

学位論文

協同学習の基本的な技法を取り入れた
中等教育数学科の授業設計と実践的検証

2022年3月

島 智彦

Class Design and Practical Verification for Secondary Mathematics Education Incorporating Basic Cooperative Learning Techniques

Tomohiko Shima (1718706)

Graduate School of Science, Department of Mathematics and Science Education

Abstract:

Chapter 1 : Background and Purpose of the Study

The importance of positioning activities to explain and communicate mathematically and enriching language activities in secondary education mathematics departments has been pointed out (MEXT, 2008 ; MEXT, 2018, etc.). In the past, Japanese mathematics education practices have been developed through dialogues between teachers and students in problem-solving and elaboration classes, but there are still issues in teaching strategies that utilize interactions between students on a daily basis. In this study, we will focus on cooperative learning, and conduct a lesson design and practical verification to incorporate the basic techniques of cooperative learning into daily classes in secondary mathematics education. The objectives are as follows.

Objective 1: To select the basic techniques of cooperative learning in mathematics education and to verify them in practice.

Objective 2: To verify the general applicability of the basic techniques of cooperative learning in mathematics education.

Objective 3: To verify whether the basic techniques of cooperative learning are also effective in synchronous distance mathematics classes.

Objective 4: To combine the basic techniques of cooperative learning, to design a cooperative learning technique "DOUBLE-DOUBLE" which is simpler than the jigsaw method, and to verify its practical use.

Chapter 2 : Study 1-1 Selection of basic cooperative learning techniques and change in students' perception of cooperative work

The purpose of Research 1-1 is to select basic techniques of cooperative learning in mathematics education, to propose a class model that incorporates these techniques, and to conduct a practical verification. First, based on the two design requirements of "simple and repeatable" and "can be incorporated into a

simultaneous lecture-type class in mathematics," the following basic cooperative learning techniques were selected: "Consultation Time (Erikawa, 2012)," "Let's ask the neighbor (Jacobs et al., 2002)," "Hop Step Class (Jacobs et al. We selected four basic techniques for cooperative learning: consultation time (Erikawa, 2012), ask your neighbor (Jacobs et al., 2002), hop step class (Jacobs et al., 2002), and round robin (Kagan and Kagan, 1999).

Previous research has empirically verified that cooperative learning has desirable effects on academic performance, interpersonal relationships, and self-esteem (Johnson and Johnson, 1989), but even if a cooperative learning environment is created, it is not clear how the students who participate in it perceive cooperative work. (Johnson and Johnson, 1989). However, even if a cooperative learning environment is created, the effects of cooperative learning will differ significantly depending on how the students who participate in it perceive cooperative work in the first place (Nagahama et al. From this perspective, in this study (Research 1-1, Research 1-2, Research 2), the Cooperative Work Recognition Scale (Nagahama et al., 2009) is used to verify the effects. The Cooperative Work Perception Scale consists of three factors: the Cooperative Utility Factor, the Individual Orientation Factor, and the Reciprocal Concerns Factor. If the perception of cooperative work is positive, it is expected that the Cooperative Utility Factor will be high and the Individual Orientation Factor and Reciprocal Concerns Factor will be low.

In Study 1-1, the author practiced a class in which the basic techniques of cooperative learning were routinely incorporated into a simultaneous lecture-type class for a continuous period of one school year, and the students' perception of cooperative work changed positively, mainly in terms of a decrease in the individual orientation factor.

Chapter 3 : Research 1-2 Changes in Students' Perceptions of Cooperative Work

The purpose of Study 1-2 was to examine the versatility of the basic techniques of cooperative learning in mathematics education. To this end, in Study 1-2, two other teachers teaching the same grade and the same subject were asked to practice the same lesson as in Study 1-1 for two consecutive school terms. Although there were some interactions, the students' perceptions of cooperative work changed positively in terms of a decrease in the individual orientation factor and a decrease in the reciprocity concern factor. This confirmed the general applicability of the mathematics class incorporating the four basic techniques of cooperative learning designed in Study 1-1.

These results suggest that by incorporating the basic techniques of cooperative learning, the students were able to interact with each other while maintaining class control. Furthermore, the results of Studies 1-1 and 1-2 suggest that the teacher's direction and judgment regarding the students' activity time are important in cooperative learning, and that a little chattering does not significantly affect the students' perception of cooperative work when they are aware of the class control. In addition, the results suggest that a little chatter does not significantly affect the perception of cooperative work.

Chapter 4 : Study 2 Changes in Students' Perceptions of Cooperative Work in a Synchronous Distance Mathematics Class

The purpose of Study 2 is to examine whether the basic techniques of cooperative learning are also effective in synchronous distance mathematics classes. The global epidemic of COVID-19 has prompted all elementary, junior high, and high schools and special needs schools in Japan to close their schools temporarily at the end of the 2019 school year, and distance learning has spread inevitably. Although distance learning reduces the opportunities for face-to-face contact (Gagne et al., 2005), it is important for education to be interactive, and interaction between professors and learners and between learners and professors is important (Miyaji et al., 2009). At present, there are no studies that have incorporated cooperative learning into synchronous distance learning and examined students' perceptions of cooperative work in secondary mathematics education in Japan. In this study, we examined the perceptions of students toward cooperative work in a synchronous distance learning class.

In a mathematics class for first-year junior high school students, we first conducted three synchronous distance learning classes, mainly lectures, to familiarize the students with synchronous distance learning, and then three synchronous distance learning classes that incorporated the basic techniques of cooperative learning into the lectures. In consideration of the characteristics of synchronous distance learning, the techniques used were limited to the round robin of Study 1-1. The results showed that students' perceptions of cooperative work changed positively in terms of a decrease in the individual orientation factor and a decrease in the reciprocal concern factor, although these trends were significant, throughout the period of the synchronous distance learning classes that incorporated the basic techniques of cooperative learning into the lectures. Furthermore, during the period of synchronous distance learning, which consisted mainly of lectures to familiarize students with synchronous distance learning, students' perceptions of cooperative work also changed positively in terms

of a decrease in the individual orientation factor. In conclusion, it was confirmed that the basic techniques of cooperative learning have a certain effect even when they are applied to synchronous distance learning.

Chapter 5 : Research 3 Design of a mathematics class incorporating the cooperative learning technique "DOUBLE-DOUBLE"

The purpose of Study 3 is to design a cooperative learning technique, "DOUBLE-DOUBLE," which combines the basic techniques of cooperative learning and is easier than the jigsaw method. Currently, the (knowledge-building) jigsaw method is attracting attention as an instructional strategy that gives responsibility to each student, emphasizes dialogue among students, and allows students to create a new understanding in cooperation with others. On the other hand, the jigsaw method has some problems such as the complexity of lesson design. In Study 3, we designed a new cooperative learning technique, "DOUBLE-DOUBLE," which is simpler than the jigsaw method and ensures interaction among all students, by combining the basic techniques of cooperative learning in secondary mathematics classes. This technique is simpler than the jigsaw method and ensures dialogue among all students. Next, we tested the effectiveness of the DOUBLE-DOUBLE method in the teaching of linear functions to eighth-grade students. We administered a writing test and a unit test (knowledge and skills) as a pre-intervention and post-intervention survey (the writing test was administered twice after the intervention). As a result, the score rate of the unit test was about 80% in both the pre- and post-intervention surveys. In the writing test, the scores increased from the pre-intervention survey to the post-intervention survey 1 and 2. These results suggest that the cooperative learning technique "DOUBLE-DOUBLE" designed in this study can be an effective teaching strategy to help students acquire the ability to explain using mathematical expressions while ensuring a certain level of knowledge and skills, although there are some issues such as the lack of practical examples and the short implementation period. However, it was suggested that it could be one of the effective teaching strategies to help students acquire the ability to explain using mathematical expressions while ensuring a certain level of knowledge and skills.

Chapter 6 : Results of this Study and Future Issues

The purpose of this study was to propose and practically verify a teaching model that incorporates the basic techniques of cooperative learning in secondary mathematics education, in which each student externalizes his or her own thinking and utilizes interaction among students.

As for Objective 1, "To select the basic techniques of cooperative learning in mathematics education and to verify them in practice," as a result of the practical implementation of the lesson model based on the four basic techniques of cooperative learning selected in Research 1-1, it was confirmed that the students' perception of cooperative work changed positively and that it was effective.

As for Objective 2, "To verify the general applicability of the basic techniques of cooperative learning in mathematics education," two teachers in Research 1-2 were asked to practice the same techniques, and it was confirmed that the techniques were generalizable.

As for Objective 3, "To verify whether the basic techniques of cooperative learning are also effective in synchronous remote mathematics classes," the results of the practical verification in Study 2 confirmed that the basic techniques of cooperative learning are effective in synchronous remote mathematics classes.

As for Objective 4, "To design a cooperative learning technique "DOUBLE-DOUBLE" that is simpler than the jigsaw method by combining the basic techniques of cooperative learning," it was confirmed in Study 3 that the technique is effective in terms of improving students' mathematical writing ability.

As the limitations of the study, three points were mentioned: the cooperative utility factor did not increase, the reliability of the practice results, and the need for further research. As future prospects, we discussed the promotion of the cooperative learning technique "DOUBLE-DOUBLE" and the promotion of research combining cooperative learning, distance learning, and ICT.

協同学習の基本的な技法を取り入れた中等教育数学科の授業設計と実践的検証

島智彦(1718706)

理学研究科 科学教育専攻

概要

第1章 研究の背景と目的

中等教育数学科において、数学的に説明し伝え合う活動を位置づけ、言語活動を充実させることの重要性が指摘されている(文部科学省, 2008; 文部科学省, 2018 など)。これまでの日本の数学教育実践においては、問題解決型の授業や練り上げの授業において、教師と生徒が対話を通して展開される授業はなされてきているものの、日常的に生徒間の相互作用を活かした指導方略には未だに課題がある。本研究では、協同学習に着目し、中等教育数学科の日常の授業に協同学習の基本的な技法を取り入れていく授業設計と実践的検証を行う。目的は下記の通りである。

目的 1: 数学教育における協同学習の基本的な技法を選定し、実践検証を行う

目的 2: 数学教育における協同学習の基本的な技法の汎用性について検証を行う

目的 3: 協同学習の基本的な技法が同期遠隔数学授業においても効果があるか検証を行う

目的 4: 協同学習の基本的な技法を組み合わせ、ジグソー法より簡便な協同学習技法

「DOUBLE-DOUBLE」を設計し、実践検証を行う

第2章 研究1-1 協同学習の基本的な技法の選定と生徒の協同作業に対する認識の変容

研究 1-1 の目的は、数学教育における協同学習の基本的な技法を選定し、それらを取り入れた授業モデルを提案し、実践検証を行うことである。まず、協同学習の技法の中から、「単純かつ繰り返し利用できる」、「数学の一斉講義型授業に組み入れることができる」という2点の設計要件をもとに、協同学習の基本的な技法として、「相談タイム(江利川, 2012)」、「お隣に聞こう(Jacobs et al., 2002)」、「ホップ・ステップ・クラス(Jacobs et al., 2002)」、「ラウンドロビン(Kagan and Kagan, 1999)」の4つを選定した。

協同学習は、学業成績、対人関係、自尊感情について望ましい効果があることが、先行研究によって実証的に検証されている(Johnson and Johnson, 1989)が、協同学習の学習環境を整えたとしても、そこに参加する

生徒がそもそも協同作業をどのように認識しているかにより、協同学習の効果は著しく異なると考えられる(長濱ほか, 2009). このような観点から, 本研究(研究 1-1, 研究 1-2, 研究 2)では, 効果の検証として, 協同作業認識尺度(長濱ほか, 2009)を用いる. 協同作業認識尺度は, 協同効用因子, 個人志向因子, 互惠懸念因子の 3 因子から構成され, 協同作業に対する認識が肯定的であれば, 協同効用因子を高く, 個人志向因子と互惠懸念因子を低く評価することが期待される.

研究 1-1 では, 著者が, 一斉講義型授業に日常的に協同学習の基本的な技法を取り入れた授業を 1 学期間継続して実践し, 主に個人志向因子の低下という点で, 生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した.

第 3 章 研究 1-2 生徒の協同作業に対する認識の変容

研究 1-2 の目的は, 数学教育に協同学習の基本的な技法を取り入れた授業の汎用性について検証を行うことである. このため, 研究 1-2 では, 同学年, 同科目を指導する他の 2 名の教師に, 研究 1-1 と同様の授業について 2 学期間継続して実践してもらい, 交互作用が一部見られたものの, 個人志向因子の低下および互惠懸念因子の低下という点で, 生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した. このことから, 研究 1-1 で設計した協同学習の 4 つの基本的技法を取り入れた数学授業の汎用性が確認された.

以上より, 協同学習の基本的な技法を取り入れることで, 授業コントロールを保ったうえで, 生徒間の相互作用が行えたことが考えられる. さらに, 研究 1-1, 1-2 の結果から, 協同学習を行う際は, 生徒の活動時間に関する教師の指示と判断が重要であること, また, 授業コントロールを意識した上での多少のおしゃべりは協同作業に対する認識へは大きく影響しないこと, という 2 点の示唆も得られた.

第 4 章 研究 2 同期遠隔数学授業における生徒の協同作業に対する認識の変容

研究 2 の目的は, 協同学習の基本的な技法が同期遠隔数学授業においても効果があるか検証を行うことである. COVID-19 の世界的流行により, 2019 年度末, 全国すべての小中高校と特別支援学校に臨時休校の要請がなされ, 遠隔授業が否応なく広がりを見せた. 遠隔授業は, 対面接触の機会を減少させる(Gagne et al., 2005)が, 教育ではインタラクティブであることが重要であり, 教授者と学習者間, 学習者と学習者間の相互作用が重要である(宮地ほか, 2009). 現在のところ, 日本の中等教育数学科において, 同期遠隔授業に協同学習を取り入れ, 生徒の協同作業に対する認識を検討した研究は見受けられない. 今日の社会情勢や今後の遠隔授業を見通すと, 協同学習を取り入れた同期遠隔授業を行い, 生徒の協同作業に対する認識を調査する価値は高いと考えられる.

中学 1 年生を対象とする数学の授業において、まず、同期遠隔授業に慣れるため講義を中心とする同期遠隔授業を 3 回、その後、講義に協同学習の基本的な技法を取り入れた同期遠隔授業を 3 回実施した。なお、同期遠隔授業の特性を考慮し、技法は研究 1-1 のラウンドロビンに限定して用いた。結果、講義に協同学習の基本的な技法を取り入れた同期遠隔授業の期間を通して、個人志向因子の低下と有意傾向ではあるが互惠懸念因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した。さらに、同期遠隔授業に慣れるために行った講義を中心とする同期遠隔授業の期間を通して、個人志向因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した。以上より、協同学習の基本的な技法は同期遠隔授業に展開をしても、一定の効果があることが確認された。

第 5 章 研究 3 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を取り入れた数学授業のデザイン

研究 3 の目的は、協同学習の基本的な技法を組み合わせ、ジグソー法より簡便な協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を設計し、実践検証を行うことである。現在、(知識構成型)ジグソー法が、一人一人の生徒に責任を持たせ、生徒間の対話を重視し、他者と協調して1つの新たな理解をつくり上げていく指導方略として注目を浴びており、肯定的な報告も多くなされている。一方、ジグソー法は、授業設計の複雑さなどの面で課題もある。研究 3 では、まず、中等教育の数学授業において、研究 1-1, 1-2 で効果が確認された協同学習の基本的な技法を組み合わせ、ジグソー法より簡便で生徒全員の対話を保障する協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を設計した。次に、効果の検証として、中学 2 年生を対象として、1 次関数の授業に、「DOUBLE-DOUBLE」を取り入れた実践を行った。介入前、介入後調査(記述テストは、介入後を 2 回実施)として、記述テストおよび単元テスト(知識・技能)を行った。結果、単元テストでは、介入前後いずれも 8 割程度の得点率であった。記述テストでは、介入前調査から介入後調査 1, 介入後調査 2 にかけて得点が上昇した。以上より、本研究で設計した協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」は、実践例の少なさや実施期間の短さという課題はあるものの、知識・技能を一定程度担保しながら、生徒に数学的な表現を用いて説明する力を身に付けさせる有効な指導方略の1つになり得ることが示唆された。

第 6 章 本研究の成果と今後の課題

本研究の目的は、中等教育数学科において、生徒一人ひとりが自分の思考を外化し、生徒間の相互作用を活かした、協同学習の基本的な技法を取り入れた授業モデルを提案し、その実践的検証を行うことであった。

目的 1 の「数学教育における協同学習の基本的な技法を選定し、実践検証を行う」については、研究 1-1 で選定した協同学習の4つの基本的な技法をもとにした授業モデルをもとに実践を行った結果、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化し、効果があることが確認された。

目的 2 の「数学教育における協同学習の基本的な技法の汎用性について検証を行う」については、研究 1-2 で 2 名の教員にも同様の実践を行ってもらい、汎用性があることが確認された。

目的 3 の「協同学習の基本的な技法が同期遠隔数学授業においても効果があるか検証を行う」については、研究 2 で実践検証を行った結果、協同学習の基本的な技法は同期遠隔数学授業に展開しても効果があることが確認された。

目的 4 の「協同学習の基本的な技法を組み合わせ、ジグソー法より簡便な協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を設計し、実践検証を行う」については、研究 3 において、生徒の数学的記述力の向上という点から効果があることが確認された。

研究の限界として、協同効用因子が上昇しなかった点、実践結果の信頼性、精緻な研究の必要性の 3 点を述べた。また、今後の展望として、協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の実践の推進、協同学習と遠隔授業、ICT を組み合わせた研究の推進について述べた。

本論文の構成図を図 1 に示す。

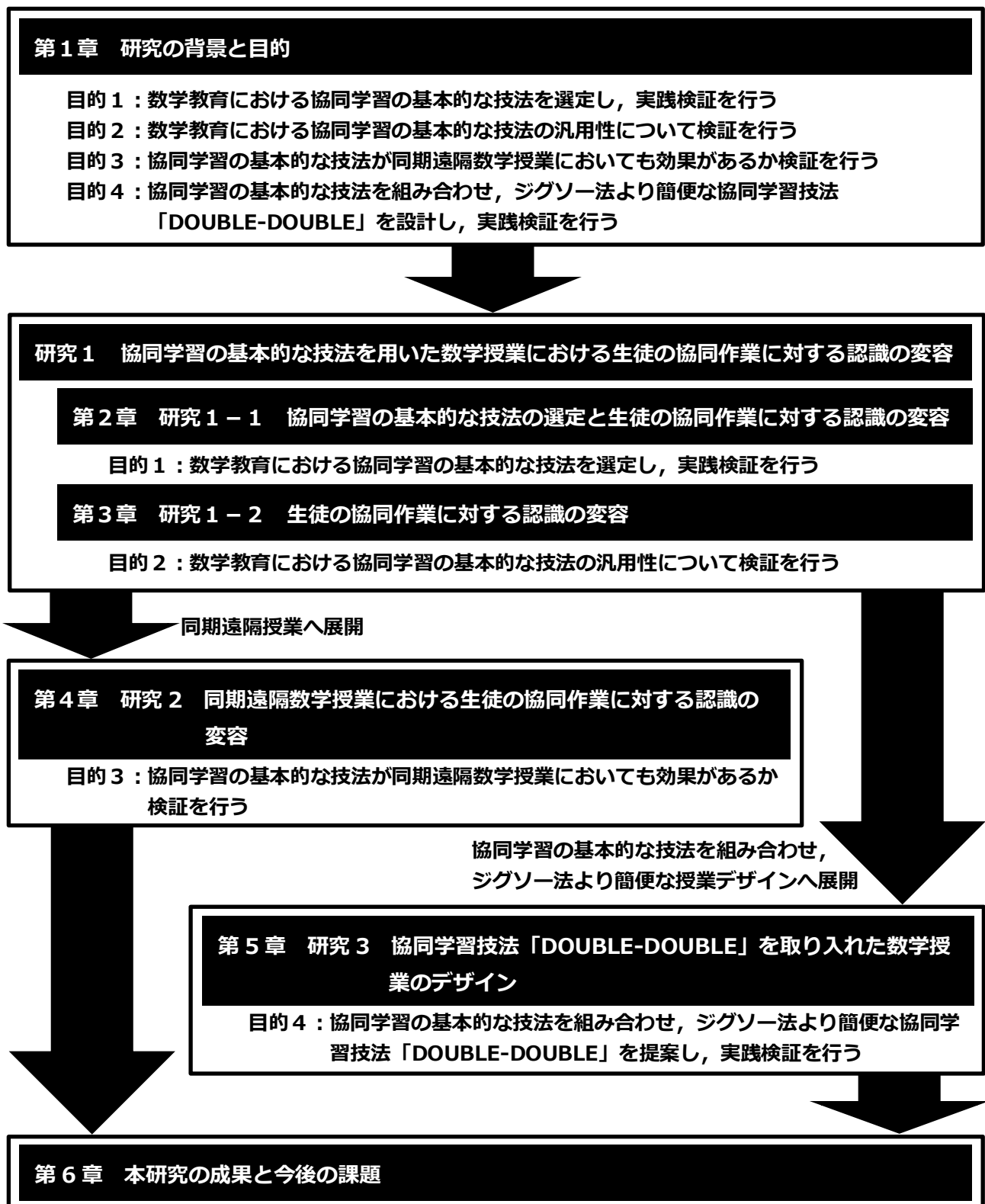


図1 本論文の構成図

目 次

第1章 研究の背景と目的.....	17
1.1 生徒間の相互作用を重視した指導の必要性.....	17
1.2 アクティブラーニングと日本の数学教育実践.....	17
1.3 問題の所存と本研究の方向性.....	19
1.4 協同学習.....	20
1.4.1 協同学習の定義.....	20
1.4.2 協同学習の基本要素.....	20
1.4.3 協同学習の効果.....	21
1.4.4 協同学習の技法.....	23
1.4.5 中等教育数学科における協同学習研究.....	24
1.5 研究の目的.....	25
第2章 研究1-1 協同学習の基本的な技法の選定と生徒の協同作業に対する認識の変容.....	27
2.1 研究1-1の目的.....	27
2.2 研究1-1の方法.....	28
2.2.1 研究の対象.....	28
2.2.2 研究の概要.....	28
2.2.3 授業設計.....	29
2.2.4 各技法の授業展開例.....	32
2.2.5 調査の方法.....	36
2.3 研究1-1の結果.....	38
2.3.1 協同作業認識尺度の結果.....	38
2.3.2 自由記述調査の結果.....	40
2.4 研究1-1の考察.....	42
第3章 研究1-2 生徒の協同作業に対する認識の変容.....	44
3.1 研究1-2の目的.....	44
3.2 研究1-2の方法.....	44

3.2.1 研究の対象.....	44
3.2.2 研究の概要.....	45
3.2.3 調査の方法.....	46
3.3 研究 1-2 の結果.....	46
3.3.1 協同作業認識尺度の結果.....	46
3.3.2 研究協力者である教師 2 名への半構造化インタビューの結果.....	49
3.4 研究 1-2 の考察.....	50
3.5 研究 1-1 および研究 1-2 の総合的な考察.....	51
3.6 研究 1-1 および研究 1-2 のまとめと課題.....	53
第4章 研究 2 同期遠隔数学授業における生徒の協同作業に対する認識の変容.....	55
4.1 研究 2 の目的.....	55
4.2 研究 2 の方法.....	56
4.2.1 研究 2 の対象.....	56
4.2.2 研究の概要.....	56
4.2.3 授業設計.....	58
4.2.3.1 授業設計(1) Zoom の利用.....	59
4.2.3.2 授業設計(2) 書き込み式テキストの利用.....	59
4.2.3.3 授業設計(3) 数学教科サイトの活用.....	60
4.2.3.4 授業設計(4) 協同学習の基本的な技法の利用.....	60
4.2.3.5 授業設計(5) 協同学習で採用する教材.....	61
4.2.4 授業展開と留意点.....	61
4.2.4.1 講義を中心とする同期遠隔授業における授業展開と留意点.....	62
4.2.4.2 講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業における授業展開と留意点.....	62
4.3 結果.....	69
4.3.1 協同作業認識尺度の結果.....	69
4.3.2 協同学習場面に関する自由記述調査の結果.....	70
4.3.3 確認テストの結果.....	73
4.4 研究 2 の考察.....	73
4.5 研究 2 のまとめと課題.....	74

第5章 研究3 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を取り入れた数学授業のデザイン.....	77
5.1 研究3の目的.....	77
5.2 研究3の方法.....	79
5.2.1 研究3の対象.....	79
5.2.2 研究の概要.....	79
5.2.3 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE について.....	80
5.2.3.1 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE の手順.....	80
5.2.3.2 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE で採用した教材.....	81
5.2.4 調査の方法.....	85
5.2.4.1 記述テスト.....	85
5.2.4.2 単元テスト.....	86
5.3 結果.....	86
5.3.1 記述テスト.....	86
5.3.2 単元テスト.....	93
5.4 研究3の考察.....	93
5.5 研究3のまとめと課題.....	94
第6章 本研究の成果と今後の課題.....	95
6.1 成果のまとめ.....	95
6.2 本研究の限界と今後の展望.....	97
本研究の研究倫理について.....	100
謝辞.....	101
本研究に関わる発表等.....	102
参考文献.....	104
付録.....	111
(1) 研究1-1, 研究1-2 で使用した質問紙調査* ¹	111
(2) 研究2 で使用した質問紙調査* ³	113
(3) 協同学習技法「お隣に聞こう」の教材例.....	115

(4) 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の教材例.....	118
(5) 研究 3 の調査問題	121

目 次

図 1 本論文の構成図	10
図 2 研究1-1の流れ	29
図 3 ブックエンドモデル(Smith et al., 2009)	29
図 4 研究1-2の流れ	45
図 5 協同効用因子得点の推移	48
図 6 個人志向因子得点の推移	48
図 7 互惠懸念因子得点の推移	48
図 8 研究2の流れ	58
図 9 生徒の自宅での学習環境	60
図 10 研究3の流れ	80
図 11 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の配置	80
図 12 角の二等分線と比の定理の証明の流れ	118
図 13 外角の二等分線と比の定理の証明の流れ	119

目 次

表 1 成績に関する協同条件と競争条件, 協同条件と個別条件の比較	22
表 2 自尊感情に関する協同条件と競争条件, 協同条件と個別条件の比較	22
表 3 対人関係に関する協同条件と競争条件, 協同条件と個別条件の比較	22
表 4 協同学習の 5 分類 30 技法	23
表 5 研究 1-1 の対象	28
表 6 本研究における 50 分間の授業モデル	30
表 7 研究 1-1 で採用した協同学習技法	31
表 8 協同作業認識尺度	37
表 9 協同作業認識尺度の下位尺度得点の推移 ($n = 78$)	39
表 10 協同作業認識尺度の下位尺度得点の推移と分散分析の結果 ($n = 78$)	39
表 11 自由記述による回答の要約 ($n = 78$)	41
表 12 研究 1-2 の対象	44
表 13 協同作業認識尺度の下位尺度得点の推移と分散分析の結果	47
表 14 研究 2 の対象	56
表 15 ラウンドロビンの手順	61
表 16 協同作業認識尺度の下位尺度得点の推移と Friedman 検定の結果 ($n = 157$)	70
表 17 自由記述による回答の要約 ($n = 160$)	72
表 18 ジグソー法の手順	77
表 19 知識構成型ジグソー法の手順	78
表 20 研究 3 の対象	79
表 21 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の手順	81
表 22 記述問題得点の推移と Friedman 検定の結果(介入後 1①の問題) ($n = 35$)	88
表 23 記述問題得点の推移と Friedman 検定の結果(介入後 1②の問題) ($n = 35$)	88
表 24 記述問題得点の推移と Friedman 検定の結果(介入後 1③の問題) ($n = 35$)	88

第1章 研究の背景と目的

1.1 生徒間の相互作用を重視した指導の必要性

社会の在り方が劇的に変わる「Society5.0 時代」の到来や新型コロナウイルスの感染拡大など先行き不透明な「予測困難な時代」において、「個別最適な学び」と同時に「協働的な学び」を一体的に充実することの重要性が指摘されている(文部科学省, 2021). これからの社会を生き抜くために必要な 21 世紀型スキルの中でも, 他者とともに仕事をすることや他者と協力して内容を深めることは大切な能力の1つとして位置づけられている(グリフィンほか, 2014). 中等教育数学科においても, 数学的に説明し伝え合う活動を位置づけ, 言語活動を充実させることの重要性が指摘されている(文部科学省, 2008; 文部科学省, 2018 など).

一方, 久保 (2013) は, 中学校における数学教師の約 33%が授業におけるコミュニケーションをあまり重視していないこと, 高旗ほか (2010) は, 中学校教師は小学校教師と比べグループ学習に対する懐疑的なイメージが高く, さらに, 中学校数学教師は他教科に比べ, グループ学習に対する懐疑イメージが高く, 肯定イメージが低いことを明らかにしている. 国立教育政策研究所 (2021a) が行った最近の調査においても, 数学の授業時間の多くが学級全体の一斉活動に割り当てられており, 小グループでの活動は少ないことが示されており, 日常的に生徒間の相互作用を活かした指導方略には未だに課題があると考えられる.

