

# ジグソー法の数学科の授業内における位置付け

教育実践力高度化コース

17AD012

中村 憲昭

【指導教員】 二宮 裕之 安原 輝彦 飛田 明彦

【キーワード】 ジグソー法 アクティブ・ラーニング 高大接続 理数探究

## 1. はじめに

### 1. 1 この研究を行った理由

私は今まで、知識構成型ジグソー法による数学の授業を7年間実施してきた。ジグソー法を導入した当初の理由は、一斉授業だけでは生徒が受け身の姿勢で学習することに慣れてしまったからである。何かしらのアクティブ・ラーニングを導入して現状を打開し、生徒が主体的に学習する授業につくりかえていきたいと考え、ジグソー法を導入した。

その後、この授業方法を7年間行いジグソー法の授業の長所と短所が見えてきたので、私はジグソー法の授業をどのように数学の中で位置づけ、活用していくかを改めて考えることとした。

### 1. 2 知識構成型ジグソー法について

知識構成型ジグソー法とは、東京大学COREFが提案する授業方法である。詳しい内容と、実際の数学の授業方法については、東京大学COREFのサイトを参考にしていきたい。

ジグソー法の授業の特徴的な点は、授業前半(エキスパート活動)に、教師が3つの知識を1つずつ、3つのグループA, B, Cの生徒に与え、授業後半(ジグソー活動)に、グループA, B, Cから一人ずつ選んで再度3人ずつのグループを構成し、3つの知識を統合させて課題を解決していく点である。3人の知識が全て異なるため、それぞれの生徒が必ず発言しなければ問題解決に向かって進まなくなってしまうのである。これにより、数学が苦手な生徒でも対話に参加して議論を深めることができる。全ての生徒に学びの保証ができる点で、このジグソー法の授業は有効なのである。

## 2. 今年度実施したジグソー法の授業について

### 2. 1 昨年度までの反省点

昨年度までの数学のジグソー法の授業は、各エキスパートの内容を生徒が順番に並べて考えることで、本時の目標に到達していくパターン教材が多かった。しかしそのようなエキスパート内容では、本時の課題に対して

一方向からしか解決方法を考えることができないため、数学が得意な特定の生徒だけが活躍してしまうことが多く、また課題を解くための一つの方法を身に着けるだけで生徒が満足してしまうため、生徒の「深い学び」につなげていくことが難しかった。

### 2. 2 昨年度に立てた仮説

上記の反省を踏まえて、私はジグソー法の授業を効果的に行うためには、次の4つのことが必要であると仮説を立てた。

① 「本時の目標に関して、クラス内の生徒の予備知識がなるべく対等であること。」

数学のジグソー法では、数学が得意な生徒だけが活躍し、苦手な生徒が置いて行かれる状況が多々ある。それを解消し、全生徒を議論に参加させるためにこの仮説を考えた。

② 「数学の問題の答えの値を出すだけで終わらず、答えにたどりつく過程を言語化することを目標にすること。」

多くの生徒が、数学の問題の答えの値を出すだけで満足してしまい、それ以上に深く学ぼうとしない。これは後に述べるのだが、現在の高校入試問題、大学入試問題に原因がある。その状況を改善するために、言語化の作業を行わせることで、生徒が同じ問題に対して違う角度から考察できるようにしていく。

③ 「段階的な発問を作ることにより、生徒のメタ認知を支援できる。」

従来一つの問題として与えられているものを、ステップごとに小分けし生徒に提示することにより、既習事項同士のつながりを生徒が認識できるようにする。それにより、生徒自身で本時の課題を理解していく過程を実感することができ、また自分自身の解る箇所、解らない箇所もわかる。つまりメタ認知を生起させるための手助けとなる。

④ 「エキスパートA, B, Cの内容をそれぞれ独立させ、生徒に3方向からの視点で本時の目標を捉えさせる。」

今年度の教材で、特に意識したのが④である。エキスパートA, B, Cをそれぞれ独立させたものにするすることで、

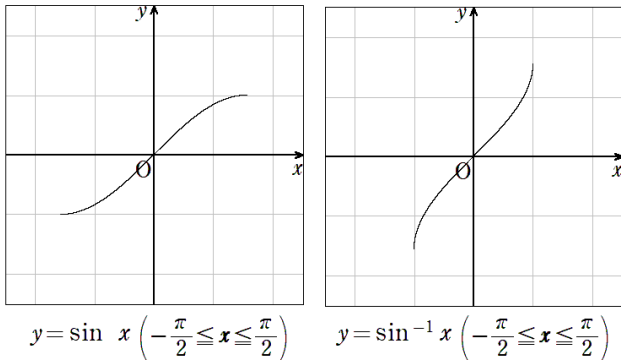
生徒が一つの課題を多方面から考えるように配慮した。

具体的には生徒が数学の事柄を、言葉、数式、図・グラフの3つの方面から考えていくことができるような教材をつくった。

## 2. 3 今年度実践したジグソー法の授業内容

**1回目：数学Ⅲ「逆関数」** 2018年4月16、17日  
埼玉県立川越初雁高等学校3年6組理系クラスにて実施

最初に一人で解く問題： $y = \sin x$  と、その逆関数である  $y = \sin^{-1} x$  の図を用いて、逆関数のイメージをつかむ。また、気付いたことを文章で書かせる。



