

高等学校の数学における「対話型アクティブ・ラーニング」授業の効果 －生徒による「授業評価アンケート」の分析から－

佐々木 全*, 小田島 新**, 中村 好則*

(2016年3月3日受理)

Zen SASAKI, Sin ODASHIMA, Yoshinori NAKAMURA

The Effect of Interactive Active Learning on a High School Mathematics Class

－ Analysis of the "Class Evaluation Questionnaire" by Students －

1 はじめに

高等学校学習指導要領における数学科の目標は、「数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解を深め、事象を数学的に考察し表現する能力を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それらを積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する態度を育てる」ことである。

学習指導要領によって教育内容が示される一方で、近年、学習・指導方法として「アクティブ・ラーニング」が提起されている。例えば、中央教育審議会（2014）の答申「新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた 高等学校教育、大学教育、大学入学者選抜の一体的改革について～すべての若者が夢や目標を芽吹かせ、未来に花開かせるために～」では、高等学校や大学の側において、多様な生徒、学生が多様な環境の中でともに学ぶことのできる場を用意する必要があるとし、さらに、課題の発見と解決に向けた主体的・協働的な学習・指導方法であるアクティブ・ラーニングへの飛躍的充実を図る、としている。

さて、第二筆者は、高等学校数学の教師であるが、冒頭に示した「数学における基本的な概念の

理解」という重要なテーマへのアプローチを「対話型アクティブ・ラーニング」と称し開発した指導方法をもって実践している。グループワークや調べ学習など動作を伴う活動をもってアクティブ・ラーニングと称する事例が多いが、「対話型」とは、生徒と授業者の対話によって生徒の思考を促そうとする試みである。この授業のコンセプトは、「生徒が考える授業」である。生徒の思考を促すために授業者が発問し、生徒の発言に対してさらに発問を重ね、生徒の思考が深化するよう促す。これを繰り返しながら「数学における基本的な概念の理解」をめざす。この具体例を資料1として末尾に付した。

そもそもこの授業の対象は、学力の定着に苦心する生徒が多い学校、学級であったが、この実施によって、生徒は自分の考えを積極的に発言するようになった。そして、考えることの楽しさ、数学的に物事をとらえることの楽しさを知り、「先生、これはどうしてこうなるのですか?」と疑問点を発言する様子も見られ始めた。かくして、第二筆者は、実践知として、「対話型アクティブ・ラーニング」授業の手ごたえを得た。

このような教育現場における素朴な実践知を理論知と掛け合わせながら、両者の融合をめざした

* 岩手大学教育学部 ** 岩手県立紫波総合高等学校

い。そのためには、効果の実証やよりよい効果を目指しての授業改善の取組が必要である。「対話型アクティブ・ラーニング」授業においては、その効果内容と機序は未解明である。そこで、本研究では、「対話型アクティブ・ラーニング」授業の効果内容と機序について、その一端を明らかにすることを目的とする。

2 方法

「対話型アクティブ・ラーニング」授業の効果内容と機序を明らかにするために、生徒による「授業評価アンケート」の回答を分析する。

(1) 「授業評価アンケート」

生徒による「授業評価アンケート」とは、第二筆者が授業をした公立X高等学校において従来年二回、学期末に全授業を対象に実施されるものである。調査項目を表1に示した。その内容は13の質問項目（授業や教師に対する評価6項目：Q1～Q6）、生徒自身に対する自己評価7項目：Q7～Q13）について4件法で回答を求めるものである。併せて、自由記述にて回答を求める。X高等学校ではこれを単純集計し教員に対する授業改善のインセンティブとしていた。なお、調査項目の内容を見ると、回答者である生徒が自らの授業態度を省みるよう促す指導的な意図があることがわかる。

(2) 対象授業

対象とする授業は、第二筆者が担当する数学I（2単位）である。「授業評価アンケート」は、20XX年10月に実施された。

(3) 対象学級と生徒の状況

1年某組（34名）である。そもそもこの学校は、いわゆる低学力の生徒が大部分を占める。その背景には発達障害、知的障害、精神疾患、劣悪な生育環境などが顕著であった。校内調査によれば、約40%の生徒が「特別な支援を要する」と判断されていた。この学級においても傾向は同様であり、学習面において特段の配慮を要する生徒として中学校からの申し送りがあった事例では「数学

