
プログラミング的思考力を育成する 技術・情報教育課程基準

(課題番号 17K01023)

平成29年度～31年度科学研究費補助金（基盤研究（C））
第1年次研究成果報告書

平成30年2月

研究代表者 山 崎 貞 登

(上越教育大学 大学院学校教育研究科教授)

本研究題目は、「プログラミング的思考力を育成する技術・情報教育課程基準」である。本報告書は、上越教育大学レポジトリの「050 報告書」の下位「051 科研費報告書」フォルダーで公開している。上越教育大学レポジトリの URL は、下記である。なお、本報告書を含め、これまで山崎貞登が研究代表者で公開した科学研究費（科研）報告書は、上越教育大学レポジトリでも公開予定である。

<https://juen.repo.nii.ac.jp/>

2017 年 3 月には、小・中学校学習指導要領の告示、同 6 月には同教科等解説が公表された。2018 年 3 月には高等学校学習指導要領が告示予定である。文部科学省は、2016 年から 2017 年にかけて、極めて重要な報告書や取りまとめ等を公表している。はしがきでは、3 つの取りまとめや報告書について言及したい。

一つは、2016 年 6 月 16 日の「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」がまとめた「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（議論の取りまとめ）」である。この取りまとめについては、本科研報告書の「第 1 章 小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程基準と各教育段階の学習到達目標・学習到達水準の提案」で言及した。

二つは、2017 年 8 月 29 日に、「国立教員養成大学・学部、大学院、附属学校の改革に関する有識者会議」の「教員需要の減少期における教員養成・研修機能の強化に向けて」の報告書である。

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/077/gaiyou/1394996.htm

この報告書では、確実な PDCA サイクルの実現、「協議会」を通じた地域との連携、現職教員の教育・研修機能の強化、予算・人材・一定の規模と効率性の確保による機能強化等の『教員養成機能の強化』を求めている。さらには、『附属学校の存在意義の明確化と大学のガバナンス』の明確化を要請している。

三つは、2017 年 11 月 17 日に、「教職課程コアカリキュラムの在り方に関する検討会」により作成された「教職課程コアカリキュラム」である。教職課程の質保証や教員の資質能力の向上のためには、教員を養成する大学、教員を採用・研修する教育委員会や学校法人、教育制度を所管する文部科学省等の各関係者が認識を共有して取組を進める必要性について述べている。教員養成と現職の研修（Continuing Professional Development, CPD, 継続的な専門職としての教員職能発達）の質保証を実現するために、教職課程コアカリキュラムの「基準性（スタンダード）」に基づく、各大学、教育委員会、学校法人等における創意・工夫を求めている。

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/126/houkoku/1398442.htm

そこで、本研究の 1 年次成果報告書は、Web サイトだけではなく、冊子体報告書の配付要望の多かった全国国立大学法人附属小・中学校の情報教育・プログラミング教育・技術教育担当教員、都道府県政令指定都市等の教育センター関係者等を最優先して郵送配付した。

本研究報告書の第 1 章では、小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程基準と各教育段階の学習到達目標・学習到達水準を提案している。

第 2 章では、A 県 K 市立 H 小学校の「総合的な学習の時間」におけるプログラミング教育の構想カリキュラムのデザインと実践、学習評価に基づくカリキュラムの評価・改善を検討している。

第 3 章では、相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践紹介と、テキストを掲載している。なお、同テキストの無断での複製（コピー）、電子データ化等は、著作権法上の例外を除き禁じられているので、ご留意いただければ幸いである。第 3 章の筆者である川原田は、神奈川県公立中学校技術教諭、神奈川県立総合教育センター指導主事、横浜国立大学特任准教授を経て、2016 年まで立命館小学校専任教諭として、ロボットを教材とした計測・制御のためのプログラミングによる問題解決教育に関して、長年従事している教育実践者であり、実践研究者である。

第 4 章は、公教育と私教育との協働の視点からのプログラミング教育の教員養成と指導者研修について論じている。

本研究は、幾多の課題を残していることは言うまでもない。本研究報告書及び本成果 PDF ファイルの URL を広く公開して、読者諸賢の厳しい批評を仰ぐ次第である。この報告書に対する連絡先は、以下の通りである。

〒943-8512 新潟県上越市山屋敷町 1 番地 上越教育大学

大学院学校教育研究科自然・生活教育学系 山崎 貞登

電話&FAX: 025-521-3406 E-mail: yamazaki@juen.ac.jp

2018 年 1 月吉日

研究代表者 山崎 貞登

目 次

I	研究題目	1
II	研究組織	1
III	研究経費	1
IV	研究発表	2
第1章	小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する	
	技術・情報教育課程基準と各教育段階の学習到達目標・学習到達水準の提案	5
	上越教育大学大学院 山崎 貞登	
	愛知産業大学高等学校（前上越教育大学学校教育研究科修士課程大学院生） 尾崎 裕介	
	上越教育大学大学院 大森 康正，相模女子大学小学部 川原田康文	
	CA Tech Kids 上野 朝大，愛知教育大学 磯部 征尊	
第2章	A県K市立H小学校「総合的な学習の時間」におけるプログラミング教育の実践	31
	愛知教育大学 磯部 征尊	
	CA Tech Kids上野朝大，同 鈴木 拓	
第3章	相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践	
	相模女子大学小学部 川原田 康文	
1 節	相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践	51
2 節	STEM Using WeDo2.0, For Sagami Women's University Elementary School	58
3 節	ロボティクス For Sagami Women's University Junior & Senior High School	85
第4章	公教育と私教育の協働の視点からのプログラミング教育の教員養成と指導者研修	119
	上越教育大学大学院 大森 康正	

I 研究題目

基盤研究(C) プログラミング的思考力を育成する技術・情報教育課程基準

II 研究組織

研究代表者・所属（専門分野）（役割分担）

山崎 貞登 上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授（技術・情報教育学）
（総括）

研究分担者・所属（専門分野）（役割分担）

磯部 征尊 愛知教育大学・教育学部・准教授（技術・情報教育学）
（教育実践・授業研究からの小・中・高校を一貫した技術・情報教育課程基準の開発）

大森 康正 上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授（知能情報学，教育工学）
技術・情報教育学）
（知能情報学，教育工学からの小・中・高校を一貫した技術・情報教育課程基準の開発）

研究協力者等・所属（専門分野）

川原田康文 相模女子大学小学部・副校長（技術・情報教育学，プログラミング教育実践）
上野 朝大 株式会社 CA Tech Kids・代表取締役社長（プログラミング教育実践）
鈴木 拓 株式会社 CA Tech Kids・執行役員・（プログラミング教育実践）
尾崎 裕介 愛知産業大学高等学校・教諭（前 上越教育大学学校教育研究科修士課程大学院生）（中・高等学校段階における技術・情報教育，STEM 連携カリキュラムのデザイン）
市村 尚史 上越教育大学附属中学校・教諭（技術・情報教育学，プログラミング教育実践）
（中学校段階における技術・情報教育，STEM 連携カリキュラムのデザイン）
水野頌之助 新潟県上越市立春日中学校・教諭（技術・情報教育学，プログラミング教育実践）
（技術教育学）（中学校段階における科学・技術連携カリキュラムのデザイン）
泉 信也 上越教育大学大学院修士課程院生（技術・情報教育学，プログラミング教育実践）
（中学校段階における技術・情報教育，STEM 連携カリキュラムのデザイン）
服部 洋平 愛知教育大学大学院修士課程院生（技術・情報教育学，プログラミング教育実践）
（中学校段階における技術・情報教育，STEM 連携カリキュラムのデザイン）
伊藤 寛幸 愛知教育大学大学院修士課程院生（技術・情報教育学，プログラミング教育実践）
（中学校段階における技術・情報教育，STEM 連携カリキュラムのデザイン）
奥原 裕二 愛知教育大学教育学部学生（技術・情報教育学，プログラミング教育実践）
（中学校段階における技術・情報教育，STEM 連携カリキュラムのデザイン）

III 研究経費

平成29年度 1,800 千円 平成30年度 900 千円 平成31年度 900 千円

IV 研究発表（著者アルファベット順で掲載）

（１） 図書（関連研究を含む）

山崎貞登・東原貴志・川崎直哉・黎 子椰・大森康正（分担執筆）：「技術科における『21 世紀を生き抜くための能力』の『思考力』の捉え方」, pp.203-228, 国立大学法人上越教育大学 大学改革戦略会議「21 世紀を生き抜くための能力+ α 」ワーキンググループ（編集）・上越教育大学（著）：『「思考力」を育てる－上越教育大学からの提言 1－（所収）』, 2017 年 6 月

山崎貞登・東原貴志・黎 子椰・大森康正（分担執筆）：「技術科における『21 世紀を生き抜くための能力』の『実践力』の捉え方」, pp.173-199, 国立大学法人上越教育大学 大学改革戦略会議「21 世紀を生き抜くための能力+ α 」ワーキンググループ（編集）・上越教育大学（著）：『「思考力」を育てる－上越教育大学からの提言 1－（所収）』, 2017 年 12 月

（２） 学会誌等（関連研究を含む）

< 紀要等（査読無） >

大森康正・磯部征尊・上野朝大：プログラミング教育の小・中・高各校種間連携・一貫教育推進のための技術・情報教育課程と専門職能発達体系の改革, 上越教育大学研究紀要, 第 37 巻, 第 1 号, pp.217-227 (2017 年 9 月)

大森康正・磯部征尊・上野朝大・尾崎裕介・山崎貞登：小学校プログラミング教育の発達段階に沿った学習到達目標とカリキュラム・マネジメント, 上越教育大学研究紀要, 第 37 巻, 第 1 号, pp.205-215 (2017 年 9 月)

大森康正・東原貴志・黎 子椰・市村尚史・水野頌之助・山崎貞登：技術分野「3 年問題材指導計画と資質・能力系統表」及び「第 1 学年ガイダンスの学習指導案」作成の構成原理, 上越教育大学研究紀要, 第 37 巻, 第 2 号, pp.253-266 (2018 年 3 月)

山崎貞登・伊藤大輔・磯部征尊・東原貴志：工業科教育法と技術科教育法の連携化とコアカリキュラムを参照したカリキュラムの自己点検と省察, 上越教育大学研究紀要, 第 37 巻, 第 2 号, pp.267-279 (2018 年 3 月)

（３） 口頭発表（関連研究を含む）

泉 信也・水野頌之助・大森康正・山崎貞登：資質・能力基盤型カリキュラムのデザインと技術教員の専門職能発達－生物育成と他技術の連携実践－, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会(弘前)講演要旨集(期日:2017 年 8 月 26 日, 会場:弘前大学教育学部), p.61 (2017)

泉 信也・水野頌之助・大森康正・山崎貞登：資質・能力基盤型カリキュラムのデザインと技術教員の専門職能発達－電気エネルギー変換技術と他技術の連携実践－, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会(弘前)講演要旨集(期日:2017 年 8 月 26 日, 会場:弘前大学教育学部), p.62 (2017)

泉 信也・水野頌之助・大森康正・山崎貞登：資質・能力基盤型の技術分野カリキュラム・マネジメントの実践と評価－材料と加工, 電気エネルギー変換, 情報, 生物育成の各技術の連携実践－, 日本産業技術教育学会第 23 回技術教育分科会・発表会(期日:2017 年 12 月 16 日, 会場:静岡県教育会館), pp.13-14 (2017)

磯部征尊・藤田太郎・野村泰朗・寺田光宏・山崎貞登：イングランドにおける技術・情報教育と STEM

- 教育に関する現地調査, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 27 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.104 (2017)
- 伊藤寛幸・磯部征尊・伊藤大輔・保坂 恵・渡津光司: 技術科教員の職能発達に関する研究 ―Google Apps によるモデレーションシステムの活用を通じて―, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 27 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.146 (2017)
- 伊藤寛幸・渡津光司・保坂 恵・伊藤大輔・磯部征尊: Google フォライブを活用した学習資料貯蓄システムの提案, 第 35 回日本産業技術教育学会東海支部大会 (期日: 2017 年 12 月 10 日, 会場: 静岡大学教育学部), pp.33-34 (2017)
- 今出亘彦・大森康正: 中学校技術・家庭科技術分野におけるプログラミング環境の開発 ―計測・制御に対応したプログラミング環境の提案―, 日本産業技術教育学会第 29 回北陸支部大会講演要旨集 (期日: 2017 年 11 月 12 日, 会場: ミュゼ雪小町), p.23 (2017)
- 上野朝大・鈴木 拓・磯部征尊・山崎貞登: 技術・情報教育の教科化に着目した構成内容のデザイン ―小学校でのプログラミング教育の実践を通じて―, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 26 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.36 (2017)
- 大谷 忠・谷田親彦・磯部征尊: STEM 教育の視点から見た技術・工学・理科・数学の位置づけと関連の在り方, 日本産業技術教育学会第 23 回技術教育分科会・発表会 (期日: 2017 年 12 月 16 日, 会場: 静岡県教育会館), pp.3-4 (2017)
- 大森康正・今出亘彦: 中学校技術・家庭科技術分野におけるプログラミング環境の開発 ―計測・制御および双方向コンテンツに対応した環境の提案―, 日本産業技術教育学会第 29 回北陸支部大会講演要旨集 (期日: 2017 年 11 月 12 日, 会場: ミュゼ雪小町), p.22 (2017)
- 大森康正・山脇智志・栗林聖樹: 小学生を対象としたプログラミング教育の指導者育成カリキュラムと評価, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 26 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.32 (2017)
- 奥原裕二・大森康正・山崎貞登・上野朝大・鈴木拓・磯部征尊: プログラミング的思考力を育むカリキュラムのデザイン ―2016 年度実践研究を通して―, 第 35 回日本産業技術教育学会東海支部大会 (期日: 2017 年 12 月 10 日, 会場: 静岡大学教育学部), pp.33-34 (2017)
- 鈴木 拓・上野朝大・磯部征尊・山崎貞登: 小学校 5, 6 学年におけるプログラミング教育の学習指導に関する研究 ―2016~2017 年度の実践を通じて―, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 26 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.31 (2017)
- 長瀬 大・大森康正: Cognitive Computing を用いた授業評価法【第 1 報】, 日本産業技術教育学会第 29 回北陸支部大会講演要旨集 (期日: 2017 年 11 月 12 日, 会場: ミュゼ雪小町), p.24 (2017)
- 南雲秀雄・大森康正・武村泰宏: 表計算ファイル自動採点ソフトの開発と評価, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 27 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.141 (2017)
- 南雲秀雄・大森康正・武村泰宏: プログラミング学習による小学生のアルゴリズム的思考力の評価, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 27 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.142 (2017)
- 服部洋平・河村敏文・太田弘一・磯部征尊: 中学生の「生物育成に関する技術」に対するガバナンス能力の調査に関する研究, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017

- 年 8 月 27 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.132 (2017)
- 服部洋平・河村敏文・太田弘一・磯部征尊:「生物育成に関する技術」における工夫・創造の観点に着目した学習者用ルーブリックの活用と効果, 第 35 回日本産業技術教育学会東海支部大会 (期日: 2017 年 12 月 10 日, 会場: 静岡大学教育学部), pp.53-56 (2017)
- 保坂 恵・磯部征尊: STEM 教育の視点に基づく学習者の課題解決を引き出す題材開発, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 27 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.148 (2017)
- 山崎貞登: 幼児期から高等学校までを一貫したプログラミング教育実践と諸課題, 日本科学教育学会年会論文集 41 (期日: 2017 年 8 月 31 日, 会場: サポート高松), pp.153-154 (2017)
- 山崎貞登: 平成 9, 平成 19, 平成 29 年開催の関東甲信越地区中学校技術・家庭科研究大会新潟大会の技術教育課程研究と学習指導要領の変遷との関係, 日本産業技術教育学会第 29 回北陸支部大会講演要旨集 (期日: 2017 年 11 月 12 日, 会場: ミュゼ雪小町), p.25 (2017)
- 山崎貞登・市村尚史・水野頌之助・樋口雅樹・東原貴志・磯部征尊・糟谷康成・服部洋平: 教育大学附属中学校・公立中学校・大学教員間の技術科教育実践研究の連携, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 26 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.30 (2017)
- 山崎貞登・大森康正・磯部征尊・上野朝大・川原田康文・水野頌之助: 「プログラミング的思考力」と「プログラミングの実践力」育成のための小・中高校を一貫した参照基準, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 26 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.66 (2017)
- 渡津光司・小出邦博・保坂 恵・柏原 寛・磯部征尊・大谷 忠: 2017 年度における Tech 未来教材を用いた計測・制御学習の提案, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前) 講演要旨集 (期日: 2017 年 8 月 27 日, 会場: 弘前大学教育学部), p.150 (2017)

第1章 小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程基準と各教育段階の学習到達目標・学習到達水準の提案

上越教育大学大学院 山崎 貞登

愛知産業大学高等学校（前 上越教育大学学校教育研究科修士課程大学院生） 尾崎 裕介

上越教育大学大学院 大森 康正，相模女子大学小学部 川原田 康文，CA Tech Kids 上野 朝大

愛知教育大学 磯部 征尊

1.1 「プログラミング的思考」とは何か

本科学研究費の採択課題名は、「プログラミング的思考力を育成する技術・情報教育課程基準」である。本研究目的は、小・中・高校における児童・生徒の発達水準と学習適時性に対応した「プログラミング的思考力」を育むために、プログラミング学習と情報コンテンツ作品の設計・制作学習の目標、学習活動内容・方法、学習評価規準を一体化させた参照基準の開発である。

小学校段階における、いわゆる「プログラミング教育」に学校教育関係者はじめ国民からの関心が寄せられた契機は、文部科学省（2016a）が2016年5月6日に第1回会議を開催した、「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」である。第2回会議（2016年5月13日）を経て、文部科学省（2016b）は、「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（議論の取りまとめ）」を公表した。同有識者会議は、2016年5月6日に第1回会合を開催し、翌月6月16日には、「議論の取りまとめ」を公表している。短期間で、実り多い論点整理と極めて示唆に富む提言をまとめた、文科省担当職及び有識者委員の関係各位に敬意を表したい。なお、本科研の研究協力者で、本稿における第5著者の上野は、同有識者会議委員として参画している。

前述の「議論の取りまとめ」において、いわゆるプログラミング教育とは、子供たちに、コンピュータを意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての「プログラミング的思考」などを育むことであると述べている。そして、プログラムの命令語の意味だけを覚えさせるよりも、子供たちの興味・関心や、子供たちの生活や現実の社会に根ざした課題の解決させるために、情報処理の手順を考えさせる旨の議論の取りまとめがされている。

同有識者会議の「議論の取りまとめ」では、「プログラミング的思考」を、「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」と説明している。同議論の取りまとめの註 [5] において、「プログラミング的思考」は、『コンピューテーショナル・シンキング（Computational Thinking, 以下「CT」）』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と明記している。

「CT」は、アメリカのWing（2006）が提案した概念で、情報科学やICT専門分野、教育分野に極めて大きな影響を与えた。同原著論文は中島（2015）が邦訳している。「CT」は、海外のプログラミング教育を含む、「コンピューティング教育（コンピュータ・サイエンス、ICT、デジタルリテラシー）」を牽引し、小学校段階から中等・高等教育を一貫した先導的教育実践を展開しているアメリカ、イギリス、シンガポール等をはじめ、海外のコンピューティング教育において、鍵概念や鍵思考の主要な構成概念として、幅広く活用されている。「CT」が鍵語になり理由と、海外のいわゆるプログラミング教育を含むコンピューティング教育の動向と現況については、久野ら（2015）、大森ら（2014）、大森ら（2016）等を参照いただくと幸甚である。

海外のコンピューティング教育に比較して、我が国の小学校段階におけるいわゆるプログラミング教育は立ち後れていて萌芽期といえる。小学校段階のプログラミング教育の必修化の経緯については、平井・福田（監修）・松田ら（著）（2017：p.10の表1）で要点を明確に整理し平易に解説している。2016年4月19日の産業競争力会議で、小学校段階におけるプログラミング教育必修化の提言、前述の有識者会議の「議論のとりまとめ」、2017年3月31日の次期小学校学習指導要領告示により、2020年度から、小学校段階においてプログラミング教育が必修化されることになった。

一方、同有識者会議のとりまとめの「プログラミング的思考」の定義がわかりにくいといった意見も、特に学校関係者や教育関係者からよく聞かれる。そこで、本稿の第2著者である尾崎（2017）は、同氏の修士

論文研究で、イギリスとアメリカの初等中等教育における「CT」概念に関する先行研究を紹介している。

イギリスの「CT に関する指導資料 (A guide for teachers)」は、「CT」概念について、以下のように解説している [CAS (Computing At School), 2015 : p.6]。CAS とは、2010 年 8 月に設立された、イギリスのプログラミング教育を主に担う教科「コンピューティング」の現職教員等の教員研修を支援する NPO 組織である (<https://www.computingschool.org.uk/>)。CAS は、政府・教育省、コンピュータ・ソフトウェア制作や IT 関連の民間企業、ロイヤル・アカデミー、ロイヤル・エンジニアリング協会等の大学等高等教育関係者、研究者、専門家等から、財政的な支援とともに、学術的な支援を幅広く受けている。

なお、イギリスの教員研修の鍵語は、「Continuing Professional Development (CPD : 継続的な専門職としての教員職能発達, 専門職能発達)」である。

CAS [(Computing At School), 2015 : p.6] によると、「CT (プログラミング的思考)」は、

Computational thinking is a cognitive or thought process involving logical reasoning by which problems are solved and artefacts, procedures and systems are better understood.

CT (プログラミング的思考) は、問題解決や、「対象物・物事 (artefacts)」, 手続き, システムを、より良くするための論理的推論を含む認知や思考プロセスである。

It embraces: CT は、以下を包含する。

- the ability to think algorithmically; アルゴリズム思考能力
- the ability to think in terms of decomposition; 一連の部分(要素)に分解する思考能力
- the ability to think in generalisations, identifying and making use of patterns; 一般化, パターンの認識と作成思考能力
- the ability to think in abstractions, choosing good representations; and 抽象化, 選択, 良い表現の思考能力
- the ability to think in terms of evaluation. 一連の評価(活動の振り返りと改善)のための思考能力

前述の CT の構成概念は、筆者らによる最新の現地調査結果を根拠にすると、イギリスの学校教育で広く受容されているようである(磯部・山崎, 2015 ; 磯部ら, 2016 ; 磯部ら, 2017)。我が国においては、前述した 2016 年の「小学校段階における論理的思考力や創造性, 問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」が契機になり、2016 年からようやく、「CT」に関する解りやすい日本語の解説書や啓発普及書等が公刊されるようになった。本稿では、それらの解説書等のうち、日経 Kids+ (2017) の「CT」の構成概念の解説を、表 1.1 に示す。

表 1.1 プログラミング的思考を構成する主たる能力 [出典 : 日経 Kids+ : 『子どもと一緒に楽しむ! プログラミング』, 日経 BP 社 (2017) の pp. 22-23 の記述を基に, 表を再構成]

1	物事を抽象化して捉える能力 (Abstraction) …物事の似ているものから、共通するものを見つけ出す能力
2	物事を分解して理解する能力 (Decomposition) …物事の本質、構成の成り立ちや要因などをわかりやすく理解するために、物事を構成している要素や素材などに分解し、思考する能力
3	やるべきことを順序立てて考える能力 (Algorithmic Thinking)
4	最適な方法かどうかを評価する能力 (Evaluation)
5	方法を一般化する能力 (Generalization)

日経 Kids+ (2017 : pp.22-23) では、「天ぷらうどん」、「月見うどん」、「きつねうどん」などの異なるうどんに、「うどん」という共通するものを事例に、「物事を抽象化して捉える能力」について平易に解説している。月見うどんを分解した場合は、「麺」、「だし」、「卵」、「ネギ」といった素材の組み合わせで成り立っていることを理解する能力として、「物事を分解して理解する能力」を解説している。「最適な方法かどうかを評価する能力」では、「かつおだし」と「昆布だし」のどちらが麺との相性が良いのか、食べる人の口に合うのかなど、様々な要素を検討する事例を紹介している。「方法を一般化する能力」では、うどんをおいしく作るだけではなく、誰がつくっても同じようにつくれる仕組みを考えて説明する能力を事例として解説している。

文部科学省（2016b）の「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」では、「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（議論の取りまとめ）平成28年6月16日」において、小・中・高校を一貫したプログラミング教育で育成する資質・能力として、表1.2を提案している。

表1.2 プログラミング教育で育成する資質・能力〔出典：文部科学省：小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議「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（議論の取りまとめ）」平成28年6月16日
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm〕

【知識・技能】

（小学校）身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

（中学校）社会におけるコンピュータの役割や影響を理解するとともに、簡単なプログラムを作成できるようにすること。

（高等学校）コンピュータの働きを科学的に理解するとともに、実際の問題解決にコンピュータを活用できるようにすること。

【思考力・判断力・表現力等】

発達の段階に即して、「プログラミング的思考」（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）＊を育成すること。

【学びに向かう力・人間性等】

発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

＊いわゆる「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。

表1.2に示したように、有識者会議が提案した資質・能力は、中央教育審議会が提案した資質・能力の三つの柱に基づいた提案である。この提案は、文部科学省（2017a）「小学校学習指導要領解説 総則編」の「第3節 教育課程の実施と学習評価」「1 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」「(3) コンピュータ等や教材・教具の活用、コンピュータの基本的な操作やプログラミングの体験（第1章第3の1の(3)）（pp.83-87）」に受け継がれている。

文部科学省（2014）は、2014年3月31日に、「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会 一論点整理一」を公表した。OECDのキーコンピテンシー、欧米の教育における問題発見・解決能力、21世紀型スキルのように、近年、海外の学校教育では、「各教科の個別的知識・技能」重視の教育課程の基準から、「育成すべき資質・能力」、「各教科等と教科横断的な概念的知識・技能」、「学習評価とカリキュラム・マネジメント」とが一体化された教育課程の基準（国あるいは州等の基準）に拠る教育水準の質の保証を各学校に求めている。さらに、社会に開かれた教育課程の基準に基づく計画・編成と、カリキュラム・マネジメントのPDCA（Plan-Do-Check-Action）を各学校に求めている。各学校は、教育課程基準の「基準性」（我が国で言えば学習指導要領、National Curriculum Standard）による教育水準の質を担保しながら、「各学校を基盤としたカリキュラム開発（School Based and Local Optimum Curriculum Development）」の創意・工夫の重視できるように、国（州等）が支援するシステムにシフトしている。本稿では、我が国で言えば、国の基準性と教育計画の表現を意図している時は「教育課程の基準」のように表記し、各学校による単元（題材）や教材開発とカリキュラム・マネジメントのPDCAとの連携を含意している時は、「カリキュラム」と表記している。

2017年6月に公表された小・中学校学習指導要領の各教科の解説では、各教科の「内容構成（範囲：スコープ）」を横軸とし、各校種・学年（単学年あるいは複数学年ごと）の「適時性・系統性（シーケンス）」を縦軸とした、二次元マップとして可視化された。さらに、スコープを横軸とし、各校種・学年間と各教科で育む資質・能力の「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」のシーケンスを縦軸とした二次元マップが可視化された。

しかし、2017年6月公表の小・中学校学習指導要領各教科等の解説では、いわゆる「プログラミング教育」

に関するスコープ（内容構成）とシーケンス（各校種間・各学年間の学習系統性・適時性・連続性）」は、示されていない。

1.2 （株）ベネッセコーポレーション提案の「プログラミングで育成する資質・能力の評価規準」

（株）ベネッセコーポレーション（URL）は、我が国の情報教育を牽引する赤堀らをはじめ、著名な研究者・実践者等を作成協力者として、小学校低学年、同中学年、同高学年ごとのプログラミング教育で育成する資質・能力の評価規準（試行版）ver. 1.0.0（2017年5月27日版）を、現在公開中である（以下、「ベネッセの評価規準表」と表記）。「ベネッセの評価規準表」のうち、「目標」、「小学校低・中・高学年ごとの学習到達水準」を抜粋し、表1.3に示す。

「ベネッセの評価規準表」は、文部科学省の育成すべき資質・能力の三つの柱である「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」と表1.2を対応させたスコープを縦軸とし、低・中・高学年ごとの学習到達水準を横軸とした評価規準表を提案している。

「ベネッセの評価規準表」では、「知識・技能」の重要概念の一つとして、「アルゴリズム」と「構造化プログラミング」を位置づけている。本稿では、杉浦（2011：p.10, p.20）に基づき、平易な解説を試みる。「アルゴリズム」とは、「問題解決の処理手順」である。コンピュータのデータ処理に限らず、現実社会や生活の様々な問題解決において、アルゴリズムの考え方が援用されている。表1.1で解説したように、料理のレシピも、問題解決の処理手順である。

コンピュータによるプログラミングにおいて、プログラムを効率良く記述し、設計上の誤り（バグ）を最小限にするための方法論として、「構造化プログラミング」の考え方がある。「構造化プログラミング」では、全ての処理の流れは、以下の三つの組み合わせで記述できる。処理手順は、「フローチャート（流れ図）」などで表現できる。

逐次（順次）構造・・・処理を記述した順番に逐次実行する
選択（条件分岐）構造・・・条件により処理の流れを変える
反復（繰り返し）構造・・・条件が成立する間、一定の処理を繰り返す

表1.3に示した「ベネッセの評価規準表」の「知識・技能」において、小学校低学年では「順次処理」を活用したプログラミング、小学校中学年では「順次処理」に加えて「繰り返し処理」と「条件分岐処理」を活用したプログラミング技能を、学習到達水準としている。小学校高学年では、様々なセンサの役割を知り、センサからの入力に応じて適切に「アクチュエータ（モータやロボットなど動作させる物）」を動作させるプログラミングによる問題解決を学習到達水準としている。「センサ」とは、人間の目、鼻、皮膚などの感覚器のように、知ろうとする対象の情報を、扱うことのできる信号に変換する計測・検出部をいう。センサには、温度を検出し電気信号に変換する温度センサ、光を電気信号に変換する光センサ（フォトトランジスタ）、赤外線を受光して電気信号に変換する赤外線センサなどの種類がある。

エアコンによる室温調整のように、自動制御装置は、基本的に、目、鼻、皮膚などの感覚器にあたる「センサ（計測・検出部）」、頭脳にあたる制御部、そして手、腕、脚などの筋肉にあたる「アクチュエータ（操作部）」の3ブロックで構成されている。

文部科学省（2008）の「中学校学習指導要領解説 技術・家庭編（平成20年9月）」技術分野「D 情報に関する技術」「(3)プログラムによる計測・制御」「ア コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組みを知ること」、「イ 情報処理の手順を考え、簡単なプログラムが作成できること」が必修項目になっていた。「計測・制御システムは、センサ、コンピュータ、アクチュエータなどの要素で構成されていることや、計測・制御システムの中では一連の情報がプログラムによって処理されていることができるようにする。（文部科学省、2008：p.36）」の学習が実施されている。

文部科学省（2017b）の「中学校学習指導要領解説 技術・家庭編（平成20年9月）」技術分野「D 情報の技術」「(3)計測・制御に関するプログラミングによる問題の解決」の内容を、表1.4に示す。

表1.4に示したように、2017年告示中学校学習指導要領技術分野においても、計測・制御に関するプログラミングによる問題の解決は、必修の学習項目である。

表1.3 プログラミングで育成する資質・能力の評価規準（試行版）（一部抜粋）〔出典：（株）ベネッセコーポレーション（URL）（2018年1月17日にアクセス）「プログラミング教育で育成する資質・能力の評価規準（（株）ベネッセコーポレーション）<https://beneprog.com/2017/05/26/standard01/>〕

資質・能力 (文部科学省)	目 標	小 学 校		
		低学年（1・2年生）	中学年（3・4年生）	高学年（5・6年生）
(小) 身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題解決は手順が大切です。 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。	(小) ・プログラムの存在を知り、身近な生活でプログラミングが使われていることやコンピュータが世の中の役に立っていることに気付くこと。 ・プログラムは順次、繰り返し、条件分岐という処理の組合せで構成されていることを知る。 ・簡単なプログラムができたり、プログラムからコンピュータの動きを想像できること。	1. 自動販売機や自動改札機など、身近な生活でプログラミングが活用されていることに気付くこと。 2. コンピュータの動作にはプログラムが必要であることに気付くこと。 3. 順次処理について知り、これを使った簡単なプログラミングができること。	1. プログラムとは手順を自動化したものであること、明確な指示が必要なものであることを知る。 2. コンピュータが世の中の役に立っていることに気付くこと。 3. 繰り返し処理、条件分岐処理とは何かを知り、繰り返し処理、条件分岐処理を使ったプログラミングができること。	1. コンピュータが自分の生活に生かされていることを見て、どこにプログラミングが使われているかを理解すること。 2. 様々なセンサーの役割を知り、センサーなどを使ったプログラミングができること。
	動きに分ける	1. 既に経験済みの日常生活や教科で既習の内容について、与えられた手順を見て、既知の事象が分解できることに気付くこと。	1. 日常生活で経験したことや教科で学習した内容は、いくつかのまとまりに分解できることに気付く、自分なりの判断で分解し、分解した内容を書き出したり、他者に伝えたりすること。	1. 事象の階層構造に気付く、階層に分解した事象を書き出したり、他者に伝えたりすること。
	記号にする	1. 目的に合わせて、必要な要素を選択肢から選ぶことができること。	1. 目的に合わせて、必要な要素を自ら見出すことができること。	1. 目的に合わせて、最適な要素だけを見出すことができること。
	一連の活動にする	1. 既に経験済みの事象の中に、類似性や関係性がある事象があることに気付くこと。	1. 目の前の問題を解決済みの問題と比較し、類似性や関係性を適用して問題解決に利用すること。	1. 過去の解決済みの問題から、解決策の類似性や関係性を見出し、共通する規則や原則を一般化して、他の問題に当てはめて解決に利用すること。
	組み合わせる	1. 様々な手続きに手順があることに気付く、与えられた手順の最適な順番を考え、並び替えたり、他者に伝えたりすること。	1. 意図した活動を実行するため、複数の手順を、順次処理、繰り返し処理、条件分岐処理などを利用して組み合わせ、書き出したり、他者に伝えたりすること。	1. 意図した活動を実現するため、複数の手順の最適な組合せを考え、再現性のある手順を創作し、書き出したり、他者に伝えたりすること。
	振り返る	1. 手続きを見て、与えられた観点と手順を照らし合わせて確認し、過不足がないかを評価し、手順に問題がある場合はその理由を書き出したり、他者に伝えたりすること。	1. 記述した手順が目的に沿ったものかを判断でき、手順に問題がある場合は、その原因と理由を伝え、改善方法を書き出したり、他者に伝えること。	1. 目的に沿って適切な評価の観点を考え、手順に問題がある場合はその原因を考え、分析・判断を行い、改善策を分かりやすく表現して他者に伝えること。

	論理的に考えを進める	論理的推論と分析を行うこと。	1. 手続きを見て、与えられた観点に従って、ものが比較できることや関連付けすることに気付くこと。	1. ものごとの原因と結果の関係を考え、その関係性に気付き、それを筋道立てて書き出したり、他者に伝えたりすること。	1. ものごとを分析・解釈し、帰納的にルールや原則を考え、そのルールや原則を理解し、筋道立てて書き出したり、他者に伝えたりすること。また、他の事象に当てはめること。
<p>発達の段階に即て、コンピュータの働きを、よい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。</p>	挑戦する	新たなことでも、ひるまず試して触ってみる態度を養う。	1. 情報機器を失敗を恐れずさわってみようとする態度を養う。	1. 情報機器を失敗を恐れずにさわって、目的を達成するために試行錯誤する態度を養う。	1. 複数の情報機器を失敗を恐れず使って、それらを組み合わせることで目的を達成しようとする態度を養う。
	やり抜く	目標に向かって、粘り強く、寛容な心と強い意志をもってやり抜く態度を養う。	1. 目標を意識して、最後までやり遂げようとする態度を養う。	1. 課題を達成するために、試行錯誤を通してやり遂げようとする態度を養う。	1. 課題を達成するために、計画的にやり遂げようとする態度を養う。
	協働する	他者を尊重し、他者と一緒に創造しようとする態度を養う。	1. 自分や他者の意見やアイデアを尊重し、助け合おうとする態度を養う。	1. 自分や他者の意見やアイデアを尊重し、協働して作業に取り組もうとする態度を養う。	1. 自分や他者の意見やアイデアを尊重し、教え合い学び合いながら協働作業に取り組もうとする態度を養う。
	創造する	新しいものや価値を創り出そうとする態度を養う。	1. プログラミングの働きに関心を持つようとする態度を養う。 2. 自分が楽しめる新しいプログラムを創ろうとする態度を養う。	1. 目的や使う人を意識したプログラムをデザインして創り出そうとする態度を養う。	1. 課題を自ら設定し、その目的や使う人を意識したプログラムをデザインして創り出そうとする態度を養う。 2. 他者のアイデアや意見から、新しいプログラムを創り出そうとする態度を養う。
	改善する	目標と合うかどうかを吟味・評価しながら必要な改良を行う態度を養う。	1. 試行結果がうまくいかなかった場合、その原因を考えようとする態度を養う。	1. 試行結果が目標と合うかどうかを吟味・評価し、必要であれば原因を考え、解決のための仮説を立てようとする態度を養う。	1. 課題を自ら設定し、その目的や使う人を意識したプログラムをデザインして創り出そうとする態度を養う。 2. 他者のアイデアや意見から、新しいプログラムを創り出そうとする態度を養う。
<p>【参考となる資料】 「教育の情報化に関する手引」について、第4章 情報教育の体系的な推進、(文部科学省、2010年) http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/fieldfile/2010/12/13/1259416_9.pdf</p>					
<p>【参考となる資料】 情報モラル指導モデルカリキュラム、(文部科学省、2007) http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/fieldfile/2010/09/07/1296869.pdf</p>					

表 1.4 文部科学省 (2017b) の「中学校学習指導要領解説 技術・家庭編 (平成 20 年 9 月)」技術分野「D 情報の技術」「(3) 計測・制御に関するプログラミングによる問題の解決」の内容

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/12/27/1387018_9.pdf

- (3) 生活や社会における問題を、計測・制御のプログラミングによって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
- ア 計測・制御システムの仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができること。
 - イ 問題を見いだして課題を設定し、入出力されるデータの流れを元に計測・制御システムを構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

表 1.3 の「ベネッセの評価規準表」の「プログラミング的思考力」と、「イギリス CAS の CT 概念 (表 1.1) 及び「日経 kids+ のプログラミング的思考の能力 (表 1.2)」との対応関係について、筆者らは、表 1.5 の解釈をした。

表 1.5 の「ベネッセの評価規準」の目標「動きに分ける」は、「物事を分解して理解する能力 (Decomposition)」と解釈した。「記号にする」は、「物事を抽象化して捉える能力 (Abstraction)」と解釈した。「一連の活動にする」は、「方法を一般化する能力 (Generalization)」と解釈した。「組み合わせる」は、「やるべきことを順序立てて考える能力 (Algorithmic Thinking)」と対応していると解釈した。「振り返る」は、「最適な方法かどうかを評価する能力 (Evaluation)」と解釈した。ベネッセの「論理的に考えを進める」は、「プログラミング学習場面に必要な汎用的な能力」と解釈した。

表 1.5 ベネッセコーポレーションの「プログラミングで育成する資質・能力の評価規準 (試行版) (2017/5/27)」の「プログラミング的思考」の各目標¹⁾と、「イギリス CAS の CT 概念 (表 1.1) ²⁾」及び「日経 kids+ (表 1.2) の『プログラミング的思考』³⁾」の能力との対応関係

ベネッセの各目標	イギリスCASのCT概念 (表1.1) と日経kids+ (表1.2) のプログラミング的思考の能力
「動きに分ける」	「物事を分解して理解する能力 (Decomposition)」
「記号にする」	「物事を抽象化して捉える能力 (Abstraction)」
「一連の活動にする」	「方法を一般化する能力 (Generalization)」
「組み合わせる」	「やるべきことを順序立てて考える能力 (Algorithmic Thinking)」
「振り返る」	「最適な方法かどうかを評価する能力 (Evaluation)」
「論理的に考えを進める」	「プログラミング学習場面に必要な汎用的 (教科等横断的) な論理的思考能力」

