

3. 数学科における実践研究と分析

数学科における実践研究は筆者が担当する高校1年生対象の「数学2」の授業を利用して行う。本校では高校1年生の数学の授業を「数学1」（週3時間）、および「数学2」（週2時間）の2科目に分けて実施しており、2科目合わせて文部科学省学習指導要領における数学I・Aの全部と数学II・Bの一部の内容を網羅している。指導の目標および年間授業予定を図3に示す。

本研究においては先に述べた筆者の昨年度の実践を受けて、ICT機器を利用するような授業モデルの枠組みを設定することと、モデルに基づいた授業を受けた学習者の、ICT機器を利用しない場合と比べた際の認識について評価することを目指す。

3.1. 数学科の授業においてICT機器を利用することについて

3.1.1. なぜ数学科においてICT教育の利用が進まないのか

1.1節で見たように、東京大学社会科学研究所・ベネッセ教育総合研究所（2023）「子どもICT利用に関する調査2023ダイジェスト版」によると、数学の授業においては60.8%の回答者が「その授業ではICT機器は使わない」と回答している。他教科と比較しても数学科の授業におけるICT機器利用は進んでいない。

曾布川（2012）は学校教育におけるICT教育の有用性が(1)記憶装置としてのメリット、(2)通信、情報収集の手段としてのメリット、(3)計算機としてのメリット、(4)表現手段としてのメリットの4点があるという。そのうえで数学教育で考えた場合、(1)記憶装

| | |
|--|-----------------------------|
| 2. 本授業における年間目標 | |
| I. 数学的対象を扱うことによって演繹、帰納などといった数学的推論に習熟する。 | |
| II. 集合・領域や方程式・関数などといった数学的対象に親しみ、代数、幾何、解析といった分野に捉われることなく一元的に扱えるようになる。 | |
| 3. 年間授業予定（あくまでも予定であり、予定通りとは限らない。） | |
| | 単元 |
| 1学期前半 | 第3章 三角比 中3の復習・三角比の鈍角への拡張 |
| 1学期後半 | 第1章 集合と論理 第2章 図形と方程式 |
| 2学期前半 | 第2章 図形と方程式 |
| 2学期後半 | 第5章 三角関数 |
| 3学期 | 第5章 三角関数 |

図3 高1数学2授業の目標と年間予定（2023年度高1数学2授業計画より）

置、あるいは(3)計算機としてみることは、世間の多くの人が思い込んでいる「算数・数学とは公式を覚えてそこに数値を当てはめて計算して答えを出すものだ」という立場からすると算数・数学は不要なものであるとする結末に導くものである、と述べる。また、(4)表現手段としてみることも板書にプレゼンテーションソフトを利用すること、作図ソフトを用いることなどにより、学習者の目を引くような描図も可能になる。

一方で、算数・数学教育において計算や描図を行うことは答えなどの結果を出すことだけではなく、その過程において数・量・図形などの概念を把握したり、論理的な思考を行うことに意義があることを指摘する。その上で、学習者自身が ICT 機器を用いて従来の内容の算数・数学を学ぶとするとそれはスキナー箱のような学習装置となるか、計算や描図、統計処理などの「ショートカット」の道具として使われること、その結果学習者が自分で体感・実感する場面もショートカットしてしまうため、「感覚的に分かる」という数学における本質的な理解を妨げる、と述べる。このことが中高の数学教師が ICT 機器を利用するのに消極的な理由であり、曾布川（2012）も数学教育において扱う内容を根本から変えるという決断をしない限り算数・数学教育には ICT 教育を導入すべきではないこと、伝統的に人々が学んできた算数・数学はそれ自体意義のあるものと社会では考えられてきており、その根幹を変えるべきではないこと、を意見として述べている。

3.1.2. 数学科において ICT 機器の利用は効果的なのか

曾布川（2012）のいうように、数学科の内容を従来のように行うことを考えると、ICT 機器の利用が効果的となる場面は限定的であるともいえる。一方で、近年は「個別最適な学び」「協働的な学び」など、学びの目的や方法も変わってきている。数学科についてもその学びの本質は変わらないと思われるものの、時代に合わせて目的や方法を見直していく必要があるだろう。文部科学省（2020）「教育の情報化に関する手引き―追補版―」は中学校数学科において「生徒が事象を数理的に捉え、数学の問題を見出し、問題を自立的、協働的に解決し、学習の過程を振り返り、概念を形成するなどの学習活動が充実されるようにすることが大切であり、その際、ICT を活用することで、より効果的な場面を設定することができると考えられる」（p.108）と述べている。その上で数学科における ICT の効果的な活用場面について①観察や操作、実験などを通して、問題を見いだす場面、②問題を解決するために必要なデータを収集する場面、③数、式、図、表、グラフなどを作成して処理する場面、④問題解決の過程を振り返り、評価・改善する場面、⑤遠隔地との意見交流をする場面、の 5 つの分類例を挙げている。高等学校数学科においても学習指導要領ではいくつかの内容について「コンピュータなどの情報機器を用いるなど」ことが示されており ICT を積極的に活用した指導が求められていること、「ICT を用いてグラフや図形をかいて結果を予想したり、なぜそのような結果になるのかを考察したりすることが大切である」（p.132）ことなどを述べており、3 つほど具体的に効果的な活用例を挙げている。

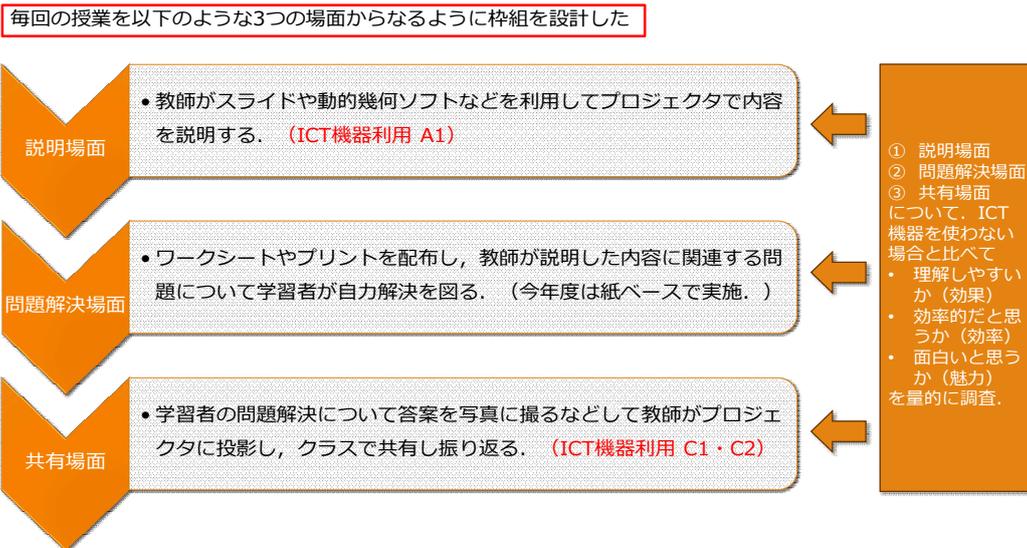


図 4 ICT 機器を利用した授業モデルの枠組みおよび調査の概要

以上のことから高等学校数学科においても指導方略の工夫や振り返り場面への利用などにおいて、ICT 機器の利用が効果的であることが期待されると考えた。

3.1.3. ICT 機器に対する学習者の認識をどのようにはかるのか

授業の使用機器や形態の違いについての学習者の認識の評価については益子ほか(2002)や藤田・益子(2008)の例がある。藤田・益子(2008)はモバイルメディアの与える臨場感について、教師による説明やビデオ視聴、直接体験と比べてどちらがよいと感じたかを質問紙調査により評価している。そこでこの例にならって、本調査ではそれぞれの授業場面において、ICT 機器を利用しない場合と比べてどう思ったかを測定することとした。

