

## 数理・データサイエンス・AI教育を踏まえた情報科教育法\*

礒本光広\*\*

Informatics Science Education Methods  
Based on Mathematical, Data Science and AI Education

Mitsuhiro ISOMOTO\*\*

### はじめに

コンピュータチェス「Deep Blue」が人間チャンピオンのカスパロフ(арри Кимович Каспаров)に勝利したのは1997年であり、人工知能(AI: Artificial Intelligence)囲碁ソフト「アルファ碁」が国際棋戦通算優勝数回2位を誇る李世石に勝利したのは2016年、そしてコンピュータ将棋「PONANZA」が将棋界8大タイトルの一つである「叡王戦」優勝者の佐藤天彦名人に勝利したのは2017年のことであった。このようにAIが加速度的に進展していく昨今、シンギュラリティ(Technological Singularity: 人間の能力をAIが超える技術的特異点)が起こるか否かという様々な議論が巷間にはあふれている。

そのようななか、2020年に小学校においてプログラミングが必修化され、すべての校種において未来の学校コンソーシアム、GIGAスクール構想、STEAM教育、Soceiety5.0など多くの理念や教育方法等が導入されている。その一方ではすべての大学生に数理・データサイエンス・AI教育が実施されようとして計画されている。このような激動の時代に高等学校における情報科教育はどのようにおこなうべきなのか。そして将来、高校教員として情報科教育を担う人材に、どのような知識・技能をつけさせるべきなのか。この論文は大学における情報科教育法でどのような授業を实践すべきなのかを考察するものである。

### 1 我が国のIT戦略と学習指導要領改訂

#### 1-1 指導要領改訂と「情報I」の必修化

近年、グローバル化の進展やスマートフォンの普及が進む一方で、ビッグデータやAIの活用などによる技術革新が進んでいる。10年前では考えられなかったような激しい変化が起きており、今後社会の変化はさらに進むであろう。そのよう

な状況のなかで、2020年を移行期間として2022年から高等学校において2018年改定学習指導要領が全面実施される。そして文部科学省と経済産業省の相互乗り入れという珍しい形で数理・データサイエンス・AI教育はすべての大学生にたいして導入されようとしている。これは国際学力調査PISA等の結果による影響が大きく、GIGAスクール構想もまた同様である。

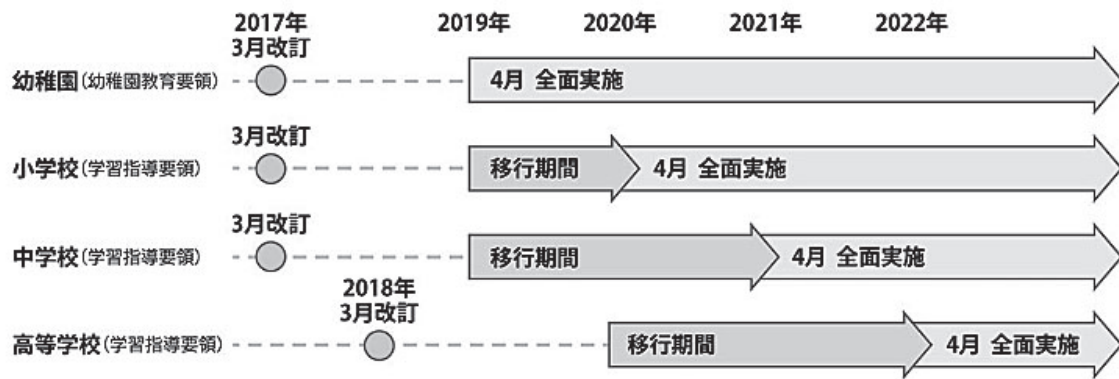
高等学校では2022年度から2018年改定学習指導要領が年次進行で順次実施されるが、今回の学習指導要領の改訂(図表1)によりすべての校種においてプログラミングが導入される。今次改定では情報科目の再編により「社会と情報」及び「情報の科学」の2科目からの選択必修から、共通必修科目としての「情報I」、選択必修科目としての「情報II」が新設されることとなった。

高等学校学習指導要領解説情報編によると、「情報I」では、情報セキュリティや関連するモラルなど、IT利用者としてのリテラシー、情報のデジタル化や符号化、ネットワークに関する内容などの従来通りの情報教育は踏襲されている。プログラミングもオープンデータをAPI(Application Programming Interface: アプリケーション・プログラミング・インタフェース)で利用するものが取り上げられており、KVS(Key-Value Store; キーバリューストア)、テキストマイニング(Text Mining)なども含まれている。2023年度から選択科目として段階実施される「情報II」ではデータサイエンスや機械学習を前面に押し出し、ソフトウェア開発プロセス、プロジェクトマネジメント、ソフトウェア開発プロセスにも触れている。これは大学の授業あるいは社会人向けの新人研修といえるような内容となっている。さらにグループワークの重要性にも言及している。

\* Received September 30, 2021

\*\* 鎮西学院大学 現代社会学部 経済政策学科 Faculty of Contemporary Social Studies, Nagasaki Wesleyan University, 1212-1 Nishieida, Isahaya, Nagasaki 854-0082, Japan

図表 1 学習指導要領改訂スケジュール



(出典) 政府広報オンラインウェブサイト「新しい学習指導要領はいつから始まるの?」、<https://www.gov-online.go.jp/useful/article/201903/2.html>, 2019年3月13日 [2021年9月27日閲覧]。

### 1-2 「情報」関連科目の変遷

「情報」関連科目が学習指導要領にあらわれたのは、1970年改定の商業科の学習指導要領においてである。1960年代に入り製造業を始めとする大企業にコンピュータ（当時は電子計算機と呼称していた）が導入され、一般事務に事務機械が導入された。このため、商業高校ではカナタイプ、加算機、簿記会計機などの事務機械を導入し、事務機械教育が始まった。

1970年代からは実社会でのコンピュータ利用はますます広範囲となり、事務処理での活用も始まった。このころから情報化社会が始まったといえるであろう<sup>1</sup>。そのため1970年改定において「電子計算機一般」「プログラミングⅠ」「プログラミングⅡ」「経営数学」「事務機械」「和文タイプライティング」「英文タイプライティング」などコンピュータ関連の分野が新設され、1975年に全国商業高等学校協会による情報処理検定が開始された。

1978年改定では「情報処理Ⅰ」「情報処理Ⅱ」「経営数学」「文書処理」「タイプライティング」に統合され、1989年改定では「情報処理」「文書処理」「プログラミング」「情報管理」「経営情報」にふたたび統合された。ワープロ専用機やパソコンの導入を進める一方でタイプライティング科目が姿を消すこととなった。検定もそれに続き（和文タイ

プ、1988年廃止）、（カナタイプ、1991年廃止）、（英文タイプ、1994年廃止）、順次ワープロ検定に置き換わった。1994年にはコンピュータ利用技術検定が始まり、表計算ソフトの利用を促進した。

1999年改定では普通教科と専門教科に「情報」、いわゆる「普通教科情報」と「専門教科情報」が新設され、「情報」をすべての生徒にたいして学習させる必要があることが明示された。また2006年にパソコン入力スピード認定試験を新設、2013年にワープロ検定を細分化、パソコン入力スピード認定試験を統合する形でビジネス文書検定となった。

### 1-3 我が国のIT戦略

我が国のIT戦略（図表2）は「5年以内に世界最先端のIT国家を目指す」という宣言とともに2001年のe-Japan戦略から始まり、その重点政策はつぎの4つである。(1)超高速ネットワークインフラの整備、(2)電子商取引の普及促進、(3)電子政府の実現、(4)人材育成の強化<sup>2</sup>。そして2003年のe-Japan戦略ⅡではIT利活用を進化させ利用者の更なる便益をはかるとともにアジア各国との協調に重点が置かれた<sup>3</sup>。e-Japan戦略の4つの重点政策のうち、インフラ整備は過去1年間にインターネットを利用したことのある人は推計

<sup>1</sup> 日本商業教育学会『商業科教育論』実教出版、2019年、25-36頁。

<sup>2</sup> 首相官邸ウェブサイト『e-Japan戦略』高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部、<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/enkaku.html>, 2001年1月22日 [2021年9月27日閲覧]。

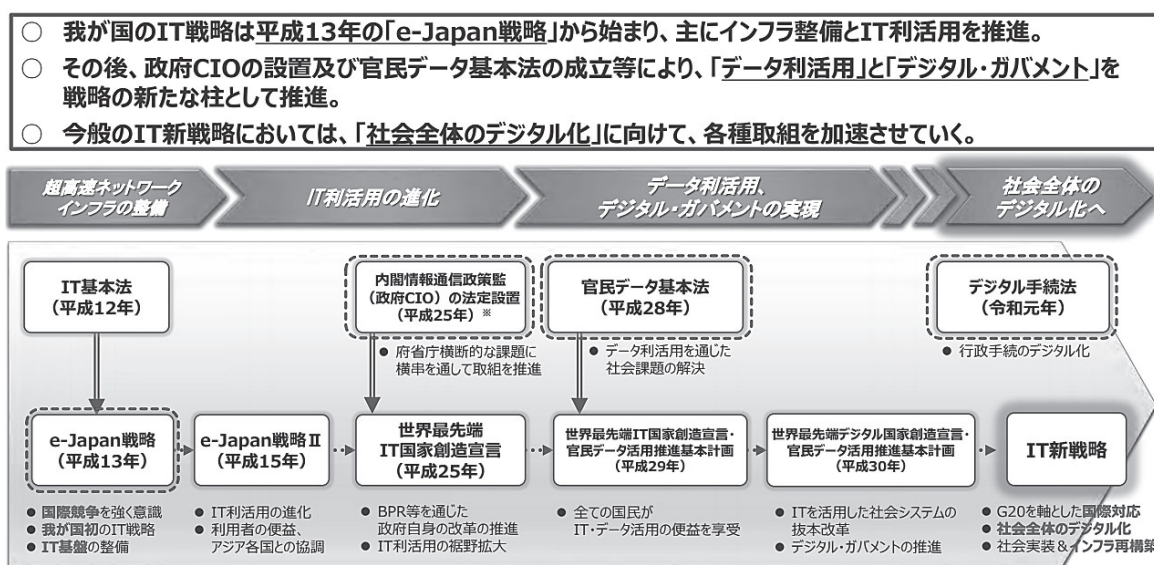
<sup>3</sup> 首相官邸ウェブサイト『e-Japan戦略Ⅱ』IT戦略本部、<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/030702ejapan.pdf>, 2003年7月2日 [2021年9月27日閲覧]。

