

プログラミング教育の本質について

ビスケット開発者 原田 康德



最近、プログラミング教育が注目を集めている。著者はこのブームになる前、2003年からビスケットというプログラミング教育用言語を開発し、それを様々な現場で使用する活動が続けている。著者は教育の専門家ではないが、プログラミング教育の必要性を一般の方に訴えることの試行錯誤から得た、ブームとは独立した説明を紹介したいと思う。

文部科学省はどのような時代でも普遍的な能力としてのプログラミング的思考が必要であると言っている。しかし、このプログラミング的思考という言葉は以前からあったものではなく、論理的思考と同じ意味なのか部分的かそれとも全く新しいものなのか曖昧な用語である。その上、それを直接教える時間は用意されず、各教科のなかで教えることとしているが、各教科での解釈も決して拡大してよいということではなく、それぞれの教科の本質を見失わないようにという注意書きがいたるところに添えられている。全体として具体性に欠け、本当にどうやっていいかわからないのではないだろうか。

子どもに何かを教育する理由は二つある。一つは将来の役に立つことを今から教えるということ。もう一つは今役に立つことを今教えるということである。例えば、文字の読み書きができると将来はもちろんであるが、その子の今の学習に大きな影響を与えるから、今教える価値がある。数もそうである。一方で、昆虫や植物の生態を教えるのは、専門的な知識の基礎的な部分であるが、今というよ

り将来のためである。彼らの全員が農家や生物学者といった専門家になるわけではないが、専門家と市民の間での知識の断絶が起きないように、全員に教える必要がある。

プログラミング教育の場合はどうであろうか。まずコンピュータにも基礎がある。例えば、コンピュータには最初から複雑な動きの命令が備わっているのではなく、単純な命令でしか動くことはできない。複雑な動きは単純な命令を組み合わせるからできるのである。このことは植物は水や日光を必要とする、と同じくらいなコンピュータの基礎である。更に進むと、単純な命令の組み合わせも10や100といった数ではなく、何万、何百万という人間の直感的な理解を超えた膨大な数になるが、その組み合わせ（プログラミング）は人間が手作業で行っている。その結果、とても高性能で気の利いて便利な動きをする反面、信じられない馬鹿な動きが現れたりもする。このようなコンピュータの基礎はまだたくさんあるが、多くの市民は全く知らないもので専門家との間で知識の断絶が起きている。専門家が善人だけならよいのだが、インターネットの匿名性とも相まって、悪い専門家によって市民はとても危険な状態にあるともいえる。コンピュータの基礎は全ての国民が知るべきであるから、まずは教員が知りそれを子どもたちに伝えていかなければならない。

一方で、プログラミング教育は未来ではなく今の御利益としても捉えられる。プログラミングというと難しく感じるが、コンピュー

タは指示したことを何度でも正確に高速に繰り返して実行してくれる機械であり、プログラミングはそれを自在に動かす能力といえ、どうだろうか。例えば、掛け算は足し算の繰り返しである。3を7回足すという作業を頑張って筆算でやるのもよいし、電卓を繰り返して操作してもよい。これらは繰り返し回数が増えると人間の手間も増える。それに対してプログラミングでコンピュータに繰り返し計算をさせると、プログラムを作る手間さえかければ、あとはどんなに多くの繰り返し回数でも一瞬で繰り返し実行してくれる。二桁同士の掛け算の計算が正しいかどうかを別の方法で確認できるのである。

文部科学省がプログラミングによる多角形の指導を例にしている理由もここにある。これまで分度器や定規だけで直線が一定の角度で並んでいる図を描くのは作業として難しかったが、正確に繰り返して実行することが得意なコンピュータであれば簡単にできるので、プログラミングの力を借りる価値がある、と言っている。

正確に高速に繰り返して実行してくれる機械を自在に動かすことができれば、様々なものの学び方が大きく変わる可能性がある。コンピュータが様々な仕事に役に立っているのと同じことのミニチュア版が教育の中でも起きるのである。

さて、ここでもう一つ重要な話題であるプログラミングはどこまで簡単になるか、ということにも触れたい。これは著者の研究者としての専門分野でもある。コンピュータがここまで広く普及した理由はマウスとウインドウ（GUI）のおかげである。GUIが登場する前は、黒い画面に文字でコンピュータを操作していた。たとえばファイルを移動させるには、「move <なにを> <どこへ>」のように文字で命令する必要があった。それがマウスで対象を目的の位置までドラッグするだけに変わった。これによって、抽象的だった

