

初等中等教育段階におけるプログラミング教育の充実に向けた民間人材の活用 Utilization of the private citizen for improvement of programming education in the elementary and secondary education stage

五十嵐 智生[†]
Tomoo Igarashi

1. はじめに

文部科学省は、平成29年2月14日「次期学習指導要領等の改訂案」¹を公表し、小学校段階における英語教育、プログラミング教育の義務化を発表した。新聞²では「変わる学び」として新しい教育に期待を寄せる一方「英語評価に教員苦慮」など、既存教科に加えて新たに始まる教育にどのように対処をするのか、教育現場の苦悩の声も紹介されていた。山本・他(2015)の整理では、小学生のプログラミング教育義務化の動きは、平成25年6月14日「日本再興戦略 JAPAN is BACK」としてアベノミクス「3本の矢」のひとつとして世界最高水準のIT社会の実現の目標を達成するために、2010年代には一人一台の情報端末の推進を実現し、義務教育段階からのプログラミング教育の必要性が記載された。また、内閣に設置されている高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部(IT総合戦略本部)では平成26年6月24日「世界最先端IT国家創造宣言」が改定され、プログラミング教育の必要性がうたわれたと施策を整理している。直近では、首相官邸で開催された平成30年5月17日未来投資会議(第16回)で文部科学大臣から、「Society 5.0に向けた人材育成の推進」が提出され、初等中等教育におけるプログラミング教育の義務化、小中高を通じた学習指導要領改訂によるプログラミング教育・統計教育の充実などが提示された。³

本研究では、急速な社会変化に伴い初等教育段階でのプログラミング教育の必要性が叫ばれる一方、教育現場からは、小学校教諭に「英語に加えてプログラミング教育まで担当させることは本当に実現可能なのだろうか」という意見⁴があることを受け、民間人の情報システム人材による、小学校段階におけるプログラミング教育の支援を、情報処理学会認定技術者(以下:CITP)⁵の人材を活用することで実現できないか検討をまとめたものである。

2. 予想される課題

次期学習指導要領には、プログラミング教育に関して科目化が見送られており、教科としての実践は求められていない。算数や理科に関しては具体的な情報システムを用いた取り組みが記載されているが、その他の教科に関しては、指導に当たっては、コンピュータや情報通信ネットワークを積極的に活用して、情報の収集・整理や、実践結果の発表などを行うことができるように工夫することという表現にとどまっている。⁶プログラミング教育に期待されている、時代を超えて普遍的に求められるプログラミング的思考を育む教育の実施や、各小学校の実情に応じプログラミング教育を行う学年や教科を決め、指導内容を計画・実施してゆくことは、同時に導入される英語と重なることを考慮すると、プログラミング教育に対する現場の負担は重く、義務化の実現には工夫が必要である。英語の導入に際しては、高校・中学で既に取り組まれている外国人指導助

手(ALT)⁷の導入が検討されているが、プログラミング教育に関しても、外国人指導助手(ALT)の仕組みと同じように、民間人の情報システム人材による指導助手(以下:ティーチングアシスト(TA))の仕組みが構築できないかという仮定で課題を洗い出した。

小学校におけるプログラミング教育を実現しようした場合、第一に、授業時間の確保の問題が挙げられる。科目化される英語とは異なり、既存科目の中でプログラミング的思考とされる実践を行うのであれば、総合的な学習の時間に取り扱うのが妥当という指摘が、山本・他(2015)よりされている。第二に、プログラミング教育を行う指導人材の養成と確保が必要である。文部科学省の平成28年度の学校基本調査によれば、日本全国の小学校数は20,313校であり児童数は6,483,515人(男子3,316,608人、女子3,166,907人)であり⁸、ティーチングアシスト(TA)の整備をしようと準備した場合、全国津々浦々にある小学校をカバーできる要員の確保は課題である。第三に、ティーチングアシスト(TA)を養成するための指導方法、教材も確立していないため整備の必要がある。

3. プログラミング教育を行う指導人材の養成と確保(ティーチングアシスト(TA)制度)

