

数学指導におけるジグソー法を活用した アクティブ・ラーニングの授業展開

中村好則*, 小田島新**, 佐々木全*, 藤井雅文***, 工藤真以***, 稲垣道子***

*岩手大学, **岩手県立大船渡高等学校, ***岩手大学教育学部附属中学校

(令和2年3月4日受理)

1. 背景と目的

平成29年3月に小中学校の、平成30年3月に高校の新しい学習指導要領が公示された。そこでは主体的・対話的で深い学び(アクティブ・ラーニング)による授業改善を通して「これらからの時代に求められる資質・能力」を育成しなければならないことが述べられている。主体的・対話的で深い学びを目指す指導法の一つとして、ジグソー法がある。例えば、数学指導においては、飯窪ら(2017)が知識構成型ジグソー法を、成瀬(2018)が事例収集型ジグソー法を提案するなど多数実践が行われているが、「学習課題をどう選定するのか」や「学習内容や学習活動をどう構成するのか」など実際に数学指導においてジグソー法を実践するには課題も多い。そこで、本研究では、高校の数学指導においてより主体的・対話的で深い学びを促すために、従来のジグソー法を参考としながらも独自の工夫を取り入れたジグソー法を開発し、それを活用したアクティブ・ラーニングの授業展開を提案し、指導実践を通して、その有効性と課題を考察する。

2. 研究の方法

- 1) ジグソー法を活用した数学指導の先行研究を調査し、その結果をもとにジグソー法を活用したアクティブ・ラーニングの授業展開を提案する。
- 2) 提案した授業展開をもとに、授業実践を行い、授業のビデオ記録と質問紙調査を分析し、有効性と課題を考察する。

3. 結果と考察

1) ジグソー法を活用した数学指導の先行研究

飯窪ら(2017)は、知識構成型ジグソー法を提案

し、それは表1のような5つのステップでの授業の流れで進められる。この授業の特徴は、授業前後(Step1とStep5)で同じ問いに対する解答を2回書いてもらうことにより、一人ひとりの学びの深まりが評価できるところにある。この問いは生徒が簡単には解決できない問いを選定しなければならない。

表1 知識構成型ジグソー法(飯窪ら2017)

知識構成型ジグソー法
Step1 個人思考(見とおし)
Step2 エキスパート活動
Step3 ジグソー活動
Step4 クロストーク
Step5 個人思考(たしかめ)

成瀬(2018)は、事例収集型ジグソー法を提案し、それは図1のような授業の流れで進められる。この授業の特徴は、授業者が意図した学習目標・テーマを達成するための例を収集することによって、帰納的に一般化や抽象化を促すことを目的とするところにある(図1)。

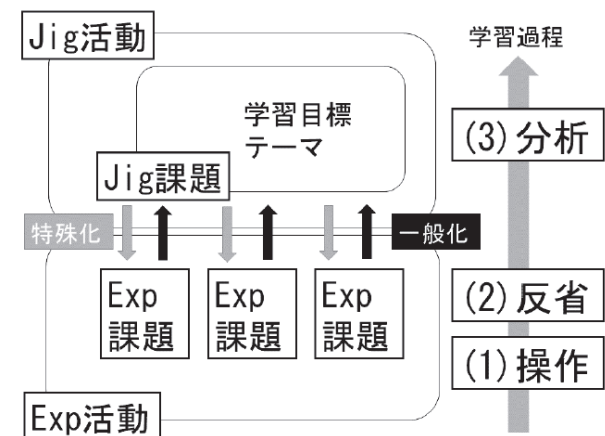


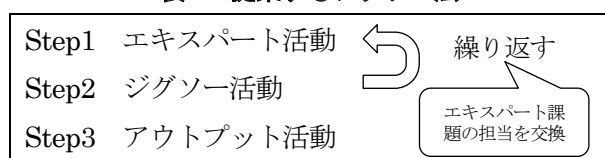
図1 事例収集型ジグソー法(成瀬2018)