エキスパートA：1対1の関数のイメージを図でつかむ。また1対1の関数ではない例として、 $y = x^2$  を使って図で確認をする。

エキスパートB：ある数字を関数に代入して得られた値を、その逆関数に代入すると元のある数字になることを、一次関数を使って確認する。次に定義域を定めることで、 $y = \sin x$  の逆関数が  $y = \sin^{-1} x$  と定義できることについて学習し、実際に、 $0$ 、 $\frac{\pi}{2}$ 、 $\pi$  を代入して確認する。

エキスパートC：二つの式、 $y = x^2$ 、 $y = \sqrt{x}$  ( $0 \leq x$ ) をグラフで考えた場合、関数とその逆関数は、一次関数  $y = x$  に関して対称になることを確認する。

ジグソー活動：定義域が  $0 \leq x \leq \pi$  である場合の、 $y = \cos x$  について、その逆関数をグラフに描く。

考察：

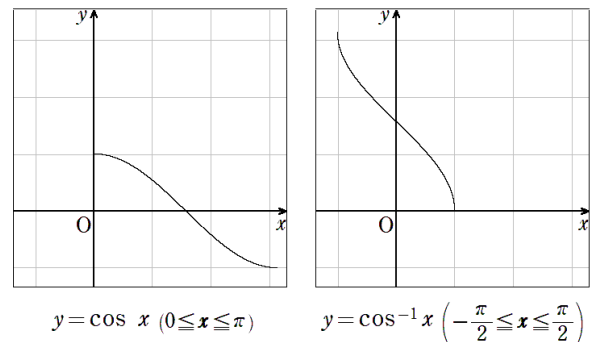
前時の授業で  $y = \sin x$  が、そのままでは1対1の関数にならないことを教えた上で、このジグソー法の授業を行った。

生徒が初めて目にする「逆関数」についてジグソー法の授業を行うことで、本時の目標に関してクラス内の生徒の既存の知識がなるべく対等になるようにした。それにより、特定の生徒だけが活躍し、他の生徒が授業に置いていかれることを防いだ。

またこの教材は、①「逆関数のイメージ」、②「関数、逆関数に数値を代入する」、③「関数、逆関数のグラフ」の3方向から逆関数について考えるエキスパート課題に

なっており、全ての生徒がジグソー活動時の議論に参加できるように配慮した。

生徒はまず  $y = x$  の直線に関して対称移動することで、 $y = \cos^{-1} x$  のグラフを描き、その後、なぜ定義域を決める必要があるのかを考えていた。



この授業で教師が意図する目標は、単調増加関数、単調減少関数の場合は定義域を定めなくても逆関数をつくることができ、そうでない関数の場合は定義域を定めないと逆関数をつくることができないという事柄を、生徒が理解することである。50分の授業1回だけではそこまで到達することはできなかったが、2回目の授業を使って、全員をそこまで到達させることができた。

**2回目：数学Ⅲ「合成関数」** 2018年5月10、11日  
埼玉県立川越初雁高等学校3年6組理系クラスにて実施

エキスパートA：ある2つの関数が合成関数をつくることのできる場合、一方の関数の値域が一方の関数の定義域に含まれていることを理解する。

例として、 $f(x) = 2x+1$ 、 $g(x) = \sqrt{x}$  において  $(f \circ g)(x)$ 、 $(g \circ f)(x)$  はそれぞれつくることができるかどうかを考える。

エキスパートB：ある関数に逆関数が存在する場合、その関数と逆関数の合成関数は恒等関数になることを理解する。その例として、 $f(x) = 2x+1$ 、 $g(x) = \frac{x-1}{2}$  について、

$(g \circ f)(x)$ 、 $(f \circ g)(x)$  をそれぞれ求める。

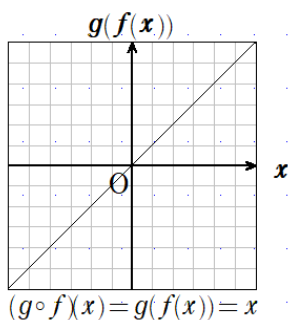
エキスパートC：ある一次関数のグラフと、その逆関数のグラフを見て、互いのグラフの位置関係を確認する。またある一次関数とその逆関数を合成したとき、その合成関数がどのようなグラフになるかを理解する。特にそのときのグラフの縦軸は何を表しているのかを考える。

ジグソー活動：エキスパートA、B、Cで学習した内容をお互いに教えあう。その後、 $f(x) = 2^x$ 、 $g(x) = \log_2 x$  の2つの関数について合成関数を作成し、この2つの関数がどのような関係なのか、指数関数・対数関数の定義を踏まえたうえで考え、説明する。

