

高等学校数学科における反転学習の実践

佐藤 魁斗(21025)

1. はじめに

高等学校における教育は、「小・中学校に比べ知識伝達型の授業にとどまりがちである」と指摘されている(中央教育審議会, 2016)¹⁾。とりわけ, 学習指導要領で示されている3つの「資質・能力」を育むためには, 知識伝達型の授業(以下, 「従来型授業」とする)を脱却する必要がある。しかし, 学習内容が多い等の理由で, 知識伝達型の授業に陥ってしまう現状がある。そこで, 反転授業や反転学習といった学習方法が, ICT 機器の普及により注目を集めている。反転授業とは, 「生徒が自宅で講義ビデオを見て, ふつうなら宿題として取り組む内容(ワークシート, 問題集, 教科書の章末にある練習問題など)を教室でやる」²⁾授業のことであり, 反転学習とは, 「直接指導を集団学習の場から独習の場へと移し, その結果として集団学習の場を, 動的で双方向型の学習環境へ変容させるアプローチのこと」²⁾である。よって, 反転授業や反転学習といった学習方法は, 資質・能力を育む可能性のある授業方法の一つであると考えられる。

2. 研究の目的

反転授業及び反転学習が, 学習指導要領で示されている資質・能力を育むために有効であることを, 文献研究や授業実践を通して明らかにする。

3. 研究方法

(1)反転授業を行うことで, 反転学習を行う時間が確保できるかどうかについて, 学習計画を作成し, 従来型授業と比較を行う。

(2)反転授業を行うことで, 基礎的・基本的な知識及び技能の習得を授業外へ移行することができる。しかし, そのために, その定着が疎かになってはいけない。そこで, 知識及び技能の習得に焦点をあて, 反転授業は基礎的・基本的な知識及び技能を育むことができるか検証を行い, その手立てについて明らかにする。

(3)反転授業を行うことで確保できた時間で, 思考力,

判断力, 表現力等を育むことをねらいとした授業実践を行い, 身に付いたか検証を行う。

4. 研究成果

(1) 反転授業と従来型授業の学習計画の比較

従来型授業と反転授業を行った際の学習計画を作成し, 反転学習を行う時間が生じることを示す(表 1)。なお, 単元は「数学 A・場合の数と確率」とし, 従来型授業の学習計画案は「東京書籍・数学 A Advanced」のシラバス案³⁾を参照する。

表1 学習計画の比較(一部抜粋, 色がついている部分が動画で学習する部分)

時	反転学習	従来型授業
1	集合の要素の個数に関する基本的な関係を理解する。	・集合の要素の個数に関する基本的な関係を理解し, 日常の事象の問題解決に活用する。
	集合の要素の個数に関する関係を, 日常の事象の問題解決に活用する。	
2	樹形図を用いた数え上げや和の法則, 積の法則という数え上げの原則を理解する。	
	積の法則を利用して, 整数の約数の個数を求める。	
3	順列の意味を理解する。	・樹形図を用いた数え上げや和の法則, 積の法則という数え上げの原則を理解し, 整数の約数の個数を求める。
	順列の総数を求める。	
4	円順列などの円形の順列について, 場合の数を求める方法を多面的に考察する。	・順列の意味を理解し, その総数を求める。 ・円順列などの円形の順列について, 場合の数

5	組合せの意味を理解する。	を求める方法を多面的に考察する。	
	組合せの総数を求める。		
6	二項定理について理解する。		
	二項定理を利用して、展開式の係数を求める。		
7	$(a + b + c)^n$ の式の展開に、二項定理を応用し、三項展開の一般項を求める。		
8	組分けについて、各組の区別の有無に着目しその総数を求める方法を考察する。		・組合せの意味を理解し、その総数を求める。 ・組分けについて、各組の区別の有無に着目しその総数を求める方法を考察する。
9	同じものを含む順列の意味を理解し、その総数を求める方法を多面的に考察する。		・同じものを含む順列の意味を理解し、その総数を求める方法を多面的に考察する。
10	問題	を求める方法を多面的に考察する。	
11		に考察する。	
12		問題	

表1の太枠で囲んだ部分は、従来型授業の方には存在せず、反転学習の方だけで学習する内容である。このように、反転学習を行うことで、領域を超えて関連のある学習を行うことができる。また、反転授業の方がより多くの学習内容を少ない時間で学ぶことができ、反転学習の時間を確保できることが分かる。

