

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：32508

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K18665

研究課題名(和文)主体的問題解決能力育成のための漸進的目標形成モデルを用いた学習支援システムの構築

研究課題名(英文)Construction of learning support system using transformative goal model for proactive problem-solving skill development

研究代表者

加藤 浩(Kato, Hiroshi)

放送大学・教養学部・教授

研究者番号：80332146

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文): プログラミング教育においては、学習者の自発的な興味・関心に従って自由な創作を行う活動が行われることが望ましい。しかし、その方法では、統一的な学習目標を定めることが難しく、学習指導を困難にしていた。そこで、学習履歴をもとに、学習者個人にあった目標をいくつか提案し、その中から学習者に選ばせるといった漸進的目標提示方法を検討した。

当初の計画ではベイジアンアプローチで行う予定であったが、検討の結果、コンテンツベースフィルタリングによるリコメンデーションシステムを開発した。また、本研究の過程において、プログラムのeポートフォリオ(分析機能付き)やリコメンドに使用するサンプルプログラム集の制作を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

小学校では2020年度、高等学校では2021年度から全面实施された学習指導要領では、新たにプログラミングを学ぶことになった。プログラミングの学習においては、教科書に印刷されたプログラムを書き写すだけではプログラミング能力は身につかないので、試行錯誤しながらプログラム作りをする体験が必要である。しかし、それを指導する教員は、一部には十分なプログラミング能力を有していないことが問題とされている。そこで、本研究で開発した方式では、学習者のプログラム制作の履歴から学習者の興味やスキルなどを読み取り、それに適したサンプルプログラムを提示することで、個それぞれの能力を伸ばしていくことが可能になる。

研究成果の概要(英文): In programming education, it is desirable for learners to engage in creative activities according to their spontaneous interests and concerns. However, in this method, it was difficult to set uniform learning goals, which also made learning guidance difficult. Therefore, we examined a learning guidance method in which several goals tailored to individual learners are proposed based on their learning history, and the learners are asked to choose one of them.

The original plan was to use a Bayesian approach, but after consideration, a recommendation system was developed using content-based filtering. In the process, we also produced an e-portfolio of programs (with program analysis functions) and a collection of sample programs for use in the recommendation process.

研究分野：教育工学

キーワード：教育工学 プログラミング教育 ラーニング・アナリティクス 学習支援システム 機械学習 変容的学習 真性の学習 GIGAスクール

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年普及しているインストラクショナルデザインは最初に教育目標を定め、それを多段階に細分化して学習内容を設計するトップダウン手法である。しかし、探索的問題解決や創作など、目標が学習活動の進行とともに明確になったり、学習の過程で新たに生じた興味関心により、目標が変化したりするような学習活動に、それは適さない。

特に、2017年3月に改定された学習指導要領においては、「主体的・対話的で深い学び(アクティブ・ラーニング)」が導入されて、学校現場では、特に探求的な学習の場面において、児童・生徒の主体的な個別の学習活動が実施されるようになってきた。そこでは、従来のような明確な段階的な学習目標と学習内容を定義することが困難であり、新しい支援方法が必要である。

2. 研究の目的

本研究では変容的評価を具現化し、目標が不明確な学習活動でも個々の学習者に適した目標を半自動的にガイドする機能の実現を目指す。そのために「漸進的目標形成モデル(図1右)」を構築する。

漸進的目標形成モデルの特徴は次の通りである。

- (1) 学習者に共通した目標やそれに至る経路などを初めに設定しない。
- (2) 目標は個々の学習者のそれまでの学習活動の履歴によって適応的に変化する。
- (3) 複数の適切な目標や足場かけを提示し、選択させることで、主体的な学習を尊重する。

