

生徒の自己肯定感が高まる数学の授業実践に関する研究

教育実践力高度化コース 18AD003

内田 敦也

【指導教員】 二宮裕之 山口美保 松壽昭雄

【キーワード】 自己肯定感 認知的コンフリクト

1. 研究背景

内閣府 (2019) による「子供・若者白書」の中で、自己肯定感に関する調査結果がまとめられている。表 1 は内閣府が示しているデータを筆者が集約したものである。ここでは「自分自身に満足している」という項目に対する回答の割合が示されている (割合に関して、肯定的な回答 (「そう思う」, 「どちらかといえばそう思う」のどちらかで回答) をした生徒の割合の数値を表している)。

表 1. 自己肯定感をもつ生徒の割合

国名	日本	韓国	米国	英国	独国	仏国
%	45.1	73.5	87.0	80.1	81.8	85.8

世界各国と比較して、日本の子供たちの自己肯定感は低いことが明らかになっている。中央教育審議会 (2017, pp. 9-11) では、今後の見通しについて変化の激しい社会や新しい時代という言葉を用いて言及している。さらにそのような環境で生きる子供たちについて言及している。世界がグローバル化し、多種多様な人たちと関わっていくような変化の激しい社会の中を生きる上で、自己肯定感の高い生徒の育成は重要であると筆者は考える。そこで本研究では、数学の授業を通して生徒の自己肯定感が高まる授業はどのようなものかを明らかにしていくことを目的とする。

目的を達成するために、まず本研究における自己肯定感を定義する。次にその自己肯定感を高める手段として数学教育における認知的コンフリクトについて検討をする。最後にその手段の有効性を判断するために、実践及び教材開発を試みる。以上の研究目的・方法をもって本研究を行う。

2. 自己肯定感

(1) 高垣忠一郎による自己肯定感

自己肯定感には様々な定義がある。本章ではまず、高垣忠一郎による自己肯定感に関する先行研究をもとに整理する。そして本研究における自己肯定感の立場を明らかにする。高垣 (2004, pp. 182-183) では、自己肯定感を自己観の違いをもとに西欧と日本で2つに分類している。

表 2. 高垣 (2004) による2つの自己観

相互独立的自己観 (西欧)	相互協調的自己観 (日本)
西欧の自己は相互に独立していて、それぞれの持っている内的な属性が重視される。能力とか自尊感情とか、そういう自分の中にある属性を高めていくことにウエイトをかける。	日本では、自分の内的な属性というよりも、他者との関係の中で生きる自己にウエイトがかかる。他者との関係をよいものにしていくということにウエイトがある。

高垣 (2004, p. 183) は、表 2 における自己観を基にした「自己の肯定」を紹介し自己肯定感について述べている。

表 3. 高垣 (2004) による自己肯定感 (下線筆者)

西欧における自己の肯定	日本における自己の肯定
自分という個体の内的な属性を高めていく、そのことによって自分を肯定するというニュアンスが強くなるだろう。つまりその自己肯定感は、「どうだ、俺はこういうことができる。ああいうこともできる！」という類の自己肯定感になりそうだ。	他者との関係の中で自分を肯定するというニュアンスが強くなるだろうことが当然予想される。つまり、その自己肯定感は「私は周囲を信頼している。ありのまんまを受け容れてもらっている」という感じの自己肯定感になりそうだ。

(2) 自己肯定感に関する考察

高垣 (2004) の自己肯定感の捉え方から国際比較調査を再検討してみると、日本と国外の自己肯定感の差が出る一要因が考えられる。それは、自己観の立場によって自己肯定感がどのように捉えられるのか変わってくると考えられるからである。国際比較調査で問われていることは「自分自身に満足している」ということであり、その判断が独立した自分自身で判断できる必要がある。西欧における自己肯定感を問うようなものになっているにも関わらず、日本の子どもたちはそのように答えていないと考えられる。すなわち相互協調的自己観に基づいた日本の自己肯定感を評価するには適切な質問ではないと考えられる。国際比較調査の対象国を含めて再考すると、回答者が考える自己肯定感相互独立的自己観に基づいた自己肯定感であり、その調査と捉えることもできよう。国際比較調査の質問内容は、自分自身で判断することが求められており、日本における自己の肯定である「他者からの判断をあおり自身を評価すること」ができないと考えられる。したがって自己肯定感に関するこの国際比較調査の結果が他国に比べて低くなることは、自己観の立場の違いから分析するのであれば十分に想定することができる。

自己肯定感を高めることに関する先行研究では、高野 (1999), 齋藤ら (2006), 江角ら (2012), 河越ら (2015) によると、挫折や失敗を乗り越える体験といった「成功体験」が有効であることが明らかになっている。さらに、文部科学省 (2018) は、今後は厳しい挑戦の時代が訪れるであろうと予測している。そこで筆者は子供たちがこれまでとは違った社会で新たなことに挑戦し、多種多様な人たちと関わる中では、自分には何ができて、どんなことに貢献

できるのかということを見出すことができる必要があると考えている。つまり西欧的な自己観に基づく自己肯定感を高める必要があると考えられる。成功体験が自己肯定感につながるといった先行研究による成果が明らかになっていることと、将来のグローバル化を見据えると、筆者は相互独立的自己観に立つ自己肯定感を育む必要があるのではないかと考えている。

