

# 小学校中・高学年を対象とした AI 活用プログラミングの教育実践

石野田 蛍<sup>1</sup> 御所真乃 茄<sup>1</sup> 渋沢良太<sup>1</sup>

**概要:** 現在日本国内では、コンピュータの活用能力の重要性を考慮し、従来の国語や算数といった授業の中でプログラミングを学ぶようになってきている。しかし、プログラミング教育と比べて、AI についての教育は未だ小学校で十分になされておらず、小学生への AI の教育方法についての研究が必要である。そこで本研究では、AI を活用したプログラミングの学習プログラムの開発を目的とする。本研究では、小学3年生から6年生が参加する「科学体験 in 第一工科大学」の90分の授業において、Teachable Machine と Scratch を使って学べる教材を開発、実践し、評価を行った。同授業では、生徒が主体性を持って考えて実験している様子が見られ、学習意欲を高められていることが確認できた。

**キーワード:** プログラミング教育, AI 教育, Teachable Machine, Scratch

## Educational Practice of AI-Utilized Programming for Upper Elementary School Students

Hotaru Ishinoda<sup>†1</sup> Manoka Gosho<sup>†1</sup>  
Ryota Shibusawa<sup>†1</sup>

**Abstract:** Currently in Japan, considering the importance of computer literacy, programming is being incorporated into traditional subjects such as language arts and mathematics. However, compared to programming education, education about AI is still not sufficiently provided in elementary schools, necessitating research into methods of teaching AI to young students. Therefore, this study aims to develop a learning program for programming that utilizes AI. In this research, educational materials that can be learned using Teachable Machine and Scratch were developed and practiced in a 90-minute class during the 'Science Experience at Daiichi Institution of Technology' for students in grades 3 to 6, and their effectiveness was evaluated. In this class, it was observed that students were actively thinking and experimenting, and it was confirmed that their motivation to learn was enhanced.

**Keywords:** Programming education, AI education, Teachable Machine, Scratch

### 1. はじめに

#### 1.1 研究の背景

現代の社会では、生活、学習や仕事など、あらゆる場面でコンピュータを活用して問題解決していくことが不可欠になっている。この背景のもとに、現在日本国内では、小学校段階で情報活用能力の育成、各教科での学びをより確実なものにするために、従来の国語や算数といった授業の中でプログラミングを学ぶよう、文部科学省が定めている[1]。

また、近年の急速なディープラーニングの技術発展、社会への普及に伴い、情報活用能力において AI の活用能力の重要性も非常に高くなっている。しかし、プログラミング教育と比べて、AI についての教育は未だ小学校で十分になされておらず、小学生への AI の教育方法についての研究が必要である。

小学生に AI 教育を行う際、プログラミング教育と同様に、教科書を読んで学ぶだけでなく、実習も実施することでより理解を深められると考えられる。しかし、小学生に

機械学習の処理をコーディングさせるのは難易度が高く、不適切である。そのため、Scratch のようにマウスのドラッグアンドドロップとひらがな程度の文字のタイピングで実習できることが望ましい。

#### 1.2 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究では、小学生を対象に AI の活用能力を養うため、AI を活用したプログラミングの学習プログラムの開発を目的とする。プログラミング教育が日本の小学校で実践されていることを考慮すると、AI についてのみを学ばせるのではなく、AI とプログラミングを関連付けて学ばせることが良いと考えられる。そのため本研究では、AI を活用したプログラミングについて学べる学習プログラムをテーマとすることとした。

本研究では、鹿児島県霧島市の教育委員会が主催する、小学3年生から6年生が参加する「科学体験 in 第一工科大学」の90分の授業で実施するプログラムを開発し、実践した。本研究で開発した学習プログラムは、ブラウザベースのツールを活用し、学習者が自宅でも体験できるように

<sup>1</sup> 第一工科大学  
Daiichi Institution of Technology

した。なお、本学習プログラムは、小学3年生以上である小学校中・高学年の児童を対象としている。小学3年生からローマ字の学習が始まるため、これらの児童はローマ字での文字のタイピングも学習可能である。