での支援が必要」、「提出物を出さない」、「かけ算はできるが割り算はできない」、「授業ではノートをとるのがやつの状態」、「学力が低い」、「欠席が多く、学習が定着していない」などの内容があった。生活面では半数以上の生徒について、素行や家庭環境などに関する申し送りがあった。また、ADHD、アスペルガー障害の確定診断がある生徒も数名いた。

これらの影響もあってか、生徒の多くは授業に対して回避的、消極的であり、私語や居眠りは珍しくなく、授業の成立自体に困難さを感じるような場面も散見された。

X高等学校の所在する県が実施している基礎学力調査（全県調査）の結果を見ると、数学の正答率の県平均は70.4%である。一方、対象クラスの正答率の平均は41.6%と大幅に低い。第3四分位数Q3が53%であり、対象クラスの4分の3の生徒が正答率53%よりも低い。図1にて対象クラスの各生徒の正答率を箱ひげ図を示した。対象生徒のクラスの生徒の多くが中学校までの学習内容を十分に習得できていないことが分かる。

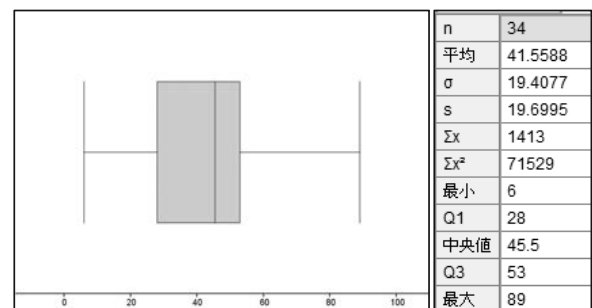


図1 対象クラスの正答率

3 結果

(1) 実施及び回収状況

「授業評価アンケート」は、授業時間中に実施され、1年某組（34名）から回収した。回収率は100%であり、無効回答はなかった。

(2) 集計結果

質問項目ごとの平均値を表1に一覧した。最高値は4.00、最低値は3.68、中央値は3.88だった。

総じて非常に高値であり、「Q1 授業は丁寧でわかりやすく、力がつく」では、生徒全員が4をつけていた。

表1 授業評価アンケート 質問項目と平均値

質問項目	平均
Q1 授業は丁寧でわかりやすく、力がつく	4.00
Q2 生徒が集中して授業に臨める雰囲気を作っている	3.94
Q3 時間通りに授業を始め、時間を有効に使っている	3.91
Q4 プリントや資料などがよく用いられ、役立っている	3.79
Q5 小テストや宿題は点検して適切に評価してくれる	3.88
Q6 生徒に丁寧に対応し、励ましたりしてくれる	3.88
Q7 チャイムが鳴り終わる前に席に着いている	3.85
Q8 教科書、ノートを開いている	3.91
Q9 授業で使わない物は机上に置かない	3.88
Q10 横座り足組はせず、前を向いている	3.76
Q11 私語はしていない	3.68
Q12 宿題にはきちんと取り組み、期限を守って提出している	3.74
Q13 先生の指示や注意をよく聞いて、それに従い行動している	3.85

(3) 分析

分析の着眼点として、教師の行動と生徒の行動の関係性を把握する。具体的には、「授業や教師に対する評価6項目」を独立変数、「生徒自身に対する自己評価7項目」を従属変数として重回帰分析を行う。

そのために、まず「生徒自身に対する自己評価7項目」を主成分分析(Kaiserの正規化を伴うプロマックス法)によって類似の内容項目を統合した。この結果を表2に示した。ここから次の3因子が明らかとなった。

第一因子は、「Q13先生の指示や注意をよく聞いて、それに従い行動している」「Q7チャイムが鳴り終わる前に席についでいる」「Q12宿題にはきちんと取り組み期限を守って提出している」の3項目で負荷が高い。この因子を「指示順守」と命名した($\alpha = .839$)。

第二因子は、「Q11私語はしていない」「Q10横座りはせず、前を向いている」の2項目で負荷が高い。この因子を「参加態度」と命名した($\alpha = .821$)。

第三因子は、「Q8教科書、ノートを開いている」「Q9授業で使わないものは机上に置かない」の2項目で負荷が高い。この因子を「学

習行動」と命名した($\alpha = .689$)。

次に、上記で得た3因子と「授業や教師に対する評価6項目」の関係性を把握するために、重回帰分析を行った。なお、このとき、「Q1 授業は丁寧でわかりやすく、力がつく」は全回答が4だったことから分析から除外した。この結果を表3~表5にそれぞれ示した。これらから次の6点が有意な係数として明らかになった。すなわち、①「指示順守」と「Q2生徒が集中して授業に取り組める雰囲気を作っている」($\beta = -.619$, 有意確率 = .000), ②「指示順守」と「Q4プリントや資料がよく用いられ、役立っている」($\beta = .732$, 有意確率 = .000)であった。

