

高校数学における授業スタイルの考察

—グループ討議を通して—

M18EP001

芦澤 龍

1. 問題と目的

高校数学の教科書は一般的に「定義や公式の証明」→「例（具体的な数値）」→「例題（解説付き）」→「練習問題（例題と数値が変わったもの）」で構成されている。高校数学における一般的な授業スタイルは、「黒板を用いて定義や公式、例、例題を教師が丁寧に解説し、例題の解説等をもとに生徒たちが練習問題を解き、その後答え合わせをする。」といった流れであると考えられる。私もそのスタイルで授業を行ってきた。

文部科学省より 2016 年 12 月に示された「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」によると、「現状の大学入学者選抜では、知識の暗記・再生や暗記した解法パターンの適用の評価に偏りがちであること、一部のAO入試や推薦入試においては、いわゆる学力不問と揶揄されるような状況が生じていることなどを背景として、高等学校における教育が、小・中学校に比べ知識伝達型の授業にとどまりがちであることや、卒業後の学習や社会生活に必要な力の育成につながっていないことなどが指摘されている。」(p. 48)とされている。教科書の例題解説を受け、模範解答をなぞって解答することは「知識の暗記・再生や暗記した解法パターンの適用」そのものであると考える。

また、2020 年度からは大学入試センター試験に代わり、大学入学共通テスト（以下共通テスト）が実施される。2024 年度からは次期学習指導要領で学習した生徒が受験することとなるが、2023 年度までは現行の学習指導要領で学習した生徒が受験することとなる。大学入試センターより 2018 年 6 月に示された「大

学入学共通テスト」における問題作成の方向性等と本年 11 月に実施する試行調査（プレテスト）の趣旨について」によると、「(1) 大学入試センター試験における問題評価・改善の蓄積を生かしつつ、共通テストで問いたい力を明確にした問題作成、(2) 高校教育の成果として身に付けた、大学教育の基礎力となる知識・技能や思考力、判断力、表現力を問う問題作成、(3) 「どのように学ぶか」を踏まえた問題の場面設定」(pp.2-3.)とされており、プレテストの問題を見てみると、定理は問題文に示されており、定理や公式を暗記して数字を代入して値を求めればよいといった認識を覆そうとしているように思える。今回のプレテストとセンター試験の大きな違いは、コンピュータソフト活用の場面設定、会話のやりとり（太郎と花子）による証明問題等、日常生活を題材とした問題などが出題される点である。これらの問題には①自分の意見を表現する力、②自分の考えをまとめる力、③他人の考えとの相違を意識する力が必要と考える。そのためには周囲と協力して取り組む姿勢を重視した授業スタイルに変えていく必要があると考える。

中原ら(2017)の調査結果によると、全国の高校数学における参加型授業実施率は、2015 年から 2016 年において 26.0%から 34.5%に増加したものの、国語 54.1%、地歴・公民 46.6%、理科 51.0%、外国語 53.6%に比べると大幅に低く教員側の意識にも課題があるように思える。(p.17.)

本研究においては、高校数学における参加型授業を実施し、生徒・教師ともに抱えている従前型授業の固定観念を打破することで、公式暗記や知識伝達ではなく、粘り強く主体的に学ぶ生徒を育てることのできる授業を目指したい。

2. 方法

(1)実習校 山梨県内の公立高等学校

(2)実習期間 2018年5月～12月

(3)実習方法

- ①参与観察
- ②授業実践
- ③授業後アンケートの実施・分析

3. 結果と考察

(1)参与観察

週1回、1年生の習熟度の異なる2クラスの数学I、数学Aの授業観察を行った。

客観的に授業を観察させていただけたことにより、教師側の観察に関しては黒板の使い方、生徒への発問の仕方、解説の仕方を今までの自分自身の授業と照らし合わせて見ることができ、授業を行っていく場合、どのような方法があるだろうかという視点をもって授業を観察することができ、自分自身の授業改善のヒントが多く得られた。また、教師側だけでなく生徒側の視点からも観察でき、普段の授業では教師の立場から見た生徒の反応しか意識していなかったが、生徒の立場から見た生徒の反応を感じることができたことで、「自分だったら」という視点での観察が可能になったのだと考える。常に「なぜ?」と思わせる環境づくりと、生徒に何を身につけさせたいかという視点で教材研究をすることの必要性を確認することができた。

