

G7 Programming Learning Summit

2017 年 3 月 18 日 調査実施報告

(全体概要編)

一般公開資料 (2017 年 07 月 01 日作成)

G7 Programming Learning Summit 実行委員会

[public]

G7 Programming Learning Summit 仙台 報告書 Ver 1.0



はじめに

この報告結果はあくまで、講師が限られた時間で特定の内容を実施した結果であり、各ツールや環境のあらゆる特性をとらえたものではありません。

本報告書資料の取り扱いには個人・法人問わず第三者への公表、公開は原則として禁止です。

本調査報告資料の著作権は G7 Programming Learning Summit 実行委員会に帰属します

お問い合わせ g7-contact@list.waseda.jp まで

更新日： 2017 年 7 月 1 日

変更履歴

2017 年 7 月 1 日 作成

G7 PROGRAMMING LEARNING SUMMIT 2017 仙台開催実績

❖ 2017 年 3 月 18 日土曜日 株式会社楽天 仙台支社

- 調査実施ツール: Lego Mindstorms Ev 3, PETS, アルゴロジック, PROCK, Robot Turtles, OSMO Coding
- 参加人数: 展示会: 200 名、ワークショップ: 45 名

過去の G7PROGRAMMING LEARNING SUMMIT 開催実績

❖ 第 1 回 2016 年 11 月 12 日土曜日 早稲田大学

- 調査実施ツール: Scratch, Viscuit, Lightbot. CodeMonkey, Robot Turtles, OSMO Coding
- 参加人数: 展示会: 500 名, ワークショップ: 59 名

目次

はじめに	2
変更履歴	3
G7 PROGRAMMING LEARNING SUMMIT 2017 仙台開催実績.....	3
過去の G7PROGRAMMING LEARNING SUMMIT 開催実績	3
1. 概要.....	5
1.1. 対象ツールの概要	5
2. 実験的調査	7
3. ワークショップの概要.....	8
3.1. ワークショップの実施体制と方法	8
3.2. ワークショップの時間と構成	8
3.3. 受講者数とテスト・アンケートの有効回答数.....	8
4. テストおよびアンケート結果.....	9
4.1. 理解度確認テストの結果と分析	9
4.2. 自由記述式テストについて	11
5. プログラミングに対する態度の結果.....	12
6. 各ツールの特徴.....	14
アルゴリズム	15
LEGO Mindstorms	16
OSMO Coding.....	16
PETS.....	17
PROCK	17
Robot Turtles.....	18
参考文献	18

1. 概要

G7 Programming Learning Summit 仙台(以下、G7PLS)にて扱った 6 ツールの理解度確認テストならびにアンケートの結果および分析結果について報告する。

1.1. 対象ツールの概要

G7PLS では、開発元がプログラミングの概念や方法の教育および学習を支援するツール・環境として公式に表明したうえで提供しているものを調査対象として扱う。具体的には調査対象としたツールは定性調査による 54 種類および調査対象の幅を広げる必要性に応じて追加した 3 種類、合計 57 種類(表 1)である。この中からワークショップにおける利用可能性や知名度、特徴のバランス等を考慮して 6 ツールを選択した。また、定性調査による 54 種類のツールの選定方法としては、文献等の網羅的サーベイにしばしば用いられる **Systematic Literature Mapping** [1]における選定手法を参考として、図 1 に示す手法を用いた。図 1 の手法で使ったキーワードは以下の通りである。

- プログラミング 学習 子ども ゲーム
- プログラミング 学習 子ども ツール
- プログラミング 教育 子ども ゲーム
- プログラミング 教育 子ども ツール
- Programming learning game kids
- Programming learning tool kids
- Programming education game kids
- Programming education tool kids