考察：この内容は生徒にとって難しかったため、エキスパート活動で50分、ジグソー活動で50分時間をとり、連

続2回の授業を使って実施した。生徒たちの活動の様子をみると、「エキスパートA：合成関数がつくれる条件を理解する。」が難しかったようである。初めて習う合成関数の説明文章を読むとき、日本語の意味を捉えることが困難であったようである。逆に、「エキスパートC：合成関数・逆関数についての位置関係をグラフを使って確認する。」に関しては、グラフが理解の補助となるために生徒にとっては簡単だったようだ。このように日本語で数式の内容を確認する問題を生徒は苦手とし、グラフで数式の内容を確認する問題を生徒は得意としている。

ジグソー活動時においても、生徒が困難を感じていたことは、逆関数の記号、合成関数の記号に関して自分の言葉で説明することである。数学Ⅲは、高校数学の中でも更に記号が複雑になってくる。今回の授業のように記号の意味を再確認した上で、説明しあう活動が生徒にとって大切だったように思える。



左のグラフのように、 $g(f(x))$  のような記号を生徒はとても苦手とする。なぜ今まで縦軸が  $y$  であったのか、それを再度考えさせる必要がある。

私が今まで教えてきた生徒の中で、数学嫌いの生徒たちは、数学Ⅰ、Aの段階から、記号の意味を曖昧に捉えたまま問題を解いていたのではないだろうか。この授業を実施し、数学の記号を言語化して説明する練習の必要性を改めて考えさせられた。

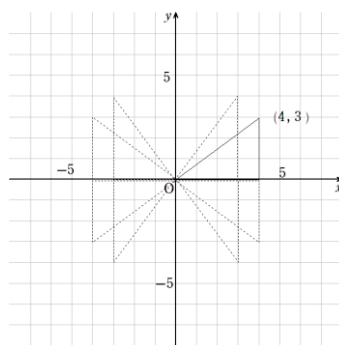
**3回目：数学Ⅱ「円の方程式」** 2018年6月25日  
埼玉県立川越初雁高等学校 2年6組にて実施

エキスパートA：数学Ⅰで習った集合の言葉の意味を再確認した上で、円の定義を言葉で確認する。  
エキスパートB：三平方の定理を復習する。その後、3：4：5の直角三角形を例にとり、 $xy$  平面上に12個の点を打たせる。それらの点を結ぶと、円に近い形になることを確認する。

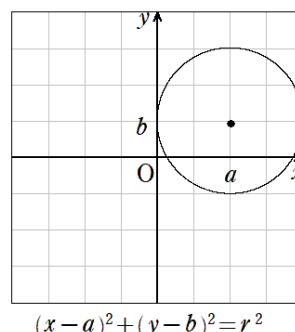
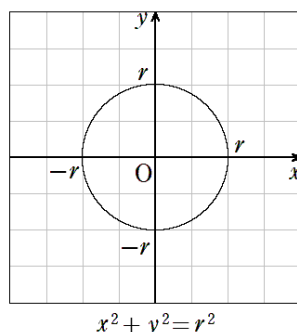
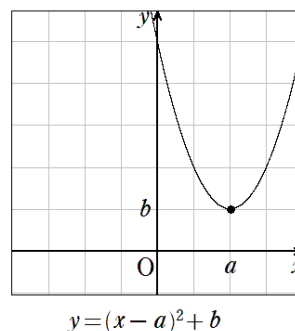
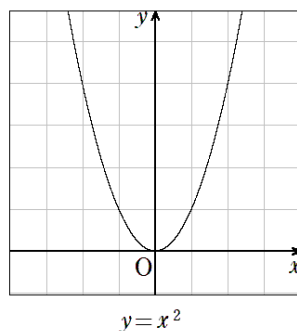
**問題**

- (1) 三平方の定理  $x^2 + y^2 = 5^2$  について考える。  
この  $x, y$  には、以下の12個の座標の数字が当てはまる。  
右のグラフに、以下12個の点を打ちましょう。

- ( 5, 0) ( 4, 3) ( 3, 4) ( 0, 5) (-3, 4) (-4, 3)  
(-5, 0) (-4, -3) (-3, -4) ( 0, -5) (3, -4) (4, -3)



エキスパートC： $xy$  平面上で二次関数のグラフを平行移動させると、数式がどのように変化するか確認する。その次に円の方程式の平行移動についても考える。



ジグソー活動：エキスパートA, B, Cの内容をお互いに説明しあい、円の定義を踏まえた上で、円の方程式が  $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$  で表すことができる理由を理解し、言葉で説明できるようにする。

**考察：**

この授業を本校で実施した結果、やはり2年生のクラスでも計算は得意だが文章が苦手だという生徒が多いことを実感し、以下の事柄を考えた。

数学で文章題を解く場合、本来の方法は、文章から状況をイメージし、その上で問題解決に関係する数字を見つけ、その数字を使って計算し、その計算結果の値の意味を考えた後に、表現していく方法である。しかし文章題が苦手な本校の生徒たちは、状況をイメージせずにいきなり文章から値を拾い、計算を行って、計算結果の値をそのまま解答とする方法を、恐らく小学校の算数から行ってきたのではないだろうか。そして高校数学においても値と数式を追いかけるだけの解き方をしてしまっているのではないだろうか。