- 1) 株) ベネッセコーポレーション (URL) (2018 年 1 月 17 日にアクセス)「プログラミング教育で育成する資質・能力の評価規準 ((株) ベネッセコーポレーション) <http://benes.se/keys>
- 2) CAS : Computational thinking A guide for teachers, Nov. 2015.
<http://www.computingatschool.org.uk/computationalthinking>
- 3) 日経 Kids+ : 『子どもと一緒に楽しむ! プログラミング』, 日経 BP 社 (2017)

表 1.3 に示した「ベネッセの評価規準表」において、資質・能力の三つの柱「学びに向かう力・人間性等」の各目標「挑戦する」「やり抜く」「協働する」「創造する」「改善する」は、プログラミング課題の解決学習過程に必要な「汎用的 (教科等横断的) な能力」であると解釈した。「汎用的な能力」については、PISA の「キーコンピテンシー」やアメリカの「21 世紀型スキル」等が知られている (松尾, 2015)。日本の小学校においても、「総合的な学習の時間」の導入以来、「育てようとする資質や能力及び態度」の育成が注目されている。文部科学省 (2011) は、小・中・高等学校の各校種の「総合的な学習の時間」における「育てようとする資質・能力及び態度の例」を示している (表 1.6)。

筆者らは、表 1.6 の「総合的な学習の時間」における「育てようとする資質や能力及び態度」の各学習到達目標と、各校種段階における学習到達水準表は、育成すべき資質・能力と学習評価の PDCA を可視化する上で、極めて重要な表であると考えている。しかし、筆者らは、学校教員とのこれまでの協働や協議を通して、全国の各学校において、表 1.6 が幅広く共有されているかという点、必ずしも言えない実態があるように推察する。表 1.6 の表が、全国各地の学校で共有されにくいと理由の一つとして、「総合的な学習の時間」の学習評価について、国は事例を示しているが、学習評価の観点、各校種・各学年の学習到達水準について

第1章 小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程基準

表 1.6 「総合的な学習の時間」における「育てようとする資質や能力及び態度の例」〔出典：文部科学省：『今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開 総合的な学習の時間を核とした課題発見・解決能力、論理的思考力、コミュニケーション能力等向上に関する指導資料』の70頁「図3：育てようとする資質や能力及び態度の例」、教育出版（2011a）〕

視点		小学校	中学校	高等学校
学習方法に関すること	課題設定	・問題状況の中から課題を発見し、設定する ・解決の方法や手順を考え、見通しをもって計画を立てる	・複雑な問題状況の中から適切に課題を設定する ・仮説を立て、検証方法を考え、計画を立案する	・複雑な問題状況を踏まえて適切な課題を設定する ・仮説を立て、それに適合した検証方法を明示した計画を立案する
	収集分析	・必要な情報を収集し分析する ・手段を選択し、情報を収集する	・目的に応じて手段を選択し、情報を収集する ・必要な情報を収集し、多角的に分析する	・目的に応じて臨機応変に適切な手段を選択し、情報を収集する ・必要な情報を広い範囲から迅速かつ効果的に収集し、多角的・实际的に分析する
	思考判断	・問題状況における事実や関係を把握し理解する ・多様な情報の中にある特徴を見付ける ・課題解決を目指して事象を比較したり、関連付けたりして考える	・複雑な問題状況における事実や関係を把握し、自分の考えをもつ ・視点を定めて多様な情報を分析する ・課題解決を目指して事象を比較したり、因果関係を推測したりして考える	・複雑な問題状況における事実や関係を構造的に把握し、自分の考えを形成する ・視点を定めて多様な情報から帰納的・演繹的に考察する ・事象や事象間の関係を比較したり、複数の因果関係を推理したりして考える
	表現省察	・相手や目的に応じて、分かりやすくまとめ、表現する ・学習の仕方や進め方を振り返り、学習や生活に生かそうとするなど	・相手や目的、意図に応じて、論理的に表現する ・学習の仕方や進め方を振り返り、学習や生活に生かそうとするなど	・相手や目的、意図に応じて、手際よく論理的に表現する ・学習の仕方や進め方を内省し、現在及び将来の学習や生活に生かそうとするなど
自分自身に関すること	意思決定	・自らの行為について意思決定する	・自らの行為について責任をもって意思決定する	・自らの行為について当事者意識と責任感をもって意思決定する
	計画実行	・目標を設定し、課題の解決に向けて行動する	・目標を明確にし、課題の解決に向けて計画的に行動する	・目標を明確にし、課題の解決に向けて計画的に確実に行動する
	自己理解	・自らの生活の在り方を見直し、実践する	・自らの生活の在り方を見直し、日常的に実践する	・自らの生活の在り方を見直し、改善に向けて日常的に実践する
	将来展望	・自己の将来を考え、夢や希望をもつなど	・自己の将来を考え、夢や希望をもつなど	・自己の将来について具体的に考え、夢や希望をもつなど
他者や社会とのかかわりに関すること	他者理解	・異なる意見や他者の考えを受け入れる	・異なる意見や他者の考えを受け入れ尊重する	・異なる意見や他者の考えを受け入れ、尊重し理解しようとする
	協同	・他者と協同して課題を解決する	・互いの特徴を生かし、協同して課題を解決する	・互いを認め特徴を生かし合い、協同して課題を解決する
	共生	・身の回りの環境とのかかわりを考えて生活する	・環境の保全を考えて行動する	・環境の保全について主体的、協同的に行動する
	社会参画	・課題の解決に向けて地域の活動に参加するなど	・課題の解決に向けて社会活動に参画するなど	・課題の解決に向けて多様な社会活動に当事者意識をもって参画するなど

は、各学校に委ねていることが起因していると筆者らは考察する。

この考察の根拠の一つとして、文部科学省（2011）は、「2008年告示学習指導要領では、総合的な学習の

時間の目標に沿って育てようとする資質や能力の視点等を例示しており、このような視点に配慮して、各学善のエビデンスが、観点別学習状況評価である。この観点別学習状況評価の設定を全て学校に委ねると、学習評価規準のスタンダード（基準）性が不明瞭になり、スタンダードに照らしたエビデンス・データに基づ校において評価の観点を定めることも考えられる（文部科学省，2011b：pp.1-2）」と明記している。文部科学省（2011b）の『総合的な学習の時間における評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校】平成23年11月』の2頁では、学習評価観点設定の考え方及びそれに基づく観点の具体例として、表1.7のように記述されている。

表 1.7 文部科学省（2011b：p.2）の『総合的な学習の時間における評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校】平成23年11月』に示された、学習評価観点設定の考え方及びそれに基づく観点の具体例

①学習指導要領に示された総合的な学習の時間の目標，ないしは，それを踏まえた各学校で定めた目標及び内容に基づいた観点
（例）「よりよく問題を解決する資質や能力」，「学び方やものの考え方」，「主体的，創造的，協同的に取り組む態度」，「自己の生き方」等
②学習指導要領に示された「学習方法に関すること」，「自分自身に関すること」，「他者や社会とのかかわりに関すること」等の視点に沿って各学校で定めた，育てようとする資質や能力及び態度を踏まえた観点
（例1）「学習方法」，「自分自身」，「他者や社会とのかかわり」等
（例2）「課題設定の力」（学習方法），「情報収集の力」（学習方法），「将来展望の力」（自分自身），「社会参画の力」（他者や社会とのかかわり）等
③各教科の評価の観点との関連を明確にした観点
（例）「関心・意欲・態度」，「思考・判断・表現」，「技能」，「知識・理解」等

1.3 資質・能力重視の教育課程と観点別学習評価規準のスタンダード（基準）性と一体性の重要性

中央教育審議会（2016：p.26）「幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号）平成28年12月21日」の右肩註55において，「現在，各学校において実施されている単元については，各教科等の系統的な内容を扱いつつ，その中での学習のまとまりを子供にとって意味のある学びとしようとする様々な工夫が展開されており，今回の改訂の議論は，こうした工夫を後押ししようとするものである」と明記されているように，学習指導要領の基準性により，教育の質的水準を保証し，児童生徒や学校，地域の実態を適切に把握し，教育内容や時間の配分，必要な人的・物的体制の確保，教育課程の実施状況に基づく改善などを通して，各学校を基盤としたカリキュラム・マネジメントの創意・工夫の推進に取り組むことになる（文部科学省，2017a：p.5）。教育課程の実施状況に基づく改善をしないと，カリキュラム・マネジメントのPDCA（計画・実施・評価・改善）サイクルが機能しにくくなる。また，学習評価規準は，基準性の確保とともに，評価項目を厳選し，教師の多忙化や成績判定評価先行の授業に陥らない配慮が必要である。

山崎ら（2017b：pp.196-197）が論じたように，今後，各教科等を貫く「思考力」，主体的に学習に取り組む態度と「実践力」のような「汎用的能力」の育成が極めて重要であり，主体的，対話的で深い学びといった学習プロセス・学習形態・学習方法と，課題解決学習の重視が必要になる。その際，奈須（2016）が指摘しているように，洗練された問題の明確化と課題解決には，一定の教科等領域固有の知識，スキル，コンテンツが常に不可欠であるといった事実を忘れてはいけない。学び方や思考法を一定の特定型だけに制約を付けたり，いわゆる形式陶冶や機能学力のみを学力論の中核に位置づけたりしても，教科等固有の知識・スキルと両輪になった学習でないと，洗練された課題解決に至らないのである。コンテンツ・コンピテンシーと共に，コンテキスト（文脈）づくり，現実世界，社会，人生や生き方に繋がり，学習者自身が学ぶ意味や学ぶ必然性を実感する「オーセンティック・ラーニング（authentic learning：現実の社会や生活の状況場面の文脈に根ざした学習）」と，「明示化（個々の学習事例や知識を統合・包括する概念理解，教科等の本質や見方・考え方のスパイラル・アップによる深化）」が必要になる。こうした社会的課題の文脈で設定する技術の授業づくりのポイントづくりについては，村松（2017）が解説している。村松は，社会的な課題の文脈に繋がらない迷路抜けやライントレースなどの「ロボットカー」のいわゆる生活現実や社会から閉じた学習を

第1章 小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程基準

超えて、同じロボットカーに例えばベルトコンベア部品を付け、エスカレータを模擬した学習で、高齢者等のユーザーを想定し、事故を防ぐエスカレータの開発を課題とした実践事例を紹介している。

1.4 2017 年告示小学校学習指導要領でプログラミングの表記を掲げた教科等

大森ら（2017：p.206 の表1）は、2017 年告示小学校学習指導要領でプログラミングについて掲げた箇所（抜粋）表をまとめた（表1.8）。

表 1.8 2017 年告示小学校学習指導要領（案）でプログラミングについて掲げた箇所（抜粋）

「第1章 総則」 「第3 教育課程の実施と学習評価」「1 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」「(3)イ児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けさせるための学習活動（p.8）」 「第3節 算数」【第5学年】「B図形」 (1)平面図形に関わる数学的活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 次のような知識及び技能を身に付けること。 (7) 図形の形や大きさが決まる要素について理解するとともに、図形の合同について理解すること。 (4) 三角形や四角形などの多角形についての簡単な性質を理解すること。 (9) 円と関連させて正多角形の基本的な性質を知ること。 (2) 円周率の意味について理解し、それを用いること。 イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。 (7) 図形を構成する要素及び図形間の関係に着目し、構成の仕方を考察したり、図形の性質を見いだし、その性質を筋道を立てて考え説明したりすること。（p.67） 「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」「2(2) 第2の内容の取扱いについては、次の事項に配慮するものとする。 (2)数量や図形についての感覚を豊かにしたり、表やグラフを用いて表現する力を高めたりするなどのため、必要な場面においてコンピュータなどを適切に活用すること。また、第1章総則の第3の1の(3)のイに掲げるプログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けさせるための活動を行う場合には、児童の負担に配慮しつつ、例えば第2の各学年の内容の【第5学年】の「B図形」の(1)における正多角形の作図を行う学習に関連して、正確な繰り返し作業を行う必要があり、更に一部を変えることでいろいろな正多角形を同様に考えることができる場面などで取り扱うこと。（p.75） 「第4節 理科」【第5学年】「A物質・エネルギー」 (4)電気の利用 発電や蓄電、電気の変換について、電気の量や働きに着目して、それらを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。 (7) 電気は、つくりだしたり蓄えたりすることができること。 (4) 電気は、光、音、熱、運動などに変換することができること。 (9) 身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること。 イ 電気の性質や働きについて追究する中で、電気の量と働きとの関係、発電や蓄電、電気の変換について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。（pp.89-90） 「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」「2(2) 第2の内容の取扱いについては、次の事項に配慮するものとする。 (2)観察、実験などの指導に当たっては、指導内容に応じてコンピュータや情報通信ネットワークなどを適切に活用できるようにすること。また、第1章総則の第3の1の(3)のイに掲げるプログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、児童の負担に配慮しつつ、例えば第2の各学年の内容の【第6学年】の「A物質・エネルギー」の(4)における電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習など、与えた条件に応じて動作していることを考察し、更に条件を変えることにより、動作が変化することについて考える場面で取り扱うものとする。（p.93） 「第5章 総合的な学習の時間」 「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」「2 第2の内容の取扱いについては、次の事項に配慮するものとする。」 (9)情報に関する学習を行う際には、探究的な学習に取り組むことを通して、情報を収集・整理・発信したり、情報が日常生活や社会に与える影響を考えたりするなどの学習活動が行われるようにすること。第1章総則の第3の1の(3)のイに掲げるプログラミングを体験することが、探究的な学習の過程に適切に位置付くようにすること。（pp.162-163）

表1.8に示したように、次期小学校学習指導要領でプログラミング学習について触れた箇所は、算数1箇所、理科1箇所、「総合的な学習の時間」1箇所のみに留まった。小学校の教科のプログラミング学習は、算数と理科で各1箇所のみ例示されたが、この箇所だけでプログラミング学習をする意味ではない。

2017 年告示小学校学習指導要領総則編（文部科学省、2017a：p.51）の「2 教科等横断的な視点に立った資質・能力」「学習の基盤となる資質・能力（第1章第2の2の(1)）」では、「ア 言語能力」とともに、「イ 情報活用能力」が示されている。「同解説 総則編」では、「情報活用能力は、各教科等の学びを支える基盤であり、これを確実に育んでいくためには、各教科等の特質に応じて適切な学習場面で育成を図ることが重要であるとともに、そうして育まれた情報活用能力を発揮させることにより、各教科等における主体的・対話的で深い学びへとつながっていくことが一層期待されるものである。」と明記している。前述の3箇所に留まらず、各教科等の「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」と

ともに、「表 1.2 プログラミング教育で育成する資質・能力」で示された「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」の育成を図り、学習評価をエビデンスとした実践事例の集積が喫の課題である。

1.5 情報技術概念とデジタル・リテラシーの育成

中央教育審議会（2016 年 12 月 21 日）の「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」では、「現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力と教科等の関係を明確にし、どの教科等におけるどのような内容に関する学びが資質・能力の育成につながるのかを可視化し、教育課程全体を見渡して確実に育んでいくこと（p. 27）」を求めている。そして、「子供たちが学ぶ過程の中で、新しい知識が、既に持っている知識や技能と結びつけられることにより、各教科等における学習内容の本質的な理解に係わる主要な概念として取得され、そうした概念がさらに、社会生活において活用されるものとなることが重要である。（p. 29）」と指摘している。

「現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力」については、1997 年から PISA（the Programme for International Student Assessment）に着手した OECD の DeSeCo プロジェクト [ライチェン・サルガニク、立田（監訳）、2006] の先行研究がある。同プロジェクトでは、現代社会において国際的にも共通する重要な資質・能力であるコンピテンシー（課題遂行能力）をどのように定義するかを探究した。その上で、コンピテンシーを支える「読解力」、「数学的リテラシー」、「科学的リテラシー」領域において、2000 年から 3 年間に 1 回の国際調査を毎回実施している。

PISA は、問題解決領域の調査を含めて、世界各国の教育政策に極めて大きな影響を与えてきた。OECD（2005）は、コンピテンシーの最も重要な資質・能力を、キー・コンピテンシーと提案している。キー・コンピテンシーの 3 つのカテゴリーとして、「カテゴリー 1：相互作用的にツール（道具）を用いる」、「カテゴリー 2：異質な集団で交流する」、「カテゴリー 3：自律的に活動する」を提案している。我が国においては、ライチェン・サルガニク（2006）に基づき、松尾（2015）がデセコ（DeSeCo）プロジェクトと PISA の定義について解りやすく解説している。

表 1.9 ライチェン・サルガニク（2006）に基づくデセコ（DeSeCo）プロジェクトのコンピテンシーの三つのカテゴリー [出典：松尾知明：『21 世紀型スキルとは何か ―コンピテンシーに基づく教育改革の国際比較』、明石書店（2015）の p. 16]

コンピテンシーは、

- （1）全体的な人生の成功と正常に機能する社会という点から、個人および社会のレベルで高い価値をもつ結果に貢献する。
 - （2）幅広い文脈において、重要で複雑な要求や課題に答えるために有用である。
 - （3）すべての個人にとって重要である。
- ① 相互作用的にツール（道具）を用いる。
 - A：言語、シンボル、テキストを相互作用的に用いる能力
 - B：知識や情報を相互作用的に用いる能力
 - C：技術を相互作用的に用いる能力
 - ② 異質な集団で交流する。
 - A：他人と良好な関係を作る能力
 - B：協働する能力
 - C：争いを処理し、解決する能力
 - ③ 自律的に活動する。
 - A：大きな展望のなかで活動する能力
 - B：人生計画や個人的プロジェクトを設計し実行する能力
 - C：自らの権利、利害、限界やニーズを表明する能力

さらに、松尾（2015）は、EU のキーコンピテンシーにおけるデジタル・コンピテンシーと情報社会技術（Information Society Technology: IST）、アメリカの加速するデジタル社会における「情報・メディア・テクノロジースキル」について丹念に解説している。

表 1.9 で示したデセコ（DeSeCo）プロジェクトは、松尾（2015）をはじめ、多くの国内研究者等から論文

や解説書、関係資料が報告されている。これらの先行研究や先行報告からは、「①相互作用的に用いる。」の下位項目（構成概念）Aと下位項目（構成概念）Bに関して、我が国においても多くの教育関係者から、重要性についての共通理解があるように考えている。しかし、「C：技術を相互作用的に用いる能力」の下位項目については、C自体の下位項目が紹介されていなかったり、省略されたりする事例も見られる。「技術」の言葉が「情報」に置き換えられたりし、「技術」の用語自体が消失して紹介されている状況も見られる。ライチェン・サルガニク（2006）に基づくデセコ（DeSeCo）プロジェクトで提案している「技術」概念の本質を理解する必要がある。

日本では、日常生活において、スポーツ技術、ピアノの演奏技術、書く技術、教育技術、指導技術、鉛筆を削る技術といったように、「技術」概念が、「テクノロジー」、「テクニク」、「スキル」の何れを含意するのか、不明瞭で使用されている。その結果、「技術」と「情報技術」概念が不明確になってしまっている。

山崎（2015）は、我が国では、日常生活や社会における「技術」概念と「情報技術」概念の不明瞭であり、「テクノロジー」、「テクニク」、「スキル」が渾然一体として使用されている実態について指摘している。なお、我が国における「技術」の用語に関する由来は、飯田（1995）と山本貴光（2016）を参照いただければ幸いである。

大森ら（2018：p. 257 の表 3、印刷中）で、「テクノロジー（技術）」、「テクニク（技量、技法、技巧）」、「スキル（技能）」の概念整理をしている（表 1. 10）。

表 1. 10 「テクノロジー（技術）」、「エンジニアリング」、「テクニク（技量、技法、技巧）」、「スキル（技能）」概念【出典：大森康正・東原貴志・黎 子椰・市村尚史・水野頌之助・山崎貞登：技術分野「3年間題材指導計画と資質・能力系統表」及び「第1学年ガイダンスの学習指導案」作成の構成原理、上越教育大学研究紀要、第37巻、第2号のp. 257 の表 3（2018）】

-
- ・テクノロジー（技術）
人間の要求と欲求に基づく問題を解決するために、生産・創造・発明により最適解を実現する活動と、それに関わる素材・材料などの対象・方法・操作・過程などの知識体系。技術は、特許や知的財産を保護するための権利対象になる。一方、科学は、自然界の法則の発見などの知識体系で、解は通常一つで否定されない限りは、普遍の真理・法則とされる。科学の知識体系は、知的財産権の対象外であり、社会で共有される
 - ・エンジニアとエンジニアリング
エンジニアは、社会安全への配慮と公正な倫理観に基づき、技術と科学の知識体系を活用しながら、現実社会の問題を解決する専門職。エンジニアリングは、エンジニア専門職分野の知識体系
 - ・テクニク（技量、技法、技巧）
学問や文化・芸術・スポーツ等をはじめ、日常生活の様々な分野で用いられている多義語。技術（テクノロジー）の分野では、職人や専門職の伝統技量や専門技量、伝統や専門の技法、伝統的な技術を十分に機能させて活用するために必要な、専門職の技巧などの意味でよく用いられる
 - ・スキル（技能）
学問や文化・芸術・スポーツ等をはじめ、様々な分野で用いられている多義語。日常生活では、手先の器用さの程度を表現する際に用いることが多い。技術（テクノロジー）教育では、「知っていることやわかっていること（認知）」と、身体動作とを統合させて、技術課題を遂行する技能の意味で用いる
-

山崎ら（2016）は、2014 年度発行の文部科学省検定済小学校国語・社会・理科教科書における「技術」の表記を、概念とコンテキストの両面から調査し、小学校段階におけるテクノロジーとしての「技術」概念を、体験的・実践的な学習から実感的な理解を伴いながら学習する必要性を提案した。「テクノロジー（技術）」、「エンジニアリング」、「テクニク（技量、技法、技巧）」、「スキル（技能）」概念理解とともに、技術創造立国である我が国のイノベーションを支える「技術とものづくり」は、レーダーチャートで表現すると「テクノロジー」、「テクニク」、「スキル」の3側面が共進化して、正三角形のように調和が取れていることが、国際社会を牽引可能にする我が国の独自の強みである。テクノロジー（技術）には、光と影の両面があり、リスクを伴う。幕末の慶応から明治時代に活躍し、「技術」を命名した哲学者「西周」は、テクノロジーの「学（サイエンス）」「術（アーツ）」の両面性を見抜く先見性があった。AI や IoT が高度に進化しようとも、コンピュータができることとできないことがある。人間とコンピュータとの関わりを通して、人間のイノベーション能力の拡張と、新たな英知と努力を常に意識する必要がある。

1.6 プログラミング教育とSTEM教育・STEAM教育

海外では、いわゆるプログラミング教育は、STEM教育・STEAM教育運動の一貫として啓発・普及が図られている。一方、我が国では、STEM教育・STEAM教育運動については、あまり知られていない。ようやく萌芽期を迎えた、我が国の初等中等教育段階におけるプログラミング教育の理念や、プログラミング教育とSTEM・STEAM教育運動との関係性と教育的意義や社会的役割について、国民的な理解増進とコンセンサスづくりが必要である。

他方、教育新聞（2018a）の1月18日5面記事によると、2017年12月1日～4日にインターネットで実施し、994人から有効回答が得られた調査結果から、「プログラミング授業は必要」と回答した親は47.3%であった。理由は、「ITテクノロジーの進化を考えるが60%近く上がった。子供が将来、プログラマーやエンジニアになることに「反対」するのは3.0%、「どちらかといえば反対」7.6%を合わせて約1割であった。これに対し「賛成」27.2%、「どちらかといえば賛成」26.6%で、合わせて計53.8%は賛成派であった。

海外のプログラミング教育では、「CT（Computational Thinking、プログラミング的思考）」とともに、「情報科学（インフォメーション・サイエンス、コンピュータ・サイエンス）」、「情報技術（インフォメーション・テクノロジー）」、「デジタル・リテラシー（スキル）」、「エンジニアリング」「デザイン」「ランゲージアーツ」「リベラルアーツ」等といった概念理解が重視される。

STEM教育に関する概念整理については、山崎（2016）の提案がある。STEM教育の基本概念に興味のある読者は、山崎（2015）を参照いただければ幸甚である。

STEM教育とは、万人の科学・技術・エンジニアリング・数学に関連する科学・技術の理解増進、21世紀の壮大な挑戦を担う全ての市民に必要な科学・技術リテラシーの普及・向上（for all）と共に、特に大学等の高等教育以前からの初等・中等・高等教育段階を一貫した継続的・系統的な教育で、豊かなテクニクと個人的スキルを有する科学・技術専門職の担い手や国のイノベーションを牽引する卓越した人財を育成（for excellent）し、STEM専門職の社会的意義と役割・地位の向上、持続可能な社会のために科学技術ガバナンス（科学技術の協働統治）による民主主義社会を支えるグローバル市民を育成の重要性を啓発・普及していくための教育及び教育運動である。アメリカのオバマ前大統領は、一般教書演説等で、STEM教育分野における新教員10万人の準備の取組み等を提案し、教員養成モデルのグレードアップと、優秀なSTEM専攻卒業生が教職の道を選択するための支援を行っていた（山崎、2015b）。

近年、海外の教育では、STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）教育やSTEAM（Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics）が盛んである。STEM教育では、サイエンス（科学）－テクノロジー（技術）－エンジニアリング（エンジニアに必要な知識体系）－数学の分野領域固有性、相互関係性、相互不可分性・共進性が鍵概念である。

STEAM（TEAMSとかSTEMAとも呼ばれる）教育では、STEM概念に加えて、「アーツ」と「デザイン」といった鍵概念の本質的な理解が不可欠である（Yakman, 2006, 2008, 2011）。「アーツ」を「ファインアーツ（芸術）」と定義するか、それとも、「アーツ」概念を芸術のみならず広義に解釈するのかは、国内外では多様な見解がある（胸組、2017：p.iii）。女性の積極的なキャリア発達の重要性を唱えるアメリカの女性研究者・学校コンサルタントで、大学院の主専攻は技術・エンジニアリング教育であったYakman女史（2008）は、アーツは、ファインアーツ（芸術）のみならず、Physical（体育・ダンス表現・ドラマ表現）、Manual（手芸）、Language & Liberal（including; Sociology, Education, Politics, Philosophy, Theology, Psychology History & more...）（ランゲージとリベラルアーツ）といったように、広義に解釈している。本稿筆者らは、YakmanのようにSTEAMのアーツは広義に解釈して、実践研究を進めている。

STEM教育は、イギリスやアメリカのように、国策としてのイノベーション振興と充実を目指す教育運動で、中央・連邦政府と市民との「ガバメント」構造で議論されることが多い、一方、Yakman（2008）をはじめ、STEAM教育を重視する論文や実践等では、1983年にアメリカ・ハーバード大学の心理学者ハワード・ガードナーが提案した多重知能理論がよく引用されるとともに、教育課程における育成すべき資質・能力を多面的・多角的に捉え、各教科等の内容と時数のバランスの取れた教育実践（balanced curriculum）を重視する。「学（science）」と「術（arts）」とのバランスと、科学技術が発達し、現代化が進む民主主義社会における、多様な価値観と利害関係を有する主権者同士の自由意思による議論（アーギュメント）・テクノロジーの事前評価（アセスメント）・意思決定・選択と、多様な国民各層・各役割の「協働統治（ガバナンス）」に基づく管理・運用を重視する。さらに、アメリカのSTEAM教育は、草の根的な教育実践が展開されている。

本稿の第1著者は、仲尾ライターによる日本経済新聞（2017）「STEAM 教育芽吹く」に記事作成に1ヶ月以上にわたって協力をした。この記事で、STEAM 教育について解説した。アーツには芸術のほか、主権者に必要な知的能力を伸ばすリベラルアーツ、多様な文化集団の中で自分の考えを伝えて協働する際に必要なランゲージアーツの意味もある。

STEAM 教育は、アメリカをはじめ、韓国において活発な実践がなされている（Yakman, 2011; Kong & Ji, 2012, 2014 ab; HyunJu et al., 2016; 内閣府男女共同参画局, 2016）。前述した Yakman は、韓国教育省に招聘されて、STEAM 教育の普及に貢献している（Yakman, 2011）。一方、韓国は、Yakman の STEAM 概念を参考にしながらも、韓国に根ざした伝統文化や教育観等を重視し、「融合人才教育」と称して、韓国独自の STEAM 教育観と実践を世界に発信していることに注目する必要がある。

山崎（2015）は、STEM（STEAM）教育、プログラミング教育の鍵概念のうち、「サイエンス」「テクノロジー」「エンジニアリング」「デザイン」概念について、アメリカに本部がある国際技術教育学会（International Technology Education Association, 2013 年3月から International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA に組織変更）の概念規定を紹介している（表 1.11）。

表1.11 「サイエンス」「テクノロジー」「エンジニアリング」「デザイン」概念 [出典: ITEA (International Technology Education Association): Standards for Technological Literacy – Content for the Study of Technology-, ITEA: Reston, VA, USA, 248p. (2000), 国際技術教育学会著・宮川秀俊・桜井 宏・都築千絵編訳: 『国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 技術教育からの改革』, 教育開発研究所, 302p. (2002) の和訳を基に、筆者が再構成]

Technology (技術) (ITEA, 2000: p.242)

1. Human innovation in action that involves the generation of knowledge and processes to develop systems that solve problems and extend capabilities. 2. The innovation, change, or modification of the natural environment to satisfy perceived human needs and wants. (p.242) .

1. 問題解決と人間の可能性を拡大するシステムを発展させる知識とプロセスの生成を含む、人間の活動によるイノベーション。2. 認識された人間のニーズと欲求を満たすための、自然環境に対するイノベーション、改変、修正。

Technological Literacy (技術リテラシー) (ITEA, 2000: p.242)

The ability to use, manage, understand, and assess technology.

技術を使用、管理、理解、評価する能力。

Science (科学) (ITEA, 2000: p.241)

The study of the natural world through observation, identification, description, experimental investigation, and theoretical explanations.

観察、問題の明確化、記述、実験に基づく調査、理論的説明を通じた自然界の研究。

Mathematics (数学) (ITEA, 2000: p.239)

The science of patterns and order and the study of measurement, properties, and the relationships of quantities; using numbers and symbols.

数や記号を用いて行う、「パターンと規則の科学」と「量の測定・性質・関係についての研究」。

Engineer (エンジニア) (ITEA, 2000: p.238)

A person who is trained in and uses technological and scientific knowledge to solve practical problems.

実際の問題を解決するために、テクノロジーとサイエンスの知識を活用し、専門職として研鑽する人 (下線は筆者挿入)。

Engineering (エンジニアリング) (ITEA, 2000: ITEA, 2000: p.238)

The profession of or work performed by an engineer. Engineering involves the knowledge of the mathematical and natural sciences (biological and physical) gained with judgment and creativity to develop ways to utilize the materials and forces of nature for the benefit of mankind.

エンジニアが従事する専門職または仕事 (下線は筆者挿入)。エンジニアリングは、人類の利益のために、自然の素材と力を利用するための方法を開発するための判断と創造性を得る際に、数学と自然科学（生物的、物理的）の知識を活用する。

Engineering design (エンジニアリングデザイン) (ITEA, 2000: p.238)

The systematic and creative application of scientific and mathematical principles to practical ends such as the design, manufacture, and operation of efficient and economical structures, machines, processes, and systems.

効率的で経済的な構造、機械、プロセス、システムのデザイン、製造、操作などのような、実際の最終目標 (practical ends) のための、科学及び数学原理の体系的で創造的な活用。

Design (デザイン) (ITEA, 2000: p.237)

An iterative decision-making process that produces plans by which resources are converted into products or systems that meet human needs and wants or solve problems.

人間のニーズと欲求あるいは問題解決を目的とし、資源を製品やシステムに換える際の計画を生み出すための反復的な意思決定プロセス。

Design process (デザインプロセス) (ITEA, 2000: p.237)

A systematic problem-solving strategy, which criteria and constraints, used to develop many possible solutions to solve a problem or satisfy human needs and wants and to winnow (narrow) down the possible solutions to a final choice

人間のニーズと欲求の満足や問題解決のために、評価規準（クライテリア）と制約条件を明確化しながら、対処し得る選択可能な解決アイデア策を複数生み出し、その中から最終的な一つのアイデアを選択するための、体系的な問題解決方略。

前述したように、技術創造立国である我が国のイノベーションを支える「ものづくり」は、レーダーチャートで表現すると「テクノロジー」、「テクニク」、「スキル」の3側面が、正三角形のように調和が取れていることが強みである。他国に比べると、我が国のSTEM教育、STEAM教育の理解や実践は、萌芽期である。我が国特有の「ものづくり」概念を生かし、日本の伝統と文化を生かした我が国発の「デジタルものづくり」教育、「IoT（モノとモノをインターネットでつなげる）」教育、プログラミング教育といった、STEM教育、STEAM教育の新たな概念を、世界に発信していきたい。

1.7 幼稚園から高等学校までを一貫した「情報・システム・制御に関する技術」の鍵概念と「技術的課題解決プロセス」の教育段階別学習到達水準表

2017年告示小学校学習指導要領総則編（文部科学省，2017a：p.51）では、「情報活用能力は、各教科等の学びを支える基盤であり、これを確実に育んでいくためには、各教科等の特質に応じて適切な学習場面で育成を図ることが重要であるとともに、そうして育まれた情報活用能力を発揮させることにより、各教科等における主体的・対話的で深い学びへとつながっていくことが一層期待されるものである。」と明記している。各教科等の「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」を、情報ツールとしてコンピュータを使ったプログラミング学習をすると共に、プログラミング体験を通して、プログラミング言語の個別的知識の枠に留めるのではなく、「サイエンス」「テクノロジー」「エンジニアリング」「デザイン」「デジタルリテラシー」概念の基礎を、実感的な理解を伴いながら学ぶ必要がある。

大森ら（2017）は、「表1.2 プログラミング教育で育成する資質・能力」で示された三つの柱を考慮し、幼稚園から高等学校までを一貫した「情報・システム・制御に関する鍵概念と教材例」及び「技術的課題解決過程」を提案している（表1.12）。

表1.12 幼稚園から高等学校までを一貫した「情報・システム・制御に関する技術の鍵概念と教材例」及び「技術的課題解決過程」の教育段階別学習到達水準表

	鍵概念と教材例		技術的課題解決過程			
	コンピュータと初級利用	プログラミング	創造の動機	設計・計画	制作	成果の評価
幼稚園	<ul style="list-style-type: none"> 遊具としての情報技術の活用への親しみ、ごく簡単なプログラミングの体験と親しみ コンピュータやProgrammable Toyの起動・終了 先生と一緒に、コンピュータやインターネットを使った遊び 	<ul style="list-style-type: none"> 遊具用・教材用のコンテンツやロボット（ブロックおもちゃなど）を使って、先生と一緒に組み立てたり、動かしたりしたりして遊ぶこと 	<ul style="list-style-type: none"> Programmable Toy等との遊びで、自分が実現したい動作に対しての、思いや願いを持つこと 	<ul style="list-style-type: none"> 情報技術の活用による遊びで、自分の思いや願いをふくらませるための手順についての、イメージと見通しの萌芽 	<ul style="list-style-type: none"> 決められた時間や決まりを守って、コンピュータやネットワークを遊具とした遊び 先生や友達と一緒に、遊びを豊かにするための、動作内容の試行・工夫 先生や友達と一緒に、遊びを豊かにするため、活動の簡単な手順の確認 	<ul style="list-style-type: none"> 遊具としての情報技術機器の活用への親しみ 情報技術を活用して、事前に思い浮かべた動きと、実際の動きを比べ、その違いへの気づき
小 低 学 年	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステムやネットワークの活用に対する関心の萌芽 自分の思いや願いの実現や、調べるために、先生と一緒に、インターネットサイトなどの閲覧 	<ul style="list-style-type: none"> 自分の思いや願いを込めた動作の実現を学習課題として、アニメーションなどの動的コンテンツのプログラムの作成し、自分の目指す動作を実現すること 自分の思いや願いを込めた動作の実現を学習課題とし 	<ul style="list-style-type: none"> Programmable Toy等を用い、自分の意図する一連の動作を実現させたいという思いや願いを持つこと 	<ul style="list-style-type: none"> 目的に応じた、ソフトウェアの選択と活用 必要に応じてブラウザ等のソフトを起動し、学習に用いるインターネットサイ 	<ul style="list-style-type: none"> 自分が意図する動作を実現するための活動手順を知り、一連の手順を意識した制作活動 班やグループによる、協力した制作活動 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステム、ネットワークの活用、ごく簡単なプログラミングに対する親しみと好奇心の萌芽 事前に思い浮かべた動きと、実際の動きを比べ、その違いへの気づきと修正、言語活動充実（主語と述語、比較の観点、判

