

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号： 1 1 2 0 1

研究種目： 奨励研究

研究期間： 2020 ~ 2020

課題番号： 2 0 H 0 0 8 4 9

研究課題名 教材開発を目的とした発想から実体化までの観察～ある中学生対象のロボコンを例に～

研究代表者

星 勝徳 (Hoshi, Katsunori)

岩手大学・理工学系技術部・理工学系第一技術室室長

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 460,000 円

研究成果の概要：プログラム化の様子をプログラミング的思考を参考に観察すると、問題点の把握と改善の記号化に失敗していることが分かった。PDCAサイクルを参考に観察すると、他者の失敗を自分の参考に出来ていないことが分かった。共通点は「気づき」であった。このことから、競技中に気づきを促すため、講習会で気づきを促す経験をさせることが改良点であることが分かった。またロボコンの評価に符号検定を導入することで、数値で検討できることが分かった。「気づき」をキーワードにプログラミング教材の開発について考察を行い、中学校家庭・技術科の情報の技術で使用する教具を用い様々の教科で役立つツールを作れる教材にたどり着いた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で対象としたロボコンは、自立型ロボットを教具としたプログラミング講習会とセットのフィジカル・プログラミング教材である。この教材の活用は、学校を含めた地域の学習の場の形成につながり、そのブラッシュアップは地域の教育力向上として社会的な意義がある。今回ロボコンを通して教材全体の改善目標を明確な数値として提案できたことは、これまで曖昧であった評価に一定の具体性を与えることにつながり、意義深いと考える。

研究分野： 情報工学

キーワード： プログラミング教材 ロボコン

1. 研究の目的

本研究では次の2点を目的とした。

(1)『北上ロボットコンテスト¹』(以下北上ロボコンと称す)に参加する中学生の課題達成率を向上させるため、競技の様子をデータとして収集して観察し、北上ロボコンの改善点を見出す。北上ロボコンは、市販のプロロボ²を用い、中学校ごとに実施するプログラミング講習会とセットで、フィジカル・プログラミングの教材となっている。

¹ 岩手県北上市において中学生を対象に毎年開催されている。主催は北上ケーブルテレビ、後援は岩手日日新聞社、会場は北上市生涯学習センター。

² 山崎教育システムのプログラミング教材・プロロボ USB プラス。車タイプの自立移動型ロボットである。

(2) ロボコンの観察から得た改善点を基に、プログラミング教材を検討する。

2. 研究成果

(1) 令和2年度はコロナウイルス(COVID-19)の影響でプログラミング講習会のみが3校で実施され、北上ロボコンは開催中止となった。そのため、中学校ごとに講習会の中でミニ・ロボコン(以下単にロボコンと称す)を開催し、データを収集した。ロボコンは、作戦の検討とプログラミングに30分、競技に90秒、さらに15分の修正と90秒の競技を2回行う構成になっている。課題は「競技場を囲う4つの壁に時計回りにタッチする」で、達成までの時間を競った。それらの状況を収集するために、作戦を記録する用紙とプログラムを保存するUSBメモリを生徒に配布した。ロボコンの動作は、最大4競技場を同時に録画できるシステムを作成して、動画として取得した。参加した生徒は3校合わせて56名であった。収集できたデータは作戦用紙55枚、プログラムは48名から133本、動画は53名から157本(内21本は再現動画)であった。

これらのデータを基に、課題が達成できた/できなかった(不達)の評価を符号検定(両側、優位水準 $\alpha=5\%$)により試みた。結果を以下に示す。なお、以降では、達成の確率が0.5であることを棄却できなかったことを『半々』、達成が多い場合を『容易』または『有利』、不達が多い場合を『困難』または『不利』と記す。

- (i) 3回の競技で1度でも課題を達成できたかは、『半々』であった。
- (ii) 生徒の作戦を分類したところ、壁の近くを移動して旋回する『周回』、壁に垂直に進んで戻って旋回する『十字』、壁に斜めに進んで旋回する『菱型』に分けられたが、周回タイプと十字タイプは『半々』、菱型タイプは『不利』となった。
- (iii) タッチセンサーを用いた場合は『有利』で、移動命令のみの場合は『半々』であった。
- (iv) 十字タイプはセンサーの使用/不使用に関係なく『半々』であった。

次に、達成できなかった原因を調べるために、プログラムと比較しながら動画を観察した。その結果、次のことが分かった。

- (a) 命令の実行時間が調整不足である。
- (b) 旋回命令実行中に壁に接触している。
- (c) 前進・後進中に進行方向が傾いていく。
- (d) 上記による進行方向のズレが蓄積し、プログラムでは対応しきれなくなる。

(a)はデバッグ未完であり、(c)は直進性のキャリブレーション不足に起因している。(b)の問題を抱える割合は『半々』であり、抱えた場合の解決は『困難』であった。原因は、プロロボが旋回するためには周囲に適当な空間が必要だが、それに明確に気づいていないことにあると思われた。旋回場所が壁に近い、壁の存在を無視して旋回する、などである。そして気づかない故に最後まで解消できない生徒が多いことも分かった。プログラミング的思考から観察すれば、一連の活動に旋回空間の確保を明確に入れられず、必要な動きの組み合わせで空間確保が欠落し、結果空間確保の記号化に失敗している、となった。十字タイプが(iv)となったのは、一連の活動に壁から離れる活動が入っているため旋回空間の確保が自然に行われるが、それを明確に意識できていなかった生徒は、壁からの後退が不十分になってしまっていたと思われる。

