

2020 年度 修士論文

SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

2021 年 1 月 12 日

京都教育大学 理科教育専修

基礎物理学研究室 修士 2 年

藤野 大地

目次

1 序論	4
1.1 緒言	4
1.2 Raspberry Pi について	6
1.3 SunFounder DaVinci Kit について	7
2 授業実践	8
2.1 授業の概要	8
2.2 授業の詳細	9
2.3 授業アンケート	13
3 アンケート結果	17
3.1 アンケート結果	17
3.2 考察	23
4 結言	25
5 付録	26
5.1 事前アンケート	26
5.2 事後アンケート	27
5.3 授業で使用したスライド	28
謝辞	30
参考文献	30

図目次

図 1-1 RASPBERRY PI.....	6
図 1-2 SUNFOUNDER DAVINCI KIT	7
図 2-1 FABOOL LASER MINI.....	10
図 2-2 基本ステップ角度.....	10
図 2-3 モーター構造図：シャフトと平行方向の断面図	11
図 2-4 モーター構造図：シャフトと垂直方向の断面図（左：5相 右：2相）	12
図 3-1 アンケート結果（全体）	18
図 3-2 アンケート結果（プログラミング経験者のみ）	19
図 3-3 アンケート結果（プログラミング未経験者のみ）	20

表目次

表 3-1 アンケート結果（全体）	18
表 3-2 アンケート結果（プログラミング経験者のみ）	19
表 3-3 アンケート結果（プログラミング未経験者のみ）	19

1 序論

1.1 緒言

急速な情報化が進む今日の社会を生きるわたしたちにとって、情報活用能力を養うことの重要性は日々高まる一方である。文部科学省は令和2年度から令和4年度にかけて小学校及び中学校、高等学校において実施される新学習指導要領において、情報活用能力を、言語能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けている[1]。とりわけ、プログラミング教育については、小学校において「プログラミング的思考」の育成を掲げるとともに、中学校ではプログラミングに関する内容の充実を行い、高等学校では共通必修教科目「情報Ⅰ」を新設し、全ての生徒がプログラミング学習を行うこととするなど、充実化が図られている。

そこで本稿では、プログラミング言語について基本的な文法を一通り学習し、いよいよ実際に電子部品の制御プログラムを作成する段階に進む生徒を対象とした教材として、SunFounder DaVinci Kit を用いることを検討する。SunFounder DaVinci Kit は、Raspberry Pi に接続して基本的な電子プログラミングを学ぶことができ、Raspberry Pi 共々安価に入手できることから教材として利用するのに適している。

学習内容としては、工業高校の生徒や情報科等の、情報について専門的に学ぶ高校生を対象とした難易度のもので、普通科の生徒を対象とするには、現時点ではやや高度な内容である。しかしながら、急激に発展が進んできた情報科においては、近い将来に普通科の生徒が学習する内容となることも十分考えられる。

SunFounder DaVinci Kit を用いて学習する題材としては、ステッピングモーターを取り上げる。他の研究において、形状計測のためにレーザー変位計を取り扱った際に、計測物を乗せる XY ステージを動作させた。そこでステージの正確な動作を担っているステッピングモーターに興味を持ったため、本研究で開発する授業で利用することとした。

教材の有用性を判断するにあたっては、SunFounder DaVinci Kit を用いた授業の開発と実践を行い、文部科学省が育成すべき資質・能力の三つの柱として掲げる「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」[2]を養うことができるかを検証する。その中で、今回は特に学習内容の「知識・理解」を深めることができるかを、授業前後における学習者のステッピングモーターへの理解度の変化から判断し、「学びに

向かう力」を高められるかを、授業後の学習者の学習内容に対する興味関心の度合いから判断する。

1.2 Raspberry Pi について

SunFounder DaVinci Kit は、Raspberry Pi (図 1-1) に接続して使用する。Raspberry Pi はイギリスで誕生した手の平サイズの教育用コンピュータである。五千円前後で購入することができ、スペックは低いが通常のコンピュータと同等の機能をもっており、一人一台所持して教育を行うのに適している。

キーボードやディスプレイなどの周辺機器をつないでプログラミングをしたり、LED やセンサーなどをつないで電子工作をしたりなど、幅広い使い道がある。

ビジュアルプログラム言語 Scratch と Minecraft Pi (マインクラフトのラズベリーパイ版) が最初からインストールされており、両者を組み合わせたプログラミング学習が可能になる。

他に汎用的なテキストプログラミング言語環境も用意されているので、小学生や初級者には Scratch、既にプログラミング言語を扱ったことのある人には、更に高度なプログラミング言語に挑戦することもできる[3]。

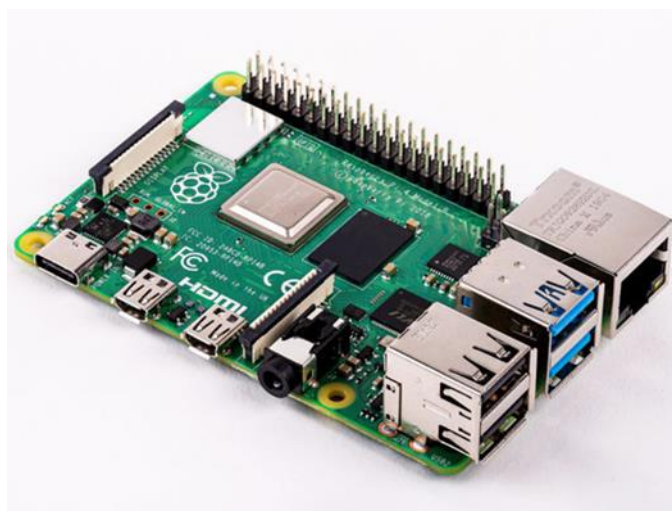


図 1-1 Raspberry Pi

1.3 SunFounder DaVinci Kit について

SunFounder DaVinci Kit (図 1-2) には、入/出力部品やモジュール、及び基本的な電子デバイス (抵抗器、コンデンサなど) が多数含まれていて、電子工作が行えるとともに、基本的な電子プログラミングを学べる。付属するマニュアルには 40 の実践課題が含まれていて、各課題に電子基本知識、実験原理、電路構築、ソースコードの利用と解説や操作手順が初心者でも簡単に扱えるよう詳細に記されている。