(2)授業実践とアンケート分析

授業実践における授業スタイルは、小林(2016)の物理の授業プロセス(図1)を参考に、図2の右側の通り実施した。

グループの構成については、立ち歩き自由としたため、こちらが意図したグループを作ることとはせず、普段のスクール形式の席順に対して周りの4～5人で机を向い合せて班をつくり活動を行った。

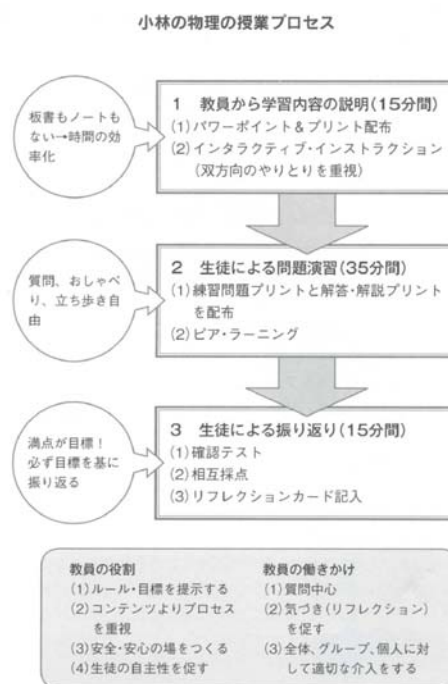


図1: 小林(2016)p.12.

例題の解説にはPCとプロジェクタを使用してプレゼンテーションを行った。その際、教科書に載っている例題の解答をなぞるようすべてを丁寧に説明するのではなく、解くための方針などのポイントを絞って解説することにより、授業導入時の10分から15分で終わらせた。例題解説を丁寧に行わない理由は、できるだけグループ活動によって理解を深めて欲しかったからである。

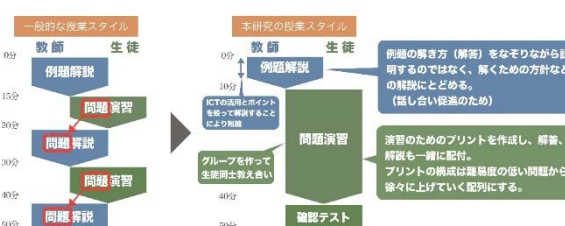


図2: 本研究の授業スタイル

演習のためのプリントを作成し、解答、解説も同時に配付した。プリントの構成は難易度の低い問題から徐々に上げていく配列とし、教科書の例題、練習問題だけではなく、教科書傍用問題集からも出題した。

確認テストはその授業内のプリントから同じ問題を1～2題出題し、周りで相互採点を行

った。しばらくして授業中の確認テストについて、同じ問題をその時間にやることについて、「数値を変えてもらいたい」「次回の復習にしたい」など、生徒たちから意見が出てきた。数学は毎日連続して授業が行われるため、生徒たちと話し合った結果、9月中旬以降は同じ問題を次の授業で行うことにした。

① 1時間の授業実践

単元:2次方程式と2次不等式(解の配置)

(改訂版 数学I, 数研出版)

実施時期:7月上旬 1時間

対象:1年生 38名

夏休みに入る前に1時間のみ授業をさせていただいた。授業スタイルは図2の右側の通りに実施した。授業実施後、授業についての意見や感想等、自由記述のアンケートを実施した。(7月中旬)その結果、記述の内容を以下の4つに分類した。

