

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に向けた調査 Survey for utilization of civilian talent towards enhancement of programming education at the primary and secondary level

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の人材を利活用することで実現できないか検討と、小学校・中学校関係者のヒアリング結果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）の整備しようとした場合、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

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

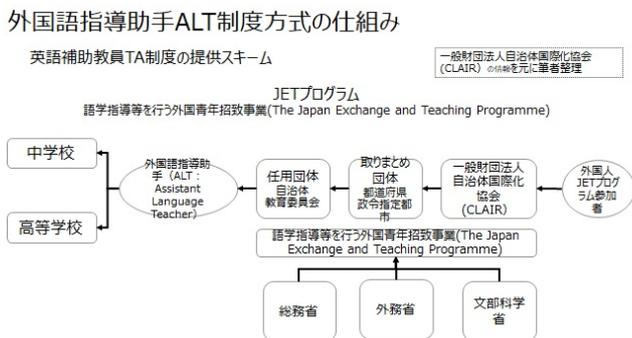
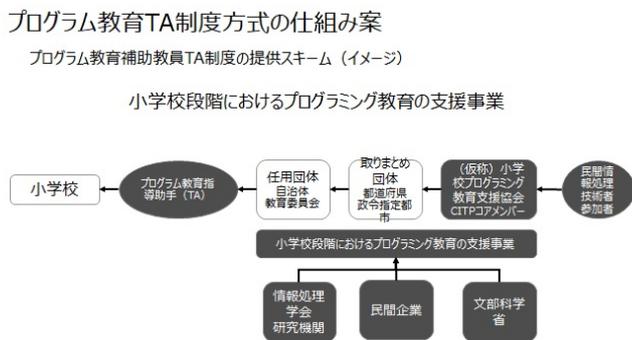


図 2 プログラム教育ティーチングアシスト（TA）制度方式の仕組み案



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）制度を先行事例に、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、先行事例研究を通じて、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は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 CITPによるTA養成実施スキーム案

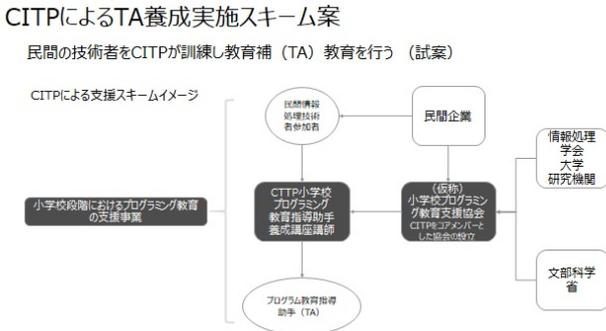
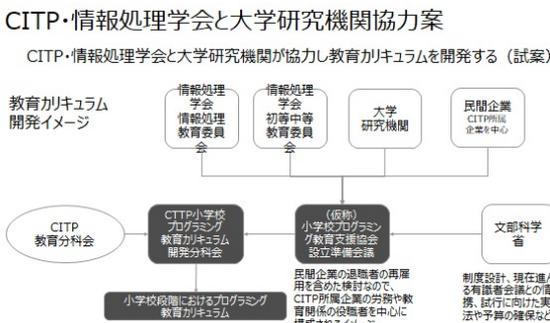


図4 プログラム教育ティーチングアシスト（TA）制度方式の仕組み案



5. 活動を通じて得た気づき

CITPの人材を利活用することでプログラミング教育の民間人材の活用を進められるのではないかと検討の一環で、2017年度、2018年度の活動として、小学校・中学校関係者のヒアリングを実施した。

2017年度は、川崎市立千代ヶ丘小学校松岡校長と川崎市立橋小学校で情報・ICT担当主任の佐藤謙教諭と意見交換を行った。川崎市立千代ヶ丘小学校の学校見学をさせていただいたのち、川崎市の現状と民間人の活用に関する教育現場の意見を頂いた。松岡校長からは、民間人による教育支援のプログラムがあれば歓迎であると意見を頂いた。川崎市は日本電気、富士通などIT機器メーカーの工場が立地していることから、これまでも教室のIT機器の提供などで企業と協力してきた歴史がある。人材交流はこれまでなかったが、CITPの考えるモデルケースが実現した場合、民間人材の利活用は現実のものになるはずだとコメント頂いた。佐藤教諭からは、佐藤教諭が視聴覚教科分科会で取り組んでこられた、プログラミング教育に関する研究会での取り組みをご紹介いただいた。意見交換をするなかで、小学校教諭の素晴らしい取り組みが、大学や情報処理学会など情報システムの専門家と連携できていないことが課題であるという議論になった。教育学部系の研究と情報システムなどの理工学系の研究の間にある谷の問題であり、学際研究と小学校人材の交流に課題があることを認識させられた。松岡校

長からプログラミング教育に関して、教える人材が小学校教員の中にいないのではないかとCITPの問いかけに関しては、直近で見れば混乱が生じると思うが、長い目で見た場合あまり心配していないという意見をもらった。これは過去の「ゆとり教育」導入時にも同様の混乱があり、学習指導要領の見直し時に生じることは経験則上、対処ができていたという声だった。例えば、私は、円周率を3で計算するゆとり教育は、小数点以下3.14を無視した乱暴な教育改革という印象を受けていたが、松岡校長によれば、それはマスコミ報道などによる誤解で、小学校では、なぜ円周率が必要なのかであるとか、円の面積をどのように求めるかなどを議論して実験したうえで、進めていたという。これが考える力を求めたゆとり教育の目指した道であり、現場で導入時に混乱はあったものの導入後、十年をかけて小学校教諭の研究会で教育指導が磨かれた結果、効果的な学習が学校で行われていたという意見だった。そのような過去の実績に鑑みれば、指導方法に迷いながらも小学校教員の現場力は、まとめる力があるし分科会などを整備することで既に、プログラミング教育をどのように行いかは、試行がされているとのことだった。実際に佐藤教諭の進められている教育研究会の資料を後日見せていただく機会を得たが、よく整理されており、現場の小学校教員の能力をITの専門家としてきちんと理解できていないことに気が付かされた。