第1章 小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程基準

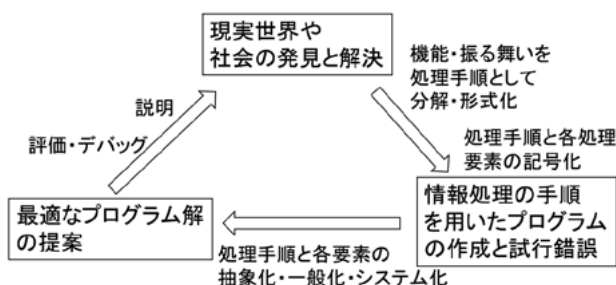
	自分のやりたい目的に見合うソフトウェアの選択と使用	て、教材用ロボットを組み立てて、モータの回転の時間や速さなどを変える易しいプログラムの作成で、ロボットの動きを変えられること		トなどへの閲覧・動かしたい対象や意図する一連の動きについての口頭発表と説明	コンピュータシステム、ネットワークの活用、情報コンテンツ制作への関心の萌芽	断と理由、時系列等)のための発表と意見交換・ルールやマナーを守った、情報技術機器、教材用ロボットの適切な使用、学習の振り返り、改善
小 中学 年	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステムやネットワークの活用に対する親しみの深まり データの適切な保存または、格納、再生 検索エンジンなどを用いた、必要な情報収集 収集した情報の適切性に関する易しい評価 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータを活用し、課題解決するために、処理手順を考える必要性に気付くこと 教材用ロボットを組み立てて、目的とする動作を実現する課題を達成するために、タイル型のプログラムを作成するために、順次・条件分岐・反復の情報処理の手順を活用すること 	<ul style="list-style-type: none"> 自分が作りたいコンテンツや作品について、その内容や制作目的、ねらいについて、他者への伝達と表現 	<ul style="list-style-type: none"> 目的に応じたソフトウェアの選択と、適切な使用 制作に必要な情報を、インターネットによる収集 制作したいコンテンツに関する見通しを持つための構想 自分が意図する活動を実現するための、発想やアイデアに対する関心の萌芽 動かしたい対象や動きについての、図示による説明 	<ul style="list-style-type: none"> 制作に対して、自分の力で粘り強く最後まで成し遂げる努力と試行錯誤 必要に応じて、他者に助言を求め、協同的な学び合い コンテンツや教材用ロボットを完成させるために、活動の手順、見通し、実行、評価・改善を重視した活動 実現したいコンテンツやロボット動作、構想・計画、実行、改善を繰り返すによる試行錯誤 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステム・ネットワークの活用や、簡単なプログラミングに対する親しみと好奇心の深まり アイデア創造・工夫の達成感についての発表と意見交換、言語活動充実(判断と根拠、条件、簡単な科学・技術用語や概念等の使用)のための発表と意見交換 自分の情報と他者の情報を大切に、情報を許可なく流出しないようにすること 他者の作品を尊重し、その良さを見付ける評価 構想・計画・制作工程について、当初の見通しと、実際の成果の照合、改善点の検討 制作過程で、意図しない動きをしたプログラムについて、その原因を探究し、次の制作に活かすこと
小 高学 年	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステムやネットワークを活用した問題発見・解決に対する興味の伸長 データの適切な保存と格納・再生 収集した情報の適切さについての検討と判断 ネットワーク上のルールやエチケット・特性を理解し、電子メールやWeb ページによる情報発信・収集 	<ul style="list-style-type: none"> 教材用ロボットを使って、課題の目的を児童が主体的に設定し、4、5人の班を構成して、仲間と協力し簡単なロボットの構想・設計・製作と、制御プログラムの作成・工夫で、課題を解決すること プログラムを効率良く記述し、誤りを最小限にとどめる設計方法論として、構造化プログラミングがあり、処理手順は、順次・条件分岐・反復の組み合わせの記述を知ること 処理手順を視覚的に明確化するために、簡単なフローチャートを作成できること 	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決のために、自分が意図する思いや願いと共に、園児や低学年児童等の他者(ユーザー)視点で、作りたいコンテンツや作品を構想し、企画書としてまとめること 	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決のために、他者(ユーザー)視点で、自分が制作するコンテンツや作品について、作品の内容(動きや見た目等)や制作目的、制作・処理手順・工程について資料にまとめ、説明すること 目的に応じたソフトウェアの選択と適切な使用 制作に際し、必要な情報に関するネットワークを通じた複数の収集 決められた時間的制限の中で、成果が出るよう、手順(工程と段取り)計画を立てること 	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決に必要な、不足している情報を収集することができること 必要に応じて他者に積極的に助言を与えることができること 制作経験を基に、立案した手順・工程に基づいて、活動し、評価・改善をしていくこと 制作について他者に説明し、工夫点についての意見を聞き、互いの情報を共有し、より良い制作に活かすことができること 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステム・ネットワークの活用や、簡単なプログラミングによるアイデア形成、工夫・創造への親しみと好奇心の深まり アイデア創造・工夫の達成感についての発表と意見交換、言語活動充実(演繹法や帰納法などの論理的表現、規則性や決まりなどを用いた表現、科学・技術用語や概念等の使用)のための発表と意見交換 完成した作品を必要に応じてネットワークに公開(アップロード)すること 作品の公開に際し、公開する情報の適切性について慎重に検討すること、自分の情報と他者の情報を大切に、情報を許可なく流出させないようにすること 他者(第三者を含む)の作品を尊重した相互評価と学び合い 活動記録をとりつつ、発表を通じた自己評価と相互評価
中 学 校	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステムとネットワークシステムなどの情報技術が、生活や社会を支え発展させている役割 ハードウェア、ソフトウェアの種類とシステム 文字や音、画像など質の異なった情報の、デジタル化による統合的な扱いの利点 静止画や動画のコンピュータへの取り込みと加工・編集 コンピュータの主要構成要素(入力・記憶・制御・演算・出力)についてのそれぞれの役割 著作権や情報モラルに留意し、電子メールやWeb ページの適切な活用と、必要な情報の取捨選択や収集 コンピュータシステムやネットワークを利用した技術の最適化、技術の適切な評価・管理・運用、改良・応用 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータや情報技術の活用と、情報コンテンツのプログラミングが、生活や社会を支え発展させている役割 コンピュータを活用し、順次・条件分岐・反復といった、情報処理の手順を考えた、情報コンテンツのプログラミング 計測・制御システムの構成と働きを知ると共に、目的とする技術課題を解決するために、順次・条件分岐・反復といった、情報処理の手順を考えたプログラミング コンピュータや情報技術を活用したプログラミングによる技術の最適化、技術の適切な評価・管理・運用、改良・応用 	<ul style="list-style-type: none"> 技術の問題発見・解決プロセスを意識した課題設定と、情報コンテンツ、制作品に関連する必要条件と制約を明確にした取り組み 技術の問題の明確化、課題設定から活動のまとめ・提案までの手順・工程を、図表等による表現 	<ul style="list-style-type: none"> 自分が作りたい情報コンテンツ・作品の・アイデア、構想・計画表等による表現 自ら提案する情報コンテンツや作品の、具体的な工夫・改良点の説明・表現 使用する素材、安全、費用など、トータル・オプティミズド結果を活かした構想・計画 構想・計画段階における情報処理の手順の視覚的表現 	<ul style="list-style-type: none"> 生活や社会を支え発展させるという視点から、情報技術の活用、情報コンテンツのプログラミング、情報コンテンツを創造するための実践・評価・改善 小学生の時からこれまでの作品作りの経験を基に、創造・工夫を取り入れた手順・工程も基づく活動実践 活動や作品の工夫点や改善点について、意見を出し合い、共有した情報を基に、学び合いによる新たな方策の見いだし 	<ul style="list-style-type: none"> 生活や社会を支え発展させるコンピュータシステム・ネットワークの活用や、基礎的なプログラミングによるアイデア形成力、工夫・創造力、情報化社会への参画力 生活や社会を支えるエンジニアや情報技術産業のキャリアへの関心 アイデア形成、創造・工夫の達成感についての発表と意見交換、言語活動充実(演繹法、帰納・類推法などの論理的表現、規則性や決まりなどを用いた表現、科学・技術用語や概念等の文脈)のための発表と意見交換 制作した作品の他者への発信と、その効果に関する自己評価及び、相互評価 発明・工夫及び、情報は、自他の権利があることを知り、学習活動や日常生活で、それらの権利を尊重して活用すること 知的財産権制度の目的及び、役割に関する理解と表現
	<ul style="list-style-type: none"> 情報のデジタル化の優位性に関する説明 コンピュータを利用した、二つの画像の合成や、画像、音、動画を含む 	<ul style="list-style-type: none"> 中学校までのプログラミング経験の実態等を考慮し、タイル型及び/または、テキスト型プログラミング 	<ul style="list-style-type: none"> 課題探究学習プロセスを活用し、問題の発見・解決に、プレイナストーミング 	<ul style="list-style-type: none"> 課題探究プロセスによる、情報技術とプログラミングを活用した課題の遂行とコンテンツ 	<ul style="list-style-type: none"> 課題探究プロセスと、持続的発展が可能な社会を支えるという視点から、情報技術とブ 	<ul style="list-style-type: none"> 課題探究のプロセスと成果報告書の作成、発表会の実施し、情報技術の活用と情報コンテンツのプログラミングによる課題探究学習過程を、生涯学習で活用する方法の提案

高 校	<ul style="list-style-type: none"> ・情報コンテンツの編集と表現 ・コンピュータ内での情報処理の仕組みに関する説明と理解 ・情報通信ネットワークを安全に利用するために、ユーザーの立場からの情報セキュリティの確保 ・情報社会の進展と情報技術との関係の歴史的理解・説明、AI等の情報技術、IoT関連情報技術に関する適切な評価・管理・運用、改良・応用 	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング言語により、問題をシステムとして構造化した問題解決 ・分類や検索などのアルゴリズム（処理手順）の活用、それらのアルゴリズムの比較・検討・評価 ・問題解決の処理を自動化するアルゴリズムの構想、計算量や計算可能性の概念と、アルゴリズムの実用性の判断 ・モデル化とシミュレーションの概念、問題解決に必要なモデルの構築とシミュレーションの実行・評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・などの創出技法や多様な調査技法を取り入れながら、情報技術とプログラミングを活用した課題の遂行、コンテンツや作品に関連する必要条件と制約を明確にした、課題への取り組み ・課題設定から活動のまとめ・提案までの手順・工程を、図表で表現し、自己評価・他者評価による、手順や工程の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ・ツ・作品に関連する必要条件と制約を満たす工夫点の明確化 ・機能や構造などを要素・要因に分解し、要素間の構造の明確化 ・事象のモデル化とシミュレーションの概念理解と表現、問題解決に必要なモデルの構築とシミュレーションの実行、モデルの評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミングの活用と、情報コンテンツを創造するための実践・評価・改善 ・製作段階の途中で中間評価・発表会の実施、寄せられた意見を基に、設計や手順・工程を変更や、新たな方策の導入 	<ul style="list-style-type: none"> ・制作した情報コンテンツ作品の他者への表現・伝達、その効果に関する確かな自己評価と相互評価 ・Webページで得た情報に関する信頼性・信憑性の観点からの評価 ・生活や社会を支えるエンジニアや情報技術産業のキャリア・就業への関心とガイダンス ・これまでの学習の振り返りによる学習の総合化と、生涯にわたる情報社会への公正な参画
--------	---	---	---	--	---	---

同論文では、「カリキュラム・マネジメント」の視座から、先導的で優れたプログラミング教育を展開している東京都品川区立京陽小学校の同校サイトで公開中の8事例中6事例(URLは本稿末尾[文献]で明記)を、「表1.12 幼稚園から高等学校までを一貫した『情報・システム・制御に関する技術の鍵概念と教材例』及び『技術的課題解決プロセス』の教育段階別学習到達水準表」の対応関係について調査し、プログラミング学習において育成すべき資質能力、目標・内容・方法・形態、学習評価を一体化させた「参照基準」の活用が重要であることを論述した。

技術・情報教育における学びの本質にせまっていくには、「単にコンピュータ等を利用するというではなく、情報の特性や情報技術の特性、問題発見・解決の手法等に関する科学的な理解の基礎の上に、情報モラル等にも留意した合理的な判断に基づいて、プログラミング、モデル化とシミュレーション、情報デザイン等の情報を扱う方法を適切に適用すること（中央教育審議会教育課程部会情報ワーキング専門部会，2016：

尾崎ら（2016）と山崎ら（2017a）は、「CT（Computational Thinking，プログラミング的思考力）」に必要な技術・情報学習過程に必要な資質・能力として、図1.1を提案した。近年、教育・学術関係者等からは、「プログラミングにおける情報・技術学習過程に必要な資質・能力（技術・情報モデリング能力）」と「数学的モデリング過程」との類似性と差異性についての研究や実践の推進が指摘されている。そこで、「プログラミングにおける情報・技術的モデリング過程（図1.1）」「数学的モデリング過程（西村，2011：p.23の図1-9）」を図1.2に示す。洗練された課題解決には、教科領域固有知識・スキルと共に、課題解決プロセス・コンテンツと、現実世界や生活・社会との繋がり、学習する意味を実感的に理解できる、コンテキスト（文脈）が必要である。



p. 2)」が重要である。

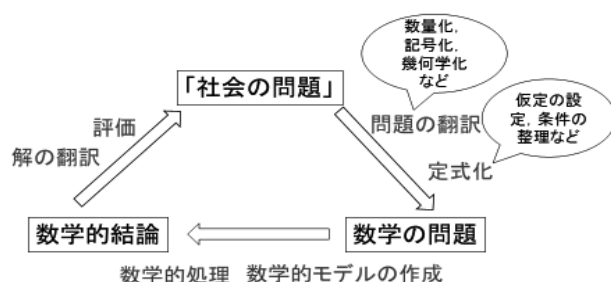


図1.2 数学的モデリング過程

図1.1 「プログラミング的思考力」に必要な技術・情報モデリング能力【出典：尾崎裕介・大森康正・上野朝大・磯部征尊・山崎貞登（2016）数学的、技術的、科学的モデリング概念の比較からの「プログラミング的思考力」概念に関する基礎的検討、日本産業技術教育学会第28回北陸支部大会（福井）講演論文集（2016.11.5）、p.7.]

出典：西村圭一：数学的モデル化を遂行する力を育成する教材開発とその実践に関する研究、p.23の図1-9、東洋館出版社（2011）

1.8 小学校プログラミング教育の専科指導教員配置と中学校技術分野、高等学校情報科専科教員との連携の必要性

日本教育新聞(2018年1月22日)1面において、松野博一・前文科相は、「教育現場が複雑化する中で、定数改善や外部人材・サポートスタッフの充実は不可欠だ。学校の職制にもよるが、少なくとも小学校では専科指導教員、中学校では部活動指導員を拡充していくことが第一だと考えている。」と述べている。筆者らは、研究協力者をはじめ、多くの学校研究者と協働研究をしている。小学校英語とプログラミング教育の専科指導教員配置及び、中学校専科教員との連携・協働、小学校プログラミング学習における中学校技術分野、高等学校情報科専科教員との連携の必要性については、学校からの要望も極めて強く、山崎ら(2017)の小論で詳細に言及したので、本稿で要点を抜粋したい。

2016年10月6日開催の「中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会(第21回)」の「配付資料5 指定都市教育委員・教育長協議会 御発表資料」のうち、プログラミング教育に関する意見書(9)の抜粋を、表1.13に示す。

表1.13の①は、各学校の温度差が生じることへの危惧が表明されているために、最低基準と参照基準としての性格を有する学習指導要領、総則、各教科等の解説で、小・中・高校各校種間と児童生徒の心身の発達水準に対応した、プログラミング学習の目標、内容、指導計画と内容の取扱いを具体的に明記した方が望ましい。表1.13の①では、「小中連携の面から、小学校『家庭科』を小学校『技術・家庭科』とし、プログラミング学習を行うなど。今後、小中一貫校や義務教育学校が拡大していくことから、中学校の技術科の教員を活用することにもつながると考える」という意見が表明されていた。

なお、小学校プログラミングに関する意見書は、「全国市町村教育委員会連合会(第21回)」、「新経済連盟(第22回)」、「全国都道府県教育長協議会(第23回)」、「日本教育大学協会(第23回)」、「全国都道府県教育長協議会(第23回)」、「全国教育管理職員団体協議会(第23回)」、「中核市教育長会(第24回)」と、計7団体が提出した。

表1.13 指定都市教育委員・教育長協議会(第21回)のプログラミング教育に関する意見書(出典：
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/10/12/1378117_5.pdf)

7. プログラミング教育について

- ① 単元を各学校が位置付けて実施となると、学校によって温度差が出るのが危惧されるため、より具体的に位置付けて示してほしい。(例えば、小中連携の面から、小学校「家庭科」を小学校「技術・家庭科」とし、プログラミング学習を行うなど。今後、小中一貫校や義務教育学校が拡大していくことから、中学校の技術科の教員を活用することにもつながると考える。)
- ② 小学校段階における実施例が示され、各教科等との関連的な指導の中でプログラミング的思考を育んでいくとのことであるが、「プログラミング」という言葉から受け取る一般的なイメージとのギャップは否めず、現に、プログラミング入力ソフトを活用した学習という偏った授業イメージが広がりつつあることが危惧されるため、丁寧な説明が必要である。
- ③ プログラミングの思考を補助する教具や、情報技術を手段として活用できるようにするために日常的にICTを活用するための環境整備など、財政支援もあわせてご検討いただきたい。

関係各団体からの意見の論点は、次の4点に集約される。

第1点は、小学校段階のプログラミング教育では、誰が、どのような教科等で、どのような教材、教育方法で教えるのか、指導体制、指導方法、教材研究や具体的な教材解釈・教材開発の課題である。

第2点は、小学校プログラミング教育の目標、内容等についての教育課程基準の必要性である。参照基準が示されていないことや、各学校のカリキュラム・マネジメントと教材研究の参照基準の役割も果たす指導資料の作成の要望に関する意見が多かった。

第3点は、小学校段階の「プログラミング教育」と「プログラミング的思考」とは何かの本質、目標、内容、両方の関係性の明確化である。

第4点は、「プログラミング的思考」を育成するための教具、IT 手段を日常的に使用できる環境整備、財政支援といった「条件整備」である。

第1章 小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程基準

文科省の免許外教科担任制度の在り方に関する調査研究協力者会議は、2018年1月15日、第1回会合を同省内で開催した。同会合の配付資料や議事録は本稿執筆時点では未公開であったために、本稿では、教育新聞（2018b）の2018年1月22日1面の記事から引用する。

2016年度では、免許外教科担任の全国の許可件数は、中学校では家庭、技術、美術科などを中心に7190件、高校では、情報、公民、福祉科などで3760件であった。

免許所持者の不足を指摘する4道県教委の実態が示されたようである。中学校美術、家庭、技術、高校普通教科情報科では、授業時数が極端に少ないために、教育新聞（2016）、同（2017）の「平成29年度（28年度実施）及び平成30年度（29年度実施）公立学校教員採用選考実施状況」によると、前述した教科では、各都道府県等の教員採用試験合格者は、他教科に比べると著しく少ない。多くの県等は、家庭や技術の合格者がわずか1名である。国立大学法人の教育学部や教育大学の大半は、学部入試を教科等別ではなく、いわゆる一括募集・くくり募集で選抜し、学部2年次で教科等の専修コース等分けを実施する。学部1年次生は、各県等の教員採用試験の実施状況を知り、中学校美術、同家庭、同技術、高校情報の免許取得を断念する学生も少なくない。

都道府県や政令指定都市教委では、同校種における複数免許の取得を推奨して教委が多い。一方では、前述の教科では教育職員免許法で定められた各科目区分で「実習を含む」。小学校1種免許を取得する他に、5教科（国、社、数、理、外国語）の何れかと、中学校や高校の美術、同家庭、中学校技術、高校情報の教科免許を取得しようとする、学部の教育課程編成が過密になっているために、学部4年間で免許が取得できない事例も多い。例えば、中学校技術科免許取得を目指す学部生は、中学数学や理科の免許を取得する学生もいる。卒業後、採用された中学校教員の教員研修は、数学や理科の教員研修の充実が優先されて、中学校技術の教員研修体制や機会が充分ではないといった実態が、全日中技・家研（全日本中学校技術・家庭科研究会）等（2014）及び同（2016）等から明らかになっている。

中学校美術、家庭、技術の各教科専任教諭の配置に関する現況に関して、松永（2012）は、現行（2008年告示）中学校学習指導要領の教育課程下における東京都公立中学校小規模校の実技教科配置に関する研究として、全学年合計10学級以下（特別支援学級を除く）の小規模中学校の正規採用教員の配置率を調査した。95校中、音楽5校（5.3%）、美術28校（29.8%）、技術14校（14.9%）、家庭64校（68.1%）であった。

山崎ら（2017a）で詳細に述べたように、文部科学省（2004）の「学校教員統計調査」によると、中学校教諭の週教科等担任授業時数〔授業計画に基づく平常の週における1週間の教科等担任授業時数（「道徳」（「宗教」をもって「道徳」に代える場合を含む。）、「特別活動」及び「総合的な活動の時間」を含む。）を、単位時間により合計したもの〕は、17.0時間であった。本研究では、2004年以降の中学校教員の1週間の教科等担任授業時数を示すデータ入手は、できなかった。そのため、近年の担当授業時数の正確なデータはないが、一般的には1週間で18～20授業時間を担当する教員が多いようである。2016年度の文部科学統計要覧（文部科学省、2016）によると、全国の中学校数は10,484校、クラス数は122,736クラスで、1中学校の全クラス数は約11.64クラス、1学年あたりのクラス数は3.88クラスであった。そのため、2008年告示（現行）中学校学習指導要領の授業時数が少ない家庭分野、技術分野（第1、2学年で35時間、第3学年で17.5時間）では、週当たり17.0時間前後を担当するには、1学年6クラス以上ないと他教科相当の専科授業時間を担当できない。

教員定数法で、中学校の単学年あたり4～5クラス以下であると、音楽、美術、家庭、技術の4専科教員配置は、極めて困難な現状があるという。音楽は、時数が少なく、種々の諸課題を抱えているようであるが、音楽専科の教科担任が不在になると、学校の行事等に深刻な影響を及ぼすために、音楽専科の担任を優先的に確保できても、他の3教科全ての専科教員を常勤で確保するのは、難しいようである。

加藤（2015）は、2009年度全国公立中学校美術科教員配置状況調査結果について考察した。本務教員未配置比率（%）は、高い順から岩手県（51.56）、沖縄県（50.33）、鹿児島県（44.53）、福島県（43.32）、大分県（40.32）であった。県等教委の中には、教員免許状を有する教員を、複数校兼務する実態もある。2校兼務や3校兼務する教員は、学級担任を引き受けられなかったり、校務分掌活動に参画できなかったりする場合も多い。

以上、述べてきたように、教員定数法の制約で、教科授業時数の少ない小学校図画工作科・中学校美術科、小学校家庭科、中学校技術・家庭科の専科教員が確保できないために、免許外教科担任や2校3校兼務教員が増加している現状があるという。

山本利一ら(2017)は、小・中学校間のプログラミング教育、家庭科教育、図画工作科と技術のものづくり教育の連携・一貫について、技術・家庭科教育の観点から、さいたま市における小・中学校一貫教育の現状と課題をまとめた。山本らは、小・中学校一貫教育の7都県での調査をもとに、先進的に小中一貫教育を進めているさいたま市を事例に、組織的に進めている具体的な取り組みを整理した。また、中学校技術・家庭科担当教員が小学校との兼務でどのような支援活動を行っているのか、これらの取り組みをどう思っているのかに関する聞き取り調査を行った。さらに、小・中学校一貫教育を効果的に推進するための提案と対策を示し、得られた知見を以下の4点に集約した。

- 1) 小・中学校一貫教育は、中1ギャップなどの課題解消に寄与が期待できる。
- 2) 小・中学校一貫教育を効果的に進めるには、担当者同士の打ち合わせが不可欠で、これらの時間を確保することが難しい。これらのことから教員は負担が大きいと感じている。
- 3) 教員間の連携を深めるためには、学校間の組織的な打ち合わせの時間が必要である。
- 4) 小学校教員免許状を有さない中学校技術科教員が小学校で指導できるように、教育職員免許法(教免法)第16条の5第1項で示す指導可能な教科等を拡大することが必要である。

1.9 プログラミング教育における小・中・高校を一貫した教育課程と CPD(継続的な教員の専門職能発達)の充実を図るための教科等時数と内容の調和と条件整備の必要性

筆者らは、山崎・磯部(2016)、山崎ら(2017a)等で繰り返し述べてきたが、情報技術は、「(CT)プログラミング的思考」のように、あらゆる職業や社会活動に従事しても時代に不易な資質・能力とともに、常に変化を続ける技術についての「CPD(継続的な教員の専門職能発達)」が求められる。特に、小学校段階の技術・情報教育では、前述したように、中学校、高等学校普通教科情報、専門学科、NPO、民間企業との連携と条件整備が配慮されなければならない。

海外のプログラミング教育を含む技術・情報教育では、「CPD(継続的な教員の専門職能発達)」と、各校種、NPO、民間企業等との連携が極めて重視されている。例えば、イギリスでは、技術・情報教育関係者の教員研修・協会組織として、ITTE(The Association for Information Technology in Teacher Education, 英国情報技術教師教育協会)(URL)と、DATA(Design and Technology Education Association)(URL)がある。第1筆者は、長年、DATAの会員であり、同協会本部の現地調査や同協会会長との現地及び日本での面談経験を有している。DATAとITTEは共に、協会の最重要活動の一つに「CPD(継続的な教員の専門職能発達)」を掲げ、活発に展開している。

一方、文部科学省(2017c)は、2017年11月17日に、教職課程コアカリキュラムを公表した。筆者らは、長年、教職課程コアカリキュラムの導入を要望してきたため、今回の導入に賛成である。同カリキュラムでは、3頁「(4)教職課程コアカリキュラムの活用について」で、「**教職課程の質保証や教員の資質能力の向上のためには、教員を養成する大学、教員を採用・研修する教育委員会や学校法人、教育制度を所管する文部科学省等の各関係者が認識を共有して取組を進める必要がある**」と書かれている。アメリカとイギリスでは、1990年代から、技術・情報教育のみならず、全教科等でいわゆるスタンダードとカウンタビリティの導入による現代教育改革がされている(例えば、松尾, 2010)。

本稿の第1著者は、イギリス・スコットランドでの在外研究経験を有するが、現地の教育課程編成では、「各教科の時数と内容のバランス(MacClelland, 1992: p.3)」が鍵語である(山崎・磯部, 2016: p.43)。イギリス4地域(イングランド、ウェールズ、スコットランド、北アイルランド)の教育課程に限らず、各国ともに、**「CPD(継続的な教員の専門職能発達)」を重視し、各教科の専門性を生かしたCPDの条件整備のために、各教科の内容と時数のバランスを重視(balanced curriculum)していることを、再度指摘したい。**

山崎・磯部(2016: p.43)と山崎ら(2017a)で述べたように、「総合的学習」における課題探究活動の重要性は論を俟たない。しかし、本稿1.3で指摘した通り、「総合的な学習の時間」については、育成すべき能力目標、内容、学習評価基準の国家基準が具体的に定められておらず、各学校に委ねられているために、当初の趣旨・理念が必ずしも十分に達成されていない状況も見られる。そこで、音楽科、図画工作科・美術科、技術科、家庭科の授業時数を回復すると共に、各教科における「総合的学習」の機能充実を図り、学校教育課程全体のカリキュラム・マネジメントを向上する方策も考えられる。

OECDでは、1980年代に学校教科の統合・再編等の論議が進み、我が国においても、1990年代に中教審や学術会議等における「総合的な学習の時間」の導入に関する議論の際に、教科の統合・再編等の課題が話

題になった。1990年代に、スコットランド、カナダのブリティッシュ・コロンビア州等で、大教科群が導入された。しかし、スタンダードとアカウントビリティ推進に伴い、「CPD（継続的な教員の専門職能発達）」と各教科の内容と時数のバランスが重視（balanced curriculum）されている。「CPD（継続的な教員の専門職能発達）」を重視し、各教科の専門性を生かしたCPDの条件整備の充実が図られている。少子化・過疎化が進む中、小・中学校の統廃合や学級数の減少が進み、定数法による専科教員の確保が困難になってきている。さらには、小・中学校一貫教育や連携教育といった課題にも直面している。

中教審（2016）の答申の27頁で指摘された、「1. 育成を目指す資質・能力についての基本的な考え方」から、CPDの一層の推進と各教科の内容と時数のバランスの重視（balanced curriculum）のために、「総合的な学習の時間」の見直し及び、音楽、図画工作・美術、家庭、技術への時数移行を含め、各教科等構成の内容と時数のバランスについて、喫緊かつ不断の見直しが求められていると、筆者は考えている。

【文献】（URLは2018年1月25日に最終閲覧）

- 1) (株) ベネッセコーポレーション（URL）（2018年1月17日にアクセス）「プログラミング教育で育成する資質・能力の評価規準（(株) ベネッセコーポレーション）
<https://beneprog.com/2017/05/26/standard01/>
- 2) CAS：<https://www.computingschool.org.uk/>
- 3) CAS：Computational thinking A guide for teachers, Nov. 2015.
<http://www.computingschool.org.uk/computationalthinking>
- 4) 中央教育審議会（以下、中教審）教育課程部会情報ワーキンググループ専門部会：「情報ワーキンググループにおける審議の取りまとめ」（2016年8月26日）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/059/index.htm
- 5) 「中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第21回）2016年10月6日開催」の「配付資料5 指定都市教育委員・教育長協議会 御発表資料」のうち、プログラミング教育に関する意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/10/12/1378117_5.pdf
- 6) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第21回）（2016年10月6日開催）「全国市町村教育委員会連合会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/10/12/1378117_6.pdf
- 7) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第22回）（2016年10月17日開催）「新経済連盟」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/10/25/1378484_8.pdf
- 8) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第23回）（2016年10月31日開催）「全国都道府県教育長協議会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/11/11/1379131_13.pdf
- 9) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第23回）（2016年10月31日開催）「日本教育大学協会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/11/11/1379131_4.pdf
- 10) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第23回）（2016年10月31日開催）「全国都道府県教育長協議会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/11/11/1379131_13.pdf
- 11) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第23回）（2016年10月31日開催）「全国教育管理職員団体協議会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/11/11/1379

131_15.pdf

- 12) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会 (第24回) (2016年11月4日開催)「中核市教育長会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/11/11/1379284_7.pdf
- 13) 中央教育審議会：幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号）平成28年12月21日（2016）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm
- 14) DATA： <https://www.data.org.uk/>
- 15) 平井聡一郎・福田晴一（監修），松田 孝・吉田潤子・原田康徳・久保田寛直・明石先生・利根川裕太・國 領二郎・サムエル・デビッドソン（著）：『小学校の「プログラミング授業」実況中継 [教科別] 2020年から必修のプログラミング教育はこうなる』，技術評論社（2017）ISBN978-4-7741-9103-4 C3055
- 16) HyunJu Park, Soo-yong Byun, Jaeho Sim, Hyesook Han and Yoon Su Baek : Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol.12(7), pp.1739-1753 (2016)
- 17) 飯田賢一：『一語の辞典 技術』，三省堂（1995） ISBN4-385-42204-4
- 18) 磯部征尊・山崎貞登：Design and Technology からのイングランド STEM 教育の現状と課題，科学教育研究，第39巻，第2号，pp.86-93（2015）
- 19) 磯部征尊・寺田光宏・野村泰朗・藤田太郎・上野朝大・大森康正・山崎貞登：STEM 教育の視点からのイングランドの5～16歳まで一貫した教科「コンピューティング」の現地調査，日本科学教育学会年会論文集40，pp.271-272（2016）ISSN(USB)2186-3628/ISSN-L0913-4476
- 20) 磯部征尊・藤田太郎・野村泰朗・寺田光宏・山崎貞登：イングランドにおける技術・情報教育とSTEM教育に関する現地調査，日本産業技術教育学会第60回全国大会（弘前）講演要旨集，pp.104（2017）
- 21) ITEA(Internal Technology Education Association) : Standards for Technological Literacy -Content for the Study of Technology-, ITEA: Reston, VA, USA, 248p. (2000), 国際技術教育学会著・宮川秀俊・桜井 宏・都築千絵編訳：『国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 技術教育からの改革』，教育開発研究所，302p. (2002) ISBN4-87380-331-4
- 22) ITTE： <http://itte.org.uk/wp/about-itte/>
- 23) 加藤 浩（2015）中学校における美術科教員の教員ネットワークの必要性，三重大学大学院教育学研究科修士論文
<http://miuse.mie-u.ac.jp/bitstream/10076/14781/1/2014M054.pdf>
- 24) KONG Young Tae and JI In Cheol：紙工作を通しての楽しいSTEAM教材の開発，日本科学教育学会研究会報告，Vol.27, No.3, pp.21-26（2012）<http://www.jsse.jp/~kenkyu/1203.pdf>
- 25) KONG Young Tae and JI In Cheol：韓国の小学校理科授業の分析，日本科学教育学会年会論文集，第38巻，pp.249-252（2014a）
- 26) KONG Young Tae and JI In Cheol：STEAMプログラムが科学的態度，自己効能感，科学学習動機に及ぶ教育的な効果，日本科学教育学会年会論文集，第38巻，pp.487-488（2014b）
- 27) 久野 靖・和田 勉・中山泰一（2015）初等中等段階を通じた情報教育の必要性とカリキュラム体系の提案，情報処理学会論文誌 教育とコンピュータ，Vol.1, No.3, 48-61.
- 28) 教育新聞：「平成29年度（28年度実施）公立学校教員採用選考 最終選考実施状況」2016年11月14日付録
- 29) 教育新聞：「平成30年度（29年度実施）公立学校教員採用選考 最終選考実施状況」2017年11月13日付録
- 30) 教育新聞：『「プログラミング授業は必要」 親の半数が回答』，2018年1月18日5面（2018a）
- 31) 教育新聞：「免許外教科担任制度の見直しを 協力者会議での検討開始」，2018年1月22日1面（2018b）
- 32) MacClelland, E. S.: SCOTTISH EDUCATION 5-14 a parents' guide, HMSO (1992) ISBN 0-11-

495156-X

- 33) 松永かおり：新教育課程下における東京都公立中学校小規模校の実技教科配置に関する研究，政策研究大学院大学 研修報告書 (2012) <http://www3.grips.ac.jp/~education/wp/wp-content/uploads/2014/04/201106.pdf>
- 34) 松尾知明：『アメリカの現代教育改革 スタンダードとアカウンタビリティの光と影』，東信堂 (2010) ISBN978-4-88713-954-1
- 35) 松尾知明：『21世紀型スキルとは何かーコンピテンシーに基づく教育改革の国際比較』，明石書店 (2015) ISBN978-4-7503-4135-4
- 36) 文部科学省：学校教員統計調査（平成16年度）小・中学校教育の現状について適当たり教科等担任授業時数（2004）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryo/06080916/010/002.htm
- 37) 文部科学省：『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編 平成20年9月』，教育図書（2008）
- 38) 文部科学省：『今，求められる力を高める総合的な学習の時間の展開 総合的な学習の時間を核とした課題発見・解決能力，論理的思考力，コミュニケーション能力等向上に関する指導資料』，教育出版（2011a）ISBN978-4-316-30027-6
- 39) 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター：『総合的な学習の時間における評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校】平成23年11月』，教育出版（2011b）ISBN978-4-316-30043-6
- 40) 文部科学省：「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会 一論点整理」，（2014年3月31日）
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/07/22/1346335_02.pdf
- 41) 文部科学省：「小学校段階における論理的思考力や創造性，問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議（第1回：2016年4月19日）配付資料」（2016a）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/_icsFiles/afieldfile/2016/05/06/1370404_1.pdf
- 42) 文部科学省：小学校段階における論理的思考力や創造性，問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議「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（議論の取りまとめ）」平成28年6月16日（2016b）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm
- 43) 文部科学省文部科学統計要覧（平成28年度）（2016c）http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/002/002b/1368900.htm
- 44) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 総則編（平成29年6月）（2017a）
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/07/12/1387017_1_1.pdf
- 45) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭編（平成29年6月）（2017b）
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/12/27/1387018_9.pdf
- 46) 文部科学省：教職課程コアカリキュラム（2017年11月11日）（2007c）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/126/houkoku/1398442.htm
- 47) 藤田虎丸（訳）デビッド・A・スーザ&トム・ピレッキ著：『AI時代を生きる子どものためのSTEAM教育』，幻冬舎（2017）ISBN978-4-344-91377-6
- 48) 村松浩幸：社会的課題の文脈で設定する技術の授業づくりのポイント，指導と評価 Vol.63, No.2, pp.36-38. (2017)
- 49) 内閣府男女共同参画局：理工系分野における女性活躍の推進を目的とした関係国の社会制度・人材育成等に関する比較・分析調査報告書（2016）
http://www.gender.go.jp/research/kenkyu/riko_comp_research.html
- 50) 中島秀之：計算論的思考，情報処理，Vol.56, No.6, pp.584-587 (2015)
- 51) 奈須正裕：コンピテンシー，コンテンツ，コンテクスト，指導と評価，Vol.62, No.6, pp.51-53. (2016)
- 52) 西村圭一：『数学的モデルを遂行する力を育成する教材開発とその実践に関する研究』東洋館出版社（2012）ISBN978-4-491-02758-6
- 53) 日経Kids+：『子どもと一緒に楽しむ！ プログラミング』，日経BP社（2017）ISBN978-4-8222-3881-0
- 54) 日本経済新聞：「STEAM教育芽吹く」，2017年12月15日（夕刊）3版9面
- 55) 日本教育新聞：「松野博一・前文科相に聞く 専科教員，部活動指導員の拡充を」，2018年1月22日1面

- 56) 大森康正・磯部征尊・寒川達也・山崎貞登：2014年実施のイングランドのナショナルカリキュラム「Design and Technology」と「Computing」の改訂に対するSTEM教育運動の影響，日本産業技術教育学会誌，Vol.56，No.4，pp.239-250. (2014)
- 57) 大森康正・磯部征尊・山崎貞登：STEM教育とComputational Thinking重視の小・中・高等学校を一貫した情報技術教育の基準に関する日イングランド米比較研究，上越教育大学研究紀要，第35巻，pp.269-283 (2016)
https://juen.repo.nii.ac.jp/index.php?active_action=repository_view_main_item_snippet&page_id=13&block_id=30&index_id=994&pn=1&count=20&order=16&lang=japanese
- 58) 大森康正・磯部征尊・上野朝大・尾崎裕介・山崎貞登：小学校プログラミング教育の発達段階に沿った学習到達目標とカリキュラム・マネジメント，上越教育大学研究紀要，第37巻，第1号，pp.205-215 (2017)
https://juen.repo.nii.ac.jp/index.php?active_action=repository_view_main_item_snippet&page_id=13&block_id=30&index_id=994&pn=1&count=20&order=16&lang=japanese
- 59) 大森康正・東原貴志・黎子椰・市村尚史・水野頌之助・山崎貞登：技術分野「3年間題材指導計画と資質・能力系統表」及び「第1学年ガイダンスの学習指導案」作成の構成原理，上越教育大学研究紀要，第37巻，第2号，pp.253-266 (2018)
https://juen.repo.nii.ac.jp/index.php?active_action=repository_view_main_item_snippet&page_id=13&block_id=30&index_id=994&pn=1&count=20&order=16&lang=japanese
- 60) 尾崎裕介：「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程の日英米比較研究，上越教育大学大学院学校教育研究科2016年度修士論文（未刊行）（2017）
- 61) 尾崎裕介・大森康正・上野朝大・磯部征尊・山崎貞登：数学的，技術的，科学的モデリング概念の比較からの「プログラミング的思考力」概念に関する基礎的検討，日本産業技術教育学会第28回北陸支部大会（福井）講演論文集，（2016年11月5日），p.7
- 62) ドミニク・S・ライチェン，ローラ・H・サルガニク，立田慶裕（監訳）（2006）『キーコンピテンシー—国際標準の学力をめざして』，明石書店（2006）
- 63) 杉浦賢：『「アルゴリズム」のキホン プログラミングの基礎となる「アルゴリズム」の手引き書』，SB Creative（2011）ISBN978-4-7973-6069-1
- 64) 東京都品川区立京陽小学校（2016）こんなこともできたよプログラミング京陽編～プログラミング学習実践事例集～. <http://school.cts.ne.jp/912keiyo/kounaikennyu/kenkyu.html>
- 65) Wing, M. J. : Computational Thinking, Communications of the ACM, Vol. 49, No.3, pp.33-35 (2006)
- 66) Yakman G. : STEAM Integrated Education: An overview of creating a model of integrative education, pupils attitudes towards technology, 2006 Annual Proceedings, Netherlands. (2006)
- 67) Yakman, G. : STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education, Proceedings of the 2008 PATT (Pupils' Attitude Towards Technology) - 20 International Design and Technology Education Conference – TEL- AVIV, ISRAEL, pp.1-28 (2008) http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf
- 68) Yakman, G. : Introducing teaching STEAM as a practical educational framework for Korea, International Seminar for STEAM education with Korean Teacher Study Groups, Seoul: The Ministry of Education, Science, and Technology, pp.1-28 (2011)
- 69) 山本貴光：『「百学連環」を読む』，三省堂（2016）ISBN978-4-385-36522-0
- 70) 山本利一・山崎郁実・難波孝史・山崎貞登・田口浩継・安藤明伸・大谷忠・磯部征尊：さいたま市における小中一貫教育の現状と課題～技術・家庭科教育の観点から～，埼玉大学紀要教育学部，Vol.66，No.2，pp.417-425 (2017)
- 71) 山崎貞登（研究代表者）：防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発（課題番号25350240），平成25年度～27年度科学研究費補助金（基盤研究（C））第2年次研究成果報告書（2015）
https://juen.repo.nii.ac.jp/index.php?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_snippet&index_id=1055&pn=1&count=20&order=16&lang=japanese&page_id=13&block_id=30

- 72) 山崎貞登（分担執筆）：「KEYWORD18 STEM 教育（Science, Technology, Engineering and Mathematics）」, pp.140-141, 日本学校教育学会（編）：『これからの学校教育を担う教師を目指す 思考力・実践力アップのための基本的な考え方とキーワード（所収）』（2016a）ISBN978-4-7619-2274-0
- 73) 山崎貞登・磯部征尊：「第I章 ものづくり教育の意義」, pp.27-44, 安東茂樹（編著）：『ものづくりからのメッセージー技術科教育の基本ー（所収）』, 竹谷出版（2016）ISBN978-4-9906662-2-4
- 74) 山崎貞登・大森康正・磯部征尊：イノベーション型学習能力を育むSTEM/STEAM教育からの小学校国語・社会・理科教科書の教材解釈, 上越教育大学研究紀要, 第36巻, 第1号, pp.203-214（2016）
https://juen.repo.nii.ac.jp/index.php?active_action=repository_view_main_item_snippet&page_id=13&block_id=30&index_id=994&pn=1&count=20&order=16&lang=japanese
- 75) 山崎貞登・大森康正・磯部征尊・上野朝大：プログラミング教育の小・中・高各校種間連携・一貫教育推進のための技術・情報教育課程と専門職能発達体系の改革, 上越教育大学研究紀要, 第37巻, 第1号, pp.217-227（2017a）
https://juen.repo.nii.ac.jp/index.php?active_action=repository_view_main_item_snippet&page_id=13&block_id=30&index_id=994&pn=1&count=20&order=16&lang=japanese
- 76) 山崎貞登・東原貴志・黎子椰・大森康正（分担執筆）：『「技術科」における『21世紀を生き抜くための能力』の『実践力』の捉え方』, pp.173-199, 国立大学法人上越教育大学 大学改革推進委員会「21世紀を生き抜くための能力+ α 」ワーキンググループ（編集）・上越教育大学（著）：『「実践力」を育てるー上越教育大学からの提言2ー（所収）』, 上越教育大学出版会（2017b）ISBN978-4-9906685-7 C0037
- 77) 全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部・日本産業技術教育学会・公益社団法人 全国中学校産業教育教材振興協会, 2014（平成26）年度中学校 技術・家庭科に関する第3回全国アンケート調査【技術分野】調査報告書 <http://ajgika.ne.jp/doc/2015enquete.pdf>
- 78) 全日本中学校技術・家庭科研究会・日本産業技術教育学会・（公社）全国中学校産業教育教材振興協会（2016）中学校技術・家庭科技術分野の現状と課題ー調査のねらいと調査結果報告ー, 日本産業技術教育学会誌, Vol.58, NO.4, pp.251-255.