- ア. スライドに関する記述
- イ. グループ討議に関する記述
- ウ. プリントに関する記述
- エ. その他

ア. スライドに関する記述

スライドに関する記述は38名中32名が記述しており、肯定的な回答が多かった。代表的な回答は、「分かりやすかった。」という内容であり、32名中26名の81.3%であった。

| スライドに関する肯定的な記述例 |
|--|
| 図形などを動かしながらの説明が分かりやすかった。/グラフが動いているのがすごかった。/映像を使った授業だったため、授業を受けやすかった。/グラフが動いたりしてとても分かりやすかったです。/黒板に書いていくよりも、コンピュータで画像を出した方が効率が良い気がした。/視覚的に捉えることができたので、プロジェクトでの授業は分かりやすかった。/コンピ |

| |
|--|
| ータを使っの授業が分かりやすかった。/コンピュータの方がきれいで見やすく、ノートを書いて話を聞くのが曖昧になるよりずっといいと思いました。/図が動くと分かりやすかったです。/コンピュータを使ったりプリントを配ってくれたので分かりやすかった。 |
|--|

否定的な記述は「明るくて見えにくい」というものが4名の12.5%であった。窓側のカーテンを引き、教室の電気を消したり、スライドの背景色や文字色、文字の大きさを工夫したりすることによって解決されるため、8月以降の授業実践の際に改善することができた。また、「詳しく教えてほしい」というものが1名の3.1%、「黒板の方が分かりやすい」というものが1名の3.1%であった。

| スライドに関する否定的な記述例 |
|---|
| 少し映像が見にくかったので、もう少し見やすくしたらよいと思います。/部屋が明るいのか、色が薄いのか、少し見にくかったです。/明るい少し見にくいかもしれません。/分かりやすかったが、後ろの席からコンピュータを使うところが見えにくかった。/計算をするときに途中式を細かく書いてもらえるとどの数字がどの部分となるのが分かるのでお願いしたいです。/モニターを使っの授業はあまり好きではなかった。黒板での授業の方が分かりやすい気がする。 |

イ. グループ討議に関する記述

グループ討議に関する記述は13名が記述しており、全員が肯定的な回答であった。このことから、板書をノートに書き写す授業スタイルから、グループをつくって話し合い、教え合うスタイルに変わっても比較的受け入れられたと考える。また、「理解が深まった」と実感する記述も複数あることが分かる。「眠くならなかった」という記述は大変興味深い。

| グループ討議に関する肯定的な記述例 |
|-----------------------|
| 班でやったので分からないことも友達に聞いた |

りでき、やりやすかった。/班で考えることによって、より理解を深めることができた。/話し合いをして、問題を考えるのが楽しかったです。/いろいろな人と考えを共有しあって問題を解くことで、より深まった。/話し合いをしながら問題を解いたので楽しかったし、眠くならなかった。/班で活動したのは教え合ったりができてとても良いなと思いました。/周りと話して考えたので楽しく取り組めた。/グループになっての活動のおかげで、いつも分からないままにしてしまうところを友達に聞くことができました。/グループで話し合ったり教え合ったりすることで理解が深まったし、眠くならないところも良かった。/グループでの学習は理解しやすかったです。またグループで学習したいと思います。/グループで学習することによって、自分が分からないところはすぐに教えてもらえてよかった。/みんなで話し合いながら問題が解けるとより理解も深まるので、これからも続けてほしいです。

ウ. プリントに関する記述

プリントに関する記述は4名であり、スライド資料と問題演習プリントを配付することによって、ノートをとらないことも、概ね受け入れられているように感じる。また、普段の授業（問題集の問題は時間が余れば取り上げる程度）よりも問題数を多く解くことによって、充実感を得ている生徒もいる。

プリントに関する肯定的な記述例

スクリーンはよく見えなかったけど、手元に同じ紙があったからスクリーンを見なくてもできてよかった。/プリントがあってとても分かりやすかった。/問題の解き方について、プリントにまとめてあったので分かりやすかったです。/問題がたくさんあり、よかった。

エ. その他

その他の記述に関して、「普段より頭を使った」と実感している生徒がいることはうれしい

ことである。また、「新鮮」という言葉からは、先に述べた従前型の数学の授業スタイルへの固定観念をもっているからこそ出てくる言葉であると考え、手ごたえを感じる事ができた。

その他の肯定的な記述例

楽しかったけど、普段より頭を使ったから疲れた。/いつもと違うスタイルの授業は**新鮮**だった。/モニターを使った授業が**新しく**、分かりやすかった。/いつもよりテンポよく進んでいたのでも、とても楽しかったです。/普段の授業とは違った形での授業はとても**新鮮**で、楽しみながら授業を受けることができた。

② コンセンサスゲームの実施

実施時期：8月下旬 1時間

対象：1年生 38名

小林(2016)によると、アクティブラーニング型の授業における導入期の授業において、ワークショップ型授業「〇〇になる」から始め、2回目の授業では、話し合いの学習効果を確認し、さらに納得させるために、「コンセンサスゲーム」を実施することが効果的であると述べている。(pp.25-35.)