8,529万人に達し、人口普及率も推計66.8%となるなど長足の進歩を遂げた<sup>4</sup>。電子商取引も企業間の取引総額は102兆6,990億円に到達するなど大躍進している<sup>5</sup>。しかし、この2つの成果は、規制緩和を追い風とした民間事業者の企業努力によって獲得されたものである<sup>6</sup>。

しかし3兆円を超える国費が投入された電子政府は、国民向けのサービスのほとんどの手続きで

電子申請が導入されたにもかかわらず、低い利用率にとどまっている状況がみられた。その典型的な例として「住民基本台帳」があげられるが、累計交付枚数が960万枚（有効交付枚数が717万枚）であり、仮に、717万枚を全人口（約1億2,823万人、H27.1.1住基人口）で割ると交付率は約5.6%となる<sup>7</sup>。

図表2 我が国におけるIT戦略の歩み



(出典) 首相官邸ウェブサイト「IT新戦略の概要—社会全体のデジタル化に向けて—」内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室、<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190607/siryous8.pdf>、2019年6月[2021年9月27日閲覧]。

また2004年の3月に鳴り物入りでスタートした「パスポート申請システム」も開発と運営に、政府は約21億円もの巨費を投入している。これに都道府県が別途負担した実用化システム構築費を合わせると、総額は30億円を上回るにもかかわらず、当初2年間の利用は133件に留まった。国費による1件当たりの処理コストは1,580万円、都道府県の負担分を加えると2,200万円を超える。そ

れだけではない。パスポートの電子化について、諸外国の合意も得られていない。財務省から「無駄ではないか」との指摘を受け、法務省は「これ以上の利用増加が見込めない」として、同システムは2007年3月、事実上の廃止に追い込まれた<sup>8</sup>。これらの失敗要因は「従来の戦略の立ち位置が、デジタル技術の利活用を強調しつつも、ややもすると技術優先指向となり、同時にサービス供給者

<sup>4</sup> 総務省ウェブサイト『平成17年「通信利用動向調査」の結果』[https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/060519\\_1.pdf](https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/060519_1.pdf)、2006年5月19日 [2021年9月27日閲覧]。  
<sup>5</sup> 経済産業省『平成16年度電子商取引に関する実態・市場規模調査（情報経済アウトック2005）』次世代電子商取引推進協議会 株式会社N T Tデータ経営研究所、2005年6月28日。  
<sup>6</sup> 日本総研ウェブサイト『「e-JAPAN」を評価するという事』[https://www.jri.co.jp/service/special/content2/media\\_ejapan/](https://www.jri.co.jp/service/special/content2/media_ejapan/)、[2021年9月27日閲覧]。  
<sup>7</sup> 総務省ウェブサイト『住民基本台帳カードの交付状況』[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000200394.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000200394.pdf)、2015年12月31日 [2021年9月27日閲覧]。  
<sup>8</sup> インプレスウェブサイト『電子政府・電子自治体プロジェクト、総額12兆円に対し希薄な存在感』<https://it.impress.co.jp/articles/-/6951>、2009年8月28日 [2021年9月27日閲覧]。



側の論理に陥っていた面があるため<sup>9)</sup>である。利用者目線でのシステム設計、そして縦割りにならない業務の流れ等を考えていくうえで、共通のプログラミング思考は非常に有用である。

そして2019年6月に世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画が閣議決定された<sup>10)</sup>が、2020年7月にIT新戦略として変更された。このIT新戦略は新型コロナウイルス感染症がもたらした社会や価値観の変容と課題、政策策定の視点が多く盛り込まれている。

#### 1-4 PISAにおけるアンケート結果

OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development; 経済協力開発機構)が進めているPISA (Programme for International Student Assessment; OECD生徒の学習到達度調査)とは15歳を対象に読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの三分野について、3年ごとに本調査を実施するものである。厳密にいうと調査段階で15歳3か月以上16歳2か月以下の学校に通う生徒が対象であり、日本では高校1年生を対象にしている。2000年から3年おきに実施され、今回は2018年に実施された。2021年に実施予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響で実施ができなかったため1年延期となり、2022年に実施予定である<sup>11)</sup>。

2002年改定の学習指導要領を目前として、1990年代末に「ゆとり教育」が悪影響を与えたとして

「学力低下問題」が社会現象になるほど議論が紛糾した。その際にしばしば「PISAにおける日本の順位の下落」が学力低下の根拠として論じられたことを想起する人も多いであろう。しかし認知度はあまり高くないが、PISAは学習到達度調査を実施するとともに、生徒にたいする個人的なアンケート調査ならびにICTにかんするアンケート調査も同時に実施している。その結果をもとに、PISA2015では「生徒の科学にたいする態度・理科の学習環境」、「生徒のwell-being (健やかさ・幸福度)」にかんする報告書を、PISA2018では「学校・学校外でのデジタル機器の利用状況」の報告書を国立政策研究所が作成している(図表3)。調査結果によれば、日本は学校の授業(国語、数学、理科)におけるデジタル機器の利用時間が短く、OECD加盟国中最下位であり、「利用しない」と回答した生徒の割合は約80%にも上った。また、コンピュータを活用して宿題をする頻度も同様にOECD加盟国中最下位であった。学習到達度調査の結果が学習指導要領改訂に影響を与えているのは周知の事実であるが、このアンケート結果もまた、国の施策に影響を与えることとなった。そしてPISA2021ではコンピュータシミュレーションやコンピュータモデルの設計およびコンピューショナル・シンキング<sup>12)</sup>を新たな項目として取り上げることが明言した<sup>13)</sup>。これらのことを踏まえて日本の施策は情報化にさらに大きくかじを取るることとなる。

<sup>9)</sup> 首相官邸ウェブサイト『i-Japan 戦略 2015～国民主役の「デジタル安心・活力社会」の実現を目指して～』IT戦略本部, [https://www.jri.co.jp/service/special/content2/media\\_ejapan/](https://www.jri.co.jp/service/special/content2/media_ejapan/), 2009年7月6日 [2021年9月27日閲覧]。

<sup>10)</sup> 首相官邸ウェブサイト『世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画』<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20200717/siryoul.pdf>, 2020年7月17日 [2021年9月27日閲覧]。

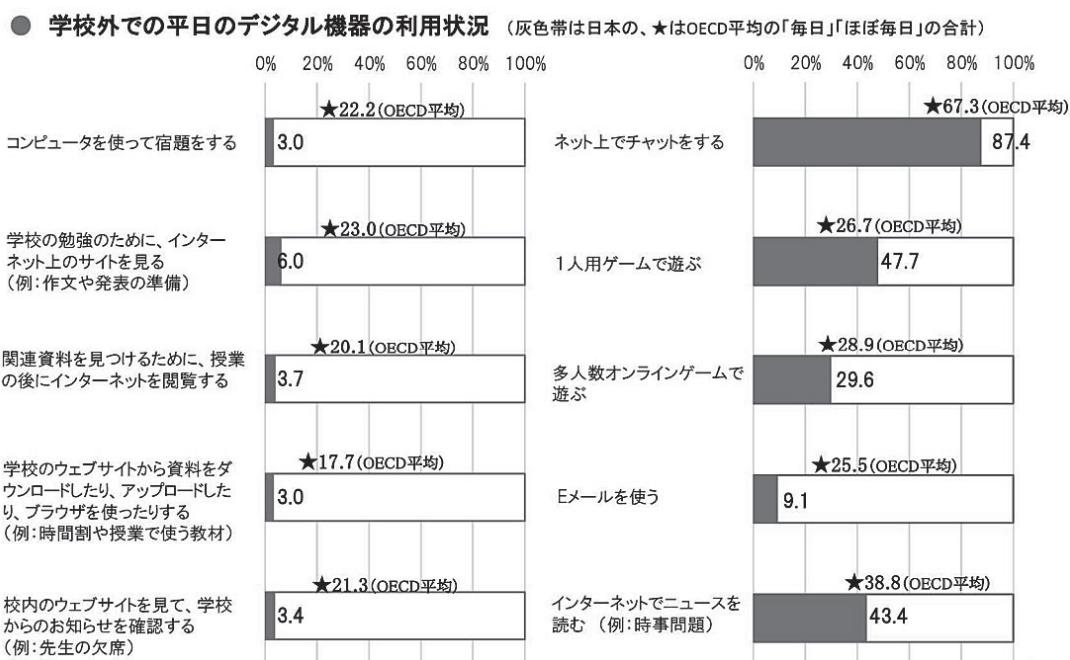
<sup>11)</sup> 国立教育政策所ウェブサイト『OECD生徒の学習到達度調査 (PISA)』<https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html>, [2021年9月27日閲覧]。

<sup>12)</sup> 1960年代にはすでに存在していた考え方だが、本格的に注目されるようになったのは、2006年にアメリカの計算機学会誌に寄稿された、Jeannette M. Wing氏による論文「Computational Thinking」からである。同論文では、コンピューショナル・シンキングを「コンピュータサイエンティスト (Computer Scientist) の思考法である」と定義しており、具体的には「課題が何であるかを理解し、課題を適切に解決する方法を考える」と説明される。文部科学省が提唱している「プログラミング的思考」は、コンピューショナル・シンキングの一部であるといえる。

Edtechzinウェブサイト『コンピューショナル・シンキング』<https://edtechzine.jp/>, [2021年9月27日閲覧]。

<sup>13)</sup> OECD, *PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)*, November 2018, pp41-42.