C 言語及び python に対応しているが、今回の実践では C 言語を扱う。



図 1-2 SunFounder DaVinci Kit

出典 : amazon SunFounder Raspberry pi スターター電子工作キット,ラズベリーパイ
初心者向けプログラミング,詳細な教本と豊富な学習用レッスン付き

<https://www.amazon.co.jp/SunFounder-/dp/B083SJQXCL>

2 授業実践

2.1 授業の概要

SunFounder DaVinci Kit を用いた授業の概略を以下に示す。

- ① Raspberry Pi 及び SunFounder DaVinci Kit の概要を説明する。
- ② 演習：レッスン 1「点滅 LED」を実践させる。
- ③ ステッピングモーターの特徴や動作原理を説明する。
- ④ 演習：レッスン 12「ステッピングモーター」を実践させる。
- ⑤ プログラムのコード書き換えを行わせる。

授業の主なポイントについて以下に述べる。

①、②では、概要説明とともに、実際に最初の実践課題をやらせることで、今回使用する教材がどのようなものであるかを理解させることが狙いとなる。②の実践では、SunFounder DaVinci Kit に付属するマニュアルを活用し、その流れに沿って解説しながら実践を行う。

ステッピングモーターがそもそもどのようなものであるかを知らない学習者が多いことが予想され、そのままでは後の実践課題の意義が薄れてしまうので、③で詳しく説明する。ここでは、アニメーション動画を見せたり、実際にステッピングモーターが使われている装置としてレーザーカッターを動作させたりして理解を深めさせる。

④では、②で一度実践を行っているので、同様の流れでスムーズにステッピングモーターを動作させられる。しかし、この実践課題で用意されているプログラムは、ステッピングモーターの軸を、回転方向のみを選択して回転させるというもので、回転角を正確に制御できるというステッピングモーターの特徴が活かされていない。そこで⑤にて、回転数を指定できるようにプログラムのコードの書き換えを行わせる。この授業は、プログラミング言語の基本的な文法を一通り学習した者を対象としているが、今回の授業実践の学習者の中には、プログラミング未経験者を含んでいるので、⑤では未経験者に正しいコードの書き換え例を教え、書き写すのみでコードの書き換えを体感できるように配慮している。

2.2 授業の詳細

2.1 授業の概要 で述べた実践する授業の概略について、その詳しい流れを以下に示す。

① Raspberry Pi の概要説明

スライドを用いながら、主に 1.2 Raspberry Pi について で述べた内容を説明する。

② 演習：レッスン 1「点滅 LED」

チュートリアルとして、SunFounder DaVinci Kit のマニュアルに掲載されている例題の内、レッスン 1「点滅 LED」を以下の要領で実践させる。

1. 必要となる部品を確認する。ここでは、「Raspberry Pi 本体、GPIO 拡張ボード、LED、40 ピンケーブル、ジャンパー線、ブレッドボード、抵抗器 (220Ω)」
2. マニュアルに記載されている、部品の概要説明に目を通す。
3. 組み立てる回路についての説明を読み、回路図を参考に実際に回路を組む。
4. 事前に用意されている C 言語のコードファイルをコンパイルし、出力された EXE ファイルを実行する。
5. LED が点滅していることと、画面上の“ON”，“OFF”の表示を確認し、コードの実行を停止する。

③ ステッピングモーターの概要説明

ステッピングモーターの特徴や動作原理について以下の流れで説明する。

ステッピングモーターが機械に使用されている例を見せるため、レーザーカッター (FABOOL Laser Mini (図 2-1)) を実際に動作させて厚紙を切る。厚紙にレーザーを照射さ

せながら、レーザー照射口につながっているベルトを 3 つのステッピングモーターが動かしていることを解説する。



図 2-1 FABOOL Laser Mini

スライドを用いながら、ステッピングモーターについて以下の内容を説明する。

パルス信号によって回転角度・回転速度を正確に制御できるモーターとして、さまざまな装置（例：定量塗布・X-Y 軸のテーブル駆動・定量注入機の送り）に利用されている。

ステッピングモーターは時計の秒針のように、一定の角度ずつ回転するモーター。この角度を基本ステップ角度と呼ぶ。基本ステップ角度が 0.72° の 5 相ステッピングモーターや、基本ステップ角度が 1.8° の 2 相ステッピングモーター等様々な種類がある(図 2-2)。