操作がとても直感的で簡単になり、これまでコンピュータが使いえなかった人たちがコンピュータを使いえるようになったのである。簡単になった代償として細かで精密な操作はやりにくくなったので、完全にGUIに置き換わったわけではない。今でもコンピュータのプロの間では、黒い画面に文字でコンピュータを操作することがある。コンピュータの操作に関して、高い山に登れる人が増えたのではなく、裾野が広がったのである。

同じ変革が本当はプログラミングにも起きていた。プロ向けの文字で抽象的で精密なプログラミングの一方で、文字を使わず具体的に直感的なプログラミングの登場である。ビスケットは2003年の発明であるが同じ考えの幾つかの研究は90年代から始まっている。ビスケットの説明は割愛するが、そのような新しい（といっても90年代）考え方のプログラミングはいずれも習得が容易で、そこそこ高度なプログラムが短時間で作れるという特徴があった。高度というのは例えばビスケットではテトリスくらいが作れる。ただし、細かく精密で高性能なプログラミングは得意ではなく、それがゆえにプロに使用されるものではなかった。

昨今のプログラミング教育ブームは、産業界からのIT人材育成の要請がきっかけであったこともあり、プロが使用する従来のプログラミングツールをそのまま教育用に作り直したものが教材の主流である。ビスケットのような新しい考え方のプログラミングは非常に珍しい。しかし、義務教育でプログラミング教育を行う理由、プログラミングだけを教える時間が用意されていないなど、を考えると、プログラミング言語に起きた変革をプログラミング教育にも取り入れる必要があるように思う。

これならできる小学校プログラミング

株式会社情報通信総合研究所特別研究員 ひらいそういちろう 平井聡一郎



1 はじめに

新学習指導要領は、急激な社会変化に対応するために求められた、まさに学制発布以来の教育改革と言える。しかし、実際の学校現場は、主体的・対話的で深い学び、道徳の教科化、英語活動と英語科、プログラミングといった内容と学び方の変化により混乱しているのではないだろうか。中でも、小学校でのプログラミングは、未知の内容であり、大きな不安要素である。そこで、ここでは、小学校におけるプログラミングを、いかに学びに落とし込み、スムーズな実施に繋げるかを考えていきたい。

2 プログラミングの位置付け

さて、次期学習指導要領では、小学校から高等学校まで、一貫してプログラミングを履修することが必須となる。中学校では必修であった「技術・家庭科」において内容が2倍となった。高等学校は教科「情報」で選択履修であったものが、必修となっている。つまり、中・高等学校はこれまでも教科の中で指導されていたことが拡大したということになる。さて、小学校であるがプログラミングを教える教科は新設されず、既存の教科等の中に、プログラミングを体験することが盛り込まれた。新学習指導要領「総則」では、「各教科等の特質に応じて、次の学習活動を計画的に実施すること。イ 児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」と示されている。ここで「各教科等」と書かれていることは、教科及び総合的な学習の時間で実施できるということであり、全ての教科等で特質に応じ

て実施するということを示している。今回、算数と理科、総合的な学習の時間で指導の例示がされ、この3教科で履修すればいいと誤解されているが、これらはあくまで例示であり、教科等を指定したわけではない。また、「計画的に実施すること」とされたことにより、実施が必須であることを示された。

まとめると、中高は、情報、技術・家庭科という教科のねらいを達成するためのプログラミング教育であり、「プログラミングを学ぶ」ことが目的となる。それに対し、小学校は「各教科等の特質に応じて」プログラミングの体験を通して教科のねらいを達成することが目的であるから「プログラミングで学ぶ」となる。つまり、各教科等の特質に応じて、教科のねらいを達成するため「プログラミングを体験」ということである。また、プログラミングは、総合的な学習の時間でやるのではないかと思われるが、これは「プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、プログラミングを体験することが、探究的な学習の過程に適切に位置付くようにすること」と明記されたことで、総合的な学習の時間で取り上げる場合、「探究的な学習の過程」の中に位置付けなければいけない。

3 小学校におけるプログラミング言語 (1)3ステッププログラミング

現在、多くの学校、先生は数多くのプログラミング言語から、何を選んでいいのかわ迷いの時期にいる。さらに、自治体、学校毎の機器環境等の違いから、これがベストというモデルを示しづらい状況にある。そ