1.2 アクティブラーニングと日本の数学教育実践

このような中, アクティブラーニング(本論文では全てアクティブラーニングという表記で統一する)に注目が集まっている. アクティブラーニングはもともと高等教育で用いられていた言葉であるが, 2014 年 11 月の中央教育審議会「初等中等教育における教育課程の基準などの在り方について」諮問において, 「課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習(いわゆる「アクティブラーニング」)や, そのための指導の方法などを充実させていく必要がある」と述べられており, 初等中等教育においても注目を集めた(中央教育審議会, 2014). 一方, アクティブという言葉だけが先行し, 「活動あって学びなし」という言葉に象徴されるように, 極端な例だと, グループ学習を行っていればアクティブラーニングであるという誤解もあった. ウィギンズ・マクタイ(2005)は, 「網羅に焦点を合わせた指導」と「活動に焦点を当てた指導」を, 指導における「双子の過ち」と呼び, アクティブラーニングは講義形式の授業である「網羅に焦点を当てた指導」に対するアンチテーゼとして登場したため, その振り子が, 今度は, 「活動に焦点を合わせた指導」の方に振れてしまったという状況を指摘した. 松下・京都大

学高等教育研究開発推進センター(2015)は、このような状況を踏まえ、ディープ・アクティブラーニングを主張し、学生が他者と関わりながら、対象世界を深く学び、これまでの知識や経験と結びつけると同時にこれからの人生につなげていけるような学習の必要性に言及した。このような様々な議論の中、学習指導要領も、改定をめぐる議論の中で、2014 年段階では、アクティブラーニングが指導の方法など学習方法と対応づけられていたが、2015 年 8 月の論点整理の段階以降は、「アクティブラーニングの視点に立った不断の授業改善」などと、授業改善の視点として位置づけられるようになった(文部科学省 2015)。現行の学習指導要領(文部科学省, 2018)においては、主体的・対話的で深い学びの実現が目指されている。

日本の数学教育においては、これまでも数学的コミュニケーションなど、対話を重視した研究が行われてきた(江森, 2012; 金本, 2014)。その中でも、授業中の生徒の考えを取り上げながら授業を作る練り上げの指導が多く行われてきた(Stigler and Hiebert, 1999; 清水, 2010)。練り上げは、問題解決型授業の中で行われる集団活動であり、「問題提示→自力解決→練り上げ→振り返り(応用問題への適用を含む)」という流れの中で行われ(高井, 2017)、自力解決の後の一斉活動において、教師が中心になって生徒の発想を分析したり比較したりしながら教材の持つ本質に迫り、より深い理解へと進んでいく場(金子ほか, 1993)とされている。練り上げに関する先行研究として、長沢(2015)は、練り上げにおける概念形成の様相を理論的に明らかにするため、Argumentation に着目し、練り上げが集団で論拠や裏付けを探る意義があることを示している。また、溝口(2010)は、指導方法の観点から、練り上げの前の自力解決の場面で適切に教師が支援を行い、本時のねらいを達成させるために、意図的に生徒に発表させ、統合発展的考察が行われることの重要性について言及し、具体的な指導事例の紹介も行っている。これまでの日本の数学教育は、問題解決型授業や練り上げをもとに、多くの実践の蓄積がされてきた。問題解決型学習や練り上げは、一般に教師が生徒の発想を活かしながら授業を展開していくという点で、やや教師主導の指導方略と考えられる。日本の数学教育が、このような指導方略を採用してきた理由として、次の 2 点が考えられる。第一は、生徒の活動を中心に授業を設計するよりも、やや教師主導に授業を設計した方が、学習内容の定着や深化という観点から効果・効率的だと考えられるためである。松下・京都大学高等教育研究開発推進センター(2015)も、授業内での話し合いを生徒だけに任せてしまうなど、活動を中心に据えた場合、問題解決に必要な基本的な知識の伝達が不十分になるという指摘をしている。生徒の活動を中心に授業を設計することは、思考の外化や生徒間の相互作用を重視した授業を通して学習内容の理解を深めるなどの効果も期待される反面、上述のような難しさも浮かび上がる。第二は、これまでの日本の数学教育実践を、思考の外化や生徒間の相互作用を重視した授業に大きく変革していくことが本当に必要であるか、検証が十分に行われていない点である。阿部(2016)は、アクティブラーニングで強調される対話や相互作用は、教師と生徒の問答型の授業と何が決定的に違うのかが十分に見えておらず、アク

ティブラーニングが、「生徒をより主体的な学習者にする」という主張に対し、それは教師講義型、教師・生徒問答型では本当にできないのかという見当も必要であると指摘している。

一方、練り上げに関する課題として次の 2 つが挙げられる。第一は、解法の検討が一部の生徒と教師の間で行われがちであり、その結果、決して少なくない数の生徒が数学的な考え方や内容を理解できない場合が見られる(松島, 2012)という指摘にあるように、生徒全員の思考の外化や理解という点において不十分な点である。第二は、練り上げは、小学校においてはよく見られるが、中学校、高等学校と校種が上がっていくにつれ途端に見られなくなっていく(高井, 2017)、また、問題解決型授業が単元導入時などの限られた場面だけで行われて傾向があり日常的な指導になっていない(藤村, 2012)、という指摘にあるように、中等教育の多くの日常の授業において練り上げが取り入れられてはいない点である。これは、練り上げが、一般的に、多様な見方ができるなどの内発的動機を高める問題(米田, 2016)に限って行われることが要因であり、その他の多くの授業は、生徒と一定のやり取りを行いながらも、教師の解説を中心に展開される「例題の解説→練習問題の演習→解答の確認(生徒の指名, 生徒の解答板書などを含む)と解説」という流れを中心に構成されていることが推察される。

1.3 問題の所存と本研究の方向性

上述の通り、アクティブラーニングは、生徒中心の学習方略と一般的に考えられる。一方、思考の外化という側面を形式的に重視し過ぎると、上述した通り、グループにして活動すること自体が目的化してしまったり、「解説→グループ活動→振り返り」などの型に陥ってしまったりする可能性も考えられる。これまでの日本の数学教育は、教師の説明中心の授業や練り上げをもとに授業が展開され、多くの実践の蓄積がされてきた。問題解決型学習や練り上げは、一般に教師が生徒の発想を活かしながら授業を展開していくという点で、やや教師主導の指導方略と考えられるが、そこには効果、効率などの観点から一定の理由があることが推察される。

永田(2018)は、これまでの日本の数学教育において、思考力・判断力・表現力等の育成を意図して続けてきた指導の工夫改善こそ、アクティブラーニングの端緒であると指摘しているが、このことを十分理解した上で、さらに改善が必要な部分を明確にし、新しい教育手法を取り入れていく必要がある。

以上より、中等教育数学科において、主体的・対話的で深い学びの実現が目指されているものの、生徒一人ひとりが自分の思考を外化したり、生徒間の相互作用を活かしたりする授業は、教師説明型の授業においては少なく、練り上げの場面においては教師と生徒間を中心に行われてきたと言える。アクティブラーニングの授業改善という視点からは、教師の説明中心の授業や練り上げの指導を十分踏まえた上で、今後はさらに、生徒全員が自分の思考を外化し、生徒間の相互作用を活かした授業改善が必要だと考えられる。

本研究では、これまでの日本の数学教育実践を大きく変えることなく、大切にしながら、生徒一人ひとりが自分の思考を外化し、生徒間の相互作用を活かした授業を行うため、協同学習に着目する。なお、本研究における思考の外化は、溝上(2015)がアクティブラーニングを定義した際に用いた、「書く・話す・発表する等の活動への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化を伴うもの」とする。

1.4 協同学習

1.4.1 協同学習の定義

協同学習はただのグループ学習ではなく、単なるグループ学習の技法でもない。Johnson et al.(2002)は、協同学習を、生徒がともに課題に取り組むことにより、自分の学びと仲間の学びを最大限に高めようとする、小グループを活用した指導法であると定義をしている。また Jacobs et al. (2002)は、協同学習を、生徒がさらに効果的に一緒に勉強するのを手助けするための原理と技法であると定義をしている。また、日本協同教育学会(2016)は、協同学習を、グループ学習の一部ではあるが、グループ学習がそのまま協同学習ではない、と定義(狭義)し、グループ学習の中でも、次の項で述べる一定の条件を満たす(あるいは特定の要素を含む)ものを一般に協同学習としている。

1.4.2 協同学習の基本要素

単なるグループ学習と協同学習を区別するために、Johnson et al.(2002)は、5つの要素「(1)互恵的な協力関係(Positive Interdependence)」、「(2)個人の責任(Individual Accountability)」、「(3)グループの改善手続き(Group Processing)」、「(4)社会的スキルの促進(Social Skills)」、「(5)対面しての相互作用(Face-to-Face Interaction)」を挙げており、これら英語の頭文字をとり、「Pig's Face」と名付けた。これらの要素について、安永(2012)、関田・上條(2012)を参考に簡潔に説明をする。「(1)互恵的な協力関係」は、ある学習者の学び・習得が別の学習者の学び・習得をもたらすようにデザインされるということである。一人ひとりが自分の考えをもって話し合いに参加し、その上で、仲間と意見を出し合い、共に理解を深める態度と、それを実行する具体的な行為が認められるとき、互恵的な協力関係があると判断できる。「(2)個人の責任」は、学びの成果は要求されたら必ずみんなの前で実行・説明する責任があるということである。グループで話し合いなさい、という指示では、話す生徒と話さない生徒が出てくることが考えられる。また、グループのメンバーには、一人ひとりに2つの責任が求められる。自分の学びに対しての責任に加え、仲間やグループ全体の学びに対しても責任があると考ええる。「(3)のグループの改善手続き」は、グループ学習の質を高めるために、仲間のどの行為が役に立ち、どの

行為が役に立たなかったか、その行為を続け、どの行為を変えるべきかを全員で検討することである。「(4)社会的スキルの促進」は、学び合いに必要とされる人間関係のとり方やグループ活動の仕方を、目的的に、そして正確に伝え、実行を促し、少しでも出来たら褒めて、さらなる実行を促すことである。「(5)対面しての相互作用」は、(1)の互恵的な協力関係が認められるだけではなく、実際に仲間同士が積極的に交流し、学び合い、教え合うことに重点をおくことである。

また、Kagan and Kagan(1999)は、4つの要素、「(1)互恵的な協力関係(Positive Interdependence)」、「(2)個人の責任(Individual Accountability)」、「(3)参加の平等性が担保されている(Equal Participation)」、「(4)活動の同時性が配慮されている(Simultaneous Interaction)」が必要だと主張しており、これらの頭文字をとって「PIES」と名付けた。要素(1)と(2)はJohnson et al.(2002)と同じであるが、(3)と(4)が異なる。「(3)参加の平等性が担保されている」は、学習仲間が同じ程度、学び合いの活動に参加している状態をさす。例えば、1人が1分間話せば、ほかの人も1分間ずつ話す機会を設けるということであり、1人がずっと話し続ける、などということは平等ではない。「(4)活動の同時性が配慮されている」は、目に見える積極的な活動を、できるだけ多くの生徒が同時に行っている状況を重視するということである。例えば、4人グループを作り、グループごとに誰か1人を指名して発言させれば、クラス全体の25%が同時に活動をする。ペアを作り、ペアの一方に発言をさせれば、クラスの半数が同時に活動する。

Kagan and Kagan(1999)は、授業場面において、どれだけの相互交流が生まれるか、目に見える形でのアウトプット(思考の外化)を重視している。Johnson et al.(2002)は、継続的な授業の流れとして捉え、対面してしっかり話を聞き合う姿勢、その取り組み(プロセス)からの気づき、学び(振り返り)、が協同学習の成功につながるかと捉えている。

実際の協同学習の場面では、これらの条件だけではなく、課題の質(難易度など)、課題の構造化(何を考えるか、話すかの明示など)、振り返りの方法なども十分に検討しておく必要がある。また、Johnson et al.(2002)やKagan and Kagan(1999)の条件は、必ず満たすべきものというよりは、教師が生徒一人ひとりの様子を考え、グループ学習の設計や振り返りを行う際の指標の1つとして捉えるという視点も重要である(島, 2021a)。

1.4.3 協同学習の効果

協同学習を基盤とする授業では、授業内容にかかわらず、認知と態度の同時学習が行えるという点が教育上の大きなメリットである。協同学習が、学習に対する理解を深めるだけではなく、同時に生徒の社会的側面を促進する可能性が示唆されているのは、協同で課題解決に向かう過程が、学習のプロセスであると同時に社会的なプロセスであるからだと考えられている。これまでの研究からも、認知面に関して、Barkley et al. (2005)は、

協同学習はもともとの学力の高低にかかわらず、成績が伸びることを報告している。また、学習スキル、読解スキル、コミュニケーションスキル、対人関係スキルなどの向上も認められている。態度面に関しても、協同に対する認識や、学びに対する動機づけ、学習や学習仲間や学校に対する見方が肯定的に変化する報告が多くあげられている。

杉江(2016)は、Johnson and Johnson(1989)が、協同と競争がグループの成績や個人の学習に及ぼす効果を実証的に検討した研究を次のように簡潔にまとめている。

成績に関する協同条件と競争条件、協同条件と個別条件の比較した 1583 の研究事例の結果が表 1 である。

表 1 成績に関する協同条件と競争条件、協同条件と個別条件の比較

成績	協同が優れる	差が見られず	協同が劣る
協同条件と競争条件の比較	316	213	45
協同条件と個別条件の比較	513	432	64

また、協同、競争、個別の 3 条件で課題解決に取り組む過程で生じる同時学習の側面の 1 つ、自尊感情について、成果を比較した 226 の事例の結果を次のようにまとめている(表 2)。

表 2 自尊感情に関する協同条件と競争条件、協同条件と個別条件の比較

自尊感情	協同が優れる	差が見られず	協同が劣る
協同条件と競争条件の比較	80	61	1
協同条件と個別条件の比較	44	37	3

さらに、対人関係についての協同の効果も比較しており、仲間への魅力の変化については、744 の事例を分析し、次のようにまとめている(表 3)。

表 3 対人関係に関する協同条件と競争条件、協同条件と個別条件の比較

対人関係	協同が優れる	差が見られず	協同が劣る
協同条件と競争条件の比較	251	151	7
協同条件と個別条件の比較	184	133	18

杉江(2016)は、上述の効果を示したうえで、集団による課題解決や集団を活用しての個人の学習についての実証的な研究は、条件のコントロールが難しく、さまざまな要因が入り混じるが、上記のように、数多くの事例を通してみると、さまざまな条件差を超えて、協同の優位性が見えてくると指摘している。

1.4.4 協同学習の技法

協同学習の技法は、基本的にすべての生徒が主体的に関わるように構造化がされている(Kagan and Kagan, 1999)。例えば、ペアで話し合いをする際、「自由に話し合いなさい」と教師が指示すると、1人の生徒がたくさん話してもう1人の生徒がほとんど話さないという状況が生まれる可能性が高い。このような場面で、協同学習の簡単な技法の1つである「お隣に聞こう」を利用すると次のようになる。例えば、2つの問題を解いた後、ペアの一人の生徒が1問目をペアの相手に説明し、2問目は役割を交代するように教師が指示するとどの生徒も平等に参加を行うことができる。

このような構造化された協同学習の30技法を、Barkley et al. (2005)は、話し合いの技法、教え合いの技法、問題解決の技法、図解の技法、文章作成の技法の5つに分類し、具体的な事例をもとに紹介している(表4)。

表4 協同学習の5分類30技法

話し合いの技法	教え合いの技法	問題解決の技法	図解の技法	文章作成の技法
1. シンク・ペア・シェア	7. ノート・テイキング・ペア	13. タップス	19. アフィニティ・グループ	24. ダイアログ・ジャーナル
2. ラウンド・ロビン	ア	14. センド・ア・プロブレム	ビング	25. ラウンド・テーブル
3. バズ・グループ	8. ラーニング・セル	15. ケーススタディ	20. グループ・グリッド	26. ダイアディック・エッセ
4. トークング・チップ	9. フィッシュボウル	16. ストラクチャード・プロブレム・ソルビング	21. チーム・マトリックス	イ
5. スリーステップインタビュー	10. ロールプレイ	17. アナリティック・チーム	22. シークエンス・チェイン	27. ピア・エディティング
6. クリティカル・ディベート	11. ジグソー	18. グループインバスティゲーション	23. ワード・ウェブ	28. コラボラティブ・ライティング
	12. テスト・テイキング・チーム			29. チーム・アンソロジー
				30. ペーパー・セミナー

このように、協同学習で扱われる思考の外化は、言葉で話すだけではなく、図解や文章作成などの記述なども含む。安永(2012)は、協同学習の基本的な学び合いの技法として、ラウンドロビン、シンクペアシェア、特派員、ジグソー学習法の4つを挙げている。ラウンドロビンとシンクペアシェアは、最も簡単で活用範囲の広い技法であり、特派員やジグソー学習法は比較的複雑な技法であると指摘している。簡単で活用範囲が広い技法は、

単元や教材などに大きく依存せず、各学校、生徒の状況に合わせて工夫して利用することが可能である。Kagan and Kagan(1999)は、協同学習の 200 以上の技法を、紹介している。Jacobs et al. (2002)は、協同学習の原理を紹介しながら、図解も含めて、技法を丁寧に紹介している。

1.4.1 で述べたように、協同学習は、単なるグループワークの技法ではなく、生徒がともに課題に取り組むことにより、自分の学びと仲間の学びを最大限に高めようとする、小グループを活用した指導法である。技法だけを重視するのではなく、協同学習の定義を十分に認識し、1.4.2 で述べた協同学習の構成要素も十分意識した上で、教科の特性や対象生徒に合わせて技法を選定し、実践しながら改善していくことが重要である。

1.4.5 中等教育数学科における協同学習研究

2014 年の文科省の答申以降、アクティブラーニングの潮流に乗り、ジグソー法(清宮, 2010 ; 吉田・南, 2016)や知識構成型ジグソー法の実践研究が多くなされている(埼玉県, 2021 ; 東京大学 CoREF, 2019)。例えば、吉田・南(2016)では、高校生を対象にジグソー法を用いた授業実践を行い、授業前後で動機づけ尺度の上昇、メタ認知高群及び丸暗記・結果重視志向高群について、授業の前後で学習観尺度の意味理解重視志向の上昇、授業後の学習内容への理解の変化が確認された。飯窪ほか(2017)においても、知識構成型ジグソー法の多くの実践報告がされており、実践後の教員の報告は概して肯定的な内容である。このように、ジグソー法や知識構成型ジグソー法は、一般に肯定的な報告が多くなされている。一方、ジグソー法や知識構成型ジグソー法は授業方略が複雑という課題もある。例えば、竹高・渡辺(2021)は、アクティブラーニングを実践する様々な授業方略をリスクの観点から整理、調査を行い、数学教師は、ジグソー法をリスクの高い授業方略として捉えていることを明らかにしている。この点については、第 5 章で詳しく言及する。このような中、小田切(2016)は高校生を対象に協同学習を取り入れた授業を行い、協同過程における非発言者の理解深化の様相や、授業場面において効率性の観点から教師の関与の必要性など実践場面を適切にとらえた検証を行っている。このような実践研究が蓄積していくことは、生徒間の相互作用を活かした授業を設計していく上で非常に効果的である。海外では、ジグソー法に加え、Student Teams Achievement Divisions(Slavin, 1989; Odom, 2010 など)の実践も行われている。Student Teams Achievement Divisions は生徒をグループにし、グループごとに点数を付与し、協同を促す授業方略である。現状、日本での実践はあまり見られないが、これまで行われてきた生徒とのやりとりを基本とした日本の数学教育には馴染みにくい側面があることが推察される。

以上より、これまでの数学教育における協同学習の実践研究は、やや複雑な授業方略であるジグソー法や知識構成型ジグソー法、Student Teams Achievement Divisions が多い。また、生徒の協同過程の様子を詳細に分析したものも見受けられるが、1 回から数回の授業をもとに考察したものが多い。それぞれの教育実践

に有効性はあると考えられるものの、日常の授業に取り入れやすい技法とはなりにくいと考えられる。1.4.4 で述べた通り、協同学習には様々な技法があり、日常の授業に取り入れやすい基本的な技法も多く紹介されている (Barkley et al., 2005 ; Jacobs et al., 2002 など)。Davidson (1990) や Johnson and Johnson (1990) は、数学に協同学習を取り入れる際は、簡単な技法から使い始めることを推奨している。一方、これまでの数学教育において、1.4.4 で述べた協同学習の技法の中で、ラウンドロビンやシンクペアシェアなどの基本的で簡単な技法 (安永, 2012) に着目した実践研究は見られない。

1.5 研究の目的

以上より、本研究では、中等教育数学科において、生徒一人ひとりが自分の思考を外化し、生徒間の相互作用を活かした、協同学習の基本的な技法を取り入れた授業モデルを提案し、有効性や汎用性について、実践的検証を行うことを目的とする。本研究は、現状で、生徒一人ひとりが自分の思考を外化することに課題があり、日常的に生徒間の相互作用を活かした授業を取り入れていこうとする場面を主な対象とする。

次に、本研究で扱う4つの研究と目的の対応を示す。

研究 1-1 の目的は、数学教育における協同学習の基本的な技法を選定し、実践検証を行うことである(目的 1)。まず、協同学習の技法の中から、協同学習の基本的な技法を選定し、検証を行う。研究 1-1、研究 1-2、研究 2 では、効果の検証として、協同作業認識尺度 (長濱ほか, 2009) を用いる。協同作業認識尺度は、協同効用因子、個人志向因子、互惠懸念因子の 3 因子から構成され、協同作業に対する認識が肯定的であれば、協同効用因子を高く、個人志向因子と互惠懸念因子を低く評価することが期待される。研究 1-1 では、著者が、一斉授業に日常的に協同学習の基本的な技法と協同の価値提示を取り入れた授業について、1 学期間継続して実践して検証を行い、成果と課題点を整理する。

研究 1-2 の目的は、数学教育における協同学習の基本的な技法の汎用性について検証を行うことである(目的 2)。研究 1-2 では、同学年、同科目を指導する他の 2 名の教師に、研究 1-1 と同様の授業について 2 学期間継続して実践してもらい、検証を行う。

研究 2 の目的は、協同学習の基本的な技法が同期遠隔数学授業においても効果があるか検証を行う(目的 3)。現在のところ、日本の中等教育数学科において、同期遠隔授業に協同学習を取り入れ、生徒の協同作業に対する認識を検討した研究は見受けられない。今日の社会情勢や今後の遠隔授業を見通すと、協同学習を取り入れた同期遠隔授業を行い、生徒の協同作業に対する認識を調査する価値は高いと考えられる。なお、同期遠隔授業は教員も生徒も慣れていないことが想定されるため、研究 1-1、1-2 を参考にしながら、同期遠隔授業の授業設計を改めて検討する。

研究 3 の目的は、協同学習の基本的な技法を組み合わせ、ジグソー法より簡便な協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を設計し、実践検証を行うことである(目的 4)。現在、(知識構成型)ジグソー法が、一人一人の生徒に責任を持たせ、生徒間の対話を重視し、他者と協調して1つの新たな理解をつくり上げていく指導方略として注目を浴びており、肯定的な報告も多くなされている。一方、ジグソー法は、授業設計の複雑さなどの面で課題もある。研究 3 では、まず、中等教育の数学授業において、研究 1-1, 1-2 で効果が確認された協同学習の基本的な技法を組み合わせ、ジグソー法より簡便で生徒全員の対話を保障する協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を設計する。効果については生徒の記述力をもとに検証を行う。

以上より、本研究目的を達成できると考えた。

本研究は、次の 3 点において新規性がある。第一は、ジグソー法や知識構成型ジグソー法などのように複雑な技法ではなく、協同学習の基本的な技法に着目している点である。さらに、協同学習の基本的な技法に着目した実践研究は、例えば英語教育では多くみられるものの(江利川, 2012 など)、数学科の実践研究においては管見の限り見受けられず、意義があると考えられる。第二は、これまでの日本の数学教育実践と協同学習を二項対立的に論じるのではなく、これまでの日本の数学教育実践を大切にしながら、協同学習の基本的な技法「も」取り入れるという統合的なモデルを提唱している点である。第三は、協同学習場面における教材例や展開例の紹介は行うものの、協同学習を継続的に取り入れた際の、生徒の情意面や記述力の変化を 2 週間～1学期間程度のやや中期的な期間で検証するという点である。

第2章 研究1-1 協同学習の基本的な技法の選定と生徒の協同作業に対する認識の変容

2.1 研究1-1の目的

本研究では、中学の数学授業において、生徒間の相互作用を重視した授業設計を行うため、協同学習の基本的な技法に注目する。協同学習は、生徒がさらに効果的に一緒に勉強するのを手助けするための原理と技法(Jacobs et al., 2002)であり、各技法は手順が構造化されている。一方、これまで数学教育研究で取り上げられる協同学習の技法は、知識構成型ジグソー法(埼玉県, 2021; 東京大学 CoREF, 2019)や Student Teams Achievement Divisions(Slavin, 1989; Odom, 2010)など、複雑な技法がほとんどであり、基本的な技法に限定した研究が見受けられない。協同学習の実施に慣れていない教師にとって、最初から協同学習の複雑な技法を扱うのは難しいと考えられるため、まず、基本的な技法に慣れた上で複雑な技法に取り組んでいくことが効果的だと考えられる。日常的に利用ができる基本的な技法を用いた継続的な実践を行い、それらの効果を検証することは、生徒間の相互作用を活かした授業方略の1つとして、有用性が高いと考えられる。

次に、協同学習の効果の検証をどのように行うかが問題となる。協同学習は、学業成績、対人関係、自尊感情について望ましい効果があることが、先行研究によって実証的に検証されている(Johnson and Johnson, 1989)。しかし、協同学習の学習環境を整えたとしても、そこに参加する生徒がそもそも協同作業をどのように認識しているかにより、協同学習の効果は著しく異なると考えられる(長濱ほか, 2009)。協同作業を肯定的に捉えている生徒は協同学習を通して学習内容に加えて、対人関係などの多くのことを学ぶと考えられるが、協同作業を良いものとして捉えていない生徒は協同学習を行っても協同学習に期待される学習効果を得ることは難しい。さらに、社会情動的スキルのフレームワークの下位構成概念の一つに他者との協働が挙げられており(経済協力開発機構, 2018)、協同作業への肯定的な認識そのものも情動的なスキルとして重要であると考えられる。協同作業への認識の研究としては、小学校の算数場面において協同学習技法を用いた町・中谷(2014)が、話し合いの構造化が、理解深化に加え、グループ学習への肯定的認知に結びつく可能性を示した。一方、この研究は3時間という短期間で行われており、より長期的な期間での検証を今後の課題としてあげている。Jacobs et al.(2002)は、協同学習は、最初のうちは慣れるための時間が必要であり、予想していたようにうまく進まないこともあるが、あきらめず粘り強く進めることが重要だと述べている。この観点から、協同学習の導入期において、生徒の協同作業に対する認識をある程度長期的な期間で測定することは、協同学習がスムーズに導入できたかという指標として意義があると考えられる。本研究では、この指標として、長濱ほか(2009)が開発した、協同効用因子、個人志向因子、互惠懸念因子の3因子から構成される協同作業認識尺度を用いる。

さらに、協同学習では、今後の人生で必要となる社会的スキルを獲得できるなどという協同の価値提示を行うことも重要とされる(Jacobs et al., 2002)。特に、導入期においては、協同学習をやる意味が分からなかったり、抵抗を示したりする生徒もいると考えられ、協同学習の技法に加えて協同の価値提示を行うことは、生徒の協同作業に対する認識に肯定的な影響を及ぼすと考えられる。

以上より、研究 1-1 では、中学校の数学科の授業において、生徒の相互作用を重視する授業を行うため、まず、協同学習の基本的な技法の選定を行う。その上で、基本的な技法を取り入れ、適宜協同の価値提示を行う授業実践を行い、生徒の協同作業に対する認識の変容について、協同作業認識尺度を用いて調査し、成果と課題点を整理することを目的とする。

2.2 研究 1-1 の方法

2.2.1 研究の対象

研究 1-1 の対象生徒の所属する学校は、中学校 1 年生全員がクラス単位での授業であり、数学は、週当たり 5 時間の授業が行われている。なお、学力別のクラス編成などは採用しておらず、どのクラスも同程度の学力になるように編成がされている。1 学期間を通して、テストなどを除く実授業数は 51 回であった。研究実施期間中、他教科で協同学習を意図的に取り入れた授業はなかった。また、中学 1 年生は、1 週間から長くとも 2 週間で席替えをする。研究対象を表 5 に記す。

表 5 研究 1-1 の対象

授業者	著者(33 歳, 教職 11 年目)
調査協力者	私立女子中学校 1 年生, 計 83 名 A 組(42 名), B 組(41 名)
期間	2014 年 4 月～2014 年 7 月まで
単元	正負の数(21 時間), 文字式(13 時間), 方程式(17 時間)

2.2.2 研究の概要

著者が、中学校数学科の授業において、日常的に協同学習の基本的な技法を取り入れ、適宜協同の価値提示を行う授業を第 1 学期の間継続して行い、生徒の協同作業に対する認識の変容を調査し、成果と課題点を整理する。協同作業認識尺度調査を介入前(4 月 14 日), 介入中(5 月 18 日), 介入後(7 月 2 日)に行い、自由記述調査を介入後の協同作業認識尺度調査と同時に行う。研究のフローを図 2 に示す。

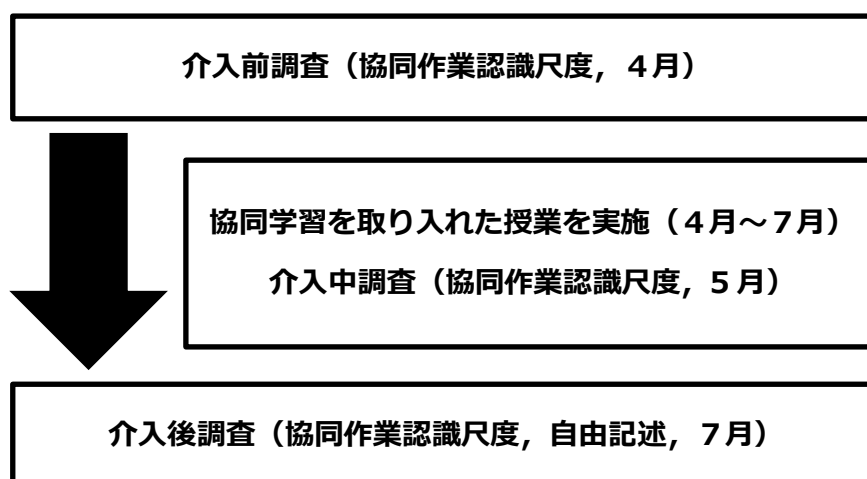


図2 研究1-1の流れ

2.2.3 授業設計

1.2 で述べた通り，数学教育においては，やや教師が中心となる授業も必要であり，その中で，一斉講義も必要であると考えられる．そのような中，ジョンソンほか(2001)や Smith et al.(2009)は，講義に一定の効果があつたとしても，生徒の集中力低下など様々な問題点があることから，他の教授法との併用をすべきだと指摘をしている．Smith et al.(2009)は，講義と併用しやすい授業方略として，授業の開始と終わりに学習課題に焦点化した話し合いをもち，講義の途中にはペアによる話し合いを適宜はさむブックエンドモデル(図3)を提案している．

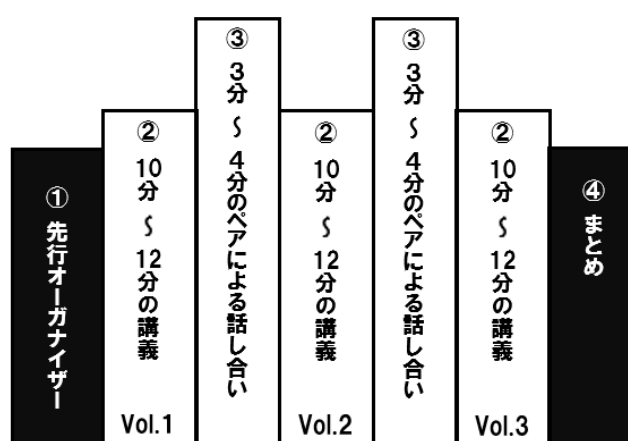


図3 ブックエンドモデル(Smith et al., 2009)

数学の授業においては，授業前の学習課題に焦点化した話し合いは，生徒の前提知識の点において難

しい(稲垣・鈴木, 2011)場面が多いと考えられるため, 先行オーガナイザーとして授業開始時に学習意欲を高める話題提供や本授業の目標を説明する. 次に, 数学の授業では授業者による例題解説の後に生徒が練習問題を解くことが一般的であるため, 生徒が個人で練習問題を解いた後に, 協同学習を取り入れる. 取り入れる協同学習技法については後述する. ブックエンドモデルをもとにしながら, 研究1-1, 1-2における50分間の授業モデル例を表6に示す. 内容に応じて, ①や④の時間の増減を行ったり, ②③の繰り返しを1回にするなど工夫ができる.

表6 本研究における50分間の授業モデル例

図3との対応	目安の時間(概要)	内容
①先行オーガナイザー	4分(生徒とのやりとりも含む説明)	・授業者による前回の復習, 本時の目標, 当日の学習内容への動機づけなど
②講義(解説)	4分(例題解説)	・授業者による例題解説
③ペアによる話し合い(協同学習)	7分(協同学習を利用した練習問題演習) 3分(解説)	・表7のいずれかの協同学習技法 ・授業者が生徒の状況を見ながら解説
②③の繰り返し×2	14分×2	・②③を繰り返す
④まとめ	4分(まとめ)	・当日のまとめを行う

以下に表6の③の部分で採用する協同学習技法の設計要件と, 採用した協同学習技法の概要を述べる.

ウィルソン(2013)は, 教師が活力と作業を生徒の手に移していく授業を計画する際の重要な点として, 学習環境をどのようにデザインするか, 教室内のコントロールをどう維持するかを2点を挙げている.

この点を踏まえ, 数学の一斉授業に, 協同学習の基本的な技法を組み入れる設計を行う. 第一の設計要件は技法自体が単純かつ繰り返し利用できるものであり, 学習環境のデザインに該当する. 単純な技法を選択することにより, 教師は技法の手順や留意事項を理解し明確な指示が行え, さらに, 同じ技法を繰り返し使うことで, 教師も生徒も協同学習の技法とその背後にある考え方についての理解が徐々に深まり, 経験知が蓄積されていく(安永, 2015).

第二の設計要件は, 数学の一斉授業に組み入れることができるものであり, 「授業コントロール」に該当する. 本授業設計では, 一斉授業において, 生徒が問題を解いた後, 協同学習を取り入れ, 生徒同士の相互作用の機会を設けてから教師の解説に移る. このような協同学習を一斉授業に組み入れる授業設計は, 生徒の相互作用を重視しつつも, 授業全体を生徒に任せてしまうことがなく, 多くの教師, 生徒にとって混乱や不満が大きくならず, 教室内のコントロールも比較的容易であると考えられる.