また、これは知識構成型ジグソー法の一部と捉えることもできるが、Step1に相当する個人思考（見とおし）の段階でのメインの課題（当面問うべき問）を必ずしも必要としないところにも特徴がある。図1におけるJig活動はジグソー活動、Exp活動はエキスパート活動である。

2) ジグソー法を活用したアクティブ・ラーニングの提案

提案するジグソー法を活用したアクティブ・ラーニングは、表2のように3つのStepからなる。

表2 提案するジグソー法



まず初めに3~4人からなるホームグループ（ジグソーグループ）を形成し、ホームグループごとに各エキスパート課題の担当者を基本的には生徒の希望をもとに決める。Step1では、メインの課題（表3）は提示せず、エキスパート活動から授業は始まる。エキスパートグループごとに、それぞれエキスパート課題に取り組む（表4から表6）。次に、Step2では、エキスパート活動に参加した生徒がホームグループに戻り、ジグソー活動を行う。ジグソー活動では、ホームグループごとに各エキスパート活動での内容を他の生徒に説明をする。さらに、エキスパートの担当を変え、Step1に戻り、エキスパート活動を行う。2回目の異なるエキスパート活動に参加した生徒がホームグループになり、Step2のジグソー活動を行う。エキスパート課題が3問ある場合は、3回目を繰り返すことになる。そうすることで、生徒はすべてのエキスパート活動に参加することになり、2回目と3回目のジグソー活動では、同一課題に対して複数のエキスパートが参加することになる。知識構成型ジグソー法では、各エキスパート課題に対してジグソーグループごとに基本的には1人のエキスパートであるが、提案するジグソー法では、1つのエキスパート課題に対して複数のエキスパートが存在することになる。全員が必ず1

回はすべてのエキスパート課題に取り組むことにより、課題の理解を深まることが期待される。最後のStep3では、メインとなる課題（表3）を提示し、クラス全体でまとめのアウトプット活動を行い、本日の課題をまとめる。

表3 メインの課題

座標平面上に、A(4,3)、B(5,12)があるとき、三角形OABの面積を求めよ。ただし、Oは原点。

表4 エキスパート課題（ベクトル）

【エキスパート課題（ベクトル）】
 座標平面上に、A(4,3)、B(5,12)がある。
 $\vec{OA} = \vec{a}$ 、 $\vec{OB} = \vec{b}$ とするとき、次の問いに答えよ。
 (1) 三角形ABCの面積を、面積公式

$$\Delta OAB = \frac{1}{2} \sqrt{|\vec{a}|^2 |\vec{b}|^2 - (\vec{a} \cdot \vec{b})^2}$$

を用いて求めよ。
 (2) $\Delta OAB = \frac{1}{2} \sqrt{|\vec{a}|^2 |\vec{b}|^2 - (\vec{a} \cdot \vec{b})^2}$ を
 $\Delta OAB = \frac{1}{2} |\vec{a}| |\vec{b}| \sin \theta$ を変形することで証明せよ。（ $\theta = \angle AOB$ とする）

表5 エキスパート課題（図形と方程式）

【エキスパート課題（図形と方程式）】
 座標平面上に、A(4,3)、B(5,12)がある。
 数学IIの図形と方程式の中にある公式（点と直線の距離）と「底辺×高さ÷2」のみを使って、 $\angle OAB$ の面積を求めよ。（点と直線の距離を必ず使うこと）

表6 エキスパート課題（図形と計量）

【エキスパート課題（図形と計量）】
 座標平面上に、A(4,3)、B(5,12)がある。
 数学Iの図形と計量（三角比）の公式（相互関係、余弦定理、面積公式）並びに2点間の距離公式と三平方の定理のみを使って、 $\angle OAB$ の面積を求めよ。

