

ングの学習は、21世紀に必要とされるスキルとしてコンピュータショナルシンキング、クリティカルシンキング、コラボレーション、クリエイティビティ等の育成に繋げることも期待されている^[3]。

以上のことから、CS教育の中でも、特にプログラミングに関する内容を学校教育の中で扱うことの重要性が認識されつつある。さらに、プログラミングの学習を通して、ITの専門家としてのプログラミングスキルだけではなく、一般市民のリテラシーとして、21世紀型スキルの習得も身につける必要がある。そのため、ITの専門性を高める高等教育段階だけでなく、広くリテラシーに関する育成を目指す初等中等教育段階からの体系的なプログラミング教育の実現は急務である。

2. フランス語圏ベルギーのデジタル戦略の概要

これから初等中等教育段階からのプログラミング教育の充実を目指しているEU加盟国の1つにフランス語圏ベルギーがある。フランス語圏ベルギーでは、デジタル戦略が策定され、小学校からの体系的なプログラミング教育に取り組んでいる。なお、ベルギーはフランス語圏(フランス語)、フラマン語圏(オランダ語)、ドイツ語圏(ドイツ語)の3つのコミュニティで構成されており、独自の教育制度が採用されている。日本同様、フランス語圏ベルギーでも、プログラミング教育の充実のための基礎的知見の蓄積は喫緊の課題である。

フランス語圏ベルギーでは、2015年から「Digital Wallonia」^[4]と題するデジタル戦略を開始している。Digital Walloniaには様々なプログラムがあり、その1つにDigital Wallonia 4 Eduがある。Digital Wallonia 4 Eduでは、5つの主要分野として、1)教員研修、2)デジタル機器、3)技術支援、4)教育支援、5)協力・交流に焦点を当て、教育におけるデジタル技術の活用を推進していくことが示されている。

さらに、5歳から15歳までの子供たちのために、デジタル教育を含む新しい参照枠組み(FMTTN: Formation Manuelle, Technique, Technologique et Numérique)^[5]が策定され、2022年度から施行されている。このFMTTNに示されたデジタルに関連する内容は、欧州委員会の内部機関である共同研究センター(JRC: Joint Research Centre)が提案するデジタルコンピテンシーに関するフレームワークDigCompに基づき作成された。このFMTTNは、デジタル分野における学習内容と、学習時期を示している(表1)。デジタル分野の内容については、1)情報・データ、2)コミュニケーション・コラボレーション、3)コンテンツ制作、4)セキュリティの4つを扱うとしている。それぞれの学習内容に対して、標準的な学習時期が示されている。具体的には、小学校3、4年生からデジタル教育の学習が開始され、内容としては、情報・データとコンテンツ制作に取り組む。そして、小学校5年生からコミュニケーション・コラボレーションの学習内容が追加さ

表1 デジタル教育に関するFMTTN

	情報・データ	コミュニケーション・コラボレーション	コンテンツ制作	セキュリティ
小学校3年	グループでインターネット情報検索		簡単なメディアコンテンツ(音声、画像、写真、動画、テキスト等)の制作	
小学校4年	自分で、インターネットで情報検索		短いメディアコンテンツの編集	
小学校5年		デジタルツールを使って交流(共同執筆、マインドマップなど)	オーディオまたはビデオ制作 簡単な問題を解決するためのアルゴリズムやプログラム	
小学校6年			オーディオまたはビデオのドキュメント制作 問題を解決するためのアルゴリズムとプログラム設計	データ保護リスクの防止と制限
中学校1年	管理しやすいようにデータの整理	ソーシャルネットワークで交流	ループ、条件、変数を含むプログラム	デジタルアイデンティティ、個人情報、データの管理
中学校2年	自分でソースの信頼性の評価		ループ、条件、論理演算子、変数を含むプログラム	
中学校3年		デジタルコンテンツの共有と共同作業	人工知能やIoT等、アルゴリズム	

れる。セキュリティは小学校6年生から学習する。

デジタル教育のうち、プログラミングに関する学習内容は「コンテンツ制作」分野に含まれる。プログラミングの教育の具体的内容について、小学校5年生でフローチャートの表現を学習する。その後、小学校6年生でアルゴリズムについて扱う。最後に、中学1年生と2年生でプログラミングの基本を学習する。