グループにおける学習効果を経験させるために、コンセンサスゲーム「月世界で遭難(NASA)ゲーム」を授業の1時間を利用して実施した。実施後の生徒の感想は肯定的なものばかりであった。

生徒の感想：記述例

他の人の意見を聞いたら、納得することが多かった。今後、授業でグループ活動をするとき、自分の意見と他人の意見を大切にしようと思った。/普段の生活からみんなと話し合いをして、相手の考え方を知っていきたくと思った。/これからの話し合いは相手の意見もしっかり聞いてその上で自分の意見を述べて効率のいい話し合いをしたいと思った。/自分の意見を主張し、他人の意見も大事にしていきたい。/話し合うのが

楽しかった。/仲間と話し合った方がよりよい結論にたどり着けた。/1人ではわからなかったことや、思いつかなかったことが多くあったので、グループのみんなで話し合いながら考えられてよかったです。/話し合うことの大切さが分かった。/この授業を通して、改めて人に自分の意見をはっきり伝えることの大切さがわかりました。

以上のように、次回からの数学の授業におけるグループ活動に対しての学習効果の確認は十分に行えたと考える。

③ 1つの単元における授業実践

単元：場合の数と確率

(改訂版 数学 A, 数研出版)

実施時期：8月～10月の計17時間

対象：1年生38名

10月上旬に公開授業(反復試行の確率)を実施し、実習校の数学科教員、教職大学院院生等に参観していただき多くの意見をいただいた。10月下旬には生徒に対して、SSH意識調査*における質問項目を参考に12の質問と自由記述のアンケートを実施した。

*「スーパーサイエンスハイスクール意識調査」国立研究開発法人科学技術振興機構

1か月間授業を受けたあとの自由記述の内容を以下の4つに分類した。

- ア. スライドに関する記述
- イ. 数学の興味に関する記述
- ウ. グループ討議に関する記述
- エ. 授業全般に関する記述

ア. スライドに関する記述

スライドに関する記述は38名中21名が記述しており、肯定的な回答が多かった。代表的な回答は、「分かりやすかった。」という内容であり、21名中13名の61.9%であった。

スライドに関する肯定的な記述例

プレゼンソフトでの授業(特に順列とか)は視覚的でわかりやすかったです。/映像は助かった。/すごく分かりやすかった。黒板に書かないでスクリーンに映すことでいつもより説明の時間が多くて理解できた。/スクリーンでの授業は分かりやすかった。/プロジェクターを使って授業を行ったので、とても見やすかったです。/数学はずっとニガテで確率などの数Aは特に分かりづらいついていたところだったけど、画面を使った授業は分かりやすかったです。

否定的な記述は「詳しく教えてほしい」というものが6名の28.6%であり、「分かりづらい」というものが2名の9.5%であった。スライドによる説明では、すべてを分かりやすく丁寧に教えることよりも、端的に説明をすることにより少しもやもやした状態で問題演習へと移行することを意図していたが、例題をなぞりながらすべてを解説することによって解答全体を経験することを期待している生徒にとっては、もっと詳しく教えてほしいと思うのではないかと考える。

スライドに関する否定的な記述

プロジェクターを使っての授業と説明は分かりにくかった。プロジェクターに書いてあることは教科書と一緒に別に授業を聞かなくてもよいと思った。/プロジェクターを使っての授業は自分には合わなかった。/スクリーンを使っていて分かりやすかったが、説明の時間が短くもっと説明してほしかった。/すぐに問題に行けるのは良かったが、もう少し解説してほしかった。/説明がざっとしすぎていて、理解できないことが多かった。/もうすこし説明をしてほしかった。/もう少し板書をとってほしかったです(自分でノートをとりたかったです)

