

5ZJ-01

プログラム入力量を用いた小学生に対する2進数学習の試み

瀧内 大史[†] 古里 健一[†] 木室 義彦[†]

[†]福岡工業大学

1. 緒言

今日の情報社会では、情報技術を主体的に活用できる力を身に付けることが重要になっている^[1]。コンピュータの仕組みの理解もその一つである。このコンピュータの動作原理教育を目的とし、我々は、小学生でも数字キーのみで簡単にプログラミングできるロボット教材を開発し、実験授業を行ってきた^[2]。

この中で、コンピュータの動作原理の一つである2進数を小学生は理解できるのかという問いを持った。今回、小学生に対してプログラム入力量を用いた2進数学習の試みを行ったので、そのシステムと検証結果を報告する。

2. 2進数学習とプログラミング教材

2.1 コンピュータの動作原理と2進数

我々が考えているコンピュータの動作原理とは、コンピュータはメモリとプロセッサで構成されており、メモリに記憶されたプログラム通りにプロセッサが動作し、間違っただプログラムは間違っただ通りに動作するというものである。この時、プログラムのメモリへの記憶は、2進数で行われている。これに小学生が興味や疑問を持ちたり、10進数と比べたりすることが大切であるとされている^{[1][3]}。しかし、2進数の計算方法をアンプラグドで学ぶ試みはあっても、コンピュータが扱う数値を2進数として実感できるものは少ない。

2.2 移動ロボットと2進数

我々のプログラミングロボット教材は、Arduino 互換ボード搭載の KOROBO2 (EK-Japan MR-9192)に10キーパッドを装着したものであり(Fig. 1)、晴眼盲弱の区別なく容易にプログラミングを学習できる^[2]。今回、小学生が2進数に興味を持つきっかけとして、自分が作ったプログラムの実行回数や入力回数があるとの仮説を立て、実験を行うこととした。

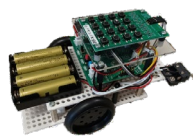


Fig. 1 10キープログラミングロボット KOROBO2

Learning binary number using logs of program input for elementary school students

T.Takiuchi[†], K.Furusato[†], Y.Kimuro[†]

[†]: Fukuoka Institute of Technology

2.3 2進数の提示機能と10進数への変換

学習者のプログラム入力量（実行回数，入力回数）は、2 [byte] (16 [bit]) でロボット本体に自動記録されている。この2進数は、キーパッドから、[#]⇒[0]⇒[1]と押すことで、「ピッ (1)」と「ピー (0)」の16個のBEEP音で確認できるようになっている。なお、任意のタイミングでログのリセットも可能である。

2進数から10進数への変換は、次のような手計算で行う。まず、16個のマスの左から「ピッ (1)」と鳴った箇所に「1」を記入してもらおう(Fig. 2)。次に、各マス目(2進数の位)に対応する数の足し算をすることで10進数を得る。

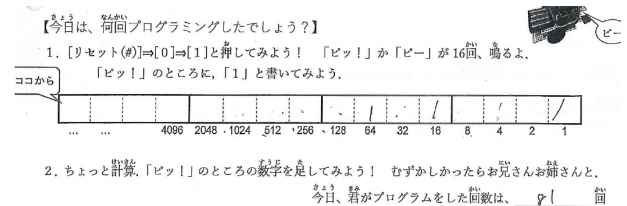


Fig. 2 2進数の聞き取りと計算

3. 実験授業と結果

3.1 実験授業

2022年11月5日、福岡県新宮町図書館でのイベント内でプログラミング教室を実施した。参加者は、小学校1年から6年までの30名であった(Table 1)。

Table 1 参加児童の学年別の内訳

学年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	未記入
人数	6	6	4	4	5	2	3

実験授業は、Table 2のような流れで行った。まず、移動ロボットの基本命令のプログラミングを行い、その後、Uターンや四角形に走行する作成課題を通して逐次処理の学習を行った。次に、同じプログラムを入力するロボットダンスやサンプルコードを元にライトレースを行った(Fig. 3)。この45分の実習の後、アンケート票回答の中で「今日は何回プログラミングを行ったのでしょうか?」と問い掛け、これまでのプログラム入力量の確認をもらった。この時、「(1) 2進数(ピー, ピッ)でプログラムの回数がかかるのは、おもしろかったですか?」を4件法で、「(2) コンピュータの仕組みをもっと知りたくな

りましたか？」を2件法で回答してもらった。

Table 2 実験授業の流れ

時間 [分]	内容
5	挨拶・ロボットの配布
10	基本命令の確認(前進後退, 左右回転)
10	Uターンや四角形走行などの課題
10	ロボットダンス
15	ライトレース
15	ログの確認(2進数学習)とアンケート回答



