

プログラミングによる「創造的な学び」と 教科学習の両立は可能か？

MIT & 東大が、共同研究で授業のデザイン原則を 導き出す

新しい学習指導要領では、小学校のプログラミング教育について、各教科等の特質を生かし、教科等横断的な視点から教育課程の編成を図るものと規定しています。しかし、教科学習の枠に終始しては、「子どもたちの創造性を引き出すことができる」というプログラミングの可能性が活かされません。教科学習と「創造的な学び」は授業の中で両立することが可能でしょうか。この課題に対して、マサチューセッツ工科大学メディアラボ（以下、MITメディアラボ）、東京大学の研究者が、授業のデザイン原則を導き出す研究授業に取り組みました。



MIT メディアラボ
<https://www.media.mit.edu/>



東京大学大学院 情報学環
東京都文京区本郷7丁目3-1
<http://www.iii.u-tokyo.ac.jp/>



伊那市立伊那東小学校
長野県伊那市境1248-1
<http://www.ina-ngn.ed.jp/~mutubiai/>

01

教科学習の中で完結しない 創造的なプログラミング教育を

2020 年度から小学校で必修化されたプログラミング教育。学習指導要領では、コンピューターに意図した処理を行うよう指示することができる「論理的思考力の育成」を重視しており、各教科の授業においてプログラミングの学習が実施されます。具体例として 5 年生算数の「正多角形」や 6 年生理科の「電気の利用」などの単元が挙げられ、教科の学びを確実なものにする手段としてプログラミングが位置づけられています。

一方、プログラミングは本来コンピューターを使った「自由なもののづくり」であり、子どもたちが主体的に試行錯誤するなかで「創造的な学び」につなげることも可能はずです。子ども向けのプログラミングツールとして代表的な「Scratch」も、まさに、そうした理念のもと誕生しました。Scratch を開発した Lifelong Kindergarten チームを率いるミッチェル・レズニック教授は、このプロジェクトに対し、「すべての国のあらゆる経歴をもつ子ども達が、新しいテクノロジーを使って創造し自分自身を表現する機会を持つことが重要であると信じています。（中略）残念ながら、多くの学校は創造的思考の育成に重点を置いていません。多くの学校では、教育は伝達です。教師から生徒に指示を出し、情報を伝達します。代わりに、私たちは生徒が創造的な思考者として成長できるように、彼らが自分でデザインし、創造し、表現する機会を増やす必要があります。」とコメント[※]。この言葉のとおり、Scratch はプログラミングを通した「創造的な学び（Creative Learning）」を重視しており、それ

に必要な学習環境の原則として、「4 つの P (Project = プロジェクト、Passion = 情熱、Peer = 仲間、Play = 遊び)」を提唱しています。こうした学びのプロセスに子どもたちが身を置くことで、創造的な思考者 (Creative Thinker) に成長することをめざしているのです。

「ところが、小学校教育におけるプログラミングは、教科学習が重視されがちで、プログラミングを通した“創造的な学び”の側面は十分取り入れられていません。」そう語るのは、東京大学大学院 情報学環 山内 祐平 教授です。

「たとえば、Scratch を使って正多角形を作図したとしましょう。算数の目標は達成されるかもしれませんが、Scratch がもつ創造的な学びの要素が活かされていません。Scratch には、子どもが試行錯誤しながら作り上げるプロセスの中に創造的な学びがあるという考え方があり、“Scratch で三角形を書こう”ではなく、子どもの描きたいものを描こうとする中で三角形の作図を学ぶプロセスを重視しています。つまり、何を描くのかは子どもに委ねているのです」（山内 教授）。

このようなプログラミングによる創造的な学びを教科学習の中で実現していくためには、何が必要でしょうか。山内 教授は「こうした授業デザインに関する研究は国内外でも取り組みが少ない」といいます。このような課題意識に基づき、MIT メディアラボと東京大学の研究者は、Scratch を用いた創造的プログラミングと教科学習を両立させる授業デザインの研究に取り組みました。

