

# タンジブル型プログラミングツールを用いた 中学生向け協働学習型機器制御アルゴリズム実習システムの開発 Development of Cooperative Learning Equipment Control Algorithm Training System for Junior High School Students Using Tangibles Programming Tools

千田 和範<sup>\*1</sup>, 山田 哲大<sup>\*2</sup>, 稲守 栄<sup>\*1</sup>  
Kazunori CHIDA<sup>\*1</sup>, Tetta YAMADA<sup>\*2</sup>, Sakae INAMORI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 釧路工業高等専門学校 電気工学科

<sup>\*2</sup> よつ葉乳業株式会社

<sup>\*1</sup> Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology, Kushiro College

<sup>\*2</sup> Yotsuba Milk Products Co.,Ltd

Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：タンジブル型プログラミングツールであるフローチャートブロックを組み合わせて、グループで討論しながら機器制御アルゴリズムを学ぶことができる学習教材システムを開発した。本稿では、このシステムの概要と実際に中学校で使用した結果について報告する。

キーワード：協働学習，タンジブルデバイス，ビジュアルプログラミング，問題解決型学習，QR

## 1. はじめに

中学校における技術分野では「計測・制御のプログラミングによる問題の解決」を扱うこととなり、計測制御システム元にした学習教材を必要としている。加えて、プログラミング初心者は課題を解くアルゴリズムの検討の際に、順次、分岐、反復をどのように組み合わせればよいか分からないことが多い。また各学習者が個別作業のため、気軽に討論できない環境もプログラム学習の難しさに影響を与えている。一方、教育現場では問題解決能力の育成や主体的・対話的で深い学びの実現も求められている。

そこで本研究では、学習者がグループで討論しながらフローチャートブロックを組み合わせて、産業機器の制御アルゴリズムを実現するビジュアルベースの非言語型プログラミングによるアルゴリズム学習教材の開発を行う。

## 2. 機器制御アルゴリズム実習システム

本学習システムは、図1に示す3つのユニットで構成される。まず、PCレスで協働学習を行いながら課題のアルゴリズムを検討するための、フローチャートブロック（以下、FTブロック）、ブロックの組み合わせによって実現されたプログラムを入力するためのQRコードリーダー、QRコードを解析し、機器を制御するための組込みマイコンと動作を確認するための産業機器模型によって構成される。以下のこれらの項目の概要を説明する。

### 2.1 フローチャートブロック

ビジュアルプログラミング言語はテキスト記述型言語に比べ、構文エラーがないため初学者にとって使いやすい言語と考えられている<sup>②</sup>。一方で、従来の一般的なプログラミング学習ではPCを使った個

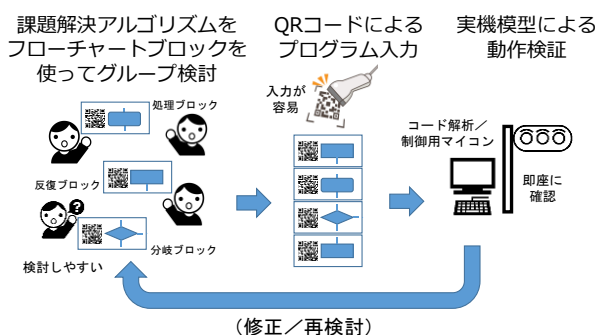


図1. 協働学習型機器制御アルゴリズム実習システム

人作業となる場合が多い。したがって行き詰ると学習に対する動機づけが著しく低下する。そこで、グループで協働しながらアルゴリズムの検討を可能とするために、図2に示す実環境下でのビジュアルプログラミング用FTブロックを新たに導入する。

このFTブロックはアルゴリズムを検討する際の基本となる分岐、反復、処理をブロック化し、これらのブロックを組み合わせで接続することで順次構造を表す。また初学者を対象とするため、各FTブロックはテキスト記述型言語の命令文に相当する様な汎用的なブロックとはせず、例えば図2の処理ブロック「指定した色を点灯する」の様に課題解決に必要な要素をある程度含んだ形でブロック化する。これによって初学者であっても課題解決のためのアルゴリズムの検討が容易になる。またFTブロックの使い方を説明無しに使える様に、各FTブロックは異なる形状のはめ合い部を有する。これにより学習者はブロックの間違った組み合わせによる構文ミスに悩まされることなく、アルゴリズムの検討に専念することができる。合わせて各ブロックの識別はブロックに貼り付けたQRコードによって行う。