私はそのような生徒たちに対して、値や数式の意味を言葉に置き換えて理解する練習を行う必要があると考え、この教材のエキスパートAでは、円の定義を言葉で再確認することにした。

またジグソー課題の最終問題においても、全ての生徒が「円の方程式」について数式と言葉の2つの表現で説明するようにした。言葉で再確認することは非常に時間がかかるが、それでも必要であると考えている。

上記の3例の他にも、2017年度に数学Iの二次不等式のジグソー法の実践を行ったときは、授業最後に確認テストを行うことで生徒がエキスパートA, B, Cの3つの考え方を把握できたかどうか確認した。これも以下に紹介する。

### 数学I 「一次不等式」 2017年11月16日

埼玉県立川越初雁高等学校 1年6組にて実施

参考教材：

埼玉県立吉川南高等学校 嶋村元太郎「二次不等式」

エキスパートA：与えられた二次不等式が示す、二次関数のグラフの部分を理解する。

エキスパートB：グラフとx軸との共有点が、二次方程式を解くことで求められることを理解する。

エキスパートC：グラフに示された範囲から、それに対応するx軸の値の範囲を求める。

ジグソー活動：二次不等式を満たす、xの値の範囲を求める。

考察：本校では二学期から二次関数の単元に入り、11月に二次不等式について学習を行う。しかし、その時点になると、平方完成の計算やグラフの描き方などが理解できず、授業についてこれられない生徒が多く発生してくる。したがって、この授業ではグラフをヒントとして最初から与えることで、ジグソー法の授業中は本時の目標に絞って各生徒が考えられるようにした。

二次不等式を学習する際、答えを出すことだけに専念している生徒は、二次不等式を解く過程で二次方程式を解くことの意味を知らず、特に不等号をイコールに直して計算を行う理由を理解しないまま、解法だけを知ろうとするのである。そのような事態を防ぐために、以下のように二次不等式を解くための4つのステップを明確にして、生徒に考えさせるようにした。

「二次不等式が示すグラフの部分」→「二次方程式の解」→「共有点の値」→「xの値の範囲」

また、学習後には小テストを実施し、どの程度理解できたかを確かめた。

### 2. 4 二次不等式の小テストと考察

小テストの問題も先に挙げた4つのステップを踏んだ発問をした。問題と正答者数は以下の通りである。

問題1  $x^2 + 3x - 10 \leq 0$

問題2  $x^2 - 2x - 3 > 0$

① この二次不等式が表す、二次関数のグラフの部分を太くなぞりましょう。

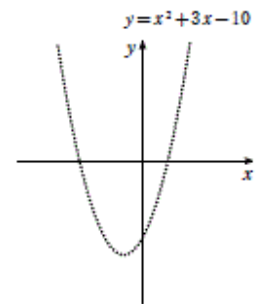
② グラフの共有点の位置に、白丸○か黒丸●を書き込みましょう。

③ 共有点のx座標を計算で求め、グラフに数字を書き込みましょう。

⑤ 二次不等式を満たす、xの値の範囲を求めましょう。

正答者数の一覧表（全36人）

	①	②	③	④
問題1	3 4	3 5	3 2	2 9
問題2	2 4	2 5	2 2	1 2



#### 考察

(1) 小問を設けることで、生徒は学習内容を一つ一つ確認し、自分が何を理解しているか分ることができたようだった。

(2) ジグソー活動の授業では、 $\square \leq x \leq \square$  の形の答えしか教えていない。しかし、小テスト問題2、④の解答は  $x < -1, 3 < x$  であり、この書き方は生徒が初めて目にするものである。その状態で12人の生徒が解答できたのは嬉しいが、一方で24人の生徒が置き去りになってしまった。ジグソー活動時に解答を出すことで終わりとせず、解答とグラフの対応を生徒が話し合えるような追加の発問が必要であった。

(3) 問題2に全く手を付けない生徒が10人いた。「①グラフが示す部分」が解らなくても、「②共有点」については解りそうなものである。問題全体の見通しが立たない場合に諦めてしまう生徒が10人いたことが解る。生徒のメタ認知能力を高め、解る部分と解らない部分を認識させることが今後も必要である。

(4) 前述の(3)とは逆に、問題1の①は不正解、②、③、④は正解、問題2は「②共有点」だけ正解だった生徒が1人いた。「①グラフが示す部分」は理解できないが、答えの形だけ理解できたようだ。このように、自分が解る部分を自分自身で認識できるようにすることがジグソー法の授業の1つの目標である。生徒がその力を身に着けることができれば、自分がどのように質問すればよいかを考えられるようになり、生徒同士の教え合いは更に活性化していくと考える。

