

低年齢層における「プログラミング的思考」育成のための研究

*黒田祐子

Yuko KURODA

要旨：千葉県立現代産業科学館では、来館者が科学に親しむための展示や実験、工作教室等のイベントを実施している。

今年度は、2020年度から小学校で必修化されるプログラミング教育に関して、当館の来館者にも楽しみながら体験できるような教材を導入することとなった。そこで、今年度実施したプログラミング教育に関するワークショップと展示、教員向けの研修の内容を中心に報告する。

キーワード：プログラミング プログラミング的思考 プログラミング教育 キュベット 論理的思考 試行錯誤

1 はじめに

当館は、だれもが産業に応用された科学技術を体験的に学ぶことができる場を提供することを目的として設置されている。常設展示のほか、さまざまな実験や工作教室などのイベントが驚きと感動を与えてくれる科学館である。

今年度、公益財団法人双葉電子記念財団の青少年創造性開発育成事業の一環として、『小学生における「プログラミング的思考」育成のための展示』が助成を受けることとなった。そこで、プログラミング教材を用いた来館者向けのワークショップと展示、さらには教員向けの研修を実施した。

2 教材について

(1) 導入の目的

2020年度の小学校での必修化に向けて、現在、多数のプログラミング教材が開発されている。その中には、パソコン上でできるソフトウェアやプログラムした指令に基づいて動くロボット、小学校理科の学習に関連したセンサ機能、さらには工作に応用できるマイコンなど、目的や用途に応じて使い分けることができるほど、種類も豊富にある。

当館では、未就学児や小学生の子どもをもつ家族連れが大変多く、現在常設展示にあるプログラミング教材「アルゴブロック」は小学生を対象に大変人気である。今回は、小学生よりも小さな子どもが親しみやすい、操作が単純なコンピューターを使わない教材ということを第一に選定した。また、展示中に誤って落とす等の事故があることも念頭におき、比較的壊れにくいロボットタイプという点でプリモトイズ社の「キュベット」を導入した。(10セット)



図1 プログラミング教材の紹介画面

(2) 特徴

今回導入した教材は、以下のような特徴がある。

- ・手触りの良い木製ロボットとコントロールパネル
- ・3歳から6歳の幼児向け教具
- ・デジタル画面を使わない
- ・文字が読めない、右左がわからなくても動かせる
- ・コーディングの基礎を学べる知育玩具
- ・ストーリーを自分で考えることができる
- ・学校の教科に応用することができる

これらの点を考慮して、次に示すワークショップおよび展示等を行った。

3 ワークショップ

(1) 目的

小学校1年生前後の参加者が、体験を通して「プログラミング的思考」の基礎となる物事を順序立てて考える機会をつくることを目的とした。

(2) 内容

お楽しみワークショップ

「3歳からできるプログラミング体験」

実施日 平成 30 年 9 月 2 日 (日) 70 人
22 日 (土) 62 人
体験時間 30 分



図2 9月実施ワークショップのポスター

できるだけ多くの方が体験できるように、3人組のグループ活動とし、グループは年齢が近いもの同士になるように指定した。また、失敗を恐れずにグループで試行錯誤できるように、保護者の方には体験する子どもたちから離れて見守ってもらう形をとった。このことに関する効果については、後にアンケート結果で示す。



図3 9月実施ワークショップの様子

ア 約束事の確認

未就学児がおおよそ半数参加していたため、「友人と協力してやり遂げること」、「失敗は大切」であることをグループ活動の約束として最初に確認した。

イ 教材について

はじめに、ロボットは一人で動くことができず、コントロールパネルを使って出した指令通りに動くことを説明した。



図4 ロボットの説明画面

ウ 基本操作の確認

コントロールパネルで指令する動作には、「前に進む」「右に回転する」「左に回転する」「繰り返す」の4種類の指示ブロックがある。それぞれの役割を知るために、まず、ブロックを1つずつ入れて、ロボットがどのような動きをするか観察させた。

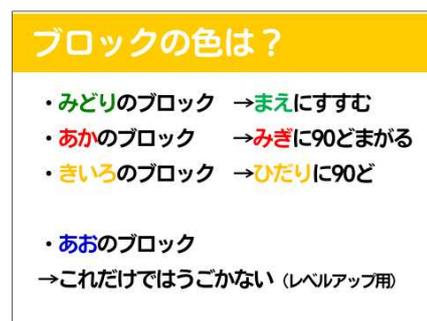


図5 4種の指示ブロックの説明画面

この際、右左の区別がつかない子どもには、ロボットや手にブロックと同じ色のシールを貼って色で見分けたり、子どもたち一人ひとりにロボットになったつもりで動いてもらった。指導者のブロックの色の合図に従って、どのように動くべきか考えながら体験することによって、理解を深められたようだった。



