

ミニ四駆 AI による STEAM 教育の教材開発

寄田明宏¹, 多田誠仁², 竹下俊一³

¹第一工科大学 工学部 機械システム工学科 (〒899-4332 鹿児島県霧島市国分中央 1-10-2)

²鹿児島大学大学院 理工学研究科 (〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1 丁目 21 番 40 号)

³第一工科大学 共通教育センター (〒899-4332 鹿児島県霧島市国分中央 1-10-2)

Development of STEAM Educational Materials Utilizing Mini 4WD AI

Akihiro YORITA¹, Masahito TADA², Shunichi TAKESHITA³

¹Department of Mechanical systems Eng., Faculty of Eng., Daiichi Institute of Technology

²Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

³Common Education Center, Daiichi Institute of Technology

Abstract: This study developed educational materials for STEAM education using Mini 4WD AI. The proposed materials aim to help students learn mechanical elements, sensor measurement, motor control, programming, and AI/control algorithms in an integrated manner. Mini 4WD is suitable as an introductory engineering material because it is inexpensive, familiar to students, and allows them to observe the effects of mechanical modifications through actual driving behavior. In this study, a Mini 4WD vehicle equipped with an AI Chip V3 was used to construct learning activities consisting of introductory instruction, persona setting, mechanical component experiments, AI/control driving experiments, and questionnaire evaluation. The educational activities were designed to connect Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics through topics such as vehicle motion, sensors, microcontrollers, gear ratios, driving time analysis, and design thinking. The results of free-description questionnaires suggested that students recognized the relationship between physics, mathematics, mechanical engineering, and AI technology through the driving experiments. The findings indicate that Mini 4WD AI has potential as an effective STEAM educational material for promoting interest in mechanical engineering and AI/control technology. Future work will improve the programming environment by introducing visual programming tools and refine the design activities based on persona methods. **Key words:** Mini 4WD AI; STEAM education; Fuzzy control

1. はじめに

近年, ChatGPT や Gemini に代表される生成 AI の急速な発展を背景として, 大学教育においても人工知能, データサイエンス, 情報技術に関する学習需要が高まっている. 実際に, 情報系・データサイエンス系の学部・学科の新設や定員増は各大学で進められており[1], AI を活用できる人材の育成は高等教育における重要な課題となっている.

一方で, AI は文章生成や画像生成などのソフトウェア領域にとどまらず, 現実世界を認識し, 判断し, 物理的に作用するフィジカル AI へと展開している[2]. 近年のロボットや自律移動体は, 固定的なプログラムに従うだけでなく, 視覚情報やセンサ情報, 学習ベースの制御を組み合わせることで, 環境に応じた動作生成を行う方向へ発展している. このような技術の進展により, 機械工学, 電気電子工学, 制御工学, 情報工学を横断的に理解する能力の重要性が高まっている.

しかし、従来の工学教育では、機械設計、電子回路、プログラミング、制御理論が個別の科目として扱われることが多く、学生がそれらの関係を実体験として理解する機会は必ずしも十分ではない。特に、AI と機械システムの関係性を初学者が理解するためには、センサによる環境認識、モータによる動作生成、制御アルゴリズムによる意思決定を一体的に体験できる教材が必要である。

そこで本研究では、ミニ四駆 AI[15]を基盤とした小型自律走行教材を開発し、機械構造、センサ計測、モータ制御、AI・制御アルゴリズムを統合的に学習できる STEAM 教育教材として構成することを目的とする。ミニ四駆は、低コストで導入しやすく、走行結果が視覚的に確認でき、試行錯誤を通じた設計改善を行いやすいという特徴を有する。本教材により、学生が AI を単なるソフトウェア技術としてではなく、現実世界に作用する機械システムと結びついた技術として理解することを目指す。

2. 関連研究

2.1 工学教育における実践的教材

工学教育における実践的教材には、学習範囲の広さと導入容易性の間にトレードオフが存在する。大規模なプロジェクト型教材は、機械設計、製作、制御、プロジェクト管理などを総合的に扱える一方で、費用、設備、指導体制、実施期間の面で制約が大きい。これに対し、小型ロボットや自律走行教材は、個人または少人数での学習に適しているが、学習内容が電子回路、プログラミング、アルゴリズムに偏り、機械要素や構造設計の学習が限定的になりやすい。