[※] PDF の終わりに、このプロジェクトへのミッチェル・レズニック教授のコメントを全文掲載しています。ぜひご参照ください。

02

子どもたちは「未来から来た発明家」 創造を引き出すための授業デザインとは

研究授業が行われたのは、長野県にある伊那市立伊那東小学校（以下、伊那東小学校）。同校の 5、6 年生の中から毎回希望者を募り、計 3 回の研究授業が実施されました。授業を担当したのは、MIT メディアラボ研究員の村井 裕実子 氏と、東京大学大学院 情報学環 特任講師の池尻 良平 氏です。両氏は Scratch を用いた創造的プログラミングと教科学習を両立させる授業として、小学 5 年生の社会と図工を組み合わせた教科横断型の学習を実施。「米農家を応援するための情報通信技術を踏まえた道具を Scratch で創造する」をねらいに掲げ、同じ学習内容で 3 回の研究授業を行い、授業デザイン原則の導出に取り組みました。ここでは最もブラッシュアップされた 3 回目の授業の様子を紹介します。

研究授業のなかで、子どもたちは最初に Scratch を自由に触りながら扱い方を学んだ後、米産業が抱える 3 つの課題点（「重労働」「稲の健康管理」「売り上げの低迷」）について学習しました。これらの課題を解決するためにはどうすればいいか。子どもたちは「未来から来た発明家」になって解決策を考え、Scratch でこれを表現します。2 人 1 組のペアになり、どの課題をどのように解決するのか、ワークシートに沿って考えました。

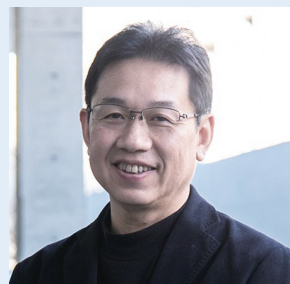
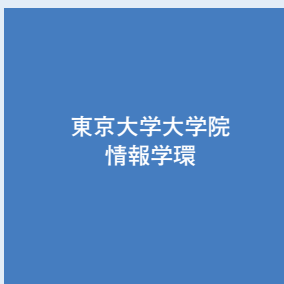
その後、1 人 1 台で配備された Chromebook を使って自分たちの考えたアイデアを Scratch で表現。2 人ペアのうち、ひとりが Scratch の実装係、もうひとりが情報を探す探索係になって、交代で作業を進めました。ほとんどの子どもたちが Scratch の初心者でしたが、探索係が教室の後ろに用意された資料で Scratch の分からない部分を調べたり、他の班の作業を見たりしながら情報を集めたりなど、自分たちの作品を少しでもよく仕上げようと協力し合いました。村井 氏は「創造的な学びを導くために、自分から知識を習得できる環境や、友達と関わる環境をつくりまし



特任講師
池尻 良平 氏

た」と授業デザインの工夫について言及。この言葉のとおり、普段は大人に聞くことに慣れている子どもたちが、研究授業では自ら動いて答えを探していました。

続いて中間発表を行い、友達や講師からもらったフィードバックを元に、子どもたちは作品を改善。そして、いよいよ作品の発表会へ。売り上げ低迷の課題解決については、「上からお米を入れると燃料になる機械」や「簡単にお米で麺やパンが作れる自動販売機」、さらには「テストの点数がアップする暗記米」といった独創的なアイデアを発表し、お米に新たな価値を与えることで農家の収入がアップするという考えを伝えました。また「稲の健康管理」や「重労働」の課題解決については、「レーザーを使って害虫を駆除する機械」やロボットを駆使した「屋内で米栽培ができるシステム」などの作品を披露。ロボットやセンサーを活用した効率化で課題解決できると伝える一方で、ある子どもからは「すべてを機械にしてしまうのではなく、農家のプライドも大事にしたい」という意見も出ました。子どもたちがこの学びの中で、自分ごととして向き合っていたのが分かる場面でした。



教授
山内 祐平 氏



03

教科学習と創造的な学び 双方を両立する設定づくり

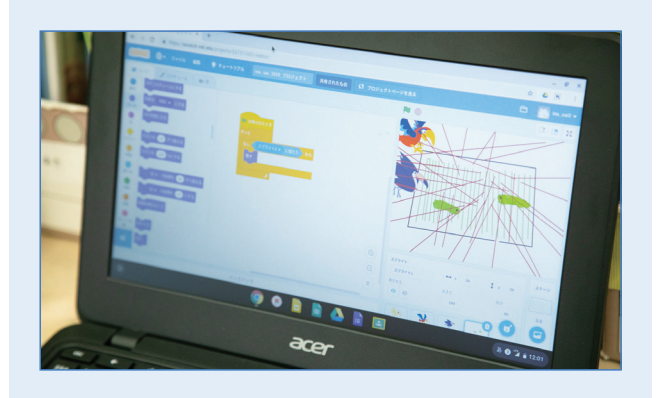
研究授業を終えて村井氏は、「創造的な学びを促すために、子どもたちが現実にとらわれず、自由な発想で作品づくりができる場や設定を重視しました。“未来から来た発明家”と設定したのも、そのひとつです」と述べました。