### 3. ジグソー法の数学科における問題点と大学入試改革

#### 3. 1 ジグソー法の数学科における問題点

ジグソー法が埼玉県の高次教育に導入されたときから、数学科では準備の時間と、一つの単元にかかる授業の時間が非常に多くなってしまうことが問題であった。

現在は既存の授業案を使うことで、準備の時間に関しては若干余裕ができたが、授業の時間がかかることに関しては変わらない。そもそもジグソー法は生徒の「深い学び」が目標であるため、私の授業では、よいと思える授業ほど一つの単元にかかる時間が増えてしまう状況になっている。グループ別に課題を解いている際など、生徒の新しいアイデアをクラス全員で共有し、生徒に考える時間を保証していくのだが、それをこなす度に、時間はいくらあっても足りなくなっていく。したがって、1年間にジグソー法を行えば行うほど、学校の授業内で教える単元の数は少なくなってしまう。私はこれが数学科でジグソー法を行う上での一番の問題点であると考えている。

ジグソー法を使うことで50分の授業内に多くの内容を取り込むことができたという授業案も過去に存在したが、効果の程は不明である。私も3回の授業時間で教える教科書の内容を1回のジグソー法の授業で行ったことがある。しかし本校で実施した結果は、生徒同士の教えあい活動を引き起こすことはできたが、生徒は教科書やプリントの内容を理解するだけで忙しくなってしまう、「深い学び」からは遠く離れた授業になってしまった。

私が今まで行ってきた数学の授業を通して考えたことなのだが、そもそも、「深い学び」と「幅広く学習する」ことは、1年間の限られた授業時間の中では両立しないのではないだろうか。一方を重視するならば、その分、他方は軽視しなければいけない。二つの既習事項が結びついて学びが深まったという例は理想であるが、それも有限である授業時間を考慮して、単元の内容を精選した結果の上で授業が行われている状況ではないだろうか。

自らの経験に基づいた私見になってしまうが、教育の世界は物事を整理することが非常に苦手であるため、数学の教科書においても内容が膨大になってしまい、少なくとも本校の授業時間内では全て教えきれものではない。しかし、大学入試科目である数学の場合は、教師が出題される可能性がある教科書内容を全て授業で教えようと努力してしまう事が多い。ジグソー法を使って教科書の単元をすべて終わらそうという無理な考え方もあったが、その根本の原因は大学入試の存在にあると考えている。「幅広く学習する」を行わないと大学入試に備えられないからだ。

#### 3. 2 大学入試改革で改善したい問題点

これも私の経験に基づいた私見になってしまうが、数学を幅広く教えると、教師が意図せずとも詰め込み教育に傾いてしまうと思う。そして詰め込み教育に傾いた結

果、数学で身に着けるべき論理的思考力の育成が後回しになり、試験問題の解法だけを身に着けさせる授業になってしまう。

その結果、多くの学生が「深い学び」の方法を知らずに大学に入学し、大学1、2年生のときは「深い学び」とはかけ離れた学生生活を送り、そして大学3年生で研究室に配属され、はじめて自主的にテーマを探し、自主的に研究内容について調べだし、やっと「深い学び」を始めているのではないだろうか。

もし高校生のときから、「幅広い」詰め込み教育ではなく、数学における「深い学び」を教えてもらい、論理的思考力を身に着けていけば、このような学生たちは、大学1、2年生のときも自主的に「深い学び」を行うことができたかもしれない。

現在、大学入試改革によって、生徒がどれだけ深く考えることができるかを評価する問題を作成中だと聞いている。私は、数学の大学入試問題を、①「基礎・基本の問題」、②「深い内容を問う選択問題」の2部構成にしたら良いのではないかと考えている。基礎・基本の範囲を大学側が公表してくれば、高校側はそれに沿って生徒に数学の授業を行い、それ以外の内容は各高校の裁量で単元を決定し、「深い学び」の授業を展開していくことができるからである。

#### 3. 3 成果主義・合理主義が子どもたちに及ぼす影響

私が今までに授業を行ってきたクラスの生徒たちについて考えたことなのだが、現在の社会や学校が、成果を過剰に求めすぎる風潮であるため、それが生徒たちにも悪影響を及ぼしているのではないだろうか。

日本の子どもたちは中学入学時あたりから、高校入試を強く意識しはじめる。しかし自分から意識し始めるのではなく、親や学校によって意識させられる場合は、私はそれに問題を感じる。なぜなら親や学校が子どもにも高校入試を意識させる原因は社会にあり、またその社会では、入学試験対策がひとつのビジネスになっているため、過剰に入学試験対策を煽っているからだ。

そのような状況下では、入試に合格することが一番の目標となってしまう、数学の場合は、生徒たちは点数を取るための手早い方法、「解法」を求める勉強を中心に行ってしまう。目に見える成果、「合格」を求めすぎて、目に見えない「深い学び」を後回しにしていくのである。

