

デジタル教科書時代に向けた教員養成の課題

- 教科書とは？ デジタル教科書・教材作成の試みから -

武 沢 護

takezawa@waseda.jp

早稲田大学大学院教職研究科／高等学院

Key Words : デジタル教科書, デジタル教材, 教員養成

1. 教科書とは何かの問い直しを

文部科学省をはじめ政府が推進するデジタル教科書・教材の普及とその環境を実現可能にするデバイス (iPad など) の開発が進んできた。そして教科書編集各社も新学習指導要領の実施に向け、従来の教科書発行に加えて、デジタル教科書・教材を作成・発行を開始した。しかし、それらは本当に教育の現場をあずかる教員の要求にあったものなのかどうか、そして児童生徒の学びの支援になるものなのかどうかは疑問である。本来、教科書・教材はあくまでも手段であり、児童生徒の豊かな学びを創造するためのものでなくてはならない。そして、そもそも学校教育における「教科書は何か」という議論が抜けている。ここでは、かつて検定教科書¹ならびに情報²を執筆・編集した経験をもとに、まず「教科書とは何か」を問い直す。そして、高等学校数学を題材にデジタル教材を年間通して活用した実践を紹介し、デジタル教科書の可能性と課題を述べる。そのうえで、デジタル教科書・教材を主体的に活用できるための教員養成の現状とその課題について述べる。

2. 初等中等教育における教科書とは

2-1 教科書制度について

明治以降、学校教育制度に導入された教科書制度は、現在、いくつかの教育関連法規にもとづいている。そして初等中等教育における教科書 (以下、教科書) が児童生徒の手元に渡るには、通常は、文部科学省の指定を受けた民間の教科書発行者において編集され、文部科学大臣の検定、教育委員会や学校等による採択を経ることになる。そしてこの検定制度の趣旨を文部科

学省は次のように述べている。「教育の機会均等を実質的に保障し、全国的な教育水準の維持向上を図るため、上記の各学校において、教科書を使用することが義務づけられています」[1]。さらに学習指導要領の改訂は原則 10 年であるが、教科書に関しては 4 年毎の改訂で内容が更新される。

また採択状況を東京都の例でみると、平成 21 年度高等学校数学 I の場合、8 社採択のうち、S 社 36%、T 社 25%、J 社 20%と上位 3 社で 81%を占めている。このように、教科によっては指定発行者に寡占の状況が起こっている [2]。

2-2 教科書の問題点

そもそも教科書の内容は、子どもの読み書きや計算能力という基礎的な能力をつけるものである。その特徴は伝統的に、文字中心の教育方法 (文字と紙と模倣性) に依っている。そして依然として、知識伝達中心、文字中心 (Literacy)、固定的な知識 (改訂は 4 年に一度) の記述になっている。また、教科書の制度上の問題点として、

- ・国の検定制度による制約
- ・指定発行者制度と採択制度による限定選択権

という行政上のさまざまな制約があり、文部科学省の学習指導要領の法的拘束力ならびにこれら制度のまえに教科書制度は硬直化している。

ただ教科書の基本的な視点として、「科学や芸術など文化の諸領域の開かれる必要あり」、「子どもや青年の発達に即した学習内容として統一性・系統性を確立していなければならない」[3]という意見は堅持すべきである。戦後、民間の教育実践者を中心に、良い教科書を作るにはどうしたらいいかという様々な運動があった。そしてそのために、研究会や自主的な学習会が

1 三省堂数学教科書

2 オーム社情報教科書

組織され、民間の教育研究団体（戦後、数教協³など）の活発な活動があった。そしてこの運動のなかでは教育内容の刷新はもちろんのこと、

- ・教科書検定制度の見直し
- ・教員の質の向上

が重要な視点であった。

3. デジタル教科書（教科書を見直す視点）

デジタル教科書では、校種別・用途別の対象をどこに置くか次のように明確にする必要がある。

- ・校種別（小学校用，中学校用，高等学校用）
- ・用途別（学習者用，指導者用）

現時点では新学習指導要領の実施時期の関係で、小学校用の指導者用デジタル教科書が数多く作成され学校現場に提供されている。

3-1 デジタル教科書の検討の視点

デジタル教科書を検討するにあたり、ここでは次の二つに注目する。その一つは教育者コメニウス（1592-1670）の世界図絵^[4]であり、もう一つは言語学者 W.J オング（1912-2003）が指摘する「第二次の声（Secondary Orality）」^[5]という概念である。

3-1-1 コメニウスの視点を見直す

ここでは、17世紀のコメニウスの「大教授学」に注目する。この中でコメニウスは視覚表象の教育的意味を重要視し、「世界図絵」により従来の文字中心の教科書から図式や絵を使って編んだ教科書を構想した。これはヨーロッパ12か国で翻訳され、印刷術を効果的に利用した画期的な教科書で、当時としては従来の教科書の概念を変えたマルチメディア教科書の原型になったとも言われている。