(2) 反転授業と基礎的・基本的な知識及び技能の関係

反転授業の方がより少ない時間で学ぶことができる場合でも、それによって基礎的・基本的な知識及び技能が身に付いていなければ本末転倒である。そこで、反転授業は基礎的・基本的な知識及び技能を育むことができるかについて検証する。

今回検証を行う上で講じた手立ては大きく3点ある。1点目は、授業構想を「内化－外化－内化」とすることである。森(2016)⁴⁾によると、反転授業は「内化－外化－内化」の往還を行うことで効果が大きく上がるとされている。そのため、この授業構想で授業を行う。2点目は、外化に関する手立てである。「学習のてびき」(奈須

(2021)⁵⁾を参考に作成)を用いることで、学習の見通しをもたせる。「学習のてびき」とは、単元の目標、評価規準、学習の流れ等が記載されている。また、本時の到達目標を示し、計画的に学習を進めることができるようにする。実際に使用したものが、図1である。3点目は、2回目の内化(以下、「再内化」とする)に関する手立てである。再内化には多様な目的や方法がある。今回の再内化の目的は、生徒が「本時のねらい」(以下「目標」とする)を達成できるようにすることである。授業の後半に、目標を達成するために、教員によるまとめを行う。

学習のてびき		※このてびきをもとにして学習を効率よく進めてください。	
●単元	数学Ⅱ 第1章「方程式・式と証明」《二項定理》		
●単元の目標	二項定理について理解し、応用することができる。		
●評価規準	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
	パスカルの三角形や二項定理について理解し、応用することができる。	二項定理を利用して、等式を導くことができる。	$(a+b)^n$ 、 $(a+b)^n$ の展開式をもとに、 $(a+b)^n$ の展開式を考えようとしている。
●学習の流れ	学習内容	教科書	学習教材 その他(ワーク・動画等)
	① 動画を視聴し、 $(a+b)^n$ の展開式について、組合せの考え方をを用いて、理解する。	P.9, 10	動画
	② 二項定理を用いて式を展開する。	P.10 例5, 問9	演習プリント1・2
	③ より複雑な式の展開に二項定理を応用する。	P.10 例題1, 問10	演習プリント3・4
	④ 二項定理を用いて、 nCr のさまざまな性質を示す。	P.12 例7, 問13	演習プリント5
この時間でここまで到達できるようにしましょう。			
発展学習	・ $(x+1/x)^n$ のような、分数にも文字が含まれている式を展開するときの項の係数はどのように求めればよいか考えてみよう。(演習プリント6)		
	・教科書10ページの公式「 $nCr = n-1Cr + n-1C(r-1)$ 」が成り立つことを、組合せの定義(数学A教科書 P.24 参照)をもとにして証明してみよう。(演習プリント7)		
	・二項定理を利用して、大きな数字の下1桁や下2桁の数字を求めよう。(演習プリント8)		
	・二項定理とパスカルの三角形の性質から、他の等式を導くことができないか考えてみよう。(演習プリント9)		

図1 学習のてびき(単元:数学Ⅱ・二項定理)

授業の対象は公立高等学校第1学年、単元は「数学Ⅱ・二項定理」である。授業は「内化－外化－内化」の授業構成で行った。授業時間の最後の10分を使って確認テストを行い、本時の評価基準に従ってA～Cの三段階で評価し、知識及び技能の定着を判断する。

表2 確認テストの結果

評価	A 評価	B 評価	C 評価
人数 (n=252)	141 [56.0%]	66 [26.2%]	45 [17.8%]

表2から、A・B評価には、82.2%の生徒が属しており、「本時のねらい」を達成した結果となった。このことから、反転授業は基礎的・基本的な知識及び技能の定着に一定の効果があると考えられる。

また、確認テストに「学習のてびきを用いて学習を進めた感想を記してください。」と問い、自由記述で回答を求めた。学習感想の中には「再内化」に関する記述もあ

った。「最初は問題の本質が分からず苦戦したが、解説を聞いてからは意味が理解できたので問題演習の精度も高まった。」などの学習感想があり、この生徒にとっては適切な「再内化」が行われたことが分かる。しかし、約2割の生徒がC評価であることから、これらの生徒には適切な授業、ひいては適切な「再内化」が行われなかったことから、これらの解決を図ることが課題である。