また、測定項目については鈴木(2019)を参考に、インストラクショナルデザインの目標である学びの「効果・効率・魅力」を高めることを念頭に設計した。

3.2. 研究の方法

本研究では ICT 機器を用いた授業モデルの枠組化を行い、学習者の認識をはかるための質問紙を設計し、定期的に質問紙調査を実施する。

3.2.1. 授業モデルの枠組化

ICT 機器を利用した授業について、毎回の授業の枠組を以下のような 3 つの場面からなるように設計した(図 4)。

- ① 説明場面：教師がスライドや動的幾何ソフトなどを利用してプロジェクタで内容を説明する。
- ② 問題解決場面：ワークシートやプリントを配布し、教師が説明した内容に関連する問題について学習者が自力解決を図る。
- ③ 共有場面：学習者の問題解決について教師が情報端末を用いて答案を写真に撮るなど

1. 単元についての学習状況の調査
 - (1) 定理や公式などについてよく理解することができた。（定理や公式の理解）
 - (2) 証明問題や計算問題について解けるようになった。（問題の解法）
 - (3) たくさんの新しい知識を得ることができた。（知識の獲得）
 - (4) 塾や既に独力で学んだ内容が多かった。（既習事項の多さ）
2. 授業モデルについての調査
 - (5) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書による説明に比べて理解しやすい。（説明場面の効果）
 - (6) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書による説明に比べて効率的だと思う。（説明場面の効率）
 - (7) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書による説明に比べて面白い。（説明場面の魅力）
 - (8) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことに比べてより取り組みやすい。（問題解決場面の効果）
 - (9) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことに比べてより効率的だと思う。（問題解決場面の効率）
 - (10) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことに比べてより面白い。（問題解決場面の魅力）
 - (11) ③生徒の答案をプロジェクタで共有することは、黒板に書いて共有することに比べて理解しやすい。（共有場面の効果）
 - (12) ③生徒の答案をプロジェクタで共有することは、黒板に書いて共有することに比べて効率的だと思う。（共有場面の効率）
 - (13) ③生徒の答案をプロジェクタで共有することは、黒板に書いて共有することに比べて面白い。（共有場面の魅力）

図 5 調査における質問項目

してプロジェクタに投影し、クラスで共有し振り返る。

このうち ICT 機器利用を行うのは①説明場面、および③共有場面である。②問題解決場面における利用については本校における情報機器の活用習熟状況から今回は見送った。また、上記の授業モデルに基づいて授業を行うことは年度初回の授業において学習者に説明した。

3.2.2. 調査項目について

授業モデルに基づいた授業について、ICT 機器の利用が学習者にどのように認識されているかを調査するための質問項目を設定した（図 5）。

質問項目の設計にあたっては前提となる知識の定着や問題の解決など授業の理解度に関する項目 4 項目と、授業の 3 つの場面のうち①説明場面、②問題解決場面、および③共有場面についてそれぞれ ICT 機器を使わず黒板で行う場合と比べて理解しやすいか（効果）、効率的だと思うか（効率）、面白いと思うか（魅力）についての項目 3 項目ずつ計 9 項目を設けた。

回答は国立教育政策研究所（2022）にならって「1 当てはまる / 2 どちらかといえば、当てはまる / 3 どちらかといえば、当てはまらない / 4 当てはまらない」の 4 件法で求め、各項目には理由の自由記述を設けた（質問紙は図 13～図 17 を参照）。

3.2.3. 調査対象および時期について

調査対象は本校の高校 1 年生のうち筆者が「数学 2」の授業を担当する 3 クラスの生徒計 130 名である。2023 年 4 月から授業モデルにもとづいて筆者が教師として授業を行い、図 5 の質問項目について定期的に調査を実施した。

なお、研究の実施にあたっては調査対象校の許可を得た上で年度初めに学習者に対して調査について成績には関係ないこと、希望しなければ参加しなくともよいことなどを説明し、同意を得たもののみを対象とした。具体的な調査の日時は以下の通りである。

I. 第 1 回調査

2023 年 6 月 2 日（金）および 6 月 6 日（火）に、一学期中間試験を返却し終えた後の授業時間を利用して調査を実施した。当日授業出席者に質問紙を配布して調査を依頼したところ、118 名から回答を得た。なお、第 1 回調査までに授業で扱った単元は「図形と計量（数学 I）」であった。

II. 第 2 回調査

2023 年 7 月 8 日（土）に、一学期期末試験を返却し終えた後の授業時間を利用して調査を実施した。当日授業出席者に調査用 Google Form に回答するよう依頼したところ、104 名から回答を得た。なお、第 2 回調査までに扱った単元は「集合と命題（数学 I）」であった。

III. 第 3 回調査

2023 年 11 月 7 日（火）および 11 月 8 日（水）に、二学期中間試験を返却し終えた後の授業時間を利用して調査を実施した。当日授業出席者に調査用 Google Form に回答するよう依頼したところ、119 名から回答を得た。なお、第 2 回調査までに扱った単元は「図形と方程式（数学 II）」であった。

3.3. 授業の実施

図 4 の ICT 機器を利用した授業モデルに基づいて授業を行った。各授業の内容については図 6 および図 8 に示す。図 7 は説明場面において用いたスライドの例である。スライドは LaTeX の Beamer クラスを用いて作成した。Beamer を用いたスライドの作成については赤間（2020）を参照されたい。図 9 は共有場面での共有の例である。学習者が問題

4. 1 学期授業予定（あくまでも予定である）

| 回 | H1A | H1B | H1D | 内容の概略 |
|---------|------|------|------|---------------|
| 1 | 4/14 | 4/11 | 4/19 | オリエンテーション・復習 |
| 2 | 4/19 | 4/18 | 4/21 | 復習 |
| 3 | 4/21 | 4/19 | 4/26 | §3 三角比の拡張 |
| 4 | 4/26 | 4/25 | 5/12 | §3 三角比の拡張 |
| 5 | 5/12 | 4/26 | 5/17 | §4 三角形の面積 |
| 6 | 5/17 | 5/16 | 5/19 | §5 三角形の解法及び形状 |
| 7 | 5/18 | 5/17 | | §5 三角形の解法及び形状 |
| 8 | 5/19 | 5/18 | | §5 三角形の解法及び形状 |
| 9 | | 5/19 | | 予備 |
| 一学期中間試験 | | | | |
| 1 | 5/31 | 5/30 | 5/31 | §1 集合 |
| 2 | 6/2 | 5/31 | 6/2 | §2 論証 |
| 3 | 6/7 | 6/6 | 6/7 | §2 論証 |
| 4 | 6/9 | 6/7 | 6/9 | §2 論証 |
| 5 | 6/14 | 6/13 | 6/14 | §1 直線上の点の座標 |
| 6 | 6/16 | 6/14 | 6/16 | §2 平面上の点の座標 |
| 7 | 6/21 | 6/20 | 6/21 | §3 直線の方程式 |
| 8 | 6/23 | 6/21 | 6/23 | §3 直線の方程式 |
| 9 | 6/28 | 6/27 | 6/28 | §3 直線の方程式 |
| 10 | | 6/28 | | 予備 |

