

数学教育における教員養成と教師教育の連関に関する一考察

—岡山理科大学の事例から—

福田 博人*1・津田 秀哲*2

*岡山理科大学教育推進機構教職・学芸員センター

¹岡山理科大学理学部応用数学科

²岡山理科大学学習支援センター

(2018年10月22日受付 2019年2月6日受理)

1. はじめに

社会が変われば教育も変わる。時代が変われば教育も変わる。教育が社会や時代に依存し、社会や時代に応じた教育が常に求められる。そうした状況の下、数学教育が果たす役割は特に大きいといえる。何故ならば、現代を象徴する科学革命(cf. 伊東, 2007, 2016)の基盤を作ったのは数学に依拠するところが多く、科学革命の最終ステージである情報革命が到来している今日を生き抜くために必要不可欠な統計的リテラシーの育成を数学教育が担っているからである(福田, 2016a, 2016b, 2016c, 2017; Fukuda, 2018)。

以上のように、数学教育への期待は大きく膨らむ一方で、懸念点も存在する。教師の3人に1人が入れ替わる大量退職・大量採用の時代を迎え、教師教育を in-service のレベルで行っていたこれまでのシステムが上手く機能しない危険性が出てくる(真野・杉野本, 2011)。現在は、pre-service のレベルで教員養成を、in-service のレベルで教師教育を行っている。これは、教員養成は少し前まで高校生であった学生を教師へと変容させることを意図しており、教師教育は教師になった人をより良い教師へと導くことを目的としている。換言すれば、

教員養成の役割は教師を作ることであり、教師教育の役割は教師を育てることであるといえる。しかしながら、この稼働システムは見直されなければならない、in-service のレベルにおいて経験の乏しい教師が増加するのであれば、これまで in-service のレベルで実施していた教師教育を pre-service のレベルで一定水準まで高めておかなければ、教育の質保証は確保され得ない(杉野本, 2015)。

そこで本稿では、現在我が国の多くの大学で行われている教員養成と、今後我が国の大学で行わなければならない教師教育の連関について示唆を与えることを目的とする。Wittmann(1995)で示されている数学教育学の核心と関連領域の関連マップ(図1)から、様々な関連領域を数学教授学という枠で包み込めば、最終的に抽出されなければならないエッセンスは教師教育であり、それ自体もまた核心となっていることが分かる。教師教育こそが様々な関連領域に基づく考察のゴールであり、全ての関連領域による知見は最終的に教師教育に還元されなければならないことを意味している。ところが、我が国の数学教育における教師教育研究は、他の研究領域と比較して圧倒的に量的に不足していることが指摘されて