図 6 ロボットの動きを体験する様子

エ 課題にむけたグループ活動

基本操作を確認した後は、グループごとに次の課題を自由に進めていく方式とした。

(ア) ロボットを動かして冒険しよう



図 7 最も基本的な課題

(イ) 遠くまで冒険をしよう



図 8 3種類のブロックではたどりつけない課題

緑・赤・黄色の3種類のブロックはそれぞれ4つずつしかないの、目的地に行くためには数が足りないことに気付かせた。小学生以上の子どもには、青色のブロックの使い方とプログラミングでよく用いられる繰り返しの考え方を学ぶ機会をここでつくった。

(ウ) 青色のブロックの使い方を知ろう



図 9 青のブロックの使い方に気づかせる課題

青色のブロックの使い方がわかると、(イ)の課題

を解くことができた。

(エ) さらなる応用問題に挑戦しよう



図 10 目的地までの条件がある課題

この課題では、目的地に到着するまでの道のりでいくつかの条件がある。例えば、「川を通ることができない」「山を越えよう」といったものである。課題を考えていく中で、地図上の絵からストーリーを想像したり、方角などの地図の読み方も勉強することができる。

3歳児のグループ

課題(ア)達成を目標とし、ブロックの役割が理解できない場合には好きなブロックを入れてロボットを動かす活動とした。ブロックを入れるとロボットが動く「おもしろさ」を実感できたようだった。



図 11 3歳児グループの活動の様子

4・5歳児のグループ

課題(ア)ができたことに達成感を感じつつ、課題(イ)で悩んでいる間に制限時間になってしまうことが多く、もっと挑戦したいという気持ちが芽生えたようであった。

小学生以上のグループ

課題(ウ)で繰り返しの使い方に気づき、レベルアップされた応用問題までクリアをしたい、という目

標を持つ子どもがほとんどであった。

オ まとめ

最後に、「プログラミング的思考とは」という点に関して、保護者向けに簡単に論理的思考や試行錯誤させる体験が必要であることを説明した。

(3) 考察

ワークショップ体験者とその保護者にとってアンケートの結果は以下の通りである。参加者の9割以上から回答を得ることができた。活動内容に満足、さらには子ども同士のグループ活動に関して、多くの共感を得ることができた。