以上、FMTTNの策定により、学校教育段階で取り組むべきプログラミングに代表される新しいデジタル教育の学習内容が明確になった。そのため、フランス語圏ベルギーでは教員養成課程から、児童・生徒が新しいデジタルスキルを身につけられるように実践的指導力を持った教員養成に取り組む必要がある。特に、フランス語圏ベルギーでは、これまでICTに関する学習内容は数学科教員が指導をしていたが、今回のFMTTNの施行によって、小学校段階からプログラミング教育に取り組むことになり、小学校教員もプログラミングを指導することになった。これまでのフランス語圏ベルギーの小学校ではプログラミング教育に取り組んできていないため、児童の興味・関心を引き出すプログラミング教育の実践的指導力が求められる。

3. ビデオゲームを用いたプログラミング教育

学習者の興味・関心を引き出す学習活動としてビデオゲームの教育的効果に高い期待が寄せられている。Annart (2019) はビデオゲームの教育的効果を3つに整理している^[6]。1つ目はビデオゲームによる学習は、学習内容が抽象的であっても、ビデオゲーム上のシステムとして構造化され、ゲームの参加者が認識できる具体物として提供されるため、学習内容の理解が容易になる可能性があることである。2つ目は、ビデオゲームは失敗してもやり直しが可能であるため、失敗を恐れずに練習できることである。3つ目は、学習者に魅力的な学習状況を提供することで、外発的な動機付けを与えるだけでなく、協調性、自律性、批判的思考、知識を理解・記憶・習得する能力などの利益をもたらすことである。

このように、教育にビデオゲームを取り入れることで、

多くの教育効果が期待されている。本研究では、さまざまなタイプのビデオゲームのうち、サンドボックスゲームに注目する。サンドボックスゲームとは「複数の解決策やプレイオプションを持つオープンエンドゲーム^[7]」と呼ばれることもあり、ゲーム内でのものづくり等、自己表現に特に適していると考えられる。代表的なサンドボックスゲームとしてMinecraftが挙げられる。Minecraftの世界では、プレイヤーは好きなように環境を探索し、構築し、破壊できる。例えば、プレイヤーは理想の村を作ったり、ピクセルアートを作ったり、生物を育てたりできる。なお、Minecraftには複数のバージョンがある。本研究では指導者がMinecraft上のプレイヤーの行動をコントロールできる機能を備えたMinecraft EEに着目する。

世界中の教員が、科学、社会、CSなど、さまざまな領域の学習活動にMinecraft EEを使っている。サンドボックスゲームMinecraft EEの教育的利用は、学習者のモチベーションを高め、教科に関連する新しい知識やスキルの習得に役立つと主張している。Andersen & Rustad (2022)^[8]は、初等教育学を専攻する大学生を対象として、Minecraft EEを用いた数学の授業の中で、2~4人のグループで3次元のピクセルアートと、その鏡像を作る学習活動の教育効果を検証している。学習者は幾何学の概念(座標系、鏡像変換、抽象化能力など)と21世紀型スキル(コラボレーション、コミュニケーション、創造性)を活用したことを報告している。また、Romero & Vallerand(2016)^[9]は、これからの社会を生きる子どものために、テクノロジーを活用した協働的な15の学習活動を提案している。その1つにMinecraft EEを活用した理想の家の再現をテーマとしたプロジェクトがある。このプロジェクトには3つの段階がある。初めの段階では、生徒たちは建たい家を説明する文章を書く。そして、次の段階では、2人1組のチームになって文章を発表し、話し合い、協力して新しい家を設計する。最後の段階で、Minecraftの世界に理想の家を作る。この一連のプロジェクトでは、Minecraft EEを活用した協働的な活動に取り組む中で、文章を書くために言語能力、家を作るために数学能力(幾何学図形、比率計算、面積計算)を駆

使うことが求められるようになっている。

さらに、近年では、Minecraft EEを使ったプログラミング教育が報告されている。プログラミングの学習活動にMinecraft EEを使用することで、プログラミングの事前知識が必要なく、学習者の集中力を維持し、学習プロセスを促進させることができると指摘されている^[10]。さらに、Minecraft EEでプログラミングに取り組むことは、学習者のプログラム設計方法に影響を与え、特定のプログラミング概念を他の概念よりも多く使用する可能性が報告されている^[11]。以上のことから、プログラミングの事前知識が少ない初心者でもMinecraft EEを活用したプログラミングに取り組めるようになると思われる。

4.プログラミング教育に取り組む意識に影響する要因

上述のように、サンドボックスゲームMinecraft EEの教育的利用により高い教育効果が期待できるが、Minecraft EEのようなツールを積極的に取り入れ、プログラミングの学習を充実させる取組を進めるためには、授業を計画し、実践する教員の技術の受容と使用に対する意識が大きく影響すると考えられる。