学生フォーミュラ[3]は、学生がチームを組み、フォーミュラスタイルの小型レーシングカーを企画、設計、製作し、競技会に参加するプロジェクト型教育である。車両性能だけでなく、設計、製作、コスト、マーケティングなどを含む総合的なものづくり能力を育成できる点に特徴がある。一方で、車両製作には高額な費用、長期的な活動期間、組織的な運営体制が必要であり、個人が短

期間で試行錯誤を行う教材としては導入のハードルが高い。

こうした大規模教材に対し、ミニ四駆は低コストで入手しやすく、ギヤ比、ローラ配置、タイヤ、重量配分、摩擦、重心位置、ボディ形状など、機械工学に関連する要素を直感的に学習できる教材である[4]。走行結果が視覚的に確認しやすく、部品交換や調整を通じて試行錯誤を行える点も、初学者の興味喚起に適している。しかし、標準的なミニ四駆はモータを一定出力で駆動する構造であり、センサ情報に基づく判断やソフトウェアによる制御を学習する余地は限定的である。

以上より、総合的なものづくり教育を行う大規模教材と、低コストで機械要素への興味を喚起できる教材には、それぞれ異なる教育的価値と制約がある。特に、初学者が扱いやすい低コスト教材において、機械要素の試行錯誤とセンサ計測・制御プログラミングを接続することができれば、工学教育における実践的学習の幅を広げることができる。

2.2 AI・制御学習教材

AI・制御を学習する教材としては、自律走行ロボットやロボットカーを用いた教材・競技が用いられている。これらの教材では、センサによる環境情報の取得、マイコンによる情報処理、モータによる動作生成を組み合わせることで、計測・判断・制御の一連の流れを体験的に学習できる。

代表的な教材・競技として、AI-Formula が挙げられる[5]。AI-Formula は、自律走行モビリティがコースを周回し、速度と知能を競う技術チャレンジであり、AI・制御技術を実環境で学習できる点に特徴がある。また、小中学生向けの AI-Formula Kids も展開されており、初等中等段階から大学院段階までを含む段階的な AI・ロボティクス教育として位置づけられる[6]。

これに加えて、マイコンカーラリー[7]やマイクロマウス[8]は、センサ情報を用いた自律走行制御

表 1 工学教育における実践的教材

分類	代表例	学べる内容	課題
自律走行競技型	AI-Formula、マイコンカーラリー	センサ処理、制御、走行アルゴリズム	機械要素の自由度が限定的な場合がある
ロボット教育キット型	LEGO、SPIKE、EV3、micro:bitロボット	計測・制御、プログラミング	教育用に抽象化され、機械設計の実感が弱い場合がある
AI自動運転教材型	ロボットカー＋画像認識・深層学習教材	AI、画像認識、自動運転	機械・駆動系の学習が補助的になりやすい
機械教材拡張型	ミニ四駆AI	機械要素、電子工作、制御、AI、	教材の体系化が必要

を学習する代表的な教材である。マイコンカーラリーでは、ライントレースや速度制御を通じて、センサ入力に基づく走行制御を学ぶことができる。マイクロマウスでは、迷路探索と最短経路走行を題材として、探索アルゴリズム、経路計画、センサ処理、モータ制御を統合的に学習できる。これらは、現在の深層学習を中心とする AI 教材とは異なるものの、知的な自律行動を実装する教材として、AI・制御学習の文脈に位置づけられる。

LEGO Mindstorms[9] , SPIKE[10] , micro:bit[11]を用いたロボットカーなどの教育用ロボット教材では、センサ計測、モータ制御、ブロックプログラミング、Python 等を用いた制御学習が可能である。これらは初学者にとって扱いやすく、授業導入もしやすい一方で、教育用に抽象化された部品構成であるため、車体構造、駆動系、タイヤ、ローラ、重量配分といった機械的要素の試行錯誤は限定的になりやすい。

以上のように、AI・制御を学習する教材はすでに存在するが、その多くはセンサ処理、プログラミング、制御アルゴリズムの学習に重点が置かれている。一方で、機械構造や駆動系の調整を通じた機械要素の学習と、AI・制御プログラムの学習を低コストに統合する教材は限られている。このため、機械要素の試行錯誤を伴う低コスト教材を、センサ計測、モータ制御、AI・制御プログラムの学習へ拡張する教材設計が必要である。