(3) 中島輝による自己効力感

中島 (2019) では、自己肯定感を構成する 6 つの“感” (表 4) のうちの 1 つに自己効力感を挙げている。自己効力感とは「何らかの問題に向き合ったとき、こうすればうまくいくはずだというプランを立てられ、考えたプランを実行できるという自信を持つ感覚 (中島, 2019, p. 104)」と述べられている。本研究における自己肯定感とは、主体的に行動する点が自己効力感の意味に近い。また中島 (2019, pp. 107-108) は自己効力感を高めるためには、「達成できそうな課題にとり組むこと」と「課題を達成したという成功体験を得ること」を挙げている。

表 4. 自己肯定感を構成する 6 つの“感”

自己肯定感	自己有用感	自分は何かの役に立っているという感覚
	自己決定感	自分で決定できるという感覚
	自己信頼感	自分を信じられる感覚
	自己効力感	自分にはできると思える感覚
	自己受容感	ありのままの自分を認める感覚
	自尊感情	自分には価値があると思える感覚

(4) 本研究における自己肯定感の定義

自信を持つ感覚が自己効力感であり、その感覚を高めるためには成功体験が重要になってくる。すなわち、成功体験によって自信を持つことができると考えられる。以上より、自分自身で何ができるか見出し自信を持てることが、本研究における自己肯定感について述べる上で核となる捉え方になる。そこで本研究における自己肯定感について定義する。

自分自身で何ができるかを見出すこと。
自分自身に対して自信を持てること。

図 1. 本研究における自己肯定感の定義

3. 認知的コンフリクト

(1) 藤井斉亮による認知的コンフリクト研究

葛藤という言葉が英語に翻訳するとコンフリクト (Conflict) が対応する。藤井 (1995) は、一般的な意味として『互いに打ち合うこと』『争議』『相反する原理・言明・議論などの衝突・不一致』を意味する」としたうえでコンフリクト (Conflict) を捉えなおしている。そのうえで藤井 (1995) は認知的コンフリクトを「コンフリクトの要因が衝動や欲求といった心理的なものではなく認知的なものであり、予想・期待に反する結果や対立する考えを契機として生起するもの」としている。また、藤井 (1995)

は、心理学者 Smedslund が、葛藤が生じる場面のことを葛藤場面 (Conflict Situation) と呼ぶことを紹介したうえで、授業の有効性についても「『葛藤場面』に誘発され、その解消によって強化される過程として特徴付けられる学習は、外的強化によらない学習過程の存在を示した点で評価でき、また、『葛藤場面』を意図的に授業の中に組み込む授業の有効性を示唆している」と述べていることから授業内で葛藤を生じさせることの有効性を示している。生徒に認知的コンフリクトを生起させる例として、図 2 における絶対不等式 (解の集合がすべての数となる不等式) の問題を取り上げる。

$1-2X < 2(6-X)$ を A 君は次のように解いた。

$$1-2X < 12-2X$$

$$2X-2X < 12-1$$

$$0 < 11$$

ここで、A 君はこまってしまった!

A 君の解答について、あなたの考えを書いてください。

図 2. 藤井 (1998) による認知的コンフリクト生起の具体例

「葛藤場面」などを教授方法として位置付けることについては、これまでの先行研究から注目されてきていることがわかる。また藤井 (1995, p. 48) は「これらは Piaget のいう「潜在的矛盾」を「実在化した矛盾」へと顕在化させる役割をもつ機能といえる。教師の介入により「予想」と「その否定」のそれぞれに対応するシエムが活性化され、このことから「潜在的矛盾」が「実在化した矛盾」となるからである」と認知的コンフリクトに関する教授法について理論的に考察を加えている。

(2) 国外における認知的コンフリクト研究

認知的コンフリクトに関しては、日本では主に 1980 年代から 1990 年代にかけて藤井斉亮による理解研究の中で扱われている。この研究成果としては、それまで困難とされていた生徒の理解の評価に活用できる点が挙げられる。しかし近年の日本国内では認知的コンフリクトに関する研究はあまりなされていないようである。そこで国外における認知的コンフリクトに関する研究の一部について検討する。

認知的コンフリクトに関する研究は国外では主に概念変化 (conceptual change) の契機として研究されている。1970 年代のピアジェの認識論の研究をはじめとして、1980 年代から 1990 年代にわたり概念変化 (conceptual change) について多くの研究がなされている。Limón (2001) では概念変化を目的とした指導法 (an instructional strategy for conceptual change) として認知的コンフリクトを位置づけた研究がなされている。その中で概念変化の契機の要因として認知的コンフリクトを用いた方略 (cognitive conflict strategy) が議論されている。

(3) Gal, H. による認知的コンフリクト研究

最近では、認知的コンフリクトを用いた方略の効果について議論されている先行研究として Gal (2019) が挙げられる。ここでは、幾何分野における認知的コンフリクトを用

