

国際的な視野から見た算数・数学教科書の研究・開発：
算数・数学教科書の研究と開発に関する国際会議(ICMT2014)から

メタデータ	言語: ja 出版者: 日本数学教育学会 公開日: 2015-10-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長崎, 栄三, 西村, 圭一, 二宮, 裕之 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/9169

国際的な視野から見た算数・数学教科書の研究・開発*

－算数・数学教科書の研究と開発に関する国際会議（ICMT2014）から－

長崎 栄三**・西村 圭一***・二宮 裕之***

要約

2014（平成26）年7月にイギリスで「算数・数学教科書の研究と開発に関する国際会議（ICMT2014）」が開催された。算数・数学教科書の研究・開発に焦点を当てた国際会議としては初めてのものである。本稿においては、このICMT2014を通して、国際的な視野から、算数・数学教科書のあり方、開発状況、ICT活用などについて考察する。この会議では、3日間に、全体講演・シンポジウムが4件、口頭発表が79件があった。口頭発表は、次の七つの分科会に分けられていた。1)教科書研究、2)教科書分析、3)教科書比較、歴史、4)教科書使用、5)教科書開発、6)教科書へのICTの統合、7)数学教科書における他学科、他学科の教科書における数学。これのうち、全体講演、教科書の開発、ICT活用などについて紹介するとともに、算数・数学教科書とその研究のあり方、すなわち、算数・数学教科書は知識だけではなく思考の材料としても構成されることがあり、デジタル教科書を考える視点は協働と相互作用にあるということ、そして教科書のグローバル化などについて論じた。

キーワード：教科書、ICT活用、デジタル教材、デジタル教科書、国際比較

1. はじめに

わが国では、算数・数学の授業における算数・数学教科書への依存度は国際的に高いが、一方で算数・数学教科書のプロジェクト研究はあまり多くはない。前者の理由としては、わが国においては学校教育法によって小中高校では教科書は主たる教材として使用義務があることが挙げられる。後者の理由としては、少なくとも、わが国の教科書の編集と検定という二つの状況が考えられる。すなわち、わが国では、異なる教科書会社の編集に携わっている算数・数学教育の研究者同士が教科書開発に関する一つのプロジェクト研究を展開することは難しいようである。そして、わが国には教科書検定制度があり、検定を通ることで一種の質の保証がなされていると考えられている。

このような状況の中で、私たちは、多くの研究メンバーとともに、財団法人教科書研究センター

のプロジェクト研究として、2000年以降、算数・数学の力（長崎・滝井、2007）に基づいた算数・数学教科書の開発研究（教科書研究センター、2006；2007）、算数・数学教科書の国際比較調査研究（国立教育政策研究所、2009；教科書研究センター、2012）、デジタル教科書の調査研究（教科書研究センター、2011）に取り組んできた。

算数・数学の力に基づいた算数・数学教科書の開発研究においては、算数・数学の方法・能力の側面を育成することを教科書に採り入れる方策を事例的・開発的に探った。それは、20世紀後半から強調されるようになってきた問題解決、数学的モデル化、コミュニケーション力などの算数・数学の方法・能力に着目して教科書の改善に取り組んだものである。

算数・数学教科書の国際比較調査研究においては、教科書制度、教科書の体様、教科書使用の実情、算数・数学教科書の記述の特徴が比較調査さ

*平成27年4月28日受付、平成27年5月14日決定

**元静岡大学大学院 **東京学芸大学教育学部

***埼玉大学教育学部

れた。その結果、わが国には教科書検定制度や教科書の使用義務があり、そして、指導においては教科書のすべてが扱われていた。一方、欧米のほとんどの国では、検定制度や使用義務はなく、また、教科書すべてを教えることはなく、そして、算数・数学の教科書は厚く当然価格も高い。算数・数学教科書の記述を見ると、各国が児童・生徒の多様性に対応し、ほとんどの国が実世界との関わりを強め他教科の内容を扱い、多くの国がICTを積極的に取り入れており、そして、算数・数学を学ぶ意義を扱っている国もあった。

デジタル教科書の調査研究では、デジタル化が進んでいるアメリカ、イギリス、韓国などの諸外国の状況を調べた。この調査研究は現在も継続され、わが国の状況に合わせた教科書のデジタル化のあり方が全教科について探究されている。筆者3名は、この研究の一環として、2014年7月にイギリスで開催された「算数・数学教科書の研究と開発に関する国際会議 (ICMT2014)」に参加し、算数・数学教科書の研究・開発の状況を調べた。そこで、本稿において、この「算数・数学教科書の研究と開発に関する国際会議 (ICMT2014)」を通して、国際的な視野から、算数・数学教科書のあり方、算数・数学教科書の開発状況、算数・数学教科書におけるICTなどについて考察する。

