

中学校・高等学校の情報教育に関する研究

—— 茨城県のプログラミング教育の現状と課題 ——

津賀 宗 充* ・ 小 川 哲 哉**

(2021 年 9 月 22 日受理)

Study on information Study in junior high school and high school : The current situation and problem of the programming education of Ibaraki

Munemitsu Tsuga and Tetsuya OGAWA

キーワード: プログラミング教育、オンライン学習、メンター

茨城県教育委員会では、平成 30 年度から、プログラミング分野に関する高い意欲・能力を有する県内中高生を対象に、オンライン学習によるプログラミング講座や参加者同士の交流の場を提供するとともに、メンターや大学教授等による個別指導等を行うプログラミング・エキスパート育成事業を実施している。その特徴は、オンライン学習とオフライン学習を組み合わせたハイブリッド型のプログラミング教育であり、それぞれの特徴を生かし、最大限の効果を狙っている。このプロジェクトの概要を報告するとともに、コロナ禍における今後の方向性について考察する。

1 はじめに

近年、プログラミングに対する興味関心が子どもたちだけでなく、保護者の間でも高まっている。小学校におけるプログラミング的思考の必修化からもわかる通り、「物事を論理的にとらえ、アイデアを実現する力」の育成という子どもたちの資質・能力の育成の視点からもプログラミング教育が重視されており、学習塾において教科の時間とは別にプログラミングの時間が開講されたり、民間の子ども向けプログラミング教育関連企業が誕生したり、各種コンテストが開催されたりしていることから、その期待が大きいことがわかる。

ただ、プログラミングを学ぶときに、特にテキスト・プログラミングを学ぶときに、環境の準備から、どの言語を選択すべきか、何から学べばいいかなどの初心者ならではの悩みは多い。この最初のハードルをいかに超えるかで、その後のプログラミングに対する興味・関心は大きく異なってくる。特に、小学校でビジ

*茨城県教育庁 **茨城大学教育学部

ジュアル・プログラミングを学び、プログラミングの基本的な考え方を身に付けた子どもたちが、テキスト・プログラミングに入る際には、自分でプログラミング環境を構築したり、それぞれのプログラミング言語特有の文法や作法を身に付ける必要があったりと、困ったときに気軽に遠慮なく聞ける相談相手が必要だと思われる。

しかし、子どもたちにとって一番身近な学校は、そのような機能は十分ではなく、どうしても自分一人での学びになりがちである。インターネットが普及し、いろいろな有償無償のプログラミング教材があっても、ちょっとした疑問を解決するときに、同じ目標を持って切磋琢磨するようなコミュニティがあるだけで、彼らには大きな力になるはずである。

2 中学校・高等学校におけるプログラミング教育

中学校段階のプログラミング教育について、「教育の情報化に関する手引-追補版-」では、次のように整理している。なお、下線部は筆者が追記したものである。

中学校学習指導要領総則において、プログラミング的思考を含む情報活用能力を育成していくことができるよう、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とともに、技術・家庭科技術分野の内容「D 情報の技術」において指導することを規定している。

この内容は、情報の技術の見方・考え方を働かせた実践的・体験的な活動を通して、生活や社会で利用されている情報の技術についての基礎的な理解を図り、それらに係る技能を身に付け、情報の技術と生活や社会、環境との関わりについて理解を深めるとともに、生活や社会の中から情報の技術に関わる問題を見いだして課題を設定し解決する力、よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、適切かつ誠実に情報の技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を育成することを目標としている。

そして、プログラミングについては、生活や社会の中から情報の技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力、課題の解決策を条件を踏まえて構想し、全体構成やアルゴリズムをアクティビティ図等に表す力、試行・試作等を通じて解決策を具体化する力、設計に基づく合理的な解決作業について考える力、課題の解決結果や解決過程を評価、改善及び修正する力や、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等を行うことのできる技能、知的財産を創造、保護及び活用しようとする態度の育成などを中心的な目標とし、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決」及び、「計測・制御のプログラミングによる問題の解決」について学習することとなっている。