いた方略の無効性（「When the use of cognitive conflict is ineffective - problematic learning situations in geometry」）について議論されている。Gal (2019, p. 240) によると、数学において認知的コンフリクトにつながる状況は4つに分類されることが明らかになっている。その具体的な分類を以下の表5にまとめる。

表5. 認知的コンフリクトにつながる4つの状況の分類
(表は p. 240 をもとに筆者作成)

Situations in mathematics	
分類1	missing a fragment : 生徒が正しい手順の一部分を見失っている (忘れているもしくは未習である) 状況
分類2	violation of a rule : 生徒がこれまでに獲得してきた規則に反する手順を用いている状況
分類3	unexpected result : 生徒が自身の期待に反する, または自身の概念とは反する結果につながるよく知られた手順を用いている状況
分類4	matching problem components : 生徒が新しい問題であろうとおなじみの問題であろうと, 同じ手順で解決されるために両者の問題の構造が一致すると信じている状況

分類1では、計算問題が例として挙げられる。 $6+4\div 2$ という計算は、先に除法をしてから加法を行うべきである。しかし、生徒の中には左から順に加法の計算を先にして正しい手順を行えていないものもいるはずである。

分類2, 3ではともに図2を用いた例を挙げる。図2の左辺の x は計算を進めていくとなくなってしまう。そこで x を残すために x の係数だけ引き算をして $((2-2)x$ として), 計算規則に反して x を残そうとする状況が分類2だと考えられる。また、生徒は不等式をよく知られた手順で計算をしていくと、解答が「 $x < \bigcirc$ 」といった形になると期待する。しかし左辺に x が残らずに期待に反する結果が生じている状況が分類3であると考えられる。

分類4では、平方根の学習状況を例に考えてみる。これまでの数の演算と同じように根号のついた数同士のたし算をすると期待に反する結果になってしまう。生徒が見慣れた手順に従うことで導かれた結果である。以上から、分類1では生徒の不完全な習熟が認知的コンフリクトにつながっていると解釈できる。分類2, 3, 4では規則の解釈の誤り(規則の誤解)がもとになっていると考えられる。

(4) 認知的コンフリクトに関する考察

認知的コンフリクトがどのように生じられるかといった特徴をまとめる先行研究がある一方で、認知的コンフリクトに対する批判的考察も行われている。Kang, Scharmann, & Noh (2004) では、生徒の論理的に考える能力の違いによって、認知的コンフリクトを生徒自身が経験できるかできないかということに関わってくるといった趣旨を述べてい

る。すなわち生徒自身の発達段階などを鑑みて、適切な状況を判断して使用しないといけないということがわかる。捉え方を変えると、同じ授業の中ですべての生徒に認知的コンフリクトを生じさせることは考え難いとも言える。

また、Gal (2019) では、学習過程における認知的コンフリクトの役割は「諸刃の剣 (a double-edged sword)」であると表現している。さらに認知的コンフリクトを生じさせる方略が不適切に使われると、学習への刺激の代わりに障害になってしまうかもしれないとも述べている (p. 242)。指導法として認知的コンフリクトを用いる前に考え直す (think twice) 必要があるという指摘がなされている。認知的コンフリクトを用いることに対して批判的な考察を与えている点は日本ではあまり議論されていないことである。今日的な日本における数学の授業の中で取り入れることを考えている本研究においては非常に示唆的である。

(5) 本研究における認知的コンフリクトの定義

上記で検討した研究を総合して言えることとしては、授業の中で認知的コンフリクトを生じさせることは少なくとも生徒の学習に変化をもたらすことが期待できることであろう。そこで、藤井齊亮やGal (2019) における研究を基に、本研究における認知的コンフリクトを捉えなおす。本研究における認知的コンフリクトの定義を以下に示す。

- | |
|---|
| <p>I. コンフリクトの要因が衝動や欲求といった心理的なものではなく認知的なものであり、予想・期待に反する結果や対立する考えを契機として生起するもの</p> <p>II. 理解が伴っていないことによって生じる不十分な思考を契機として生起するもの</p> |
|---|

図3. 本研究における認知的コンフリクトの定義

この定義を基に、生徒に認知的コンフリクトを生じさせる教材を検討し、提案していく。また本研究は生徒の自己肯定感が高まる数学の授業について明らかにすることが目的である。筆者はこれまでの検討から生徒の自己肯定感を高める手段として認知的コンフリクトを生じさせることを考えている。そこで、自己肯定感を高める手段としてなぜ認知的コンフリクトが位置づくのかということについて以下に言及していく。

(6) 認知的コンフリクトと自己肯定感

両者のつながりを考える上で、2つの検討課題が考えられる。認知的コンフリクトを生じさせるとどう自己肯定感の向上につながるのか (①) ということと、自己肯定感が高まるためになぜ認知的コンフリクトを生じさせる必要があるのか (②) ということである。はじめに前者のつながりについて論じていく。

①認知的コンフリクト→自己肯定感

はじめに認知的コンフリクトによって誘発される生徒の認知的活動について表6にまとめる。表6は主に藤井(1989)による方程式や不等式を扱った実践例を参考にしながら、筆者が記述した生徒の活動である。