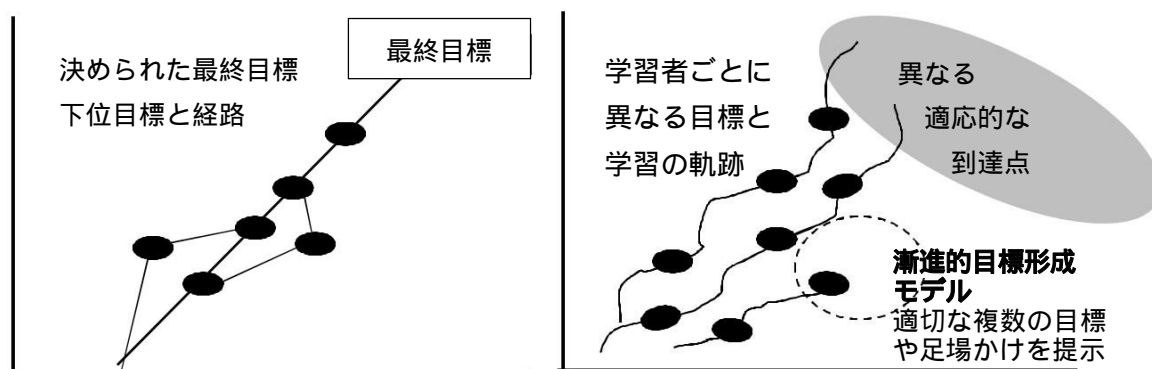


図1 漸進的目標形成モデルの考え方(左:トップダウン、右:漸進的目標形成)

3. 研究の方法

本研究では変容的評価を具現化する学習場面として、学習者が自由にプログラムを作成する構成主義的な学習場面を対象とする。プログラミングは、ゲーム作成やデジタル絵本作成など、多様な方向性が可能であり、また、学んでいくうちに新しい興味が湧いてきて方向性が変わることもあるなど、本研究に最適な学習活動である。また、自由なプログラミングは学習者の主体性をはぐくむのに有効であるが、同じようなプログラムの作成から抜け出せない状態になる学習者もいるため、適切な目標を示してやることは学習を深める契機となる。

計画時には漸進的目標形成モデルは次のようにして実現予定であった。

- (1) 学習者が作成したプログラム等の成果物を自動的に収集するeポートフォリオシステムを開発する。
- (2) 前記の成果物を分析して特徴を多面的に自動抽出する自動評価システムを開発する。
- (3) 学習成果の履歴(学習の軌跡)を多数学習させ確率(マルコフ過程)モデルで表現する。
- (4) 特定の学習の軌跡をたどった学習者が次にどういう方向に進みそうかを、前記モデルに基づき、人工知能の手法のベイジアンアプローチで予測する。
- (5) 前記予測を利用し、学習者が適切な目標を自ら設定できるように、複数の可能な方向性を

アドバイスするような足場かけの方法を開発する。

実際の研究においては、プログラミングを作成・学習する場面においても学習者の行動は多様であり、システム化するためにその行動を分析する必要がある。児童の自由なプログラミングの学習場面において、初期のドロップアウトが非常に高く、その後の学習が継続しないことがわかった。多様な行動についての推移について分析するにはベイジアンアプローチは不適切であり、他の人工知能の手法を利用することにした。新型コロナの影響で、履歴データを取得するフィールドとして予定していたボランティアのプログラミングクラブ(CoderDojo)が開講できなかつたため、児童・生徒の学習履歴データが十分な量取得できなくなり、仮想的なデータを用いてプロトタイプ試作を行うことを余儀なくされた。などの理由により実際の研究は以下のような方法で実施した。

- (1) プログラミングの分析システムの開発と児童のプログラミング学習状況の収集と分析
- (2) 児童にプログラミング学習のeポートフォリオのシステムの提供とその分析
- (3) 児童のプログラミング学習の足場となる教材の開発
- (4) 足場となる教材をもとにした児童のプログラミング学習状況の収集
- (5) リコメンド機能をベースとして、漸進的目標形成モデル支援システムのプロトタイプの開発

4. 研究成果

本研究において下記のような成果があった。

4.1 プログラムの分析/eポートフォリオシステムの開発と分析

Scratch というビジュアル言語においてプログラムにおける個々の命令の使用数や使用方法などを検出する機能などを持つ分析システムを開発した。そして、下記のデータの収集し分析を行った、なお各児童は Web 上の Scratch コミュニティ上から任意に抽出した。

プログラミングを学習している児童約 250 名の 1000 本のプログラム。

プログラミング学習継続している児童約 30 名の 900 本のプログラム。

のデータの分析結果から、約 40%の児童は数個のプログラムしか作成しないなど、ドロップアウト率が高いことが判明した。本研究で、プログラミングを対象とした漸進的目標形成モデルの支援システムを構築する場合、まず、この初期の躓きに対応する必要があることが明確になった。

のデータの分析結果から、小学校 4 年～6 年のプログラミング能力の発達段階について明らかにした(太田ら、2018)。

この結果は本研究の支援システムの構築において、プログラミング学習の獲得能力に対応した支援をする情報の基礎となるとともに、小学生のプログラミングの発達段階に関する情報が他にほとんどないため、2020 年度から導入された小学校のプログラミング教育の指導内容の作成において貴重な情報となった。