ここで、そのような状況下でも、比較的、条件に左右されずにプログラミング体験のできる方法として、段階的、系統的にプログラミングを体験できる3ステップを考えてみた。

(2) 1stStep アンプラグドコンピュータ

アンプラグドコンピュータは、一言で言えばコンピュータを使わないプログラミングである。つまり、様々な活動をプログラミング的な思考で表現するという学習活動である。例えば、掃除のやり方を一つ一つの手順で示す活動がある。グループで、手順を考えた後、他のグループに命令に誤りや抜けがあるかをチェックしてもらおう。これはプログラミングでいう「バグ」を見つけ、それを直す作業「デバック」となる。コンピュータは指示されたことのみを、確実に実行するわけだから、その指示が大切であること、筋道立てて考えること、相手に伝わるよう表現するなど、多様な気づきがこの体験から生まれてくる。

教科の中では、家庭科での調理の手順や、算数での計算の手順、特別活動では、学校行事などの手順が効果的である。この活動により、見通しが持て、学習内容の本質的な理解につながる。

(3) 2edStep ビジュアルプログラミング

タイル型、ブロック型といったビジュアル系の言語を使ったプログラミングであり、世界的にも Scratch が知られている。Scratch はブラウザで動くので、OS に依存せずどんなデバイスでも使えること、参考図書が豊富なことから勧められる。

教科の指導では、国語の「お話を創ろう」といった「動くえほん」作りの授業がイメージしやすい。まずは、ストーリーをテキストで作成し、それを絵コンテに起こす、その上でプログラムすると思いを具体化しやすい。ここでの注意点は、「教えないこと」。教員はまず完成形に近づけるために、児童に教え込んでしまいがちである。そのため、我々の意識を Teacher から Facilitator に転換することが重要となる。

(4) 3rdStep フィジカルプログラミング

次の段階、ロボットなどを動かすフィジカルプログラミングである。画面上のバーチャ

ルな世界から、具体物の動くリアルな世界になるわけである。現在数多くのロボット等が発売されているが、小学校では、単純な構造で壊れにくいこと、紛失しにくい、管理しやすい、安価であるなどの視点が必要である。ここでも、ロボットを動かすことが目標ではなく、ロボットを動かすというプログラミング体験を通して教科等のねらいを達成するという活動の実現が重要となる。現時点では、慌てて導入することなく、自校の実践を高めた上で、段階的に導入することが肝要かと思う。

4 移行期間にやるべきこと

(1) まずは教員が体験すること

今年度やるべきことは教員が様々なプログラミングを体験し、遊んでみることである。そうすれば、プログラミングとは何かを実感できる。

(2) できる教科、内容を探ること

体験の次は、各学年の指導計画の中で、どの場面だったら、プログラミング体験を効果的に活用できるかを洗い出すのである。これが、教科の特質に応じることである。ここで注意すべきは、教科のねらいの達成が目的であり、プログラミングをすることが目的にならないようにすることである。まずは、アンプラグドコンピュータから始めてみるのと負担が少ないと考える。

(3) とにかくやってみること

指導計画へのプログラミング体験を落とし込みができれば、まずは授業をやってみて、とりあえずの指導計画を作ってみる段階となる。指導計画は当分、暫定版となる。あくまで「プログラミングで学ぶ」ことを踏まえ、プログラミングすることが目的になりそうな内容だったら撤退することも肝要である。だから、常に変わることを恐れず、学校全体で作り上げることが大切である。

(4) そしてフィジカルプログラミング

ある程度、プログラミング体験の指導の素地ができた段階で、いよいよロボットの登場である。指導側のリテラシーがあつてこそそのフィジカルプログラミングと考えている。

(5) 結論「つべこべ言わずやってみろ」

プログラミング教育の実施に向けて

県教育庁教育振興部指導課

1 はじめに

今日の社会では、デジタル化やＩＣＴの利活用の高度化が急速に発展している。

平成29年3月に公示された新学習指導要領では、コンピュータ等の情報手段を適切に用いて、情報を収集・整理・発信等をする力である「情報活用能力」を「学習の基盤となる資質・能力」と位置付け、教科横断的に育成することとされた。

この「情報活用能力」のうちの一つとして、プログラミング的思考（論理的思考力）を育む重要性が示された。これにより、小・中・高等学校を通じてのプログラミング教育の充実があげられ、新小学校学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の配慮事項として、小学校段階におけるプログラミング教育に関する以下の内容が記載された。

各教科等の特質に応じて、「プログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的な思考力を身に付けるための学習活動」を計画的に実施する。