3) 授業内容

(1) 授業実践

①実践日：2019年10月23日（水）5校時

②指導者：数学担当教諭

③使用教科書：啓林館 新編数学Ⅰ，新編数学Ⅱ

③対象学級：県立高校2 学年理系クラス生徒 52 名

④対象学級の概要

対象生徒に対して、「数学は好き（好き）」「数学は得意（得意）」「数学は役立つ（将来）」の質問を4 件法（「はい」「どちらかと言えばはい」「どちらかと言えばいいえ」「いいえ」，以下同様）で行った（図 2）。その結果，対象生徒は「数学は好き」という質問に肯定的回答（「はい」又は「どちらかと言えばはい」と回答，以下同様）した生徒の割合は96.2%（N=52）と多いが，「数学は得意」という質問に肯定的回答をした生徒の割合は71.2%（N=52）と先の項目より少ない。また，「数学は役に立つ」という質問に肯定的回答した生徒の割合は高い（94.2%，N=52）。また，「数学は好き」という質問に対する肯定的回答（50名）と否定的回答〔（2名，（「いいえ」又は「どちらかと言えばいいえ」と回答，以下同様）〕について直接確率計算によると，その偶然確率は $p=0.0000$ （片側検定）であり，有意水準1%で有意であった。「数学は得意」という質問に対して肯定的回答（37名）と否定的回答（15名）について直接確率計算によると，その偶然確率は $p=0.0016$ （片側検定）であり，有意水準1%で有意であった。「数学は役に立つ」という質問に対して肯定的回答（49名）と否定的回答（3名）について直接確率計算によると，その偶然確率は $p=0.0000$ （片側検定）であり，有意水準1%で有意であった。従って，対象学級は，数学が好きで得意であり，数学が将来役に立つと考える生徒が多いと言える。

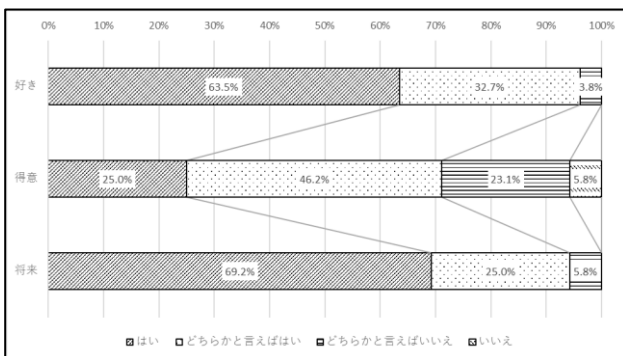


図2 対象クラスの基礎調査

2) 質問紙調査の結果と考察

(1) 「自分の考えをよく発言する」の結果

「自分の考えをよく発言する」に対して肯定的回答をした生徒の割合は，普段の授業では48.1%（N=52）であったが，ジグソー法の授業では89.2%（N=51，無答の生徒が1名，以下同様）と多かった（図 3）。普段の授業とジグソー法の授業で「自分の考えをよく発言する」に対する肯定的回答と否定的回答の人数を調べた。「普段：肯定25人，否定27人」「ジグソー法：肯定45人，否定6人」で直接確率計算を行った結果，その偶然確率は $p=0.0000$ （片側検定）であり，有意水準1%で有意であった。従って，ジグソー法の授業の方が普段の授業よりも自分の考えをよく発言できたと言える。さらに強い肯定的回答（「はい」と回答，以下同様）と弱い肯定的回答（「どちらかと言えばはい」と回答，以下同様）の人数を調べた。「普段：強い肯定4人，弱い肯定21人」「ジグソー法：強い肯定30人，弱い肯定15人」で直接確率計算を行った結果，その偶然確率は $p=0.0000$ （片側検定）であり，有意水準1%で有意であった。従って，ジグソー法の授業のほうが普段の授業よりもより「自分の考えをよく発言する」ことができると言える。