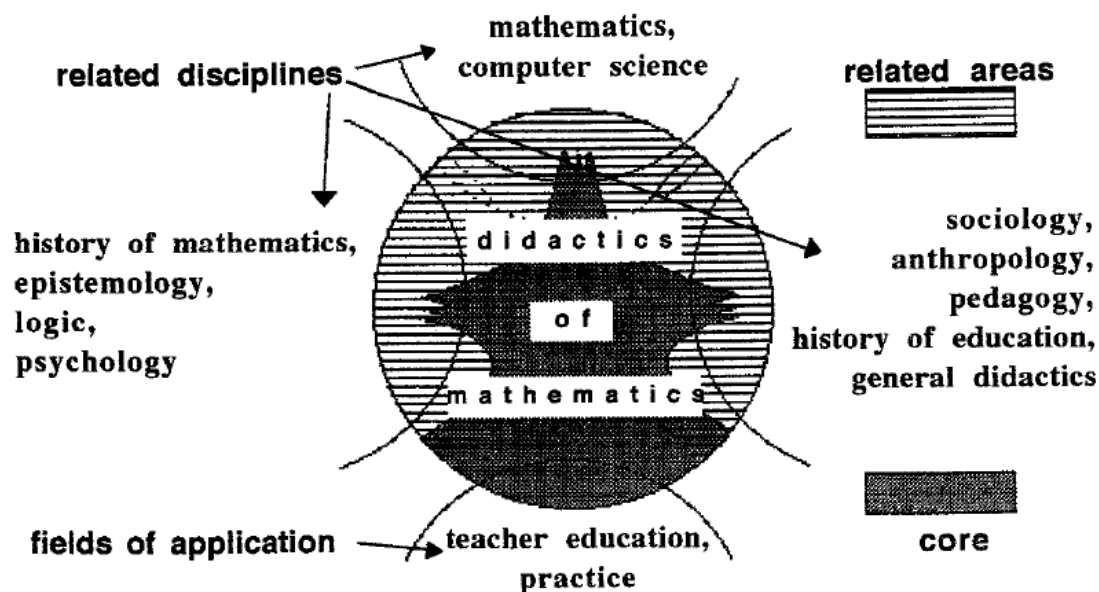


図1：数学教育学の核心と関連領域¹ (Wittmann, 1995, p. 357)

いる(杉野本・岩崎, 2016)。そこで本稿では特に、数学教育における教師教育のシステムを大局的に勘案することを目指す。これは、量的に不足している我が国の数学教育の教師教育研究の始点として、現状を分析することが自然であるためである。本稿において教員養成と教師教育の連関について考察する上で、第一筆者と第二著者が所属している岡山理科大学での数学科教員養成を教育実践事例にし、教員養成と教師教育のレンズで考察を行うこととした。

2. 岡山理科大学における数学教師の育成を目指した教育実践事例

教育職員免許法にしたがって、岡山理科大学においては「教科に関する科目」、「教職に関する科目」、「教科又は教職に関する科目」、そして「施行規則第66条の6に定める科目」の計4科目からカリキュラムを成している。「教科又は教職に関する科目」は「教科に関する科目」または「教職に関する科目」と同じであるため、これらの中で数学教育に関わる科目は、「教科に関する科目」と「教職に関する科目」となる。更

に、岡山理科大学における「教科に関する科目」は数学教育を専門とする教員が講義を行っておらず、数学者が講義担当者である。更に、「教科に関する科目」に属する講義は、学部・学科が開講する講義と一致するため、数学教育を意図した講義ではない。それ故に、本稿では「教科に関する科目」についても分析の対象外とし、「教職に関する科目」のみを分析の対象とする。なお、教育実習事後指導については、数学教育に特化した内容を扱うわけではないため、分析の対象にはしていないことを、ここで先に述べておきたい。

2-1 数学教育法

岡山理科大学では、多くの学生が学部2年生において数学教育法Iならびに数学教育法IIを、学部3年生において数学教育法IIIならびに数学教育法IVを受講する(他学年もしくは科目等履修などの受講生も一定数存在しているが、本稿では岡山理科大学の学生を受講する最も多いケースを示す)。中学校ならびに高等学校の両校種の免許取得を希望する学生がほとんどのため、

数学教育法Ⅰならびに数学教育法Ⅱが必修となっている。また、今後は数学教育法Ⅲならびに数学教育法Ⅳも含めた4講義全てが必修科目となる予定であるため、学部2年生から学部3年生までの2年間にわたって数学教育について関与する機会がある。

数学教育法Ⅰから数学教育法Ⅳまででテーマは異なるが、全てに共通しているのが「教材研究力の育成」である。数学教育法Ⅰでは、種々の数学的内容についての教育的意義を多角的に学習する。数学教育法Ⅱでは、教材研究を行う上での数学教育における理論を学び、実際に理論を活用することを通して教材研究を行う。続いて数学教育法Ⅲでは、小学校から高等学校までの系統性を意識した教材研究を行う。最後に、数学教育法Ⅳでは、教材を作成する際に留意しなければならない種々の文脈について学習する。

2-2 教育実習事前指導1

教育実習事前指導は、学部4年生の春学期で教育実習を行う前に教育実習に参加する上で基本となる必要最低限の情報や知識を習得する講義である。これは、学部3年生の秋学期に実施される。教育実習の目的や内容といった一般的な講義から、教科指導に特化した講義まで存在しているが、本稿では教科指導に特化したものに焦点を当て、議論を進める。