上記の設計要件を踏まえて、江利川(2012)、Jacobs et al.(2002)、Kagan and Kagan(1999)、安永(2012)を参考に技法の選定を行った。第一の設計要件より、教師の指示方略、生徒の活動がともに、単純、明瞭である技法に絞った。第二の設計要件より、生徒が問題を解いた後、教師の解説に移る前に組み入れることのできるものであり、単元特性はもたないが、数学の様々なタイプの問題に対応できる技法を選定した。

これらを踏まえて、(1)相談タイム、(2)お隣に聞こう、(3)ホップ・ステップ・クラス、(4)ラウンドロビンの4技法を採用した。それぞれの技法名、技法の流れ、所要時間、利用場面の詳細を表7に示す。(1)～(3)は協同学習におけるペア学習、(4)は協同学習におけるグループ学習である。

各技法は一定のパターンがあり、個人思考、集団思考の順で構成されている。まず生徒は課題について1人で考え、自分なりの解答を準備する。次に、ペアまたはグループになり、各自の解答を述べる。その際、話し合いの結果を報告する機会を多く設ける。このことにより、個人と集団に責任を持たせ、メンバー全員が活動に参加することを促進させる。

表7 研究1-1で採用した協同学習技法

技法名	時間	技法の手順	利用場面
(1) 相談タイム (江利川, 2012)	1分程度	手順1) 個人思考 手順2) ペアで短時間確認	計算練習など簡単な問題
(2) お隣に聞こう (Jacobs et al., 2002)	2分程度	手順1) 個人思考 手順2) ペアになり、生徒1, 2に分ける 手順3) 生徒1は教師が出した問題を 生徒2に聞く 手順4) 役割を交代する	やや説明を要する問題、間違いやすい問題
(3) ホップ・ステップ・クラス (Jacobs et al., 2002)	教材に依存	手順1) 個人思考 手順2) ペアで話し合い 手順3) クラスに報告	発想力を問う問題、議論可能な問題
(4) ラウンドロビン (Kagan and Kagan, 1999)	8分程度	手順1) 個人思考 手順2) グループで話し合い 手順3) クラスに報告	多様な見方ができる問題

さらに、本研究では、協同の価値提示を、技法に加えて適宜行う。Jacobs et al.(2002)は、協同学習を実施する際には、生徒の協同に対する精神を促進させることが重要であり、生徒に協同したいと思わせる際の教師

の声掛けのポイントについてまとめている。例えば、「協同することを学ぶことは、家族、友人など人生全般において他の人と何かを行ううえで重要である」、「教えることは二度学ぶこととも言われ、他の人に教えることを通して、教えている人の理解も深まる」などである。本研究においては、このような声掛けを協同の価値提示とし、適宜行う。特に、生徒が協同学習に慣れるまでの最初の1週間ほどは、協同学習の導入に不満を示す生徒がいる可能性も高いと考えられる。教師が、協力することの価値提示を適宜行っていくことは、グループ学習に抵抗を持っている生徒や、グループ学習に積極的になれない生徒への動機づけにもなる。なお、中学生という成長段階を考慮すると、「協力することは大切」などと抽象的に伝えるばかりだけではなく、グループ学習の最初に活動の意図を適宜伝えることに加え、最後に授業中に見られた具体的なよさを伝えたり、グループ学習後の生徒アンケートをもとにフィードバックをしていくことなどが効果的である。

2.2.4 各技法の授業展開例

(1) 相談タイム

問題を解いた後、ペアになって自分たちの解答を確認(相談)する機会を設けることで、小さなミスの修正や、授業にメリハリをつけることができる。生徒が板書をする前に取り入れることで、不安の払拭にもなる。横のペアだけではなく縦のペアを取り入れることなども効果的である。一方、確認するだけの活動のため、基本的に短時間に限ること、技法(2)～(4)のような他者に説明する機会(個人の責任)をもつ技法と組み合わせて使うことも重要である。

(2) お隣に聞こう

2つ以上の問題を、ペアにした生徒に順番に解き方を説明させ、個人の責任を明確にすることができる。

例えば、下記の教材 1(島, 2020a)で、中学 1 年生で文字式の計算と方程式を習った後、2つの問題の違いを生徒に(再)確認させることを意図した場面での利用が考えられる。

教材 1 協同学習技法「お隣に聞こう」の教材例①

下記の問題を解き、(1)(2)はそれぞれどのような点に注意するとよいか説明しなさい。

$$(1) \frac{1}{2}x - \frac{x-2}{3} \qquad (2) \frac{1}{2}x - \frac{x-2}{3} = 5$$

個人思考で(1)(2)両方を解かせた後、隣同士でペアを作り、窓側を生徒 A、廊下側を生徒 B と指定する。生徒 A に(1)を、生徒 B に(2)を、ペアの相手に、解き方とそのポイントについて順番に説明するように指示をする。(1)(2)ともに短時間で解ける生徒もいると考えられる一方、(1)では(2)で分母を払う際に行う式変形と混同して、式全体に 6 をかけて計算をする間違いをする生徒も現れることが想定される。本問題のように、(1)(2)を並べて出題することで、(1)のような式の問題で、式全体に分母の最小公倍数をかけることのないように意識化をすることが狙いである。また、(1)では $\frac{x}{6}x - \frac{2}{3}$ と $\frac{x+4}{6}$ の 2 つの解答が出るのが想定され、この点も合わせて確認することができる。さらに、(2)では通分をして解くことも両辺に 6 をかけて分母を払って解くこともできるが、一般的に、分母を払って計算する方が計算が楽であることも確認することができる。

また、合同の証明など、図を用いた場面でも利用ができる(付録(3))。

さらに、「(1)相談タイム」と「(2)お隣に聞こう」を意図的に組み合わせることも効果的である。

例えば、下記の教材 2(島, 2022)で、中 3 式の計算の単元での利用において、問題 1 は「相談タイム」で、問題 2 は両方解かせた上で、「お隣に聞こう」で扱うことが考えられる。

教材 2 協同学習技法「相談タイム」と「お隣に聞こう」を組み合わせた教材例

<問題 1> 連続する 2 つの偶数の積に 1 を加えた数の性質を考えましょう。

<問題 2> (問題 1 の解決後、問題 1 の証明も説明した後に提示)

(ア) 問題 1 の偶数を奇数に変えて考えます。連続する 2 つの奇数の積に 1 を加えた数はどのような数になるか予想し、そのことを証明しなさい。

(イ) 連続する 3 つの自然数の真ん中の数の 2 乗から 1 をひくと、その他の 2 つの数の積になります。このことを証明しなさい。

問題 1 では、冒頭で「相談タイム」を用いることで、「奇数」、「2 乗された数」、「2 つの偶数の間にある奇数の 2 乗」などという答えが予想される。このように複数解答が存在する問題で「相談タイム」を用いると、教室で会話が生まれるため、教師がそれを適宜取り上げて黒板で板書しながら確認することができる。今回は、「2 つの偶数の間にある奇数の 2 乗」という発想を取り上げ、証明に移る。証明の際は、どのような文字の置き方をするか、生徒とやり取りを行って確認してから解かせてもよい。中学 2 年生までで類似の証明を扱っているため、生徒の状況を確認しながらも、次の問題での「お隣に聞こう」の活動を見通して板書で書くべきポイントを明示するなど丁寧に解説を行っておく。その後、問題 2 の(ア)と(イ)をペアで分担して「お隣に聞こう」の技法を用いて展開する。

「お隣に聞こう」を終えた後は、全体の様子を見ながら、次のような関連付けを行う展開も考えられる。問題 2(イ)は、問題 1 と問題 2(ア)を合わせれば、すでに解けているとも言える。生徒の状況に応じて、これらを関連付ける展開も考えられる。このように、扱う問題に関連性や発展性があると生徒の印象に残る。

「相談タイム」は場面を選ばず、1 授業の中で複数回利用することが容易なため、その中のどの場面で「お隣に聞こう」を取り入れると効果的か想定し、意図的に用いることが重要である。さらに、「相談タイム」と「お隣に聞こう」の2つは、生徒間の相互作用を活かしながら、状況に応じて、すぐに一斉講義に戻せること、臨機応変に対応できる点が強みである。例えば、「お隣に聞こう」を行ってはみたものの、机間指導をしている中で、多くの生徒が間違えた説明をしている可能性もある。そのような場面、活動を終えた後、間違いを黒板で取り上げ、クラス全体に問い直ししながら深めていくこともできる。その際、再度「相談タイム」を用いることも考えられる。

(3) ホップ・ステップ・クラス

発想を生徒から引き出すなど、クラス全体での対話の場面で取り入れるのが効果的である。クラス全体での対話では、一人の生徒が全体に発言をすることが難しい場合もある。適宜ペアでの活動を取り入れ、様々な意見を取り上げていくことで、生徒が自信をもってクラス全体に発言することにもつながる。

例えば、下記の教材 3(島, 2019)で、中学 1 年生の比例の学習場面で、比例定数が文字の場合の変化の割合における利用が考えられる。

教材 3 協同学習技法「ホップ・ステップ・クラス」の教材例

$y = ax(a < 0)$ で、 x の値が 1 増えると y の値はどのように変化しますか。

比例定数 a が 2 や -5 などの具体的な数であれば簡単な問題と考えられる。比例定数 a が正の数であるという条件でもそれほど難しくないものの、比例定数 a が負の数となると表現がやや難しくなり、対話の意義が生まれる。本問題の意図は、問題に正しく答えることに加え、複数の表し方があり、どの表現でも同様であることを生徒が認識することである。また、表現を行う上で、絶対値という言葉ができれば生徒から引き出したい。

下に、授業での実際の生徒とのやり取りを示す。教師を T、生徒 AB のペアを S_{AB} などと表記する。

T : $y = ax(a < 0)$ で、 x の値が 1 増えると y の値はどのように変化しますか。隣の人と 2 分間話し合ってください。この後何組か指名します。(この間、生徒の様子を見ながら、指名する順番を想定しておく。)

T : では、AさんとBさんのペアではどのような解答になりましたか。

S_{AB} : y が a だけ減るにしました。

T : なるほど。Cさんたちのペアはどうなりましたか。

S_{CD}: a は負だから, y が $-a$ だけ減るにしました.

(他に, a だけ増えるなどの反応も出てくるのが想定される. 教師がすぐに正誤判定せずに, 生徒から出てきた発想のどれが正解であるかクラス全体に再度投げかけ, やりとりをしながら, $-a$ だけ減ると a だけ増えるが答であることを確認する.)

T : +, - があることでなんだか表現がややこしくなっているみたいですね. +, - をうまく処理して, 他の表現方法はありますか. 教科書を調べてもいいのでもう一度ペアで考えてみてください.

S_{EF}: a の絶対値だけ減るは?

T : よく見つけましたね. こんなところで, 絶対値という言葉がうまく使えることもあるのですね.

今回は, ペア EF から絶対値という言葉が出てきたが, 期待する解答が出てこないことも考えられる. このような際は, +, - にとらわれない数学の言葉はなかったか問いかけたり, 教科書の該当のページ数を伝えたりすることが考えられる.

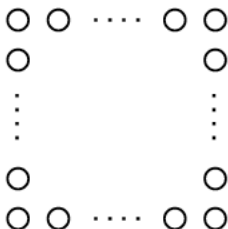
(4) 順番に話そう

3 つ以上の多様な発想がある問題での利用が効果的である.

例えば, 下記の教材 4 で, 中学校 1 年の文字式の単元での問題での利用が考えられる. 本問題は, 生徒に自由に発想させる指導にも意義があるが, 意図的に問題や解き方を指定することで, 個人の責任を明確にすることにつながる.

教材 4 協同学習技法「ラウンドロビン」の教材例

下図のように, 1 辺に同じ個数の○を並べて, 正方形を作ります. 1 辺に○を x 個並べるとき, 全部で○がいくつあるか, (1)(2)の順で考えていきます.



(1) まず, 1 辺に○を 6 個ずつ並べるとき, A さん~D さんは次のような式で考えました. どのように考えたか説明して下さい.

$$\text{A さん: } 5 \times 4 = 20, \quad \text{B さん: } 6 \times 4 - 4 = 20, \quad \text{C さん: } 4 \times 2 + 6 \times 2 = 20, \quad \text{D さん: } 6 \times 6 - 4 \times 4 = 20$$

(2) 1 辺に○を x 個ずつ並べるとき, A さん~D さんの考えをもとにして求めなさい.

本問題は、文字式の導入で扱われることも多いが、本展開では、文字式の計算まで終えた場面を想定する。例えば次のような展開が考えられる。4人グループを作り、責任をもって取り組めるように、1人1つの問題(Aさん～Dさん)を担当して、(1)について個人で考えさせ、その後、順に説明をさせる。状況に応じて、(1)の後で、教師が確認をしてもよい。次に、(1)をもとに、(2)について、(1)で担当した問題をもとに、1人1つの問題(Aさん～Dさん)を担当して同様に展開する。(2)では、それぞれの解き方によって下記のような式が表出する。

Aさん: $(x-1) \times 4$,	Bさん: $x \times 4 - 4$,	Cさん: $(x-2) \times 2 + x \times 2$,	Dさん: $x \times x - (x-2) \times (x-2)$
-------------------------	-------------------------	--------------------------------------	--

(2)が解き終わったグループは、(2)の答えがAさん～Dさんにおいて、解いた式が一見異なるように見えるため、そのような生徒の発想を取り上げて、それぞれの式が同じか検証してみよう、とクラスに投げかけて確認する。(1)～(3)は同様になることがすぐに確認できるが、(2)のDさんの式は、中1の段階で2乗の展開公式を習わないため、この式は中2の計算で扱うと伝えて今後の課題とする展開や、発展的に指導をするなどの展開など留意しておく必要がある。なお、生徒から、図形上で、真ん中の $(x-2) \times (x-2)$ の部分を上左の左上部分などに移動する発想が出ることも考えられる。2乗の展開公式の直接的な解決にはならないものの、このような発想が出てきた場合、発想だけをクラス全体に投げかけて、相談タイムなどでの展開が可能である。

2.2.5 調査の方法

長濱ほか(2009)は、実践的見地から、協同学習が求める環境を整えても、そもそも学習者が他者と一緒に活動することに対してどのような認識をもっているかによって、協同学習の効果は大きく異なると考えられることから、大学生を対象に協同作業認識尺度を開発した。本研究は中学生1年生を対象とするため、この尺度を杉江(2011)が表現を簡易に修正したものを利用する。協同作業認識尺度は、協同効用因子(9項目)・個人志向因子(6項目)・互惠懸念因子(3項目)の3因子18項目から構成されている(表8)(詳しくは巻末の付録(1)参照)。協同効用因子は、「一人でやるよりも協力した方がよい結果が得られる」などの項目が含まれ、仲間と共に作業することに対する有効性の認識を測る尺度である。個人志向因子は、「みんなでいっしょに活動すると、自分の思うようにできない」などの項目が含まれ、仲間との協同を回避し、一人での作業を好む志向性を測る尺度である。互惠懸念因子は、「いろいろなことが上手にできる人たちは、わざわざ協力する必要はない」などの項目が含まれ、協同作業から得られる恩恵に対する懸念の認識の尺度である。協同作業に対する認識が肯定的であれば協同効用因子を高く、個人志向因子と互惠懸念因子を低く評価することが期待されている。各項目に対し、どの程度同意できるかを5件法で評定させる(1:全くそう思わない, 2:あまりそう思わない, 3:どちらとも言えない, 4:ややそう思う, 5:とてもそう思う)。

表 8 協同作業認識尺度

協同効用因子	1. グループのために自分ができることをやるのは楽しい 2. 一人でやるよりも協力した方がよい結果がえられる 3. グループの友だちを信じていなければ協力はできない 4. みんなでいろいろな意見を出し合うことはためになる 5. 苦手なことが多い人たちでも協力すればよい結果をえられる 6. グループ活動をすると、友だちの意見を聞くことができ自分の知識がふえる 7. 個性(人)はいろいろな人と交流することによってつくられる 8. いろいろなことが上手にできる人は、協力することでもっと上手になる 9. たくさんの仕事でも、みんなとひとしよにやればできる気がする
個人志向因子	10. みんなとひとしよに活動すると、自分の思うようにできない 11. グループで活動すると必ずしんげんに取り組まない人がでてくる 12. グループの友だちに合わせながら活動するより、一人で活動する方がやりがいがある 13. みんなで話し合っていると時間がかかる 14. 人に言われて活動はしたくない 15. 失敗した時に全員がおこられるなら、はじめから一人でやる方がいい
互惠懸念因子	16. いろいろなことが上手にできる人たちは、わざわざ協力する必要はない 17. 協力するのは、ひとりでは活動できない人たちのためである 18. 弱い人はグループになって助け合うが、強い人は助け合う必要はない

(長濱ほか, 2009 ; 杉江, 2011)

2014年4月の調査開始時に、調査対象者78名を対象に、3因子の内的整合性をクロンバックの α 係数を用いて算出した。その結果、協同効用 $\alpha=0.75$ 、個人志向 $\alpha=0.69$ 、互惠懸念 $\alpha=0.61$ となり、互惠懸念因子の α 係数がやや低いものの、概ね先行研究(長濱ほか, 2009)を支持する結果となったため、この尺度を採用した。協同作業認識尺度の3因子、協同効用因子(表11の項目1~9)、個人志向因子(表11の項目10~15)、互惠懸念因子(表11の項目16~18)について、それぞれの因子に含まれる項目の平均点を下位尺度得点とし、1要因の対応のある検定手法で分析を行う。なお、それぞれのクラスにおける人間関係なども影響することが考えられるため、付随的に2つのクラスごとの分析も行う。

また、7月には付随的な自由記述により、「協同学習について、あなたが感じる良い点を書いてください」、「協同学習について、あなたが感じる悪い点を書いてください」、「協同学習で、あなたが自分の考えを伝えるとき、気をつけていることがあれば教えて下さい」、「協同学習であなた自身が学習をしていく上で行った工夫があれば教えて下さい」の4点について調査した。これらの自由記述は、協同作業認識尺度の量的な調査に加え、協同学習に対する生徒の認識の質的な面を捉えることを目的としている。

2.3 研究1-1の結果

毎回の授業で協同学習を何回取り入れたか記録をとったところ、平均3.78回の協同学習を行っていた。授業では、ほぼ同じ頻度で協同学習を利用した。調査対象者のうち、質問紙調査に不備のあった生徒5名(A組4名、D組1名)を除く、78名について分析を行った。

2.3.1 協同作業認識尺度の結果

協同作業認識尺度の3因子、それぞれの因子に含まれる項目の平均点を下位尺度得点とし、反復測定の分散分析を行った(表9)。結果、協同効用因子および互惠懸念因子に関しては、有意差が見られなかった。個人志向因子に関しては、 $F(2, 154)=18.06$, $p<.001$ で有意であり、ボンフェローニの方法を用いて多重比較を行った結果、介入前から介入中($p<.001$, $r=.43$)、介入前から介入後($p<.001$, $r=.51$)にかけて得点が有意に低くなっていた。

付随的に、クラス(対応なし:A組・B組)×時期(対応有:介入前・介入中・介入後)の2元配置分散分析を行った(表10)。この結果、協同効用因子に関しては、教師、時期の主効果、教師×時期の交互作用ともに有意差は見られなかった。個人志向因子に関しては、教師の主効果は見られなかったが、時期の主効果が $F(2, 152)$

=17.82, $p < .001$ で有意であった。互惠懸念因子に関しては、教師、教師の主効果、教師×時期の交互作用とともに有意差は見られなかった。

表 9 協同作業認識尺度の下位尺度得点の推移 ($n = 78$)

因子	介入前	介入中	介入後	F 値	多重比較
	$M(SD)$	$M(SD)$	$M(SD)$		
協同効用因子	4.07 (0.55)	4.08 (0.55)	4.06 (0.58)	0.04	<i>n.s.</i>
個人志向因子	2.91 (0.67)	2.63 (0.63)	2.53 (0.69)	18.06	*** 介入前 > 介入中*** 介入前 > 介入後***
互惠懸念因子	2.00 (0.67)	2.09 (0.67)	1.92 (0.69)	2.41	<i>n.s.</i> 介入中 > 介入後†

† $p < .1$, *** $p < .001$

表 10 協同作業認識尺度の下位尺度得点の推移と分散分析の結果 ($n = 78$)

因子	クラス (生徒人数)	介入前	介入中	介入後	分散分析の F 値		
		M (SD)	M (SD)	M (SD)	時期	クラス	交互作用
協同効用 因子	A 組 ($n = 38$)	4.05 (0.57)	4.06 (0.49)	4.08 (0.59)	0.04	0.02	0.16
	B 組 ($n = 40$)	4.09 (0.54)	4.10 (0.61)	4.05 (0.57)			
個人志向 因子	A 組 ($n = 38$)	2.83 (0.67)	2.54 (0.67)	2.47 (0.67)	17.82***	1.31	0.09
	B 組 ($n = 41$)	2.98 (0.67)	2.72 (0.58)	2.59 (0.70)			
互惠懸念 因子	A 組 ($n = 38$)	1.96 (0.64)	2.06 (0.70)	1.92 (0.75)	2.36	0.09	0.11
	B 組 ($n = 41$)	2.03 (0.71)	2.12 (0.65)	1.92 (0.63)			

*** $p < .001$

2.3.2 自由記述調査の結果

7月に行った自由記述の結果について、回答を要約するために、本来質的データである文章を計量的に分析するために開発されている KH Coder (樋口, 2020)を用いる。便宜上、質問項目を A~D とし、それぞれについて Jaccard 距離を用いた Ward 法による階層的クラスター分析を行った。表 11 はその結果について、4 件以上見られたものをまとめたものである。なお、1つの回答が複数のクラスターに重複してまたがることはない。

質問項目 A においては、協同学習に関するメリットについて、「不安や課題の解消ができる」が最も多く見られ、次いで、「気づきや知識につながる」、「お互いの知識に触れられる」、「教え合いができる」、「色々な人と話せる」が見られた。質問項目 B においては、協同学習に関するデメリットについて、「足並みがそろわない」、「授業とは関係ない話をしてしまう」、「意見の衝突やそれを避けようとする動き」、「協力しない人、人任せにする人がある」が見られた。質問項目 C においては、伝達の工夫について、「詳細に説明する」、「グループメンバーに配慮して話す」が多く見られ、次いで、「順序立てや発言数のバランスを取る」、「簡潔にまとめて説明する」が見られた。質問項目 D においては、全般的な工夫について、「発言量の増加によってグループの意見の統合量を増やすこと、それらを書きとめておくこと」が最も多くが見られ、次いで、「相違だけでなく経過も確認する」、「個人や全体での知識の積み重ねを意識する」、「自他の疑問をなるべく解消する」が見られた。

表 11 自由記述による回答の要約 (n = 78)

質問項目 A(メリット)協同学習について、あなたが感じる良い点を書いてください。
(A1)不安や課題の解消ができる(34 件, 44%) (A2)気づきや知識につながる(17 件, 22%) (A3)お互いの意見に触れられる(12 件, 15%) (A4)教え合いができる(8 件, 10%) (A5)いろいろな人と話せる(6 件, 8%)
質問項目 B(デメリット)協同学習について、あなたが感じる悪い点を書いてください。
(B1)足並みがそろわない(17 件, 22%) (B2)授業とは関係のない話をしてしまう(15 件, 19%) (B3)意見の衝突やそれを避けようとする動き(14 件, 18%) (B4)協力しない人, 人任せにする人がいる(8 件, 10%)
質問項目 C(伝達の工夫)あなたが自分の考えを伝えるとき、気をつけていることがあれば教えてください。
(C1)詳細に説明する(29 件, 37%) (C2)グループメンバーに配慮して話す(20 件, 26%) (C3)順序立てや発言数のバランスを取る(10 件, 13%) (C4)簡潔にまとめて説明する(7 件, 9%)
質問項目 D(全般的な工夫)あなた自身が学習をしていく上で行った工夫があれば教えてください。
(D1)グループ内の意見の統合量を増やし、書きとめる(17 件, 22%) (D2)相違だけでなく経過も確認する(9 件, 12%) (D3)個人や全体での知識の積み重ねを意識する(5 件, 6%) (D4)自分の疑問をなるべく解消する(4 件, 5%)

2.4 研究 1-1 の考察

研究 1-1 では、協同学習の 4 つの基本的な技法を選定し、日常的に協同学習の基本的な技法を取り入れ、適宜協同の価値提示を行う授業を第 1 学期の間継続して行い、生徒の協同作業に対する認識の変容を調査した。

この結果、協同効用因子および互惠懸念因子に関しては、有意差が見られなかったが、個人志向因子の低下が見られた。個人志向因子は、介入前から介入中にかけて、介入前から介入後にかけてそれぞれ有意に低下し、導入初期の段階で効果が現れ、その効果が持続したと考えられる。個人志向因子の項目には「みんなで話し合っていると時間がかかる」、「グループで活動をすると必ず真剣に取り組まない人がでてくる」などが含まれ、協同学習技法の導入に際して、授業コントロールを保ったうえで生徒の相互作用が行われていたと考えられる。要因として、第一に協同場面を一斉授業の中に組み入れたことで今までの授業と大きく変わることなく、協同場面が設定できたこと、第二に協同学習技法に含まれる個人思考と集団思考の流れにより、多くの生徒が個人の責任を意識したことが考えられる。

さらに、自由記述においても、質問項目 A における、「不安や課題の解消ができる」、「気づきや知識につながる」などの意見が散見され、質問項目 C, D からも、「詳細に説明する」、「グループメンバーに配慮して話す」、「グループ内の意見の統合量を増やし、書きとめる」などの工夫する姿勢が多数伺え、協同作業に対する肯定的な態度として捉えることができる。

一方、自由記述の質問項目 B からは、足並みがそろわない、授業とは関係のない話をしてしまう、意見の衝突やそれを避けようとする動き、が見られ、活動時間の差、個人の責任、人間関係という点において課題点も浮かび上がった。今後、活動時間に関する面や人間関係の面を考慮して、どのように協同場面を作り上げるか、また、関係のない話をしてしまう生徒への指示をどのように行うべきか、個々の生徒への対応と共に全体でのルール作りなどの面でも検討が必要である。また、それぞれのクラス内での人間関係が協同作業認識尺度に影響を与える可能性もあるため、クラス間の分散分析を行った結果、本研究においては、クラス間で差異は見られなかった。

以上より、協同学習の基本的な技法を日常的に取り入れ、適宜協同の価値提示を行うことで、自由記述にあるような何点かの課題を抱えつつも、全体としては個人志向因子の低下という側面から、生徒の協同作業に対する認識を肯定的に変化させたと考えられる。

研究 1-1 の限界として以下 2 点があげられる。第一に、実践者である著者は本研究以前に日本協同教育学会の研修会を受講するなど、協同学習に関して一定の知識や経験を有しており、研究 1-1 の結果が、実践者である著者の教師要因が働いている可能性である。第二に、本実践以外の教科、学校行事などの影響や 1 学

期に行った単元の特性であるという可能性である. よって, 教師要因および本実践以外の教科, 学校行事の影響や 1 学期に行った単元の特性を考慮した検証を行う必要がある.

第3章 研究1-2 生徒の協同作業に対する認識の変容

3.1 研究1-2の目的

研究1-1で得られた結果は、教師要因および本実践以外の教科、学校行事の影響や1学期に行った単元の特性である可能性も考えられる。この点を検討するため、同科目を指導する他の2名の教師に第2学期の間継続して行ってもらい、上述の要因を考慮した検証を行う。以上より、研究1-2では、研究1-1の実践者である著者と同学年、同教科を指導する2名の教師に、2学期間、研究1-1と同様の授業実践を行ってもらい、協同作業に対する認識の変容について調査し、教師要因および本実践以外の教科、学校行事の影響や1学期に行った単元の特性を考慮した検証を行う。

3.2 研究1-2の方法

3.2.1 研究の対象

基本的な学習環境は研究1-1と同様である。2学期間を通して、テストなどを除く実授業数はX教諭61回、Y教諭63回であった。研究対象を表12に記す。

表12 研究1-2の対象

授業者	X教諭(26歳, 教職4年目) Y教諭(27歳, 教職3年目)
調査協力者	X教諭担当 計42名(C組:42名) Y教諭担当 計83名(D組:42名, E組:41名)
期間	2014年9月~2014年12月
単元	比例と反比例(26時間程度) 平面図形(20時間程度) 空間図形(16時間程度) ※行事などの関係で、クラスごと、1~2時間程度のずれがあるため、程度、という表現を用いている

3.2.2 研究の概要

同学年、同学科を指導する他の2名の教師に協力を依頼し、第2学期間、研究 1-1 と同様の実践を行い、協同学習に対する生徒の認識を調査する。協同学習実践の前(8月24日)に、2教師に対し、現在までの指導法について確認し、一斉指導を主とする指導であること、協同学習に関する知識や経験を有していないことを確認した。その後、協同学習の理念と技法、研究 1-1 で得られた知見についての説明を行った。介入前調査を2学期の授業開始前(9月2日)に行い、介入後調査を2学期の授業最終日(12月3日)に行った。また、協同学習実践の後(2月6日)に、2名の教師に対して、半構造化インタビューを行った。研究 1-2 のフローを図4に示す。

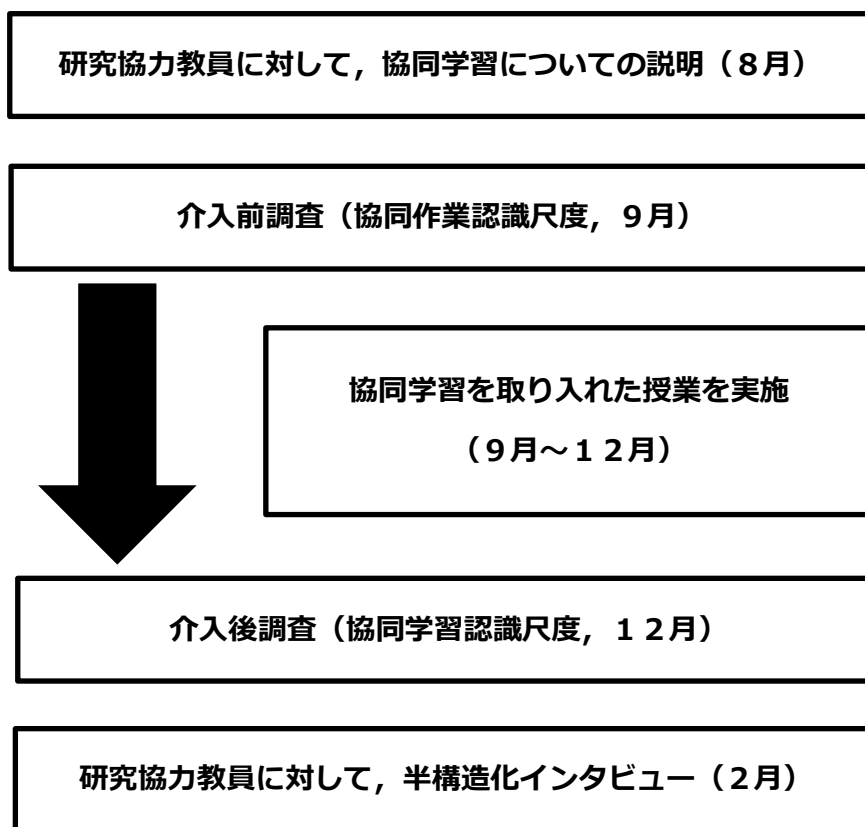


図4 研究1-2の流れ

3.2.3 調査の方法

研究 1-1 と同様に、協同作業認識尺度を調査するための質問紙調査を行った。また、教師への半構造化インタビューに関しては、事後に、「協同学習指導を実際に行ってみて、よかった点について教えて下さい」、「協同学習指導を実際に行ってみて、難しかったこと、課題点について教えて下さい」、「協同の価値提示は行えましたか」の 3 点について調査した。

研究 1-1 と同様の分析を行い、教師要因、本実践以外の要因も考慮した検証を行う。研究 1-1 においては時期に関して介入前、介入中、介入後の 3 段階で分析を行っていたが、研究 1-2 においては、教師要因と本実践以外の多様な要因を考慮して検証することが目的のため、介入前と介入後の 2 段階を見れば、効果は十分測定できると考えられる。以上より、協同作業認識尺度の 3 因子の下位尺度得点について、教師(対応なし:第1著者・X 教諭・Y 教諭)×時期(対応有:介入前・介入後)の 2 元配置分散分析を行う。なお、協同学習の導入期から 1 学期間の比較を行うことが本研究の趣旨のため、第 1 著者のデータは研究 1-1 で用いた第 1 学期の介入前、介入後のものを使用する。

3.3 研究 1-2 の結果

X 教諭と Y 教諭の 1 授業あたりに行った協同学習の平均回数はそれぞれ 3.11 回と 3.38 回であった。 t 検定を使って比較した結果 $t(122) = -1.72, n.s.$ で有意な差は見られなかった。調査対象者のうち、X 教諭クラスでは質問紙調査に不備のあった生徒 1 名(C 組 1 名)を除く 41 名、Y 教諭クラスでは質問紙調査に不備のあった生徒 3 名(D 組 2 名、E 組 1 名)を除く、78 名について分析を行った。

3.3.1 協同作業認識尺度の結果

教師(対応なし:筆者・X 教諭・Y 教諭)×時期(対応有:介入前・介入後)の 2 元配置分散分析を行った(表 13)。この結果、協同効用因子に関しては、教師、時期の主効果、教師×時期の交互作用ともに有意差は見られなかった(図 5)。個人志向因子に関しては、教師の主効果は見られなかったが、時期の主効果($F(1, 194) = 32.75, p < .001$)、教師×時期の交互作用($F(2, 194) = 3.77, p < .05$)が有意であった。交互作用の解釈をするために、それぞれの要因の単純主効果の検定を行った。その結果、対応なし要因に関して、それぞれの時期における教師間には有意差は見られなかった。対応有要因に関して、第 1 著者の介入前から介入後($p < .001, r = .51$)、にかけて有意に低下し、X 教諭も介入前から介入後($p < .01, r = .43$)にかけて有意に低下した。一方、Y 教諭の時期に有意差は見受けられなかった(図 6)。互惠懸念因子に関しては、教師の主効果、教師×時期の

交互作用は見られなかったが、時期の主効果 ($F(1, 194)=4.48, p<.05$) が有意であり、介入前から介入後にかけて有意に低くなっていた(図7)。

表 13 協同作業認識尺度の下位尺度得点の推移と分散分析の結果

因子	教師(生徒人数)	介入前	介入後	分散分析の F 値		
		M (SD)	M (SD)	時期	教師	交互作用
協同効用 因子	著者 (n = 78)	4.07 (0.55)	4.06 (0.58)	0.23	0.04	0.41
	X 教諭 (n = 42)	4.03 (0.52)	4.05 (0.52)			
	Y 教諭 (n = 83)	4.09 (0.59)	4.02 (0.62)			
個人志向 因子	著者 (n = 78)	2.91 (0.67)	2.53 (0.69)	32.75***	0.50	3.77*
	X 教諭 (n = 42)	2.95 (0.63)	2.65 (0.65)			
	Y 教諭 (n = 83)	2.86 (0.62)	2.75 (0.71)			
互惠懸念 因子	著者 (n = 78)	2.00 (0.67)	1.92 (0.69)	4.48*	1.10	0.27
	X 教諭 (n = 42)	2.19 (0.72)	2.02 (0.74)			
	Y 教諭 (n = 83)	1.98 (0.66)	1.90 (0.69)			

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

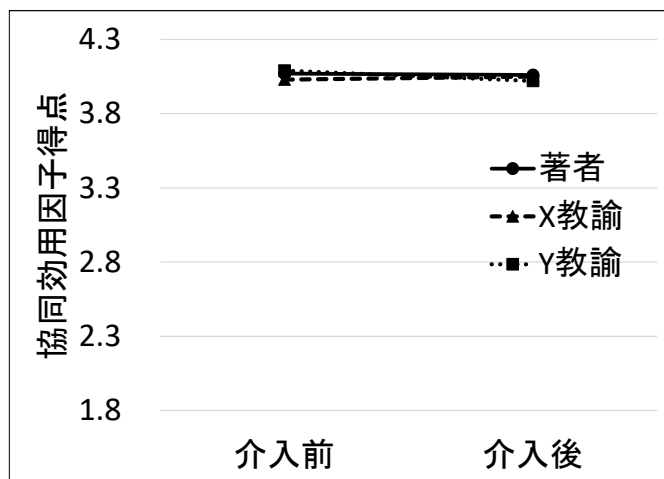


図 5 協同効用因子得点の推移

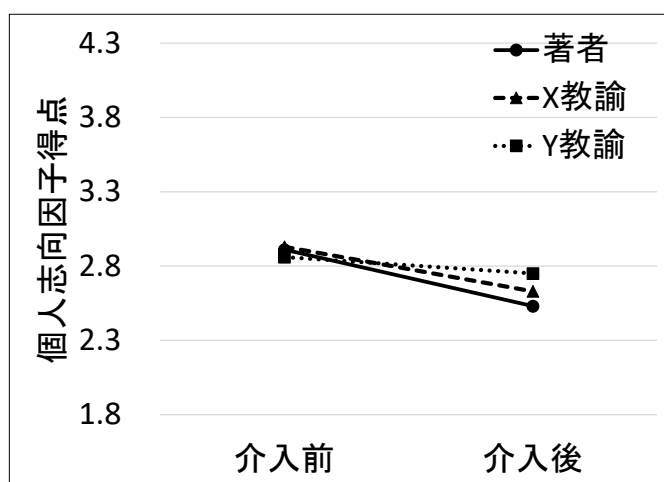


図 6 個人志向因子得点の推移

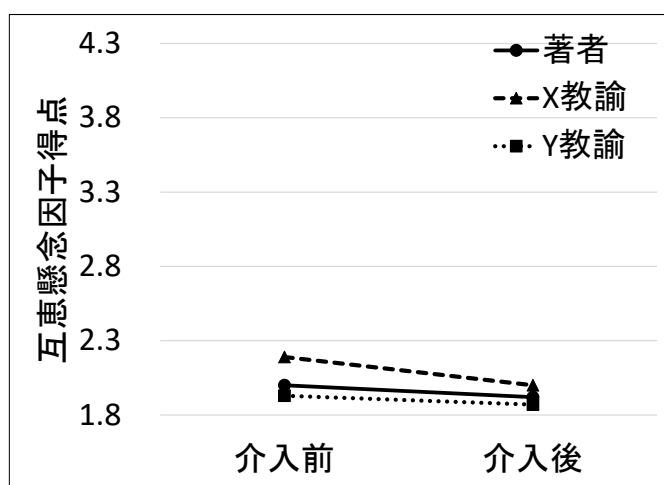


図 7 互惠懸念因子得点の推移

3.3.2 研究協力者である教師 2 名への半構造化インタビューの結果

2月には半構造化インタビュー、「質問項目1:協同学習指導を実際に行ってみて、よかった点について教えてください」、「質問項目2:協同学習指導を実際に行ってみて、難しかったこと、課題点について教えてください」、「質問項目3:協同の価値提示は行えましたか」、を行った(X 教諭:12分, Y 教諭:8分)。

