

ものづくりマイスター・ITマスター・テックマイスター事業 企業・学校の活用事例

令和4年度 学校編 ロボットソフト組込（愛知県）

缶サット※製作を通じた未来のIT技術者の育成へ

※缶サット（CanSat）とは、Can Satelliteの略で、教育用の缶サイズの模擬人工衛星。

地上での実験を通して、人工衛星の設計や運用を学ぶことを目的とし、マイコン、センサー、アクチュエーター、GPSなど人工衛星と同じような機能を持つ。

また、缶サットの競技会は世界中で開催されており、日本でも各地で開催されている。

指導先

愛知県立豊橋工科高等学校（全日制課程）

- 学科
- ー ロボット工学科
 - ー 機械科
 - ー 電気科
 - ー 建築デザイン科
 - ー 都市工学科
- 生徒数 829名（令和4年11月18日現在）

ITマスター

佐野 敏幸（さのとしゆき）さん

平成29年（2017年）ITマスター認定

（ウェブデザイン職種、ITネットワークシステム管理職種、業務用ITソフトウェア・ソリューションズ職種、ロボットソフト組込職種）

大手電機メーカーのIT技術開発者として、新技術の開発、工場の生産管理及び事務管理システムの設計・開発業務、介護用ロボットの制御システムの設計、企業内部部門間のITネットワーク管理業務、ECサイト及びコミュニティサイトのデザイン・制作及び管理・運営などに従事。退職後、地方へ移住し、受注生産家具のECサイト立ち上げ、販売に携わる。さらに、中小企業診断士の資格を取得し、経営コンサルタントとして起業。人材研修、マーケティング、財務、組織作り、生産管理のサポートなどを行う。公的機関の専門家として活動する中で、平成29年にITマスターに認定され、ロボットNAOを用いた小中学生へのITの魅力紹介をはじめ、コンピュータの基本的操作からネットワーク、セキュリティ、プログラミング、ウェブデザイン、業務効率化やマーケティングを目的とした企画・設計・開発、IoTに関わるクラウド活用など幅広い指導ができる。

実施したプログラムの内容

実施プログラム

- 実施内容 缶サット製作を通じてプログラミングや通信に関する技能などを学ぶ
- 目的 プログラミング・通信等に関する技能向上のため
- 受講者 模型部 26名（3年生5名、2年生6名、1年生15名）
- 実施日程 令和3年10月～令和4年1月 1回あたりの実技指導は2時間

1回目	Arduinoの選択の仕方と使用方法
-----	--------------------

2回目	Arduinoのプログラミングの基本、GPSモジュール使用のための回路
-----	-------------------------------------

