

# プログラミング教育と教育コンテンツの可能性

栗田 るみ子\*

## 要約

2000年代に入り我々の生活は急速に更に大きく変化してきた。これは、ネットワークインフラの確立（令和3年版情報通信白書（2020年）が手助けになっている。また、文部科学省は、「コンピュータ整備計画（1994）」を開始し、コンピュータがより多くの学校に配備されるよう進め、1校における設置目標を小学校に22台、中等学校に42台としていた。そして、27年の時が経ち、現在、生徒一人に一台を目指す「GIGAスクール構想（2019）」により、2023年までに達成させるとしたが、コロナ禍によりその必要性から補正予算を投入し2020年度中に達成させる見込みだ。このような学校教育での急速な変化は、ビジネス界でも同様に改革をもたらしており、IT系の人材不足という大きな問題へと発展している。長年情報化社会を支え続けてきた次世代へ向けたシステム管理者不足が問題となっているのである。

経済産業省が発表したIT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果では2030年には、約80万人のIT人材が不足すると予測されている。企業や組織は、システムの運用管理において常に改良を繰り返し安定的に運用するために莫大な費用を投入してきた。現在組織内で稼働しているシステムの中には「レガシーシステム」<sup>(1)</sup>と名付けられ、DX時代の負の遺産となるものもある。企業においてスキル（技術・知識）は常に継承され続ける必要があることから、同時に技術者教育も検討しなければならない。

本論では、常に変化を続ける情報化社会において、必要とされる人材育成にプログラミング教育が導入され推進されてきた背景を考察する。

キーワード：教育の情報、論理的思考の育成、科学技術イノベーション

## 1. 現状

我が国をとりまく環境には、少子高齢化による労働人口の減少、市場の飽和、大量生産・大量消費の限界などによる新たな課題が挙げられる。一方テクノロジーは指数関数的に進化しており、ソサエティ5.0の時代と言われ、IoT、ビッグデータ、AI等取り入れ始めている。そこでまず自動化を推進してきた産業革命の大きなうねりについて説明する。

デジタル技術は、高度情報化社会と言われ、時を超え更に長年不可能とされてきた、より大量のデータの取得・分析・活用を可能とし、多くの課題解決の可能性を広げてきている。

未来学者アルビン・トフラーは1980年に出版した著書、『The Third Wave』のなかで、第一の波の農業革命、第二の波の産業革命、そして第三の波の情報革命が押し寄せると述べている。つまり、第三の波である情報革命は、あらゆるもののインターネットと定義し、「インターネットを特徴としない製

\* Josai University, Japan

(1) レガシーシステムとは、自社システムの中身が不透明であり、修正できない状況に陥ったシステムのことを指す。また、企業の基幹システムのベースとなっていた汎用コンピュータを利用して構築したシステムを指すことが多く、独自仕様のシステムである。

品でもインターネットを必要とする時代だ。“インターネットに接続可能な”ということばが“電気に接続可能な”ということばと同じくらい滑稽なものに聞こえはじめる時代だ。さまざまな製品にインターネットに接続したセンサーを加える IoT — Internet of Things (モノのインターネット) というコンセプトが、それだけでは限定的すぎると見なされる時代でもある。なぜなら、私たちはもっと広範な Internet of Everything (あらゆるモノのインターネット) が出現しはじめていると気づくことになるのだから。」と述べている<sup>(2)</sup>。

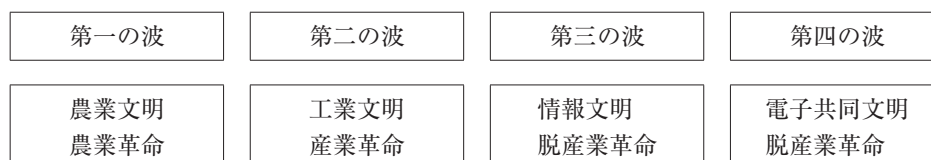


図1 第三の波

トフラーは、第三の波の時代では、情報システムは汎用系コンピュータからオープンソースに移行したことで、電計室オペレーターは不要になり、数値処理の得意なコンピュータにより様々なオフィスソフトが開発されると述べている。現在、ソフトの開発と普及は事務職の従事者を大幅に削減しており、第三の波が社会構造に変化をもたらしているといえる。2020年に経済産業省から発表された「電子商取引に関する市場調査」<sup>(3)</sup>では、2019年度の日本のB to BのEC化率は31.7%で、6.76%のB to Cを大幅に上回っている。しかしこの数値の中には、EDI<sup>(4)</sup>も含まれていることに注意が必要である。全てがシステム内での処理で完結し無人処理である。

21世紀になると、自動化、無人化を推し進めてきたコンピュータにネットワークの技術が組み込まれ、更にインフラの整備が世界規模で整った今日、ITはICTと名前を変え、コミュニケーションツールとし稼働し始めたのである。いわゆるトフラーの言う第四の波の始まりとなった。

### 1-1 同時双方向メディアの発展

まず、ネットワークの歴史について整理する。経済産業省通信白書（平成11年）調べによると、インターネットは1967年に研究を開始したパケット通信のネットワーク、ARPAnet (Advanced Research Projects Agency Network) が起源で、1969年に米国内の4つの大学・研究機関を接続する形で運用が開始された。また、我が国ではJUNET (Japan University NETWORK) がインターネットの起源で、1984年10月に東京大学、東京工業大学、慶応義塾大学の3大学を結ぶネットワーク実験を経て、最終的に700の機関を結ぶネットワークとなった。1980年半ばになると、パソコン通信とインターネットのサービス面での融合が模索されはじめ、WWWアクセスやパソコン通信のIDによるダイヤルアップPPP接続など、サービスと機能の面でパソコン通信とインターネットの一体化が急速に進み、ビジネスにおいても学校教育においても変革の時を迎えた。

日本では1980年前後になり、インターネットでコミュニケーションを行う実験が多く実施された。

(2) アルビン・トフラー (1982), 徳岡孝夫 (翻訳), 第三の波, 中公文庫, p.22

(3) 経済産業省, <https://www.meti.go.jp/press/2020/07/20200722003/20200722003-1.pdf>, p.10