同氏の話によると、1回目はドローンによる解決策を例示したことで、ほとんどの子どもがドローンを使った作品を制作したといます。続く2回目も、Scratchの機能説明をしたことで、プログラミングよりもデザインに凝ってしまう場面がありました。そのため3回目は講師の説明を減らし、「未来から来た発明家」という設定を盛り込むことにしたのです。

「3回目は子どもたちから多様な作品がうまれてきたことに、“創造的な学び”につながった手応えを感じました。制作途中で他のグループの作品を見ているにもかかわらず、子どもたちのなかには真似をする子がいませんでした。これは、1人ひとりが目的意識を持ち、創造的に活動できたからだと考えています」（村井氏）。

また池尻氏は今回の研究授業について、しっかりと教科の学びにもつながるよう、子どもたちの自由度が高くなりすぎない設定を考えたといいます。「“農業を考えよう”ではなく“米農家を助けよう”という問いかけにし、子どもたちの中で主体的に“助けたい”と思う動きを促す授業デザインにしました。3回目の授業では、教科の内容も学びながら、自分たちの作りたいものを作ろうとする意欲も感じました」と池尻氏。教科の学びに対して、子どもたちが主体的に向き合える課題設定であったことが創造的な学びにつながりました。

MITメディアラボと東京大学は、今回の研究授業を通して得られた成果をもとに、「創造的プログラミングと教科学習を両立させる授業のデザイン原則」を発表。現場の教師たちが教科学習



の中で「創造的な学び」を実施するために有効な手法をまとめました。池尻氏は、「研究チームの中に、研究授業をさせていただいた伊那東小学校の先生をはじめ、創造的な学習について学んできた近隣の先生方にも入ってもらいました。学校現場にとっても意義のあるエビデンスをもとにしたデザイン原則が作成できたと考えています」と説明。一方で、他の教科における検証やカリキュラムに沿った授業実践と効果については、今後の課題であるといいます。



MIT メディアラボ



研究員
村井 裕実子氏

04

デザイン原則が 学校自体を変えるきっかけに

研究メンバーとして本試みに参加した伊那東小学校の田中 愛教諭にも、今回の研究授業について話を伺いました。

田中 教諭は、「普段の授業で行うプログラミングとは異なり、子どもたちがアイデア ベースで考える場面が多く、とても主体的でした」と語ります。同教諭が「創造的な学び」の要素として特に注目したのは、2 人 1 組で行ったプログラミング。今までの授業では 1 人で取り組むことが多かったプログラミングも、今回のように友達と一緒にやることで、創造的になれたといいます。またアイデア出しの部分にも重要な要素があると田中 教諭。「最初に子どもたちが Scratch を触り、そこからアイデア出しをしたのが良いと思いました。プログラミングに向き合ったからこそ出てきた発想があったと思います」と述べています。田中 教諭は今後の授業でも、こうした要素を取り入れていきたいと話してくれました。

山内 教授は研究授業全体を振り返り、「“検証と改善”を繰り返し、研究チームが“妥当性”をエビデンス ベースで研究授業を展開したこと、それ自体に大きな意義があると思います」と語ります。同教授によれば、日本に限らず他国でも、Scratch がもつ「創造的な学び」と教科学習を両立することに悩みを抱えている教育者は多いといいます。今回の研究成果は、教育者の悩みを解決する策として広く参照されることが期待されています。

「学校のあり方を変えずに、創造的な学びを授業に落とし込むのはむずかしい。デザイン原則をもとに、学校の持つ文化を見直すべききっかけにしてほしい」こう山内 教授は述べました。

表2 教科学習と創造的な学びを両立させる授業のデザイン原則(最終版)

