

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	プログラミング的思考力テスト(小学生版 Ver.1)の開発と検証-Pepper プログラミング教育における効果検証-
Title(English)	Development and Verification of Test for Computational Thinking in Programming
著者(和文)	栗山 直子, 森 秀樹, 齊藤 貴浩, 前川 眞一, 西原明法, 安東 幸治, 宮川 拓 也, 門脇 哲太郎, 塩澤 駿, 宮北 幸典, 山崎成歩, 川原田康文
Authors(English)	Naoko KURIYAMA, Hideki MORI, Takahiro SAITO, Shin-ichi MAYEKAWA, Akinori NISHIHARA, Kouji ANTO, Takuya MIYAGAWA, Tetsutaro KADOWAKI, Shun SHIOZAWA, Yukinori MIYAKITA, Naho YAMAZAKI, Yasufui KAWARADA
出典(和文)	日本教育工学会全国大会講演論文集, Vol. 34, , pp. 901-902
Citation(English)	Proceedings of the annual conference of JSET, Vol. 34, , pp. 901-902
発行日 / Pub. date	2018, 9

# プログラミング的思考力テスト(小学生版 Ver.1)の開発と検証

## -Pepper プログラミング教育における効果検証-

Development and Verification of Test for Computational Thinking in Programming

栗山 直子<sup>1</sup> 森 秀樹<sup>1</sup> 齊藤 貴浩<sup>2</sup> 前川 眞一<sup>1</sup> 西原 明法<sup>1</sup> 安東 幸治<sup>3</sup>

Naoko KURIYAMA<sup>1</sup> Hideki MORI<sup>1</sup> Takahiro SAITO<sup>2</sup> Shinichi MAYEKAWA<sup>1</sup> Akinori NISHIHARA<sup>1</sup> Kouji ANTO<sup>3</sup>

宮川 拓也<sup>3</sup> 門脇 哲太郎<sup>3</sup> 塩澤 駿<sup>3</sup> 宮北 幸典<sup>3</sup> 山崎成歩<sup>3</sup> 川原田康文<sup>4</sup>

Takuya MIYAGAWA<sup>3</sup> Tetsutaro KADOWAKI<sup>3</sup> Shun SHIOZAWA<sup>3</sup> Yukinori MIYAKITA<sup>3</sup> Naho YAMAZAKI<sup>3</sup> Yasufui KAWARADA<sup>4</sup>

東京工業大学<sup>1</sup> 大阪大学<sup>2</sup> ソフトバンクロボティクス(株)<sup>3</sup> 相模女子大小学部<sup>4</sup>

Tokyo Institute of Technology<sup>1</sup> Osaka University<sup>2</sup> Softbank<sup>3</sup> Sagami Woman's University Elementary School<sup>4</sup>

〈あらまし〉本研究は、ソフトバンクの「Pepper 社会貢献プログラム」のスクールチャレンジにおいて、『プログラミング的思考力テスト』の開発とその検証を行った。4～6年生の児童約4,500人に対して行った『思考力テスト』について解析を行なった。思考力の伸びについては、Pepper プログラミングを体験した実施群(約3500人)の方が伸びている可能性が示唆されたが、項目反応理論で能力値を算出した結果、問題の難易度が高いことがわかり、易化する必要があることが明らかになった。また、思考力テストの得点が高い児童は、批判的思考尺度の「計画性」が高いことがわかった。

〈キーワード〉 プログラミング教育 プログラミング的思考 初等教育 教育評価 教育実践

## 1. はじめに

2020年に施行予定の小学校学習指導要領では、コンピュータに意図した処理を行わせることに必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動を、各教科の特質に応じて実施することとされている[1]。「改定のポイント」では同じ文脈で『プログラミング的思考』という語が使用されており「発達の段階に即してプログラミング的思考を育成すること」がプログラミング教育の大きな目的のひとつであるとされている[2]。『プログラミング的思考力』を測定する信頼性や妥当性が検討された汎用的なテストを開発することは、プログラミング教育が導入された後、児童の理解を把握するため、評価を行う上で有用であると考えられる。

ソフトバンクロボティクス(株)はCSR事業として、2017年より、ロボットプログラミング教材としてPepper(2,000体)を、自治体(教

育委員会)を通じて小学校へ提供し、ロボットを用いた小中学生のプログラミング教育のカリキュラムを提供している。本研究においては、この「Pepper 社会貢献プログラム」の効果測定の一環として、プログラミング的思考力テスト(小学生版)の開発し、Pepper プログラミング教育の前後に思考力テストを実施しテスト開発を行う。

## 2. 思考力テストの概要

プログラミング的思考は「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけばより意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と定義されている。

表1に問題形式一覧を示す。

表1 問題形式一覧

形式	説明
旗上げ	ルールに従って左右の手を上げ下げするロボットに連続して指示を出した場合の結果を回答する。
リセットボタン	リセットボタンのある装置に、入力を与えた場合の出力を回答する。
時間の制御	時間に関連して動作する装置の状態について検討する。
移動の制御	プログラムによって移動する物体の移動経路を回答する。
連続処理	ルールにしたがって入力を処理する装置に、連続で入力を与えた場合の結果を回答する。
ループ	一定のルールに従って繰り返し処理を行った場合の状態について回答する。
条件による分類	多層的な条件によってデータを分類した場合の結果を回答する。
形式演算	演算に対応した形式的な記号による処理の結果を回答する。
関数	関数を表す形式的な記号を連続的に適用した場合の結果を回答する。