主として行うのは、教科書を用いながら学習指導案（細案ならびに板書計画）の作成をしたり模擬授業を行ったりすることである。初めの3コマで学習指導案の作成を行い、その後、模擬授業を2回もしくは3回行う。そして、模擬授業時に教員や先輩やグループメンバーより指摘された改善点を基にして、学習指導案の改善を行い、レポートとして提出することになっている。

2-3 教育実習

教育実習は、学部4年生の春学期中に3週間行う。数学教育法や教育実習事前指導で習得した学問知・実践知を糧として、実際に生徒に対して授業を行うことによって、学問知・実践知の更なる獲得を目指す。

2-4 教員採用試験対策

教員採用試験の2次対策は、大学の講義とは別の非正規の形式で行われている。教員採用試験の2次試験は一般的に、8月の中旬から下旬に行われることが多いため、1次試験の合格発表後の8月上旬から中旬にかけて夏休み特訓を実施している。より具体的には、面接対策、模擬授業対策、小論文対策、そしてグループワーク対策を行っている。なお、教員採用試験対策は「教職に関する科目」に属さない非正規の形式で行われる対策であるが、各種の数学教育法や教育実習事前指導を担当する教員が行うため、これらの講義の内容に依存する部分も大きい。また、日本の現状として、教員になるためには教員採用試験を合格しなければならないが、教員の量的保証を行うためには教員採用試験対策を行うことは、教員養成の一端を担っているといえると考えられる。更には、質・量の点からも一つの講義分程度になることから、本稿においては分析の対象になり得ると判断した。

面接対策や小論文対策、グループワーク対策では、教師になる動機や教師になって行いたいことなどといった人物評価を行う項目だけでなく、教科に関わる資質・能力を評価する項目も含まれる場合も少なくない。それどころか、教科に関わる資質・能力を評価する項目が重視されつつあるのが現状である。そして、面接や小論文やグループワークで問われる教科に関わる資質・能力は、個人の数学観・数学教育観に依存するといえる。模擬授業対策では、模擬授

業それ自体のみではなく、学習指導案の作成も行う自治体が存在するため、学習指導案の作成についても対策を行う。

2-5 教育実習事前指導 2

主として学部3年生対象で開講されている教育実習事前指導の中で行われる模擬授業の際に、コメンテーター（助言者）として学部4年生が希望制で入ることになっている。ここでは学部3年生にとっては上級生から様々な建設的な意見が得られたり、上級生と関わることができたりする利点がある一方で、学部4年生にとっても教師の資質・能力を向上する絶好の機会となる。これまでは、教師をするのは自分であるという前提があったのに対して、ここでは教師をすることは自分以外の誰かであるという前提となり、授業を客観視する眼を養うことができる。そしてそれはまた、これまでの教師としての自分の姿を客観的に反省する機会となり、これからの教師としての自分の姿を描く機会にもなり得る。

2-6 教職実践演習

教職実践演習は、学部4年生の秋学期に開講されている講義であり、学部1年生から受講してきた教職科目を見つめなおすことが意図された講義である。また、ほとんどの学生が本講義の半年後には教壇に立つため、より現実的・実践的な知識・技術の獲得が目指される。例えば、数学教育的な知識・技術でいえば、デジタル教科書が挙げられる。関数的な考え方（例：動点運動）は紙媒体の教科書を用いるよりも、動き方を目で見るができるデジタル教科書の方が子どもの理解を促すことができる。このように、最近普及しつつあるデジタル教科書が数学教育としてどのようなメリットがあるのか、そしてデジタル教科書をタブレットでどのように使えばよいのか、とい

った高度情報化社会の中で子どもを教育するこれからの数学科教師として必要な知識・技術を提供する。

3. 岡山理科大学の教育実践事例の分析に基づく我が国の数学教育の教員養成と教師教育の連関

本節では、前節で事例として挙げた岡山理科大学における数学教師の育成を目指した正規ならびに非正規の講義や対策について、考察を加える。

まず、考察するためのレンズを定める。図2は、上部が数学教育学における学問知を、下部が実践知を意味している。少し言葉を換えれば、上部が数学教育学の様々な理論に基づく教材の開発を、下部が教材の開発に基づく教授実験の実施ならびに評価に基づく開発教材の評価・改善を指している。これらの上部と下部が有機的に相互作用し、更なる数学教育理論（学問知）と数学教育実際（実践知）の構築が為され、良き循環がシステムとして機能することが期待されている。