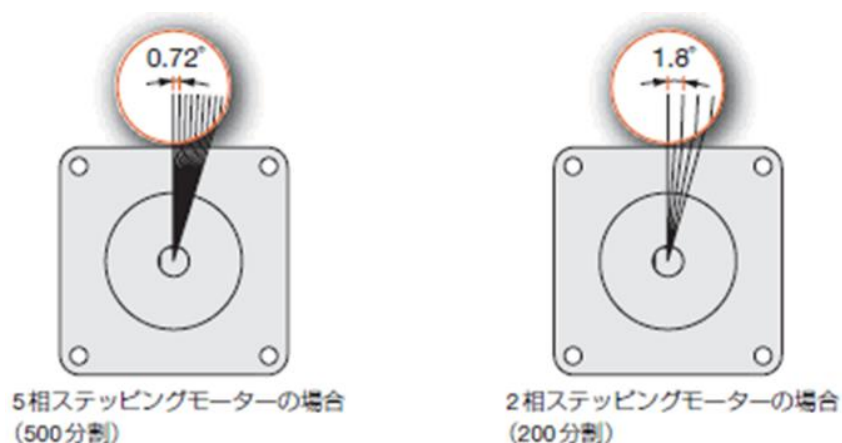


図 2-2 基本ステップ角度

出典：オリエンタルモーター株式会社 ステッピングモーターの概要

https://www.orientalmotor.co.jp/products/stepping/overview_1/

ステッピングモーターは大きく分けてステーター（固定子）とローター（回転子）の2つの部品から構成されている。ローターはローター1、ローター2、永久磁石の3つから構成されている。また、ローターは軸方向に磁化されており、ローター1がN極の場合、ローター2がS極となる。ローターの外周には小歯があり、ローター1とローター2の小歯は1/2ピッチ機械的にずれて構成されている(図2-3)。

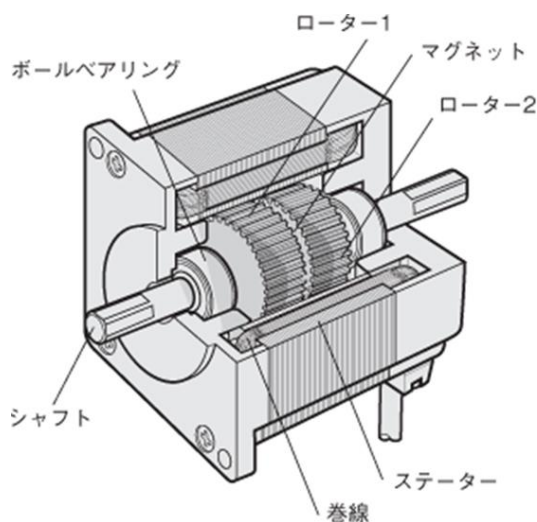


図 2-3 モーター構造図：シャフトと平行方向の断面図

出典：オリエンタルモーター株式会社 ステッピングモーターの構造

https://www.orientalmotor.co.jp/tech/reference/stepping_motor01/

ステーターには小歯を持つ磁極があり、それぞれに巻線されている。その巻線は向かい合った磁極でつながっており、電流を流すと同じ極性に磁化されるように巻線されている。向かい合った2つの磁極で1つの相を形成しており、A相からE相までの5つの相があるタイプが5相ステッピングモーター、A相とB相の2つの相があるタイプが2相ステッピングモーターと呼ばれている(図2-4)。

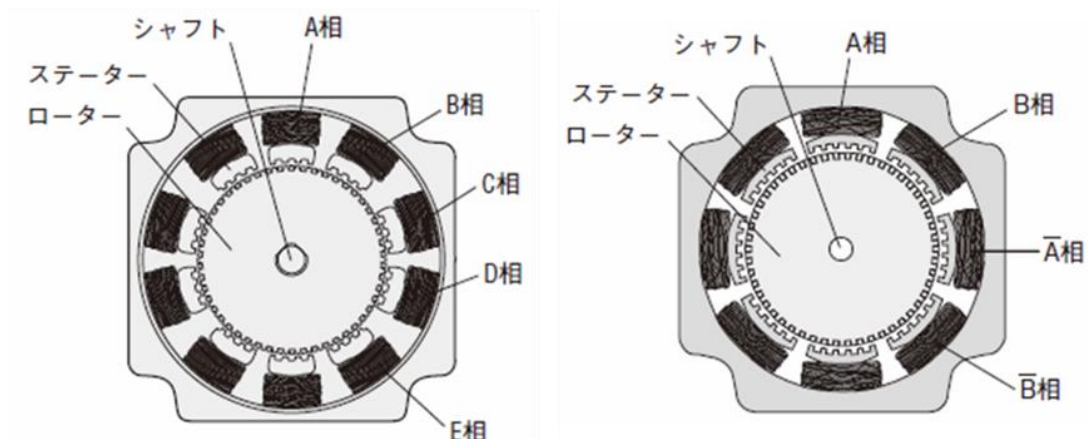


図 2-4 モーター構造図：シャフトと垂直方向の断面図（左：5相 右：2相）

出典：オリエンタルモーター株式会社 ステッピングモーターの構造

https://www.orientalmotor.co.jp/tech/reference/stepping_motor01/

アニメーション動画を見せながら、動作原理についての補足説明を行う。

④ 演習：レッスン 12「ステッピングモーター」

SunFounder DaVinci Kit のマニュアルに掲載されている例題の内、レッスン 12「ステッピングモーター」を、チュートリアルとして最初に行ったレッスン 1「点滅 LED」と同じ要領で実践させる。ここでは、ステッピングモーターの軸を、「時計回り」または、「反時計回り」のどちらかを指定して回転させることができればよい。

⑤ プログラミング演習

例題のプログラムは、ステッピングモーターの回転方向を任意に指定して回転させるだけのものであるため、回転数を指定できるよう、コードの書き換えを行わせる。プログラミング経験の無い学生には、そのまま書き写すだけで良いように、コードの書き換え例を教える。

2.3 授業アンケート

SunFounder DaVinci Kit の教材としての有用性を判断する材料として、アンケートを作成し、授業の前後で学習者に回答してもらおう。アンケートは、事前アンケートと事後アンケートとして質問項目の異なる 2 種類を用意し、事前アンケートは授業前に記入させ回収、事後アンケートは授業後に記入させ回収する。配布前にアンケート用紙の左上に番号を記しておき、事前と事後について同一人物の回答であることがわかるよう同じ番号のセットで授業前に両方ともを学習者に配布する。なお、番号は無作為に配布しており、事前と事後で同一人物の回答がわかるだけで、個人が特定されないように配慮する。