なお、この分析プログラムに、eポートフォリオとして、個人の操作履歴を蓄積でき、それを用いて各児童のプログラミング学習の振り返りを支援するシステムの構築を行い、プログラミングクラブにおいて試用したが、多くの児童が eポートフォリオ自体には興味を示さず、積極的に利用することはなかった。中等・高等教育で活用が進んでいる eポートフォリオであるが、小学生に対して、それにより個人の自発的な学習を促進することは難しいと思われ、別の支援手段が必要であることが明確になった。

4.2 プログラミングの漸進的目標形成のための教材の作成

児童のプログラミング学習の観察や分析などにより下記のことが明確になった。

- (1) 学習者の状態は計画時にはベイジアンアプローチで予測することを想定しており、研究担者の近藤が主にベイジアンネットワークによる修学状態の推移モデルの研究(近藤ら、2017)をおこなっている。一般的に、ベイジアンネットワークでは、学習者の個々の状態を

ノードとして表し、そのノード間の依存又は以降関係を確率構造として表すものである。近藤らの場合は、このノードとして学期の出席率や学期の取得単位数などの状態を使用している。本システムの構築においても、何らかのノードを定義した、ベイジアンネットワークの構造が必要である。前述したように、収集したいくつかの児童の作成したプログラムと、子供の発達段階の調査の結果から、いくつかの指標(ノードと想定される)となるプログラムをサンプルプログラムとして定義した。

- (2) プログラミングクラブの児童の学習活動を見ていると、初心者は比較的な簡単なサンプルプログラムの内容をそのまま模写し、慣れてくると改造し始め、最終的にオリジナルのプログラムを作ることが観察された。また、改造-オリジナルまで行った場合も、それ以上のプログラムを作る場合には、より複雑なサンプルプログラムの模写を再度行う傾向にあることも明らかになった。

上記のようなことから、本研究での支援システムは、適切なサンプルプログラムを学習者に提示することを最終的な目的として、このサンプルプログラム集として教材の開発を行った。

サンプルプログラムの開発にあって、一般公開・利用可能な Scratch 用のサンプルプログラムを調査した結果、全くの初心者から、ある程度高度なプログラムまでを一括で提供するものがなかったため、本研究で明らかになったプログラミングの発達段階を考慮して、このプログラミング学習の初球から上級まで対応した 43 種類のサンプルプログラムを開発した(図 2)。



図 2 サンプルプログラムカード

このサンプルはカード形式で作成し、児童がそのまま模写して動かすことを想定したプログラムを掲載し、さらに改造のためのヒントも載せた。この教材は Web で公開し、多くのプログラミングクラブで活用されているが、上記で指摘した初期のドロップアウトが減ったという意見が多く聞かれている。また、小学校のプログラミング教育でも活用されている。

また、サンプルプログラムについては、より高度なプログラミング学習用に、2022 年度より開始される高校の情報 I のプログラミング教育を想定したアルゴリズム学習用の教材の開発も行った。これについては、実際の高校情報 I の授業において活用が進んでいる(太田, 2021)。

4.3 漸進的目標形成モデル支援システムのプロトタイプの開発

前述したように、学習者の状態は計画時にはベイジアンアプローチで予測することを想定し

ていたが、プログラミングの学習状態とその推移が複雑であることと、コロナ禍で学習履歴データが十分に得られなかったため、別のアプローチを検討した。本研究のここまでの成果から、システムは学習者の特性や学習状態に対応して、適切なサンプルプログラムを提示することにより、学習の方向性についての支援を行うことがシステム機能として明確になり、この機能については、デジタルマーケティングで利用されている、消費者の Web 上での行動履歴に基づいて適切な商品情報を提示するリコメンド機能と同等であると判断した。このため、最終的な本研究で開発するシステムはリコメンド機能を活用した学習支援システムとなった。

システム構築にあたって、学習者の学習行動履歴としてサンプルプログラムをどのようにして使用したかの情報を収集しようとしたが、新型コロナウイルスの影響が長期間にわたって続きプログラミングクラブでのデータ収集が困難であったため、児童のプログラミング学習の観察からの想定データを作成し、プロトタイプシステムを構築した。