3回目	Arduino、PC間のXBee通信
-----	--------------------

4回目	XBee通信の問題解決方法
-----	---------------

5回目	XBee、GPS、Arduinoの連携
-----	---------------------

6回目	ESP32の開発環境の設定、Bluetoothシリアル通信
-----	-------------------------------

7回目	ESP32を用いたBluetoothシリアル通信
-----	--------------------------

8回目	Arduino、GPS、サーボモーター連携時のトラブル解決法
-----	--------------------------------

9回目	複数のArduino同士の通信
-----	-----------------

10回目	Arduino電子工作など
------	---------------

実技指導の目標と目標への到達度

No.	目標	到達度
01 [指導の1回目]	マイコンの選択と使用方法についての知識の習得	教えた知識をもとに使用するマイコンを自分たちなりに判断して決めたことから、目標を達成したと言える。
02 [指導の2回目]	Arduinoのプログラミングの基本技能の習得	Arduinoでsetup関数やloop関数を用いて実際に簡単なプログラムを作成して動かすことができたことから、基本技能習得の目標を達成したと言える。
03 [指導の3回目]	ArduinoとXBeeを用いた通信方法の習得	ArduinoとPCで無線シリアル通信を行うためのXBeeの設定をし、通信を試みたところ、PCでの受信には成功したが、PCからの送信には上手く動作しない部分があった。後で判明したことが原因であった。その点を差し引いて評価すると、通信方法の習得の目標を達成していたと言える。
04 [指導の4回目]	XBeeを用いた通信の問題解決	XBee通信不良の原因の特定のための考え方を教え原因追及をしたところ、XBeeの不具合であったことが特定でき、別のXBeeに取り換えることで通信に成功した。このことから、問題解決方法の考え方習得の目標を達成したと言える。
05 [指導の5回目]	GPSで取得したデータをXBeeを用いてPCに送信できること	GPSモジュールを動作させるための回路の製作ミスがあり最初は動作しなかった。添付の仕様書をよく確認するよう指示したところミスの箇所気づいた。適正な回路に修正することでGPSデータの取得、PCへの送信に成功したことから目標を達成したと言える。
06 [指導の6、7回目]	ESP32を用いたBluetoothシリアル通信を行うこと	ESP32を用いて、PCとBluetooth通信をすることができたことから、目標を達成したと言える。

<p>07 【指導の8回目】</p>	<p>2輪のローバーを製作するために、Arduino、GPS、サーボモーターを連携させる際の問題解決</p>	<p>Arduino、GPS、サーボモーターの連携では、GPSとサーボモーターが干渉してしまい動作が不安定となった。構成的には、通常のセンサー等あれば正常に動作する内容であるが、パーツの相性の問題があったとみられる。解消するための案を複数提示したところ、大会までの期間が短くなってきていることと技術的な面白さからArduinoを複数連携する方法を選択し、次の実技指導までにその実装に成功していたことから目標を達成したといえる。</p>
<p>08 【指導の9回目】</p>	<p>複数のArduinoを用いたサーボモーターとGPSの制御</p>	<p>複数のArduinoで通信を行っているところ、それぞれのArduinoにGPSとサーボモーターを担当させ、連携することに成功したことから、目標を達成したといえる。</p>
<p>09 【指導の10回目】</p>	<p>GPSを搭載した2輪のローバーの製作</p>	<p>GPSを搭載した2輪のローバーを制作し、実際に動作するものができたことから目標を達成したといえる。</p>

実技指導の成果

生徒のプログラミング・通信等の技術が大きく向上した。それにより大会に参加するための機体が完成し、目標としていた缶サット製作に必要なプログラミング・通信の知識・技能を習得し、あいち宇宙イベントでは最優秀賞を獲得した。

今後の課題

実験後の缶サットから取得したデータの解析方法・考察については、個人の技量や経験によるところがあり、時間をかけて指導をする必要がある。また、製作した機体の耐久性や様々な場所で走行できるようにタイヤの形状を変えて最適化していきたい。

ITマスターの実技指導を依頼した理由

ロボット工学科 教諭 後藤祥斗（ごとう よしと）さんに、
実技指導を依頼した背景や指導にあたっての準備などについて伺いました。

背景

愛知県地域技能振興コーナーから、学校にITマスターによる実技指導の案内をいただいたことがきっかけでした。元々、当校では、ものづくりマスターに実技指導をお願いしていたことがありましたが、今回IT系の指導をいただけるという話をロボット工学科の学科長から聞き、コーナーの担当の方に相談し、当校の模型部で参加予定の缶サットの研究発表会に向けた実技指導をお願いすることにしました。缶サットの発表会では、計画性、チームでのものづくり、一つ一つの審査項目への対応力や最後の発表など、社会に出て役立つことを多く学ぶ機会ですので、生徒たちには外部の優れた技能を持つ方から学ぶ機会を与えたいと思いました。模型部の主な活動は、3DCAD、3Dプリンタの使用方法等の習得、ロボット、モデルロケット、缶サット、ジオラマやモデリングなどの各種コンテストへの参加などがあり、予定していた研究発表会というのは、令和4年1月に愛知県立愛知総合工科高等学校の専攻科が主催し愛知県内の工科高等学校が参加し、競技を行う「あいち宇宙イベント 共同実験・研究発表会」というもので、初年度から缶サット製作で参加しています。今回の製作には26名の部員全員が参加して取り組みました。最初の参加は平成29年で、コロナ禍で参加を見合わせた年を除いて4回目になります。1回目は準優勝、2、3回目は3～4位という成績でした。今回は初めてITマスターの指導を受け、研究発表会に臨みました。

