

科学的思考力の育成を目指す缶サット High School

教科研究センター 理科教育課

澤大輔 上中一司 南拓実

理科教育課では、STEAM教育の実践として、「缶サット High School」を実施した。缶サットとは超小型模擬人工衛星のことであり、オリジナルの缶サットの製作を通して、教科横断的な思考力、論理的思考力、創造的思考力を働かせ、課題解決能力を育成することを目指している。「缶サット High School」により、生徒の課題解決能力の向上を図る。

〈キーワード〉 STEAM教育 課題解決能力 課題解決型学習 宇宙 缶サット プログラミング

I はじめに

新学習指導要領では、世界的なSTEAM教育の推進を受け、課題解決型学習やプロジェクト型学習が重視されている。そこで理科教育課では、缶サット（超小型模擬人工衛星）を題材にした課題解決型学習の講座「缶サット High School」を実施した。「缶サット High School」は、「缶サット電子系講座」「缶サット構造系講座」「ふくい缶サットグランプリ」の一連の講座から構成されている。内容は、チームごとのオリジナルの缶サット製作を通して、電子機器製作、プログラミング、構造の工夫を実際に行い、多くの課題を解決しながら課題解決能力を高めていく取り組みである。本稿では、「缶サット High School」の実践を紹介し、課題、改善策について考察する。

II 缶サット High School の目的

「缶サット High School」は、一連の講座を通して、課題解決能力の育成を中心として以下のことを目的としている。

- ・教科横断的な思考力の育成（STEAM教育）
- ・課題発見能力、論理的思考力、創造的思考力の育成
- ・プログラミング能力、プレゼンテーション能力の育成
- ・宇宙に関わる第一線の科学者を目指す進路意識の向上

世界で初めて小型人工衛星を打ち上げた、東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻の中須賀・船瀬研究室から講師を招聘し、研究者から直接指導を受けることで、最先端の宇宙工学に触れる機会を提供し、自己の進路決定に役立たせる。高校生対象の缶サット全国大会である「缶サット甲子園」（事前プレゼン、フライト競技、事後プレゼンで構成され、缶サットのミッションの難易度や達成度、プレゼンテーション力を競う大会）への出場を目指し、缶サット製作を通して課題解決能力を中心とした総合的な力を育む。日本初の県民衛星を打ち上げた県として、宇宙に関わる科学者や技術者の育成を目指す。

Ⅲ 缶サット甲子園を目指した講座

1 電子系講座

(1) 講座の概略

内容：缶サットに搭載するマイコン、センサー、アクチュエーターなどを組み込んだ電子系部分を製作し、プログラミングを行う講座（図1～4）

期日：令和2年2月22日（土）、23日（日）

場所：福井県教育総合研究所 サイエンスラボ

日程：2月22日（土）【概略説明および製作】

8:30～ 受付

9:00～10:00 開講式、講義（内容：電子系機構の概略および設計）

10:00～16:00 電子系製作

16:00～16:30 後片付けおよびブリーフィング

2月23日（日）【基板実装および動作テスト】

8:30～ 受付

9:00～10:00 開講式、講義（内容：プログラミング）

10:00～16:00 電子系製作

16:00～16:30 後片付け、ブリーフィングおよびアンケート記入

講師：東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 学術支援員 石川 晃寛 氏

東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 修士課程2年 鈴木 遼 氏

ティーチングアシスタント：福井県教育総合研究所 所員 北村 泰生

(2) 参加者

県内高校1、2年生、または県立中学生を対象とし、同一校4人1チームで募集し、以下12チームが参加した。

- ・福井県立三国高等学校（1年生4名）
- ・福井県立藤島高等学校（2年生4名）
- ・福井県立高志高等学校（1年生4名）
- ・福井県立科学技術高等学校（2年生2名、1年生2名）
- ・福井県立武生高等学校（1年生3名）
- ・福井県立武生東高等学校（2年生3名）
- ・福井県立武生工業高等学校（2年生4名）
- ・福井県立敦賀高等学校（2年生4名、1年生4名）
- ・福井県立若狭高等学校（1年生4名）
- ・福井工業大学附属福井高等学校（1年生4名）
- ・福井県立高志中学校（3年生1名、1年生3名）