2. ICMT2014の概要

「算数・数学教科書の研究と開発に関する国際会議」(*International Conference on Mathematics Textbook Research and Development 2014*: ICMT2014)は、イギリスのサウサンプトン大学で2014年7月29日(火)から31日(木)まで3日間開催された。この会議は算数・数学教科書に特化した大規模な国際会議としては世界で初めてと言えるであろう。なお、会議後に、ICMT-2は2017年4月にブラジルで開催されることが決まった。

イギリスのサウサンプトンは、1960年代に始められた世界的に著名な数学カリキュラム開発プロジェクトである「学校数学プロジェクト」(SMP)の発祥の地である。SMPは、当初、新数学運動に沿った「質の高い学問志向」の数学教科書を発刊していたが、1980年代になると「利用者に親しみ

やすい」数学教科書を発刊し、2000年代には「相互作用」の数学教科書を発刊している。サウサンプトンは数学教科書開発の先駆地の一つと言えるであろう。この国際会議の国際プログラム委員会の名譽議長のハウスン・サウサンプトン大学名譽教授は数学教育国際委員会(ICMI)の事務局長として有名であったが、SMPの代表も務めていた。なお、今回の会議を主導したのは、中国出身のファン・サウサンプトン大学教授である。

この会議では、3日間に、全体講演・シンポジウムが4件、口頭発表が79件、そのほかポスター発表などがあった。全体講演3件は世界的に活躍している数学教育研究者、キルパトリック教授(アメリカ)、エルシャルミー教授(イスラエル)、レオン教授(香港)によって行われ、シンポジウム1件は、アメリカ、イギリス、中国の発表者によって行われた。口頭発表79件は、次の七つの分科会に分けられていた。1)教科書研究(概念、論点、方法、方向など)11件、2)教科書分析(特徴、内容の扱いまたは教授法など)17件、3)教科書比較、歴史17件、4)教科書使用(教師、生徒、または他の集団)8件、5)教科書開発(提示、課題デザイン、発行、政策事項など)9件、6)教科書へのICTの統合(デジタル教科書を含む)13件、7)数学教科書における他学科、他学科の教科書における数学4件。

この会議にはわが国も含め約30か国から約160名の数学教育研究者らが参加した。会議を主導したファン教授の影響があるのか中国からの参加・発表が多いようであった。

なお、この会議の報告書はすでに会議が開催されたサウサンプトン大学のサイトで公開されている(<http://eprints.soton.ac.uk/374809/>; 2015年4月確認)。個々の詳しい内容は、この報告書に譲ることとして、本稿では算数・数学教科書のあり方や開発状況やICTとの関連に焦点化して、筆者達のメモなどをもとに考察する。

3. 講演や発表の概要

全体講演は、それぞれ、算数・数学教科書のあり方を考えさせるものであった。「学校数学の教科書の進化: クレイ・タブレットからコンピュー

タ・タブレットに」(キルパトリック教授)は、教科書の初期の形態であるクレイ・タブレット(粘土板)とコンピュータ・タブレットを対比することで教科書とは何かを考えさせるものであり、「教科書の権威的な役割への挑戦」(エルシャルミー教授)は、デジタル教科書がもし探究的に使われるならば、教科書の権威の所在が劇的に変わることを示唆し、「教科書で伝えられるメッセージ：中国の文化大革命時の数学教科書の研究」(レオン教授)は、中国の教科書の比較研究から、教科書は数学の価値だけではなく社会・文化的な価値を運ぶものであると社会的構成主義の立場から述べていた。

シンポジウムは、「数学指導における教科書の未来へ戻って」と題して行われ、「課題、プロジェクト、ツールを使ってミドルスクールのデジタル・カリキュラムを作る」(アメリカ)、「学校数学プロジェクト：その方向の変化を描く」(イギリス)、「中国の21世紀における数学教科書の能力指向の開発」(中国)の3件の発表がなされた。アメリカからは数学教育のデジタル化、イギリスからは外部試験の実施機関が数学教科書を作成し始めたこと、中国からは能力を育成する数学教科書を作成し始めたことが報告された。

口頭発表は七つの分科会で合計79件あったが、大きく二つの特徴が見られた。第一に、ほとんどの分科会で教師や教育実習生と教科書の関わりが主題となるものがあつた。例えば、「数学教科書の選択時の教育実習生と現職教師の嗜好」[チェコ]、「教育実習生の教科書の使用」[イングランド]、「教師が編集」[イスラエル]、「教師用指導書」[ドイツ]、「教師の解釈」[台湾]、「ネットワーク」[ノルウェー]など。第二に、教科書分析において教室や児童・生徒の立場からの心理学的、社会的な視点があつた。「談話的分析」[日本]、「誤概念」[日本]、「意味の協定」[アメリカ]、「記号論」[ノルウェー]、「文化横断的分析」[アメリカ、スウェーデン]など。なお、研究・開発とICTに関しては、項を改めて述べる。ここでは、全体講演についてさらに詳しく触れることにする。