缶サット本体や部品作りには部活動で元々備えていた3Dプリンタを使用しました。また、缶サットで使用するArduino Nanoというマイコンは部活で代々使われてきた機器です。ITマスターからはArduino Nano EveryというNanoよりも性能の良いもの、またESP32というマイコンもあることを提案いただき、実技指導時に生徒が検討して実際に採用することになりました。また、ITマスターからの直接の講義以外は、特にテキストなどは使わず、生徒の状況や進度を見ながらご指導いただきました。

指導内容

ITマスターの佐野 敏幸（さの としゆき）さんに、指導の詳細について伺いました。

1月末に開催される「研究発表会」への参加を目標に、缶サット製作を指導しました。開始前に一度、打合せで大まかな内容を決め、細かなところは生徒の様子や進捗を見ながら決めていきました。部活動自体は週3回ほどですが、週2回程度を実技指導の時間にあて、集中的に行いました。受講者が26名いましたので、2、3年生メインのサーボモーター班、1年生メインのGPS班とパラシュート班に分けることにしました。

研究発表会では自分たちでテーマを決め、そのテーマの仮説が一致しているかを模擬人工衛星の「缶サット」を実際に用いて、分析、考察して発表までを参加校同士が競います。「缶サット」は、50メートルの高さから投下し、パラシュートを開いて着地させるのですが、ここで、着地したタイミングで車体とパラシュートが絡まってしまうように、パラシュートを切り離し、さらにタイヤとモーターのついたローバーという2輪車の形にし、地上を走行させ、ゴールを目指します。また、缶サットのミッションとしてGPSを用いてローバーが移動した経路のデータを集めるのですが、そのデータを地上局のパソコンに送信できているか、着地の衝撃に耐えられるかなども競技の争点となります。そのため、製作にはプログラミングや通信の知識、工作の技能が必須です。

指導の **1回目** はマイコンの選択方法です。事前の打合せで、学校ではArduino UnoやXBee（無線を使用したデータ通信を行うモジュール）を使っているということがわかりました。学校で使用しているArduino UnoやXBeeは10年くらい前に発売されたもので、過去の仕事で携わった中小企業でも、こういうツールを使っているところは少なく、技術の進展が速いITの分野としてはトレンドから遅れ気味という印象でした。そこで、Arduino Nano EveryというArduino Unoの後継機種でサイズも10分の1ほどになっているものや、さらにセンサーや通信機能が追加されているArduino Nano 33 BLE Senseなどの選択肢もあることを情報として伝え、生徒たちで検証・検討して途中から変えることにしました。また、ESP32というマイコンを使うと、Wi-Fiも、Bluetooth機能も使えることなどを教えました。

2回目 は、プログラミングの基本とGPSモジュールを使用するため、回路について伝えました。2、3年生は授業などで既にプログラミングについて学んでいましたが、1年生は初めてだったので、特にsetup関数、loop関数、Arduinoのプログラミングの基本と書き方の問題点、GPSモジュールの説明書をよく読んで必要な回路を組むことや、データ通信を行うモジュール（XBee）の仕組みについて理解ができるようにしました。

1、2回目を終えて、今後は缶サットに必要となる各機能を別々に構築することにしました。GPS班は衛星データから現在地点を割り出せるようにすること、サーボモーター班はパラシュートの切り離しやローバーを走らせるためのアクチュエーターの制御を行えることを目標に作業を分担し、並行して進めることにしました。

3回目は、Arduino、パソコン同士のXBee通信について、**4回目**では、XBee通信の問題解決方法に取り組みました。特に、XBeeによるシリアル無線通信の仕組みを理解し、トラブルが発生しやすいXBeeモジュールの問題箇所をハード面、ソフト面の両面から検討し、解消できるように指導しました。

このとき、GPSの情報がなかなか届かないという問題が発生したのですが、機器の仕様書をよく読んでいくと、センサーとマイコンをつなぐための回路に必要なダイオードがないことがわかり、ダイオードを取り付けさせたところ、通信ができるようになりました。また、サーボモーター班にはモーターを制御するため、モーターの取り付け方やどのようなパーツを取り付けるかについて指導しました。車体やパーツについては、学校にある3Dプリンタを使用して製作しました。