また、この活動を通して、自分なりの新しい考え方や捉え方によって、解決策を構想しようとする態度や、自らの問題解決とその過程を振り返り、よりよいものとなるよう改善・修正しようとする態度の涵養を図ることも考えられる。

「中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 技術・家庭科編」では、技術分野の学習活動例として、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決」について、学校紹介の Web ページに Q&A 方式のクイズといった双方向性のあるコンテンツを追加したり、互いにコメントなどを送受信できる簡易なチャットを教室内で再現し、更に利便性や安全性を高めるための機能を追加したりするなどある。「計測・制御のプログラミングによる問題の解決」については、気温や湿度の計測結

果に基づき、灌水(かんすい)などの管理作業を自動的に行う栽培ロボットのモデルや、買物の際に、高齢者の方を目的の売場に誘導しながら荷物を運搬したり、障害物や路面状況などをセンサで確認し、危険な状況となった場合には注意を促したりする生活サポートロボットのモデルを開発するなどある。

中学校「技術・家庭科」の標準授業時間数は、第1学年 70 時間、第2学年 70 時間、第3学年 35 時間であり、技術分野に限ってみれば、第1学年、第2学年は週1時間程度、第3学年は隔週で1時間程度と、3年間で87.5時間となっている。この中で「A 材料の加工と技術」「B 生物育成の技術」「C エネルギー変換の技術」「D 情報の技術」の4単元を学ぶこととしており、プログラミングに係る時間は限られている。

高等学校では、令和4年度から実施される新学習指導要領において、全ての生徒が「情報Ⅰ」を履修する。ただし、専門学科の生徒については、それぞれの専門教科において「情報Ⅰ」と同等の科目が設置されており、それらの科目を履修することで、「情報Ⅰ」を履修したこととみなす。よって、全ての生徒が、プログラミングのほか、ネットワーク(情報セキュリティを含む)やデータベースの基礎等について学ぶことになる。

「情報Ⅰ」の「(3)コンピュータとプログラミング」においては、問題解決にコンピュータや外部装置を活用する活動を通して情報の科学的な見方・考え方を働かせて、コンピュータの仕組みとコンピュータでの情報の内部表現、計算に関する限界などを理解し、アルゴリズムを表現しプログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークの機能を使う方法や技能を身に付けるようにし、モデル化やシミュレーションなどの目的に応じてコンピュータの能力を引き出す力を養うとしている。また、こうした活動を通して、問題解決にコンピュータを積極的に活用しようとする態度、結果を振り返って改善しようとする態度、生活の中で使われているプログラムを見いだして改善しようとするなどを通じて情報社会に主体的に参画しようとする態度を養うことが考えられる。

「教育の情報化に関する手引-追補版-」では、その学習内容及び指導上の留意点等を次のように整理している。なお、下線部は筆者が追記したものである。

これに関する学習活動例としては、気象データや自治体が公開しているオープンデータなどを用いて数値の合計、平均、最大値、最小値を計算する単純なアルゴリズムや、探索や整列などの典型的なアルゴリズムを考えたり表現したりする活動を取り上げ、アルゴリズムの表現方法、アルゴリズムを正確に表現することの重要性、アルゴリズムによる効率の違いなどを扱うことが考えられる。その際、アルゴリズムを基に平易にプログラムを記述できるプログラミング言語を使用するとともに、アルゴリズムやプログラムの記述方法の習得が目的にならないよう取扱いに配慮する。

また、プログラミングによってコンピュータの能力を活用することを取り上げ、対象に応じた適切なプログラミング言語の選択、アルゴリズムをプログラムとして表現すること、プログラムから呼び出して使う標準ライブラリやオペレーティングシステム及びサーバなどが提供するライブラリ、API(Application Programming Interface)などの機能、プログラムの修正、関数を用いてプログラムをいくつかのまとまりに分割してそれぞれの関係を明確にして構造化することなどを扱うことが考えられる。その際、プログラミング言語ごとの固有の知識の習得が目的とならないように配慮する。

更に問題解決のためのプログラミングを取り上げ、プログラミングでワードプロセッサや表計算ソフトウェアのようなアプリケーションソフトウェアが持つ検索や置換及び並べ替えなどの機能の一部を実現