第1著者が2名の教師にインタビューを行い、ICレコーダーを使用して音声を採取し、文字起こしを行った。質問項目2については、両者の内容を比較検討するため、同日に、追加の質問を行った(X 教諭:2分, Y 教諭3分)。発話に関しては、生徒のプライバシーに関すること、本研究の内容に影響をしないこと、重複すること、の3点に関して、真正を損なわないように、大学の研究者 N と確認を行いながら省略を行い、最終的に大学の研究者 M の確認を得た。それぞれの項目について、2名の教師から得られた内容の傾向、発話の内容を以下に示す。

質問項目1:協同学習指導のメリット

「協同学習指導を実際に行ってみて、よかった点について教えてください。」の質問項目について、K 教諭, F 教諭ともに授業を活性化できたという見解を示している。

(X 教諭)

「眠そうな生徒も減りましたし、活動も積極的にする生徒が増えました。」

(Y 教諭)

「周っているときも、活動的に議論をしている生徒も多く見受けられます。協同学習を行うと、話さざるを得ない状況ができ、多くの生徒が活動に参加している雰囲気が作れたと思います。」

質問項目2:協同学習指導のデメリット

「協同学習指導を実際に行ってみて、難しかったこと、課題点について教えてください。」の質問項目に対し、X 教諭は授業と関係のない話などの授業コントロールに関する点、及びより一層の協同の価値提示に関する点、Y 教諭は主に進度と追加の指示、及び生徒が授業に関係のない話をするという点を課題点としてあげている。

(X 教諭)

「協同から講義に生徒の集中力を戻すことと、関係のない話をしてしまう生徒が数名いました。」

追加質問:「その点に関して、原因をどのようにお考えですか。」

「活動に参加していない数人の生徒への指示がけがきちんとできなかったことだと思います。今後、その指示がけとグループワークやる意味、交流する意味とか、もっと語っていかなければ、という時点でちょうど2学期が終わってしまいました。」

追加質問:「時間の使い方で難しさはありましたか。」

「話し合う時間は一定とりましたが、時間については割り切って解説に移っていました。また、早く終わった生徒には問題集をやるなどの指示を出していたので、時間に関してはそれほど難しい点は感じませんでした。」

(Y 教諭)

「どうしても時間がかかってしまいます。話し合いをしているときに真剣に話している生徒がいるとずっと待ってしまいます。話し合いを中断して授業を先に進もうというのが中々できません。」

追加質問:「話し合いが早く終わった生徒への対応はどのようにされましたか。」

「そこは意識があまりできておらず、見えていなかったと思います。自分の課題だと思います。」

追加質問:「協同の際、関係のないおしゃべりをしている生徒はいましたか。」

「そうですね、早く終わって手持無沙汰になったペアもそうですが、逆に分からなくて何もできずに、関係ない話をしてしまうペアもいました。また、終わっても問題集をやる生徒もいれば、やらない生徒もいました。」

質問項目3:協同の価値提示について

「協同の価値提示は行えましたか。」の質問項目について、K 教諭、F 教諭ともに一定の価値提示を行ってきたことが確認された。

(X 教諭)

「自分が分かったら幸せだよ、その幸せを分けてあげよう、とか、一緒にやることはいいことだよ、などと簡単ではありますが行っていました。」

(Y 教諭)

「授業はクラス全員で作りに上げていくんだよ、一人ひとりが参加しないと成り立たないんだよ、などというメッセージは適宜伝えてきました。」

3.4 研究 1-2 の考察

分散分析の結果において、個人志向因子は時期の主効果と交互作用(教員×時期)が有意であった。交互作用の解釈を行うため、単純主効果の検定を行ったところ、著者と X 教諭は有意に低下し、Y 教諭は有意差が見られなかった。この点を検討するために、事後の2名の教師への半構造化インタビューから考察を行う。教師への半構造化インタビューの質問項目 2 において、Y 教諭は生徒が話し合いをする状況から教師の解説に移る際に、話し合いを行っている生徒がいるとずっと待ってしまい、教師の解説に中々移れないという点、また追加の指示に関する点で課題点があがった。一方、X 教諭は、協同場面から講義に生徒の集中力を戻すのが難し

いと感じつつも、時間については割り切って解説に移ったと述べており、追加の指示も明示していた。個人志向因子の項目には「みんなで話し合っていると時間がかかる」などの時間に関する質問とともに、「グループで活動をするとき必ず真剣に取り組まない人がでてくる」などの活動に関する質問も項目も含まれており、X 教諭と Y 教諭の生徒の活動時間に関する教師の指示と判断の差が、個人志向因子の変容の差につながった可能性が示唆される。

この点から、協同学習の基本的な技法を一斉授業に取り入れる際は、(1)時間設定を明確に指示すること、(2)生徒の活動に差異があるのは当然であり、すべての生徒が終わらなくとも、授業コントロールの観点から、生徒の協同場面から教師の解説に割り切って移る覚悟をもつこと、(3)その際、真剣に議論をしていて終わらないペアやグループがいた場合、内容によってはクラス全体へ広げて議論をしたり、できた部分まで確認したりすることが重要であることを伝えること、一方、話し合いが早く終わった生徒へは、話し合った内容を報告できるようにまとめる、問題集をやるなどの追加の指示を明確にすること、が重要である。一方、Y 教諭は有意差が見られなかったものの、3教員全員の因子得点が低下したことを踏まえると、個人志向因子の低下という点から、協同作業に対する肯定的な認識が高まったと考えられる。

互惠懸念因子については、時期の主効果が見られ、介入前から介入後にかけて有意に低下し、互惠懸念因子の低下という点から、協同作業に対する肯定的な認識が高まったと考えられる。2名の教師への半構造化インタビュー調査において、質問項目1で授業が活性化できたという点、質問項目3で協同の価値提示を行えた点を両者ともあげている。本モデルで設計した協同学習技法には、互いに説明しあう、さらにその内容をクラスに報告する機会が多く含まれており、このような活動を繰り返し行いつつ、教師が協同の価値提示を行うことにより、互惠懸念因子が低下し、生徒の認識が肯定的に変化したものと考えられる。

さらに、個人志向因子と互惠懸念因子について、介入前の教師間に有意差は見られず、本研究以外の授業や行事などの影響を受けずに、本実践の結果として有意に低下した可能性が高い。

3.5 研究 1-1 および研究 1-2 の総合的な考察

本研究は、生徒間の相互作用を重視した数学授業を行うため、協同学習の4つの基本的な技法を取り入れた授業を設計し、研究 1-1 では第1著者が1学期の間、研究 1-2 では同学年を指導する2名の教員が2学期の間、協同学習の基本的な技法と協同の価値提示を取り入れた授業を行い、生徒の協同作業に対する認識を調査した。認識の調査に関しては、協同作業認識尺度を用い、付随的に研究 1-1 では生徒の自由記述、研究 1-2 では2名の教師への半構造化インタビュー調査を行った。

協同効用因子に関しては、研究 1-1、研究 1-2 ともに有意差が見られなかった。一方、協同効用因子に関しては、介入前の段階から比較的高い値を示していた。本研究の対象校の生徒は、他者と協力することに対して、入学時から肯定的な認識を持っていたことが窺える。これは、長濱ほか(2009)が述べる、協同作業に対する認識は、協同作業は効果的であるという認識(協同効用)が基盤としてあり、そのうえに個人志向や互惠懸念が加味された重層的な認知構造があるという構図を支持したとも捉えられる。協同効用因子が下がらずに、高い値のまま推移していることも重要な結果ではあるが、今後は、さらに協同効用因子を高める工夫も必要である。

個人志向因子に関しては、研究 1-2 において交互作用が見られたものの、研究 1-1、研究 1-2 の結果から有意に低下したことから、協同学習の効果があつたと考えられる。要因として、協同学習を一斉授業の流れの中に組み入れたことで今までの授業と大きく変わることなく協同場面が設定できたこと、個人思考と集団思考の流れにより、多くの生徒が個人の責任を意識したことが考えられる。このことにより、授業コントロールの観点から、無理なく生徒の相互作用場面を作り出せ、仲間との協同を回避し、一人での作業を好む認識が低下したと考えられる。研究 1-1 の結果からは、介入前から介入中にかけて有意に低下し、その効果が介入後も継続していることから、継続的な実践の効果があつたと捉えられる。このことより、協同学習は特別な授業で1回きりで行うようなものではなく、日常の授業においても取り入れていくことが生徒の協同作業に対する認識を向上させるために重要であることが確認された。研究 1-2 の分散分析と2名の教師への半構造化インタビュー調査の結果からは、協同学習を効果的に行うためには、生徒の活動時間に関する教師の指示と判断の重要性が示唆された。活動時間についての課題は、研究 1-1 における自由記述におけるデメリットの項目でも最も多くあがっている。これらのことから、本実践を行う場合は、教師が、話し合いの時間設定を明示すること、生徒の活動に差異があつても、早く終わった生徒、終わっていない生徒、両者をないがしろにしないような声がけなどの配慮を行いつつ、ある程度割り切って解説に移ることも重要であると考えられる。

互惠懸念因子に関しては、研究 1-1 では有意差が見られなかったものの、研究 1-2 における3名の教師の分散分析の結果において有意に低下したことから、協同学習の効果があつたと考えられる。要因として、本モデルで採用した協同学習技法により、生徒間に様々な能力の差があつたとしても、人に説明をしたり、それを聞いたりする活動を通して、協同作業から何らかの恩恵を受けたという認識が高まったと考えられる。これは、研究 1-2 のインタビュー調査で2名の教師が、授業が活性化できたと述べている点からも、生徒は積極的に活動が行っていたことが推察される。さらに、本研究で著者が示した協同の価値提示例や2名の教師が行った協同の価値提示は互惠懸念因子の項目に対応している面が多く、その影響も大きいと考えられる。

以上より、本研究で設計した一斉授業に協同学習の基本的な技法と協同の価値提示を組み入れる授業モデルは、協同効用因子の変化は見られなかったものの、個人志向因子と互惠懸念因子の低下という態度的側面の二つの側面から、生徒の協同作業に対する認識を肯定的に変化させたと考えることができる。さらに、研究 1

ー2 の半構造化インタビュー調査から、2名の教師ともに、授業が活性化できたという点、協同の価値提示を行えた点をあげており、本モデルで設計した協同学習技法は、教師の視点から見ても比較的活動が行いやすかったと推察できる。

長濱ほか(2009)は大学生に対してプロジェクト＝ベースラーニングを主とする協同学習実践を通して、生徒の協同作業に対する認識を高める結果を出している。同時に、大学生入学以前の段階での実証研究は少なくその必要性について言及している。大学に加え、初等中等教育においてもアクティブラーニングが推進されようとする中、本研究で行った協同学習の基本的な技法を取り入れる授業設計は日常の数学授業にアクティブラーニングを導入していく際の有効な方法の1つとなると考えられる。

また、研究 1-1, 1-2 ではともに、生徒が関係のない話をするという点があげられたが、関係のない話は多少なりあろうと、一斉授業に協同学習技法を組み入れる本デザインにおいては、生徒の協同作業に対する認識の肯定的変化に大きな影響は与えなかったと推察される。一方、関係のない話が多くなると、授業効果そのものがなくなる危険性も想定され、協同学習を行う際は、授業コントロールの観点は常に意識しておく必要がある。

3.6 研究 1-1 および研究 1-2 のまとめと課題

研究 1-1 および 1-2 では、生徒間の相互作用を重視した数学授業を行うため、協同学習の基本的な技法と協同の価値提示を取り入れ、生徒の協同作業に対する認識について、協同作業認識尺度を用いて調査し、以下の知見を得た。

- 本研究で設計した一斉授業に協同学習の基本的な技法と協同の価値提示を組み入れる授業モデルは、協同効用因子の変化は見られなかったものの、個人志向因子と互惠懸念因子の低下という点において、生徒の協同作業に対する認識を肯定的に変化させた。
- 個人志向因子が低下した要因として、一斉授業に簡単かつ繰り返し行える協同場面を組み入れることで、授業コントロールを保ったうえで、多くの生徒が徐々に協同学習に慣れていき、生徒間の相互作用が行えたことが考えられる。
- 互惠懸念因子が低下した要因として、生徒間に様々な能力の差があったとしても、人に説明をしたり、それを聞いたりする活動を積極的に行えたことが考えられる。また、協同の価値提示を行った影響も大きいと推察される。

- 研究 1-1 および研究 1-2 の結果から、協同学習を効果的に行うためには、生徒の活動時間に関する教師の指示と判断の重要性が示唆された。本実践を行う場合は、教師が、話し合いの時間設定を明示すること、生徒の活動に差異があっても、早く終わった生徒、終わっていない生徒、両者をないがしろにしないような声かけなどの配慮を行いつつ、ある程度割り切って解説に移ることも重要であると考えられる。
- 研究 1-1 および研究 1-2 の結果から、協同学習を取り入れた授業では、授業と関係のない話が生まれやすいが、授業コントロールを意識した上で、多少であれば協同作業に対する認識へ大きく影響をしないと推察できる。

研究 1-1, 研究 1-2 では、数学の一斉授業に協同学習の基本的な技法と協同の価値提示を取り入れた授業を設計し、その実践を通して、個人志向因子の低下、互惠懸念因子の低下という点において、生徒の協同作業に対する認識を肯定的に変化させた。これは今後、生徒間の相互作用を重視した指導を導入していく際の有効な方法の1つになると考えられる。一方、協同効用因子に関しては有意差が見られなかった。今後は、本研究で採用した協同学習技法を継続させ協同作業に対する肯定的な認識を醸成しつつも、今後は、グループ同士を関わらせる、討論を仕組む、生徒同士で評価をし合う、などの高いレベルの協同学習の課題も取り入れていくことで、より一層学習効果が高まると考えられる。

一方、本研究の対象が私立学校であり、数学を苦手とする生徒も一定数いるものの、生徒層全体としてはまじめに物事に取り組む集団であったことには留意する必要がある。本研究対象より学力差が大きい場合や特別支援を必要とする生徒がいる場合などは、その前提条件を十分踏まえて授業設計を行うことが重要である。一方、本研究で採用した協同学習の基本的な技法は、一斉授業に組み込むことができるため、それぞれの学校に合わせて問題と技法をアレンジして利用することも可能である。協同学習がうまくいかない場合も、適宜一斉講義型授業に戻しながら、徐々に慣れていくことが可能だと考えられる。

また、本研究の協同作業に対する認識の肯定的変化が、協同の価値提示の影響を受けていると考えられるが、協同の価値提示の効果についてはより詳細な検証が必要である。

今後は協同作業に対する認識が、数学の学力、表現力、数学的な見方や考え方などどのように関連しているか検証していくことも重要である。さらに電子黒板やタブレットなどの ICT および反転授業などにおける協同学習のデザイン設計とその効果の検証を行っていくことも教育に資する効果が高いと考える。

第4章 研究2 同期遠隔数学授業における生徒の協同作業に対する認識の変容

4.1 研究2の目的

COVID-19の世界的流行により、2019年度末、全国すべての小中高校と特別支援学校に臨時休校の要請がなされ、遠隔授業が否応なく広がりを見せた。

遠隔授業は、同時双方向型とオンデマンド型に分けられる。同時双方向型は、学校から離れた空間へ、インターネット等のメディアを利用して、リアルタイムで授業配信を行うとともに、質疑応答等の双方向のやりとりを行うことが可能な方式である。オンデマンド型は、別の空間・時間で事前に収録された授業を、学校から離れた空間で、インターネット等のメディアを利用して配信を行うことにより、視聴したい時間に授業をすることが可能な方式である(文部科学省, 2014b)。本研究では、上述の同時双方向型の遠隔授業を同期遠隔授業、オンデマンド型の遠隔授業を非同期遠隔授業と定義する。

ベネッセ教育総合研究所(2021)の調査によると、2020年度1学期の休校期間中に、同期遠隔授業を行った教員は、小学校において1.6%、中学校において3.3%とわずかであった。遠隔授業は、対面接触の機会を減少させる(Gagne et al., 2005)が、教育ではインタラクティブであることが重要であり、教授者と学習者間、学習者と学習者間の相互作用が重要である(宮地ほか, 2009)。教室での対面授業が行えない際、非同期だけのやりとりで、同期でつながりあう場がないと、子どもたちの学びへのモチベーションの維持は非常に難しいものになる(西川, 2020)との指摘もあり、生徒の相互作用を活かした同期遠隔授業の実践検証が必要と言える。

これまで、教室における対面授業においては、生徒の相互作用を活かした授業方略として協同学習が知られており、多くの実践検証が行われている(たとえば Johnson et al., 2002 ; 日本協同教育学会, 2019)。協同学習は、生徒がさらに効果的に一緒に勉強するのを手助けするための原理と技法(Jacobs et al., 2002)であり、教科学習の認知的側面とともに積極性や協調性といった態度的側面を身に付けることも授業の目標としている(石田, 2001)。これまでの研究から、協同学習は、学業成績、対人関係、自尊感情について望ましい効果があることが、実証的に検証されている(Johnson and Johnson, 1989)。一方、協同学習の学習環境を整えたとしても、そこに参加する生徒がそもそも協同作業をどのように認識しているかにより、協同学習の効果は著しく異なると考えられる。この点を検討するために、長濱ほか(2009)は協同作業に対する認識を測定する尺度を開発している。長濱・安永(2010)は、教室での対面授業において、一斉講義型授業が学生の協同作業に対する認識を否定的に変化させ、協同学習を取り入れた対話型授業が学生の協同作業に対する認識を肯定的に変化させるという結果を示している。しかし、現在のところ、日本の中等教育において、同期遠隔授業に協同学習を取り入れ、生徒の協

同作業に対する認識を検討した研究は見受けられない。今日の社会情勢や今後の遠隔授業を見通すと、協同学習を取り入れた同期遠隔授業を行い、生徒の協同学業に対する認識を調査する価値は高いと考えられる。

以上より、本研究では、協同学習を取り入れた同期遠隔授業を行い、生徒の協同学業に対する認識の変容について検討することを目的とする。

4.2 研究2の方法

4.2.1 研究2の対象

本研究の対象は私立女子中学校1年生191名である。第1著者が数学を担当しているため、また、研究協力校の時間割上の制約から、第1著者が191名の生徒を対象に数学の授業において実践検証を行う。例年4月に入学式が行われるが、2020年度は、日本政府の発令した緊急事態宣言に伴う休校措置のため、中学1年生は、教師と生徒、生徒同士も直接会ったことはない。また、対象校は私立学校であり、広範囲から通学しているため、顔見知りの生徒も減多にいない。同期遠隔授業を開始するに際し、各家庭にはWi-Fi環境を可能な限り整えてもらうように依頼をした。また、生徒は全員がChromebook(これ以降、パソコンと表記)を所有している。研究対象を表14に示す。

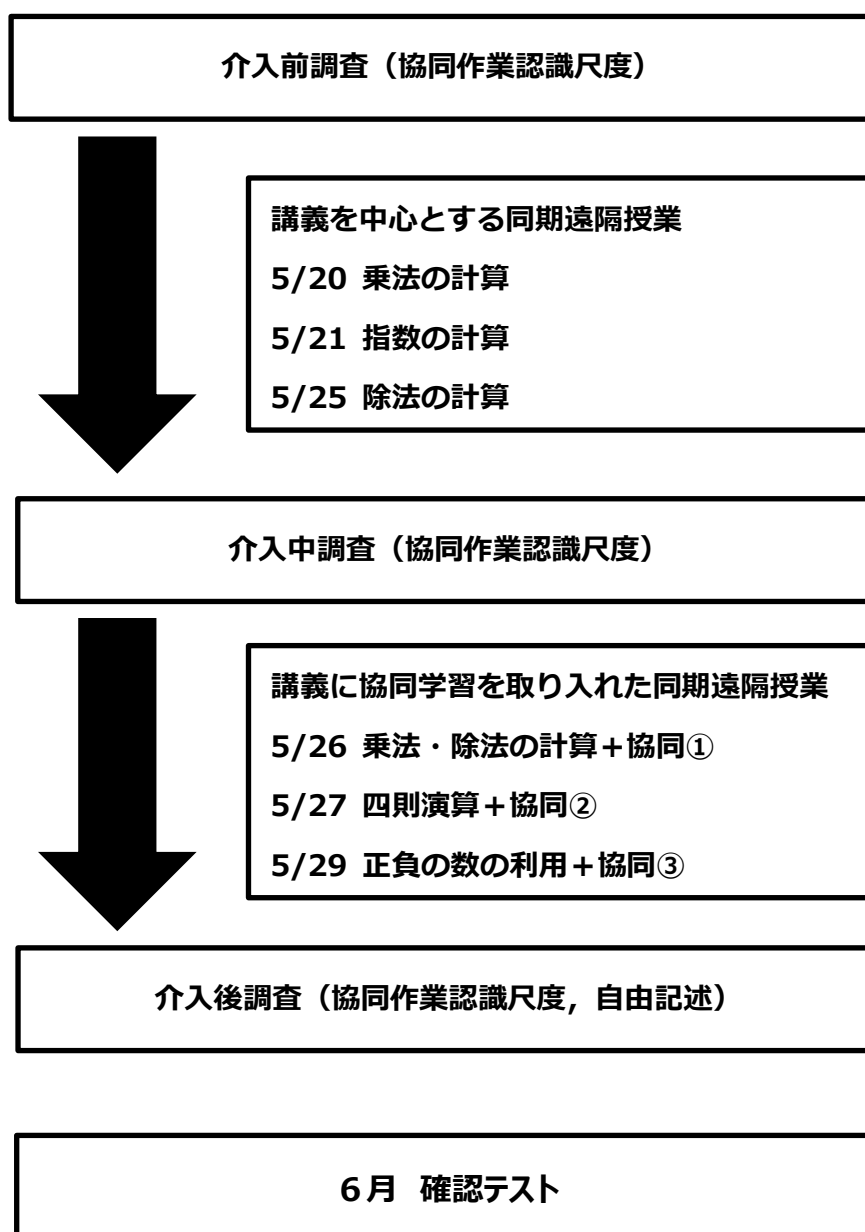
表14 研究2の対象

授業者	第1著者(39歳, 教職17年目)
調査協力者	私立女子中学校1年生, 191名
期間	2020年, 5月~6月
単元	正負の数

4.2.2 研究の概要

同期遠隔授業における協同学習の実施に際して、最初は、授業者も学習者も同期遠隔授業に慣れていないことが想定される。協同学習などの生徒活動を伴う授業を行う際は、リスクの少ない教授法から始め、徐々に他の教授法を組み合わせることが効果的である(Bonwell and Eison, 1991)。最初は、授業者も学習者も同期遠隔授業に慣れていないことが想定されるため、まず、講義を中心とする同期遠隔授業を行い、授業者と学習者が同期遠隔授業に慣れた後、講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業を行う。

具体的な研究のフローを次に記す。中学校 1 年生の数学授業において、講義を中心とする同期遠隔授業を 3 回、講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業を 3 回、順に実践し、生徒の協同作業に対する認識を「2.5. 調査の方法」で詳述する協同作業認識尺度により調査する。協同作業認識尺度調査は、介入前調査（講義を中心とする同期遠隔授業前）、介入中調査（講義を中心とする同期遠隔授業を 3 回実施後）、介入後調査（講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業を 3 回実施後）の 3 回行う。付随的な調査として、自由記述調査を介入後の協同作業認識尺度の調査と同時に行う。また、6 月には学習内容の定着を測るための確認テストを行う。5 月に行われる 3 回の協同作業認識尺度調査と介入後の自由記述調査は Google フォームを利用して行い、6 月の確認テストは教室での対面で実施する。研究のフローを図 8 に示す。なお、同期遠隔授業中の 1 回の授業時間は 45 分である。



※ 協同学習で採用する教材①を協同①などと略記（詳細は後述の 4.2.4.2）

図 8 研究2の流れ

4.2.3 授業設計

下記(1)～(5)に具体的な授業設計を記載する。本研究の同期遠隔授業全般に共通する設計が(1)～(3)であり、最初はこの 3 つの設計をもとに講義を中心とする同期遠隔授業を行う。その後、協同学習に関する設計(4)(5)も含めた 5 つの設計をもとに講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業を実施する。なお、本研究で、講

義を中心とする同期遠隔授業と記載しているのは、講義一辺倒ではなく、生徒を指名したり、疑問に答えたりするなど、教師と生徒間のやりとりを行うためである。

4.2.3.1 授業設計(1) Zoomの利用

Web会議システムの1つであるZoomはCOVID-19以降、世界中の教育現場で利用がされている。Zoomはパソコン、タブレット、スマートフォンの専用アプリが用意されている。さらに、チャット機能でのやりとりが行えることに加え、グループワークを行うブレイクアウトルーム機能がソフトウェアの中に組み込まれており、講義とグループワークを途切れなく移行できる。少なくとも実践時において、Zoomは他のWeb会議システムよりブレイクアウトルームの点で優れている(西川, 2020)ため、本実践に適合性がある。なお、Web会議システムは日々進化もしており、同期遠隔授業でチャットやグループワークが行えれば、Zoomに限らず、他のWeb会議システムでの代用も可能だと考えられる。

4.2.3.2 授業設計(2) 書き込み式テキストの利用

生徒の手元に同期遠隔授業で教師が説明する画面と同じものを用意することができれば、画面と教科書やノートを行き来することなく認知負荷を低減することができ(赤堀, 2020)、書き込みがスムーズに行える(稲垣ほか, 2008)。本研究では、書き込み式テキストを作成し、授業時はパソコンと書き込み式テキストだけで学習が進められるように設計する(図9)。書き込み式テキストは、教科書の内容をもとに、例題、問題、協同学習場面の課題が印刷されており、生徒は、教師の解説を理解することに集中したり、問題演習に時間をかけたりすることができる。

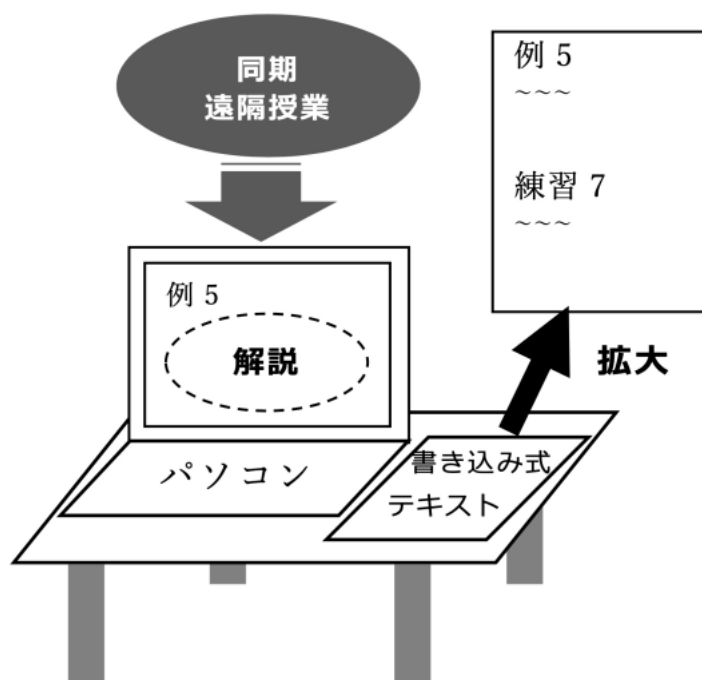


図9 生徒の自宅での学習環境

4.2.3.3 授業設計(3) 数学教科サイトの活用

生徒が安心して学習に臨めるように、学習のプラットフォーム(石井, 2020)として次の2点から構成される数学教科サイトを作成する。第1は、授業計画の一覧である。生徒に学習の見通しを持たせるとともに、授業後には問題集の課題を示せる。第2は、質問フォームの作成である。学習内容や学習方法についての質問に対応できる。

4.2.3.4 授業設計(4) 協同学習の基本的な技法の利用

協同学習は、中学生の教室での対面数学授業で効果をあげている協同学習の基本的な技法(島ほか, 2016)の中から同期遠隔授業に適合するものを選定する。遠隔授業においては、ペア活動であると、例えば1人の通信環境が悪い場合などに、教師が個別に対応することが難しく、ペア活動が遂行できなくなってしまう可能性がある。3人や4人のグループであれば、仮に1人がグループ活動を行えなくても残りのメンバーでの活動が可能で、学びを遂行するという点でリスクが少ない。本研究では4人グループを基本とし、人数により適宜3人グループ

ブを織り交ぜる。また、手順が簡単で、どのような場面でも利用が容易な協同学習の基本的な技法であるラウンドロビンを採用する。手順を次に示す(表 15)。

表 15 ラウンドロビンの手順

手順 1) 問題を個人で 3～5 分程度考える。
手順 2) Zoom のブレイクアウトルーム機能で 3～4 人グループを作り、グループ内で順に意見を言い、グループの意見を誰でも発表できるようにしておく。
手順 3) 教師が 2, 3 名の生徒をランダムに指名し、グループでの話し合いの結果を全体に報告させる。なお、個人の意見ではなく、グループの意見を言うように伝え、意見が聞けない場合は、同じグループの生徒が発言するように伝える。教師は、生徒の報告をもとに、まとめを行う。

4.2.3.5 授業設計(5) 協同学習で採用する教材

休校が決まってからの限られた時間で教材を作成する必要性から、本研究では既存教材の中から協同学習の教材を選定する。選定基準を次に示す。永井ほか(2003)は、Web 上での協同学習にはオープンエンドな問題が適していること、米田(2016)は、主体的・協働的に学ぶ数学の問題提示の場面では、だれでも考えることができるような課題から入ることで内発的動機が高められることを指摘している。また、休校期間中は生徒が自宅で学習を行うため、所持している教科書や問題集に関連の深い内容であることが、自律的な学習につなげるために効果的だと考えられる。以上を踏まえ、採用する協同学習の教材は、オープンエンドな側面を備えながらも、誰もが自分なりの考えを持つことができ、教科書や問題集と関連の深いものを選定する。さらに、宮地ほか(2009)の、遠隔授業においては、教員が生徒の理解度を把握することが難しいという指摘も踏まえ、教師が追加の指示を出さなくてもグループでの話し合いが遂行できるように、選定した問題を一部変更したり、終わったグループ用の課題を追加したりするなどのアレンジを行う。

4.2.4 授業展開と留意点

講義を中心とする同期遠隔授業と講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業の授業展開および留意点を次に示す。なお、書き込み式テキストは同期遠隔授業が始まる前に生徒の自宅に郵送されている。

4.2.4.1 講義を中心とする同期遠隔授業における授業展開と留意点

講義を中心とする同期遠隔授業では、授業設計(1)～(3)をもとに展開する。生徒はパソコンや Zoom の基本的な使い方は身に付けているものの、授業で利用するのは初めてのため、同一学年を担当する教員に授業開始時に Zoom に参加してもらい、機器トラブルなどの質問に関して、Zoom に内装されているチャット機能で個別に対応してもらおう。また、Wi-Fi の通信環境などが悪い場合を除いて、画面に顔を表示するように指示する。このことにより、問題演習の際にどの程度の生徒が解き終わったかなどの様子を見ることができる。教師は、書き込み式テキストと同じ内容をパソコンの画面に表示し、解答を手書きツールで行いながら、例題の解説を行う。次に、時間を指定して生徒に練習問題を解かせる。時間がきたら、問題を解き終わった生徒に顔をあげるように伝え、状況によって短時間延長をする。その後、適宜ランダムに生徒を指名して答えてもらう。遠隔授業のため、分からない場合などはそれをはっきり伝えてもらうように指示をする。遠隔授業では通常の対面より生徒とのやりとりに時間がかかることが想定されるため、授業進捗とのバランスを考え、1 授業で指名する生徒は 2～4 名程度とする。生徒には、疑問点があれば、チャットに書くように伝え、生徒が練習問題を解いている間に対応する。また、直接疑問点を聞きたい生徒は Zoom 授業の最後に残り、個別に対応できることも伝える。さらに、家庭の事情やネット環境の問題で、同期で授業に参加できない生徒がいることも想定されるため、当日 Zoom で行った同期授業の録画を行い、授業計画の一覧にリンクを貼り、後から繰り返し視聴できるようにする。また、授業に参加していても理解が不十分であった場合などにも、活用するように伝える。

4.2.4.2 講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業における授業展開と留意点

研究 1-1, 1-2 では、1 回の授業で複数回協同学習の基本的な技法を取り入れる授業モデル(表 6)を採用した。同期遠隔授業では、例えば、短時間相談タイムで答えを確認するためだけにブレイクアウトルームを利用することは、教師が生徒状況を把握することも難しく、学習効果が薄いと考えられる。授業設計(5)で述べたような問題を協同学習で十分に時間をとって行うことが効果的だと考えられる。以上より、講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業では、前半 25 分程度は上述の授業設計(1)～(3)をもとにした講義を中心とした同期遠隔授業を行い、後半 20 分程度を授業設計(4)(5)を取り入れた協同学習に充てる。また、授業設計(4)において、教室での対面授業では、生徒が問題を解いている際、教師は生徒の様子を見ながら、どの生徒を指名するか検討をつけておくことができる。大人数の同期遠隔授業の場合、個々の生徒の様子を見ることは難しく、ランダムに生徒を指名する場合、教師の意図した発言が得られないことも十分に考えられる。白水(2010)は、生徒に思う存分探索活動をさせた後でレクチャーをすればよい、と割り切ることの重要性を指摘している。実際の手順 3 の場面では、この指摘を踏まえておく必要がある。協同学習後は、教師がまとめを行い、その後、協同学習で扱った