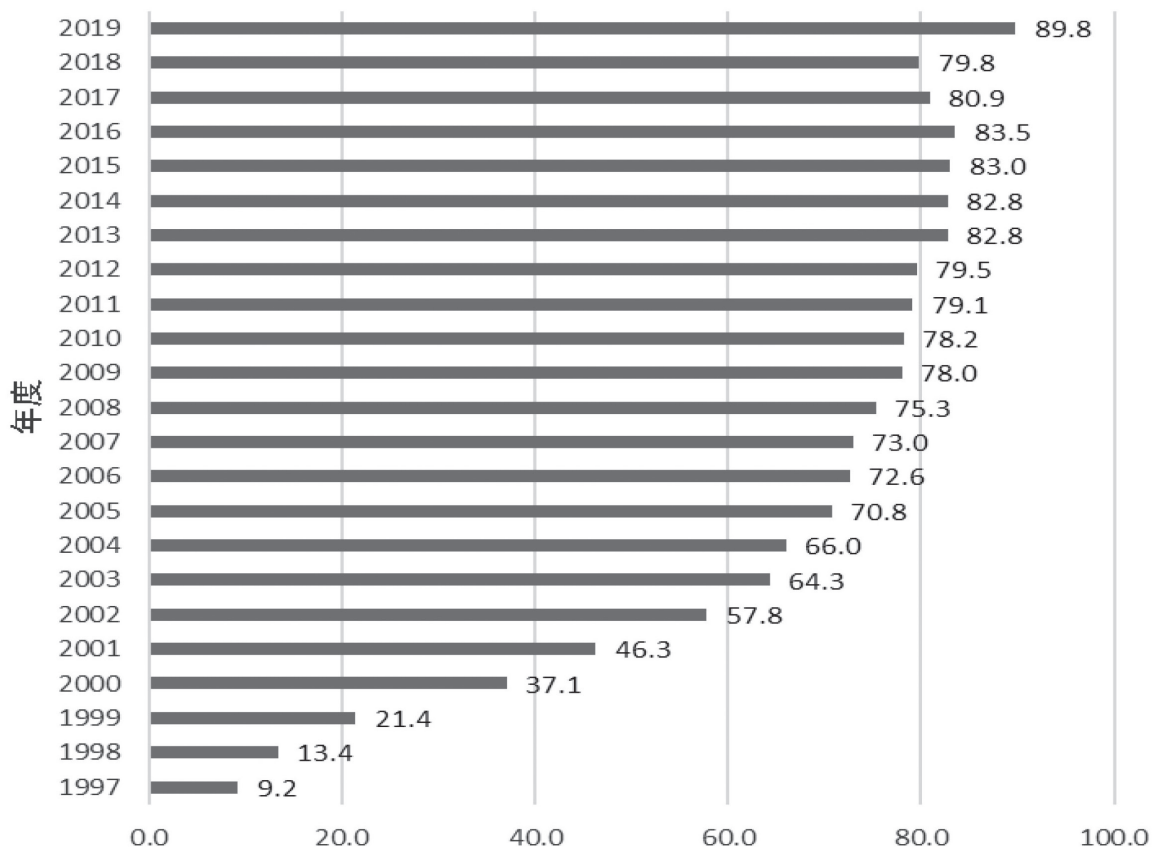
(4) EDI (Electronic Data Interchange) とは、企業間の「電子的データ交換」のこと、受注・発注、出荷・納品、請求・支払を、企業間でお互いの取引情報をオンライン専用回線で接続して自動化した仕組み。

特に注目された事例として、1978年7月から1986年3月までの間行われた、奈良県生駒市東生駒の運用実験で、映像システム Hi-OVIS の運用実験<sup>(5)</sup>がある。これは、実社会における有用性の検証を目指しハードとソフトが一体化した一般家庭を対象とする社会実験であった。Hi-OVIS では、双方向 TV、ビデオオンデマンド、ホームショッピング、ホームセキュリティなど、種々のサービスが実験的に運用されている。本実験の様子は、トフラーの著書「第三の波」の中でニューメディアの一例として紹介されている。

図2<sup>(6)</sup>でも明らかであるが、インターネットの普及につながったのは、1999年に商用での提供が開始された ADSL の登場からである。広帯域データ通信の使用で、通話とインターネット接続を同時に行うことが可能となり利便性が向上したため、技術的な面で1999年から2003年の伸び率が飛躍的な普及につながったといえる。

また、インターネット上の双方向コミュニケーションの変遷は、UI (User Interface) や UX (User Experience)<sup>(7)</sup>の開発上の進化と切り離せないとの指摘がされている<sup>(8)</sup>。例えば、2000年に入ると、

## インターネット利用状況(%)



(出典) 2020年総務省「通信利用動向調査」データを基に筆者作成

図2 インターネット利用率の推移

(5) Hi-OVIS (Highly-interactive Optical Visual Information System の略) プロジェクトは、通商産業省の未来志向の事業として、1978年から1986年まで実施された。

(6) 令和3年版 情報通信白書 pp.9-10

(7) UI は人と物との接点、UX は利用者が感じる有用さや信頼性や心地よさなどの感動や経験。

(8) 総務省 (2019) 「デジタル化による生活・働き方への影響に関する調査研究

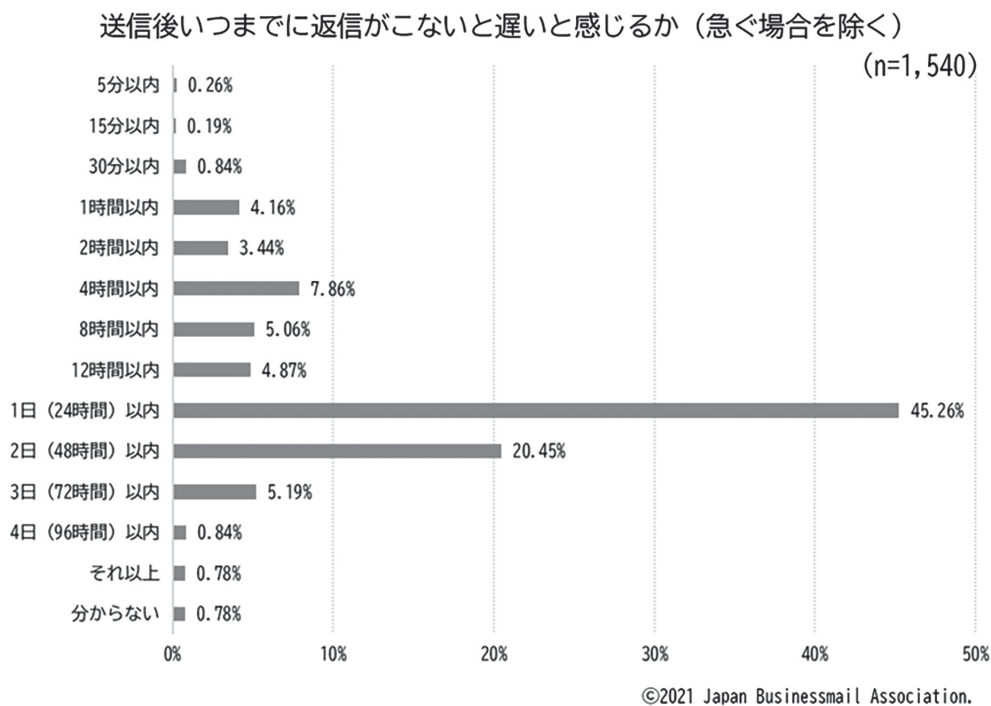
HTML 言語の知識がなくても Web サイトを建てられるソフトが多く販売されたり、サーバ管理をしなくてもブログが開設できるサービスも開始され、一般の利用者に拡大していった。つまり、インターネットを利用した非同期型コミュニケーションは特別な知識を必要としない点で利用者を増やしてきたと言える。

しかし、2019 年は利用率が約 90%、1 億 815 万人となっているが、ネットワークに関する技術面での大きな変化は見られない。2019 年に我々の生活に大きなダメージを与えた新型コロナウイルス (COVID19) の影響があったと予想する。活動の場が自宅となったことから、ネットを介したコミュニケーションの浸透は目を見張るものがあった。自らの生活を振り返っても同様のことが言えるが、2000 年当初、e メール (以下メール) 返信は 1 週間から数日が常識とされていた。

しかし、2020 年現在では数時間での返信がマナー化されつつあり、常識化されスピード重視のビジネスが展開され始めている。SNS は非同期的なコミュニケーションであるにも関わらず、秒単位、分単位の返信が定着していることから、極めて同期的使い方として定着している。