表 6. 認知的コンフリクトにより誘発される認知的活動

- ・コンフリクトを解消しようとする活動
- ・試行錯誤する活動
- ・理解を深める活動
- ・理由をもって判断, 説明する活動
- ・解けた, これでいいと思える活動

続いて自己肯定感が高まる一因となる体験について高野(1999) や河越ら (2015) を参考に表7にまとめる。

表 7. 自己肯定感が高まる一因となる体験

- ・挫折や失敗を乗り越える体験
- ・周りから注目されるような体験
- ・友人から認められるような体験
- ・積極的に他者と関わる体験
- ・これでよい (good enough) と思える体験

表 6 と表 7 を比較すると, 認知的コンフリクトによって誘発される活動によって自己肯定感が高まる一因となる体験 (成功体験) ができると考えられる。例えば, 「コンフリクトを解消しようとする活動」「試行錯誤する活動」によって期待に反する結果と向き合い, 理解することができれば, 新たな概念を獲得できて「挫折や失敗を乗り越える体験」ができると考えられる。すなわち, 理論上, 生徒に認知的コンフリクトを生起させることで自己肯定感が高まる体験ができると考えられる。

②自己肯定感→認知的コンフリクト

続いて自己肯定感を高めるためには認知的コンフリクトを生起させる必要があるという主張を論じていく。そもそも普通の授業の中で, 成功体験はいたるところで生み出すことができると考えることもできる。すなわち認知的コンフリクトを生起させずとも, 生徒がつまり問題や難しい問題を設定して解決できれば成功体験は生み出せるということである。そこで認知的コンフリクトが生起する状態を考えてみる。生徒に認知的コンフリクトが生じている状態とは, ある課題に対して生徒は何らかの根拠をもってその課題に対する結果を予想している状態と, その結果に反するものとの間に矛盾が生じている状態である。例えば以下の藤井 (1988) の例で考えてみる。 $1-2X < 2(6-X)$ という不等式を解くとき, まず生徒は, 今までの計算のやり方で「 $X < 〇$ 」の形に変形できると結果を予想している。しかし計算をしてみると X が消えてしまい, 予想と異なる結果に認知的コンフリクトが生じている。この状況は正しい手続きを行ったという生徒なりの根拠をもった解答に対して, 矛盾した結果が出ているという 2 つの意見の対立した状況である。認知的コンフリクトが生起することによって得られた矛盾に対して, 生徒は「どうして私の結果と違うのか」と自分事として捉え, 自分の結果との相違に知的好奇心を抱くことができると考えている。その知的好奇心が矛盾に対して主体的・意欲的に取り組み, 解決しようとする活力に

なることが期待できる。そうすることでその矛盾が解消できたときに, 自分で課題を乗り越える成功体験ができる。認知的コンフリクトの価値は, 自分の意見と異なる結果に対して自分で矛盾に気づくことが期待されること, そして課題に対して高い意欲をもって課題解決を促すことが期待される点にあると考えている。筆者は, その高い意欲をもつことで課題に対して粘り強く対処し, より成功体験ができる可能性が高まると考えている。これらの点が認知的コンフリクト生起させることならではの唯一性だと考えられる。すなわち授業の中で粘り強く課題と対峙し, 成功体験が期待できることから, 自己肯定感が高まる一つの手段として考えられる。

認知的コンフリクトと自己肯定感に関して考察を加えてきたが, そもそも生徒に認知的コンフリクトを生起させる状況を整えることが必要である。実践していく上で生徒に認知的コンフリクトを生起させるためには, まず生徒なりの根拠をもった結果に対して生徒自身が自信をもてるように支援することが必要である。予想と異なる結果が出たときに, その結果に異議を唱える (批判的に考える) ことができるようにするために生徒の導く結果が価値のあるものと価値づけなければいけない。そうしないと異なる結果を受け入れてしまい, 認知的コンフリクトが生起しないと考えられるからである。認知的コンフリクトを生起させる教材の開発と併せて生徒への学習支援は注意したい点である。

4. 研究成果

生徒の自己肯定感が高まる数学の授業について検討を重ね, 実践して得られた成果と課題を明らかにする。

(1) 実地研究で行った授業から

(i) 「連立方程式の利用」単元

2018年6月下旬に国立大学附属中学校第2学年の1クラス (男子22名, 女子21名) を対象に「連立方程式の利用」単元の授業を行った。特に連立方程式を解いた後の解の吟味について焦点を当てた授業を行った。授業で扱った問題は以下の2問である。

A 中学校の全校生徒の人数は500人です。そのうち, 運動部の生徒は, 男子が60%, 女子が40%で合計256人います。この中学校の男子と女子それぞれの生徒数は何人ですか。

図 4. 問題①

K 中学校の全校生徒の人数は500人です。そのうち, 運動部の生徒は, 男子が70%, 女子が50%で合計301人います。この中学校の男子と女子それぞれの生徒数は何人ですか。