(1) 学校数学の教科書の進化：クレイ・タブレットからコンピュータ・タブレットに

J.キルパトリック教授(ジョージア大学, アメリカ)

講演の主項目は、はじめに、教科書とは何か：筆記から口述の算術へ、数学教科書の内容、数学教科書の機能：バビロニアのタブレット、数学教科書の形式、数学教科書のアプローチ、明日の教科書：新しい媒体、という順で進められた。

なぜ学校の教科書の研究はこんなに少ないのかという問題から入り、その理由として、多くの国では初等・中等学校の公的なカリキュラムで教科書のあり方が言及されていないということが指摘された。例えば、アメリカのカリキュラム・スタンダードやイギリスのナショナル・カリキュラムには教科書のあり方の記述がなされていないということのようである。そして、教科書とは教科の勉強のために使われる本であるが、指導媒体なのか、テキスト材料かという問いを残し、教科書の定義として、2011年にインディアナ州で出された次の定義を挙げた。「教科書は教科領域の指導のある特別な水準を与えるためにデザインされた体系的に組織された材料であり、1)本、2)ハードウェア、3)コンピュータ・ソフトウェア、4)デジタル・コンテンツ、が含まれる」。そして、媒体として振り返って、クレイ・タブレット[粘土板]、パピルス、羊皮紙、竹、そして紙という変遷を述べ、テキストブックという言葉(テキストとブックの混合)は、1830年までは明らかになかったとした。さらに、19世紀初期には、コルバーンとベスタロッチによって、それまでの書く算術から、話す算術へと変わってきたとした。

教科書の主要機能は、認可された知識の保管場所と、創造的な問題解決の資源や自学の材料であるとした。前者については、「門番」という考えを使って説明された。そこでは、メッセージが文明の資源から生徒へ動く過程の中にある「門番」が、あるメッセージを渡し、他のメッセージを遮るとし、学習者に届くメッセージは「門番」の選択の関数となつた(図1)。

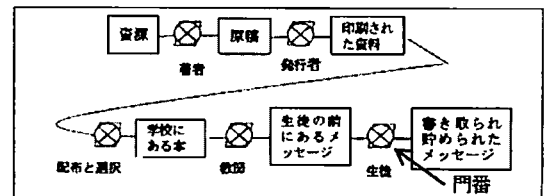


図1 教科書の機能としての「門番」の機能

明日の教科書について、コンピュータ技術は注文に合わせた教科書を生み出し、そして、著者と出版者が学習者はどのように反応するかということに照らして教科書を改訂することを可能にしそうであり、相互作用的な教科書は、クレイ・タブレットや筆写本のように、学習者主導になるかもしれないとした。

(2) 教科書の権威的な役割への挑戦

エルシャルミー教授(ハイファ大学, イスラエル)

講演の主項目は、この話の計画、デザインの必要な次元、デジタル教科書：権威の変化(学習者と教科書との相互作用を支援するデザインの再概念化)、相互作用的な事例：関数、学習者の関与を権威づける(柔軟な、ナビゲーション、ビジュアルマス)、実践する共同体は書物を書く共同体になる、進化する協働的な教科書(権威は「どこでも」起こる)、という順で行われた。

デジタル教科書を考える上で、e-小説から学んだ教訓として、古典的な著述や読書と現代の著述や読書の違いを挙げた。前者では、人を引き付ける書物を著述する技巧や技術を身に付けるには長い時間を必要とし、読書の技巧や技術を身に付けるのも同様で、自己反省と関与がゆっくりとなされた。それに対して後者は、ハイパー・テキスト化(非線形で多様な道、著述は柔軟な跡を形成する読書である)、ネットワーク化(進化する本、読者は著者になり著者の考えは劇的に変化する)、実例としてのロールプレイ(鍵となる登場人物や話題と定常的に結びつくことを通して確立された多様な道)で特徴づけられる。

デジタル教科書は、学習者の関与を権威づけることになり、それが研究や指導の課題となる。課題としては、学習者が自ら意味を作り出していくことに対する教師の働きを支援するデザインの特徴はどのようなものか、相互作用的なテキストを著述する教師を支援することが可能なテクノロジーのインターフェースは何でそれらの機能は何か、どのようなタイプの相互作用的なフィードバックが考えられるべきでそれらはどのように機能するか、生徒は評価の環境における相互作用的な表現の援助にいかに対応するか、などが出てくる。