イ. 数学の興味に関する記述

数学の興味に関する記述は3名が記述して

おり、「数学への興味や学習意欲が高まった。」という肯定的な回答であった。

| 数学の興味に関する記述 |
|---|
| とても分かりやすい授業で数学が楽しかった。/ 分かりやすく（特にスクリーンを使っていたこと）、数学についての興味、姿勢、力が向上できたと思う。/ 学習意欲が以前と比べると高まったと思う。 |

ウ. グループ討議に関する記述

グループ討議に関する記述は 16 名が記述しており、肯定的な回答が多かった。代表的な回答は、「効果的であった。」という内容であり、16 名中 15 名の 93.7% であった。グループを作り話し合い、教え合う授業スタイルについては概ね受け入れられたと考える。

| グループ討議に関する肯定的な記述 |
|--|
| グループで話し合っただけで教え合いながら学習できたのはよかった。/ 一人で考えず、みんなで考えられてよかった。/ グループで問題を解くのは素晴らしい。/ 話し合いでの授業は相談もしやすくわかりやすかった。/ みんなで学び合うスタイルはとてもよかったと思った。/ グループでやるのがとても効果的であった。/ みんなでやった方が集中してたくさんとけた。/ グループでの話し合いがとてもよかったです。問題を解きたくても、助けがないとできないときに、話し合う環境があるのが良かったです。/ 班の人たちと考えることがたくさんあってよかった。/ グループでの活動は良かった。/ 良い意味でしゃべれる授業は自分に合っているのが良かったです。/ グループでの授業がとても良かったです。分からないところが友達と助け合っただけで分かるようになりました。/ 協力できたのはよかった。 |

否定的な記述は「班に必ずしも頭がいい人がいるわけではない」という 1 名の 6.3% であった。グループを作ることによって、グループ内で解決ができないグループも存在することの

指摘であるが、グループを飛び出して立ち歩いてもよいという目標が、伝わらなかった。

| グループ討議に関する否定的な記述 |
|---------------------------------------|
| 班員に必ずしも頭が良い人がいるわけではないので、全体的に授業が無駄だった。 |

エ. 授業全般に関する記述

授業全般に関する記述は以下の通りである。

| 授業全般に関する記述 | |
|------------|---|
| 肯定的 | テストを毎時間することで前日の勉強を忘れていても復習してから入るみたいでその時間の理解もいつもよりできた。/ 授業の復習のおかげで身につけやすくなったと思います。 |
| 否定的 | 問題を解いたあとも解説がなく、分からない人にとって酷だったと思う。 |

次に、以下の 12 の質問におけるアンケート結果を記す。

| |
|--|
| この 1 カ月間授業を受けて、数学に対する興味、姿勢、能力が向上しましたか。 |
| [1] 未知への事柄への興味（好奇心） |
| [2] 数学への理論・原理への興味 |
| [3] 学んだことを応用することへの興味 |
| [4] 自分から取り組む姿勢（自主性、やる気、挑戦心） |
| [5] 周囲と協力して取り組む姿勢（協調性、リーダーシップ） |
| [6] 粘り強く取り組む姿勢 |
| [7] 独自なものを作り出そうとする姿勢（独創性） |
| [8] 発見する力（問題発見力、気づく力） |
| [9] 問題を解決する力 |
| [10] 真実を探って明らかにしたい気持ち（探究心） |
| [11] 考える力（洞察力、発想力、論理力） |
| [12] 成果を発表し伝える力（レポート作成、プレゼンテーション等） |

生徒の主観的なものとなってしまうが、グループ討議に関する質問 [5] 周囲と協力して取り組む姿勢（協調性、リーダーシップ）だけは唯一「効果がなかった」と回答した生徒は 1 人

もいなかった。また、「大変向上した」「やや向上した」という肯定的回答も約 9 割であり、「大変向上した」と回答している割合も、他の 11 項目と比べると、圧倒的に多いことが分かる。(図 3)