以下では、「学習のてびき」について記載がある生徒の記述を参照し、その是非を考察していく。「今まで現時点でどれくらいのレベルじゃないといけないのかが分からなかったの、明確に伝えられてとても良いなあと思った。(以下略)」といった記述から、生徒が本時の到達目標を理解し、到達目標と自分の到達状況の差をメタ認知できていることになる。「学習のてびき」の本来の目的である「学習の見通しをもたせる」といったものを達成することができたと考えられる。しかし、「(略)ノルマが決まっているのはそこまで好きじゃないです。」といった記述も見られ、到達目標を設定することに抵抗を感じる生徒もいることが分かった。「(略)教科書の該当ページが書かれており、学習が進めやすかった。」や「学習の進め方がわかりやすかったです。どの問題をやるか迷ったり、探したりする手間が省けて良かったです。」などといった学習の進め方に関する記述も見られた。これらから、生徒が授業中にどのように学習を進めていけばいいのかわからないという現状や、学習を計画的に進めることができるといった記述が多く見られた。また「学習のてびきをあまり使えなかった。動画や問題をとくことでいっぱいいっぱいよく読みもできなかった(略)」といった記述も見られた。学習内容が難しかったことなどが原因である。生徒の実態や学習内容から、単元や授業の構成を考えていく必要がある。「学習のてびき」は生徒に学習の見通しをもたせたり、計画的に学習を進めたりするのに適切なものであると考えられる。生徒の主体性を失わせないようにしながら適切に活用していくことで、計画的に学習を進めることができる。必要を感じない生徒も含め、教師や生徒からの意見を参考にして改良を図っていきたい。

(3) 反転学習と思考力、判断力、表現力等の関係

反転授業を行うことで確保できた時間で反転学習を行う。特に、思考力、判断力、表現力等の育成を重視し

た授業実践を行う。今回授業を行う小単元は、「数学A・場合の数と確率」(27時間扱い)の第26, 27時「モンティ・ホール問題」で、目標は「数学的確率のよさを生かし、不確実な事象の起こりやすさを、確率をもとに判断することができる。」対象は公立高等学校第1学年である。生徒は、期待値を学習した際に、どちらのお小遣いのもらい方が得といえるかについて学んだ。しかし、授業後の生徒の記述から、確率や期待値を、事象の起こりやすさや意思決定に活用できていないことが分かった。そこで、直感と数学的確率が異なる課題について取り扱うことで、事象の起こりやすさを、直感や主観ではなく、確率をもとにして判断する方法が合理的・客観的であることを意識させたいと考え、この題材を扱った。

授業の展開は、第1時に直感と実験のズレを把握させ、数学的確率を考える動機を大切にすることを心掛けた。第2時は、数学的確率を求め、意思決定に活用させるように心掛けた。第1時の実験では、役割を固定した。役割を固定しながら実験を行うことで、役割ごとに見えることをグループで話し合い、協働を生む環境づくりを行った。実際に「どうして、Cさん(カードを変更する役割)の方が勝つんだろう？」や「最初にXのカードを選べば、変更したときに絶対Oのカードを引けるんじゃない？」などといった発言が見られ、直感と実験の結果のズレやゲームの本質について、追求していく姿が見られた。このことから、環境づくりを適切に講じることができたと考える。抽出生徒WMの記述を見ると、直感での予想には「最初選んだやつを変えて、Xだと損するから。」と書いてあり、「カードを変更しない」という選択を行っていた。表4のTS記録(S16)からも読みとることができる。また、表3の学習活動⑤の中で、実験回数を増やすことと数学的確率を求めることのどちらが良いかについて、それぞれのメリット・デメリットを考えさせる発問を行った。グループの中では、徐々に数学的確率を求めた方が良いのではないかという議論になっていたのだが、WMは実験回数を増やすことが良いと主張しており、自分の意見をクラス全体で発表している様子も見られた(表4, S33)。しかし、WMは最終的に「カードを変更する」を選択しており、その理由を「変更した方が勝つ確率が高いから。」としていた。このことから、グループでの話し合いの中で、自分の考えが変わっていったことが分かる。一

方で、第2時の最後に、個人で最終的な選択とその理由を尋ねたが、「確率が高いから。」といった記述が多く見られた。これらの記述から、生徒には合理的・客観的といった数学的確率のよさを意識させることが不十分であったと考える。確率を意思決定に用いる際には、なぜ確率が適している方法だといえるのかといった数学的確率のよさを理解している必要がある。授業の目標を達成するためには、そのような意識を養うような発問や問いを設定する必要があったと考える。