また、これらに示すツールは基本的にソフトウェアの形態で提供されているものを中心としている(一部例外有)。

表 1. ツール一覧

No.	学習ツール名	No.	学習ツール名	No.	学習ツール名
1	AgentSheets	21	HackforPlay	41	RoboMind
2	Alice	22	Hello Ruby	42	Robot Turtles
3	Ardublock	23	Hopscotch	43	Run Marco!
4	BetaTheRobot	24	JointApps	44	Scrach
5	Bitsbox	25	Junior Coder	45	ScratchJr
6	Blockly	26	Kodu	46	SmalRuby
7	Box Island	27	Learn Python	47	Squeak
8	BotLogic.us	28	LearnToMod	48	Swift Playgrounds
9	c-jump	29	Lightbot	49	Tech Rocket
10	Code Monster	30	MaKey	50	The Foos
11	Code Studio	31	Minecraft	51	Tickle
12	CodeCombat	32	MinecraftEdu	52	Turtle Academy
13	Code-Girl Collection	33	MOONBlock	53	Tynker
14	CodeMonkey	34	Move the Turtle	54	Viscuit
15	Crunchzilla	35	Osmo Coding	55	AlgoLogic
16	Daisy the Dinosaur	36	Penjee	56	LEGO MINDSTORMS
17	Empire	37	PETS	57	PROCK
18	Erase All Kittens	38	Programin		
19	Flappy	39	Puzzlets		
20	Greenfoot	40	Pyonkee		

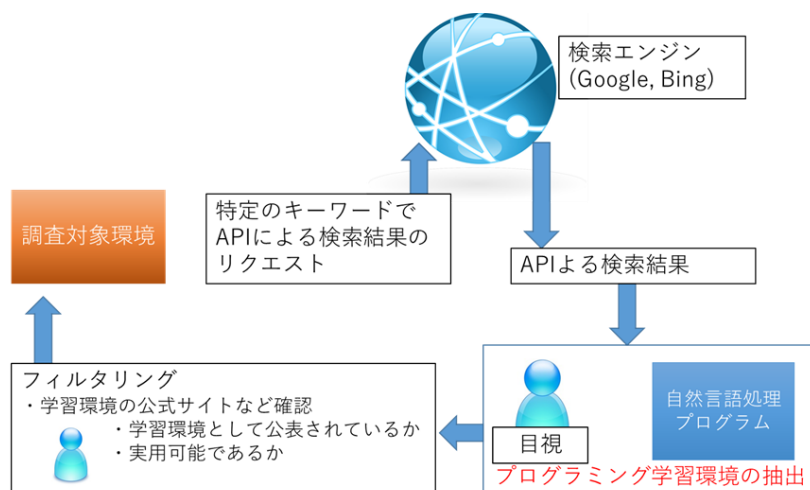


図 1. 初回 54 ツールの選定方法

選択した 6 ツールを、各ツールの大まかな分類と共に以下に示す。

分類: ゲームソフトウェア

- AlgoLogic (<http://home.jeita.or.jp/is/highschool/algo/>)

分類: ロボット

- LEGO MINDSTORMS (<https://www.lego.com/ja-jp/mindstorms/>)
- PETS (<http://4ok.jp/pets/>)

分類: タンジブルデバイス

- OSMO Coding (<https://playosmo.com/en/coding/>)

分類: アンプラグド

- Robot Turtles (<http://www.robotturtles.com/>)

分類: ビジュアルプログラミング言語および環境

- PROCK (<http://pm.ahiru.co.jp/hp/index.jsp>)

2. 実験的調査

今回の G7PLS においては上述の 6 ツールに対して、ワークショップの実施を通じて、プログラミングの基本的な概念(逐次実行、繰り返し、条件分岐)の理解および応用力（特に抽象化および問題解決）への影響を中心に調査した。調査には、以下のテストおよびアンケートを使用した（各アンケートの内容については別紙を参照のこと）。

- テスト・アンケートの種類

- 事前事後の理解度確認テスト

テストは当該ツールを使用した際、プログラミングの理解力がどのように変化するのか調査をするために実施した。

- 態度の選択式アンケート

本アンケートはプログラミングに対する意欲や面白さなどを調査するために実施した。

- 感想の自由記述式アンケート

感想やツールに関して感じたことを調査するために実施した。

- テストの内容と得点: 以下についてそれぞれ 1 問の正答を 1 点とカウントした。事前・事後の共に、8 点満点である。

- 逐次実行: 1 問

- 繰り返し: 3 問

- 条件分岐: 2 問

- 自由記述問題: 2 問

- ◇ 問題解決能力

- ✧ 発想力
- ✧ 抽象化能力
- ✧ 説明する力

3. ワークショップの概要

3.1. ワークショップの実施体制と方法

ワークショップは 2017 年 3 月 18 日に楽天仙台支社にて実施された。各ワークショップは 1 時間 30 分で実施された。体制としては講師とアシスタントを含め 2 名から 4 名の体制で実施された。対象学年は小学 1 年生から 6 年生までである。教材の形態は、オンラインツールや配布資料などであった。ワークショップの具体的な内容については、ツールごとに後述する。