## 2. 先行研究

### 2.1 米国の AI 教育ガイドライン

AI の先端技術を生み出している米国では、人工知能分野で、世界で最も歴史があり最大の学会である AAAI と、コンピュータサイエンス分野の高等学校教育までの教師の会である CSTA が連携し、AI4K12(AI for K-12 initiative)を策定している[2]。AI4K12 は、K0(幼稚園年長生)から K12(高等学校3年生)までのそれぞれの学生に教えるべき AI の学習内容のガイドラインを、5つの項目に分けて示している。表1に、本研究における対象の生徒に学年が近い、小学3年生から5年生の教育内容として、AI4K12 で定められている教育内容の、5つの項目のそれぞれの例[3]を示す。

本研究で開発した学習プログラムも AI4K12 に則っており、表1の「自然な対話」以外の項目について実習内容に取り入れている。

表1 AI4K12 における K3-5 児童への教育内容の例[2]  
Table 1 Examples of educational content for grades K-3 to 5 in AI4K12[3].

項目	学習内容の例
知覚	カメラなどのセンサを使ったアプリケーションを変更できるようになる。
データ構造と推論	簡単なコンピュータプログラムで、データ構造を扱い、条件分岐に基づく推論プログラムを構築できるようにする。
学習	機械学習によって、カメラ画像内の特定の物体に反応する等の物体認識アプリケーションを修正できるようにする。
自然な対話	チャットボットと人間を区別し、自然言語の例を分析して、コンピュータが理解するのが難しいのはどれか、それはなぜかを判断できるようにする。
社会的影響	新しい AI アプリケーションの影響について、メリットだけでなくデメリットについても批判的に考える。

### 2.2 関連研究

大久保ら[4]は、小学校第6学年を対象とした AI の画像認識について理解する学習プログラムの開発と効果の検討を行った。

画像認識の仕組みについて体験的に理解する学習を2単位時間、身近な問題解決に AI の活用を体験する学習を2単位時間として授業を構成しており、事前・事後調査の結果に有意差が認められることから、AI の画像認識の仕組みについての理解を促し AI の活用意欲を高めたといえる。Teachable Machine を使用しており、グー・チョキ・パーの判定やマスクの有無を判定できるように画像を読み込ませる体験を通して、画像認識の仕組みについての理解を促している。これらの体験を踏まえ、AI を活用して解決できそうな課題を設定し読み込ませる画像の検討・実践を行うことで AI の活用意欲を高めた。

河原[5]は、筆者らと同じく小学校高学年(4, 5, 6年生)を対象にプログラミング教室を開催しプログラミング教育の課題を検討している。

小学校からプログラミング教育が必修化され、米国始め国外でも初等教育から取り入れている国が増加傾向にあることを背景に、小学生からのプログラミング教育の重要性を示唆している。プログラミング教室では Scratch を用いてコーディングを体験させており、教室終了後の評価アンケートから子供たちはプログラミングに興味を持ち活動に楽しさを感じていたといえる。

筆者らは、[4]で使用されていた Teachable Machine、[5]で使用されていた Scratch の両方を用いてプログラミング教室を行い双方の利点を活かすことができた。

Teachable Machine における AI の画像認識への理解を促すと共に、Scratch を用いてプログラミングと連携させることで自動運転に組み込まれる様子を目で見て体験できる。そのため AI の有用性をより明確に感じてもらうことができた。

尾崎ら[6]は、初等教育のプログラミング教育に向けた導入教材の検討を行っている。プログラミング的思考を育成することを目的としており GLICODE(グリコード)を取り入れている。これは、江崎グリコ株式会社が自社販売しているお菓子を利用して、プログラミングの学習を小学校低学年でも行えるようにするために開発した教育アプリケーションであり総務省の若年層に対するプログラミング教育を推進する「プログラミング教育実施モデル実証事業」のひとつである。

ゲームベースの学習モデルを取り入れており、各ステージをクリアするために構造化プログラミングの基礎となる逐次処理、反復処理、分岐処理が学習できるようになっている。小学校低学年でもゲーム感覚で主体的に学習に取り組むことができ、お菓子を使って直感的に学ぶことができると述べている。実際、子供たちには親しみやすく楽しく取り組める要素が揃っているといえる。