### 1-2 ビジネスメールのレスポンスに関する調査

2021 年 4 月に日本ビジネスメール協会<sup>(9)</sup>が行った調査によると、2021 年度の「仕事でのコミュニケーションの主な手段に関する調査」(図 3) で以下のような結果となっている。1 位、メールが 98.9%、2 位、電話が 85.13%、3 位、テレビ会議・ウェブ会議が 75.06%と続いている。2011 年から 2020 年の過去 10 年間は、「メール、電話、会う」の 3 つが上位であったが、2021 年は、テレビ会議・ウェブ会議、が第 3 位に浮上している。2020 年のコロナ禍により仕事の形態がテレワークになり、直接会うことを避ける必要があったことも要因といえそうだ。



引用 ビジネスメール実態調査 2021

図 3 メール受信待ち時間におけるストレス調査

(9) 一般社団法人日本ビジネスメール協会 <https://businessmail.or.jp/>

また、「ビジネスメール実態調査 2021」によると、返信がこないと感じる上位3位は、送信後、24時間以内が45.26%が最も多く、48時間以内が20.45%、4時間以内が7.86%である。5分以内が0.26%、15分以内が0.19%、30分以内が0.84%、1時間以内が4.16%、2時間以内が3.44%、4時間以内が7.86%、8時間以内が5.06%、12時間以内が4.87%で、1日（24時間）以内の45.26%を合計すると71.94%となる。つまり、10人中3人は、1日以上は待てないことが分かる。

同様に、12時間よりも長く待てる人は73.32%（待てない人、26.68%）、8時間より長く待てる人は78.19%（待てない人、21.81%）であり、5人に1人は8時間より長い時間は待てないということになる。

このような、個人の時間管理の急速な変化に対応を迫られているのが、働き方や学び方の変化である。働き方に関しては、これまでの働く時間や働く場所の制約は、テクノロジーを活用することで自由度が増すことが考えられ、コロナ禍により、多くの企業が導入したコワーキングスペースの利用やテレワークの利用が更に増大することが想定される。教育面では、2020年のコロナ禍の影響からオンライン授業が定着し、ネットワーク上で繰り広げられる教育コンテンツの需要と共に脚光を浴びている。

## 2. 教育の情報化

教育の情報化を支えてきたデジタル教育の歴史は古く、1960年に設立した情報処理学会、1984年に設立した日本教育工学会等、その他多くの研究会があり、多方面からの教育及び研究を進めている。更に、1969年（昭和44年）には、通商産業省（現経済産業省）が情報処理技術者試験制度を発足している。これは情報処理技術者の不足を補う目的と、プログラマ認定制度への社会の要望を背景としている。日本における教育の情報化への取り組みは、時代とともに内容を検討し、2003年には高校で教科としての情報科目を開始した。文部科学省で約10年ごとに見直される学習指導要領は、社会情勢を反映し改訂が行われる。

1968年の改訂では、高度経済成長、科学技術の進展等、高速に変化している社会に対応した科目内容に変更され続け、学校教育においても、受験競争の激化、過度な詰め込み教育が社会問題となっていた。

1977年の改定では、「ゆとり教育」「個性の重視」が協調され、1984年になると、臨時教育審議会が設置され、教育制度の見直しが行われた。

1989年の改訂では、自ら学ぶ意欲や思考力・判断力・表現力を重視する「新しい学力観」が示されている。

1998年の改訂では、「生きる力」に重点が置かれ、授業時間数や学習内容の削減が検討され、「ゆとりある教育」とした。

2008年の改訂では授業時数増大、小学校の外国語活動の必修化など、「脱ゆとり教育」を掲げた。

更に、2017年（高校は2018年）3月に改訂された新学習指導要領では、小学校では2020年度から、中学校は2021年度から、高校は2022年度の入学生からグローバル化、情報化する社会の中で、「子どもたちの将来のために必要な知識や力を備えさせることができる学校教育の実現」を掲げ改訂された。

中学校では、すでに2012年から技術・家庭科の「情報に関する技術」を拡充する形となり、高校では、教科としての情報科<sup>(10)</sup>において科目名を社会と情報、情報の科学から情報Ⅰ、情報Ⅱに改編して

(10) 高校で教科としての情報が科目となったのは、2003年度である。普通教科（現共通教科）と専門教科が設定され、2021年度までに3回の改定を繰り返してきた。

いる。そして、新設の情報Ⅰを必修とした点が大きな変化で、プログラミング、ネットワーク、データベースの基礎を全ての高校生が学ぶことになった。情報活用能力の育成においては、小学校は令和2年度、中学校は令和3年度から全面実施、高等学校は令和4年度から学年進行で実施するとし、小学校で「プログラミング教育」を必修化している。これは、プログラミングの技能習得ではなく、ビジュアルプログラミングソフトを利用したプログラム体験であり、意図した処理をコンピュータに行わせるための論理的思考力を身に付けさせることが目的であり、プログラミングを教科とせず、算数、理科、総合的学習の時間の中で実施するところが特徴である。

更に、このような環境を有効利用するための取り組みとして、国は学習活動におけるICT（情報通信技術）活用を推進するため、「児童生徒1人1台コンピュータ」の実現と高速大容量の通信ネットワーク環境を整備するGIGA（Global and Innovation Gateway for All）スクール構想を打ち立てた（図5）。GIGAスクール構想は教育ビジネス業界にも大きな影響をあたえている。

また、図4に示すように、時代と共に情報技術の進展や人材需要の変化を見据えて、試験制度・内容の革新を繰り返し、企業や教育機関等で幅広く普遍的に活用されている。2020年には応募者数が累計2,087万人で、合格者は295万に達している。試験の種類から判るように、様々な学問分野の人材がデジタル社会を支える必要性がある。このような背景から、設立当初代は大卒以上が受験資格とされていたが、小学校からでも受験できるITパスポート試験などを準備している点で情報化社会を支える技術レベルの一般化が明確になってきたことが証明されている。

昭和44年	平成6年	平成13年	平成21年
昭和44年(1969年) 道産産業者にて情報処理技術者 認定制度が発足 昭和45年(1970年) 試験制度の法制化	平成6年(1994年) 試験制度改定 産業構造審議会情報化人材対策小委員会 提言に基づき11試験区分にて実施	平成13年(2001年) 試験制度改定 産業構造審議会情報化人材対策小委員会 提言に基づき13試験区分にて実施	平成21年(2009年) 試験制度改定 産業構造審議会情報サービス・ソフト ウェア小委員会提言に基づき12試験 区分にて実施
			→ 現行試験
	システムアドミニ ストレータ試験 初級システムアドミ ニストレータ試験 平成8年 *上級システムアドミニ ストレータ試験制度に準いる特変置	初級システムアドミニストレータ試験	ITパスポート試験 平成28年 情報セキュリティ マネージメント試験
第二種情報処理技術者試験	第二種情報処理技術者試験	基本情報技術者試験	基本情報技術者試験
第一種情報処理技術者試験	第一種情報処理技術者試験	ソフトウェア開発技術者試験	応用情報技術者試験
昭和46年 特種情報処理技術者試験	システムアナリスト試験 平成8年 上級システムアドミニ ストレータ試験	システムアナリスト試験 上級システムアドミニストレータ試験	ITストラテジスト試験
	アプリケーションエンジニア試験	アプリケーションエンジニア試験	システムアーキテクト試験
	プロジェクトマネージャ試験	プロジェクトマネージャ試験	プロジェクトマネージャ試験
	プロダクションエンジニア試験	廃止	
昭和63年 オンライン情報 処理技術者試験	ネットワークスペシャリスト試験	テクニカルエンジニア (ネットワーク) 試験	ネットワークスペシャリスト試験
	データベーススペシャリスト試験	テクニカルエンジニア (データベース) 試験	データベーススペシャリスト試験
	平成8年 マイコン応用システム エンジニア試験	テクニカルエンジニア (エンベデッドシステム) 試験	エンベデッドシステムスペシャリスト 試験
	システム運用管理エンジニア試験	テクニカルエンジニア (システム管理) 試験	ITサービスマネージャ試験
		平成18年 テクニカルエンジニア (情報セキュリティ) 試験	情報処理安全 確保支援士制度
昭和61年 情報処理システム 監査技術者試験	システム監査技術者試験	情報セキュリティアドミニストレー タ試験	情報セキュリティ スペシャリスト試験 情報処理安全 確保支援士試験 平成29年
		システム監査技術者試験	システム監査技術者試験