(3) 主な準備物（電子部品の詳細については資料1に例示）

マイコン（arduino nano）、気圧センサー、温度センサー、9軸センサー、GPS受信機、光センサー、JPEGカメラ、USBケーブル、電源ユニット、microSDカードユニット、サーボモーター、006P電池、WindowsPC、ブレッドボード、ジャンプワイヤ、カーボン抵抗、スパーサー、丸形基盤、ピンヘッド、ピンソケット、プラスチックナット、精密ドライバー、はんだ付け道具一式、ラジオペンチ、ニッパー、ワイヤストリッパー、テスター、被覆線、はんだメッキ線、フラックス、カプトンテープ



図1 電子系完成図



図2 マイコン



図3 センサー



図4 アクチュエーター

(4) 講座の流れ

初めてプログラミングに取り組む生徒がほとんどであるため、次のように講座を進行した。

① ブレッドボードを使用してマイコンの動作について学ぶ。

マイコンとWindowsPCを通信させる。PCで「arduino IDE」というアプリケーション（図5）を使用し、プログラム「Hello World」で動作確認を行う。次にブレッドボードに設置したマイコンに様々なセンサーを接続し、テストコードで動作確認を行う。この際書き込んだプログラムはクラウド上に保存する。

```
void setup()           // 最初に実行される
{
  Serial.begin(9600);  // 通信速度 9600 bps で通信開始
  Serial.println("Hello World!!"); // 文字を出力
  delay(1000);        // 1000 ms 待つ
  Serial.println("Setup!");
  delay(1000);
}

void loop()           // Setup後、繰り返し実行される
{
  Serial.println(F("Loop!")); // F() で囲むと（Fマクロ）、使用メモリを抑える
  // Serial.println("Comment"); // コメント行（実行されない）
  delay(1000);
}
```

図5 arduino IDE コード編集画面

② 自分たちで設定したミッションを達成するための電子部品を選定し、ブレッドボード上で配線する（図6）。

缶サット投下中に達成したいミッションを自分たちで考え、それに必要なセンサーやアクチュエーターを選定し、すべてが動作するように配線を考える。試行錯誤しやすいうようにブレッドボードを複数用いて配線し、動作確認を行う。

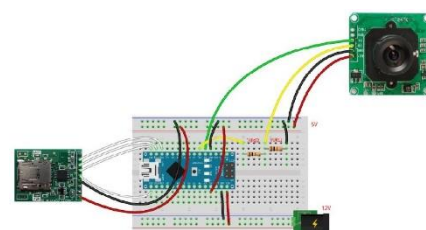


図6 ブレッドボードでの配線

③ 丸形基盤に実装するための配線を考える。

電子系を缶サットのサイズに収めるためには丸形基盤4～5枚を階層構造にして固定し、各センサーを必要な場所に設置しなければならないため、②で作った回路を丸形基盤に設置する配線を図面で考える。

④ 図面通りに丸形基板に実装する（図7）。

丸形基盤の各階層にセンサーやアクチュエーターをはんだ付けで取り付けていく。ピンヘッダやスペーサーを利用して固定したり、カプトンテープや被覆線、メッキ線を利用して導通させるところや導通させないところに注意したりしながら作業を進め、随時動作テストを行う。

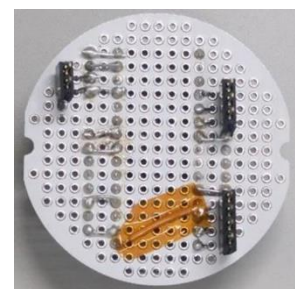


図7 丸形基板への実装

(5) 講座の様子

プログラミングを初めて行う生徒がほとんどであったが、講座の流れ①のブレッドボードを使用しているマイコンとPCの通信、センサーを単独で使用するときの配線やテストコードの書き込み、動作確認の部分では、進度の違いはあるものの、どのチームも順調にこなしていた。様々なセンサーのテストコードを試していくごとにプログラミングの仕組みについて理解が深まっていく様子で、接続するセンサーの種類によって使用するピンが違ふことや、書き込むプログラムや得られる情報が違うことを理解できた様子だった。

講座の流れ②では、チームごとにミッションを設定するため、選定した部品の種類、回路の複雑さ、プログラムの難易度に違いがあり、その後の作業進度に差が出ることになった。配線やプログラムの不具合で正常に作動しないときには、講師の方から直接指導していただき、テスターを使用した問題解決の方法も学ぶことができた。

この後はチームごとに役割分担をして製作に取り組んだ。②のプログラムを考えるプログラム班、および③の基板実装の配線を考える班に分かれることで、チーム内で協力しながら進めることができた。その作業工程をマネジメントする「プロジェクトマネージャー」をリーダーとし、タイムマネジメント、リスクマネジメントを行うことの大切さも学ぶことができた。