技術の受容と使用に対する意識については、1986年以来、多くの研究が行われてきた^[12]。この研究の大部分は、経験豊富なユーザと初心者ユーザの両方に関係する、技術受容モデル^[13]に基づいている。図1に一般的な技術受容モデルを示す。このモデルでは、実際の技術の使用(Actual usage)には、技術を使用しようとする意識(Intention to use)の影響を受け、その技術を使用しようとする意識には、その技術に対する有用性(Perceived usefulness)と技術に対する態度(Attitude)の影響を受けるとされている。

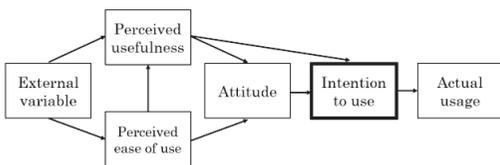


図1 技術受容モデル^[13]

これまでに、Carlot et al.(2021)^[14]は教員を志望する学生に対してMinecraft EEでプログラミングを学ぶワークショップを実施してプログラミング教育に取り組む意識に影響する要因の基礎的な分析に取り組んだ。TAMモデルに基づいて、有用性の認識(Utilité), 使いやすさの認識(Utilisabilité), 実践意識(Intention d'enseignement)の3つの変数を取り上げ、それぞれの変数間には中程度の相関関係があることを把握した。しかし、それぞれの変数間の関係を示すだけでは、ある変数が別の変数に与える影響を確認することはできない。これらの要因間の影響を明らかにすることで、教員を希望する学生のプログラミング教育への意識を高めるアプローチの充実につなげることが期待できる。したがって、本研究では、Carlot et al.(2021)の研究^[14]を発展させ、技術受容モデルに基づいてプログラミング教育に取り組む意識に与える要因の影響を把握することとした。

本研究で検証する、拡張した技術受容モデルを図2に示す。Carlot et al.(2021)の研究^[14]で得られた知見を踏まえれば、実践意識には有用性の認識が直接影響している可能性が示唆される。更に、「Utilisabilité」の要因には、プログラミングを教えることの容易さ(Easy of teaching)、プログラミング教育に関する知識(Facility)、およびツールの授業活用に対する態度(Attitude)の3つの要因が含まれており、それぞれの要因が実践意識に影響する可能性が考えられる。

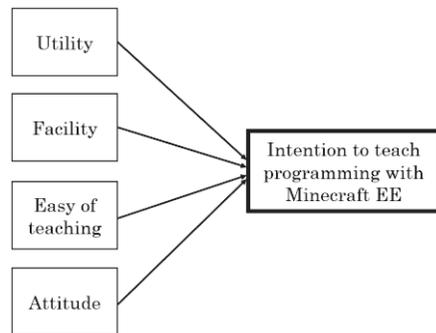


図2 修正した技術受容モデル

5.研究仮説

以上のことから、技術受容モデルに基づき技術としてプログラミングを取り上げ、プログラミングの学習指導の充実に向けて、サンドボックスゲームMinecraft EEの教育的活用に対する基礎的知見を得ることが重要であると考えた。そこで、本研究の目的を、Carlot et al.(2021)の研究^[14]を発展させ、サンドボックスゲームMinecraft EEの体験が、教員志望学生のプログラミング教育に取り組む意識に与える影響を検討することとした。

研究仮説は以下の通りである。

- i.技術受容モデルと同様に、Utility, Easy of Teaching, Facility, Attitudeは、教員志望の学生のプログラミング教育に取り組む意識に影響を与える。
- ii.プログラミングのUtilityやEasy of Teachingの認識について、ICTの指導が含まれる教科の教員を志望する学生の方が、ICTの指導が明示的に決められていない小学校教員を志望する学生と比較して、UtilityやEasy of Teachingを認識しやすい。そのため、Math群とPrimary群では、Minecraft EEの体験を通してプログラミング教育に取り組む意識に対する影響が異なる。

6.Minecraft EEワークショップのデザイン

ワークショップは第1部 Introduction(75分)、第2部 Activities(240分)、第3部 Conclusion & Discussion(45分)の3部構成とした^[14]。

第1部では、プログラミング学習の教育的背景、その教育的利点と教育戦略について概説し、次にデジタルツールMinecraft EEとその教育的可能性について説明する。

第2部の目的は、今後Minecraft EEを活用した授業を受ける児童・生徒の立場を体験することにある。この具体的な体験によって、Minecraft EEによる学習活動の具体像をイメージすることができ、有用性や使いやすさの認知促進を促すことが期待できる。本研究では、有用性の観点からPrimary群とMath群では実際に児童・生徒して指導する学習内容に違いがあることを踏まえ、それぞれの学校種に対応した課題を設定した。

