

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：47121

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501073

研究課題名(和文) 小学校における情報の科学的な理解の育成のための教育手法の研究

研究課題名(英文) Study of the education on information scientific in elementary schools

研究代表者

石塚 丈晴 (ISHIZUKA, Takeharu)

福岡工業大学短期大学部・その他部局等・教授

研究者番号：70293602

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では小学校における情報科学教育の可能性についての検討を行った。本研究ではコンピュータに関する学習内容を、コンピュータなどを使わずに体験的に行う、アンプラグドコンピュータサイエンスや、ヨーロッパを中心として実施されている国際情報科学コンテストなどを中心として、日本の小学校で実施するための検討を行った。アンプラグドコンピュータサイエンスの学習活動の多くは、現在の小学校の教育課程のなかで、各教科で実施されている学習活動と重複することが判明し、新たに情報科学の時間を多く取らずに実施できること、そして、小学生にも十分理解できること、が、本研究の結果分かった。

研究成果の概要(英文)：In this study, the possibility of information science education in elementary schools of Japan was discussed. To carry out the learning contents on computer science, "Computer Science Unplugged" and Bebras Contest were selected in this study. At first, the relationship between learning activities of CS Unplugged and in the textbooks of elementary school of Japan was found for doing CS Unplugged activities in the class of elementary school. More than 50% of textbooks used in Japan have been checked for 12 CS Unplugged activities. After researching the contents of the textbooks, it is clear to be possible for elementary school children to do the activities of 12 themes of CS Unplugged. Then, "Binary Numbers" of CS Unplugged was picked up to evaluate the learning effect with the instruction program in a learning event for elementary school children in 2012. It was cleared the learning effect of CS Unplugged for elementary school students.

研究分野：情報科学教育・教育工学

キーワード：情報科学教育 小学校 コンピュータ科学 情報の科学的な理解

1. 研究開始当初の背景

平成 10 年度に改訂された学習指導要領では、教育課程での情報教育の目標としての「情報活用能力」が示され、平成 20 年度改正の学習指導要領では情報教育に関する学習活動の充実が求められており、現代の情報化社会の中で、子供達が情報社会に主体的に対応するための情報活用能力を育成することは、伝統的な教科学習とともに学校教育における重要な目標となっている。

平成 18 年 8 月に報告された、初等中等教育における情報化に関する検討会による報告書では、情報教育には、1) 情報活用の実践力、2) 情報の科学的な理解、3) 情報社会に参画する態度、の 3 観点が生示されている。この 3 観点に対する現在の小学校の教育課程では、情報活用の実践力や情報社会に参画する態度の育成についての取り組みは多く行われているものの、情報の科学的な理解の育成に関する取り組みはほとんど見られない。中学校では、技術・家庭科において、情報の科学的な理解に該当する学習内容があるが、内容は比較的高度であり、小学校段階における基礎的な学習が中学校での学習への接続に役立つと考えた。

しかし、小学校を対象とした情報教育の実践報告で、情報の科学的な理解についてはあまり見受けられない。特に「情報活用の基礎となる情報手段の特性の理解」に関する実践例は少ない。その原因はいくつか考えられるが、以下の 2 点が大きいと考えられた。

原因 1: 情報教育については学習指導要領に記述されているものの、情報教育としての情報の科学的な理解に関する内容は必ずしも明確ではない。日本における教育課程は、学習指導要領に基づいて編成される。従って、学習指導要領に記述が無い内容は正課課程では行いきくいという現状がある。

原因 2: 小学校では原則として担任の教員が担当学級のすべての授業を行なうが、「情報活用の実践力」や「情報社会に参画する態度」に比べ、多くの教員自身が「情報活用の基礎となる情報手段の特性の理解」について深く理解できているわけではない。

2. 研究の目的

本研究では背景で述べた、小学校における情報の科学的な理解に関する実践例が少ない理由と考えられる 2 点について、その原因を取り除き、小学校で実施可能な学習モデルについての検討を行う。

(1) 原因 1 に対しては、小学生向けの情報の科学的な理解の育成に関する学習目標や学習内容と一致する学習指導要領及び教科書の単元を明らかにし、現行の学校教育制度で実施することが可能であることを明らかにする。

(2) また、原因 2 に対しては、多くの小学

校教員は情報の科学的な理解そのものに関する、知識や理解が十分であるわけではないという現状に鑑み、情報科学に対する理解に自信が無い教員でも、小学生に対して情報の科学的な理解、特に情報活用の基礎となる情報手段の特性の理解に関する授業を行なうことができるための、1) 単元(題材)、2) 実施学年や時期(日本の教育目標や教育課程との整合性)、3) 教材・教具、4) 教員用資料について具体的に検討を行い検証する。

3. 研究の方法

(1) 本研究では、背景で述べた原因 1 に対して、学習指導要領及び教科書の単元と比較するための教材として、国際的にも定評のあるメソッドであるコンピュータ・アンプラグド・サイエンス(「CS アンプラグド」と表記する)の学習活動を選定した。

