

ロボットイが拓く 先進的統合型プログラミング教育

あしかが まさとし
株式会社内田洋行 足利 昌俊

1.はじめに

新しい学習指導要領のもと、小学校では2020年度からプログラミング教育がスタートし、高等学校では2022年度からプログラミングなどを学ぶ「情報I」が必修科目となりました。さらに2025年度からは大学入学共通テストにプログラミングの知識などを試す内容が導入されます。

このような情報教育拡充の流れを受けて2021年に文部科学省がスタートしたGIGAスクール構想（GIGAは「Global and Innovation Gateway for All」の略）によって、全国の児童・生徒に一人一台のタブレットPCが導入されるとともにネットワーク環境の整備が進められ、子どもたち一人ひとりに個別最適化された創造性を育むICT環境の実現が進められました。

このように小学校・中学校・高等学校にて情報教育を進めるための「教育DX」が加速しています。

本稿では、小学校・中学校の学年・教科を横断した独自の情報教育を2022年度からスタートした千葉県流山市の情報教育の事例を紹介します。

2.学習指導要領に沿った情報教育

小学校・中学校・高等学校では、文部科学省が制定した「学習指導要領」に沿って授業が行われます。今回紹介する千葉県流山市の情報教育も例外ではなく、「学習指導要領」に沿って行われています。

2.1.小学校におけるプログラミング教育

小学校では、2020年に施行された学習指導要領においてプログラミング教育が必修化となりましたが、プログラミングという単独の教科が存在しているわけではありません。

「小学校プログラミング教育の手引き（第三版）」（文部科学省、2020）には、“非常に大まかに言えば、①「プログラミング的思考」を育むこと、②プログラムの働きや良さ、情報社会がコンピュータ等の情報技術に

よって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに、コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと、③各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとするための三つとすることができると記されています。つまり、プログラミング教育を通じて、児童がプログラミング言語を覚えたりプログラミングの技能を習得したりすること自体をねらいとしているのではなく、既存の教科内で「プログラミング的思考」を育むことがプログラミング教育の目的であるということが出来ます。

また、学習指導要領には、6年生の理科「電気の利用」、5年生の算数「多角形」、総合的な活動の時間の3つが例示されています。プログラミング教育は、学習指導要領に例示した単元等はもちろんのこと、多様な教科・学年・単元において取り入れることや、教育課程内外において各教科等とは別に取り入れることも可能とされています。

2.2.中学校におけるプログラミング教育

中学校では小学校におけるプログラミング教育の成果を生かし発展させるという視点で、プログラミング教育が行われています。

学習指導要領には、技術・家庭科の技術分野「D情報の技術」において具体例が例示されており、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツ」、「計測と制御」の単元でプログラミング教育を行います。

2.3.高等学校におけるプログラミング教育

高等学校では2022年度からプログラミングなどを学ぶ「情報I」が必修科目となりました。「高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 情報編」（文部科学省、2018）には、“共通教科情報科の指導を行うためには、これらの中学校技術・家庭科技術分野の改善内容を十分踏まえることが重要である。”と記されています。

このように、情報教育は小学校・中学校・高等学校を通して体系的・系統的に行われる必要があると学習指導要領にまとめられていますので学年・教科を横断した縦・横の連携が重要であることがわかります。

3.千葉県流山市における情報教育

学年・教科を横断し、縦・横の連携を重視した情報教育が2022年から千葉県流山市でスタートしました。具体的には、千葉県流山市教育委員会、東京理科大学、株式会社内田洋行、株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメントによる、産官学が連携し、流山市独自の情報教育の設計・実施を行うというものです。この産官学の連携では四者が以下の役割を担っています【図1】。

