復習として飛行機が重心を通る3つの軸の周りに回転しようとし

ていることや、紙飛行機でスウィングテストを行うことにより、飛ばさなくともピッチングの有無を調べることができるということを伝え、ワークショップは終了した。

3 結果

JAXA チームのセッションに参加してくれた世界中の教育者からは、JAXA 宇宙教育センターのスタッフの方々が行ったワークショップとともに、イカ飛行機のワークショップに対しても高い評価を得ることができた。SEEC の参加者の間では Facebook が SNS の主流であったが、JAXA チームのセッションが終了するや否や、SEEC 参加者によるグループページに、イカ飛行機の写真とともに「JAXA Education session was great!」という書き込みがあったり、SEEC 終了後に自分の学校に帰ってから、すぐに子どもたちとイカ飛行機を作って、スウィングテストをしている様子をアップロードしてくれたりしていた。それらの様子を見ると、自分自身のワークショップが世界の教育者に受け入れられているという大きな自信を得ることができた。また、コスタリカから参加した教育者からは、「他のセッションは、ワークショップのために、3D プリンタやレゴなど、様々な機械や道具を持ち込んでいるが、JAXA チームは、2 枚の紙だけでエキサイティングなセッションを行った」（JAXA 宇宙教育センターのワークショップも 1 枚の紙に色を塗って画像を作るものであった）という、まさにこちらの思いの的を射たコメントをもらうことができた。

日本に帰国後は、SEEC で得られた経験や他のセッションの内容、スペースセンターヒューストン、ジョンソンスペースセンターの施設の紹介、そして自分自身が行ったワークショップの内容も含めて、学校での授業をはじめ、NPO 法人と連携した YouTube での配信、学校や公民館を会場に、児童生徒や保護者に向けた講座の開講等により普及に努めている。また、JST が主催するサイエンスアゴラへ、今年はオンラインでの参加が採択されたため、SEEC への参加によって得られた様々な成果を発表する予定である。

4 まとめと今後の課題

今回行った、イカ飛行機のワークショップ

の内容については、JAXA 宇宙教育センターの多くのスタッフや、派遣事業の審査員の方々と検討を重ね、時間をかけて何度も練り直し完成させることができた。当初、問題であったイカ飛行機と宇宙の関連については、ワークショップの最初に、「スペースシャトルには翼が付いており、本来翼は宇宙空間では必要ないが、スペースシャトルは何度も宇宙との間を往復しなければならないので、大気中を安定して飛ぶために翼が必要である。では翼が付いていたら全て安定して大気中を飛行できるだろうか？」という問いかけから始めることによって関連付けることにした。こちらも何度も練り直した結果の関連付けであったため、スムーズに受け入れられた。

時間的な制約があつて難しいことではあるが、各個人が計画した一つの授業を、多くの時間と多くの人の手をかけて、良い物にすることができれば、一生使える宝物を手に入れることができると今回の体験を通じて感じた。そして、時間はかかるが、一つずつその宝物を増やすことができれば、充実した授業を展開できるのではないかと感じた。

今回私が参加した JAXA による派遣事業は保育園、幼稚園、小中高等学校すべての先生に応募する権利があるため、是非、多くの先生方に応募してもらい、自分の中の宝物を増やして欲しいと思う。SEEC に参加する教育者達は皆温かく、閉会後の合い言葉は「See you next year!」であった。この派遣事業に参加できる権利は一度きりであるため、次は是非自力で SEEC に参加し、再び世界中の教育者と交流を深めたいと強く考えている。

5 文献

- [1] Become the Eye of Earth Observation Satellite!! - Earth Observation Coloring
<http://edu.jaxa.jp/en/materialDB/contents/detail/#/id=50001>
- [2] 戸田拓夫 「おりがみヒコーキの HP」
<http://www.oriplane.com/ja/folding.html>
- [3] 小林昭夫 「紙飛行機で知る飛行の原理」
講談社（1988 年）
- [4] 農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/heya/kodomo_sodan/0312/02.html

