

計算論的思考力の定量的な測定を目的としたオンラインテストの開発

Development of an online test aiming quantitatively measurement of computational thinking

矢野 里奈^{*1}, 谷岡 広樹^{*1}, 松浦 健二^{*1}, 佐野 雅彦^{*1}, 上田 哲史^{*1}

Rina YANO^{*1}, Hiroki TANIOKA^{*1}, Kenji MATSUURA^{*1}, Masahiko SANNO^{*1}, Tetsushi UETA^{*1}

^{*1} 徳島大学

^{*1} Tokushima University

Email: c612035023@tokushima-u.ac.jp

あらまし：2020 年度より小学校ではプログラミング教育が必修化されたが，学習者の能力の成長を定量的に測定する手法は確立されていない．本研究ではプログラミング教育によって養われるとされるプログラミング的思考には計算論的思考が含まれると考え，計算論的思考力を客観的・定量的に測定するためのテストを開発してきたが，小学校教育の現状を鑑みて遠隔授業等にも導入できるようにオンライン形式で公開した．本稿では，事前調査として大学生 38 名を対象に行ったテスト結果について報告する．

キーワード：プログラミング教育，ICT，Learning Analytics

1. はじめに

2020 年度より全国の小学校でプログラミング教育が必修化された．文部科学省から発行されたプログラミング教育の手引き⁽¹⁾には，プログラミング教育の目的や，プログラミング教育で育む「プログラミング的思考」の内容などが記載されているが，学習者のどのような能力がプログラミング教育によって育まれたのか測定する手法については言及されておらず，判断は現場の教員に委ねられているのが現状である．プログラミング教育で養われる能力を測定するためのプログラミングテストを，遠隔授業やオンデマンドでも実施可能なオンライン版とし，事前調査として大学生・大学院生 38 名を対象に行った．本稿ではそのテスト結果について報告する．

2. 関連研究

これまでに提案してきた手法⁽²⁾は，プログラミング的思考力の定量的な測定方法を開発することによって，学習者の能力を測定することを目指し，ワークショップ（以降，WS）や授業後に筆記試験により効果を測定するという手法であった．実験には，独自に開発したテストを使用し，その結果として，プログラミング経験の有無がテストの結果に影響を及ぼしており，プログラミング経験によって養われた能力，いわゆるプログラミングスキルが測定できた．しかしながら，プログラミング的思考の元となる考え方である「コンピューショナル・シンキング」について測定できたとはいえなかったため，問題の拡充が必要である．

3. コンピューショナル・シンキング

プログラミング教育の手引きでは，プログラミング的思考の定義について、『「コンピューショナル・シンキングの考え方を踏まえつつ，プログラミングと論理的思考との関係を整理しながら提言された定

義である」とされている．コンピューショナル・シンキングとは，英国をはじめとする世界各国でコンピュータサイエンスのカリキュラムに取り入れられている思考方法であり，Jeannette M. Wing のコラム⁽³⁾によって広く知られるようになった．日本では中島⁽⁴⁾が「計算論的思考」として翻訳したものが知られている．英国では，BBC の記事⁽⁵⁾によると，「Decomposition（分解）」「Pattern recognition（パターン認識）」「Abstraction（抽象化）」「Algorithms（アルゴリズム）」の 4 つに分類されており，それらが合わさってコンピューショナル・シンキングの形を成すというように定義されている．

4. 提案手法

本研究では，BBC の記事の 4 つの分類に沿って問題を作成し，それぞれの能力について測定する手法を提案する．

Decomposition の問題の例を図 1 に示す．図形の動きを指定されたブロックに分ける問題である．この例では，図形が右へ移動しているという動きと，大きさを大きくするという動きに分けることができる．Decomposition の問題としては，このほかにも，ブロックを指定された通りに組み合わせた場合にどのような動きになるか予測する問題が含まれる．

Pattern recognition では，例示された内容からパターンを読み取り，別の図形にパターンを適用する問題が含まれる．

Abstraction では，提示された情報の中から条件に合う要素を抜き出すという問題が含まれる．

Algorithms では，図 2 に示すような動きを表すブロックを用いて，アルゴリズムを組み立てる疑似的なプログラミング課題である．この例では，オブジェクトを前に 2 マス進ませればよい．このほか，通ってはいけないマスを指定したり，同時に 2 つのオブジェクトを動かしたりする問題などが含まれる．