(※) 青点線は、出題範囲が矢印先の試験区分の一部に含まれていることを示す

引用 IPA 情報処理推進機構公式 HP より

図4 情報処理技術者試験 昭和44年より現在までの変遷

**子供たち一人ひとりに個別最適化され、創造性を育む教育 ICT 環境の実現に向けて  
～令和時代のスタンダードとしての 1 人 1 台端末環境～  
≪文部科学大臣メッセージ≫**

12 月 13 日に閣議決定された令和元年度補正予算案において、児童生徒向けの 1 人 1 台端末と、高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備するための経費が盛り込まれました。

Society 5.0 時代に生きる子供たちにとって、PC 端末は鉛筆やノートと並ぶマストアイテムです。今や、仕事でも家庭でも、社会のあらゆる場所で ICT の活用が日常のものとなっています。社会を生き抜く力を育み、子供たちの可能性を広げる場所である学校が、時代に取り残され、世界からも遅れたままではいられません。

1 人 1 台端末環境は、もはや令和の時代における学校の「スタンダード」であり、特別なことではありません。これまでの我が国の 150 年に及ぶ教育実践の蓄積の上に、最先端の ICT 教育を取り入れ、これまでの実践と ICT とのベストミックスを図っていくことにより、これからの学校教育は劇的に変わります。

この新たな教育の技術革新は、多様な子供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や創造性を育む学びにも奇与するものであり、特別な支援が必要な子供たちの可能性も大きく広げるものです。

また、1 人 1 台端末の整備と併せて、統合型校務支援システムをはじめとした ICT の導入・運用を加速していくことで、授業準備や成績処理等の負担軽減にも資するものであり、学校における働き方改革にもつなげていきます。

忘れてはならないことは、ICT 環境の整備は手段であり目的ではないということです。子供たちが変化を前向きに受け止め、豊かな創造性を備え、持続可能な社会の創り手として、予測不可能な未来社会を自立的に生き、社会の形成に参画するための資質・能力を一層確実に育成していくことが必要です。その際、子供たちが ICT を適切・安全に使いこなすことができるようネットリテラシーなどの情報活用能力を育成していくことも重要です。

このため、文部科学省としては、1 人 1 台端末環境の整備に加えて、来年度から始まる新学習指導要領を着実に実施していくとともに、現在行われている中央教育審議会における議論も踏まえ、教育課程や教員免許、教職員配置の一体的な制度の見直しや、研修等を通じた教員の ICT 活用指導力の向上、情報モラル教育をはじめとする情報教育の充実など、ハード・ソフトの両面からの教育改革に取り組みます。

今般の補正予算案は、すでに児童生徒 3 人に 1 台という地方財政措置で講じた ICT 環境整備に取り組んできた自治体、またこれから着実に整備に取り組もうとする自治体を対象に、1 人 1 台端末とクラウド活用、それらに必要な高速通信ネットワーク環境の実現を目指すものです。そして、この実現には、各自治体の首長の皆様のリーダーシップが不可欠です。

この機を絶対に逃すことなく、学校・教育委員会のみならず、各自治体の首長、調達・財政・情報担当部局など関係者が一丸となって、子供たち一人ひとりに個別最適化され、創造性を育む教育 ICT 環境の実現に取り組んで頂きますよう、心よりお願い申し上げます。

令和元年（2019 年）12 月 19 日  
文部科学大臣 萩生田光一

引用 文科省 HP より <https://www.mext.go.jp/index.htm>

図 5 GIGA スクール構想 文部科学大臣からのメッセージ

## 2-1 教育とビジネス

### ・EdTech

世界レベルで展開している、EdTech<sup>(11)</sup>は、近年さまざまな分野で起きている xTech の 1 つで、デ

(11) education（教育）+ technology（科学技術）の造語

デジタルテクノロジーの出現によるものである。EdTech の例として、MOOC (Massive Open Online Course) の例が挙げられるが、インターネット上で誰もが無料で受講できる大規模な開かれた講義なので、世界の講義が受講できる Coursera (コーセラ) やマサチューセッツ工科大学とハーバード大学によって設立された edX (エデックス) がある。東京大学は、公式サイトから配信するオンライン講座サイト<sup>(12)</sup>で紹介しているように、日本初の試みとして、2013年9月より Coursera で2コースを提供して以降、2021年4月現在で全19コース (Coursera 9コース, edX 10コース) を提供しており、世界201の国や地域から累計57万人を超える登録者数である。

更に特徴的な学びとして、世界7都市のキャンパスを移動しながら学ぶ全寮制の4年生大学のミネルバ大学<sup>(13)</sup>や、Googleの元社員が創設した Alt School など、これまでにない新しい学校のスタイルが生まれ、ネットワーク技術が学ぶ形を変えてきた。モバイルデバイスからインターネットにつながる環境があれば、個人のスタイルで学べる現代である。EdTech における教育のイノベーションなどから、教育産業の構造や競争原理、仕組みや制度そのものが再定義される。

### ・JMOOC

JMOOC (日本オープンオンライン教育推進協議会)<sup>(14)</sup>は、日本の大学や企業が提供しているオンライン講座であり、大学講座などを通じた知識・技能の習得から、教養・実務・資格取得など幅広いジャンルの講座がある。また、株式会社ドコモが提供するサービス gacco<sup>(15)</sup>は JMOOC と連携し、オンライン動画を視聴して学ぶ通常コースと、オンライン動画を見て予習し、その後に対面授業を受ける反転学習コースの2つがある。様々なサービスを展開する EdTech の中で情報分野のコンテンツは入門から応用技能まで多種にわたり提供されている。特にコーディング指導におけるトライアンドエラー、そしてモディファイは思考を深めつつ解決する学習パターンであることから、基本の学習形態にマッチしたものであり、理解を深める学習に適しているといえる。