問題が問題集のどの問題と対応しているかを示したり、生徒に探させたりして、個人の学びに立ち返るように仕向ける。

次に協同学習で利用する 3 つの教材について、各教材のねらい、実際のブレイクアウトルーム内での発話(抜粋)、教師と生徒のやり取りの概要を記載する。発話では、T は教師、S を生徒とする。

協同学習で採用する教材①(教材 5)は、乗法と除法の計算順序に関する問題である。乗法と除法の混ざった計算は小学校で習った通り、前から計算するという発言が出るのが想定される。また、除法は逆数にして乗法にするという発想も生徒から出てくることが期待され、このことで、順序を気にせずに計算できることの良さにも気づかせることを意図している。

教材 5 研究 2 の協同学習で採用する教材①

次の計算を太郎さんと花子さんが解きました。それぞれのやり方が正しいかどうか考えましょう。間違っている場合は、どこが間違っているか指摘し、正しい結果を答えて下さい。	
(1) $7 \times (-9) \div (-3)$	
花子 <u>$7 \times (-9) \div (-3)$</u> $= (-63) \div (-3)$ $= 21$	太郎 <u>$7 \times (-9) \div (-3)$</u> $= 7 \times (+3)$ $= 21$
(2) $(-8) \div 2 \times 5$	
花子 $(-8) \div 2 \times 5$ =	太郎 $(-8) \div 2 \times 5$ =

※ 田中(2017)をもとに作成

教材 5 の実際のブレイクアウトルームでの発話(抜粋)とその後の教師と生徒のやり取りの様子を下記に記す。なお、教材 5 は同期遠隔授業におけるはじめてのブレイクアウトルームでの活動のため、最初に、進め方や考える手順についてやや丁寧に説明を行っている。

【ブレイクアウトルーム前の問題の指示(4分)】

T: 書き込み式テキスト 31 ページの問題を見てください(教材 5)。まず(1)を見てください。花子さんも太郎さんも同じ問題を解きました。左側の花子さんは波線部分を先に計算しました。右側の太郎さんは波線

部分を先に計算しました。これは正しいでしょうか？30秒ほど時間をとるので個人で考えてみて下さい。

(30秒後)

では次に(2)です。同じように花子さんは最初の2つを先に計算しました。太郎さんは後ろの2つを先に計算しました。続きを計算してみましょう。答えはどうなりますか？これも1分間ほど時間をとりますので、答えを出してみましょう。

(1分後)

では、グループで話してもらおう課題です。(1)(2)のそれぞれの計算は正しいですか？間違っている場合はなぜ間違っているか教えてください。個人で考える時間を2分とります。ではこの後、グループにしますので、出席番号が最も後半の人が司会をして、出席番号が前半の人から順に発言をしてもらってください。Zoomでのグループ活動は初めてで緊張するかもしれませんが、分からない場合などは、きちんと言葉に出すように努力してくださいね。ではグループに分けます。出席番号が一番後ろの人の司会をお願いします。ではみなさん、行っていらっしゃい。

【ブレイクアウトルーム内でのやりとり(抜粋)(5分程度)】

Sp: では、出席番号の早いAさんからお願いします。

SA: (1)はどちらもできたけど、(2)は太郎さんができなかったの、計算は間違っていると思います。理由は、太郎さんの同じやり方でやるとできなかったからです。

Sb: 分からなかったの、1回とばしてもらっていいですか。

Sc: まだ(1)だけなんですけど、花子さんも太郎さんも21になりました。

Sd: 私も(1)は同じになりましたが、(2)は花子さんと太郎さんが違う答えになったの、太郎さんが間違っていると思います。Bさん話せますか？

Sb: (後ほど、電波状況が悪かったことを報告)

【ブレイクアウトルーム後、メインルームにおける教師と生徒のやりとり(まとめまで含めて13分)】

T: それでは、何人か指名しますので、答えてもらえればと思います。グループで話し合っ、このようなことが分かった、また、分からないことがあれば、それも伝えてもらえればと思います。言葉で伝えるってちょっと難しいかもしれませんが、頑張ってやってみましょう。当たった人は、ミュートを外して発言をお願いします。では、SEさんお願いします。

SE: えっと、(1)の花子さんと太郎さんは、同じになって、合っていると思うのですが、(2)は太郎さんが違っているのではないのかとグループ内ではなりました。

T: なんで間違っているのか説明できそうですか？

- SE:** 計算の順番が何だかおかしくて変だなということになりました。
- T:** ありがとうございます。(1)は2人とも合っていて、(2)は太郎さんが間違っているのではないかと、ということですね。では次は **SF**さんお願いします。
- SF:** はい、(1)で正解は花子さんだと思います。理由は、小学校の時に、掛け算と割り算のときは、左から計算すると習ったので、花子さんだと思います。
- T:** なるほど、(2)はどうですか？
- SF:** これも左から計算しないといけないので、花子さんは違うと思います。
- T:** 掛け算と割り算の混ざった式は左から計算するということですね。
- SF:** はい。
- T:** ありがとうございます。では **SG**さんお願いします。ミュートを外してくださいね。
- SG:** (1)は両方正しいと思いました。(2)は太郎さんが間違っていると思いました。
- T:** 理由について、グループ内で理由はできましたか？
- SG:** グループ内でそこまでは話し合えませんでした。
- T:** ありがとうございます。今、3つのグループの代表の人に答えてもらいましたが、その中で、問題(1)は2人とも合っているという案と、太郎さんが間違っているという案ができましたね。(2)では3人とも太郎さんが正解ということになっていましたね。さて、理由に関しては、**SF**さんがズバッと解答を言ってくれていましたね。掛け算と割り算の混ざった式では、小学校で習ったように、左から計算するということですね。では、ここから、パワーポイントのスライドで確認していきます。

このあと、まとめとして、掛け算と割り算の混ざった式は左から計算することをパワーポイントのスライドで確認した。また、(1)ではなぜ花子も太郎も同じ結果が得られたのか、についても説明し、前日に習った除法は逆数にして掛け算にすることで、計算の順序を気にせずに計算できることも確認した。その上で、今回ブレイクアウトルームで扱った教材5が対応している問題集の場所を伝え、該当する問題にその場で○をつけさせて、本日中に練習し、確認しておくように伝えて授業を終えた。

協同学習で採用する教材②(教材6)は、四則演算の計算順序についての問題である。(1)は誰でも取り組みやすいが、(2)は累乗部分を先に計算する必要がある、間違いがやや見つけにくい。どのような工夫をすれば計算ミスが減るか話し合わせる。生徒からは、先に計算する部分に下線を引く、中カッコをつける、などの意見が出

てくることが想定される。本問題は、取り組みやすさの観点から(1)を置いているが、中心課題は(2)であり、累乗を含む問題の計算順序を間違えないようにすることを意識化することが狙いである。

教材 6 研究 2 の協同学習で採用する教材②

次の計算が正しいかどうか考えましょう。間違っている場合は、どこが間違っているか指摘し、正しい結果を答えて下さい。また、間違いを減らすための工夫を考えましょう。
(1) $8 - 5 \times (-6)$ $= 3 \times (-6)$ $= -18$
(2) $(-27) \div (-3)^2$ $= (-27) \div (-3) \times (-3)$ $= 9 \times (-3)$ $= -27$

※ 玉置(2014)をもとに作成

教材 6 の実際のブレイクアートルームでの発話(抜粋)とその後の教師と生徒のやりとりの様子を下記に記す。

【ブレイクアートルーム前の問題の指示(4分)】

T: 書き込み式テキスト 35 ページの問題を見てください(教材 6)。前回の問題に少し似ているテーマですが、この 2 つの問題には間違っているところがあります。それはどこか、そして正しい答えは何か考えてみましょう。まず、1分程度個人で考える時間をとります。その後グループでの話し合いに移ります。可能であれば、間違いを減らすためにどのような工夫ができるかも話し合ってください。

(1分後)

では、そろそろグループにしますね。まだの人はグループの中で分かったところまでを伝えるようにしてください。もし電波が悪く途切れてしまったときは、ここのメインセッションに戻ってきますが、再度入れますので、安心してください。今日の司会進行は、出席番号が一番早い人が行ってください。グループ活動はまず 5 分間程度でやってみます。

【ブレイクアートルーム内でのやりとり(抜粋)6分程度】

SA: (1)は掛け算を先に計算するで、全員同じですか？

(他のグループメンバー頷く)

(2)お願いします。

S_B: 私は、(2)は合っていると思います.

S_C: 私は、(2)は-3 になりました.

S_D: (2)分かりませんでした.

S_A: (2)は $(-3)^2$ を先に計算しないといけないのだと思います.

【ブレイクアウトルーム後、メインルームにおける教師と生徒のやりとり(まとめまで含めて 11 分)】

T: 前回より少し慣れてきたでしょうか. 今日、できたところまで答えてくださいね. では **S_E** さんお願いします. グループで話し合っ、このようなことが分かって、分からないことがあれば、それも伝えてください.

S_E: (1)番が、 $8-5$ を先に計算していたので違うと思いました.

T: どうしたら正解になるの?

S_E: 掛けるを先に計算すればよいです.

T: 答えはどうになりましたか?

S_E: 38 です.

T: そうですね. ありがとうございます. (2)はどうですか?

S_E: (2)は合っていると思います.

T: ありがとうございます. では次に **S_F** さんお願いします.

S_F: (1)は同じになりました. (2)は違うという結論になったのですが、 $(-3)^2$ の部分を先にしないとけなくて、 $(-27) \div 9$ になるので、-3 だと思います.

T: 間違えないようにするための工夫についてはどうですか?

S_F: 累乗を別のところで計算するとか、印をつけるとかという意見ができました.

T: ありがとうございます. なぜ今回この問題を取り上げたかという、(1)は多くの人ができると思うのですが、(2)の計算に関して、毎年多くの人間違いやすい場所なので、ここを意識してほしいかな.

まとめとして、(1)(2)を順にパワーポイントのスライドで確認した. 続いて、(2)の問題が関係している問題集の問題を探させ、分かった人は問題集の問題番号を Zoom のチャット機能に打つように伝えた. このように、授業でやったことが練習問題や問題集のどの問題に関連しているか、常に考えるようにしていくことが、授業内容を定着させる上で大切であることを伝えた.

協同学習で採用する教材③(教材 7)は、有名問題「4 つの 4」を負の数に拡張したものである。時間制限のある中で、1 つのグループ内で答が全て出るとは稀である。数名の生徒を指名しながらいくつかのグループの答を共有していくことで、グループ内の生徒の協力だけではなく、グループどうしの協力も行える。複数の表し方が存在するため、多様な見方のよさについても伝えることができる。さらに、本問のようにただ手順に沿って計算を行うだけではなく、試行錯誤することの重要性についても言及する。

教材 7 研究 2 の協同学習で採用する教材③

下の例にあるように、4 つの 4 と +, -, ×, ÷ と () をつかって、-6 から -2 を作りましょう。44 を使ってもよいです。終わったグループは -7 から -10 にもチャレンジしましょう。

例: $(-4-4) \div (4+4) = -1$

※ 中島(2010)をもとに作成

教材 7 は、ブレイクアートルームの際、記号や括弧を、口頭で伝えあうのはやや難しいと考えられるため、裏紙などに実際に書き入れ、画面上で見せあいながら活動を行うように伝えた。なお、裏紙は、生徒に事前に手元に用意しておくように伝えてある。ブレイクアートルームにおいて、どんどん手を動かして見つける生徒もいれば、1 つ程度しかできない生徒もいた。一方、同じ数でも複数の表し方があるため、それぞれの解答を伝えあい、多くのグループが完成していた。メインルームにおける教師と生徒のやりとりの際は、数名を指名してできた解答を画面に写してもらいながら展開した。全部は紹介しきれないが、それぞれのグループで協力して取り組めたことを評価してまとめとした。また、本問題に関連する問題が問題集に掲載されているため、当日中にぜひ取り組むように伝えた。さらに、本問題は、これまでの問題と異なり、手順に従って計算を進めるタイプではない。いろいろ試行錯誤しながら進めてすることにも積極的にチャレンジできるように伝えて授業を終えた。

4.2.5 調査の方法

本研究では、長濱ほか(2009)が大学生を対象に開発した協作業認識尺度をもとに、本対象は中学生であることから、杉江(2011)が質問項目の表現を簡易に修正したものを利用する(詳しくは論文末の付録参照)。調査は、Google フォームを利用して、介入前、介入中、介入後の 3 回行う。協作業認識尺度は、協同効用因子(9 項目)、個人志向因子(6 項目)、互惠懸念因子(3 項目)の 3 因子 18 項目から構成されている。各項目に対し、どの程度同意できるかを 5 件法で評定させる(1:全くそう思わない, 2:あまりそう思わない, 3:どちらとも言えない, 4:ややそう思う, 5:とてもそう思う)。協同効用因子は、仲間と共に作業することに対する有効性の認識を測る尺

度である。個人志向因子は、仲間との協同を回避し、一人での作業を好む志向性を測る尺度である。互惠懸念因子は、協同作業から得られる恩恵に対する懸念の認識の尺度である。協同作業に対する認識が肯定的であれば協同効用因子を高く、個人志向因子と互惠懸念因子を低く評価することが期待されている。協同作業認識尺度の 3 因子について、それぞれの因子に含まれる項目の平均点を下位尺度得点とし、それぞれの得点について、1 要因の対応のある検定手法で分析を行う。

講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業における協同作業認識尺度の変容をさらに考察することを目的として、自由記述調査を行う(論文末の付録参照)。調査は、Google フォームを利用して、介入後の協同作業認識尺度の調査と同時に行う。自由記述は、「数学の協同学習(グループ学習)について、あなたが感じる良い点(メリット)を書いて下さい」、「数学の協同学習(グループ学習)について、あなたが感じる悪い点(デメリット)を書いて下さい」、「Zoom での協同学習(グループ学習)であなたが自分の考えを伝えるとき、気をつけていることがあれば教えて下さい」、「あなたが数学の学習を行っていく上で行った工夫があれば教えて下さい」の 4 点について調査する。回答を要約するために、本来質的データである文章を計量的に分析するために開発されている KH Coder を用いる(樋口, 2020)。便宜上、質問項目を A~D とし、それぞれについて Jaccard 距離を用いた Ward 法による階層的クラスター分析を行い、3 件以上見られたものを件数の多い順に列挙する。

本研究では、協同学習の態度的側面である協同作業に対する認識に焦点を当てているが、協同学習は認知的側面と態度的側面の両方を目的としている。以上より、付随的に認知面の確認を行うため、6 月に、例年と同様の難易度の計算問題から構成される確認テストを行う。確認テストは、遠隔授業時の内容を中心としつつ、協同学習場面で採用した問題の類題や、やや複雑な計算問題も含む。確認テストに関しては、対象校の中学 1 年生の数学の指導経験のある教員 6 名に、これまでの学年との差異について検討してもらう。また、長濱ほか(2009)の先行研究では、協同作業認識尺度と成績の関連性について検討をしており、協同作業認識尺度が成績を予測する結果が得られている。本研究においても、知見が得られる可能性があるため、協同作業認識尺度と確認テストとの関連性について検討を行う。

4.3 結果

4.3.1 協同作業認識尺度の結果

欠席や質問紙調査に不備のあった生徒 34 名を除く 157 名について、協同作業認識尺度の 3 因子の下位尺度得点の変化が有意なものであったかを検討する。正規性を確認するため、それぞれの下位尺度得点について、Shapiro-Wilk 検定を行った結果、その因子も正規分布を仮定することは難しく、対応するデータ間の差の分布の正規性も棄却された。そのため、ノンパラメトリック検定である Friedman 検定を行った(表 16)。なお、ノンパ

ラメトリック検定であるため、表 16 の平均値や標準偏差に直接的な意味はないものの、推移の参考値として記載をしている。結果、協同効用因子に関しては有意差が見られなかった。個人志向因子に関しては、 $\chi^2(2)=41.42, p<.001$ で有意な差が見られたため、Bonferroni の補正を用いて、Wilcoxon 符号付順位検定により、多重比較を行ったところ、介入前から介入中($p<.01, r = -.17$)、介入中から介入後($p<.001, r = -.23$)、介入前から介入後($p<.001, r = -.31$)にかけてすべて得点が有意に低くなっていた。また、互惠懸念因子に関しては、 $\chi^2(2)=5.68, p<.1$ で有意傾向が見られたため、同様に多重比較を行ったところ、介入中から介入後($p<.1, r = -.13$)にかけての得点が有意傾向を示して低くなっていた。以上より、講義を中心とする同期遠隔授業の期間を通して、個人志向因子得点の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化したことが窺える。また、講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業の期間を通して、個人志向因子の低下と有意傾向ではあるが互惠懸念因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化したことが窺える。

表 16 協同作業認識尺度の下位尺度得点の推移と Friedman 検定の結果 ($n = 157$)

因子	介入前 <i>M (SD)</i>	介入中 <i>M (SD)</i>	介入後 <i>M (SD)</i>	χ^2 値	検定	多重比較
協同効用因子	4.35 (0.46)	4.33 (0.50)	4.31 (0.55)	1.89	<i>n.s.</i>	
個人志向因子	2.83 (0.55)	2.74 (0.60)	2.58 (0.70)	41.42	***	介入前>介入中** 介入中>介入後*** 介入前>介入後***
互惠懸念因子	2.08 (0.70)	2.09 (0.72)	2.00 (0.69)	5.68	†	介入中>介入後 †

† $p < .1$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

4.3.2 協同学習場面に関する自由記述調査の結果

講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業後に、協同学習に関する自由記述調査を行った。KH Coder を用いて、質問項目 A~D それぞれについて、Jaccard 距離を用いた Ward 法による階層的クラスタ分析を行い、3 件以上見られたものを件数の多い順に列挙する(表 17)。質問項目 A においては、協同学習に関するメリットについて、「色々な意見が聞けること(63 件)」が最も多く見られ、次いで、「自分が分からなかったことをグループで協力して教え合える(25 件)」、「自分の知識が増える(18 件)」などが見られた。質問項目 B においては、

協同学習に関するデメリットとして、「時間がかかる(11 件)」が最も多く見られ、次いで、「しゃべらない人、まじめにやらない人、関係ない話をする人などが出てくる(11 件)」、「声掛けができない、聞こえづらい、進行役の不在、沈黙になる(11 件)」などが見られた。質問項目 C においては、伝達の工夫について、「相手に伝わりやすいように説明する(58 件)」が最も多く見られ、次いで、「重要なポイントを抑え、相手の意見を否定せず、はっきりと分かりやすく相手に伝える(17 件)」、「大きな声でゆっくりと話し、聞いている方が分かりやすいと思えるように説明する(16 件)」などが見られた。質問項目 D においては、全般的な工夫について、「式はきちんと書き、自分が理解するまで丁寧にしっかりやる(18 件)」が最も多く見られ、次いで、「授業の内容をノートにまとめ、授業が終わったら復習をする(11 件)」、「分かりやすく工夫して書く(9 件)」などが見られた。

表 17 自由記述による回答の要約 ($n = 160$)

<p>質問項目 A: 数学の協同学習 (グループ学習) について, あなたが感じる良い点 (メリット) を書いて下さい.</p> <p>(A1) 色々な意見が聞けること (63 件, 39%)</p> <p>(A2) 自分が分からなかったことをグループで協力して教え合える (25 件, 16%)</p> <p>(A3) 自分の知識が増える (18 件, 11%)</p> <p>(A4) 自分になかった考え方が得られる (10 件, 6%)</p> <p>(A5) 他のクラスの人やいろいろな人と話せる (9 件, 6%)</p> <p>(A6) いろんな考えを聞くことで, 自分の考えが広がる (7 件, 4%)</p> <p>(A7) 理解度が高まる (5 件, 3%)</p> <p>※特になし (15 件, 9%)</p>
<p>質問項目 B: 数学の協同学習 (グループ学習) について, あなたが感じる悪い点 (デメリット) を書いて下さい.</p> <p>(B1) 時間がかかる (11 件, 7%)</p> <p>(B2) しゃべらない人, まじめにやらない人, 関係ない話をする人などが出てくる (11 件, 7%)</p> <p>(B3) 声掛けができない, 聞こえづらい, 進行役の不在, 沈黙になる (11 件, 7%)</p> <p>(B4) うまく話せない, 誤解が不安, Zoom が使いづらい, よく見えない, 集中できない (9 件, 6%)</p> <p>(B5) 意見を言う場合, 緊張する, 苦手である, 埋もれてしまう (7 件, 4%)</p> <p>(B6) 会話が弾まず, かみ合わず, 仕切るのが難しく, 間違うことが不安 (6 件, 4%)</p> <p>(B7) 慣れておらず, 話しづらい (5 件, 3%)</p> <p>(B8) 話しづらく, 沈黙になる (4 件, 3%)</p> <p>※特になし (83 件, 52%)</p>
<p>質問項目 C: 協同学習 (グループ学習) であなたが自分の考えを伝えるとき, 気をつけていることがあれば教えてください.</p> <p>(C1) 相手に伝わりやすいように話す (58 件, 36%)</p> <p>(C2) 重要なポイントを抑え, 相手の意見を否定せず, はっきりと分かりやすく相手に伝える (17 件, 11%)</p> <p>(C3) 大きな声でゆっくりと話し, 聞いている方が分かりやすいと思えるように説明する (16 件, 10%)</p> <p>(C4) しっかりと意見交換を行う (8 件, 5%)</p> <p>(C5) ゆっくりと, はっきり, 手も交えて話す (8 件, 5%)</p> <p>(C6) みんなに聞こえるように話す (8 件, 5%)</p> <p>※特になし (42 件, 26%)</p>

質問項目 D:あなたが数学の学習を行っていく上で行った工夫があれば教えてください。
(D1)式はきちんと書き,自分が理解するまで丁寧にしっかりやる(18件, 11%)
(D2)分かりやすく工夫して書く(16件, 10%)
(D3)授業の内容をノートにまとめ,授業が終わったら復習をする(11件, 7%)
(D4)わからない問題があったらわかるまで取り組む(7件, 4%)
(D5)間違えた問題はなんで間違えたのか考える(5件, 3%)
(D6)計算ミスをしないようにする(3件, 2%)
(D7)話をよく聞く(3件, 2%)
※特になし(90件, 56%)

4.3.3 確認テストの結果

本研究で行った2種の同期遠隔授業後の6月に,これらの授業内容から構成される確認テストを教室で対面実施をした。点数に関して, $M=60.84$, $SD=20.75$ であり,対象校の中学1年生を担当したことのある教員6名に問題を見てもらい,平均点を伝え,これまでの学年との差異について検討してもらった。結果,5名の教員からは概ね例年と同様の結果であるとの回答を得た。1名の教員からは複合的な要因があり,判断できないとの回答を得た。以上の結果から,概ね例年の学年と同様の結果であったことが窺える。

また,確認テスト得点と協同学業認識尺度の個別の相関解析や組み合わせによる重回帰分析を行ったが,確認テストとどの時期の協同学業認識尺度のどの因子とも有意な関連性は見られなかった。

4.4 研究2の考察

研究2では,中学1年生の数学授業において,2種の同期遠隔授業を順に実践し,生徒の協同学業に対する認識の変容を調査した。この結果,講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業の期間を通して,個人志向因子の低下と有意傾向ではあるが互惠懸念因子の低下という点で,生徒の協同学業に対する認識が肯定的に変化した。要因として,授業設計(4)で採用した協同学習の基本的な技法であるラウンドロビンや(5)で採用した教材の選定が効果的だったと推察できる。また,その前提として,授業設計(2)の書き込み式テキストと,授業設計(3)の数学サイトが支えとなっていたと考えられる。付随的に行った自由記述調査からは,協同学習に関するメリットとして,色々な意見が聞ける,協力して教え合えるなどが散見された。また,協同学習に関する工夫として,

相手に伝わりやすいように話すなど自分の考えを伝える際の工夫も多く見られた。協同学習に関するデメリットとして、時間がかかる、しゃべらない人がいる、声掛けができない、なども見られたが、メリットと比較すると少なかった。また、聞こえづらい、Zoom が使いづらいなど、今後、同期遠隔授業に慣れていく中で改善が見込める記述も見られた。以上、自由記述の結果からは、今後、同期遠隔授業において、指示をさらに明確にするなどの工夫が必要と考えられるものの、概ね生徒は協同学習を肯定的に受け止められていたことが窺える。

本研究では、講義を中心とする同期遠隔授業の期間を通して、個人志向因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した。これまで、教室での対面授業においては、協同学習を取り入れた対話型授業では協同作業に対する認識が肯定的に変化し、一斉講義型授業では協同作業に対する認識が否定的に変化するという結果が報告されている(長濱・安永, 2010)。本研究の結果からは、同期遠隔授業においては、講義を中心とする同期遠隔授業でも生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化する可能性が示唆された。改めて考えてみれば、本研究の対象生徒は入学後、友人や教員と学校で実際に対面することができない期間が続いており、社会的存在感が低下していた可能性もある。そのような中、同期遠隔授業というパソコン画面を通してのやりとりではあっても、同じ時間に友人や教員とともに一緒に授業を受けるという経験が、協同作業に対する認識を肯定的に変化させた可能性が考えられる。

また、研究 2 で、協同作業認識尺度の協同効用因子においては、変容が見られなかった。先行研究の長濱ほか(2009)においても、協同効用因子は高い値を示しており、協同効用が基盤としてあり、その上に、個人志向や互惠懸念が加味された重層的な認知構造をもつ可能性が示されている。本研究においても、協同効用因子は総じて高い値を示しており、先行研究に似た傾向が見られた。今後は同期遠隔授業という点を踏まえた上で、教材の工夫、ラウンドロビン以外の協同学習技法を利用した授業設計、協同の価値提示の工夫を行っていくことなども必要だと考えられる。

さらに、確認テストの結果から、概ね例年の中学 1 年生と同様の結果が確認され、認知面を一定程度担保しながら生徒の協同作業に対する認識を肯定的に変化させたと考えられる。

4.5 研究 2 のまとめと課題

研究 2 では、中学 1 年生の数学授業において、2 種の同期遠隔授業を順に実践し、生徒の協同作業に対する認識の変容を調査し、以下の知見を得た。

- 講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業の期間を通して、個人志向因子の低下と有意傾向ではあるが互惠懸念因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した。自由記述の結果も、デメ

リットに関する記述が若干見られたものの、メリットに関する記述が多く、概ね好意的であった。要因として、授業設計(4)で採用した協同学習の基本的な技法であるラウンドロビンや(5)で採用した教材選定が効果的であったことに加え、その前提として行った授業設計(2)の書き込み式テキスト、(3)の数学教科サイトが支えとなっていたと考えられる。

- 講義を中心とする同期遠隔授業においても、個人志向因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した。同期遠隔授業というパソコン画面を通してのやりとりではあっても、同じ時間に友人や教員とともに一緒に授業を受けるという経験が、協同作業に対する認識を肯定的に変化させた可能性が推察できる。
- 確認テストの結果は、概ね例年通りの結果であり、認知面を一定程度担保しながら生徒の協同作業に対する認識を肯定的に変化させたと考えられる。

本研究の限界として、3点があげられる。第1は、本研究では実践者が1名で、教師要因が働いている可能性である。今回は大人数を対象としており、授業設計からも生徒に臨機応変に指示を出すということはほとんどなかった。教師要因が大きく働いた場面は少なかったと推察されるが、今後、別の教員で検証を行うことも信頼性の観点から必要である。第2は、今回は数学を対象とした実践であり、教科の特性が影響している可能性がある。今後、他の教科での実践を行っていくことも必要である。さらに、数学の単元としては、中学1年生の正負の数という計算中心の内容であったため、証明問題など他の単元での同期遠隔授業の設計と検証を行っていくことも必要である。第3は、本実践検証はCOVID-19の世界的流行から端を発し、様々な制約の中で行われた同期遠隔授業である。生徒の学びを最大限保障するという実践的見地、研究倫理の観点から、比較対照実験は行っていない。今後、研究方法を工夫するなどして、講義を中心とする同期遠隔授業、協同学習を取り入れた同期遠隔授業それぞれについて、比較対照実験を行うことも必要である。特に、講義に協同学習を取り入れた同期遠隔授業だけではなく、講義を中心とする同期遠隔授業においても、個人志向因子の低下が見られた点について検証を行っていくことが必要である。

次に今後の展望を述べる。本研究の結果から、生徒の協同作業に対する認識という側面において、2種の同期遠隔授業の有効性が示唆された。一方、同期遠隔授業を多用することで生徒が疲れるという負担感に関する報告もあり(石井ほか, 2020)、手放しに同期遠隔授業への全面的移行を推奨するものではない。どのように同期と非同期のバランスを考えていくべきか、学習者の年齢なども踏まえた知見を集積していく必要がある。また、本研究は191名の大人数を対象に同期遠隔授業の実践を行ったが、例えば、1クラス40名程度が対象であれ

ば、教師がグループを適宜観察して状況を踏まえた上でその後の授業を組み立てたり、基本的な技法に限らない協同学習技法を取り入れたりしていくことも可能だと考えられる。同期遠隔授業の実践検証は始まったばかりである。今後も生徒の相互作用を取り入れた効果的な授業設計と検証を続けていきたい。

第5章 研究3 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を取り入れた数学授業のデザイン

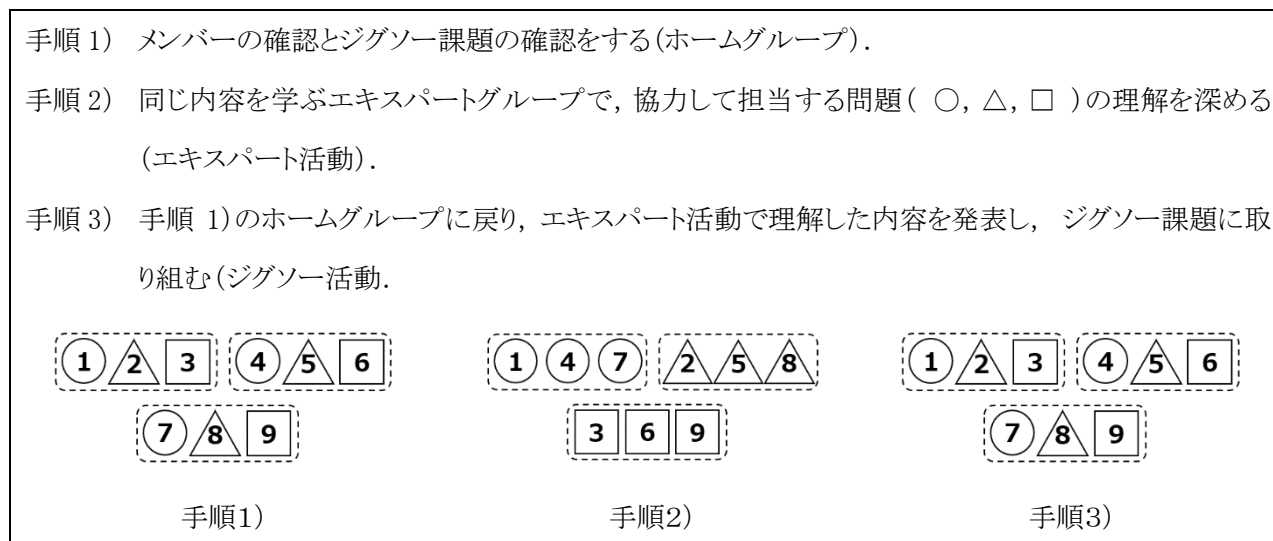
5.1 研究3の目的

中学校学習指導要領数学科において、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力が位置付けられており、この力を育成するため、言語活動を充実させることの重要性が指摘されている(文部科学省2018)。

このような中、生徒間の対話を重視し、他者と協調して1つの新たな理解をつくり上げていく指導方略として、ジグソー法(Aronson, 1978)に注目が集まっている。ジグソー法は、学習課題をいくつかに分け、それぞれの課題ごとのチームを新たに作り(エキスパートグループ)、課題に取り組み、終わったらもとのグループ(ジグソーグループ)に戻り、学んだことを報告し合い、テーマの解決に向けて話し合わせる流れで、全員が主体性を持つように構造化がされている。

ジグソー法の手順を次に示す(表18)。まず、主課題を3~4つ程度のテーマに分割し、同じテーマで学ぶグループ(エキスパート班)で担当するテーマを学習し、次に、グループを組み替えて異なるテーマで作られたグループ(ジグソー班)で自分の担当したテーマを説明し合い、主課題の理解を深める。下記では、問題が、○, △, □の3つのテーマに分割したものを例として挙げる。

表18 ジグソー法の手順



(Jacobs et al., 2002 をもとに作成)

最近では、知識構成型ジグソー法として、数学教育においても実践が増えてきており(埼玉県教育委員会 2021, 東京大学 CoREF 2019, 三宅ほか 2016 など), 記述問題の無回答率の低下や記述量の増加が報告されている(飯窪ほか, 2017). 知識構成型ジグソー法は、上記のジグソー法の手順をもとにしながら、次の手順から構成される(表 19).

