

デジタルツインを活用した STEAM 教材 PICAPICA-TWIN における 実世界情報を利用したプログラミング機能の検討

Proposal for Programming Functionality Using Real-World Information in the Digital Twin Based STEAM Educational Material PICAPICA-TWIN

塩澤 昂^{*1}, 鷹栖 巧実^{*2}, 永井 孝^{*2,3}, 館 伸幸^{*2}, 香山 瑞恵^{*2}
Ko SHIOZAWA^{*1}, Takumi TAKASU^{*2}, Takashi NAGAI^{*2,3}, Nobuyuki TACHI^{*2}, Mizue KAYAMA^{*2}

^{*1} 信州大学大学院総合理工学研究科

^{*1} Graduate School of Science & Technology, Shinshu University

^{*2} 信州大学工学部

^{*2} Shinshu University, Faculty of Engineering

^{*3} ものづくり大学技能工芸学部

^{*3} Faculty of Technologists, Institute of Technologists

Email: 25w6041e@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、OECD が示す 3 つのスキルの活用を意識したプログラミング学習教材の開発である。3 つのスキルのうちの 1 つ、実践的・身体的スキルの活用において、デジタルツインの利用を考えた。従来の PICAPICA-TWIN では、仮想から現実への連携として、仮想空間内で制作したプログラムによる現実の作品の LED 明滅、現実から仮想への連携として、仮想空間への環境データの反映が実装されていた。本研究では仮想空間に反映された環境データを活用したプログラミング機能を開発した。

キーワード：STEAM 教育、デジタルツイン、VR、プログラミング学習

1. はじめに

教育の情報化が進展する中で⁽¹⁾、STEAM(Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics)の学びを基盤として、分野横断的な知識を統合し、社会的な価値の創造に寄与する資質・能力の育成を目的とした教育が求められている。小中高のそれぞれの学習指導要領では、主体的な挑戦や多様な他者と協働することの重要性を、実感を伴って理解するために、体験活動が重視されている。

OECD は、2030 年に望まれる社会を実現するために生徒に求めるスキルとして、認知・メタ認知スキル、社会的・情緒的スキル、実践的・身体的スキルの 3 つを挙げている⁽²⁾。3 スキルの獲得を意識して VR 等の活用やオンライン化が進められており、学習の形態が変化している。

一方、直接人やモノと接することでしか得られない学習を提供する、実世界指向の学習環境の重要性も指摘されている。本稿ではまず PICAPICA プロジェクトについて概観し、従来の PICAPICA-TWIN の機能について示す。その後、本研究で開発した実世界情報を利用したプログラミング機能について述べる。

2. 先行研究

2.1 PICAPICA プロジェクト

前述の社会動向に対し、我々はアート創作を通じたプログラミング学習教材、PICAPICA プロジェクト⁽³⁾を展開してきた⁽⁴⁾⁽⁵⁾。PICAPICA プロジェクトは、電子工作等のものづくりとアート作品の創作、プログラミングを統合した STEAM 教材である。これまでに、実空間でのアート創作と LED 明滅プログラミングを組合せた PICAPICA キット、仮想空間での協働

学習が可能な PICAPICA-VR を開発・実践してきた。

2.2 PICAPICA-TWIN

PICAPICA-TWIN は、デジタルツイン技術を活用し、仮想空間にとどまらず、仮想と現実を組み合わせた学習体験の提供を目的として、PICAPICA-VR を拡張した教材である⁽⁶⁾。

PICAPICA-TWIN は、PICAPICA キット、VR アプリ、WEB アプリから構成されている(図 1)。VR アプリでは、LED の明滅を制御するプログラムをブロックプログラミングにより制作し、制作したプログラムに基づく LED 明滅の様子をシミュレーションでできる。プログラミング後、制作されたプログラムは外部データベースへ保存される。保存されたプログラムは WEB アプリを介して PICAPICA キットに備わっている micro:bit に送信され、PICAPICA キットに接続された LED が明滅する。また、micro:bit は環境データとして、温度、加速度、ボタンの押下状態、micro:bit の向きを取得し、WEB アプリを介して VR アプリへ送信する。これにより、仮想から現実の一方向だけでなく、現実から仮想へも情報を送信でき、デジタルツインの双方向性を取り入れた教材となっている。