3.2. ワークショップの時間と構成

事前アンケート 2 分

事前テスト 5 分

ワークショップ時間 75 分

事後テスト 5 分

事後アンケート 3 分(+5 分を追加許容)

3.3. 受講者数とテスト・アンケートの有効回答数

受講者数 45 名

事前事後の理解度確認テスト有効回答数(複数ツール受講者含む *1) 40 名

事前事後の理解度確認テスト有効回答数(複数ツール受講者含まない) 26 名

態度の選択式アンケート有効回答数(複数ツール受講者含む) 38 名

態度の選択式アンケート有効回答数(複数ツール受講者含まない) 25 名

感想の自由記述式アンケート有効回答数 42 名

*1 複数ツール受講者とは同日に開催された各ツールのワークショップを 2 ツール以上、受講した学習者を示す。

4. テストおよびアンケート結果

本項目ではテストおよびアンケートの結果を示す。

4.1. 理解度確認テストの結果と分析

本節では、理解度確認テストの結果を図 2、図 3 に示す。また、平均点および標準偏差の結果を表 3 に示す。

図 2 は複数のツールを受講した学習者を含んだ結果(以下、結果 2)である。結果はワークショップ後に点数が伸びていることが伺える。事前テストの平均点は 3.625 点、事後テストの平均点は 4.275 点であり、0.65 点の伸びがあった。また、事前テストの得点と事後テストの得点をそれぞれ母集団として有意水準 5% (p 値 < 0.05 で有意差あり)で 2 群間の有差検定(ウィルコクソンの符号順位検定)をした。検定の結果(表 3)、 p 値が 0.042 で有意差が認められた。故に、ワークショップ後にプログラミングの理解への効果があったといえる。

図 3 は複数のツールを受講した学習者を除いた結果(以下、結果 2)である。結果、ワークショップ後に点数が伸びていることが伺える。事前テストの平均点は 2.731、事後テストの平均点は 3.885 点であり、1.154 点の伸びがあった。また、当該結果も結果 1 と同様に有意水準 5% (p 値 < 0.05 で有意差あり)で 2 群間の有差検定(ウィルコクソンの符号順位検定)をした。検定の結果(表 4)、 p 値が 0.0015 で有意差が認められた。故に、当該結果においてもワークショップ後にプログラミングの理解への効果があったといえる。

両結果から、対象の 6 ツールにおいてプログラミングの理解への向上が認められ、プログラミング学習に対して十分に学習効果が期待できる。加えて、結果 1、結果 2 を比較してみると事後テストの平均点が結果 1 のほうが 0.39 点高いことから、複数のツールを受講した学習者は、プログラミングへの理解を深めていったと思われる。また、6 ツールともに同じ問題を使用しているため、問題を覚えてしまい全く同じ回答した学習者などがあることが制限事項としてあることに注意が必要である。今後、ツールごとにテスト問題を変更するなどして対応する。