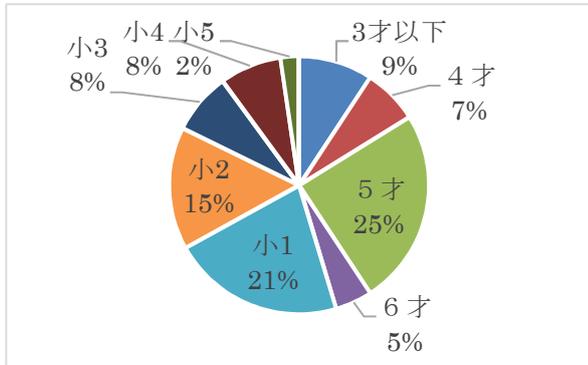


図12 参加者の年齢割合

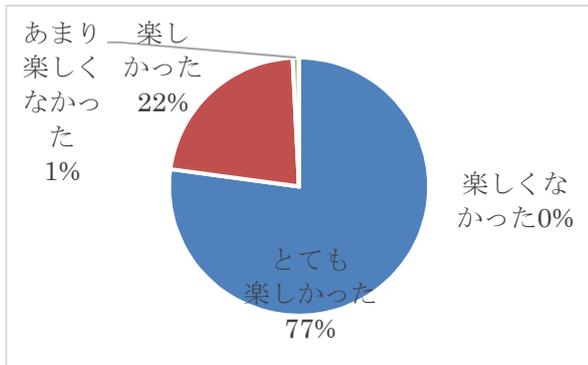


図13 参加者の満足度

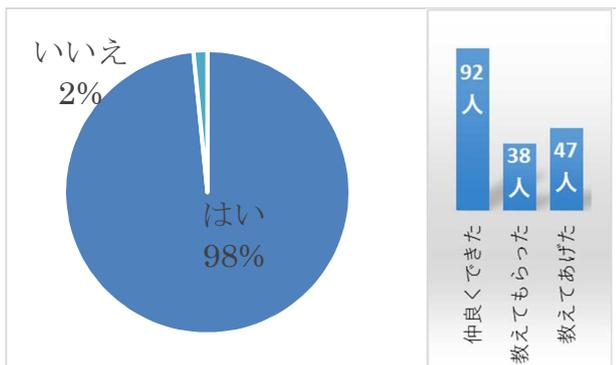


図14 アンケート「友達と協力してできたか？」結果

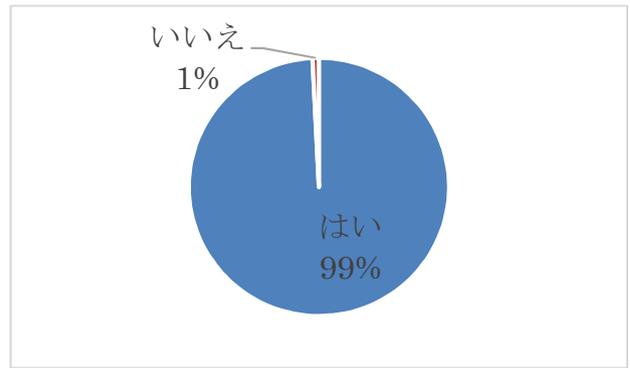


図15 アンケート「また体験したいですか？」結果

また、以下に示す2点の質問に関しては、保護者の意見を自由に書いてもらった。3歳児のグループ活動の難しさや親が離れたことによる子ども同士で試行錯誤する良さに対する意見が多かった。また、体験時間の延長希望に関する意見もいくつかあったので、次回のワークショップでは改善を行った。

なお、▼印に関して、次回のワークショップの課題として参考となった意見である。

今回のグループ学習（子どもが親から離れて）という取り組みに関してどう思いますか。

- ・おもしろかった。
- ・楽しそうだった。
- ・今後も参加したい。
- ・機会を増やしてほしい。
- ・普段見られない様子を見ることができてよかった。
- ・普段とは違う一面が見られてよかった。
- ・あきらめずに一生懸命に取り組む姿が見れてよかった。
- ・見知らぬ友達との交流がよかった。
- ・仲良くやっていたよかった。
- ・協力する姿はほほえましい。
- ・未就学児や一人っ子にとって、グループで自分の役割を意識する経験はありがたい。
- ・3人というのがちょうどよかった。
- ・兄弟が別のグループになってよかった。
- ・子ども同士で取り組むスタイルがよかった。
- ・自分がやりたいと思う気持ちを抑えながら、みんなと1つの課題に取り組む様子がよかった。
- ・グループで、親が介入しない方式がよかった。大人がいない分、子どもたちで協力した。
- ・1人っ子にとっては、普段とは違った環境で遊べた(学べた)。

- ・年上の子と組むことになって、よい経験になった。
 - ・子どもだけで解決していたよかった。
 - ・3才なので心配ではあったが、問題なく楽しんでいる姿があってよい取り組みだと感じた。
 - ・3才でも子ども同士で協力して、楽しむことができてびっくりした。
 - ・気づきがあってよかった。
 - ・自分たちだけでできたことで、達成感を感じられる取り組みだった。
 - ・年齢ごとにみんなが楽しめる課題になっていた。
 - ・子どもの力で解決するのであれば、年齢の枠を無くすのもよいかと思った。
 - ・親と一緒にやることで考える力を養えると思った。
 - ・自主性や協調性を育むよい機会であった。
 - ・他者と協力して解決する力、自分たちだけで解決する力が身につくよい経験になった。
 - ・初対面でも友達と協力する様子が見られてよかった。子どもの適応力におどろかされた。
 - ・お互いに考えながら取り組む姿がよかった。
 - ・試行錯誤する経験がよかった。
 - ・楽しみながらいろいろな力が身につく。
(自主性、自立、協調性、問題解決能力など)
 - ・協力して課題に取り組む姿から子どもの成長を感じられた。このような機会を増やしてほしい。
 - ・間違いながら協力し合うところがGOOD!
 - ・3才でも楽しく参加できた。
 - ・職員のフォローもよかった。
 - ・先生の話がとてもわかりやすく、面白かった。
- ▼すこし難しそうだった。
- ▼協力するまでいかず、難しそうだった。(特に3才)
- ▼メンバーの雰囲気にもよる。
- ▼3~5才には大人がついた方がよいのでは。