第2章 A県K市立H小学校「総合的な学習の時間」におけるプログラミング教育の実践

愛知教育大学 磯部征尊, CA Tech Kids 上野朝大, 鈴木拓

2.1 はじめに

本章は、林田ら（2016）¹⁾と林田（2017）²⁾を大幅に加除・修正したことを断っておく。磯部・上野（2016）³⁾は、世界における教育では、「イノベーションによる新たな価値の創造能力育成を目指し、学校でコンピュータプログラミングを通したアルゴリズム思考力や創造力育成教育が盛んである（p.117）」と述べ、イノベーションによる新たな価値の創造能力育成を目指した実践が盛んに実施されていることを報告している。

近年、世界のさまざまな国において、若年層を対象としたコンピュータサイエンス教育が活性化している。文部科学省からは、2017年3月31日に次期小学校学習指導要領が公表された⁴⁾。小学校では、2020年度からプログラミングに関する学習（以下、プログラミング学習）が必修化される。具体的には、情報活用能力の育成を図るためとして、小学校段階からプログラミング体験活動を実施することが盛り込まれている⁴⁾。また、文部科学省は、「プログラミング教育とは、子供たちに、コンピュータを意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての『プログラミング的思考』などを育むことであり、コーディングを覚えることが目的ではない」⁵⁾としている。このような背景の中、プログラミング学習の試行的実践が展開されている（東京都品川区立京陽小学校、2016；久野ら、2016）^{6～7)}。東京都品川区立京陽小学校（2016）⁶⁾の場合、Scratch言語を用いている点が特徴的である。Scratch言語は、ソースコードが公開されている。学習者は、視覚的なブロックを複数組み合わせることでプログラミングを平易に行うことができる。Scratch言語を活用した小学生のためのプログラミングスクールとして事業展開している企業の一つに、株式会社CA Tech Kids（代表取締役社長、上野朝大）がある。本企業は、株式会社サイバーエージェントのグループ企業の一つであり、本研究の第2～3著者でもある。東京を拠点に横浜・名古屋・大阪・神戸・沖縄で開講中である。現在、A県内のK市を中心に、共同研究授業を進めている。しかしながら、プログラミング教育の学習内容を小学校に導入するためには、教育課程基準表と、その教育課程基準に適した教材の検討が必要であると考ええる。そこで、本研究では、「共通の到達基準、到達目標のようなもの（新経済連盟、2016）」を作成することを踏まえて、小・中・高一貫のプログラミング学習による、論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成の体系化をねらいとし、2008年告示小学校学習指導要領と、本科研で開発中の教育課程基準表に依拠した、「学校に基礎をおくカリキュラム開発」の評価と改善の検討を目的とする。

2.2 研究対象及び方法

研究対象は、2016年度A県K市立H小学校6学年3クラス（110名）（計10時間各45分）である。主たる研究内容は、対象者にプログラミング言語を学習させるためにビジュアルプログラミン

グ環境「Scratch」を用いて、簡単なゲームを開発しながら、プログラミングに関する理解を深め、プログラミング的思考を学び、問題解決能力を育むという内容での授業実践である。各単元目標は、大森ら（2016）⁸⁾や磯部・上野（2016）¹⁾の先行研究に基づき、①創造の動機、②設計・計画、③制作・育成、④成果の四つの評価の教育目標から、16の評価項目を設定すると共に、著作権や肖像権など、開発上のルールについての学習到達目標も含めた。また、プログラミング学習における知識・理解の充実を図る授業を構想すると共に、与えられた課題に対して自らの力でプログラムを構築する学習を実施する。構想カリキュラムを表2.1.1に示す。

表2.1.1より、第1次では、子どもたちに人気のゲームを紹介したり、新幹線やスマートフォンの写真を提示したりして、それらのものがプログラミングというもので作られていることを子どもたちの身近にあるものを取り上げることで、動機づけを促す。その後、それぞれのプログラミング学習の環境を用いて、繰り返しという考え方の学習を行う。第2～3次では、それぞれのプログラミング学習の環境により、条件分岐という考え方の学習をはじめ、「繰り返し」、「乱数」、「座標」等の知識概念を理解習得させることを目標とした。第4次以降は、見本となるゲームを提示し、授業者の発問・実演に沿って児童らが製作するという手順である。児童1人1人が各自のアイディアに基づいて独自のゲームを企画設計し、それぞれの立てた開発計画に基づいて開発を行う。

本授業の終わりには、学習のまとめとして、繰り返しや条件分岐の復習をそれぞれのプログラミング学習環境を用いて行った。また、著作権や肖像権などの情報モラルに関する学習も行った。

研究方法は、二つの側面から分析を行う。一つは、学習者の学習過程や作品などからの分析である。二つは、アンケート結果に基づく量的な側面からの分析である。研究対象者の6年生は、前年度の5年生の段階においてもプログラミング学習を2時間行った。そこで、本研究では、5年生の段階との比較・検討を行う。以上2点の分析・考察を通して、2017年度H小学校6学年で行うカリキュラムをデザインする。なお、筆者らは、中学年用の教育課程基準表と高学年用の教育課程基準表をそれぞれ分けて策定しているが、本研究対象者は中学年時にプログラミングを学習した経験が無かった。そのため、本研究では、研究対象者の既習内容や経験を加味し、5～6年生を対象としつつ、中学年向けの教育課程基準を適用し実施することとする。

表 2.1.1 H小学校第6学年における構想カリキュラム（全10時間）

1 単元名	
コンピュータプログラムを体験しよう！	
2 単元の目標	
<ul style="list-style-type: none"> ・ゲームがプログラミングで動いていることを理解することができる。 ・ゲームだけでなく、世の中の様々なモノがコンピュータで制御されていることを理解し、その仕組みに興味・関心を持つことができる。 ・積極的に ICT 機器を利用し、プログラミングに取り組むことができる。 	
3 単元計画（10時間扱い）	
次（時数）	主な学習活動
1（2）	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、「繰り返し」や「条件分岐」等の概念を体験的に理解し、世の中の様々なモノがコンピュータプログラムで制御されていることを知る（60分）。 ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、与えられた課題に対し自らの力でプログラムを構築し、理解を深める（30分）。
2（2）	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、1～2コマ目に学んだことの復習を行う（15分）。 ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、「座標」等の概念を体験的に理解し、世の中の様々なモノがコンピュータでプログラムで制御されていることを知る（50分）。 ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、与えられた課題に対し自らの力でプログラムを構築し、理解を深める（35分）。
3（2）	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、1～2コマ目に学んだことの復習を行う（15分）。 ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、「乱数」等の概念を体験的に理解し、世の中の様々なモノがコンピュータプログラムで制御されていることを知る（50分）。 ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、与えられた課題に対し自らの力でプログラムを構築し、理解を深める（35分）。
4（2）	<ul style="list-style-type: none"> ・次回のオリジナルゲーム制作の元となるゲームを紹介する（20分）。 ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、1～6コマ目に学んだことの復習を行いながら、紹介されたゲームを部分的に制作する（70分）。
5（2）	<ul style="list-style-type: none"> ・「著作権」や「肖像権」等の概念を理解し、モノを制作するときに気を付けなければならないことを知る（15分）。 ・オリジナルゲームの制作を行い、完成させる（60分）。 ・プログラミング学習のまとめ（15分）。

2.3 結果と考察

2.3.1 学習者の学習過程や作品に基づく分析

本授業では、①創造の動機、②設計・計画、③制作・育成、④成果の四つの評価の教育目標から、16の評価項目を設定し、評価を行った。評価項目、評価手段、評価規準及び、評価結果を表2.3.1に示す。

表 2.3.1 2016 年度 H 小学校第 6 学年授業における評価結果

学年	教育目標	評価項目	評価手段	評価方法	評価結果	
3～4年生	①【創造の動機】	(1) 自分の作りたい作品をイメージすることができる。	授業態度観察	(イメージした作品を説明してもらう)	未評価	-
		(2) 自分の作りたい作品の内容を具体的に説明することができる。	授業態度観察	(イメージした作品の内容を具体的に説明してもらう)	未評価	-
		(3) 自分の作りたい作品の制作目的やねらいを説明することができる。	授業態度観察	(イメージした作品の制作目的やねらいを説明してもらう)	未評価	-
	②【設計・計画】	(4) 自分の作りたい作品イメージを図示することができる。	アイデアシート	(A) アイデアシートに作品イメージを図示できている	107	97%
				(B)	0	0%
				(C) アイデアシートに作品イメージを図示できていない	3	3%
		(5) 自分の作りたい作品の動きを図示することができる。	アイデアシート	(A) アイデアシートにオブジェクトの動きを図示できている	76	69%
				(B)	0	0%
				(C) アイデアシートにオブジェクトの動きを図示できていない	34	31%
	③【制作・育成】	(6) 自らの力で制作物を完成させようと努力することができる。	授業態度観察		未評価	-
		(7) 制作物を完成させるために必要な助言を自ら求めることができる。	授業態度観察		未評価	-
		(8) 自分の作りたい作品が、どのような動きできているか分解することができる。	アイデアシート	(A) アイデアシートにオブジェクトの動きを具体的に記述できている	100	91%
				(B) アイデアシートにオブジェクトの動きを記述できている	0	0%
				(C) アイデアシートにオブジェクトの動きを記述できていない	10	9%
		(9) (8) で分解した動きを基に、どのような順番で作成するべきか見通しを持つことができる。	授業態度観察		未評価	-
		(10) (8) で分解した動きを実現することができる。	アイデアシート 作品データ	(A) アイデアシートと作品が一致している、かつ、追加の動作を実現している	30	27%
				(B) アイデアシートと作品が一致している	72	65%
				(C) アイデアシートと作品が全く一致していない	8	7%
		(11) (8) で分解した動きを実現するために、問題があった場合、原因を推定することができる。	授業態度観察		未評価	-
		(12) (11) で推定した原因を基に、自らの力でその問題を解決することができる。	授業態度観察		未評価	-
	④【成果の評価】	(13) 他者の作品を確認し、良い点を見つけることができる。	アドバイスシート	(A) アドバイスシートに良い点が具体的に書けている	103	94%
				(B) アドバイスシートに良い点が書けている	4	4%
				(C) アドバイスシートに良い点が書けていない	3	3%
		(14) 他者の作品を確認し、改善点を見つけることができる。	アドバイスシート	(A) 作品の意図に沿った内容のアドバイスポイントが書かれている	91	83%
				(B) アドバイスポイントが書かれている	8	7%
				(C) アドバイスポイントが書かれていない	11	10%
		(15) (9) で立てた見通し通りに制作できていたか振り返ることができる。	ふりかえりシート	(A) ふりかえりシートで①③ともに具体的な理由が書かれている	28	25%
				(B) ふりかえりシートで①③のどちらかが具体的に書かれている	76	69%
				(C) ふりかえりシートでどちらも書かれていない	6	5%
		(16) (15) で振り返った内容を基に、改善点を検討することができる。	授業態度観察		未評価	-

16の評価項目の内、特に「設計・計画」に関わる部分（自分の創りたい作品イメージを図示することができるか等）、「制作・育成」に関わる部分（設計した作品を動きに分解し、プログラミングで動きを実現することができるか等）、「成果の評価」に関わる部分について、実際に児童らが記入したシート等や、制作した作品のデータを基に評価を行った。評価手段として用いたアイデアシート、アドバイスシート、振り返りシートを図2.3.1～2.3.3に示す。

アイデアシート

6-2 9歳

なまえ

ゲームのみためをかいてみよう！	それぞれのスプライトのうごきをきめよう！
<p>はしについたら はねかえる</p> <p>はしについたら はねかえる</p> <p>左右、上に動く</p>	<p>スプライト：りんご</p> <p>もし、右矢印をおしたら右に動く。 もし、左矢印をおしたら左に動く。 もし、スペースキーをおしたら上に動く。 はしをおしたら下に落ちる。</p> <p>スプライト：鳥1</p> <p>ずっと10歩進む。 もし、はしについたら はねかえる。 もし、りんごがあたったら「もらってよー」と言う。</p> <p>スプライト：鳥2</p> <p>ずっと10歩進む。 もし、はしについたら はねかえる。 もし、りんごがあたったら おいしーと言う。</p> <p>スプライト：かご</p> <p>もし、りんごがあたったら「ゴール」と言う。</p>
<p>ゲームのなまえをきめてみよう！</p> <p>りんご入れゲーム</p>	

図2.3.1 アイデアシート

ゲームアドバイスシート

CA Tech Kids

1組4番 から 1組3番

良かった点、面白かったところ すごいなと思った点	こうしたらもっと良くなる というアドバイス
<p>一つ一つのキャラの動きがかわって いていいと思った。ねこがめいろうにあ た大きさでいいと思った。キャラがた くさんいるのに、それぞれのキャラにあ た時の動きが全キャラ分けていたのじ いと思った。</p>	<p>めいろうのわくにあたった時スタートに もどるようした方がいーと思う。</p>

図2.3.2 アドバイスシート

次の表を目指しましょう。		
	良い	大変良い
①	自分でテーマを決め、表したい動きを表す作品をつくることができる。	①+：自分でテーマを決め、表したい動きを十分に表す作品をつくることができる。
②	作品を分かりやすく友達に伝えることができる。	②+：作品を分かりやすく友達に伝えるだけでなく、質問や意見にも応えることができる。
③	決められた時間内で、段取りを立てて取り組むことができる。	③+：決められた時間内で、チャレンジ問題にも十分に取り組むことができる。

※波線は、良いと違う点を示します。

日付	番号(複数可)	I. その番号を付けた理由 II. 工夫したこと(考えたこと)や難しかったけど頑張ったこと
5/27	② ③ ①+	友達かまっていたので、助けてあげた。自分でテーマづくり十分に表すこともできた。
6/3	②+ ③	今日は時間内で取り組みことができたんですけど、十分にはできませんでした。来週は十分にやれるようにしたいです。
6/10	②+ ③+ ①	今日はまの週にできなかった十分にやることができました。そして困ってる子にたくさん教えてあげました。
6/17	③+ ②+ ①+	今日は自分でテーマを決めて、友達にも助けあげた。自分も助けられた。

図2.3.3 振り返りシート

その結果、「設計・計画」においては、97%の児童が自分の創りたい作品のイメージをシートに図示できていたほか、69%の児童が作品の動きをシート状に図示することができていた。また、91%の児童が、自分が実現しようとしている動きがどのようなものか、シートに具体的に記述することができていた。さらに、「制作」においては、92%の児童が、設計図と完成品が一致していたか、もしくは設計時よりも改善が施された作品を完成させていた。以上のことから、児童らが作品の制作に着手する前に具体的な設計・計画を立て、制作プロセスで実現できていたことがうかがえる。一方、今回の授業では、児童のプログラミングの知識理解を測る評価手段を用意していなかった。そのため、児童が設計・計画した作品の動きを実現するにあたり、偶然的に実現させることができた可能性が排除できず、「制作」の評価の妥当性には課題が残った。

「成果の評価」においては、98%の児童がアドバイスシートに他者の作品の良い点を記入することができていたほか、90%の児童が作品の改善点を提案することができていた。これらのことから、多くの児童が批評的観点から他社の作品に触れ、建設的な助言を行うことができていたことがうかがえる。しかしながら、本授業では児童が作品の自己評価を行う機会を設けておらず、自らの作品の出来栄や、制作過程の妥当性について、十分に振り返らせることができなかった。

以上のことから、本授業で用いた評価項目・評価手段・評価規準については、一定の有効性およ

第2章 A県K市立H小学校「総合的な学習の時間」におけるプログラミング教育の実践

び妥当性が認められたものの、不十分な点も多く、2017年度実践に向けた課題となった。

2.3.2 アンケート結果の分析

本節では、プログラミング教育の実践前後及び、全クラスに実施したアンケート結果を整理し、その考察を記述する。初めに、事前・事後のアンケート用紙を図2.3.4～2.3.5に示す。

平成28年 月 日				
プログラミング授業についてのアンケート（1回目）				
年 組 番				
（ 男 ・ 女 ）				
このアンケートは、プログラミング授業を魅力的な内容にするために行います。このアンケートは、成績には全く関係ありません。素直な気持ちを教えてください。協力をお願いします。				
質問Ⅰ				
次の質問をよく読み、あなたにとって最も当てはまるところに○印を付けてください。				
1. 私は、プログラミングに対して興味がある。				
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う
2. 私は、プログラミングがどのようなものかを知りたい。				
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う
3. 私は、アプリやゲームを作成したい。				
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う
4. 私は、プログラミングに対して、色々なことを知りたい。				
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う
5. 私は、自分の力で、プログラミングを考えられるようになりたい。				
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う
6. 私は、これから行うプログラミング学習が楽しみだ。				
まったくそう思う	どちらかといえばそう思う	どちらかといえばそう思わない	全然そう思わない	
質問Ⅱ				
あなたは、プログラミングの講習や体験を経験したことがありますか？				
ある	・	ない		
「ある」と回答した人は、どんな経験をしたのかを教えてください。				
<div></div>				
以上で質問は終了です。ご協力ありがとうございました。				

図2.3.4 アンケート用紙（事前）

平成28年 月 日																																							
プログラミング授業についてのアンケート（2回目）																																							
<div style="display: flex; justify-content: flex-end; align-items: center;"> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px; margin-right: 10px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">年</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px; margin-right: 10px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">組</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px; margin-right: 10px;"></div> <div>番</div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">（ 男 ・ 女 ）</div>																																							
<p>このアンケートは、プログラミング授業を魅力的な内容にするために行います。このアンケートは、成績には全く関係ありません。素直な気持ちを教えてください。協力をお願いします。</p> <p>質問Ⅰ</p> <p>次の質問をよく読み、あなたにとって最も当てはまるところに○印を付けてください。</p> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">そう思わない</td> <td style="width: 20%;">あまり思わない</td> <td style="width: 20%;">どちらとも言えない</td> <td style="width: 20%;">まあまあ思う</td> <td style="width: 20%;">かなり思う</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>2. 私は、プログラミングがどのようなものかが分かった。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">そう思わない</td> <td style="width: 20%;">あまり思わない</td> <td style="width: 20%;">どちらとも言えない</td> <td style="width: 20%;">まあまあ思う</td> <td style="width: 20%;">かなり思う</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>3. 私は、アプリやゲームをつくる仕組みが分かり、もっと作成したくなった。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">そう思わない</td> <td style="width: 20%;">あまり思わない</td> <td style="width: 20%;">どちらとも言えない</td> <td style="width: 20%;">まあまあ思う</td> <td style="width: 20%;">かなり思う</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>4. 私は、プログラミングに対して、色々なことを知りたくなった。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">そう思わない</td> <td style="width: 20%;">あまり思わない</td> <td style="width: 20%;">どちらとも言えない</td> <td style="width: 20%;">まあまあ思う</td> <td style="width: 20%;">かなり思う</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>5. 私は、自分の力で、プログラミングを考えられるようになりたいとなった。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">そう思わない</td> <td style="width: 20%;">あまり思わない</td> <td style="width: 20%;">どちらとも言えない</td> <td style="width: 20%;">まあまあ思う</td> <td style="width: 20%;">かなり思う</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>6. 私は、プログラミング学習が楽しかったので、また学習したい。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">まったくそう思う</td> <td style="width: 20%;">どちらかといえばそう思う</td> <td style="width: 20%;">どちらかといえばそう思わない</td> <td style="width: 20%;">全然そう思わない</td> </tr> </table> </div> <p>質問Ⅱ</p> <p>以下の質問を読み、当てはまるところに○印を付けてください。</p> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>1. 画像や音楽、アプリなど、作品を作った人がもっている権利のことをなんと言うでしょうか。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">財産権（ざいさんけん）</td> <td style="width: 25%;">著作権（ちょさくけん）</td> <td style="width: 25%;">自由権（じゆうけん）</td> <td style="width: 25%;">人権（じんけん）</td> <td style="width: 20%;">わからない</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>2. 人の写真や画像を勝手に使われないようにみんなが持っている権利のことをなんと言うでしょうか。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">肖像権（しょうぞうけん）</td> <td style="width: 25%;">身分権（みぶんけん）</td> <td style="width: 25%;">人格権（じんかくけん）</td> <td style="width: 25%;">社会権（しゃかいけん）</td> <td style="width: 20%;">わからない</td> </tr> </table> </div> <p>質問Ⅲ</p> <p>あなたは、今日のプログラミングの授業で「学んだこと」は何ですか。</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> <p style="margin-top: 10px;">以上で質問は終了です。ご協力ありがとうございました。</p>	そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う	そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う	そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う	そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う	そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う	まったくそう思う	どちらかといえばそう思う	どちらかといえばそう思わない	全然そう思わない	財産権（ざいさんけん）	著作権（ちょさくけん）	自由権（じゆうけん）	人権（じんけん）	わからない	肖像権（しょうぞうけん）	身分権（みぶんけん）	人格権（じんかくけん）	社会権（しゃかいけん）	わからない
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う																																			
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う																																			
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う																																			
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う																																			
そう思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	まあまあ思う	かなり思う																																			
まったくそう思う	どちらかといえばそう思う	どちらかといえばそう思わない	全然そう思わない																																				
財産権（ざいさんけん）	著作権（ちょさくけん）	自由権（じゆうけん）	人権（じんけん）	わからない																																			
肖像権（しょうぞうけん）	身分権（みぶんけん）	人格権（じんかくけん）	社会権（しゃかいけん）	わからない																																			

図2.3.5 アンケート用紙（事後）

図2.3.4～2.3.5より、質問項目を全6項目とし、回答尺度を5段階で設定した。5段階の内、「かなり思う」と「まあまあ思う」を肯定群、「どちらとも言えない」と「あまり思わない」、「そう思わない」を非肯定群と分類した。また、事後では質問2のように著作権や肖像権についての理解を問う質問を用意した。

本研究の結果を表2.3.1～2.3.4に示す。

表2.3.1 事前と事後のアンケート結果の比較（5－1）

項目	肯定	否定
1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。（5年生事後）	35	1
1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。（6年生事後）質問1	(35)	(1)
2. 私は、アプリやゲームを作る仕組みが分かり、もっと作成したくなった。（5年生事後）	32	4
2. 私は、アプリやゲームを作る仕組みが分かり、もっと作成したくなった。（6年生事後）質問2	(33)	(3)
3. 私は、プログラミングがどのようなものが分かった。（5年生事後）	32	4
3. 私は、プログラミングとは、どのようなものが分かった。（6年生事後）質問7	(34)	(2)
4. 私は、プログラミングに対して、色々なことを知りたくなった。（5年生事後）	33	3
4. 私は、プログラミングに対して、いろいろなことをもっと知りたくなった。（6年生事後）質問3	(30)	(6)

※（ ）内は5年生時の人数を指す。

※否定は、「1（そう思わない）」「2（あまり思わない）」「3（どちらとも言えない）」であり、肯定は、「4（まあまあ思う）」「5（かなり思う）」の回答件数を示す。

表2.3.1より、質問4「私は、プログラミングに対して、いろいろなことをもっと知りたくなった。（6年生事後）」については、5年生の時よりも向上したことが分かる。一方、質問3「私は、プログラミングとは、どのようなものが分かった。（6年生事後）」については、2名の学習者が否定的な回答をしていた。この結果からは、プログラミングがどのようなものを示す資料や説明を付加する必要があると考える。

表2.3.2より、表2.3.1と同様、質問4「私は、プログラミングに対して、いろいろなことをもっと知りたくなった。（6年生事後）」については、5年生の時よりも向上したものの、質問3「私は、プログラミングとは、どのようなものが分かった。（6年生事後）」については、6名が否定的な回答を行っていた。

第2章 A県K市立H小学校「総合的な学習の時間」におけるプログラミング教育の実践

表 2.3.3 より、表 2.3.1～2.3.2 と同様の傾向が見られた。

表 2.3.2 事前と事後のアンケート結果の比較（5－2）

項目	肯定	否定
1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。（5年生事後）	34	1
1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。（6年生事後）質問 1	(34)	(1)
2. 私は、アプリやゲームを作る仕組みが分かり、もっと作成したくなった。（5年生事後）	33	2
2. 私は、アプリやゲームを作る仕組みが分かり、もっと作成したくなった。（6年生事後）質問 2	(31)	(4)
3. 私は、プログラミングがどのようなものかが分かった。（5年生事後）	29	6
3. 私は、プログラミングとは、どのようなものかが分かった。（6年生事後）質問 7	(35)	(0)
4. 私は、プログラミングに対して、色々なことを知りたくなった。（5年生事後）	33	2
4. 私は、プログラミングに対して、いろいろなことをもっと知りたくなった。（6年生事後）質問 3	(30)	(5)

※（ ）内は5年生時の人数を指す。

※否定は、「1（そう思わない）」「2（あまり思わない）」「3（どちらとも言えない）」であり、肯定は、「4（まあまあ思う）」「5（かなり思う）」の回答件数を示す。

表 2.3.3 事前と事後のアンケート結果の比較（5－3）

項目	肯定	否定
1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。（5年生事後）	36	0
1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。（6年生事後）質問 1	(35)	(1)
2. 私は、アプリやゲームを作る仕組みが分かり、もっと作成したくなった。（5年生事後）	34	2
2. 私は、アプリやゲームを作る仕組みが分かり、もっと作成したくなった。（6年生事後）質問 2	(32)	(4)
3. 私は、プログラミングがどのようなものかが分かった。（5年生事後）	32	4
3. 私は、プログラミングとは、どのようなものかが分かった。（6年生事後）質問 7	(36)	(0)
4. 私は、プログラミングに対して、色々なことを知りたくなった。（5年生事後）	35	1
4. 私は、プログラミングに対して、いろいろなことをもっと知りたくなった。（6年生事後）質問 3	(33)	(3)

※（ ）内は5年生時の人数を指す。

※否定は、「1（そう思わない）」「2（あまり思わない）」「3（どちらとも言えない）」であり、肯定は、「4（まあまあ思う）」「5（かなり思う）」の回答件数を示す。

表 2.3.4 事前と事後のアンケート結果の比較（全体）

項目	肯定	否定
1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。（5年生事後）	105	2
1. 私は、プログラミングに対して興味を持った。（6年生事後）質問1	(104)	(3)
2. 私は、アプリやゲームを作る仕組みが分かり、もっと作成したくなった。（5年生事後）	99	8
2. 私は、アプリやゲームを作る仕組みが分かり、もっと作成したくなった。（6年生事後）質問2	(96)	(11)
3. 私は、プログラミングがどのようなものが分かった。（5年生事後）	93	14
3. 私は、プログラミングとは、どのようなものが分かった。（6年生事後）質問7	(105)	(2)
4. 私は、プログラミングに対して、色々なことを知りたくなった。（5年生事後）	101	6
4. 私は、プログラミングに対して、いろいろなことをもっと知りたくなった。（6年生事後）質問3	(93)	(14)

※（ ）内は5年生時の人数を指す。

※否定は、「1（そう思わない）」「2（あまり思わない）」「3（どちらとも言えない）」であり、肯定は、「4（まあまあ思う）」「5（かなり思う）」の回答件数を示す。

表 2.3.4 より、全体の傾向としては、質問1及び、2、4については、5年生時よりも肯定的な回答が増えた。しかしながら、質問3については、12名の学習者が否定的な回答へ変更したことが分かった。表 2.3.1～2.3.4 の結果を踏まえ、2017年度A県K市立H小学校6学年3クラス（計8時間、各45分）で実践するカリキュラムをデザインした（表 2.3.5）。

表 2.3.5 2017年度H小学校第6学年授業における構想カリキュラム

2017年5月30日	
プログラミング授業 学習指導案	
株式会社 CA Tech Kids 愛知教育大学	
1 単元名	コンピュータプログラムを体験しよう！
2 単元の目標	

第2章 A県K市立H小学校「総合的な学習の時間」におけるプログラミング教育の実践

- ・コンピュータを制御する重要な概念（繰り返し、条件分岐等）を理解できる。
- ・学んだ概念をもとに、目的や狙いを持って自分の作りたい制作物を構想し、設計することができる
- ・設計通りに制作物を制作することができ、目的や狙いに沿っているか振り返ることができる。

3 単元計画（8時間扱い）

次	時間	主な学習活動
1	1～2	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、「繰り返し」や「条件分岐」等の概念を体験的に理解し、世の中の様々なモノがコンピュータプログラムで制御されていることを知る（60分）。 ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、与えられた課題に対し自らの力でプログラムを構築し、理解を深める（30分）。
2	3～4	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、「座標」や「乱数」等の概念を体験的に理解し、世の中の様々なモノがコンピュータプログラムで制御されていることを知る（50分）。 ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、与えられた課題に対し自らの力でプログラムを構築し、理解を深める（40分）。
3	5～6	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、1～4コマ目に学んだことの復習を行う（30分） ・「友達が面白いと思うゲーム」をテーマに、面白いゲームとはという命題を要素分解する（15分） ・プログラミング学習環境「Scratch」を用いて、テーマに沿って表したいゲームを構想し、具体的な図や説明を用いて設計する（20分）。 ・設計図をもとにオリジナル制作物の制作を行う（25分）。
4	7～8	<ul style="list-style-type: none"> ・オリジナル制作物の制作の続きを行う（45分） ・自分の制作物について設計通りに制作できているか、テーマに沿った制作物になっているか、次回に向けた改善点は何かを振り返る（15分） ・他者の制作物に対し、制作物がテーマに沿っているか評価を行う（15分）

4 本時（第1次）の展開

時間	○学習活動●発問	◇教師の支援◆評価	・活用する ICT
導入 (5分)	○講師・インストラクターの自己紹介を聞く。 ○授業の流れを確認する。	◇スクール形式で子どもを着席させる。 ◇講師・インストラクターで全グループをサ	・PC（1人1台） ・マウス（必要に応じて） ・プロジェクター（もしくは電子黒板、ディス

第2章 A県K市立H小学校「総合的な学習の時間」におけるプログラミング教育の実践

		ポートする。	プレイ等) ・インターネットへの接続（必要に応じて）
展開① (30分)	○講師・インストラクターの説明に沿って段階的に「繰り返し」のプログラムを構築する。 ●「プログラミングとは何でしょうか（発問）」 ●『ずっと』のブロックの中に、『10歩動かす』を入れてみよう（指示）」 ●「プログラムが得意なことは、同じことの繰り返しです（説明）」	◇講師の動作に沿って作らせる。 ◆「繰り返し」のプログラムを理解することができる。	・PC（1人1台） ・マウス（必要に応じて） ・プロジェクター（もしくは電子黒板、ディスプレイ等） ・インターネットへの接続（必要に応じて）
展開② (30分)	○講師・インストラクターの説明に沿って段階的に「条件分岐」のプログラムを構築する。 ●「もし～だったら、を用いた身近なプログラムを考えよう」 ●『もし、～だったら』のブロックを使って、マウスの後に猫がついてくるプログラムを表そう」	◇講師の動作に沿って作らせる。 ◇身近なプログラムの例としては、「外にある外灯は、夕方暗くなったら電灯が付く」「改札口に Suica を通すと、改札口が開く」を紹介する。 ◆「条件分岐」のプログラムを理解することができる。	
展開③ (20分)	○講師・インストラクターの説明に沿って段階的にミッションを構築する。	◇机間支援を行い、つまづいている子供の悩みを聞き、適切なアドバイスをを行う。	

	<ul style="list-style-type: none"> ●「スプライトがずっと左右に動くプログラムを作ってみよう（ミッション1）」 ●「スプライトがマウスについていくプログラムを作ってみよう（ミッション2）」 ●「上下キーを使うことで、スプライトが上下に動くプログラムを作ってみよう（ミッション3）」 	◆三つのミッションを作り終えることができる。	
ま と め (5分)	<p>○講師・インストラクターの説明に沿って、作成したプログラムを保存する。</p> <p>○次回の授業の流れについての説明を聞く。</p>	◆自分のプログラムを保存することができる。	・一人一人の保存するフォルダを事前に準備しておく。

4 本時（第2次）の展開

時間	○学習活動●発問	◇教師の支援◆評価	・活用する ICT
導入 (5分)	<p>○講師・インストラクターの自己紹介を聞く。</p> <p>○授業の流れを確認する。</p>	<p>◇スクール形式で子どもを着席させる。</p> <p>◇講師・インストラクターで全グループをサポートする。</p>	<p>・PC（1人1台）</p> <p>・マウス（必要に応じて）</p> <p>・プロジェクター（もしくは電子黒板、ディスプレイ等）</p> <p>・インターネットへの接続（必要に応じて）</p>
展開① (25分)	<p>○講師・インストラクターの説明に沿って段階的に「座標」のプログラムを構築する。</p> <p>●「スプライトの場所には、一つ一つ意味があり</p>	◇講師の動作に沿って作らせる。	<p>・PC（1人1台）</p> <p>・マウス（必要に応じて）</p> <p>・プロジェクター（もしくは電子黒板、ディスプレイ等）</p> <p>・インターネットへの接</p>

	<p>ます。横方向をx座標、縦方向をy座標と呼びます（説明）」</p> <ul style="list-style-type: none"> ●「x座標が1, y座標が0は、どこでしょうか（発問）」 ●「Scratchの世界では, x座標は240~-240, y座標は180~-180です（説明）」 	<p>◆「座標」の意味を理解することができる。</p>	<p>続（必要に応じて）</p>
<p>展開② (25分)</p>	<p>○講師・インストラクターの説明に沿って段階的に「乱数」のプログラムを構築する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●「乱数のブロックに1～10の数字を入れました。猫が話す数字を予想しましょう」 ●「このブロックの特徴は何でしょうか」 ●「乱数のブロックに1～10までの数字を入れると, 1～10の数字をどれかが出現します」 	<p>◇講師の動作に沿って作らせる。</p> <p>◇猫の話す数字を予想しても当たらないことに気付かせる。</p> <p>◇乱数の特徴とは, 「何の数字が出るのかは誰にも分からないこと」「1～10までの間にある数字がランダムに出現すること」を確認する。</p> <p>◆「乱数」のプログラムを理解することができる。</p>	
<p>展開③ (30分)</p>	<p>○講師・インストラクターの説明に沿って段階的にミッションを構築する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●「ミッション1は、『猫がずっと左右に動く』『カニがマウスプリンターについて動く』『カニが 	<p>◇机間支援を行い, つまずいている子供の悩みを聞き, 適切なアドバイスを行う。</p> <p>◇質問があれば, 講師・インストラクターに質問するように指示する。</p>	

	<p>猫に当たると、カニが鳴く』です」</p> <p>●「ミッション2は、『猫がその場でグルグル回る』『マウスプリンターが猫に当たったら、猫が鳴く』『犬がランダムな数字を話す』です」</p> <p>●「ミッション3は、『猫は、キーボードの上を推したら上に動き、下を押したら下に動く』『犬を登場させ、スタートの旗を押したら、犬が画面右下付近に瞬間移動する』『カニを登場させ、スタートの旗を押したら、カニが画面上にランダムに動く』です」</p>	<p>◆自らの力で、試行錯誤しながら、各ミッションを作成することができる。</p>	
ま と め (5分)	<p>○講師・インストラクターの説明に沿って、作成したプログラムを保存する。</p> <p>○次回の授業の流れについての説明を聞く。</p>	<p>◆自分のプログラムを保存することができる。</p>	<p>・一人一人の保存するフォルダを事前に準備しておく。</p>

4 本時（第3次）の展開

時間	○学習活動●発問	◇教師の支援◆評価	・活用する ICT
導入 (5分)	<p>○講師・インストラクターの自己紹介を聞く。</p> <p>○授業の流れを確認する。</p>	<p>◇スクール形式で子どもを着席させる。</p> <p>◇講師・インストラクターで全グループをサポートする。</p>	<p>・PC（1人1台）</p> <p>・マウス（必要に応じて）</p> <p>・プロジェクター（もしくは電子黒板、ディスプレイ等）</p> <p>・インターネットへの接続（必要に応じて）</p>

展開① (25分)	<ul style="list-style-type: none"> ●「ずっと」「もし」の再説明 ○「ずっと」「もし」の復習 ●上下に移動する「座標」の再説明 ○上下に移動する「座標」の復習 ●場所を示す「座標」の再説明 ○場所を示す「座標」の復習 ●「乱数」の再説明 ○「乱数」の復習 	<p>◇講師の説明を十分に聞くように指示する。</p> <p>◇質問があれば、講師・インストラクターに質問するように指示する。また、友達と相談してもよいことを伝える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・PC（1人1台） ・マウス（必要に応じて） ・プロジェクター（もしくは電子黒板、ディスプレイ等） ・インターネットへの接続（必要に応じて）
展開② (15分)	<p>○「友達が面白いと思うゲーム」をテーマに、面白いゲームとはという命題を要素分解する。</p>	<p>◇講師の説明を十分に聞くように指示する。</p> <p>◇生徒を前に集めて、意見を出させ、ホワイトボードに書いていく。</p>	
展開③ (20分)	<ul style="list-style-type: none"> ●オリジナル制作に向けていくつか制作物の例をみせる。 ●設計図の書き方を説明 ○テーマに沿って表したいゲームを構想し、具体的な図や説明を用いて設計する。 	<p>◇講師・インストラクターで全グループをサポートする。</p> <p>◆自分の力で制作物を構想し、設計することができる。</p>	
展開④ (25分)	<p>○設計図をもとにオリジナル制作物の制作を行う。</p>	<p>◆粘り強く制作することができる。</p>	
まとめ (3分)	<p>○制作が設計図通りに進んでいるか設計図に記入したリストをもとに確認する。</p>	<p>◇指定のファイル名で保存させる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・一人一人の保存するフォルダを事前に準備しておく。

	○制作物に名前をつけて保存する。		
4 本時（第4次）の展開			
時間	○学習活動●発問	◇教師の支援◆評価	・活用する ICT
導入 (5分)	○講師・インストラクターの自己紹介を聞く。 ○授業の流れを確認する。	◇スクール形式で子どもを着席させる。 ◇講師・インストラクターで全グループをサポートする。	・PC（1人1台） ・マウス（必要に応じて） ・プロジェクター（もしくは電子黒板、ディスプレイ等）
展開① (45分)	○オリジナル制作の続きを行う。	◇講師の説明を十分に聞くように指示する。 ◇質問があれば、講師・インストラクターに質問するように指示する。また、友達と相談してもよいことを伝える。 ◆自ら設定した課題通りに、プログラムを完成させることができる。	・PC（1人1台） ・マウス（必要に応じて） ・プロジェクター（もしくは電子黒板、ディスプレイ等） ・インターネットへの接続（必要に応じて）
展開② (15分)	●オリジナル制作と、制作物の振り返り方について説明 ○自分のオリジナル制作と制作物について振り返る。	◆自分の制作物について設計通りに制作できている。 ◆テーマに沿った制作物になっている。 ◆次回に向けた改善点は何かを振り返る。	
展開③ (10分)	●他者の制作物に対する評価方法について説明 ○他者の制作物に対し、制作物がテーマに沿っているか評価を行う。	◆他人の制作物に対して面白いゲームのテーマをもとに建設的なアドバイスをすることができる。	

展開④ (15分)	○「展覧会」クラスメイトの作った制作物を体験する。	◇限られた時間内に、出来るだけ多くのゲームを試すように指示する。	
まとめ (5分)	○世の中にある身近な動きと結び付け、「繰り返し」「条件分岐」の概念を復習 ○「著作権」や「肖像権」などを含む制作上のルールやマナーについて学習	◇映像を用いて理解を促す。	

