

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K02754

研究課題名（和文）リテラシーを視座とする学校数学における出口の課題：数学的活動から数学的リテラシー

研究課題名（英文）Educational Goals of School Mathematics from the Viewpoint of Literacy: From Mathematical Activities to Mathematical Literacy

研究代表者

阿部 好貴（Abe, Yoshitaka）

新潟大学・人文社会科学系・准教授

研究者番号：40624630

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：資質・能力ベースのカリキュラム改革は、社会参加を前提とした数学的リテラシー（社会参加に必須の数学的能力）を求めるものである。本研究では、中等教育段階の出口のリテラシーに着目し、数学的活動のあり方を探った。

研究成果は、主として2点ある：「数学的リテラシーのあり方」、「数学的活動のあり方」。1点目について、社会の情報化・デジタル化に対して、これまでの問題解決能力の反省から、問題を解決すること以上に、問題設定や解決方法・解の妥当性の検討ができるリテラシーが求められる。2点目について、ICTやAIを自由に用いる活動を前提とする、「探究」をキーワードにした新たな数学的活動が求められる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、高度情報化社会における中等教育段階の生徒の数学的リテラシー・数学的活動のあり方を明確にするものである。それは、これからの中等教育数学カリキュラムの開発に対する基礎研究といえる。

研究成果の概要（英文）：Curriculum based on competency requires mathematical literacy (mathematical ability essential for social participation). In this research, we focused on literacy of the secondary education and explored what kind of mathematical activities are required. There are mainly two research results: "mathematical literacy" and "mathematical activities". For the informationization and digitalization of society, we need to reflect on our past problem-solving abilities, and to be able to examine the validity of problem setting and solution methods and solutions as literacy. New mathematical activities with the keyword "inquiry" are required, assuming activities that freely use ICT and AI.

研究分野：数学教育学

キーワード：リテラシー 数学的リテラシー 中等教育数学 数学的活動

1. 研究開始当初の背景

学習指導要領の改訂期にあり、教科内容ベースから資質・能力ベースのカリキュラムへと理念の転換が求められていた。また、GIGA スクール構想以前ではあるが、ICT や AI の使用に関して、課題を指摘されたり、議論がなされはじめていた。このような状況において、学校数学の出口に着目し、社会参加を前提とした数学的リテラシー(社会参加に必須の数学的能力)のあり方について、どのような数学的活動が求められるのか、これまでの数学的活動とは何が異なるのか、を議論する必要があった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、リテラシーの視座からみた中等教育段階における数学的活動の明確化である。これまでの数学カリキュラムにおいては、「学問主義(Academism)」に基づく個別学問領域の系統的展開がなされており、学校数学の出口は社会ではなく高等教育へと開かれてきた。その反省から、今日の資質・能力ベースのカリキュラム改革がなされており、それは社会参加を前提とした数学的リテラシー(社会参加に必須の数学的能力)を求めるものである。本研究の焦点は、学校数学の出口であり、そこでは小学校算数での子どもの活動をモデルケースにすることはできない。むしろ学校数学の出口を意識した数学的活動を新たに構想すべきである。本研究では、この課題に対して、数学的活動の連続的発展の成果として数学的リテラシーを捉え、学校数学の目標を明確にする。

3. 研究の方法

本研究では、「今日における数学教育の目標としての数学的リテラシーとは何か」と「そこでの数学的活動とはどのような活動か」の2点について、それぞれを明確にし、さらに2点の相互照射によって接点を探るといった方法をとった。

4. 研究成果

(1) 数学的リテラシーについて

数学教育の目的・目標は、近代から今日に至るまで、実質陶冶と形式陶冶の両面からなっている。近代の『初等幾何学教科書』(菊池、1889)であっても、人を取り巻く空間の性質の理解としての実質陶冶と、演繹推理の方法としての形式陶冶がねらわれていた。1980年以降の問題解決学習においても、数学の理解と問題解決力の両面の育成がねらわれている。

近年になり、OECDでは、「キー・コンピテンシー」を3つのカテゴリーで規定し、その1つが「道具を相互作用的に用いること」とされている(ライチェン&サルガニク、2006)。また、国立教育政策研究所(2016)では、「基礎力」として「道具や身体を使う」ことが、資質・能力として規定されている。これら両者は、今日的な形式陶冶論といえるが、その中には、いずれもICTの使用が含まれる。