2日間の講座の最後には、講座を振り返るブリーフィングを行い、今後の課題を明確化した。各チームの課題を発表しあい、講座を閉じた。

生徒対象のアンケートでは、「構造、思案、計画、作製し、様々な点から深いところまで考え、どのようにすれば良いのか、どういう原因で失敗したのかを探る方法を考えることができた。とても考えさせられる講座だった。」など、深く考える時間が多く充実していたという感想が多く聞かれた。

2 構造系講座

(1) 講座の概略

内容：電子系講座で製作した機器を作動させるための、缶サット本体やパラシュートを製作する講座（図8）

「ふくい缶サットグランプリ」に出場する缶サットを完成させる講座

期日：令和2年10月24日（土）、25日（日）

場所：福井県教育総合研究所

サイエンスラボ、第2体育館、グラウンド

日程：10月24日（土）【概略説明および製作】

9:00～ 受付

9:30～10:00 開講式、講義（内容：構造系機構の概略および設計）

10:00～11:00 講師との面談（進捗状況報告、ミッション、今後の方針について）

11:00～15:30 缶サット製作およびテストフライト

15:30～16:00 後片付けおよびブリーフィング

10月25日（日）【基板実装および動作テスト】

9:00～ 受付

9:30～15:30 缶サット製作およびテストフライト

15:30～16:00 後片付け、ブリーフィングおよびアンケート記入

※COVID-19の影響により、当初、令和2年6月に実施予定であった日程を変更した。

※感染拡大防止対策として通常の講座よりも2日とも1時間短縮した。

講師：東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 学術支援員 石川 晃寛 氏

東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 博士課程1年 鈴木 遼 氏

福井大学産学官連携本部 特命准教授 青柳 賢英 氏

(2) 参加者

電子系講座に参加した12チームに参加を呼びかけた。3年生の大学受験などの理由で不参加のチームもあったが、以下の8チームが参加した。

- ・福井県立三国高等学校（2年生4名）
- ・福井県立高志高等学校（2年生4名）
- ・福井県立科学技術高等学校（3年生2名、2年生1名、1年生1名）
- ・福井県立武生高等学校（2年生3名）
- ・福井県立武生工業高等学校（3年生4名）
- ・福井県立敦賀高等学校（2年生4名）
- ・福井県立若狭高等学校（2年生4名）
- ・福井県立高志中学校・高校（高校1年生2名、中学3年生2名）

(3) 主な準備物

蝶番、スプリング、ネジ、ナット、ホットボンド、アクリル板、金属板、スチロールブロック、パラシュート布、ハトメ金具一式、釣り糸、金属リング、テープ類、カッター類、質量調整のための素材（粘土、分銅、金属ナットなど）

※その他、電子系の修繕のため、電子系講座で使用した消耗品を用意した。



図8 缶サット完成図

(4) 講座の流れについて

2月の電子系講座から約8か月の期間が開いてしまったこと、および、その間に休校期間があったことから、各チームの電子系の完成度が低いことが予想されたため、講座を行う前に現状報告を提出させ、各チームの進捗を確認した。また、2週間後に大会（ふくい缶サットグランプリ）を控えていることから、残りのわずかな期間で完成させることができるよう、次のように進化した。

① 講師との個別面談で講座の目標を決める。

チームごとに講師との個別面談を行う。残り時間と準備物を考慮して改めてミッションを考えたり、作業スケジュールを決めたりする。

② 電子系班と構造系班に分けて製作する。

ほとんどのチームが、電子系の完成に至ってなかったり、動作がうまくいかなかったりしたため、各チームで電子系を製作する班と構造系を製作する班に分けて作業を行う。構造系を製作する班は、パラシュートの大きさ、形、糸の長さおよび缶サットの質量、落下時間の関係性について説明を受け、製作する。

③ テストフライトを行う（図9）。

ドローンを用いて高度50mから缶サットを落下させ、フライトを行う。構造系班ではパラシュートの大きさや形を変えたり、おもりを増やして質量を調整したりして、落下時間をテストし各々が目標とする落下時間に近づけた。電子系班では、作った電子系が上空でも地上付近のように正常に作動するか、情報を集めることができるか、落下中に決められた動作ができるか、などのテストを行う。