一方で GLICODE には指定された条件を踏まえて解を求める探索ゲームとしての側面が強い。尾崎らも考えているように、論理的思考・プログラミング的思考を育成する事

には長けているが、創作性には欠けており子供たちの自由な表現力や創造性を活かすことには向いていない。

筆者らが使用した Scratch や Teachable Machine は表現の幅が広く、Scratch においては拡張機能が豊富に用意されており活用方法は無限大であるため、自由な発想でプログラミングを行うことができる。尾崎らの導入教材に対し筆者らの教材は比較的小学校高学年向けであると考えられる。

小島[7]は、Google のエンジニア 15 名の協力のもと小学校 5 年生 3 クラスを対象にプログラミングの体験学習を行った。主に総合的な学習の時間を活用し指導案を提供したうえで、一次～三次の段階を踏みながら計 35 時間を費やしじっくりと授業を行っている。小島ら小学校教員にとってもプログラミング教育実施へのきっかけとなるものであり、企業の助けを得ながら授業ができることは心強いと感じていた。

最終的には、授業参観での開発の成果を発表する場を設けておりそれを見た保護者の評価からこの活動が子供たちにとっても有意義な学びの機会であったことがわかる。

しかしながら、このような例はごく一部であり企業と学校の連携はまだまだ行き届かないというのが現実である。筆者らのプログラミング教室では、専門的な知識や企業の協力が難しくても問題ない。小島らと同様、Scratch と画像認識トレーニングアプリである Teachable Machine を使用しており、AI への理解・活用への意識を育めることに大差

独自の拡張版であり、Teachable Machine と連携しやすく、児童にとって慣れ親しんだ Scratch と操作はほぼ変わらない。また、それぞれソフトウェアのインストールが不要で、ブラウザベースで活用できるため、小学中・高学年の児童でも問題なく活用できると判断したためである。

### 3.2 授業の構成

授業全体の流れを表 2 に示す。

表 2 授業の全体の流れ

Table 2 The overall flow of the class and time allocation

時間配分(分)	内容
40	Teachable Machine について (導入)
10	TM2Scratch について (導入)
5	休憩
35	自動運転 (展開)

#### 3.2.1 導入

全体のモニターで資料を表示し、早く進めたい児童がいる可能性があるため、印刷した資料を事前に配布した。

Teachable Machine の使い方を知ってもらうため、実際に筆者が判定している様子を撮影した 30 秒程度の動画を全体で視聴した上で、実際に児童と Teachable Machine を使用し、指で上下左右それぞれの向きの画像 (図 1) を読み込ませる体験を行った。ここでは、サンプル数が 50~100 程度

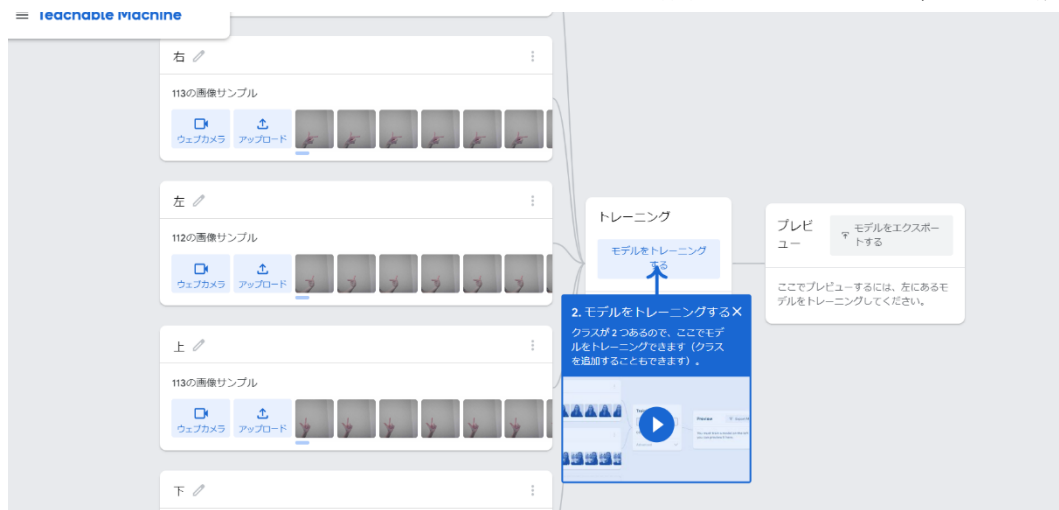


図 1 上下左右それぞれの指差しの分類器の作成

Figure 1 Creation of Cclassifiers for pointing up, down, left, and right

はないと考える。90 分程度の授業時間で行えることから、小学校のプログラミング導入教材としての役割も果たし、限られた授業時間数の中でも取り入れやすいと考えている。