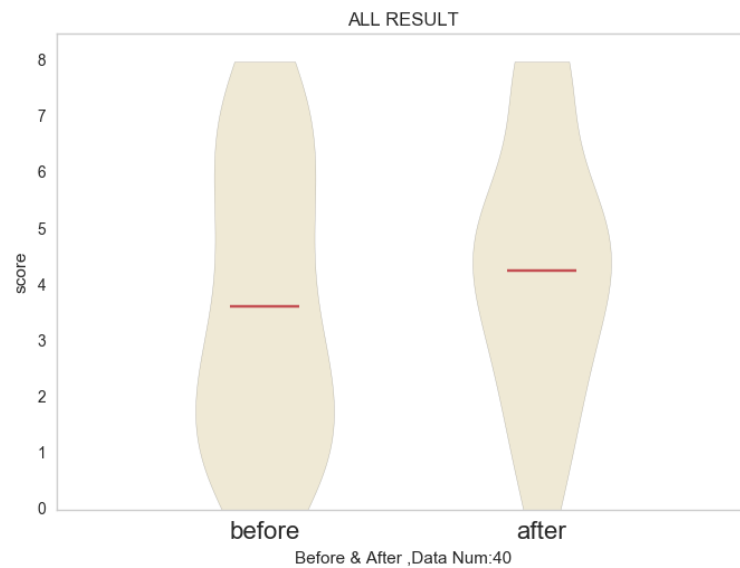


図 2. 全体の得点：複数ツール受講者含む(左側: 事前、右側: 事後)



図 3. 全体の得点：複数ツール受講者を含まない(左側: 事前、右側: 事後)

表 3. 理解度確認テストの結果(平均点と標準偏差)

	複数受講含む		複数受講含まない	
	事前	事後	事前	事後
標準偏差	2.46665259	2.213453185	2.01069625	2.25877644
平均点	3.625	4.275	2.730769231	3.884615385

表 4. 理解度確認テストの結果(ウィルコクソン)

	複数受講含む	複数受講含まない
統計量	135.5	26.0
p 値	0.042294910228	0.00152436800468

4.2. 自由記述式テストについて

自由記述問題は以下、図 4 のような問題を出題した。1 ツールのみ受講者(もしくは、複数ツール受講者の最初のツール)において「すべてのマスを通るように線を引いてください」(以下、問題 1)の回答および「どうしてそのように線を引いたかのプログラムで説明しなさい」(以下、問題 2)の回答をできたのは、事前においては皆無であった。事後において、問題 1 に関しては回答できているものが多くいた。問題 2 に関しても、少ないながら回答できた学習者は増えた。複数のツールの受講者に関しては 2 ツール目から両問題において回答数が大幅に増えている。

問題 1 の回答は図 5 の左側と右側に示すように、コの字型（左側）および渦巻き型（右側）の 2 パターンがツールを問わず多く見られた。いずれの回答についても、問題解決の結果としては正しく、問題解決力および説明力の向上結果が表れている可能性がある。またこの 2 種類の回答を比較してみると、渦巻き型のほうが、少ない手順および構成要素でシンプルに記述することが可能であり、問題に対する抽象化能力の向上結果が表れている可能性がある。問題 2 に関しては正解している学習者は多くはいなかった。回答例として図 6 を示す。どのツールにおいても事後に自身が引いた線について説明しようとする学習者が増えたことからツールを通して、どのように問題解決したかの説明する力が向上したと思われる。また、問題 2 の回答は 10 歳以上の学習者が多く回答し 9 歳以下の学習者においては回答が少なかった。また、正解率は 12 歳の学習者が高い。これは、ピアジェの認知発達段階 [3]との関連性を考えることができる。具体的には、ピアジェの認知発達段階では「12 歳以上は形式的・抽象的な水準で論理的命題において定式化できる思考を行うようになる」[2]としている。今後、この観点も踏まえて調査を実施する方針をとりたい。

6						
5						
4						
3						
2						
1						
	1	2	3	4	5	6

AQ5-F1	
Q1	ロボットがすべてのマスを通るように自由に線を引いてください。最初は右を向いています。
Q2	どうしてそのように線を引いたのか、簡単なプログラムで説明してください。
	(例の書き方に従う必要はありません。自由に記述してください。)
	(ヒント: 「～」を～回行。のような書き方もOKです)