## 2-2 プログラミング教育

EdTech でも配布されている数理的学習のシミュレーションやプログラミングでは、トライアンドエラーそしてモディファイの繰り返しを行うのだが、システム開発で繰り返されるこのような流れが問題解決学習に最適な道具として、学校教育にプログラミングが導入された経緯がある。しかし、どのようなスキル (技術・知識) もタスク (仕事・役割) のためのものであることに変わりはない。つまり、テクニカルスキルと同時にヒューマンスキルも必要となることを忘れてはならない。IPA 監修の『明日をつくる IT 技術者』<sup>(16)</sup>では、経済産業省の社会人基礎力の項目を取り上げヒューマンスキルの必要性を説明している。ヒューマンスキルは社会人基礎力として、図6に示すように3つの視点、3つの能力、

(12) 東京大学オンライン講座一覧 <https://www.u-tokyo.ac.jp/ja/society/visit-lectures/online.html>

(13) ミネルバ大学 <https://www.minerva.kgi.edu/>

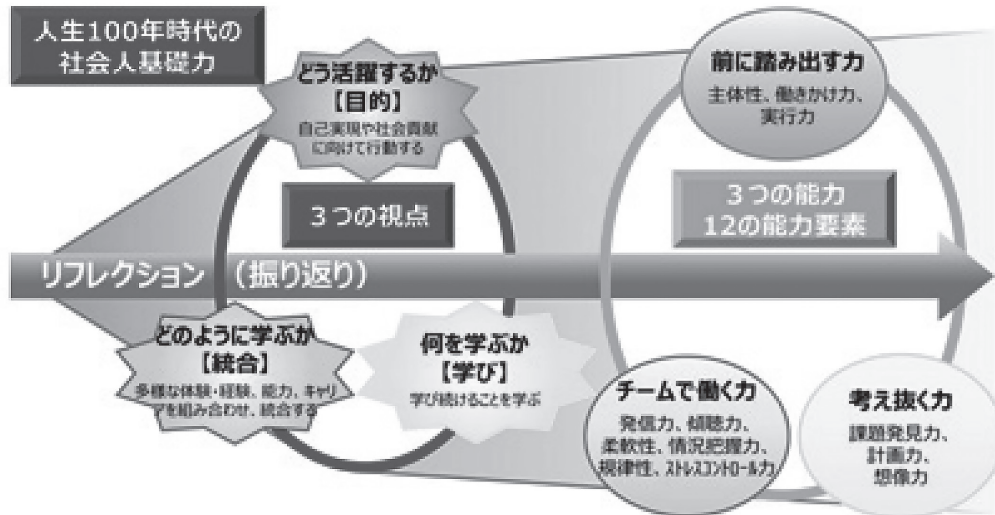
2014年にサンフランシスコに開校。世界7都市のキャンパスを移動しながら学ぶというスタイルは注目を集め、初年度は98ヶ国1万1,000人以上の応募、合格率2.8%という狭き門となった。全ての授業をオンラインで実施する。

(14) JMOOC, <https://www.jmooc.jp/>

(15) ドコモ gacco, <https://gacco.org/>

(16) IPA 情報処理推進機構の提供でITが支え・変えてゆく未来へ向けて、IT技術者が取り組んでいる仕事内容ややりがい、求められるスキル、仕事に関する素朴なQ&Aなど、将来のキャリア形成ための情報を掲載している。





引用 経済産業省我が国産業における人材力強化に向けた研究会一報告書より

図6 ヒューマンスキル 社会人基礎力3つ視点12の項目

12項目に分類され、現在は一般社団法人社会人基礎力協議会<sup>(17)</sup>に引き継がれ活発な活動を進めている。

また、文部科学省は平成29年3月に新学習指導要領<sup>(18)</sup>を告示し、情報活用能力を、言語能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と、小・中・高等学校共通のポイントと位置付け、総則において、児童生徒の発達の段階を考慮し、言語能力、情報活用能力（情報モラルを含む）等の学習の基盤となる資質・能力を育成するため、各教科等の特性を生かし、教科等横断的な視点から教育課程の編成を図るものとするを明記している。

そして、「教育の情報化に関する手引」<sup>(19)</sup>において教育の情報化を、特に指導場面に着目したときの従来からの整理とともに、昨今の教員の事務負担の軽減等の観点も含め、以下の3点を掲げ教育の質の向上を目指している。

- (ア) 情報教育～子どもたちの情報活用能力の育成～
  - (イ) 教科指導でのICT活用～各教科等の目標を達成する際に効果的に情報機器を活用すること～
  - (ウ) 校務の情報化～教員の事務負担の軽減と子どもと向き合う時間の確保～
- 更に、プログラミング教育の充実へ向けては、それぞれ以下のように述べている。

1) 小学校 必修化

- ・総則において、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ことを明記
- ・算数、理科、総合的な学習の時間において、プログラミングを行う学習場면을例示

2) 中学校 技術・家庭科（技術分野）

(17) 一般社団法人社会人基礎力協議会は、2013年に経済産業省から引き継ぎ、グランプリ運営、研究委員会、リカレント委員会等、幅広く研究活動を行っている。

(18) 文部科学省は、平成29年3月に小学校及び中学校、平成30年3月に高等学校の新学習指導要領を公示。小学校は令和2年（2020年）度、中学校は令和3年（2021年）度から全面実施。高等学校は令和4年（2022年）度から学年進行で実施。

(19) 平成元年12月、[https://www.mext.go.jp/content/20200609-mxt\\_jogai01-000003284\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200609-mxt_jogai01-000003284_001.pdf)

- ・プログラミングに関する内容を充実（「計測・制御のプログラミング」に加え「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」について学ぶ）

### 3) 高等学校 情報科

- ・全ての生徒が必ず履修する科目（共通必修科目）「情報Ⅰ」を新設し，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
- ・「情報Ⅱ」（選択科目）では，プログラミング等について更に発展的に学ぶ

このように，プログラミング教育が必修化されることで，文部科学省や，企業やNPO団体はプログラミング教育に関するコンテンツの紹介や開発，提供を行っている。最も代表的なものが，未来の学びコンソーシアムで，小学校を中心としたプログラミング教育ポータル<sup>(20)</sup>であろう。この活動は文部科学省，総務省，経済産業省の3省と全国の教育委員会と学校，そして民間企業や団体が一体となってプログラミング教育を普及・促進するために立ち上げられた官民協働の組織である。小学校のプログラミング教育に関する実践事例や教材などを多く提示しており，プログラミング的思考の育成に力を入れている。特に事例として多く取り入れているのが，VPLである。

## 2-2 VPL (Visual Programming Language)

VPLはビジュアルプログラミング言語で，コードを書かないプログラミング学習言語ツールである。ビジュアルプログラミングの最大のメリットは，視覚的にコードを記述できる点である。テキスト言語ではコードの配置のたびにタイピングが必要なため，コマンド入力に時間と体力を奪われてしまい，肝心のアウトプットに至るまで長い時間がかかる。ビジュアル言語は，実行したいアウトプットに向けて，コマンドをドラッグアンドドロップで並べるだけで実行まで進むことができる。しかし，ビジュアルプログラミングは確かにプログラミングの基礎を学ぶには最適のツールであるが，一般的なテキスト言語との互換性がないことが難点といえる。よって，ビジュアル言語でエッセンスを理解し，テキスト言語へ展開する方法がプログラム実行結果を可視化しやすく最適とされている。現在小学校で導入されているVPLには，ViscuitやScratchがある。

しかしここで注意しなければならないことは，小学校でプログラミングを学ぶ意味であり，コードプログラミングへの入門的学習ではない点である。つまり，論理的思考の育成であることを忘れてはならない。