## 3. 教材の内容

### 3.1 使用ツール

使用したツールは、Teachable Machine と TM2Scratch である。Teachable Machine は画像認識や音声認識ができ、TM2Scratch は、近年小学校でも導入されている Scratch の

でなければ正しく判定できないこと、背景を可能な限り統一しなければ正しく判定できないことを確認した。

次に、TM2Scratch との連携の方法を知ってもらうため、上記のモデルを使用して TM2Scratch との連携を行い、矢印の形をした、スプライトと呼ばれる画像 (図 2) と判定した結果が一致するようにプログラムを組む体験を行った。ここでは、使用するブロック (図 3) を先に教えることで考え方をサポートし、ブロックの組み合わせ方や Teachable Machine の判定を TM2Scratch[9]に連携させる方法を確認し

た。



図 2 矢印のSprite  
Figure 2 Sprite of the arrow

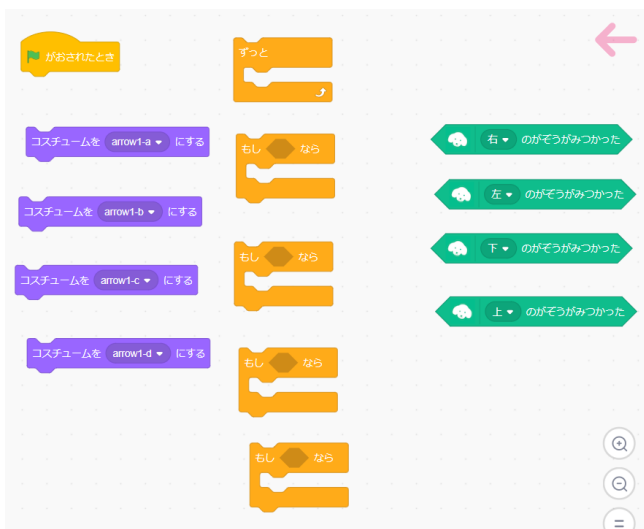


図 4 指先方向認識で使用するブロック  
Figure 3 Blocks used for fingertip direction recognition

### 3.2.2 展開

図 4 に自動運転の課題作成の手順、図 5 に課題で扱う自動運転の処理のフローチャートを示す。

Teachable Machine で赤信号、青信号、人の画像 (図 6) を印刷した紙を読み込ませ、判定が正しくできたことを確認した後、TM2Scratch で車のSpriteや白線のSpriteを車が走行しているように配置し (図 7)、穴埋め問題形式に事前に作成したもの (図 8, 図 9) と連携させ、判定が青信号ならば車を走らせ、判定が赤信号と人ならば車が止まるようにプログラムを組む体験を行った。ここでは、複数のSpriteを同時に動かす方法や応用として Teachable Machine の音声判定で救急車の音声を判定し、救急車の音

声でも車が止まるようにプログラムする方法を確認した。

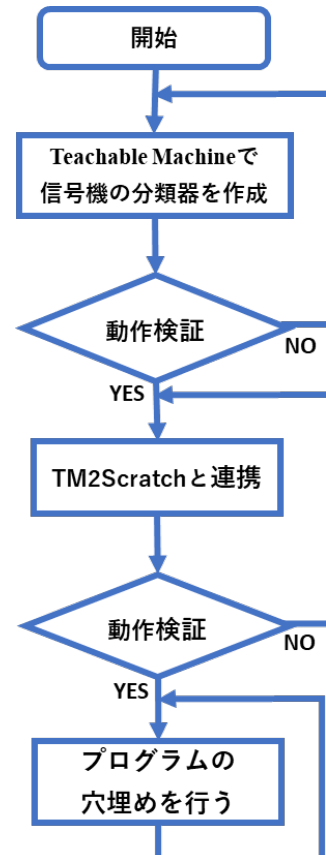
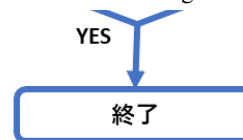