③「参加態度」と「Q2生徒が集中して授業に取り組める雰囲気を作っている」($\beta = -.405$, 有意確率 = .028), ④「参加態度」と「Q3時間通りに授業を始め、時間を有効に使っている」生徒が集中して授業に取り組める雰囲気を作っている」($\beta = .819$, 有意確率 = .013), ⑤「参加態度」

表2 主成分分析(Kaiserの正規化を伴うプロマックス法)の結果

質問項目	因子		
	1	2	3
Q13 先生の指示や注意をよく聞いて、それに従い行動している	1.014	-.072	-.065
Q7 チャイムが鳴り終わる前に席に着いている	.744	.024	.033
Q12 宿題にはきちんと取り組み、期限を守って提出している	.648	.226	-.036
Q11 私語はしていない	-.047	.924	-.112
Q10 横座り足組はせず、前を向いている	.173	.734	.170
Q8 教科書、ノートを開いている	-.186	.080	.889
Q9 授業で使わない物は机上に置かない	.318	-.165	.585

表3 授業や教師に対する評価6項目と「指示遵守」因子

	標準化されていない係数		標準化係数		t	有意確率
	B	標準誤差	ベータ	t		
(定数)	10.114	1.960			5.161	.000
2 生徒が集中して授業に臨める雰囲気を作っている	-2.644	.479	-.619		-5.518	.000
3 時間通りに授業を始め、時間を有効に使っている	.266	.702	.075		.379	.707
4 プリントや資料などがよく用いられ、役立っている	1.821	.374	.732		4.869	.000
5 小テストや宿題は点検して適切に評価してくれる	.667	.444	.214		1.503	.144
6 生徒に丁寧に対応し、励ましたりしてくれる	.311	.653	.100		.476	.638

表4 授業や教師に対する評価6項目と「参加態度」因子

	標準化されていない 係数		標準化係 数	t	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	4.987	2.666		1.871	.072
2 生徒が集中して授業に臨める雰囲気を作っている	-1.515	.652	-.405	-2.324	.028
3 時間通りに授業を始め、時間を有効に使っている	2.544	.955	.819	2.663	.013
4 プリントや資料などがよく用いられ、役立っている	1.117	.509	.513	2.195	.037
5 小テストや宿題は点検して適切に評価してくれる	1.000	.603	.366	1.657	.109
6 生徒に丁寧に対応し、励ましたりしてくれる	-2.485	.888	-.909	-2.798	.009

表5 授業や教師に対する評価6項目と「学習行動」因子

	標準化されていない 係数		標準化係 数	t	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
1 (定数)	2.911	1.402		2.076	.047
2 生徒が集中して授業に臨める雰囲気を作っている	-.326	.343	-.145	-.952	.349
3 時間通りに授業を始め、時間を有効に使っている	.646	.502	.345	1.285	.209
4 プリントや資料などがよく用いられ、役立っている	-.056	.268	-.043	-.208	.836
5 小テストや宿題は点検して適切に評価してくれる	.333	.317	.203	1.051	.302
6 生徒に丁寧に対応し、励ましたりしてくれる	.660	.467	.401	1.412	.169

と「Q4プリントや資料がよく用いられ、役立っている」($\beta = .513$, 有意確率 = .037), ⑥「参加態度」と「Q6生徒に丁寧に対応し、励ましたりしてくれる」($\beta = -.909$, 有意確率 = .009)であった。

(4) 自由記述の結果

自由記述への回答は、34名中8名から得られた。この全内容は、「中学のときと比べ、順序よく自分に合うスピードで今の方がちゃんと学べているので良いです」「中学の頃の授業より面白い授業で楽しい」「小田島先生の歌や劇場が楽しく、わかりやすい。授業全体が基本的に楽しい」「中学校より公式が覚えやすくなった」「例えにしたり、歌にしたりとかすごく覚えやすくていい!」「中学校のときより、高校の方がわかりやすく授業をしていて、すごく良いです」「中学よりわかりやすく面白い」「中学校に比べて、わかりやすいし、計算の仕方とかの説明が良い」だった。