2.3 STEM/STEAM 教育

前節で述べたように、AI・制御学習教材では、センサ計測、情報処理、モータ制御を組み合わせ、計測・判断・制御の一連の流れを体験的に学習することが重要である。これらを機械構造や設計改善の学習と結びつけるためには、複数分野の知識を横断的に活用する教育的枠組みが必要となる。このような観点から、本研究ではミニ四駆 AI を STEM/STEAM 教育の教材として位置づける。

STEM 教育とは、Science , Technology , Engineering , Mathematics を統合的に扱う教育アプローチであり、分野ごとの知識を個別に習得するだけでなく、それらを横断的に活用して現実社会の課題を解決する力の育成を目指すものである[12]。STEM 教育では、学習者が理論を学ぶだけでなく、実験、設計、製作、プログラミング、データ分析などの実践的活動を通じて、試行錯誤に基づく問題解決能力を身につけることが重視される。

さらに、STEM に Art を加えた STEAM 教育では、科学技術に加えて、創造性、デザイン、表現、人間中心の視点を取り入れることが重視される。STEAM 教育における Art の解釈には複数の立場がある。Yakman は、Art を芸術、文化、リベラルアーツを含む広い概念として位置づけ、科学技術と社会をつなぐ役割を重視している[20]。一方、Maeda は、芸術やデザインを通じた創造性、美的感覚、人間中心設計の重要性を強調している[13]。また、ヤング吉原・木島は、デザイン思考の

表2 ミニ四駆教育の比較

学習要素	通常のミニ四駆	ミニ四駆AI
機械構造	◎	◎
ギヤ比・駆動系	◎	◎
摩擦・重量配分	◎	◎
センサ計測	×	◎
電子回路	×	○
プログラミング	×	◎
制御工学	△	◎
AI・データ活用	×	○
走行ログ分析	×	◎

プロセスを STEAM 教育に組み込み、課題発見から解決までを学習者が主体的に経験する実践的学習モデルを提案している[14].

3. 提案教材の設計

3.1 提案教材の概要

本研究では、市販のミニ四駆を基盤とし、センサ、マイコン、モータ制御機構を追加することで、走行状態に応じた制御を行うミニ四駆 AI 教材を開発する。本教材は、通常のミニ四駆が有する機械要素の試行錯誤に加え、センサ計測、プログラミング、制御アルゴリズムを組み合わせることで、機械・電子・情報・制御を横断的に学習できる点に特徴がある。ミニ四駆とミニ四駆 AI の学習要素の違いを表 2 に示す。なお、本研究における「教材」とは、ミニ四駆 AI 本体のみを指すのではなく、機械要素、AI・制御、STEAM 教育を段階的に学習するための解説資料、実験ワークシート、制御プログラム、ペルソナシートを含む学習パッケージとして定義する。

3.2 STEAM 教育への対応

本教材では、ミニ四駆の機械要素と AI・制御に関するソフトウェア要素を融合し、STEAM 教育に対応した学習活動を構成する（表 3）。Science では、速度、摩擦、重心、電池特性、コーナリング時の車体挙動などの物理現象を扱う。Technology では、センサ、マイコン、モータドライバ、プログラミングを扱う。Engineering では、タイヤ、ギヤ、モータなどのパーツ変更が走行特

表3 STEAM 要素と学習内容の対応

STEAM要素	本教材で扱う内容
Science	速度、摩擦、重心、電池特性、コーナリング時の車体挙動
Technology	センサ、マイコン、モータドライバ、プログラミング
Engineering	タイヤ、ギヤ、モータ変更による設計改善
Art	ペルソナ手法、車体デザイン、利用者視点、課題設定
Mathematics	ギヤ比、速度計算、走行タイム分析、制御パラメータ調整

性に与える影響を検証し、設計改善を行う。Art では、ペルソナ手法を用いて想定ユーザーや利用場面を設定し、車体デザインや教材体験の方針を検討する。Mathematics では、ギヤ比や速度の計算、走行タイムの比較、制御パラメータの調整を扱う。

3.3 学習活動の流れ

本教材の学習活動は、導入学習、ペルソナ設定、機械要素の変更実験、AI・制御走行実験、アンケート評価の 5 段階で構成する。まず、導入学習では、ミニ四駆 AI の概要、ギヤ伝達の計算方法、機体の操作手順を解説する。次に、ペルソナ法に基づき、想定する学習者像や利用場面を整理し、教材のデザイン方針を検討する。