## 2-3 VBA (Visual Basic for Applications)

現在ビジネス界において利用度の高いビジネスソフトに組み込まれたプログラム言語VBAがある。VBAはコードプログラミングであるが，MS社のOFFICE<sup>(21)</sup>の操作機能や関数が埋め込める。特にスプレッドシート（EXCEL）での利用度は高く，コンパイルする必要がない点で事務処理に広く使われ，長年市場を広げてきた。

### 2-3-1 コードプログラミング Spreadsheet（スプレッドシート）の歴史

#### ・1979年 Visi Calc（最初の表計算ソフト）

1977年に世界初の本格的なパーソナルコンピュータApple IIが登場したが，Apple IIで動くソ

(20) 小学校を中心としたプログラミング教育ポータル，<https://miraino-manabi.mext.go.jp/>

(21) VBAは，MSOfficeソフト（Word，Excel，PPT，Access）を自動化するプログラム言語である。

フトの登場は1979年“Visi Calc”であった。ソフト（Visi Calc）を使うためのハードとしてApple IIは市場を広げ、結果的にパソコンの普及のきっかけとなっている。

#### • 1983年 Lotus 1-2-3

1981年に、現在のWindows系パソコンの原型であるIBM PCが発売され、Visi Calcを買収し米Lotus Development社がVisi Calcを元に、IBM PC用の表計算ソフトとして、“Lotus 1-2-3”を1983年に発表した。Lotus 1-2-3もVisi Calcのように大ヒットし、IBM PC互換機の普及に至った。

#### • 1987年 MS Excel

Microsoft社はIBM PC用に”Multiplan”を発売していたが販売は伸びていない。しかし、1987年になるとMicrosoft社はWindowsに、Excelを搭載したことから売り上げを伸ばしてきた。表計算ソフトExcelは、数値処理のアプリケーションであるが、VBAプログラミング（マクロ機能）が含まれる点で利用者の幅をひろげている。以下コードプログラミングの実践例としてVBAの事例を紹介する。

### 2-3-2 コードプログラミング VBA 実習例

本研究の目的の1つであるプログラミング教育が論理的思考の育成につながる点に着目しているため、授業モデルを提案したい。以下の演習課題は、学部における情報科教材研究科目での課題例である。本実習課題は、場面設定をコンピュータ（VBA）シミュレーションとして実装させ、乱数で偶発的に事象を再現させる。

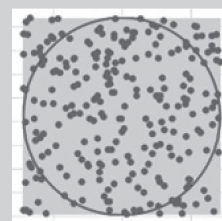
モンテカルロ法によって円周率（近似）を求める基本的な仕組みについて、Excelのワークシートを使って確認するものである。

正方形に向かって250発の弾を打ち込む（試行は1回だけの）場面である。

- ・乱数（疑似乱数）を利用し250発の着弾点の座標をランダムに決める。
- ・円内か否かを判定する。
- ・円内なら「1」を立て、その合計を250で割って命中率を求める。
- ・その命中率を4倍して円周率（近似）を取得する。

250発すべてが正方形の中に入るとして、そのうち円内に命中した弾の数をTとすると、その比率は、正方形と円の「面積比」と同じはずということを前提としている。

$$\begin{aligned} T : 250 &= \pi r^2 : 4r^2 \\ 250 \pi r^2 &= 4r^2 T \\ \pi &= 4r^2 T / 250r^2 \\ \pi &= T / 250 \times 4 \end{aligned}$$



モンテカルロ法は、入力に大量の乱数を十分与えて出力値を観測することで対象の現象を確率的に解こうという手法なので、①発射弾数を大きく増やすこと、さらに②十分に試行を繰り返すことが必要となる。

図7 モンテカルロ法円周率プログラム実行結果

繰り返し作業の必要性から、VBAを利用し、発射弾数を大幅に増やして実行できるプログラムを作成し、変数を変えながら繰り返し発射できるプログラムを作成する。



図8 VBA 作業画面 (VBE)

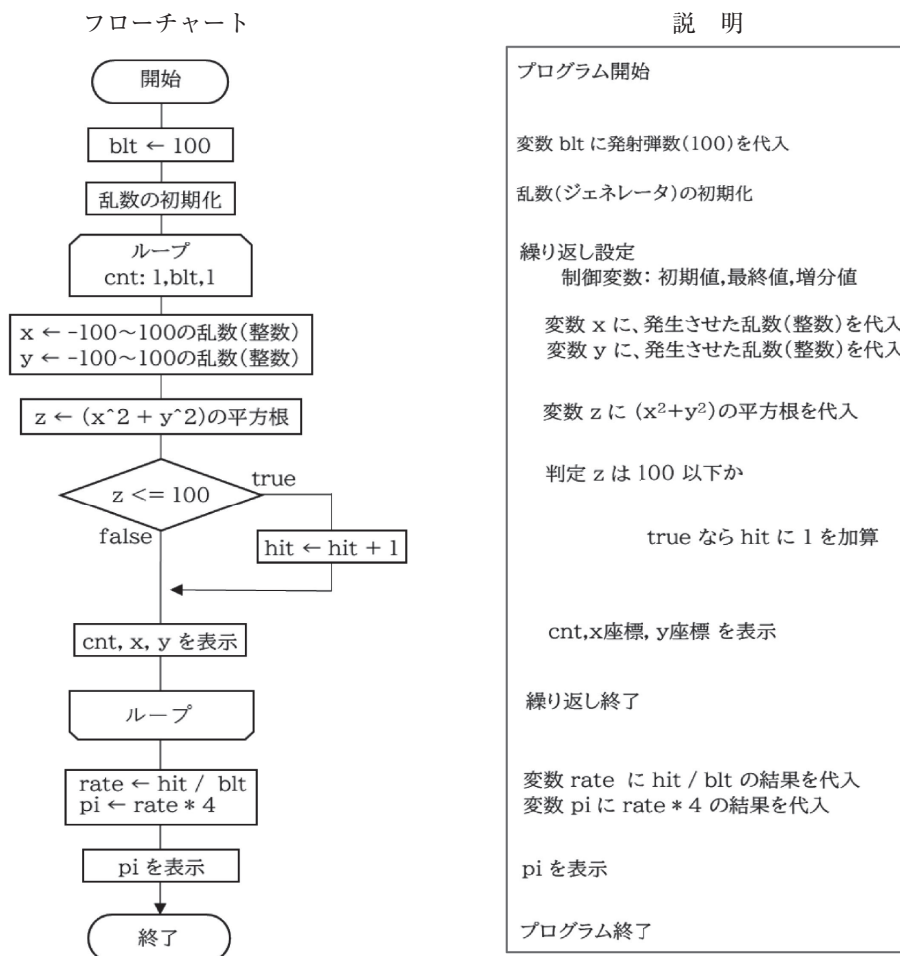


図9 フローチャート (プログラムの流れ図)