事前アンケートの項目と設定意図について以下に述べる。

1-1. プログラミングの経験がある。

1 : ある (1-2 へ) 2 : ない (1-4 へ)

今回の授業は、プログラミング経験者を対象としているが、未経験者も参加しており、プログラミング経験の有無で評価がどのように変わるかを見るためにこの項目を設定する。

1-2. 1-1.でプログラミング経験が「ある」と答えた方にお聞きします。

使用した言語と経験の程度について全てお書きください。

例) (Java,Ruby)Web サイトやスマホアプリ等を開発した、
(Scratch)授業で少し触った程度、など。

1-1 と同様であるが、プログラミングの経験の程度でも評価に差はできるのかを判断するために設定する。

1-3. 1-1.でプログラミング経験が「ある」と答えた方にお聞きします。

電子部品を制御するプログラムを書くのは難しいと思う。

5 : そう思う 4 : ややそう思う 3 : どちらともいえない 2 : ややそう思わない 1 : そう思わない

後述する事後アンケートの、2-4 で同一の項目を設定し、プログラミング経験者のコーディングに対する印象が実践を通して変化するかを見る。

1-4. ステッピングモーターについて知っていること（特徴や動作原理等）があれば簡潔に全てお書きください。

後述する事後アンケートの、2-6 で同一の項目を設定し、実践を通してステッピングモーターへの理解に変化があるかを見る。

事後アンケートの項目と設定意図について以下に述べる。なお、[選択式] と書いた設問は、以下の 5 段階での評価を問う。

5 : そう思う 4 : ややそう思う 3 : どちらともいえない 2 : ややそう思わない
1 : そう思わない

2-1. SunFounder Da Vinci kit を使用した実践は楽しかった。[選択式]

新学習指導要領で、育成すべき資質・能力を養う上での学びについて、「主体的・対話的で深い学び」を行うことが重視されている。そのうち、「主体的な学び」について文部科学省は、“学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる”と説明している[4]。ここから、学ぶことに興味や関心を持つ、すなわち学ぶ意欲を持つことは、「主体的な学び」の根幹になるといえる。

そして、学ぶ意欲には、以下の 2 種類があるとされる。

“○学習活動そのものに対する欲求……「学ぶこと自体がおもしろい」「知りたいから学ぶ」
○自己実現の手段としての欲求……「よい成績を取りたい」「希望する職業に就くために学習する」”[5]

設問 2-1 では、学習者が感じた実践の楽しさを問う。この評価が高ければ、学習活動そのものに対する欲求を学習者が高く持てる教材であるといえ、「主体的な学び」を行う上でも、「学びに向かう力」を養う上でも有用性が高いといえる。

2-2. SunFounder Da Vinci kit を使用した実践は難しかった。[選択式]

ここでは、教材の難易度を問う。学習自体が困難にならないか判断する。

2-3. SunFounder Da Vinci kit の今回扱わなかった他の課題もやってみたいと思う。
[選択式]

ここでは、学習を継続して行いたいのか、学ぶ意欲を直接的に問う。この評価が高ければ、「主体的な学び」を行う上でも、「学びに向かう力」を養う上でも有用性が高いといえる。

2-4. 1-1.でプログラミング経験が「ある」と答えた方に
お聞きします。（「ない」方は 2-5 へ）

電子部品を制御するプログラムを書くのは難しいと思う。[選択式]

事前アンケートの、1-3 と同一の項目を設定し、プログラミング経験者のコーディングに対する印象が実践を通して変化するかを見る。電子部品制御のプログラミングを行う第一歩を踏み出す学習者を対象とした教材として、学習者のプログラミングが難しいという意識を和らげることができるのかを判断する。

2-5. SunFounder Da Vinci kit は、プログラミング学習に有用であると思う。[選択式]
理由とともにお答えください。[記述式]

プログラミングの面で、学習内容が役に立つと思えるかどうかを問う。笹瀬が「有用性を実感できる授業を行うことが、子どもたちの意欲的な学びへと結びつく」(2014)[6] と述べるように、この評価が高ければ、自己実現の手段としての欲求を学習者が高く持てる教材であるといえ、「主体的な学び」を行う上でも、「学びに向かう力」を養う上でも有用性が高いといえる。

2-6. ステッピングモーターについて知っていること（特徴や動作原理等）があれば
簡潔に全てお書きください。[記述式]

事前アンケートの、1-4 で同一の項目を設定し、実践を通してステッピングモーターへの理解に変化があるかを見る。ここで理解がより深まっていると捉えられる記述が多く見られれば、学習内容への「知識・理解」を養う上で有用性が高いといえる。

2-7. SunFounder Da Vinci kit は、電子工学の学習に有用であると思う。[選択式]
理由とともにお答えください。[記述式]

電子工学の面で、学習内容が役に立つと思えるかどうかを問う。この評価が高ければ、自己実現の手段としての欲求を学習者が高く持てる教材であるといえ、「主体的な学び」を行う上でも、「学びに向かう力」を養う上でも有用性が高いといえる。

2-8. 今回の授業に対するご意見・ご感想をお書きください。

設問以外で、授業への批評等があるかを問う。

3 アンケート結果

3.1 アンケート結果

2020年12月23日に、京都教育大学の基礎物理学研究室の学生男女5名を対象に90分間の授業実践を行った。うち一名は授業開始約30分後(② 演習: レッスン1「点滅LED」の終盤)から、途中参加した。SunFounder Da Vinci kit は3セット用意し、2名:2名:1名にグループ分けして実践を行った。