図表3 OECD/PISA 2018年 ICT活用調査



(出典) 文部科学省「令和2年度補正予算概要説明 ～GIGAスクール構想の実現～」『学校の情報環境整備に関する説明会資料』2頁、[https://www.mext.go.jp/content/20200509-mxt\\_jogai01-000003278\\_602.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200509-mxt_jogai01-000003278_602.pdf)、2020年5月11日 [2021年9月27日閲覧]。

## 2 大学生のICT能力とプログラミング教育

### 2-1 小学校でのプログラミング教育の必要性

学習指導要領改訂により、2020年度から小学生にプログラミング教育が必修化され、中学校、高等学校においても同様に必修化されたが、学校現場ではいまだ試行錯誤している状態である。しかしなぜ小学生にプログラミングを教える必要があるのだろうか。この疑問は「プログラミング教育の目的」が「プログラムの育成」であると多くの人が認識していることに起因する。プログラミング教育が必要である真の理由は、これからの社会において仕事の進め方が大きく変わっていくからである。

現代ではどのような職業についても情報技術とは切り離せないため、プログラミングの基本的な知識の有無で、リーダーシップや他者とのコミュニケーション能力にも大きな差がついてしまう蓋然性が高い。そして現在の日本では産業の根幹であるモノづくりがうまくいってないという現実がある。その理由は企業の現場でモノをつくっている人たちと、管理職の人たちが話している言葉や

考え方のスキームが異なることに起因する。現場の技術者は技術の最適を求める一方、それを販売する人や利用する人が求めるものとの間には大きな乖離がみられる。前述のようにe-Japan戦略では、ほとんど誰も利用していないものに巨費をつぎ込んだり、性能はよくても利用しづらいものや利用したくないものが次々と製造・開発されたりした。e-Japan戦略開始時、プログラマ不足を補てんするために非常に多くの理系学生たちが採用された。彼らはプログラミング能力を備えていたが会社の業務や物事の流に精通していなかった。それがこの悲劇を生んだのである。

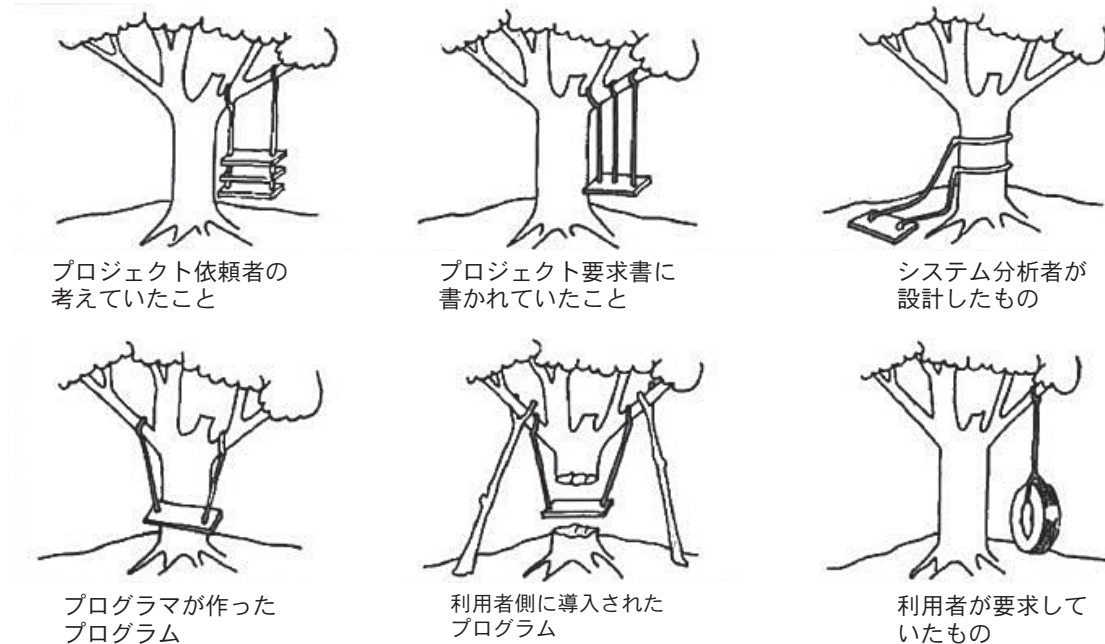
まさに図表4のような状況が現実的に起こったのである。「利用者側に導入されたプログラム」において、納期が迫ってきてとりあえず動く形にしたところなどは秀逸である。これを回避するためには、「プログラマとプログラムを必要とする人以外にも多くの人に関係している場合は、何をすべきかについてみんなが同じ理解に達している必要がある<sup>14)</sup>」のである。換言すれば、プロジェクトを進めていくうえで齟齬が起きないように、

<sup>14)</sup> B. L. Meek, P. M. Heath, and N. J. Rushby, *Guide to good programming practice 2nd ed.*, E. Horwood, Halsted Press, 1980, p15 (久保未沙、永田守男共訳『成功するプログラミング』近代科学社, 1982年, 13-14頁)。

説明者側も設計者側も情報技術の基礎的な部分を共有しておくことが望まれることとなる。それが

今回のプログラミング教育の必修化だととらえることが肝要である。

図表4 失敗したソフトウェア開発のパロディ



(出典) University of London Computer Centre Newsletter, No.53, March 1973.

なお訳語はつぎの文献による。

久保未沙、永田守男共訳『成功するプログラミング』近代科学社、1982年、10頁。

## 2-2 大学生のICT能力

一部の研究者たちのものだったコンピュータは徐々に改良され、小型化し、普及していった。特に1995年は、Windows95の発売やインターネットサービスプロバイダ (Internet Service Provider: ISP) の急増にともなう料金の低廉化によって、インターネットならびに一般利用への弾みがついたターニングポイントといえる年であった。その当時すでに働いていた人は、突如出現したパーソナルコンピュータに驚き、操作を修得するために非常に苦労した経験を想起することだろう。それに引き換え現在の若者は、生まれたときからスマートフォンやタブレット等のデジタル機器に囲まれ、デジタルネイティブで、ICT活用能力が高く、Ms-Word や Ms-Excel など問題なく使

いこなすなど情報技術の知識が豊富というイメージがある。しかし現実にはそうでもなく、スマートフォン操作には自信があるが、大学に入学して初めてパソコンを使う大学生も多い。図表5は満10歳から満17歳の青少年がどの機器をもちいてインターネットに接続するかを示したグラフであるが、スマートフォンが大半であり、パソコンは3分の1にも満たない。現在コロナ禍の影響でオンライン授業をおこなう大学も多いが、その課題をスマートフォンで提出したり卒論を書いたりする学生も一定数存在する。

「近年の学生はスマートフォンによって情報検索やSNSをおこなう機会が多いため、フリック入力に慣れているが、PCのキーボードには慣れていない<sup>15)</sup>」ということである。スマートフォン

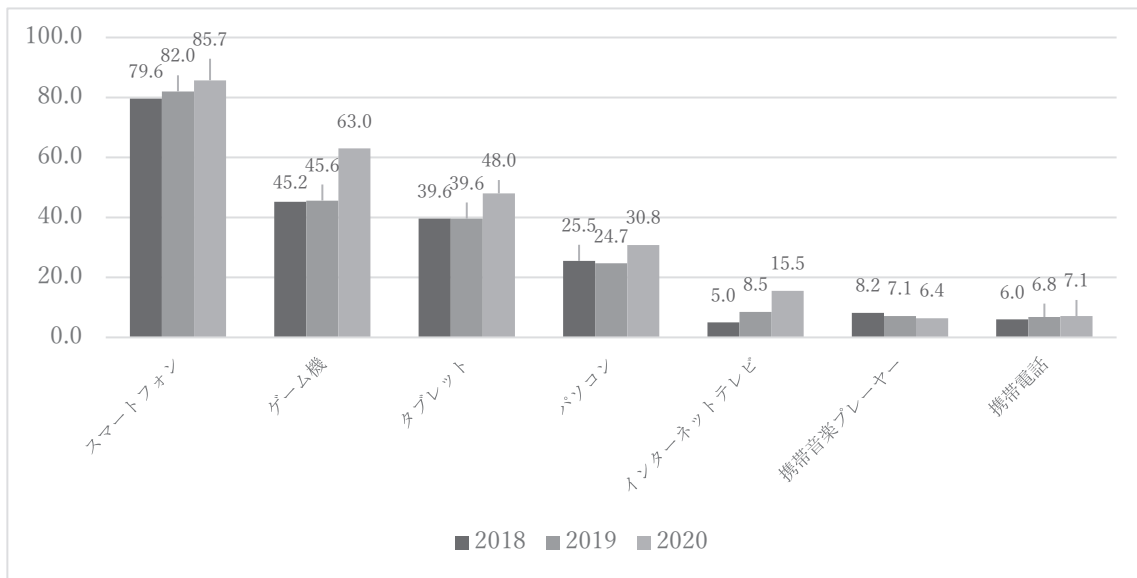
<sup>15)</sup> 高橋俊史「デジタルネイティブ世代と呼ばれる大学生を対象とした情報モラル教育に関する一考察」『東北福祉大学研究紀要』第44号、2020年3月、92-93頁。

なおフリックとは、画面に触れて操作するタッチパネルの基本的な操作方法の一つで、特定の箇所に指を触れた後、はじくようにさっと動かすこと。“flick”の原義は「軽く打つ」「はじく」「急に動かす」などの意味である。e-Wordウェブサイト『フリック』<https://e-words.jp/w/%E3%83%95%E3%83%AA%E3%83%83%E3%82%AF.html>, [2021年9月27日閲覧]。