ワークショップを通して気づいた点、感想や意見等

- ・2回目以降がもっと楽しめそうだなと思った。
- ・またお願いしたい。 ・また参加します。
- ・楽しく話し合いながらできてよかった。
- ・親子ともに楽しませてもらった。
- ・プログラミングに興味があったので体験できてよかった。
- ・就学前にこのようなワークショップに参加でき、今後のプログラミング学習につながると思った。
- ・プログラミングを好きになるよききっかけになる。

- ・キューベットに興味を持って参加したが、グループワークができたことがとてもよかった。
 - ・人とのコミュニケーションも大切なことだと感じた。
 - ・先生の話が、子どもにとってとてもわかりやすかった。
- ▼相手の子が主体で考えていたので、うちの子にもやらせてほしかった。
- ▼独占しないようにスタッフが声をかけてほしい。
- ▼時間を長くしてほしい。(10~15分程度)
- ▼面白いと感じたが、まだ早かったようで理解が難しかったようだ。
- ▼小さい子には難しいかと思う。高学年の子と一緒にだったので良かった。
- ▼プログラミング初体験でまだよくわからないところがあった。

なお、今回の企画では他のイベントほど広く広報することができなかったが、受付30分前より定員を満たす希望者が並んでいた。このことから、「プログラミング教育」への人々の関心が大変高いということが伺えた。

**(4) 応用
ア 内容**

9月に実施した2回のワークショップを応用し、11月に「グループで学ぶプログラミング体験」を実施した。変更点は以下の3点である。

- ・45分間の体験とした。
- ・入場者を対象とした。
- ・企画展「宇宙の味—宇宙日本食と食料保存技術—」に関連したワークショップをリピーター向けに「宇宙日本食編」を新たに導入した。

図 16 グループで学ぶプログラミング体験のポスター

(ア) グループで学ぶプログラミング体験 1 入門編

上記に示した3点の変更点以外は、3(2)お楽しみワークショップ「3歳からできるプログラミング体験」の内容に沿って行った。また企画展の関連として、次に示すロケット発射台まで宇宙日本食を届ける課題を追加した。参加者は、嬉しそうにロケットを地図に貼り付けていた。



図 17 追加課題「宇宙の味 特別ぼうけん」

(イ) グループで学ぶプログラミング体験 2

宇宙日本食編

これまでのワークショップを体験した子どもを中心に、宇宙日本食に関心をもってもらうためのワークショップを実施した。これまで使用していたマップとは異なり宇宙日本食に関する特別なシートを作成した。また、行き先を自分で選ぶことができる課題を取り入れたため、理解度や参加者の興味に合わせて柔軟に変更できた。



図 18 新たに作成したシートの紹介

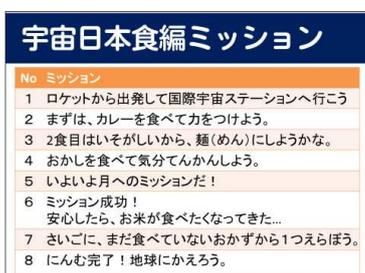


図 19 宇宙日本食編の課題

宇宙日本食編は午後の最後の時間ということもあり、入門編に比べると参加人数は少なかったが、この宇宙日本食編のために来館したという子どももいた。また入門編で興味を持ち、さらにやりたいと館での滞在時間を伸ばしたり、兄弟を連れてくる熱心な参加者もいて、少人数でも参加者の理解力とニーズに応えた充実した内容となった。

イ アンケート

3回の参加人数の合計は42人であった。入門編及び宇宙日本食編の体験者とその保護者にとったアンケート結果は以下の通りである。前回同様、ほとんどの方が体験に満足したようであった。