授業前後に実施したアンケートの結果を以下に示す。

1-1. プログラミングの経験がある。

1 : ある (1-2 へ) 2 : ない (1-4 へ)

結果 「1 : ある」が3名、「2 : ない」が2名だった。

1-2. 1-1.でプログラミング経験が「ある」と答えた方にお聞きします。

使用した言語と経験の程度について全てお書きください。

1-1で「1 : ある」と回答した3名の経験の程度に関する記述は以下の通りである。

A. anaconda で python? (電磁気学基礎と力学基礎)、地学実験で少し

B. Javascript を独学で触った程度、python を授業で少し

C. HTML と PHP で web サービスの API 拡張、C 言語で Arduino を用いたライントレースなど、京教の授業で、プログラミング基礎

授業の対象がプログラミング言語の文法を一通り学習した段階の者であるので、授業等で経験した程度で対象より経験が浅い者が2名(A,B)、経験が豊富な者が1名(C)だった。

5段階評価の選択式で回答してもらった以下の項目(事前アンケートの1-3、事後アンケートの2-1~2-5、2-7)の結果をまとめて示す(図表3-1~3-3)。

1-3. 1-1.でプログラミング経験が「ある」と答えた方にお聞きします。

電子部品を制御するプログラムを書くのは難しいと思う。

- 2-1. SunFounder Da Vinci kit を使用した実践は楽しかった。
- 2-2. SunFounder Da Vinci kit を使用した実践は難しかった。
- 2-3. SunFounder Da Vinci kit の今回扱わなかった他の課題もやってみたいと思う。
- 2-4. 1-1.でプログラミング経験が「ある」と答えた方にお聞きします。
電子部品を制御するプログラムを書くのは難しいと思う。
- 2-5. SunFounder Da Vinci kit は、プログラミング学習に有用であると思う。
- 2-7. SunFounder Da Vinci kit は、電子工学の学習に有用であると思う。

表 3-1 アンケート結果 (全体)

問	評価別回答数				
	5	4	3	2	1
2-1:楽しかった	2	2	1	0	0
2-2:難しかった	0	3	2	0	0
2-3:他もやりたい	2	2	0	1	0
1-3難しそう(前)	1	2	0	0	0
2-4:難しそう(後)	1	1	1	0	0
2-5:有用(プログ)	2	1	1	1	0
2-7:有用(電子工)	2	2	0	1	0

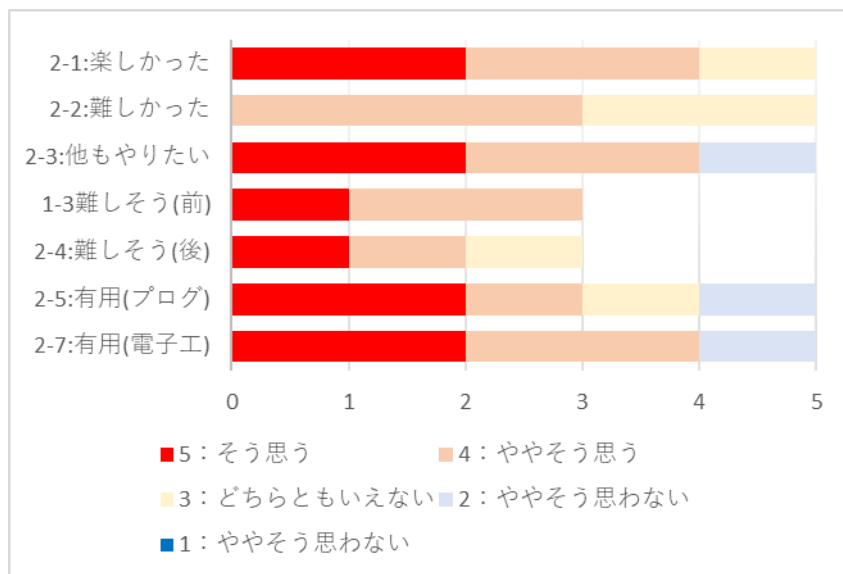


図 3-1 アンケート結果 (全体)

表 3-2 アンケート結果 (プログラミング経験者のみ)

問	評価別回答数				
	5	4	3	2	1
2-1:楽しかった	1	1	1	0	0
2-2:難しかった	0	1	2	0	0
2-3:他にもやりたい	1	1	0	1	0
1-3難しそう(前)	1	2	0	0	0
2-4:難しそう(後)	1	1	1	0	0
2-5:有用(プログ)	1	0	1	1	0
2-7:有用(電子工)	1	1	0	1	0

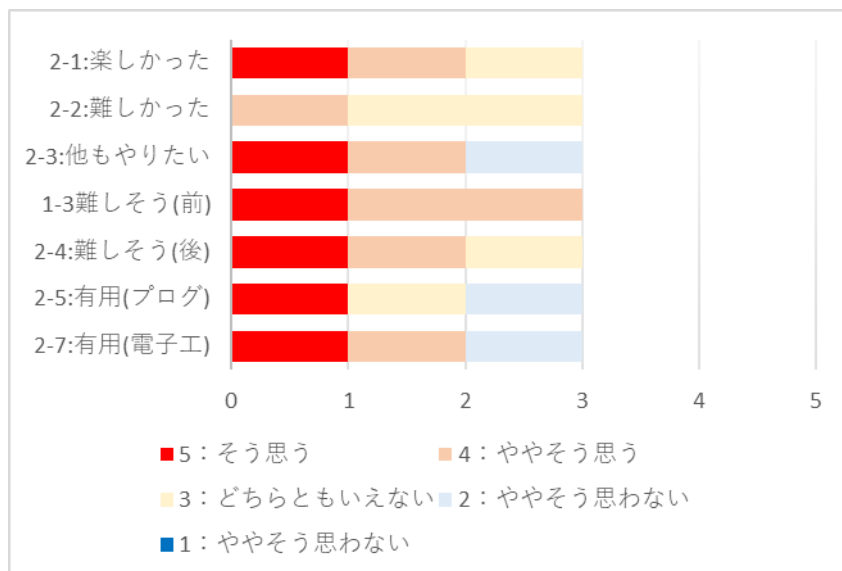


図 3-2 アンケート結果 (プログラミング経験者のみ)