	デザイン原則
1	目標については、身近な課題として学習に取り組めるよう、教科に関する具体的な人物像や対象に焦点をあてて課題を設定する。
2	いろいろなアイデアの創出を促すためのやや意外な状況設定をする。
3	2人ペアにして、片方を創造的な学びをする実装係、片方を情報を探す探索係にし、1時間の授業の半分で交代させる。
4	よくつかう機能ベスト5をテーマに関係のないスプライトを使って見せ、目標達成のイメージが湧く重要な機能の使い方も見せる。
5	友だちの手を借りる、いくつかのやり方を試してみるなどの創造的な学びの行動指針を文字とデモの両方で共有する。
6	児童が自発的に知識を習得できる環境をつくる。
7	中間発表を必ず挟み、2人で発表し、聞いている人が1人1人フィードバックし、教員は創造的な学びと教科の2つの観点のうち、よくできている観点・不足している観点をフィードバックする。
8	2人で最終発表をしてもらい、教員は創造的な学びと教科の2つの観点から、良いところを拾って広げてあげる。



教諭
田中 愛氏

これから「答えのない問題」に向き合い激動の時代を生きていく子どもたち。そんな子どもたちが生きる力を身につけるためには、数多くの「創造的に学べる場」が求められます。教科学習と「創造的な学び」を両立させるために——多くの学校で、本研究で導き出された授業デザイン原則が試されることを期待します。



関連URL:
東京大学大学院 情報学環 研究成果報告
創造的プログラミングと小学校教科学習を両立させる授業のデザイン
<https://fukutake.iii.u-tokyo.ac.jp/affiliate/google/>

ミッチェル・レズニック教授より ―― 本プロジェクトについて

Scratch がグローバルに広がっていくにあたっての期待と懸念

Scratchを開発するにあたって、常に私たちが目指しているのは、世界中の子どもたちにリーチすることです。私たちは、すべての国のあらゆる経歴をもつ子ども達が、新しいテクノロジーを使って創造し自分自身を表現する機会を持つことが重要であると信じています。また、子どもたちがScratchで作ったプロジェクトやアイデアをお互いに共有し、その過程で世界の他の場所にいる子どもたちの生活について何らかの視点を得ることができるグローバルなオンラインコミュニティを支援しています。

Scratchをいろいろなところにいるすべての子ども達が使用

できるようにするために、国際的なボランティアグループを編成し、Scratchのプログラミングブロック、インターフェース、リソースを 50 以上の言語に翻訳しました。そして、コストがその障壁にならぬよう、Scratchを無料で提供しています。今、Scratch が世界中のあらゆる国で使用されていることをとても嬉しく思っています。

もちろん、グローバルコミュニティのサポートには課題があります。オンラインコミュニティをすべての子ども達にとって安全で友好的な状態に保つために、モデレーターチームは、さまざまな言語でプロジェクトやコメントをレビューする必要があります。また、Scratchを使用する子ども達の多様な文化や背景を反映した、より多様な画像、音声、音楽、サンプルプロジェクトのコレクションを提供する方法を常に模索しています。



MIT メディアラボ Lifelong Kindergarten
ミッチェル・レズニック教授

MIT メディアラボ教授 (LEGO Papert 教授職)。

人々（特に子どもたち）が創造的な学習体験ができるようになるための新しいテクノロジーや活動を開発している。彼の率いる Lifelong Kindergarten（生涯幼稚園）研究グループは、世界中の数百万人の若い人たちに使われている、プログラミングのためのソフトウェアとオンラインコミュニティ Scratch を開発している。さらに Lifelong Kindergarten グループは、LEGO 社と連携し、LEGO マインドストームや WeDo ロボティクスキットなどの新しい教育のためのアイデアや商品を開発している。

また、レズニックは、低所得者層の若者のための放課後学習施設を世界 100 箇所にもつ Computer Clubhouse プロジェクトの共同創始者でもある。

プリンストン大学物理学学士号（1978）、マサチューセッツ工科大学情報工学修士・博士号をもつ（1988, 1992）。

レズニックは、2018 年に PROSE 賞教育活動部門を受賞した『ライフロング・キンダーガートン：創造的思考力を育む 4 つの原則』の著者である。彼は『Turtles, Termites, and Traffic Jams』(1994) の著者、『Constructionism in Practice』(1996)、『Adventures in Modeling』(2001)、『The Official ScratchJr Book』(2015) の共著者でもある。また、McGraw 賞教育部門（2011）、AACE Ed Media Pioneer 賞（2013）、ISTE Making IT Happen 賞（2018）を受賞している。