図 5. 問題②

授業の導入場面では, 問題①を全体で扱って解答を確認した。その後, 解の吟味がどういうことかは伝えずに, 解

を求めたら解の吟味をすることを伝えた。生徒たちは得られた解を連立方程式に代入して左辺と右辺が一致するかどうかを確認して、一致していたらその解を文章題の答えとして採用していた。その後、文章題の数字が変わっている問題②を扱った。ほとんどの生徒は問題①と同じように解を求めることができていた。生徒が解を求めた後、「178.5+122.5=301」のように求めた数値を代入して答えを確認していた。そこで生徒が行った解を確かめる過程に焦点を当てた。はじめに生徒は、「178.5+122.5=301」という過程が何を表しているのかが気が付いていなかった。「178.5+122.5=301は何を表しているのか」と問いかけた。生徒からは問題の男子と女子の部活に所属する生徒数だという反応があった。その後、生徒の中からその生徒の数が小数で表されていることに気が付いた生徒が出てきた。ここでは、数値としては正しいが、現実的に考えてみるとあり得ないという矛盾が生じていると考えられる。それぞれの小数が部活生だということを板書しながら授業を進めていく中で、クラスの生徒から出た複数の意見のうち、「部活生徒数が小数で表されることは現実的にあり得ない」という声が上がった。その発言から解の吟味の理解について授業の中で扱った。得られた解は代入すれば方程式は満たすことをおさえた上で、解が整数であってもその解が問題に合っているとは限らないということを全体で共有した。そして最後に教師から生徒へ、「解の吟味をするとは何をすることか」と発問して、生徒の言葉を引き出し生徒の言葉を使って「問題に適しているか確かめること。解が現実的に合っている確かめる。」とまとめた。

この授業から得られた成果としては、生徒が行った解の確かめ過程に対して問いただすことで生徒自身が矛盾に気づいて、意欲的にその矛盾を解決しようとしていた点である。生徒の予想や期待に反する結果に気づくことができたことで、その矛盾点に対して考え続けることができたことは成果として挙げられる。課題点は生徒に実際に認知的コンフリクトが生起していたのかどうかを見取ることができていない点である。認知的コンフリクトに関する生徒の実態を捉える枠組みを構築する必要があると考えている。

(ii) 「いろいろな因数分解」の単元

2019年5月下旬に埼玉県内公立中学校第3学年の1クラス(計40名)を対象に「いろいろな因数分解」の単元の授業を行った。この授業では多項式を別の文字で置換することを扱った授業を行った。授業で扱った問題は以下の2問である。

$$(x-2)^2-3(x-2)+2$$

図6. 問題③

x^4-1 を因数分解してみよう。その結果はどのような式になりますか。以下3つから選んでください。また選んだ理由を書いてください

い。

$$A : (x^2+1)(x^2-1)$$

$$B : (x-1)(x^3+x^2+x+1)$$

$$C : (x+1)(x-1)(x^2+1)$$

図7. 問題④

授業の導入場面で問題③を扱った。生徒に個人追究の時間を与えて全体で答えを確認した。はじめは生徒からの解答で、式を展開してから因数分解する考えが出た。その解法を確認した後に、他のアイデアを募ったところ、 $(x-2)$ を t で置換して解答をするものが出た。全体で同じ式を一つの文字で置き換える考え方を共有して解答を確認した。次に生徒が見通しをもつことができるようにするために、 x^4 を違う文字で置き換えることを教師主導で紹介した。問題③の場面は多項式を文字で置き換えることを経験しているが、単項式を違う文字で置き換えることに対してはかなり飛躍があると実際の生徒の反応を見て感じたために教師から考え方を提示した。この場面では x^4 は $xxxx$ (積を表す演算記号は省略)と x を4回かけていることを確認した上で、 $x^2 \cdot x^2$ でも表現でき、 x^2 を t と置き換えて考えていくことを提案した。そして解決過程は4人1組のグループを作り共同追究で行った。生徒たちの解決の過程を観察しているとはじめは、Aの解答を選択するグループが多かった。しかし、一つのグループがCの解答を選択していたのでどうしてCにしたのか問うてみた。すると「まだ因数分解することができる」といった趣旨を述べていた。Aと回答したグループにはCと回答しているグループがいたことを伝えてゆさぶり、その理由を考えさせた。この時に生徒は「何でCなの」と声をあげ、Cと選択した原因を追究していった。ここでは生徒が自分自身で置換して因数分解し、生徒なりに自信をもって解答を導いていると考えられる。しかしその結果とは異なる結果を提示されたときに生徒はなぜかと揺さぶられている。この時点で生徒に認知的コンフリクトが生起しているとも考えることもできる。そしてさらに追究を進めていこうとする姿勢が見えた。生徒の共同追究に時間をかけて行くことやがて選択肢AからCに変更するグループが増えた。そこでクラス全体で問題④の解決過程を共有した。AからCへどうして変えたのかということ扱う際に、素因数分解を引き合いに出して考える時間をとった。素因数分解はある自然数をいくつかの素数の積の形に表すことを扱った。素数が1とその数でしか割り切れない性質から、それ以上の積の形に表現できないことを全体で確認した。同じように因数分解も考えて、これ以上分解できない積の形に表すことが因数分解であると確認した。そしてまとめは生徒の言葉も用いながら、「因数分解するとは多項式をいくつかの因数の積の形に表すこと。さらに因数分解できないか考えることを忘れずに！」と板書した。