(5) 授業の観察

本授業における生徒の様子は、学校生活あるいは学習全般に対する回避的な様子はなかった。居眠りや私語などは皆無であり、生徒全員が授業者の発問に耳を傾け、思考し、発言をしていく。例えば、「整数と自然数の違いは何だ?」という概念を問う授業者に対して、生徒は「マイナスとは反対の数」とか「(発祥の)地域が違う」など多様な考えを発言する。一般的に高校生は授業中の発言を躊躇うことが多いが、躊躇うどころか積極的である。口数の少ない生徒も勿論いるが、発言者とその内容への注目を絶やさない。

授業者は、全ての発言に返答したり、板書をしたりしながら論点を絞り込んでいく。そして、「自然数には0が入るかはならないか」と思考を促進する足がかりとなる次の問いを發する。

生徒が挙手をして、授業者が指名をして発言をさせるというような一般的な授業スタイルではない。授業者は、自然数を説明するために、カレンダーを例示し、分数や負の数がないことや、0がないことを示す。身近な物による概念の説明によって、生徒は溜飲を下げる。納得がある対話が繰り返される中で、生徒の授業者に対する期待は大きくなる。「劇場」と称し数概念を擬人化しその機能を説明する場面では、ユーモアある授業者の一人芝居を食い入るようにして見る。授業者が生徒の授業態度をたしなめる場面や学習活動を促す場面は皆無である。それをするまでもなく、常時生徒には授業者への注視があった。

4 考察

本稿では、「対話型アクティブ・ラーニング」授業の効果内容と機序について、その一端を明ら

かにすることを目指した。

生徒による「授業評価アンケート」の自由記述においては、この授業に対する好意的な記述があった。また、「Q1 授業は丁寧でわかりやすく、力がつく」の回答を全員が4としたことは、X高等学校において本アンケートが実施されるようになって初めてのことであろう。しかも、このことは学業不振とそれに伴う学習意欲喪失状態で入学した生徒の好転を推察させた。

このような「対話型アクティブ・ラーニング」の実践的な手ごたえを検証する発端として本アンケートの分析を試みた。それによると、第一に、「Q4 プリントや資料がよく用いられ、役立っている」ことが「指示順守」と「参加態度」と相関があった。つまり、プリントや資料の効果的な活用が生徒の授業の取組を好ましいものにしていく。

第二に、「Q3 時間通りに授業を始め、時間を有効に使っている」ことが「参加態度」と相関があった。つまり、授業時間の順守が生徒の参加態度を好ましいものにしていく。

第三に、③「Q2 生徒が集中して授業に取り組める雰囲気を作っている」ことは、「指示順守」と「参加態度」と負の相関があった。同様に、「Q6 生徒に丁寧に対応し、励ましたりしてくれる」ことは、「参加態度」と負の相関があった。つまり、集中して授業に取り組める雰囲気作りや、丁寧な対応や励ましは、生徒の授業の取組を好ましくないものにしてしまうといえた。一般的には、このような教師のポジティブな行動が生徒の授業の取組をポジティブにすると考える。しかし、ここでは逆効果が生じている。そこで、この事象の機序についての仮説を考察する。

そもそもこの逆効果には、生徒の要因が影響しているように思う。実は、先に示したようにX高等学校における生徒の実態は、適応上の困難があるが、これは生育歴をたどるごとにその累積が明らかになることが多い。多くの生徒は、自信がなく、学習活動の促しを嫌う。教師の暖かな期待に応える自信もなければ意欲も乏しい。そのため、教師の意図が顕著であるほどに授業を嫌い、教師

を嫌いがちである。端的にいうと「やれと言われればやりたくなくなる心理」が顕著に行動化されることが日常の多くの場面で見られる。そのような生徒の要因がアンケートの回答に反映されたのではないか。

それでは、「対話型アクティブ・ラーニング」授業がこの生徒に支持されているのは、集中して授業に取り組める雰囲気作りや、丁寧な対応や励ましをしていないからだろうか。そうではない。この授業においては、それらを直接的な言動によってそれをしていないのである。「対話型アクティブ・ラーニング」では、教師と生徒の間で繰り返される応答によって授業が進められるが、それは、数学の専門性に裏付けられ、かつ論理的かつユーモアに富んだ話術をもって展開されている。それ自体が、実は、集中して授業に取り組める雰囲気作りや、丁寧な対応や励ましをごく自然に伴っており、生徒にも受け入れられているのではないか。それによって、生徒全員は授業時間を通じて私語も居眠りもせず、授業者との対話によく応じている。