図3は、小学校向けのアクティビティである。この活動の目的はMinecraft EEにおいて、プレイヤーがプログラミングで操作するキャラクターである「エージェント」の動きをプログラミングする方法を学ぶことである。最初のレベルでは、エージェントの動き方を扱い、「前進」、「右に曲がる」、「左に曲がる」のいずれかをプログラミングする課題から取り組み、最終課題では迷路のような、一瞥しただけでは解決が難しい課題に取り組む。この課題を解決するためには、大学生であっても、紙などにコースの概要をメモし、エージェントが進む道を記述することが求められる。

図4は、小学校向けのアクティビティである。この活動の目的は、火山を作り、噴火させることである。このアクティビティでは、Primary群が理科の学習と関連付けようとする効果を期待して計画した。

図5は中等教育向けのアクティビティである。この活動では、用意したすべての迷路からエージェントを脱出させられるようにプログラミングする必要がある。最後の課題は、少ない手順で、できるだけ早く、エージェントが出口を見つかけられるようにプログラムを改良することとした。

図6は中等教育向けのアクティビティである。この活動の目的は、エージェントに指示を出して橋を架けさせるためのプログラムを作成することである。プログラミングする前に、作りたい橋をイメージすることが求められる。

7.調査の概要

(1)調査対象者と調査時期

本調査対象者は、フランス語圏ベルギーにある2つの教育大学の小学校教員を志望する学生(Primary群)40名、及び中等学校の数学教員を志望する学生(Math群)39名である。Math群を対象とした理由は、Math群はPrimary群と異なり、1年生からプログラミングに関する授業が必修であり、プログラミングに関する経験が他の学校種と比較して多いことと、フランス語圏ベルギーではICTに関する内容を中等学校の数学科で指導しており、プログラミングスキルを教える可能性が高いと、学生が認識していることが、プログラミング教育に取り組む意

識に影響すると考えたことによる^{[15][16]}。

フランス語圏ベルギーで小学校プログラミング教育が必修化される前の2019-2020学年度に実施した。事前に、調査対象者の空き状況を確認し、Minecraft EEのワークショップ(全3部)を1日で実施した。なお、Primary群とMath群の学生は別日で実施した。

(2)調査項目

プログラミング教育に取り組む意識水準の把握のために、「Lors de votre futur professionnel, avez-vous l'intention de réaliser une(des) activité(s) relative(s) à la programmation ? (教員になってから、プログラミングに関連する学習活動に取り組みたいですか)」の1項目をYES / NOの2件法で準備した。

Facility, Easy of Teaching, Utilityの3つについてはRoche(2018)^[17]に基づき、設定した。Facilityとして、「Je connais les connaissances, relatives à la programmation, qui doivent être transmises aux élèves (私は、学生に教えなければならないプログラミングに関する知識を持っている)」、「Je maîtrise ces connaissances, relatives à la programmation, à transmettre (私はプログラミングに関する知識を習得している)」、「Les objectifs de cet enseignement sont clairs (プログラミング教育における目標が明確である)」の3項目、Easy of Teachingとして「L'enseignement relatif au code est facile à mettre en œuvre (プログラミング教育の指導は簡単である)」の1項目、それぞれ6件法(0から5)で準備した。

また、Utilityについては、「ミッション(Roche U1)」、「教科での活用(Roche U2)」、「キャリア(Roche U3)」、「21世紀型スキル(Roche U4)」の4カテゴリを設定した(Appendix1)。「ミッション(Roche U1)」として2項目、「教科での活用(Roche U2)」として6項目、「キャリア(Roche

U3)」として1項目、「21世紀型スキル(Roche U4)」として8項目、それぞれ6件法(0から5)で準備した。

最後にAttitudeとして「Je suis à l'aise avec l'idée d'utiliser un outil numérique que les élèves maîtrisent, peut-être, mieux que moi(私は、私よりも学習者の方が使いこなしているデジタルツールを、授業で使用することは気にしない)」の1項目、6件法(0から5)で準備した。

(3)分析方法

Facility, Utilityは合計得点を算出し、それぞれFacility得点, Utility得点とした。

研究仮説iを検証するために、ワークショップ前後で、Facility, Easy of Teaching, Attitude, Utilityの4つの独立変数がプログラミング教育に取り組む意識に与える影響を分析するために、一般化線形回帰モデル(GLM)で分析した。そして、研究仮説iiを検証するために、ワークショップの事後データから事前データを引いた得点を分析対象として、Primary群とMath群を独立変数とするWelchによるt検定を実施した。