第 26 回 SEEC 派遣プログラムに参加して

岡山県立玉野高等学校 藤 田 学

1 はじめに

2020年2月6日から8日まで、NASA ジョンソン・スペース・センターの公式ビジターセンターであるスペースセンター・ヒューストンで開催された SEEC (Space Exploration Educators Conference ; 宇宙を教育に利用する教育者による国際会議) に、JAXA 宇宙教育センターによる派遣プログラムで参加したことを記録するとともに、是非、このプログラムに、多くの岡山県理科教員が参加して欲しいという思いのもと、参加までの経緯や現地での様子について執筆させていただこうと思う。

2 応募から参加決定まで

このプログラムに応募したきっかけは、2019年6月に、岡山県総合教育センター主導のもと、岡山県生涯学習センターで開催された、JAXA 宇宙教育センターによる教員研修に参加したことによる。この年、長女が11月に、自身の通う高校のプログラムで渡米し、NASA の研究員に自ら取り組んできた研究を発表することになっており、父としても羨ましく、また負けたくないという思いが根底にあったと記憶している。応募の締め切りは8月下旬であり、それまでに、約45分間の宇宙を教育に活用するワークショップを考え、スライドを作ったり、応募理由や計画を記入する申込書や履歴書を書いたりした。当初は、長女が研究し、作成した熱音響現象の一つである鳴釜の装置を用い(写真1)、無重量空間では熱による対流が起らないため、鳴釜が鳴らないのではと仮説を立て、実際に装置を自由落下させ無重量状態にすることによって、その瞬間、音が

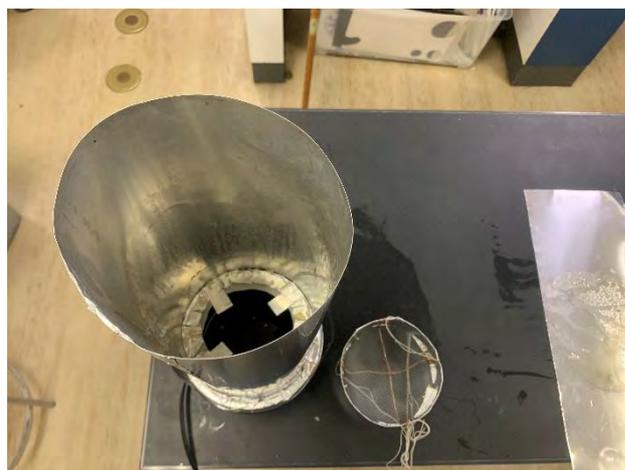


写真1 長女が制作した鳴釜実験装置

途切れることを実証する「宇宙で吉凶を占うには？」というワークショップを考え、応募した。装置も小型の電気鍋を使ってより小型化し、旅行用スーツケースに収まるようにしようと計画した。私自身、非常に面白い内容だと思い、ワクワクしながら発表資料や申込書を作り、締め切り一週間ほど前に応募を完了させた。しかし、実験には熱湯を使う必要があるため、アメリカで実演するとなった際の危険性への危惧が、日増しに膨らんでいった。その危惧を抱きながら、玉野高校生や長女と、10月に行われる全国大会に向けてモデルロケットを製作していた際、そのロケットの安定性を調べる時に行う、ロケットの重心に紐を付け、頭上で回転させる「スウィングテスト」によって、ロケットの飛行の安定性を確認できることから、紙飛行機の安定性も確認できるのではないかということをついした。そして、飛行自体が不安定であるものの、現在においても、よく飛ぶ紙飛行機と紹介されている、伝承的な紙飛行



写真2 イカ飛行機

機である「イカ飛行機」(写真2)でスウィングテストを行って見たところ、このテストによって、重心を中心に紙飛行機の機首が上下に回転するピッチングの有無を調べることができるということが分かった。玉野市には魚市場があり、毎朝新鮮なイカが売られていることとも合わせて地域の特徴として紹介できると考え、2つめのワークショップ用資料や申込書を急遽作成し、応募した。参加決定の通知は、学校祭の迫る9月上旬の電話であり、放課後に学校祭の準備でバタバタした中、「どちらの案が採用されましたか？」と尋ねた。私自身は鳴釜の方が採用されていて欲しいと願っていたが、残念ながらスウィングテストの方が採用された。理由はやはり危険性を極力排除しなければいけないためであると伝えられた。発表内容は必ずしも希望通りとはいかなかったものの、我が家では長女に次ぐアメリカ行きが決定したことに、興奮を覚えた。