一方、競技中のプロロボが走行する様子は、ビデオプロジェクタや大型モニタに投影されており、生徒には他者の状況を見て参考にすると指示されていた。生徒は(b)の状況を何度も見る機会があったが、(b)の解決が『困難』との結果は、無駄に時間を過ごしていた事の査証かもしれない。継続的に改善を進めるPDCAサイクル的な視点で考えると、作戦→プログラミング→走行評価→改善のサイクルに、他者の走行評価→改善のシミュレーション→自身の走行評価→、というように経験値を上げるステップが入ってくるが、これが全く活かされていなかったのだろう。

以上を基に、ロボコンの改善点と策を考察した。その結果を以下に示す。

- (イ)課題の適切性について数値評価を行う。符号検定表から参加者数に対して達成が『容易』と判定される最小数を境界値とし、これを超えない場合は、改善を要すると判定する。
- (ロ)ロボコンの中でキャリブレーションの時間を意図的に設定する。
- (ハ)プログラミング講習会の中で巡回命令の動作への理解を深める経験をさせる。
- (ニ)他生徒のプロロボの動作の観察の仕方を指導する。
- (ホ)タッチセンサーの使用が経験できるようにプログラミング講習会を進める。

このロボコンはタイムトライアルであり、かつ教材の一部であることから、多くの生徒が課題を達成し、そのうえでプログラムに改善を加え、より良いタイムを出すことにチャレンジするのが良いと考える。このことはプログラミング的思考とも合致する。よって、本ロボコンの課題は解決できる容易さを備えているべきで、(イ)のように数値評価を導入することで、客観的な評価を行えば、議論が進めやすくなる。

このロボコンでは生徒への声掛けを一切禁じていることから、問題点の指摘や解決策のヒントを即時的に与えられず、生徒自身で気づくしかない。気づきは経験に基づくため、気づきを促すにはロボコンに先立って行われるプログラミング講習会にて、気づきのヒントを得られるような経験を与えることが必要だと考えた。そのため(ハ)(ニ)を行う。課題達成のためには課題の難易度を下げることの一つの解決策ではあるが、達成のために気づきを必要とする方が、教材としては好ましいと考える。

またタッチセンサーは、プログラミング講習会で使用できた生徒のみ、ロボコンで使用することが認められている。タッチセンサーによる壁の認識は、プロロボが必要以上に壁に近づくことを防ぐため、(iii)の結果となった。移動命令のみでも達成出来ることから、タッチセンサーは必須ではないとの考えもあったが、(イ)の背景から積極的に使用させるべきで、(ホ)は必要である。ただし(iv)のように作戦によっては必ずしも『有利』とならないことから、(ハ)とセットで指導する必要がある。

以上より、ロボコンの評価として数値を導入すること、競技中に生徒の『気づき』を促すための経験をプログラミング講習会のなかで実施する、という改善案にたどり着いた。

(2)ロボコンの観察から得た改善点を基に、プログラミング教材の開発の方向性を検討した。

ロボコンの改善点の検討では、方向転換に必要な空間の確保の「気づき」への支援のあり方が焦点となった。一方、令和2年度から始まった小学校段階のプログラミング教育では、問題の解決には必要な手順があることに気づく資質や能力を育成する事になっており、「気づき」がポイントになっている。さらに中学校では、プログラミングによる問題解決を学習することになっているが、この場合まずは課題に気づけるかがキーとなる。さらに進むと、問題の発見をプログラミングで行うステップに入る。いずれも「気づき」がキーワードである。

気づきは経験に基づく。故に、プログラミング講習会での経験を重視することになったが、多くの経験により様々なことに気づくようになる一方、気づくことで新たな経験も増えていく。相互に強め合う関係にあることから、「気づき」を培うプログラミング教材としては、何度も経験ができるものが好ましい。そのためには生徒自身の身の回りに存在する課題を対象とすることが適当である。全生徒に共通する身の回りの課題とは、学校における教科の学習である。よって、学習をサポートするツールを作成できる教具・教材であることを開発の方向とする。

教材開発では、プログラミング学習を始めるには導入コストが足かせになることを念頭に、家庭・技術科の情報系の設備や教具を用いることを目指す。学習指導要領が改訂されたことにより、計測・制御システムに関連し、新たに教具が中学校に導入されるかもしれない。それらの活用は有効である。

以上の検討から、プログラミング教材として中学校の情報教育で使用される教具を使用した『様々の教科で役立つツールづくり』という教材の開発を進めたい。プログラミング教材はSTEM教育と親和性が高いことから、多くの事例が既に公開されている。しかしそれらの多くは単独で系統だっているようには見えない。今後はそれらを収集・分類し、系統立った教材にできないか、検討したい。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1．発表者名 星勝徳
2．発表標題 中学生対象のロボコンで作成されたプログラムの観察～教材開発を念頭に置いて～
3．学会等名 総合技術研究会2021東北大学
4．発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------