

# Cubetto を利用した小学校低学年向けプログラミング教育の試み

## A Trial of Teaching Programming for Elementary Students using Cubetto

野口 実沙子<sup>\*1</sup>, 田代 裕也<sup>\*1</sup>, 井原 大貴<sup>\*1</sup>, 松澤 芳昭<sup>\*1</sup>  
 Misako Noguchi<sup>\*1</sup>, Yuya Tashiro<sup>\*1</sup>, Daiki Ihara<sup>\*1</sup>, Yoshiaki Matsuzawa<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 青山学院大学社会情報学部

<sup>\*1</sup>School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University

Email: a8115165@aoyama.jp

**あらまし**：英国で開発された幼少児向けプログラミング教材「Cubetto」を用いた学習環境の構築・実践を行った。この実践では、子供たちが身体知を使って体感的にプログラミングを学習できるように、等身大の「ニンゲンキューベット」教材を用意した。スモールステップで基礎アルゴリズム構築から抽象的プログラム構築までを学習できるカリキュラムも開発した。本環境を大学祭で公開し、来場した小学生の参与観察を行った。本発表では、用意された足場かけを駆使し、児童たちがアルゴリズム構築を行なったエピソードを紹介する。

**キーワード**：プログラミング教育, Cubetto, 小学生, Computational Thinking, 抽象化

### 1. はじめに

モンテッソーリ学校では、子供の自ら学ぶ力を信じ、学習を愛する心を育成することを目指して100年余りの教育実践が行われてきた。近年では、オバマ米元大統領や藤井聡太棋士などが通っていたことでも有名である。モンテッソーリの業績の一つは、子供が遊びから多くの学んでいることの発見である<sup>(1)</sup>。モンテッソーリ教具は、子供が興味を持ち、集中して遊べ、その過程で発達段階を超えた深い学習ができるように設計されている。

「Cubetto」はモンテッソーリ教具のコンセプトに基づいて、英国で開発された幼少児向けプログラミング教材である。本研究では、実際の教育経験に基づいた足場かけ教材とカリキュラムを構築し、実際の小学生を対象とした実践を行った。子どもたちが本環境を使って、Computational Thinking<sup>(2)</sup>の中核をなす抽象化の概念をどう学習するかを明らかにすることが、本研究のテーマである。

### 2. 学習環境の開発

#### 2.1 幼少児向けプログラミング教材「Cubetto」

「Cubetto」は、ボードにコーディング用のブロックをはめてプログラミングしたものを木製のロボットに命令を送信して動かす教材である。

ボードにはめるブロックの種類は4種類、それぞれ4個ずつ使える。緑のブロックは「前に一步進む」、黄色のブロックは「左を向く」、赤のブロックは「右を向く」、キューベットに動作させるためのブロックである。青のブロックは、他のブロックとは性質が異なり、定義したパターンを呼び出す、いわゆる関数呼び出しを行うブロックである。

#### 2.2 カリキュラムと研究対象問題

スモールステップで基礎アルゴリズム構築から抽象的プログラム構築までを学習できるカリキュラムを開発した。全10問からなる。本研究の対象とし

て、回答過程の分析を行うのは、最後の問10である。

問10の問題文は、「城を向いてスタート→コンパス→木→山→船」というものである。期待される回答（キューベットの軌跡）を図1に示す。



図1. 問10に要求されるキューベットの軌跡

この問題は、各色のブロックが4個という制約があることで、難易度が高くなっている。パターンを見つけて動作の抽象化を行い、青ブロックを使いこなすことが要求されるためである。

#### 2.3 ニンゲンキューベット

子どもたちが身体知を使って体感できるように等身大のキューベットおよび動作のパターンの発見支援教具を開発した。開発した教具を図2に示す。



図2. 「ニンゲンキューベット」

「ニンゲンキューベット」は自らが Cubetto になることにより、身体知を利用してキューベットのプログラミングを学習するねらいがある。ホワイトボードと色付きの付箋は、ブロック数の制約を一旦回避して具体的なプログラムを作り、その後パターンを発見することで、プログラム抽象化の支援するというねらいがある。

### 3. 実践と分析手法

構築した教育環境を大学祭に出展した。二日間で約30名の小学生が参加した。1つの Cubetto につき、大学生のインストラクター1人が配置された。実践における学習者の学習過程はビデオ録画された。本研究では、そのビデオを用い、筆頭著者が質的分析を行った。