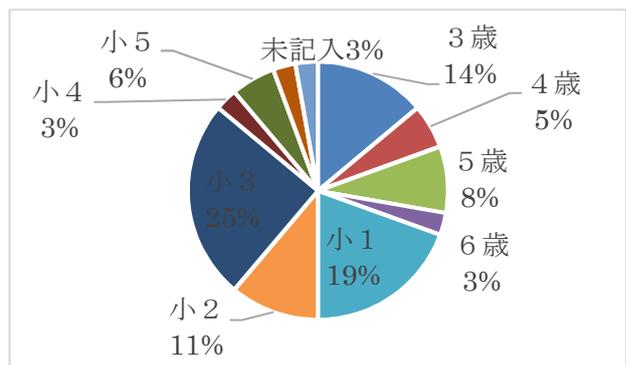


図 20 参加者の年齢割合

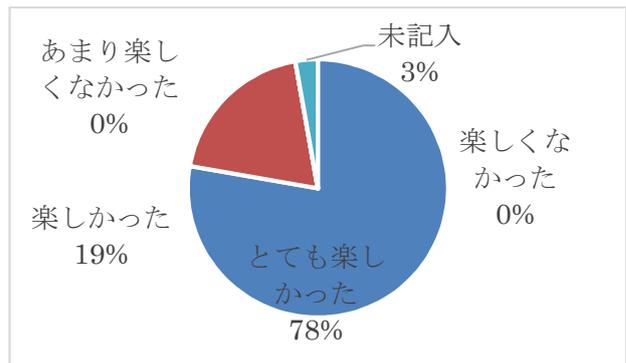


図 21 参加者の満足度

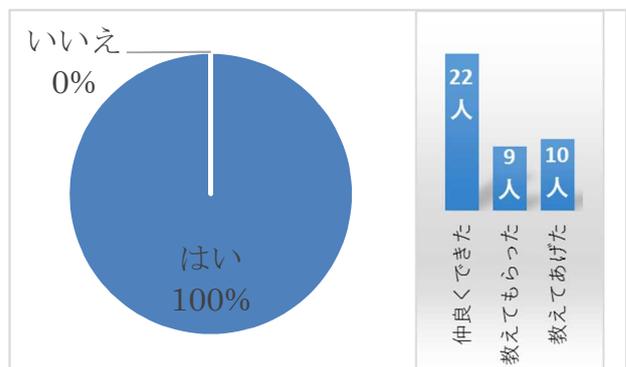


図 22 アンケート「友達と協力してできたか？」結果

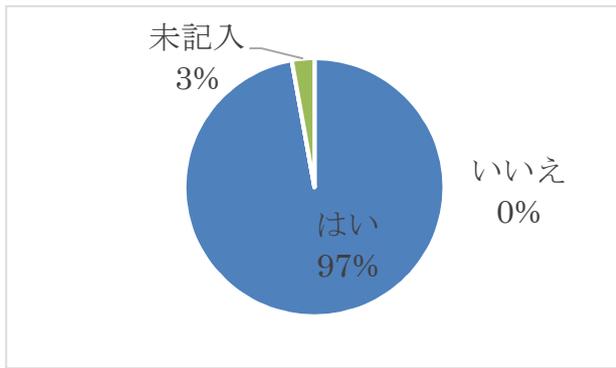


図 23 アンケート「また体験したいですか？」結果

前回のアンケートとは異なり、保護者からの自由記載欄はなかったが、以下のような意見もあった。

- ・他の人の意見をきけてよかった。
- ・どんな内容か理解しないまま参加しましたが、予想をはるかに超えて子どもが興味を示して楽しめました。親がつい口出ししたくなる場所ですが、事前に口を出さず見守って！と言ってくくださったので、我慢できました。また参加します。

子どもたちにできるだけ試行錯誤させ、論理的思考を伸ばすには、目的を把握し、子どもに投げかける問いを工夫する必要がある。そのため、グループ活動を中心としたこのようなワークショップ形式で行った効果は大変大きかったといえるだろう。

ウ 発展

今回の宇宙日本食編のように、この教材では様々な応用が可能であるため、リピーター向けのワークショップを今後増やしていくことも考慮したい。

発展例)

- ・自分でつくった迷路でキュベットを動かそう
- ・キュベットで陣地とり対決
- ・キュベットでボール集め対決 など

4 展示

(1) 目的

現在、注目を浴びているプログラミングを、小さなお子さまから大人まで自由に体験し、試行錯誤しながら科学に親しみ、論理的に物事を考えるきっかけとなる場を提供する。

(2) 内容

常設展示 特設コーナー

「3歳からできるプログラミング体験」

実施日

平成 30 年 12 月 19 日 (水) ~平成 31 年 1 月 18 日 (金)



図 24 特設コーナー展示での体験の様子

レベル別に挑戦しよう	
レベル 1	大人に絵本を読んでもらって いっしょに考えながら進めよう。 ①つかいかた ②キュベット学校へ行く
レベル 2	4種類のブロックはどんなはたらきをするかな？たしかめよう。
レベル 3	キュベットを、コンパスから出発して 森→山→町→城の順に連れて行こう。
レベル 4	キュベットを城から船に連れていくためには どうすればいいかな？ヘルプカードを見よう。
レベル 5	友達や家族に、好きな場所または行ってほしい 場所をきいて、そこへ行こう。