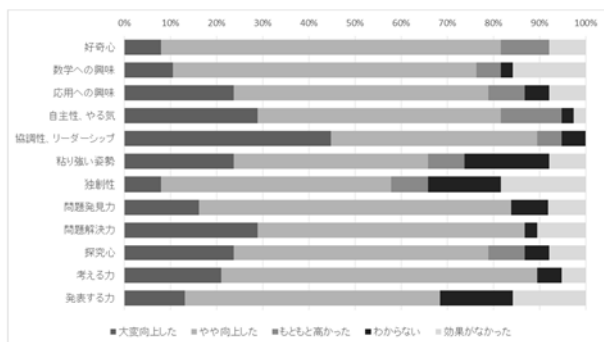


図 3：授業後アンケート結果 (n=38)

1 か月間の授業実践後の定期試験では、担当する前に実習担当教員が授業を行った単元と今回担当した確率において、別の 2 つのテストが行われた。その 2 つのテストにおいて、点数が上昇または同じ点の 21 名と点数が下降した 17 名に分けて集計した。(図 4, 5)

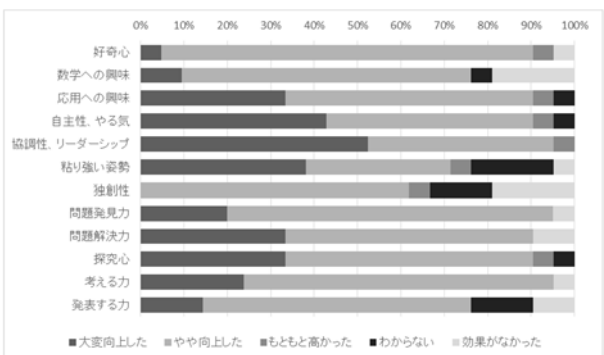


図 4：定期試験成績上昇群アンケート結果 (n=21)

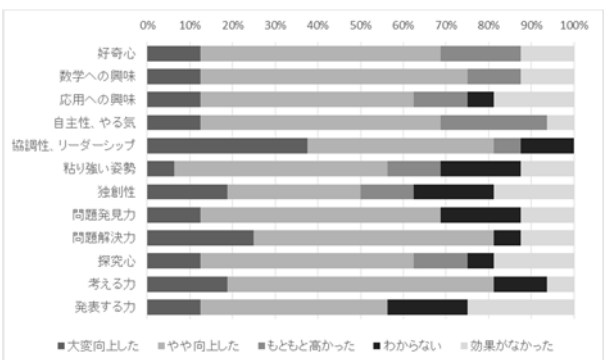


図 5：定期試験成績下降群アンケート結果 (n=17)

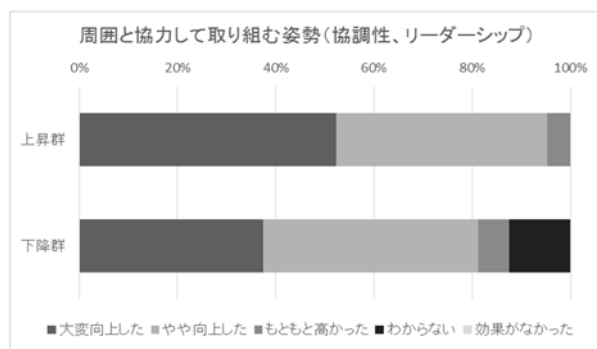


図 6：周囲と取り組む姿勢，上昇群と下降群の比較

周囲と協力して取り組む姿勢を試験の成績上昇群と下降群で比較してみると、「大変向上した」「わからない」と回答している割合に大きな違いがみられ、成績上昇群の方が「大変向上した」と回答している割合が高い。(図 6)

実習担当教員 (HR 担任) の見解

私は板書して説明して昔ながらの授業をしている。8 月末からこの形態でやってくれて引き込まれていった生徒もいた。9 月の中旬に定期試験があった。前のテストよりできるようになった生徒もいたが、前のテストよりできなくなってしまった生徒もいる。できなくなってしまった生徒の特徴としては話し合いに参加できていない生徒である。生徒にとってこの授業スタイルが合う、合わないというのがあると思う。また、今回の授業では、とりあえず公式に当てはめればいいという生徒もいたため、数学は概念があって理解があって解くものであると考えるため、それが今後の課題だと思う。また、証明分野の数学的帰納法、背理法や数学Ⅲなどは今の授業スタイルでうまくいくのか・・・
教員が自分の考えを講義して伝授する時間は必要だと思うのでバランスが大事だと思う。