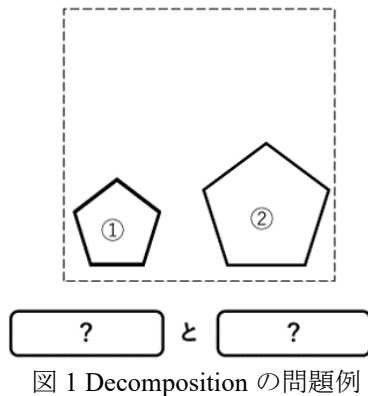


図 1 Decomposition の問題例

○を☆までうごかそう！

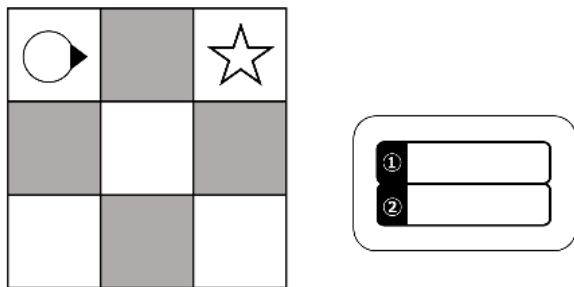


図 2 Algorithms の問題例

5. 実験

今回作成した問題は小学生を対象としているものであるが、事前調査として、実験対象を大学生・大学院生に限定して実施した。実験参加者は大学生(19歳～24歳) 38名であり、実験期間は2020年6月3日～2020年6月6日の3日間である。

なお、本実験はすべてオンラインで実施された。(URL: <https://forms.gle/L69Nd56ars63gtSi8>)

6. 実験結果と考察

今回のテストはDecompositionが8問、Pattern recognitionが8問、Abstractionが5問、Algorithmsが9問の全30問で構成されている。表1にその実験結果を示す。

表 1 実験の結果

	母数	平均正解数	分散	標準偏差
全体	38	29.37	1.18	1.09
男性	18	29.61	0.34	0.59
女性	20	29.15	1.83	1.35
経験者	20	29.50	0.35	0.59
未経験者	18	29.22	2.06	1.44

平均正解数を比較すると、男性は女性に比べて0.46問多く、プログラミング経験者は未経験者に比べて0.28問多いが、わずかな差であった。しかしながら、分散を比較すると、男性より女性が大きく、

経験者よりも未経験者の方が大きいため、母集団においてコンピューターショナル・シンキングの能力について、なんらかの差があると考えられる。

4つの分類ごとの平均正解数を表2に示す。Decomposition(Dec)は全8問、Pattern recognition(Pat)は全8問、Abstraction(Abs)は全5問、Algorithms(Alg)は全9問で構成されている。平均正解数を比較すると、Pattern recognition, Abstraction, Algorithmsにおいて差が出た。中でもAbstraction, Algorithmsでは、男性は女性に比べて0.2問程度とわずかではあるが正解数が多く、プログラミング経験者は未経験者に比べてわずかに正解数が多い。

表 2 各分類の平均正解数

	Dec	Pat	Abs	Alg
全体	8.00	7.97	4.84	8.55
男性	8.00	8.00	4.94	8.67
女性	8.00	7.95	4.75	8.45
経験者	8.00	7.95	4.95	8.60
未経験者	8.00	8.00	4.72	8.50

7. おわりに

本稿では、プログラミング的思考力の定義を行う際に参考にされたコンピューターショナル・シンキングを測定するために、BBCが公表している定義をもとに独自のテストを開発した。また、事前調査として、学生(19歳～24歳)を対象に実験を行った。その結果として、性別やプログラミング経験の有無に分けたときの平均正解数はわずかであったが、分散が大きかった。

今後はこのテストを用いて、小学生を対象にオンラインテストを実施していきたい。また、ワークショップや授業の前後による比較も実施し、提案手法の妥当性を検討したい。

謝辞

本研究はJSPS 科研費JP18K11572の助成を受けたものです。

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(第二版)”, (2018)
- (2) 矢野里奈, 谷岡広樹, 松浦健二, 佐野雅彦, 上田哲史: “小学生のプログラミング的思考力の定量的測定とその分析”, 研究報告教育学習支援情報システム(CLE), Vol.2020-CLE-30(22), pp.1-4 (2020)
- (3) Wing, Jannette M.: “Computational Thinking”, Communications of the ACM, Vol.49, No.3, pp.33-35 (2006)
- (4) 中島秀之: “計算論的思考”, 情報処理, Vol.56, No.6, pp.584-587 (2015)
- (5) BBC: “Introduction to computational thinking”, <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1> (2020年6月8日閲覧)