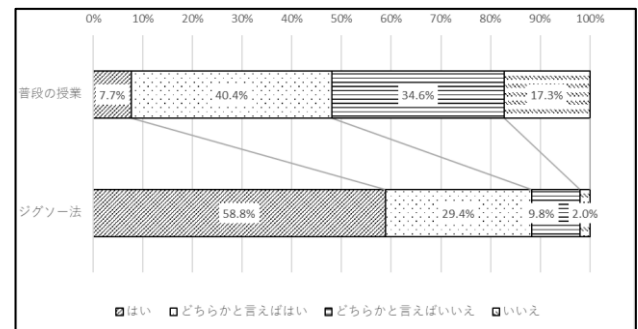


図3 「自分の考えをよく発言する」の結果

(2) 「主体的に問題に取り組む」の結果

「主体的に問題に取り組む」に対して肯定的回答をした生徒の割合は，普段の授業では94.3%（N=52）であったが，ジグソー法の授業では96.1%（N=51）と多かった（図 4）。普段の授業とジグソー法の授業で「主体的に問題に取り組む」に対する肯定的回答と否定的回答の人数を調べた。「普段：肯定49人，否定3人」「ジグソー法：肯定49人，否定2人」

で直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.5093$ (片側検定) であり、有意ではなかった。従って、ジグソー法の授業の方が普通の授業より主体的に問題に取り組めたとは言えない。これは普通の授業から主体的に問題に取り組んでいる (94.3%) ためと考えられる。さらに強い肯定的回答と弱い肯定的回答の人数を調べた。「普段：肯定 20 人，弱い肯定 29 人」「ジグソー法：肯定 36 人，弱い肯定 13 人」で直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.0196$ (片側検定) であり、有意水準 5% で有意であった。従って、ジグソー法の授業では、主体的に取り組む生徒はより主体的に取り組むことができると言える。

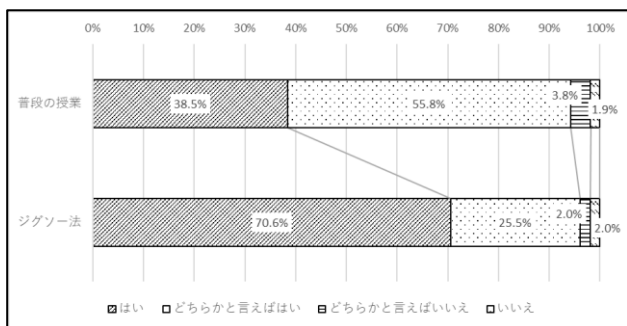


図4 「主体的に問題に取り組む」の結果

(3) 「学習内容がよく理解できる」の結果

「学習内容がよく理解できる」に対して肯定的回答をした生徒の割合は、普通の授業では 88.5% (N=52) であったが、ジグソー法の授業では 92.2% (N=51) と多かった (図5)。普通の授業とジグソー法の授業で「学習内容がよく理解できる」に対する肯定的回答と否定的回答の人数を調べた。「普段：肯定 46 人，否定 6 人」「ジグソー法：肯定 47 人，否定 4 人」で直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.3830$ (片側検定) であり、有意ではなかった。さらに強い肯定的回答と弱い肯定的回答の人数を調べた。「普段：強い肯定 20 人，弱い肯定 26 人」「ジグソー法：強い肯定 28 人，弱い肯定 19 人」で直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.0891$ (片側検定) であり、有意傾向であった。従って、ジグソー法の授業では、学習内容がよく理解できる生徒はより学習内容がよく理解できるようになる可能性があると言える。