表3 「モンティ・ホール問題」の授業の展開

時	学習活動
26	①本時の学習課題を確認する。
	②直感でどちらの選択を行うか理由も含め考える。
	③グループで実験を行う。
	④実験の結果と直感での予想を比較する。
	⑤より精度の高い勝率を求める方法を考える。
27	⑥確率をグループで考え、確率をもとに判断を行う。
	⑦全体で発表し、様々な解き方を理解する。
	⑧この問題の歴史的背景を聞く。
	⑨本時のまとめを行う。

表4 抽出生徒 WM との TS 記録

学習活動	番号	発話内容
①	T36	じゃあ、②番の人の意見も聞いてみたいので、もう一度②番を選んだ人手を挙げてもらっていいですか？②番選んだ人？そのまま、横行きますか、WM。何で②番選びましたか？
	S16	最初選んだやつを変えて外れるより、最初選んだやつを変えないで外れた方がまだマシかなと思って。
	T37	なるほど。自分の最初選んだものを信じてることですね。
⑤	T84	じゃあ、そこの班、ひたすら実験をするっていうメリットとデメリット、どんなことがあります？
	S33	たくさん実験した方が人がやったときのあれが取れるから、確率だと何も考えずになるけど、実験だと考えてやるってのがあるから

		実験の方が良いんじゃないかなと思いました。
	T85	なるほど。考えて、人の手で考えながら実験することができるってことですね？逆にデメリットはありませんか？
	S34	時間がかかる。

5. 考察

反転授業を行うことで、領域を超えて関連のある学習を含めた学習内容を少ない時間で学ぶことができることが示唆される。また、様々な手立てを講じることで、反転授業は基礎的・基本的な知識及び技能の定着に一定の効果があると分かった。反転学習では、思考力、判断力、表現力等の育成を重視した授業実践を行うことができ、知識伝達型の授業を脱却することができた。

今後は、単元の導入の反転学習などを行っていくことで、生徒の意欲的な態度を養うことができるような授業を行うことなど様々な反転学習の在り方を模索していくことが課題である。また、資質・能力を育む授業の実現のためには、発問や問いの設定など、教師の働き掛けが重要であり、適切な働き掛けを講じるためにも、授業のねらいを見失うことなく、教材研究に励んでいきたい。

引用・参考文献

- 1) 中央教育審議会:幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申), pp.48(2016)
- 2) ジョナサン・バーグマン, アーロンサムズ:反転学習ー生徒の主体的参加への入り口, オデッセイコミュニケーションズ, pp.32,33(2015)
- 3) https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/hs/sugaku/data/sugaku_16604_sua_syllabus.pdf(令和5年1月23日現在)
- 4) 森朋子:反転授業のデザイン, 化学と教育, 公益社団法人日本化学会, 64巻12号 pp.596-599(2016)
- 5) 奈須正裕:個別最適な学びと協働的な学び, 東洋館出版社(2021)

高等学校数学科における反転学習の実践

佐藤 魁斗(21025)

要旨 高等学校における授業は、小・中学校に比べ知識伝達型の授業が多く行われており、学習指導要領で示される資質・能力を育む授業への転換が強く求められる。しかし、学習内容が多い等の理由で、知識伝達型の授業に陥ってしまう現状がある。

本研究は、反転授業や反転学習といった学習方法に焦点を当て、それらが資質・能力を育むために有効であることを明らかにすることが目的である。まずは、反転授業を行うことで、反転学習を行う時間が確保できることを示す。また、反転授業が、基礎的・基本的な知識及び技能を育むことができることも示す。次に、思考力、判断力、表現力等を育むことをねらいとした授業実践を行い、身に付けさせることが可能かについて考察する。

結果として、反転授業を行うことで、領域を超えて関連のある学習を含めた学習内容を少ない時間で学ぶことができた。また、様々な手立てを講じることで、反転授業は基礎的・基本的な知識及び技能の定着に効果があることが分かる。さらに、反転学習では、思考力、判断力、表現力等の育成を重視した授業実践を行い、知識伝達型の授業を脱却することができた。

キーワード:反転授業, 反転学習, モンティ・ホール問題, 資質・能力

ユニット指導教員(◎ユニット長)

◎丸山千佳子, 本田伊克, 安藤明伸, 市川啓, 佐藤得志