3-1-2 「第二次の声」

次に、オングが提唱する「第二次の声」（Secondary Orality）という概念である。これは「第一次の声（Primary Orality）」に対応する概念であり、ラジオ、テレビおよびコンピュータネットワーク時代におけるさまざまなテクノロジーに影響された「声の文化」を指す。ここでオングは、「第一次の声の文化」から文字の発明、印刷技術の開発にともなう「文字の文化」（Literacy）、そして次の段階に出現する電子的コミュニケーションから生み出される「第二次の声の文化」

という位置づけを提案する。そして、印刷活版技術の発明以来、知識の伝達は印刷活版技術によるコンテンツの固定化を招いたと指摘する。この視点でいうと、従来の教科書は「文字の文化」の延長線上でのものであるが、さまざまなICTの進展により、オングが指摘する「第二次の声」の概念を援用することで「教科書の新たな概念」が構想できそうある。そしてコメニウスの「世界図絵」の取り組みもあわせ、これからの教科書とりわけデジタル教科書について、知識の伝達だけでなく、「ハイパーテキスト性」「マルチメディア性」に加えて「編集・双方向性」の視点を取り入れることを提案したい。

3-2 デジタル教科書の現状

まずは三省堂のデジタル教科書⁴がある。これは筆者が関わった三省堂の高等学校用数学の教科書で現在は絶版となったものを、執筆者の一人である三宅なおみ氏が中心となってデジタルコンテンツ化し、広く一般に公開しているものである。

また教科書出版各社の対応では、現時点において対象は主に指導者用がほとんどであり、形式は教科書本文がデジタル化され、さらには動画、flash版のアプリケーションなどが提供され、例えば電子黒板などを利用した学習者への提示専用になっている。

3-3 デジタル教科書の可能性

従来の教科書は、オングのいう「文字の文化」すなわち完結性、一方向、文字中心である。この特性は伝統的な書籍の特徴でもある。

これに対してICTの進展に伴うさまざまな技術進歩を活かしたデジタル教科書の可能性をいかに求めるかが今後の課題となる。オングのいう第二次の声の文化の概念を援用するならば、それは、「編集・双方向性」である。この「編集・双方向性」を入れることにより、教師だけでなく学習者にとっても可変的な教科書を提供可能にし、双方向な環境が生み出されることが期待できる。そしてそのことで、教育内容が改善され、教師の自主性が生まれ、ひいては各地の教員の活性化から教育の地方分権の機運が高まることが望ましい。

従来の教科書にデジタル化した動画などのコンテンツを埋め込んだ程度だけのものではなく、このよう

³ 数学教育協議会

⁴ 東京大学大学発教育支援公コンソーシアム推進機構
http://coref.u-tokyo.ac.jp/sanseidomt_shinsei

に、デジタル化をきっかけに、従来の教科書概念を超えるものを創造することが重要である。

4. Mathematica での実践例とその評価

高等学校において学習者を対象にしたデジタル教科書環境での実験的実践を紹介する。

勤務校において、数学統合ソフトである Mathematica⁵を活用した授業を行って 7 年目を迎えた。授業の詳細については次の web サイト⁶を参照。

現在は Mathematica は ver8 になりデジタル教科書作成に適した環境が整備された。ここでは、この実践を通してデジタル教科書の可能性を追究する。

4-1 授業形態

- ・対象生徒：高等学校 3 年（自由選択科目）
- ・授業期間：通年型
- ・Mathematica 環境：生徒 ver5.1, 教員 ver8
- ・e-learning 環境：Waseda-Net, CourseN@vi
入力形式：Mathematica Notebook
出力形式：Computable Document Format 形式
- ・単元：さまざまな曲線（数学 C）
- ・教科書：教科書（紙媒体）と電子媒体の両方を用意し， Mathematica Notebook 形式で Waseda-Net CourseN@vi に配布・回収し，生徒は毎回，自分の Notebook にて授業を受ける。



CourseN@vi の画面

4-2 授業内容

対象とした内容は、数学 C の延長である「曲線と曲面」や「整数論」である。

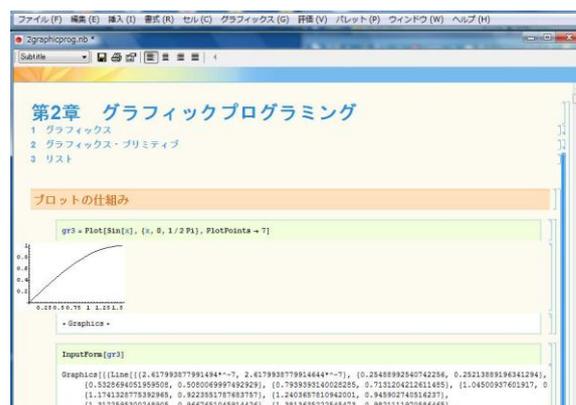
○曲線と曲面：サイクロイド、レムニスケート、シッソイド、トラクトリクス、リマソン、クロソイド、放物面、双曲放物面、猿の腰掛など