1980年代からの大きな変化は、情報化・インターネットであり、我々の生活では、わからないことがあれば検索し、それによって多くのことは解決可能であり、さらにはAIも多くの問題を解決する。そのような社会的変化は、社会参加に必須なリテラシーの形式陶冶的側面の変化を要請し、今日の数学的リテラシーのあり方として、上述のような今日的な形式陶冶論が議論されている。また、実質陶冶的側面としての数学の内容の理解に関しても、確率や統計分野の重要性が指摘されてはいるが、現行カリキュラムの内容に大きな変化はない。実質陶冶に関する数学の内容についての議論は、今後の課題である。

(2) 数学的活動について

「問題解決学習」は、数学者ポリアが『いかにして問題をとくか』で記述している、「人が問題を解決する過程」を基盤に構成されている。問題解決学習では、問題を解決することを通して数学を理解することがねらわれている(長崎、1990)。問題の解決方法としての数学的な考え方・数学的活動が対象化され、数学的な知識が構成されることによって、問題解決力と数学理解の両方が、数学的な考え方・数学的活動を梃子にしておこなわれている。

この「問題解決」が、ICT使用を含む新たな形式陶冶と整合し、上記の数学理解とつながるのであれば、授業でICTを用いればよいわけであるが、そうはならない。上述のように、わからない問題があり、ICTがあれば、我々の日常生活・社会生活では、わからないことに対してまずは検索ツールで調べる。それと同様に、問題解決学習をおこなえば、本時の学習内容を検索し、それを理解することで、問題は解決される。この際に、従来の数学的な考え方・数学的活動は必要なく、上記の問題解決学習の構造がそもそも適用できない事態になる。

Puenteduraは、テクノロジーが使用される段階を、「Substitution(代替)」、「Augmentation(拡大)」、「Modification(変形)」、「Redefinition(再定義)」の4段階でモデル化している(Puentedura、2010; 三井ら、2020; 堀田、2021)。このモデルでは、人がテクノロジーをどのように用い、活動が展開されていくのか、を記述している。この枠組みから、数学教育における

ICT使用の現状を記述する。GIGAスクール構想を受け、算数・数学の授業においても、ノートや黒板をタブレットに「代替」することが多く試みている。さらに、タブレットの機能を活かし、タブレットに記述した活動を全体共有することや板書をカメラ撮影するなどの学習活動の「拡大」もみられる。しかし、タブレットの機能を用いて、例えば三角形の定理を検索し発見することや問題の解決自体をタブレットに行わせることなど、従来の問題解決活動を質的に「変形」したり、「再定義」するような活動は、特殊な事例としてはみられるが、スタンダードな活動とはなっていない。なぜなら、算数・数学のカリキュラム内容は、GIGAスクール構想以前からの変更はみられず、したがってカリキュラムで求められる数学的活動そのものに変更はないからである。

このようにみれば、現状ではカリキュラムは固定されたまま、ICTが位置付けられており、ICTの役割は、基本的には「代替」「拡大」に制限されることとなる。数学的な考え方・数学的活動は、固定されているため、ICTの役割は、それらの表現方法の拡張として位置づいていると考える。

現行カリキュラムは、ICT使用を前提に作成されたわけではなく、したがって、ICTを用いなくとも学習指導は可能である。しかし、SAMRモデルを前提におけば、数学的活動自体が質的に再定義に向かうこととなる。そこでは、問題を解決すること以上に、問題をどのように設定するのか、そして、解決方法や解の妥当性の検討が、より重要視される。数学教育研究においても、ICTを自由に用いた「探究」に関する研究がなされてきている。その際に、数学の内容の理解がどのようになされるのか、そもそも探究とはどのような活動なのか、どのように活動を組織化するのか、数学教育の目的・目標はどのようになるのか、といった様々な論点が生じうる。