高校入試の問題に留まらず、この問題は大学入試後、大学生の授業の受け方にも大きく関係してくる。例えば多くの学生が単位の修得のために授業を受け、専門科目以外は「深い学び」とは離れた勉強を大学で行っている。テストさえ合格すれば後は構わないという考えにつながってしまうのだ。つまり大学卒業のために単位を取るといった短絡的な考え方に陥ってしまうのである。

私が今まで見てきた生徒を思い出すと、成果主義が蔓延した結果、高校受験、大学受験、更には入社試験といっ

た人生の区切りにおいて、その場限りの勉強を行い、合格することが得意な生徒が増えてきてしまったように思える。もちろんこれは、「深い学び」とは程遠いものである。

試験さえ良ければ後は構わない、その場が良ければ後は構わないといった考え方が、知らず知らずのうちに子どもたちに浸透しているように見え、私はそれを後に述べるアクティブ・ラーニングを通じて変えていかなければならないと考えている。

もう一つ、無駄を省いた合理主義的な考え方をよしとする風潮が現在の社会の中では非常に強いのではないだろうか。しかしこれも学校教育に持ち込むことは問題があると言える。なぜなら、大人がそのようなことをやっていたら、生徒たちも、いかに合理的に受験勉強を行うかを考えるようになってしまい、やはり成果主義に陥ってしまうからだ。数学においては、期末テストや大学入試のみに対応した解法中心の勉強ばかりしている結果、出題されない内容に関してはおろそかになってしまう。

ところで、「よく学び、よく遊べ」という言葉があるが、私はこの言葉について、「学ぶ」＝「遊ぶ」なのではないかと考えている。なぜなら、能動的な「学び」と「遊び」は楽しいものであり、得られる経験も多いからだ。数学においても能動的に論理的思考力を使う「遊び」の部分は非常に重要である。逆に受動的に「学び」と「遊ぶ」を行うのは退屈である。受動的な「学び」とはつまり「勉強」のことではないだろうか。受動的な「遊び」に関しては言い換える言葉が思いつかないが、例えば惰性的に行うスマートフォンのゲームがこれに相当すると思う。主体的・受動的の言葉に関しては、次の章でも引き続き取り上げる。

#### 4. アクティブ・ラーニングについて

##### 4. 1 「アクティブ・ラーニング」と「深い学び」

アクティブ・ラーニングとして生徒を活発的に動かす授業が現在の流行となっているが、生徒が「深い学び」にまで到達せずに作業を行っているだけの例も多々ある。クラスに40人前後の人数が集まれば、教師が生徒を一人残らず「深い学び」の状態に持っていくことは難しく、また、「深い学び」を行っているかどうか測ることも難しい。そのような中、次章で述べることになるが、ジグソー法の長所は、全ての生徒に「深い学び」のきっかけを与えることである。

ここでは先に、アクティブ・ラーニングの最終目的と、何を持ってアクティブ・ラーニングとするのかを考えている。アクティブ・ラーニングの目的は多々あるが、私は最終的な目的は、生徒が「深い学び」ができるようになることであると考えている。では「深い学び」とはどのような学びなのだろうか。

アクティブ・ラーニングを行うことによって生徒が鍛えられる能力は、他者の対話や文章・表・グラフの読み取りなどから身につく①「情報収集力」、そして集めた情報

から課題解決方法を創り出す②「創造力」。最後にその創造したものを対話や文章・表・グラフなどを使って他者に伝える③「表現力」であると考えている。そして、これら①～③の一連の力を鍛え続けることが「深い学び」であると考えている。

次に、何をもちえてアクティブ・ラーニングとするかについて考えたい。私は生徒が自分の課題に対して能動的に対処しているか否かがその境目であると考えている。先にあげた①～③は全て能動的に行わない限り成長しえないものだからである。

例えば生徒の提出した授業ノートについて考えてみる。生徒がノート提出という課題に対して「対処する」ことだけを考えるならば、それは能動的に対処でも受動的に対処でも構わない。受動的に対処として、授業中の黒板をそのまま写し取ったものを提出するだろうし、それを最低限の課題達成ラインとしている教師も多い事だろう。しかし、能動的に対処を少しでも取り入れた生徒ならば、自分で大切だと考えた部分にマーカーを引いたり、教師の発言で重要だと判断した部分を書き込むなど、黒板とノートに違いが出てくる。一番良いノートは、生徒が授業を聞いた上で自分の考えを書き留めたものである。

このように、ノート一つ例にとっても、能動的に作成されたノートと、受動的に黒板を写し取っただけのノートでは大違いなものになってくる。そしてもちろん、能動的なノートの作成には、先ほどの①～③の力が必要になってくる。このような理由から私は、アクティブ・ラーニングになっている学習活動とそうでないものとの違いは、生徒が能動的か受動的かで決まると考えているのである。

したがって、アクティブ・ラーニングと称して新しい授業スタイルを取り入れても、生徒が受動的に動かされているだけならば、それは意味の無いものであるし、その逆として従来通りの一斉授業だとしても、生徒が能動的に教師の話を聞き、自分の頭の中で新しい考えを創り出すことができれば、それは能動的学習活動であり、アクティブ・ラーニングは行われていると考える。