この仮説に立脚すれば、「対話型アクティブ・ラーニング」授業の効果内容として、生徒の授業に対する好意的態度の発揮がある。その機序として、「対話型アクティブ・ラーニング」授業における教師と生徒の対話の連鎖においては、ごく自然な形で授業に対するインセンティブが提供されているのではないかと考えられた。

今後の課題として、次の3点を挙げる。すなわち、①仮説検証として、生徒の実態としての「やれと言われればやりたくなくなる心理」と授業態度の関連についてのエビデンスの提示、②仮説検証として、教師と生徒の対話の連鎖に含まれる、生徒に対するインセンティブの内容の特定と影響の機序の解明、③「対話型アクティブ・ラーニング」授業の効果内容として「数学における基本的な概念の理解」についての評価、学力への貢献についての実証、である。

謝辞

本研究に際してご理解とご支援をくださいました田中耕之助先生（岩手県立紫波総合高等学校長；平成28年度3月現在）、工藤良裕先生（岩手県立図書館長；平成28年度3月現在）はじめ、授業研究を共にした皆様に感謝申し上げます。また、調査結果の分析に際しては、山本奨教授（岩手大学教育学部）から多大なるお力添えをいただきましたことに感謝申し上げます。

文献

中央教育審議会(2014)：「新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた 高等学校教育，大学教育，大学入学者選抜の一体的改革について ～すべての若者が夢や目標を芽吹かせ，未来に花開かせるために～」，http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/01/14（2016.2.23閲覧）。

【資料1】 対話型アクティブ・ラーニング事例（授業の音声記録から作成した逐語録の一部）

★=授業者の発言

●=生徒の発言（異なる複数の生徒の発言を同じ記号で扱っている。
即答ではなく時間を要した箇所もあるが、ここでは不明示。）

【生徒の板書で整式の計算で左端にイコールがないものについて】

★まず、書いてもらった7問の中で、答えは全部あってます。数学的に間違ってるのが一つあります。それとその理由を教えてください

●問1 2の3番です

●式の左端にイコールがないです

★式の左端にイコールがないとなぜダメですか？

●答えにならない

●つながっていないからダメ

●正しいかどうかわからないから

★あーなるほどね。確かに、答えは当たってますけど、イコールがないので、1行目と2行目が等しいという確証がありませんね。例えば、こうかもしれないよね。1行目と2行目が不等号かもしれないよね。書いてないとわからないよね。だから、イコールが左端にないといけない。

★じゃあ、こういうのどうかな？方程式で左端にイコール付ける人いるよね。これ、どう思う

●ダメです

★なんでダメなの？整式は左端にイコールを付けろって言われるのに、整式は何で左端にイコール付けてはいけないの？

●式と式をつないでいるものだから

●見た目がおかしいと思う

★もう少し具体的に言ってほしいな。ヒントあげようか？「左辺」とか「右辺」とか言葉を使ってみようか？おかしいことが起きないか？

●左辺と右辺の他にもう一個できてしまう

★そうだね、左端にイコールがついていると言うことは、こう表現しても良いよね

$3x=2x+1=3x-2x=1$ 方程式ってのは、前の授業でやったけど、「左辺」と「右辺」があって、特定の値を代入することで、左辺と右辺が等しくなるような式だったね。整式とは違うんだよね。でも、左端にイコールが作ってことは、このように表現できるってことだね

★じゃあ、質問、これって何辺？（真ん中を指さす）

●え？

●中辺？

●真ん中？

●そんなのないんじゃないですか？

★そうだね、「そんなのない」ってのが正解だね。方程式は「左辺」と「右辺」でできているんだから、中辺なんてない。特定の「解」という値を代入すると、左辺と右辺が等しくなるのが方程式なんだから、左辺と右辺以外の辺はないことになるよね。だから、方程式で左端にイコールがつくとおかしいことになるんだ。整式とは全然違うよ。わかったかな？

●なるほど～

【置き換えと置き換えない展開】

★ $(x+y+1)(x+y-1)$ について、これを板書してくれた生徒は、 $x+y$ を A に置き換えるわけですけど、 $x+y$ の部分の色を使って目立たせてくれていますよね。これが素晴らしい。こういう表現をしようという気持ちを持っていることが素晴らしい。あのね、 \bigcirc がつく板書を書ける人はたくさんいますよ。でもね、こういう風に、「他人にわかりやすく伝えるためにはどうすれば良いのか」を考えて板書できる人はなかなかいない。君は素晴らしいね。次、書く人は、自分なりに工夫をして、わかりやすい板書をしてみてください

