

コロナ禍における板書計画の教授・学習の可能性

—岡山理科大学での数学教師教育の教育実践を事例として—

福田 博人

岡山理科大学教育推進機構教職支援センター

1. 緒言

これまで人類が経験したことの無いコロナ危機に世界が直面している。それは、人類のあらゆる活動に影響を及ぼし、教育においても全国一斉休校措置が出されるなど、教育の量・質ともに大きな影響が出る事態となっている。高等教育機関においても、講義の実施方法が対面式からオンライン式へ移行せざるを得ないこととなり、オンライン式講義の在り方が問われている。

教員養成系大学において、授業実践に向けたものは、そのほとんどが学習指導案の作成とそれに基づく模擬授業の実施であろうし、その重要性は否定するつもりはない。授業実践を行うにあたって、特に学習指導案の作成は必要不可欠な日本の教師文化であり、実際の授業実践の様子を計画として表現するのは学習指導案である。しかし、実際の授業実践ほどリアルではないものの、学習指導案以上にリアルである板書計画の作成もまた、授業実践に向けた重要なプロセスである。道田(2012)によれば、「評価の高い指導案が書けるためには、(中略)授業イメージがもてることが重要」(p.332)であるとされ、板書計画の作成こそが授業イメージの具体となるであろう。ところが、板書計画の作成に特化した研究は、学習指導案の作成や模擬授業の設計と評価に関する研究を比較して、とりわけ少ない。実際、

学術論文の学術情報データベースであるCiNii (Citation Information by National Institute of Informatics) ならびに電子ジャーナルプラットフォームである科学技術情報発信・流通総合システム (J-STAGE) において、論文タイトルの項目で、「学習指導案」、「模擬授業」、「板書計画」をそれぞれ検索し抽出された数(表1)でも、明らかに板書計画に関わる研究の蓄積が少ないことが分かる。したがって、本稿では板書計画に関するコロナ禍における教授・学習の可能性を追究することを目的とする。そして本稿では、数学教育を事例として考察を行う。より具体的には、岡山理科大学の数学教員養成における教育実践を事例として、分析を行うこととする。

数学教育研究においても、教師教育の重要性は少しずつ唱えられており(杉野本、

表1: 「学習指導案」・「模擬授業」・「板書計画」それぞれでCiNiiとJ-STAGEでワード検索を行った論文抽出数¹

検索ワード	CiNii で抽出され た論文数	J-STAGE で抽出され た論文数
学習指導案	519本	59本
模擬授業	977本	129本
板書計画	22本	0本

2015), Wittmann(1995)でも, 数学教育学の最終的成果物は授業実践ならびに教師教育へ還元しなければならないと強く主張している. しかしながら, 数学教育研究において教師教育に焦点を当てたものは, まだまだ蓄積は少ないのが現状である(杉野本・岩崎, 2016). 本稿は, 授業実践というWittmann(1995)でいう数学教育学の最終成果物のもう一つの還元対象を, 教師教育の次元で考察するものである.

2. オンラインによる板書計画の教育実践に関する基礎情報

2-1 岡山理科大学の教員養成に位置付く本教育実践

コロナ禍における数学教師教育としての板書計画の教育実践として, 岡山理科大学の中等教育レベルの数学科教員養成での一講義を事例的に示す. 福田・津田(2019)において, 岡山理科大学の数学科教員養成が表2として特徴づけられている.

表2において, 教師教育指向と特徴づけられている各種の数学教育法に位置付いている「数学教育法 III」が, 本稿で示す事例的な教育実践となる. 本講義は, 学部3年生を対象に行われる選択科目講義であり, 担当教員は著者である.