教科書を進化させることは、先に述べた教科書の機能としての認可された知識の保管場所、すな

わち、一つの認知された外的な権威によって作られたメッセージとしての教科書という、これまで社会に受け入れられてきた教科書の機能への挑戦となる。進化する協働的な教科書では、権威は「どこでも」起こるようになる。すなわち、デジタル教科書を使いこなす共同体は、これまでのように教科書の著者だけではなく、教師や生徒も教科書を書く共同体の一員になり、そこで、教科書の権威はどこでも起こることになる。

教科書の未来は、新しい探究的なカリキュラムの運搬者か、または単に過去を思い出させる追従者のいずれになるのであろうか。つまり、伝統的な権威の消失は、探究に基づいた、児童・生徒中心の学習を支援する自由を生じさせるのか、または、伝統的な教科書の権威が巨大なテクノロジー主導の標準化と置き換えられるという新しい専制君主を生じさせるのか。

(3) 教科書で伝えられるメッセージ：中国の文化大革命時の数学教科書の研究

レオン教授(香港大学, 香港)

講演の主項目は、はじめに、数学教科書、社会・文化的産物としての教科書、文化大革命時(1966~77)の香港と北京の数学教科書の比較、意味合い、結びの言葉、という順で行われた。

数学教科書は数学の知識やメッセージを伝えていると想像されているが、同時に、教科書は社会的・文化的所産であるとし、教科書は支配的な文化の価値を伝えがちであり、そして、教科書の政策と採用には多くの政治が含まれているとする。そして、価値について話す時、数学教科書はこれらの文化的・政治的な影響から免除されるのであろうかと問題提起をする。

数学教科書においては、数学はときには絶対的な真理として考えられ、数学の応用は実世界の異なった社会・文化的文脈への本物の数学の応用ではなく数学を例示するものとされる。

社会・文化的産物としての教科書は、意図的・無意図的に、明示的・暗黙的に、純粋な数学のメッセージ以外のメッセージも伝え、また、多くの国では教科書は商業的産物であり、そのことが意図された価値が教科書を通して伝えられる方法を複雑にする(発行者は「門番」として振舞う)。そこで

しばしば、意図されたメッセージまたは社会の共有された価値が巧妙な方法で学習者に伝えられる。

文化大革命時（1966～77年）の香港と北京の数学教科書の比較を通して次のことが示された。カリキュラム開発者と教室の教師の両者にとって、教科書は社会・文化的、そして政治的所産であるということ認識しなければならないし、また、私たちは子どもがこれらの価値に気づかせるようにし、そして、彼ら自身の価値を発展させられるようにすべきである。

人間の歴史の中の激動の時代に起こったことは、教科書が文化的所産であるという事実を明白にする。私たち数学教育者は「純粋に」数学教師であると無邪気に信じるべきではない。好むと好まざると、数学以上のものを子どもに教えている。もし私たちがこの事実気が付くならば、私たちは数学指導がより上手くなるだけでなく、数学を通して指導することも上手くなることができるかもしれない。

4. 教科書研究・教科書開発

教科書研究と教科書開発の分科会では合計20件の発表があったが、それらのうちで特徴的な発表を挙げると次の通りである。

教科書研究の分科会では、教科書の使い方に関する研究、デジタル教科書の開発に関する研究、教科書研究それ自体についての報告などがあった。「数学教科書の選択時の教育実習生と現職教師の嗜好」[チェコ]は、教師は自分が選択した教科書から教えることを好み、教科書を選択する際の優先順位は文化的内容よりも数学の内容が強いことを明らかにしている。「イングランドにおける教科書使用：数学教科書の見方についての教育水準局報告を探る」[イギリス]では、教科書使用に「過度に依存すること」が未だ否定的に見られている可能性について報告した。「学問的数学と学校数学：デジタル教科書の開発時における教師と数学者の知識・概念・信念」[ブラジル]は、小学校の電子教科書開発チームの参加者間における、学問的数学と学校数学に関する知識・概念・信念の共有過程と交渉過程について報告した。「数学教科書の研究のための北欧のネットワーク：8

年間の経験」[ノルウェー]は、8年間で蓄積されたネットワークのメンバーによる科学的研究の成果を詳述している。

教科書開発の分科会では、学習者の現状を踏まえた開発研究の報告が目立った。「学校の教科書における数学の創造：例としてパレスチナとイングランド」[イギリス]では、教科書における数学の本性と数学的活動を調べるための分析的枠組みを開発した上で、両国の教科書が学習者の抽象的な数学的推論に向けていかに支援可能であるかを問題提起している。「微積分の基礎コースとしてのカリキュラム単元の開発」[台湾]では、大学新入生が微積分を学習する前に学ぶべき指導単元をデザイン・開発・調査し、数体系・集合・関数をセットとするカリキュラム単元を完成させた。「自立的な学習と探究学習の促進のための数学教科書の研究・開発」[中国]では、教科書は教科の知識を示すだけでなく知識の発生と発展の過程を示すものであり、学習者の学習過程を具体化すべきであるとした上で、探究学習活動を教科書の中にデザインしている。「ナイジェリアの学校における困難な状況のもとでの数学教科書の開発と学習」[ナイジェリア]では、困難な状況下で学ぶ生徒の現状が数学教科書の開発であまり考慮されていない点に言及し、理想的な教室環境からのパラダイム転換を奨励していた。