項目開発にあたって、まず多くのプログラミング言語に共通する要素として「順序処理」「繰り返し」「条件分岐」などを、またプログラミングに付随する思考の手続きとして「アルゴリズム的な考え方」「修正と改善」「具体物との対応・抽象的な思考」等の要素を抽出し、対応する問題形式を検討した。問題形式に対応する大問 9 題 (19 問) の項目を作成し回答時間は 30 分とした。

### 3. 方法

**実験参加者：**Pepper プログラミング教育に参加している小学4・5・6年生約 3,500 人（実施群、分析対象 2,752 人）と、比較対象としてプログラミング教育を行わなかった小学校の4・5・6年生、約 1,000 人（未実施群、分析対象 626 人）。  
**手続き：**Pepper を用いたプログラミング授業（担任教諭による5～13 時間程度の授業）の前後に思考力テスト（前後で数か月期間が開くため配布回収し、事前事後で同一問題を用いた。回答時間は 30 分とした。）を行った。比較対象の小学校では、数か月開け 2 度実施した。

### 4. 結果

プログラミング前後の思考力テストについて、事前事後で項目特性は不変であることを仮定し、項目反応理論を用いて能力値の算出を行った結果、難易度が高い傾向があることが明らかになった（表2・図1）。講座前後の思考力の伸びを検討したところ、事前においては、未実施群（平均 5.60 点）の方が実施群（平均 5.82 点）より有意に高かった( $t(3377)=-29.80, p=0.00$ )が、事後においてその差はなくなった。ここから、実施群の方、未実施群よりも思考力テストが伸びた可能性が示唆される。

さらに、協力が得られた 226 名に対して児童版批判的思考力尺度[3]を実施し、思考力テストと批判的思考の関係を検討した結果、思考力テストの成績が高い方が、批判的思考の「計画性」が高いことが明らかになった。

### 5. 今後の課題

プログラミングの授業を実施した前後で思考力テストが若干伸び、計画性との関連も見られ思考力テストはプログラミングで伸びる能力が測定できる可能性は示唆されたが、今回作成した思考力テストは、難易度が高いことが明らかになったため、問題を易化し、さらに検証する必要があると考えている。

表 2 : 項目パラメタ (事前テスト + 事後テスト)

name	type	ncat	p1	p2	p3
item1	Q1	B	2 0.7065369	0.75684004	0
item2	Q2	B	2 0.6669804	1.35145060	0
item3	Q3	B	2 0.2542076	0.04500460	0
item4	Q4	B	2 0.6922078	-2.59804768	0
item5	Q5	B	2 0.5688930	-1.24499617	0
item6	Q6	B	2 0.4059337	0.06863235	0
item7	Q7	B	2 0.2650629	2.36850560	0
item8	Q8	B	2 0.1449603	5.31632212	0
item9	Q9	B	2 0.7049587	-0.18488413	0
item10	Q10	B	2 0.8705172	1.35732383	0
item11	Q11	B	2 0.5485631	2.40854546	0
item12	Q12	B	2 0.5910457	-0.78075853	0
item13	Q13	B	2 0.4514313	-1.22415067	0
item14	Q14	B	2 0.6293274	2.50674026	0
item15	Q15	B	2 1.0546732	2.73367142	0
item16	Q16	B	2 0.9793800	2.64522811	0
item17	Q17	B	2 1.0234738	0.59924157	0
item18	Q18	B	2 1.1727268	0.71208594	0
item19	Q19	B	2 1.6301759	0.96828682	0

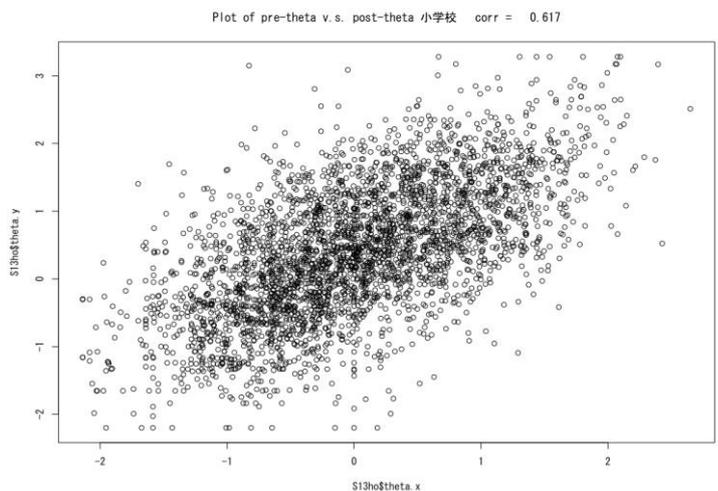


図 1 :  $\theta$  の伸び (事後テスト - 事前テスト)

### 6. 参考文献

- [1] 文部科学省 (2016) 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について
- [2] 文部科学省 (2017) 小学校新学習指導要領 (平成 29 年 3 月公示)
- [3] 楠見孝, 村瀬公胤, 武田明典 (2016) 小学校高学年・中学生の批判的思考態度の測定. 日本教育工学会 論文誌, 40(1) : 33-44

謝辞：思考力テストの問題作成にあたり沖嘉訓さんより協力を得ました。感謝申し上げます。  
本研究は、東京工業大学とソフトバンクロボティクス (株) の産学連携共同研究 (大阪大学に一部委託) として実施しています。