また、新中学校学習指導要領では、技術・家庭科の技術分野「情報」におけるプログラミングに関する内容の追加があった。

さらに、高等学校では、共通必修科目「情報Ⅰ（仮称）」の新設が予定されている。

このことで、将来どのような職業に就くとしても、普遍的に求められる論理的な思

考力を小・中・高等学校を通じて育成することとされた。そこで、県教育委員会では、子どもたちに必要なプログラミング的思考（論理的思考力）の育成に関連して次のような事業を行っている。

2 本県の取組

(1)研究開発事業「小学校段階におけるプログラミング教育に関する指導法の研究」

本事業は、県内5校の小学校を協力校として、大学関係者等の指導・助言を受け、小学校段階におけるプログラミング教育の在り方や具体的な指導内容・指導方法・教材等を開発し、指導プランの作成をするものである。今年度は「総合的な学習の時間」を中心に検証授業を実施している。

また、この指導プランは、できるだけ各市町村のＩＣＴ環境に左右されないプログラミング教材を使用し、学習指導案、授業資料、指導ポイントの他、研修用資料等も含めてまとめ、パッケージとしてＷｅｂ上に今年度末の公開を予定している。

(2)研修事業

①小学校教員プログラミング入門研修

今年度初の試みとして、県総合教育センターにおいて、県内の高等学校2校を会場に「小学校教員プログラミング入門」の研修を実施した。本研修では、小学校におけるプログラミング教育のねらい等を理解するとともに、様々な取組事例を知り、実際にプログラミングの体験を通して、実践的

指導力の養成を図った。研修の主な内容は次のとおりである。

【研修の主な内容】

<講義><模擬授業>

「小学校段階におけるプログラミング教育について」

<演習 1>

「プログラミング教材体験①」

- ・ビジュアルプログラミング体験

<演習 2>

「プログラミング教材体験②」

- ・信号機の制作と制御



ビジュアルプログラミング体験の様子

②高等学校「情報科」授業力アップ実践研修

高等学校「情報科」担当教員を対象として、県総合教育センターにおいて、「高等学校『情報科』授業力アップ実践研修」を下記のように実施した。本研修では、高等学校の共通必修科目として開設が予定されている「情報Ⅰ（仮称）」の内容を踏まえ、プログラミング・モデル化等について、指導計画や授業展開例、評価方法を扱い、情報科担当教員の専門性の向上を図った。

【研修の主な内容】

<講義><協議>

「情報Ⅰ（仮称）の授業の具体的なイメージ」

<演習><協議>

模擬授業

「コンピュータとプログラミング」

<講義>

「指導計画と評価方法について」

<協議>

情報科の授業で育てたい資質・能力

(3)総務省との連携

総務省では、平成 28 年度より、「若年層に対するプログラミング教育の普及推進」事業において、子どもたちの論理的思考力や創造性を高める観点から、NPOや民間企業等の外部機関や地域人材を活用した、プログラミング教育の教材及び指導方法等のモデル授業の開発・普及を進めている。

県教育委員会では、この事業に参加し、昨年度開発されたモデル授業の実証授業を今年度の夏季休業中に、山武市の協力を得て、山武市立鳴浜小学校で行った。その際、教員研修を兼ねて、該当地域の小学校教員等も、実際にプログラミング的思考を取り入れた指導方法を参観できるようにした。

また、参観後、プログラミング教育の推進に関する研修を次のように実施した。

【出前授業と研修の主な内容】

<出前講座>

- ① 模型自動車をつくろう
- ② プログラミングで自動ブレーキ付き車をつくろう

<研修>

- ① 出前講座の概要紹介
- ② サポート体制の紹介
- ③ 質疑

3 おわりに

小学校においては、平成 30 年度から新学習指導要領「総則」の実施に伴い、プログラミング教育を行うことも可能となることから、その趣旨を十分に理解するとともに、実施に向けた準備が必要となる。

県教育委員会では、発達の段階に応じた論理的思考力を育むためのプログラミング教育が無理なく実施され、子どもたちに必要な資質・能力が育成されるよう、指導法の研究・普及と教員研修の充実を図ることとしている。

プログラミング教育の推進と取組

一宮町役場企画課課長補佐兼企画係長 やまぐち ひろゆき
山口 裕之



1 町の未来を見据えて

千葉県一宮町は、九十九里浜南端のサーフタウン。人口は約1万2千人。2020東京オリンピックのサーフィン競技開催町に決定している。最寄り駅のJR上総一ノ宮駅は、通勤快速（東京まで約80分）の始発駅であることから移住者が多く、特に30歳～39歳の子育て世代の転入が増えている。