5. ICTを活用した教科書開発

ここでは、ICTを前提とした教科書の開発に関する三つの研究を紹介する。

(1) デジタル教科書のデザインと相互作用：集団的な教師の関わり

Guedet Ghislaine, CREAD, Univ. of Brest, (仏); Birgit Pepin, Sør-Trøndelag Univ. College, (ノルウェー) 他2名

この研究は、フランスのセサマス教師協会によってデザインされたデジタル教科書と、そのメンバー間の相互作用的なデザイン過程に関するものである。開発された教科書はインターネットに接続しwebブラウザで閲覧する形式になっている(図2)。(一部はiPad版, Android版もあるが本文内のリンクが十分整備されていない。)

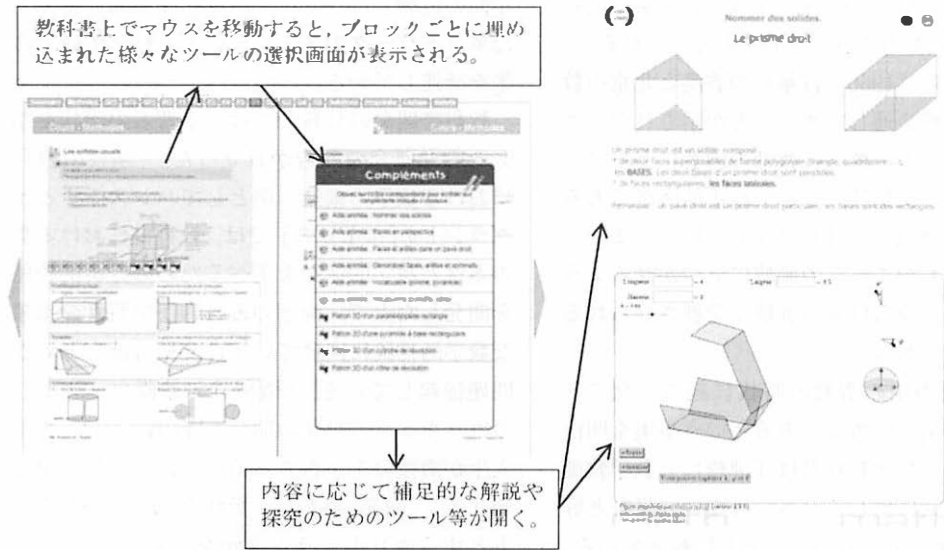


図2 Sésamathのデジタル教科書の基本構成

開発には、教師を含む数学教育関係者以外に、リソースデザイナー、プログラマー、レビュアー、オンライン討論会のコーディネーター等、多様なメンバーが多様な役割をもって関与した。既存のフリーのツールや本書用に無償提供されたコンテンツ等の多様さにも、このことが現れている。設計、評価、再設計のサイクルが、様々な契機によって変化しながら、また、幾つかの形態をとりながら繰り返されたという。これらのメンバー間の2009年から2013年間のオンラインでの議論の記録を分析し、このようなデジタル教科書のデザイン過程の計り知れない影響力が示された。

【参考：http://www.sesamath.net/】

(2) 電子書籍の共同デザイン：社会的創造性のための境界対象

Christian Bokhove, Keith Jones. サウサンプトン大学; Manolis Mavrikis, Eirini Geraniou, Patricia Charlton. Institute of Educ., (英)

この研究は、欧州の「MC2」(数学的創造スクエア)プロジェクトによるc-book (Creative book) と呼ばれる、相互作用的で創造的なデジタル数学教科書に関するものである。学校や職場での数学的思考における創造性のために、21世紀型教育を反映したc-book教材をデザインするという目標のもと、教師、デザイナー、研究者、教師教育者を含む四つの異なる関係団体のメンバーが、専用

のオンライン開発ツールを利用しながら開発を進めたことに特徴がある。

開発されたデジタル教材は、1)速度、2)極限、3)都市でのサイクリング、4)風車、5)ソーシャルネットワークにおけるウイルスの振る舞い、6)点と座標、7)数、8)変換、の八つである。これらデジタル教材は、現実あるいは数学の文脈のもとでの一連の課題を解決したり探究したりしていく構成になっている。図3のように、数学的事実に関する記述や、その理解の確認や定着を意図した問いが設けられている教材もある。図4からは、既存のツールやプログラミング言語Logoを取り込み、利用していることがわかる。また、問題場面に関わる動画へのリンクも適宜設けられている。【参考：http://mc2-project.eu/】

