

Society5.0 に対応した学校間及び専門分野横断的な 教材の開発 ～ GPS データを活用した制御 ～

静岡県工業高等学校長会 高大連携共同研究委員会

代表者 静岡県立吉原工業高等学校

校長 増田 陽一

1. 研究の目的

Society5.0 に象徴される我が国が目指すべき未来社会において学校教育が果たすべき役割は、科学技術を活用しイノベーションの創出を成し得る人材の育成である。また、高等学校学習指導要領では横断的な学びの実現が示されていることから、教職員の資質能力を高めながら、生徒が通信や制御などの各分野について体系的・系統的に理解を深めるとともに技術を身に付けられる教材の開発を目的とした。

2. 研究の概要

(1) 基本方針

宇宙ビッグデータとして GPS 衛星による測位情報をアクションナブル・データとして活用するためのプラットフォームを開発する。具体的には、グラウンドで自車位置を把握しながら目標位置へ向けて自動走行する車両の製作を行い、実習や課題研究などで取り入れやすいようにユニット化することを目指す。さらに、教材を扱うための指導書及び資料を作成し、静岡県東部地区の工業系学科を設置する高校へ配布することで教材の活用を促進する。

(2) 研究組織

本研究委員会は、静岡県工業高等学校長会の委員会として、静岡県東部の工業系高校（4校）を中心に活動した。委員は、管理職3名（校長、副校長、教頭）、研究委員5名（教諭等）で構成し、機械系、電気系、電子系など様々な専門分野の教員とした。

(3) 活動内容

<令和6年度>

委員会を4回開催し、1月には名城大学の視察を行った。各委員は、車両担当とGPS・モータ制御担当に別れて研究を進め、委員会では製作物や関係資料を持ち寄り、確認できたことや課題を共有しながら研究を積み重ねた。名城大学の視察では、天白キャンパス理工学部メカトロニクス工学科「目黒淳一准教授研究室」を訪問し、目黒准教授と学生から実際のロボットカーを見せてもらいながら説明していただき、GPSデータの受信やロボットカーの制御方法等について、とても貴重な情報を得ることができた。

<令和7年度>

委員会を5回開催するとともに、必要に応じて担当班ごとに委員が集まり研究を進めた。7月には試作車のテスト走行を行ったが、実際に動かしてみると設計どおりには動作せず、仕様を変更するなど試行錯誤を繰り返した。その後、改良を重ね、11月にはグラウンドで事前に設定した目的地へ、GPSデータを取得しながら自動走行するロボットカーを完成させた。

3. 研究成果の分析と考察

(1) ベース車体のコンセプトと設計

本研究における学校間及び専門分野横断的な教材の開発という趣旨を踏まえ、基本フレームにはボルトナットで組み立て可能なアルミフレームを使用し、学校ごとの設備に関係なく、専門分野の特色や学びに合わせた拡張が容易にできることを意識し設計を行った。

研究テーマは GPS データを活用した自動走行であるが、人が乗っても駆動が可能な構造と動力性能を持ち合わせており、教材として幅広い用途で使える仕様とした。また、グラウンドでの使用を想定しているため、駆動系に防塵対策用のカバーを取り付けたが、その際にも透明なアクリルを用いるなど、内部構造が容易に観察できるよう工夫し、座学などでも見て学べる教材とすることを意識した作りとした。図1に車体の図面、図2に製作した車体の各部品の構成を示す。

(2) バッテリーの選定

搭載するギヤードモータの定格に合わせ 12V であること、入手しやすいこと及び走行可能時間が十分であることを総合的に判断し選定を行った。静岡県高校生エコラン大会電気自動車部門でも用いられている 4L-BS (バイク用バッテリー) とし、走行可能時間を考慮し、2個を並列とした。並列接続による循環電流対策として、メインスイッチを ON にしない限りそれぞれのバッテリーは切り離され、独立した状態となるよう配線している。また、整備等で車体を傾けることを想定し、電解液が GEL 状のものを選定した。

(3) モータドライバの選定

モータドライバについてもバッテリーの選定と同様、比較的入手が容易で、搭載するギヤードモータの定格に合致する、相撲ロボット等で一般的に用いられている MDD20A 2ch (Cytron 社製) のモータドライバ基板を選定した。

(4) 付属ユニットの製作

教材の運用として、自動走行の軌跡を視覚的に確認できるよう、ライン引きユニットを製作し車体に搭載させた。本体にはアクリル板を使用し、走行中に補助車輪が回転すると中のブラシが回転し石灰をかき混ぜる仕組みとなっている。本ユニットを用いて、グラウンドで自動走行をするライン引きとして使用することができる。