は情報リテラシーがなくとも使えるように設計されているため、その利用が情報リテラシーの有無をはかれないことが盲点になっているともいえる。そこでデジタルネイティブ世代と呼ばれているが情報リテラシーが高いと誤認識をしないことが大事である。また、民間調査では、大学生の9割以上がPCを所有しているが、大学4年生の70.7%がPCスキルに自信がないと回答し、ま

た、社会人からも57.2%が新入社員のPCスキルに不足を感じるとの結果が出ている<sup>16</sup>。そこでICTを苦手とする学生がいることをしっかりと認識し、学生に合わせた教育をおこなうことが必要である。更に大学教育においてはまず、学生の積極的なPC利用を促進すること、そして、情報リテラシーに関する教育の必修化を促進することが肝要であろう。

図表5 青少年のインターネット利用機器の状況（個人）



（出典）つぎのデータを再構成し本論文筆者が作成。  
 内閣府ウェブサイト『令和2年度 青少年のインターネット利用環境実態調査』, [https://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/r02/net-jittai/pdf/kekka\\_gaiyo.pdf](https://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/r02/net-jittai/pdf/kekka_gaiyo.pdf), 2021年3月, 8頁, 概要4。

### 2-3 官民連携コンソーシアムとスクラッチ

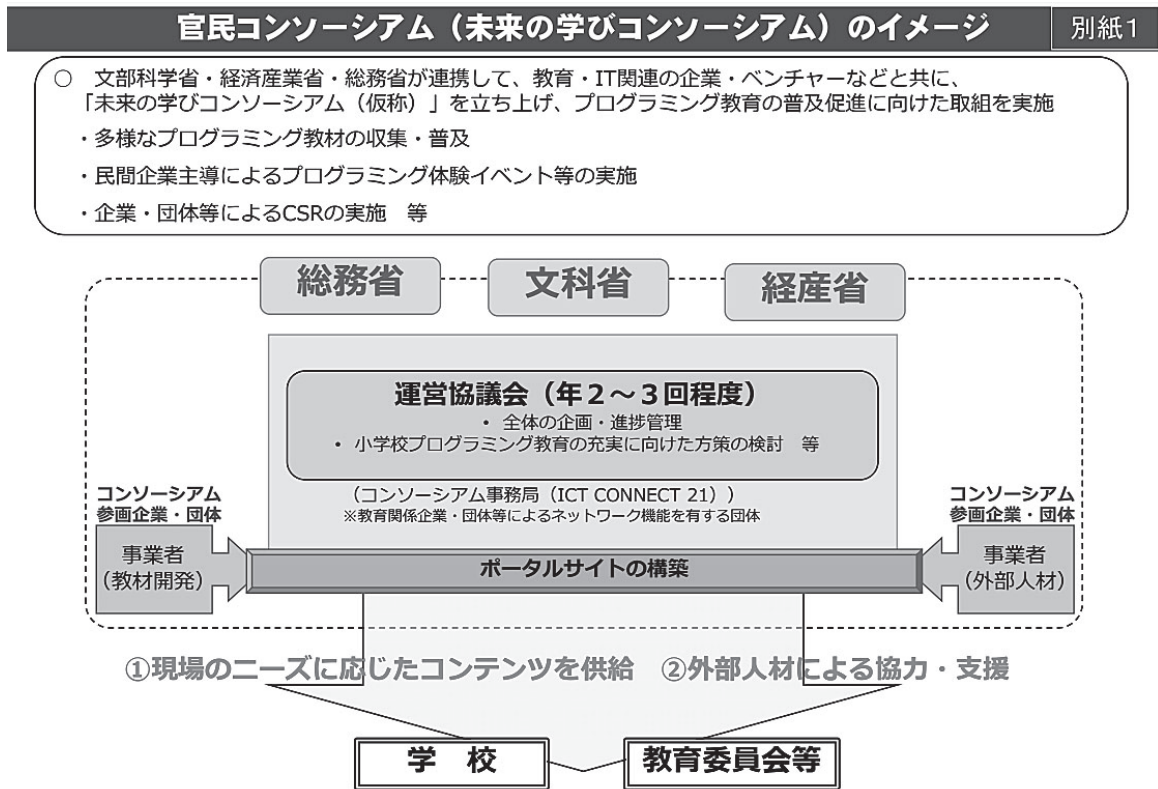
文部科学省、総務省、経済産業省が連携し、次期学習指導要領における「プログラミング的思考」などを育むプログラミング教育の実施に向けて、学校関係者や教育関連やIT関連の企業・ベンチャー、産業界と連携し、多様かつ優れたプログラミング教材の開発や企業等の協力による体験的プログラミング活動の実施等、学校におけるプログラミング教育を普及・推進していくため、「未

来の学びコンソーシアム」を2017年3月9日に設立した<sup>17</sup>。図表6は官民コンソーシアムのイメージである。いままで競争的立場にあり、連携することが想像し難かった文部科学省と経済産業省そして総務省までもが手を組んだことは、幕末に薩摩と長州が手をくんだことに匹敵する驚きであり、現在のITをとりまく日本の状況が、幕末の日本と同様に喫緊の課題をもっていることの証左ともいえるであろう。

<sup>16</sup> NECパーソナルコンピュータ株式会社『大学生（1年生～3年生）・就職活動経験者（大学4年生）、人事採用担当者を対象とするPCに関するアンケート調査』 <https://www.nec-lavie.jp/common/release/ja/1702/0704.html>, 2017年2月7日 [2021年9月27日閲覧]。  
<sup>17</sup> 総務省ウェブサイト『「未来の学びコンソーシアム」のサイトの公開』 [https://www.soumu.go.jp/menu\\_kyotsuu/important/kinkyu02\\_000259.html](https://www.soumu.go.jp/menu_kyotsuu/important/kinkyu02_000259.html), 2017年3月15日 [2021年9月27日閲覧]。



図表6 官民コンソーシアムのイメージ



(出典) 総務省ウェブサイト『「未来の学びコンソーシアム」の設立について～官民でプログラミング教育を～』 [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000472828.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000472828.pdf), 総務省, 別紙1, [2021年9月27日閲覧]。

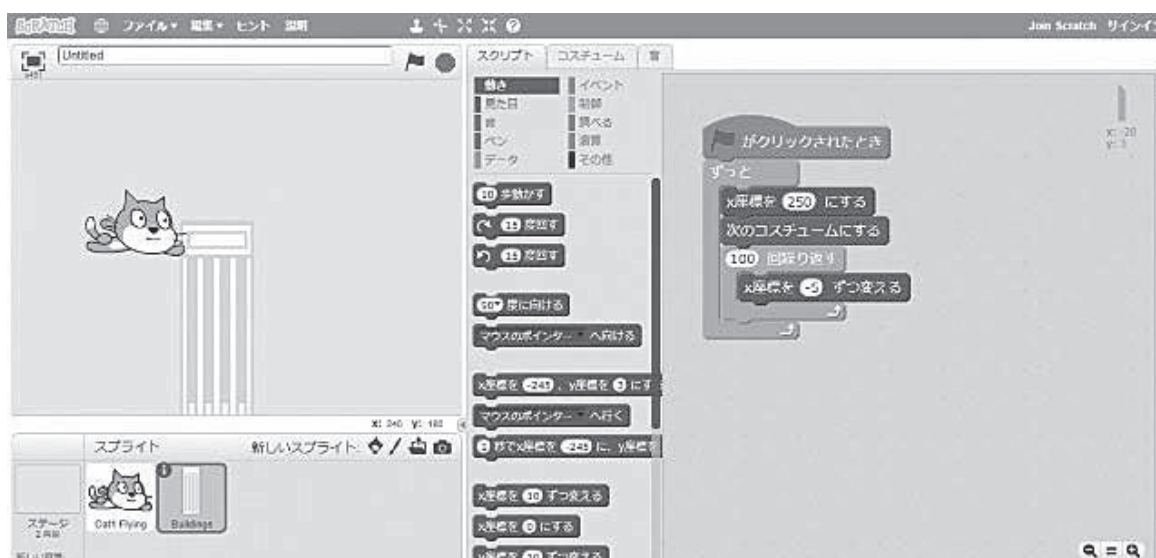
この官民連携コンソーシアムの推奨する小学校におけるプログラミング教育にScratch（スクラッチ）がある。Scratchは、アメリカ・マサチューセッツ工科大学のメディアラボが無償で公開しているビジュアルプログラミング言語（Visual Programming Language）である。ビジュアルプログラミング言語とは、プログラムをテキストで記述するのではなく、視覚的なオブジェクトでプログラミングするプログラミング言語である。グラフィカルプログラミング言語とも呼ばれる。Scratchは画面上のブロックをつなぎ合わせてプログラムを作成する方式を採用している。日本語でも使用可能であり、主にマウスを使用するため、キーボード操作に不慣れな小学生でも利用することが容易である（図表7）。

「10歩動かす」「1秒待つ」といった、画面上にあらかじめ準備されているブロックを組み合わせることによってプログラムを作成し、作成したプログラムによって画面上のキャラクターが動作することでプログラムが正しいかどうかを判断することができる。このようなビジュアル型のプログラムは感覚的にプログラム作成ができるため導入には最適である。またプログラムを修正しては実行するという試行錯誤（Trial and Error）をおこなうことも、一つの画面上だけで手軽におこなうことができる。

プログラムとは、換言すれば命令の組み合わせであり、正しく命令できれば正しく動作することである。したがって相手にわかりやすく正しく伝える訓練は非常に有意義である。



図表7 小学校におけるプログラミングの一例



(出典) 小学校を中心としたプログラミング教育ポータルウェブサイト『Scratch (スクラッチ)』  
<https://miraino-manabi.jp/content/285>, 文部科学省[2021年9月27日閲覧]。

## 2-4 各段階における学習指導要領の相違

プログラミング教育とは、子どもたちに、コンピュータに意図した処理をおこなうよう指示することができるということを体験させながら、発達の段階に即して、さまざまな資質・能力を育成するものである。それを発達段階、観点別に記してみる<sup>18</sup>。