8.結果と考察

(1)研究仮説i 技術受容モデルに基づく効果検証

分析前に、得られたデータの分布を確認するためにShapiro Wilk検定(表2)を実施した結果、正規分布に従わないことが示された。そのため、以降の分析では、正規分布を仮定しない統計分析を採用することとした。なお、t検定はデータの正規性に対して頑健であることが一般的に知られている。また、中心極限定理から推定する差の分布は正規分布に近づくと考えられているため、2群の比較にはWelchのt検定を採用した。

ワークショップ前時点でグループ間の均一性を確認するためにWelchのt検定を行った。その結果、グ



図3 コース活動



図4 噴火させる活動



図5 迷路を解く活動



図6 橋をつくる活動

グループ間に有意差は見られず、ワークショップ前段階ではグループ間の意識に違いは見られないことが示された(Utility: $t(76.74)=1.05$, ns, Hedges' $g=0.25$, Facility: $t(76.99)=1.11$, ns, Hedges' $g=0.25$, Easy of Teaching: $t(75.53)=1.07$, ns, Hedges' $g=0.24$, Attitude: $t(74.36)=0.91$, ns, Hedges' $g=0.20$).

次に, Carlot et al.(2021)の研究^[14]では基礎的な分析として, 変数間の相関関係の把握を試みたが, 本研究では, 変数間の影響を把握することとした.両グループ全体についてGLMを行ったところ, Utilityの認識のみが, プログラミング教育に取り組む意識に直接影響を与えることが示された($\beta=0.06$, $p < .01$, deviance=89.83).一方で, 他の独立変数の認識(Attitude, Facility, Easy of Teaching)に関しては, プログラミング教育に取り組む意識に有意な影響は認められなかった($\beta = -0.05 \sim 0.17$, ns)(図7).

この結果は, 技術受容モデルと部分的に適合している.Carlot et al.(2021)^[14]は有用性の認識(Utilité), 使いやすさの認識(Utilisabilité), プログラミング教育に取り組む意識(Intention d'enseignement)が相互に相関していることが示されたが, 本研究結果を踏まえれば, ワークショップ前段階においてはプログラミング教育に取り組む意識に影響を与える要因はUtilityと同定できる.さらに, 統計分析をさらに一歩進め, 今度は有用性に関する4つのサブカテゴリ(RocheU1, U2, U3, U4)を分析した.図8に分析モデルを示す.分析の結果, ミッション(RocheU1)のみ有意であり($\beta = 0.83$, $p < .01$, deviance=75.55), プログラミング教育に取り

組む意識に対する影響が認められた.

さらに, ワークショップ体験の効果を検証するために事後データに対してGLMを行った.分析の結果, Minecraft EEの体験後, プログラミング教育に取り組む意識に有意な影響を与えたのは, Utilityではなく, Attitudeであった($\beta = 0.68$, $p < .05$, deviance=87.16).つまり, 教員を志望する学生は, 自分より学習者の方が使い慣れた道具を使わなければならないことを懸念していることが推察された.教員は, ツールを使って効果的に指導することの専門性を身につけることが重要であり, すべての機能について学習者よりも熟知しておく必要はない, というマインドセットを意識づけることの重要性が示唆された.さらにいえば, Minecraft EEのようなサンドボックスゲームに取り組む際には, 学習者が協働して創り上げる授業のグランドデザインが重要であり, ツールの習熟は主たる目的ではない.ツールの一般的な活用方法は学習活動のプロセスで学習者から学んでもよいという姿勢を意識づけることの重要性も示唆された.

Utilityには有意差は認められなかったが, ワークショップ前との比較を行うため, サブカテゴリ分析(RocheU1, U2, U3, U4)を実施した.分析の結果, ワークショップ前と同様, ミッション(RocheU1)のみが有意であり($\beta=0.85$, $p < .05$, deviance=64.49), 肯定的な影響を示した.このUtilityのサブカテゴリの中で, 最も影響が大きいのは, 「学校のミッションにプログラミング教育が含まれている」と認識していることである.本結果から, 教員志望の学生に対して, 学校教育でプログラミング教育に取り組むことを意識させられるように働きかける必要

表2 Shapiro Wilk検定の結果

	Roche U1		Roche U2		Roche U3		Roche U4		Teaching intention		Utility		Facility		Attitude		Easy of teaching	
	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
N	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40
Pre	0.95 [†]	0.92*	0.97	0.96	0.91**	0.91**	0.95	0.96	0.63**	0.60**	0.97	0.97	0.89**	0.83**	0.93*	0.92*	0.92*	0.92*
Post	0.95 [†]	0.93*	0.96	0.98	0.90**	0.94**	0.91**	0.97	0.39**	0.60**	0.95	0.96	0.95 [†]	0.94*	0.93*	0.92**	0.89**	0.89**