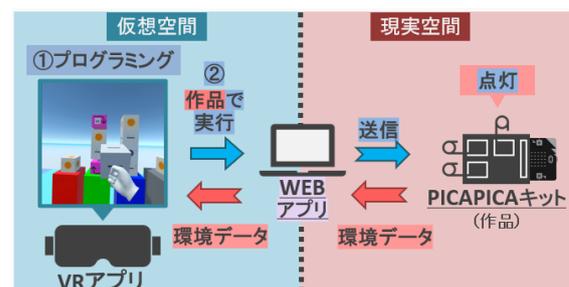


図 1 PICAPICA-TWIN の構成



図2 実装したプログラミングブロック

3. 提案機能

従来の PICAPICA-TWIN では、現実から仮想への連携として、仮想空間内への環境データの反映にとどまっておき、環境データを活用する機能を備わっていなかった。そこで、本研究では環境データを活用する方法として、環境データを利用するプログラミング機能を開発した。

3.1 温度による条件分岐

温度による条件分岐として、指定した温度以上であるか、指定した温度以下であるかを判定する2種類のプログラミングブロックを実装した。(図 2(a), 図 2(b)). このブロックでは、ブロック下部に配置されたスライダーを操作することで条件となる温度を指定でき、指定した温度に基づき、条件判定が行われる。指定温度以上、または指定温度以下であれば条件は真となり、そうでなければ偽となる。

3.2 ボタンの押下状態による条件分岐

ボタンの押下状態による条件分岐として、micro:bit の A ボタンおよび B ボタンが押されているかどうかを判定する2種類のプログラミングブロックを実装した(図 2(c), 図 2(d)). このブロックでは、対応するボタンが押されていれば条件は真、押されていない場合は偽となる。

3.3 micro:bit の向きによる条件分岐

micro:bit の向きによる条件分岐として、micro:bit が指定した向きであるかどうかを判定するプログラミングブロックを実装した(図 2(e)). このブロックでは、ブロック左部およびブロック下部に配置されたスライダーを操作することで、条件となる micro:bit の向きを指定できる。指定できる向きは、micro:bit の画面が上向き、画面が下向き、ロゴが上向き、ロゴが下向きの4方向であり、指定した向きに基づき、条件判定が行われる。指定した向きであれば条件は真となり、そうでなければ偽となる。

4. おわりに

本稿では、デジタルツイン技術の双方向性を活用することを目的として、仮想空間に反映される実世界情報を利用したプログラミング機能を提案した。

今後は、本研究で開発した、実世界情報を利用したプログラミング機能を実践および評価し、得られた結果をもとに、よりデジタルツイン技術の双方向性を活用できる教材の開発を目指す。

謝辞 本研究は科研費 23K24957 により支援されている。

参考文献

- (1) 文部科学省: “教育の情報化の推進”, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/index.htm(参照 2026.1.26)
- (2) OECD, “Skillsfor2030,” https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/concept-notes/Skills_for_2030_concept_note.pdf (参照 2026.1.26)
- (3) T. Nagai, S., Klem, M., Kayama, et al.: “PICAPICA: Exploring a Customisable Smart STEAM Educational Approach via a Smooth Combination of Programming, Engineering and Art”, <https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125184>
- (4) I., Mukoda, T., Nagai, M., Kayama: “An Interactive STEAM Educational Approach via a Combination of Programming, Information & Communication Network and Arts: PICAPICA-Z”, <https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125144>
- (5) 向田, 香山, 永井, 他: “協働でのプログラミング学習を行う VR 教材の開発”, 情処研報コンピュータと教育, 2022-CE-167, 12 号, pp.1-6
- (6) 加地, 香山, 永井, 館: “PICAPICA-VR 教材におけるデジタルツイン方式の検討”, 第 49 回教育システム情報学会全国大会, <https://www.jsise.org/taikai/2024/program/contents/pdf/E5-3.pdf>