缶サットの無線通信ができるようになったことから、アクチュエーターやセンサー等を組み合わせながら一体的に動作させ、状況により、別のモジュールの活用も検討する必要があると考え、5回目以降の指導内容を考えていきました。

5回目は、それぞれ別々に作業していたXBee、GPS、Arduinoの連携です。XBee通信については、通信できる場合とできない場合があり、なぜそうなるのか問題点を絞り込むのが大変で試行錯誤の連続でした。これは、マイコンとXBeeをつないで通信をするのですが、マイコンのプログラムが悪いのか、XBee本体の問題か、ハードに書き込んだ設定がおかしいのかWi-FiまたはBluetoothの設定がおかしいのかなどを一つずつ検証して原因を絞り込んでいく必要がありました。また、プログラムを合体させても、すぐにうまくいく

わけではありません。「問題が起きたら解決させ、動かす。また問題が起きたら解決し、動かす」というこの繰り返しです。

6回目は、ESP32の開発環境の設定、Bluetoothシリアル通信について指導しました。XBee通信については5回目の時のように、通信できない場面もあったのですが、ESP32については、比較的簡単にBluetooth接続できるようになりました。6回目を終えて、ESP32の研究発表会での使用の可否の検討を行いました。特に、発表会の環境でBluetoothの通信距離等が十分に確認しなければなりません。GPS、モーター制御、通信を一つの機器で動かせるようにすることを目標に教えていきました。

7回目では、前回からのESP32を用いたBluetoothシリアル通信を、**8回目**では、Arduino、GPS、サーボモーター作動時のトラブル解決法について指導しました。機器同士をくっつけた時の干渉で、サーボモーターに電流のノイズがあることがわかりました。干渉していることにより、誤作動が起きており、大会の直前でどうしようか考えました。案として、干渉するならば、2台のArduinoを使ってそれぞれに機器を分担させればよいと切り替えたところ、ようやく通信ができるようになりました。

9回目では、2台のArduinoを接続し、通信を行いました。

10回目(最終回)では、最終的な動作確認を行いました。缶サットは地上50メートルの建物の屋上から投げるので、Arduinoのはんだ付けがうまくいっているかなどの確認をしました。

指導を通して、生徒たちはArduinoなどのマイコンを用いたロボット開発の過程で発生する様々な課題、例えばそれぞれの班で製作したものを合体させる作業などでは、度々、何かしらの問題が起きました。当初は、何が悪いのか、どうしたらよいかなど案を提示して、生徒に選んでもらい解決していきましたが、生徒たちには自主性があり、案を少し出すだけで、どんどん手を動かして、自分で気づくことができるようになるなど、自ら解決策を検討し、最終的には、解決策を導きだすことができるようになりました。

今後は、チームで成功体験を積み上げていき、模型部で取り組んでいることをどんどん好きになってやっていってもらおうと、更に自主性が出てくると思います。

実技指導を終えて

ロボット工学科 教諭 後藤 祥斗さんに、実技指導を通して感じたことなどを伺いました。

本校に着任して5年目になります。愛知県内の工科高等学校で実施する缶サットの研究発表会には当初から参加しており、今回、佐野マスターにご指導いただいた以外は、ほぼ一人で担当しています。

実は、佐野マスターに指導していただいた時期は3年生の担任を受け持っていたこともあり、部活動になかなか時間が割けずにいました。10回のプログラムについて佐野マスターとは9月末に事前打合せを行いました。それ以外は、指導の度に打合せを行いながら前回の内容から、前に進めるためにどうするか現場合わせて話し合っていました。また、指導をお願いした時期は冬休み前後で期末考査があり、放課後は17時半までに下校させるなど10回のプログラムの時間を取るのはかなりタイトでした。特に「あいち宇宙イベント」は自分たちで研究テーマを決めて、そのテーマに対して仮説を立て検証していかなければいけません。そのためには、通信の知識などが必要で、私自身が初めてのことも多く、さらに生徒にも教えていかなければならないという点で、大変プレッシャーを感じていました。