千葉県流山市教育委員会：

教材、カリキュラムの選定を行い、流山市の小学校、中学校に教材、カリキュラムの導入を行う。

東京理科大学：

流山市における情報教育及びシステム構築のロードマップ「流山市G I G Aスクール構想」を策定し、「先進的統合型プログラミング教育」の設計を行う。

内田洋行：

上記で設計された「先進的統合型プログラミング教育」に対応した教材・カリキュラムの作成を行う。

ソニー・インタラクティブエンタテインメント：

上記で作成された教材・カリキュラムで使用する、ロボット玩具 toio (トイオ) の技術提供を行う。

3.1.使用する教材

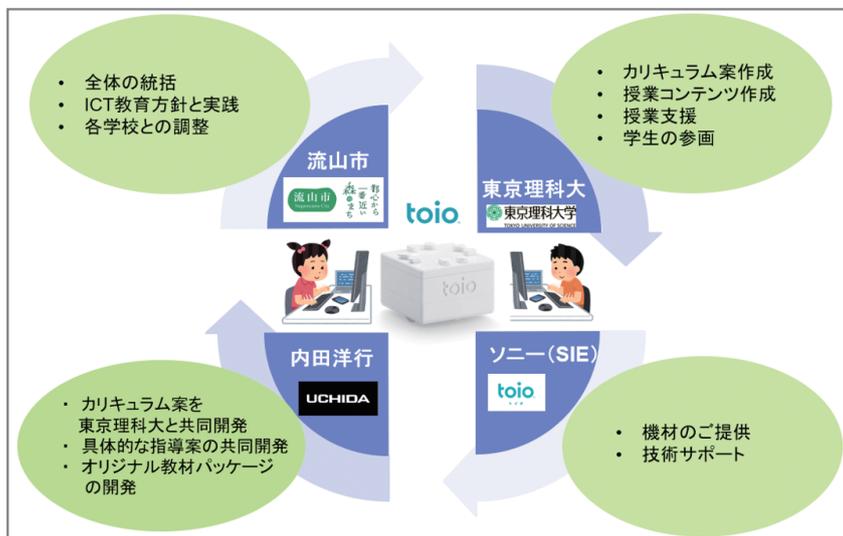
千葉県流山市で実施する情報教育では、ロボット玩具 toio (トイオ) を採用しました。その理由は以下の3点になります。

・幅広い学年・教科で使用可能

多様なプログラミング言語をサポートしており、小学校低学年から中学校まで、幅広い学年、幅広い授業で使用することが可能であるため、1つの教材で学年・教科を横断した縦・横の連携したプログラミング教育を行うことができます。

・絶対位置制御で高精度

toioは、絶対位置制御が可能で、高精度なロボットの位置制御、行動制御が可能です。また、プログラム



【図1】流山市における産官学連携

からの直感と一致した動きを示し、命令と振舞いが一致しているので、児童・生徒が教材の使い方を学ぶための時間を最小限とすることができ、本質的なプログラミングの学習を行うことが可能となります。²⁾

・一人一台の導入に最適

普通教室で授業を行う場合は、児童用机の上で教材を使用する必要があるため、大きな教材を使用することはできませんが、toioはA3サイズのマット内で動作するため、机の上で使用することができます。また、他の教材に比べ低価格であるため、一人一台の導入に向いています。

3.2.ロボット玩具 toio (トイオ) とは

toioはロボットやゲームの技術を活用したエンタテインメント製品として企画されました。¹⁾ キューブ型ロボット「toio コア キューブ」(以降キューブ) 2台を含む「toio本体セット」と「専用タイトル」を組み合わせ、カートリッジから提供されるあそびのプログラムを楽しむことができます【図2】。キューブはブロックや自分で工作したものを自由にに取り付けて好きなキャラクターやテーマに合わせた形に変えられるほか、PCとBluetooth®で通信し自由にプログラミングができます。

3.3.「位置情報」の重要性

車輪などで自由に動き回るロボットのプログラミングにおいて共通する課題として「自分の位置情報をどう知るか(自己位置同定)」というものがあります。これは自動運転やドローンにも共通するもので、一般にGPSやLiDARを使ったSLAMなど、高度なセンサーや



【図2】 toio の製品構成

システムが使用されています。家庭や教室など生活空間で使われるロボットにおいては、これまで技術的な課題やコスト等から、位置情報は一部の掃除ロボット等を除いてほとんど活用されず、ロボットプログラミングの入門としても取り入れられていませんでした。

