

# 現在のプログラミング教育についての課題と考察

Problems and the examination about current programming education

児玉 満

## 1. はじめに

経済産業省の発表では2030年には約45万人、市場規模の拡大の仕方によっては約79万人のIT人材が不足すると予想されている。さらに、我が国の人口減少に伴って労働人口が減少することやAI・ビッグデータ・IoTといった新しい技術やサービスの登場によりますますIT利活用の高度化・多様化が進展することも予想されており、ITの需要が引き続き増大する可能性が高いと見込まれているため、今以上にIT人材の獲得は厳しいものと考えられている。

IT人材が不足すると、企業のDX化やシステム化が思うように進まなくなり、その結果、企業の生産性・競争力といったものが徐々に低下することとなる。この状況を回避するために政府は全体のICT活用力を底上げし、人材不足の解消を目指している。

また、主に先進国ではSociety 5.0が進行しており、先に述べたIoTやAI、ビッグデータ解析などをコア技術とする革新が起こっている。これらの技術を活用したシステムを工場や企業に導入することで、業務効率性や生産性が飛躍的に向上するとされているため国として取り組んでいる。Society 5.0の進行過程においてIoTによって周囲のモノが互いにネットワークで結びつくと同時に、ICTデバイスも一層普及することが予想されるため、一般の人々の日常生活にも大きな影響が出る

と考えられる。そのため、身の回りにある情報やICTに対し受け身でいることは得策ではないため、自身の目的のために適切に活用しようとする発想力や論理的思考力、つまりプログラミング的思考を備えた人材が今後求められる。そのため、Society 5.0が進む社会で子供たちが将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる資質・能力としての「プログラミング的思考力」「行動力」の育成が重要とされている。このような背景から、教育の現場においてプログラミング教育が必修化されることとなっている。

2020年度から小学校でプログラミング教育が必修化され、

- ①身近な生活でコンピュータが活用されていることを気づかせる。
- ②問題の解決には必要な手順があることを教え、論理的思考を身に付ける。
- ③各教科で育まれる思考力を基盤としながら、基礎的な「プログラミング的思考」を身に付けること。
- ④コンピュータの働きを生活に生かそうとする姿勢を身に付けること。

これらを、算数・図画工作・理科・音楽など様々な教科で行われることになっている。

それに続き2021年度からは中学校の「技術・家庭」科目の一部として、「論理的思考力を磨き、プログラミング的思考を伸ばすこと」を目的としている。教育の方法としては、問

題を解決するためにプログラミングを用いて進めるという点では小学校とさほど変わることは無いが、課題と原因を明確にし、自分なりに解決方法を見出す力や、情報通信の仕組みを理解した上でプログラミングを活用する力も必要になることから難易度の高い学習となっている。

次に、高等学校ではITについて理解する技能を身に付け、適切に活用することができる力を養うために必要と判断され、「プログラミング教育」が必修化された。それまでは、「社会と情報」と「情報の科学」のどちらかを選択する形で、「社会と情報」は情報に関する科学的な理解、問題解決とコンピュータの活用などで簡単なプログラミングの内容を含んでいたが、選択制にしたことから8割近くの高校がプログラミングを避け「社会と情報」を選択するという結果になった。そのため教育指導要領が改定されることとなり、プログラミング的思考や情報を正しく扱う方法や手順を全員が学ぶことができるように、2022年度からは高等学校の「情報科」では共通必修科目「情報Ⅰ」、選択科目「情報Ⅱ」が新設されることになった。

また、文部科学省は2021年7月30日に2025年以降の大学入学共通テストにおいて情報「情報Ⅰ」を出題教科目として追加することを決めた。

このように小学校で、自ら考える力やプログラミング的思考を学び、中学校でコンピュータの基本的な仕組みや情報処理の基本を学び、高等学校でプログラミングを自らの力でできるようになるといった一貫した教育で情報について理解し技術を身に付け、適切に活用できる力を養うこととなっている。

これらを踏まえると高等教育機関でも、学部学科を問わずプログラミング教育を行う必

要があるのでないかと考えられる。

そこで、すでに開始されている小中学校でのプログラミング教育の現状の把握と、高等学校や高等教育機関でのプログラミング教育をどのようにしていくべきかを検証することとした。