図 3 自動運転の課題作成の手順  
Figure 4 Procedure for Creating Autonomous Driving Tasks





### 3.3 授業外の課題

授業が早く終わった場合や帰宅後でも楽しく学習できるように2つ課題を用意した。1つ目は、Teachable Machine でじゃんけんのゲー、チョコキ、パーを読み取り、TM2Scratch でゲー、チョコキ、パーそれぞれのスプライトを追加し、スプライトに負けさせるようにプログラムするもの。

2つ目は、Teachable Machine の音声判定でリンゴ、バナナを読み取り、TM2Scratch でリンゴとバナナのスプライトを追加し、判定に対応するスプライトのサイズを大きくするようにプログラムするものである。

これらの課題は、共有する Google ドライブに表示し、回答例は同じドライブ内で課題とは別に表示し、各自のタイミングで閲覧できるようにした。各課題は、授業で取り扱ったものの応用でありながら、必要なブロックは少なくともできるように配慮した。

### 4. 授業の実践と評価

本研究は「きりしまチャレンジャー」という霧島市教育委員会が霧島市にある高等教育機関であり、筆者らの在学する第一工科大学と連携し、大学の特色を活かしたものづくり体験や科学実験をすることで、子供たちに楽しさや憧れを感じさせ、科学に対する興味・関心を育むことを目的に毎年開催されているイベントで実施した。対象は霧島市に在住の小学生で、3年生が3名、4年生が2名、5年生が3名、6年生が2名の計10名に実施した。時間配分は、導入で50分、展開で35分の計85分程度行った。児童の意欲があったため、導入と展開の間の休憩時間は5分程度にしたが、児童は集中を切らさず体験を行っていた。表3,4は授業後に行ったアンケートの結果である。

表3 「もっと学びたい・知りたいことがあったら教えてください」の回答

Table 3 Responses to 'Please let us know if there is anything more you want to learn or know about'

No.	学年	感想
1-6	3-5	ない。
7	5	もっとコードのこと知りたい。
8	5	AIプログラミングをしたい。また学びたい。AIプログラミングについてしりたい。
9	6	プログラミングの面白さを伝えることを学びたいです。
10	6	プログラミングのブロックの使い方をもっと知りたいと思った。

表4 「きょうのじゅぎょうを受けてみて、どんなことがわかりましたか？」の回答

Table 4 Responses to 'What did you understand from today's lesson?'

No.	学年	感想
1	3	AIプログラミングでいろいろと分かった。
2	3	たのしいことがわかった。
3	3	プログラミングはとても楽しいことが分かった。
4	4	Aiをしれた。
5	4	プログラミングは、作るの、たいへんだけど、おもしろい。
6	5	こまかいところまでプログラミングされていること。
7	5	とてもたのしかった！
8	5	プログラミングってむずかしいことがわかった。
9	6	やっぱりプログラミングっていうのはとても楽しいなとあらためて思いました。今後こういう授業があったときに生かしたいです。
10	6	人工知能ということについてよく知ることができた。

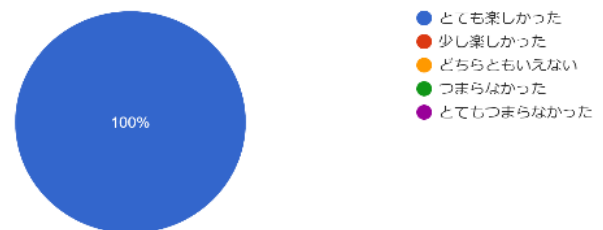


図9 「じゅぎょうはたのしかったですか？」の回答  
Figure 9 Responses to 'Did you enjoy the class?'

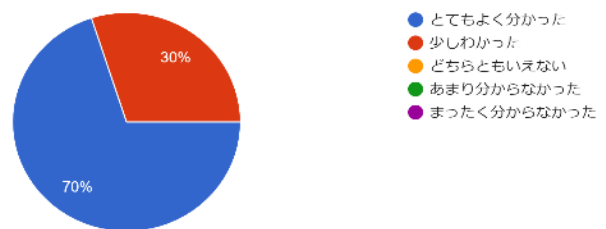


図10 「じゅぎょうのないようはわかりましたか？」の回答  
Figure 10 Responses to 'Did you understand the content of the lesson?'