### 4. 結果

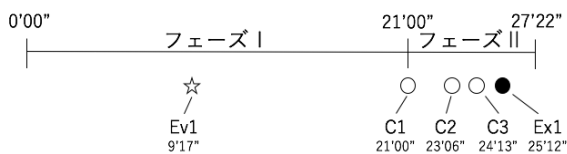


図3. エピソードIのタイムライン

エピソードIの学習者は小学校中学年(推定)の男の子(以下A君)である。A君はこの問題10に取り組む前に問題9までを約30分かけて解いている。

A君が問題10を解くプロセスのタイムラインを図3に示す。プロセス全体の時間は27分22秒である。プロセスは大まかに2つのフェーズに分かれている。フェーズIはCubettoを実行せずに考えている21分間のフェーズである。フェーズIIは「ニンゲンキューベット」を使って考えCubettoを実行する7分間のフェーズである。3回のニンゲンキューベットの試行と1回のCubettoの実行によって、正しいプログラムを作成することができている。

次に各フェーズの詳細を述べる。フェーズIでのA君の考える動作として、「動かずに考える」、「空中に指を指して動かしながら考える」、「立ち上がって実際に自分の体で向きを確認しながら考える」の3パターンが見られている。Ev1(09'17")までは、ボードにブロックをはめることも行われていない。Ev1以降はボードにブロックをはめることは行われている。しかし、その実行は行われていない。

A君は自分で考えることに集中しており、例えば、インストラクター:「ニンゲンキューベットを使って考えてみたら?」(06'40")や、母親:「動かして考えてみる方法(ニンゲンキューベットを使うこと)もあるよ、頭で考える方が難しいかもよ?自分で動いてやった方がいいと思うよ。」(11'20")というアドバイスがあったにも関わらず、それらのアドバイスには従わず、自分で考え続けていた。

C1(21'00")より、フェーズIIが始まっている。C1はフェーズIで考えた素案の、A君による最初のニンゲンキューベットの試行である。A君は「これでどうなるかだけ試してもいい?」と言って、ニンゲ

ンキューベットに乗って素案を試し始めている。しかし、素案にはバグがあり、正しいプログラムではなかった。

C2(23'06")はC1で見つかったバグを修正して、2回目のニンゲンキューベット試行を行う場面である。A君は頭を抱えてもう一度はじめからニンゲンキューベットで確かめている。A君は「いい感じ、いい感じ。」と呟く。父親が何か助言をしようとする、A君は「自分で考えてるんだ。何も言わないで。」と言い、助言を受けることを拒んでいる。

C3(24'13")はC2で見つかったバグを修正して、問題の正解への道が開けた場面である。A君は3回目のニンゲンキューベット試行中に手を打ち、「ここで使えばいいんだ!」と何か閃き、Cubettoのブロックを手に取っている。父親がニンゲンキューベットでブロック通りに動くと途中まで来て、黄色(左を向く)のブロックを入れればいいことにA君は気づいている。A君は「やったー、できたー!」と声をあげ、喜んでいる。この時点でまだ実行をしていないが、頭でイメージしたものが成功すると確信をしている様子が伺える。

Ex1(25'12")は、最終的に正解だと確信をもったプログラムをボードにはめ、初めてCubettoを実行する場面である。A君はCubettoの動きを祈るように見つめている。その祈る様子を図4に示す。Cubettoが目的地に近づくと笑みが溢れる。そして到着し、「よっしゃー!」と声をあげ、大きくガッツポーズをしている。



図4. A君が祈る様子

### 5. 考察

エピソードIより、パターンを見つける際に体感的に学習することができるため、ニンゲンキューベットを使用することは学習者の助けとなることがわかった。自分の頭の中で想像することが困難なことを体感的に学習することによって問題の解き方を発見することができた。この試行を繰り返すうちに自分の頭だけでもアルゴリズム構築をすることが可能となることが期待される。

#### 参考文献

- (1) マリア・モンテッソーリ: "幼児の秘密", 日本モンテッソーリ教育総合研究所, (2004)
- (2) Wing, J.M.: Computational Thinking, Communications of the ACM, Vol.49, No.3, pp.33-35 (2006).