M=Math群 P=Primary群

†: $p < .10$

* $p < .05$

** $p < .01$

があることが示唆された。加えて、このプログラミング教育に取り組むことが、教員の役割に不可欠な部分であることを学生に十分に認識させることが重要であると考えられる。

(2)研究仮説 ii Minecraft EE体験による影響の違い

Minecraft EEのワークショップ前後で2つのグループのプログラミング教育に対する認識の違いを確認した(表3)。希望する学校種(2:Primary群とMath群)を独立変数としてWelchのt検定を行い、希望する学校種による違いの影響を確認した。Carlot et al.(2021)^[14]は事前と事後のデータを分けて基礎的な分析を行った。本研究では、ワークショップを体験することによる効果の詳細を検証するために、Utility, Attitude, Facility, Easy of Teachingの各従属変数からワークショップ前後の得点を差し引いた得点を分析の対象とした。

Carlot et al.(2021)^[14]は、Math群のUtilitéとUtilisabilitéの水準がPrimary群よりも高水準であった。本研究においてもUtilityの結果は依然として有意傾向が認められ($t(59.27)=1.89, p<.10, Hedges'g=0.42$)、Math群の

方が高水準であった。一方、Usabilityに関する3つの要因のうち、Easy of teachingのみ、有意差が認められ($t(70.02)=2.76, p<.01, Hedges'g=0.61$)、同様にMath群の方が高水準であった。

Minecraft EEを体験することによって、特に、Math群のプログラミング教育に対する認識がより深まったと考えられる。本調査対象者であるMath群は1年生のときからプログラミングの授業を受けており、Minecraft EEに似たプログラミング言語を使用するScratchですでにプログラミングの経験がある。Math群の学生はMinecraft EEというScratchに似たツールを使うことで、これまでの経験を生かしてさらにプログラミングスキルが向上したと考えられる。Math群の学生はMinecraft EEによるビジュアル型プログラミングの操作の容易性を、これまでのプログラミング経験の少ないPrimary群よりも高く評価した可能性がある。

一方で、Primary群の大学生については、UtilityやEasy of Teachingの2つの要因に対する高まりはほとんど見られなかった。この結果は、小学校段階ではプロ

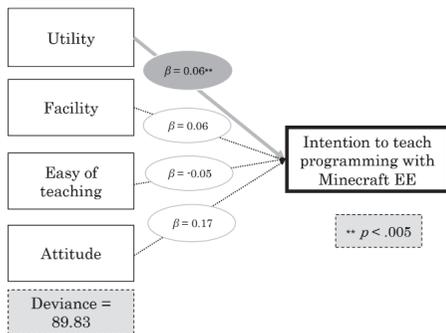


図7 ワークショップ前のGLMの結果

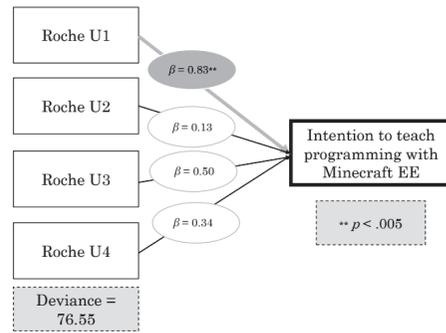


図8 ワークショップ前のUtilityサブカテゴリのGLMの結果

表3 校種別によるWelchのt検定結果

	Utility		Facility		Easy of Teaching		Attitude		
	N	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Math 群	39	8.92	12.77	1.07	1.25	1.03	1.18	0.15	1.42
Primary 群	40	0.65	24.35	0.56	1.69	0.13	1.68	-0.10	1.96
		$t(59.27)=1.89^\dagger$		$t(71.79)=1.52$		$t(70.02)=2.76^{**}$		$t(71.26)=0.66$	
		g = 0.42		g = 0.34		g = 0.61		g = 0.15	

g = Hedges'g ** p < .01 * p < .05 † p < .10

プログラミング教育が必修化されていなかったため、プログラミングを学ぶ機会が十分に確保されていなかったことによると考えられる。本研究結果を踏まえれば、ビジュアル型プログラミングの経験不足は、UtilityやEasy of Teachingの認識を深める妨げになっている可能性がある。したがって、Primary群のようにプログラミングに関する経験が十分ではない教員を対象としたプログラミング教育に関する研修を計画する際には、ビジュアル型プログラミングを十分に体験させる機会や、ビデオゲームによるプログラミングに親しむ機会を設定することの重要性が指摘できる。