表 3-3 アンケート結果 (プログラミング未経験者のみ)

問	評価別回答数				
	5	4	3	2	1
2-1:楽しかった	1	1	0	0	0
2-2:難しかった	0	2	0	0	0
2-3:他にもやりたい	1	1	0	0	0
1-3難しそう(前)	0	0	0	0	0
2-4:難しそう(後)	0	0	0	0	0
2-5:有用(プログ)	1	1	0	0	0
2-7:有用(電子工)	1	1	0	0	0

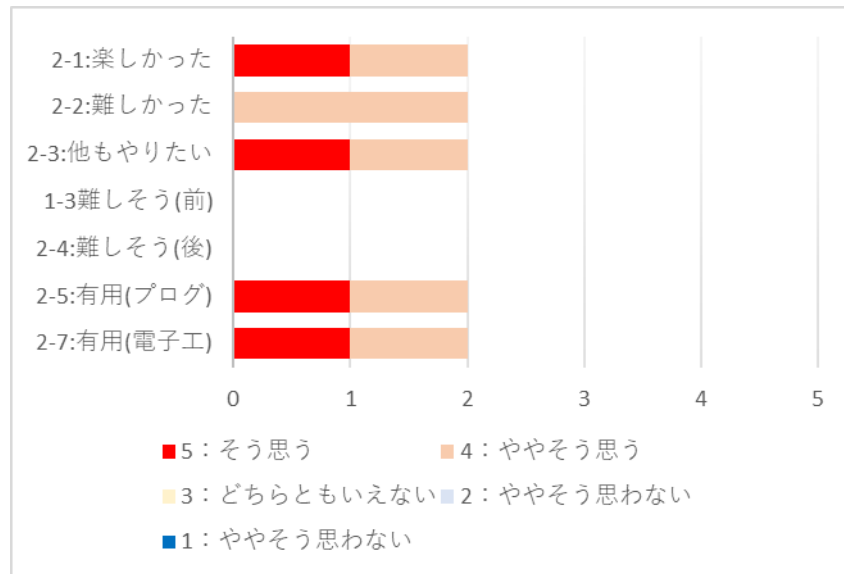


図 3-3 アンケート結果 (プログラミング未経験者のみ)

2-5. SunFounder Da Vinci kit は、プログラミング学習に有用であると思う。[選択式]
理由とともにお答えください。[記述式]

回答理由を、評価とともに以下に記述する。(「評価の数値」→「理由」)

- 5 → 説明がしっかり書かれていて、自分で進めることができるから。また、プログラミングをかきかえたりすることで、C 言語を理解し、結果を目で見てわかることができるから。
- 5 → なかなか難しそうなおこなっている割には、進めていく上である程度理解できるようになったので、教材の難易度としては、ちょうどよいと思ったから。
- 4 → 今後このようなコンピュータを扱うことが増えそうだから。
- 3 → プログラミング既習者とそうでない人とで難度が変わりそう。
- 2 → ラズパイから直接のプログラムでもよいと思える。実際のソースは C 言語をさわっているだけなので。

2-7. SunFounder Da Vinci kit は、電子工学の学習に有用であると思う。[選択式]
理由とともにお答えください。[記述式]

回答理由を、評価とともに以下に記述する。(「評価の数値」→「理由」)

- 5 → 小学校とかで習うパズル形式のプログラミング教材よりも高度で実践的であるから。
自由度（打ち直したり）も高く、復習にもなりやすそうであるから。
- 5 → 工学的なことを基礎から学ぶことができるから。
- 4 → 基礎を教えるのに有効だと思った。
- 4 → 基本的な操作を含んでいるから。
- 2 → あえてこの kit を使わずとも、ラズパイや他マイコンの制御で済みそう。

1-4. 2-6. ステッピングモーターについて知っていること（特徴や動作原理等）があれば簡潔に全てお書きください。[記述式]

事前、事後の両方で同様の設問を行った。回答内容を両方合わせて以下に記述する。
（「事前」→「事後」）

わかりません。→パルス信号によって回転速度、角度を正確に制御できるモーター。
センサーを使わなくてもできる。

（空欄）→回転する。回転数などを決めれる。方向も決めれる。

（空欄）→回転角度と回転速度を調整することで物を動かすことができる。コイルに電流を流してローターを磁化させることで、歯車を動かしている。

プログラムで制御できるくらい

→磁石の力を使って、歯車とのかみ合わせを利用して精密に回転させる。

角度せいぎょが DC、AC モーターよりつよい

→S、N の位相差を用いて、決まった角度で回転する。

2-8. 今回の授業に対するご意見・ご感想をお書きください。

回答内容を以下に記述する。

- 軽くプログラミングを習ったことはあったが、学んでいくとより色々なことに応用できるんだなと思った。楽しかったです。
- 正直初めはあまりわからなかったけれど、自分で書きかえたりすることで少しわかった気がしました。
- 普段とりあつかわない学問について学べたので面白かった。

