

アクティブラーニングの受験数学指導への実践

河合塾 藤田 貴志

E-mail : takashif48@hotmail.com

概要：昨今、生徒が能動的に学習にできる指導形態（アクティブラーニング）のあり方をめぐり、高等学校、塾、予備校といった教育機関を問わず研究がなされている。本稿では、最近から取り入れた受験対策指導に関する幾つかの手法、その意図と効果、生徒の反応を予備校という立場から紹介する。特に、答案の正誤を客観的に判断するための姿勢を養う方法や、グループワークに生徒が積極的に入り込み自分の考えを発表するまでの補助の方法について報告する。

検索語：グループワーク、答案分析、議論の誘導、相互チェック

1. はじめに

予備校の大学受験科生（浪人生）への指導に取り入れたアクティブラーニングについて報告する。私が教鞭をとる予備校のカリキュラムでは、理系上位クラスで週5回の数学の授業があり、そのうち4回は単元毎の講義で、残り1回は入試を想定した総合的な演習問題を扱う内容となっている。従来はこの演習問題も講義形式で扱っていたのだが、生徒がより能動的に学習できる環境を構築すべく、グループワークを用いたアクティブラーニングを最近から取り入れた。

2. グループワークの意義

現在、大学入試の数学の試験において受験生に課される要求は、問題に対して制限時間内に正解を導き出し、それを答案に記述して提出することだけである。そのためか、多くの受験生は「問題の解き方」を理解して覚えることに学習時間のほとんどを費やしており、「その問題が何を要求しているのかを深く読み取る」ことや「問題解決のための手段を幾つか挙げて比較検討する」ことにはあまり目が向けられていないように思う。

それは大学入試と受験生の間にのみ原因がある訳ではなく、塾や予備校、学習参考書による「受験指導」もそれを助長する大きな要因であるように思われる。勿論、講義形式であっても、こうした点に関して高い意識で指導に当た

っておられる教師や講師も多くおられると思うが、受験生の現状を見る限り、それは割合としては少数であると言わざるを得ない。また、指導者側の問題だけではなく、生徒側としても、受動的に講義を聞いているだけでは、例えば本人が考えて取り組んでいると思っていても、学習効果が思うように結果に現れてこない。

したがって、大学入試で得点するという目標を達成するためでさえ、グループを組んで「設定や設問から何を読み取ったか」、「どのように問題を解決しようとしたか」などと議論する場を設けることには大きな意味がある。

3. グループ分けにおける適正人数

グループの人数を3人～4人にすることで、比較的容易に全員が議論に参加できていた。この人数だと、全員が常に話題の中心にいる必要はなく、コミュニケーションをとるのがやや苦手な生徒でも、入り易いときだけ議論に参加すればよいからであろう。母集団にもよるかもしれないが、この人数でのディスカッションにおいては、こちらから特に指示をしなくても、割と全員がメンバー全員に話を振ろうと心がけているように感じられた。

一方、メンバーを5人以上にすると、こちらからいくら促しても、議論に参加できずつまらなさそうにしている生徒が見受けられることが多かった。一方で、扱う問題が難しいときは、人数が少ないと全員が手付かずである状態が

頻繁に起こるため、このリスクを減らすために多めの人数でグループを構成するのが安全である。

以上のことから、回が進むにつれ、グループの人数は

難しめの問題が多いとき… 4人

易しめの問題が多いとき… 3人

で定着した。

4. 授業について

1回の授業は90分であり、毎回演習問題3題を扱う。どの問題も既習単元の内容で構成されており、入試を想定した実戦的な問題である。生徒は事前に予習として問題を解いてきていることが前提である。

授業開始時にランダムに3～4人のグループに分け、「給食スタイル」に机を並べ変える。

通常の講義形式の授業を2回実施した後、5月から7月にかけて毎週1回、10週間に渡って本稿で紹介するグループワークを実施した。

5. 手法 I : 答案分析

配付するプリントに、問題ごとの「答案例」が幾つか記載されており、一定時間を設け、各答案例についてグループで話し合ってその答案を評価するという形式で行った。3週間に2回位のペースで実施した。

初期段階では「答案例」にはどれも次の観点の誤りを何かしら仕掛けておいた。

「生徒が陥りやすい明らかな誤り」

例: 3.1 (NG解答1)

変形して $\cos x = t$ とおくと
 $2t^2 - 2t + a - 1 = 0$
 判別式 D について $\Delta = 3 - 2a$ より
 解の個数は

- $a < \frac{3}{2}$ ならば $\Delta > 0$ より 2個
- $a = \frac{3}{2}$ ならば $\Delta = 0$ より 1個
- $a > \frac{3}{2}$ ならば $\Delta < 0$ より 0個

「一見正解に見えそうなデリケートな誤り」

例: 理・球T5.1 (2) (NG解答) 何が NG?

$f(x) = \dots = a - g(x)$

$f(x)$ が極大値をもつには
 $y = a$ と $y = g(x)$ のグラフが
 2つの共有点をもつことが条件
 であるから、右図より

$0 < a < \frac{1}{e}$

生徒間にはそれなりの学力差があるため、敢えて「気づき易さ」にレベル差をつけることを留意した。

誤答分析に慣れてきた頃から「正解例」も混ぜた。わざと微妙な表現を用いたものを多く掲載したため、初めのうちは正解だと断言することへの強いためらいが多く、多くのグループに見受けられたが、毎回「正しいものは正しいと断言することの重要性」を伝えていたこともあって、回を重ねて更に慣れてくると答案の正誤を客観的に判断する姿勢が定着してきた。

<アンケートの自由記述欄より>

- 自分の解答が誤答例とそっくりだったことがあり、より強く印象に残った
- 確実にそうだと言い切る良い練習でした

6. 手法 II : 議論の誘導

配付するプリントに、「Questions」と題して、グループワークで議論する項目を用意した。これは毎週の生徒の様子を見て途中から思いついた方法であり、主に後半の回で多く実施した。

例: Questions

① C' の方程式も亦あつたは、
 $C: \sqrt{x^2+y^2}=1$ $\left\{ \begin{array}{l} \cdot Q$ の座標と P の座標で表す
 $\cdot P$ の座標と Q の座標で表す
 のどちらが有利か?