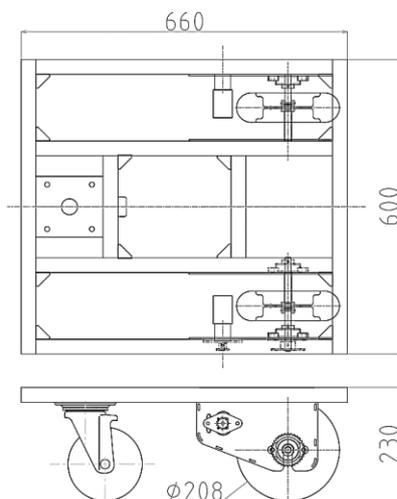


図1 車体構造とサイズ

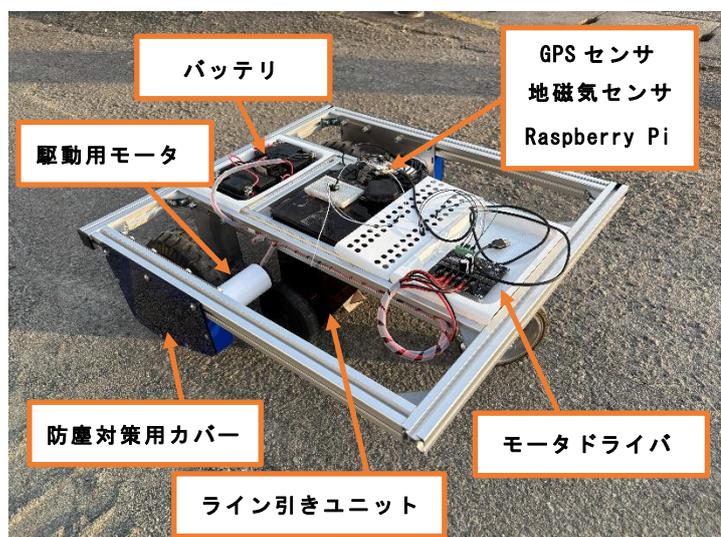
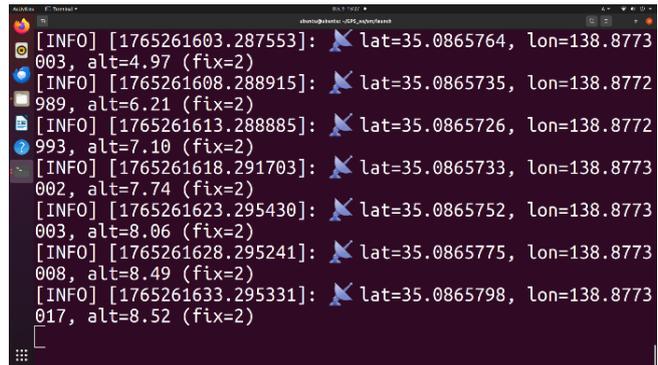


図2 車両部品構成

(5) ロボットカーの制御システムとその構成

本研究では、Raspberry Pi に ROS (Robot Operating System) を導入し、ロボットカーの制御を行った。ROS は、ロボット開発に特化したオープンソースのソフトウェア基盤であり、通信や制御を効率的に行うためのフレームワークとして広く利用されている。ROS を活用することで、複数のプログラムを並行して実行することが可能となり、モータ制御やセンサ情報処理を多用す



```

[INFO] [1765261603.287553]: lat=35.0865764, lon=138.8773003, alt=4.97 (fix=2)
[INFO] [1765261608.288915]: lat=35.0865735, lon=138.8772989, alt=6.21 (fix=2)
[INFO] [1765261613.288885]: lat=35.0865726, lon=138.8772993, alt=7.10 (fix=2)
[INFO] [1765261618.291703]: lat=35.0865733, lon=138.8773002, alt=7.74 (fix=2)
[INFO] [1765261623.295430]: lat=35.0865752, lon=138.8773003, alt=8.06 (fix=2)
[INFO] [1765261628.295241]: lat=35.0865775, lon=138.8773008, alt=8.49 (fix=2)
[INFO] [1765261633.295331]: lat=35.0865798, lon=138.8773017, alt=8.52 (fix=2)

```

図3 取得した GPS データ

るロボットカーにおいて不可欠な基盤となる。ロボットカーの制御では、指定された緯度・経度・高度の情報を基に目的地へ移動する機能を実装した。図3に実際に取得した GPS データを示す。

本システムのプログラム構成は、大きく以下の5つの要素に分類される。

① ロボットカーの現在地取得

ロボットカーには GPS センサ ZED-F9P を搭載し、緯度・経度・高度の情報を取得する。

ここで、緯度を Latitude、経度を Longitude、高度を Height とし、以降これらを LLH 座標とする。

② GPS センサによる位置取得と目的地への制御

ロボットカーの現在地の LLH 座標と、あらかじめ指定した目的地の LLH 座標を専用関数により比較する。その際、出力された LLH 座標を東 (East)、北 (North)、上 (Up) の直交座標系に変換し、以降これを ENU 座標 とする。これにより、ロボットカーは現在地から目的地までの方向及び距離が算出可能となる。