2.4 おわりに

本研究結果からは、多くの学習者がプログラミングに興味をもち、自ら学びたいという意欲を見出すことができた。しかしながら、「難しい」と感じる内容も多少見られた。そこで、本研究では、2017年度のカリキュラムをデザインした。今後は、別の対象者を対象とした更なるカリキュラムの検討と策定が必要であると考ええる。

謝辞

本研究は、平成29年度公益財団法人 日本教育公務員弘済会（本部奨励金）の研究助成（研究代表者：磯部征尊）と、科学研究費基盤研究（C）「プログラミング的思考力を育成する技術・情報教育課程基準，研究代表者：山崎貞登（上越教育大学大学院）」を受けて行ったものである。

註及び、引用文献

※インターネットアクセス日は、2018年1月31日である。

- 1) 林田翔平・上野朝大・大森康正・山崎貞登・磯部征尊：プログラミング教育における教育課程基準の検討と実践，日本産業技術教育学会第34回東海支部大会（三重大学），pp.99-100（2016）
- 2) 林田翔平：プログラミング教育における教育課程基準の検討と実践，愛知教育大学平成28年度卒業論文（未刊行），（2017）
- 3) 磯部征尊・上野朝大：就学前（幼稚園）段階と初等教育段階におけるプログラミング教育の在り方に関する基礎的研究，愛知教育大学教職キャリアセンター紀要，第1号，pp.117-124（2016）
- 4) 文部科学省：小学校学習指導要領（2017年3月）

- 5) 文部科学省：教育の情報化の動向－次期学習指導要領下の情報教育と教科指導におけるICT活用－（2017年3月）
- 6) 東京都品川区立京陽小学校：こんなこともできたよプログラミング京陽編～プログラミング学習実践事例集～，
<http://school.cts.ne.jp/912keiyo/kounaikenkyu/kenkyu.html>，（2016）
- 7) 久野靖・阿部和広・日下部和哉・池田菓乃・山崎翔・上野美智恵・西下義之・守田由紀子（分担執筆者順）：小 特集 学校まるごとわくわくプログラミング－品川区立京陽小学校の事例－，情報処理，Vol.57，No.12，pp.1216-1238（2016）
- 8) 大森康正・磯部征尊・山崎貞登：STEM教育とComputational Thinking重視の小・中・高等学校を一貫した情報技術教育の基準に関する日イギリス米比較研究，上越教育大学研究紀要第35巻，pp.269-283（2016）

第3章 相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践

相模女子大学小学部 川原田 康文

1節 相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践

3.1 はじめに

2017年4月から本学で始まったプログラミング学習の実践の現状、約9ヶ月の実施を終えたところでの、その取り組みと課題について報告する。

相模女子大学は、西澤之助によって1900年に日本女学校として（東京府東京市本郷区龍岡町）に開設された日本で4番目に古い女子大学である。1946年 神奈川県相模原市（現在地）に移転した。1951年に小学部が開設された。

教育の理念としては、子ども同士、子どもと教師の関わりを大切にして、お互いに目標をもって高めあうことの素晴らしさを知ることが重要であり、他者の考え方を理解したり、自分を表現したりする中から、学び合う楽しさを知ること、自信を深めていくことが学校の大きな役割だと考えている。

「学校という場所が子どもたちにとって、友達と過ごす楽しい場所であり、そこで受ける授業は、楽しく豊かな学びにあふれているものでありたい。」という相模女子大学小学部教員の熱い思いを込め、スクールコンセプトを「毎日会いたい友達がいる 毎日受きたい授業がある」と定めた。

広大な緑あふれるキャンパスで、自然を楽しみながら、1学級27名の少人数学級編制や異学年交流、体験的な学習活動、コミュニケーションスキルの育成、様々な学校行事や校外学習、英語の授業を実施。また、この4月より、レゴを利用したプログラミングを学びながら論理的思考力を高めるロボティクスの授業を実施している。

3.2 研究方法

3.2.1 全体のカリキュラム構成

3.2.1.1 小学部のカリキュラム

4月より実施している小学部でのプログラミング学習は、特設の教科として設定してはいない。今年度は、英語を除く各教科からそれぞれ2時間確保し、全学年、年間16時間を目標に実施。使用教材は、レゴ® WeDo2.0を使用し、ロボットづくりとプログラミングを組み合わせた学習として、オリジナルテキストとともに展開している。

プログラミングの授業のカリキュラムは、系統的に構成している。（表3.2.1.1）標準的な指導予定時間は、表3.2.1.1の通りであるが、低学年になるに従って、進度は遅く、第1学年では、12月末の時点でモーションセンサに入るところである。授業の進め方も、教師主導で教えるのではなく、ロボットやプログラムをつくり、動かし、時間をかけて自分たちで発見させて、発表や教えあいを通して、共有するようにしている。

表3.2.1.1 レゴ® WeDo2.0を使ったプログラミングカリキュラム

学習項目	主な指導内容	予定授業時間
○パーツの理解	各パーツの特徴を知る	2
○マイロの制作 プログラムの作成	ロボットとプログラムの作成方法を知る	2
○プログラムの仕組みの理解	プログラムのコマンドの意味の理解	2
○モーションセンサの使い方と活用	モーションセンサのはたらきとプログラムの理解、身の回りでの	2
○チルトセンサの使い方と活用 LEDの色 <基礎プロジェクト>	チルトセンサのはたらきとプログラムの理解、LEDの色、ディスプレイ、身の回りでの活用	2
○ブルロボット・引く力（摩擦力）	タイヤを使わない回転、摩擦力とものの移動	2
○車・斜面	電氣的な動力を使わないロボットの制作、摩擦力と重心、	2
○スピード	モーションセンサを使った比例の学習	2
○カエルの成長	カエルの成長とモデルロボットの作成を通じた学習	8
○水門ロボット	ロボット作成から、水害についての学習	2
○地震ロボット	ロボット作成と実験から、揺れに強い建物の形についての学習	2
○ヘリコプタ	ロボット作成から災害と救助についての学習	2
○リサイクル	ロボット作成から学ぶリサイクル、自然環境についての学習	2

第3章 相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践

3.2.1.2 中学部のカリキュラム

中学部は、技術・家庭科の授業時間において行なっている。この4月より、技術分野は、プログラミングを中心としたカリキュラムに変更した。プログラミングの使用教材は、教育版 レゴ® マインドストーム® EV3, BBC Micro:bit である。週1時間の学習で、課題解決学習や実験などを通して、データを収集し、得られたデータを使って考えることで、科学的な思考力、表現力、試行錯誤、協力、順序だてて考える力を育てていきたいと考えている。また、毎時間のレポートの作成を通して、学習した内容の確認と定着を図っている。レゴ® マインドストーム® EV3 を使ったプログラミングカリキュラムを表3.2.1.2に示す。

表3.2.1.2 レゴ® マインドストーム® EV3 を使ったプログラミングカリキュラム

STEP	内 容	予定授業時間
Programming		
1	3秒前進するプログラムをつくろう	1
	【実験1】「パワー」と「時間」を変えて、ロボットが走った距離の関係	2
2	3秒前進して、2秒後退し、止まるプログラムをつくろう	0.5
3	円を描くプログラムをつくろう	0.5
4	90度曲がるプログラムをつくろう	0.5
5	正方形を描くプログラムをつくろう	0.5
6	STEP5のプログラムを改良しよう（繰り返しのプログラム）	0.5
	【実験2】カラーセンサの読み取り値の実験	0.5
7	前進して、黒い線をみつけたら止まるプログラムをつくろう	2
8	タッチセンサを使って壁にぶつかったら1秒バックして止まるプログラムを作ろう	1
	【実験3】タッチセンサの実験	0.5
9	回転センサを使って、迷路を抜けるプログラムをつくろう	1
10	超音波センサを使って、壁10cm手前のところで止まるプログラムをつくろう	2
	【実験4】超音波センサの実験	0.5
11	変数の考え方を使って、ロボットを制御しよう	2
12	カラーセンサを使って、ライントレースをするプログラムをつくろう	1
13~16	課題を攻略しよう	4
Data logging		
1	Data logging の実験の方法を理解しよう（お湯の温度変化を2秒間隔で測定しよう）	0.5
2	お湯と水の熱のやりとりによる温度変化を測定しよう	1
3	カラーセンサを使って測定しよう	1
4	グラフプログラミングをしよう	1
5	温度センサを使って、昼間と夜の気温の変化を測定してみよう	2
6	ふりこの周期を測定しよう	2

3.2.2 教材

LEGO のそれぞれのパーツは、2000 分の 1mm の精度で作られており、色もカラフルであり、児童も小さい頃より、おもちゃとして親しみがある。また、LEGO は、修正しようと思った時にいつでもどのようにでもすぐに修正できる教材であると考ええる。

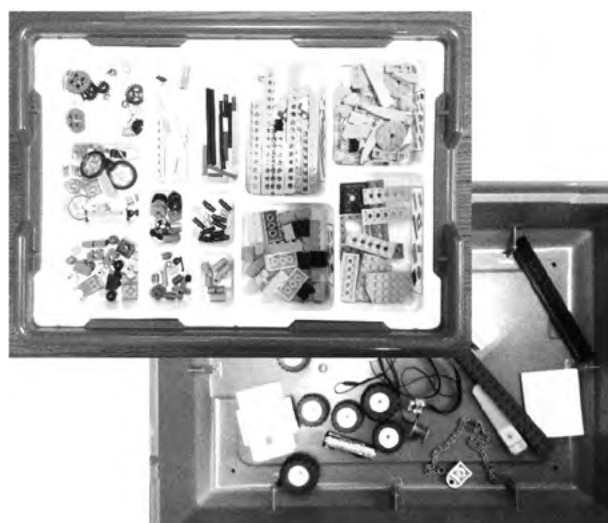


図 3.2.2.1 レゴ® WeDo2.0



図 3.2.2.2 WeDo2.0 ソフトウェア

インドストームシリーズの3代目のロボット作成キットであり、2013 年から発売が始まった。カラーセンサ、Bluetooth と Wi-Fi、データロギング が追加された。

BBC Micro:bit は、イギリスの公共放送局 BBC が中心となって、日本でいう中学1年生（11～12 才）の子

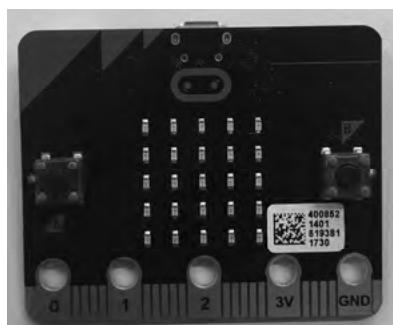


図 3.2.2.4 BBC Micro:bit

どもたちが学ぶためにつくられた小型のコンピュータボードで

ある。インターネットに接続し、プログラミングを行い、できたプログラムを Micro:bit に転送して、実行させることができる。25 個の LED ディスプレイも搭載している。加速度センサ、地磁気センサ、温度センサ、光センサ、タッチセンサが標準搭載され、端子にモータなどを搭載することで、さらに多彩な活用をさせることができる。

小学部で使用している教材は、レゴ® WeDo2.0 を使用している。この教材は、2016 年 4 月に発売されたキットで、レゴ® WeDo2.0 のケースの中には、カラフルな色の各パーツ、モータ 1 つ、2 種類のセンサが入っている（図 3.2.1）。

そして動かすのは、直感的に理解できるプログラムである（図 3.2.2）。ソフトウェアの中には、様々なアクティビティが用意されており、楽しみながら学習を進めることができる。これまでのものとは少し違って、理科や生活との学習の関連が強調されたものであり、欧米で取り込まれつつあるプロジェクト型の学習が展開できるものである。

入門プロジェクトで、基本的な使い方を学び、基礎プロジェクト、発展プロジェクトで科学的な現象や得ている利益、身の回りで起こっている諸課題について考える。プロトタイプやモデルのロボットをつくり、動かし、データを集めて、それらのデータから考える学習を行うこともできる。

ソフトウェアは、レゴ® WeDo1.0 と同様、直感的に作ることができる。また、操作の内容がビデオ等で説明されるので、自分で学ぶことができる。

学習は、テキストに沿って、子どもたちの様子を見ながら、繰り返し問いかけたり、調査をさせ、発見と共有をかけたりしている。

中学部で使用している教材は、教育版 レゴ® マインドストーム® EV3, BBC Micro:bit である。

教育版 レゴ® マインドストーム® EV3 は、レゴ® マ

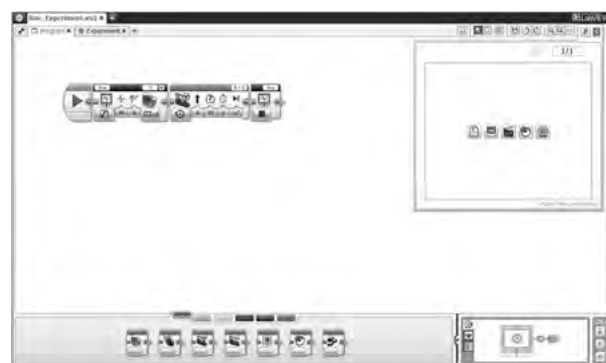


図 3.2.2.3 LEGO マインドストームソフトウェア

3.2.3 自作テキスト

授業内容に合わせて、授業用のテキストを自作し、使用している。テキストの特徴としては、次の通りである。

1. 本時の学習を示すと共に、学習内容の記録やまとめを書き込めるようにした。
2. 写真を中心とした情報を使用し、カラー印刷。わかりやすくする配慮をした。

授業を効果的に行うためには、子どもたちの学習の中での自己効力感が大切であると考えている。つまり、「やろう」「できる」というポジティブな意識をもてることが大切なのである。

テキストは、アクティビティに合わせて、作成している。学習の最初に、本時の学習目標を確認でき、到達点がわかるようになっている。独自開発のSTEP学習により、プログラムの学習が繋がるように構成している。学習に対して、継続して取り組むためには、図3.2.3.1に示すように、課題ごとの繋がりがとても重要である。課題と課題の差が大き

いと、問題解決が進まず、挫折してしまう可能性が高くなる。また、課題と課題の差が小さくても学習に興味・関心が持てず、学習は持続しない。課題と課題の関連性を重視し、系統的な学習になるように組み立てた。またアルゴリズムを考えることができるように、考え方なども記入するようにしているセンサを扱ったプログラムの作成では、センサを使った実験を行うようにしている。そしてプログラムとロボットの動きの関係が理解できるようにしている。また、各ページの最後には、最後に学習のまとめを記載することで後の学習での資料となるように構成している。さらに学習した内容（科学技術）が、社会でどのように使われているのか知ることはとても重要と考える。そこで、センサなどの学習の後には調べ学習を取り入れ、身の回

りで使われている技術と私たちが受けている便利さなどについて考えるようにしている。小学部のテキストを図3.2.3.2、中学部のテキストを図3.2.3.3に示す。

本報告書の最後に資料として今年度のテキストを添付したので参考にさせていただきたい。

また、小学部のある時間の授業の記録は次のとおりである。(表3.2.3.1)このように、教師は、「どうなったかな」「何がわかったか」など子どもの活動を重視し、ファシリテートしている。決して、こう考えなさい、こうしなさいということはいわないように心がけている。このことにより、子どもたちの思考や発想を広げ、時自主的で、深い学びへとつなげていくと考える。

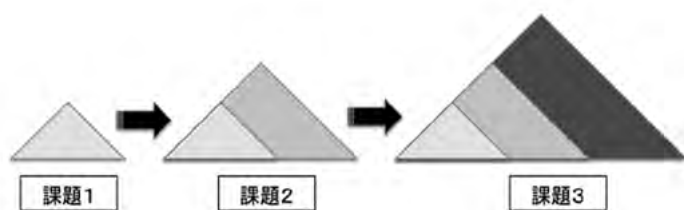


図3.2.3.1 ステップ学



図3.2.3.2 自作テキスト (WeDo)

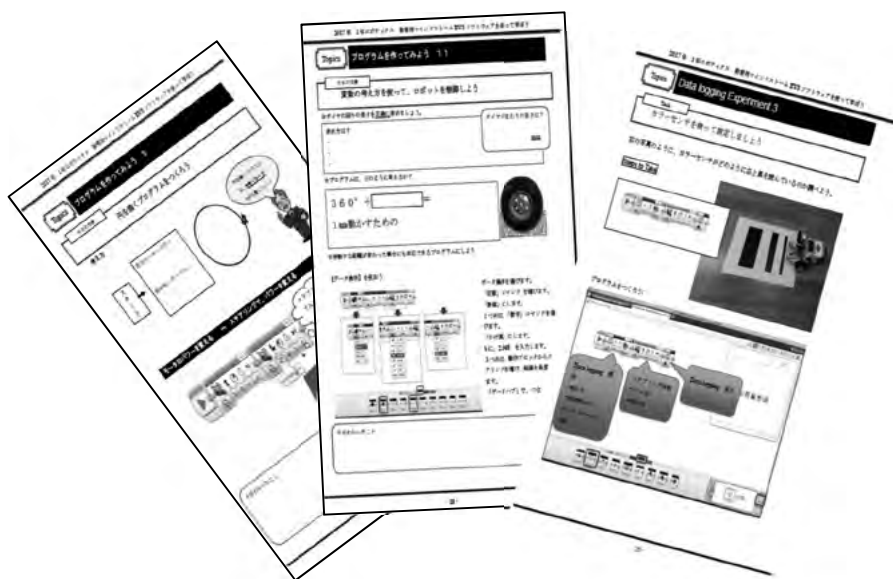


図3.2.3.3 自作テキスト (マインドストーム)

表 3.2.3.1 4 年生の授業記録 (45 分)

	活動内容
00	「前はモーションセンサを使った勉強をしましたね」 「どんなことがわかったのかな」 センサは、前にもものがあると反応して止まった 色が変わると、止まった 机の端を見つけたら、落ちないように止まった
05	「そうだったね」 「その時の、プログラムを言葉で説明できるかな」 (児童が発表)
11	「今日は、チルトセンサを使ったロボットをつくってみよう」 (全チーム完成)
25	「みんなで、同時にプログラムを実行してみよう」 「動かないよ」「どうのこと？」 「動かない」「モータの命令入れてないよ」 「動いた」「あつ、そういうことか」 「モータあるのに」
30	「真ん中に集まって、牧野くんを見てみよう、わかったら自分のところに戻ってやってみよう」 (児童は、それぞれ試みる)
35	「何をしたら、どうなったの」 「上のレバーを動かしたら、LED が赤くなったり黒くなった」 「プログラムと同じようにして、動かしたら動いた」 「色番号を変えると、その色になる」 「このレバーのところに、チルトセンサがある」
40	「説明できるかな」 (数人の児童が発表)
45	「分解して、片付け」

3.2.4 調査方法

実践は、2017 年 4 月から実施した。各学年ともモーションセンサの学習が終了した時点で、2017 年 9 月から 10 月にかけて以下の調査を各学年抽出で 1 クラスずつ実施した。

- 1) 知識理解面では、4 問の確認テストを行った。
- 2) 情意面では、4 項目 4 件法での質問紙調査で知識理解のテストの実施と同時に行った。

1) 知識理解面

学習内容に対する知識・理解については、ペーパーテストにより行った。質問項目は、学習で理解しておいて欲しい内容として、プログラムの考え方・センサの名称とはたらき・回転の速さ及び走る距離である。そこで、基本的な学習や代表的な名称等を選択した。


プログラムでは、考え方の理解について質問することとし、モータやセンサを使ったプログラムの動きを順番に並べる質問とした。

センサの名称とはたらきについては、学習したばかりであり、機能がはっきりしているモーションセンサにつ

プログラミング 確認テストとアンケート (2017年)

4年 2組 番 名前

1. ついD プログラムは、センサーを使ってマイロを動かすプログラムです。下D ①～⑥をプログラムD 順番D 通りにならばなさ。



かいいし (スタート) ブロックを、おす。

② センサーが、はんのうするまでまつ。

③ 「1」の音を、出す。


④ モーターを、右に回す。

⑤ モーターのパワーを、「4」にする。

⑥ モーターを、止める。

→ ○ → ④ → ○ → ○ → ○

2. こD センサーD はたら0 は、次D どちらですか、番号を○ (まる) でかこみなさ。



② センサーがかたいいたり、ゆれたりすると、はんのうする。

③ センサーの近くで、音がなったらはんのうする。

④ センサーにタッチしたら、はんのうする。

3. こD センサーは何と. . . ますか。

() センサー

4. e じプログラムで、マイロを○らせる
と、長2 0 するD はどちらですか? 番号を○ (まる) でかこみなさ。




図 3.2.4.1 知識理解の質問紙

第3章 相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践

いて質問することにした。いずれの質問に対しても、言葉による質問の分かりにくさをできるだけ省き、回答しやすくした。また、質問シートに書き込む形で答えられるようにした。(図3.2.4.1)

3) 情意面

情意面の調査については、知識理解の時にペーパーによるアンケートとして実施した。4項目4件法での質問紙調査を実施した。合わせて、自由記述の項目も付けた。(図3.2.4.2)

3.3. 調査結果と考察

3.3.1 知識・理解

実践後の知識・理解の調査結果は、プログラムの考え方・センサの名称とはたらき・回転の速さ及び走る距離は、66%, 66%, 72%, 76%の正答率であり、概ね達成できた(表3.3.1.1)。

学年ごとの正答率を見ると、6年生の正答率が全体的に高い。2年生のセンサのはたらきの正答率や5年生のプログラムの考え方の正答率が低い。学年が上がるにつれて全体的に高くなっているようにも見える(表3.3.1.2)。

プログラミング 確認テストとアンケート (201709)

4月から始まった、プログラミングの勉強にかんするアンケート

☆ 番号を○ (まる) でかこみましょう

1. 1学期にレゴで「マイロ」をつつ勉強は、楽しかったですか?

とてもたのしかった ②すこしたのしかった ③あまりたのしくなかった ④ぜんぜんたのしくなかった

2. マイロにセンサーをつけてつ2つ勉強は、楽しかったですか?

とてもたのしかった ②すこしたのしかった ③あまりたのしくなかった ④ぜんぜんたのしくなかった

3. 「WeDo2.」D プログラムはわかりやすかったですか?

とてもわかりやすい ②すこしわかりやすい ③あまりわかりやすくない ④ぜんぜんわかりやすくない

4. 今後もプログラミングD 授業は楽しみですか?

とてもたのしみ ②すこしたのしみ ③あまりたのしみでない ④ぜんぜんたのしみでない

5. 今後のプログラミングの授業にどんなことを期待 (きたい) しますか?

図3.2.4.2 情意面の質問紙

表3.3.1.1 授業後の理解度調査

項目	正答数 (人)	正答率 (率)
F1 プログラムの理解	83	66%
F2 センサのはたらきの理解	83	66%
F3 センサの名称の理解	90	72%
F4 しくみの理解	95	76%
N=125		

表3.3.1.2 授業後の理解度調査 (学年ごとの正答率)

項目	2年	3年	4年	5年	6年
F1 プログラムの理解	68%	67%	59%	50%	88%
F2 センサのはたらきの	44%	56%	86%	73%	76%
F3 センサの名称の理解	72%	67%	77%	65%	80%
F4 しくみの理解	84%	63%	77%	65%	92%

3.3.2 情意

情意面の調査結果については、全員から肯定的な回答を得た。(表3.3.2.1)

図3.3.2.1 授業後の情意面の調査

項目	肯定数 (人)	否定数 (人)
J1 マイロの授業はとても楽しい	123	2
J2 モーションセンサを使った授業は楽し	125	0
J3 WeDoのプログラムはわかりやすい	116	9
J4 今後の授業は楽しみ	125	0
N=125		

第3章 相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践

情意面については、ほぼ全員から肯定的な回答を得ることができた、教師が教える授業ではない授業をすることで、少し難しい内容にも取り組み、考え続けることが好きな子ども達に成長していただければと思っている。

4. おわりに

実践により、設定した各課題は2学年から6学年で、達成可能な内容であることが確認できた。また、授業後の知識理解および情意面の調査の結果、設計した授業は、児童らの興味を引きつけると共に、知識理解でも一定の定着が確認できた。さらに継続していくことで、定着率は高くなると考えている。今回1学年のデータは取っていない。子ども達の授業時の取り組みは非常に高いと感じるが、センサへの理解などをみていると、別プログラムを入学時に設置してから、この学習へ移行すべきか検討が必要である。

中学部の技術分野では、入学時からプログラミングを中心としたカリキュラムとした。そして、考える授業をめざし、生徒が積極的に取り組む時間を確保し行っている。そして、センサなどから得たデータを収集し、そのデータを使って、適切にプログラムを修正することができ、わからないことにも挑戦する姿勢や、じっくりと考えることへの習慣づけ（考える癖の育成）をさせることを考えている。

プログラミング教育は、世界的に、もはや基礎学力の一つとして考えられてきており、日本でもより多くの学校での実践が望まれる。そのためには、より低学年からの実践が必要である。今後の展望としては、理解度を調査する試験を複数校で実施して、標準化することと、小中全学年での実施をめざし、系統的なカリキュラムにしたいと考えている。


なお、本報告は、

川原田康文 「小学部におけるロボット及びプログラミング学習の取り組みと課題」相模女子大学子ども教育研究第10号（2018年3月発行予定）

川原田康文 「考える癖を育むロボット・プログラミング教育」東京書籍 教室の窓（2018年4月発行予定）の先行研究を元に加除修正し再構成をした。


参考文献

- 1) 川原田康文,「ロボットを使った論理的思考力を育むカリキュラムの開発」,横浜国立大学教育人間科学部紀要 自然科学 第11集,(2009.2)
- 2) 川原田康文,「「ロボティクス科」2 学年における機構およびプログラミング学習の成果と課題」 日本産業技術教育学会第58回全国大会で発表 論文集 p158(口頭発表)(2016)



STEM using WeDo2.0

For Sagami Women's University Elementary School



Robotics

____ 年 ____ 組

名前 _____

WeDo 2.0をつかったロボット・プログラミング学習 先生方・学習する児童・生徒のみなさん

WeDo2.0は、これまでのレゴのキットとは違った趣旨で作られました。それは、このキットをつかって科学的な学習をプロジェクト型学習として、取り組むことで、未来を新しく切り開く大きな力を伸ばしてもらいたいと考えられているのです。

ロボット・プログラミング学習とレゴ

ロボット学習の良さは、センサ(入力)のはたらきとモータ(出力)の動きの関係をプログラムで制御する「(論理的な思考)」が実践できることであり、色と形が多種多様で2000分の1ミリの精度でつくられています。

レゴは、思った時に思ったように作り変えられる世界中で売られている唯一のキットであり、結果も目で見てすぐにわかるため造形意欲を高めます。

そして、ロボットやプログラムの出来上がり(答え)も一つではなく、知識や技術も共有させることができます。

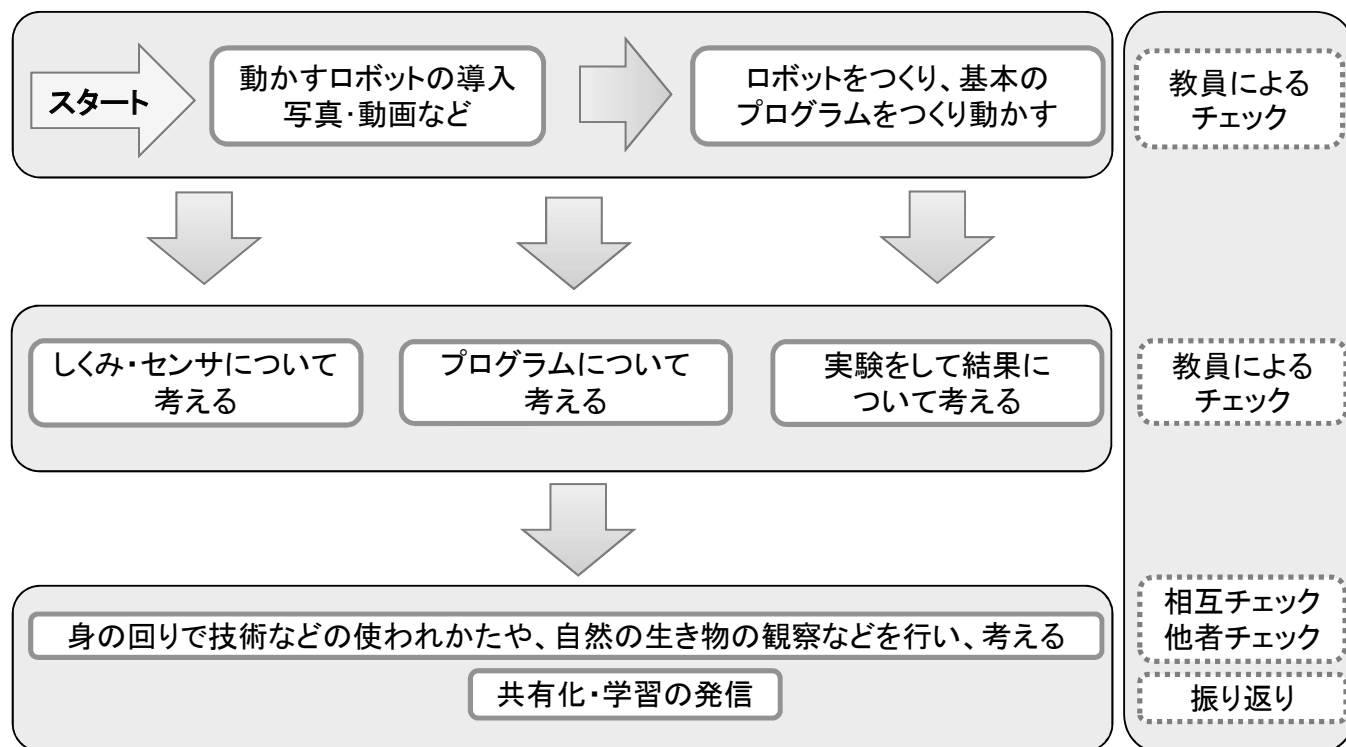
またWeDo2.0のプログラムは、直感でわかるブロックタイプであり、初めて触る人でも理解できるように作られています。

是非、学習の中に、グループ活動や討論、発表も加え学習効果をさらに高められるように工夫していただきたいです。

プロジェクト型の学習は、『考える癖』を育み、主体的・対話的で深い学びを効果的に実践させることができます。

WeDo2.0とテキストで、子どもたちとともに、観察、発見、驚き、そして一緒に考えながら、学習を進めていただきたいと願っています。

学習の流れは、次の通りです

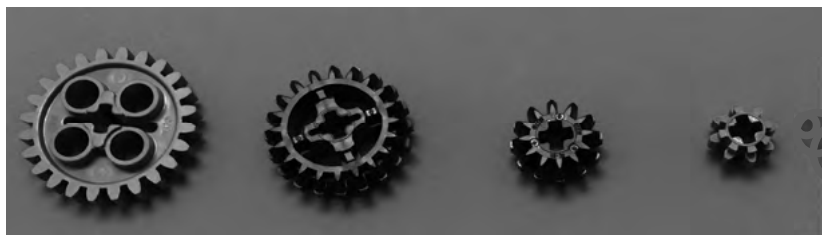


Today's Topic

レゴの、パーツについて考えましょう

はぐるま

Q1: いくつかのギザギザがありますか？数えてみましょう



レゴのパーツ

ぶんの1ミリの
の せいど

Q2: この歯車の名前は何でしょう

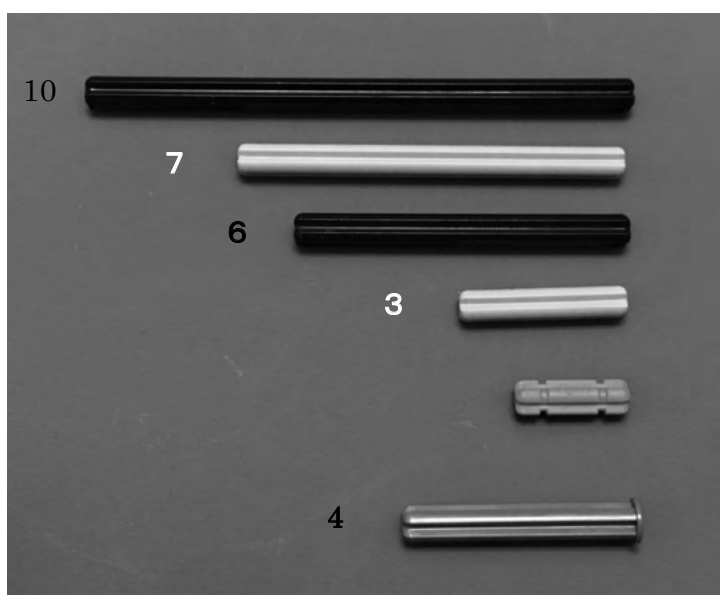


ギヤ

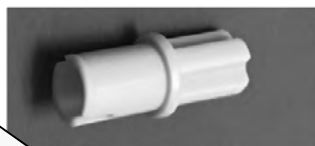
シャフト

Q3: ケースの中にはシャフトは、何本ありますか？

灰色のシャフト	
黒色のシャフト	
赤色のシャフト	



ペグ



違いは何でしょう？

黒いペグは、

固定

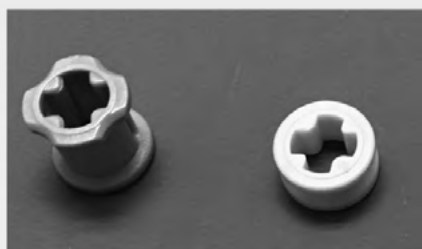
クリーム色のペグは、

固定

プーリー

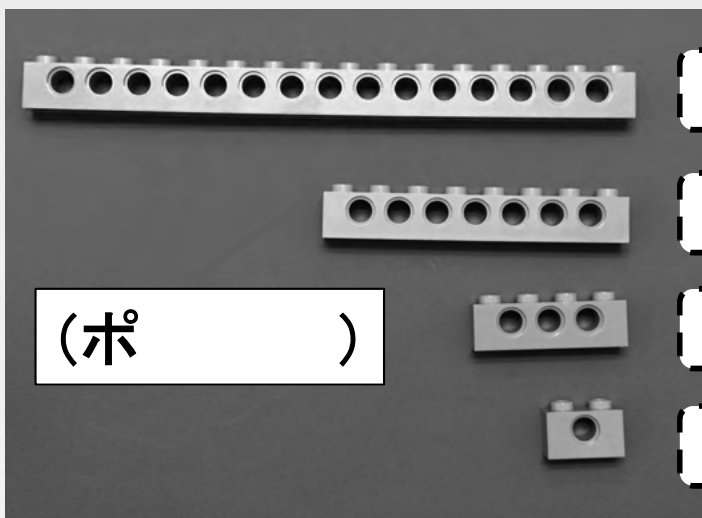


ブッシュ



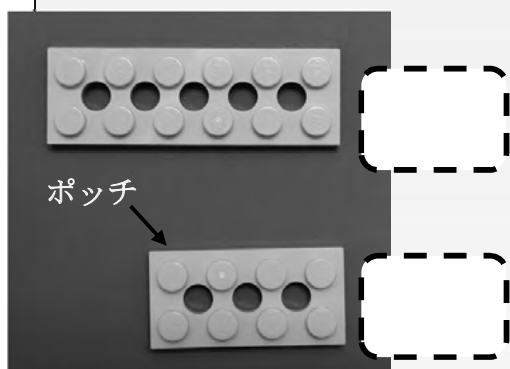
リフト アーム

穴の数はいくつですか？

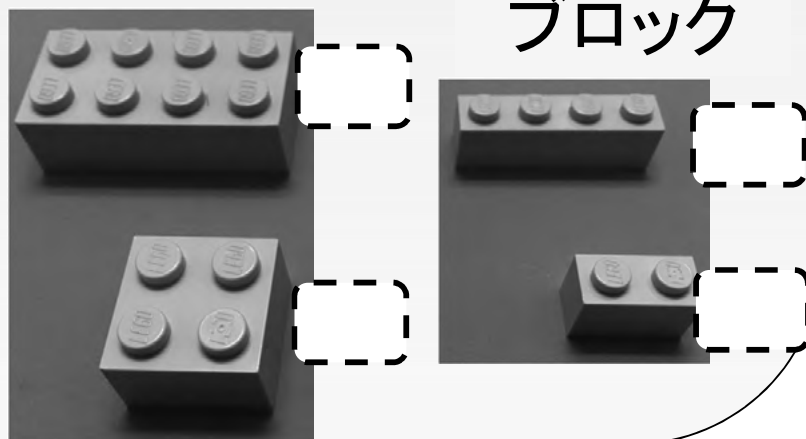


プレート

ポッチの数はいくつですか？



ブロック



マイロをつかって、走らせよう

■実験 1

やってみよう1: マイロができたらプログラムをつかって、走らせよう

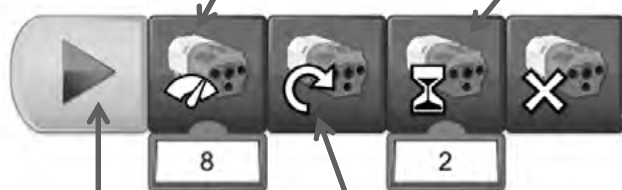
マイロのつくりかたは、プロジェクトの入門にあります



◆プログラム

モータの を にする

モータを 秒待つ



モータを

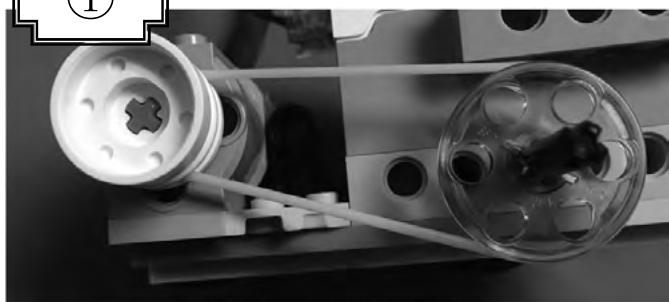
コマンド

モータを

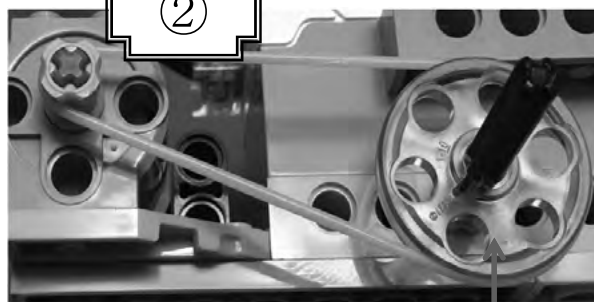
に回す

Q1: 大きさを変えて、走らせてみよう

①



②



プ

まとめ

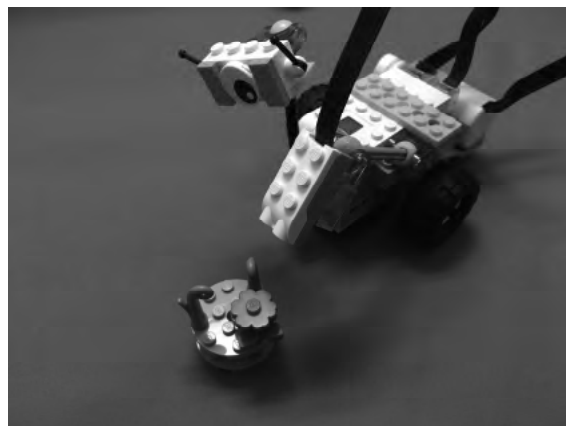
Today's Topic

モーションセンサーをつかおう

■実験 1

やってみよう1: モーションセンサーをつけて、プログラムをつかって、走らせよう

つくりかたは、プロジェクトの入門にあります



◆プログラム

モータを に

モータを



モータパワーを

の音を

センサーが反応するまで待つ

Try

モーションセンサーを前に向けて走らせ、壁から何**cm**手前で止まるか、やってみましょう



cm

まとめ

Try

身のまわりの技術を調べよう

「モーションセンサー」のようなはたらきのセンサーが身のまわりでたくさん使われています。使われていることで私たちはどのような利益（便利さ）を得ていますか？調べて発表しよう。