2018年度は、横浜市立日野南中学校で中学校1年生の職業講話で「システムエンジニア」について150名の中学生にCITPメンバーが技術者としてのキャリアや職業としての魅力などを伝える機会を得た。赤堀校長と懇談する機会を得て、現在活動しているプログラミング教育支援についてお話し意見を聞くことができた。中学生にとってゲームなどで慣れ親しんでいるシステムエンジニアは興味を持ってもらえるのではないかと考えていたが、最近の中学生にはコンピュータに興味を持ってもらえないようで、講話後の質疑では、四名中、システムエンジニアの質問は一名のみの結果だった。そのことを赤堀校長へ尋ねるとゲームなどでコンピュータに慣れ親しんでいると思うが、実際にコンピュータを使ってシステム開発するのは想像が中学校1年生では分らなかったかもしれない。中学校3年生では技術の授業でプログラミング教育を受けているので、もっと違う反応だったのではないかと意見を頂いた。

横浜市教育委員会事務局 情報教育担当の高原係長、吉田主事、同総務部 伊藤係長とも、教育政策を担う現場として、プログラミング教育の民間人材活用に関して、意見交換を行う機会を得た。横浜市でも川崎市同様に小学校教員による分科会方式による研究活動が行われていることを確認することができた。川崎市との違いは、川崎市では義務教育として、どの生徒にも一定の水準でプログラミング教育を提供することに留意して、学習指導をくみ上げていたのに対し、横浜市では基礎となるプログラミング教育と更に勉強したいという子供たち向けのアドバンス教育は分けて考えているとのことだった。どちらが正しいとは言えないが、高度な教育プログラムも準備する予定の横浜市の取り組みは、私たちの活動でも何か支援

できるのではないかという可能性を感じた。一方で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点に関しては、吉田主事からも課題ではないかという意見を得た。高校で情報、中学で技術、小学校でプログラミング的思考による全教科での展開が、教育指導要領として整備されつつあるが、情報の大学受験適用などの改革や、プログラミング教育の義務化で制度改革が進む高校、小学校に対して、中学校が改革から取り残されつつあることを課題として挙げられていた。この意見は、教科の連続性の問題や、技術でプログラミング教育を担当させるのが教科として適当なのかなど、これまでの活動で私たちが感じている課題と同じであり、活動の方向性は現場と大きくズレはないのだということを確認することができた。

図5 プログラミング教育の担当科目（日本）

1.2. 教育カリキュラムの課題

日本で予定されている情報教育体系（2020年）

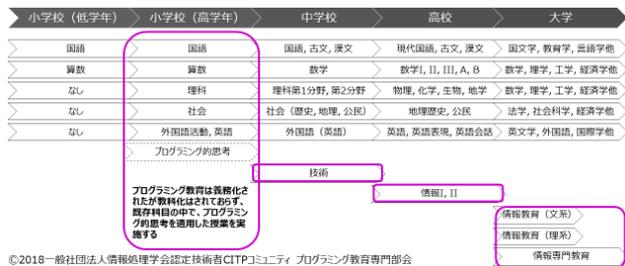


図6 プログラミング教育の担当科目（英国）^{11, 12}

1.3. 教育カリキュラムの課題

英国の情報教育体系（2013年～）



6. 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

† 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

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。

小学校段階におけるプログラミング教育の支援を、CITP 人材を活用することで実現できないかを検討する中で、「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、これまで課題として挙げてきたが、中学校・小学校教諭、教育委員会の職員の方とのヒアリングを通じ、誰がプログラミング教育を教えるのかという課題に加え、プログラミング教育が小中高大の各学校の科目で異なることが原因で、学習指導を一貫して策定することが難しく、局所的な学習体験になることを改めて発見することができた。

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。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が、民間人材も情報システムの専門家としてより積極的な社会貢献としての教育への関りを進めてゆかなければならないと思う。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義務教育としてどのようなゴールを目指すべきかの活発な取り組みがなされると思うが、CITP としてワーキング活動を通じ、社会貢献を積み重ねてゆきたいと考えている。

謝辞

本研究に関しては、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。川崎市立千代ヶ丘小学校松岡校長、川崎市立橘小学校で情報・ICT 担当主任の佐藤謙教諭、横浜市立日野南中学校赤堀校長、横浜市教育委員会高原係長、伊藤係長、吉田主事 から教育現場関係者として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。

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り組み. 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/dail16/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.computingatschool.org.uk/resources/1692/single>

¹¹ The Royal Society: Computing in Schools, Shut down or restart?
<https://royalsociety.org/topics-policy/projects/computing-in-schools/report/>
<https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>

¹² The Royal Society : Computing education, After the reboot: computing education in UK schools
<https://royalsociety.org/topics-policy/projects/computing-education/>
<https://royalsociety.org/~media/policy/projects/computing-education/computing-education-report.pdf>