9.まとめ

本研究での条件下、以下のことが明らかになった。

- 1)ワークショップ前の段階では、プログラミングを学校教育全体のミッションと捉える意識がプログラミング教育に取り組む意識に影響する可能性があること
- 2)プログラミング教育に関する一定の知識を得たワークショップ後の段階では、ツールの授業活用に対する態度がプログラミング教育に取り組む意識に影響する可能性があること
- 3)ワークショップの体験がUtility, Easy of Teachingの認識に与える影響は、プログラミング教育の位置付けが異なる学校種によっては限定的になる可能性があること

本研究の課題として、Utilityの観点を踏まえて、小学校と中学校数学で求められるプログラミングの学習内容を想定した異なる学習課題に取り組んだことが挙げられる。本研究での条件下では、取り組んだ課題の違いの影響を否定することは難しい。この点、開発したワークショップの効果検証に向けて、調査対象者を他の教科・学校種の教員を希望する大学生にも拡大して、さらなる検討を行う必要があろう。

今後のプログラミング教育の充実に向け、教員を目指す学生や教員がプログラミング教育に取り組む意識を高めるとともに、プログラミング教育の実践的な指導力を育成するための効果的な教育方法の開発に引き続き

取り組みたい。

■付記

本論文は第一筆者が投稿した「Analyse d'une formation des futurs enseignants relative à l'enseignement de la programmation, via l'outil Minecraft : Education Edition, Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, 2021, vol. 28, no 3, p. 153-180」で行ったプログラミング教育に取り組む要因の関係に関する基礎的な分析を発展させ、分析した要因間の影響の詳細に基づき、新たな視点を加筆したものである。

<参考文献>

- [1]European Commission / EACEA / Eurydice (2022), Informatics education at school in Europe, Eurydice report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/publications/informatics-education-school-europe> (最終アクセス日 2024-04-23)
- [2]Martinez, A. F., Ekström, S., & Humble, N. (2023), WHY DO CHILDREN LEARN PROGRAMMING? – A LITERATURE REVIEW OF CONTEMPORARY RESEARCH, INTED2023 Proceeding, pp. 1503-1510
- [3]Romero, M. (2016), De l'apprentissage procédural de la programmation à l'intégration interdisciplinaire de la programmation créative, Formation et profession, 24(1), pp.87-89
- [4]Digital Wallonia (2023), DigitalWallonia.be, <https://www.digitalwallonia.be/fr/strategie/> (最終アクセス日 2024-04-23)
- [5]FWB (2022), Référentiel de formation manuelle, technique, technologie et numérique, http://www.enseignement.be/index.php?page=23827&do_id=17242&do_check=CNEJLFQGEC (最終アクセ

- ス日 2024-04-23)
- [6]Annart, J. (2019). Jeux vidéo et éducation – Ateliers de pédagogie (vidéo)ludique, <http://www.educajeux.be> (最終アクセス日 2024-04-23)
- [7]Olson, Cheryl K. (2010), Children’s motivations for video game play in the context of normal development, *Review of General Psychology*, 14(2), pp.183
- [8]Andersen, R., & Rustad, M. (2022), Using Minecraft as an educational tool for supporting collaboration as a 21st century skill, *Computers and Education*, vol.3, pp.1-11
- [9]Romero, M., & Vallerand, V. (2016), Guide d’activités technocréatives pour les enfants de 21e siècle, pp.25 https://ien-nanterre2.ac-versailles.fr/wp-content/uploads/sites/434/2020/12/guide_dactivites_technocreatives-romero-vallerand-2016.pdf (最終アクセス日 2024-04-23)
- [10]Kutay, E., & Oner, D. (2022), Coding with Minecraft: The Development of Middle School Students’ Computational Thinking, *ACM Transactions on Computing Education*, 22(2), pp.1-19
- [11]Nebel, S., Schneider, S., & Rey, G. D. (2016), Mining Learning and Crafting Scientific Experiments: A Literature Review on the Use of Minecraft in Education and Research, *Educational Technology & Society*, 19(2), pp.355-366
- [12]Atarodi, S., Berardi, A. M., & Toniolo, A. M. (2019), The technology acceptance model since 1986 : 30 years of development, *Psychologie du Travail et des Organisations*, 25(3), pp.191-207
- [13]Yammine, J. (2021), L’acceptation des TIC, adaptation du modèle InterSTICES dans le cadre d’une formation continue d’enseignants de français au Liban (Master Thesis), Université de Montréal
- [14]Carlot, C., Kumps, A., & Lièvre, B. D. (2021). Analyse d’une formation des futurs enseignants relative à l’enseignement de la programmation, via l’outil Minecraft: Education Edition, *Sciences et Technologies de l’Information et de la Communication pour l’Éducation et la Formation*, 28(3), 153-180.
- [15]Digital Wallonia, Baromètre Digital Wallonia – Education & Numérique 2018 : infrastructure, ressources et usages du numérique dans l’éducation en Wallonie et à Bruxelles (Rapport), Agence du numérique, <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/education2018/> (最終アクセス日 2024-04-23)
- [16]Henry, J., & Smal, A. (2018). Et si demain je devais enseigner l’informatique ? Le cas des enseignants de Belgique francophone. De 0 à 1 ou l’heure de l’informatique à l’école, pp.129
- [17]Roche, M., de La Higuera, C., & Michaut, C. (2018), Enseigner la programmation informatique : comment réagissent les professeurs des écoles ? *Notes du CREN*, 27, pp.1-9