生徒の発言やノートなどの提出物は、アクティブ・ラーニングの結果が目に見える形となって表れたものである。しかしここで注意をしたいのは、生徒が自分の頭の中で新しい考え方を創り出すことが「深い学び」の最重要部分であり、発言や発表はそれを行うための手段であるということだ。①③の力を使って②の力を養い、自分の考えを創造していくことが最重要なのである。

教師としては、発言や提出物からしか生徒の考えをみとることができないため、それが50分の授業内に発生するように生徒を急がせてしまいがちだ。しかし「深い学び」というものは時間がかかり教師の目には見えにくいものであることを、よく心にとめておかなければならない。

4.2 アクティブ・ラーニングの授業を行う際の注意点  
ところで、人間が物事を一層深く理解する瞬間は、既に自分が持っていた知識と新しく得た知識が結びついた瞬間ではないだろうか。また数学のみならず、学問そのものが面白いと感じる瞬間はそのとき以外にはありえないのではないだろうか。

勉強が好きになる理由の一つとして、「成績の向上」があげられるが、それは学問そのものが面白いのとは話が違う。生徒にとっては教師や親、友達に自分を認めてもらえることが面白いのであり、学問そのものが面白いわけではない。学問が本当に面白く感じる瞬間というものは、誰にも認められない状態でも、学問を面白いと感じたときである。学問そのものが面白いと感じる瞬間は、もちろん学問に対する理解が深まったときである。そしてここで言う理解とは、知識と知識が結びついたときのことを言っている。

アクティブ・ラーニングの授業で生徒に学問の面白さを体験させる際は、上記の事柄に注意をし、発表活動や話し合い活動というものは、一人ひとりの生徒にとってはあくまで手段に過ぎないということを忘れてはいけない。

## 5. ジグソー法の数学科における位置付け

### 5.1 位置づけ

私は今までジグソー法の授業を実践し、短所と長所を考慮した結果、数学科においてこの授業方法は、生徒が「深い学び」を行うための練習またはきっかけとして使っていくべきだという考えに至った。以下にジグソー法の短所と長所を含めて、その説明をしていきたい。

### 5.2 ジグソー法の短所

ジグソー法の授業は、エキスパート資料として、A, B, Cの考え方を生徒に与えるのだが、それによって各生徒の役割を固定し、自由な発想の障害になってしまっている点は否定できない。50分の授業内において、生徒が何も与えられない状態で、全て生徒自身で調べてから議論しあうことは困難であるため、議論をするための誘導としてエキスパート資料を与えるのであるが、教師が生徒を誘導すればするほど、考え方は固定化されてしまうのである。

### 5.3 ジグソー法の長所

ジグソー法の長所として、授業内で全ての生徒に対して「深い学び」のきっかけを与えることができる点があげられる。その理由は、3人のグループ内で生徒同士が互いに質問しあうからだ。更には各生徒が保有する知識がエキスパートA, B, Cの内容に分かれているため、各生徒が「質問に答えられるのは自分だけ」という責任感を持つことになる。質問することと質問されることを

繰り返すことが生徒にとって「深い学び」のきっかけになるのである。この質問の繰り返しは、グループ活動の後にクラス全体へと広がっていく。

通常の授業では、教師からの質問に対して答える生徒は特定の生徒に偏ってしまうことが多い。よって何も発言せずに授業を終えてしまう生徒も多く存在してしまう。教師が生徒を順に全員指名したところで、40人前後のクラスでは生徒一人が話す時間に限界があり、一斉授業のままで「質問する、質問される」の問題を改善することは難しい。これをジグソー法の授業では、グループ内で生徒が生徒を指名することによって解決することができ、生徒全員が授業参加できるのである。

また複数の生徒が複数の視点から問題を捉え、課題解決方法を議論しあい、一番最適な、または最短な解決方法を見つけていくところも、ジグソー法の長所である。数学の場合は特に、ある一つの事柄を、「言葉」、「数式」、「図やグラフ」の3つの方面から考えていくことができる。

### 5.4 教師の役割

したがってジグソーの授業内に教師が行う役割は、各グループ内の生徒が互いに質問しあうように支援することである。教師が課題に対する答えを教えてしまえば、答えが複数あるオープンエンドの課題だとしても、生徒は教師の示した答え以上のものを考えようとしなくなる。アクティブ・ラーニングを行う上で一番の目標は深く考えさせることであり、課題を解かせることではないことを忘れてはいけない。

### 5.5 数学科におけるジグソー法で得られる効果

私が本校で数学を教えていて感じるものの一つとして、高校受験の際に、数学の問題の「解き方」を中心に学習してきた生徒は、高校数学の授業においても、同様のことをしたがる傾向が強い。例えば数学の問題を解く際に、先に模範解答を覚えてしまい、それをもとに類題を解いていくといった学習方法である。加えて、数学の教科書もそのようなレイアウトになっている場合が多いのである。つまり、「問題」と「解き方」、そして「類題」といった順番である。よって教科書通りに授業を行うと、3年間、問題の「解き方」に重点を置いた授業になってしまいがちである。とは言え、教科書なしで授業を進めることはほぼ不可能であるため、この状態から脱することは私にとって難しかった。そこでジグソー法による授業を行ったのである。

