

中学校数学科における統合的・発展的に考える生徒の育成

— 小中連携の視点に着目して —

千葉大貴*, 立花正男**

(2018年11月26日受付)

(2019年2月14日受理)

Hiroataka CHIBA, Masao TACHIBANA

An Approach to Foster Students' Comprehensive and Developmental Thinking in Junior High School Mathematics:
Focusing on the cooperation between elementary school and junior high school

要約

本研究の目的は、生徒が「統合的・発展的に考える」ことができるようになるために、どのような授業が有効かを考案し、その有効性を検証することである。そのため筆者は、小中連携の視点から算数・数学の系統性を意識した「発展→統合型授業」を考案し、中学校第1学年の「正負の数」と「比例と反比例」の2つの授業実践を行った。有効性を検証するため、授業記録、学力調査、意識調査等を用いて分析した。その結果、「発展→統合型授業」が生徒の取り組む意識や考える事の重要性を高めるという可能性が見いだされた。

第1章 研究の背景と目的

平成29年3月に告示された中学校学習指導要領（以下、新学習指導要領）では、数学的な見方・考え方を「事象を、数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること」としており、統合的・発展的な考え方が重視される。岩手県教育委員会でも、算数・数学の授業では「適用、発展・統合の時間を重視した展開」を重視した授業改善を推進している。また、算数・数学は系統性の強い教科であり、新学習指導要領でも「小学校学習指導要領を踏まえ、小学校教育までの学習の成果が中学校教育に円滑に接続され、義務教育段階の終わりまでに育成することを目指す資質・能力を、生徒が確実に身につけることができるように工夫すること。」

とされている。

そこで本研究では、算数との小中連携の視点を踏まえ、中学校数学において生徒が統合的・発展的に考えることができる授業を提案し、生徒の統合的・発展的に考える能力を高めることを目指す。

第2章 研究の方法

- (1) 統合的・発展的な考え方や算数・数学の系統性についての先行研究をまとめる。
- (2) 算数・数学の系統性の必要性について、小中学校教員や子どもの実態を調査する。
- (3) (1)(2)より生徒が統合的・発展的に考えることができる授業を考案し、授業実践を行う。

*岩手大学大学院教育学研究科教職実践専攻,**岩手大学大学院教育学研究科

第3章 統合的・発展的な考え方に関する先行研究

片桐（2017）は、統合的な考え方を「高次への統合」「包括的統合」「拡張」の3つに、発展的な考え方を「条件変更」「観点変更」の2つに分類している。

また、村瀬（2018）は共通点から法則へつながる「統合のカギ（同じように解決できる根拠）」を考えさせて法則をまとめさせる「統合的に考える場面」と、「視点」と「発展のカギ（新しい問題を解決できる根拠）」を基に新たな発見を記述させる「発展的に考える場面」の2つを設定した授業実践を行った。2つの「カギ」を用いたことで生徒の記述から統合的・発展的に考えた様子が見られたという成果の一方で、「よりよい方法」や「より一般的」等の観点で発展的に考えることができるようにすること等の課題が挙げられた。

さらに、松田（2007）は小学校6年生の算数の授業で発展的、統合的な考え方を育成することを目指し、振り返りシートを活用した授業実践を行った。児童が、振り返りシートに「昨日と今日の学習のつながり」を記述することで、学習内容の理解のつながりを意識することを目指した。授業でも各学習活動で振り返りシートを活用することで、1時間内での学習のつながりも意識させることを目指した。既習内容が本時の内容に結びついたことで児童の発展的、統合的な考えを高めることができた成果の一方、□を使った立式の誤答も目立ったこと等から改善する必要もあるとしている。

第4章 算数・数学の系統性に関する先行研究

牛瀧（2011）は、算数・数学科の教育課程について、以下のようにまとめている。

- (1) 算数・数学科においては、学習事項につながりがあるため、新しい事項の学習に際しては、それ以前に身に付けた知識や、修得した技能や処理方法が不可欠である。
- (2) 算数科・数学科においては、一つ一つの学習事項と関連性のある問題や課題を、それ以降の学習で設定することは可能であるが、先の学習には以前の学習のすべてが直接的に用いられているわけではない。そこには、直接的なつながり以外に、教科指導上、教科特性上の要因により、次の形態が存在する。
 - (i) 取捨選択的につながるもの。
 - (ii) ある時点で終わってしまうもの。
 - (iii) そのもの自体の学習はある時点で完結し、そのあとは他の学習事項を活用する場面で登場するもの。
 - (iv) つながりが算数的・数学的思考レベルでの、深層的なものとなるもの。
 - (v) 言葉の定義、概念へのアプローチを変化させつつ、つながっていくもの。
 - (vi) ある時点で新しく登場するもの。