・プログラム実験

まず、試行回数は100回からスタートし発射弾数を増やしながら実行すると以下のようにイミディエイトウィンドウ<sup>(22)</sup>に表示される。


<p>イミディエイト</p> <pre> 97 3.24 98 3.4 99 3.12 100 3 発射弾数 100 値の範囲 2.76&lt;π&lt;3.56 円周率平均 3.1424 所要時間 0.3359375                     </pre> <p style="text-align: center;"><math>10^2=100</math></p>	<p>イミディエイト</p> <pre> 97 3.14 98 3.244 99 3.128 100 3.132 発射弾数 1000 値の範囲 3.048&lt;π&lt;3.3 円周率平均 3.1538 所要時間 1.6015625                     </pre> <p style="text-align: center;"><math>10^3=1000</math></p>
<p>イミディエイト</p> <pre> 97 3.1396 98 3.1456 99 3.1396 100 3.1188 発射弾数 10000 値の範囲 3.1036&lt;π&lt;3.1732 円周率平均 3.14156 所要時間 14.0546875                     </pre> <p style="text-align: center;"><math>10^4=10000</math></p>	<p>イミディエイト</p> <pre> 97 3.14164 98 3.14456 99 3.13344 100 3.14796 発射弾数 100000 値の範囲 3.12956&lt;π&lt;3.16008 円周率平均 3.1432988 所要時間 141.515625                     </pre> <p style="text-align: center;"><math>10^5=100000</math></p>
<p>イミディエイト</p> <pre> 97 3.13998 98 3.1412 99 3.144684 100 3.143976 発射弾数 1000000 値の範囲 3.139512&lt;π&lt;3.148556 円周率平均 3.14396332 所要時間 1403.5234375                     </pre> <p style="text-align: center;"><math>10^6=1000000</math></p>	<p style="text-align: center;">やはり <math>10^5</math> 以降は それなりの時間が…</p> 

図 10 実行結果

### 3. 総括

上記で述べたように、プログラミング教育は、論理的思考の育成の一環として問題解決能力を身につけることを主眼においていることがわかる。また、一連の学習過程におけるチーム演習を通してコミュニケーション力、組織的行動能力、自己実現力などのコンピテンシーの向上も同時に育成できるものと

(22) イミディエイトウィンドウとは、実行経過を即時に確認できる窓で、作業効率を上げる便利なツール。

期待できる。組織や企業が個人に求めるものは安定的で確実なタスク（仕事・役割）の実行であることから、個人はタスクを果たす過程で、必要となる様々なスキル（技術・知）を身に着けることが重要となる。

そのため、基礎的なスキルにおいても高度なスキルにおいてもそれらを獲得するためには、専門性に特化した研修制度や資格取得が有効となる。1970年から現在に至るまでの情報教育の変遷において、ネットワークを用いた手法は大きな変革の時を迎えている。企業が求める技術者もIPAが準備している国家試験の種類から判るように多岐にわたっている。プログラミング教育の効果が今後どのように情報教育に寄与し、コンテンツ供給に影響していくのか検討していく。

#### 参考文献

- [1] リンダ・グラットン, アンドリュー・スコット, 池村千秋訳 (2016), 『LIFE SHIFT — 100年時代の人生戦略』, 東洋経済新報社
- [2] アルビン・トフラー, 鈴木健次他訳, (1980), 『第三の波』, 日本放送出版協会
- [3] アルビン・トフラー, 徳山二郎訳, (1993), 『パワーシフト — 21世紀へと変容する知識と富と暴力』, 中公文庫
- [4] 進藤美希, (2017), 『インターネット上の映像配信サービスのビジネス発展上の課題』, 日本マーケティング学会 カンファレンス・プロシーディングス vol. 6, pp. 289-299
- [5] 平成29年度我が国におけるデータ駆動型社会に係る基盤整備（第四次産業革命時代におけるヒトとシステムに関する基礎研究）調査報告書, (2017) 一般社団法人 日本情報システム・ユーザー協会
- [6] 後藤貴裕他, (2016), 『高等学校情報科において乱数シミュレーションによるモデル化を通じた数理科学的意思決定能力の育成を図る授業実践の事例報告』, 科学教育研究 Vol. 40 pp. 198-208
- [7] 栗田るみ子他共著, (2008), 『情報科教育法』, 学文社, pp. 40-45
- [8] GIGA スクール構想, 文部科学省, <https://www.mext.go.jp/index.htm> (2021/7access)
- [9] 一般社団法人日本ビジネスメール協会, <https://businessmail.or.jp/> (2021/7access)
- [10] 栗田るみ子, (2019), 『インターネットを利用した新しい教育法と評価を学ぶ』, 城西大学更新制講習テキスト, pp. 4-8
- [11] 栗田るみ子, 白鳥義明, (2021), 『コンピュータと会話しながらプログラミングに挑戦』, 城西大学更新制講習テキスト, pp. 22-27
- [12] 未来の学びコンソーシアム, <https://miraino-manabi.jp/> (2021/7access)
- [13] NHK 高校講座 (NHK), <https://www.nhk.or.jp/kokokoza/> (2021/7access)
- [14] Eboard NEW, <https://www.eboard.jp/dashboard/> (2021/7access)
- [15] 統計ダッシュボード, <https://dashboard.e-stat.go.jp/> (2021/7access)
- [16] なるほど統計学園, 総務省統計局, <https://www.stat.go.jp/naruhodo/index.html> (2021/7access)
- [17] 自宅学習教材公開特設ページ (Z会), <https://www.zkai.co.jp/muryoukyouzai-ck/> (2021/7access)
- [18] ICT 教育活用研究所 <http://www.el-labo.jp/> (2021/7access)
- [19] Viscuit, <https://www.viscuit.com/> (2021/7access)
- [20] Scratch, <https://scratch.mit.edu/> (2021/7access)

## 付録

モンテカルロ法で円周率 VBA プログラムソースコード

## ・参考

計測に使ったコンピュータのスペック

プロセッサ Intel® Core™ i7-8700 CPU@3.20Ghz

実装 RAM 16.0GB

システム 64bit OS x64 ベースプロセッサ

## Rem ■モンテカルロ法で円周率

' 試行回数 100 とし, 試行 No. 円周率を表示する

' DoEvents 関数を利用

Sub piMontecarlo\_2()

Dim blt As Long	' 発射弾数上限
Dim cnt As Long	' 弾数カウンター
Dim x As Integer	' X 座標
Dim y As Integer	' Y 座標
Dim z As Long	' 斜辺の長さ
Dim hit As Long	' 命中弾数
Dim rate As Double	' 命中率
Dim pi As Double	' 円周率近似値
Dim sTime As Double	' 開始時刻
Dim eTime As Double	' 終了時刻
Dim tst As Integer	' 試行回数
Dim i As Integer	' 試行回数カウンター
Dim sho As Double	' 円周率の最小値
Dim dai As Double	' 円周率の最大値
Dim total As Double	' 円周率の累積値
Dim heikin As Double	' 円周率の平均値

sTime = Timer()