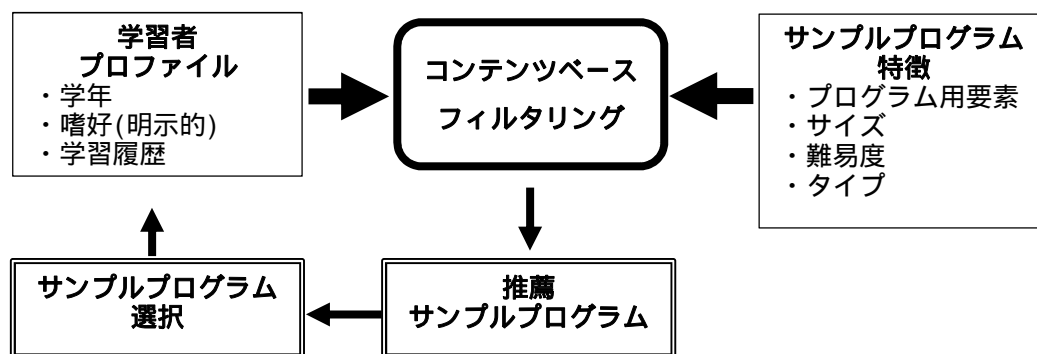


図3 支援システムの概要

支援システムのプロトタイプの概要を以下に示す。

- 支援システムの推薦エンジンとしては、現在はコンテンツベースフィルタリングを使用した。これは、実際の運用でも、学習履歴や学習者の数が少ないことが予想されること(コールドスタート問題)とサンプルプログラムの特徴がある程度わかっていることから、簡易なエンジンを使用した。
- 学習者プロフィールとしては、プログラミング発達段階を考慮して学年、個人別情報として使用開始時に、性別、動物が好きかどうか、ゲームが好きかどうかのアンケートを行い、その結果を用いた。
- サンプルプログラムの特徴としては、プログラム要素、プログラムのサイズとして使用命令数、難易度(1~5)、タイプ(ゲーム、アート、アニメーション、音楽、入門)を使用した。
- 支援システムは、学習者プロフィールとサンプルプログラム特徴を元に適切と考えられる10個のサンプルプログラムを学習者に推薦し、その中から、学習者が使用してみたいというサンプルプログラムを選択する。この選択結果は学習履歴として、学習者プロフィールとして蓄積され、次回の推薦プログラムの提示時に使用される。