使われているところ：

どのように使われているか、できるだけ詳しく書きましょう

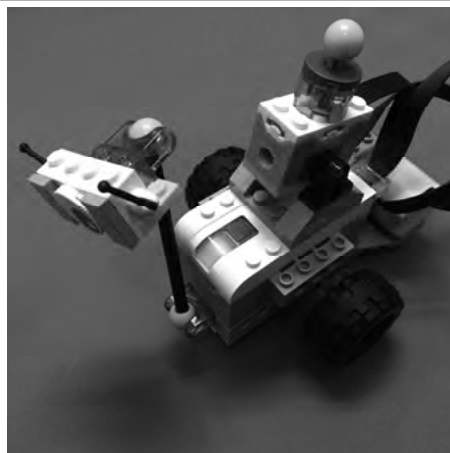
私たちは、どのような利益（便利さ）を得ていますか

チルトセンサーをつかおう

■実験 1

やってみよう1: チルトセンサーをつけて、プログラムをつくって、動かしてみよう

つくりかたは、プロジェクトの入門にあります



◆プログラム

スマートハブのLEDを

でつける

センサの傾きを待つ



センサの
傾きを待つ

ディスプレイタブに

スマートハブのLEDを

ディスプレイタブに

Try

番号をかえて、スマートハブの色の変化を、確認しよう

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
黒									赤	

まとめ

Try

身のまわりの技術を調べよう

「チルトセンサー」のようなはたらきのセンサーが身のまわりでたくさん使われています。使われていることで私たちはどのような利益(便利さ)を得ていますか？調べて発表しよう。

使われているところ：

どのように使われているか、できるだけ詳しく書きましょう

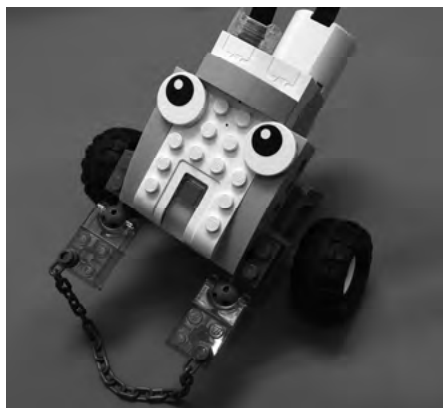
私たちは、どのような利益(便利さ)を得ていますか

プルロボットをつくろう

■実験 1

やってみよう1: プルロボットをつくり、
プログラムをつくって、動かしてみよう

つくりかたは、プルロボットにあります



◆プログラム

ウィンドウタブに「 」 「 」 「 」 「 」
と表示する

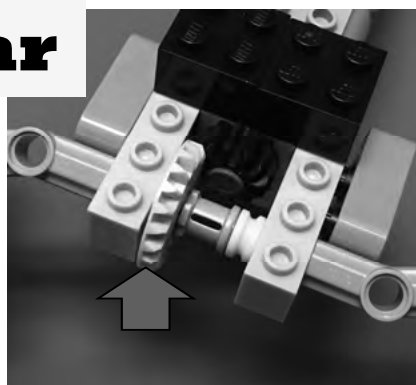
モーターを にまわす



モーターの を にする

モーターを 待つ

Gear



ギヤの名前を、答えましょう

べ

ギヤ

まとめ

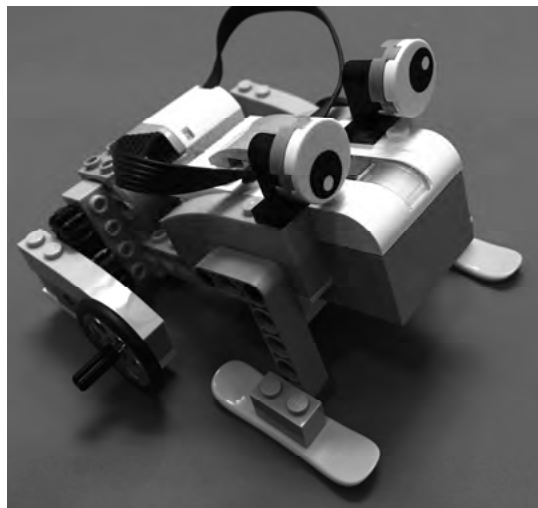
カエルロボットをつくろう

■実験 1

やってみよう1: カエルロボットをつくり、
プログラムをつくって、動かしてみよう

つくりかたは、歩く&カエルロボットにあります

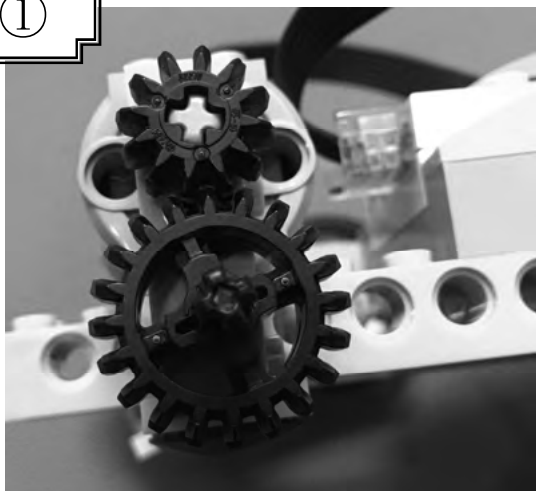
◆プログラム



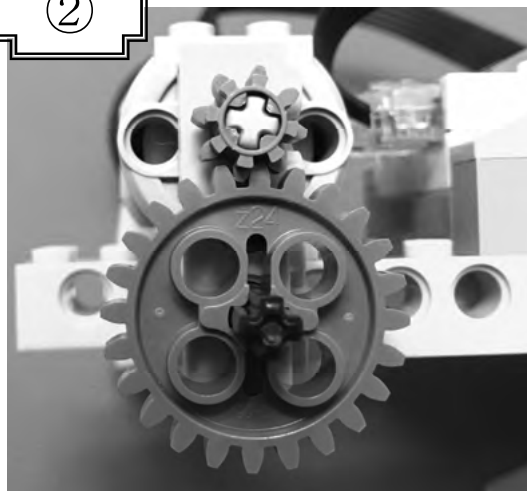
Try

どちらがはやく動くか、確かめてみよう

①



②



のほうが はやく動く

まとめ

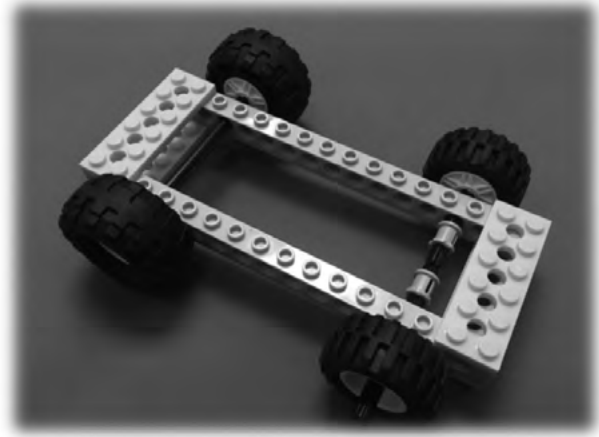
車をつかって走らせよう

■実験 1

やってみよう1: 手で押して、車を遠くまで走らせましょう

つくりかたは、ありません。自分で考えましょう

やってみよう2: 坂道をつかって、走らせましょう

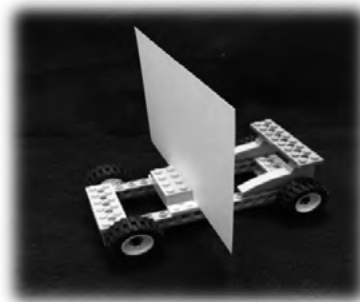


まとめ

タイヤが、_____固定
されているとよく走る

Try

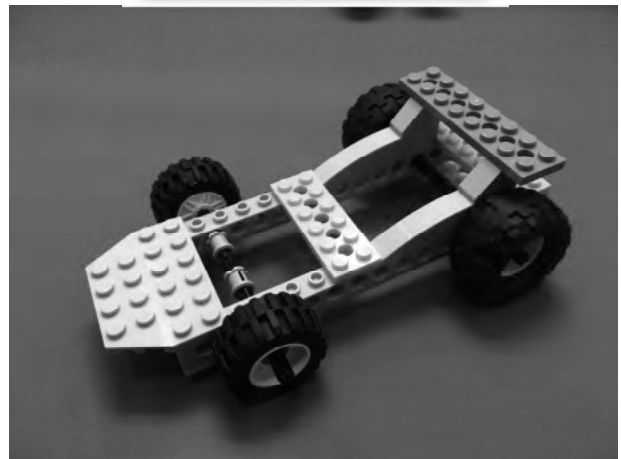
風の力をつかって走らせましょう



Try

車を、さらに、かっこよく
つくりあげましょう

* 運転席も、つくりましょう

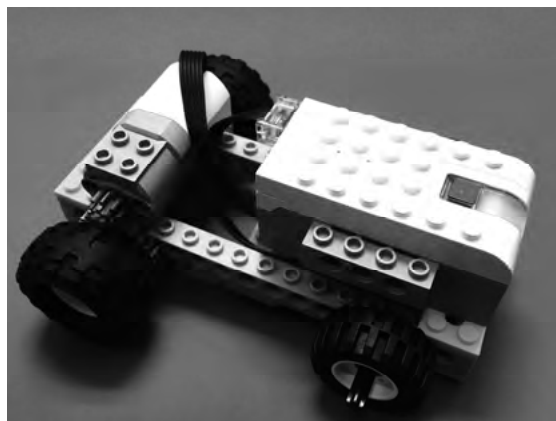
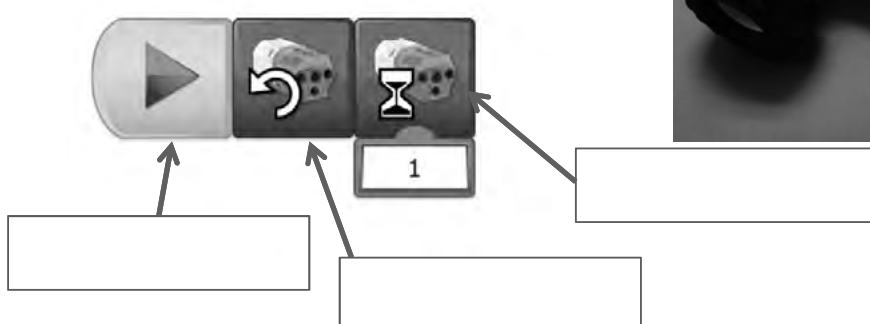


車にモーターをとりつけ、走らせよう

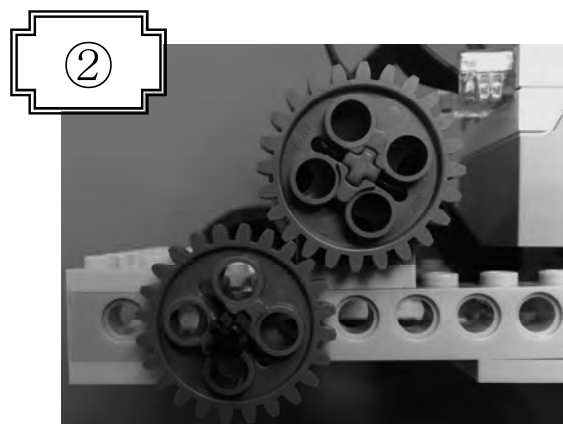
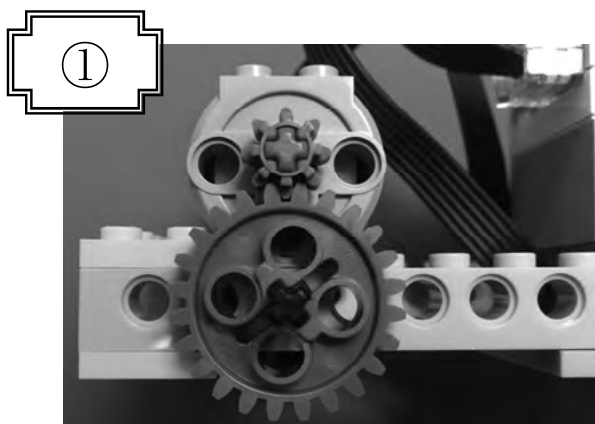
■実験 1

やってみよう1: プログラムをつくって、走らせよう

◆プログラム



Q1: 歯車を変えて、走らせてみよう



Try

それぞれの歯車の組み合わせで走った長さを、調べましょう

① _____ cm ② _____ cm

まとめ

Today's Topic

プルロボットをつかって実験しよう

■実験 1

やってみよう1: プルロボットとプログラム
をつかって、実験しよう

つくりかたは、基礎プロジェクト 1. 引く力にあります

◆プログラム



Q1: 枠の中に入れるタイヤの数を覚えて、動くか実験してみよう

タイヤ のかず	0	1	2	3	4	5
うごいた か						

Try

モータのパワーをかえて、おなじようにじっけんしてみよう

まとめ

Today's Topic

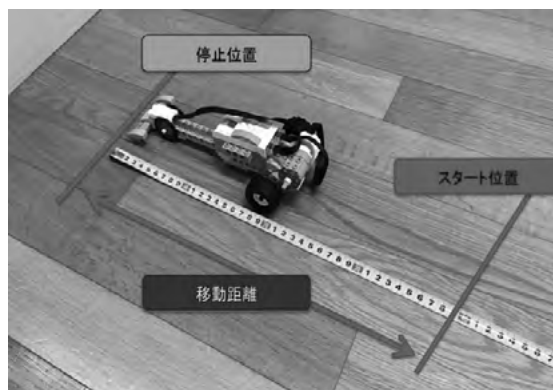
車ロボットをつかって実験しよう

■実験 1

やってみよう1: 車ロボットとプログラム
をつかって、実験しよう

つくりかたは、基礎プロジェクト 2. 速度にあります

◆プログラム



Q1: モーターのパワー10にして、何秒で走るか実験してみよう

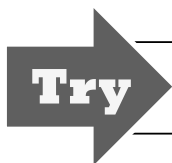
はしらせる長さ	40 _{cm}	60 _{cm}	80 _{cm}	100 _{cm}	120 _{cm}	140 _{cm}
ディスプレイタブの数						

Try

モーターのパワーを変えて、60_{cm}走らせる秒数を実験で求めてみよう

モーターのパワー	3	4	5	6	8	10
ディスプレイタブの数						

まとめ



身のまわりの技術を調べよう

近い将来、自動運転の車が販売されようとしています。ぶつからないしくみや車庫入れや道のとおり走るしくみはどのような技術を使っているのでしょうか？調べて発表しよう。

使われている技術：

どのような技術が使われているか、できるだけくわしく書きましょう

私たちは、どのような利益（便利さ）を得ていますか

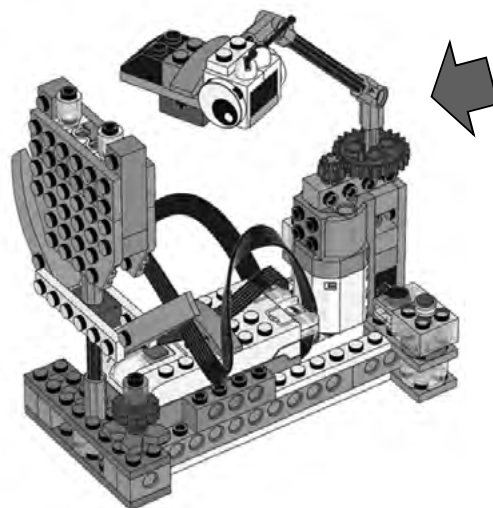
Today's Topic

ハチと花ロボットをつかって実験しよう

■実験 1

やってみよう1: ハチと花ロボットとプログラムをつかって、実験しよう

◆プログラム



Q1: モーターのパワーを変えて、止まるか実験してみよう

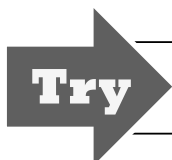
モーター のパ ワー	5	6	7	8	9	10
止まったか						

Try

シャフトを追加して、ハチの高さを変えて、同じように実験してみよう
追加のシャフト: _____ の長さ

モーター のパ ワー	3	4	5	6	8	10
止まったか						

まとめ



身のまわりの花のしくみを調べよう

ハチが集まる花のつくりやしくみは、どのようになっているのでしょうか？
調べて発表しよう。

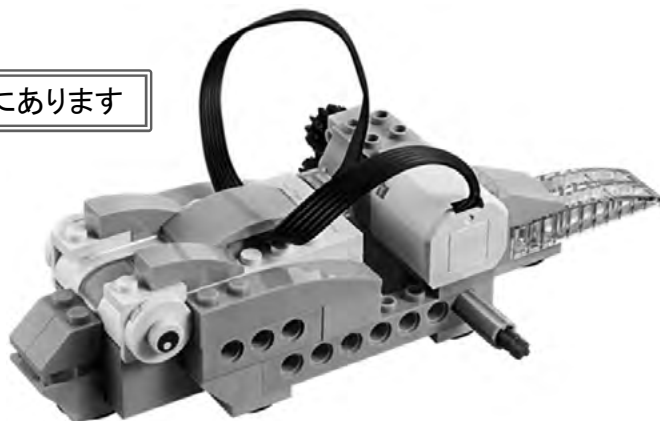
カエルロボットをつかって実験しよう

■実験 1

やってみよう1: オタマジャクシロボット
とプログラムをつかって、動かしてみよう

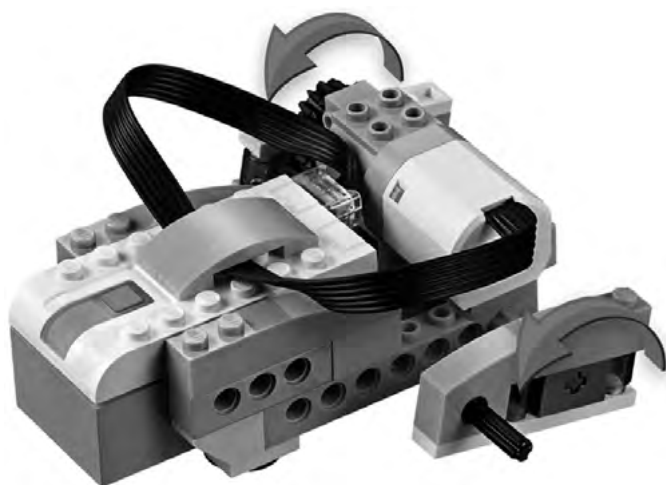
つくりかたは、基礎プロジェクト 4. カエルの成長にあります

◆プログラム



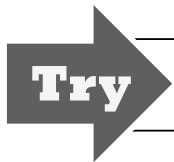
Try

カエルの成長を想像して、ロボットを作り変え、うごかしてみよう



まとめ

どのようなことを考えましたか？



カエルの成長について調べよう

「カエルの成長について、まとめよう」

カエルの名前

たまご

スケッチしましょう

気付いたことをかきましょう

おたまじゃくし1

おたまじゃくし2

カエル

Today's Topic

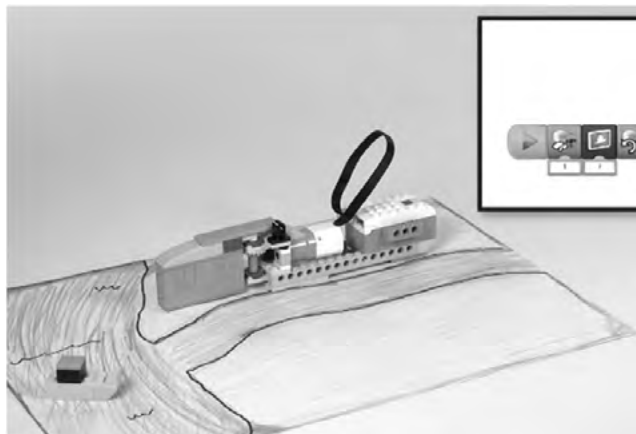
水門ロボットをつかって実験しよう

■実験 1

やってみよう1: 右のように水門ロボットとプログラムをつかって、動かしてみよう

つくりかたは、基礎プロジェクト 6. 洪水を防ごうにあります

◆プログラム



Q1: モーションセンサーやチルトセンサー、サウンドセンサーを使って、水門の開け閉めができるように変えてみよう



このプログラムは、船が近づくと水門が開きます。8秒後水門は閉まります

Try

水門は、私たちの生活にどのような利益をもたらしているのか考えてみよう

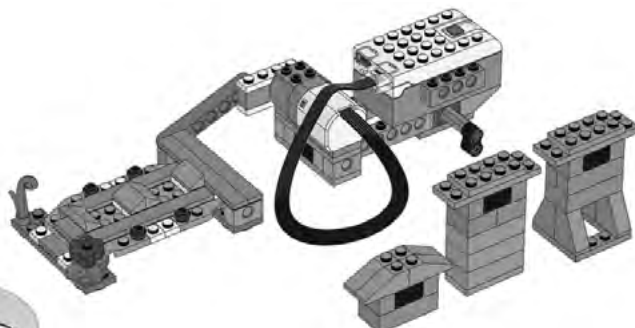
まとめ

地震ロボットをつかって実験しよう

■実験 1

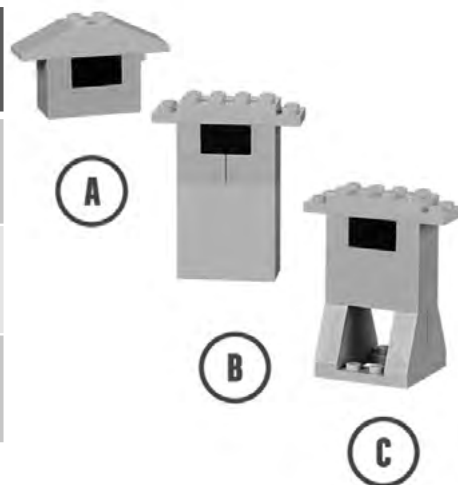
やってみよう1: 地震ロボットとプログラムをつかって、実験しよう

◆プログラム



Q1: プログラムを動かして、どのパワーで倒れるか実験してみよう

モーター パワー	1	2	3	4	5
A					
B					
C					



Try

大きな揺れでも、倒れない建物をつくってみよう

まとめ

Try

身のまわりの技術を調べよう

「地震大国日本」といわれるように、地震が多く発生しています。地震が発生した時に建物が倒れないようにどのようなしくみが使われていますか？調べて発表しよう。

Today's Topic

ヘリコプターロボットをつかって実験しよう

■実験 1

やってみよう1: ヘリコプターロボットとプログラムをつかって、動かしてみよう

◆プログラム



Try

はやく引き上げたいとき、どのようにすればいいでしょう。つくって確かめてみましょう

自分の考えと結果

Try

ヘリコプターによる救助によてて、私たちは、どのような利益をえているでしょうか

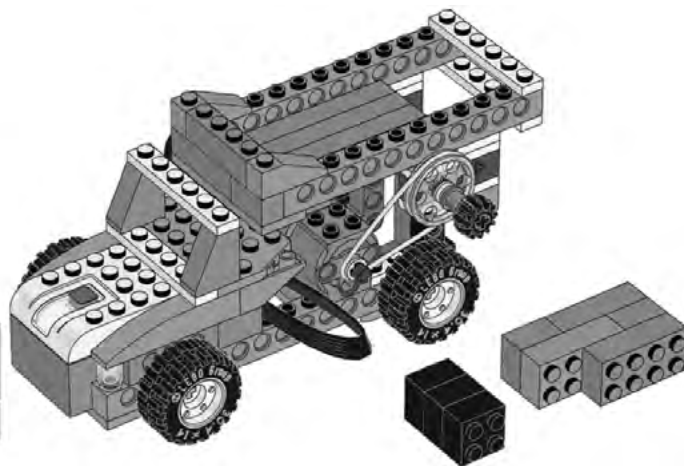
調べたこと

リサイクルロボットをつかって実験しよう

■実験 1

やってみよう1: リサイクルロボットとプログラムをつかって、動かしてみよう

◆プログラム



Q1:ゴミの分別ができるように、荷台の形をかえてみよう

自分の考えと結果

Try

モーションセンサーやチルトセンサーを使って、ゴミの分別ができるようにプログラムをつくってみよう

まとめ

**Try**

ゴミの分別と減量について調べよう

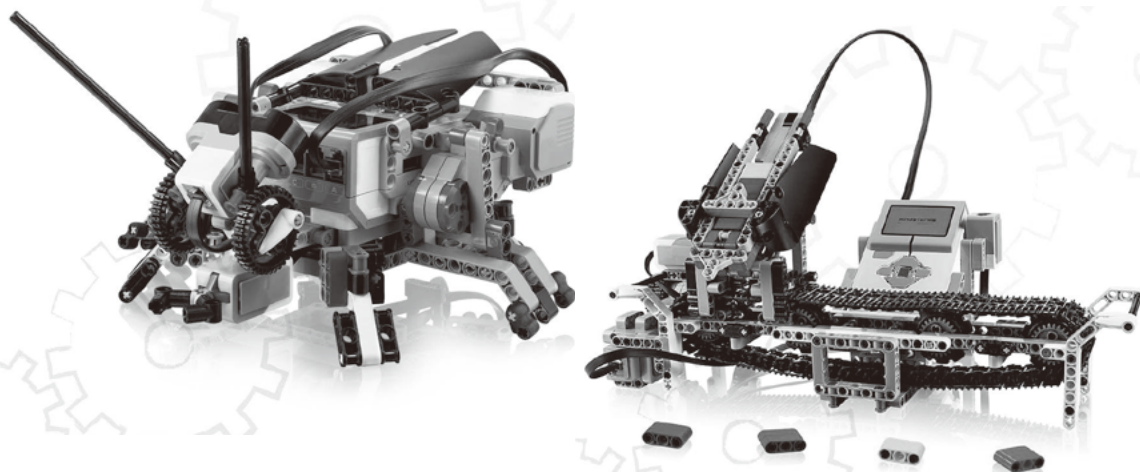
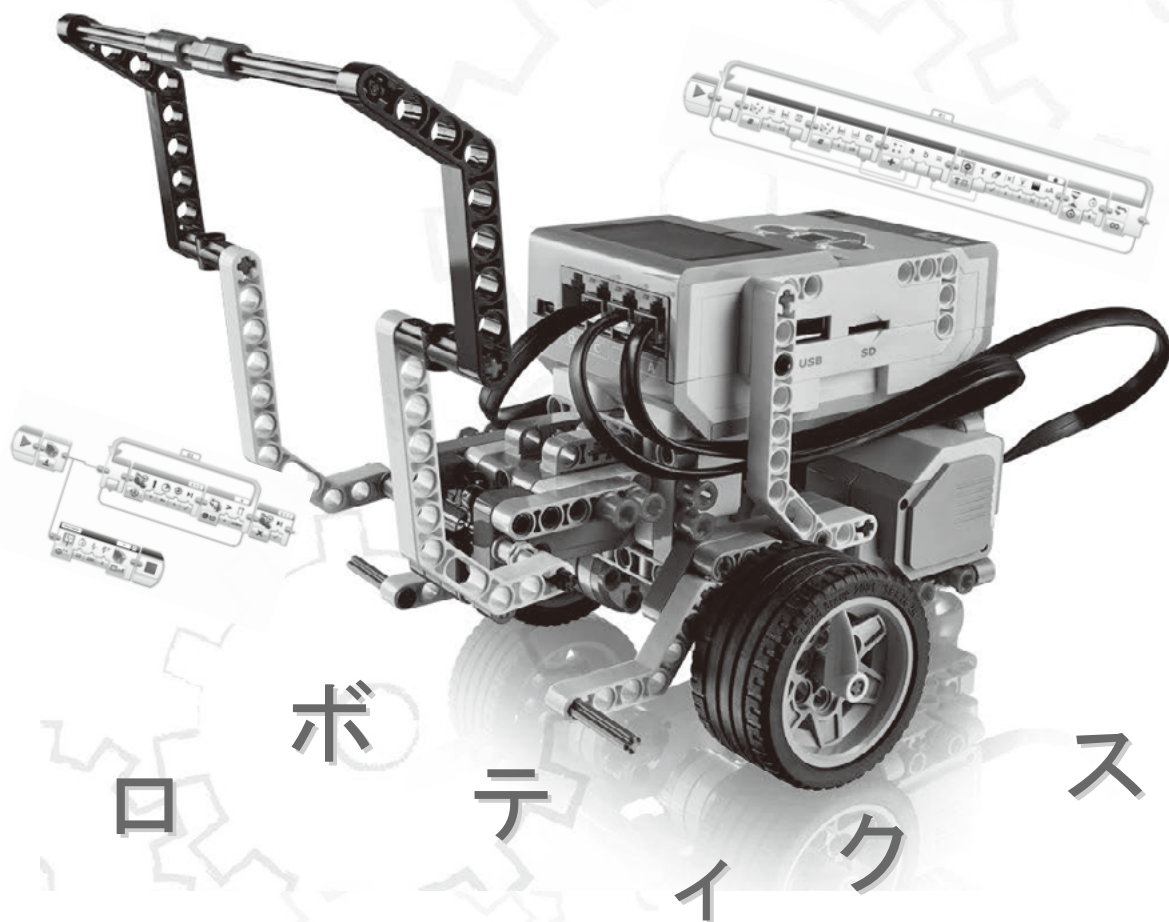
私たちの生活からはゴミがたくさん出ます。私たちはゴミの分別とゴミを減らすことに取り組んでいます。どのような方法がとられているのか調べてみよう

制作・発行 川原田康文

2017年4月3日

このテキストの内容に関する著作権は、すべて川原田康文に所属します。

For Sagami Women's University Junior & Senior High School



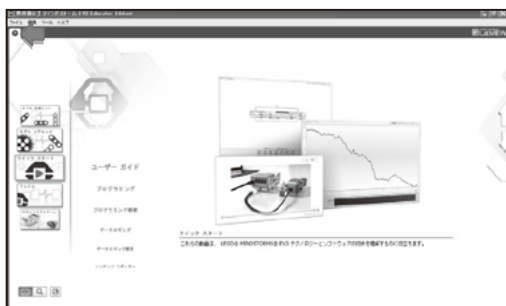
1年 組 番 名前

ローマ字入力表

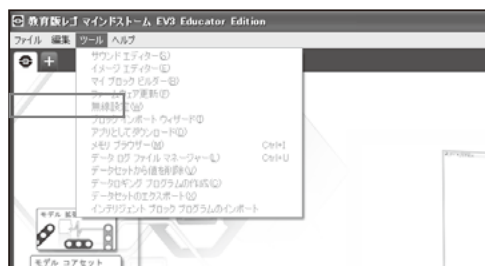
しゃ	しい	しゅ	しえ	しよ	あ	い	う	え	お	が	ぎ	ぐ	げ	ご
SYA	SYI	SYU	SYE	SYO	A	I	U	E	O	GA	GI	GU	GE	GO
じゃ	じい	じゅ	じえ	じよ	か	き	く	け	こ	ざ	じ	ず	ぜ	ぞ
ZYA	ZYI	ZYU	ZYE	ZYO	KA	KI	KU	KE	KO	ZA	ZI	ZU	ZE	ZO
ちゃ	ちい	ちゅ	ちえ	ちよ	さ	し	す	せ	そ	だ	ぢ	づ	で	ど
TYA	TYI	TYU	TYE	TYO	SA	SI	SU	SE	SO	DA	DI	DU	DE	DO
ぢゃ	ぢい	ぢゅ	ぢえ	ぢよ	た	ち	つ	て	と	ば	び	ぶ	べ	ぼ
DYA	DYI	DYU	DYE	DYO	TA	TI	TU	TE	TO	BA	BI	BU	BE	BO
てゃ	てい	てゅ	てえ	てよ	な	に	ぬ	ね	の	ぱ	ぴ	ぷ	ぺ	ぽ
THA	THI	THU	THE	THO	NA	NI	NU	NE	NO	PA	PI	PU	PE	PO
でゃ	でい	でゅ	でえ	でよ	は	ひ	ふ	へ	ほ	びゃ	びい	びゅ	びえ	びよ
DHA	DHI	DHU	DHE	DHO	HA	HI	HU	HE	HO	BYA	BYI	BYU	BYE	BYO
にゃ	にい	にゅ	にえ	によ	ま	み	む	め	も	ぴゃ	ぴい	ぴゅ	ぴえ	ぴよ
NYA	NYI	NYU	NYE	NYO	MA	MI	MU	ME	MO	PYA	PYI	PYU	PYE	PYO
ひゃ	ひい	ひゅ	ひえ	ひよ	や	い	ゆ	いえ	よ	うゝあ	うゝい	うゝう	うゝえ	うゝお
HYA	HYI	HYU	HYE	HYO	YA	I	YU	YE	YO	VA	VI	VU	VE	VO
ふぁ	ふい	ふ	ふえ	ふお	ら	り	る	れ	ろ	ぁ	ぃ	ぅ	ぇ	ぉ
FA	FI	FU	FE	FO	RA	RI	RU	RE	RO	XA	XI	XU	XE	XO
ふゃ	ふい	ふゅ	ふえ	ふよ	わ	うい	うえ	を	ん	きゃ	きい	きゅ	きえ	きよ
FYA	FYI	FYU	FYE	FYO	WA	WI	WE	WO	NN	KYA	KYI	KYU	KYE	KYO
みゃ	みい	みゅ	みえ	みよ						ぎゃ	ぎい	ぎゅ	ぎえ	ぎよ
MYA	MYI	MYU	MYE	MYO						GYA	GYI	GYU	GYE	GYO
りゃ	りい	りゅ	りえ	りよ										
RYA	RYI	RYU	RYE	RYO										

教育用 EV3 ソフトウェア(プログラム)をスタート

- ①教育用 EV3 ソフトウェアのアイコンをダブルクリックすると次のスタート画面が表示されます。
画面の左側に、ロボットやプログラムのつくりかたなどがあります。



- ★ 1 作り方で困ったら、左側のメニューから選び、ヒントを得ましょう
- ★ 2 EV3 ファームウェアの更新 プログラムの環境を整えるときに使います。



プログラムの基本



基本的に操作は簡単です。

- ① 開始のブロックの右側にブロックを並べるだけ。
- ② 例えば、ロボットを移動させたいときは、動作のコマンド群の中から選び、ブロックを置き、その中のいろいろな設定をするだけ。
- ③ モーターが、どこにつながっているか、出力は？どのくらい動かすのか？などの設定ができます。

マインドストーム EV3 の世界にチャレンジしよう！！

Topics

プログラムを作ってみよう 1

今日の目標

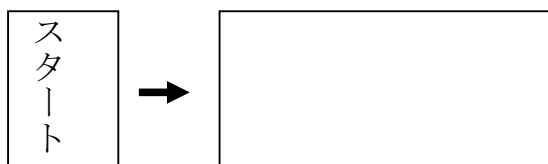
3 秒前進するプログラムをつくろう

ここでは、【3 秒前進させるプログラム】
を例にして、考えます。

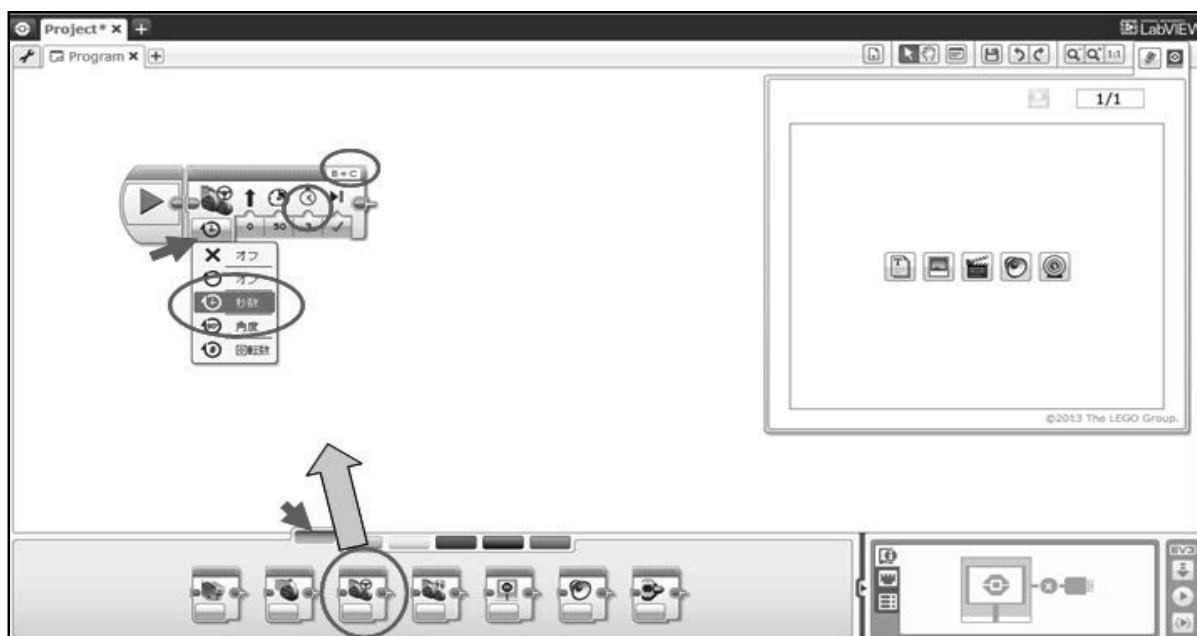
ロボットを 3 秒間前進させるためのプログラムの要素

- 前進
- 3 秒間待つ
- ロボットを停止

考え方



① コマンドパレットより、一番上の「移動」を選び、開始点の、右側に並べます。



② コマンドのブロックの下側で、それぞれの設定を行います。

③ モータは、A と C なので、ポートは、A と C を選びます。

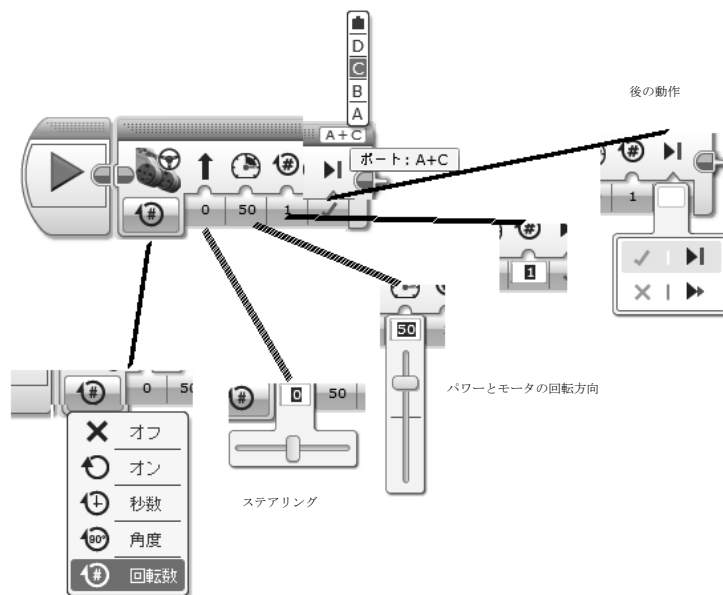
④ 方向は、前進を選びます。
(もし違ったら、修正しましょう)

⑤ ステアリングは、真ん中にしておきます。

⑥ パワーの調整をすると、動作スピードが変更されます。

⑦ ステアリングの命令

⑧ 稼働時間：ここでは 3 秒なので「3」「秒数」を選びます。



○ダウンロードする

作成したプログラムを EV3 へダウンロードします。
それぞれをクリックすることで EV3 へのプログラムの転送が始まります。(パソコンと接続し EV3 の電源を ON にしておく必要があります。)