したり、ツールやアプリケーションを開発したり、カメラやセンサ及びアクチュエータを利用したり、画像認識や音声認識及び人工知能などの既存のライブラリを組み込んだり、API を用いたりすることなどが考えられる。その際、人に優しく使いやすいインタフェース、手順を分かりやすく表現するアルゴリズム、効率的で読みやすいプログラムなどのデザインについて触れる。

「情報 I」の授業は年間で 70 時間程度(2単位の場合)である。「情報 I」は4単元から構成されていることから、1単元当たり 18 時間程度の時間配分になると思われる。この中で、特定のプログラミング言語をきちんと修得させることは難しく、同手引きにも「平易にプログラムを記述できるプログラミング言語を使用」「アルゴリズムやプログラムの記述方法の習得が目的にならないよう取扱いに配慮」「プログラミング言語ごとの固有の知識の習得が目的にならないように配慮」と留意すべき点が指摘されている。

プログラミングの醍醐味である、自分で考えたアイデアを何らかの言語を使って具体化するためには、ある程度のプログラミング・スキルが必要であり、「技術・家庭科(技術分野)」や「情報 I」において基礎・基本等を押さえたうえで、自分自身で持続的にプログラミングを学ぼうとすることが期待される。

一方で、高等学校等におけるプログラミング関係の部活動等は、決して多くはない。茨城県立高等学校等において、コンピュータ関連の部活動が設置されているのは 19 校¹⁾のみで、このような部活動が活性化すれば、生徒たち自身で問題解決できるコミュニティが実現するが、そこまでは至っていないのが実情である。

3 プログラミング・エキスパート育成事業の概要

平成 29 年9月に新知事が就任し、「新しい茨城」を目指す基本政策の1つとして、「プログラミング教育の推進」が盛り込まれた。「一人でもいい。優れた人材を見出すことができれば、茨城が変われる」という知事の強い意志もあり、学校教育をベースとするプログラミング教育ではなく、より実践的なプログラミング教育の実現を目指し、県内在住の中高生 160 名に対するワークショップを開催し、そこから選出した 40 名に、専門的な教育を実施することとした。

しかし、本県は総面積全国 24 位²⁾であるが、可住地面積全国 4 位²⁾と広大な県土を誇る。高速道路は縦横に伸びており、鉄道網もあるが、子どもたちが定期的集まることは非現実的であり、東京のような大都市とは異なり、最先端の学習機会にアクセスしづらいという地方特有の課題に対しても、オンライン学習をメインとして解決できないか検討した。

一方で、この時点では、中学校・高等学校等において十分なプログラミング教育が行われていないことから、プログラミング・スキルの習得は十分でなくとも、プログラミングに対する高い興味を持つ中高生の受講も認めることとし、プログラミング初学者の躓きを最小限にするための工夫も必要となった。具体的には、子どもたちの学びを支援するオフラインでの活動を充実させることである。

この結果、「オンラインとオフラインの学びを組み合わせ、プログラミング分野に関する高い意欲・能力を有する県内中高生を対象に、どのような学びを構築するか」に焦点を当てて、事業を構築することとした。その際に、ポイントになったのが、中高生に年齢が近い、メンター(大学生や大学院生)の存在である。メンターには、一斉授業のような形で知識や技能を教えるのではなく、子どもたち一人一人の状況は異なる

ことから、個々の進捗と発達段階に合わせた受け答えが必要となる。その時に求められるのは、子どもたちの多種多様な質問に答えられる、プログラミングに対する専門知識と、子どもたちとコミュニケーションする際の前提となる、子どもの思考や生活スタイルの把握である。そのため、いずれかの情報系の大学に依頼してプログラミングに精通した学生を派遣してもらうのではなく、中高生の発達段階や彼らに適した学びの方法について専門的なトレーニングを受講した学生をメンターとすることとした。

本事業において中高生が学ぶ内容としては、インターネットの普及とともに、急速に需要が増大している Web デザイン関連の、ウェブサイト制作、メディアアート政策、ゲーム制作とし、最終的に自分だけのオリジナル作品を制作することを目標とした。