一方、上部と下部が独立に存在するならば、上部は実践無き理論研究へ、下部は理論無き実践研究になってしまう。教員養成と教師教育という言葉で語れば、上部は実践無き教師教育、下部は教員養成といえるだろう。教員養成は教育の量的保証を目指すし、教師教育は教育の質的保証を目指す（杉野本，2015）。大量退職・大量採用の時代を迎えた今日において、人材確保を意図した教育の量的保証を目指す教員養成を強調することは自然の事態である。このように、教員養成の過度な強調が為されているのではないかという仮説の下、教員養成（図2の下部）と教師教育（図2の上部）の接続に焦点を当てて、第2節で取り上げた事例を分析していく。

各種の数学教育法では、多少の差はあれ

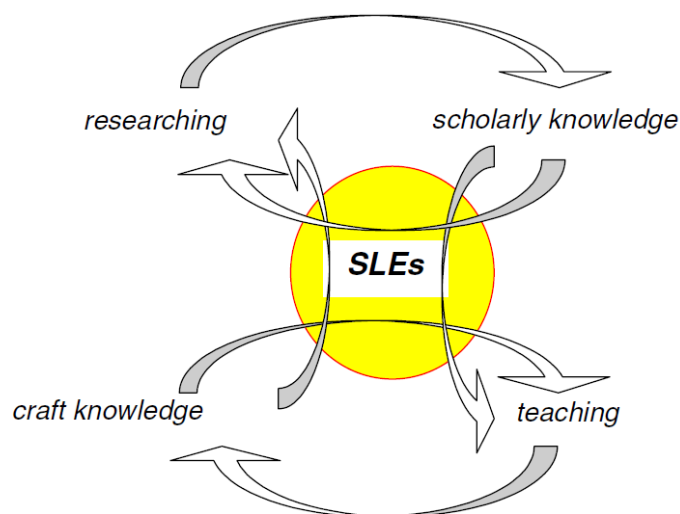


図 2 : 学問知と実践知の往還 (Wittmann, 2001, p. 5)

ども、基本的に数学教育研究による成果を教員が教授したり、成果の学生による再構成をしたりする場となる。そのため、教師教育指向の講義といえる。教育実習事前指導 1 では、教科書を用いて学習指導案や板書計画を作成したり、模擬授業を行ったりする。学習指導案ならびに板書計画の作成では、各種の数学教育法で得た知識を活用して教材研究をする学生もいる。模擬授業は教育実習に向けた模擬練習の場となる。それ故に、教師教育と教員養成の両者が共存しているといえる。教育実習についても教材研究の場はあるかもしれないが、目的はリアルな現場を知ることであるため、教師教育よりも教員養成の色が強くなる。続いて、教員採用試験対策についても、上述したように各自治体は若手即戦力を求めているため、教員養成指向の対策となる。教育実習事前指導 2 では、他の学生の模擬授業を観察し、その授業に対して助言を行う。コメンテーターとしての役割を果たすためには、指導技術に関する知識や指導内容に関する知識の両者を兼ね備えておかなければならない。そのため、教員養成と教師教育の両者の要素が存在しているといえる。

最後に、教職実践演習では、学部 1 年生から受講してきた教職科目を見つめ直す機会となるが、このことも含めて本講義の半年後に迫った教師生活に向けた現実的・実践的な知識を学習するため、教員養成指向の講義である。

以上を纏めたのが、表 1 である。なお、受講時期については凡その時期を表している。表 1 より、大抵の講義や対策での特徴として、教員養成指向であることが分かる。もし各種の数学教育法において指導法などの教員養成指向の講義が行われれば、教育実習事前指導 1 も教員養成指向の講義のみとなり、そして非正規の教育実習事前指導 2 が実施されなければ、もはや教師教育の居場所は無い。しかし、現在の岡山理科大学の数学科教員養成は、教員養成指向だけでなく、教師教育指向も備わっており、これまで *in-service* のレベルで実施されていた教師教育を *pre-service* のレベルで一定水準まで高めておくための最低条件は、満たしているといえる。