本研究では、予想される課題のうち、民間人の情報システム人材による、小学校段階におけるプログラミング教育の支援にフォーカスし、本項では、第二のプログラミング教育を行う指導人材の養成と確保に関して、外国人指導助手(ALT)制度を先行事例にティーチングアシスト(TA)制度の整備は可能かを検討した。小学校においては2002年度から、3年生以上を対象として「総合的な学習の時間」を用いて国際理解教育の一環として外国語会話を教えることが可能となっており、教師と英語指導助手(ALT)の指導上の相互理解や指導行動にどのような影響を与えるのかなど、わが国においても先行研究が進んでいる。菊田・牟田(2001)英語指導助手(ALT)⁹に関しては、昭和62年度に開始された制度は、平成28年度の30年間に招致国は4カ国から40カ国に、参加者は848人から4,952人へ規模を広げ、現在は、45都道府県と20政令指定都市を含む約1000の地方公共団体が準備した受け皿団体で参加者を受け入れている。義務教育における指導者には教員免許の資格保有など厳しい条件が設けられているが、英語指導助手(ALT)に関しては、総務省、外務省、文部科学省、英語指導助手(ALT)推進の外郭団体を整備し、都道府県、政令都市の取りまとめ団体と連携することで外国語教育のための課題をクリアしている。

情報処理学会は民間人の情報システム人材でも高度な技術者をCITPとして組織化しており、プログラミング教育を支援できる人材がプールされている。プログラミング教育でも英語同様に、英語指導助手(ALT)方式に習い、民間人の情報システム人材がティーチングアシスト(TA)と

して、小学校教諭の支援をすることができないか、情報処理学会としても文部科学省や都道府県市町村などの教育委員会関係者と実現可能性について、検討するべきではないかと考える。

図1 外国語指導助手 ALT 制度方式の仕組み

外国語指導助手ALT制度方式の仕組み

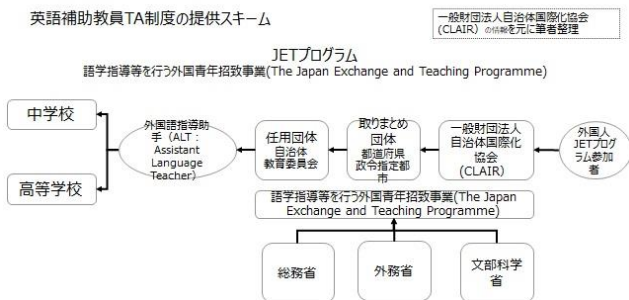
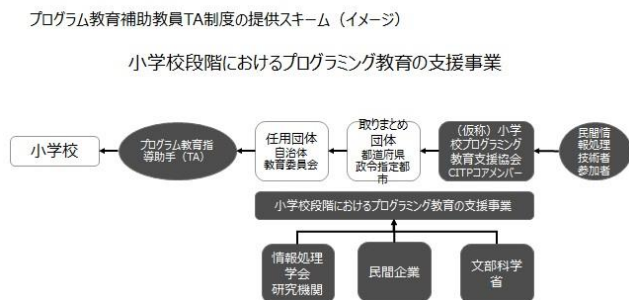


図2 プログラム教育ティーチングアシスト (TA) 制度方式の仕組み案

プログラム教育TA制度方式の仕組み案



4. ティーチングアシスト (TA) を養成するための指導方法と教材の確立

第三の、ティーチングアシスト (TA) を養成するための指導方法と教材の確立に関しては、外国人指導助手 (ALT) 制度を先事例に、要員を確保する研修方法や研修体制を検討すると共に、具体的なティーチングアシスト (TA) の指導内容やカリキュラムに関して検討をする必要がある。ティーチングアシスト (TA) に求められているものは、プログラミング言語の教育であると、情報システムの専門家は誤解しがちであるが、次期学習指導要領では特定のプログラミング言語の学習を意図するものではないことが明記されており、プログラミング教育に期待されている、世代を超えて普遍的に求められるプログラミング的思考の習得に向けた活動を、いかに実現するのかがティーチングアシスト (TA) にも求められる点は注意が必要である。