課題 A モータ、C モータが パワー 65 で、6 秒間前進するプログラム を作りましょう

今日わかったこと

Topics

【実験】「パワー」と「時間」と「走る距離」の関係について考えよう

今日の目標

「パワー」と「時間」を変えて、ロボットが走った距離をまとめてみよう

パワー 100

秒	1	2	3	4	5	6	7	8
走った距離								

パワー 75

秒	1	2	3	4	5	6	7	8
走った距離								

パワー 50

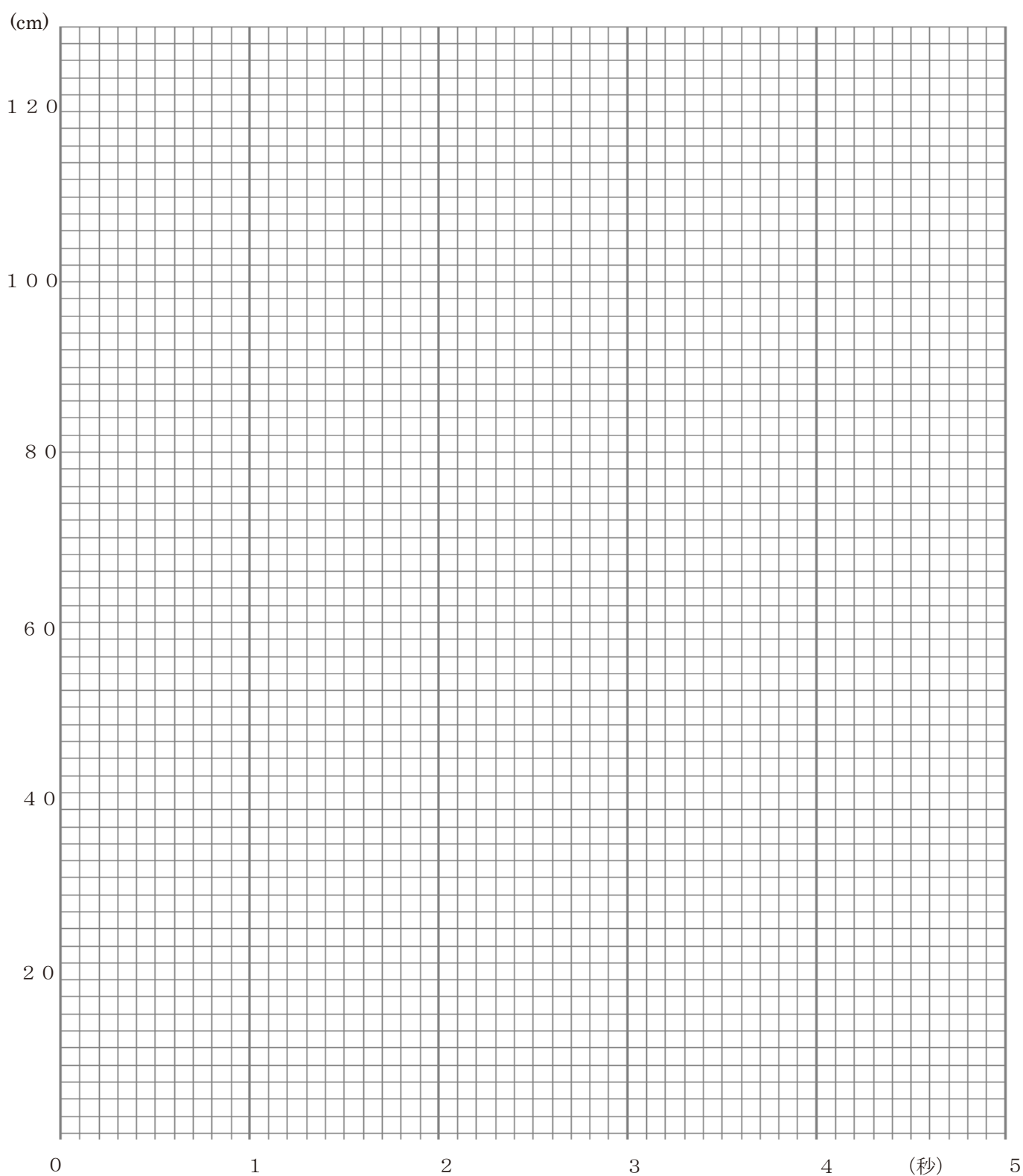
秒	1	2	3	4	5	6	7	8
走った距離								

パワー 25

秒	1	2	3	4	5	6	7	8
走った距離								

きっちり距離をはかるには

課題 : グラフを書いてみよう



今日わかったこと

Topics

プログラムを作ってみよう 2

今日の目標

3 秒前進して 2 秒バックするプログラムをつくろう

スタート

+

考え方

ヒントは、この考え方の中にあります。



STEP 2 のプログラムに、追加
していけばいいんだよね！！
2 秒バックということは、後ろ
に動けばいいのか



今日わかったこと

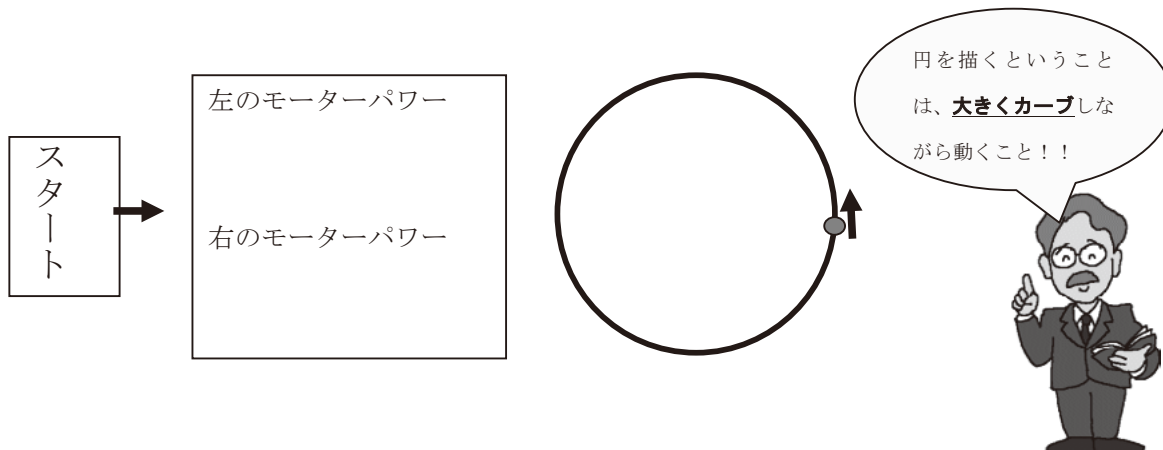
Topics

プログラムを作ってみよう 3

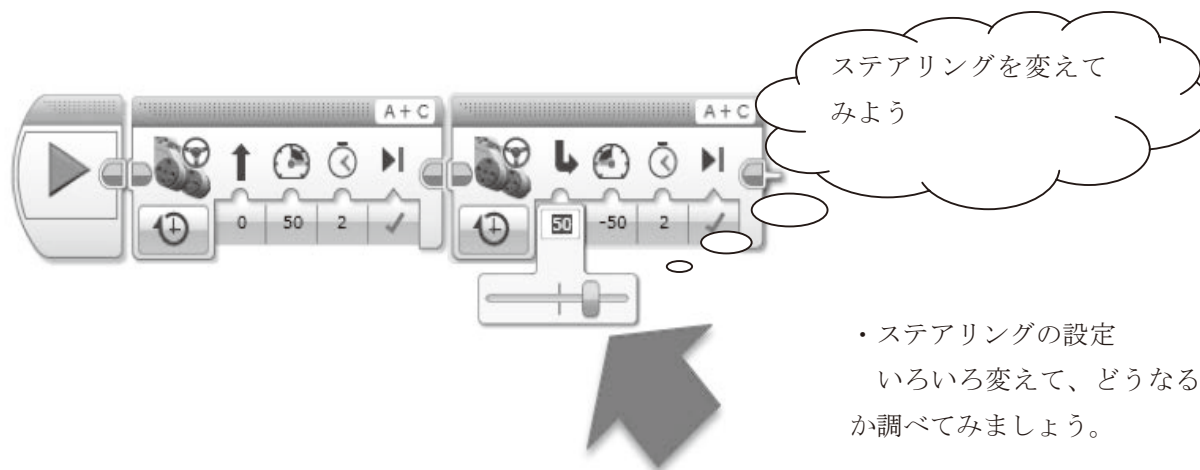
今日の目標

円を描くプログラムをつくろう

考え方



モータのパワーを変える → ステアリングで、パワーを変える



今日わかったこと

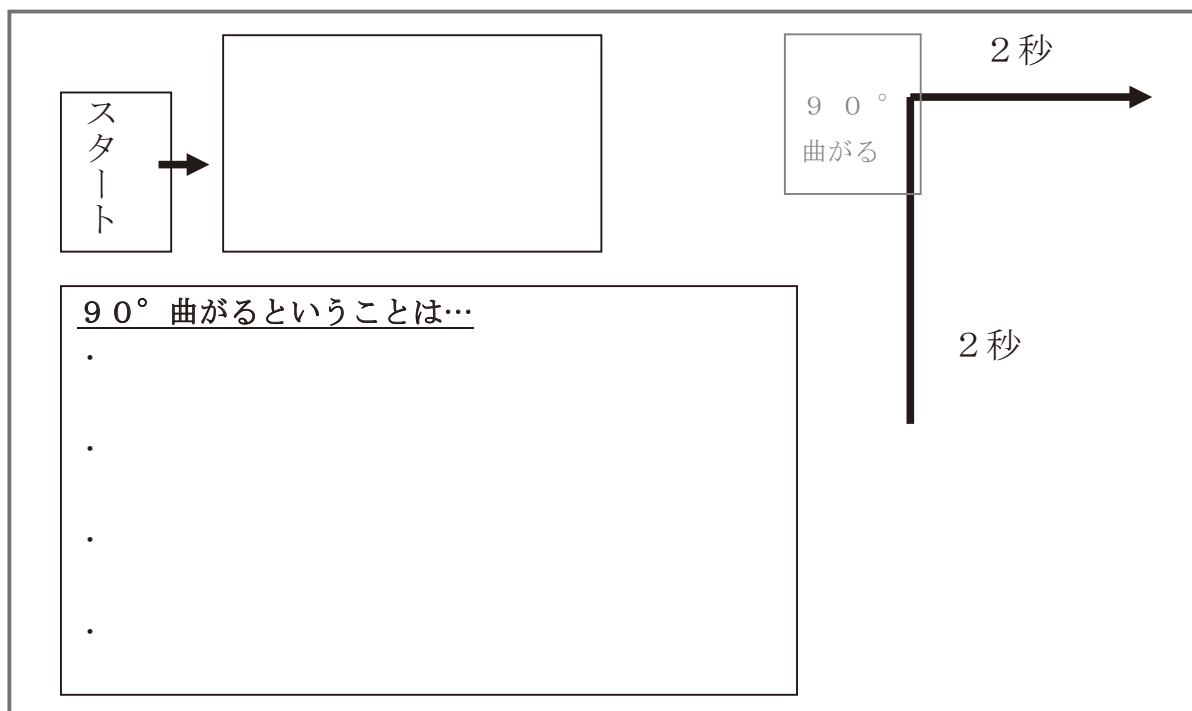
Topics

プログラムを作ってみよう 4

今日の目標

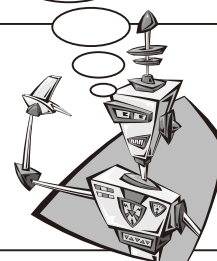
90 度曲がるプログラムをつくろう

考え方



他の方法でもやってみよう！！

今日わかったこと

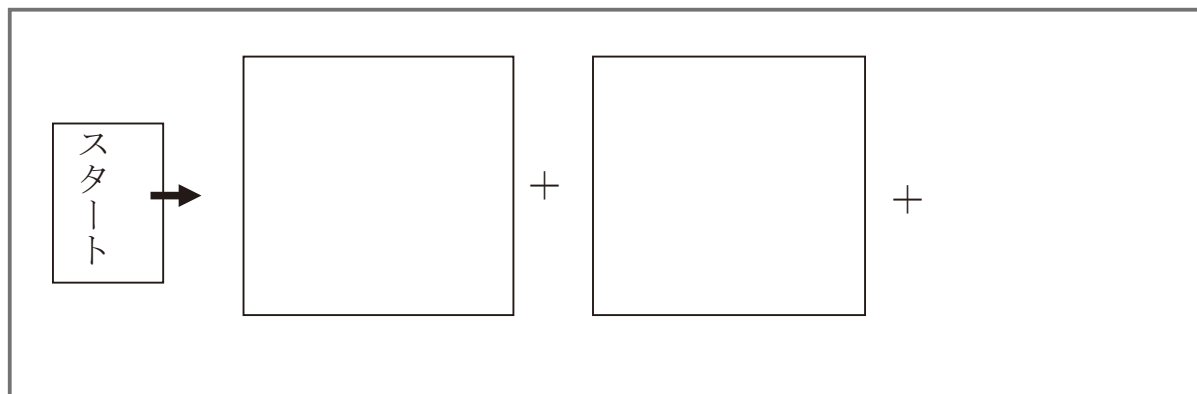


Topics

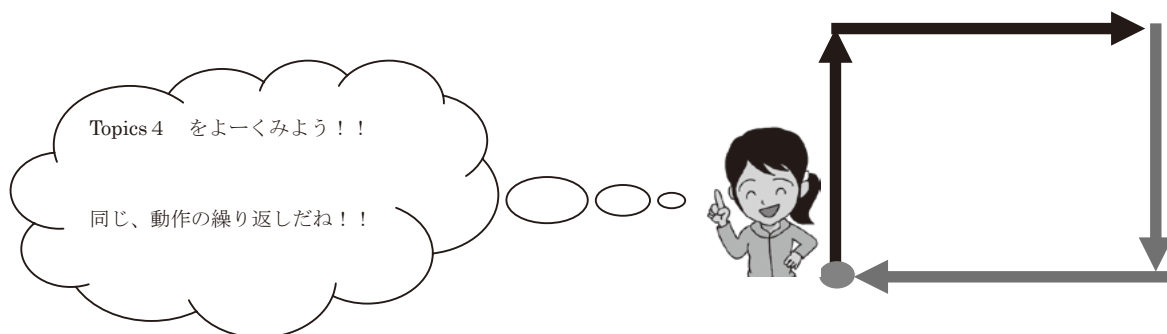
プログラムを作ってみよう 5

今日の目標

正方形を描くプログラムをつくろう



考え方



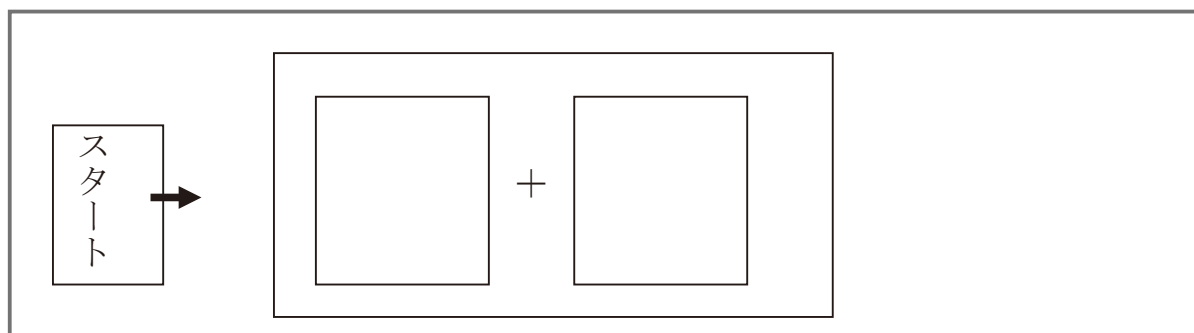
今日わかったこと

Topics

プログラムを作ってみよう 6

今日の目標

Topics 5 のプログラムを改良しよう

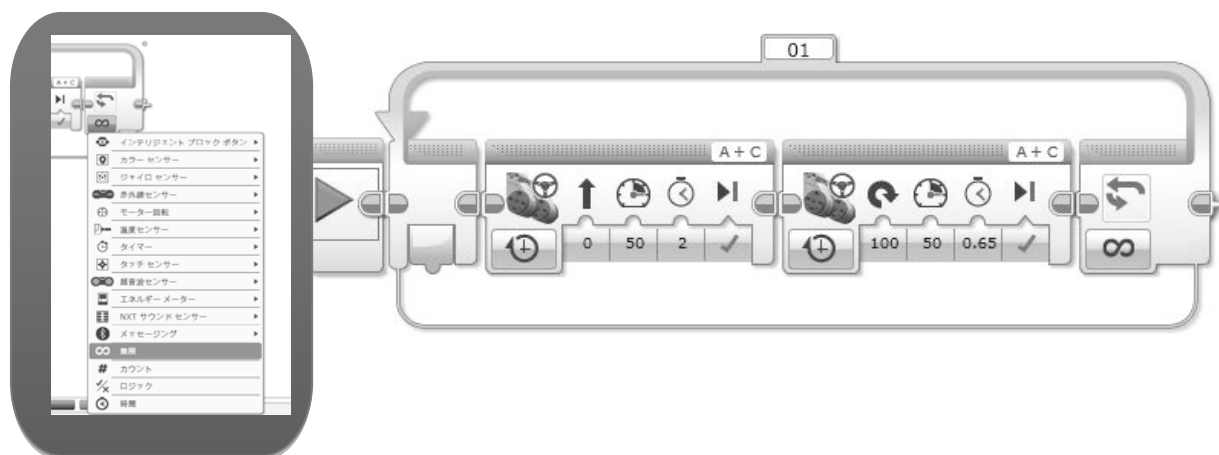


考え方

ループ（繰り返し）命令を使う

ループ（繰り返し）命令には3種類があります。

- 永遠に回りつづける無限ループ
- 決められた回数だけ行うようなループ
- 条件が満たされている時に回るループ



今日わかったこと

Topics

【実験】プログラムを作ってみよう 2

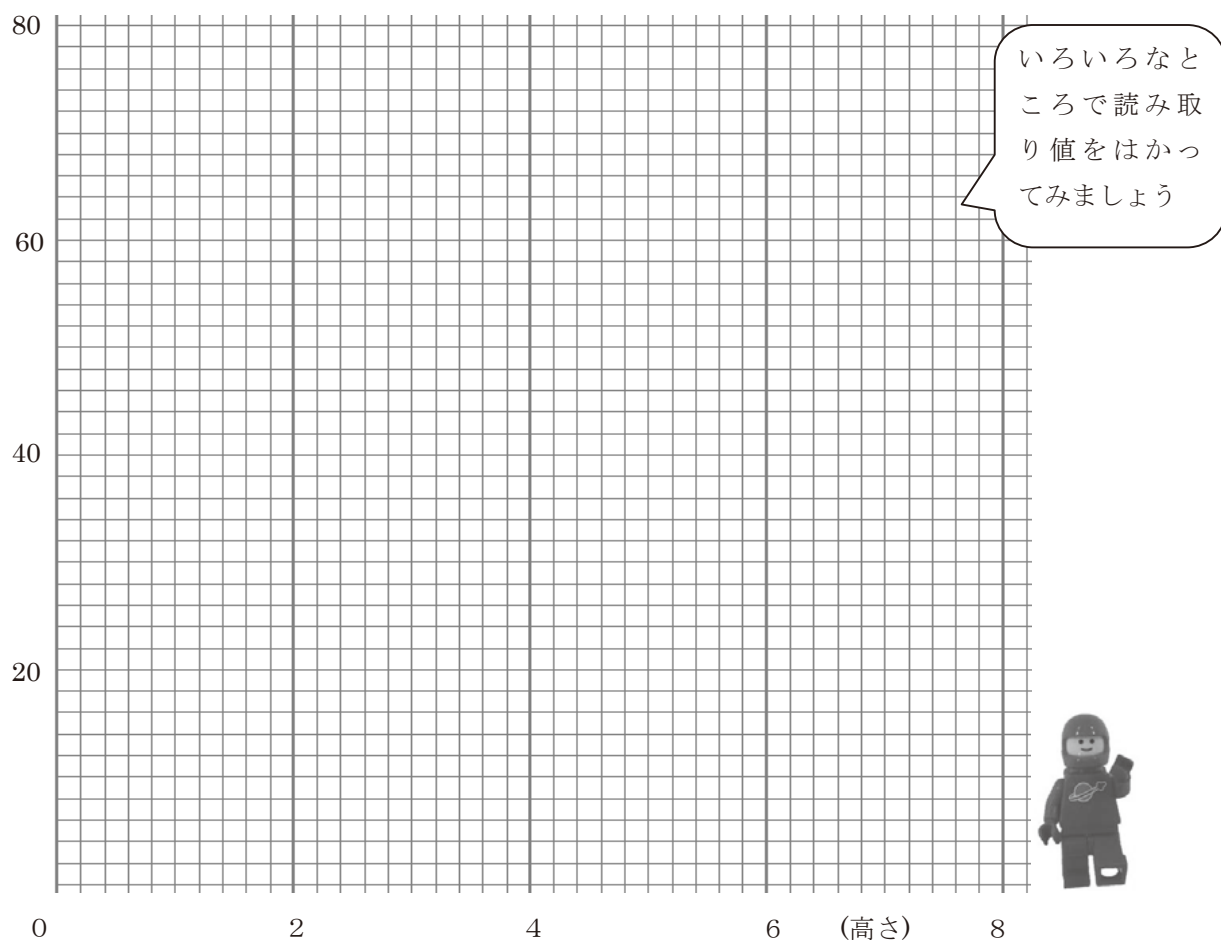
今日の目標

カラーセンサの読み取り値をはかり、考えよう。

センサの高さを変え、黒と白の値を測定しよう。

	高さ 1	高さ 2	高さ 3	高さ 4	高さ 5	高さ 6	高さ 7	高さ 8
白								
黒								

グラフを書いてみよう



今日わかったこと

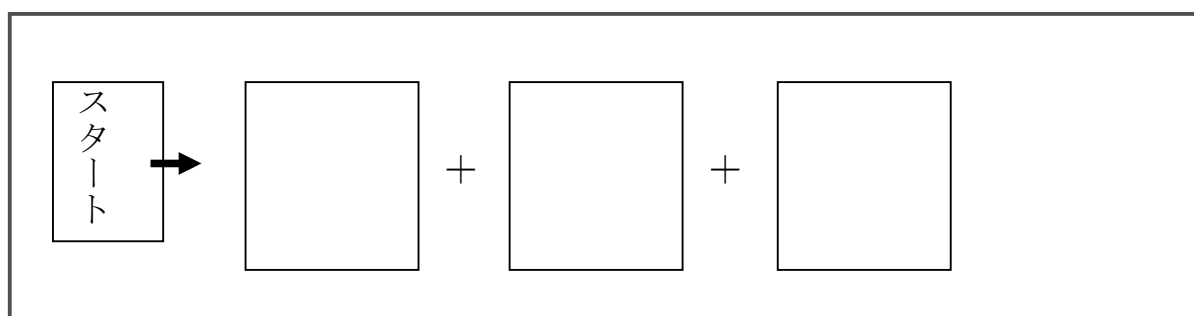
Topics

プログラムを作ってみよう 7

今日の目標

黒い線を見つけたら、止まるプログラムをつくろう

考え方



解説

- ① 黒い線まで移動しなければいけないので動作ブロック（ステアリング）を選びます。
- ② そして、制御のところを、「オン」にします。「オン」にすれば、黒い線を見つけるまで走り続けます。
- ③ 2つめは、センサの命令です。フロー制御の待機を選び、制御のところを、カラーセンサ比較反射光の強さにします。

- ④ 3つめは、モータの停止です。



今日わかったこと

【資料】カラーセンサの読み取り値

センサがどのくらいの値で読み取っているのか調べる事ができます

☆ センサの読み取り値の測定 ☆

※注意点※

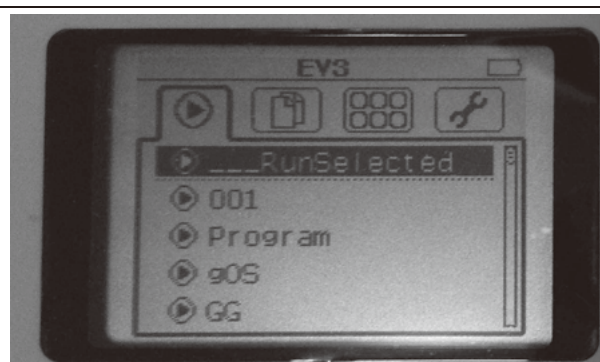
USB ケーブルでパソコンと EV3 がつながっているとき（パソコンでみるとき）



- 右下にある「ポートビュー」を選ぶと、つながっているモータやセンサの状態がリアルタイムで見ることができます。

☆

EV3 でみたいとき ☆



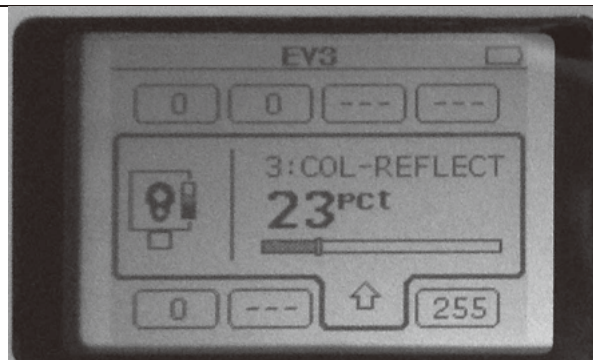
電源を入れたときは、このように一番左の実行したプログラムの一覧が表示されています。



右の▲を2回押し、上の写真のモードにします。Port View が選択されていることを確認して、中心の■を押します。



ポートを選択すると、カラーセンサが表示されるので、COL-REFLECT を選択します。



すると、カラーセンサの読み取り値が、リアルタイムで表示されます。

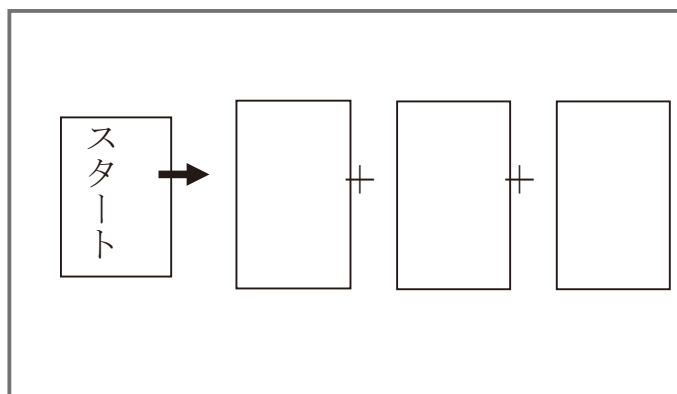
Topics

プログラムを作ってみよう 8 【実験】 3

今日の目標

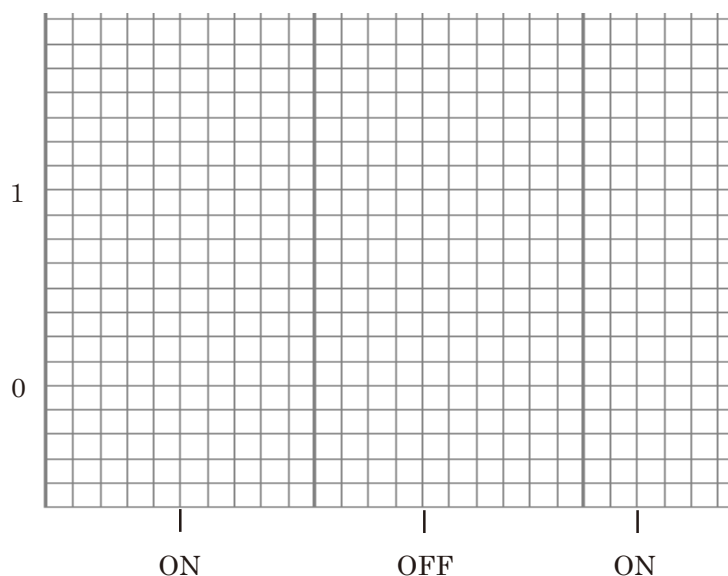
タッチセンサを使って壁にぶつかったら 1 秒バックして止まるプログラムを作ろう

考え方



【実験】 タッチセンサの実験 (p 14 のセンサの読み取りをしてみましょう)

センサの状態	結 果
センサを押したとき	
センサを押していないとき	



今日わかったこと

Topics

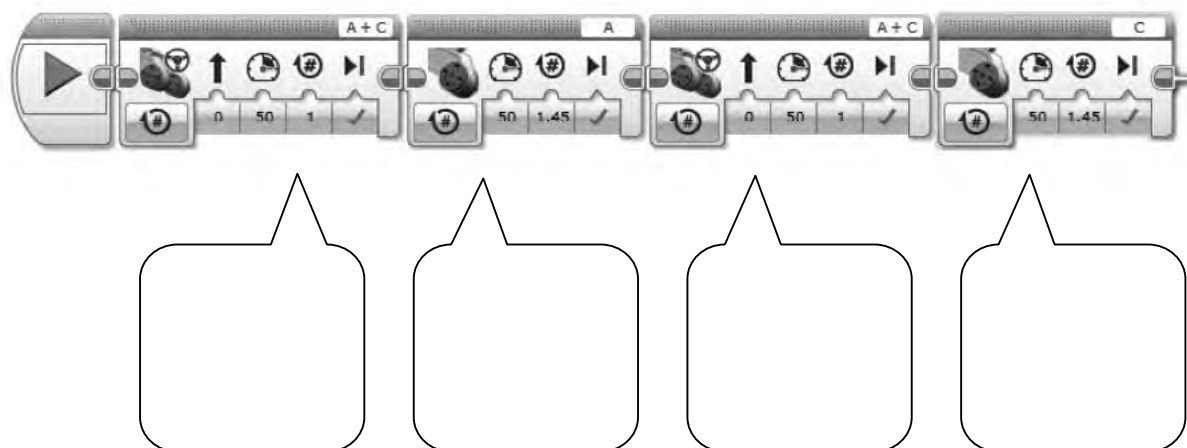
プログラムを作ってみよう 9

今日の目標

回転センサを使って、迷路を抜けるプログラムをつくろう

考え方

スタート →



コースの形に合わせて、モータの回転で抜けるプログラムとなります。この場合は、タッチセンサ等
は使用しません。

今日わかったこと

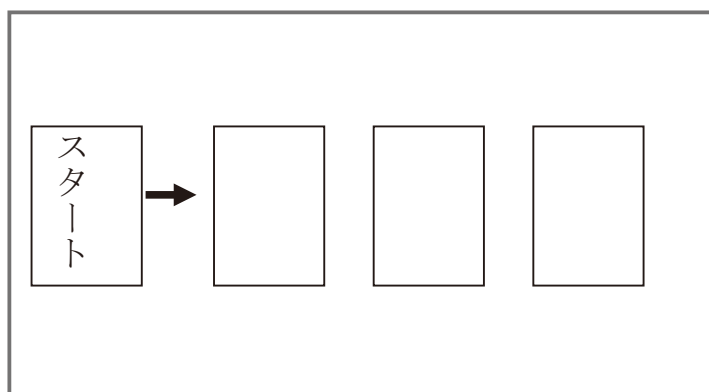
Topics

プログラムを作ってみよう 10 【実験】4

今日の目標

超音波センサを使って、壁 10 cm 手前のところで止まるプログラムをつくろう

考え方

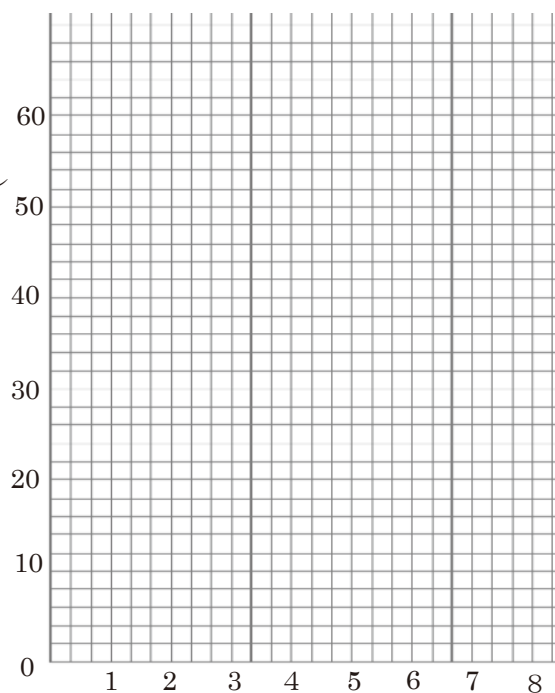


【実験】超音波センサの実験

(p 14 のセンサの読み取りをしてみましょう)

壁からのセンサの距離を変え、読み取り値を測定しよう。

	距離 1	距離 2	距離 3	距離 4
読み取り値				
	距離 5	距離 6	距離 7	距離 8
読み取り値				



社会で使われている技術

Topics

プログラムを作ってみよう 11

今日の目標

変数の考え方を使って、ロボットを制御しよう

☆タイヤの回りの長さを正確に求めましょう。

求め方は？

- ・
- ・
- ・

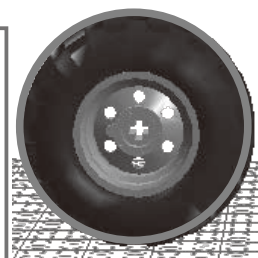
タイヤのまわりの長さは？

mm

☆プログラムは、どのように考えるか？

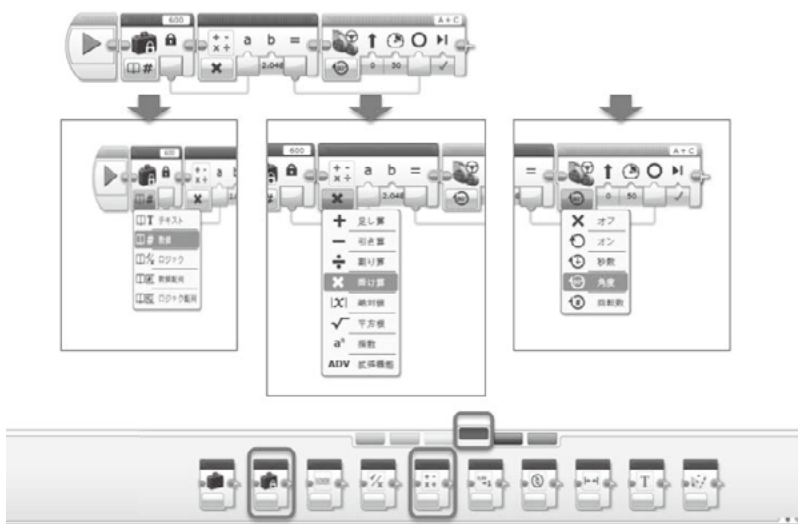
$$360^{\circ} \div \boxed{} =$$

1 mm動かすための



☆移動する距離が変わった場合にも対応できるプログラムにしよう

【データ操作】を使おう



データ操作を選びます。

「定数」コマンドを選びます。

「数値」にします。

2つめは、「数学」コマンドを選びます。

「かけ算」にします。

b に、2.048 を入力します。

3つめは、動作ブロックからステアリングを選び、制御を角度にします。

「データハブ」で、つなぎます。

今日わかったこと

Topics

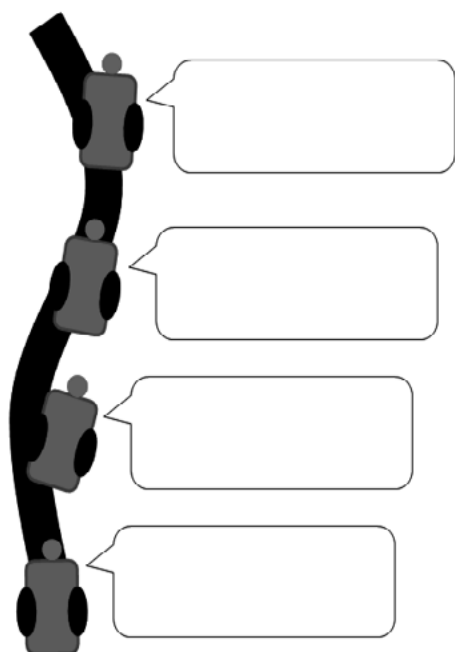
プログラムを作ってみよう 12

今日の目標

カラーセンサを使って、ライントレースをするプログラムをつくろう

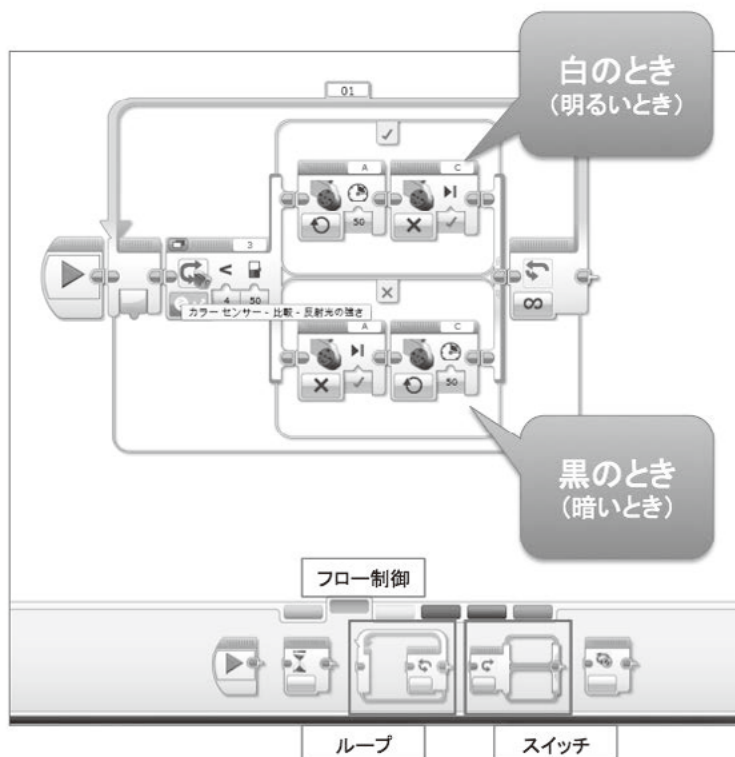
ライントレースの基本は、黒い線とそれ以外の部分を識別して進路を変更することにより、白黒の境界線をトレースするというものです。右の図のように動かしたいときは、黒い線の上にあるときは右へ曲がり、白い部分にあるときは左へ曲がるようにプログラムすればこの図の動きを繰り返しながら黒い線を追跡していきます。

考え方



スタート



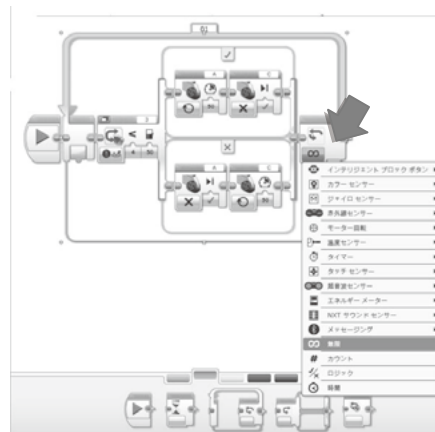


- ① 「フロー制御」の「スイッチ」を選びます。
- ② スwitchの制御を、「カラーセンサ」「比較」「反射光の強さ」にします。
- ③ 上のラインに、モータのブロックを2つ入れます。
- ④ 一つを「オン」に、一つを「オフ」にします。
- ⑤ 下のラインにも2つのモータブロックを入れます。そして上のラインとは反対の設定をします。
- ⑥ 何度も繰り返すので、ループの中にスイッチのコマンドごとに入れます。

⑦ このプログラムは、明るいときにAのモータを動かし、暗いときにCのモータを回します。

発展

このループから抜け出たいときは、ループコマンドの右側の無限 (∞) マークをクリックするとそれぞれの条件でループを抜け出すことができます。



※※ よりスムーズに動かすために ※※

止めているモータを小さいパワーで動くようにしてみよう！

今日わかったこと

Topics

Mission 課題に取り組もう

今日の目標

課題を攻略しよう

◎課題 1

◎どのように考え、実行したか かきましよう

どのくらい
できたか？

Topics

Mission 課題に取り組もう

今日の目標

課題を攻略しよう

◎課題 1

◎どのように考え、実行したか かきましよう

どのくらい
できたか？

Topics

Mission 課題に取り組もう

今日の目標

課題を攻略しよう

◎課題 1

◎どのように考え、実行したか かきましよう

どのくらい
できたか？

Topics

Final Mission 課題に取り組もう

今日の目標

課題を攻略しよう

◎課題 1

◎どのように考え、実行したか かきましよう

どのくらい
できたか？

Topics

Data logging Experiment 1

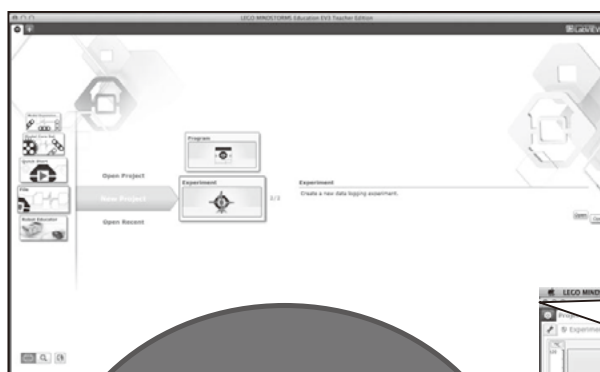
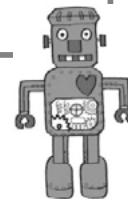
First Task

Data logging の実験の方法を理解しよう

センサが読み取ったデータでグラフをつくり、考えよう!