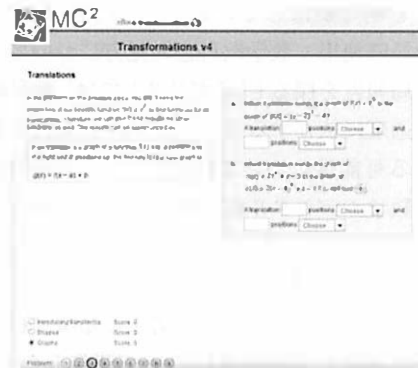


図3 Transformationsの一部

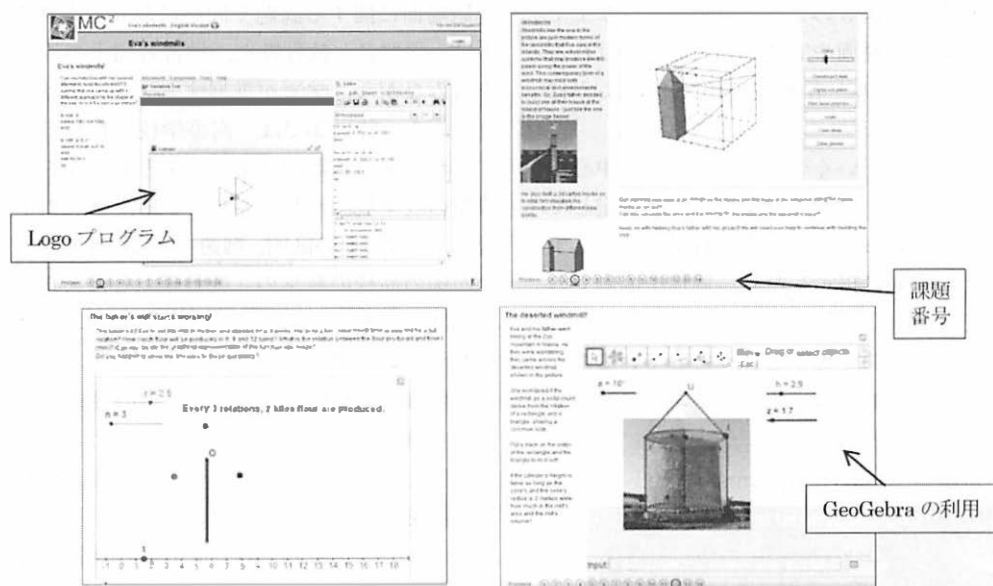


図4 「風車」の課題の一部

(3) 大学の数学・統計への移行：非理工系生徒への問題を基礎としてテクノロジーが豊富な仕上げコース

Christian Hirsch, 西ミシガン大学 (米)

この研究は、ビジネス、経営、経済、情報、生命、健康、社会科学などの学部学科に進学しようとする生徒、すなわち、非理工系の生徒のために設計された、高等学校の数理科学コースに関するものである。現在も開発が続いているデジタル教科書が、本プロジェクトの理念、単元構成、デジタルツールとともに紹介された。

本プロジェクトの背景には、米国の多くの高等学校が「微積分の準備」(プレカルキュラス)や狭いアドバンスドプレイズメント (AP) コース以外は、学部レベルの数学や統計への移行を意図した学習をほとんど提供していない、その結果、多くの生徒は数学から離れるか、自分の進路にとって適切とは言えないような数学を学ぶことになっているという実態がある。

デジタル教科書は、次の1～6の設計理念に基づき、下の八つの単元で構成されている。

【設計理念】

1. 「連続」と「離散」、「決定論的」と「不確実性」のバランスの取れた内容
2. 順序や既習についての柔軟性

3. 様々な応用や数学的モデル化にも焦点
4. アクティブラーニング、チームワーク、コミュニケーションを促進する、問題解決をベースとした学習
5. 意味理解、推論、コミュニケーションに焦点を当てた小グループでの協調的学習を支援
6. ITツールの全面的かつ方略的な利用

【単元構成】

- 単元1 質的データの解釈
- 単元2 変化のモデル化
- 単元3 数え上げ
- 単元4 金融上の意思決定の数学
- 単元5 二項分布と統計的推測
- 単元6 情報科学
- 単元7 空間の視覚化と表現
- 単元8 民主的な意思決定の数学