Fig. 3 授業風景 (ロボットダンス, ライトレース)

3.2 実験結果

参加児童のプログラム実行回数と総入力行数の分布を Fig. 4 に示す. 今回の45分の実験授業で小学生30名のプログラム実行回数の平均は68.3回, 総入力行数の平均は327.6行であった. 実行1回当たりの入力行数は4.8行となった. この結果からは, 1分間に1.5回以上のプログラムの入力と実行をしており, 積極的にプログラミングしていたことがうかがえる. また, 一部の児童が600行以上のプログラムの入力と100回以上の実行を行っていた. これは, 会場の端から端まで十数mの長距離を走行させようと, 前進命令を何度も何度も入力し, 実行していたためであった. 繰り返し命令の必要性に気付かせるきっかけにできたのかもしれない.

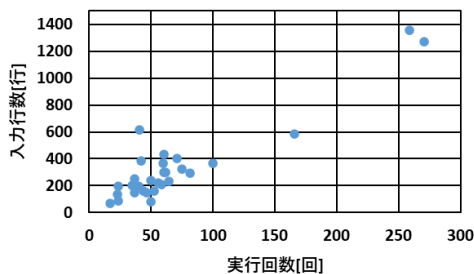


Fig. 4 プログラムの実行回数と総入力行数

このようなプログラミング状況で, 各参加児童に2進数学習(2進数の聞き取りと計算)を行ってもらった. 先ず, 聞き取りが行えた(計算用紙に「1」を記入できた)児童は, 24名(80.0%), その内, プログラムの実行回数を正しく聞き取れたのは7名(29.2%)であった(Table 3). 一方, 足し算による10進数への変換ができたのは, 25名中19名(79.2%)であった. 2進数の聞き取りや10進数変換自体は, 学年に関係なく行っていたが, 聞き取りミスが多かったといえる. これは, BEEP音の鳴動が速過ぎたか(今回は, 1bit当

り400ms間隔), 16bitという桁数が多過ぎたのかもしれない. また, 2進数から10進数への変換では, 全学年を通して5名の計算ミスがあった. Fig. 4にも現れた通り, 4桁の足し算になる場合もあり, 正しく計算するためには, 低学年の場合は, 上級生や授業補助者の協力, または, 電卓の利用も考える必要があった.

Table 3 2進数聞き取りと10進数変換の学年別内訳

学年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	N/A
聞き取り	3	6	2	3	5	2	3
正しく聞き取り	1	1	1	1	2	0	1
10進数計算	3	5	1	2	4	1	3
正しい実行回数	1	1	0	1	2	0	1

一方, 2進数への興味関心という観点からは, 質問(1)では, 「面白かった」は19人, 「やや面白かった」は5人, 「面白くない」と「やや面白くない」は0人であり, 無回答6人を除く全員が肯定的に回答していた(Table 4 (1)). また, 質問(2)では, 「はい」が27人, 「いいえ」が0人となり, こちらも無回答3人を除く全員が肯定的な意見を回答していた(Table 4 (2)).

Table 4 質問(1)(2)のクロス集計

(1) 2進数でプログラムの実行回数は面白かった?	(2) コンピュータの仕組みをもっと知りたくなった?		
	はい	いいえ	無回答
おもしろい	19	0	0
ややおもしろい	5	0	0
ややおもしろくない	0	0	0
おもしろくない	0	0	0
無回答(N/A)	3	0	3

4. 結言

今回のプログラム入ログを用いた2進数学習は, 各自のプログラミング体験の結果を用いていたことから, 児童のコンピュータへの興味関心を引き出すことができたと思われる. ただし, 2進数の正確な聞き取りが課題ともなった. この対策については, 外部モニタを設置するなど考えられる. しかし, 我々は, 晴眼盲弱を区別しないという観点から, 他の解決策も考えていきたい. また, 2進数の学習は, 小中高と連携している. 今後は, 各学齢での学習指導要領に応じた2進数とコンピュータの動作原理学習を考えていきたい.

参考文献

- [1] 文部科学省, "小学校プログラミング教育の手引き(第三版)", 2020
- [2] 木室, 家永他, 晴眼盲弱を区別しない直感的なプログラミングロボット教材, 情報処理学会第81回全国大会
- [3] 石塚, 兼宗, 堀田, "アンプラグドコンピュータサイエンスの学習活動と小学校教科書との対応", 情処論, Vol.54, No.1, pp.24-32, 2013.