しかし toio では、手軽で自由なプログラミングを楽しめるロボットを提供するため、専用プレイマットと光学センサーの組み合わせにより誤差蓄積がない位置情報（＝絶対位置）の取得や位置制御を実現しています。ロボットの正確な位置情報を手軽にロボットプログラミングで扱えるようになったことは、子どもたちにとって身近なゲーム等の動きをロボットで手軽に実現できることで、「迷路をクリアする」、「ボールを蹴る」、「ダンスする」など目的指向のプログラミングが取り入れやすくなり、クリエイターや研究開発者が使用できる程の専門性の高い制御が可能になります。

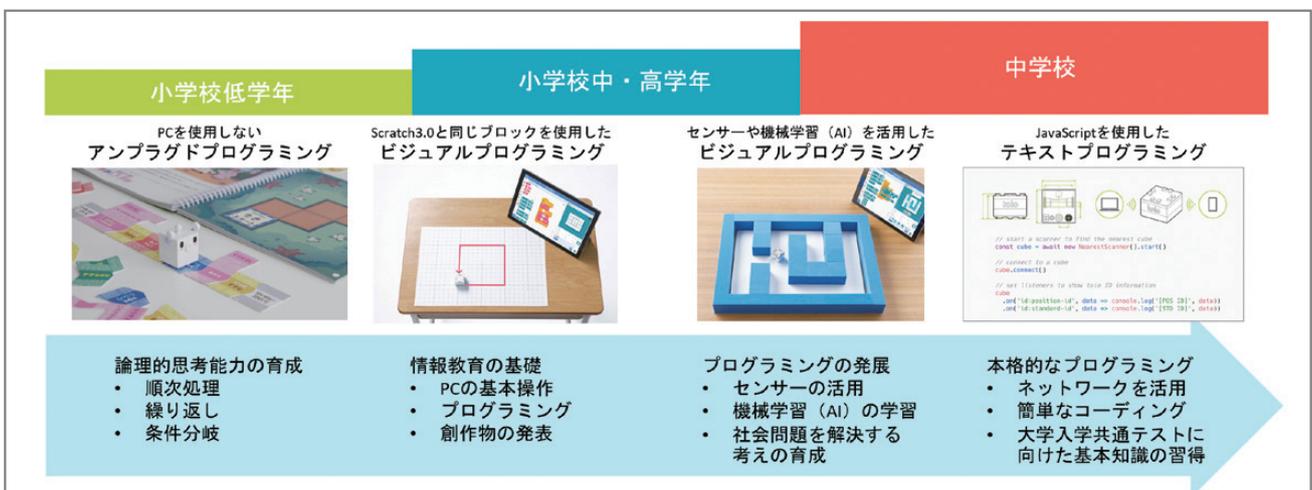
小学生にも人気の Scratch²⁾などのプログラミングにおいては、座標や位置情報は楽しいプログラム作りに不可欠となっています。これまでロボットプログラミングではあまり注目されてこなかったロボットの位置情報は、楽しみと可能性を広げるため、今後ますます重要性が認識されると考えています。

4. 先進的統合型プログラミング教育

千葉県流山市では高等学校で行う情報 I に繋げることを最終目的として小学校・中学校の学年・教科を横断した縦・横の連携を重要とした情報教育を行います。具体的には、toio を活用した3段階の学習方法を準備しています【図3】。まず小学校低学年で、簡単で楽しく学習ができる「アンプラグドプログラミング」を使ってプログラミングの学習をスタートします。その後、小学校中・高学年では、Scratch3.0と同じブロックを使用した「ビジュアルプログラミング」を使用した学習に移行します。中学校では、さらにセンサーや機械学習 (AI) を使用した学習や、JavaScript を使用した「テキストプログラミング」の学習を行います。本稿では、この学習方法に沿って行われるプログラミング教育を「先進的統合型プログラミング教育」と呼びます。

4.1. アンプラグドプログラミング

toio のプログラミング入門編が、PC 不要で紙のカードと絵本だけでプログラミングをパズルゲーム形式で楽しめる「GoGo ロボットプログラミング ～ロージーボのひみつ～」【図4】です。絵本の中には迷路タイプの問題が48問あり、かわいらしいキャラクターを載せたキューブをスタートからゴールまでプログラムで誘導するうちに「順次・分岐・反復」を学習できます。プログラミングは紙のカードを並べキューブがその上を走行して覚えさせるという直感的な操作となっているため、初めてでも敷居が低く、小学校1年生から取り組みます【図5】。