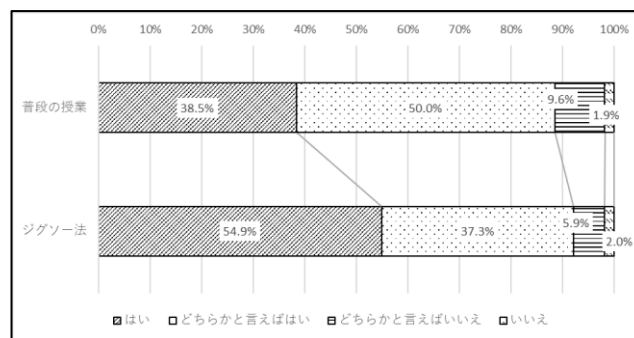


図5 「学習内容がよく理解できる」の結果

(4) 「他の生徒の考え方がよく分かる」の結果

「他の生徒の考え方がよく分かる」に対して肯定的回答をした生徒の割合は、普通の授業では 86.2% (N=52) であったが、ジグソー法の授業では 94.1% (N=51) と多かった (図6)。普通の授業とジグソー法の授業で「他の生徒の考え方がよく分かる」に対する肯定的回答と否定的回答の人数を調べた。「普段：肯定 45 人，否定 7 人」「ジグソー法：肯定 48 人，否定 3 人」で直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.1674$ (片側検定) であり、有意ではなかった。さらに強い肯定的回答と弱い肯定的回答の人数を調べた。「普段：強い肯定 18 人，弱い肯定 27 人」「今回：強い肯定 35 人，弱い肯定 13 人」で直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.0013$ (片側検定) であり、有意水準 1% で有意であった。従って、ジグソー法の授業では、他の生徒の考え方がよく分かる生徒はより他の生徒の考え方がよく分かると言える。

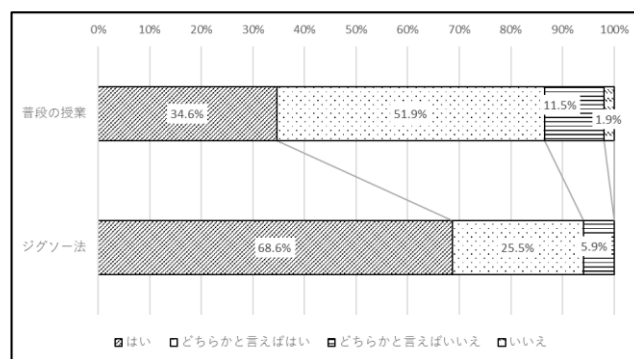


図6 「他の生徒の考え方がよく分かる」の結果

(5) 「先生の説明は分かりやすい」の結果

「先生の説明は分かりやすい」に対して肯定的回答をした生徒の割合は、普通の授業では 96.1%

(N=52), ジグソー法の授業では 82.3% (N=51) と低い(図7)。普通の授業とジグソー法の授業で、「先生の説明は分かりやすい」に対する肯定的回答と否定的回答の人数を調べた。「普段: 肯定 50 人, 否定 2 人」「ジグソー法: 肯定 42 人, 否定 9 人」で直接確率計算を行った結果, その偶然確率は $p=0.0238$ (片側検定) であり, 有意水準 5% で有意であった。さらに強い肯定的回答と弱い肯定的回答の人数を調べた。「普段: 強い肯定 36 人, 弱い肯定 14 人」「ジグソー法: 強い肯定 25 人, 弱い肯定 17 人」で直接確率計算を行った結果, その偶然確率は $p=0.1493$ (片側検定) であり, 有意ではなかった。これらの結果は, ジグソー法の授業ではほとんど先生の説明の時間がないためと考えられる。