FT ブロック	機能	FT ブロック	機能
	反復：ループ開始		反復：起点に戻る
	分岐：時間経過 Y:次へ/N:前へ		条件式
	処理：指定色点灯		処理：指定色消灯
	処理内容		プログラム 入力終了

図2. フローチャートブロックの例



図3. 実習システムの全体構成

## 2.2 制御用マイコンおよびQRコードリーダー

本実習システムは協働学習で用いられる関係上、様々な実施場所で運用されることが想定できる。そこで可搬性を考慮し、液晶モニタを付加した RaspberryPi model 3B+を統括用コンピュータとして用いている。この RaspberryPi に QR コードリーダー Honeyweel 製 Genesis 7580g と信号機駆動ユニットを接続している。この全体像を図3に示す。なお解析/制御プログラムは Python3 によって実装している。また、本人起因の間違い以外の動作不良は学習者の学習意欲を低下させるため、読取エラーのない QR コードを用いてその要因を排除した。

## 3. 実習システムによる協働プログラミング

本システムを中学校での出前授業として実際に運用した。なお対象となった生徒は1年27名で、プログラミング学習の1回目の授業である。図4はその実習中の様子である。今回は3班に分け、同時に協働プログラミング実習を行ったが、どの班も10分程度でプログラミングを完了したことを確認した。また、作業開始からある程度経過した段階で、会話を通してアルゴリズムの間違いに気が付いた生徒が、他の生徒に対して間違い箇所や修正案を実際に指し示しながら取り組む様子も確認できた。これはテキスト記述式のプログラミング授業では見られない現象である。今回、3班中1班は実際に信号機を動作させた際にアルゴリズムのミスが発覚したが、その班は休憩時間中に正しいアルゴリズムでプログラムを修正していたことも確認した。



図4. 協働プログラミングの様子

- Q1: 今までに使った/習った言語と比べて、今回のブロックを使う方はプログラムが作りやすいですか？  
 Q2: パソコンを使ったプログラミングと、今回の実態のあるブロックを使うプログラミングはどちらが作りやすいですか？  
 Q3: PCを使ってプログラムを作る場合と、今回の様にグループでプログラムを作る場合、作りやすいのはどちらですか？

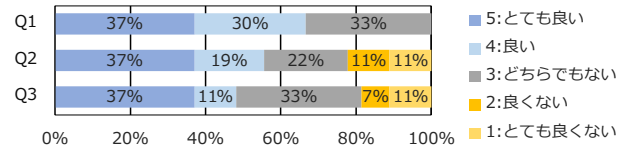


図5. アンケート結果

生徒に対するアンケート結果を図5に示す。この結果より批判的な意見が少ないことから、タンジブル型プログラミングツールは生徒にとって受け入れやすいシステムだということが分かる。また、担当教諭より「プログラムを組む活動、体験ともに主体的に学んでいました。まさにアクティブラーニングでした」との事後コメントが得られた。このことから本システムの有用性が確認できた。

## 4. まとめ

本研究では QR コードを入力媒体としてアルゴリズム学習に用いた中学生向けの「計測と制御」の導入用教材の開発を行った。そして製作した FT ブロックを組み合わせて実機の制御を行い信号機表示灯の点灯、消灯を決められた順序で実行する順次機能、秒数による動作の分岐機能、一定期間の動作を繰り返す反復機能を実装することができた。及び実装した機能を用いたブロックを組み合わせて実際の信号機と同様の動きが再現できることを確認した。また、実際の中学校の授業で運用し、担当教諭から高い評価を得ることができた。

### 謝辞

本研究の一部は科学研究費基盤研究 (C) 課題番号 19K03102 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

### 参考文献

- (1) 【技術・家庭編】中学校学習指導要領解説 文部科学省 (2017) p12 (2020年1月17日確認) [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018\\_009.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_009.pdf)
- (2) 松澤芳昭, 酒井三四郎: ビジュアル型言語とテキスト記述言語の併用によるプログラミング入門教育の試みと成果, 情報処理学会研究報告, Vol2013-CE-119-2, pp.1-11 (2013)