図9 ドローンによるテストフライト

④ 缶サットを仕上げる。

テストフライトを繰り返しながらプログラムや構造の微調整（図10）を行い、缶サットを完成に近づける。



図10 缶サットの微調整

(5) 講座の様子

電子系講座から期間が開きすぎてしまい、電子系講座の内容を思い出すところから始めるチームがほとんどで、完成できるかが心配であった。しかし、講師との面談を通して目標を再構築することで作業内容が明確になり、生徒たちは缶サット製作に没頭している様子だった。ドローンを使って何度もテストフライトを行い、質量と落下時間の関係を探ったり、プログラムの作動する時間の調整を何回も変えて最適な値を求めたりと、課題解決に向けて試行錯誤を繰り返していた。また、機体を製作する構造系班とプログラムを作る電子系班が協力して缶サットを完成させていた。電子系講座同様、全チームがプロジェクトマネージャーを中心として取り組むことができた。

2日間の講座の最後には、ブリーフィング（図11）を行い、大会に向けた課題を明確化した。各チームの課題を発表し合い、講座を閉じた。

終了後、生徒を対象に行ったアンケートでは、「今回の講座は、回路やプログラム、機体の構成などの様々な問題が判明し、対応に追われた。やることが多く忙しいのも、缶サットを行う魅力だと思えた講座だった。大会まで2週間をきった短い期間で、どこまで自分の理想に近づけることができるかはわからないけれど、最善を尽くしたいと思う。」のように大会に向けた意気込みを感じる感想が聞かれた。



図11 ブリーフィング

3 ふくい缶サットグランプリ

(1) 大会の概略

内容：缶サット甲子園（高校生の全国大会）への出場をかけた大会

期日：令和2年11月7日（土）、8日（日）

場所：福井県教育総合研究所 サイエンスラボ、グラウンド

日程：11月7日（土）【事前プレゼン、フライト競技、事後分析】

9:15～ 受付

9:30～9:50 開会式（所長挨拶、審査員紹介、レギュレーション確認、連絡）

9:50～11:00 事前プレゼン審査（発表7分、質疑応答3分、入れ替え1分）

11:00～12:00 機体審査（12:00～13:00 昼食休憩）

13:00～14:30 フライト競技

14:30～16:30 事後プレゼン資料作成 大会1日目終了(16:30)

11月8日（日）【事後プレゼン、結果発表】

9:30～ 受付

10:00～11:30 事後プレゼン審査（発表7分、質疑応答3分、入れ替え1分）

11:30～12:00 後片付け

12:00～12:30 閉会式（講評、結果発表、表彰） 大会2日目終了(12:30)

審査員：福井県工業技術研究センター 主任研究員 松井 多志 氏

福井大学産学官連携本部 特命准教授 青柳 賢英 氏

福井県教育総合研究所 理科教育課長 上中 一司

※COVID-19の影響により、当初令和2年8月に実施予定であった日程を変更した。

(2) 参加者

構造系講座に参加したチームのうち、以下の6チームが参加した。

- ・福井県立高志高等学校（2年生4名）
- ・福井県立科学技術高等学校（3年生2名、2年生1名、1年生1名）
- ・福井県立武生高等学校（2年生3名）
- ・福井県立武生工業高等学校（3年生4名）
- ・福井県立若狭高等学校（2年生4名）
- ・福井県立高志中学校・高校（高校1年生2名、中学3年生2名）

(3) 大会レギュレーションについて

缶サット甲子園に準じ、本研究所の地理的条件も含めて、以下のとおりレギュレーションを定めた。

- ・缶サットの全体サイズは外形φ68mm以下、高さ124mm以下とする。
- ・缶サットには必ず、パラシュートなどの減速機構を取り付けること。
- ・缶サットの総重量は250g以上300g以下とする。
- ・缶サットは、50mから落下させ、15秒前後（12～18秒）の落下時間とする。

(4) 大会の流れ

① 事前プレゼン (図12)

各チームが自分たちのミッションの意義と実施方法についてプレゼンテーションを行う。缶サットでどのようにして社会に貢献するか、またそのために缶サットがフライト中にどのような情報を集め、どのように動作するかを説明する。(各チームのミッションは資料2に例示)



図12 事前プレゼン

② 機体審査

缶サットのレギュレーションのサイズが守られているかを審査する。

③ フライト競技 (図13)

ドローンにより上空 50m の地点から缶サットを落下させ、落下中に各々が決めたミッションを遂行する。フライトは各チーム1回のみ行うことができる。



図13 フライト競技

④ フライトの分析 (図14)