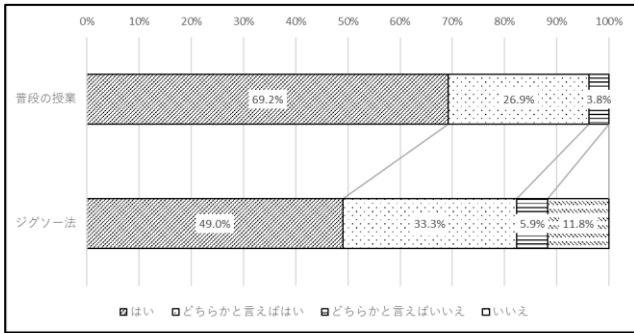


図7 「先生の説明は分かりやすい」の結果

(6) 「他の生徒とよく意見交換する」の結果

「他の生徒とよく意見交換する」に対して肯定的回答をした生徒の割合は, 普通の授業では 90.4% (N=52), ジグソー法の授業でも 100% (N=51) と高い(図8)。普通の授業とジグソー法の授業で, 「他の生徒とよく意見交換する」に対する肯定的回答と否定的回答の人数を調べた。「普段: 肯定 47 人, 否定 5 人」「ジグソー法: 肯定 51 人, 否定 0 人」で直接確率計算を行った結果, その偶然確率は $p=0.0297$ (片側検定) であり, 有意水準 5% で有意であった。従って, ジグソー法の授業では, 普通の授業よりも他の生徒とよく意見交換することができると言える。さらに強い肯定的回答と弱い肯定的回答の人数を調べた。「普段: 強い肯定 31 人, 弱い肯定 16 人」「ジグソー法: 強い肯定 39 人, 弱い肯定 12 人」で直接確率計算を行った結果, その偶然確率は $p=0.1770$ (片側検定) であり, 有意ではな

かった。

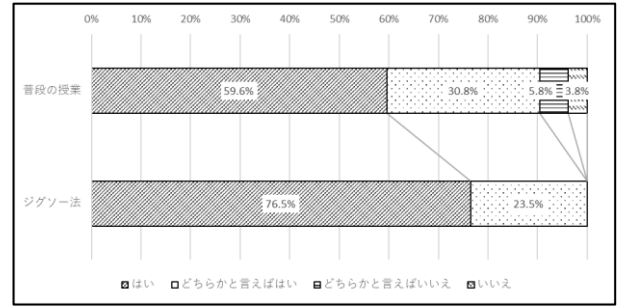


図8 「他の生徒とよく意見交換する」の結果

(7) ジグソー法による授業の評価

ジグソー法による授業について, 以下の①から⑦までの7項目について, 4件法で質問した(図9)。その結果, 肯定的回答の割合が最も低いもの(①ジグソー法は簡単である)でも 65.4%あり, ジグソー法による授業は, 概ね肯定的に考えられていると言える。

- ① ジグソー法は, 簡単である。【簡単】
- ② 数学の学習内容の理解に役に立つ。【理解】
- ③ 他の生徒の考え方を知ることができる。【生徒】
- ④ 積極的に自分の考えを発表できる。【発表】
- ⑤ 自分の考えや解法をまとめるのに役に立つ。【まとめ】
- ⑥ 数学の問題を解くのに役に立つ。【解く】
- ⑦ ジグソー法による数学の授業は, 好きである。【好き】