- LPでもできるのではないかと思った。
- ステッピングモータの説明や、プログラムの所作の説明は理解できた。

3.2 考察

アンケートのうち、学習者の「学ぶ意欲」の度合いを読み取れる項目が、2-1, 2-3, 2-5, 2-7である。それらの評価は、「4：ややそう思う」以上の回答数が、全ての項目で過半数を占めていることから、SunFounder Da Vinci kit は、学習者の「学ぶ意欲」を高める上で有用な教材であるといえる。特に楽しさについての問いである 2-1 は、「2：ややそう思わない」以下の回答が無く、学習活動そのものに対する欲求を高く持たせることができていることがわかる。有用性についての問いである 2-5, 2-7 については、「2：ややそう思わない」という回答もあり、自己実現の手段としての欲求を高く持たせられる教材であるかは個人差がある。他の課題の学習を行いたいかを問う 2-3 は、学習活動そのものに対する欲求と自己実現の手段としての欲求が複合的に評価に影響する項目で、「2：ややそう思わない」という回答は、有用性へ疑問を持ったことが影響したと考えられる。プログラミング経験の有無に着目して結果をみると、経験者の評価がやや低くなっていた。評価の理由に目を向けると、「プログラミング経験の有無で難易度が変わる」や、「ラズパイのみで良く、kit の必要性を感じない」という内容のコメントもあり、実際の授業対象者はプログラミング経験者であることや、電子部品制御のプログラミングを行う第一歩として kit を利用するという意図は、十分説明したつもりになっていたが、うまく伝わっていない部分もあったような印象を受ける。学習者が自身でテーマを設定し、一からプログラミングを組む学習に応用することができる教材であると考えているので、学習者が有用性を感じられるかについては、本実践より更に発展的な内容の授業で再び調査する必要がある。

難易度について問う 2-2 の回答は、「4：ややそう思う」「3：どちらともいえない」のみで、極端に難しすぎて学習者の学習意欲を削いだり、簡単すぎて有用性を感じられなくなる心配は無さそうである。

1-3, 2-4 では、プログラミングに対する難しさの印象をプログラミング経験者に問い、授業実践後には、難しい印象が拭えていることに期待したが、印象の変化はほとんど見られなかった。

ステップモーターに対する知識についての問いは、授業前には何も知らなかった学習者が、授業後には特徴や動作原理を記述していたり、特徴のみを知っていた学習者が動作原理についても記述していて、授業によって理解が大きく深まったことが読み取れる。よって、学習者の学習内容に対する「知識・理解」を深める上でも有用な教材であるとい

える。

2-8 の、授業に対する意見については、良い印象を持ったといえる内容のコメントが多く見られた。

4 結言

SunFounder DaVinci Kit を用いた授業実践を行い、学習者の「学ぶ意欲」を高め、「知識・理解」を深めるという観点から、SunFounder DaVinci Kit は電子工作を含むプログラミング学習を行う教材として有用であると評価した。ただし、アンケートのデータは 5 人分と少なく、うち本来対象とするプログラミング経験者は 3 名のみで、データ数が十分とは言いきれない点は考慮する必要がある。

今後の課題として、学びをより意義深いものへと発展させていかなければならない。具体的には、用意されたプログラムを参考に演習を重ねて実践的なコーディング技術を身につけた上で、学習者が自分でテーマを設定し、自由にプログラムを組むような授業の開発を行っていききたい。

5 付録

5.1 事前アンケート

SunFounder Da Vinci kit を用いた授業実践に関するアンケート調査

私は、SunFounder Da Vinci kit の教育的利用というテーマで研究を行っております。そこで皆様のプログラミング経験やステッピングモーターへの知識、Da Vinci kit の実践の感想を伺い研究活動の参考にさせていただきたく思います。尚、本アンケートに回答いただいた内容は厳重に管理し、論文作成以外の目的で利用することはありません。お手数ですが、ご協力をお願い致します。

理科教育専修2年 基礎物理学研究室所属 藤野大地

事前アンケート

以下の質問に対し、自分が最も当てはまると思う項目の数字を、丸(○)で囲ってください。

1-1. プログラミングの経験がある。

1 : ある (1-2 へ) 2 : ない (1-4 へ)

1-2. 1-1.でプログラミング経験が「ある」と答えた方にお聞きします。

使用した言語と経験の程度について全てお書きください。

例) (Java/Ruby)Web サイトやスマホアプリ等を開発した、
(Scratch)授業で少し触った程度、など。

1-3. 1-1.でプログラミング経験が「ある」と答えた方にお聞きします。

電子部品を制御するプログラムを書くのは難しいと思う。

5 : そう思う 4 : ややそう思う 3 : どちらともいえない 2 : ややそう思わない 1 : そう思わない

1-4. ステッピングモーターについて知っていること(特徴や動作原理等)があれば

簡潔に全てお書きください。

事前アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

理科教育専修2年 基礎物理学研究室所属 藤野大地

5.2 事後アンケート

SunFounder Da Vinci kit を用いた授業実践に関するアンケート調査

←

事後アンケート

以下の質問に対し、自分が最も当てはまると思う項目の表中の数字を、丸（○）で囲ってください。←

5：そう思う 4：ややそう思う 3：どちらともいえない 2：ややそう思わない 1：そう思わない←

←

No.	質問内容	評価				
2-1	SunFounder Da Vinci kit を使用した実践は楽しかった。← ←	5	4	3	2	1
2-2	SunFounder Da Vinci kit を使用した実践は難しかった。← ←	5	4	3	2	1
2-3	SunFounder Da Vinci kit の← 今回扱わなかった他の課題もやってみたいと思う。←	5	4	3	2	1
2-4	1-1. でプログラミング経験が「ある」と答えた方に← お聞きします。（「ない」方は 2-5 へ）← 電子部品を制御するプログラムを書くのは難しい← と思う。←	5	4	3	2	1
2-5	SunFounder Da Vinci kit は、← プログラミング学習に有用であると思う。← 理由とともにお答えください。← 理由：←	5	4	3	2	1
2-6	ステッピングモーターについて知っていること（特徴や動作原理等）があれば← 簡潔に全てお書きください。← ←					
2-7	SunFounder Da Vinci kit は、← 電子工学の学習に有用であると思う。← 理由とともにお答えください。← 理由：←	5	4	3	2	1
2-8	今回の授業に対するご意見・ご感想をお書きください。← ←					