フライトで得たデータを分析したり、成功や失敗の原因を探ったりして、事後プレゼンの準備を行う。



図14 フライトの分析

⑤ 事後プレゼン

自分たちのミッション達成のための機構、プログラムコードについて説明する。また、フライト中に集めた情報を解析することで分かったこと、フライト中の映像などを紹介し、自らのミッションの達成度を発表する。ミッションが達成できなかった場合には、その原因を調べて改善策を発表する。

(5) 大会中の様子

天候不良のため、①②③について、大会1日目の日程を以下のように変更して実施した。

9:50～ 缶サット概略説明 (1班2分程度)

10:10～ フライト競技

11:20～ 事前プレゼン審査 (発表7分、質疑応答3分、入れ替え1分)

12:20～ 機体審査

フライト後に事前プレゼンを行うこととなってしまったが、どのチームも臨機応変に対応していた。フライト前には緊張して缶サットを見守る生徒も多く、製作した缶サットへの思い入れを感じた。気候条件の悪化でセッティングに十分な時間が取れず、パラシュートの開傘がうまくいかなかったチームもあった。プレゼンでは全チーム完成度が高く、自分たちの力で発表、質疑応答していた。特に事後プレゼンでは、成果を報告したり失敗を分析したりすることで、お互いに成果を讃えあう様子も見られた。引率の教員からは、他校チームが製作した缶サットを見たり、プレゼンを聞きプログラムや構造の工夫の仕方を教え合ったりすることも、参加した生徒たちにとって有意義であったとの感想も多く聞かれ、県内の多様な高校が参加する講座で互いに刺激し合うという点でも意義のある講座であった。

(6) 大会結果と講評

審査員の方からはチームごとに講評をいただいた。どのチームもミッションに対する取組みと試行錯誤する姿勢を評価され、ミッションの重要性、機構の工夫、分析の工夫、プログラムの難易度など、それぞれのチームの良い点を伝えていただいた。

最優秀チームに武生工業高校、優秀チームに武生高校と科学技術高校を選出し、表彰を行った。

IV その他の缶サット講座

「缶サット High School」では、その他に、主に小中学生を対象に、宇宙への興味関心を高める各講座を実施した。以下に各講座の概略を示す。

1 小学生パラシュート教室 (図15)

日時：令和元年6月1日(土)

場所：福井県教育総合研究所 サイエンスラボ

対象：県内の小学校6年生 40名参加

内容：コーヒーフィルター等を用いてパラシュートを製作し、パラシュートの滞空時間や着地点などの挙動を競う。



図15 小学生パラシュート教室

2 小学生親子宇宙教室 (図16)

日時：令和元年7月21日(日)

場所：福井県教育総合研究所 大研修室

対象：県内の小学校4～6年生と親 親子43組87名参加

内容：JAXA コズミックカレッジから講師を迎え、ペンシルロケットを紙で工作し、ランチャーを使ってより遠くに飛ばす方法を考える。



図16 小学生親子宇宙教室

3 ISTS 缶サットイベント (図17)

※ISTS・・・宇宙技術および科学の国際シンポジウム

日時：令和元年6月22日(土)

場所：福井県教育総合研究所 サイエンスラボ

対象：県内の中高生 41名参加

内容：中須賀真一氏(東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻教授)を講師に迎え、ISTSに参加した海外の宇宙に関する研究者と共に、着地時の挙動制御を工夫した(着地時に風船を割る、着地時に倒れない)缶サットを製作する。



図17 ISTS 缶サットイベント

4 若狭缶サット講座 (図18)

日時：令和元年10月6日(日)

場所：福井県立若狭高等学校 海洋キャンパス

対象：嶺南地区の中高生 16名参加

内容：嶺南地区の中高生を対象に、着地時の挙動制御を工夫した(着地時に風船を割る、着地時に缶サットが倒れない)缶サットを製作する。

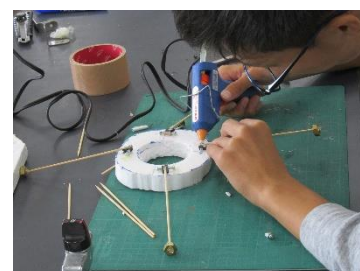


図18 若狭缶サット講座

V 今後の取組み

「缶サット High School」の目的としては、教科横断的な思考力、論理的思考力、創造的思考力、課題解決能力の育成がある。これらに対する達成度を、参加生徒への調査から振り返る。