例えば、水谷・岩本 (2006) の先行研究によれば、子供たちに人気のあるロボットを素材としたプログラミング教育では、小学生でもひらがなコマンドの使用で制御用プログラムの作成が可能であり、ロボットの制御としてロボットの動作とプログラムの関係を理解させることが容易であることが明らかとされている。ロボットを題材に学習要素を分解して検討すると1) アクチュエータや機構に関する機械工学的要素、2) センサの利用に関する電気工学的要

素、3) 動作などを制御する情報工学的な要素、4) 電池などエネルギーに関する要素など多岐にわたっており、単純なプログラム言語教育にとどまらない、プログラミング的思考の教育実現のヒントが詰まっている。科学技術に初等教育の段階から興味を持たせる効果という意味で意義深いと考える。

本研究では、先事例研究を通じて、小学生のプログラミング教育による、論理的な考え方、問題解決能力を得られる指導方法と教材の確立は可能であると考えている。初等中等教育段階の義務教育として、プログラミング教育をどのように実現するのかが未知の部分が多いが、単なるコンピュータのキットや教材の販売に留まらない、プログラミング教育の必修化に向けた検討が必要だと考える。

新たな教育分野ではあるが、情報システムとしてのプログラミングは既に我が国でも50年以上の開発と運用の実績がある。民間人の情報システム人材の利活用によって、かなりの部分を補完することは可能だろう。一方で、現状は、小学校では教科化がされず、中学校では技術の科目の一部として実施され、高校では情報として独立の教科化がされているが選択する生徒は一部に留まっている。プログラミング教育、統計教育の充実、IT サービス分野の人工知能や機械学習の分野で遅れている日本の状況を打破するための一環であるが、小学校から大学までの情報システムに関わる一貫した教育カリキュラムは、日本には存在していない。英国の Computing at School (CAS) による Computing Progression Pathways¹⁰ のようなカリキュラムの整備を、同時に進める必要があることは、プログラミング教育の実現に伴う課題である。

図3 CITEPによるTA養成実施スキーム案

CITEPによるTA養成実施スキーム案

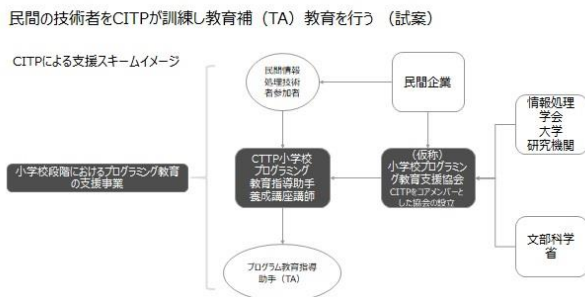
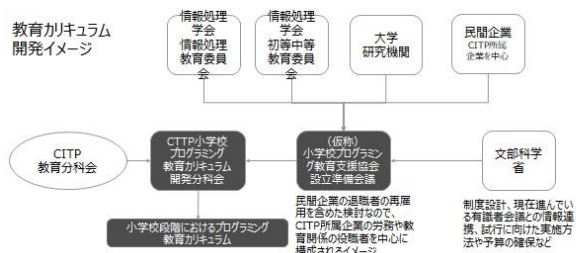


図4 プログラム教育ティーチングアシスト (TA) 制度方式の仕組み案

CITEP・情報処理学会と大学研究機関協業案

CITEP・情報処理学会と大学研究機関が協力し教育カリキュラムを開発する (試案)