図 6 一学期授業予定（2023 年度高 1 数学 2 授業計画より）

東 (pencil) の一般化

陰関数表示された 2 つの関数 $f(x, y) = 0, g(x, y) = 0$ に対して、
適当な実数 p, q を用いて

$$pf(x, y) + qg(x, y) = 0$$

という方程式で表される図形は、 $f(x, y) = 0, g(x, y) = 0$ と方程式
で表される 2 つの図形の共有点（あれば）を通る図形となる。

(考え方)

$\forall x, \forall y, f(x, y) = 0 \wedge g(x, y) = 0 \implies \forall x, \forall y, pf(x, y) + qg(x, y) = 0$
であるから、 $f(x, y) = 0, g(x, y) = 0$ の 2 つの連立方程式の解は
（あれば）必ず $pf(x, y) + qg(x, y) = 0$ の解である。

※ $pf(x, y) + (1-p)g(x, y) = 0 (0 \leq p \leq 1)$ で表される図形は、
 p の値を 0 から 1 まで動かすことで $f(x, y) = 0$ から $g(x, y) = 0$
に連続的に変化する。

円東の一般化（『高校の数学 2』 P.20-21）

この円は①、②の交点を通るすべての円を表しうるか？

③の円は弦 AB の垂直二等分線上に中心がある円となる。
→ 円の中心が弦 AB の垂直二等分線すべてを動きうるかどうか
を考えればよい。（各自の課題とする。）

図 7 作成したスライドの例

4. 2学期授業予定（あくまでも予定である）

| 回 | H1A | H1B | H1D | 内容の概略 |
|---------|-------|-------|-------|-----------------|
| 1 | 9/12 | 9/12 | 9/12 | オリエンテーション・復習・試験 |
| 2 | 9/15 | 9/13 | 9/15 | 試験・試験解説 |
| 3 | 9/20 | 9/19 | 9/20 | §1 直線上の点の座標 |
| 4 | 9/22 | 9/20 | 9/22 | §2 平面上の点の座標 |
| 5 | 9/27 | 9/26 | 9/27 | §3 直線の方程式 |
| 6 | 10/4 | 9/27 | 10/4 | §3 直線の方程式 |
| 7 | 10/6 | 10/3 | 10/6 | §3 直線の方程式 |
| 8 | 10/11 | 10/4 | 10/11 | §4 円 |
| 9 | 10/13 | 10/10 | 10/13 | §4 円 |
| 10 | 10/18 | 10/11 | 10/18 | §4 円 |
| 11 | 10/20 | 10/17 | 10/20 | 演習 |
| 12 | | 10/18 | | 演習 |
| 二学期中間試験 | | | | |

図 8 二学期授業予定（2023 年度高 1 数学 2 二学期授業計画より）

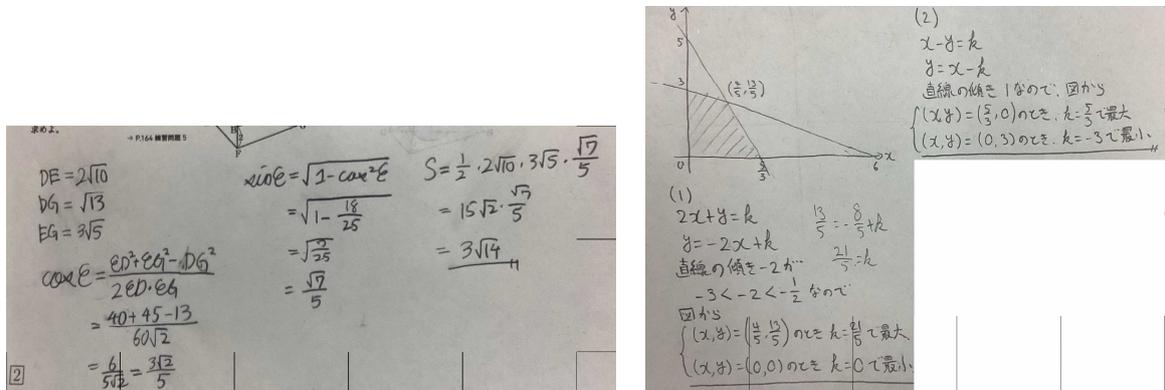


図 9 共有場面での共有の例

解決場面で作成した考え方や問題の答案などを iPad で写真撮影し、さまざまな考え方についてクラスで共有した。

3.4. 調査の結果と分析

3.4.1. 単純集計の結果

図 10 は第 1 回調査の結果を単純集計したものである。「1 当てはまる」「2 どちらかといえば、当てはまる」のどちらかを選んだ回答者を肯定群、「3 どちらかといえば、当てはまらない」「4 当てはまらない」を選んだ回答者を否定群と再分類すると、肯定群が過半数を超えた項目は(1) 定理や公式の理解、(2) 問題の解法、(3) 知識の獲得、(5) 説明場面の効果、(6) 説明場面の効率、(8) 問題解決場面の効果、(9) 問題解決場面の効率、(11) 共