CS アンプラグドは、ニュージーランドの Tim Bell らによって提唱された、コンピュータの基本原則を分かりやすく学ばせることを目的としたメソッドである。このメソッドは多くの国で実践がなされており、2011 年 9 月現在では、CS アンプラグドの学習活動例として 20 以上の事例が登録されている。これらの事例の内 12 事例については、教師用書籍として日本語版も含めて数ヶ国語に翻訳されて出版されている。このメソッドの特徴は、コンピュータの基本原則をコンピュータを使わずに(=アンプラグド)、体験的な学習活動を通して学ぶ点にある。日本の小学校における情報教育の特徴は、コンピュータを使用するという点とは一線を画した教育が指向されているところにある。この視点から見ると CS アンプラグドは、コンピュータを使わないコンピュータサイエンスの学習を目指していることから、日本の小学校では受け入れやすいと考えられる。

(2) 原因 2 に対しては、実際に小学校の授業として実施されている事例があれば最適であるが、実際にはほとんど見受けられない。しかし、学校教育以外での日本における小学生を対象とした CS アンプラグドの実践事例の代表例としては、2008 年から情報オリンピック日本委員会のジュニア部門の活動として開催されているイベントがあげられる。このイベントでは小学校 4 年生から 6 年生を対象として募集し、毎年約 100 名の児童が CS アンプラグドの学習事例の中から年毎に選定されたテーマについて、体験的な学習を行っており、このイベントの学習活動を対象として、検証を行った。

更に、欧州の学校を中心に広く実施されている国際情報科学コンテスト(ビーバーコンテスト)などのコンピュータ科学コンテストを日本の学校での実施受け入れに向けた方法についての検討を行った。

4. 研究成果

(1) 本研究では、小学校の教科書と比較を行うため、全国の小学校の教科書の採択シェアが50%を超える様に2社以上のもを用意(全学年分:計129冊,全13106ページ)して、分析を行った。

その結果、表1に示すとおり、CSアンブラグドの全12テーマそれぞれにおける活動目標に対応する学習活動が、小学校教科書で扱われている学習活動と多くの部分で一致することが明らかとなった。このことは、CSアンブラグドの学習活動を小学校の正課授業で行う際に、全ての実施時間について新たに時間を確保する必要がなく、既存の教科書の授業時間の範囲内で大部分が対応できることを示している。

また、対応のあった教科も多岐にわたっていた。このことは、各教科において情報教育を推進するといった、教育の情報化に関する手引の第4章における、情報教育の体系的な推進についての提言の方向性と矛盾しておらず、CSアンブラグドの学習活動を小学校での情報の科学的な理解の育成に取り入れることを可能とする裏付けとなると考えられる。

更に、全てのテーマについて、小学校低学年から対応する箇所があることが明らかとなった。このことは、小学校低学年の児童からCSアンブラグドの学習活動に参加することが可能であることを示している。

表1 CSアンブラグドのテーマと小学校教科書での学習活動とのマッチング率

CSアンブラグドのテーマ	小学校教科書での学習活動とのマッチング率
点を数える(2進数)	73.9%
色を数で表わす(画像表現)	92.3%
それ、さっきも言った!(テキスト圧縮)	83.3%
カード交換の手品(エラー検出とエラー訂正)	100%
20の扉(情報理論)	76.9%
戦艦(探索アルゴリズム)	90.9%
いちばん軽いいちばん重い(整列アルゴリズム)	90.9%
時間内に仕事を終える(並び替えネットワーク)	71.4%
マッディ市プロジェクト(最小全域木)	80.0%
みかんゲーム(ネットワークにおけるルーティングとデッドロック)	57.1%
宝探し(有限状態オートマトン)	70.0%
出発進行(プログラミング言語)	57.1%

(2) 本研究では情報オリンピック日本委員

会と(株)富士通が開催している富士通キッズイベント2012で行われたCSアンブラグド学習(対象は小学校4年生以上,テーマは「二進数」)の実践を対象とした。本研究では、CSアンブラグドのテーマに対し小学生を対象とした指導プログラムを開発し実践を行った。その実践結果より、小学生での45分授業での学習効果(小学校での授業時間に相当する45分の学習時間での指導プログラムによる学習効果)などについての検討を行った。

実践での児童が解答したワークシートを分析した結果、本研究において扱った単位では、十分な活動時間が確保できれば小学校4年生以上に対して学習効果があると考えることができた。しかし、学年によるワークシートの完成度に違いが見られたため、分析をしたところ、実際の小学校の授業時間内で、児童が取り組むワークシート活動の時間を十分に確保することを考えると小学校6年生での実施が推奨されるとの結論に達した。

また本実践では、教員経験や過去のCSアンブラグドの指導経験が異なる3名の講師による実践について児童のワークシート活動の結果について比較を行った。その結果、担当した講師による児童の理解度には差は無く、児童はよく理解していたことが分かった。一方で、本テーマの小学生への指導経験の有無によって、ワークシートの完成度に差が表れて。これらの結果より、実際の小学校で実践する場合、CSアンブラグド指導上の注意点などの情報を示したり、教員に一度体験してもらったりすることが重要であると考えられる。実際に、私的な研修会で小学校の教員に教材や指導法を体験してもらったところ、最初は情報科学のことは分からないと言っていた教員のほぼ全員から、体験後は2進数の意味が理解できたとの意見を得ることができたため、指導書や教材を用意すれば、多くの小学校教員でも実施できる可能性があることが分かった。