対面が可能であった通常時には, 模擬授業を行う講義であるが, 2020年度はコロナ禍の影響によってオンライン講義となり,

模擬授業に代わる措置を考えなければならなくなった. 模擬授業を学生自身で携帯電話などを用いて撮影し, それを他の学生と共有した上で, オンライン講義において学生間で議論させる方法が理想的であった. ところが, オンライン講義へ参加するための環境が学生によって様々であり, 中にはオンラインでのライブ講義へ参加することができない学生もいると予期されたため, この方法は断念し, 模擬授業に代わる板書計画の添削講義を実施することにした. 板書計画の添削講義についても, 本来であれば, 作成した板書計画についての説明をオンライン上で行ってもらいたいところだが, 種々の理由でオンラインでのライブ講義に参加できない学生がいる可能性がある. そこで以下では, いかなる環境下の学生でも参画可能な方法について, 3つのフローによって説明する.

2-2 フロー1

板書計画を割り当てられた学生は, 本時の目標やめあて等を含む板書計画を作成し, ファイル(写真データも可)を教員へメールで提出する². 提出の締切は, 板書計画の添削講義を行う一週間前に設定した. なお, 板書計画を割り当てる学生数は, 3名から6名までであった.

表2: 岡山理科大学の数学科教員養成の特徴づけ(福田・津田, 2019, p. 6)

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

2-3 フロー2

教員は板書計画作成学生によって提出された板書計画を取りまとめ、提出締切日の次の日に履修登録学生全員へ共有する。履修登録学生はそれをダウンロードし、全ての板書計画を確認し、それぞれの板書計画の良いと思った点や改善した方がよいと思った点などを板書計画コメントファイルに記述する。板書計画コメントの様式例は、次の図1の通りである。記入した板書計画コメントは、板書計画の添削講義を行う2日前もしくは3日前までに提出させた。

2-4 フロー3

添削講義当日において、オンラインでの生講義にて教員がそれぞれの板書計画について添削する。その際、生講義は録画をし、講義終了後に YouTube へ履修登録学生に対する限定公開を行う。それによって、種々の理由でオンラインでのライブ講義に参加できない学生でも参画が可能となる。

その後、提出された履修登録学生からの板書計画コメントファイルを取りまとめたものを、板書計画作成学生へメールにて送る。こうして、他の学生からの意見を板書計画作成学生へ伝えることができるようになる。

3. オンラインによる板書計画の教育実践

3-1 講義の実際

板書計画の添削講義を行った一例をここで示す。なお、ここで示す学生が作成した板書計画や板書計画コメントの論文執筆への使用については、承諾を得ていることをここで述べておく。

まず、次の図2はある学生が作成した板書計画であり、ファイル形式でメールにて送付されたものである。この板書計画はデータを履修登録者全員に共有され、履修登録学生はこの板書計画に対して板書計画コメントファイルへコメントを記入する。図2の板書計画に対するコメントの一例が図3であり、こちらもファイル形式で送付されたものである。

続いて、オンラインの生講義において、教員が板書計画の添削を行う。その際、図3のような履修登録学生からの板書計画コメントの一部を紹介することもあった。そして、図2の板書計画をオンライン上で画面共有し、添削を行ったものが図4である。

最後に、生講義が終了した後、録音・録画しておいたオンラインの生講義を YouTube へ限定公開する。そして、教員は図3のような履修登録学生全員からの板書計画コメントをファイルへ取りまとめ、板書計画作成学生へメールで送付し、一連の