表 19 知識構成型ジグソー法の手順

手順 1) 課題について各自が自分で考えを持つ。
手順 2) エキスパート活動(上記ジグソー法の手順 2 に該当)
手順 3) ジグソー活動(上記ジグソー法の手順 3 に該当)
手順 4) クロストーク(ジグソー活動で作上げた考えを教室全体で交流)
手順 5) 課題について、最後にもう一度自分で答えを出す

(飯窪ほか, 2017 をもとに作成)

友野(2016)は、ジグソー法が技能としての協同を学び、多様な人たちと交わる力をつけることを主な目的としているのに対し、知識構成型ジグソー法は一人ひとりの違う『分かり方』を共有することで、自分の考えを深めていくことが目指されている、と指摘をしている。

ジグソー法や知識構成型ジグソー法は肯定的な報告も多い一方、次の2つの課題が考えられる。第1の課題は構造の複雑さである。ジグソー法は、学習課題を分割する難しさ(アロンソン・パトノー, 2016), グループ間で活動時間に差が生じること(友野, 2016), 指定の人数の倍数でグループを組めない場合の対処など、構造が複雑で授業設計上のリスクが高い。また、ジグソー法は高度に構造化されているため、使いすぎない方がよい(Barkley et al., 2005)という指摘や一斉講義型より時間がかかることなど、日常的に頻繁に取り入れられる指導方略にはなりにくいという課題もある。これらのことから、ジグソー法の利用を躊躇する教員もいることが推察される。第2は、ジグソー法という思考の外化を強く求める指導方略における、教師の介入判断の難しさである。数学は、教科の特質として、分かり方の個人差が大きい教科であり(阿原, 2016), 生徒の学力差が大きくなりがちである(ベネッセ教育総合研究所, 2007 など)。数学を苦手とする生徒など、理解力、表現力の点で、ジグソーグループでの活動において全く活躍ができなかったり、自信をなくしてしまったりする可能性も考えられる。松島(2013)は、数学教育の見地から、エキスパートグループの対話において、解決の糸口が全く見えないような場合、教師が積極的に介入する必要性について言及している。一方、教師の介入により生徒が対話を通して自律的に学ぶ姿勢を削いでしまう可能性もある。これらのバランスを十分考え、授業の場に応じて介入の可否を判断するという難しさがある。

知識構成型ジグソー法の第一人者である三宅(2015)は、知識構成型ジグソー法と少し異なるデザインをして実践し直してみるについて言及している。上述のジグソー法の2つの課題を解消する授業設計が行えれば、数学教育に資する価値は高いと考える。

以上より、本研究では、上述したジグソー法の2つの課題を解消するように修正を行った協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE を設計し、生徒の数学的な記述力を向上させることができるか、検証を行うことを目的とする。

5.2 研究3の方法

5.2.1 研究3の対象

本研究対象は、中学2年生の数学の習熟度の高いクラスである。数学を得意とする生徒が3クラスから抽出され、習熟度の高いクラスで授業を受ける。数学は週当たり5時間の授業が行われている。1次関数の単元の授業時間は14時間である。研究対象を表20に記す。

表20 研究3の対象

授業者	第1著者(教職18年目)
調査協力者	中学2年生 A, B, C組の習熟度の高いクラス, 計35名
期間	2021年4月～2019年5月(14時間)
単元	1次関数

5.2.2 研究の概要

介入前調査として比例と反比例の単元の記述テスト(数学的な表現を用いて説明する力の測定)と単元テスト(知識・技能の測定)を行う。その後、授業全14回中3回、協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE を取り入れた実践を行う。介入後調査1として1次関数の記述テストと単元テストを行う。また、介入後調査2として、1次関数の記述テストを行う。研究のフローを図10に示す。

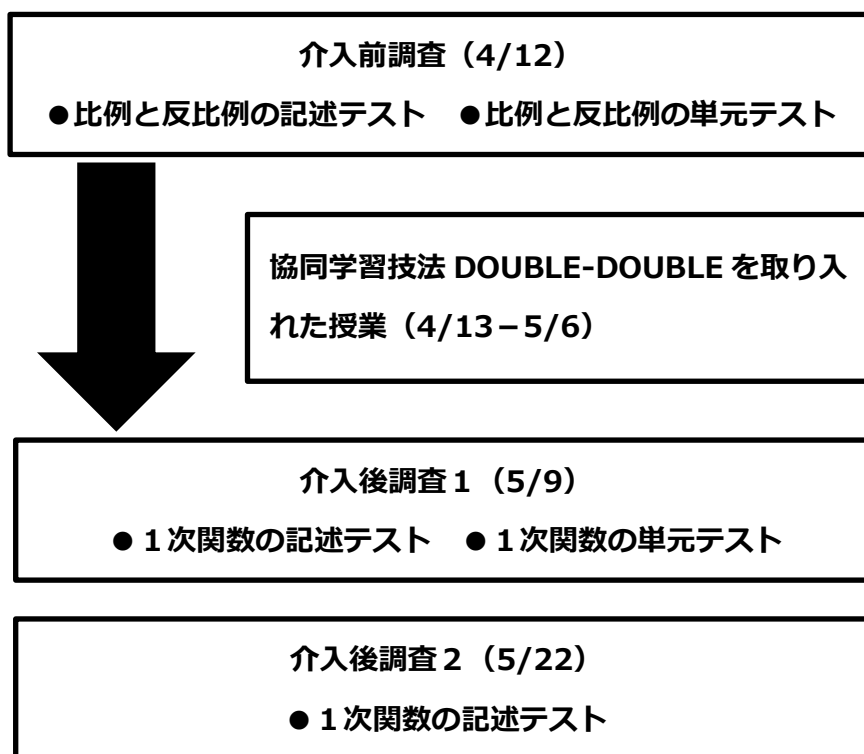


図 10 研究3の流れ

5.2.3 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE について

5.2.3.1 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE の手順

協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE は図 11 のように生徒を 4 人グループに分割して行う。手順を次に示す (表 21)。

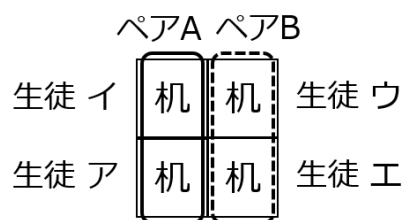


図 11 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の配置

表 21 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の手順

手順1)	生徒ア，イのペア A で(1)を解決，生徒ウ，エのペア B で(2)を解決.
手順2)	教師は，ペア A のどちらからかをランダムに指名して(1)をペア B に説明させ，同様にペア B のどちらからかをランダムに指名して(2)をペア A に説明させる（場合によってペアでの協力説明も可）.
手順3)	(1)と(2)に含まれる共通点や相違点等について話し合わせたり，2つの問題を統合した内容の発展的課題(3)などを課し，グループ全体で学びを深める.

手順 1 が研究 1 の基本的な技法「相談タイム」、手順 2 が研究 1 の「説明タイム」に該当し、基本的な技法を組み合わせたデザインとなっている。

DOUBLE-DOUBLE は、2つの関連する問題をもとに、前半(手順1, 2)のペア学習を通して、協力しながらも生徒一人ひとりが責任を持って取り組み、後半(手順3)のグループ学習を通して、深い学びが行えるように構造化を行っている。組み合わせる学習課題が2つであることに加え、グループを組み替えないため、ジグソー法と比べ、簡便で、利用しやすいと考えられるため、ジグソー法の課題 1 の解消につながる。さらに、ペアで協力できる安心感があるため、教師の介入の必要性はジグソー法よりは低くなり、課題2の解消にもつながる。なお、ペアにすることで、構造上、個人の責任が弱まるが、次の2点で補完している。1点目は、手順2で教師がランダムに指名を行うことで、個人の責任を担保することである。手順1の際、ペアのどちらかが指名されても説明ができるように動機づけを丁寧に行っておくことも重要である。2点目は、簡便で、利用しやすい技法のため、単元の中で2回、3回と複数回実践が行えることである。多くの生徒に発言の機会が回ってくるため、生徒全員に対話の場を提供できる。

5.2.3.2 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE で採用した教材

採用した教材は、既存の教材を利用したり組み合わせたものである。2つの問題(1)(2)を関連付け、それらをもとに、統合、発展性のある問題(3)につなげる構成である。5章で紹介したもの以外の教材例は付録(4)に記す。

採用する教材①(教材 8)は、傾き(変化の割合)を題材とした問題である。(1)(2)は似た問題であるが、傾き(変化の割合)という基準を決めて測る(比べる)ことの意義を確認する。また、(3)では、傾き(変化の割合)が1次関数のグラフではどこに現れるか問いかけ、式とグラフの関連性についても確認することを意図している。

教材 8 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE で採用した教材①

<p>(1) 次の図は、すべり台を表しています。どちらのすべり台の方が急坂ですか。</p> <p>① 横が3m, 高さ 4.8mの図のすべり台の図</p> <p>② 横が5m, 高さ 7.7mの図のすべり台の図</p>
<p>(2) 車いすの方にとって、階段の上り下りは大変です。そこで、階段のわきに長い緩やかな坂(スロープ)がつくられています。バリアフリー法で定められる基準では、スロープの勾配は屋内では「1/12 以下」とされています。次の図のスロープはその基準を満たしているか検証してみましょう。</p> <p>① 横が 12m, 高さ 90cm のスロープの図</p> <p>② 横が6m, 高さ 55cm のスロープの図</p>
<p>(3) 下の図の直線①, ②の式を求めなさい。直線の式 $y = ax + b$ の b の値は、y 軸との交点の y 座標として、下の図の中に現れます。一方で、a の値はどこに現れますか。</p> <p>① $y = 2x + 4$ の図 ② $y = -x + 2$ の図</p>

(中島, 2018)

(1)や(2)では、横を 1m に固定して考える生徒もいた。(1)や(2)の①で与えられる横の長さに②をそろえて比較する(例えば(1)において②を $7.7 \times 3/5$ を行って①と比較を行う)生徒もいた。(1)(2)を説明し合った後、数名の異なる方法をとっている生徒を指名し、それぞれの方法を統合的に確認した。その上で、(3)をグループで解かせ、傾き(変化の割合)がグラフ上では、直線が右に 1 だけ進むときに上へどれだけ進むことか、という点を生徒とやりとりをしながら確認し、式とグラフの定着を図った。

採用する教材②(教材 9)は、3 直線の関係性を問う問題である。これらは、問題集では、やや離れた場所に配置されているが、数値を変更し、3 直線の関係性という点で、同時に扱うことで問題を統合的に見ることを意図している。

教材 9 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE で採用した教材②

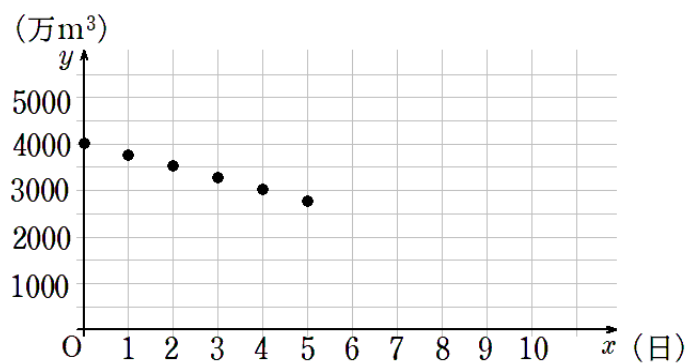
<p>(1) 3直線 ① $x+3y=-1$ ② $3x-y=-3$ ③ $ax-y=-5$ が一直線で交わるような a の値を求めなさい.</p>
<p>(2) 3直線 ① $x+3y=-1$ ② $3x-y=-3$ ③ $-3x-y=-5$ で囲まれる三角形の面積を求めなさい.</p>
<p>(3) 3直線 ① $x+3y=-1$ ② $3x-y=-3$ ③ $ax-y=-5$ が三角形を作らないような定数の値をすべて求めなさい.</p>

(1)では3直線が1点で交わる条件, (2)では3直線の交点を作る三角形の面積を求める問題である. (3)では(1)(2)に関連し, 3直線が三角形を作らない場合について考察する. (3)で統合的に考えることが本問の意図なので, ①, ②の直線を同一にし, (2)の計算が簡単に行えるように配慮している. それでも, (1)の方が(2)より短時間で解き終えていたため, 実際の場面では, (1)の類似問題を問題集で探して解かせたり, それも終わったペアには(2)を考えさせた. なお, (3)では完全解答を求めさせるより, (1)(2)がどのように関連づいているか考察することが重要であるため, 一定時間グループで考えたのち, 固定された①②の直線に対し, ③の直線がどのように動くか, 生徒とやりとりをしながら差し棒を動かし, ヒントを与えた上で続きを考えさせた.

採用する教材③(教材 10)は1次関数の利用に関する問題である. (1)ではグラフ内に求めたい点が存在するため, グラフの概形をかいて, グラフを読む方針で解ける. (2)ではグラフ内に求めたい点が存在しないため, 1次関数の表の追加や, 式を求めるといふ工夫が必要である. (3)は(1)同様, グラフ内に求めたい点が存在する. 解法の流れを説明するだけであれば, (1)(3)はグラフをかいて読み取る, 式や表を作るという2種の方法がある. (2)に関してはグラフをかくことがやや困難なため, 式や表を作るという方法をとる. どのような場合にどちらの方法を採用するのが効率的か内容の理解と共に整理することを意図している.

教材 10 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE で採用した教材③

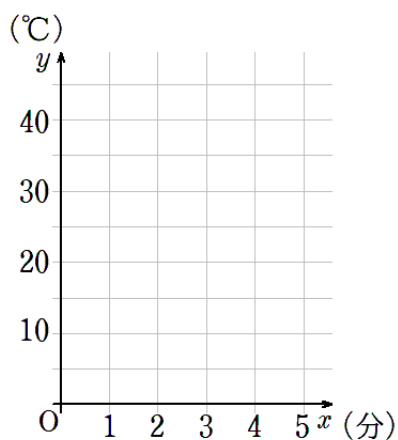
(1) ダムの貯水量が減ってきている時期の、日にちとダムの貯水量のグラフから貯水量が 1500 万 m^3 になるまでの日にちを求めたい。求める過程をかきなさい。答えは求めなくてよい。



* 貯水量が 1500 万 m^3 になるまでの日にちがグラフ内にあるため、グラフを読めば求まるタイプ

(2) 水を熱してからの時間と水温の関係のグラフにおいて、11 分後のおよその水温を求めよ。

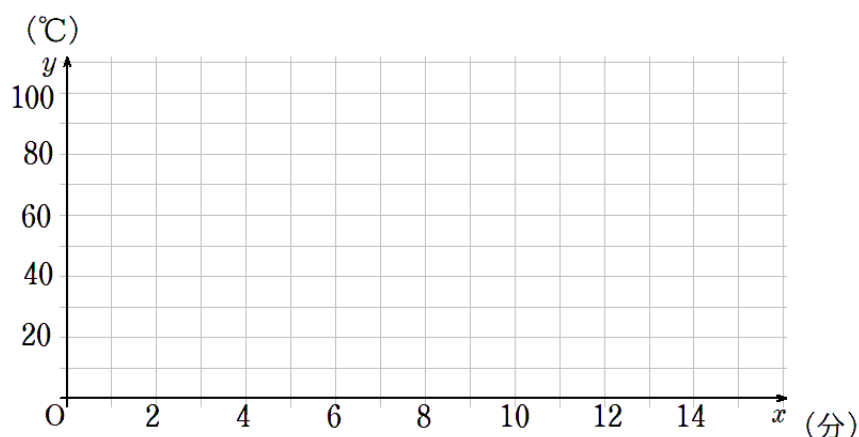
時間 x (分)	0	1	2	3	4	5
水温 y ($^{\circ}\text{C}$)	16.2	21.9	28.0	34.3	40.1	46.2



* 11 分後の点はグラフ外にあるため、表や式などで求める必要があるタイプ

(3) 水を熱してからの時間と水温の関係のグラフにおいて、水温 80° になる時間を求めたい。求める過程をかきなさい。答えは求めなくてよい。

時間 x (分)	0	2	4	6	8	10
水温 y ($^{\circ}\text{C}$)	20.0	28.2	36.1	44.2	52.0	60.1



* 水温が 80° になる点はグラフ内にあるため、グラフを読めば求まるタイプ

(国立教育研究政策所, 2021b ; 岡部ほか, 2021)

(1)(2)をそれぞれ説明させた後、問題の共通点と相違点について話し合わせ、(3)に移る前に、全体で共有する。その上で(3)を扱った。(3)では、グループにもよるが、(1)を解いたペアはグラフをかいてよむ方法、(2)を解いたペアは式を求める方法という自分たちがそれぞれの解いた問題の解法に引きずられる傾向があった。(3)は(1)(2)いずれの方針でも解けるが、説明だけが聞かれる場合は、(1)の方法での記述が効率的であることも確認した。その上で、(2)のように求めたい点がグラフ外にある場合は、(1)の解法は基本的に採用できないため、(2)の方法も必ずできるようにしておくことを伝えた。

5.2.4 調査の方法

5.2.4.1 記述テスト

知識構成型ジグソー法は、全国学力・学習状況調査の B 問題のような「その生徒たちにとって難しい記述問題」に効果があることが報告されている(飯窪ほか, 2017)。本研究では、生徒に数学的な表現を用いて説明する力を身に付けさせるという目的の観点、ジグソー法を修正して利用している観点から、全国学力・学習状況調査の数学 B 問題(国立教育研究政策所, 2021b)(2019 年度からは B 問題という区分は削除)から選定することが妥当だと考えた。全国学力・学習状況調査の数学の B 問題には、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する問題が出題されており、評価基準も◎、○、×の3段階で解答パターンも含め詳述されている。全国調査の正答率(◎と○の合計)も記載されているため、分析の参考になる。記述テストは介入前調査、介入後調査 1、介入後調査 2 の3回実施する。介入前調査の段階では、1次関数について学んでないため、同じ関数分野の既習内容である比例と反比例に関する記述問題を実施する。介入後調査 1、介入後調査 2 は、1

次関数の記述問題を実施する。介入後調査 2 を行う理由は、ジグソー法で扱った内容は、数週間・数か月後も覚えているという可搬性が指摘されており(白水, 2020), 本研究においても同様の効果が見られるか検証を行うためである。なお, 研究対象校の授業時間の制約から, 介入前調査で1問, 介入後調査 1 で3問, 介入後調査 2 で1問の実施とする。

分析に関しては, 介入前調査, 介入後調査 1, 介入後調査 2 に関して, 評価基準に合わせ, ◎, ○, ×で採点を行った上で, それぞれを 3, 2, 1 点と置換したうえでこれらのデータを順序尺度と考え, 介入前調査と介入後調査 1 および介入後調査 2 が異なる問題であることに留意しながら, 対応のあるノンパラメトリック検定である Friedman 検定を行う。

また, 付随的な調査として, 記述力が高まった生徒 3 名の実際の記述を具体的に分析し, 複合的に検討を行う。

5.2.4.2 単元テスト

また, 付随的に, 介入前後で, 単元テストを実施する。記述テストの得点だけではなく, 知識・技能面の学力も定着しているかを調査することが目的である。記述調査と同様, 介入前調査の際は, 1次関数について学んでないため, 同じ関数分野の既習内容である比例と反比例に関する記述問題を実施する。介入後調査は1次関数の記述問題を実施する。単元テストの内容は教科書に付随している単元テストを用いる。介入前, 介入後調査は上述の記述テストと同時に実施する。

分析に関しては, 介入前後が異なる問題であることに留意しながら, 介入前後の得点について, 正規性の成立の有無を確認の上, 適切な1要因の対応のある検定手法で分析を行う。

5.3 結果

5.3.1 記述テスト

実際に利用した問題を示す。介入前調査は, 全国学力・学習状況調査平成 27 年度 B 問題1(12.3%, カッコ内の%は全国正答率)で比例と反比例の単元, 介入後調査 1 は①平成 28 年度 B 問題2(21.6%), ②平成 20 年度 B 問題5(13.3%), ③平成 19 年度 B 問題5(40.2%), 介入後調査 2 は平成 28 年度 B 問題の 3 (31.2%)であり, これらは1次関数の単元である。介入前調査の全国正答率が低いが, これは比例と反比例の単元の記述問題が調査問題にほとんどなく, 選択の余地がなかったことが要因である。

介入後調査 1 の問題は①～③の3種類あるため、これら3種類についてそれぞれ、Friedman 検定を行った。①に関しては、 $\chi^2(2)=35.78$, $p<.001$ で有意な差が見られたため、Bonferroni の補正を用いて、Wilcoxon 符号付順位検定により、多重比較を行ったところ、介入後調査 1 から介入後調査 2($p<.001$, $r=.52$)、介入前調査から介入後調査 2($p<.001$, $r=.55$)にかけて得点が有意に高くなっていた(表 22)。②に関しては、 $\chi^2(2)=29.07$, $p<.001$ で有意な差が見られたため、同様に多重比較を行ったところ、介入前調査から介入後調査 1 ($p<.1$ $r=.01$,)にかけての得点が有意傾向を示して高くなっており、介入後調査 1 から介入後調査 2($p<.01$, $r=.36$)、介入前調査から介入後調査 2($p<.001$, $r=.55$)にかけて得点が有意に高くなっていた(表 23)。③に関しては、 $\chi^2(2)=26.00$, $p<.001$ で有意な差が見られたため、同様に多重比較を行ったところ、介入前調査から介入後調査 1 ($p<.05$, $r=.30$)、介入後調査 1 から介入後調査 2($p<.01$, $r=.34$)、介入前調査から介入後調査 2($p<.001$, $r=.55$)にかけてすべて得点が有意に高くなっていた(表 24)。

表 22 記述問題得点の推移とFriedman 検定の結果(介入後 1①の問題) (n = 35)

正誤	介入前(12.3%)		介入後 1①(21.6%)		介入後 2(31.2%)		χ^2 値	検定	多重比較
◎	2	計	1	計	15	計	35.78	***	介入後 1<介入後 2*** 介入前<介入後 2***
○	5	20.0%	7	22.9%	15	85.7%			
×	28		27		5				

*** $p < .001$

表 23 記述問題得点の推移とFriedman 検定の結果(介入後 1②の問題) (n = 35)

正誤	介入前(12.3%)		介入後 1②(13.3%)		介入後 2(31.2%)		χ^2 値	検定	多重比較
◎	2	計	8	計	15	計	29.07	***	介入前<介入後 1† 介入後 1<介入後 2** 介入前<介入後 2***
○	5	20.0%	5	37.1%	15	85.7%			
×	28		22		5				

† $p < .1$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

表 24 記述問題得点の推移とFriedman 検定の結果(介入後 1③の問題) (n = 35)

正誤	介入前(12.3%)		介入後 1③(13.3%)		介入後 2(31.2%)		χ^2 値	検定	多重比較
◎	2	計	12	計	15	計	26.00	***	介入前<介入後 1* 介入後 1<介入後 2** 介入前<介入後 2***
○	5	20.0%	2	40.0%	15	85.7%			
×	28		21		5				

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

※ ()内の数値は全国正答率であり, 全国正答率は◎と○の合計数で算出される

次に、付随的に、調査問題用の概要と生徒 3 名の実際の記述を記す。詳しい問題は巻末の付録(5)を参照。
形式上、生徒を A, B, C とする。

<介入前調査の概要>

$$(\text{映像の明るさ}) = (\text{プロジェクターの光源の明るさ}) \div (\text{投影画面の面積})$$

という式が与えられ、プロジェクターの光源の明るさが一定の際、映像の明るさを 2 倍にするには投影画面の面積をどのようにすればよいか説明する問題である。

事象の数学的な表現と解釈に関する問題である。事象を式の意味に解釈し、その結果について、数学的な表現を用いて説明することができるかをみる。

<介入後調査 1①の概要>

x	…	2	3	4	…
y	…	18	12		…

上記の表において、 $x=4$ のとき $y=9$ になる場合、どのような関数になるか理由も含めて答える問題である。

具体的な事象の中から二つの数量を取り出し、それらの変化や対応を調べることを通して、関数に関する理解を深めるとともに、関数関係を見い出し、表現し考察する力をみる。

<介入後調査 2②の概要>

富士山周辺と山頂の気温の標高と気温のデータから 6 合目のおよその気温を求める問題である。

具体的な事象の中から二つの数量を取り出し、それらの変化や対応を調べることを通して、一次関数について理解するとともに、数量関係を見い出し表現し考察する能力をみる。

<介入後調査 1③の概要>

水を熱し始めた時間と水温の関係のデータから水温が 80°C になるまでの時間をどのように求めるか記述させる問題である。

グラフに示されていない水温に対応する時間の求め方について、グラフの直線を延ばさずに求める問題解決の方法を数学的に説明することができるかどうかをみる。

<介入後調査 2 の概要>

A 車と B 車の使用年数に応じた総費用が同じになるおよその使用年数を求める問題である。

事象を数学的に解釈し、問題解決の方法を数学的に説明することができるかどうかをみる。

【生徒 A】

<介入前調査の記述>

	アイの選択	説明
(3)	①	了だと光がとじているはんいが広くな。て 暗くな。てしまうから。 映す面積が小さいほど明るくなるから。

<介入後調査 1①の記述>

無回答

<介入後調査 1②の記述>

DとFから1mで何℃下がるのか調べて、
6合目の気温を求める。

<介入後調査 1③の記述>

1分でおよそ4℃上がっているから
1分で4℃上がっていることが分かる。
 $80 - 20 = 60$
 $60 \div 4 = 15$ 15分後

<介入後調査 2の記述>

まずA車の車の使用年数と総費用の関係を
表すグラフを書く。
B車のグラフとまじわっている所を見つけ
る。

生徒 A は、介入前調査では、ややあいまいな記述がみられるが、介入後調査 1、介入後調査 2 に向けて、論理立てて記述ができるようになっていくことが読み取れる。

【生徒 B】

<介入前調査の記述>

無回答

<介入後調査 1①の記述>

無回答

<介入後調査 1②の記述>

グラフを読み取る。

<介入後調査 1③の記述>

グラフの直線の一次関数の式を求め、 $y=80$ を代入し計算する。

<介入後調査 2 の記述>

A車とB車を購入して年間使用する時の総費用を y 円とし
一次関数のグラフに表す。
A車とB車の一次関数のグラフの交点の x 座標を
読み取る。

生徒 B は、介入前調査および介入後調査 1 では無回答や具体的ではない記述がみられたが、介入後調査 1③や介入後調査 2 では、論理立てて記述ができるようになっていることが読み取れる。

【生徒 C】

<介入前調査の記述>

	アイの選択	説明
(3)	①	プロジェクタの明るさを1として考えると、面積が $3 \rightarrow \frac{1}{3}$ (明るさ) $6 \rightarrow \frac{1}{6}$ (明るさ) となるため、面積が1/3にすれば小さいほど、映像は 明るくなっていくから。

<介入後調査 1①の記述>

無回答

<介入後調査 1②の記述>

- ① A~Eまで、何m 上がれば何m 低くなるかの平均を出す。
- ② その平均を使って、1.2500m までに何度下がるのか出す。
- ③ 最初の「27.7°C」から②で出た数を引く。

<介入後調査 1③の記述>

$$80 - 60 \cdot 26^\circ\text{C}$$

$$20 \div 5 = 4 \text{分}$$

↑
分速
何度上がるか

<介入後調査 2 の記述>

○ 総費用を y 、車両価格を b 、1年あたりの充電料を a 、
使用年数を x とする。

$$\begin{cases} y = 4x + 280 \\ y = 16x + 100 \end{cases} \Rightarrow x = \frac{50}{\frac{1}{3}} = \frac{25}{3}$$

$\frac{25}{3}$ を約 7 年

生徒 C は、介入前調査および介入後調査 1①③では無回答や具体的ではない記述がみられたが、介入後調査 1②や介入後調査 2 では、論理立てて記述ができるようになっていることが読み取れる。

5.3.2 単元テスト

平均点は介入前が 82.2 点、介入後が 77.1 点であった。Shapiro-Wilk 検定を行った結果、正規分布を仮定することは難しく、対応するデータ間の差の分布の正規性も棄却された。そのため、ノンパラメトリック検定である Friedman 検定を行った。結果、確認テストの得点に関して、有意差が見られ、事前から事後にかけて得点が有意に低下していた ($p < 0.001$)。なお、事後の 1 次関数のテストには、やや難しい問題が含まれており、正答率が 0% (配点 8) の問題が 1 問あった。

5.4 研究 3 の考察

記述テストの結果から、①では介入後調査 1 から介入後調査 2、介入前調査から介入後調査 2 にかけて得点が有意に高くなっており、介入後調査 2 で効果が表れた。②では有意傾向ではあるものの介入前調査から介入中調査 1 にかけて得点が高くなっており、実践の介入効果が表れた。また、介入後調査 1 から介入後調査 2、介入前調査から介入後調査 2 にかけて得点が有意に高くなっていることから、介入後調査 2 で効果が表れた。③では介入前調査から介入後調査 1 にかけて得点が高くなっており、実践の介入効果があった。また、介入後調査 1 から介入後調査 2、介入前調査から介入後調査 2 にかけて得点が有意に高くなっていることから、介入後調査 2 で効果が表れた。

介入前調査の問題は、全国正答率が低く、このことが分析に与える影響は少なくないと考えられるが、介入前調査から介入後調査 1 にかけての得点の上昇は全国正答率の高い③だけではなく、全国正答率が同程度の②においても有意傾向ではあるが見受けられ、介入効果があったことが推察される。また、介入前調査から介入後調査 2、および介入後調査 1 から介入後調査 2 にかけては、①、②、③全てにおいて得点が上昇しており、介入後調査 1 の全国正答率が介入後調査 2 より高い③においても上昇していること、介入後調査 2 は 86% 程度が◎と○であることから、介入前調査や介入後調査 1 から介入後調査 2 にかけて得点が向上したと判断できる。このことから、今後、詳細な検討が必要ではあるものの、知識構成型ジグソー法と同様、可搬性が行えた可能性も窺える。

単元テストの結果からは、介入前から介入後にかけて得点が有意に低くなったものの、いずれも 8 割前後の得点をとっている。介入後の 1 次関数のテストにおいて、やや難しい問題が 1 問含まれていたことを考慮すると、知識・技能に関しては、一定程度担保できていると考えられる。

5.5 研究3のまとめと課題

以上より、本研究で設計した協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE は、知識・技能を担保しながら、数学的な表現を用いて説明する力を身に付けさせるための有効な指導方略の1つになり得ることが示唆された。

本研究の課題は、次の3点である。第1は、全国正答率も一定考慮して、考察を行ったものの、記述テストの問題が同一でないことである。第2は、授業全14回中の3回で DOUBLE-DOUBLE を取り入れたため、その他11回の数学授業の影響を受けている可能性である。第3は、単元や教師などの統制面である。今後、研究デザインを再検討し、追試が必要である。

次に、今後の展望を述べる。本研究からは、介入前調査から介入後調査1にかけてより、介入後調査2にかけての得点の上昇が顕著であった。今後、DOUBLE-DOUBLE の最後に振り返りを行い、定着させる場面を取り入れるなど、より効果的な技法へ修正することを検討したい。また、一人ひとりの生徒がどのような発話や記述を行い、どのような変容が見られたかなど、多角的な分析も検討していきたい。

第6章 本研究の成果と今後の課題

6.1 成果のまとめ

本研究の目的は、中等教育数学科において、これまでの日本の数学教育実践も大切にしながら、生徒一人ひとりが自分の思考を外化し、生徒間の相互作用を活かした、協同学習の基本的な技法を取り入れた授業モデルを提案し、その実践的検証を行うことであった。

研究目的1から4の成果をまとめると下記の4点である。

● 目的1: 数学教育における協同学習の基本的な技法を選定し、実践検証を行う、について

まず、協同学習の技法の中から、「単純かつ繰り返し利用できる技法」、「数学の一斉講義型授業に組み入れることができる」という2点の設計要件をもとに、協同学習の基本的な技法として、「相談タイム(江利川, 2012)」、「お隣に聞こう(Jacobs et al., 2002)」、「ホップ・ステップ・クラス(Jacobs et al., 2002)」、「ラウンドロビン(Kagan and Kagan, 1999)」の4つを選定した。

研究1-1では、著者が、一斉授業に日常的に協同学習の基本的な技法と協同の価値提示を取り入れた授業について、1学期間継続して実践し、主に個人志向因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した。

● 目的2: 数学教育における協同学習の基本的な技法の汎用性について検証を行う、について

研究1-2では、同学年、同科目を指導する他の2名の教師に、研究1-1と同様の授業について2学期間継続して実践してもらい、交互作用が一部見られたものの、個人志向因子の低下および互惠懸念因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化するという結果を得た。このことから、研究1-1で設計した協同学習の4つの基本的な技法を取り入れた数学授業の汎用性が確認された。

以上より、基本的な技法を取り入れることで、授業コントロールを保ったうえで、生徒が徐々に協同学習に慣れ、生徒間の相互作用が行えたことが考えられる。生徒や学校などの状況によっては、最初うまくいかない可能性もあるが、そのような場合も、これらの基本的な技法は、適宜一斉授業に戻すことや、再計画して別の場面で利用することも可能である。継続的かつ粘り強く実践することができるため、生徒間の相互作用を活かした授業の土台になると考えられる。

さらに、研究 1-1, 1-2 の結果から、協同学習の基本的な技法を取り入れて生徒の相互作用を活かした展開を行う際は、生徒の活動時間に関する教師の指示と判断が重要であること、また、授業コントロールを意識した上での多少のおしゃべりは協同作業に対する認識へは大きく影響しないこと、という 2 点の示唆も得られた。

● 目的 3: 協同学習の基本的な技法が同期遠隔数学授業においても効果があるか検証を行う, について

COVID-19 の世界的流行により、2019 年度末、全国すべての小中高校と特別支援学校に臨時休校の要請がなされ、遠隔授業が否応なく広がりを見せた。現在のところ、日本の中等教育数学科において、同期遠隔授業に協同学習を取り入れ、生徒の協同作業に対する認識を検討した研究は見受けられない。今日の社会情勢や今後の遠隔授業を見通すと、協同学習を取り入れた同期遠隔授業を行い、生徒の協同作業に対する認識を調査する価値は高いと考えられる。

中学 1 年生を対象とする数学の授業において、まず、同期遠隔授業に慣れるため講義を中心とする同期遠隔授業を 3 回、その後、講義に協同学習の基本的な技法を取り入れた同期遠隔授業を 3 回実施した。なお、同期遠隔授業の特性を考慮し、研究 1-1 のラウンドロビンを用いた。結果、講義に協同学習の基本的な技法を取り入れた同期遠隔授業の期間を通して、個人志向因子の低下と有意傾向ではあるが互惠懸念因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した。さらに、同期遠隔授業に慣れるために行った講義を中心とする同期遠隔授業の期間を通して、個人志向因子の低下という点で、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化した。以上より、協同学習の基本的な技法は同期遠隔授業に展開をしても、一定の効果があるという結果が得られた。