Q. Science、Technology、Engineering、Art、Mathematicsの5つの分野の力が育成されたと感じるか。それぞれについて5段階で教えてください。(力がつかなかった ← 1 ~ 5 → 力がついた)	
A 1. Science【科学】科学の知識、科学的で論理的な考え方 について	平均4.17
A 2. Technology【技術】回路、実装など製作技術 について	平均4.83
A 3. Engineering【工学】科学の知識や理論、考え方を実社会に活用する について	平均4.00
A 4. Art【芸術・教養】製品として必要とされる型におさめるようにデザインする について	平均2.83
A 5. Mathematics【数学】プログラミングなど、論理的な思考 について	平均4.67

【科学】【技術】【工学】【数学】の力については育成されたと感じる生徒が多かった。プログラミングで使用される命令文は、「気圧が設定された値を超えたら、サーボモーターを90°回転させる」などのように、センサーで調べた情報の条件により挙動を決定するもので、【数学】で場合分けをしたり、確率を考えたりする思考が必要である。また、考えたプログラムを正常に動作させるための回路作りや、実装技術などの重要性からも【技術】分野も重要である。特に今年度の「缶サット High School」では、プログラミングや電子回路で苦戦したため、その実習に多くの時間をかけたことや、高校生にとってあまり体験したことがない内容が多かったことから、【数学】【技術】の力がついたと感じる生徒が特に多かったと考えられる。一方で、センサーに用いられる素子の科学的特性や接続した回路法則に関する理論、その理論を利用し製品化する部分で【科学】や【工学】の力が必要になるが、本講座の缶サット製作では、プログラミングや回路製作に比べてその比重が小さかったと考えられる。Art【芸術・教養】に関しては、平均2.83とほかかに比べて低い結果となった。缶サット製作におけるArtとは、ブレッドボード上で考えた回路を缶サットサイズという小さなサイズに機能的に美しく収めることができるように回路を工夫することや、自分たちが考えたミッションやその成果、重要性をわかりやすく伝えることなどであると考えている。今後は特にこのようなArt【芸術・教養】の力の重要性を伝え、STEAM教育としてふさわしい講座とする。

Q. 論理的思考力、創造的思考力、課題解決能力のうち、育成されたと感じるものを全て教えてください。
A. 論理的思考力…50.0% 創造的思考力…83.3% 課題解決能力…100%

課題解決能力については全員が育成されたと感じる結果となった。最初に製作した缶サットは、自分たちが思い描いたものとは程遠いもので、課題が多く見つかったため、解決法を考え、テストを繰り返し行い、理想に近づけていく過程で課題解決能力の伸長を感じたことが伺える。その反面で論理的思考力については50.0%と低い結果となった。プログラミングなどの難易度が高いため、講師にアドバイスを求めることが多くなり、自ら論理的に考えることができたと感じる生徒が少なかったことが考えられる。

生徒の感想のなかには、「講師の先生が親切に教えてくれ、缶サットが好きになった。工学の道に進もうと思った。」「プログラミング、プレゼンテーションのスキルが伸ばせた。大学でも宇宙開発ができるように頑張りたい。」などのように、様々な能力向上を実感したことや宇宙工学への関心が高まったことを述べる生徒が多く、目的に合った講座が展開できた。引率教員からも「学校ではできない貴重な経験ができ、課題解決型学習にふさわしい要素が含まれた講座である。」との感想をいただいた。また、一連の講座を通して、各校のチームワークの向上を感じた。リーダーを中心としてチーム全員に役割があり、それに責任をもって取り組んでいた。このようなチームでの開発は科学者や技術者にとって必要なことであり、それが育成されたことは成果である。しかし、他の講座も含めて参加する高校が毎回同じになる傾向があり、参加経験が一度もない学校も多くある。本講座の課題解決型学習としての意義をしっかりと伝え、県内で多くの高校が参加する講座としていくように取り組んでいきたい。