日付：	板書計画作成者：
ノート：	

図1：板書計画コメントの様式例

数学教育法Ⅲ 7-2「背理法による証明がよく分りません。」

本時の目標 背理法について理解し、問題を解くことができるようにする。

めあて 背理法について知り、問題を解いてみよう。

黒板
予定時間 30分 → プリント学習 板書計画

※①④は黒板を置く順番
※黒板は2分割、黒板の下2割は書かない。

<p>① 背理法について知り、問題を解いてみよう</p> <p>前回、背理法を用いて$\sqrt{2}$が無理数であること証明した。</p> <p>まず、 ② 背理法とは? →</p>	<p>背理法</p> <p>① ある命題Pを証明したいときに、Pが偽であると仮定して、そこから矛盾を導くことにより、Pが偽であるという仮定が誤りつまり、Pは真であると結論付けることである</p> <p>つまり今回も命題Pは「$\sqrt{2}$が無理数である」</p>	<p>めあてを残す</p> <p>② Pが偽であるということは... 「$\sqrt{2}$が有理数である」</p> <p>$\sqrt{2}$が有理数であると仮定して証明をしていると矛盾が生じる!!</p> <p>③ なぜ矛盾が生じたか? ⇒ Pが偽であるという仮定が誤り!</p> <p>つまり、$\sqrt{2}$は無理数であるということが分かった。</p> <p>以上の手順を踏まえて、もう一度証明する!</p>
<p>④ めあてを残す</p> <p>問 $\sqrt{2}$が無理数であることを証明せよ。 「$\sqrt{2}$が無理数でない」 と仮定する。 「$\sqrt{2}$が有理数である」 ← 背理法 と仮定すると、$\sqrt{2}$はある自然数 m, nを用いて、</p>	<p>$\sqrt{2} = \frac{m}{n} \dots ①$</p> <p>と書きなおせる。このとき、できるだけ約分して、mとnに1以外の正の公約数がないような分数にする。 この約分した分数を既約分数という。</p> <p>①から $\sqrt{2}n = m$ この両辺を2乗すると $2n^2 = m^2 \dots ②$</p>	<p>めあてを残す。</p> <p>④ よて、mは偶数である。 59ページの例題(2)より、m^2が偶数なら、mも偶数となる。 偶数 mはある自然数 kを用いて、$m = 2k$と表すことができる。 ②に代入して $2n^2 = 4k^2$ ゆえに、$n^2 = 2k^2$</p> <p>よて、nは偶数となり、nも偶数となる(4)。 mとnがともに偶数となることは、mとnに1以外の正の公約数がないとしたことに矛盾する。 したがって、$\sqrt{2}$は有理数ではなく、無理数である。</p>

図2：ある学生が作成した板書計画（個人情報部分は黒塗りにしている）

日付： 5月28日	板書計画作成者： [黒塗り]
<p>ノート：</p> <p>～良いと感じた点～</p> <ul style="list-style-type: none"> ・板書計画の①②は、前回の復習をしっかりと取り入れている所と、生徒が分からないポイントをQで書きその答えを詳しく書いている点がとても良いと感じました。 ・板書中に様々な補足説明（実数、既約分数）などがあり、生徒はノートを見返すときに、すぐに見てわかる板書になっているので、良いと思いました。 <p>～アドバイスに関する点～</p> <ul style="list-style-type: none"> ・もう少し色を使っても良いのかなと感じました。例えば、背理法は赤で書くやめあては青で囲むなど… ・めあてが“問題を解こう”となっているので、$\sqrt{2}$の問題だけを取り扱うのではなく他の問題も取り入れた方が良いと感じました。（30分の授業後のプリントの中に演習問題がある予定であるのならばいいですね。） 	