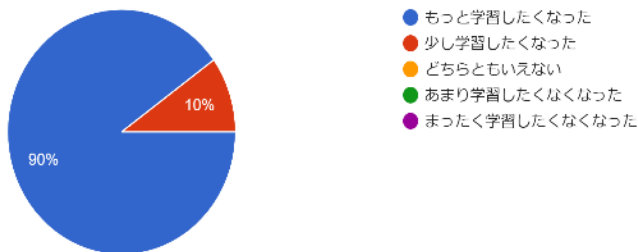


図 11 「じゅぎょうをうけるまえとくらべて、AI プログラミングについてもっと学習したいと思うようになりましたか？」の回答

Figure 11 Responses to 'Compared to before taking the class, do you now feel more inclined to learn about AI programming?'

指導員 4 名から聴取した、授業実践についての感想を図 13 に示す。

- ・参加する児童全てが Scratch を使ったことがあったため、事前に詳しく説明しなくてもある程度使用方法が分かっていた。
- ・Teachable Machine と TM2Scratch は使ったことのある児童がいなかった
- ・児童自身で問題解決しようとする児童が多く、ヒントを得ずに作成しようと試行錯誤していた。
- ・導入ではゆっくりと作成していたが、展開では考え方や使い方が分かっているため、どの児童も作成スピードが速かった。
- ・学年差によって進捗に差が出ていたが、取り残されるほどでなかった。
- ・参加している児童は、「AI プログラミング」について興味のある子たちなので、興味がない子でも同様にわかってもらえるかはわからない。

図 13 指導員 4 名の授業実践についての感想

Figure 13 Thoughts on the Teaching Practices of Four Instructors

導入では、児童たちは初めて Teachable Machine と TM2Scratch を扱うため、作成スピードがゆっくりとしていたが、展開では、取り扱い方を学び、どの児童も作成スピードが速くなっていた。

3 年生の 1 人と 4 年生の 1 人がキーボード入力に自信がなく、代わりに入力してあげることが必要だった。しかし、ほかの児童は入力できていたため、出来ない児童にはソフトキーボードに切り替えれば、サポートなく各自で体験を行えたと思われる。

参加した児童は、学年差によって進捗に差が出ていたが、総じて学習能力が高く、自身で考えたい、自分で動かしてみたいという態度だったため、学年差が大きいと感じるほど差を感じなかった。そのため、自ら手を動かして体験さ

せ、結果を見て気づかせながら学ばせる方法は、児童にとって有意義であると考えます。

## 5. おわりに

本研究の結果、以下のことが示唆された。

- ・授業中の児童の様子から、児童は主体性があり、問題解決能力が高かったといえる。
- ・学校によって、キーボード入力の習熟度が違うため、複数の学校の児童に対して授業を行う際は、配慮が必要である。
- ・授業実施後のアンケート結果から、児童たちは AI に興味を持ち、学習への意欲が高まったといえる。

小学校プログラミング教育導入への大きな課題の一つとして挙げられるのが、プログラミング指導のできる教員の確保である。教員不足が深刻化している昨今、新たな人材を確保することは容易ではない。そこで、筆者らは原田らの研究に注目した。

原田らは、課外活動における非専門家によるプログラミング教育を行っている。ここでの非専門家とは、地域ボランティアを指し、東京都墨田区立緑小学校の課外活動である「みどりっ子クラブ」において「ビスケット（教育用プログラミング言語）」を使用したプログラミング教育の事例について述べている。

小学生のプログラミング教育の必要性が叫ばれる中、公立小学校へ導入出来るような活動は少ないことを懸念しており、この活動で教え方の工夫やサポートの方法、ビスケットシステムの有用性を示している。