### (1) 知識・技能

(小)「身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと」。

(中)「社会におけるコンピュータの役割や影響を理解するとともに、簡単なプログラムを作成できるようにすること」。

(高)「コンピュータの働きを科学的に理解するとともに、実際の問題解決にコンピュータを活用できるようにすること」。

### (2) 思考力・判断力・表現力等

「発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること」。

いわゆる「コンピューショナル・シンキング」の考え方を踏まえつつ、プログラミングと論理的思考との関係を整理しながら提言された定義であ

る。自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力を身に付けることを目標とする。

### (3) 学びに向かう力・人間性等

「発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること」。

コンピュータは命令したことはきちんと実行する半面、融通が利かないため思うような結果をえられないことも多々ある。体験する中で、コンピュータによる処理と人間の活動それぞれのよさに気付くことなども重要と考えられる。

## 3 情報教育の目指すもの

### 3-1 GIGAスクール構想

Society 5.0とは、狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く、新たな社会という意味で、政府の第5期科学技術基本計画 (2016

<sup>18</sup> 文部科学省『小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について (議論の取りまとめ)』小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議、初等中等教育局教育課程課教育課程企画室、2016年6月16日。

年1月)において初めて提唱された考えである。一般社団法人日本経済団体連合会はこれを「創造社会」と定義している。当初は日本の科学技術政策のなかで生み出された考えであったが、我が国

そして世界が目指すべき未来の社会像として、世界中に広まりつつあるコンセプトであり、政府のみならず産業界や学术界も一緒になって取り組みを進めているものである。

図表8 GIGAスクール構想の実現



(出典) 文部科学省『GIGAスクール構想の最新の状況について』2021年3月19日。

このSociety 5.0を生き抜くため、そしてAI戦略2019を成功させるために小学校、中学校、高等学校、特別支援学校等にインフラ整備としておこなわれているのがGIGA (Global and Innovation Gateway for All) スクール構想である (図表8)。GIGAスクール構想とは、多様な子どもたちを誰一人取り残すことのない、公正に個別最適化された学びを全国の学校現場で持続的に実現させるために、高速大容量の通信ネットワークを前提とした児童生徒1人1台端末を整備することである。Society 5.0時代を生きる子どもたちにとって、教育におけるICTを基盤とした先端技術の活用は必須である。また変化の激しい時代を生き抜くには従来の一斉教育だけではなく、多様な子どもたち

を誰一人取り残すことのない、個別最適化された創造性を育む教育の実現が重要であり、ICT教育で次世代の人材を育てる必要がある<sup>19)</sup>。

### 3-2 文理融合とSTEAM教育

文理融合とは、これまでの大学教育の現場で一般的に使用されていた「文系・理系」という学問的区分にとらわれず、領域横断的な知識力と発想力を学生に習得させようとする教育方針のことである。それを実践していく教育がSTEM教育で、Science (科学), Technology (技術), Engineering (工学), Mathematics (数学)の頭文字から成る。これをさらに拡大したものがSTEAM教育である。

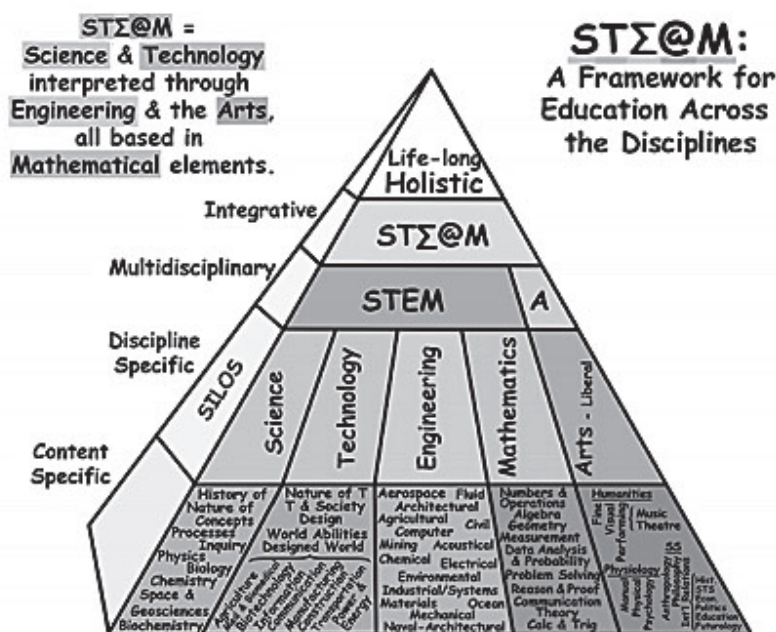
<sup>19)</sup> 文部科学省「令和2年度補正予算概要説明～GIGAスクール構想の実現～」『学校の情報環境整備に関する説明会資料』8頁, [https://www.mext.go.jp/content/20200509-mxt\\_jogai01-000003278\\_602.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200509-mxt_jogai01-000003278_602.pdf), 2020年5月11日 [2021年9月27日閲覧]。

STEAM教育のAの概念は、現在、大きく分けて「芸術 (ART)」と「教養 (ARTS)」の2通りの考え方がありその定義はいまだ定まっていない。文部科学省においてはSTEAM教育における“A”はART (芸術) ととらえられているが、経済産業省においては第1次提言から第2次提言に

かけてARTからARTSへと方針転換されている<sup>20</sup>。

これらを区別せずにSTEM/STEAM教育として論じられることも多い。STEAM教育はG. Yakmanが2006年に提唱し始め、そのピラミッド (図表9) は国によって時代によって変更され続けている<sup>21</sup>。

図表9 STEAMピラミッド



(出典) G. Yakman, *STEAM Pyramid History*, STEAM Education Web Site, <https://steamedu.com/pyramidhistory/>, 2008年 [2021年9月27日閲覧].

日本においては、豊かな創造性を備え Society5.0の実現の創り手を育成するために小学校から高等学校まで幅広くSTEAM教育が導入されようとしており、2020年度から小学校でプログラミング教育が必修化されることもこの流れともいえる。高等学校新学習指導要領の総合的な探求の時間・理数探求と、STEAM教育とは滑らかに繋がっている。そして情報科教育はその側面補助の役割を担っている。

STEAM教育などの教科横断型学修をすすめるうえで、普通科、専門学科、総合学科など学科の

区別を考慮する必要がある。特に学習意欲に課題を抱える生徒が集まる学校において探求的な学修をどのように進めるかは課題を残している<sup>22</sup>。

STEAM教育は、課題の選択や進め方によっては強力な学ぶ動機づけとなる。そのためにはSTEAMの範囲を芸術、文化、経済、法律、生活、政治を含めた、できるだけ広い範囲としてとらえ、定義することが重要である。海外では、国の競争力を高めるためにも非常に注目しており、自国で工夫しながらSTEAM教育を実施している<sup>23</sup>。グローバル化が進み、シンギュラリティが到来す

<sup>20</sup> 辻合華子, 長谷川春生 「STEAM教育の“A”の概念について」『科学教育研究』第44巻第2号, 93-94頁, 2020年。

<sup>21</sup> G. Yakman, *STEAM Pyramid History*, STEAM Education Web Site, <https://steamedu.com/pyramidhistory/>, 2008年 [2021年9月27日閲覧].

<sup>22</sup> 文部科学省 『新学習指導要領の趣旨の実現とSTEAM教育について——「総合的な探求の時間」と「理数探求」を中心に——』高校WG (第4回) 資料1, 2019年10月15日, 17頁。

<sup>23</sup> 同上資料, 14頁。



る可能性のある時代において多くの仕事生まれ、そして消滅している。これまでと同じ教育内容で知識を身につけていくだけでは、競争に勝ちぬくことはできない。

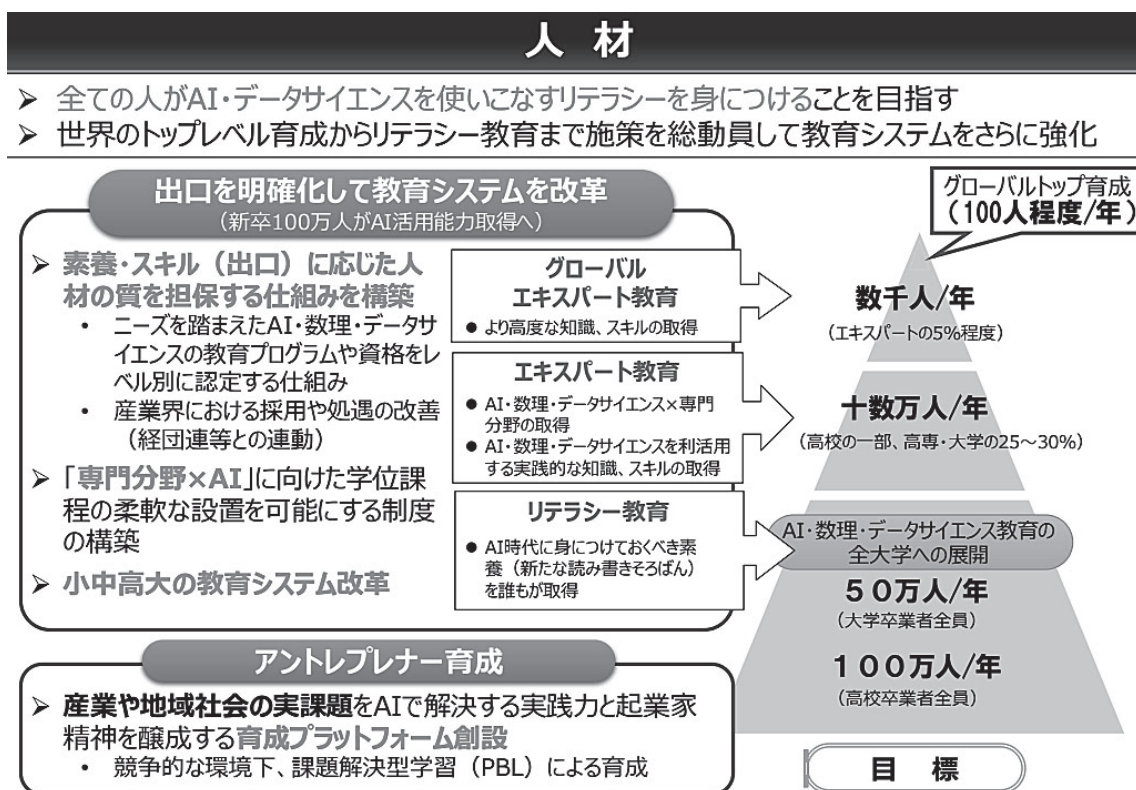
元大統領のオバマ氏も「ゲームを買ったり、アプリで遊んだりするだけでなく、それらを作れるようになりましょう」という内容を演説で述べている。テクノロジーなどの時代に合った専門知識・技術を身につけることで、製品やサービスを作れる側にまわることが可能になる。これはアメリカだけの考え方ではなく、多くの国でもSTEAMの5分野を学ぶことは必須というのが共