図3：板書計画コメントの一例（個人情報部分は黒塗りにしている）

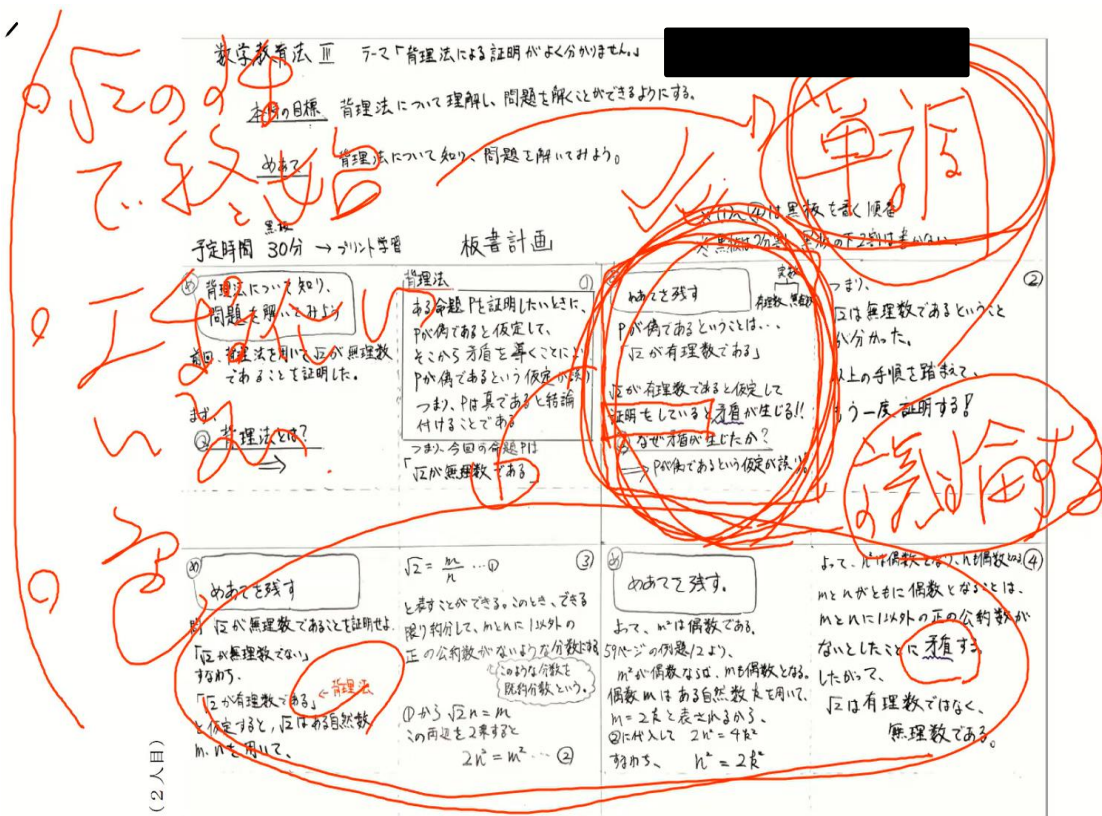


図 4：板書計画の添削の様子（個人情報部分は黒塗りにしている）

板書計画の添削講義が終わる。

3-2 講義を終えての感想

数学教育法 III を受講した学生の一部から、模擬授業の代替措置としての板書計画の添削講義について、感想を記述してもらった。ここではその感想の一部を示したい。なお、ここで示す学生に回答してもらったアンケート内容の論文執筆への使用については、承諾を得ていることをここで述べておく。

感想については、アンケートに回答してもらった形で行った。アンケート項目は大きく3つある。1つ目は、「板書計画を作成する立場において、板書計画の添削授業はこれから教師を目指す上で、役に立ちましたか？もし役に立ったのであれば、どのような点で役に立ったのか具体的に教えてください。もし役に立たなかったのであれば、

どのような点で役に立たなかったのか具体的に教えてください。」というものである。まず、役に立ったかどうかという質問に対しては、アンケート協力学生7名中7名全員が役に立ったと回答した。そして、どのような点で役に立ったのかについての自由記述については、以下のような回答がみられた：

- 板書計画の書き方を知ることができた。
- 板書計画とノート（板書メモ）は、まったく違うことに気付いた。
- 板書計画にしたことで、同じテーマで多くの学生の考えや指導法を知ることができ、吸収できる部分がたくさんあった。
- 今までには模擬授業だけだったので板書をあまり意識していませんでしたが、今回の授業で板書計画の立て方などがわかりとてもよかったです。