図 4 自由記述問題

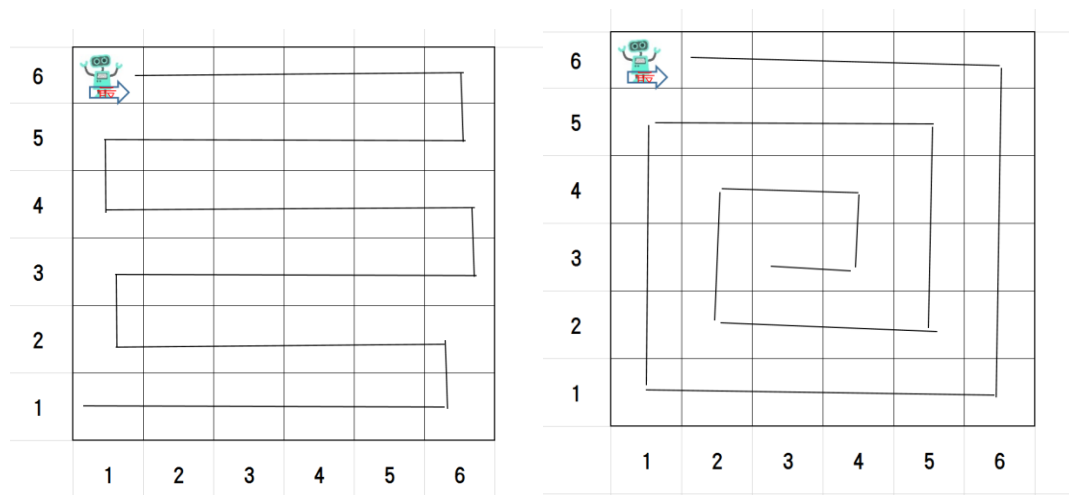


図 5. 自由記述問題の回答例(線)

5 歩すすめ
「
右にむけて 1 歩すすめ
右にむけて 5 歩すすめ
左にむけて 1 歩すすめ
左にむけて 5 歩すすめ
」
くりかえし

図 6. 自由記述問題回答例(プログラム)

5. プログラミングに対する態度の結果

本アンケートはプログラミングに対する面白さ(事前 Q1B, 事後 Q1A)、難易度(事前 Q2B, 事後 Q2A)、利便性(事前 Q3B, 事後 Q3A)、意欲(事前 Q4B, 事後 Q4A)、興味(事前 Q5B, 事後 Q5A)の 5 項目について調査した。調査方法には 6 段階のリッカートスケール方式(6: すごく思う – 1: すごく思わない)を用いた。注意事項として Q2 のみ評価の値が低いほど良い結果である。

当該アンケートの結果を図 7、図 8 に示す。加えて、事前アンケートの結果と事後アンケートの結果をそれぞれ母集団として、有意水準 5% (p 値 < 0.05 で有意差あり)で有意差検定(ウィルコクソンの符号付順位検定)をした。その結果を表 5 に示す。

図 7 は複数のツールを受講した学習者を含んだ結果(以下、結果 3)である。この結果から、プログラミングへの面白さと利便性が事後に向上しているように見える。その他の項目は大きく変化をしていない。表 5 の有意差検定の結果は、面白さ(p 値: 約 0.0114)に有意差が認められた。しかし、利便性(p 値: 約 0.134)に関して有意差は見られなかった。加えて、興味(p

値: 約 0.083)が有意傾向にあった。また、その他の項目は有意差が認められなかった。このことから、ワークショップ後にプログラミングの面白さは向上したと見てよい。図 7 で変化が見て取れる利便性に関しては、事後に向上した学習者と低下した学習者がいたと思われる。このため、事後に評価 6 を付ける学習者は多くいたが、評価 4 を付けた学習者もいたことが起因して、検定において有意差が生じなかったと考える。加えて、図 7 において変化が無いように見えた、興味に関しては、事後に評価 4 を付けた学習者が減り、評価 5 もしくは評価 6 を付けた学習者が増えたことが起因して有意傾向となったと思われる。

図 8 は複数のツールを受講した学習者を除いた結果(以下、結果 4)である。この結果から、ワークショップ後にプログラミングの面白さ、利便性、意欲は向上しているように見える。その他の項目は大きく変化していない。表 5 の有意差検定の結果は、面白さ(p 値: 約 0.034)、利便性(p 値: 0.157)、意欲(p 値: 0.705)であった。面白さに有意差が認められた。利便性、意欲は有意差が認められなかった。また、その他の項目も有意差は認められなかった。このことから、ワークショップ後にプログラミングの面白さは向上したと見てよい。図 8 で変化が見て取れる利便性は、結果 3 と同じ理由で、有意差が生じなかったと考えられる。さらに、図 8 で変化が見て取れた意欲に関しては、評価 6 を付けた学習者は増えたが、事後に、評価 4 を付けた学習者も増えてしまったことに起因して、有意差が生じなかったのだろう。