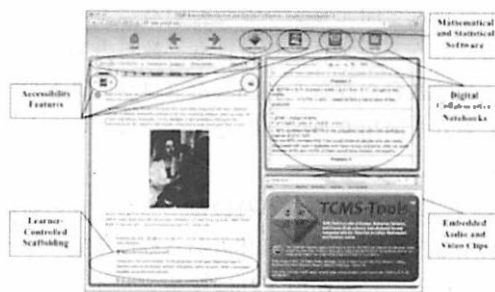


図5 TCMSの画面

この教科書は、図5のようにwebブラウザ上で閲覧する形式で、動画やTCMS-Toolsと呼ばれる統合型の数学ツール¹⁾も適宜利用できるよくなっている。

また、各単元は、いくつかの探究課題を中心に構成され、各課題が図6の授業モデルを想定してデザインされていることも大きな特徴である。すなわち、問いを順に提示したり、個別や協働での探究結果をデジタルノートに入力させたりすることにより、授業展開を規定しようとしているのである。また、将来的には、オンラインのアセスメントも開発したいという。

【参考：http://wmich.edu/tcms/】

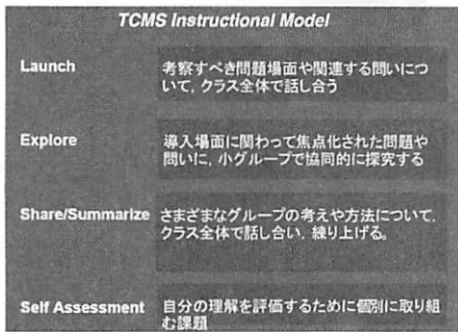


図6 TCMSの授業モデル

(4) ICTを活用した教科書開発の特徴

これらのデジタル教科書に関する研究に共通している点は、開発過程での研究者や教員、デジタル開発者、デザイナーらの相互作用が強調されていることである。このことには、デジタルベースだと、試作・使用・評価・修正という一連のサイクルが容易になることも関係していると思われる。すなわち、わが国のデジタル教科書の現状との違いは、紙の教科書をデジタル化していくだけでなく、学習者の反応を含むエビデンスベースで教科書を開発しようとしていることにもあると言えよう。いずれの教科書も、教科書開発を含む、数学教育の改善を意図したプロジェクトの一環であり、商用を目的とした開発ではないことも共通している。

また、(2)(3)に見られる特徴は、デジタルの特徴を利用して、授業展開自体もある程度規定しようとしていること、換言すれば授業デザインをしていることである。すなわち、はじめに提示される

問題場面に関する課題や問いに取り組みせるとともに、学習者と教科書や、学習者同士の相互作用を含みながら、学習が進展するようにデザインされている。特に(3)では、高等学校の教科書において、わが国の算数の授業の特徴とも言える問題解決型の授業展開が想定されている。概念や手法の説明、定理とその証明、例題、類題が繰り返させるわが国の高校の数学の「教科書」とは大きく異なるのは言うまでもないが、では、算数あるいは中学校数学の教科書と比べたときどうであろうか。わが国では、校種によって、教科書の役割や教科書という概念そのものが異なっていることにあらためて気づくのではないだろうか。なお、問題解決型の授業が、アクティブラーニング、チームワーク、コミュニケーション、小グループでの協働的学習の理念と整合していることも注目される²⁾。

6. おわりに

「算数・数学教科書の研究と開発に関する国際会議 (ICMT2014)」の全体講演、シンポジウム、口頭発表、そして、会議における話し合いを受け、他方で、わが国の状況を振り返って、次のようなことを考えた。

第一に、教科書研究はわが国だけではなく国際的にも少ない。このようなことはわが国とも共通ではあるが、その理由は異なるようである。国際的には、カリキュラムに教科書のことが記述されていないことがその理由であるが、国内的には、そのことに加えて、検定制度と教科書会社ごとの編集によっていると思われる。

第二に、テキストブックの原点は粘土版（クレイ・タブレット）である。クレイ・タブレットは学習者が書くものであるが、わが国では経典などの書かれたものが教科書となっていた。わが国では現在でも教科書は書かれたものであるが、国際的には、教科書は媒体（メディア）か材料かという根源的なことも含め、現代でも定義は多様である。

第三に、教科書は知識だけではなく思考の材料としても構成される。わが国では教科書は真の知識で構成されるという考えが強いようであるが、国際的には思考の材料として扱い、判断を学習者に任せるということもある。どのような記述も価

値から自由ではないということの反映である。なお、わが国でも、教科書は「教材」から「学習材」へと変わってきているとも言われている。

第四に、デジタル教科書の作成を考える視点は協働や相互作用にある。デジタル教科書は、教師やデジタル開発者やデザイナーなどの種々の役割を持った人々の協働や相互作用によって作成される。さらに、教師だけではなく学習者もその創造に関わる。なお、これらのことから教科書の権威が教師や学習者に移動する可能性がある。