★置き換えを使うことによって、3つの項のかけ算が2つの項になりました。後は公式に当てはめて計算をしていくことになります（この後、公式の確認をして、計算説明）

★公式を使ってできない人は、どうすれば良いと思いますか？あきらめてはいけません。公式が使えなかったら、 $(A+1)(A-1)$ を普通に分配すれば良いんです。公式が使えなければダメだという考え方は捨ててください。確かに、公式を使った方が早いし、間違いは少ないかもしれない。でも、「答えが出る」ということにおいて、数学というのは、様々なアプローチを考え、実践し、比較していく学問でもあると思うんです。ですから、分配法則が恥ずかしい？全然そんなことはない。驚異的なスピードで、公式を使う生徒を抜けばいいじゃないの。だんだん慣れてきて「分配面倒だな」と思ったら、公式を覚えてみてください。「公式を覚えましょうね」と言われて覚えるより「分配が面倒だから、公式を覚えてみようかな」と思った方が、絶対覚えが良いです。分配は恥ずかしいことではない。公式を知らなくても、全然問題ない。自信を持って、計算をしてください

★では、話を戻します。この問題の答えを見てください。 $x^2+y^2+2xy-1$ って書いてますよね？でも、普通の人には、こう書きませんか？ $x^2+2xy+y^2-1$ どう思う？まず、書いた本人に聞いてみよう。どうして、 y^2 を先に書いたの？（当然この生徒も中学で数学が苦手で大嫌いだった生徒）

●順番的に、2乗を先にした方が良いかと思ってです

★展開したら、公式的には $x^2+2xy+y^2$ になるよね。それを彼女は、あえて、順番を変えて、 x^2+y^2+2xy にしたわけよ。さあ、どう思う？どっちが良いと思う？

●どっちでもいいんじゃないですか…？

★オー、どっちでも良いという答えが出ましたね。では、三択にしましょう。 y^2 を先にした方が良いか、 y^2 は公式通り、後が良いか、どっちでもいいかの三択にしますので、どれか一回に手を挙げてください

● y^2 が先が良い→数人

● y^2 はあと→数人

●どっちでもいい→いっぱい

★正解はね、どっちでもいい、なんです。では、次、わかっているだろうけど、「なんで、どっちでもいいのか」をみんなで考えてみよう。

●合ってるから

★なるほどね。実は、これね、私から習ってるんですよ。あるルールに従っているのでもちもいいんですよ。さあ、わかる人いるかな？

●世界のルール（笑）

★他には？

●降べきの順に並んでいるからです

★正解！（私もビックリ。まさか出るとは思わなかった）

★降べきの順というルールに則っているの、どちらでも正解なんですね。このやりとりは、板書してもらって、自分なりの工夫をした生徒から出てきた偶然の質問です。でも、この「降べきの順に並べる」というのは、非常に重要なことなんです

★では、降べきの順ってなんだっけ？

●2乗、1乗みたいに並べることです

★そうだね。次数の高いものから並べるのが降べきの順だ。では、次数って何？

●文字の個数です

★そうだ。文字の個数が次数だ。これで勘のいい人はわかるよね？ x^2 の次数はいくら？

●2です！（みんなで）

★ y^2 は？

●2だ！

★ $2xy$ は？

●うーん、2かな？

★その通り、全部2なんだね。次数が全部同じなので、どの並びでも間違いにはならないんだね。本当はね、「 x に着目して」とか、条件がつくと、また別の話になるんだけど、それは良いので、今回は、「文字の個数が多い物から左から並べていく」という降べきの順という考え方をしっかりと押さえよう。だから、どっちでも正解なんだよね。どうかな、わかったかな？

●みんなうなづく

★今回のこの質問はね、工夫した解答がまず素晴らしかった。そして、まさか降べきの順が出るとは思わなかった。君たち、素晴らしいぞ。これぞ、数学の授業だ。楽しいな

●みんなそこそこうなづく（笑）

★次、(3) (4) ですが、これ、わかります？ $(a+b+c)(a+b+d)$ のタイプの計算を、 $a+b=A$ と置き換えしないで、全部分配なんですよ。これ、いいよね。男気を感じるよね。公式だけが全てじゃないよね。こういう解答が板書されるってのが、私は嬉しいです。全部ね、公式に入れてね、お手本通りキレイな解答じゃ、つまらないですよ。みんなに疑問を投げかけられる、自分なりの解答、工夫した解答、そういうのをみんなで議論し、考え、何が正しいのか、どう考えれば良いのかを話し合う、これが私は「授業」だと思っているんです。ですから、この解答、普通の先生だったら「何で公式を使わないんだ」って怒られるかもしれませんが、私にとっては「宝の山」です。こういう解答、どんどん出しててください。