結果 3、結果 4 の結果を総合すると、プログラミングの面白さはワークショップ後に確実に向上した。その他の項目に関しては、向上する学習者は多くいたが、低下してしまう学習者もいたことが検定結果として有意差を生じなかった要因であろう。しかし、複数のツールを受講する学習者が多かったが、各項目において評価の値が悪くなった学習者は少なく、基本、向上している。これは、対象ツールすべてがプログラミング学習をするうえで有用なツールであるということがいえるだろう。

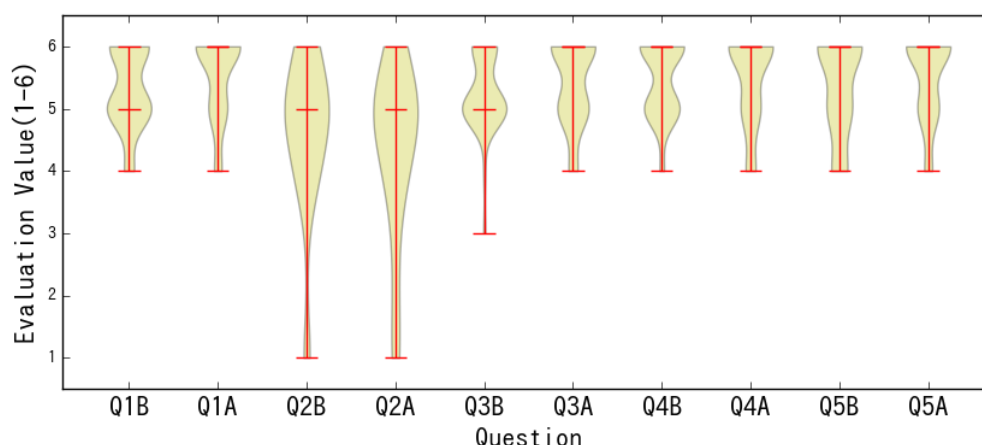


図 7. プログラミングに対する態度の結果：複数ツール受講者を含む(バイオリンプロット)

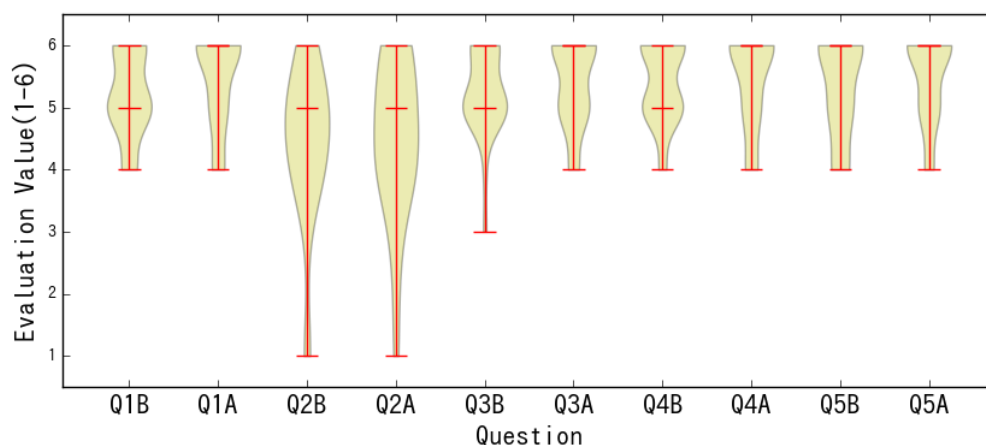


図 8. プログラミングに対する態度の結果：複数ツール受講者を含まない (バイオリンプロット)

表 5. 検定結果

調査項目	複数受講含む		複数受講含まない	
	統計量	P 値	統計量	P 値
面白さ Q1A, Q1B	5.5	0.011412036386**	4.5	0.0338948535247**
難易度 Q2A, Q2B	69.5	0.281278638215	36.5	0.836842449999
利便性 Q3A, Q3B	42.5	0.133614402538	9.0	0.15729920705
意欲 Q4A, Q4B	18.0	1.0	12.0	0.705456986111
興味 Q5A, Q5B	9.0	0.0832645166636*	7.0	0.205903210732