EV3 ソフトウェアのファイルをクリックし、新規プロジェクト、実験、そして、開くをクリックします。

すると、Data logging の画面が表示されます。

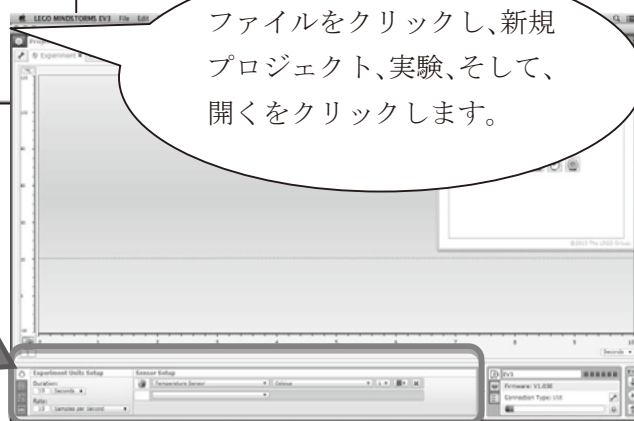


・センサの読み取っている値がリアルタイムで表示されます

- ・プログラムをつかって測定することができます。
- ・データから生産させることができます
- ・グラフプログラミングができます。

センサの設定
持続時間: 10 分
測定間隔 30 データ数/秒
センサー設定
温度センサー
モード: 摂氏

ファイルををクリックし、新規プロジェクト、実験、そして、開くをクリックします。



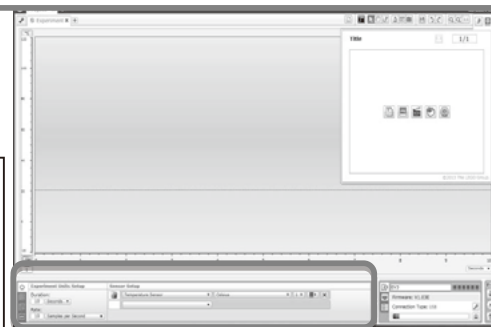
EV3 の電源を入れ、温度センサーをお湯の入ったカップに入れます。そして、画面右下のダウンロードし実行すると、測定が始まります。

Second Task

お湯の温度変化を 2 秒間隔で測定しましょう。

持続時間: 5 分 測定間隔: 2 秒/データ数

What did you learn from the experiment?



Topics

Data logging Experiment 2

Task

温度変化を測定しよう

お湯と水の熱のやりとりによる温度変化を測定しよう。



※用意するもの

- 2 つの水の入ったカップ
- 2 つのお湯の入ったカップ（実験を始める直前に用意します）

実験を始める前にどのように変化するか予想してみよう！



実験の設定：持続時間、測定間隔、センサー設定（センサーの種類、モード、ポート）を設定し、EV3 とコンピュータの接続・電源が入っていることを確認して、右下の「ダウンロードして実行」をクリックすると、すぐに測定が始まります。

＊温度センサーは、実験を始める 15 秒前に、カップに入れ、センサーの温度をお湯や水の温度にしておきましょう。

1: 5 分間、水の温度を測定してわかったこと

Results

2: お湯の入ったカップの中に、水の入ったカップを入れ、水の温度の変化を 5 分間測定しましょう。

Results

3: 2 の実験と同じようにして、今度はお湯の温度の変化を 5 分間測定しましょう。

Results

What did you learn from the experiment?

Topics

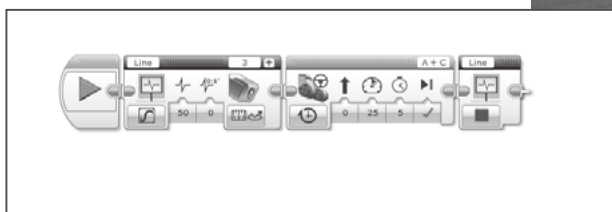
Data logging Experiment 3

Task

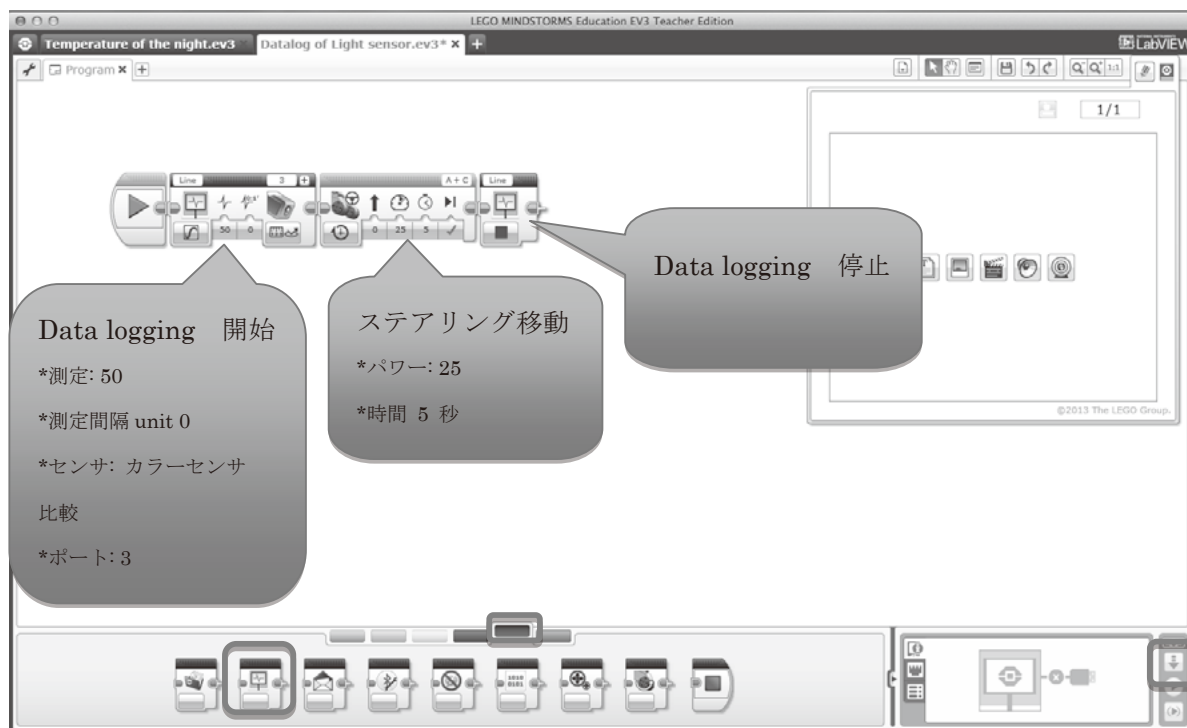
カラーセンサを使って測定しましょう

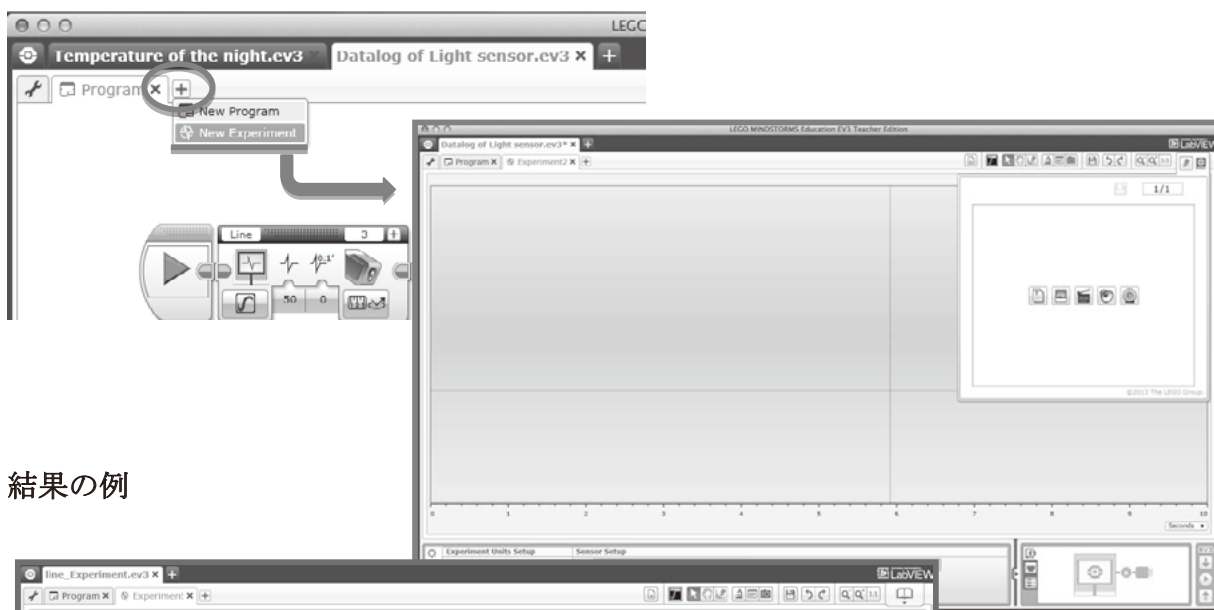
右の写真のように、カラーセンサがどのように白と黒を読んでいるのか調べよう。

Steps to Take

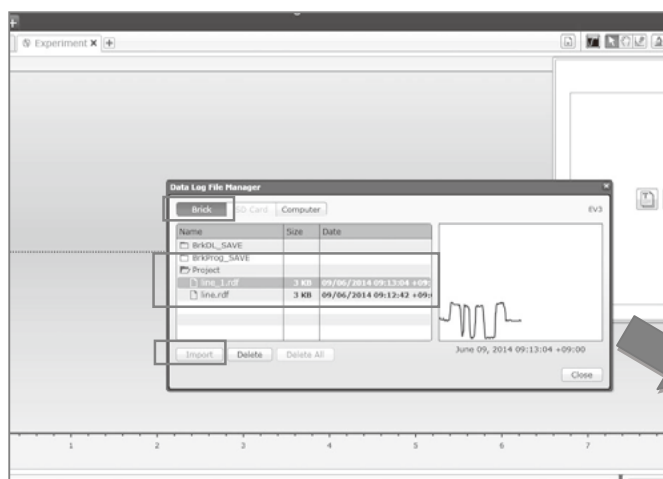
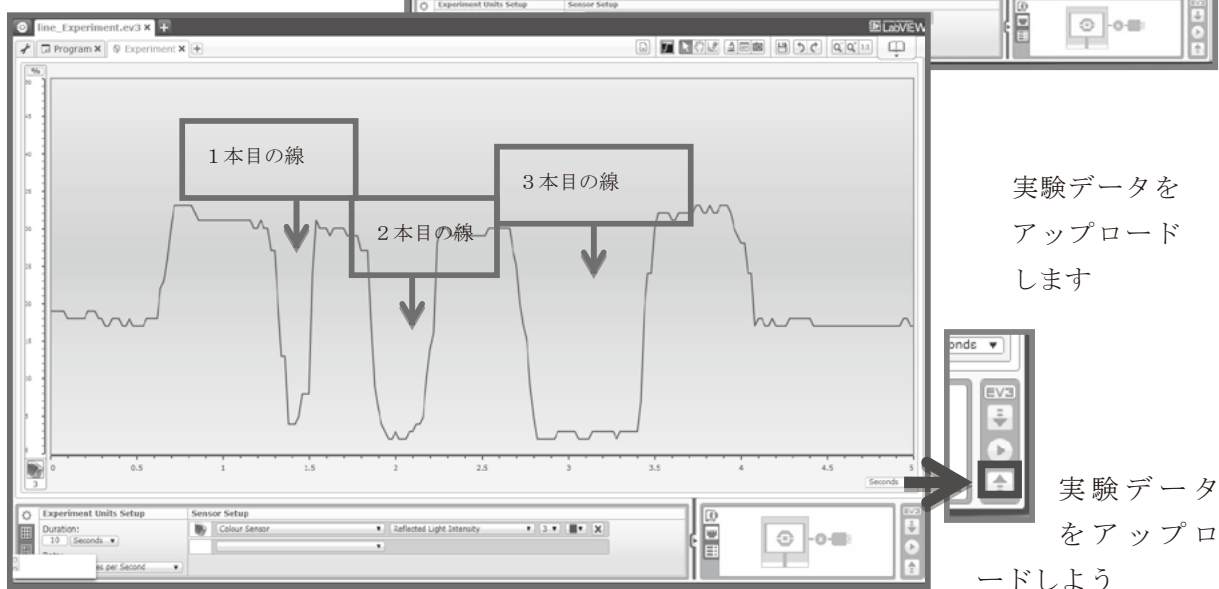


プログラムをつくらう:



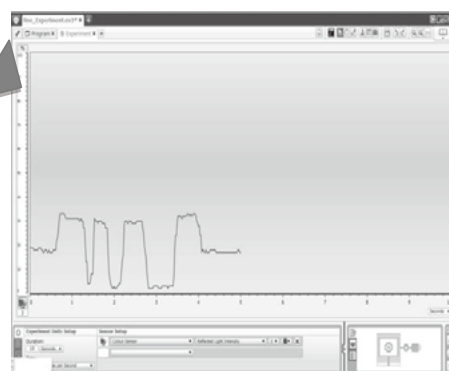


結果の例



ログを、選択します

What did you learn from the experiment?



Topics

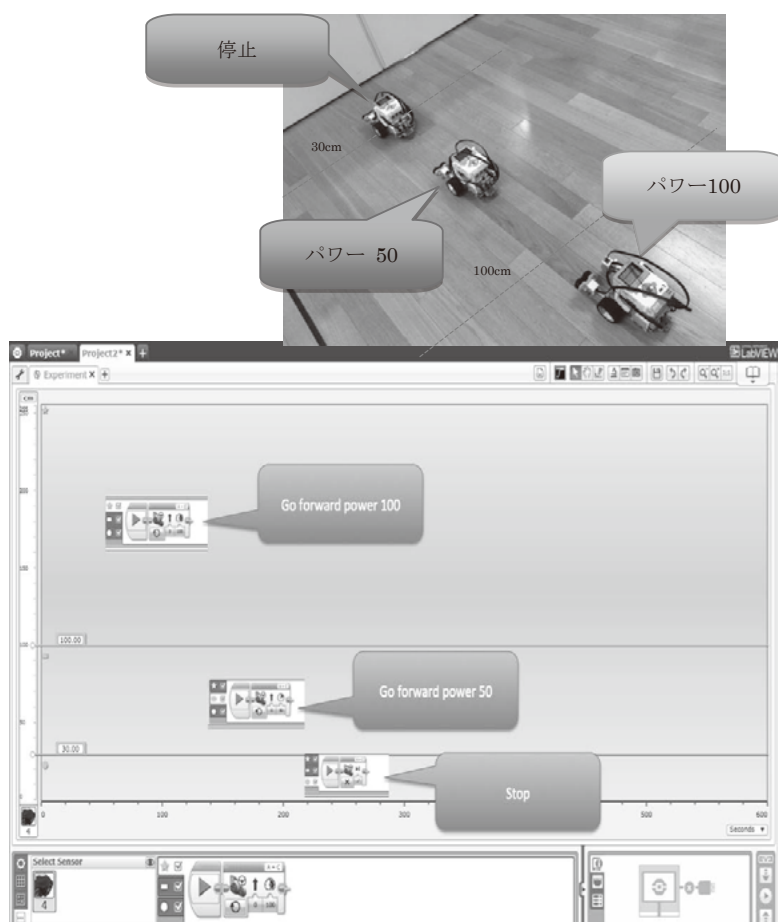
Data logging Experiment 4

First Task

グラフプログラミングをしよう

きよりセンサを使って、壁からの距離に応じて、ロボットの速さを変えてみよう。

Steps to Take



Settings

壁からのきより>100cm,
パワー 100%
>30cm,パワー 50%
30cm or 以下, 停止

- 1) 実験を開く
- 2) センサの設定で、きよりセンサを選ぶ
- 3) 左側のボタンのグラフプログラミングを選ぶ
すると、下にプログラミングの画面が表示されます
- 4) スターゾーンの設定:スレアリング移動を設定
、スクエアゾーン、そしてサークルゾーンの設定をします。黄色い線が表示されますので、ラインの設定は、100.00mm と 30.00mmに設定します。
- 5) ダウンロードして実行をクリックします。

Second Task

設定を変えて、実験してみよう

What did you learn from the experiment?

Topics

Data logging Experiment 5

Task

昼間と夜の気温の変化を測定してみましょう

温度センサの測定範囲は

測定範囲

℃

～

℃

Program

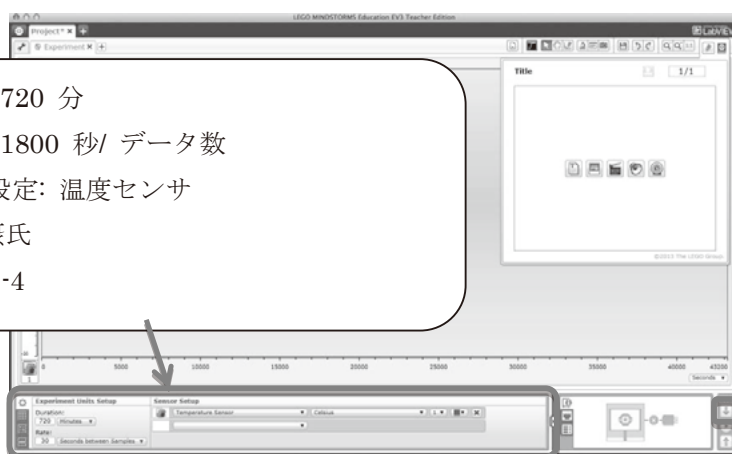
持続時間: 720 分

測定間隔: 1800 秒/ データ数

センサの設定: 温度センサ

モード: 摂氏

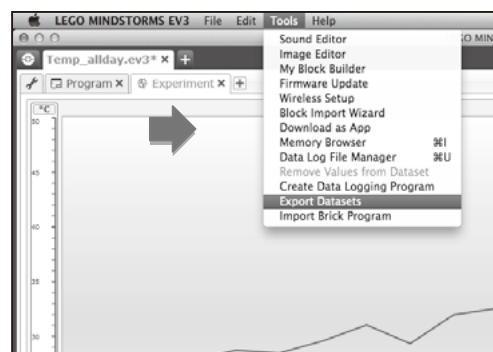
ポート : 1-4



ダウンロード

実験が終了したら、データをアップロードして、グラフを表示させましょう。そして、結果をみて考えましょう。

右のようにすれば、データをエクセルのデータに変換させることができます。



What did you learn from the experiment?

Topics

Data logging Experiment 6

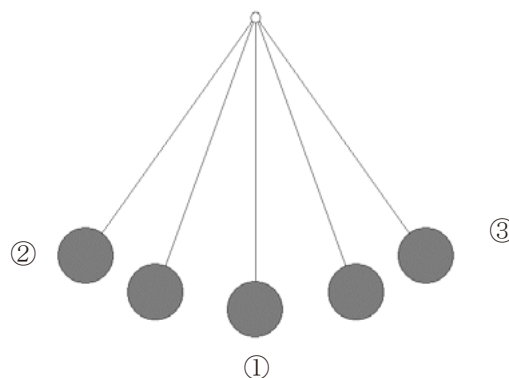
Task

ふりこの周期を測定しよう

周期とは

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T = 2.01 \times L^{0.5}$$



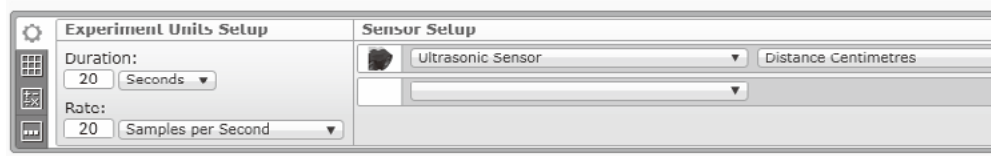
この動きが、1 周期となります

①→③→①→②→①

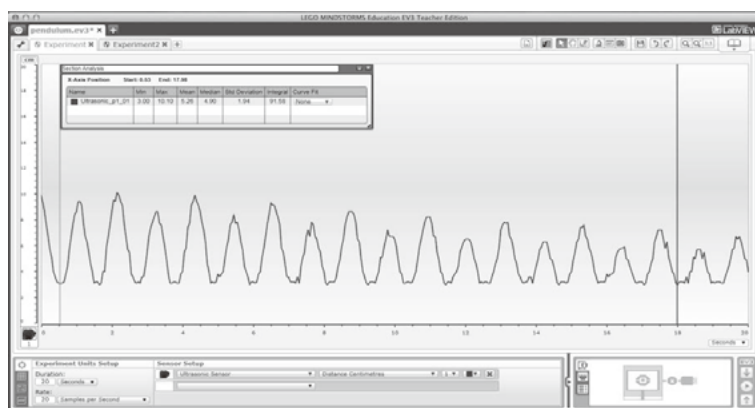
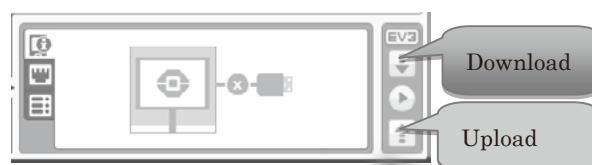
ふりこの周期は :

できまります

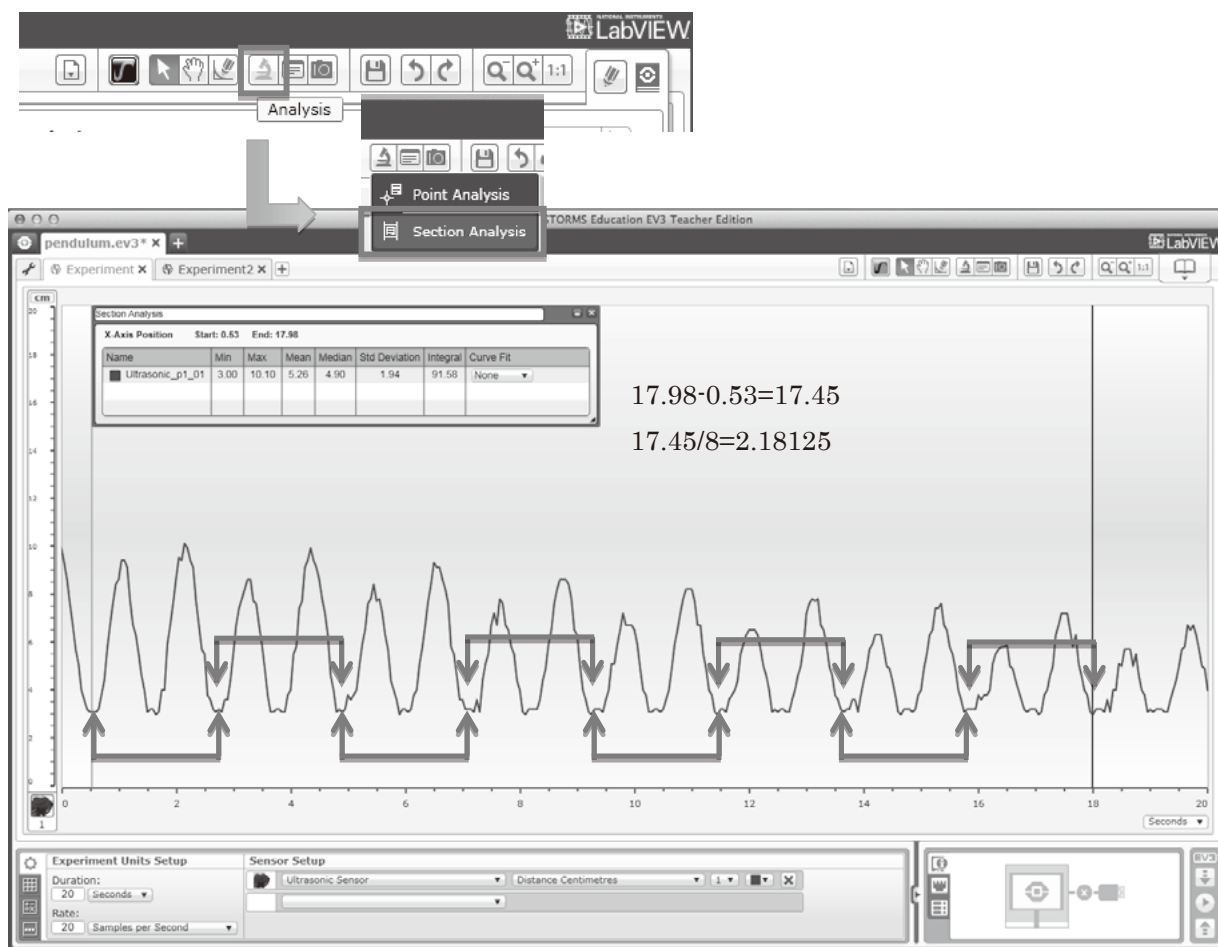
プログラムは、次のようになります。



実験が終了したら、データをアップロードして、グラフを表示させよう。

分析
ツール

を使って、平均周期を測定してみよう



ひもの長さを変えて、実験を行い、周期を測定してみよう

No.	ひもの長さ (cm)	20 秒間にある周期数	その数の秒数	1 周期の秒数
1				
2				
3				

What did you learn from the experiment?

制作・発行 川原田康文

2017 年 4 月 3 日

このテキストの内容に関する著作権は、すべて川原田康文に所属します。

第4章 公教育と私教育との協働の視点からのプログラミング教育の教員養成と指導者研修

上越教育大学 大森康正

4.1 はじめに

平成29年3月末に公示された学習指導要領において小学校からプログラミング教育が必修となった。今後、小学校から高等学校におけるプログラミング教育全般においてICT人材育成へとつながるような体系的なプログラミング教育の題材開発、教員研修の在り方、公教育と私教育の連携や地域や民間企業との連携によるプログラミング教育などが喫緊の課題であると考えられる。

我々は、世界最先端IT国家創造宣言(平成25年6月閣議決定)以降、小学生および中学生向けのプログラミング教室の実施などの経験から、ITを活用して多様化する課題に創造的に取り組む人材を育成するためには、初等・中等教育におけるプログラミング教育は公教育と私教育が連携した取り組みが重要な鍵となると考えてきた。そこで、公教育及び私教育の両方をカバーする体系的なプログラミング教育カリキュラムに関する試案^{[1][2]}に基づいた小学生向けのプログラミング教室などの実践を通して評価を行ってきた。それらの評価結果を基に、初等・中等教育向けの体系的なプログラミング教育カリキュラムと指導者育成プログラムの開発^[3]を行ってきた。

我々は、これらの研究成果を、日本科学教育学会第41回年会における課題研究発表「幼児期から高等学校を一貫したプログラミング教育実践と諸課題」において報告^[6]し、活発な議論を展開してきた。そこで得た知見を基に、教員養成課程においては、平成29年度から本学学部1年生を対象とした「プログラミング教育基礎演習」や「教育情報科学概論」においてプログラミング教育に関する教育内容の改善を図ってきた。さらに、地域貢献事業として実施してきた、現職教員や社会人を対象としたプログラミング教育指導者育成講座 CodeEdu/ についても改善を図った。

本報告では、これら公教育と私教育との協働を視野に実践してきた指導者研修等を通して、これから本格的に実施される教員養成と指導者研修の在り方について以下の通り述べる。4.2.では、プログラミング教育における公教育と私教育の連携について検討し、プログラミング教育を行う指導者に求められる知識、技能について述べる。4.3.では、4.2で示した知識・技能の修得を目的としたプログラミング教育指導者研修における実施環境について述べる。4.4.では、現職教員および社会人を対象とした指導者研修として実施しているプログラミング教育指導者育成講座の内容と実施方法について述べる。最後に、4.5.では、教員養成と指導者研修に関する今後の課題について検討を行う。

4.2. 指導者に求められる知識・技能

4.2.1 公教育と私教育の連携について

本報告で言うところの指導者は、公教育において授業などを担当する教師(以下、教師と呼ぶ)と私教育のプログラミング教室などで教える講師(以下、講師と呼ぶ)を指している。現状において多くの教師は、教員免許状を有しており教育全般について専門的な知識を有しているがプログラミングに関する専門的な知識や技能を有しているとはいえない。また、講師はプログラミングに関する専門的な知識を有しているが教育全般についての専門性を有しているとは限らない。したがって、民間企業やNPO法人などとの協働的な活動が求められている中(例えば参考文献[4][5]参照)で、プログラミング教育を公教育と私教育が協働してプログラミング教育を進めるには、指導者の知識・技能の差が大きな課題になると考えられる。

そこで、まず、今後のプログラミング教育を定着させるために必要な教師と講師の役割と協調関係について検討する。一つの方法は、お互いの専門性を補うような協働的な活動が考えられる。例えば、学校でのプログラミング教育に講師がプログラミングの専門家として参加することや、地域のプログラミング教室に教師が教育の専門家として子供たちの学びの支援(ファシリテーター役)を行うことなどが考えられる。このような協働的活動を行うには、お互いの専門性に対する理解が必要でありお互い対等な立場として活動することが重要である。そうでない場合、主-従の関係が生まれお互いに不満がたまり、よい結果が生まれない可能性が高くなると考えられる。

2つ目の方法としては、従来の学校と塾のような関係や、学校の部活動における外部コーチのような関係である。この場合は、学校での学びを深化させたい児童生徒の希望を私教育において充足するような活動となる。この場合も、教師と講師がお互いの学びの内容を知ることによって児童生徒にとって効果的な学びが期待できると思われる。



図 1 公教育と私教育の連携例

3つ目として、図1のように、プログラミング教育を実施する場が、学校の授業以外にも、課外活動、放課後児童クラブ、学習塾、各種イベントなど沢山実施される。このような活動が単体で実施されるより、お互いの活動を相互に理解し、関連して子供たちにプログラミング教育の機会を提供することが重要であると考えられる。

いずれの場合にしる、講師は積極的に学校などの公教育に関わり、学校側も積極的に受け入れる体制が必要である。また、教師と講師共に指導者として、教育の専門的な知識や技能、そしてプログラミングの専門的な知識や技能を学び、対等な立場でプログラミング教育を行うことが重

要であると考えられる。我々は、そのために必要な知識や技能を整理して指導者養成プログラムのカリキュラムの構築を行っている。

4. 2. 2 指導者に求められる知識・技能

我々は、すでに参考文献[2][3]において初等・中等教育における体系的なプログラミング教育カリキュラムの試案および小学校・中学校段階で理解あるいは気付かせるべき知識・技能等を提案している。それに基づいて指導者に求められる知識と技能を整理すると、大きく「コンピューティング科学に関連した知識と技能」および「教育に関連した知識と技能」の2つに分類されることが考えられる。コンピューティング科学に関連した知識と技能は、プログラミング的思考、プログラミング言語などの情報技術、コンピュータサイエンスなどに関する知識や技能およびその周辺領域である。また、教育に関連した知識や技能としては、教育方法、教材開発、授業分析と評価、学習者心理、特別支援教育などが考えられる。表 1 に指導者に求められる専門的な知識と技能の概略についての一覧を示す。

表 1 指導者に求められる知識と技能(概略)

区分	知識や技能
コンピューティング科学に関連した知識と技能	プログラミング的思考の基礎概念
	プログラミング的思考による問題解決
	プログラミング言語 情報通信技術 情報モラル
教育に関連した知識	情報技術に関する知識・技能
	情報通信技術 情報モラル
	コンピューティング科学に関する知識
	コンピューティング コンピュータサイエンス
	学習者の心理 特別支援教育
	児童生徒の心身の発達および学習の過程
	教育の方法および技術
	教育方法
	教科の指導法 教材開発論
	指導法
	教育場面分析 教育実践
	教育実践演習
	教育実践

4. 3. プレンデッド・ラーニング型指導者研修環境

4. 3. 1 対面授業における学習環境

対面授業における学習環境としては、プログラミング演習を行うコンピュータシステム、情報を共有するためのクラウド型のファイル共有システム、遠隔地にいる講師からの指導を受けるための Web 会議システムなどを用いる。これらは、次節の環境との Google Classroom と相性のよい Google 社製の G Suite を用いる。

第4章 公教育と私教育の協働の視点からのプログラミング教育の教員養成と指導者研修

4.3.2 eラーニングによる学習環境

指導者研修における e ラーニング・システムは、PC のほかにスマートフォンなどのモバイル環境でも同様に学習できるキャスタリア社製の Goocus を採用している。このシステムは、コンテンツ配信のほかに学習者分析機能を有している。なお、本システムでは、質問、資料配付および課題提出に関しては機能がないため、Google 社の Classroom を用いている。

4.4. 指導者研修カリキュラム

4.4.1 カリキュラムの概要

公教育と私教育の協働を考慮した指導者研修においては履修者が教師や講師の外に社会人や学生などと多岐渡ることから、指導者に求められる知識と技能は、表 1 に示した「プログラミングに関連した知識と技能」と「教育に関連した知識と技能」をバランス良く網羅することが重要である。この区分に基づき、公教育と私教育との協働を考慮した指導者研修カリキュラムの概要を表 2 に示す。

表 2 指導者研修カリキュラム(抜粋)

区分	小区分	対応科目(一部)
プログラミング技術に関連した知識と技能	プログラミング的思考に基づく問題解決	プログラミング教育概論
	情報技術に関する知識・技能	プログラミング言語と特徴 プログラミング入門
	コンピュータサイエンスに関する知識・技能	アルゴリズムとデータ構造
プログラミング教育に関連した知識	児童生徒の心身の発達および学習の過程	子どもとプログラミング
	教育の方法および技術	プログラミング教育概論
	教材開発と指導法	ワークショップ開発
	教育実践演習	ワークショップと分析評価

4.4.2 指導者育成講座 CodeEdu/

我々は、4.4.1 の指導者研修カリキュラムに基づきプログラミング教育指導者育成講座 CodeEdu/を平成 28 年度から地域貢献事業として実施している。本講座は、18 才以上の社会人および現職教育等を対象に、e ラーニングと対面授業であるスクーリングを組み合わせたブレンデッド・ラーニングによって実施している(表3)。スクーリングは、主に協働的な活動を行う演習を行い、上越市、長野市、大阪市、東京都、愛知県で同時に開催している。なお、実施環境で用いたシステム等は 4.3. ブレンデッド・ラーニング型指導者研修環境で述べたものを活用している。

表 3 プログラミング教育指導者育成講座(概略)

実施形態	実施日	主な内容
ス	5/13	ガイダンス, 学習環境の設定と概要
e	-	公教育におけるプログラミング教育 プログラミング入門, 等
ス	6/3	子どもへの対応, 模擬授業
e	-	プログラミング教育の事例 プログラミング言語と特徴 プログラミング教材開発, 等
ス	7/1	子ども向けワークショップの企画
e	-	体系的なプログラミング教育 ワークショップの準備, 等
ス	8/5	子ども向けワークショップの実施
e	-	ワークショップの分析(映像確認等)
ス	8/19	ワークショップの分析・振り返り, 修了式

実施形態の「ス」はスクーリング、「e」は e ラーニングにより実施

実施日の - は次のスクーリングまでに自学自習を行う

本講座の特徴は、

- 1) 現職教員と社会人が同じカリキュラムを協働で履修,
- 2) 知識および基本技能に関する内容に関しては e ラーニング, 技能等を協働によって学ぶ内容は対面での実習・演習で履修,
- 3) 履修者が協働してアイデアソン／ハッカソンを行う事で、児童向けワークショップを開催する。さらに、

それを用いて自らがワークショップを実施、

4) 実施したワークショップを分析する作業によって振り返りを行う、

5) メンターとして各会場に、教育分野の専門家と技術分野の専門家を1名以上配置して履修生の支援を行っている、

などである。これら活動によって知識と技能を架橋し、実践力を育成する工夫をしている。

4.5. 評価と今後の課題

2017年度前期にCodeEdu/を履修した人に対して授業評価アンケートを行った。受講人数24名、回答人数22名(回答率91.6%)であった。履修者の職業の内訳は、会社員6名、学生1名、公務員2名、自営業3名、主婦4名、小中学校の教員4名、大学職員2名であった。また年齢層は、10代1名、20代2名、30代3名、40代8名、50代5名、60代以上3名であった。

授業評価アンケートの項目は、次の通りである。

CodeEdu/全体を通してのアンケート項目(5件法)

- あなたは、プログラミング教育指導者になる(である)ことを意識して、この講座に取り組みましたか。
- あなたは、この講座内容を発展させるため、授業中以外の時間に努力をしましたか。
- この講座で、この分野における新しい知識、手法、技能等を修得することができましたか。

科目・内容毎に記載するアンケート項目(5件法)

- 科目の目標や内容は、明確でしたか。
- 科目の教え方、話し方や説明文は、わかりやすいものになっていましたか。
- この科目の難易度は、適切でしたか。
- この科目は、興味深い内容でしたか。
- あなたは、総合的にこの科目に満足していますか。

アンケート結果は、CodeEdu/全体を通してのアンケート項目については、平均値がすべて4以上であった。また、科目・内容毎に記載するアンケート項目については、eラーニングコンテンツの平均が3.8以上スクーリングの平均が4以上だった。全体を通して高い評価が得られた。

また、自由記述の欄における主な意見としては、『とても楽しく、今後の卒論にも役立つよい講座でした。ありがとうございました。』、『初めてプログラミングについて学びましたが、とても興味深い内容と、専門的すぎて、やはりプログラミングは専門的なプログラマー経験の方じゃないと難しいのかなと、思いました。』、『受講生の色々な背景を考慮した講座設計が必要なのは例えば、プログラミング経験有無(理系文系)、教育者であるかないか、等々可能であればカテゴライズしてチーム化するとか』などがあつた。公教育と私教育の連携を目指し、色々な職種を対象としていることから安易にカテゴライズは出来ないが今後の検討課題の一つであると思われる。

今後の課題としては、これらの評価(意見)を基にカリキュラム等の改善を行う予定である。さらに、プログラミング教育においても特別支援に関する幅広い知識と技能が有することが重要になってくると考えられることから、障害学生への特別支援、引きこもりや不登校などの児童生徒への対応をカリキュラムに反映することが今後の重要な課題であると考えられる。

参考文献

- [1]大森康正, 山脇智志: “小中高校生を対象とした体系的なプログラミング教育に関する試案”, 日本産業技術教育学会 第27回北陸支部大会, Vol.27, A-4 (2015).
- [2]大森康正, 山脇智志, 栗林聖樹: “初等・中等教育を対象とした体系的プログラミング教育カリキュラムの開発”, 第31回情報分科会(佐賀)研究発表会, Vol.31, 3, pp.5-8(2016)
- [3]大森康正, 伊藤寿晃, 吉田研一, 長瀬大, 山脇智志, 栗林聖樹, “初等・中等教育向けプログラミング教育カリキュラムに対応した指導者養成プログラムの提案,” 情報処理学会研究報告コンピュータと教育(CE), 2016-CE-135, 8, pp. 1-9(2016)
- [4]総務省: “プログラミング人材育成のあり方に関する調査研究報告書”, 総務省, (2015).
- [5]文部科学省: “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(議論のとりまとめ)(案)”, 小学校段階における論理的思考力や創造性, 問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議, 第3回配付資料, 資料1, 文部科学省, (2016)
- [6]大森康正: “公教育と私教育との協働の視点からのプログラミング教育の教員養成と指導者研修”, 日本科学教育学会 第41回年会, 3A1-A4(2017)

(課題番号 17K01023)
平成 29 年度～31 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (C))
第 1 年次研究成果報告書

プログラミング的思考力を育成する
技術・情報教育課程基準
2018(平成 30)年 2 月

発行者 上越教育大学大学院学校教育研究科
山 崎 貞 登

印刷 永田印刷株式会社