以上は岡山理科大学の例であるが、他の大学においてはどうかであろうか。いかなる教員養成系大学も、教育職員免許法に則し

表 1：岡山理科大学の数学科教員養成の特徴づけ

受講学年	受講時期	講義や対策等の名称	特徴づけ
2・3年生	4月から1月まで	各種の数学教育法	教師教育指向
3年生	10月から12月まで	教育実習事前指導 1	教員養成と教師教育の両者
4年生	5月から7月まで	教育実習	教員養成指向
4年生	7月から9月まで	教員採用試験対策	教員養成指向
4年生	11月から12月まで	教育実習事前指導 2	教員養成と教師教育の両者
4年生	9月から1月まで	教職実践演習	教員養成指向

てカリキュラムが作成されている。この法律によれば、教員免許を取得するために、「教科に関する科目」、「教職に関する科目」、「教科又は教職に関する科目」、そして「特別支援教育に関する科目」の4科目で規定以上の単位を取得しなければならない。「教科又は教職に関する科目」は「教科に関する科目」または「教職に関する科目」と同じであるため、これらの中で数学教育に関わる科目は「教科に関する科目」ならびに「教職に関する科目」の2科目に限定される。更に、教育大学や教育学部以外の学部において、「教科に関する科目」の講義は学部の専門科目の講義と同一であることがほとんどであり、本稿で事例として取り上げた岡山理科大学も例外ではない。この場合には、教員免許の取得を目指さない学生も受講することになるわけであるから、数学教育に根差された講義は意図されていないし、そもそも数学教育を専門としない数学者が講義担当者であるケースが多い。そのため、数学教育に関する講義が全ての大学で実施されているのは、「教職に関する科目」であり、そこには各種の数学教育法、教育実習事前指導 1、教育実習、教員採用試験対策および教職実践演習と類似した内容の講義や対策などは実施されていると思われる。更にこれらの中、教育実習事前指導 1、教育実習、教員採用試験対策、教職実践演習については、教員養成指向であることが

多いことが推察される。すると、岡山理科大学の教育実践事例と異なる可能性があるのは次の二点である：① 各種の数学教育法が教員養成指向型講義である点、② 教育実習事前指導 2と同様の機会が存在しない点。

これらより、教員養成指向の講義や対策などは意識するしないにかかわらず、各大学で行われることが多いが、教師教育指向の講義や対策などは必ず意識をしなければ実施されることは無い。そうすれば、今日の時代において、pre-service レベルにおいても in-service レベルにおいても、数学教育の理論に向きづけられた教師教育を一切受けない多数の教師が輩出される事態となる。更に、表 1 でいえば教育実習事前指導 1において教師教育も行われているが、各種の数学教育法において教員養成指向型の講義が実施されるならば、教育実習事前指導 1においても教員養成指向型となってしまう、教員養成と教師教育の連関が図られる結節点は存在し得ない。

纏めれば、pre-service レベルにおいて教員養成と教師教育の両者を扱うためには、少なくとも各種の数学教育法においては教師教育指向型の講義を行った上で、そのことが教育実習事前指導 1へと接続され、教員養成との連関が図られなければならない。更に、教育実習事前指導 2に類似する活動を行うことによって、各種の数学教育法や

教育実習事前指導 1 の中で自分自身が習得・活用した数学教育理論の更なる反省に繋がり、学問知と実践知がサイクリックなシステムの下で有機的に連関することができる。それによって、授業研究ではなく、レッススタディ(cf. 杉野本, 2015 ; 杉野本・岩崎, 2016)としての機能を大学という pre-service のレベルにおいて、学生が感得することが可能になる。