5. まとめ

本研究では、小学生におけるプログラミング教育には、大きく三つの課題があり、授業時間の確保を除くプログラミング教育の指導者数の確保と、プログラミング教育の指導者養成の指導方法と教材の開発に関しては、民間人の情報システム人材を利活用することで、解決策の検討が可能であることを示した。既に実現している外国人指導助手 (ALT) 制度を先行事例として研究することで、外国人を民間人の情報システム人材と置き換え、ティーチングアシスト (TA) 制度の実現可能性の検討をすることで、小学校の教育現場で危惧されている「プログラミング教育を果たして現場で展開することができるのか」という課題に対してひとつの解を示すことができる。本研究を進める中で、初等中等教育のプログラミング教育の検討の状況は、専門家の間でも意見が分かれていることを確認することができた。小学生段階からプログラミングをプログラミング言語として親しませるべきだという意見や、プログラミングを単なる言語教育ではなく、論理的な思考やプログラミング的思考を身に着けることで、考える力を伸ばすことを目的とするべきだという意見など、様々な研究成果をエビデンスとして活発な意見が成されている。

今回、現在進行中である様々な意見を踏まえ、民間人の情報システム人材による、小学校段階におけるプログラミング教育の支援を、CITP人材を利活用することで実現できないかを検討したが、検討に際して一番大きな問題は、小学校から大学までの情報システムに関わる一貫した教育カリキュラムが整備されていない点を挙げておきたい。現在、文部科学省で行われている検討は、小学校と中学校、高校、大学に分けて検討されており、義務教育から高等教育までのクリティカルパスが設けられていない。その結果、教育カリキュラムの検討では専門家がゴールを共有できていない点は、民間人の利活用以前に横たわる問題であり課題である。初等中等教育におけるプログラミング教育義務化の実現のためには、情報処理学会を含めた国内の研究機関と民間企業、文部科学省や都道府県市町村などの教育委員会関係者などと連携する必要がある。今後の研究として、各関係者が、共通の目標であるプログラミング教育の充実による情報活用能力の育成を、義務教育としてどのようなゴールを目標とするのかを研究として取り組んでゆきたい。

謝辞

本研究に関しては、CITPのメンバーである株式会社中電シーティーアイ取締役 松田様、CITP事務局 旭様の協力を得て検討を進めることができました。また、CITPプログラミング教育分科会のメンバーには、実務家としての有益なアドバイスをもらうことができました。また、所属している東京大学大学院情報学環教授 須藤先生からは文部科学省などの取り組みに関して、様々な助言を頂きました。情報処理学会では、佐賀大学准教授 掛下先生、長野大学教授 和田先生から有益なご意見を頂きました。本当にありがとうございました。

† 一般社団法人情報処理学会, IPSJ

情報処理学会認定技術者, CITP

東京大学大学院学際情報学部博士課程, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo

参考文献

- (1) 今泉 俊, 橋浦 弘, 松浦 佐, 古宮 誠. ブロック構造の可視化環境によるプログラミング学習支援(オープンソースやデバイス技術を活用した学習環境/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2009 09/05;109(193):45-50.
- (2) 大西 淳, 高山 直. 学生の学習意欲を維持・発展させるプログラミング実験への取り組みとその結果. 日本高専学会誌 : journal of the Japan Association for College of Technology 2014 10/31;19(4):57-64.
- (3) 大谷 み. 小学校外国語活動の「いま」と「これから」の課題 : 島根県教員へのアンケート調査結果をもとに. 島根大学教育学部紀要. 教育科学・人文・社会科学・自然科学 2014 12/25;48:1-10.
- (4) 大谷 み, 築道 和. 小学校外国語活動における ALT の活用の在り方に関する基礎的研究 : ALT に対する予備的調査を通して. 島根大学教育学部紀要. 教育科学・人文・社会科学・自然科学 2009 12/25;43:21-29.
- (5) 守山 正, 松原 伸. 対話からの地域保健活動 : 健康教育情報学の試み / 守山正樹, 松原伸一著. 東京: 篠原出版; 1991.
- (6) 小出 由, 米山 秋. 低学年における新たなプログラミング教育の取組み. サレジオ工業高等専門学校研究紀要 2009;35:141-144.
- (7) 小山 万. 2AB2 ビスケットを使ったプログラミング指導 : 児童はプログラミングの授業のどんなところを楽しんでいるのか(情報教育の新しい流れ, 課題研究, 教育情報と人材育成~未来を育む子供たちのために~). 年会論文集 2015 08/29(31):166-169.
- (8) 山本 利, 本郷 健, 本村 猛, 齋藤 実, 永井 克, 石田 祐. 2AB3 初等中等教育におけるプログラミング教育の必要性 : プログラミング教育の教育的意義(情報教育の新しい流れ, 課題研究, 教育情報と人材育成~未来を育む子供たちのために~). 年会論文集 2015 08/29(31):170-173.
- (9) 新開 純, 早勢 欣, 宮地 功. 協調的作問環境を活用したプログラミング教育の試み(ブレンディッドラーニングにおけるメディアの役割/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2012 09/22;112(224):23-26.
- (10) 松原 伸. 学校におけるプログラミング教育 : 新教育課程準拠 : 支援システムとその利用 / 松原伸一著. 東京: オーム社; 1990.
- (11) 松原 伸. ソーシャルメディア社会の教育 : マルチコミュニティにおける情報教育の新科学化 / 松原伸一著. 東京: 東京: 開隆堂出版; 開隆館出版販売 (発売); 2014.
- (12) 松原 伸. デジタル環境論 : デジタル環境が及ぼす人間生活への影響 / 松原伸一著. 京都: ナカニシヤ出版; 2004.
- (13) 森 秀. Scratch を用いた文系大学生向けプログラミング教育. 日本教育工学会論文誌 2010 12/20;34:141-144.