この授業から得られた成果を挙げる。まず問題③と問題④を扱う前の全体で置換のやり方を共有することによって、一見難しそうに見える問題④に対して解決の見通しを

与えた。その見通しを与えたことによって、問題④の解答を導く生徒が増えた。そして多くの生徒は選択肢 A を選んでいた。その時点で、自ら問題を解決し自分なりの結果を得ることができていることがわかる。しかし自分なりに導いた結果とは異なる解答が出ると生徒に矛盾が生じる。多くの生徒が A の選択肢を選んでいたので、この矛盾も多くの生徒に生じたと考えられる。この点が成果として挙げられる。しかし、実際にはさらに因数分解できるだけといった、計算手続き上の注意不足として捉える生徒が多かったため、認知的コンフリクトが生じたとは言えない。選択肢 A の考えを持つ生徒が「選択肢 C が正しい」と提示されたときに「何で」という発言は聞き取れたがその発言から認知的コンフリクトが生じたとは言い難い。その生徒の頭の中には A が正しくなければ C が正しい、もしくは A が正しいならば C は正しくないといったどちらかが正しいという考えがあることが想定できる。すなわち生徒の中には矛盾というより、単なる疑問が生起しているに留まっていると判断できる。つまり今回の教材では生徒に認知的コンフリクトが生起しなかったことが明らかになった。したがって生徒に認知的コンフリクトを生起させる教材を開発することが課題である。

以上実践から見えた成果と課題を述べた。特に認知的コンフリクトを生起させることに対して明らかになった課題点は2点に集約することができよう。

1. 生徒の学びの履歴の把握
2. 純粋な数学を背景にした教材研究

図 8. 実践から明らかになった課題点

(2) 認知的コンフリクトを生起させる教材

生徒の自己肯定感が高まるために、生徒に認知的コンフリクトを生起させる教材の提案を目的とする。認知的コンフリクトを生起させる教材として先行研究では主に方程式や不等式を扱う中学校学習指導要領の数と式領域が多く挙げられている。本研究では数と式領域と共に他領域でも認知的コンフリクトを生起させる教材の提案を試みる。

本研究では中学校第1学年の4領域それぞれにおいて認知的コンフリクトを生起させる教材について検討した。具体的には、数と式領域では「文字を用いた式」に関する教材、関数領域では「反比例のグラフ」に関する教材、図形領域では「空間の位置関係」に関する教材、データの領域では「ヒストグラムの活用」をそれぞれ検討した。本稿では図形領域に関する教材を扱うことにする。

(i) 図形領域「空間の位置関係」に関する教材

小高ら(1997, p. 371)では、次の図9を用いて中学校1年生を対象に葛藤を生じさせる授業実践をしている。図9と合わせて設定されている学習問題として「次の図で、四角形ADHE, BCGFは台形であり、他の面の四角形はすべて長方形である。直線EAと直線GCは交わるだろうか。また、それはなぜだろうか。(小高ら, 1997, p. 371)」という文章が記述されている。

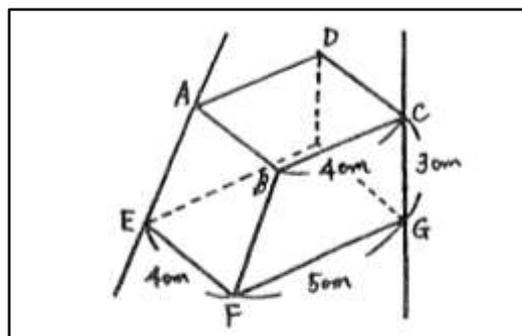


図 9. 空間図形の見取図 (小高ら, 1997 p. 371)

この授業の中では対角線 AC と EG を結んで図10のような図を扱っている。面 AEGC が平面ならば、2つの直線は同一平面上にあるから交わると考えることができる。

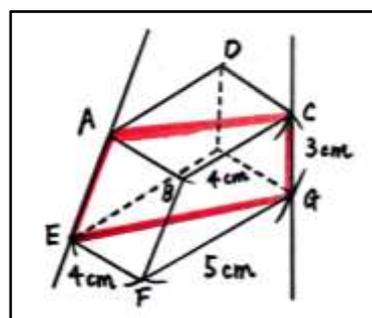


図 10. 台形のように見える面 AEGC

その後、主に以下2つの矛盾する考えが生徒に生起していたことが報告されている。

1. 直線 EA と GC は交わらない。
2. 面 AEGC が平面の台形である(図10)。

図 11. 矛盾する2つの考え

これら2つの考えの対立している状態から2直線の位置関係について生徒たちに葛藤が生じると述べられている。最終的に小高ら(1997)はこの矛盾している状態を、平面が3点で一意に決まることに気付かせて、実際に立体を構築したりしてこの葛藤を解消させている。

(ii) 提案教材

小高ら(1997)の教材をもとに、認知的コンフリクトが生起すると考えられる教材を提案する。小高ら(1997)の原題(図9)に対して、面 BFGC, AEHD が等脚台形になるように立体を切断した図形を用いる(図12)。