## 2. プログラミングとその必要性

プログラミングとは「コンピュータにさせたい仕事を、コンピュータが理解できる言葉で順番に書き示すこと」である。

相手が人間ならば説明不足であってもある程度は補足して実行してくれるが、コンピュータに対しては説明不足では実行することができない。つまり、「最初に〇〇をして、次に〇〇をして、・・・」と順序立てて明確な指示をしなければならない。

従って、結果を予測し、それに至る手順を順序立てて考え、コンピュータに理解できる言語で記述し実行することができるようにすることがプログラミングである。

また、この考え方を「プログラミング的思考」と呼んでいる。

プログラミング的思考が必要とされているのは、現代社会が急速にデジタル化してきており、子どものうちから様々なテクノロジーに触れ、それらを扱う力を身に付けておくことがこれからの時代を生き抜くために必要とされているからである。また、グローバル化によって様々な人と関わる機会も増えることから、どんな人とでも誤解の無いようにするため、理解しやすい伝達内容であることも必要である。そのためにも順序立てた物事で伝える方法を身に付けておかなければならない。さらに、人工知能が発展してきている現代であっても答えの出ないような問題に取り組めるのは人間であり、これら問題を解決するた

めにも現状の分析、論理的思考、解決策の模索といったことからプログラミング的思考は欠かせないと考えられる。

### 3. 小学校・中学校・高等学校でのプログラミング教育について

#### (1) 小学校

プログラミング教育の必修化の経緯としては、生活が急速にデジタル化し、AIやビッグデータなどの新たな技術が登場してきており、すこし先の未来を予測することが難しくなっている。こういった時代では、コンピュータを積極的に活用する力やプログラミング的思考（論理的思考）が求められるという中央教育審議会で結論が出たことによる。

小学校のプログラミング教育の必修化は学習指導要領の改訂の一部として以下の2つの学習活動が定められた。

- ①児童がコンピュータで文字を入力するなど  
の学習の基盤として必要となる情報手段の  
基本的な操作を習得するための学習活動
- ②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

また、既存の科目の中、とりわけ算数、理科、総合的な学習の時間で実施される。そこで学ぶのは「プログラミング的思考」つまり「物事を順序立てて考え、問題を解決する力」である。

#### (2) 中学校

中学校では2012年から技術・家庭科の技術分野でプログラミング教育が行われている。技術分野は4分野に分かれており、(A) 材料と加工の技術、(B) 生物育成の技術、(C) エネルギー変換の技術、(D) 情報の技術である。

このうち (D) 情報の技術の中に「プログラムによる計測・制御」の項目がプログラミングに関する必修科目として実施されている。しかしながら、実態としては主にソフトウェアを用いてウェブサイトを作成することや、基本的なプログラミングを学ぶといった内容が主流であって、基本的には教員が生徒に使い方を教える受動的な内容となっている。

そこで、ソフトウェアを用いて学ぶことが多かった「デジタル作品の設計と製作」の項目を「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」へ変更することで、今までの教育内容に比べ高度な技術や深い思考が求められるような指導内容が重視され、より時代に則したものとなっている。

また、具体的な指導内容として次の内容が提示されている。

- ①情報の表現、記録、計算、通信の特性等の原理・法則と、情報のデジタル化や処理の自動化、システム化、情報セキュリティ等に関わる基礎的な技術の仕組み及び情報モラルの必要性について理解すること。
- ②技術に込められた問題解決の工夫について考えること。
- ③情報通信ネットワークの構成と、情報を利用するための基本的な仕組みを理解し、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ができること。
- ④問題を見出して課題を設定し、使用するメディアを複合する方法とその効果的な利用方法等を構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。
- ⑤計測・制御システムの仕組みを理解し、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ができること。

⑥問題を見出して課題を設定し、入出力されるデータの流れを元に計測・制御システムを構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

⑦生活や社会、環境との関わりを踏まえて、技術の概念を理解すること。

⑧技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発症に基づく改良と応用について考えること。

また、小学校で必修されたプログラミング教育を発展させた内容にし、中学校ではより高度なプログラミングを扱うことと記されており、複雑な物事を細分化して解きやすくする能力や、問題の中で何が重要であるかを導き出す思考過程をさらに強化できるようなカリキュラムが組まれている。

### (3) 高等学校

高等学校において教科「情報」が新設されたのは2003年度であり、普通教科である情報活用の実践力を中心に学ぶ「情報A」、情報の科学的な理解を中心に学ぶ「情報B」、情報社会に参画する態度を中心に学ぶ「情報C」とそれらの学習内容をより深めるための専門教科「情報」が設定された。