本支援システムはプロトタイプの段階で、実際の児童のプログラミング学習の場面での利用は今後であるが、今後の学習支援システムに研究開発について、本研究で目指した、漸進的目標形成モデルが適用され得る多様な学習な場面に対して、学習者に対して適切な足場かけをリコメンドシステムで実現できる可能性を示した。また、システムの構築に対しては、ある程度想定される学習者の行動や各段階の学習結果を詳細に分析し、足場かけとなる教材を準備する必要があることを示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 久保田善彦 松岡浩平 葛岡英明 鈴木由美子 鈴木栄幸 加藤浩	4. 巻 44(Suppl.)
2. 論文標題 「太陽の動きとかげ」の理解を支援するソフトウェアの開発と評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 105-108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15077/jjet.S44062	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 石川誠彬 江木啓訓 望月俊男 久富彩音 石井裕 結城菜摘 久保田善彦 加藤浩	4. 巻 45(Suppl.)
2. 論文標題 協調的議論において共調整を促す対話型ホログラフィックエージェント	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 185-188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15077/jjet.S44110	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 久保田善彦	4. 巻 69(821)
2. 論文標題 自分の分身をイメージする - 二つの理論を実装したARアプリによる月の満ち欠けの理解 -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 理科の教育	6. 最初と最後の頁 46-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 望月俊男	4. 巻 96
2. 論文標題 越境のための道具と実践	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 専修大学情報科学研究所報	6. 最初と最後の頁 31-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34360/00011599	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mochizuki, T., Ishikawa, N., Egi, H., Hisatomi, A., Ishii, Y., Yuki, N., Kubota, Y., & Kato, H.	4. 巻 3
2. 論文標題 Face-to-Face Holographic Agent Used as Catalyst for Learning and Employing Co-regulation in Collaborative Discussion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Interdisciplinarity of the Learning Sciences: 14th International Conference of the Learning Sciences	6. 最初と最後の頁 1733-1734
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22318/icls2020.1733	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nobuhiko Kondo, Toshiharu Hatanaka	4. 巻 3(2)
2. 論文標題 Estimation of Students' Learning States using Bayesian Networks and Log Data of Learning Management System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Institutional Research and Management	6. 最初と最後の頁 35-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 阿部桃花 久保田善彦	4. 巻 19(1)
2. 論文標題 一斉授業において公的発話が私的発話に移行する過程の研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床教科教育学会誌	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 久保田善彦	4. 巻 811
2. 論文標題 理科におけるプログラミング教育とカリキュラム・マネジメント 「制御」の視点からの再考	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 理科の教育	6. 最初と最後の頁 5-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 近藤伸彦	4. 巻 37(2)
2. 論文標題 教育 / 学習における予測モデルの活用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 93-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14926/jsise.37.93	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 森本容介, 仲林清, 星野忠明, 前田宏	4. 巻 37(1)
2. 論文標題 ELECOAを用いたcmi5対応学習管理システムの設計と実装	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ELECOAを用いたcmi5対応学習管理システムの設計と実装	6. 最初と最後の頁 19-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14926/jsise.37.19	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大田剛, 加藤浩, 森本容介	4. 巻 5(3)
2. 論文標題 子供のプログラミング能力の獲得段階に関する定量的分析: 小学校4~6年生のScratch プログラミングを 対象として	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」	6. 最初と最後の頁 35-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mochizuki, T., Nishimori, T., Tsubakimoto, M., Oura, H., Sato, T., Johannson, H., Nakahara, J., & Yamauchi, Y.	4. 巻 67(5)
2. 論文標題 Development of software to support argumentative reading and writing by means of creating a graphic organizer from an electronic text.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Educational Technology Research and Development	6. 最初と最後の頁 1197-1230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11423-019-09676-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 太田剛, 加藤浩, 森本容介	4. 巻 35(2)
2. 論文標題 コンピュータショナル・シンキング概念に基づくプログラム自動評価機能を持つ Scratch 用学習支援システムの開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 204-214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14926/jsise.35.204	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nobuhiko KONDO and Toshiharu HATANAKA	4. 巻 41
2. 論文標題 Modeling of Learning Process based on Bayesian Networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Educational Technology Research	6. 最初と最後の頁 57-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15077/etr.42136	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 西森年寿, 加藤浩, 八重樫文, 望月俊男, 安藤拓生, 奥林泰一郎	4. 巻 42(3)
2. 論文標題 多人数授業におけるグループワークの運営を支援するグループウェアの開発と評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 271-281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15077/jjet.42060	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 久保田善彦	4. 巻 7
2. 論文標題 プログラミング教育にどう備えるか	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 群馬大学教育実践年報	6. 最初と最後の頁 7-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 近藤伸彦 畠中利治	4. 巻 41(3)
2. 論文標題 ベイジアンネットワークによる修学状態推移モデルの構築	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 271-281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15077/jjet.41031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田村領太 桐生徹 中野博幸 小松祐貴 久保田善彦	4. 巻 41(3)