なお、これらの研究成果は、学会発表(全国数学教育学会研究発表会・発表題目「デジタル環境/ICT環境における数学教育」(共同発表))にて、発表している。

引用・参考文献

- 国立教育政策研究所(2016).『資質・能力理論編』,東洋館出版社.
- 国立教育政策研究所(2019).『生きるための知識と技能7 OECD生徒の学習到達度調査(PISA)-2018年調査国際結果報告書』,明石書店.
- 長崎栄三(1990).「問題解決」,新算数教育研究会編著『算数授業の新展開講座8算数教育の基礎理論』,pp.134-146,東洋館出版.
- 堀田龍也(2021)「初等中等教育のデジタルトランスフォーメーションの動向と課題」日本教育工学会論文誌 45(3),261-271.
- 三井一希・戸田真志・松葉龍一・鈴木克明(2020)「小学校におけるタブレット端末を活用した授業実践のSAMRモデルを用いた分析」教育システム情報学会誌 37(4),348-353.
- ポリア,G.(柿内賢信訳).『いかにして問題をとくか』丸善.
- Puentedura,R.(2010)A Brief Introduction to TPACK and SAMR.
<http://www.hippasus.com/rpweblog/archives/2011/12/08/BriefIntroTPCKSAMR.pdf> (参照日2022.2.16)
- ライチェン,D.S.,サルガニク,L.H.(編著)(立田慶裕監訳)(2006).『キー・コンピテンシー国際標準の学力をめざして』,明石書店.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 橋本善貴・瀬野大吾・阿部好貴	4. 巻 14(1)
2. 論文標題 中学校数学の文字式による証明の意味理解を促す授業実践 教材「指による掛け算」を用いて	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 新潟大学教育学部研究紀要 人文・社会科学編	6. 最初と最後の頁 73-80
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 大谷洋貴	4. 巻 45
2. 論文標題 インフォーマルな仮説検定の活動にみられる特徴	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 113-116
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssep.45.0_113	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 大谷洋貴	4. 巻 54
2. 論文標題 非形式的な仮説検定からみた仮説検定の考え方	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本数学教育学科秋期研究大会発表集録	6. 最初と最後の頁 41-48
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 大谷 洋貴	4. 巻 44
2. 論文標題 統計的探究におけるシミュレーションの機能に関する一考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 61～64
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssep.44.0_61	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 阿部好貴	4. 巻 第7回
2. 論文標題 数学教育の目標からみた数学的モデル化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 春期研究大会論文集	6. 最初と最後の頁 49-52
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 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 早田透・影山和也・阿部好貴・福田博人・大谷洋貴・石橋一昂
2. 発表標題 デジタル環境 / ICT環境における数学教育
3. 学会等名 全国数学教育学会 第54回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村哲・阿部好貴
2. 発表標題 生徒が因数分解を活用する学習の開発：「数の性質」における数学的活動の充実に着目して
3. 学会等名 全国数学教育学会 第55回研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉野本勇氣・阿部好貴
2. 発表標題 中等教育段階における数学的探究活動の考察：リテラシーを視座とする問題解決学習の反省
3. 学会等名 全国数学教育学会第52回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部好貴・熊倉啓之・國宗進・石井英真
2. 発表標題 数学的モデリングにおける論証活動
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大滝孝治・大谷洋貴
2. 発表標題 モンティ・ホール問題における仮説検定と背理法：「同様に確からしくない」ことを論証する
3. 学会等名 全国数学教育学会第53回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 早田透・影山和也・阿部好貴・福田博人・大谷洋貴・石橋 一昂
2. 発表標題 デジタル環境 / ICT環境における数学教育
3. 学会等名 全国数学教育学会第53回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩崎秀樹・阿部好貴・杉野本勇氣
2. 発表標題 数学教育研究は必要か 数学的リテラシーの今日的意義
3. 学会等名 全国数学教育学会第50回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部好貴・石井英真・杉野本勇氣・岩崎秀樹
2. 発表標題 数学教育において論証をなぜ学習指導するのか
3. 学会等名 日本科学教育学会第43回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉野本勇氣
2. 発表標題 わりざんの向う側
3. 学会等名 全国数学教育学会第51回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大滝孝治・袴田綾斗・大谷洋貴・福田博人
2. 発表標題 ブルゾンの推測ゲーム：統計的探究のための教材研究
3. 学会等名 全国数学教育学会第51回研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大滝孝治	4. 発行年 2022年
2. 出版社 東洋館出版社	5. 総ページ数 430
3. 書名 「数学化すること：モデルとシステムの往還」（北海道教育大学釧路校〔編著〕『地域探究力・地域連携力を高める教師の育成：地域協働型教員養成教育の挑戦』，pp. 332-338）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	岩崎 秀樹 (Iwasaki Hideki) (50116539)	広島大学・人間社会科学研究科(教)・名誉教授 (15401)	
研究分担者	杉野本 勇気 (Suginomoto Yuki) (40637477)	香川大学・教育学部・准教授 (16201)	
研究分担者	大滝 孝治 (Otaki Koji) (90750422)	北海道教育大学・教育学部・講師 (10102)	
研究分担者	大谷 洋貴 (Otani Hiroki) (40825238)	日本女子大学・人間社会学部・助教 (32670)	

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0件

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