続いて、機械要素の変更実験では、タイヤ、ギヤ、モータをそれぞれ変更し、各条件における走行タイムを測定する。これにより、機械要素の違いが走行特性に与える影響を考察する。さらに、AI・制御走行実験では、ミニ四駆 AI のプログラム構造や制御の仕組みを解説した上で、センサ情報に基づく制御プログラムを適用し、走行タイムを測定する。最後に、参加者を対象としたアンケート調査を実施し、本教材が機械要素、AI・制御、STEAM 教育への理解や興味に与える影響を評価する。

4. 実験

4.1 実験環境

本実験では、MA シャーシのミニ四駆「ライキリ」[16]を基盤とし、RT 社製 AI Chip V3[17]を搭載したミニ四駆AIを用いた。走行コースには、タミヤ製ミニ四駆ジャパンカップ Jr.サーキットを使用した。評価指標として、ミニ四駆がコースを3周するまでの走行タイムを測定した。

4.2 アンケート結果

記述式質問として、以下の2項目を設定した。

(1) 実験を通して、機械工学やAI技術、あるいは両者を組み合わせた分野への興味・関心はどのように変化しましたか。

(2) ミニ四駆AIを扱う学習について、良い点または改善点があれば記述してください。

自由記述回答からは、参加者の多くが、実施前には機械工学とAI技術の結びつきについて具体的なイメージを持っていなかった一方で、実験を通じて両者の関係を具体的に捉えるようになった傾向が見られた。特に、センサ情報を用いた速度調整やファジィ制御[19]の考え方を扱うことで、AI・制御技術が機械システムの動作改善に関わることを理解するきっかけとなった。

また、ミニ四駆という身近な題材を用いたことで、抽象的に感じられやすいAI・制御技術が、速度変化やコースアウト対策といった具体的な現象と結びつき、学習内容への興味を高める要因となった。さらに、ギヤ比やタイヤの違いと走行結果を比較する過程を通じて、物理や数学の理論が実機の挙動にどのように関係するかを確認できた点も、参加者の理解を促す要素となった。

4.3 KH Coder による自由記述分析

参加者の興味関心を問う自由記述回答を対象として、KH Coder[18]を用いた共起ネットワーク分析を行った。共起ネットワーク分析の結果を図1に示す。分析の結果、12のサブグラフが形成された。最も大きなネットワークであるサブグラフ01では、「物理」「数学」「計算」といった語が「面

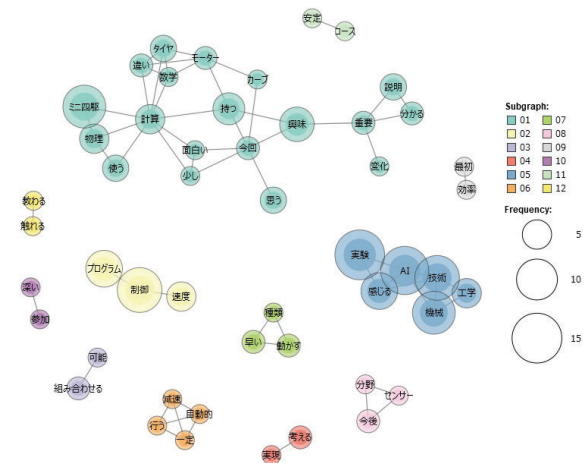


図1 共起ネットワーク

白い」と共起しており、抽象的に感じられやすい学習内容が肯定的に捉えられていた可能性が示された。

5. まとめ

本研究では、ミニ四駆を基盤として、機械、電子、情報、制御、デザインを横断的に学習できるミニ四駆AI教材を開発し、STEAM教育教材としての可能性を検討した。本教材は、ミニ四駆が有する低コスト性と機械教材としての親しみやすさを活かしながら、センサ、マイコン、モータ制御、AI・制御アルゴリズムを組み合わせることで、機械要素と情報技術を統合的に学習できる点に特徴がある。

実験後に行ったアンケートの自由記述を分析したところ、学生はミニ四駆の走行を通じて、高校物理や数学で扱う理論が実際の機械システムの挙動と関係していることを確認していた。また、機械工学とAI技術を組み合わせることで、現実世界で動作する機械システムを理解しやすくなるという肯定的な傾向が見られた。これらの結果から、本実験の範囲では、機械系学科への関心向上やAI・制御人材の育成において、ミニ四駆AIが有効なアプローチとなり得る可能性が示唆された。