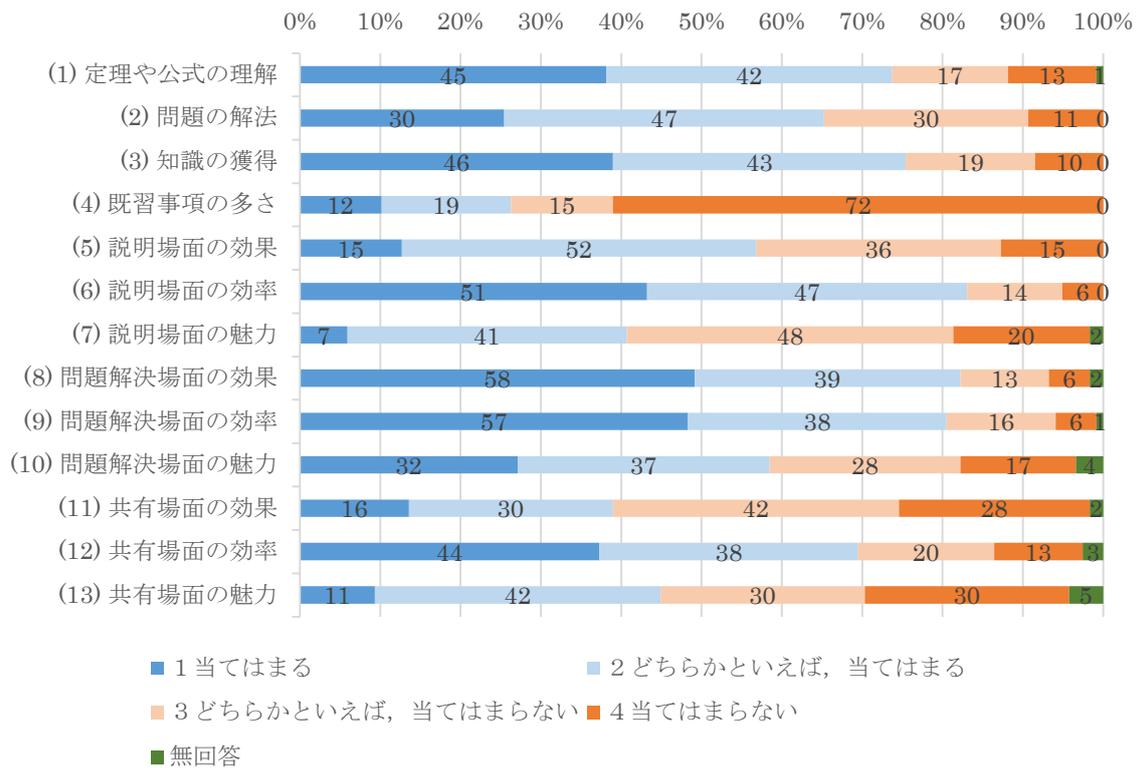


図 10 第 1 回調査単純集計結果

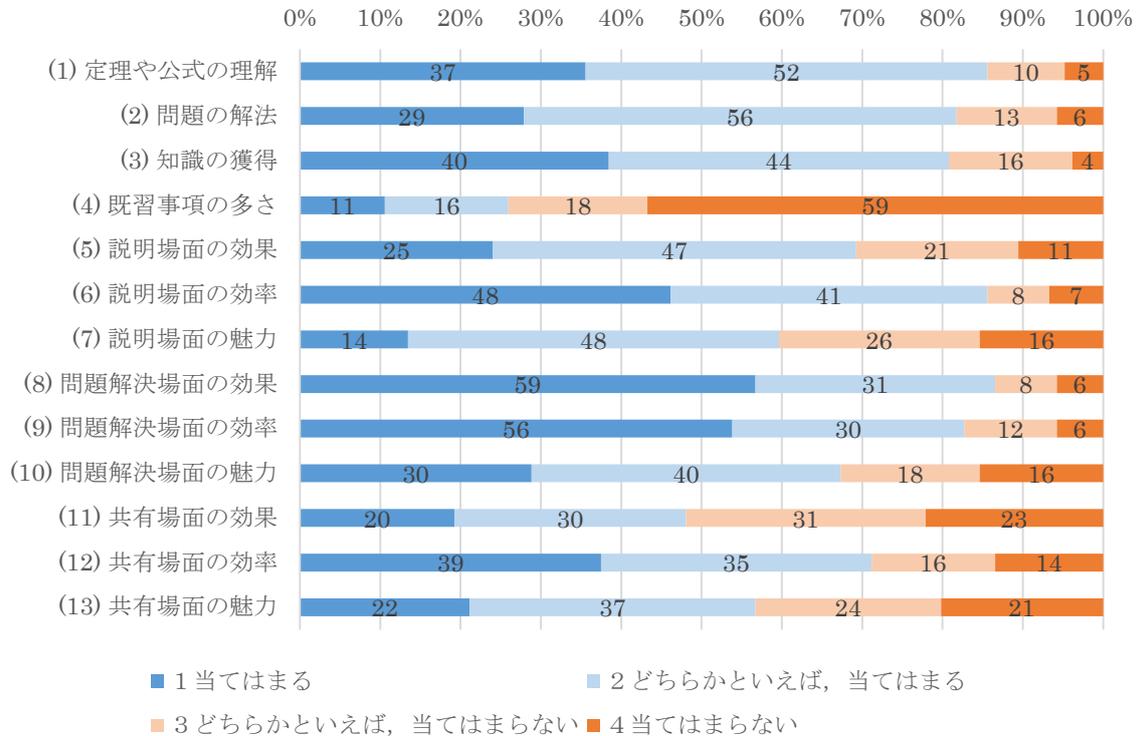


図 11 第 2 回調査単純集計結果

有場面の魅力であった。問題解決場面についてはいずれの項目も肯定群が多く、いずれの場面についても効率についての項目は肯定群が多く見られた。

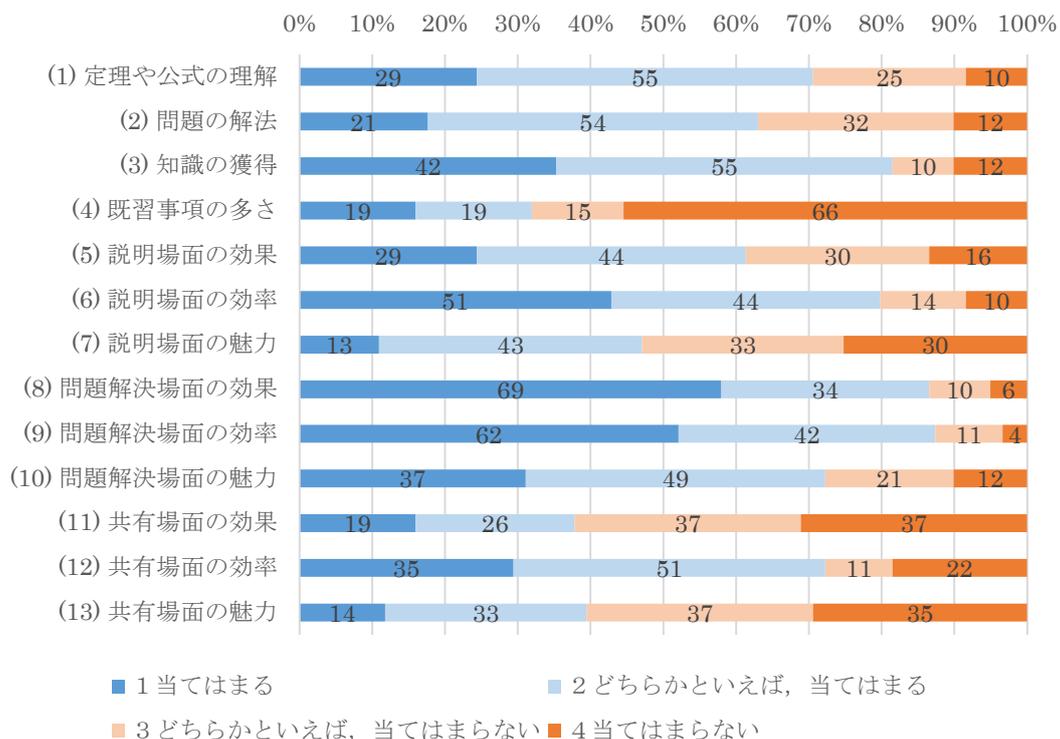


図 12 第 3 回調査単純集計結果

表 1 各質問項目の肯定群の人数

| | 第 1 回調査 (N = 118) | 第 2 回調査 (N = 104) | 第 3 回調査 (N = 119) |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 定理や公式の理解 | 87** | 89** | 84** |
| 問題の解法 | 77** | 85** | 75** |
| 知識の獲得 | 89** | 84** | 97** |
| 既習事項の多さ | 31** | 27** | 38** |
| 説明場面の 効果 | 67 | 72** | 73* |
| 効率 | 98** | 89** | 95** |
| 魅力 | 48+ | 62+ | 56 |
| 問題解決場面の 効果 | 97** | 90** | 103** |
| 効率 | 95** | 86** | 104** |
| 魅力 | 69+ | 70** | 86** |
| 共有場面の 効果 | 46* | 50 | 45** |
| 効率 | 82** | 74** | 86** |
| 魅力 | 53 | 59 | 47* |