図 25 体験の目安となるレベルの案内

展示場に、家族や友だち同士で楽しめるスペースを2セットつくり、ホワイトボードを用いて予約制、1グループ20分体験とした。土日祝日の混雑時のみ、職員が常駐して使い方や基本の考え方に關して補助した。職員がいない場合でも進められるよう、体験者の年齢や理解力に応じた課題をいくつか用意した。また、ワークショップでは使用していない、海と宇宙をテーマとしたマップも、期間限定で設置した。

(3) 考察

展示期間中の体験者は以下の通りである。なお、

数字はグループ数とし、1グループは1~4名であった。土日祝日には、途中で予約がいっぱいになって受け付けを終了するほど、人気があった。

表1 特設コーナー展示で体験したグループ数

12月	体験数	1月	体験数
19(水)	4	5(土)	23
20(木)	11	6(日)	21
21(金)	7	8(火)	8
22(土)	22	9(水)	9
23(日)	22	10(木)	2
24(月)	21	11(金)	6
26(水)	21	12(土)	23
27(木)	18	13(日)	24
12月25日・ 28日~1月4日・ 7日・15日は休館日		14(月)	24
		16(水)	8
		17(木)	2
		18(金)	6
合計			282

体験者のアンケート結果は以下の通りである。ただし、ワークショップに比べ、アンケート回収率は1割程度である。

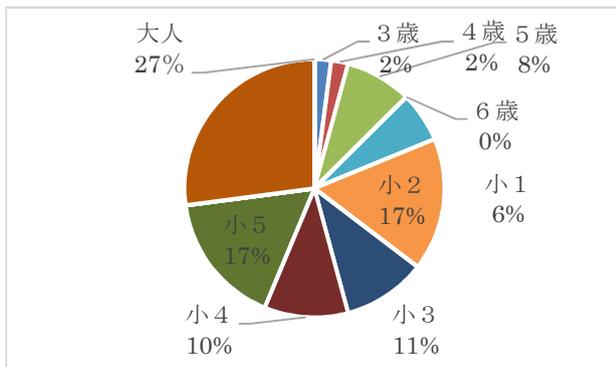


図26 参加者の年齢割合

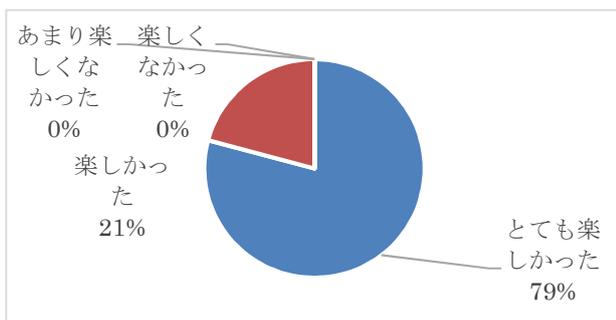


図27 参加者の満足度

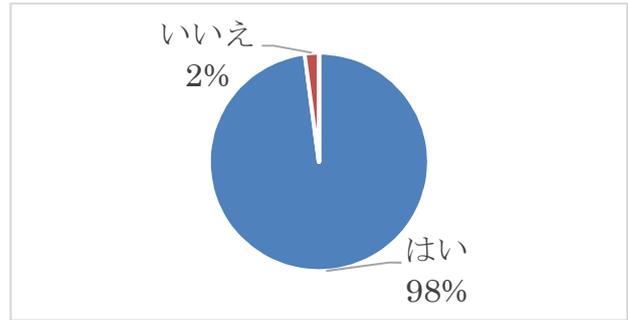


図28 アンケート「また体験したいですか?」結果

大人向けアンケート 体験を通しての感想や意見

- ・楽しそうだった。 ・よく考えてやっていた。
- ・PCレスで、文字が読めない子どもも遊びながら体験できるプログラミング
- ・とても楽しかったようです。頭を使うのでとてもいいおもちゃだと思いました。
- ・意外と難しかったが、それがまた考えることになり楽しかった。
- ・2人で協力してとても楽しんでいました。とてもいい体験プログラムだと思います。
- ・自分で考えながら集中してやれていてよかったです。またやってほしいです。
- ・3歳→マップから指示の場所をさがすのを楽しんでいた。
- 6歳→自分でブロックを入れて手を出して楽しんでいました。幅広い年齢が楽しめると思う。
- ・5歳の息子が楽しく夢中でしておりました。アルゴブロックは少し難しかったため、とても良かったです。よく来館するのでぜひ常設にしてほしい。