資料1 缶サット電子系に使用した部品・道具の詳細

部品	商品名	規格
マイコン	Arduino nano, Arduino nano EVERY	
データ転送ケーブル	Arduino 用転送 USB ケーブル	A - mini B , A - micro B
電源ケーブル	DC プラグ付きバッテリースナップ	BS-IR-1/150MM+DC5.5X2.1X10MM
DC ジャック	ブレッドボード用 DC ジャック DIP 化キット	AE-DC-POWER-JACK-DIP
AC アダプター	小型スイッチング AC アダプター	GF12-US1210
9 軸センサー	BMX055 使用 9 軸センサーモジュール	Arduino 用
GPS センサー	GPS モジュール, GPS 受信機キット	9600bps, みちびき 3 機受信対応
温度・湿度・気圧センサー	温湿度・気圧センサモジュールキット	AE-BME280
光センサー	CdS セル	5mm タイプ
カメラ	TTL シリアル JPEG カメラ	NTSC ビデオ出力付き
カードスロット	microSD カードスロット レベルシフト付きブレイクアウト 基板キット	AE-microSD-LLCNV
変換モジュール	レベル変換モジュール	AE-LLCNV8
Wi-fi モジュール	XBee S2C / ワイヤアンテナ型	DIGI-XB24-CAWIT-001
	XBee エクスプローラ 5V マイコン用	SFE-WRL-11373
	XBee USB アダプター rev.2	SSCI-034951
サーボモーター	マイクロサーボ	SG92R
モーター	DC モーター	RS-385PH-4045, FA-130RA-2270L
モータードライバー	モータードライバー	DRV8835 使用ステッピング &DC モータドライバモジュール
ブレッドボード	ブレッドボード, 長いブレッドボード	BB-801, EIC-16020
ジャンパワイヤ	ジャンパワイヤ(オス-オス), (オス-メス), (オス-ワニ口)	10cm, 15cm, 15cm
基板	丸型ユニバーサル基板	50.8mm
基板	ユニバーサル基板	C タイプ 72×47mm
ピンソケット	ピンソケット, 足の長いピンソケット	40P, 10P, 2×15P
ピンヘッダ	通常, L 型, 両方長い	1×40P
スパーサー	10mm, 20mm, 30mm	TP-10, TP-20, TP-30
ソケット	丸ピン I C ソケット	6P
ターミナルブロック	ターミナルブロック	2.54mm 2P 青
ナット・ボルト	プラスチックナット・ボルト	P-01885
スイッチ	トグルスイッチ	2MS1-T1-B4-VS2-Q-E
抵抗	カーボン抵抗 (炭素皮膜抵抗), 抵抗セット	1/4W1kΩ, 10kΩ, 20 種詰
コンデンサ	コンデンサ詰め合わせセット	SFE-KIT-13698
電池ボックス	電池ボックス	単 3 × 3 本 リード線
電池	006P 電池 (アルカリ), 単 3 乾電池 (アルカリ)	GL6F22A, 単 3 アルカリ
記録媒体	micro SD カード	256MB
導線	被膜線	束
導線	はんだメッキ線	φ0.6mm, 100g
カプトンテープ	カプトンテープ	10mm 幅

資料2 缶サット High School でのミッション例 (受講生徒作成)