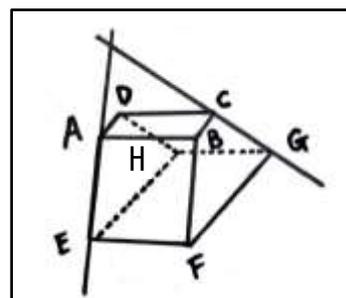


図 12. 小高ら(1997)をアレンジした教材

この教材は基本的に、小高ら(1997)の教材の学習問題を採用する。つまり、この教材は以下のような文脈において用いることを想定している。

次の図で、四角形ADHE, BCGFは台形であり、他の面はすべて長方形である。直線AEと直線CGの位置関係はどのようなになっているだろうか。

図13. 提案教材の学習問題

小高ら(1997)の実践報告をもとに考えれば、問題が提示された後、生徒の学習活動では主に以下の3つの考えが想定されるであろう。

- 1' . 直線EAと直線GCが交わる。
- 2' . 直線EAと直線GCは交わらない。
- 3' . 面AEGCが平面の四角形である(図15)。

図14. 想定される3つの生徒の考え

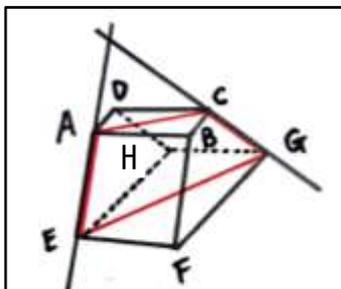


図15. 面AEGCの可視化

ここで生じる矛盾する考えは1' -2' 関係、または2' -3' 関係間で生じると考えられる。

5. 考察

(1) Gal (2019) による枠組みによる教材検討

4章2節の(i)の小高ら(1997)の教材と(ii)の提案教材で教材について引用、提案してきた。本章ではそれらの教材をGal(2019)による枠組み(表5)を用いることにより、認知的コンフリクトにつながる教材であることを考察する。

(i) 小高ら(1997)の教材に対する考察

a. 空間の2直線の位置関係が理解できている場合

まず多くの生徒たちの思考は図9を見たときに2つの矛盾する考えのうちの1に当てはまるのではないかと推測される。しかし頂点AとC, EとGをそれぞれ結ぶと平面上では台形に見える面AEGCが構成でき、直線EAとGCが同一平面上にあることから交わるように見える。大半の生徒が1の考えに当てはまるとき、生徒はねじれの位置に関する概念を理解できていると判断することができる。すなわち、ねじれの位置であるという判断が生徒の中でなされている状態である。それに対して見取図という視覚情報によって生徒の判断が揺らいでいる。生徒は空間図形を平面図形の

視点から考えていることが考えられる。この思考活動は生徒の理解不足による不十分な思考が契機になっていると捉えることができるため、定義IIに当てはまると考えている。その不適切な見方で図形を見てしまうことによって、予想に反する結果(unexpected result)が得られる。この交わることも交わらないとも見える状態が、生徒に認知的コンフリクトが生起していると考えられる。この状態は本研究における認知的コンフリクトが生起する状況を捉える枠組み(表5)の分類3に該当すると判断できる。

b. 空間の2直線の位置関係が理解不十分な場合

この場合、ねじれの位置に対する理解が伴っていないことによる生徒の不十分な思考として、まず図9を提示した段階で直線EAとGCが交わると判断することが考えられる。クラスの中では多くの生徒が交わらないと判断する中、交わると判断する不十分な思考を契機として生じた認知的コンフリクト、つまり本研究における認知的コンフリクトの定義IIに該当する。表5の分類で見ると分類1のmissing a fragmentな状況であるとも判断できることから、認知的コンフリクトは生起していると判断する。

a, bともに生徒に認知的コンフリクトが生起することが十分に期待できる教材であると考えられる。このコンフリクトを解消する方法として、与えられた立体がもとは直方体であることにふれ、直方体でのねじれの位置の概念的幾何ソフトなど操作を通して理解して、不十分な思考に至った原因を明らかにすることが考えられる。

(ii) 提案教材に対する考察

α. 生徒が1' -2' 関係に矛盾を抱く場合

まず、1'の考えに至る生徒は、位置関係を判断する根拠を視覚情報に頼っていると考えられる。なぜならば、提示された教材の図12は直線EAと直線GCが平面上では交わっているからである。この状況は空間図形に対する数学的な見方が身につけていないmissing a fragment(分類1)に該当すると考えられる。2'では、空間図形における直線の位置関係を理解していると判断できる。つまり、1' -2'関係では、空間の位置関係を理解しておらず、平面図形として示された図を視覚情報のみで判断する生徒の不十分な思考が契機となって認知的コンフリクトが生起すると考えられる。この認知的コンフリクトは定義のIIに該当する。

β. 生徒が2' -3' 関係に矛盾を抱く場合

αで述べた通り、2'を考える生徒は空間図形の直線の位置関係を理解できていると判断する。3'では平面と見たときに、同一平面上であるなら直線は交わると判断することができる。しかしこの図形は空間図形であることから、平面図形として捉えているところに誤りがある。この状況は、分類3(unexpected result)に当てはまると考える。この場合は、期待する結果に対して矛盾する結果が出現している。その理由は生徒の不十分な思考によるものと判断でき