展示での体験で最も心配されたのが、破損や故障であったが、1か月間、電池の交換以外は問題なく実施することができた。「キューベット」という名前やかわいらしい顔に愛着がわくためか、小さな子どもも大切に扱っていた。その反面、コントロールパネルのボタンは何度も強く押されているため、今後故障で動かなくなることも懸念される。

この教材を用いた展示スペースでの自由体験の様子をみると、プログラミングや教材自体の良さをいかすには、やはり職員がついた方がよいといえる。家族や友達同士でも進めることができるのだが、限られた時間の中で基本的な方法やブロックの役割を

理解できないと課題が思うように進められない。さらに、子どもに答えを教えずに試行錯誤させるためには、同席する大人の手腕によって様子や成果に大きな差が出てしまう。また兄弟のどちらがやるかで喧嘩になってしまったり、親が我慢できずに答えを強要してしまうこともあり、体験後の子どもの思考力の伸びや保護者の方の満足度も全体としてワークショップの方が多かったように感じられた。

5 教員向けの研修

(1) 目的

2020年度の小学校の必修化に向けて、各小学校でのプログラミング教育に関する計画や導入状況は市町村や学校ごとに大きく差がある。

そこで、まだ不安が多い教員に対して、「プログラミング的思考とはどういうものであるか」「プログラミングを通して、どんなことができるのか」という2点をまず理解できるよう、以下の研修を実施した。

(2) 研修日

ア 教員のための博物館の日

実施日 平成 30 年 8 月 4 日 (土) 13 人参加

毎年、当館で実施している「教員のための博物館の日」の中のプログラムの1つとして、「3歳からできるプログラミング教材の体験」を今年から取り入れた。この講座には例年以上の参加者があった。

イ 船橋市小学校社会科部会教員研修会

実施日 平成 30 年 10 月 24 日 (水) 53 人参加

ア「教員のための博物館の日」に参加した教員より依頼があり、館内の見学と併せてプログラミング体験を実施した。



図 29 船橋市小学校社会科部会教員研修会

(3) 内容

ア プログラミング的思考の育成とは

2020年度の小学校での必修化の影響により、保護者や社会全般が注目していることを、テレビで紹介されていた「夏休み子どもにやらせたい習い事 No1」や発明くふう展の作品を例に紹介した。また「プログラミング=コンピュータの難しい仕組み」と連想しがちであるので、導入することによって子どもたちのどんな力が伸びるのか、という視点で話をした。

イ 「キュベット」の体験

ワークショップと同様に、基本的な操作のみ最初に説明し、グループごとに進めてもらう形となった。体験することで教材の良さや、試行錯誤して進める面白さを実感してもらうことができ、大人も夢中になって取り組んでいた。

ウ その他のプログラミング教材の紹介

以下に示す、ソフトウェアやハードウェアの特性を簡単に紹介した。詳しく知りたい人には、研修後に個別に質問を受けた。

- ・Scratch/プログラミン/Viscuit/アルゴリズムック
- ・MBot/Ozobot/レゴWeDo2.0/MESH
- ・Micro:bit/ラズベリーパイ/Litte Bits
- ・ルビィのぼうけん こんにちは!プログラミング

(3) 考察

(2)イ 船橋市小学校社会科部会教員研修会での参加者アンケートの結果を以下に示す。なお、参加者全員から意見を集めることができ、近隣の小学校の現状や教員の考えを正確に知ることができた。