普通教科は3科目の中から1科目を選択必修するが、生徒が自由に選択できるものではなく、学校側は科目指定するのが一般的であった。そのため科目の開設状況は「情報A」が約80%、「情報B」が5%、「情報C」が15%であり、「情報A」に偏重していた。

その後、2013年度から施行された学習指導要領において、共通教科情報科は「社会と情報」「情報の科学」の2科目に再編され、「情報A」に相当する科目が無くなり、「情報B」を「情報の科学」、「情報C」を「社会と情報」に発展

させたような位置づけとなった。しかしながら、学校側が科目指定するという状況に変わりがなかったため、科目の開設状況は「社会と情報」が80%、「情報の科学」が20%程度であった。

小学校・中学校でプログラミング教育が取り入れられることが決定したことを受け、高等学校でも学習指導要領が改訂となり、「情報Ⅰ」に一本化され必修科目、「情報Ⅱ」が選択科目（発展科目）となった。また、「情報Ⅰ」で「コンピュータとプログラミング」という単元があり、コンピュータなどを活用することで、アルゴリズムの表現や問題解決につなげていくこととなっている。

学ぶ内容としては、すでに文部科学省から指針が発表されており「情報社会の問題解決」、「コミュニケーションと情報デザイン」、「コンピュータとプログラミング」、「情報通信ネットワークとデータの活用」という4つのカテゴリに分けられている。

#### ①情報社会の問題解決

高校で必修教育となる「情報社会の問題解決」では、問題を発見・解決する方法を学ぶ。また、「情報社会における個人の果たす役割と責任」として、情報に関する法律や情報セキュリティについて学ぶ。また、この中では問題解決の方法論や方向性の一つとして人工知能やユニバーサルデザインについても学ぶことになる。

#### ②コミュニケーションと情報デザイン

「コミュニケーションと情報デザイン」では情報化のデザインや効果的なコミュニケーションについて学ぶ。情報デザインの中で、目的と計画に応じた情報デザインを学び、効果的なコミュニケーションに生かすことを考える。また、コミュニケーション手段を洗い出し、考えることで、コミュニケーションモデ

ルについて学んでいくことが想定されている。

### ③コンピュータとプログラム

「コンピュータとプログラム」も高校の必修教育となり、コンピュータの仕組みとプログラミングについて学ぶ。プログラミングではアルゴリズムやモデル化について学ぶこととなる。モデル化やシミュレーションを学ぶことで、問題発見や解決に役立てることができるようになる。

### ④情報通信ネットワークとデータ活用

「情報通信ネットワークとデータ活用」では、通信ネットワークの仕組みや役割と、データ蓄積と管理を行うデータベースについて学ぶ。データが蓄積されたデータベースを利用して行うデータ分析についても学ぶ。この単元では情報ネットワークやデータを通じて、「情報」を科学的にとらえ、仕組みを理解することを目的としている。

## 4. 小学校・中学校・高等学校で情報が必修化されることで何が変わるのか

必修化されることで、その背景となっている問題が解消されることが期待されている。その問題とはSociety 5.0を推進していく中で、IT知識や技術の育成が不可欠となっており、日本においてはIT人材の不足が挙げられる。この問題についてはプログラミングを必修化することで、若年期からプログラミングに親しみ、IT人材として活躍できる人を増やす狙いがある。また、近年のデジタル社会においては基礎的なIT知識を高校生までに身に付けることが急務となったことも挙げられる。その他、スマートフォンやIoT家電といったデジタルツールが普及したことでIT知識がないままIT製品を利用する人が増えたことも問題となっている。知識がないことで誤っ

た使い方をしてしまうこともあるため、義務教育や高校教育の必修教育として生活の中で利用しているIT製品の動きを理解させることも期待されている。

これら問題の解決の他にも、プログラミングを学ぶことで得られる効果があると考えられる。

### ①ITへの理解がより深まる

柔軟性のあるうちにプログラミングを学ぶことで、あまり難しく考えることなくITへの理解が深まることが期待できる。高校生以下の段階でコンピュータやスマートフォンなどが動作する考え方や仕組みを知ることで、日常生活の中で利用するIT機器への興味が出てくるため考えて使うことも期待できる。そこから自分が使っている製品について考えながら使うことで思考力が高くなることも期待されている。