② x の方法も2つ以上述べよ。

③ もし 45° 回転も使わずに C' が放物線でも取ることが可能(らしい)場合は、どんな方法があるか?

生徒が躓き易いところや、理解が曖昧のままであるところを項目化し、集中的に議論させることで、その点に意識を絞り込んで考えることを狙いとしている。予習の段階で問題が解けている生徒でも、いざ周りに説明するとなると苦戦しており、ほぼ全員に対して「理解を深める」効果が得られたように思う。

<アンケートの自由記述欄より>

- 問題の急所や今後の解答作成時に注意することが明確になるので良かった
- 聞いているだけでは通り過ぎてしまうようなところに目が止まって良かった。

7. 手法 III：グループで考えをまとめる

一定時間グループ内で考えを出し合っ
てまとめ、発表の場を設ける仕掛けを
幾つか用意した。

☆ 例 1：解答を簡潔に説明する

n は 2 以上の自然数とする。

(1) n 個の自然数 x_1, x_2, \dots, x_n のどれも n で割り切れないとき、

$$x_j - x_i \quad (1 \leq i < j \leq n)$$

が n の倍数となるような自然数の組 (i, j) が存在することを示せ。

計算を必要としない証明問題について、「解答を 30 秒以内に口頭説明する」ことを課題として与えた。グループ内で解答を確認後、どのように説明すればよいかを議論させる。論旨を的確に理解し、定性的に説明する力が求められる。課題を出した瞬間は不安げだった生徒たちだったが、準備時間を 3 分程度与えると、ランダムに指名した 3、4 グループはどれも的確に発表ができていた。

☆ 例 2：解答の粗筋をまとめる

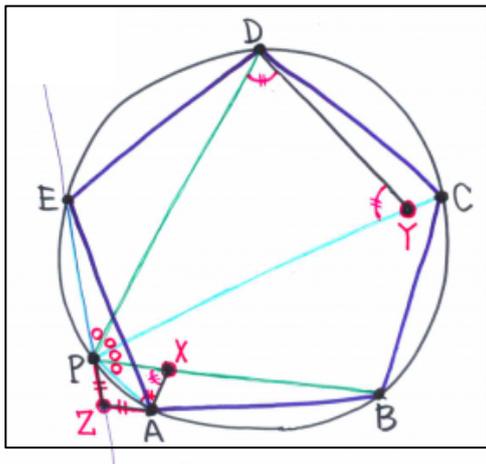
成分や数値を極力用いず
解答のあらすじを完成せよ。

解答のあらすじ

- ① S, T を用いて P, Q を成分で表す。
- ② OR を成分で表す。
- ③ OR の S, T が係数となるベクトルを描く。図形の面積を求めよう。
- ④ 2 図形から S, T の高さをもとめよう。
- ⑤ 答え。

計算が煩雑であり、解答の流れを見失いやすい問題について、グループ毎に解答の粗筋をまとめさせた。定量的な情報に振り回されないことが重要となるが、この辺りは全体的に苦戦していたようである。上図はうまくまとめられたグループの例である。

☆ 例 3：幾何的な別解を考える



図形の証明問題について、その幾何的な証明をグループで考えさせた。そのままではかなり難しいものについては図のようなヒントを与え、グループ毎に大きな紙にコピーして配付した。大学受験対策としては訓練する機会が少ないテーマであるからか全体として苦戦していたものの、議論のトーンは高く、生徒同士で楽しそうに試行錯誤を繰り返していた。

8. 手法 IV：ノートの相互チェック

デリケートな議論や自分では気づきにくい表現の誤りなどを、グループのメンバー間でノートを交換して確認し合った。

アンケートの自由記述欄にて、「他人に見せることを意識した答案を書くようになっていたので、よかった。」「他人との相違点を知ることができて、考える機会が増えた。」といった声上がる一方で、「そもそも予習で解けてなくてあまり書けなかった」といった声も多く、授業の中での取り入れ方については課題も多く残った。

9. アンケート結果

本稿で紹介したグループワークの形式を採用した 2 つのクラス (30 人クラス、70 人クラス) で生徒にとった「授業形式についてのアンケート」の結果を紹介する。

どの項目も

4. 大変役に立った。
3. そこそこ役に立った
2. よくわからない
1. この方法でなくてよい

の 4 段階で評価させた。

☆グループワークという形式

平均点：30 人…3.0 点、70 人…3.5 点

☆誤答例の分析

平均点：30 人…3.6 点、70 人…3.6 点

☆正誤不明の答案例の分析

平均点：30 人…3.6 点、70 人…3.7 点

☆「Questions」で論点を指定すること

平均点：30 人…3.4 点、70 人…3.7 点

☆大きな紙の上で議論すること

平均点：30 人…2.6 点、70 人…2.5 点

☆他者とノート交換して確認すること

平均点：30 人…2.9 点、70 人…3.0 点