★ただね、残念なことが一つあります。それはなんだと思いますか？

●時間がかかりすぎる

★そうだね。書くのにも、解くのものにも、非常に時間がかかるんですよ。これ。ですから、みんなこの生徒が板書するのをずっと待ってましたよね。それが弱点なんです。

★じゃあ、テストのとき、この、「気合いの分配法則」と「置き換えて、公式にはめる」のと、皆さんはどちらを選択した方が良いと思いますか？

●公式が良いと思います

★そうですね。公式の方が、絶対的に早いんですよ。それがね、公式を使う理由なんです。テストは点数を取らなきゃいけない。時間も限られている。だから、公式を使った方が良いんです。でも、君たちは、この解答を見ることによって「公式、置き換えを使わないとどのくらい大変か」というのを身をもって知ったわけですよ。それが大切。これを知らずに公式だけ暗記しても全く何の意味もありません。公式というのは意味があっ

存在しているのです。ですから、公式を使う前に、私はたいていの説明で「使わないと逆にどうなるのか」をよく説明します。それを体験することにより、公式がいかに効率的かが理解できるのです。皆さんは、この解答を見て、公式を覚えようという気にはなりましたか？

●公式を覚えるのは無理かもしれないけど、そのままやるのがものすごく大変だったのはよくわかりました。

●公式を知らなくてもできるということを初めて知りました。置き換えもしなくて良いなんて驚きました。でも、かなり大変なので、公式を頑張って覚えたいです

【解答の板書で飛ばして書くことについて】

生徒の解答【板書】

$$\begin{aligned}(x-y)^2-2(x-y) &= A(A-2) \\ &= (x-y)(x-y-2)\end{aligned}$$

★これ、正解なんだけど、数学苦手な人にはちょっと大変だよ

★何が大変だと思う？

●1行飛ばしていると思います

★そう、1行飛ばしてるんだよね。 A^2-2A って書いてほしいんだよね

★じゃあ、質問その1「 A^2-2A 」を飛ばして解答したら、減点になると思う？

●（ほぼ全員で）ならない！

★おー、すごいね。君たち、わかってきたね。まだ6月3日なのに、私の言いたいことがわかってきてるね～

★そうですね。「 A^2-2A 」を飛ばしても、基本的には減点にはならないでしょう。しかし、私は、こういうのを飛ばしてほしくないんです

★質問その2。なぜ、「 A^2-2A 」を書いた方が良くて先生は強調すると思う？

●（結構即答で、多くの生徒が）間違いが少なくなるから！

★おー（自分でちょっと感動）。君たちすごいな。ちゃんと先生の言ったことを聞いてくれてるじゃないか。そうだね。面倒かもしれない、わかるんだから、省略したくなるかもしれない。でも、テストというのは、普段とは違う緊張感の中でやるものなので、普段から「本番を意識して」問題を解くことが大切なんだよね。そういう意味では、ちょっとしたことなんだけど、たった1行なんだけど、私は、「 A^2-2A 」を書いた方が良いと思うんだ。もちろん、これを書いてくれた人が悪いということじゃない。書いてくれた人は「省略してもできるから」という理由で省略したはずだからね。でも、これを板書しようと思っている人は自分が数学に対してどう感じているかにより、ちゃんと「 A^2-2A 」を書くのか、どうするのかを決めてほしいんだ。ちなみに先生は、絶対に省略しません。省略する癖を付けてしまうと、複雑な式になっても省略したくなるんです。そういうときに、間違いがないか、確認しながら解答を作っていくことを考えると、1行ずつちゃんと書いた方が実は近道だったりします。覚えて置いてください。まず、今日の君たちの反応は素晴らしいかった。こういう反応をされるとね、先生、嬉しいんだよね。ありがとう

【 $(\sqrt{7})^2$ と $\sqrt{7^2}$ はどうして同じなのか？】

★教科書には、当たり前のように $(\sqrt{7})^2$ と $\sqrt{7^2}$ が同じだと書いているけど、これ、説明できる人いますか？何で同じなのこれ？