(1) 一次選考、二次選考

平成 30 年 5 月下旬から 6 月にかけて、県内 4 会場で一次選考を実施した。4 会場とも同一内容とし、受講者のプログラミング・スキルや、プログラミングに対するそれぞれの思い等を確認するために、オンライン教材を活用し、メンターを活用したワークショップを行った。

水戸会場	平成 30 年 5 月 27 日(日)	水戸生涯学習センター	定員:40 名
筑西会場	平成 30 年 6 月 3 日(日)	筑西市コミュニティプラザ	定員:40 名
土浦会場	平成 30 年 6 月 10 日(日)	県南生涯学習センター	定員:40 名
日立会場	平成 30 年 6 月 17 日(日)	日立シビックセンター	定員:40 名

事業の効率性を考えれば、プログラミング分野に関する高い能力を有する中高生のみを対象とするべきであるが、先にも書いた中学校・高等学校等でのプログラミング学習が十分でないことに加え、低学年であれば、今回は一次選考を通過できなくても、次年度に再チャレンジすることが可能であり、子どもたちに今時点での力を把握させるためにも、一次選考は身に付けているプログラミング・スキルに条件をつけることなく募集した。

教材としては、Web デザインの基礎を学ぶことができるオンライン教材を活用し、オンライン教材に残る学習履歴やメンターとのやりとりにより、それぞれの参加者のプログラミング・スキル、半年間の長期の学習に耐えられるかどうかの意志の強さ等を把握し、二次選考に臨む 40 名を選抜した。

二次選考は、平成 30 年 7 月 8 日(日)に茨城県県南生涯学習センターで実施し、一次選考で学んだ Web デザインを復習するとともに、本事業のプロジェクト・マネージャーである、大阪電気通信大学兼宗進教授と個別面談をし、半年間の育成講座を受講する意思を最終確認し、40 名全員を受講者とした。

二次選考終了後には、育成講座に向けたキックオフ研修として、兼宗教授による特別講演を実施している。

(2) 本格的なオンライン教材を活用した自宅学習

育成講座では、一般の方も学んでいるオンライン学習教材を活用し、プログラミングの基礎・基本(言語に左右されないコードの書き方、理解力、持久力)を鍛えた。本教材は、有名キャラクターと共に学習を進めることで、自然にスキル等を身に付けることができる教材であり、受講者の保護者からも、好意的な感想をいただいている。

(3) 定期的な情報交換及び話題提供

育成講座と並行して、国内外で活躍している一流のクリエイター等と交流することにより、プログラミングに対する興味・関心を更に喚起するとともに、将来の職業選択に資することを目的として、3回の情報交換会を実施した。

平成 30 年9月 16 日(日)

株式会社 AHIRU 代表取締役 新井タヒル氏

平成 30 年 10 月 21 日(日)

株式会社タイムレスエデュケーション代表取締役 小林真輔氏

平成 30 年 11 月 18 日(日)

日本アイ・ビー・エム株式会社 IBM クラウド事業本部エグゼクティブ・アーキテクト 渡邊周一氏

(4) オンライン及びオフラインでのフォロー

(3)の情報交換会の際には、受講者の学びの進捗状況を確認するとともに、メンターに直接質問できるオフラインでのフォローの機会を設けた。さらには、メンターにオンラインで質問ができる仕組みや、SNS 上に参加者とメンターのオンラインコミュニティも作り、受講者が意欲的に学習を継続できるようサポート体制を充実させた。

(5) プロジェクト発表会

平成 31 年3月2日(土)3日(日)には、プロジェクトの集大成として、茨城県立中央青年の家で1泊2日の合宿を行い、参加した受講者 38 名が、それぞれにオリジナル作品を開発した。前半で、これまでの学びを振り返るとともに、クリエイターにとって必要な企画力を学ぶワークショップを体験し、オリジナル作品のコンセプトを磨いて開発の総仕上げを行った。さらには、メンターとのやり取りを通じて、一人一人の受講者がオリジナル作品をブラッシュアップした。