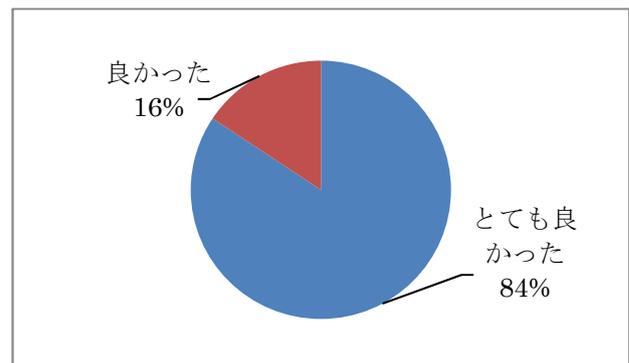


図30 研修参加者の満足度

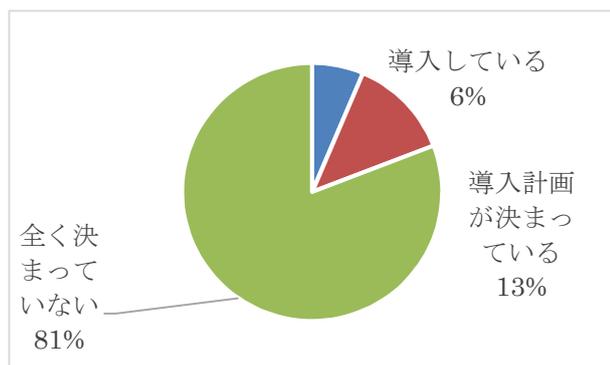


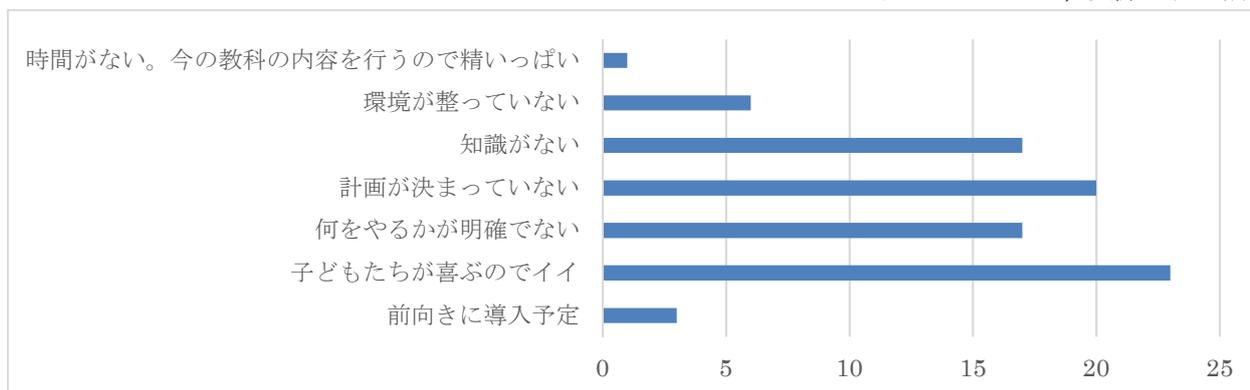
図31 「プログラミング教育」導入に関する学校の現状

学校で導入または予定している内容は何か。

- ・マイクラ/スクラッチ/
NTT とプログラミング教室とのコラボレーション
- ・hour of cord (アングリーバード)
/Viscuit/ジャストスマイル
- ・プログル/プログラミン
- ・レゴ WeDo2.0

図32 「プログラミング教育」の導入に関しての現場の意識

- ・PC 上のプログラミングに比べ、実際に目の前で動



研修の感想や、意見など

- ・プログラミングについてわかった。
- ・どのようにどの教材からめていくのか、まだわからない。
- ・難しいイメージが楽しんで学ぶことへ変わった。
- ・難しいイメージから手軽なものだと変わった。
- ・プログラミングのイメージが分かりました。
- ・難しいイメージが興味へ深いものへ変わった。
- ・体験型のプログラミングができ、よかった。教員側の研修の必要性を感じた。
- ・キュベットを使って授業をしてみたいと思いました。
- ・子どもたちにキュベットを与えたら、時間を忘れて取り組むことでしょう。
- ・パソコンのソフトよりも簡単にでき、中学年の担任として活用したいと考えた。
- ・グループで話し合いながら活動できてよかった。
- ・青のブロックをどう使うかで活発な話し合いができそう。
- ・貸し出しや出張講座などがあると嬉しい。
- ・現場でプログラミングを活用し、どのような授業展開ができるのか、検討が必要だと感じました。貸し出しなどして頂けると嬉しいです。
- ・出前授業でぜひ来てほしいです。

くため、プログラミングの意義が伝わりやすいと思いました。

6 まとめ

プログラミング教材を用いた一連のワークショップ・展示・研修のいずれにおいても、体験した多くの方が満足され、また体験したいという感想をいただくことができた。プログラミングは、現在、社会でも注目度が大変高いため、継続していく必要性を強く感じた。教員の研修では、学校への貸し出しや体験の要望もあったが、実現には問題点の改善や準備がもう少し必要であろう。この一年間の取り組みを通して、展示に比べるとワークショップの方が体験人数や満足度、成果のどの点においても優れていたため、来年度以降はワークショップを中心に活用していく予定である。

このような事業の助成を頂いたことに、感謝するとともに、館として青少年の育成に励んでいきたい。