題名・目的と意義	ミッション概要・缶サットの構造
<p>「缶サーカス」 今回の大会に至るまで、コロナ禍で例年よりも人々の笑顔が少ないと実感しており、それを問題視している。私たちではこの問題を直接的には解決できないが、間接的に解決できないかと思い、幸福感を人々に与えることのできる缶サットを作れないかと考えた。</p>	<p>様々な色を発することができるLEDを缶サットに带状に巻き付け、プログラミングで、青、緑、赤、淡青、黄、紫、青の順に光らせる。 アクリル板を2つ、金具で横に取り付け、空中でよく回転するようにすることで、LEDによる光が華やかに見えるようにする。 3つのサーボモーターを使い、着陸寸前にパラシュートの紐が繋がった板を缶サットから切り離し、パラシュートと缶サットを別々に落下させる。 缶サットの下部に取り付けたカメラで、下から見ている人たちを撮影する。</p>
<p>「空から恐竜を投下しよう!!」 COVID-19により、私たち高校生のモチベーションは未だ低下し続けている。このままでは先輩方の受験にも悪影響を及ぼしかねないと私たちは思い、この現状を打破したいと考えた。先輩方のモチベーションを高める方法は「笑い」であると考え、「悪戯」で笑わせようと考えた。しかし先輩方にバレないようにしないといけない。その方法として、缶サットで空から恐竜フィギュアを投下するミッションを思いついた。</p>	<p>缶サット投下後、決められた高度に達するとサーボモーターが稼働し、底部のハッチが開く。これを2回行うことで、缶サット内部にある恐竜のフィギュアを2カ所に投下する。 耐久力を向上させるため、ハッチに金属板を使用し、缶サット全面にスポンジを付け、また缶サット内部にもスポンジをいれることで衝撃を吸収する構造にする。 プログラミングでは、気圧センサーで測定した上空50mの気圧を基準として、高度を数値化し、投下から5m降下したらサーボモーターを90度回転、さらに5m降下したらサーボモーターをさらに90度回転させるようにし、2段階でハッチが開くようにする。また、起動してから数分のディレイを入れ、その間に50m地点の高さを記録できるように工夫する。</p>
<p>「災害時に物資を運搬する缶サット」 日本は災害が発生しやすい国土で、各地で被害が発生している。九州豪雨では、記録的豪雨となり、住宅や病院が孤立した。この先も災害によって物資が運搬できず、孤立するような状況が発生すると予想される。そこで私たちは、災害時に援助物資を被災地に届けることで、災害時に活躍できる缶サットの製作に取り組んだ。</p>	<p>この缶サットの構造・仕組みにおいてのメインは、ローバーである。GPSや9軸センサーで缶サットの位置を測定し、モーターやタイヤで目的地まで物資を届けることができる。今回はスタートさせた地点に戻ってくるプログラムにしてある。 また、SDカードも組み込んでいるので、缶サットを回収した後、缶サットが正確な行動をとることができたのかを確認することができる。ローバーで移動するときにはパラシュートが絡まって邪魔になるので、ローバーとパラシュートを切り離すために、ニクロム線の熱エネルギーを利用する。</p>
<p>「空からターゲットを発見し、迅速に救助せよ!」 地球温暖化などに伴う異常気象による災害が毎年相次ぐなか、近年より迅速な救助の必要性が増している。救助に向かうまでの時間を縮めるとともに、現場の安全性や地形をいち早く知ることが、救助の速度向上につながるかとされている。 自然災害後の陸からの現場調査が難しい状況、または未知の惑星を事前に探査する状況においても救助活動が迅速にできるように、被災者がいる位置を見つけることができ、かつ、救助の危険性をできる限り下げられるために、救助場所の気圧や温度などの情報を収集できる缶サットを目指した。</p>	<p>缶サットのカメラ・GPS・気圧センサー・温度センサーが取得したデータを、XBeeを用いて地上のPCに送信する。そのデータを分析して、カメラに遭難者などのターゲットが映っていた場合に、その位置情報、現場の気圧・気温を用いてその地点の気象状況を予測する。仮に情報が送れなかったとしても、カメラでフライト前から録画を行うことで、缶サットがフライトしている間の動画を入手することができる。 構造は、5層目(最上層)にGPS・気圧センサー・気温センサー、4層目にマイコンを設置する。そして3層目にはXBeeを設置して上空で得た位置情報・気圧・気温をリアルタイムでPCに送れるようにする。2層目には電池を置き、1層目(最下層)にはカメラを設置する。このカメラはPCにリアルタイムで動画を送ることができるため、現場の情報をLIVEで確認することが可能である。この缶サットでは、万が一壊れたり、取りに行くのが不可能な場所に落ちたりしても取得した情報を必ず得られるよう、リアルタイムで動画・位置情報・気圧・気温をPCに送るようにする。</p>
<p>「未知の惑星を探索する」 未知の惑星を探査する場合、天体観測で得られる情報は限られたものしかない。技術的に可能であれば、その未知の惑星に小型衛星を飛ばし探査が開始される。 そこで私たちのチームでは、缶サットで大気があることがわかっている未知なる惑星を探査する場合に、光による発電に頼ることをせず、風力を使った発電により様々な探索をすることをミッションとして考えた。</p>	<p>風力発電装置による発電とGPSによる目標地点への移動を行う。大気中を落下するときのエネルギーを風力発電装置により回収する。また、同時に発電した電気エネルギーを使用して、LEDを点灯させ、缶サットの周囲を照らす。実際にはLEDの光量が小さいため、LED近辺に光センサーを配置し、その光量を測定することで風力発電装置の評価をしている。目標地点への移動方法は、最初にマイコンのSWをONにしたときの位置情報を保存し、地磁気センサーによって、缶サットが着陸した地点の磁北を正確に読み取り、その後GPSセンサーのデータの解析から目標地点に移動する。具体的には、落下地点のGPS情報と、最初の地点のGPS情報から計算し、小型ギア付きモーターを必要数回転させ、目標地点まで移動させる。着陸後にパラシュートの切り離しを行うと、パラシュートが進行方向を妨げることがあるために、地上から1mの高さでパラシュートを切り離す。</p>