○整数論：素数、双子素数、メルセンヌ数、完全数、コラッツ問題など

これら内容は従来のチョークと黒板の環境では指導の限界があるものである。この環境であれば従来の授業では取り扱うことのできなかった学習内容を容易に取り扱うことができ、生徒の主体的な学習が可能になる。またテキストについては、これを使用することで教育内容が毎年更新可能になる。また、生徒個人の学習のカスタマイズ（編集・双方向性）が可能になり、各自 Notebook を蓄積し完成させる。

しかし、このような環境がどの学校でも可能であるわけではなく今後、生徒が使用するデバイス環境や学習のプラットフォームの構築は大きな課題である。

生徒からは「数学の面白さにふれることができた。楽しかった」、「複雑な図形が自由に描けるのが興味深かった」「数学の式からグラフィックスや音を導き出すことができたのは大変興味深かったが難しかった」などの感想が寄せられた。



Mathematica Notebook の画面

5. 教員養成の視点（教職大学院での取組）

教科書の問題はすなわち教員の問題であり、それは教員養成の問題につながる。教員養成段階においても ICT を用いた教科書構成力（教科の内容を自ら構成できる資質）が必須である。そのために教職大学院で次の内容に取り組んでいる。

⁵ Wolfram Research, Inc. の登録商標

⁶ Waseda Live Math :

<http://www.waseda.jp/gakuin/joho/science.htm>

まず、大学院での連携校における実習の事前指導（情報リテラシー）である。これは実習を控えたM1全員を対象に行う事前指導の一環で、ICTを活用した授業展開や教材作成について概説する。

また後期科目として15時間相当の実習を中心とした講座を開講している。この講座は必修ではなく選択科目ではあるが昨年度はほぼ50%の学生が受講した。この講座の最終目標は、ICTを活用した授業案、デジタル教材の作成および模擬授業の実施である。

6. 教員養成の課題

教員の教科指導力における重要な資質は、各教科の内容を自ら構成できる力であり、さらに、

- ・カリキュラム力（開発、デザイン）
- ・授業力（設計、技術、評価）

の向上への不断の努力である。

そして、教育のプロとして教師の専門的力量をもって教科書や教材を積極的に吟味でき、生徒の発達や学校の現状に即した自主的なカリキュラムの編成力と創造的な教育実践力が求められる。このことを教員自身が意識していないと、各教員はあてがわれた教科書や教材から脱却できず受動的になることは必至である。理系学会が指摘しているように、「デジタル教科書の導入に際して、教員の教科指導能力が軽視されることがないように、また教員の教材研究がより充実するように配慮すること」[7]と教員の指導能力低下の危惧への指摘は重要である。

7. 今後の課題（高等学校から制度改革を）

デジタル教科書の現状は、業者や国の動きが先行し、内容面や実現する環境はまだまだ教育現場の教員の要求に沿っていない。

具体的にはまずは義務教育（小中学校）と高等学校とでは採択状況など異なるので、ここでは高等学校に絞って述べる。高等学校では近年多様化が進み、従来の学習指導要領に明記されていない学校選択科目など生徒と学校の実態に即したカリキュラムが編成されているところが多くなった。このため、教師による工夫された教科書作成の必要性があり、これら各地での取り組みを共有するためにもデジタル化は有効であろう。

また、学習者にとっても教科書という固定的な学習財でない「編集可能性・双方向性、マルチメディア性」な

学習環境実現のために、授業内容の改革とICTの活用は文字中心の教科書を超えるものが必要である。

こうした状況から、業者などによるデジタル教科書開発は、内容志向（コンテンツオリエンテッド）なものではなく、環境基盤志向（プラットフォームオリエンテッド）なものの方が教師にとって望ましい。すなわち、Mathematica やオーサリングソフトのような環境の下で教師が自由に教科書を作成でき、生徒が自由にカスタマイズできる環境を提供するようなアプリケーションの開発である。

現実的には、学校教育における教科書は従来からの紙媒体による教科書とデジタル教科書の共存になると思うが、学習者用デジタル教科書の実現にはさまざまな課題がある。しかしデジタル教科書の動きは長い目でみれば、

- ・教科内容の刷新
- ・子どもの新しい学びの創造
- ・教師の自立
- ・開かれた学校教育

をもたらす契機になる。そしてこの動きと連動して制度としての教科書は、文部科学省は大綱を定めるにとどめ、地方自治体レベルなどでの教科書の編纂を可能にし、高等学校（後期中等教育）における検定制度の改革が求められるべきであろう。

【参考文献】

[1] 文部科学省 web サイト：

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/gaiyou/04060901.htm

[2] 東京都教育委員会 web サイト：

<http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/press/pr080828s.pdf>

[3] 山住正巳：教科書，岩波新書，岩波書店，1970。

[4] コメニウス.J.A：世界図絵，平凡社，1995。

[5] Ong.W.J：Orality and Literacy, Routledge, 1982.

[6] ボルダー.J.D.：ライティングスペース，産業図書，1994。

[7] 「デジタル教科書」推進に際してのチェックリストの提案と要望：

http://www.ipsj.or.jp/03somu/teigen/digital_demand.html：2010年12月7日