6. 各ツールの特徴

表 6 に各ツールの特徴をまとめた。本特徴はあくまで、今回のワークショップにおける事例をとらえたものであり、あらゆる側面を分析したものではない。

表 6. ツールの特徴表

ツール名	分類	理解度	総合力 (線の引き方)	総合力 (全体)	態度
アルゴリズム	ゲームソフトウェア	全体的に向上。 バランスよく向上した。	コの字型	簡潔で構造化したプログラムの作成能力の発現が見られた	プログラミングが面白いと感じた。加えて、継続したい意志が見られた。

LEGO Mindstorms	ロボット	全体的にバランスよく向上した。 プログラミングの理解促進に効果があったと思われる。	コの字型 渦巻き型	抽象化能力への向上が見られた。プログラムを構造的にとらえる能力が向上したと考えられる。	特にプログラミングへの興味が向上した。
OSMO Coding	タンジブルデバイス	全体的にバランスよく向上した。 プログラミングの理解促進に効果があったと思われる。	コの字型 渦巻き型	抽象化能力と簡潔に説明しようとする能力の向上が見られた	プログラミングへの面白さと興味が向上した。
PETS	ロボット	バランスよく理解が向上した。 プログラミングへの理解の促進の効果がある	コの字型	問題解決能力の向上が見られた。	プログラミングへの難しさを軽減する効果が見られた
PROCK	ビジュアルプログラミング言語および環境	バランスよく理解が向上した。 プログラミングへの理解の促進の効果がある	コの字型 渦巻き型	プログラムを簡潔に説明しようとする能力の発現あった。	プログラミングへの興味が向上した。
Robot turtles	アンプラグド	バランスよく向上。順序に実行される理解が促進された	コの字型 渦巻き型	渦巻き型とコの字型の混合が見られた。プログラムを説明しようとする能力の発現が見られた	態度に関した意欲や面白さが持続した。

アルゴロジック

アルゴロジックは PC のブラウザ上で動作するゲームソフトウェアであり、ドラッグアンドドロップによりコマンドを組み合わせてプログラミングをするツールである。今回、G7PLS ではワークショップを 1 人の講師と 2 人の TA が実施した。ワークショップに使用された教材は講師が作成したものである。この教材はコマンドの基本説明や使い方が記載されたものである。講義はアルゴロジックにて提供される問題を使用し、「チャレンジ問題」の入門か

ら順番に、各自のペースで問題を解かせた。必要に応じて、講師およびアシスタントがヒントを与えた。

ワークショップの結果、理解度確認テストの得点は向上傾向にあった。自由記述問題ではコの字型の回答が多く見られた。自由記述問題の結果より、動作を効率化するためのパターンの認識や効率化といった問題解決能力、およびプログラムの説明能力が向上したと考えられる。アルゴリズムは特に、より簡潔で効率的なプログラムを作成することを生徒に意識させた。また、◎(二重丸)の評価を得るのは簡単ではないということから皆ツールに熱中しており、家に帰ってからやりたいたいと強く希望していた。

LEGO Mindstorms

LEGO Mindstorms はPC(タブレット PC、スマートフォン含む)上の専用ソフトウェアを使ってプログラミング可能な物理ロボットである。今回、G7PLS のワークショップでは1人の講師と3人のTAで実施した。ワークショップで使用した教材は、講師が作成のものを使用した。

ワークショップの結果、理解度確認テストの得点は向上傾向にあった。自由記述問題の回答はコの字型および渦巻き型の回答の両方の回答が見られた。加えて、コの字型と渦巻き型の混在の回答も見られた。また、当該問題への回答も事後に増えたことから、抽象化能力や説明能力の向上への効果があると考えられる。感想のアンケートへの回答としては「またやりたい」といった回答が多くみられた。また、事後に難しいと感じている学習者が見られたがプログラミングへの学習意欲や面白さなど向上もしくは保たれており、学習の継続性は非常に高いツールといえる。

OSMO Coding

OSMO Coding はタンジブル系のデバイスであり、物理的なブロックを使用してプログラミングをするツールである。今回、G7PLS ではワークショップを1人の講師と1人のTAが実施した。ワークショップに使用された教材は講師が作成したものである。この教材はブロックの基本説明や使い方が記載されたものである。講義は、生徒それぞれにツールを遊ばせ、適宜講師とTAがヒントを与える形式で行った。