4. おわりに

本稿では、現在我が国の多くの大学で行われている教員養成と、今後我が国の大学で行わなければならない教師教育の連関について考察した。そのために、岡山理科大学での数学科教員養成を教育実践事例にした。その結果、pre-service レベルにおいて教員養成と教師教育の両者を扱うためには、少なくとも各種の数学教育法においては教師教育指向型の講義を行った上で、そのことが教育実習事前指導 1 へと接続され、教員養成との連関が図られなければならないことが示唆された。意識せずとも実施される教員養成指向型の講義や対策などは異なり、教師教育指向型の講義や対策などは意識しなければ実施され得ない。そのため、教師教育をより重要視することが、これからの将来の数学教師を質的に保証することになるのである。ただし、教師の量的保証を目指す教員養成に全く力を入れない、ということではなく、大切なことは教師教育のプロセスの中に教員養成が明確に位置づくことである。今後は、教育の量的・質的保証を実際に行うにあたって、教員養成と教師教育をそれぞれのバランスを含めて関連付ける方法や、数学教師の育成を目指したカリキュラムの開発を行うことが課題として残されている。

本稿冒頭に教育の社会依存性と時代依存性について述べたが、同時に社会や時代の

教育依存性についても最後に述べておきたい。時代を良き方向へ動かすリテラシーを有した人材育成教育を行うことができる資質・能力を持った教師を多数輩出しなければならないことを、結びの言葉として本稿を閉じる。

註

- 1) 2017 年 1 月に広島大学で開催された全国数学教育学会第 45 回研究発表会において、Wittmann 氏が招待講演者として特別講演を行っている。その際、図の左側の関連領域に“semiotics”(記号論)を加筆していたことを、補足として述べておきたい。

参考文献

- 1) 福田博人:批判的思考力の育成に向けた統計教育の展望, 第 4 回春期研究大会論文集, pp.125-132 (2016a)
- 2) 福田博人:生命論—進化的方法によるモデリングの実現に向けた統計教育の在り方, 全国数学教育学会誌 数学教育学研究, 第 22 巻, 第 2 号, pp.153-162 (2016b)
- 3) 福田博人:アクティブラーニングにおける双子の過ちへの対応策としての科学教育に対する期待と展望, 日本科学教育学会研究会研究報告, 第 31 巻, 第 4 号, pp.85-90 (2016c)
- 4) 福田博人:批判的数学教育に基づく日本の統計教育の在るべき方向性, 第 5 回春期研究大会論文集, pp.241-248 (2017)
- 5) Fukuda, H. : The Future of Statistics Education from the Perspective of Educational Practices in New Zealand, In M. A. Sorto, A. White, & L. Guyot (Eds.), *Looking back, looking forward. Proceedings of the Tenth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10)*, (pp.1-6). Kyoto, Japan. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute. (2018)
- 6) 伊東俊太郎:環境問題と科学文明, 公共研究, 第 4

- 卷, 第2号, pp.37-50 (2007)
- 7) 伊東俊太郎: 文明の転換期—人類の過去と未来, 東洋
学術研究, 第55巻, 第1号, pp.114-131 (2016)
 - 8) 真野祐輔・杉野本勇氣: 数学的リテラシーからみえる
数学教師教育のパラダイム: 「教科主義」から「能力
主義」へ, 日本科学教育学会年会論文集, 第37巻,
pp.254-255 (2013)
 - 9) 杉野本勇氣: 学位論文要旨 数学教師教育のためのレ
ッスンスタディの基礎的研究, 広島大学学術情報リ
ポジトリ (2015)
 - 10) 杉野本勇氣・岩崎秀樹: レッスンスタディを通じた
カリキュラム開発 —後期中等段階の新たな数学教
師教育に向けて—, 全国数学教育学会誌 数学教育学
研究, 第22巻, 第1号, pp.51-58 (2016)
 - 11) Wittmann, E. Ch. : Mathematics Education as a
'Design Science', *Educational Studies in
Mathematics*, Vol. 29, Issue 4, pp.355-374 (1995)
 - 12) Wittmann, E. Ch. : Developing Mathematics
Education in a Systemic Process, *Educational
Studies in Mathematics*, Vol.48, Issue 1. pp.1-20
(2001)