### ②不足しているIT人材が増える可能性

プログラミングを高校卒業までに全員が触れることになるため、必修教育でなければ縁がなかったという人の中からも、プログラミングや情報関連技術に興味を持ち、IT業界に進む人も出てくると考えられる。そのためIT業界へ進む人材の底上げを行うことができ、IT人材の確保に期待が持てると考えられる。

### ③プロセスを細分化する力がつく

問題の発見・解決が掲げられていることから、従来の教科では学ぶことのできなかつた問題発見に至る考え方や、解決するための手法・考え方を学ぶことができる。さらに、問題の発見から解決に至るまでの中で、様々なプロセスを細分化していく能力も身につく、高校卒業までに従来の教科とは異なる考え方やアプローチの仕方を身につけられることが期待できる。

## 5. 高等教育機関でのプログラミング教育について

小学校・中学校・高等学校と継続的にプログラミングに触れ、教科横断的に活用することで様々な状況において物事を効率良く順序立てて考え、問題を解決する従来とは異なる能力やコンピュータなどのデジタルツールをうまく利活用し、これからのデジタル社会を生きていく力を身に付けた者が進学してくることになる。

また、そういった能力を持つ者は理系に限らず文系でも同様であるため、今後はすべての学部・学科においてそれぞれの専門性の中にプログラミング的思考を含めた教育を行う必要に迫られると考えられる。

しかしながら、高等教育機関では1年次の情報教育の位置づけや内容は一貫性がなく、個々に委ねられているのが現状である。

大きな方向性は中央教育審議会などで検討され、答申に基づいた政策を文部科学省が展開する形をとっているため、アクティブラーニングや学生自身での資料探索、グループ討議、レポート作成、プレゼンテーションを行うといった程度は求められている。

また、情報処理学会には情報処理教育委員会があり、そこで大学での情報教育に関するカリキュラム標準の基礎となる一般情報教育の知識体系GEBOKが策定されている。高等教育機関がこのGEBOKを利用すれば一定水準を満たした共通教育が可能であるが、残念ながら一般に広く普及しているとは言いがたい。

## 6. 徳山大学での1年次情報教育

2009年度に大学の情報化のために無線LANの整備や、eラーニングの手法の導入とその基盤であるLMSの構築などが進められ、翌2010年度から学生全員がノートPCを必携

となり、全学的にICT基礎教育の徹底が図られた。その際、情報基礎教育を行うために「情報リテラシーⅠ・Ⅱ」の2科目が1年次必修科目として設定された。(現在は内容を再編し、「情報リテラシー」1科目となっている。)

この科目では主に、

- ①ノートPCの必携、ネット上にある情報資源の有効活用、情報の基礎知識および技術を身につける
- ②文書処理、表計算、プレゼンテーションの基礎技能を習得する
- ③LMS等を扱うことが慣習となり、自らが能動的に学ぶ学習姿勢と生活態度を身につける これらを目標に掲げている。

つまり大学で講義を受けるときにネットやLMSを使用して自分で課題や資料を集め、それらをまとめてレポートなどを作成、表計算を使用してデータを分析し、最終的にプレゼンテーションができるようになるということである。これは一般的に社会で生きていく上で必要となるスキルであるので理に適った内容であるのだが、プログラミング的思考力を身につけた学生がさらにその能力を磨いていくという内容は含まれていない。

また、「情報リテラシーⅠ・Ⅱ」の2科目を再編し、「情報リテラシー」1科目としたと上述したが、単純に内容を圧縮したのではなく、政府が打ち出した「AI戦略2019」に含まれている、「デジタル社会の基礎知識である数理・データサイエンス・AIに関する知識・技能・新たな社会の在り方や製品・サービスをデザインするために必要な基礎力など、持続可能な社会の創り手として必要な力を全ての国民が育み、社会のあらゆる分野で人材が活躍することを目指し、2025年の実現を念頭に今後の教育の目標を設定」しており、大学・高専・社会人には、

- ①文理を問わず、全ての大学・高専生が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得
- ②多くの社会人が基本的情報知識と、データサイエンス・AI等の実践的活用スキルを習得できる機会をあらゆる手段を用いて提供
- ③大学生、社会人に対するリベラルアーツ教育の充実（一面的なデータ解析の結果やAIを鵜呑みにしないための批判的思考力の養成も含む）