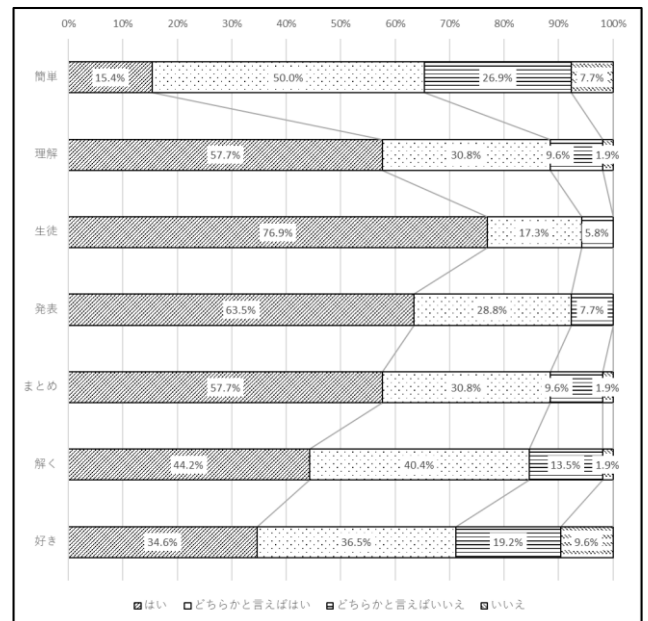


図9 ジグソー法による授業の評価

ジグソー法による授業について, ①から⑦までの

7項目について、肯定的回答と否定的回答の状況を調査した。カイ二乗検定を行った結果、項目間の人数差が有意だった ($\chi^2(6)=27.340, p<.01$)。残差分析の結果(表7)、「① ジグソー法は、簡単である」では否定的回答が有意に多く、「③ 他の生徒の考え方を知ることができる」では肯定的回答が有意に多かった。「⑦ ジグソー法による数学の授業は好きである」では肯定的回答が有意に少なかった。従って、ジグソー法は他の項目に比べ簡単であるや、好きであると捉えている生徒は少ないことが分かる。また、ジグソー法による授業は、他の項目に比べ、他の生徒の考えを知ることができると捉えられ、積極的に自分の意見を発表できる可能性があることが分かる。

表7 残差分析の結果

項目	肯定的回答	否定的回答
① 簡単である	-3.806**	3.806 **
② 数学の学習内容の理解に役に立つ	1.038 ns	-1.038 ns
③ 他の生徒の考え方を知ることができる	2.249*	-2.249 *
④ 積極的に自分の考えを発表できる	1.845 +	-1.845+
⑤ 自分の考えや解法をまとめるのに役に立つ	1.038ns	-1.038 ns
⑥ 数学の問題を解くのに役に立つ	0.231 ns	0.231ns
⑦ ジグソー法による数学の授業は好きである	-2.595**	2.595**

+p<.10 *p<.05 **p<.01 ns p>.10

3) アンケートの記述内容

ジグソー法についての主な自由記述では、人に教えることでより、新たな課題を見つけたり (S3)、理解が深まることができたり (S2) という意見が多かった。一方で、分からないときには分からない (S5) という意見もあり、課題と言える (表 8)。

表8 主な自由記述

S1: 人に教えるという段階を踏むことで理解したつもりになっているだけのところを発見できて、復習に生かせると感じた。
S2: ジグソー法を使うことによって、いつもより他の人の意見を聞く機会が増え、自分の意見と比較して、考えを深めることができた。

S3: 自分で説明できるように、まず自分が理解し、他の人の説明を聞くことで、新たな疑問が出たりと、深く理解することにつながる。

S4: 説明を長く聞くよりも、自分たちで話し合った方が理解できるし、他の人の解き方なども参考にできる。

S5: ジグソーだと、説明が分かるときはとても分かるが、分からないときは本当に誰の説明を聞いても、自分で考えてもわからない。本当にわかるか、本当にわからないしかない。

4. まとめと課題

ジグソー法を活用したアクティブ・ラーニングの授業は、生徒は普通の授業よりも、①自分の考えをよく発言できること、②他の生徒とよく意見交換できることが明らかとなった。また、普段から自分の考えをよく発言し、主体的に問題に取り組み、他の生徒の考え方がよく分かる生徒は、ジグソー法を活用したアクティブ・ラーニングの授業では、さらに分の考えをよく発言し、主体的に問題に取り組み、他の生徒の考え方がよく分かることが分かった。

ジグソー法を活用したアクティブ・ラーニングの授業に対して、簡単であるや好きである生徒は他の項目に比べ多くはなかった。実践回数が少ないことが原因の1つとも考えられるが、今後の課題である。

注記

- (1) 本研究でのジグソー法は第2著者である小田島が考案したものであり、講演等では「小田島式ジグソー法」として発表されている。
- (2) 授業にご協力を頂きました先生と生徒に感謝申し上げます。

引用文献

飯窪真也, 齊藤萌木, 白水始編『「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, 2017.

成瀬政光『高校数学における「事例収集型ジグソー法」(ECJ法)―数学学習に関する学習過程モデルを理論的裏付けとしたジグソー法の一案―』, 教育と研究, 36, 45-58, 2018.