ワークショップの結果、理解度確認テストの正答率は向上傾向にあった。自由記述式のテストにおける記述パターンはコの字型の回答が多く見られたが、1名、渦巻き型の回答をした生徒もいた。特定の事柄について大きな特徴が見られなかったものの、各事柄に対してバラ

ンスよくアプローチすることができるツールであると考えられる。また、タンジブルデバイスであることから実際にプログラムに手で触れ、プログラミングに取り組めるという点は、学習者のモチベーションを低下させずに継続して学習させることに有効であったと考えられる。感想にも「楽しい」という言葉が頻出しており、興味や意欲を駆り立てる効果があったと見られる。

PETS

PETS は物理ロボットであり、木で出来たプログラム用のブロックをロボット本体に挿すことにプログラミングを行うツールである。今回の G7PLS では 1 人の講師と 2 人の TA およびアドバイザーが 1 名の体制でワークショップを実施した。

理解度確認テストの結果は向上の傾向にあった。自由記述の結果は、コの字型の回答が多く見られた。ワークショップとしてマス目を移動させゴールまでたどり着くという内容であった。このマス目移動の動きがコの字型に近いものがあり、この回答が増えたものと考えられる。感想としては「少しむずかしかったけれど、実際にやってみて、おもしろかったのよかったです。」や「また、家でも、学校でも PETS をしたいです。」などの回答があり、プログラミングの面白さや学習意欲への効果は高かったといえる。

PROCK

PROCK はイラストで表現されたビジュアルプログラミング言語を使って Web ブラウザ上でプログラミングができるビジュアルプログラミング環境である。今回の G7PLS では株式会社アヒルがワークショップを実施した。

理解度確認テストの結果は向上傾向にあった。自由記述の回答としてはコの字型の回答が多くみられた。加えて、1 人が渦巻きの回答をした。ワークショップの感想としては「ブロックをつなげるだけなのでわかりやすかった」や「プログラミングが思ったよりおもしろかった」などの回答があった。感想からも見て取れるように、学習者にとってはプログラミングを理解しやすいツールである。また、当該ツールの受講者はゲームを製作したいと思っている学習者が多くいたことから、こういった「何かを作りたい」と思う学習者との相性が高いツールであるといえる。

Robot Turtles

Robot Turtles はボードゲームであり、電源を用いないアンプラグドなツールである。当該ツールはカードに書かれた命令を組み合わせることでタートルを操作して宝石を取ることが目的のボードゲームである。当該ツールでは、ボード上に自由に宝石や障害物を配置してコースを作ることが可能である。また、プレイヤーはプログラミングによりタートルに指示をするタートルマスター(学習者)と、タートルマスターが出した指示通りにタートルを動かすタートルムーバ(メンター)の役割に分かれてゲームを進行する。今回、G7PLS ではワークショップをメンター2名で実施した。コースの宝石や障害物の配置としては、事前に決めてあるものを使用した。ゲームの進行は、各グループのメンターに任せた。また、事前に決めたコースをすべて達成した場合は、各メンターにコースを作成してもらう、および生徒にコースを作らせるという対応をとった。

ワークショップの結果、G7PLS 初受講者の理解度確認テストの正答率は向上傾向にあった。自由記述式のテストにおける記述パターンは渦巻き型を取り入れた回答が多くみられた。当該ツールはアンプラグドなツールであり、グループで学習を実施する。グループでの学習は、受講者同士で作成されたプログラムを見せ合うという観点から、様々なタイプのプログラムを知ることができ理解度を促進させることが可能であると考えられる。また、より短いプログラムを追求する一方で、今回のワークショップでは「遠回り」を許容したため、手持ちのカードをいっぱい使用して複雑なプログラムを作ることを楽しむといった遊び方をする生徒もいた。

参考文献

[1]. Kai Petersen, Robert Feldt, Shahid Mujtaba, Michael Mattsson, "Systematic Mapping Studies in Software Engineering," Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE'08), pp.68-77, 2008.

[2]. 山内光哉; 春木豊. グラフィック学習心理学—行動と認知. 2001.