←

事後アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。←

理科教育専修 2 年 基礎物理学研究室所属 藤野大地

5.3 授業で使用したスライド

SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

Kyoto University of Education
Daichi Fujino
23 Dec 2020

1

23 Dec 2020 Kyoto University of Education Daichi Fujino SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

RASPERRY PI とは 2



イギリスで誕生した手の平サイズの教育用コンピュータ。五千円前後で購入することができる。

キーボードやディスプレイなどの周辺機器をつないでプログラミングをしたり、LEDやセンサーなどをつないで電子工作をしたりなど、幅広い使い道がある。

2

23 Dec 2020 Kyoto University of Education Daichi Fujino SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

RASPERRY PI とは 3



ビジュアルプログラミング言語 Scratch と Minecraft Pi (マインクラフトのラズベリーパイ版) が最初からインストールされている。両者を組み合わせたプログラミング学習が可能になる。

他に汎用的なテキストプログラミング言語環境も用意されているので、小学生や初級者にはScratch、既にプログラミング言語を扱ったことのある人には、更に高度なプログラミング言語に挑戦することもできる。

5

23 Dec 2020 Kyoto University of Education Daichi Fujino SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

SUNFOUNDER DAVINCI KIT とは 4



Raspberry Piに接続し、基本的な電子プログラミングを学べる。

40の実験課題が含まれている。

どのようなものか
レッスン1「点滅LED」をやりながら確認。

実践1：点滅LED

6

23 Dec 2020 Kyoto University of Education Daichi Fujino SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

ステッピングモーターとは 5



パルス信号によって、回転角度・回転速度を正確に制御できるモーターとして、さまざまな装置に利用されている。

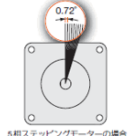
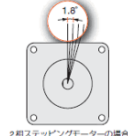
実際に、レーザーカッター (FABOOL Laser Mini) を動作




5

23 Dec 2020 Kyoto University of Education Daichi Fujino SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

ステッピングモーターとは 6

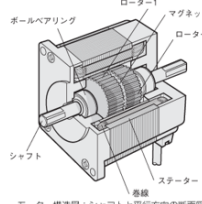
ステッピングモーターは時計の秒針のように、一定の角度ずつ回転するモーター。この角度を基本ステップ角度と呼ぶ。

基本ステップ角度が0.72°の5相ステッピングモーターや、基本ステップ角度が1.8°の2相ステッピングモーター等様々な種類がある。

6

23 Dec 2020 Kyoto University of Education Daichi Fujino SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

ステッピングモーターの動作原理 7



ステッピングモーターは大きく分けてステーター (固定子) とローター (回転子) の2つの部品から構成されている。

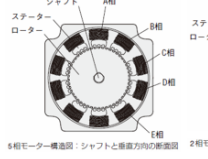
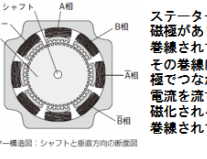
ローターはローター1、ローター2、永久磁石の3つから構成されている。また、ローターは軸方向に磁化されており、ローター1がN極の場合、ローター2がS極となる。

ローターの外周には小歯があり、ローター1とローター2の小歯は1/2ピッチ機械的にずれて構成されている。

5

23 Dec 2020 Kyoto University of Education Daichi Fujino SunFounder DaVinci Kit の教育的利用

ステッピングモーターの動作原理 8

ステーターには小歯を持つ磁極があり、それぞれに巻線されている。その巻線は向かい合った磁極でつながっており、電流を流すと同じ極性に磁化されるように巻線されている。

向かい合った2つの磁極で1つの相を形成しており、A相からE相までの5つの相があるタイプが5相ステッピングモーター、A相とB相の2つの相があるタイプが2相ステッピングモーターと呼ばれている。

謝辞

本研究を進めるに当たり、指導教員の高嶋隆一教授からは多大な助言を賜りました。厚く感謝を申し上げます。また、基礎物理学研究室の皆様には、授業の実践に快く協力していただき、とても感謝しております。また、本論文を執筆するにあたって参考にさせていただいた文献の作成に関わった方々、大学院で勉強する機会を与えてくれた両親にも厚く御礼を申し上げ、感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 文部科学省 『新学習指導要領のポイント（情報活用能力の育成・ICT活用）』
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afielddfile/2019/05/21/1416331_001.pdf
- [2] 文部科学省 『新しい学習指導要領等を目指す姿』
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryu/attach/1364316.htm
- [3] 未来の学びコンソーシアム 小学校を中心としたプログラミング教育ポータル『Raspberry Pi』
<https://miraino-manabi.jp/content/396>
- [4] 文部科学省
『新しい学習指導要領の考え方ー中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ』
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/__icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf
- [5] 栃木県総合教育センター 『学ぶ意欲をはぐくむ』
https://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/leaflet/manabuiyoku-h21/manabuiyoku-h25_kaitei.pdf
- [6] 笹瀬 正樹 『誰もが意欲的に取り組める授業づくり：子どもが有用性を実感できる理科の学びを目指して』
<file:///C:/Users/Daichi%20Fujino/Downloads/4-0043.pdf>