第五に、デジタル教科書の活用では授業デザインも考慮に入れる。数学教育においてデジタル教科書を利用するのは生徒の探究的・協調的な学習を促すということにあり、そこでは問題解決的で協調学習的な授業デザインになる。デジタル教科書は単に紙の教科書をPDFなどで電子化したものではない。このような側面は、高校数学における非理工系の生徒を対象としたプロジェクト型の学習の可能性に開かれる。

第六に、教科書を心理学や社会学などの隣接科学の視点から分析する必要がある。教科書はこれまで、主として教師の指導の面から記述の仕方が分析されてきた。教科書が指導方法の一部ならば当然であろうが、教科書がテキストブックの原点としてのクレイ・タブレットに戻るならば、学習者による意味の解釈や創造という認識論や社会学や記号論など学際的な面からの分析、そしてそれに基づく改善が求められるであろう。

第七に、教師や教育実習生の教科書への関わり方が問われ、また、指導者の解釈や編集の可能性が議論されている。わが国でも、「教科書で」、「教科書を」という教科書の扱い方の議論はあるが、教科書の使用義務によって、教科書は使うのが当然ということによって教師の関わり方が曖昧のままに過ぎられてしまう。

第八に、既存の枠を越えた教科書の利用・研究・販売が行われている。ヨーロッパの教師は他国の教科書を利用したり、教科書の国際共同研究を行ったりしている。なお、国際共同研究ではICTが大きな役割を演じている。さらには大きな教科書会社が教科書を自国だけではなく他国に販売したり、教科書会社だけではなく、入学資格試験の

実施機関が教科書を作成しだしているという。教科書のグローバル化が起こっている。

教育を取り巻く様々な状況、例えば、社会的構成主義（例えば、アーネスト、2015）の浸透、隣接科学の状況、ICT化、グローバル化などは、算数・数学教育にも大きな影響を与えているようである。わが国において行われてきた算数・数学教科書の編集や状況や研究を活かしつつも、さらに、算数・数学教科書を教育の原点から考えるとともにより大きな枠組みの中で考える必要性を感じた。

本調査研究は、公益財団法人教科書研究センターの科学研究費基盤研究(B)「我が国における各教科のデジタル教科書の活用及び開発に関する総合的調査研究」の一環として行われた。

注

- 1) TCMSツールは、スプレッドシート、CAS（コンピュータ代数システム）、関数ツール、作図ツール、データ解析、シミュレーション、離散グラフツール、線形計画法ツールなどを含む、数学の統合型のJavaアプリケーションである。教科書にあるデータや図形もデフォルトで組み込まれており、簡単に読み込み探究を始めることができるようになっている。
- 2) 本研究を主導している西ミシガン大学は、1990年代からCore-Plus Mathematicsプロジェクト（CPMP）を展開しており、その延長にTCMSがあることは理念やTCMSツールの設計の共通性からも明らかである。（西村他、2005）CPMPも当初から現実事象の探究及びアクティブラーニングを強調しており、現代的な視点でその教科書を再考する価値があると考えられる。

参考文献

- アーネスト（長崎・重松・瀬沼監訳）（2015）、『数学教育の哲学』、東洋館出版社（出版予定）。
- 藤村和男（代表）（2006）、『新しい時代に即した児童の学ぶ意欲や考える力などを一層高めるための小学校算数教科書の研究開発』、財団法人教科書研究センター。
- 藤村和男（代表）（2007）、『新しい時代に即した生徒の学ぶ意欲や考える力などを一層高めるた

- めの中学校数学教科書の研究開発」, 財団法人教科書研究センター.
- 国立教育政策研究所 (2009), 「第3期科学技術基本計画フォローアップ「理数教育部分」に係る調査研究 [理数教科書に関する国際比較調査結果報告]」, 国立教育政策研究所.
http://www.nier.go.jp/seika_kaihatsu_2/index.html (2015年5月現在)
- 公益財団法人教科書研究センター (2011), 「教科書・教材のデジタル化に関する調査研究 教科別報告書《算数・数学》」, 公益財団法人教科書研究センター.
- 公益財団法人教科書研究センター (2012), 「初等中等学校の算数・数学教科書に関する国際比較調査 調査結果報告書」公益財団法人教科書研究センター.
- 長崎栄三・滝井章編著 (2007), 「算数の力を育てる③ 算数の力数学的な考え方を乗り越えて」, 東洋館出版社.
- 西村圭一・植野美穂・柏元新一郎・田中賢治・清野辰彦・本田千春・細矢和博・指田昭樹・中本信子(2005), 「中等教育段階の数学カリキュラム開発に関する基礎的研究－米国のCore-Plus Mathematics Projectの分析を通して－」, 日本数学教育学会誌数学教育, 第87巻第3号, pp.2-11.