③ 地磁気センサによる方位角算出

ロボットカーには三軸デジタルコンパスモジュールを搭載し、 0° ~ 359° の範囲で方位角を算出する。例えば、北方向は 315° ~ 45° 、東方向は 45° ~ 135° 、南方向は 135° ~ 225° 、西方向は 225° ~ 315° として分類している。

④ 動作制御値の算出

②で得られた ENU 座標と、③で算出した地磁気センサによる方位角を基に、ロボットカーのモータへ送信する制御信号を算出する。これにより、目的地に向かうための適切な進行方向が決定する。

⑤ モータドライバによる制御

算出された制御信号をモータドライバへ送信し、ロボットカーを駆動させる。また、走行中に予定ルートから逸脱した場合には、制御信号を修正し、進行方向を補正する機能を実装している。

各プログラムの関係図を図4に示す。また、ロボットカーが目的地に移動する制御方法の概要を図5に示す。

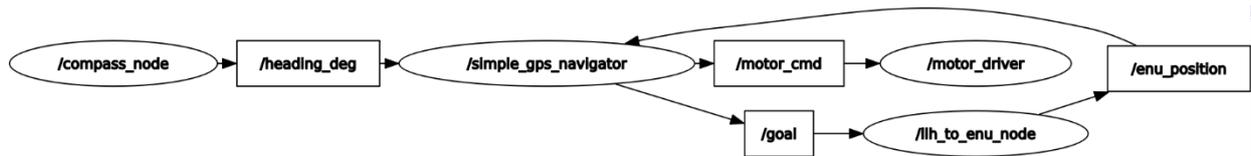


図4 各プログラムの関係図

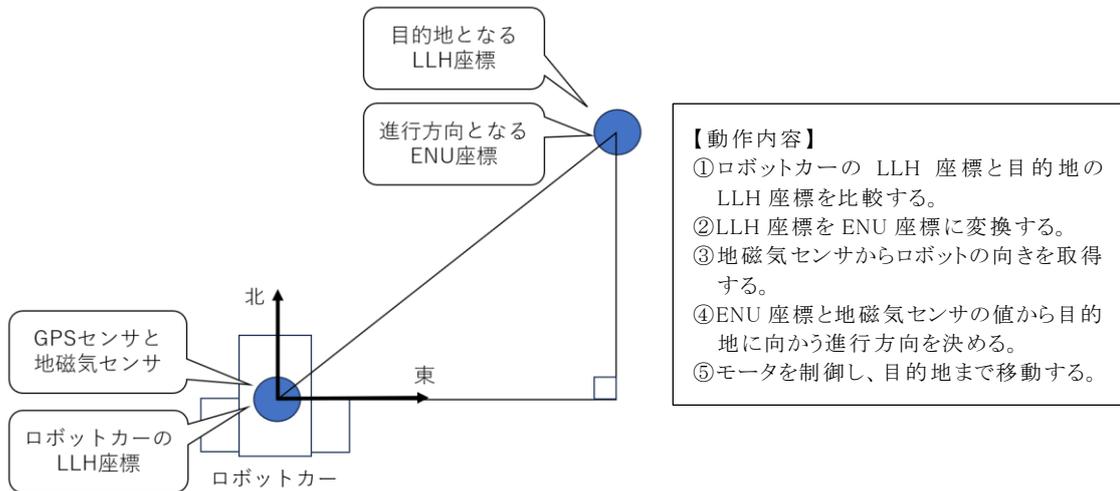


図5 移動制御の概要

(6) 考察

本研究において特に苦労したのは、現在地や方位角等の算出、モータ制御等を行う複数のプログラムを平行して実行させる制御方法であったが、初年度に実施した名城大学への視察はとても貴重な情報を得る機会となり、本研究を大きく推し進めることができた。令和7年11月に試作車が完成し、配布用ロボットカー（教材）の製作を行った。車体に制御システムを実装することで、機械・電気・電子などの分野横断的学習教材とすることができた。また、本研究をとおして、委員自身も制御技術や制御方法の知識・技術を高めることができた。

4. 今後の課題と展望

製作した教材を県東部の工業科設置校へ配布することができた。しかし、制御方法の複雑さや正確な車体製作の必要性などから、想定以上に時間を要してしまい、指導書の完成には至らなかった。次年度はその作成に取り組む。ユニット化された教材と指導書が揃うことで、各学校での活用が進み、課題研究等で生徒が創意工夫し、グラウンドへのビックアートの描画や農業における播種などのシステム構築等について、実践的に学ぶことができると考えている。本研究が学校と地域との様々な連携につながり、工業系高校では高度な技術について学ぶことができることを地域等へアピールし、工業教育の魅力を発信していきたい。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益財団法人 天野工業技術研究所様には工業教育助成として多大な御支援を賜りました。深く感謝申し上げます。

参考文献・引用文献

Raspberry Pi で学ぶ ROS ロボット入門（上田隆一【著】）