●え？

★ちゃんと説明できないとダメだよ。これ。

● $(\sqrt{7}^2)$ は、()を2回かけるので、 $\sqrt{7} \times \sqrt{7} = 7$ です

★そりゃそうだ。

● $\sqrt{7^2}$ は7を2回かけるので、 $\sqrt{7 \times 7} = 7$ です。あれ？

★どうした？

●答え同じなのに、途中が違う

★そうだね。でも、これ、全く同じ計算にできるんだよ。どうすればいいかな？

●うーん

★ルートの基本的な性質で説明できるんだけどね。ちょっと難しかったかな？

●わかった！斬鉄剣だ！

★そうです。五右衛門の斬鉄剣で説明できますね。ルートの計算において、「壁」と「屋根」は五右衛門の斬鉄剣で斬ることができます。すなわち、 $\sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ ですし、

$\sqrt{2 \times 3} = \sqrt{2} \times \sqrt{3}$ となります。斬鉄剣で、長い部分を五右衛門が斬ってくれるのでしたね。

●ってことは、 $\sqrt{7^2} = \sqrt{7 \times 7} = \sqrt{7} \times \sqrt{7}$ だから、同じになるんだ！わかった！

★その通りです。斬鉄剣をうまく使うことによって、ルートというのは簡単に切り離すことができます。ちなみに、斬鉄剣は切れ味が抜群なので、斬った後にもう一度くっつけた場合もアロンアルファを使えば、斬ったことがわからないように元に戻ることが可能なんです。斬鉄剣、すごいですね～。

●アロンアルファでルートをくっつけるんですか？

★そうです。アロンアルファです。(笑) 斬ったり、くっつけたり、自在にできます。これをしっかりわかった上で、計算練習をすると良いですよ。

●わかりました！五右衛門ありがとう！

●次元は出ませんか？

★出ません(笑)。ルパンは出ます。君たちの心から「数学はつまらない」という気持ちを盗みます。

●小田島先生がルパンですね！

★ありがとう。ルパン小田島と呼んでください。あなたのハート、盗みます(笑)

【因数分解ってなんだか知ってるかい？】

★今日は因数分解をやりました。最後にちょっと考えてもらいたいことがあります。「因数分解」というのは、中学校で習いましたが、因数分解というのはどういうことをするのが因数分解か、そもそも、「因数分解」って何か、中学校で習った人？

●え？（誰も手を挙げない）

★そうですね。高校でもこれに触れる先生はなかなかいないと思います。詳しくは数Ⅱでやるんですが、1年生でも理解は可能です。残り時間でこれを考えてみましょう。

★まず、因数分解というのは、大きく分けて3つのタイプがあると話しましたが、その3つのタイプを総合すると「因数分解」という計算が見えてきます。

★共通因数タイプは、 $ax^2+bx=x(ax+b)$ ですね

★公式タイプは、 $x^2+x-6=(x+3)(x-2)$ ですね

★置き換えタイプは、結局上の2つを使うことになるので、書きませんが、上の2つで共通していることは「因数分解すると、式がどういう風な形に変形されるか」わかりますか？

●2つになってる

●分かれている

●バラバラになってる

★計算的には、因数分解すると、どんな計算で表されるかな？

●わかった！「かけ算」になっています！

★そう。かけ算になってるよね。これが因数分解なんです。その名の通りなんです、この「かけ算の形にバラバラになった」一つ一つに名前がついています。

★さあ、クライマックスですよ

★この、バラバラのかけ算になった一つ一つの名前をみんなで言ってみましょう！

★ $(x+3)(x-2)$ の $(x+3)$ は漢字二文字でなんて言うと思う？

●（みんなで）「因数！」

★すごい！その通り！因数なんだよ！スゲーな君たち！本当に数学苦手なのか？（笑）俺には不思議でならない

★では、次、後の部分の $(x-2)$ はなんて言うかな？

●（みんなで）「分解！」

★え？

●（やりきった満足げな表情。みんな充実した時間を過ごした感じになってる）

★えーと、あの…。これもですね「因数」って言うんですよ。だって「因数」に「分解」するんだから、一つ一つが因数なんだけど…。ま、いいや！オーケー！君たち素晴らしい。因数分解のことが少しはわかったかな？

●何となくわかってスッキリしました！

★そうか。ちなみに、3次式を因数分解するのに「因数」を探す作業が必要になるんだけど、それをやってくれるのが「因数定理」という定理なんです。そのままの名前だね。