生徒に対して行った質問[5] 周囲と協力して取り組む姿勢 (協調性, リーダーシップ) のアンケート結果において、成績上昇群と下降群に差が出たことに加えて、HR 担任にとっても、できなくなってしまった生徒の特長は「話し合いに参加できていない生徒」であるという感覚はアンケート結果以上に説得力を感じる。

10月上旬に実施した公開授業参観者の意見からは、スライドを利用することは視覚的にも時間的にも有効であったと考える。しかし、演習の時間が多くとれた反面、グループ活動があまり活発にならず、一人で解いていた生徒が多かったという印象であったようである。演習の時間が多くとれる分、時間などを区切ってメリハリをつけた方がよいということが分かった。

公開授業における参観者の見解（抜粋）

スライドは動きがありよくできていた。視覚的に理解が促進された。/スライドを使うことの効率化は良い取り組み、短い時間で解説を終えたことは生徒にとって心地いいのではないかと思う。/スライドによる解説が短い分、ぼーっとしていると聞き逃してしまうかもしれないが、グループになった時に、「さっき言ってたよ」などの確認ができるのでいいと思った。/演習は基本的には個人の作業だが、所々に話し合いを入れてしまうと先に進んでいる子の思考が止まってしまう場合がある。/演習時間が多くとれることは贅沢なこと、最初は基本を全体で確認し、できる子は難しい問題に取り組むなど、時間を区切ってもよかったのではないか。

4. 成果と課題

今回の授業スタイルを取り入れ、はじめに述べた、①自分の意見を表現する力、②自分の考えをまとめる力、③他人の考えとの相違を意識する力についてはその力が向上したかどうか検証することはできなかったが、周囲と協力して取り組む姿勢（協調性、リーダーシップ）の向上には有効であったと考える。また、11月以降の参与観察では、実習担当教員の授業において、生徒同士で話し合う場面をつくるという教師の変容や、それに対する生徒たちの活発な意見交換が見られたことは1つの成果であると考えられる。スライドを用いることによって視覚的に理解を促進し、解説時間を短くすることによって、グループで話し合う環境をつくる

ことができ、グループ討議に関して概ね肯定的に捉えてもらうことができたと考える。しかし、一部の生徒は「もっと詳しく説明してほしい」と思っているため、取組の意図を、生徒と教師ともに共通理解を図る必要性を感じた。また、今回は、問題と解答・解説プリントを同時に配付したが、数学という教科の本質に沿った解説プリントの取扱の必要性も感じる。

今後は、グループ討議の時間を区切る、生徒同士の討議中の教師の働きかけ、グループ内でどのような会話が起きているのかなどを分析し、大学入学共通テストに対応できる課題解決力の向上を検証し、数学を通してこれからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができる人材育成を目指した授業改善をしたいと考える。

5. 引用文献

- ・独立行政法人大学入試センター(2018).「大学入学共通テスト」における問題作成の方向性等と本年11月に実施する施行調査（プレテスト）の趣旨について
- ・独立行政法人大学入試センター(2018).大学入学共通テスト 平成30年度試行調査 数学I・A 問題
- ・木村 充, 裴 瑩麗, 小山田 建太, 伊勢坊 綾, 村松 灯, 田中 智輝, 山辺 恵理子, 町支 大祐, 渡邊 優子, 中原 淳(2017).東京大学-日本教育イノベーションセンター共同調査研究 高等学校におけるアクティブラーニングの視点に立った参加型授業に関する実態調査 2016: 最終報告書.
<http://manabilab.jp/wp/wp-content/uploads/2017/12/finalreport.pdf>
- ・小林 昭文(2016).「いまからはじめるアクティブラーニング導入&実践 BOOK」学陽書房.
- ・文部科学省(2016).中央教育審議会 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)