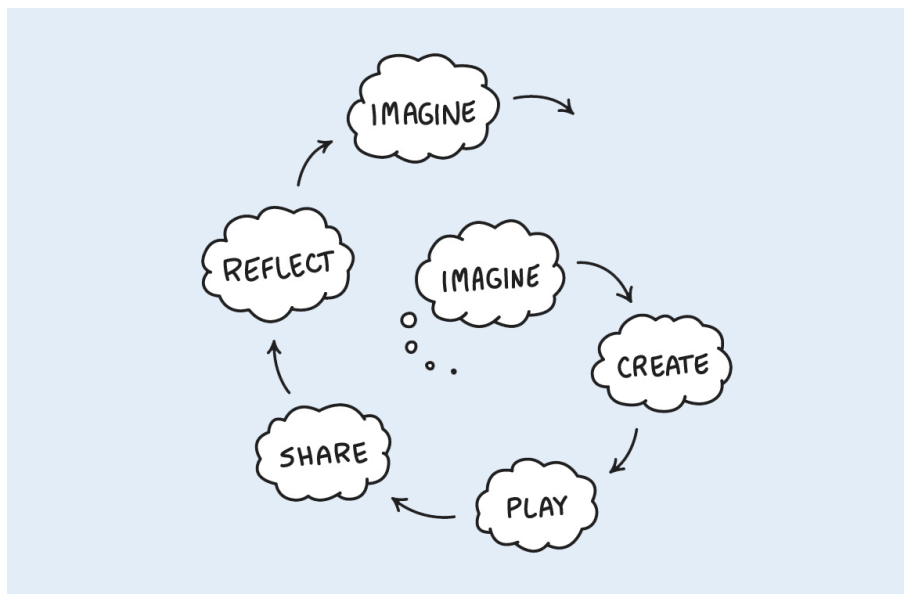
公教育（フォーマルな学習）で実施されている 創造的学習について

今日の急速に変化する社会では、子ども達は人生を通して、未知の、不確実で、予測不可能な状況に直面し続けるでしょう。彼らは新しい状況に対処するために創造的なアプローチを考え出す必要があります。創造的に考え行動する能力は、彼らの人生の成功と幸福のために不可欠です。

したがって、今日の子どもたちが創造的な思考者 (Creative Thinker) として成長するのを助けることほど重要なことはありません。残念ながら、多くの学校は創造的思考の育成に重点を置いていません。多くの学校では、教育は伝達です—教師から生徒に指示を出し、情報を伝達します。代わりに、私たちは生徒

が創造的な思考者として成長できるように、彼らが自分でデザインし、創造し、表現する機会を増やす必要があります。

創造的な学びのプロセスは、生徒がアイデアを発想 (imagine) し、アイデアに基づいて創作 (create) し、創造したもので遊び (play) そして実験し、アイデアや創造物を他の人と共有 (share) し、自分の経験と彼らが他の人から受け取ったフィードバックについて振り返り (reflect) —それらすべてがさらに新しいアイデアの想像 (imagine) を導き、子ども達は次の創造的な学びのスパイラルサイクルに進みます。教室で創造的な学びの経験を増やすために、教師は、創造的な学びのスパイラルの各段階—発想、創作、遊び、共有、振り返り、そしてこのプロセスの繰り返し—をどのようにサポートできるかを検討する必要があります。



Google for Education

いつでも、どこでも、予算に応じて使える教育テクノロジーソリューションです。

Google for Education の特徴

- ☒ 簡単操作
- ☒ 手ごろな価格
- ☒ 高い汎用性
- ☒ 高い効果

chromebook

1

教育向けに設計され、授業向けに開発された軽量で耐久性の高い共有可能なノートパソコン

Google Classroom

2

教師と児童生徒向けに構築された学習プラットフォーム

Google Workspace for Education

3

時間や場所を問わず学校全体で共同利用できるクラウド型教育プラットフォーム

Chrome Education Upgrade

4

1つの端末から同じドメインのすべてのChromebookを設定
シンプルなクラウド型管理コンソール