2. 論文標題 等圧線の読み取りを補助するためのAR技術の利用と評価	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 科学教育研究	6. 最初と最後の頁 325-334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jssej.41.325	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計62件(うち招待講演 4件/うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Hideyuki Suzuki, Hideo Funaoi, Yoshihiko Kubota, Hiroshi Kato
2. 発表標題 Introducing Mutual-Help Rules Based on the Idea of "Bi-Directional Debt" Into a Project Learning Activity: Enhancing the Formation of Social Capital In Classrooms
3. 学会等名 The Interdisciplinarity of the Learning Sciences, 14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田剛
2. 発表標題 教えないアルゴリズム プログラミング教育
3. 学会等名 第13回全国高等学校情報教育研究会全国大会(オンライン大会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田剛
2. 発表標題 情報 用量産型教材の3年間の開発と実践- 情報デザイン, プログラミングを中心に-
3. 学会等名 神奈川県高等学校教科研究会情報部会 情報科実践事例報告会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田剛
2. 発表標題 タンジブルな変数環境を活用した高校情報科のアルゴリズムプログラミング教育の実践
3. 学会等名 情報処理学会 第154回CE研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森本容介, 古川雅子
2. 発表標題 Moodleを対象とした教員向けダッシュボードにおけるxAPI利用の検討
3. 学会等名 情報処理学会教育学習支援情報システム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 学習評価の可視化と共有が学習プロセスに与える影響に関する考察
3. 学会等名 教育システム情報学会第45回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 総括的評価につながる学習評価の可視化と主体的な学習行動に関する考察
3. 学会等名 教育システム情報学会2020年度特集論文研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保田善彦 上野絵美 大山光晴 柿沼宏充 佐藤明彦 田中保樹 辻本昭彦 辻健 林田篤志 八嶋真理子 山口晃弘
2. 発表標題 ポストコロナの理科授業を考える
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保田善彦
2. 発表標題 小規模小学校の理科に関する社会関係的資本
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保田善彦
2. 発表標題 小規模小学校の理科指導に関する情報交換のネットワーク
3. 学会等名 日本科学教育学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 望月俊男
2. 発表標題 学習環境のデザイン：人間の望ましい学びを引き出すために
3. 学会等名 電子情報通信学会思考と言語研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Go Ota, Hiroshi Kato
2. 発表標題 How to save Scratchers from dropout
3. 学会等名 Scratch Conference Europe 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideyuki Suzuki, Hideo Funaoi, Yoshihiko Kubota, Hiroshi Kato
2. 発表標題 Developing social capital among learners in collaborative learning through introducing yet another exchange system based on the concept of "bi-directional debt"
3. 学会等名 EdMedia + Innovate Learning（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideyuki Suzuki, Hideo Funaoi, Yoshihiko Kubota, Hiroshi Kato
2. 発表標題 Introducing mutual-help rules based on the idea of "bi-directional debt" into a project learning activity: Enhancing the formation of social capital in classrooms
3. 学会等名 ICLS 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保田善彦
2. 発表標題 小学校理科におけるプログラミング教育とカリキュラム・マネジメント：つくば市の事例から
3. 学会等名 日本科学教育学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保田善彦
2. 発表標題 理科教員の成長曲線
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保田善彦 上野絵美 大山光晴 柿沼宏充 漢那美沙 田中保樹 辻本昭彦 辻健 林田篤志 八嶋真理子 山口晃弘
2. 発表標題 理科を教える喜びとは何か？
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤伸彦, 松田岳士, 林祐司, 渡辺雄貴, 松河秀哉, 立石慎治, 椿本弥生, 山下英明
2. 発表標題 多目的進化計算により選定された重要変数に基づくアカデミック・サクセスの予測
3. 学会等名 日本教育工学会2020年春季全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 教学IRにおける予測モデル活用に関する実験的考察
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田剛
2. 発表標題 情報Iの年間カリキュラムと教材の開発
3. 学会等名 第12回全国高等学校情報教育研究会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田剛
2. 発表標題 日本における小学校プログラミング教育の現状について
3. 学会等名 第7回日中教育工学フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木栄幸, 舟生日出男, 久保田善彦, 加藤浩
2. 発表標題 双方向債務概念に基づく相互援助規則の導入が大学生のプロジェクト型活動に与える影響
3. 学会等名 電子情報通信学会教育工学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大石 智広, 望月 俊男
2. 発表標題 情報通信方式の科学的特徴を発見的に理解する情報科の授業の開発
3. 学会等名 日本教育工学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 根本淳子, 望月俊男, Susan McKenney, 山口悦司, 遠藤育男, 益川弘如, 河野麻紗美, 岸磨貴子
2. 発表標題 デザイン研究をどう実際に行い, 教育改善に生かすのか?
3. 学会等名 日本教育工学会2019秋期全国大会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mochizuki, T., Chinn, C. A., Zimmerman, R.M., & Yamaguchi, E
2. 発表標題 Instruction on disagreement resolution in reasoning about multiple documents.
3. 学会等名 the 18th bi-annual conference of European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI 2019 (国際学会))
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 望月 俊男, CHINN, Clark A., ZIMMERMAN, Randi M., 山口 悦司(神戸大学)
2. 発表標題 矛盾する情報に対する推論: 複数の論争的な文章の評価・判断を学ぶ教材とその評価
3. 学会等名 日本教育工学会2020年春季全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田織子, 加藤浩
2. 発表標題 遠隔教育における独習を支援するバーチャル自習室の開発と評価
3. 学会等名 日本教育工学会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 望月俊男, 江木啓訓, 岡澤大志, 佐々木壘, 富永拓巳, 吉野絢由沙, 久保田善彦, 加藤浩
2. 発表標題 小集団の対面議論の共調整を促す協調学習支援システムの提案
3. 学会等名 日本教育工学会第35回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 湯澤浩之, 久保田善彦
2. 発表標題 デジタルストーリーテリングによる一単位時間の学習者の振り返り
3. 学会等名 日本教育工学会第34回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永嶋政宏, 久保田善彦
2. 発表標題 概念地図を使った説明活動に関する研究
3. 学会等名 日本教育工学会第34回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久保田善彦, 杉崎妙子, 舟生日出男, 中野博幸
2. 発表標題 料理の最適化で働くプログラミング的思考