** $p < .01$ * $p < .05$ + $p < .1$

図 11 は第 2 回調査の結果を単純集計したものである。第 1 回調査で肯定群が過半数を超えた項目は第 2 回でも超えており、加えて(7)説明場面の魅力、(10)共有場面の魅力の

項目でも過半数を超えた。(8)問題解決場面の効率、(9)問題解決場面の効果については「1当てはまる」の項目のみで過半数を超えた。

図 12 は第 3 回調査の結果を単純集計したものである。第 1 回調査で肯定群が過半数を超えた項目は第 3 回でも超えており、加えて(9)問題解決場面の魅力の項目でも過半数を超えた。(8)問題解決場面の効率、(9)問題解決場面の効果については第 2 回調査に引き続いて「1当てはまる」の項目のみで過半数を超えており、多くの学習者の支持を受けたものと思われる。

3.4.2. 各質問項目に肯定反応を示した回答者について

次に、図 10～図 12 までの結果について、「1当てはまる」「2どちらかといえば、当てはまる」のどちらかを選んだ回答者を肯定群としてカウントし、否定群と直接確率計算により有意水準 5%での両側検定を行った。結果を表 1 に示す。

(1)定理公式の理解、(2)問題の解法、(3)知識の獲得、(4)既習事項の多さの項目については第 1 回から第 3 回にかけていずれも有意差が見られた。(1)～(3)については継続して肯定群が、(4)については継続して否定群が有意に多いと捉えることができる。

(5)～(7)の説明場面の質問項目については(6)説明場面の効率のみ第 1 回から第 3 回までいずれも有意差が見られた。(5)説明場面の効率については第 2 回以降有意差が見られた。このことから、効率については継続して肯定群が有意に多く、効果については第 2 回調査以降肯定群が有意に多いと捉えることができる。

(8)～(10)の問題解決場面の質問項目については(8)問題解決場面の効果、(9)問題解決場面の効率については第 1 回から第 3 回までいずれも有意差が見られた。(10)問題解決場面の魅力については第 2 回以降有意差が見られた。このことから、効果と効率については継続して肯定群が有意に多く、魅力については第 2 回以降肯定群が有意に多いと捉えることができる。

(11)～(13)の共有場面の質問項目については(12)共有場面の効率のみ第 1 回から第 3 回まで有意差が見られた。効果については第 1 回と第 3 回で有意差が、魅力については第 3 回で有意差が見られた。このことから、効果については継続して肯定群が有意に多く、効果については第 1 回と第 3 回において、魅力については第 3 回において否定群が有意に多いと捉えることができる。

3.4.3. 各質問項目の理由の記述の分類と分析

次に、第 2 回調査、第 3 回調査における各質問項目についての理由の記述の分類と分析を行う。各項目において回答者が理由として書いた記述についてそれぞれ特徴語を抽出し、肯定群、否定群それぞれについていくつかのカテゴリに分類した。以下ではそれぞれの質問項目について記述数が 2 件以上あったカテゴリについて述べる。

表 2 は(5)説明場面の効果について記述数が 2 件以上あったカテゴリを挙げたものであ

表 2 (5) 説明場面の効果 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 |
|-----------|-----|---------------------------------------|
| 肯定 | | |
| 図の綺麗さ | 5 | 図が綺麗，図形が正確でわかりやすい |
| 見やすさ | 4 | 見やすい |
| 効率の高さ | 4 | 授業がスピーディ |
| 参照のしやすさ | 2 | 後から見返しやすい |
| 否定 | | |
| 変わらない | 5 | どちらも変わらない |
| 見づらさ | 4 | 字が小さい，見づらい |
| 書くことによる記憶 | 4 | 板書をノートに取ることにより覚える，ノートに取ることは能動的な学習だと思う |
| 教師の板書の必要性 | 3 | 教師が板書しながら説明するほうがよい |

表 3 (6) 説明場面の効率 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 |
|--------|-----|-----------------------------|
| 肯定 | | |
| 時間の節約 | 20 | 板書をノートに取る時間がいらぬ，問題演習の時間が取れる |
| 手間の節約 | 8 | いちいち板書を書き写す必要がない |
| 見やすさ | 3 | 見やすい |
| 図形の綺麗さ | 2 | 図が綺麗 |

表 4 (7) 説明場面の魅力 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 |
|-----------|-----|------------------------|
| 肯定 | | |
| 幾何ソフトの面白さ | 2 | アニメーションを見られるのが面白い |
| 否定 | | |
| 変わらない | 17 | どちらも変わらない，どちらも面白くない |
| 授業の平坦さ | 6 | ハプニングが起こらない，準備されたものである |
| 理解しづらさ | 3 | 字が見にくい，頭に入らない |

る。効果について肯定的であった記述では最も多かったのが「図の綺麗さ」で 5 件，次が「見やすさ」と「効率の高さ」についてそれぞれ 4 件であった。一方で否定的であった理由としては最も多かったのが「変わらない」という意見で 5 件，次が「見づらさ」と「書くことによる記憶」でそれぞれ 4 件であった。見づらさではプロジェクタの輝度や大きさについての不備を指摘する声もあった。

表 5 (8)問題解決場面の効果 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 |
|------------|-----|---------------------------------------|
| 肯定 取り組みやすさ | 35 | 直接書き込める，問題形式がよい，スペースが整理されている，すぐに取り組める |
| ノートの欠点 | 8 | ノートに解くのが面倒，マス目があるのが面倒，ノートを忘れても取り組める |
| 整理のしやすさ | 3 | 整理しやすい，保存しやすい |
| 見直しのしやすさ | 2 | 後で見直しやすい，解き直しが楽 |
| 否定 ノートの良さ | 3 | ノートに書いた方がまとめやすい，理解しやすい |
| 整理の煩雑さ | 2 | プリントが多い，紛失しやすい |
| 変わらない | 2 | どちらも変わらない |

表 6 (9)問題解決場面の効率 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 |
|------------|-----|--------------------------------|
| 肯定 取り組みやすさ | 26 | 直接書き込める，問題を書かなくともよい，自分のペースでできる |
| ノートの欠点 | 3 | ノートで問題を解く方が面倒 |
| 否定 変わらない | 2 | どちらも変わらない |