通認識である。

### 3-3 数理・データサイエンス・AI教育

国家戦略としてすべての人がAI・データサイエンスを使いこなすリテラシーを身につけることを目指して「数理・データサイエンス・AI教育」が大学教育に導入される（図表10）。このプロジェクトにたいし、2022年度から開始される新学習指導要領において高等学校の必修科目となった「情報Ⅰ」は文系理系を問わず大学生において必修となる教育への橋渡しとして大きな役割を負うことになるであろう。

図表10 数理・データサイエンス・AI教育の人材教育



(出典) 平井卓也「AIについて」総合科学技術・イノベーション会議（第41回）資料，内閣府，<https://www8.cao.go.jp/cstp/siryu/haihui041/siryu2.pdf>，[2021年9月27日閲覧]。

高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材<sup>24</sup>の内容をみると、大学において学修する「数理・データサイエンス・AI教育（リテラシーレベル）」<sup>25</sup>「数理・データサイエンス・AI教育（応用基礎レ

ベル）」<sup>26</sup>の前段階として非常に適した内容となっていることがわかる。特に第4章「情報通信ネットワークとデータの活用」におけるデータの活用部分（量的データの分析、質的データの分

<sup>24</sup> 文部科学省『高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材』2019年3月29日。

<sup>25</sup> 『「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）」の創設について』数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議，2020年3月。

<sup>26</sup> 『数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（応用基礎レベル）』数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議，2020年3月。

析、データの形式と可視化)は有用である。

さらに「情報Ⅱ」では、発展的にデータサイエンスやAIを学ぶために情報とデータサイエンス教育に多くのページが割かれている。ビッグデータを有効にもちいるための重回帰分析や主成分分析などの統計手法、AIに効率よく学習させるためのMNISTデータ (Modified National Institute of Standards and Technology database) による画像認識やニューラルネットワーク (Neural Network)、そしてビッグデータ解析やスマホアプリデザインをするためのPython (パイソン) およびR言語の学習など広範囲かつ深い内容に言及している。そしてそこでえた情報と多くの情報技術を活用した問題発見・解決の探究をおこなうこととされている。このように21世紀を生きる我々にとって「数理・データサイエンス・AI」が、江戸時代の「読み書きそろばん」に相当するリベラルアーツ (Liberal Arts) であることを理解する必要がある。

### 3-4 デジタルトランスフォーメーション

デジタルトランスフォーメーション (DX: Digital Transformation<sup>27)</sup>) は「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること<sup>28)</sup>」と定義される。このように、デジタルトランスフォーメーションとはIT化を意味するわけではない。IT化とは既存の業務にIT技術を取り入れるだけであるが、デジタルトランスフォー

メーションは「ITによって業務や生活を改革する」という意味も併せもっている。長年運用を続けてきた既存システムは、会社の基幹を支えるものとして継続的に追加開発を繰り返してきた。そのため老朽化、肥大化・複雑化、ブラックボックス化している。これらのために本来不必要だった運用保守費を払い続けることを一種の負債ととらえ、技術的負債 (Technical Debt) と呼ぶ。

経済産業省によれば8割以上の企業において老朽システムが残存している。このように老朽化した既存システムは前述のような技術的負債を抱えているために運用費や保守費が高騰し、IT関連費用の80%は老朽化した現行システムの維持管理 (Run the Business) に使用されている現状がある。このままでは戦略的なIT投資に資金・人材を振り向けられないため、アメリカをはじめとする諸外国のように競争力強化ができない現実がある<sup>29)</sup>。

これらの諸問題に対処するため、アップデート困難ないわゆるレガシーシステムの解消に向けて企業は積極的に取り組む必要がある。これが2025年の崖である (図表11)。そして技術的負債を解消するだけでなく、Society5.0時代に生きる我々が豊かに暮らせるように、そして競争力強化をも同時に達成しようとビジネスモデルを変革し社会を変えようとするのがトランスフォーメーションである。デジタルトランスフォーメーションはビジネスモデルを変革し社会を変えるものとして、国内でも注目されるようになってきた。取り組む際の課題はあるが、進化していく社会に対応するためには積極的にデジタルトランスフォーメーションの推進が必要である。

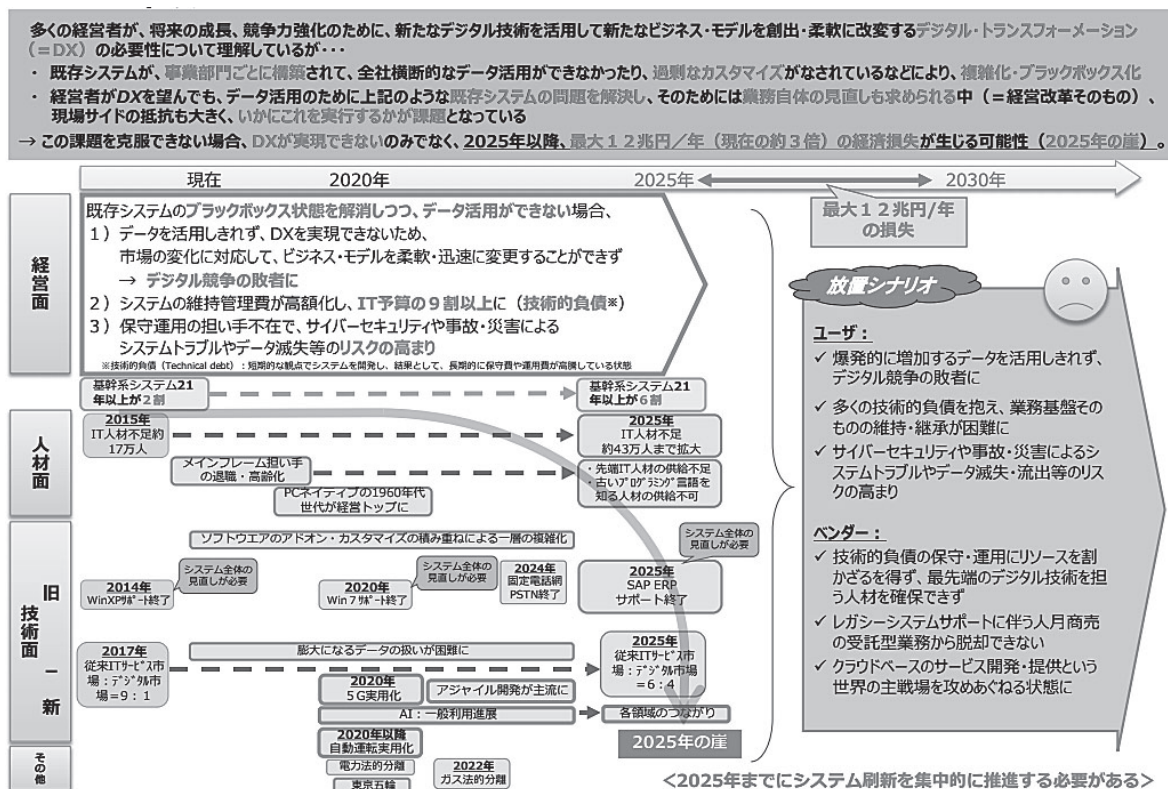
<sup>27)</sup> 「Trans」はラテン語由来であり「Cross」同様に「変える」「超える」「交差する」といった意味をもつ。欧米では「交差する」ということばは省略して「X」と書き、「Transformation」は「X-formation」と表記されるため、頭文字を取ってDXと略されるようになった。

KDDIウェブサイト『デジタルトランスフォーメーションはなぜDXと略されるのか?』<https://www.kddimatomete.com/magazine/210201134321/>, 2021年2月1日 [2021年9月27日閲覧]。

<sup>28)</sup> 経済産業省『デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン』2018年3月, 2頁。

<sup>29)</sup> 経済産業省『デジタルトランスフォーメーションに向けた課題の検討～ITシステムに関する課題を中心に』デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会WG1全体報告書, 2020年12月28日。

図表11 2025年の崖



(出典) 文部科学省ウェブサイト『DXレポート ～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～ (簡易版)』デジタルトランスフォーメーションに向けた研究会, [https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/digital\\_transformation/pdf/20180907\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation/pdf/20180907_01.pdf), 2018年9月7日, [2021年9月27日閲覧]。

## 4 情報科教員の目指すもの

### 4-1 情報科教員の配置について

2022年度より、新しい高等学校学習指導要領に基づいて、すべての高校生がプログラミング、ネットワーク、データベースの基礎等について学習するにもかかわらず、高等学校において情報科担当教員の配置状況は芳しくない。県によっては情報科の教員を採用せずに免許外教科担任に指導させてきた現状もあり<sup>30</sup>、これまで採用計画において情報科教員が軽視されてきたことは否めない(図表12)。

そのため、文部科学省は、各都道府県・指定都市の採用・配置における多様な実態を踏まえ、以下の取り組みを実施し、新学習指導要領の円滑な実施に向けた更なる指導体制の充実を目指している。その内容はつぎのとおりである<sup>31</sup>。