3. 学会等名 日本教育工学会第34回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大崎貢, 久保田善彦
2. 発表標題 生徒が主体的にコンテンツを作成する学習プログラムの開発
3. 学会等名 日本教育工学会第35回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木栄幸, 舟生日出男, 久保田善彦
2. 発表標題 "他者の援助を通じた学習を自己制御する「自己足場かけスキル」の育成に関する研究"
3. 学会等名 日本教育工学会研究会JSET19-1
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木栄幸, 舟生日出男, 久保田善彦, 加藤浩
2. 発表標題 「助けられて出来る」から「一人で出来る」への移行過程の分析 - 日本語ラップの歌詞作成指導/個人練習場面から -
3. 学会等名 日本教育工学会 第34回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuhiko Kondo and Toshiharu Hatanaka
2. 発表標題 Bayesian Network about Students' Learning Process using Bayesian Network with LMS Log Data
3. 学会等名 7th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤伸彦, 松田岳士, 林祐司, 渡辺雄貴, 松河秀哉, 立石慎治, 椿本弥生, 山下英明
2. 発表標題 自動選定した教学IRデータに基づくアカデミック・サクセスの予測
3. 学会等名 第27回教育学習支援情報システム (CLE) 研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治
2. 発表標題 ベイジアンネットワークによるLMSログからの修学状態推定
3. 学会等名 第62回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森本容介, 仲林清, 星野忠明, 前田宏
2. 発表標題 cmi5対応学習管理システムの設計と開発
3. 学会等名 教育システム情報学会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 太田剛, 加藤浩
2. 発表標題 高校での「教えない」プログラミング教育の実践と評価
3. 学会等名 情報処理学会 情報教育シンポジウム(SSS2017)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Go Ota
2. 発表標題 Quantitative Analysis for Developmental Stages and Factors of Scratch Programming.
3. 学会等名 Scratch Conference 2018 Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 太田剛
2. 発表標題 系統的学習を考慮した小学校プログラミング教育用教材の試作
3. 学会等名 日本STEM教育学会 第1回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshio Mochizuki
2. 発表標題 Effects of Perspective-Taking through Tangible Puppetry in Microteaching Role-Play
3. 学会等名 The East Asian Graduate Student Symposium on the Learning Sciences (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久保田善彦
2. 発表標題 プログラミング的思考を働かせるとは？
3. 学会等名 日本教育工学会研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金井司 久保田善彦 川崎恭輔 葛岡英明 鈴木栄幸 加藤浩
2. 発表標題 身体化認知による太陽の日周運動の理解と誤概念の解消
3. 学会等名 日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金井司 大平准之 熊田憲朗 久保田善彦
2. 発表標題 学習内容と既有知識の結びつきを促進させる協同学習の実践
3. 学会等名 臨床教科教育学セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林祐輝 久保田善彦
2. 発表標題 三角ロジックを使った根拠をもった主張に関する研究
3. 学会等名 臨床教科教育学セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊裕弓 久保田善彦
2. 発表標題 グループ活動における教師の思考と意思決定
3. 学会等名 臨床教科教育学セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideyuki Suzuki, Hideo Funaoi, Yoshihiko Kubota
2. 発表標題 Supporting construction of social capital in classroom by introducing an alternative reciprocal system based on the concept of "bi-directional debt"
3. 学会等名 Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hideyuki Suzuki, Hideo Funaoi, Yoshihiko Kubota
2. 発表標題 Exploiting Bodily Movement to Regulate Collaborative Learning by Designing a Tablet-Based CSCL System
3. 学会等名 HCI12017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroschi Sasaki, Toshio Mochizuki, Takehiro Wakimoto, Ryoya Hirayama, Sadahide Yoshida, Kouki Miyawaki, Hitoki Mabuchi, Karin Nakaya, Hiroto Suzuki, Natsumi Yuuki, Ayaka Matsushima, Ryutaro Kawakami, Yoshihiko Kubota, Hideyuki Suzuki, Hideo Funaoi, Hiroshi Kato
2. 発表標題 Development of a Tangible Learning System that Supports Role-Play Simulation and Reflection by Playing Puppet Shows
3. 学会等名 HCI12017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuhiko Kondo, Midori Okubo, and Toshiharu Hatanaka
2. 発表標題 Early Detection of At-Risk Students Using Machine Learning Based on LMS Log Data
3. 学会等名 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 久保田善彦
2. 発表標題 “からだ”で学ぶ理科授業 - 身体化認知と身体化デザインから -
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤伸彦 畠中利治
2. 発表標題 教学IRにおけるLMSログデータ活用の試み
3. 学会等名 教育システム情報学会第42回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金井司 久保田善彦
2. 発表標題 季節による太陽の日周運動の変化の認識に関する研究
3. 学会等名 日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金井司 川崎恭輔 田代祐己 久保田善彦 葛岡英明 鈴木栄幸 加藤 浩
2. 発表標題 身体化認知による太陽の年周運動の理解に関する研究
3. 学会等名 日本科学教育学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金井司 大平准之 熊田憲朗 久保田善彦
2. 発表標題 学習内容と既有知識の結びつきを促進させる授業実践
3. 学会等名 日本理科教育学会第56回関東支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森本容介 仲林清 星野忠明 前田宏
2. 発表標題 Moodleのcmi5対応プラグインの設計
3. 学会等名 電子情報通信学会2018年総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 太田剛 森本容介 加藤浩
2. 発表標題 プログラミング能力獲得の発達段階に関する定量的分析
3. 学会等名 日本情報教育学会 第10回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 太田剛 森本容介 加藤浩
2. 発表標題 プログラミング能力の発達段階と要因に関する定量的分析
3. 学会等名 情報処理学会 情報教育シンポジウム(SSS2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 太田剛 森本容介 加藤浩
2. 発表標題 Scratchプログラミングにおける子供と専門家の差異に関する考察
3. 学会等名 日本教育工学会 第33回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 望月俊男 脇本健弘 佐々木博史 舟生日出男 平山涼也 山口 裕大 結城菜摘 久保田善彦 鈴木栄幸 加藤浩
2. 発表標題 タンジブル人形劇を通じたマイクロティーチングにおける3次元視点転換による振り返りの効果
3. 学会等名 日本教育工学会第33回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 太田剛 加藤浩 森本容介
2. 発表標題 教科におけるプログラミング分類基準とScratchの機能拡張の提案
3. 学会等名 日本教育工学会研究会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 赤堀 侃司、堀田 龍也、久保田 善彦、つくば市教育局総合教育研究所、つくば市立みどりの学園義務教育学校	4. 発行年 2021年
2. 出版社 東京書籍	5. 総ページ数 96
3. 書名 GIGAスクールで実現する新しい学び	