という目標が挙げられており、これらを実現するための、数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度に徳山大学は申請し、第1回認定制度審査で認定されている。

それらを踏まえ、数理・データサイエンス・AI教育プログラムを実施するために「情報リテラシーⅠ・Ⅱ」の内容から数理・データサイエンス・AI教育の内容に沿ったものを抜き出し、不足する内容を加えて精査し、「データサイエンス入門」を新たに1年次情報教育に組み込み必修科目としている。

## 7. 徳山大学でのプログラミング教育

必修の1年次情報教育には含まれていないが、徳山大学では2つのプログラミング教育が行われている。

### (1) プログラミング基礎・演習

以前はプログラミング入門・基礎・演習の3科目が配置されていたが、数理・データサイエンス・AI教育プログラムの認定を受けたことや、今後行われる学部学科改組を見越してAIプログラミングで利用頻度の高いPythonを新たに科目として独立させるためにプログラミング入門をPython入門へ変更するとともに、プログラミング基礎・演習へと再編を行った。

プログラミング基礎・演習ではプログラミング言語としてはJavaを用いているが、これはツールとして使用しているだけであり、教育内容はプログラミング的思考力を養うこととコーディング技術を身につけることが大きな目的である。

受講者はまったくのコーディング未経験者が多いが、プログラミング的思考を身につけさせるには中途半端にコーディングをかじったものよりはすんなり受け入れているように感じる。また、年間を通じてプログラミングに触れることで、最初の受講からすると最後には物事を論理的に考えられるようになるものも出ており効果はでていると思われる。

もちろん、将来プログラマーになりたい者にとってはJava言語を習得することは単純にコーディングだけでなくオブジェクト指向プログラミングやアルゴリズムといった技術を身につけることになり、将来多言語を扱うことになってもJava言語を習得した経験が役に立っている。

### (2) Python入門・演習

数理・データサイエンス・AI教育プログラムや、今後の学部学科改組で将来的に必要となることから、プログラミング入門をPython入門へと変更し、さらに演習を加えて年間を通じてPython言語を学べるようにした。

Python言語はプログラミング言語としては習得が容易でもあり、またデータの可視化やAIプログラムを組みやすく、習得することで将来社会人になった際にはデータサイエンティストやエンジニアといった職業で役に立つと思われる。

またこちらでもプログラミング的思考を養うことも考慮されているため、初等・中等教育から続くプログラミング教育の延長線上に

位置していることから将来のIT人材の育成にも役立つと考えられる。

## 8. 考察

義務教育の段階からプログラミング的思考を養うことを目的とした教育がなされ、従来の科目とは異なる考え方やアプローチの仕方も身につけた者になる以上、高等教育機関においてもそれを無視することはできない。また、主に理系大学等ではプログラミング教育を古くから行っているところも多いと考えられるが、コーディング技術を身につけるだけの内容である場合、近い将来役に立たないものになる可能性がある。

また、数理・データサイエンス・AI教育プログラムは全学的に行える情報教育の一つであり、政府も「文理を問わず、全ての大学・高専生が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得」と謳っているので、高等教育機関は早急に認定を受けるべきであると考えられる。

その他、学部・学科での専門科目の中でも

プログラミング的思考を利用するような工夫をしなければならないと考える。今まででもアクティブラーニングやe-ラーニングなどと言った教育法が取り入れられてはいるが、今後はプログラミング的思考をどのように自然な形として取り込んでいくか検討する必要に迫られている。

## 参考文献

- ・経済産業省『IT人材需給に関する調査(概要)』
- ・総務省『令和3年版「情報通信白書」』
- ・総務省『令和2年版「情報通信白書」』
- ・総務省『令和元年版「情報通信白書」』
- ・文部科学省『Society 5.0に向けた人材育成の推進』
- ・内閣府『AI戦略2019～人・産業・地域・政府全てにAI～』
- ・内閣府『未来投資戦略2017－Society 5.0の実現に向けた改革ー』
- ・児玉満『高等学校「情報科」に関する考察』西日本短期大学総合学術研究論集第7号(平成29年3月)
- ・児玉満『プログラミング教育に関する考察』西日本短期大学総合学術研究論集第8号(平成30年3月)
- ・児玉満『教育現場における「G Suite」についての考察』徳山大学総合研究所『紀要』第41号(平成31年3月)