(3) ビーバーコンテストについては、日本国内での参加者が他国に比べ少ないという現状があり、参加者を増やす方法について検討した。まず、教員が多く参加する学会や研修会で、ビーバーコンテストの内容について報告したところ、会場にいた教員からは概ね肯定的な反応が得られた。しかし、教員からは、その様なコンテストがあることを知らなかった、との意見も多く得られ、周知する方法を検討する必要があることが分かった。そこで、ビーバーコンテストの実施国で参加者数の多い、ドイツ、フランス、英国の関係者にインタビューを行い、普及方法についての調査・研究を行った。その結果、3カ国とも初年度は教育委員会などから学校への周知という方法は取らずに、教員のコミュニティなどでの周知を行ったことが判明した。そこで、2014年にはリーフレットを作成して配布

したが効果はあまり見られなかった。これは、配布時期が遅く学校行事との兼ね合いで時間が取れなかった学校が多かったことや、やはりリーフレットでは紙面の制約から、情報を伝えきれなかった点が理由として挙げられた。しかし、このリーフレットを受け取った教員からの意見を得ることができ、今後の周知の時期や内容などについての有益な情報を得ることができたため、今後活かしていけるものと考えている。

(4) 日本の小学校における情報科学教育カリキュラムの検討については、本研究の最終的な目標として設定をしていた。本研究の成果の(1)(2)より、CS アンプラグドのテーマは小学校で実施することが可能であることが判明したため、CS アンプラグドのテーマを中心として、内容を精査し、更に学習内容を追加・削除し、系統性を持たせることでモデルを試作すべく、2013年度までは検討していた。

しかし、ヨーロッパなどの情報科学教育などの動向を調査している際に、英国が2014年9月より新教科である「Computing」を導入することが分かり、急遽2014年9月に現地調査を行った。Computingとはコンピュータに関する学習内容であり、情報科学の一部であるが、英国ではプログラミング教育に重点を置いていることが分かり、本研究で検討していたカリキュラムにも反映することを検討しなければならない状況となった。従って、最終年度では英国の情報収集を急遽実施し分析を続けている段階のため、本件に関しては今後継続して研究を行うこととした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

石塚文晴、兼宗進、堀田龍也、アンプラグドコンピュータサイエンスの学習活動と小学校教科書との対応、情報処理学会論文誌、査読有、Vol.54 No.1、2013、24-32

石塚文晴、兼宗進、堀田龍也、小学生に対するアンプラグドコンピュータサイエンス指導プログラムの実践と評価、情報処理学会論文誌 教育とコンピュータ、査読有、Vol.1 No.2、2015、19-27

[学会発表](計7件)

石塚文晴、情報系短期大学における情報科学の授業へのアンプラグドコンピュータサイエンスの導入、日本教育工学会第28回全国大会、2012年09月17日、長崎大学(長崎県・長崎市)

石塚文晴、兼宗進、堀田龍也、小学校高学年から高校生までを対象とした情報科学

と情報活用に興味を持たせるためのバーコンテスト、第38回全日本教育工学研究協議会全国大会、2012年11月03日、金沢星稜大学(石川県・金沢市)

T. Ishizuka・T. Horita・S. Kanemune、Practical Study on Computer Science Unplugged for Children Aimed to Considerer of Application to the Japanese Primary School Education、World Conference on Computers in Education(WCCE) 2013、2013年7月3日、トルン(ポーランド)

石塚文晴・堀田龍也・兼宗進、小学校におけるアンプラグド・コンピュータ・サイエンスの指導可能性の検討、日本教育工学会第29回全国大会、2013年9月22日、秋田大学(秋田県・秋田市)

石塚文晴・兼宗進・堀田龍也、小学生に対するアンプラグドコンピュータサイエンス指導プログラムの実践と評価、情報処理学会コンピュータと教育研究会、2014年2月8日、大阪電気通信大学(大阪府・寝屋川市)

Seiichi Tani、Takeharu Ishizuka、Tomohiro Nishida、Computer Science Unplugged: Teaching CS Concepts Using Activities、7th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives、2014年9月25日、イスタンブール(トルコ)

石塚文晴、世界の「教育の情報化」最新動向 ~ 英国新教科「Computing」や国際情報オリンピックなど ~、第2回富山ICT活用授業研究会、2014年11月29日、富山大学(富山県・富山市) 招待講演

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.ishizukalab.net/research/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石塚 文晴 (ISHIZUKA, Takeharu)

福岡工業大学短期大学部・情報メディア学科・教授

研究者番号：70293602

(2)研究分担者

(3)連携研究者

兼宗 進 (KANEMUNE, Susumu)
大阪電気通信大学・工学部・教授
研究者番号：00377045

堀田 龍也 (HORITA, Tatsuya)
東北大学・大学院情報科学研究科・教授
研究者番号：50247508