

# PID 制御学習装置の開発

## A Development of PID Control Learning Device

松本 大河<sup>1)</sup>  
指導教員 富田 雅史<sup>1)</sup>

1)サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子制御システム研究室

本研究では学習者が興味を持ってPID 制御を体感的に学ぶことができる装置を開発している。PID を実装する装置として四輪車体を選択し、本論文では四輪車体について報告する  
キーワード：PID 制御， 制御工学， 工学教育， 教材開発， サーボモータ

### 1. 研究背景

近年、自動車における自動制御技術が急速に発展しており、その精度と安定性を向上させるための技術が注目されている。特に、PID 制御（比例・積分・微分制御）は、自動制御を学ぶ上で重要な技術である。本研究では学習者が興味を持って PID 制御を体感的に学ぶことができる装置を開発することを目的とする。

### 2. 要求事項の明確化

本研究の要求事項をまとめると次のような箇条書きになった。

- ・四輪車体を学内のグラウンドで走行させたい
- ・PID 制御のパラメーターをパソコンからのアナログ出力で変えたい
- ・車体の走行する様子を実験車が安全に見守れるよう歩行スピードに合わせたい
- ・PC が搭載でき、人が持ち運びできる重さ、大きさにしたい
- ・量産しやすいものであるようにしたい

### 3. 仕様

本研究では、容易に学習できることを目的に、機体を四輪車体とし、ノートパソコンを搭載可能なサイズの車体を採用する。ノートパソコンを搭載することでパソコンからの制御も可能にすることを目的としている。安全に実習するため移動速度は人間の歩行速度に寄せたものとする。図 1 に構

成図を示す。

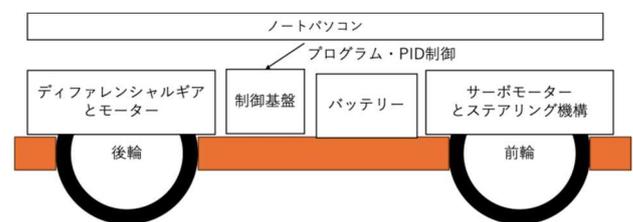


図 1. 四輪車体の構成図

### 4. 製作

設計当初は、強度と安定性を確保するためにアルミフレームを使用し四輪車体のボディを作成した。しかし、フレーム自体の重量が重く、車体全体の軽量化を求める設計要件に合致しなかったため見直しを行った。結果として新たに汎用的な四輪車体のボディーフレームをより軽量で加工が容易なアクリル板で横幅 175mm、縦 450mm で型取ることで、軽量化と設計の柔軟性を両立するボディを作成した。ただし、アクリル板のみではモーターやバッテリー、パソコンなどの機器を積載するには強度が不十分でありたわんでしまったため、3D プリンターの PLA(プラスチック)を用いて骨組みを作り、撓み対策とボディの剛性を強化した。この改良により、軽量でありながら高い耐久性を持つ車体ができた。ステアリング機構は当初アルミ素材を加工して製作したが、精度が悪い上、スムーズに動かないという問題点があった。次に 3D プリンターとアクリル板を使用し、新たなステアリングを設計した。この改良によりステアリングの精度

が向上したものの、角度に多少のずれがあり、斜めに走行してしまった。そこで現在は全て 3D プリンターを使い、精度を上げることで前進が可能となった。現在使用しているステアリングを図 2 に示す。ステアリングの駆動にはサーボモーターを使用し、制御に Arduino Uno を組み合わせ、サーボモーターの制御について学習できるようにした。

車両の走行速度を分速 15m に設定し、この速度に見合ったギヤードモーターを選定した。またコーナリング時に内輪と外輪で異なる回転数になるので、モーターとタイヤとの間にはディファレンシャルギアを使用した。モーターや各部品を固定するためのアタッチメントも 3D プリンターで作成し、カスタマイズ製を高めるとともに、各部品が確実に固定されるように工夫を施した。走行用の電源は乾電池 8 本を使用し、合計で 12V2A の電力供給を行っている。

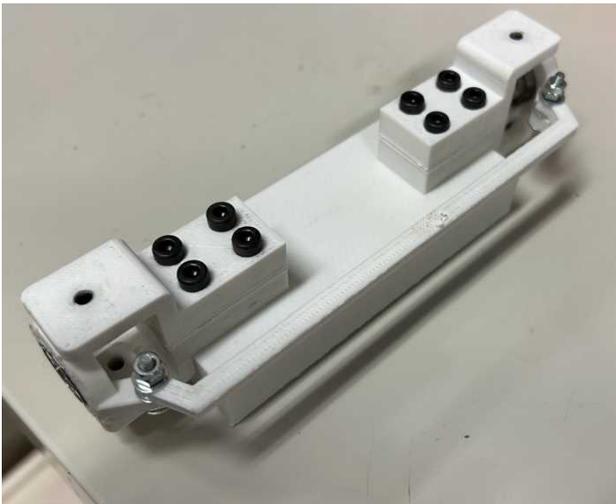


図 2 ステアリング機構

## 5. 進捗

四輪車体の製作を通じて、軽量化と剛性のバランスをとりながら、精密な制御と安定した走行を実現するための設計と実装に成功した。アクリル板と 3D プリンター利用し、四輪車体を作ることができた。モーターとディファレンシャルギアを用いることによって走行が可能となった。サーボモーターとステアリング機構を作成し、Arduino Uno で制御することによって転回が可能になった。

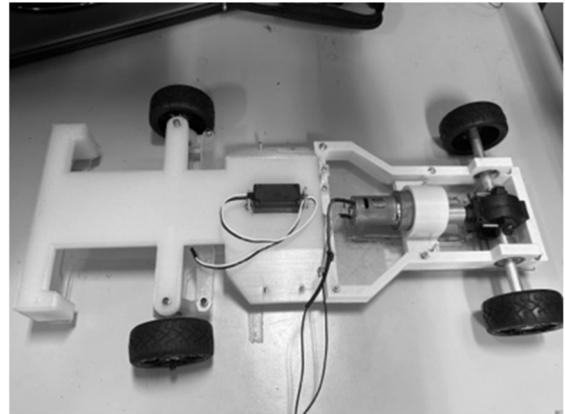


図 3 四輪車体のボディ外観

## 6. 今後の予定

四輪車体は概ね完成したが車体の外装を改良し、よりリアルな車体外観に近づけるべく、現在も設計を進めている。この設計が実現されることによって剛性がさらに向上することが期待される。また現在まだステアリングを指示通りの角度に曲げるプログラムを完成し、また自動制御やプログラムについて学び M5stack や Arduino といったマイコンを用いて制御プログラムを学習し、各機能の連携を確保し、走行中のリアルタイムな制御を実現する予定である。最終的には、センサーからのフィードバックを基にして、モーターの出力を調整する PID 制御を搭載することで、過渡状態や定常状態などを体感的に学習できる装置を実現する予定である。

## 7. 参考文献

- 1) 中野道雄・美田勉 共著，“制御基礎理論—古典から現代まで—”，コロナ社
- 2) [https://www.amazon.co.jp/dp/B087LZNP8R?ref=ppx\\_yo2ov\\_dt\\_b\\_fed\\_asin\\_title](https://www.amazon.co.jp/dp/B087LZNP8R?ref=ppx_yo2ov_dt_b_fed_asin_title), ディファレンシャルギア
- 3) 北村新三・武川公・松永公廣 共著，“制御工学”，森北出版株式会社
- 4) 田原淳一郎 著書，“Arduino で始める電子工作”，カットシステム