(14) 水谷 好, 岩本 正. 教育用ロボットキット梵天丸を用いた小・中学生のためのプログラミング教育(ロボットを用いたプログラミング教育/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2006 07/08;106(166):43-48.

(15) 満尾 貞. 英語活動における小学校担任と ALT の役割(授業力-大学全入時代の大学英語教師). JACET 全国大会要綱 2006 09/02;45:55-56.

(16) 王文, 李 峰, 板谷 雄. プログラミング教育における魅力のある e-Learning 教材の開発と評価(e-Learning における学習評価/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2006 11/11;106(364):31-36.

(17) 田代 久, 岩本 正, 水谷 好. ロボットを用いた小学校におけるプログラミング教育の研究: 教育用ロボット「梵天丸」 「い

ろは姫」の仙台市における活用事例から(ロボットを用いたプログラミング教育/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2006 07/08;106(166):49-52.

(18) 竹野 茂. 小学校英語担当教員のための英語発音講座. 宮崎公立大学人文学部紀要 2013 03/08;20(1):241-249.

(19) 菊田 怜, 牟田 博. 公立小学校の英会話活動において指導行動が及ぼす効果. 日本教育工学雑誌 2001 12/20;25(3):177-185.

(20) 野口 孝. コンピュータの仕組みを直感的に理解できるプログラミング教材の開発(プログラミング教育・学習/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2014 10/11;114(260):7-10. .

¹ 文部科学省 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)(中教審第197号)平成28年12月21日中央教育審議会

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm

² 毎日新聞14新版 31項 変わる学び「英語評価に教員苦慮」記事 平成29年2月15日

³ 首相官邸日本経済再生本部 未来投資会議(第16回)平成30年5月17日 文部科学大臣提出資料

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/mirai_toshikaigi/dail6/siryou6.pdf

⁴ 朝日新聞 dot AERA 記事「2020年度から小学校でプログラミング教育必修 でも教える人がいない!」平成28年10月26日

⁵ 情報処理学会 HP 情報処理学会認定技術者(CITP)制度 <http://www.ipsj.or.jp/citp.html#anc2>

⁶ 文部科学省 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)【概要】:第2部 第1章2. 小学校(情報技術を手段として活用する力やプログラミング的思考の育成)

⁷ JETプログラム HP 外国人指導助手(ALT)説明箇所 <http://jetprogramme.org/ja/positions/>

⁸ 文部科学省 学校基本調査平成28年度 II 調査の概要 http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2016/12/22/1375035_2.pdf

⁹ JETプログラム HP 歴史

<http://jetprogramme.org/ja/history/>

¹⁰ 英国 Computing at School (CAS) Computing Progression Pathways

<https://community.computingschool.org.uk/resources/1692/single>