私は移住促進担当を兼務していることから、引っ越しを考えている御家族が、子どもの教育環境を非常に気にしていることに気づき、一宮町に暮らすことを検討している方々や、暮らし始めた方々に定着していただくためにも、これからの地方は特に、先端教育の環境整備が重要と感じている。

一宮町は、地元で育った若者の定着と子育て世代の移住者増加を目的に、内閣府の進めている地方創生事業として、町内全ての小学校6年生を対象に「ロボットプログラミング授業」を2015年（H27）から開始した。

プログラミングコンテストで37年連続入賞を続けている県立一宮商業高等学校電算部や、ロボット工学で有名な千葉工業大学との連携を図り、子どもの頃からプログラミングに触れる機会を持つことで、将来は町に住みながら都心部の会社の仕事ができたり、ICTを使って町内で活躍する未来の人材を育てることを一宮町総合戦略の重点施策としている。

2 授業展開

一宮町のロボットプログラミング授業は平成27年度から始まり、平成28年度に公示された新小学校学習指導要領において、小学校の「プログラミング教育」の必修化が位置づけられた。このため当初は、行政

職員も学校の先生もわからないことばかりであった。

まずはハードウェアの準備として、町内にある二つの公立小学校（一宮・東浪見）にサーバーや無線LANアクセスポイントなどの環境を整え、70インチ電子黒板4台、タブレットパソコン152台、教育版レゴマインドストームEV3を40台導入した。

スタートイベントとして、千葉工業大学未来ロボティクス学科、米田教授、青木准教授の協力により、ロボット体験授業を開催した。写真1のように千葉工業大学で開発されたロボットを一宮小体育館に搬入し、機能や仕組みのほか、ロボットやプログラミングと社会のかかわりについて青木准教授や大学生が説明し、小学生はロボットへの興味やプログラミングへの意欲を高めた。



写真1 ロボット授業の様子

後日、6年生の各教室で開催したロボットプログラミング授業は、車輪を備えたタッチセンサー付きの走行ロボットを子どもたちが組み立て、写真2のようにロボットを動かすためにはプログラム（命令）が必要なことを学習した。

プログラミングは、児童一人一台ごとの

タブレットパソコンにインストールした専用ソフトを利用している。プログラミングの経験のない児童でも直感的に理解できるように、画面上の図形をドラッグ&ドロップするだけでプログラムが出来上がるビジュアルプログラミングで授業を行った。

ロボットプログラミング授業の流れ

- ①電子黒板でプログラムの概念を説明
- ②教育版ロボット（2輪走行）組み立て
- ③タブレットPCでプログラムを作成（写真2）
- ④ロボットにアップロード
- ⑤ロボットの動作を確認
- ⑥プログラムを修正



写真2 プログラミングしている様子

ロボットプログラミング授業は、一宮町が委託したIT企業のインストラクターがメイン講師となり、小学校から徒歩3分の位置にある県立一宮商業高等学校電算部の先生と生徒が参加し、写真3のように授業をサポートしていただいた。

小学生は、高校生のお兄さんやお姉さんに質問し、アドバイスを受けながらプログラムの精度を上げていくことができた。



写真3 高校生による授業サポート

なかなか思うように動かないロボットに四苦八苦しながらも、児童はロボットの動

作に集中して取り組んだ。写真4のようにプログラミングと動作確認を繰り返し、思い通りに動いたときには、歓声を上げて喜んでいた。



写真4 ロボットを動かしている様子

3 今後に向けて

2020年には、公道での車の自動運転がはじまろうとしている。ロボットやITが将来の社会に益々浸透していくことが確実視される中で、今の小学生が大人になるときの未来をイメージしていくため、千葉工業大学未来ロボティクス学科との連携を続けさせていきたいと考えている。

平成29年度においては、ロボットプログラミング授業を、町内二つの小学校の5年生と6年生の全員を対象に授業を行う。

プログラミング教室の教員向けセミナーを町独自に開催し、IT企業のインストラクターによるサポートを受けつつ、小学校教師が「プログラミング教室」を実践する。

さらに、一宮小学校が県総合教育センターの実施する「小学校段階におけるプログラミング教育に関する指導法研究」の研究協力校になり、アンプラグド教材やプログラミング学習ソフトを使用した内容も授業の中で検証していく。

これからプログラミング教育が小学校で定着していくためには「何をどうやって教えればいいのか」という学校の先生の不安を取り除くことのほか、IT技術の加速度的な発展に対処していくことも重要である。そのためには、学校の先生方だけで対応するのではなく、自治体、高校や大学、企業等が寄り合い、連携することが理想的だと考えている。