表 3 は(6)説明場面の効率について記述数が 2 件以上あったカテゴリを挙げたものである。効率について肯定的であった記述では最も多かったのが「時間の節約」で 20 件と多く、次は「手間の節約」で 8 件であった。否定的であった記述で 2 件以上あったものは見られなかった。

表 4 は(7)説明場面の魅力について記述数が 2 件以上あったカテゴリを挙げたものである。魅力について肯定的であった記述で 2 件以上見られたのは「幾何ソフトの面白さ」のみ 2 件であった。一方で否定的であった記述で最も多かったのは「変わらない」で 17 件であった。次に多い意見として「授業の平坦さ」が 6 件あった。「面白さ」については明確に定義しなかったため、例えば「ハプニングが起こらない」ことなどを面白くない、と捉えたようであった。

表 5 は(8)問題解決場面の効果について記述数が 2 件以上あったカテゴリを挙げたものである。効果について肯定的であった記述で最も多かったのは「取り組みやすさ」で 35 件と多く、次は「ノートの欠点」で 8 件であった。一方で否定的であった記述で最も多

表 7 (10)問題解決場面の魅力 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 |
|------------|-----|-------------------------------------|
| 肯定 取り組みやすさ | 9 | 書き込みやすい, プリントでいつでも見返せる, テスト方式でできる |
| ノートの欠点 | 2 | ノートに書くよりはうれしい |
| 否定 変わらない | 13 | どちらも変わらない, どちらでも面白くない, どちらでも面白い |
| ノートの良さ | 2 | 取り組んでいる感じがノートの方がある, ノートのほうが綺麗な字が書ける |

表 8 (11)共有場面の効果 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 |
|-----------|-----|-------------------------|
| 肯定 共有の効果 | 2 | 他人の考え方がわかりやすい |
| 否定 見づらさ | 14 | 共有する答案などの生徒の字が汚い |
| 教師の板書の必要性 | 3 | 生徒の考えを共有せず教師が黒板で説明してほしい |
| 変わらない | 2 | どちらも変わらない |

かったのは「ノートの良さ」で3件であった。ノートの方が罫線があるなどで書きやすいと感じている回答者がいるようであった。

表 6 は(9)問題解決場面の効率について記述数が2件以上あったカテゴリを挙げたものである。効率について肯定的であった記述で最も多かったのは「取り組みやすさ」で26件, 次に多かったのは「ノートの欠点」で3件であった。一方で否定的であった記述で記述数が2件以上あったのは「変わらない」で2件であった。

表 7 は(10)問題解決の魅力について記述数が2件以上あったカテゴリを挙げたものである。魅力について肯定的であった記述で最も多かったのは「取り組みやすさ」で9件, 次に多かったのは「ノートの欠点」で3件であった。一方で否定的であった記述で最も多かったのは「変わらない」で13件, 次に多かったのは「ノートの良さ」で2件であった。ノートに綺麗に字を書きたい, という需要もあることが伺い知れる。

表 8 は(11)共有場面の効果について記述数が2件以上あったカテゴリを挙げたものである。効果について肯定的であった記述で2件以上あったものは「共有の効果」のみで2件であった。共有することで他人の考えを知ることができる良さを感じた回答者も見られた。一方で, 否定的であった記述で最も多かったのは「見づらさ」で14件, 次が「教師の板書の必要性」で3件であった。数学の授業では生徒の答案を共有するのではなく,

表 9 (12) 共有場面の効率 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 | |
|-------|--------|----------|---------------------------------------|
| 肯定 | 時間の節約 | 17 | 黒板に書く時間が省ける，板書の時間が減る |
| | 共有の効果 | 4 | 書いたものがそのまま見られる，すぐ共有できる，他人の解法を知ることができる |
| | 手間の節約 | 3 | 黒板に書く手間が省ける， |
| 否定 | 見づらさ | 5 | 共有したものが読みづらい，読めない |
| | 理解しづらさ | 5 | 理解しづらい |
| | 時間がかかる | 3 | 時間がかかる，共有したものを写す時間がない |
| | 変わらない | 2 | 変わらない，生徒を指名しても時間は同じ |

表 10 (13) 共有場面の魅力 理由の記述

| カテゴリ名 | 記述数 | 具体的な記述の例 | |
|-------|--------|----------|-----------------------------|
| 肯定 | 共有の面白さ | 7 | 他人の色々な解法が見られる，解き方の試行錯誤が見られる |
| 否定 | 変わらない | 5 | 変わらない |
| | 見づらさ | 4 | 字が汚いなどで見づらい |
| | 黒板の面白さ | 3 | 黒板に書く方が目の前で解かれるので面白い |

教師が綺麗な字で板書して丁寧に説明するものである，という従来からの学習観も引き続き支持を得ていることが伺い知れる。

表 9 は(12)共有場面の効率について記述数が 2 件以上あったカテゴリを挙げたものである。効率について肯定的であった記述で 2 件以上あったものは「時間の節約」で 17 件と多く，次が「共有の効果」で 4 件であった。一方で，否定的であった記述で最も多かったのは「見づらさ」と「理解しづらさ」で 5 件であった。ともに生徒の書いた答案は字が汚かったり整理されておらず，見づらく理解しづらいという意見であった。

表 10 は(13)共有場面の魅力について記述数が 2 件以上あったカテゴリを挙げたものである。魅力について肯定的であった記述で 2 件以上あったものは「共有の面白さ」のみで 7 件であった。共有することについて，色々な解法が見られる，他人の解答を自分のものと比べることで理解が深まる，など共有することについて意義を感じた回答者もみられたようであった。一方で，否定的であった記述で最も多かったのは「変わらない」で 5 件，次に多かったのは「見づらさ」で 4 件，「黒板の面白さ」で 3 件であった。

3.5. 考察

3.5.1. 知識などの獲得についての学習者の認識

まずは、一連の授業に対して学習者が知識の定着などを図ることができたと感じたかどうかについて論ずる。表 1 の結果より、(1)定理や公式の理解、(2)問題の解法、(3)知識の獲得いずれの項目についても第 1 回調査から第 3 回調査にかけて肯定群が有意に多く、また(4)既習事項の多さについては否定群が有意に多かった。このことから、一連の授業によって学習者の多くは知識を獲得することができたと判断できる。

3.5.2. 問題解決場面に対する学習者の認識について

次に、問題解決場面についての学習者の認識について論ずる。表 1 の結果より、第 2 回調査以降については問題解決場面について効果、効率、魅力のいずれにおいても肯定群が有意に多かった。表 5～表 7 の記述からも、問題解決場面を設けて学習者の自力解決に時間をかけることに対する支持の高さが見て取れる。

3.5.3. 説明場面に対する学習者の認識について

説明場面についての学習者の認識については、表 1 の結果より効率については一貫して肯定群が有意に多かったが、効果については第 2 回のみ有意に多く、魅力については有意差は見られなかった。説明場面の効果については扱う数学の内容により学習者の認識に変化が見られることも予想されたが、表 2～表 4 の記述からは読み取ることはできなかった。理由の記述に「慣れてきたから」という記述があったことから、同じ形式で授業を続けたことによる習熟や倦厭が肯定群であった回答者数に影響を与えた可能性も考えられる。