### (1) 免許状を有する者の採用・配置の促進

教員の採用や配置に当たっては、高等学校教諭免許状「情報」保有者を計画的に採用する等により、高等学校教諭免許状「情報」保有者が指導に当たることができるよう適切な配置に努めること。

また、各教育委員会における採用選考において、高等学校「情報」の区分による採用選考を実施することや、高等学校「情報」以外の区分による採用選考において高等学校教諭免許状「情報」を有することを考慮した採用選考を実施するなども考えられる。

### (2) 免許状保有教員を活用した配置の工夫

(複数教科の指導について)

高等学校教諭免許状「情報」を含む複数教科の免許状を保有する教員を効果的に配置できるよう、高等学校教諭免許状「情報」の保有状況を把

<sup>30</sup> 朝日新聞『高校「情報科」、教員足りない 採用試験なし18道府県「免許外」で補う』2018年10月16日。

<sup>31</sup> 文部科学省ウェブサイト『高等学校情報科担当教員に関する現状及び文部科学省の今後の取組について (通知)』文部科学省, <https://www.mext.go.jp/content/000102780.pdf>, 2021年3月23日, [2021年9月27日閲覧]。



握した上で、適切な配置に努めること。

また一人の教員を一つの学校にのみ配置するのではなく、複数の学校に兼務させるなど、複数教科の免許状を保有する教員を効果的に配置できるよう工夫すること。

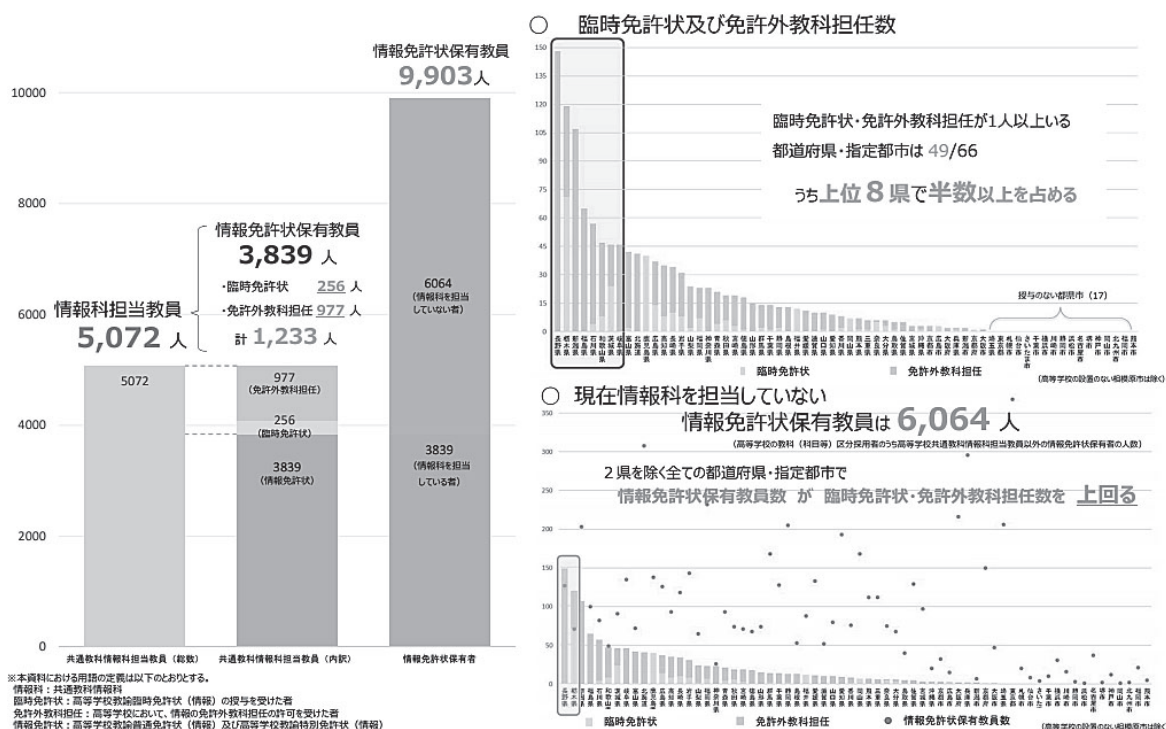
その際、遠隔授業等を活用した複数校の兼務に関する事例等を紹介する冊子<sup>32</sup>等も参考にすること。

(3) 研修等を通じた情報科担当教員の専門性の向上に向けた取り組み

高等学校「情報」の免許状を保有するものの、しばらく情報科を担当していない教員をはじめ、情報科担当教員が指導力を維持し、また最新の知識・技能を身に付けるため、文部科学省が公表する研修教材等<sup>33</sup>を活用した研修等を実施するなどし、専門性向上に努めること。

上記のような指導体制方針の変革により、今後情報科教員を取り巻く状況は大きく変化すると考えられる。

図表12 高等学校情報科担当教員にかんする現状について



(出典) 文部科学省ウェブサイト『高等学校情報科担当教員に関する現状及び文部科学省の今後の取組について（通知）』文部科学省, <https://www.mext.go.jp/content/000102780.pdf>, 2021年3月23日, [2021年9月27日閲覧]。

#### 4-2 「共通教科情報」のあり方

1999年改定学習指導要領によって教科情報が新設されたときに、「普通教科情報」と呼称され、専門学科における専門授業である「専門教科情報」と区別して呼称された。今回はすべての学生に履修させるという意味を込めて「共通教科情報」と呼称されている。

普通教科情報における主眼点は、けっしてコンピュータの使い方やアプリケーションソフトウェアの使用方法を教えることではない。コンピュータを活きた道具として、いかに「情報」を人間の役にたてることができるのか、自らの生きる力とすることができるのかということ学び、「情報」を扱う哲学や倫理を体得し、実践する方法やスキ

<sup>32</sup> 文部科学省 『2021年度高等学校教科「情報」の免許保持教員による複数校指導の手引き』 2021年3月。

<sup>33</sup> 文部科学省 『高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材』 2020年3月。

文部科学省 『高等学校情報科「情報Ⅱ」教員研修用教材』 2020年3月。

ルをみつけることが本筋であるとされた<sup>34</sup>。

この理念は秀逸であったが、普通教科情報の授業においてアプリケーションソフトウェアについての教育のみであるかのようなシラバスが大半であったり、プログラミングを必要としない「社会と情報」の選択履修が約8割であったり、受験に関係ないからと未履修問題まで引き起こすなどの弊害を引き起こした<sup>35</sup>。そこで入試改革に着手し、2025年の大学入学共通テストから、国立大学の受験生には、従来の「5教科7科目」に専門教科「情報」を加えた「6教科8科目」を課すのを原則とする方向で検討を進めている<sup>36</sup>。そして共通教科情報ではプログラミングを選択教科とせず必修の共通教科とした。これは現代の読み書きそろばんとされる数理・データサイエンス・AI教育への橋渡しである。

文部科学省によれば「小・中・高等学校を通じて、情報を主体的に収集・判断・表現・処理・創造し、受け手の状況などを踏まえて発信・伝達できる力や情報モラル等、情報活用能力を育む学習を一層充実するとともに、高等学校情報科については、生徒の卒業後の進路等を問わず、情報の科学的な理解に裏打ちされた情報活用能力を育むことが一層重要となってきた<sup>37</sup>」とされる。この共通理解があればソフトウェア開発は円滑に進み、日本全体の総体のIT化が促進されるであろう。

#### 4-3 情報科教員のあり方

これまで論じてきたように、「情報Ⅰ」の授業はすべての高校生に広範囲にわたって履修させるものであり、「情報Ⅱ」の内容は選択とはいえ深い内容に言及している。授業科目ではないが情報科教員の業務に関与しそうなものにSTEAM教育、未来の学校コンソーシアム、GIGAスクール構想などがあげられる。しかしこれらのことは教員がすべてを把握し知識として理解していなければ

ば何もできないということの意味しない。今回の改訂では「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善の推進」について示されているように、プログラミングなどに慣れ親しむ中で、生徒が主体的に試行錯誤をし、何を修正していけばいいのかを協働的に解決していく力をつけていくプロセスにおいて、個々の生徒に寄り添うということである。情報科の楽しさ、面白さを生徒に充分感じられるような授業の展開をすることがまずは肝要であろう<sup>38</sup>。

また情報教育を情報科の教員だけが担うと考えるてはならない。学習指導要領における各教科にかんする記述のなかで、教育効果を高めるためにコンピュータなどの情報機器を積極的に活用することが推奨されている。これは換言すれば、情報教育は情報科の教員だけに押し付けるのではなく、すべての教科において積極的に参画することを求めているということである。そして他教科の教員に参画してもらうためには、高校生に基礎的な情報処理能力や情報リテラシーを正しく身に付けさせておくこともまた肝要であろう。

配置された学校においてIT化を促進し、情報教育をリベラルアーツとするのが高校における情報科教員の責務である。これまでとは異なり、情報科教員の採用も配置も重点的におこなわれることは疑いようがない。これから情報科教員を目指す諸兄は日本の将来を担う使命感をもって職責に臨んでもらいたいと考える。

#### おわりに

2020年に小学校においてプログラミングが必修化され、中学校、高等学校でも情報教育がこれまで以上に強まっていく。そのことだけをみるのではなく、STEAM教育、未来の学校コンソーシアム、GIGAスクール構想、数理・データサイエンス・AI教育など教育現場において実施されているすべての方策を一度俯瞰してみる必要がある。

<sup>34</sup> 大西慶一、岡森博和「新教科『情報』に関する『情報科教育法』のあり方とその実践に関する研究」『年会論文集』（日本教育情報学会）第17号、2001年、105頁。