図1 オリジナル作品を調整中の受講者



図2 オリジナル作品をプレゼンテーションする受講者

4 平成 30 年度事業の成果

プロジェクト発表会においては、受講者それぞれがオリジナル作品を完成させ、平成 31 年7月までに22名の受講者がインターネット上に自分の作品を公開することができた。

また、平成 31 年3月時に、受講者に対して、プログラム全体の満足度を 10 点満点で聞いたところ、平均で 9.05 という高スコアを得ることができた。

さらに、受講者及び保護者から、教材の良さだけでなく、多様な学ぶ機会の提供、クリエイターたちとの出会いが、受講者に変化をもたらしたとの感想をいただくことができた。主な感想は次のとおりである。

(1) 受講者の感想

○今回のプログラムに参加してみてよかった点を教えてください。(下線部:筆者追記)

- ・メンターさんの年が近いことから話しやすく親しみやすい環境で学習できました。また、確かな技術で教えてくださるので理解しやすかったです。
- ・自分の新しい発見につながった。今の生活のイノベーションをするために自分ができることを考えることができた点。
- ・人と関わりながらプログラミングをしたりすると、一人でやるよりも何倍も楽しかった!
- ・プログラミングを学びたいという目標を持った様々な 40 人が集まって、互いに刺激あつて学ぶことができた点。
- ・プログラミングに強い興味がある人と出会うことができたこと、Timeless education など、プログラミング関連で活動している人の話を聞く機会があったこと。
- ・人脈を作ることができた。また、いろいろな企業のお話を聞いた。

○今回のプログラムで学んだことを今後どのように活かしていきたいと思いますか?(下線部:筆者追記)

- ・自分や周りの日常に役立つものや人を楽しませるものをつくりたい。
- ・今後は、違う言語の勉強をし、その言語を利用したアプリやソフトを作りたい。
- ・今の生活の中で困ったことを積極的に探し、いつかそれがなくなるようにプログラミングを使って解決していく努力をしていきたい。
- ・自分のアイデアを形にし、公開することができる、手軽で効率の良い表現方法としてプログラミングの技術を生かしていきたい。もしもIT関係の道に進まなかったとしても役に立つことだと実感している。

(2) 保護者の感想

○よかったこと(下線部:筆者追記)

- ・IT業界で活躍されていらっしゃる方々のお話が直接聴け、子どもが自分の将来を考える上でとても感銘を受けたようです。毎回楽しみに通いました。合宿も進行の構成や参加者の発表それぞれ素晴らしく有意義だったとのことで、良かったと思いました。
- ・自身で学ぼうとする姿勢が感じられたこと、サポート体制がしっかりしていたので、保護者としても安心できたこと、多くの情報を本人が得られ、将来について考えるきっかけになったこと。
- ・成果発表会の作品を見せてもらって、作品の完成度に驚きました。このような機会を与えて頂いたことに非常に感謝します。ありがとうございました。
- ・テクノロジーを使用して技術をステップアップさせ、期日までに一つの作品を完成させることが出来ました、その後さらに修正してもっと良くしたいと言っている姿が頼もしく思えました。また県内の他の学校の友人ができたことも良かったと思います。今後も継続してプログラミングに取り組んでいって欲しいです。
- ・この一年程、自分で時間の使い方を考えながら、学校での学習、部活動と並行して、楽しそうにプロ

プログラミングの課題に取り組んでいました。中弛みしやすいと言われる中学2年の期間に、目標を持って時間を有効に使い、最後に自分の作品を作り上げることが出来たのは大変良かったと思っております。これまでの経験、知識、色々な方々との出会いによって、息子の将来がより楽しく豊かになるだろうと期待しています。