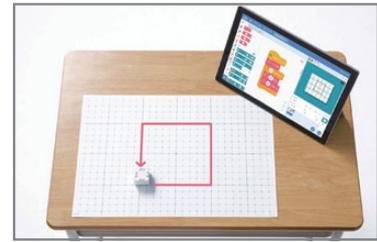
【図3】 先進的統合型プログラミング教育



【図4】 toioの「アンプラグドプログラミング」



【図5】 流山市立東小学校授業活用風景



【図6】 toioの「ビジュアルプログラミング」



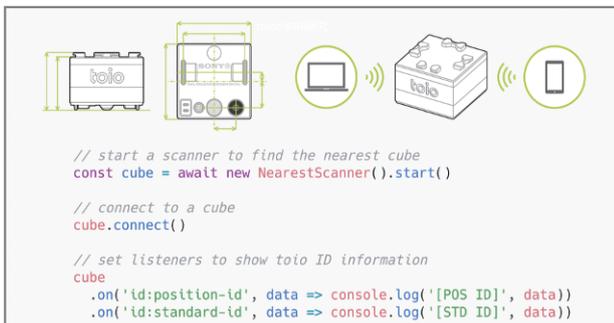
【図7】 流山市立東小学校授業活用風景



【図8】 「計測と制御」迷路探索



【図9】 Uchida Science Web



【図10】 JavaScriptライブラリの実装例と技術仕様

4.2. ビジュアルプログラミング

タブレットPCを使用し、自由なプログラミングや作品作りを手軽に試せるのが「ビジュアルプログラミング」【図6】です。

タブレットPCと接続したキューブの動きをScratch 3.0²⁾と同じブロックや座標を使って画面上で直感的にプログラミングでき、お絵かきやゲーム、サッカーやダンス、ロボットコンテストなど、多様な創作を実現することができます。小学校5年生 算数「正多角形」の単元【図7】のほか、小学校5年生 英語「道案内」や、小学校6年生 理科「月の満ち欠け」など、学習指導要領で例示されている教科以外でも取り組みます。

また、タッチセンサーを取り付けることによりセンサー情報を活用した制御が可能となるので、これを用いて中学校の「計測と制御」で迷路探索のプログラムの作成に取り組みます【図8】。

また、授業ですぐに使用できるように、プログラミングの作成環境が整ったサンプルプログラムを「Uchida Science Web」⁴⁾にて公開しています。ビジュアルプログラミングで使用するソフトウェアはWebブラウザで使用できるため、専用のソフトウェアのインストールは不要で、サンプルプログラムのアイコン

をタップするだけで使用できます【図9】。

4.3. テキストプログラミング

JavaScriptなどのテキストプログラミングでキューブを制御できる「JavaScriptライブラリ」と「toio コア キューブ技術仕様」【図10】が公開されています。既存のライブラリやGUI・ネットワークとの組み合わせが広がり、ロボット工学の授業や学術研究、企業における技術デモや研究開発、クリエイターによるアート作品といった高度な使用も可能となっています。

5. おわりに

本稿では、千葉県流山市で行われている産官学連携情報教育として、toioを使用した「先進的統合型プログラミング教育」を紹介しました。千葉県流山市で実施されているようなプログラミング教育の取り組みが、全国に広がることを期待します。

謝辞

本稿の執筆にあたり、株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント 田中 章愛氏に一部執筆協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 田中 章愛プログラミング教育の最前線：4. 楽しいロボットプログラミングを目指して - ロボット「toio」の企画開発事例、情報処理学会誌 61巻 8号 (2020)
- 2) Scratch: <https://scratch.mit.edu/>
- 3) ミッチェル・レズニック他：ライフロング・キンダーガーデン 創造的思考力を育む4つの原則 日経BP (2018)
- 4) Uchida Science Web : <https://apps.uchida-science.com/>