その中で、佐野マスターとの打合せや、指導中にお話させていただいたこと、また佐野マスターがこれまでの実務での経験から生徒への声かけや助言いただいたことなど、生徒だけでなく教員にとっても学ぶことがたくさんありました。指導内容についての到達度としては、生徒は各々、役割分担がある中で自ら進行表を作成し、主体的に動き、ものづくりに取り組むことができました。また、佐野マスターから直接学ぶことで、生徒たちは、プログラム通信とIoTに関して深い知識や技術を知り、技能が向上したと実感しています。結果として、缶サットの発表会では最優秀賞を獲得、知識や技能だけでなく課題解決力など、様々な対応力を身につけることができ、十分な成果が出たと感じています。

今後は、部活動では作るものが様々ということもあり、ITマスターのような実務で使えるような考え方や助言、トラブルへの対応、安全管理などの知識、また技能検定などにも挑戦していきたいと考えており、学校の教員だけでは教えられない深い技能を持った方の指導が必要だと感じています。

ITマスターの佐野 敏幸さんに、指導して感じたことや受講した生徒たちに伝えたいことなどを伺いました。

ITマスターとしては、小学生を対象としたロボットNAOを使ったプログラミング体験は経験がありましたが、高校での指導は今回が初めてでした。缶サットは、私自身も初めて取り組む内容で、学校で用いていると聞いたXBeeやGPSモジュールを、私は使ったことがなかったことから、事前に本を探して読んだり、実際に自分でも自宅で回路を組んだり、プログラムを動かしてみたりなど、勉強をした上で臨みました。学校で使用予定としていた機材等については、部活動の伝統のようなもので、先輩が使っていたから使い続けているということがありましたが、今回私が入り、そういった部分が少し刷新されたかなと思います。

指導を進める中で生徒たちに自主性があるということを感じましたので、その自主性を大切に指導することを心がけました。私は経営コンサルタントとして仕事をしておりますので、指導するにあたって生徒たちの理解が、どの段階にあるのかを常に意識しています。「知らなかったことを学び、実践してみれば理解できる、また、理解しただけでなく、できるようになると定着する。」これを意識して、成功体験を積み上げていくことを大切にしました。また、生徒のレベルが想像していた以上に高く、電子工作などはRaspberry Piなどを操作する場面もあったのですが、自分たちでどんどん進めていきま

した。私が案を出すと、生徒たち自身で実装していきます。これは普段の授業や今回の実技指導だけでなく、後藤先生の指導のたまものだと思います。マイコンを用いたロボット開発の過程で発生する様々な課題にも自分で気が付くことができ、解決策を検討し実装することができました。生徒たちは課題を切り分けて開発することで、チームワークの重要性を体験できたと思います。私自身、大手自動車メーカーの下請け部品メーカーなどに何う機会があるのですが、DX導入の支援などを行っている体験からいうと、模型部の生徒のように、高校の授業だけでないITの技能と自主的な取り組み姿勢や課題への対応力などがあると、メーカーなどの企業が求める人物像に合った人材になると感じました。つまり、自分で課題を見つけ、それに取り組んで実装しようとする、思ったようにはいかない部分が出てきますが、それに対して、解決策を色々と考えたり、調べたり、試行錯誤することで解決をしていくといったことを自主的・主体的・組織的に取り組んでいくことができる人材（問題発見力、課題解決力、工夫力、チーム行動力、新知識吸収力のある人材）です。

受講人数が26人と多く、グループごとに周りながら教えるなど大変な面もありましたが、結果として、研究発表会では一番良い結果を出してくれたので、目標に対する結果は満点です。IT技術は常に更新されていきますので、今回の開発内容にとらわれず、新しい技術や開発手法にキャッチアップして行ってほしいと思います。



左：学科長 手前：ITマスター 右：後藤先生 中央の3名の生徒は2年生

その他情報など

ロボットソフト組込に関する情報はこちら

[☐ 技能五輪全国大会](#)

[☐ 若年者ものづくり競技大会](#)