ジグソー法を行うことで、生徒たちは自分で資料を読み、対話を行い、課題に対する答えを創り上げる練習を授業の中で行うようになった。そしてそれらの練習の中で、知識と知識の結びつきによる一層の理解を経験することができた。更にこの経験により、数学の面白さを感じることができた。このような生徒ならば、今後は自分から数学

に対して深く学んでいくようになる。この「深い学び」につなげていくこれら一連の作用が、数学科におけるジグソー法で得られる効果だと考えている。

## 5. 6 まとめ

現在の高等学校の数学の授業は、解法を求める生徒と、解法の説明中心の教師で構成されている場合が多いのではないだろうか。そのような生徒たちに対し、小学校で行っていた「深い学び」をもう一度行わせるための練習またはきっかけとして、ジグソー法が有効である。生徒はジグソー法を経験することで、学校の授業後に、授業内容を再度振り返り、深い学びにつなげていくことができるのである。

## 6. 理数教育に対応した教科横断型ジグソー法の授業例

ジグソー法の効果的な活用例として教科横断型の授業があげられる。その理由は、科目の数を増やすことにより、知識の結びつきの回数が増えるからだ。知識の結びつきによる一層の理解を生徒に経験させ、学問の面白さを味合わせることが教科横断型ジグソー法のだいご味である。

また高等学校の数学の内容は、小中学校の算数・数学と比べると非常に抽象的であり、生徒が数学と実生活とのつながりを認識することは困難である。よってジグソー法を使い、数学を理科や社会と結びつけることで、数学と実生活とのつながりを認識しやすくなると考えた。

現在SSHを通じて一部の生徒が教科横断型の探究活動を行っているが、通常の授業内でジグソー法を用いた教科横断型の授業を行うことができれば、多くの生徒が高等学校の数学と実生活の結びつきを認識していくことができる。以下に実際の授業方法を提案したい。

### 数学、物理、地学を合わせたジグソー法

#### 理数探求：「震央・震源を求める」

エキスパートA：P波とS波を使って、震源地からの距離を計算する公式、「大森公式」を学習する。

$$t = t_s - t_p = \frac{d}{v_s} - \frac{d}{v_p} \quad \dots (1)$$

$t$ ： 初期微動継続時間

$t_p$ ： P派の到着までにかかった時間

$t_s$ ： S派の到着までにかかった時間

$d$ ： 観測場所から震源までの距離

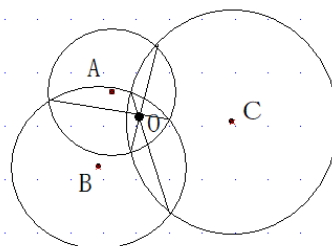
$v_p$ ： P派の速度

$v_s$ ： S派の速度

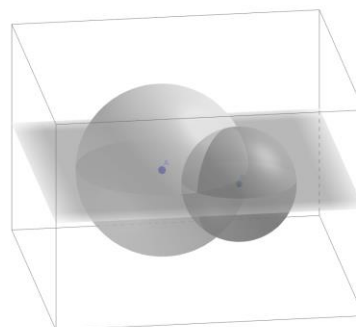
また、(1)式を変形することにより、

$$d = \frac{v_p \times v_s}{v_p - v_s} \times t \text{ を導く。}$$

エキスパートB：GPSの仕組みを学習し、これが震央を求める際にも使えることに気付く。また3つの円の交わる点をコンパスを使った作図によって求める。



エキスパートC：コンピュータ上で図形作成ソフトGeoGebraを使い、二つの球が交わるときの、断面について考える。



ジグソー課題：A, B, Cの内容説明をお互いに行った後、地図上にコンパスで作図をすることにより、震央を求める。その後、震源を求めるにはどうすればいいか意見を出し合い解決する。その際にGeoGebraも活用していく。

#### 考察

このジグソー法はまだ未実施であるが、対象として高校1年生を考えている。

3つの球が交わる点がどの位置になるか、コンピュータを使って確認した上で、実際に自分の手で紙面上に作図を行い震央・震源を求め、理解につなげていって欲しいと考えている。また震源を求める際にコンパスを使った作図でも求められるが、方べきの定理を使って解くこともできる。話し合い活動の中で、そのような議論が発生することを期待した授業である。

#### 参考文献

三宅なほみ著：協調学習とは 北大路書房 2016年

#### 参考HP

東京大学COREF

<http://coref.u-tokyo.ac.jp/>

GeoGebra

<https://www.geogebra.org/?lang=ja>

#### 参考教材

埼玉県立吉川美南高等学校 嶋村元太郎 「2次不等式」 2015年