<sup>35</sup> 朝日新聞『必修漏れ責任論争 教育基本法の審議一転 国か教委か学校か』2006年10月31日。

<sup>36</sup> 朝日新聞『国立大受験に「情報」追加案 25年共通テストから「6教科8科目」検討』2021年5月24日。

<sup>37</sup> 文部科学省ウェブサイト『情報ワーキンググループとりまとめ』教育課程部会 情報ワーキンググループ資料1-2, [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/059/siryo/\\_icsFiles/afiedfile/2016/05/31/1370666\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/059/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/05/31/1370666_2.pdf), 2016年4月20日 [2021年9月27日閲覧]。

<sup>38</sup> 文部科学省『高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材』2019年3月。

そしてそのうえで高等学校において何を実践すべきなのか、高等学校において情報科教員を目指す人材には何を身に付けさせる必要があるのかを考えて情報科教育法を指導する必要がある。

授業についていえば、従前も普通教科情報を教えるのか専門教科情報を教えるのかによって対象生徒も求められる専門知識もまったく異なっていたが、共通教科情報における「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」の難易度も大きく異なる。特に「情報Ⅰ」の多岐にわたる内容をすべての生徒が履修するということは、情報科を担当する教員もまた、これらの内容のすべてについて授業をおこなっていくということである。また「情報Ⅱ」の専門性の高い授業を教えるには高度な知識を必要とする。心して取り組む必要がある。

校務分掌についていえば、情報科担当教員がネットワーク管理者の担当を依頼される蓋然性が高く、場合によってはコンピュータの保守・管理業務を頼まれることもあるだろう。その人の能力によっては際限なく仕事を依頼される可能性はある。なんでもできるに越したことはないがある程度の割り切りもまた必要であろう。

これからの国家戦略である新IT戦略を高等学校における教育現場から側方支援するのが情報科教員であり、その情報科教員を育てるうえで基盤となるものが情報科教育法である。情報科教員を目指す人は、将来の日本を担う人材をきちんと育てるという使命感および矜持をもって取り組んでほしい。

#### 付記

本研究は鎮西学院大学地域総合研究所（採択研究2021C1）の助成を受けて実施した調査研究の成果の一部である。

#### 【参考文献】

Meek, B. L., P. M. Heath, and N. J. Rushby, *Guide to good programming practice 2nd ed.*, E. Horwood, Halsted Press, 1980.

OECD, *PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)*, November 2018, University of London Computer Centre, Newsletter, No.53, March 1973.

大西慶一, 岡森博和「新教科『情報』に関する『情報科教育法』のあり方とその実践に関する研究」『年会論文集』(日本教育情報学会) 第17号, 2001年, 104-107頁。

久保未沙, 永田守男共訳『成功するプログラミング』近代科学社, 1982年。

経済産業省『デジタルトランスフォーメーションに向けた課題の検討～ITシステムに関する課題を中心に』デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会WG1全体報告書, 2020年12月28日。

経済産業省『デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン』2018年3月。

経済産業省『平成16年度電子商取引に関する実態・市場規模調査(情報経済アウトルック2005)』次世代電子商取引推進協議会 株式会社NTTデータ経営研究所, 2005年6月28日。

数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議『「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)」の創設について』2020年3月。

数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議『数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(応用基礎レベル)』2020年3月。

高橋俊史「デジタルネイティブ世代と呼ばれる大学生を対象とした情報モラル教育に関する一考察」『東北福祉大学研究紀要』第44号, 2020年3月, 79-96頁。

辻合華子, 長谷川春生「STEAM教育の“A”の概念について」『科学教育研究』第44巻第2号, 2020年, 93-103頁。

日本商業教育学会『商業科教育論』実教出版, 2019年。

文部科学省『GIGAスクール構想の最新の状況について』2021年3月19日。

文部科学省『2021年度高等学校教科「情報」の免許保持教員による複数校指導の手引き』2021年3月。

文部科学省『文部科学省におけるデジタル化推進プラン』文部科学省デジタル化推進本部, 2020年12月23日。

文部科学省『新学習指導要領の趣旨の実現とSTEAM教育について——「総合的な探求の時間」と「理数探求」を中心に——』高校WG(第4回)資料1, 2019年10月15日。

文部科学省『高等学校情報科『情報Ⅰ』教員研修用教材』2019年3月。

文部科学省『高等学校情報科『情報Ⅱ』教員研修用教材』2019年3月。

文部科学省『高等学校学習指導要領(平成30年告



示) 解説商業編』2019年3月10日。  
 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』2019年2月28日。  
 文部科学省『小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)』小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議、初等中等教育局教育課程課教育課程企画室、2016年6月16日。  
 朝日新聞『国立大受験に「情報」追加案 25年共通テストから「6教科8科目」検討』2021年5月24日。  
 朝日新聞『高校「情報科」、教員足りない 採用試験なし18道府県「免許外」で補う』2018年10月16日。  
 朝日新聞『必修漏れ責任論争 教育基本法の審議一転 国か教委か学校か』2006年10月31日。

【参考ウェブサイト】

Yakman G., STEAM Pyramid History, STEAM Education Web Site, <https://steamedu.com/pyramidhistory/>, 2008 [2021年9月27日閲覧]。  
 一般社団法人日本経済団体連合会ウェブサイト『Society 5.0 -ともに創造する未来-』<https://www.keidanren.or.jp/policy/society5.0.html>, 2019年6月14日 [2021年9月27日閲覧]。  
 インプレスウェブサイト「電子政府・電子自治体プロジェクト、総額12兆円に対し希薄な存在感」<https://it.impress.co.jp/articles/-/6951>, 2009年8月28日 [2021年9月27日閲覧]。  
 NECパーソナルコンピュータ株式会社『大学生(1年生~3年生)・就職活動経験者(大学4年生)、人事採用担当者を対象とするPCに関するアンケート調査』<https://www.nec-lavie.jp/common/release/ja/1702/0704.html>, 2017年2月7日 [2021年9月27日閲覧]。  
 KDDIウェブサイト『デジタルトランスフォーメーションはなぜDXと略されるのか?』<https://www.kddimatomete.com/magazine/210201134321/>, 2021年2月1日 [2021年9月27日閲覧]。  
 国立教育政策所ウェブサイト『OECD生徒の学習到達度調査(PISA)』<https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html>, [2021年9月27日閲覧]。  
 首相官邸ウェブサイト『世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画』<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20200717/siryoul.pdf>, 2020年7月17日 [2021年9月27日閲覧]。  
 首相官邸ウェブサイト『IT新戦略の概要—社会全体のデジタル化に向けて—』内閣官房情報通信技術(IT)総合戦略室, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190607/siryoul8.pdf>, 2019年6月 [2021年9月27日閲覧]。  
 首相官邸ウェブサイト『i-Japan 戦略 2015~国民民主役の「デジタル安心・活力社会」の実現を目指して~』IT戦略本部, [https://www.jri.co.jp/service/special/content2/media\\_ejapan/](https://www.jri.co.jp/service/special/content2/media_ejapan/), 2009年7月6日 [2021年9月27日閲覧]。  
 首相官邸ウェブサイト『e-Japan戦略II』IT戦略本部, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/030702ejapan.pdf>, 2003年7月2日 [2021年9月27日閲覧]。  
 首相官邸ウェブサイト『e-Japan戦略』高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/enkaku.html>, 2001年1月22日 [2021年9月27日閲覧]。  
 小学校を中心としたプログラミング教育ポータルウェブサイト『Scratch(スクラッチ)』<https://miraino-manabi.jp/content/285>, 文部科学省 [2021年9月27日閲覧]。  
 政府広報オンラインウェブサイト「新しい学習指導要領はいつから始まるの?」, <https://www.gov-online.go.jp/useful/article/201903/2.html>, 2019年3月13日 [2021年9月27日閲覧]。  
 総務省ウェブサイト『住民基本台帳カードの交付状況』[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000200394.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000200394.pdf), 2015年12月31日 [2021年9月27日閲覧]。  
 総務省ウェブサイト『「未来の学びコンソーシアム」の設立について~官民でプログラミング教育を~』[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000472828.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000472828.pdf), [2021年9月27日閲覧]。  
 総務省ウェブサイト『「未来の学びコンソーシアム」のサイトの公開』[https://www.soumu.go.jp/menu\\_kyotsuu/important/kinkyu02\\_000259.html](https://www.soumu.go.jp/menu_kyotsuu/important/kinkyu02_000259.html), 2017年3月15日 [2021年9月27日閲覧]。  
 総務省ウェブサイト『平成17年「通信利用動向調査」の結果』<https://www.soumu.go.jp/>

- johotsusintokei/statistics/data/060519\_1.pdf, 2006年5月19日 [2021年9月27日閲覧]。  
内閣府ウェブサイト『令和2年度 青少年のインターネット利用環境実態調査』, [https://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/r02/net-jittai/pdf/kekka\\_gaiyo.pdf](https://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/r02/net-jittai/pdf/kekka_gaiyo.pdf), 2021年3月。
- 日本総研ウェブサイト『「e-JAPAN」を評価すること』 [https://www.jri.co.jp/service/special/content2/media\\_ejapan/](https://www.jri.co.jp/service/special/content2/media_ejapan/), [2021年9月27日閲覧]。
- 平井卓也『AIについて』総合科学技術・イノベーション会議（第41回）資料, 内閣府, <https://www8.cao.go.jp/cstp/siryo/haihui041/siryo2.pdf>, [2021年9月27日閲覧]。
- 文部科学省ウェブサイト『情報ワーキンググループとりまとめ』教育課程部会 情報ワーキンググループ資料1-2, [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/059/siryo/\\_icsFiles/afiedfile/2016/05/31/1370666\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/059/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/05/31/1370666_2.pdf), 2016年4月20日 [2021年9月27日閲覧]。
- 文部科学省ウェブサイト「高等学校情報科担当教員に関する現状及び文部科学省の今後の取組について（通知）」 <https://www.mext.go.jp/content/000102780.pdf>, 2021年3月23日, [2021年9月27日閲覧]。