また、理由の記述のうち「図の綺麗さ」や「幾何ソフトの面白さ」が見られたことは、文部科学省（2020）「教育の情報化に関する手引―追補版―」にある「①観察や操作、実験などを通して、問題を見出す場面」「③数、式、図、表、グラフなどを作成して処理する場面」が効果的であることが学習者にも認識された結果であるとも捉えることができる。

3.5.4. 共有場面に対する学習者の認識について

共有場面についての学習者の認識については、表 1 の結果より効率については一貫して肯定群が有意に多かったが、第 3 回調査を終えた段階では効果と魅力については否定群が有意に多くなる結果に終わった。表 8～表 10 の記述からは共有した生徒の答案などが見づらいことが多く指摘されたことから、プロジェクタなど設備についての課題や、共有のためにプロジェクタを利用することの限界も浮き彫りになった。本校においては一人一台端末が既に実現しつつあるので、今後はプロジェクタで共有するだけでなく、学習者の所持する情報端末を有効に利用することなども考えられる。更なる改善策を検討したい。

また、数学に対する学習者の学習観について、授業では教師は生徒の答案を共有して

比較をしたりするのではなく、綺麗な字で黒板に板書して数学の内容を丁寧に説明するべきである、という古来の学習観も根強いことに注意が必要であろう。数学の学びが個人に起こるものなのか、それとも社会のなかで起こるものなのか、という問いは答えの出ない問いであるように思われる。一方で、Hattie (2009) が述べるように ICT 機器を用いた学びが真に効果的となるのは協働的で学習者中心主義に基づいた学びが実現されるときである。恐らくは多くの高等学校においては、教師が一方的に説明するような教授者中心主義に基づいた学習観がいまだに根付いていることが推察される。そのような学校において ICT 機器を利用して学習の効果を高めるためには、共有し振り返ることの効果を学習者に実感させることや共有するための説明の仕方、記述の仕方などの「下準備」を入念に行うこと、学習者中心主義に基づいた学習観への転換を図ることなどが必要であろう。

3.5.5. 回答の選択肢の設計について

各質問項目の理由の記述のうち、表 2, 表 4, 表 6, 表 7 の記述より、(5)説明場面の効果、(7)説明場面の魅力、(9)問題解決場面の効率、(10)問題解決場面の効率の少なくとも 4 つの項目については「どちらも変わらない」が否定群の理由の大勢を占めていた。このことは否定群の中に中立である回答者が多く含まれてしまった事を意味している。本調査の解答は「1 当てはまる / 2 どちらかといえば、当てはまる / 3 どちらかといえば、当てはまらない / 4 当てはまらない」の 4 件法で求めたが、この回答方式では中立や「どちらに対しても否定的である」ような「両否定群」の回答者も否定群に含まれたこととなる。質問紙の設計についても今後の課題であると思われる。

第1数学2 「三角比」についてのアンケート

1. クラス、番号、氏名を記入してください。

組 番 氏名：

質問1 「三角比」の判定について、あなたの学習状況について教えてください。

(1) 定理や公式などについてよく理解することができた

1 当てはまる 2 どちらかといえば 当てはまる 3 どちらかといえば 当てはまらない 4 当てはまらない
上のように思った理由は何？

(2) 証明問題や計算問題について解るようになった。

1 当てはまる 2 どちらかといえば 当てはまる 3 どちらかといえば 当てはまらない 4 当てはまらない
上のように思った理由は何？

(3) たくさんの新しい知識を得ることができた。

1 当てはまる 2 どちらかといえば 当てはまる 3 どちらかといえば 当てはまらない 4 当てはまらない
上のように思った理由は何？

(4) 練習問題だけで学んだ内容が多かった。

1 当てはまる 2 どちらかといえば 当てはまる 3 どちらかといえば 当てはまらない 4 当てはまらない
上のように思った理由は何？

質問2 今年度の第1数学2の授業では、1学期に引き続き①黒板に板書する代わりにプロジェクターでスライドを投影し、②プリントで問題演習を行い、③生徒の答えをプロジェクターに投影する形で授業を行う機会を多く設けました。このことについて、特に「三角比」の分野の授業について考えを聞かせてください。

(5) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書に比べ説明に比べて理解しやす。

1 当てはまる 2 どちらかといえば 当てはまる 3 どちらかといえば 当てはまらない 4 当てはまらない
上のように思った理由は何？

(6) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書による説明に比べて効果的だと思う。

1 当てはまる 2 どちらかといえば 当てはまる 3 どちらかといえば 当てはまらない 4 当てはまらない
上のように思った理由は何？

(7) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書による説明に比べて面白い。

1 当てはまる 2 どちらかといえば 当てはまる 3 どちらかといえば 当てはまらない 4 当てはまらない
上のように思った理由は何？

図 13 第1回調査質問紙表面 (参考資料)

(8) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことと比べてより取り組みや、

1 当てはまる 2 どちらかといえは、当てはまる 3 どちらかといえは、当てはまらない 4 当てはまらない

上のように思った理由は何？

(11) ⑨生徒の答えをプロジェクトで共有することは、黒板に書いて共有することと比べてより理解しやすい、

1 当てはまる 2 どちらかといえは、当てはまる 3 どちらかといえは、当てはまらない 4 当てはまらない

上のように思った理由は何？

(9) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことと比べてより効果的だと思う、

1 当てはまる 2 どちらかといえは、当てはまる 3 どちらかといえは、当てはまらない 4 当てはまらない

上のように思った理由は何？

(12) ⑩生徒の答えをプロジェクトで共有することは、黒板に書いて共有することと比べてより効果的だと思う、

1 当てはまる 2 どちらかといえは、当てはまる 3 どちらかといえは、当てはまらない 4 当てはまらない

上のように思った理由は何？

(10) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことと比べてより面白い、

1 当てはまる 2 どちらかといえは、当てはまる 3 どちらかといえは、当てはまらない 4 当てはまらない

上のように思った理由は何？

(13) ⑩生徒の答えをプロジェクトで共有することは、黒板に書いて共有することと比べてより面白い、

1 当てはまる 2 どちらかといえは、当てはまる 3 どちらかといえは、当てはまらない 4 当てはまらない

上のように思った理由は何？

質問より黒板に板書する代わりにプロジェクトでスライドを投影し、②プリントで問題演習を行い、③生徒の答えをプロジェクトに投影する形で授業を行う機会を多く取りましたことや、その他のことなどについて感想があれば書いてください。

図 14 第 1 回調査質問紙裏面 (参考資料)

高1数学2 一学期末アンケート(ABD組)

akama.yuya@s.musashi.ed.jp [アカウントを切り替える](#)

* 必須の質問です

メール*

返信に表示するメールアドレスとして akama.yuya@s.musashi.ed.jp を記録する

クラスを教えてください。*

選択

出席番号を教えてください。*

回答を入力

氏名を教えてください。*

回答を入力

このあと質問が合計13問あります。以下のように考えるかどうかを1~4の選択肢から選んでください。

次へ 1/6 ページ フォームをクリア

高1数学2 一学期末アンケート(ABD組)

akama.yuya@s.musashi.ed.jp [アカウントを切り替える](#)

このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

* 必須の質問です

質問1

「集合と論理」の単元について、あなたの学習状況について教えてください。

(1) 定理や公式などについてよく理解することができた。*

1 当てはまる

2 どちらかといえば、当てはまる

3 どちらかといえば、当てはまらない

4 当てはまらない

上のように思った理由や補足を書いてください。

回答を入力

(2) 証明問題や計算問題について解けるようになった。*

1 当てはまる

2 どちらかといえば、当てはまる

3 どちらかといえば、当てはまらない

4 当てはまらない

上のように思った理由や補足を書いてください。

回答を入力

(3) たくさんの新しい知識を得ることができた。*

1 当てはまる

2 どちらかといえば、当てはまる

3 どちらかといえば、当てはまらない

4 当てはまらない

上のように思った理由や補足を書いてください。

回答を入力

(4) 塾や既に独力で学んだ内容が多かった。*

1 当てはまる

2 どちらかといえば、当てはまる

3 どちらかといえば、当てはまらない

4 当てはまらない

上のように思った理由や補足を書いてください。

回答を入力

戻る 次へ 2/6 ページ フォームをクリア

図 15 第 2 回調査質問フォームページ 1~2 (参考資料)

| 高1数学2 一学期末アンケート(ABD組) | 高1数学2 一学期末アンケート(ABD組) |
|--|--|
| akama.yuya@s.musashi.ed.jp アカウントを切り替える  このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます | akama.yuya@s.musashi.ed.jp アカウントを切り替える  このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます |
| * 必須の質問です | |
| 質問2 | 質問2 |
| 今年度の高1数学2の授業では、昨年度に引き続き①黒板に板書する代わりにプロジェクターにスライドを投影し、②プリントで問題演習を行い、③生徒の答案をプロジェクターに投影する形で授業を行う機会を多く設けました。このことについて考えを聞かせてください。 | 今年度の高1数学2の授業では、昨年度に引き続き①黒板に板書する代わりにプロジェクターにスライドを投影し、②プリントで問題演習を行い、③生徒の答案をプロジェクターに投影する形で授業を行う機会を多く設けました。このことについて考えを聞かせてください。 |
| (5) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書による説明に比べて理解しやすい。 * <input type="radio"/> 1 当てはまる <input type="radio"/> 2 どちらかといえば、当てはまる <input type="radio"/> 3 どちらかといえば、当てはまらない <input type="radio"/> 4 当てはまらない | (8) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことに比べてより取り組みやすい。 * <input type="radio"/> 1 当てはまる <input type="radio"/> 2 どちらかといえば、当てはまる <input type="radio"/> 3 どちらかといえば、当てはまらない <input type="radio"/> 4 当てはまらない |
| 上のように思った理由や補足を書いてください。 回答を入力 <input type="text"/> | 上のように思った理由は？ 回答を入力 <input type="text"/> |
| (6) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書による説明に比べて効率的だと思う。 * <input type="radio"/> 1 当てはまる <input type="radio"/> 2 どちらかといえば、当てはまる <input type="radio"/> 3 どちらかといえば、当てはまらない <input type="radio"/> 4 当てはまらない | (9) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことに比べてより効率的だと思う。 * <input type="radio"/> 1 当てはまる <input type="radio"/> 2 どちらかといえば、当てはまる <input type="radio"/> 3 どちらかといえば、当てはまらない <input type="radio"/> 4 当てはまらない |
| 上のように思った理由は？ 回答を入力 <input type="text"/> | 上のように思った理由は？ 回答を入力 <input type="text"/> |
| (7) ①スライドを用いた説明は、黒板での板書による説明に比べて面白い。 * <input type="radio"/> 1 当てはまる <input type="radio"/> 2 どちらかといえば、当てはまる <input type="radio"/> 3 どちらかといえば、当てはまらない <input type="radio"/> 4 当てはまらない | (10) ②プリントで問題演習を行うことは、ノートで問題をとくことに比べてより面白い。 * <input type="radio"/> 1 当てはまる <input type="radio"/> 2 どちらかといえば、当てはまる <input type="radio"/> 3 どちらかといえば、当てはまらない <input type="radio"/> 4 当てはまらない |
| 上のように思った理由は？ 回答を入力 <input type="text"/> | 上のように思った理由は？ 回答を入力 <input type="text"/> |
| 戻る 次へ  4/6 ページ フォームをクリア | |

図 16 第 2 回調査質問フォームページ 3~4 (参考資料)

高1数学2 一学期末アンケート(ABD組)

akama.yuya@s.musashi.ed.jp アカウントを切り替える

このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

* 必須の質問です

質問2

今年度の高1数学2の授業では、昨年度に引き続き①黒板に板書する代わりにプロジェクターにスライドを投影し、②ワークシートで問題演習を行い、③生徒の答案をプロジェクターに投影する形で授業を行う機会を多く設けました。このことについて考えを聞かせてください。

(11) ③生徒の答案をプロジェクターで共有することは、黒板に書いて共有することに比べてより理解しやすい。 *

1 当てはまる

2 どちらかといえば、当てはまる

3 どちらかといえば、当てはまらない

4 当てはまらない

上のように思った理由は？

回答を入力

(12) ③生徒の答案をプロジェクターで共有することは、黒板に書いて共有することに比べてより効率的だと思う。 *

1 当てはまる

2 どちらかといえば、当てはまる

3 どちらかといえば、当てはまらない

4 当てはまらない

上のように思った理由は？

回答を入力

(13) ③生徒の答案をプロジェクターで共有することは、黒板に書いて共有することに比べてより面白い。 *

1 当てはまる

2 どちらかといえば、当てはまる

3 どちらかといえば、当てはまらない

4 当てはまらない

上のように思った理由は？

回答を入力

戻る 次へ 5/6 ページ フォームをクリア

高1数学2 一学期末アンケート(ABD組)

akama.yuya@s.musashi.ed.jp アカウントを切り替える

このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

今年度の高1数学1の授業では、昨年度に引き続き①黒板に板書する代わりにプロジェクターにスライドを投影し、②プリントで問題演習を行い、③生徒の答案をプロジェクターに投影する形で授業を行う機会を多く設けました。このことについて考えを聞かせてください。

①黒板に板書する代わりにプロジェクターにスライドを投影し、②プリントで問題演習を行い、③生徒の答案をプロジェクターに投影する形で授業を行う機会を多く設けたことや、その他のことについて、感想があれば書いてください。

回答を入力

①黒板に板書する代わりにプロジェクターにスライドを投影し、②プリントで問題演習を行い、③生徒の答案をプロジェクターに投影する形で授業を行う機会を多く設けたこと について、 前回の「三角比」の単元での授業と「集合と論理」の単元とで感じたことに違いがあれば書いてください。

回答を入力

戻る **送信** 6/6 ページ フォームをクリア

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 武蔵高等学校中学校 内部で作成されました。不正行為の報告

Google フォーム

図 17 第 2 回調査質問フォームページ 5~6 (参考資料)

なお、第 3 回調査質問フォームも概ね図 15, 図 16, 図 17 と同様であるので掲載を割愛する。