● 目的 4: 協同学習の基本的な技法を組み合わせ、ジグソー法より簡便な協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を設計し、実践検証を行う, について

現在、(知識構成型)ジグソー法が、一人一人の生徒に責任を持たせ、生徒間の対話を重視し、他者と協調して1つの新たな理解をつくり上げていく指導方略として注目を浴びており、肯定的な報告も多くなされている。一方、ジグソー法は、授業設計の複雑さなどの面で課題もある。研究 3 では、まず、中等教育の数学授業において、研究 1-1, 1-2 で効果が確認された協同学習の基本的な技法を組み合わせ、ジグソー法より簡便で生徒全員の対話を保障する協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を設計した。次に、効果の検証として、中学 2 年生を対象として、1 次関数の授業に、「DOUBLE-DOUBLE」を取り入れた実践を行った。介入前、介入後調査(記述テストに関しては、介入後を 2 回実施)として、記述テストおよび単元テスト(知識・技能)を行った。結果、単元テストでは、介入前後いずれも 8 割程度の得点率であった。記述テストでは、介入前調査から介入後調査

1, 介入後調査 2 にかけて得点が上昇した。以上より, 本研究で設計した協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」は, 実践例の少なさや実施期間の短さという課題はあるものの, 知識・技能を一定程度担保しながら, 生徒に数学的な表現を用いて説明する力を身に付けさせる有効な指導方略の1つになり得ることが示唆された。

6.2 本研究の限界と今後の展望

本研究には以下 3 点の限界がある。

● 協同効用因子が上昇しなかった点について

研究 1-1, 研究 1-2, 研究 2 では主に協同作業認識尺度の変容をもとに分析を行い, 個人志向因子の変容を中心に実践の効果を結論づけている。一方, 協同効用因子に関しては, どの研究でも変容が見られなかった。協同効用因子は, 協同学習に対する肯定的な質問項目から構成されているため, 協同学習を取り入れた授業において, 最も変容が期待される因子でもある。本研究の対象校の生徒が, もともと協同効用因子が高かったということも影響はしていると考えられるものの, 協同効用因子に変化が見られなかったという点は, 採用した授業方略では不十分であった可能性も考えられる。今後は本研究で採用した協同学習技法を継続させ協同作業に対する肯定的な認識を醸成しつつも, 今後は, グループ同士を関わらせる, 討論を仕組む, 生徒同士で評価をし合う, などの高いレベルの協同学習の課題も取り入れていくことも重要だと考えられる。

また, 協同効用因子が比較的低い対象に対して, 協同学習の基本的な技法を取り入れた数学授業がどのような効果を及ぼすかについての検証も重要である。

● 実践結果の信頼性について

本研究では, 研究 1-1 から研究 1-2 にかけては, 時期をずらし, 協力教員 2 名の実践を行い, 検証を行っているものの, 研究 2 および研究 3 では, 比較対照研究が行えていない。さらに, 研究 2 や研究 3 は期間がやや短く, 扱った教材も多いとは言えない。研究倫理の問題も関係するため, 一概に比較対照研究を行うことが望ましいとは限らないが, 時期をずらした実践や, 他教師による実践など, 信頼性を高める工夫が必要である。

また, 研究 1-1 において, クラスを分割した分析, 研究 1-2 において, 教師間の分析を行い, いずれも主に個人志向因子の低下という観点から協同作業に対する認識が肯定的に変化した。一方, 本研究をもとに再実践を行う際は, クラス内の人間関係や授業担当教員への信頼関係なども協同作業に対する認識へ影響を及ぼす可能性は十分考えられる。本研究の対象生徒は私立女子中学校の生徒であり, 数学を苦手として入学してくる生徒も多いものの, 学校や教員への信頼度は高く, 全体層としてはまじめに物事に取り組む集団である。今後

は公立学校など多様な場面での実践も必要であろう。また、本研究で対象としたクラスより学力差が大きい場合や合理的配慮を必要とする生徒がいる場合など、生徒状況や学習環境などの前提条件を十分踏まえて授業設計を行うことが重要である。本研究で採用した協同学習の基本的な技法は、一斉講義型の授業に統合でき、それぞれの学校に合わせて教材と技法をアレンジして利用することも可能である。協同学習がうまくいかない場合も、適宜一斉授業に戻しながら、徐々に慣れていくことができる。

● 精緻な研究の必要性

本研究は、研究 1 や研究 2 では協同学習の基本的な技法を取り入れ、質問紙調査による分析を通し、生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化するという知見を得た。研究 3 では協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE を取り入れ、主に生徒の記述問題の正答率と実際の記述をもとに分析を行い、生徒の記述力の向上という知見を得た。一方、例えば、協同学習が必ずしも生徒全員に肯定的な変化をもたらすとは限らない。生徒 1 人 1 人の変容、例えば、数学が得意な生徒が協同学習を通してどのような変容をしたのか、あるいは苦手な生徒はどうであったかなどについて、精緻に調査をしていくことも必要である。

次に、今後の展望を 2 点述べる。

● 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の実践を継続的にを行い、検証を進める

研究 1-1、研究 1-2 では、「相談タイム」、「お隣に聞こう」、「ホップ・ステップ・クラス」、「ラウンドロビン」の 4 つの基本的な技法、研究 2 では同期遠隔授業の性質を考え、「ラウンドロビン」を取り入れ、主に生徒の協同作業に対する認識が肯定的に変化するという結果を得た。本研究で採用した協同学習の 4 つの基本的な技法は、日常的に生徒間の相互作用を取り入れていく数学の授業を行うための土台となると考えられる。その上で、研究 3 では、生徒に数学的な表現を用いて説明する力を身に着けさせる指導方略として協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」を設計し、実践検証を行った。数学的な記述力の向上という効果の一端がうかがえ、数学教育に貢献する可能性も示唆されたが、研究デザインの不十分性や実践数の少なさという課題がある。今後、実践を重ね、協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の問題リストを作成し、実践を行い、更なる検証を行っていきたい。

● 協同学習と遠隔授業、ICT を組み合わせた研究の推進

第 2 は、協同学習を取り入れた遠隔授業や協同学習と ICT を組み合わせた研究の推進である。COVID-19 をきっかけとし、GIGA スクール構想も大きく前進している。本研究 2 の同期遠隔授業に協同学習の基本的な技法を取り入れた授業モデルの実践検証は、今後、協同学習と遠隔授業の設計を考える際に役立つものとなる

可能性がある。一方、まだ改善の余地は多くあり、修正を加えながら今後も実践検証を行っていきたい。また、現在、タブレットやタッチペンなどの ICT 機器も日々進化し、これらを利用した協同学習の可能性も飛躍的に上がっている。同期遠隔授業の特性を十分踏まえつつ、生徒の発想を取り上げたり、生徒の記述を全員で共有したりするなど、ICT 機器を効果的に利用した協同学習の研究も進めていきたい。

本研究の研究倫理について

各研究を行う際は、研究の目的、流れ、生徒に依頼する質問紙調査などの内容、実施方法について、研究対象校の管理職に伝え、許可を得て行った。

研究 1-1 では、研究対象校の生徒に対して、調査用紙に趣旨を記載し、実施の際に口頭でも伝えた。分析の際は、個人が特定されないように氏名や出席番号などを全て変換して実施した。

研究 1-2 では、研究対象校の生徒に対して、研究 1-1 と同様に実施した。2 名の研究協力教員に対しては、事前に研究の趣旨を説明し、同意を得た上で行った。

研究 2 は、Google フォームを利用して行った。調査用の Google フォームに趣旨を記載し、調査直前の同期遠隔授業の最後に、口頭でも説明を行い、数学教科サイトにも同様の説明を記載した。分析の際は、個人が特定されないように氏名や出席番号などを全て変換して実施した。

研究 3 では、研究対象校の生徒に対して、記述問題の解答に関して、個人が特定されないようにした上で、利用することについての確認を行った。分析の際は、個人が特定されないように氏名や出席番号などを全て変換して実施した。

また、本研究における利益相反はない。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々の支援を頂きました。この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

まず、本研究は、渡辺雄貴教授のもとで遂行されたものです。渡辺教授には、修士課程在学中から大変親身に指導をしていただきました。お忙しい中でも、ディスカッションの機会を作っていただき、いつでも相談にのっていただきましたことを心より感謝いたします。また、本研究の前半の修士課程在学中は、伊藤稔教授に大変お世話になりました。いつも温かく支えていただきました。ありがとうございました。

ご多忙の中、審査をお引き受けくださいました、八並光俊教授、清水克彦教授、中村豊教授、永井正洋教授、赤倉貴子教授には、貴重なご意見を頂きました。八並教授には、全体の構成や分析の点から丁寧にご指導を頂きました。中村教授には、教育学的視点からのご意見を頂きました。清水教授、永井教授からは、数学教育的視点から実際の授業場面について具体的なアドバイスを頂きました。赤倉教授からは、論文全体の目的や、章のつながりなど全体の幹の部分に関して貴重なアドバイスを頂きました。本当にありがとうございました。

さらに、本研究を進めるうえで、放送大学の加藤浩教授をはじめ、CSCLゼミの皆さん、渡辺雄貴研究室の研究員の皆さんからもたくさんのアドバイスをいただきました。大浦弘樹准教授からは、統計に関するご助言に加え、毎回勇気づけられる言葉を頂きました。ありがとうございました。

協同学習をはじめ、具体的な教材の開発を行った際は、明治大学の佐藤英二教授に大変お世話になりました。佐藤先生との最初の出会いも理科大の理学専攻科での授業です。生徒の素朴な発想によりそう、「じぐざぐ進む授業」に大きな感銘を受け、現在も授業や教材づくりの核となっています。ありがとうございました。

また、協同学習を紹介してくれた金丸紋子氏にもこの場を借りて御礼申し上げます。

最後に、どんなに疲れていても寝不足でも、前向きに頑張るエネルギーをくれる妻と3人の息子に感謝します。いつもありがとう。なんとか書き上げました。

本研究に関わる発表等

[1] 論文(査読・審査付き)

- [1-1] 島智彦, 渡辺雄貴(2021a). 高校数学においてアクティブラーニングを意図した異なる指導方略の比較ー練り上げとジグソー法の導入期における実践を通してー, 教育デザイン研究=Journal of education design, 12:1, 145-154. 【第1章】
- [1-2] 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2016). 協同学習の基本技法を用いた数学授業における生徒の協同作業に対する認識の変容, 日本教育工学会論文誌, 39:4, 293-304. 【第2章, 第3章】
- [1-3] 島智彦(2021c). ブックエンドモデルを取り入れたリメディアル数学授業における学生の情意面の変容. リメディアル教育研究 15, 73-81. 【第2章】
- [1-4] 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2021). 同期遠隔授業における生徒の協同作業に対する認識の変容, 教育メディア研究, 28:1, 59-72. 【第4章】

[2] 紀要, 研究会

- [2-1] 島智彦(2015). 協同学習を取り入れた数学授業: 導入期における授業設計と効果の検証, 日本私学教育研究所紀要 51:21-24. 【第2章】
- [2-2] 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2015a). 中学校数学に協同学習の基本技法を組み入れる授業設計. 日本教育工学会研究報告集, JSET15-1:433-440. 【第2章】
- [2-3] 島智彦, 渡辺雄貴(2021b). 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の提案と一考察:ジグソー法より簡便で生徒全員に対話の場を提供する授業方略. 日本教育工学会研究報告集, 2021(3):166-171. 【第5章】

[3] 国際会議

- [3-1] Shima, T., Watanabe, Y. & Ito, M.(2016). The Long-term Effects of Students' Belief in Cooperation using the Basic Structure of Cooperative Learning in a Mathematics Class, Hawaii International Conference on Education. 【第2章】
- [3-2] Shima, T., Watanabe, Y. & Ito, M.(2020). Changes of Students' Beliefs about Cooperation in Synchronous Online Mathematics Classes Incorporating Cooperative Learning. International Conference for Media in Education:397-404. 【第4章】

[4] 書籍

- [4-1] 島智彦(2021a).「グループでの話し合い」に積極的になれない子にどうすればよいか?. 数学教育 2021年7月号, 明治図書, 68-71. 【第1章】
- [4-2] 島智彦(2019). 生徒の対話を活性化する「ペア・グループ学習」のしかけ. 数学教育 2019年9月号, 明治図書, 54-57. 【第2章】
- [4-3] 島智彦(2020a). グループ学習成功のポイントと落とし穴『準備編』グループの構成. 数学教育 2020年2月号, 明治図書, 30-33. 【第2章】
- [4-4] 島智彦(2022). 確認タイムと説明タイムを組み合わせる. 数学教育 2022年2月号, 明治図書, 46-47 【第2章】
- [4-5] 島智彦(2020b). 裏紙を利用して, 証明の見通しを伝え合おう!. 数学教育 2020年11月号, 明治図書, 52-55. 【第2章(付録)】
- [4-6] 島智彦(2018). 本当にやる意味のあるペア学習, グループ学習を実現するためのポイント. 数学教育 2018年8月号, 明治図書, 10-15. 【5章(付録)】

[5] 口頭発表, ポスター発表

- [5-1] 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2014)協同学習を取り入れた数学授業における生徒の認識の変容. 日本教育工学会第30回全国大会, 169-170. 【2章】
- [5-2] 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2015b)協同学習技法を用いた数学授業における生徒の認識の変容. 日本教育工学会第31回全国大会, 519-520. 【3章】
- [5-3] 島智彦(2021b)「ペア×ペア説明」を活用した数学授業:主体的・対話的で深い学びを意図したペア, グループ学習の設計. 日本数学教育学会第9回春期研究大会論文集, 317. 【第5章】
- [5-4] 島智彦(2021c). 本当にジグソー法は効果的なのか?. 日本数学教育学会第103回全国算数・数学教育研究(埼玉)大会, 295. 【第5章】

参考文献

- 阿部昇(2016). 「言語活動の充実」から「アクティブ・ラーニング」への流れをどうみるか. 日本教育方法学会編, アクティブ・ラーニングの教育方法学的検討, 図書文化社, 38-51.
- 阿原一志(2016). アクティブラーニングの考え方と進め方へのヒント. 数研通信, 85, 6-9.
- 赤堀侃司(2020). オンライン学習・授業のデザインと実践. ジャムハウス.
- Aronson, E.(1978). The Jigsaw Classroom (Sageview Edition). SAGE Publications.
- アロンソン, E, パトノー, S(著), 昭和女子大学教育研究会(訳)(2016). ジグソー法ってなに?:みんなが協同する授業. 丸善プラネット.
- Barkley, E. F., Cross, K. P. & Major, C. H.(2005). Collaborative Learning Techniques:A Handbook for College Faculty. Jossey-Bass.
- ベネッセ総合教育研究所(2007). 第4回学習指導基本調査 [2007年]:第9章
<https://berd.benesse.jp/shotouchutou/research/detail1.php?id=3247> (2021年9月9日確認)
- ベネッセ総合教育研究所(2021). 小中学校の学習指導に関する調査 2020
https://berd.benesse.jp/up_images/research/gakusyusido2020_digest_2.pdf(参照日 2021.5.28)
- Bonwell, C.C. & Eison, J.A.(1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom (J-BASHE Higher Education Report Series (AEHE)). Jossey-Bass.
- 中央教育審議会(2014). 初等中等教育における教育課程の基準の在り方について(諮問).
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm(参照日 2015.8.18)
- Davidson(1990). Small-Group Cooperative Learning in Mathematics. National Council of Teachers of Mathematics, Teaching and Learning Mathematics in the 1990's (YEARBOOK (NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS)), 52-61.
- 江森英世(2012). 算数・数学授業のための数学的コミュニケーション論序説. 明治図書出版.
- 江利川治夫(2012). 協同学習を取り入れた英語授業のすすめ. 大修館書店.
- 藤村宣之(2012). 数学的・科学的リテラシーの心理学:子どもの学力はどう高まるか. 有斐閣.
- Gagne, R.M., Wager, W.W. & Golas, K.C.(2005). Principles Of Instructional Design. the fifth ed., Wadsworth Pub Co.
- グリフィン, P., マクゴー, P., ケア, E.(著)三宅なほみ, 益川弘如, 望月俊男(訳)(2014). 21世紀型スキル:新たな学びと評価のかたち. 北大路書房.
- 樋口耕一(2020). KH Coder を用いた研究事例
<http://khc.sourceforge.net/bib.html?year=2015&auth=all&key=>(参照日 2020.12.10)

- 飯窪真也, 齊藤萌木, 白水始(2017). 「主体的・対話的で深い学び」を実現する 知識構成型ジグソー法による数学授業. 明治図書.
- 稲垣忠, 嶺岸正勝, 佐藤靖泰(2008). 算数科授業での児童の説明場面における電子黒板の影響. 日本教育工学会論文誌 32(Suppl), 109-112.
- 稲垣忠, 鈴木克明(2015). 授業設計マニュアル Ver.2: 教師のためのインストラクショナルデザイン. 北大路書房.
- 石田裕久(2001). はじめに. シヤラン, Y., シヤラン, S.(著)石田裕久, 伊藤篤, 杉江修二, 伊藤康児(訳)「協同」による総合学習の設計-グループ・プロジェクト入門-. 北大路書房, 京都, pp. i -iv.
- 石井英真, 秋山貴俊, 長瀬拓也(2020). ゼロから学べるオンライン学習. 明治図書.
- Jacobs, G., Power, M., & Loh, W.(2002). The Teacher's Sourcebook for Cooperative Learning. Corwin Press.
- Johnson, D. & Johnson, R.(1989). Cooperation and Competition, Theory and Research. Interaction Book Co.
- Johnson, D. & Johnson, R.(1990). using cooperative learning in math. Nail Davidson, cooperative learning in Mathematics:Handbook for teachers, 103-125.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Holubec, E J.(2002). CIRCLES OF LEARNING:Cooperation in the classroom(5th edition). Interaction book company, Edina, MN.
- Kagan, S. & Kagan, M.(1999). Cooperative Learning. San Clemnte, CA:Kagan Publishing.
- 金本良通(2014). 数学的コミュニケーションを展開する授業構成原理. 教育出版.
- 金子隆司, 新井喜久蔵, 猪鼻幸正, 桂川恭一, 宮井俊充, 長澤和明, 野田昭, 小野沢一宏, 庄子泰男, 杉田竜之, 田中貴, 山川和康(1993). 互いに学びあい, 高めあう授業を目指して:「練り上げ」の場を生かした学習指導. 日本数学教育学会誌, 75, 11, 294-300.
- 経済協力開発機構(OECD)(編著), ベネッセ教育総合研究所(企画・制作), 無藤隆, 秋田喜代美(監訳)(2018). 社会情動的スキル——学びに向かう力. 明石書店.
- 国立教育政策研究所(2021a). 指導と学習の国際比較:よりよい数学授業の実践に向けて (OECD グローバル・ティーチング・インサイト(GTI)授業ビデオ研究報告書). 明石書店.
- 国立教育政策研究所(2021b). 教育課程研究センター「全国学力・学習状況調査」
<https://www.nier.go.jp/kaihatsu/zenkokugakuryoku.html>(2021年9月9日 確認)
- 米田重和(2016). 中学校数学科 アクティブ・ラーニングの教材&授業プラン. 明治図書.

- 久保良宏(2013). 中学校数学科における授業タイプに関する研究:コミュニケーションに焦点をあてて. 日本数学教育学会誌 95(1), 2-10.
- 町岳, 中谷素之(2014). 算数グループ学習における相互教授法の介入効果とそのプロセス:向社会的目標との交互作用の検討. 教育心理学研究 62(4), 322-335.
- 松島充(2012). 算数教育におけるすべての子どもの概念変容を目指したジグソー学習法の成立条件:教師の実践力向上への取り組みとともに. 教育実践高度化専攻成果報告書抄録集, 2, 83-90, 静岡大学大学院教育学研究科教育実践高度化専攻.
- 松島充(2013). 数学教育におけるジグソー学習法に関する研究と数学的コミュニケーション研究との比較. 数学教育学研究 19(2), 117-126
- 松下佳代, 京都大学高等教育研究開発推進センター 編集(2015). ディープ・アクティブラーニング. 勁草書房.
- 宮地功, 安達一寿, 内田実, 片瀬拓弥, 川場隆, 高岡詠子ほか(2009). e ラーニングからブレンディッドラーニングへ. 共立出版.
- 溝口達也(2010). 指導方法, 数学教育研究会編, 算数教育の指導と実際. 172-197, 聖文新社.
- 三宅なほみ(2015). 三宅なほみ最後の論文. 認知科学 22(4), 542-544.
- 三宅なほみ, 東京大学 CoREF, 河合塾(2016). 協調学習とは: 対話を通して理解を深めるアクティブラーニング型授業, 北大路書房.
- 文部科学省(2008). 中学校学習指導要領解説 数学. 教育出版.
- 文部科学省(2014a). 初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について(諮問)
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm (参照日 2021.5.1)
- 文部科学省(2014b). 高等学校における遠隔教育の在り方について(報告)
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/01/05/1354256_1.pdf(参照日 2021.5.1)
- 文部科学省(2015). 教育課程企画特別部会 論点整理
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf(参照日 2021.5.1)
- 文部科学省(2018). 中学校学習指導要領解説 数学編. 日本文教出版.
- 文部科学省(2021). 「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～(答申)【概要】
https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_1-4.pdf (2021年9月9日確

認)

- 長濱文与, 安永悟(2010). 大学生の協同作業に対する認識の変化:対話中心授業と講義中心授業を対象に
(特集 協働). 人間関係研究 9, 35-42.
- 長濱文与, 安永悟, 関田一彦, 甲原定房(2009). 協同作業認識尺度の開発. 教育心理学研究 57(1):24-37
- 永井正洋, 岡部泰幸, 永田潤一郎, 赤堀侃司(2003). Web 上での複数中学校間における数学科協同学習の
特徴に関する研究. 日本教育工学雑誌 26(4), 285-297.
- 長沢圭祐(2015). Argumentation を視点とした算数教育における練り上げに関する研究. 数学教育学論究,
97, 137-144.
- 永田潤一郎(2018). 平成 29 年改訂 中学校教育課程実践講座 数学. ぎょうせい.
- 中島秀忠(2018). 対話的な学びを促すおもしろ問題 50. 明治図書.
- 日本協同教育学会(2016). ワークショップ ベーシック(初級).
- 日本協同教育学会(2019). 日本の協同学習. ナカニシヤ出版.
- 西川純(2020). 子どもが「学び合う」オンライン授業. 学陽書房.
- 小田切歩(2012). 数学授業における協同過程が高校生の指数関数的変化についての理解に及ぼす効果とそ
のプロセス. 教育心理学研究 60(4), 416-429.
- 小田切歩(2016). 高校の数学授業での協同学習における個人の説明構築による理解深化メカニズム:数列と
関数の関連づけに着目して. 教育心理学研究 64(4), 456-476.
- Odom, R. (2010). Cooperative learning : Middle school student's math perceptions. Walden
University, 2010.
- 岡部恒治ほか 39 名(2021). これからの数学 2. 数研出版.
- 埼玉県教育委員会(2021). 「学びの改革」の推進
<https://www.pref.saitama.lg.jp/f2208/manabikaikaku.html> (2021 年 9 月 9 日確認)
- 清宮悠磨(2010). 中学校数学科におけるジグソー法の一考察. 数学教育論文発表会論文集, 43(2), 513-
518.
- 関田一彦, 上條晴夫(2012). 対談:協同学習～スペンサー・ケーガンの構成的教授法に学ぶ～. 授業づくりネ
ットワークNo. 4—協同学習で授業を変える! (授業づくりネットワーク No. 4). 学而出版, 4-15.
- シャラン, Y., シャラン, S.(著)石田裕久, 伊藤篤, 杉江修二, 伊藤康児(訳)(2001). 「協同」による総合学習
の設計:グループ・プロジェクト入門. 北大路書房.
- 島智彦(2015). 協同学習を取り入れた数学授業:導入期における授業設計と効果の検証. 日本私学教育研究
所紀要 51, 21-24.

- 島智彦(2018). 本当にやる意味のあるペア学習, グループ学習を実現するためのポイント. 数学教育 2018 年 8 月号, 明治図書, 10-15.
- 島智彦(2019). 生徒の対話を活性化する「ペア・グループ学習」のしかけ. 数学教育 2019 年 9 月号, 明治図書, 54-57.
- 島智彦(2020a). グループ学習成功のポイントと落とし穴『準備編』グループの構成. 数学教育 2020 年 2 月号, 明治図書, 30-33.
- 島智彦(2020b). 裏紙を利用して, 証明の見通しを伝え合おう!. 数学教育 2020 年 11 月号, 明治図書, 52-55.
- 島智彦(2021a). 「グループでの話し合い」に積極的になれない子にどうすればよいか?. 数学教育 2021 年 7 月号, 明治図書, 68-71.
- 島智彦(2021b). 「ペア×ペア説明」を活用した数学授業: 主体的・対話的で深い学びを意図したペア, グループ学習の設計. 日本数学教育学会 第 9 回春期研究大会論文集, 317.
- 島智彦(2021b). 「ペア×ペア説明」を活用した数学授業: 主体的・対話的で深い学びを意図したペア, グループ学習の設計. 日本数学教育学会 第 9 回春期研究大会論文集, 317.
- 島智彦(2021c). ブックエンドモデルを取り入れたリメディアル数学授業における学生の情意面の変容. リメディアル教育研究 15, 73-81.
- 島智彦(2021c). 本当にジグソー法は効果的なのか?. 日本数学教育学会第 103 回全国算数・数学教育研究(埼玉)大会, 295.
- 島智彦(2022). 確認タイムと説明タイムを組み合わせる. 数学教育 2022 年 2 月号, 明治図書, 46-47.
- 島智彦, 渡辺雄貴(2021a). 高校数学においてアクティブラーニングを意図した異なる指導方略の比較—練り上げとジグソー法の導入期における実践を通して—, 教育デザイン研究=Journal of education design, 12:1, 145-154.
- 島智彦, 渡辺雄貴(2021b). 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の提案と一考察:ジグソー法より簡便で生徒全員に対話の場を提供する授業方略. 日本教育工学会研究報告集 2021(3), 166-171.
- 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2014)協同学習を取り入れた数学授業における生徒の認識の変容. 日本教育工学会第 30 回全国大会, 169-170.
- 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2015a). 中学校数学に協同学習の基本技法を組み入れる授業設計. 日本教育工学会研究報告集, JSET15-1, 433-440.
- 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2015b)協同学習技法を用いた数学授業における生徒の認識の変容. 日本教育工学会第 31 回全国大会, 519-520.

- 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2016). 協同学習の基本技法を用いた数学授業における生徒の協同作業に対する認識の変容. 日本教育工学会論文誌 39(4), 293-304.
- Shima, T., Watanabe, Y. & Ito, M.(2016). The Long-term Effects of Students' Belief in Cooperation using the Basic Structure of Cooperative Learning in a Mathematics Class , Hawaii International Conference on Education.
- Shima, T., Watanabe, Y. & Ito, M.(2020). Changes of Students' Beliefs about Cooperation in Synchronous Online Mathematics Classes Incorporating Cooperative Learning. International Conference for Media in Education :397-404.
- 島智彦, 渡辺雄貴, 伊藤稔(2021). 同期遠隔授業における生徒の協同作業に対する認識の変容. 教育メディア研究 28(1), 59-72.
- 清水美憲(2010). 授業を科学する:数学の授業への新しいアプローチ. 学文社.
- 白水始(2010). 協調学習と授業. 高垣マユミ(編著), 授業デザインの最前線Ⅱ:理論と実践を創造する知のプロセス 第9章, 北大路書房, 136-151.
- 白水始(2020). 対話力:仲間との対話から学ぶ授業をデザインする!. 東洋館出版社.
- Slavin, R. E. (1989). Student Team Learning in Mathematics. Neil, Davidson. Cooperative Learning in Mathematics:A Handbook for Teachers, 69-102, Addison-Wesley.
- Smith, K.A., Douglas, T.C. and Cox, M.F.(2009). Supportive teaching and learning strategies in STEM education. New Directions for Teaching and Learning. 117, 19-32.
- Stigler, J. W. & Hiebert, J.(1999). The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom. Free Press.
- 杉江修治(2011). 協同学習入門—基本の理解と51の工夫. ナカニシヤ出版, 145.
- 杉江修治(2016). 協同学習がつくるアクティブ・ラーニング. 明治図書.
- 高旗浩志, 原田信之, 関田 一彦(2010). グループ学習の技法をめぐる実態とイメージの構造分析. 協同と教育 6, 21-31.
- 高井吾朗(2017). 数学教育における練り上げについての一考察. イプシロン, 59, 37-43, 愛知教育大学数学教育講座.
- 竹高大地, 渡辺雄貴(2021). 中等教育数学科における授業方略の分類. 日本教育工学会論文誌, 44 (Suppl), 181-184.
- 玉置崇(2014). ミスをすやすい箇所を話し合おう. わかる! 楽しい! 中学校数学授業のネタ 100 1 年. 明治図書, 35.

- 田中真樹子(2017). 計算の秘密を探ろう～なぜ同じ結果にならないの?～. 数学教育 2017 年 11 月号, 明治
図書, 10-13.
- 東京大学 CoREF(2019). 「自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト. 協調学習 授業デザイン
ハンドブック第3版—知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり—」
<https://coref.u-tokyo.ac.jp/archives/17626> (2021 年 9 月 9 日確認)
- 友野清文(2016). ジグソー法を考える・協同・共感・責任への学び. 丸善プラネット.
- ウィギンズ, G, マクタイ, J (著)西岡加名恵(訳) (2012). 理解をもたらすカリキュラム設計:「逆向き設計」の理
論と方法. 日本標準.
- ウィルソン, B.G.(2013). 構成主義:実践と歴史の文脈の中で. リーサー, R.A., デンプシー, J.V.(編)鈴木克
明, 合田美子(監訳) インストラクショナルデザインとテクノロジー-教える技術の動向と課題-, 北大路書房, 70-
83.
- 安永悟(2015). 協同による活動性の高い授業づくり:深い変化成長を実感できる授業を目指して. 松下佳代・
京都大学高等教育研究開発推進センター編著, ディープ・アクティブラーニング, 勁草書房, 113-139.
- 吉田卓司, 南学(2016). ジグソー法を用いた高校数学の授業実践およびその効果. 三重大学教育学部研究
紀要, 自然科学・人文科学・社会科学・教育科学・教育実践, 67, 237-244, 三重大学教育学部.

付録

(1) 研究 1-1, 研究 1-2 で使用した質問紙調査*¹

よりよい授業作りを目的として、次のアンケートへの協力をお願いします。アンケートは、成績には一切関係ありませんので、率直に感じることを書いて下さい。今回のアンケートは、数学の授業について答えて下さい。

● 次の 18 の質問について、あなたが最も当てはまる数字（5～1）をそれぞれ選択して下さい。*²

	とてもそう思う	ややそう思う	どちらとも言えない	あまりそう思わない	全くそう思わない
1. みんなといっしょに活動すると、自分の思うようにできない	5	4	3	2	1
2. グループのために自分ができることをやるのは楽しい	5	4	3	2	1
3. 一人でやるよりも協力した方がよい結果がえられる	5	4	3	2	1
4. グループで活動すると必ずしんげんに取り組まない人がでてくる	5	4	3	2	1
5. グループの友だちに合わせながら活動するより、一人で活動する方がやりがいがある	5	4	3	2	1
6. グループの友だちを信じていなければ協力はできない	5	4	3	2	1
7. みんなでいろいろな意見を出し合うことはためになる	5	4	3	2	1
8. 苦手なことが多い人たちでも協力すればよい結果をえられる	5	4	3	2	1
9. みんなで話し合っていると時間がかかる	5	4	3	2	1
10. グループ活動をすると、友だちの意見を聞くことができ自分の知識がふえる	5	4	3	2	1
11. 人に言われて活動はしたくない	5	4	3	2	1
12. いろいろなことが上手にできる人たちは、わざわざ協力する必要はない	5	4	3	2	1
13. 失敗した時に全員がおこられるなら、はじめから一人でやる方がいい	5	4	3	2	1
14. 協力するのは、ひとりでは活動できない人たちのためである	5	4	3	2	1
15. 個性（人）はいろいろな人と交流することでつくれる	5	4	3	2	1
16. いろいろなことが上手にできる人は、協力することでもっと上手になる	5	4	3	2	1
17. たくさんの仕事でも、みんなといっしょにやればできる気がする	5	4	3	2	1
18. 弱い人はグループになって助け合うが、強い人は助け合う必要はない	5	4	3	2	1

● 協同学習について、あなたが感じる良い点を書いてください。

● 協同学習について、あなたが感じる悪い点を書いてください。

● 協同学習で、あなたが自分の考えを伝えるとき、気をつけていることがあれば教えて下さい。

● 協同学習であなた自身が学習をしていく上で行った工夫があれば教えて下さい。

*1 研究 1-1, 研究 1-2 は対面で調査を行った。調査前に研究対象校の管理職に調査の許可をとり、生徒へ、第 1 回目の介入前調査の際に、「個人情報の取り扱い」、「アンケートの利用目的」についての確認をしている。

*2 協同作業認識尺度は、協同効用因子が項目 2, 3, 6, 7, 8, 10, 15, 16, 17, 個人志向因子が項目 1, 4, 5, 9, 11, 13, 互惠懸念因子が:項目 12, 14, 18 である。

(2) 研究2で使用した質問紙調査*3

よりよい授業作りを目的として、次のアンケートへの協力をお願いします。アンケートは、成績には一切関係ありませんので、率直に感じることを書いて下さい。なお、今回のアンケートは、この3日間（今週の火、水、金曜日）の協同学習（グループ学習）を取り入れたZoomの数学授業について答えて下さい（HRや他教科などではなく、この3日間の数学のZoom授業についてお願いします）。

- クラス、出席番号を下記から選択し、名前の記入をお願いします。
- 次の18の質問について、あなたが最も当てはまる数字（5～1）をそれぞれ選択して下さい。*4

	とてもそう思う	ややそう思う	どちらとも言いえない	あまりそう思わない	全くそう思わない
1. みんなといっしょに活動すると、自分の思うようにできない	5	4	3	2	1
2. グループのために自分ができることをやるのは楽しい	5	4	3	2	1
3. 一人でやるよりも協力した方がよい結果がえられる	5	4	3	2	1
4. グループで活動すると必ずしんげんに取り組まない人がでてくる	5	4	3	2	1
5. グループの友だちに合わせながら活動するより、一人で活動する方がやりがいがある	5	4	3	2	1
6. グループの友だちを信じていなければ協力はできない	5	4	3	2	1
7. みんなでいろいろな意見を出し合うことはためになる	5	4	3	2	1
8. 苦手なことが多い人たちでも協力すればよい結果をえられる	5	4	3	2	1
9. みんなで話し合っていると時間がかかる	5	4	3	2	1
10. グループ活動をすると、友だちの意見を聞くことができ自分の知識がふえる	5	4	3	2	1
11. 人に言われて活動はしたくない	5	4	3	2	1
12. いろいろなことが上手にできる人たちは、わざわざ協力する必要はない	5	4	3	2	1
13. 失敗した時に全員がおこられるなら、はじめから一人でやる方がいい	5	4	3	2	1
14. 協力するのは、ひとりでは活動できない人たちのためである	5	4	3	2	1
15. 個性（人）はいろいろな人と交流することでつくられる	5	4	3	2	1
16. いろいろなことが上手にできる人は、協力することでもっと上手になる	5	4	3	2	1
17. たくさんの仕事でも、みんなといっしょにやればできる気がする	5	4	3	2	1
18. 弱い人はグループになって助け合うが、強い人は助け合う必要はない	5	4	3	2	1

- 数学の協同学習（グループ学習）について、あなたが感じる良い点（メリット）を書いて下さい。ない場合は特になしと書いて下さい。

- 数学の協同学習（グループ学習）について、あなたが感じる悪い点（デメリット）を書いて下さい。ない場合は特になしと書いて下さい。

- zoom での協同学習（グループ学習）であなたが自分の考えを伝えるとき、気をつけていることがあれば教えて下さい。ない場合は特になしと書いて下さい。

- あなたが数学の学習を行っていく上で行った工夫があれば教えて下さい。ない場合は特になしと書いて下さい。

- *3 研究 2 は Google フォームを利用して行った。調査前に研究対象校の管理職に調査の許可をとり、生徒、保護者には、第 1 回目の介入前調査の際に、「個人情報の取り扱い」、「アンケートの利用目的」についての確認をしている。
- *4 協同作業認識尺度は、協同効用因子が項目 2, 3, 6, 7, 8, 10, 15, 16, 17, 個人志向因子が項目 1, 4, 5, 9, 11, 13, 互惠懸念因子が:項目 12, 14, 18 である。

(3) 協同学習技法「お隣に聞こう」の教材例

次のような問題(島, 2019)で, 自分の考えを紙に記号などで記載し, 相手に証明の大まかな流れを伝えることで自分の考えを整理することを意図した場面での利用が考えられる(教材 11).