3 JAXA 宇宙教育センターでの研修

神奈川県相模原市にあるJAXA宇宙科学研究所(写真3)内にある宇宙教育センターでの研修(事前調整会)は2度行われた。1回目は9月下旬に、日本語でのワークショップを、2回目は12月下旬に英語でのワークショップを、本派遣事業の審査員の先生方や、JAXAのスタッフの方々に向けて行った。本事業への応募資格は、保育園、幼稚園、小中高校の保育士や教員であると募集要項には書かれており、また、2名の派遣を予定と書かれていたため、もう一人の先生と出会えることも大きな楽しみで



写真3 JAXA 宇宙科学研究所敷地内

あった。しかし、教員の参加は私一人であり、アメリカへは、JAXA宇宙教育センターのスタッフの方々とともにいくことになった。私一人のために、とても親切かつ丁寧に、いろいろ教えていただけて、寧ろ良かったと思えた。審査員の先生方の前でのワークショップは、さすがに緊張したが、皆さん楽しそうに実験していただけたことに安堵した。その後の反省会でも、より良いワークショップにしようという観点のもと、宇宙教育との関連性や、進め方に多くの提案をいただき、まだまだ改善すべき点が多々あることや、改善すべき方向性を認識できた。その後は、みんなで外の店に行き、昼食を取りながら、互いの理解を深められたことも、ほのぼのとした印象を得ることができた。昼食後は、昨年度本事業でSEECに参加された先生からの体験談や準備物などについて教えていただいたり、午前の実演で出てきた問題点の整理などを行ったりして、1回目の事前調整会は終了した。英訳作業をJAXAから外部に発注するため、10月いっぱい日本語版プレゼンテーションを完成させなければいけないことから、岡山に帰ってきてからは、授業を使って、生徒に向けたワークショップを行い、改良を加えた。12月のはじめにはJAXAから英訳されたプレゼンテーションが送付され、それをもとに、12月、2度目の事前研修会では英語でのワークショップを、9月と同じ審査委員の先生方に向けて行った。英語は苦手であるため、アクセントや発音を紙に書き、日本語で行った1

回目以上の緊張感を抱きながらワークショップを行った。私自身の枠は45分であり、SEECのセッションは90分枠であるため、最初の45分間はJAXA宇宙教育センターの活動の説明や、地球観測衛星の観測結果を利用した塗り絵のワークショップを行ってくれた。必ずしも、発表者の全員が英語での説明が流暢ではなかったことに安堵を覚えた。この反省会においても、最も不安であった英語のことはほとんど触れられず、やはり内容や進め方への改良案が数多く出され、今度は、進め方やスライドの改良を、自分自身が英語で行わなければいけないことに、大きな不安を感じた。このままで2月に渡米することは厳しいと考え、翻訳アプリでスライドの文章や口頭での説明を改善しながら、また、高校のALTの先生に相談しながら、完成に近づけていった。渡米2週間前の1月中旬にはLLの授業において、英語やALTの先生方からアドバイスを受けながら、生徒に向けたワークショップも開かせてもらった。渡米後はSEECの前に現地の小学校や中学校で、児童生徒を対象にワークショップを開催することになるかもしれないため、その場合用のスライド等も準備して欲しいと言われており、紙飛行機が安定して飛ぶようになるまでの、各作業を一つずつのミッションとし、そのミッションがクリアできたら、次のミッションに進むというように改良したことが、実際に教育者に向けてワークショップを実施するときも分かりやすく良かったと考えている。ALTの先生からは、「原稿ばかりを見るのではなく、一つの記事を読んだら、みんなの顔を見れば良い」、というアドバイスをいただいたが、何とかそれができるようになったと感じたのは、SEECで2回目のワークショップを行ったときである。