- ・Zoom (オンラインのこと) を通してではあったが、板書計画を作り色付けや見やすさなどの工夫がたくさんの人から多かった。
- ・データに残るので後で見返して自分の工夫に取り入れるなど出来た。
- ・改善点を知ることができたし、実際に授業に似たような形を行うことができた。
- ・私は生徒が理解しやすいように、大事なポイントをおさえたり、後から振り返っても分かる授業計画を目指して作った。その板書計画は、福田先生(教員のこと)の指摘や私以外の履修登録者のコメントのおかげで改善することができた。
- ・添削してもらうことで、板書計画の内容が適しているのか客観的に見ることができた。
- ・「黒板は小さめを想定して板書計画をつくる」、「まとめは授業終了まで残しておく」などの具体的な方法を得られた。
- ・同じテーマで板書計画を作成している人が数人いたので、違うやり方も発見できて勉強になった。
- ・他の人の板書計画を見る機会は今までなかったのも他の人の工夫している点などを見ることができ、とても良い経験でした。
- ・内容をしっかり見る事が出来るのでとても良いと思った。
- ・見返しが出来るので注意深く見たい部分はしっかり注目できるのが利点だった。
- ・他の方の板書計画を見て参考にできる部分が多々あった。
- ・一つのテーマに対して、4人程が板書計画を行ったが、それぞれ個性があり、参考になる事が多かった。
- ・「予想される生徒の意見」を書いた方が、授業をより細かく想像できることに気が付いた。自分でも気付かなかったことが指摘されたことで気付けた。しかし、板書計画だけだと時間配分がよく分からず、板書計画の量が適しているのかよく分からなかった。
- ・自分は思い付きもしなかった黒板の使い方を知ることができた。

2つ目のアンケート項目は、「板書計画をコメントする立場において、板書計画の添削授業はこれから教師を目指す上で、役に立ちましたか？もし役に立ったのであれば、どのような点で役に立ったのか具体的に教えてください。もし役に立たなかったのであれば、どのような点で役に立たなかったのか具体的に教えてください。」である。役に立ったかどうかという質問に対しては、アンケート協力学生7名中7名全員が役に立ったと回答した。そして、どのような点で役に立ったのかについての自由記述については、以下のような回答がみられた：

- ・教師になった時に、生徒に対して何かコメントを書くときの練習になったと思う。

3つ目のアンケート項目は、「板書計画の添削授業について、今後改善すべき点があれば、教えてください。そもそも板書計画の添削授業ではないようなオンライン授業でも実施が可能そうな模擬授業の代替措置の提案などでも構いません。また、板書計画の添削授業を受けての感想があれば、ご記入ください。」である。この自由記述については、以下のような回答がみられた：

- ・私は春2学期に「理科教育法 III」を取りました。「理科教育法 III」では、Zoom (オンラインのこと) 上で“カメラをON”にするか“あらかじめ撮影した動画の共有”をして1人5分程度の用語解説の模擬授業を行いました。板書計画と同様に1回の講義で5~6人ぐらいの模

擬授業ができました。Online に対応できる教師を育成するという意味でも、このような授業を取り入れても良いのかなと感じました。

- ・今まで、教職科目の授業などで板書計画の書き方を指導されたことがなかったので、今回の「数教 III」（数学教育法 III のこと）でしっかり学ぶことができ、とても良かったです。
- ・授業者が学校または自宅でカメラに向かって模擬授業をやってみてもいいと思いました。
- ・Zoom（オンラインのこと）やマイログ（講義資料などを共有するオンラインシステムのこと）を通して行うことで対面よりも板書計画表の見やすさや比較が出来、融通が利いていた。
- ・紙や word で作成するためカラーバリエーションが豊富で見えやすく、作成者が授業をする中でどの部分に注目してほしいかなどの意図が伝わってくるので良かったと思う。
- ・酷評である方がもっと学べることもありそうな気がする。
- ・評価をいただくことで客観的に見る事ができた。
- ・私は、板書計画の添削授業と模擬授業を両方行って欲しいと思いました。模擬授業では導入の部分までしか発表できないが、板書計画は授業の全体像が分かるからです。また、板書計画の添削授業だけでは、声の出し方、生徒への伝え方が見えなかったと思います。
- ・色々と試行錯誤しながら作ったので楽しかったです。
- ・授業をより想像しやすくするために、時間配分を書くといいと思う。
- ・模擬授業の時のように他の人の感想が聞けてよかった。
- ・先生の添削も動画で残っているので後で