tst = 100

blt = 10000

```
Randomize                                乱数ジェネレータの初期化

For i = 1 To tst
  DoEvents                                ' CPU の制御を OS に開放
  ' 弾の発射を繰り返す
  For cnt = 1 To blt
    x = WorksheetFunction.RandBetween (-100, 100)    ' x 座標の取得
    y = WorksheetFunction.RandBetween (-100, 100)    ' y 座標の取得
    z = Sqr (x ^ 2 + y ^ 2)                            ' 斜辺の長さを求める
    ' 命中判定
    If z <= 100 Then
      hit = hit + 1    ' 命中数のカウントアップ
    End If

    ' Debug.Print cnt & "(" & x & ", " & y; ")"

  Next cnt    ' 次の発射へ

  ' 命中率を求めて円周率を計算
  rate = hit / blt
  pi = rate * 4

  ' 試行 No. と円周率の表示
  Debug.Print i & vbTab & pi
  total = total + pi
  heikin = total / i

  ' 円周率の最小値, 最大値を記録
  If i = 1 Then    ' 試行 1 回目なら
    sho = pi    ' sho に pi を代入
    dai = pi    ' dai にも pi を代入
  Else    ' それ以外の場合には
    If pi < sho Then sho = pi    ' pi < sho なら sho に pi を代入
    If pi > dai Then dai = pi    ' pi > dai なら dai に pi を代入
  End If

  hit = 0    ' 命中数を初期化 (次の試行に備えて)

Next i    ' 次の試行へ
```



```

' 発射弾数, 円周率の範囲, 円周率の平均を表示
Debug.Print "発射弾数" & blt
Debug.Print "値の範囲" & sho & "<  $\pi$  <" & dai
Debug.Print "円周率平均" & heikin

eTime = Timer          ' 終了時刻の取得

Debug.Print "所要時間" & eTime - sTime & "秒"      ' 所要時間の表示

End Sub

```

### Rem ■モンテカルロ法で円周率

```

' ワークシートにも反映させる
' ピボットテーブルの更新を可能にする（範囲変更への対応を含む）
' VBA からデータ分析ツール「基本統計量」を利用する
' ワークシートで試行回数, 発射弾数を指定する方式
' エラー処理

```

```
Sub piMontecarlo_3()
```

```

' 変数宣言
Dim tst As Integer          ' 試行回数
Dim i As Integer           ' 試行回数制御カウンター
Dim blt As Long            ' 発射弾数
Dim cnt As Long            ' 発射弾数制御カウンター
Dim x As Integer           ' X 座標
Dim y As Integer           ' Y 座標
Dim z As Integer           ' 斜辺の長さ
Dim hit As Long            ' 命中弾数
Dim rate As Double         ' 命中率
Dim pi As Double           ' 円周率近似
Dim total As Double        ' 円周率の累積
Dim heikin As Double       ' 円周率の平均
Dim sTime As Double        ' 開始時刻
Dim eTime As Double        ' 終了時刻

```

```
sTime = Timer()          ' 開始時刻格納
```

```
' シート「VBA 版」をアクティブに
```

```
Sheets("DebugPrint 版").Activate

' 出力データのクリア
Range("B5:D6").ClearContents
Range("A9").CurrentRegion.Offset(1).ClearContents
Range("H2:I17").ClearContents

' エラー処理
On Error GoTo ErrLabel
' 試行回数と発射弾数をワークシートから参照する方式へ
tst = Range("B3").Value
blt = Range("B4").Value

Randomize ' 乱数ジェネレータの初期化

For i = 1 To tst
    DoEvents ' VBA プログラムが占有している制御を OS に開放する関数

' 弾の発射を繰り返す
For cnt = 1 To blt
    x = Int(Rnd() * 201 - 100) ' x 座標の取得
    y = Int(Rnd() * 201 - 100) ' y 座標の取得
    z = Sqr(x ^ 2 + y ^ 2) ' 斜辺の長さを求める
    ' 命中判定
    If z <= 100 Then
        hit = hit + 1 ' 命中数のカウントアップ
    End If
    ' Debug.Print cnt & "(" & x & ", " & y; ")"
Next cnt ' 次の発射へ

' 命中率を求めて円周率を計算
rate = hit / blt
pi = rate * 4
' Debug.Print i & vbTab & pi

Cells(60000, 1).End(xlUp).Offset(1).Value = i
Cells(60000, 2).End(xlUp).Offset(1).Value = pi

total = total + pi
```

```

If i = 1 Then          ' 試行 1 回目なら無条件に sho に pi を代入
    sho = pi          ' sho に pi を代入
    dai = pi          ' dai に pi を代入
Else                  ' それ以外なら
    If pi < sho Then sho = pi ' pi が sho より小さかったら pi を sho に再代入
    If pi > dai Then dai = pi ' pi が dai より大きかったら pi を dai に再代入
End If

heikin = total / i   ' 円周率の平均

    hit = 0           ' 命中数を初期化
    Range("C3").Value = tst - i ' 残り回数の表示

Next i

' Debug.Print "値の範囲" & sho & "<  $\pi$  <" & dai
' Debug.Print "円周率平均" & heikin

Range("B5").Select
With Selection
    .Value = sho
    .Offset(, 1).Value = "<  $\pi$  <"
    .Offset(, 2).Value = dai
    .Offset(1).Value = heikin
End With

' データソースを変更する
On Error GoTo ErrLabel

' ピボットテーブルのデータ範囲が異なる場合への対処
Dim myDB As Range

' データ範囲を再取得
Set myDB = Worksheets("DebugPrint 版").Range("A8").CurrentRegion
ActiveSheet.PivotTables(1).ChangePivotCache _
ActiveWorkbook.PivotCaches.Create(xlDatabase, myDB)

' ボットテーブルを更新する
ActiveSheet.PivotTables(1).PivotCache.Refresh

```

プログラミング教育と教育コンテンツの可能性

```
' VBA から分析ツール「基本統計量」を利用する
' セル B8 から続く円周率のデータ領域の最後の行番号を取得
Dim r As Integer
r = Cells(8, 2).End(xlDown).Row
Dim myDS As Range
Set myDS = Range(Cells(8,2), Cells(r,2))

' 記述統計アドインの実行
Application.Run "ATPVBAEN.XLAM!Descr", myDS, Range("H2"), "C", True, True

eTime = Timer()           ' 終了時刻を格納
Range("D3").Value = eTime - sTime & "秒"    ' 所要時間を表示

Exit Sub                 ' エラーなしの場合ここで終了（必須）

ErrLabel:                ' エラー処理用ラベル
MsgBox "試行回数と発射弾数を「整数」で指定してください"
Range("B3").Select

End Sub
```

---

# A Study of Programming Education and the Educational Content Potentiality

Rumiko KURITA

## Abstract

Since the 2000s, our lives have changed rapidly and drastically. This is mainly due to the establishment of network infrastructure. In 1994, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) started a computer-deployment plan, which aims to deploy computers in more schools. The plan aimed to deploy 22 computers in each elementary school and 42 computers in each junior high school and each high school. And twenty-seven years have passed since then. In 2019 the MEXT announced the “GIGA School” (‘Global and Innovation Gateway for All’) to distribute one computer to each student, and said that it would be achieved by 2023. However, due to the coronavirus pandemic, it became necessary to realize this, so the MEXT decided to achieve it by the end of FY2020, by investing a supplementary budget in a hurry. Similar to these rapid changes in school education, the business world is undergoing major changes, which has led to the major problem of a shortage of human resources. System managers have been supporting the information society for many years, but the shortage of managers is now a problem. According to the results of a survey on the latest trends and future estimates of IT human resources released by the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), it is predicted that there will be a shortage of about 800,000 IT human resources in 2030. For an organization, it is necessary to improve the operation management of the system constantly and operate it stably, but it costs a lot. This has been named the “legacy system” recently and has been considered a negative legacy of the DX era. This paper considers the background of the introduction of programming education for human resource development required in the ever-changing information society.

**Keywords:** information of education, cultivating logical thinking, science technology innovation