4 渡米後

ヒューストンへは、成田空港からユナイテッド航空での直行便で向かった。ヒューストンにあるジョージ・ブッシュ・インターコンチネ

ンタル空港はユナイテッド航空のハブ空港であるため、ユナイテッドと全日空の直行便が乗り入れている。2月2日の16時頃に成田空港を出発し、ヒューストンには、2月2日14時頃に到着した。JAXA宇宙教育センターの方が運転するレンタカーに乗り、1時間程度フリーウェイを走ると、ヒューストンのダウンタウンを抜け、スペースセンター・ヒューストンやJAXAの現地事務所のある閑静な郊外に到着した。その日は、この期間宿泊する宿にチェックインをしたり、JAXA現地事務所に行き、日本から予め送ってくれていたワークショップに必要な材料や道具の有無を確認したりした。近所のレストランでの夕食後は、マーケットに行き、食べ物や飲料水などを購入した。現地2日目は、JAXA現地事務所、駐在するJAXAスタッフの方々に向けてワークショップの練習を行い、細かい部分の確認や修正などを行った。9月以降、自分自身が考え、多くの方からいただいたアドバイスをもとに改良を重ねたワークショップではあったが、所詮紙飛行機であり、本当に世界の、しかも宇宙を教育に利用する、科学教育の最先端と深く関わった教育者たちに喜んでもらえるのか、常に不安を抱き続けたが、この日の現地スタッフの方々も喜んでワークショップに参加していただいている様子を見て、安心するとともに、多くの方に手をかけていただいた分、素敵な、そして誰に見せても恥じない内容のものができあがったことを強く実感した。この日の午後からは、再びワークショップに向けた準備を行い、夜は現地事務所の方々と、美味しいステーキを食した。3日目は、午前中、これまでと同様に、現地事務所準備をした後、まずロビンソン・エレメンタリー・スクールを訪問した(写真4)。今回は児童に向けたワークショップは行えなかったものの、校長による案内で、教員に大きな裁量権が与えられていることに驚くとともに、多くの子ども達が楽しそうに生活していることに、幸せな気持ちとなった。その後、翌日からいよいよ



写真4 ロビンソン・エレメンタリー・スクール



写真5 スペースセンター・ヒューストン

始まる SEEC へのチェックインを行い、会場のスペースセンター・ヒューストンにある、宇宙と関連した様々な展示物を見学したり（写真5）、ショップでお土産物を見たり、また会場となる部屋の様子も確認したりした。その後は、少しでも英語になれて欲しいという JAXA 宇宙教育センター室長の計らいにより、現地の方のホームパーティーに招待された。アメリカ

のドラマでしか見たことのない、大きな住宅や、料理の並ぶホームパーティーに、楽しいと思いつつも、ほとんど英語で話すことのできない自分を思い、翌日からの SEEC に少し不安が芽生えた。

5 SEEC への参加

SEEC の1日目は、8時からの初心者向けセッションと、その後のオープニングセッションからスタートした。JAXA チームによるセッションは10時のスタートであり、予定通り、JAXA 宇宙教育センタースタッフによるワークショップからセッションが始まった。参加者同士が会話しながら和気藹々とワークショップは進み、その後、私のワークショップがスタートした。途中、無我夢中ではあったものの、参加者の、楽しみながらこちらの進行に従って、一つ一つのミッションをクリアしていってくれる様子を見ながら、多くの方が興味深く取り組んでくれていることに、大きな充実感と、日頃、日本の学校で行っている教育活動が、世界に通用するという誇りを実感できた（写真6-8）。参加者は、私自身が説明用に作りかけていた紙飛行機が欲しいから持って帰っても良いかと言ってくれたり、SNSに「JAXA Session was Great!」とすぐ書き込んでくれたりと、終了後の参加者の反応からも、強い手応えを感じることができた。航空工学の専門家からは、「何度もテストを重ねることの重要性を明確に示してくれた」というコメントももらうことができた。最終日の10時から、再び行ったセッションも大好評であり、その日の昼食中には、「多くの教育者が STEAM 教育と関連させた最先端の機材を持ち込んでいるにも関わらず、日本人は、地球観測衛星の塗り絵と、紙飛行機の僅か2枚の紙だけで、とてもエキサイティングなセッションを行った」という評価をいただくことができた。