る。それが契機となって認知的コンフリクトが生起すると考えられる。この認知的コンフリクトは定義Ⅱに該当する。

それぞれの認知的コンフリクトは、4章2節の(i)の記述をもって解消できるように指導していくことを筆者自身は考えている。提案教材について、生徒は辺EAとGCはねじれの位置だから交わらないとする考えと、面AEGCで同一平面上だから交わるとする考えの矛盾を契機に認知的コンフリクトが生起すると考えられる。この認知的コンフリクトを生徒自身で解決する成功体験から自分自身に対して自信をもつことができ、自己肯定感が高まる一つのプロセスであることが期待できる。この教材を認知的コンフリクトが生起する教材の一例として提案する。

各領域で認知的コンフリクトを生起させる教材について検討を重ねた。その中で認知的コンフリクトを生起させる教材の領域固有な特徴を明らかにした。特に関数領域とデータの活用領域に関しては、純粋な数学としての性質と視点によって主張できる事柄が異なるといった特徴から認知的コンフリクトを生起させることが困難であることが明らかになった。逆に認知的コンフリクトを生起させる特徴として、生徒に論理的に判断できる情報を与えられることと、直観的に判断できる情報を与えられることが両立できていると生起する教材になり得ることが考えられる。

(2) 本研究の結論と課題

本研究の結論は、生徒の自己肯定感が高まる数学の授業の一つとして授業の中で認知的コンフリクトを生起させることを提案したい。研究成果としては2点挙げられる。一つは、自己肯定感を高める手段として認知的コンフリクトを検討したことである。二つ目は、認知的コンフリクトを生起させる教材について中学校数学科第1学年の4領域でそれぞれ教材検討したことである。

今後の課題について述べる。本研究では、数学教育の中で自己肯定感を高めようことを研究するために、理解研究で多く取り上げられている認知的コンフリクトという概念を手段として用いながら検討を行った。従って今後に残された課題の第一は、認知的コンフリクトを生起させる教材を用いて授業実践を行い、生徒の自己肯定感が高まることを確認することである。自己肯定感の高まりを確認するためには、先行研究から評価の枠組みを応用すること検討事項の一つに挙げる。第二の課題は、自己肯定感の高まりを確認することができたら、その高まりを中長期的に観察することである。今後は学校現場で毎日授業をする機会があると想像できる。したがって学期や年間を通した実証的研究をする必要があると考えている。

以上2点が、今後の課題として残されている。

引用・参考文献

江角周子・庄司一子(2012)．中学生の自己肯定感とピア・サポートとの関連の検討．日本教育心理学会第54回総

会発表論文集, 54, 765.

藤井斉亮(1988)．認知的コンフリクトによる理解の分析と評価—不等式の中の文字Xの意味—．数学教育論文発表会発表要項, 21, 105-110.

藤井斉亮(1989)．認知的コンフリクトによる理解の分析と評価—方程式不等式を具体的題材として—．日本数学教育学会誌, 数学教育学論究 53, 3-31.

藤井斉亮(1995)．数学教育における認知的コンフリクトの概念規定についての一考察．山梨大学教育学部研究報告, 第2分冊, 自然科学系, (46), 69-76.

藤井斉亮(1998)．認知的コンフリクトによる理解の顕在化．数学教育論文発表会論文集, 31, A31-A38.

Gal, H. (2019)．When the use of cognitive conflict is ineffective – problematic learning situations in geometry. *Educational Studies in Mathematics*, 102, pp. 239-256.

Kang, S., Scharmann, L., & Noh, T. (2004)．Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. *Research in Science Education*, 34, 71-96.

河越麻佑・岡田みゆき(2015)．大学生の自己肯定感に及ぼす影響要因．日本家政学会誌, 66, (5), 222-233.

文部科学省(2018)．中学校学習指導要領(平成29年度告示)解説数学編．日本文教出版.

内閣府(2019)．令和元年版子供・若者白書(全体版)．https://www8.cao.go.jp/youth/whitepaper/r01honpen/pdf_index.html (2020.01.29.最終確認)．

中島輝(2019)．何があっても「大丈夫。」と思えるようになる自己肯定感の教科書．SBクリエイティブ.

小高敏夫・黒澤俊二・両角達男・小泉眞悦・坂本正彦・吉田稔(1997)．図形・空間のカリキュラム改革—スキーマ形成論の展開と「統合幾何」の提案—．日本数学教育学会数学教育論文発表会論文集, 30, 367-372.

岡本和夫・森杉馨・佐々木武・根本博ほか(2016)．未来へ広がる数学1．啓林館.

齋藤真沙美・久芳美恵子・小林正幸(2006)．小・中学生、高校生の自己肯定感に関する研究(2) —一人とのかかわりの視点から—．日本教育心理学会総会論文集, 48, 183.

高野利雄(1999)．ボランティア・ワークキャンプによる自己肯定感の成長をめぐる一考察．日本教育心理学会総会発表論文集, 41, 396.

高垣忠一郎(2004)．生きることと自己肯定感．新日本出版社.

中央教育審議会(2017)．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)．https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afie1dfile/2017/01/10/1380902_0.pdf. (2020.01.29.最終確認)．