<Abstract>

The aim of this study was to explore how experience sandbox game Minecraft Education Edition (Minecraft EE) affects prospective teachers' intention toward programming education. We conducted a pilot workshop using Minecraft EE with a total of 79 students in French-speaking Belgium who aspired to become elementary school teachers (Primary) and junior high school mathematics teachers (Math). Two main results emerged from this study. Firstly, while the pre-test analysis revealed partial support for the technology acceptance model by asserting the significant influence of students' perceived usefulness on their intention to teach programming, in post-training it was Attitude. This first result suggests that, during such training, it is important to make students understand that mastery of the tool is not more important than mastery of the subject to be taught, and that they must be prepared to collaborate with students who may be more adept at video games. Secondly, the educational effect of Minecraft EE increased the perception of Utility and Ease of teaching for only Math programming education. The results suggest the necessity of incorporating appropriate programming education opportunities into the primary curriculum.

<Keywords>

Elementary and secondary education, Programming, Sandbox games, Teacher training, Technology acceptance models

Appendix 1 Utility の4項目

<p>ミッション (Roche U1)</p>	<p>Cet enseignement du codage fait partie des missions des écoles dans lesquelles je vais enseigner (プログラミング教育は私の学校のミッションの1つである)</p>
	<p>Cet enseignement fait partie de mes missions d'enseignement en tant qu'instituteur(trice)/ professeur de mathématique (プログラミングを教えることは、小学校教員/数学教員としての私の教育使命の一部と考えている)</p>
<p>教科での活用 (Roche U2)</p>	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer des compétences numériques (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生の技術スキルを高められると思いますか)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer des compétences disciplinaires relatives aux mathématiques (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生の数学スキルを高められると思いますか)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer des compétences disciplinaires relatives aux sciences (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生の科学スキルを高められると思いますか)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer des compétences disciplinaires relatives à la maîtrise de la langue française (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生のフランス語の言語的なスキルを高められると思いますか)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer des compétences disciplinaires relatives à la géographie (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生の地理のスキルを高められると思いますか)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer des compétences disciplinaires relatives à l'histoire (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることで、学生の歴史スキルを高められると思いますか)</p>
<p>キャリア (Roche U3)</p>	<p>Grâce à cet enseignement, les élèves pourront s'insérer plus facilement au niveau professionnel (プログラミングを学習することで、学生はより簡単に仕事を見つけられるようになる)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet d'améliorer la capacité de collaboration des élèves (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生たちの協力する能力を向上させることができると 생각합니다)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet d'améliorer la capacité d'autonomie des élèves (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生の自立能力の向上させることができると 생각합니다)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet d'améliorer la collaboration entre les collègues (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生間のコラボレーションを向上させることができると 생각합니다)</p>
<p>21世紀型スキル (Roche U4)</p>	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet d'augmenter la productivité des élèves (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、学生の教育効果が上がると 생각합니다)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer l'esprit critique (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、批判的思考力を身につけることに役立つと思いますか)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer des apprentissages durables (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、長期的な学習に効果的だと思いますか)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer des capacités de résolution de problèmes (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、問題解決能力を身につけることに役立つと思いますか)</p>
	<p>Selon vous, l'enseignement de la programmation, via un outil numérique tel que Minecraft, permet de développer la créativité (Minecraft のようなアプリケーションでプログラミングを教えることは、クリエイティビティを身につけることに役立つと思いますか)</p>