自分たちのワークショップの時間以外には、他の教育者が行うワークショップにも参加した。私自身、ワークショップでの実験は個々



写真 6-8 ワークショップの様子

に行くことを想定しがちであるが、SEECでは、グループで議論しながら、一つのものを作り上げることが多いこと、また、材料一つ一つに価格が設定されており、如何に少ない予算の中で、目標に近い性能のものを作ることができるかという点に重点をおいてワークショップを進める点も興味深く感じた点である。ワークショップ以外にも、ジョンソン・スペース・センターの中にある、宇宙飛行士が訓練を行う巨大なプールである NBL (Neutral Buoyancy



写真 9 NBL プールサイド



写真 10 aka Rock Yard

Laboratory) のプールサイドに特別に立つことができたり (写真 9)、様々な天体の地表を想定し、探査車の開発やテストを行う aka Rock Yard (写真 10) を歩いたりできたりする特別なプログラムも用意されていた。また、圧倒的な迫力のサターン V 型ロケットが展示されている Rocket Park の見学ツアーも人気である。2 日目の夜には国際会議ではなじみの深いバンケットも開かれ、宇宙飛行士バンドの



写真 11 サターン V 型

演奏に、皆ノリノリで交流を深めることができた。さらに 3 日目の朝には、生徒が行う研究を紹介するポスターセッションも行われ、玉野高校を中心に取り組んでいる中高生によるモデルロケットの開発についてのポスター発表を行い、多くの方が関心を持って説明を聞いてくれ

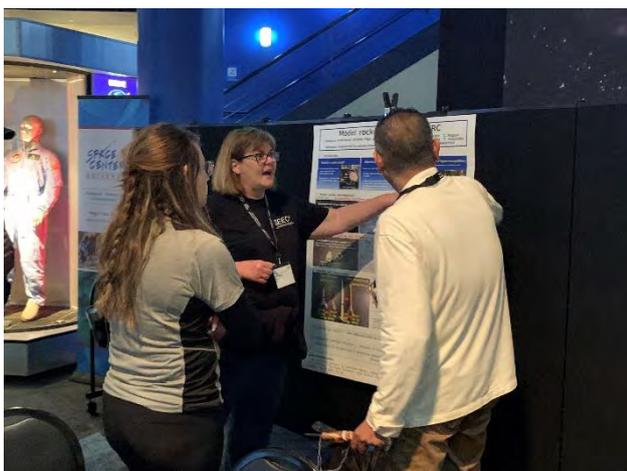


写真 12 ポスター発表

た (写真 12)。SEEC 3 日目の終了後には、参加者同士が「See you next year!」と声を掛け合うほど打ち解け、SEECers と呼ばれる参加者間に、連帯感を築けることも、SEEC 参加による大きな収穫であると考えます。

6 まとめ

世界中の SEECers とは、今も SNS を通じて情報を交換し合っている。また、日本の JAXA 宇宙教育センタースタッフや、私が参加した前年度に SEEC に参加した先生方とも、

ZOOM を通じて情報交換や、教職員生徒に向けたオンラインでの研修会やワークショップを開催してもらっている。SEECers が、今後、岡山県内にも増えて欲しいと考える。

本事業による SEEC 派遣は、一度行くと参加する権利はなくなるが、私自身、自力で再度参加したいと強く考えている、ちなみに、2021 年の SEEC はオンラインでの開催が決まっており、予め、オンラインならば参加できるとしていた私のエントリーは許可され、オンラインではあるものの、再び SEEC でワークショップを開催できることを嬉しく持っている。

最後に、私自身が SEEC について説明したり、実際にワークショップで行った実験を紹介したりしている動画について、以下の QR コード図 1 及び図 2 からアクセスすると視聴できる。病気で学校に通うことのできない子ども達に教育の場を提供しようとする NPO 法人「ポケットサポート」の事業に協力させてもらったときの動画であるが、了承を得てここに掲載しておく。



図 1 SEEC 紹介



図 2 実験動画

参考文献

藤田学 令和 2 年度全国理科教育大会 第 91 回日本理化学協会総会 2020 誌上研究発表大会 第 91 巻第 1 号 118 (2020) .