見返すことができる。

3-3 考察

オンラインの生講義へ参加が難しい学生でも参画可能な形にするため、模擬授業ではなく、模擬授業の計画であり、計画の中でも最も模擬授業をリアルな形で表現した板書計画に焦点を当てて、板書計画の添削講義という形で講義内容に工夫を凝らした。学生のアンケート回答における1つ目ならびに2つ目の項目から、自身の板書計画の添削を受ける立場においても、他者の板書計画の添削を見る立場においても、いずれの立場からも、板書計画の添削講義を「役に立った」と評価した学生がほとんどであった。したがってこのことは、自分自身が作成した板書計画からの学びだけでなく、他者が作成した板書計画からの学びも感得できるという教員の意図が学生へ伝わり、学生も教員の意図を感じたことの証左であると見て取ることができる。

その一方で、より良い講義内容にするための課題も明らかになった。3つ目のアンケート項目への回答から分かるように、板書計画と模擬授業をセットで扱う方を模索する課題が浮かび上がった。模擬授業の代替措置として板書計画の添削講義を行うことにしたため、将来的には模擬授業もオンライン化で全ての学生が参画可能な形で実現できるに越したことは無いはずである。

更に、模擬授業の代替措置として板書計画の添削講義としたことによって、新しい知見が発見できた。それは、これまで模擬授業を実施できていたため考えてこなかった「板書計画」に焦点化することは、模擬授業の代替措置としての後向きな考え方ではなく、板書計画の添削講義も模擬授業と同じ程度に重要な内容である前向きな考え方であるということができる。したがって、将来的に対面式だけに戻ったとしても、模

擬授業だけを実施するのではなく、板書計画に焦点を当てた講義も実施した方がよいという提案も可能ではないだろうか。

4. 結言

本稿では、板書計画に関するコロナ禍における教授・学習の可能性を追究することを目的とする。そして、岡山理科大学の数学教員養成における教育実践を事例として、分析を行った。その結果は、前節で示した通りであり、得られた知見として、コロナ禍であったとしてもそうでない状況下においても、板書計画を数学教師教育の対象とすることの重要性があげられた。

今後は、模擬授業もオンライン化で全ての学生が参画可能な形で実現できるような方策を考察する課題が残っている。その課題が解決すれば、学習指導案の教授・学習、板書計画の教授・学習、模擬授業の教授・学習がオンラインでもそうでなくても実現でき、全ての学生が参画できることが期待される。

注

- 1) 検索結果は2021年1月26日段階のものである。また、CiNiiならびにJ-STAGEの論文タイトルの項目で、「板書」を検索し抽出すると、CiNiiが428本、J-STAGEが31本であった。学習指導案や模擬授業と比べれば少ないものの一定程度の研究蓄積がある。したがって、実際の板書に関する研究蓄積は一定程度ある一方で、それを企画する板書計画に関する研究蓄積はほとんど無いといえる。
- 2) 本時とは、今回予定している1時間(一

般には、小学校では45分間、中学校と高等学校では50分間)の授業を指す。また、めあては、児童生徒に対して授業内で示される本時におけるねらいを指す。なお本稿において、めあては目標と区別される。めあてが児童生徒に対して示される本時のねらいである一方で、目標は学習指導案を見たり読んだりする人(例えば、授業者以外の教師)に対して示される本時のねらいである。

謝辞

板書計画や板書計画コメントの論文執筆への使用について承諾していただき、アンケートへ協力していただいた岡山理科大学の学生全員に対して、感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 福田博人・津田秀哲：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－，岡山理科大学教育実践研究，第2号，pp.1-8 (2019)
- 2) 道田泰司：教育実習生の力量形成：効果的な学習指導案作成のために，日本教育心理学会第56回総会発表論文集，p.332 (2012)
- 3) 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)
- 4) 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)
- 5) Wittmann, E. Ch. : Mathematics Education as a 'Design Science' , Educational Studies in Mathematics, Vol. 29, Issue 4, pp.355-374 (1995)