・今まで1人でプログラミングを楽しんでいたが、教えて下さる先生方に会えて様々な手段を学んだことと仲間ができて刺激をもらったこととことがよかったですと思います。

・このような機会が今後もあると子ども達もよりいろいろな事に興味を持ち、知識を得ることが出来ると思います。

・これからの時代を生きていく息子達が活躍していけるよう、このような事業を今後も企画して頂ければ有難いと思っています。

5 今後の方向性

本事業も、御多分に漏れずコロナ禍の影響を受けており、令和元年度は予定通り実施できたが、令和2年度は急遽内容を変更して対応し、令和3年度は完全オンライン体制に移行している。オンライン学習はインターネット環境があればどこでも学習可能である。動画やアプリ等の理解度を高めるコンテンツが多数存在することからも、プログラミング学習をオンラインで実施するメリットは大きい。しかし、プログラミング初心者については、ある程度の対面的なフォローも必要である。受講者の感想からもわかる通り、最初は戸惑いを感じていても、周りのサポートを受けて、適切な教材で学べば、子どもたちは大きく変わる。

一方で、オフライン学習であれば、同じ目的を持った多くの者との交流から、より深い気づきや学びを得ることで、行動変容につながりやすいのも事実である。いずれはコロナ禍が収束し、対面での実施が可能となることを探りつつ、当面はオンラインでの学びを継続していくこととしている。

さらに、令和4年度から「情報Ⅰ」において、全ての高校生がテキスト・プログラミングの基礎・基本を学ぶ。この「情報Ⅰ」を学んだ高校生のプログラミングに対する興味関心を高め、いかに本事業につながるようにするのも課題となる。更には、「情報Ⅰ」でのテキスト・プログラミングとの出会いをきちんと指導できる高等学校等の指導体制の構築も急務である。

6 おわりに

オフラインの場で指導にあたったメンターの、子どもたちとの関係性のつくり方や、ファシリテーションの技術は本当に素晴らしいものであった。先生と生徒といった上下関係ではなく、仲間のような雰囲気の中で学びが進んでいた。いわゆる一般的な学校教育の授業や従来の教員像とは違う、これからの新しい時代に沿った教育の形なのかもしれないと感じる。すぐに学校教育に取り入れることは難しいかもしれないが、授業形態の1つとして参考になる点が多くあった。

また、本事業では実現できなかったが、当初は県内の大学生等を対象にファシリテーター養成研修を実施し、中高生から大学生、そして社会人までつながるプログラミング・コミュニティの構築を意図してい

た。ファシリテーター養成研修は実現できなかったが、平成 30 年度から継続している本事業の受講者が、将来的に本事業にメンターとして戻ってきたり、地元の子どもたちにプログラミングを教えるような小さなコミュニティができたりすることを期待したい。更には、そのようなコミュニティを通して、中高生がプログラミング技術を身につけ、身近な課題を解決したり、地域に貢献したりできる社会の実現を目指していきたい。

最後になるが、本事業の構築にあたり、構想段階から多くのヒントをいただき、第一線のクリエイターの皆さんに引き合わせていただいた大阪電気通信大学兼宗進教授に感謝します。また、事業の具体化にあたり、度重なる変更真挚に対応していただいたライフイズテック株式会社、特に宮川聡氏、青柳博子氏、丸本則之氏、金澤直毅氏、そして同社のメンターの皆さんに感謝します。

注

- 1) 令和 3 年 5 月調査によると、パソコン部 6 校、コンピュータ部 5 校、ワープロ部 5 校、情報処理研究 2 校、e スポーツ部 1 校、情報技術研究部 1 校、マイコン部 1 校の 19 校 21 部であり、資格取得を目的としたものが多い。
- 2) 「指標から見た茨城」令和 3 年（2021 年）8 月版によると、総面積（北方地域及び竹島を除く）6,097.39 平方キロメートル、可住地面積 3,975.37 平方キロメートル（ともに令和元年 10 月 1 日現在）である。（<https://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/tokei/fukyu/tokei/sugata/ibaraki/index.html#tochi>、令和 3 年 9 月 4 日午前 10 時 20 分閲覧）

引用文献

- 文部科学省「中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 総則編」平成 29 年 7 月
文部科学省「中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 技術・家庭科編」平成 29 年 7 月
文部科学省「高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説 総則編」平成 30 年 7 月
文部科学省「高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説 情報編」平成 30 年 7 月
文部科学省「教育の情報化に関する手引-追補版-」令和 2 年 6 月