以上の原田らが行ったように、地域との連携を強化していくことで教員不足を解決する一つの方法になりうると考える。

今回筆者らが提案した教材は、小学校で使用されている Scratch がベースとなっており、授業などで取り入れやすい教材となっている。また、教員ではなく大学生が指導できる内容であることから、非専門家の人材（教員ではない地域・企業の方）でも指導が可能であると考えます。そのため教員不足の現代でも小学校にプログラミング教育を取り入れていくための導入教材となりうると考える。各学校で地域・企業と連携できることを想定して本教材を発展させていくことが今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引 第三版（オンライン）、入手先（[https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt\\_jogai02-100003171\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf)）（参照 2023-10-21）
- [2] AI4K12 Guidelines（オンライン）、入手先（<https://ai4k12.org/gradeband-progression-charts/>）
- [3] Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. : Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI?, Proceedings of the AAAI Conference on Artificial

- Intelligence, Vo. 33, No.01, pp. 9795-9799 (2019) (オンライン), 入手先 <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>
- [4] 大久保紀一朗, 板垣翔大, 佐藤和紀, 中川哲, 山本朋弘, 堀田龍也: 小学校第6学年を対象としたAIの画像認識について理解する学習プログラムの開発と効果の検討, 日本教育工学会研究報告集, 2022 巻, 2 号, pp. 60-67 (オンライン), 入手先 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsetstudy/2022/2/2022\\_JSET2022-2-A10/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsetstudy/2022/2/2022_JSET2022-2-A10/_pdf) (参照 2023-12-21)
- [5] 河原和好: 小学生を対象にしたプログラミング教育について, 新潟国際情報大学情報文化学部紀要, 3 号 (2017), pp. 27-35 (オンライン), 入手先 <https://cc.nuis.ac.jp/library/files/kiyou/vol031/3%E6%B2%B3%E5%8E%9F.pdf> (参照 2024-1-16)
- [6] 尾崎拓郎, 西端 律子: 初等教育におけるプログラミング教育に向けた導入教材の検討, 情報コミュニケーション学会学会誌, 13 巻, 2 号 (2018-4) (オンライン), 入手先 [https://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~ozaki/201805\\_GLICODE/201805\\_cis\\_thesis\\_glicode.pdf](https://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~ozaki/201805_GLICODE/201805_cis_thesis_glicode.pdf) (参照 2024-1-16)
- [7] 小島寛義: AI × プログラミングで総合的な学習の時間, 情報処理, 61 巻, 10 号, pp. 1062-1067 (オンライン), 入手先 [https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_view\\_main\\_item\\_detail&item\\_id=206935&item\\_no=1&page\\_id=13&block\\_id=8](https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=206935&item_no=1&page_id=13&block_id=8) (参照 2024-1-16)
- [8] Teachable Machine (オンライン), 入手先 <https://teachablemachine.withgoogle.com/>
- [9] TM2Scratch (オンライン), 入手先 <https://champierre.github.io/tm2scratch/>
- [10] Scratch (オンライン), 入手先 <https://scratch.mit.edu/>
- [11] 原田康徳, 勝沼奈緒実, 久野靖: 公立小学校の課外活動における非専門家によるプログラミング教育, 情報処理学会論文誌, 55 巻, 8 号, pp. 1765-1777 (オンライン), 入手先 [https://scholar.google.co.jp/scholar\\_url?url=https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/%3Faction%3Drepository\\_action\\_common\\_download%26item\\_id%3D102588%26item\\_no%3D1%26attribute\\_id%3D1%26file\\_no%3D1&hl=ja&sa=X&ei=5uC4ZaSuGemV6rQPrKO5uAo&scisig=AFWwaeZ3uQ813IePDHPknb9dJ69e&oi=scholar](https://scholar.google.co.jp/scholar_url?url=https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/%3Faction%3Drepository_action_common_download%26item_id%3D102588%26item_no%3D1%26attribute_id%3D1%26file_no%3D1&hl=ja&sa=X&ei=5uC4ZaSuGemV6rQPrKO5uAo&scisig=AFWwaeZ3uQ813IePDHPknb9dJ69e&oi=scholar) (参照 2024-1-16)
- [12] 文部科学省: 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説総則編 (オンライン), 入手先 [https://www.mext.go.jp/content/20230308-mxt\\_kyoiku02-100002607\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230308-mxt_kyoiku02-100002607_001.pdf) (参照 2024-1-9)