1. 著者名 赤堀 侃司、久保田 善彦、つくば市教育局総合教育研究所	4. 発行年 2018年
2. 出版社 東京書籍	5. 総ページ数 96
3. 書名 これならできる小学校教科でのプログラミング教育	

1. 著者名 森敏昭、大島純、秋田喜代美、白水始（監訳）望月俊男、益川弘如（編訳）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 238
3. 書名 学習科学ハンドブック第二版第1巻	

1. 著者名 秋田喜代美 大島純 森敏昭 白水始（監訳） 望月俊男 益川弘如（編訳）	4. 発行年 2017年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 195
3. 書名 学習科学ハンドブック第二版第3巻	

〔産業財産権〕

〔その他〕

忍者の森カード (43プログラム)
<http://beyonddb.jp/CDmama/materials.html>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	森本 容介 (Morimoto Yosuke) (00435702)	放送大学・教養学部・准教授 (32508)	
研究分担者	鈴木 栄幸 (Suzuki Hideyuki) (20323199)	茨城大学・人文社会科学部・教授 (12101)	
研究分担者	舟生 日出男 (Funaoi Hideo) (20344830)	創価大学・教育学部・教授 (32690)	
研究分担者	久保田 善彦 (Kubota Yoshihiko) (90432103)	玉川大学・教育学研究科・教授 (32639)	
研究分担者	望月 俊男 (Mochizuki Toshio) (50379468)	専修大学・ネットワーク情報学部・准教授 (32634)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	近藤 伸彦 (Kondo Nobuhiko) (10534612)	東京都立大学・大学教育センター・准教授 (22604)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	太田 剛 (Ota Go)	関東第一高等学校、株式会社リロエクセル・非常勤講師	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 日本教育工学会SIG-06 & 08合同国際オンラインワークショップ「ポスト真実の世界における児童生徒・学生の思考力向上：認識的認知の成長」	開催年 2020年～2020年
--	--------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関