教材 11 協同学習技法「お隣に聞こう」の教材例②

問題 平行四辺形ABCDの対角線BD上に, 次のように点E, Fをとる.

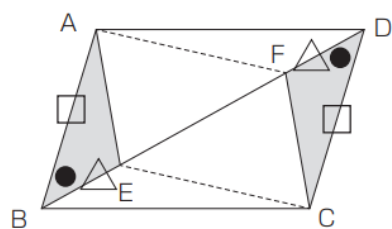
(1) $BE = DF$

① このとき, $AE = CF$ となることを証明しなさい.

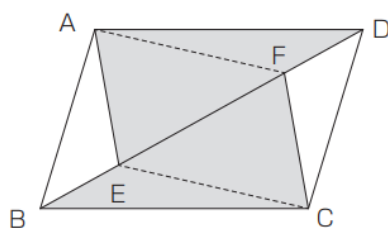
② このとき, 四角形AECFが平行四辺形となることを証明しなさい.

(2) $\angle AEB = \angle CFD = 90^\circ$

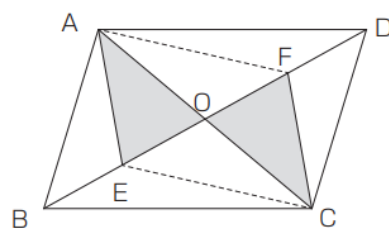
このとき, 四角形AECFが平行四辺形となることを証明しなさい.



左図



中央図

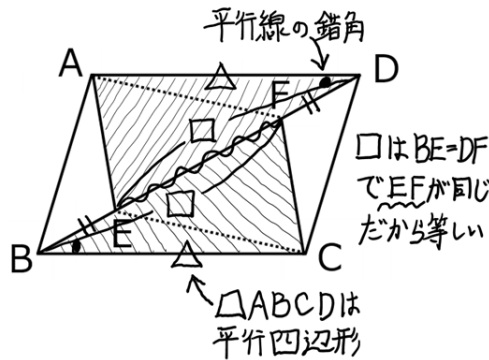


右図

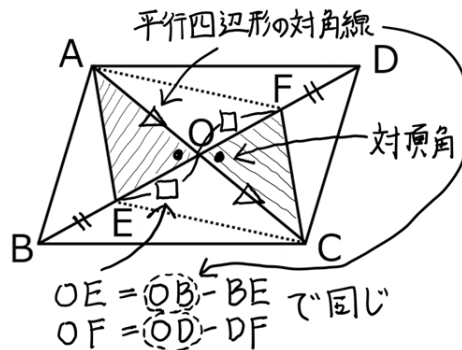
本問題は, 中 2 の三角形と四角形で扱う問題である. 証明を正しく書く指導も重要であるが, 大まかな証明全体の流れがきちんとつかめているかどうかも重要であり, このことを図と言葉で他者に説明することで定着を図る. まず, 教師がこの後生徒が記号を使って説明することも想定して, 黒板で説明を行う(左図). ペアの黒板に向かって左側の生徒が中央図($\triangle AED$ と $\triangle CFB$ をもとに)を, 右側の生徒が右図($\triangle AEO$ と $\triangle CFO$ をもとに)を担当するように伝え, 他者に図の中に記号をつけて示しながら, 1分程度で証明の流れを説明できるように個人でまとめさせる.

T : それでは、裏紙にかいた証明をもとに、左側の人が中央図を、右側の人が右図を、それぞれ1分程度で簡潔に説明して下さい。説明している場所を指し示しながら行くと伝わりやすいですよ。

S₁ : 四角形ABCDが平行四辺形で対辺だから△の長さが同じ。●も平行線の錯角で同じ。残りの□のところは、仮定から $BE=DF$ で、そこに波線の EF を両方足しているから同じ。それで、2辺とその間の角が等しいから合同で、対応する辺の長さが等しいから $AE=CF$ です。



S₂ : 平行四辺形の対角線はそれぞれの中点で交わるから△が等しくて、●は対頂角。□は $OE=OB-BE$, $OF=OD-DF$ で、平行四辺形の対角線はそれぞれの中点で交わるから $OB=OD$, 仮定から $BE=DF$, だから□も同じ。2辺とその間の角が等しいから合同です。対応する辺で $AE=CF$ 。



(1)①の後、証明の流れを他者に伝える活動を行うことで、自分の理解を整理できるということを生徒に伝え、活動の意味づけをしておく。次に(1)②を、(1)①でそれぞれが担当した図の続きに解かせる。S₁の解き方では、「1組の対辺が平行でその長さが等しい」の条件を使うアプローチと $\triangle AFD \cong \triangle CEB$ から「2組の対辺がそれぞれ等しい」の条件を使うアプローチが出てくることが想定される。S₂の解き方では、「1組の対辺が平行でその長さが等しい」の条件を使うアプローチと「対角線がそれぞれの中点で交わる」の条件を使うアプローチが想定される。②は①と比べるとやや複雑なため、ペア活動ではなく、机間指導で指名する生徒を決めておき、前で発表させる。その後、(1)のまとめを行う。例えば右図において、①の三角形の合同を示さずに、「対角線がそれぞれ

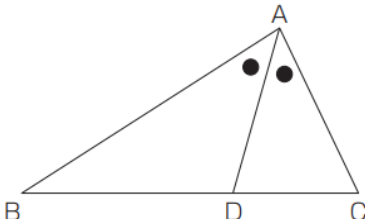
の「中点で交わる」の条件から②の平行四辺形を示し、それを元に①を示す流れもあることなどを確認する。その後、関連する(2)を同様に「お隣に聞こう」を利用して展開する。

(4) 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の教材例

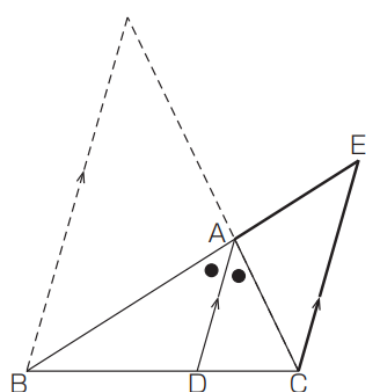
中学校3年生, 相似の単元での教材(島, 2018)を紹介する(教材12).

教材12 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE の教材例(角の二等分線と比の定理)

△ABC の∠A の二等分線と辺 BC の交点を D とすると, $AB:AC = BD:DC$ であることを証明しなさい.

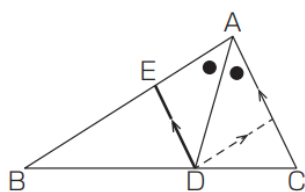


本問題では, 例えば, 図12の(太線)の補助線を利用した証明方法が考えられる. それぞれの証明において, 太線を点線にして考えても同様の証明の流れとなる.



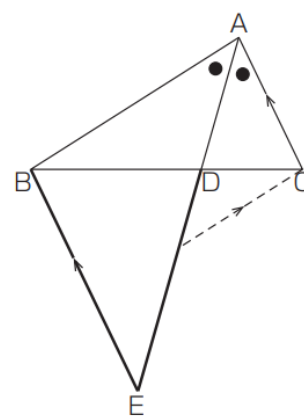
証明①

AE = AC となるため,
 $BD : DC = BA : AE = AB : AC$



証明②

EA = ED となるため,
 $BD : DC = BE : EA = BE : ED$
 $\triangle EBD \sim \triangle ABC$ より
 $BE : ED = AB : AC$



証明③

BA = BE となるため,
 $BD : DC = BE : AC = AB : AC$

図12 角の二等分線と比の定理の証明の流れ

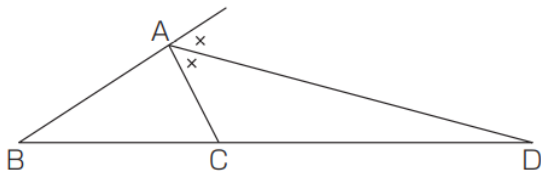
協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE を次のように展開することが考えられる. 教師が証明①を解説した後, 4人組をつくり, 便宜上 ABCD と割り振る. まず, ペア AB が証明②, ペア CD が証明③を個人で解き, その後

2人で協力してどちらが当たっても残りの2人に説明できるようにしておく(太線と点線の証明を2人で分けてより個人に責任をもたせてもよい). 次に, 生徒 A が証明②を, 生徒 C が証明③を説明するように指示を出す.

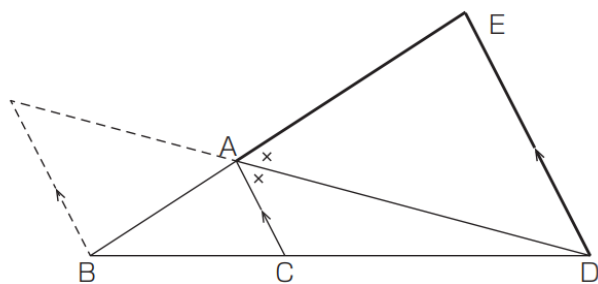
本問題では, グループ内で多様な解法を発表させたいうえで, それぞれの解法が, 教科書のどの問題と関連しているかグループでまとめさせることなどが考えられる. また, 以下の発展問題を扱い, 補助線や証明の関連性に迫る展開も考えられる(教材 13).

教材 13 協同学習技法 DOUBLE-DOUBLE の教材例(外角の二等分線と比の定理)

$\triangle ABC$ の $\angle A$ の外角の二等分線と辺 BC の延長との交点を D とすると, $AB:AC = BD:DC$ である.

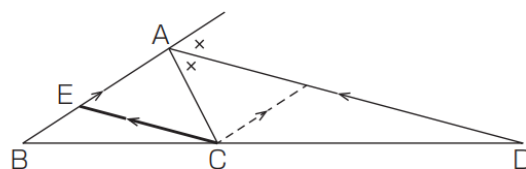


本問題では, 例えば, 図 13 の補助線を利用した証明方法が考えられる. それぞれの証明において, 太線を点線にして考えても同様の証明の流れとなる.



証明④

EA = ED となるため,
 $BD : DC = BE : EA = BE : ED$
 $\triangle ABC \sim \triangle EBD$ より,
 $BE : ED = AB : AC$



証明⑤

AE = AC より
 $BD : DC = BA : AE = AB : AC$

図 13 外角の二等分線と比の定理の証明の流れ

証明④(太線)は, 補助線を $\triangle ABC$ の外部に2本引くという発想では①と類似性があり, 証明の流れは②と類似性がある. 同様に, 証明⑤(太線)は補助線が②と, 証明の流れが①と類似性がある. 補助線や証明の流れの類似性に気付かせることで, 問題を俯瞰的に見る姿勢を養うことができる. さらに, 発展問題では, それぞれの証明において, 太線を利用した証明と点線を利用した証明の流れが異なるため, それらを考えさせたり, 問題の③の証明を発展問題に活かすとのようになるか追究していくという課題を考えさせたりすることもできる.

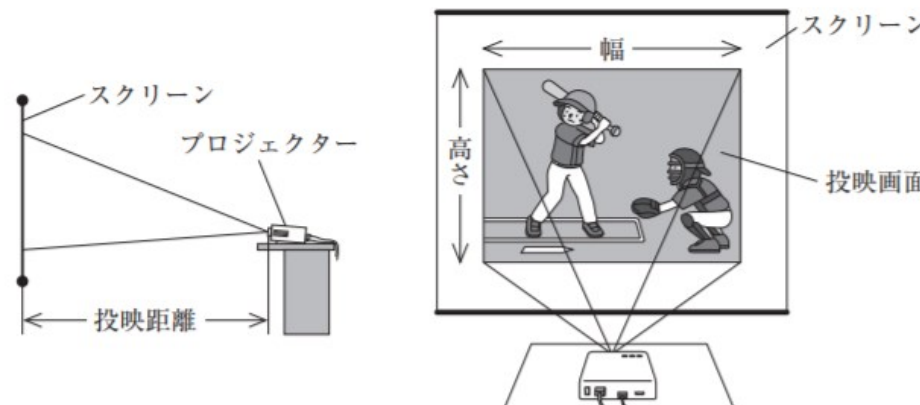
(5) 研究3の調査問題

研究3の調査問題は、国立教育研究政策所(2021b)から引用した。

介入前調査(全国学力・学習状況調査平成27年度B問題1)の(3))

- 1** 健治さんの学校では、新入生歓迎会のために、体育館で部活動紹介の映像を流します。映像は、プロジェクターでスクリーンに映し出します。そこで、健治さんはプロジェクターの置き場所を決めるために、プロジェクターについてインターネットで調べました。

健治さんが調べたこと



投映距離 (m)	投映画面の大きさ		
	高さ(m)	幅(m)	面積(m ²)
1.0	0.6	0.8	0.48
1.5	0.9	1.2	1.08
2.0	1.2	1.6	1.92

投映画面の大きさは、投映距離によって変わる。

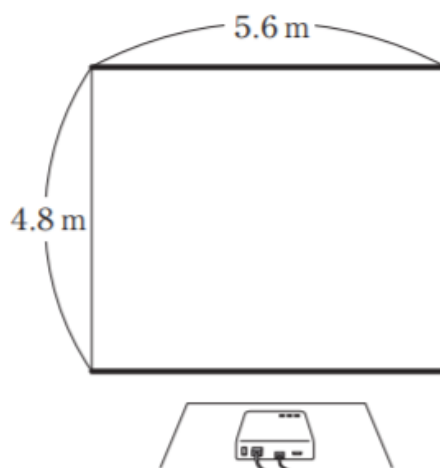
投映画面の形は、調整されて、いつも長方形になる。

投映画面の高さや幅は、投映距離に比例する。

次の(1)から(3)までの各問いに答えなさい。

- (1) 投映距離を x m, 投映画面の高さを y m とするとき, y を x の式で表しなさい。
- (2) スクリーンの高さは 4.8 m, 幅は 5.6 m です。投映画面を, スクリーンからはみ出ないようにして, できるだけ大きく映し出すためには, 投映距離を何 m にすればよいですか。下のアからエまでの中から正しいものを 1 つ選びなさい。

- ア 5 m
イ 6 m
ウ 7 m
エ 8 m



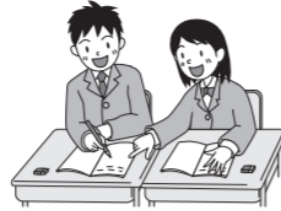
- (3) 健治さんは, 映像が暗くて見えにくいのではないかと気になりました。しかし, プロジェクターの光源の明るさを変えることはできません。そこで, 映像の明るさについて調べると, 映像の明るさと投映画面の面積の関係は, 次の式で表されることがわかりました。

$$\left(\begin{array}{c} \text{映像の} \\ \text{明るさ} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{プロジェクターの} \\ \text{光源の明るさ} \end{array} \right) \div \left(\begin{array}{c} \text{投映画面の} \\ \text{面積} \end{array} \right)$$

このとき, 映像の明るさを 2 倍にするにはどうすればよいですか。下のア, イの中から正しいものを 1 つ選びなさい。また, それが正しいことの原因を, 上の式で表される関係をもとに説明しなさい。

- ア 投映画面の面積を 2 倍にする。
- イ 投映画面の面積を $\frac{1}{2}$ 倍にする。

- 2** 桃香さんと拓真さんは、お互いに数学の問題を出し合いながら勉強しています。
桃香さんは、次のような問題を作りました。



桃香さんが作った問題

x の値に対応する y の値は、次の表のようになります。
このとき、 $x = 4$ のときの y の値を求めなさい。

x	...	2	3	4	...
y	...	18	12		...

次の(1)、(2)の各問いに答えなさい。

- (1) 拓真さんは、**桃香さんが作った問題**について、 y は x の一次関数であると考えました。 y が x の一次関数であるとするとき、 $x = 4$ のときの y の値を求めなさい。

(2) 桃香さんと拓真さんは、桃香さんが作った問題について話し合っています。

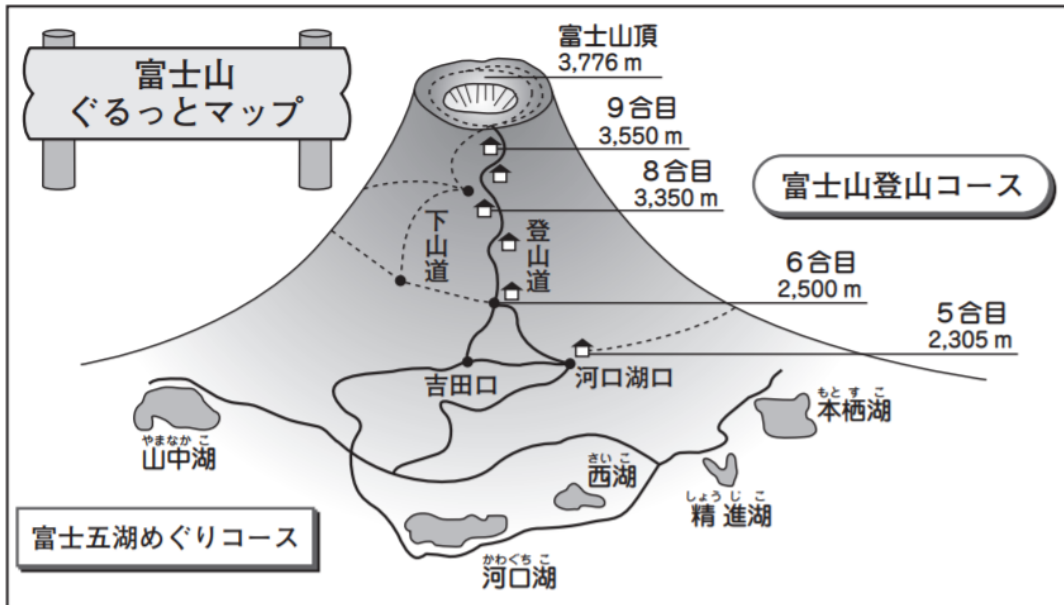
拓真さん「僕は、一次関数と考えてこの問題を解いたよ。」
桃香さん「私は、一次関数とは別の関数で考えて、 $x = 4$ のとき $y = 9$ になるようにするつもりだったんだよ。」
拓真さん「それなら、問題の最初に x と y の間の関係を書き加える必要があるね。」

桃香さんが作った問題の最初に、 x と y の間の関係を書き加えます。 $x = 4$ のとき $y = 9$ になるように、 x と y の間の関係を書き加えることについて、正しいものを下のア、イの中から1つ選び、それが正しいことの理由を説明しなさい。

ア 「 y は x に比例しています。」を書き加えれば、 $x = 4$ のとき $y = 9$ になる。

イ 「 y は x に反比例しています。」を書き加えれば、 $x = 4$ のとき $y = 9$ になる。

- 5 里奈さんたちは、下のパンフレットを見ながら、8月に行く「富士五湖めぐり」と「富士山6合目登山」の計画を立てています。



次の(1)から(3)までの各問いに答えなさい。

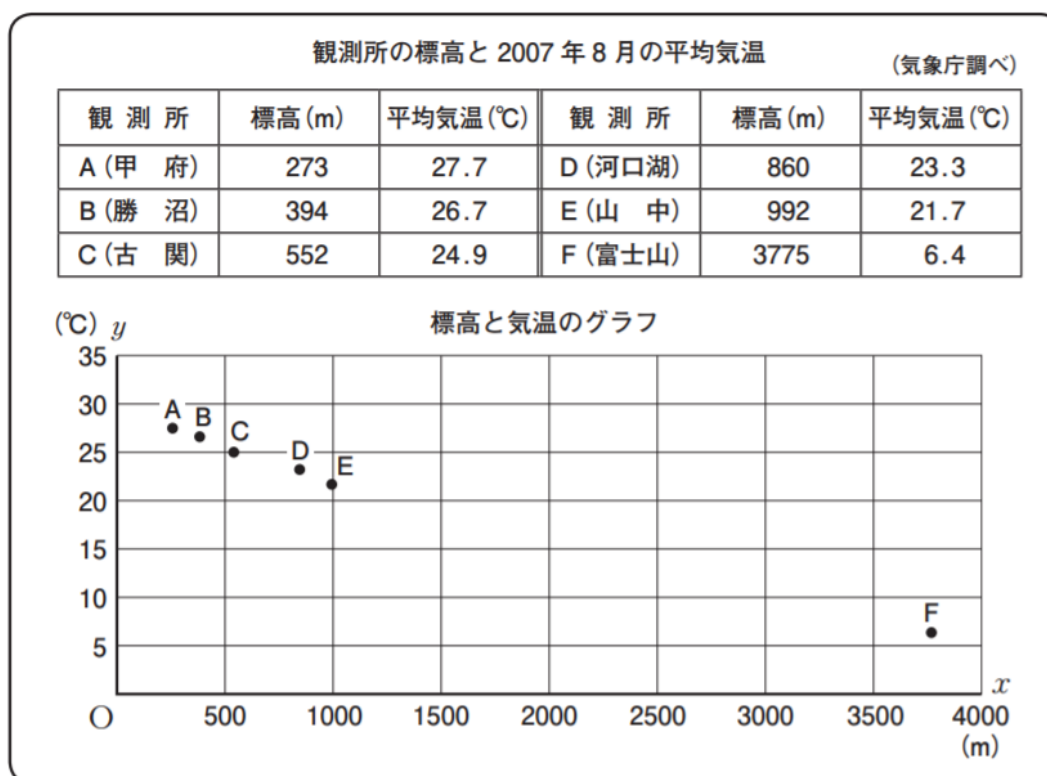
- (1) 富士五湖めぐりで、5つの湖のうち2つの湖で写真を撮影するとき、2つの湖の選び方は全部で何通りあるかを求めなさい。ただし、湖に行く順番は考えないものとします。
- (2) 里奈さんと憲一さんは、富士山の6合目の気温について話しています。

里奈さん「6合目の気温を調べようとしたけれど、6合目には観測所がないから、気温が分からないよ。」
憲一さん「気温は、地上から1万mぐらいまでは、高さが高くなるのにもなって、ほぼ一定の割合で下がることが知られているよ。」
里奈さん「そのことを利用すれば、6合目の気温は分かるかな。」

下線部から、「地上から1万mぐらいまでは、高さが高くなるのにもなって、気温が一定の割合で下がる」と考えるとき、高さ x mの気温を y °Cとすると、 x と y の間には、いつでもいえる関係があります。次ページのAからオの中から正しいものを1つ選びなさい。

- ア y は x に比例している。
- イ y は x に反比例している。
- ウ y は x の一次関数である。
- エ x と y の和は一定である。
- オ x と y の差は一定である。

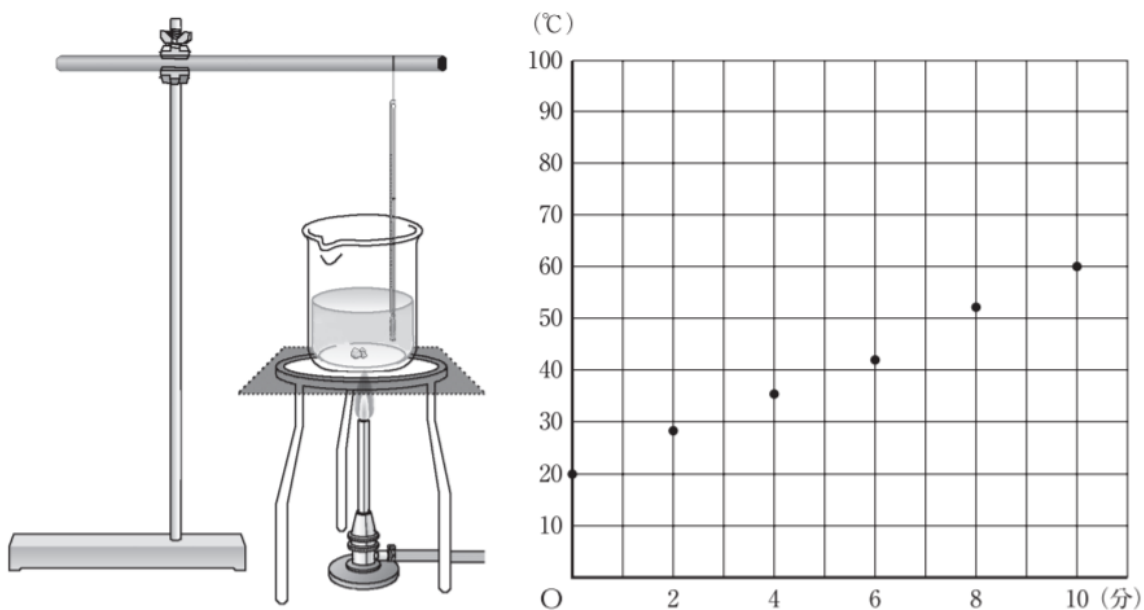
(3) 里奈さんは、富士山周辺と山頂の8月の平均気温を調べました。そして、下の表のようにまとめ、高さ(標高) x m のときの気温を y °C とし、グラフに表しました。



里奈さんは、「高さが高くなるのにもなって、気温が一定の割合で下がる」ことをもとに、表やグラフのDとFのデータを用いて、6合目のおよその気温を求めることにしました。

このとき、6合目(2500 m)のおよその気温を求める方法を説明しなさい。ただし、実際に気温を求める必要はありません。

- 5 理科の授業で、水を熱したときの水温の変化を調べる実験をしました。
右下の図は、水を熱し始めてからの時間と水温の関係を、2分ごとに
10分後までかき入れたものです。



次の(1)から(3)までの各問いに答えなさい。

- (1) 水を熱し始めてから 10 分後の水温は何°Cですか。

- (2) 洋子ようこさんは、このグラフを見て、「水を熱し始めてから x 分後の水温を y °C とすると、 y は x の一次関数とみることができる。」と考えました。

「 y は x の一次関数とみることができる」のは、グラフのどのような特徴からですか。その特徴を説明しなさい。

- (3) 浩志^{ひろし}さんと洋子さんは、「このまま熱し続けると、80℃になる時間は
何分後だろうか。」と話し合っています。

浩志さんと洋子さんの会話

浩志さん「こんな方法を思いついたよ。」

洋子さん「どんな方法なの。説明してみてよ。」

浩志さん「 x と y の関係を表したグラフをのばして、80℃になる
時間は何分後かをよみとる方法だよ。」

洋子さん「でも、そのままグラフをのばしても、グラフ用紙の外側
になってよみとれないよ。」

水温が80℃になる時間は何分後かを求めるには、浩志さんの考えた方法のほかに、どのような方法が考えられますか。その方法を説明しなさい。

ただし、グラフ用紙をつぎたしたり、目盛りの取り方を変えてかき直したりして、グラフをのばすことはできないこととします。

- 3 航平さんの家では、自動車の購入を検討しています。購入を検討している A 車(電気自動車)と B 車(ガソリン車)にかかる費用について、航平さんの家での自動車の使用状況を踏まえると、次のようになることがわかりました。

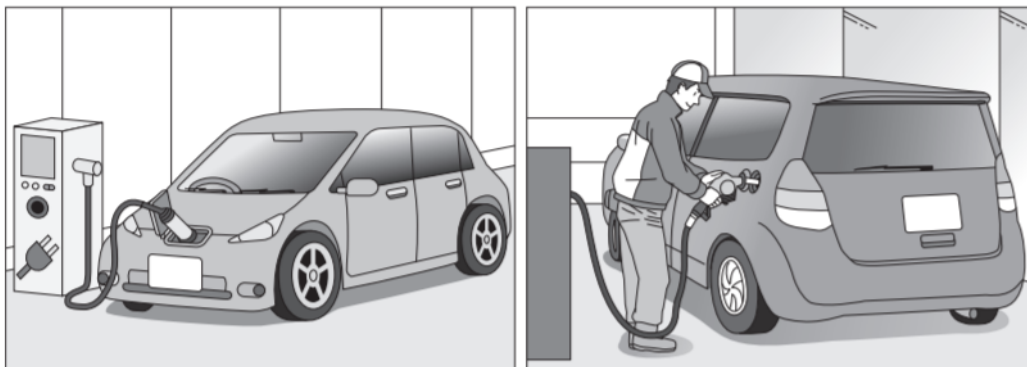
	A 車(電気自動車)	B 車(ガソリン車)
車両価格	280 万円	180 万円
1 年間あたりの 充電代・ガソリン代	4 万円 (充電代)	16 万円 (ガソリン代)

航平さんは、A 車と B 車について、それぞれの車の使用年数に応じた総費用を比べてみようと思いました。そこで、1 年間あたりの充電代やガソリン代は常に一定であるとし、次の式で総費用を求めることにしました。

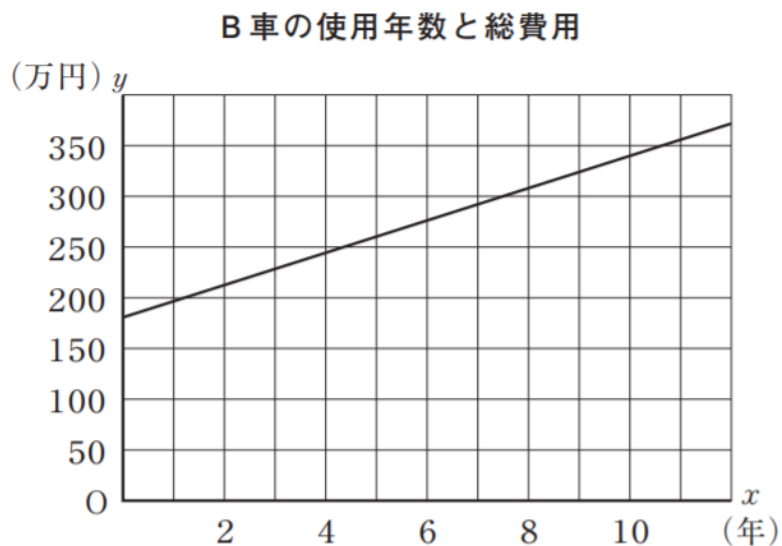
$$(\text{総費用}) = (\text{車両価格}) + \left(\begin{array}{c} \text{1 年間あたりの} \\ \text{充電代・ガソリン代} \end{array} \right) \times (\text{使用年数})$$

次の(1)から(3)までの各問いに答えなさい。

- (1) A 車を購入して 10 年間使用するときの総費用を求めなさい。



- (2) B車を購入して x 年間使用するときの総費用を y 万円とします。
この x と y の関係を、航平さんは次のような一次関数のグラフに表しました。



このグラフの傾きは、B車についての何を表していますか。下のアからエまでの中から正しいものを1つ選びなさい。

- ア 総費用
- イ 車両価格
- ウ 1年間あたりのガソリン代
- エ 使用年数

- (3) A車とB車の総費用が等しくなるおよその使用年数を考えます。
下のア、イのどちらかを選び、それを用いてA車とB車の総費用が等しくなる使用年数を求める方法を説明しなさい。ア、イのどちらを選んで説明してもかまいません。

- ア それぞれの車の使用年数と総費用の関係を表す式
- イ それぞれの車の使用年数と総費用の関係を表すグラフ