一方で、学習の入り口として用意したC言語によるプログラミング体験は、未経験者にとって難

易度が高く、学習の導入方法に課題が残った。ミニ四駆は興味喚起の題材として有効に機能したが、学生が自律的に試行錯誤を行い、制御や設計改善の理解を深めるためには、プログラミング環境の簡略化が必要である。

今後は、本実験で得られた知見に基づき、Scratch に代表されるビジュアルプログラミングを導入し、機械と情報がどのように相互作用しているのかを、学生がより直感的に探究できる教材へと改善する。また、ペルソナ設定の反省を踏まえ、他者のニーズを汲み取る実践的なデザイン手法を取り入れることで、STEAM 教材としての完成度を高める。これらの改善を通じて、機械と情報の融合教育を推進し、学生の機械工学への関心と学習意欲を高めることを目指す。

参考文献

- [1] 日本経済新聞, データサイエンス系学部、1900 人増 17 大学で 23 年新設, 2023-02-02, <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUE025B90S3A200C2000000/>.
- [2] 平田泰久. (2024). AI との融合がもたらす物理的ヒューマン・ロボットインタラクションの将来展望. *日本ロボット学会誌*, 42(10), 941-946.
- [3] 公益社団法人自動車技術会, 学生フォーミュラとは. <https://www.jsae.or.jp/formula/student-formula/about/> (参照日: 2025-07-18).
- [4] ゲットナビ編集部, タミヤ公式ガイドブック ミニ四駆 超速ガイド 2025-2026, ワン・パブリッシング, 2025
- [5] 岡田眞也, 秋元優希, 加藤敦, 安井裕司, AI フォーミュラ. 自動車技術会 春季大会 学術講演会予稿集(春), 2024.
- [6] 高階, 神山, 沼田, 加藤, 岡田, 大村, 青木, 吉原, 小中学生を対象にした AI-Formula Kids の企画 — 将来を担う AI 人材の育成に向けて —. 第 25 回システムインテグレーション部門講演会 (SI2024) 講演論文集, pp. 1361–1365, 2024.
- [7] 伊東直輝, ロボットコンテストの魅力から学んだこと. *日本ロボット学会誌*, 38(9), pp. 829–832, 2020.
- [8] 井谷優, マイクロマウスの歩んだ路. *日本ロボット学会誌*, 27(9), pp. 979–982, 2009.
- [9] 川田昌克. (2015). LEGO MINDSTORMS を利用した回転型倒立振子の開発. *計測と制御*, 54(3), 192-195.
- [10] 鷺崎弘宜. (2022). ET ロボコンにおけるモデルを取り入れたロボット制御の教育とソフトウェア品質. *日本ロボット学会誌*, 40(3), 208-211.
- [11] 遠山紗矢香, & 竹内勇剛. (2021). micro: bit を用いた協調学習による サイバーフィジカルに対する児童の理解深化支援とその検討. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 23(2), 177-188.
- [12] 新井健一. (2018). 巻頭言: これまでの STEM 教育と

今後の展望. *STEM 教育研究: 論文誌*, 1, 3-7.

- [13] Maeda, John (2013) "STEM + Art = STEAM," *The Transdisciplinary STEAM+ Journal*: Vol. 1: Iss. 1, Article 34. DOI: 10.5642/steam.201301.34
- [14] ヤング吉原, 木島, 世界を変える STEAM 人材 シリコンバレー「デザイン思考」の核心, 朝日新聞出版, 2019.
- [15] 中島智晴, ミニ四駆 AI. *日本知能情報ファジィ学会誌「知能と情報」*, 29(4), pp. 136–140, 2017.
- [16] 株式会社タミヤ: 1/32 ミニ四駆 PRO シリーズ No.40 ライキリ, <https://www.tamiya.com/japan/products/18640/index.html>.
- [17] 株式会社 RT: AI Chip V3 9 軸 IMU センサ搭載ミニ四駆用制御ボード [製品ページ]. <https://rt-net.jp/products/AI-Chip-V3/>.
- [18] 樋口耕一 2020 『社会調査のための計量テキスト分析 —内容分析の継承と発展を目指して— 第2版』 ナカニシヤ出版
- [19] 前田陽一郎, 実用理工学入門講座・知能情報工学入門 — ソフトコンピューティングの基礎理論, 日本評論社, pp9-39, 2017
- [20] Yakman, G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education, 2008