このように、算数と数学の系統性を生かした授業を実現する必要がある。

第5章 教員の実態調査

(1) 実施計画

- ①調査対象：岩手県内の小学校教諭72名及び中学校教諭38名
- ②実施時期：平成30年1～2月
- ③実施内容：算数・数学で関連のある単元を理解しているかの意識面、実際に関連づけた指導をしているかの指導面（具体的な単元は示す）

(2) 調査結果

関連のある学習内容 上段…中学校 下段…小学校	χ^2 検定 有意差 (p)	小学校教員(人)		中学校教員(人)	
		している	していない	している	していない
正負の数の乗法 乗法九九	あり (p<0.01)	30 ▽	41 ▲	30 ▲	8 ▽
正負の数の利用 仮平均	あり (p<0.01)	36 ▽	35 ▲	30 ▲	7 ▽
1次式の加減 筆算の仕方	あり (p<0.01)	22 ▽	49 ▲	28 ▲	10 ▽
1次方程式の利用 比の利用	あり (p<0.01)	53 ▽	18 ▲	37 ▲	1 ▽
反比例 反比例	有意傾向 (0.05<p<0.1)	54	16	35	3
基本の作図 ひし形	なし	29	42	12	26

※上段：人数
下段：▲…有意に多い、▽…有意に少ない

Figure 1 意識面結果

関連のある学習内容 上段…中学校 下段…小学校	χ^2 検定 有意差 (p)	小学校教員(人)		中学校教員(人)	
		している	していない	している	していない
正負の数の乗法 乗法九九	あり (p<0.01)	30 ▽	41 ▲	30 ▲	8 ▽
正負の数の利用 仮平均	あり (p<0.01)	36 ▽	35 ▲	30 ▲	7 ▽
1次式の加減 筆算の仕方	あり (p<0.01)	22 ▽	49 ▲	28 ▲	10 ▽
1次方程式の利用 比の利用	あり (p<0.01)	53 ▽	18 ▲	37 ▲	1 ▽
反比例 反比例	有意傾向 (0.05<p<0.1)	54	16	35	3
基本の作図 ひし形	なし	29	42	12	26

※上段：人数
下段：▲…有意に多い、▽…有意に少ない

Figure 2 指導面結果

算数・数学で関連のある単元を理解しているかの意識面の結果は Figure 1、実際に関連づけた指導をしているかの指導面の結果は Figure 2 のようになった。単元によって差があるものの、意識面、指導面ともに小学校の教員と中学校の教員の間に差が生じた。中学校は教科担任制で数学を勉強してきた教員が指導している一方で、小学校は学級担任制で必ずしも専門的に数学を勉強してきた教員が指導しているとは限らない。しかし、小学校教員も中学校教員も系統性を理解していない単元もあったことから、中学校教員も完全に算数と数学の関連性を理解して指導しているとは限らない。

このように、単元の表面的な系統性だけでなく、考え方の系統性までを意識した授業を行っていく必要がある。

第6章 生徒の実態調査

(1) 実施計画

- ①調査対象：A 中学校生徒152名
- ②実施時期：平成30年2月
- ③実施内容：「小学校低学年」「小学校中学年」「小学校高学年」「中学校1年生」の各時期における算数・数学の得意不得意

(2) 調査結果

	肯定的回答	否定的回答
小学校低学年	99 ▲	14 ▽
小学校中学年	96 ▲	21 ▽
小学校高学年	88	39
中学校1学年	63 ▽	71 ▲

※上段：人数
下段：▲…有意に多い、▽…有意に少ない

Figure 3 算数・数学の得意不得意

各時期における生徒の得意不得意について χ^2 検定を行ったところ、有意差 (p<0.01) が認められた。さらに残差分析を行った結果が Figure 3 である。この結果から、中学生になると数学が苦手になる「中1ギャップ」があると言えそうである。このことから、算数と数学の系統性を生かした授業を行う必要がある。

第7章 「発展→統合型授業」の構想

先行研究で挙げた2つの授業実践は、統合した後に発展させる授業である。しかし筆者は、教員と生徒への実態調査を踏まえて、既習内容を発展させたあとに統合することで算数・数学の系統性を生かしつつ統合的・発展的に考える事ができるのではないかと考えた。そこで筆者は、そのような授業を「発展→統合型授業」と名付け、Figure 4のように構想した。

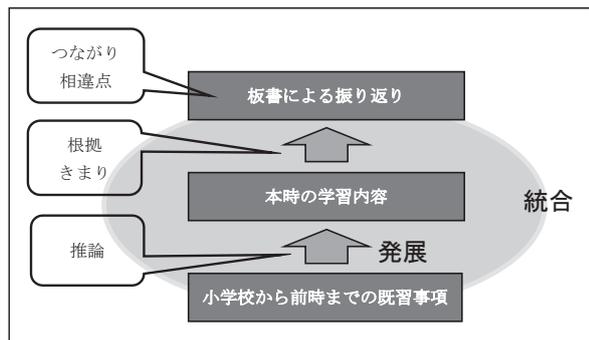


Figure 4 「発展→統合型授業」のモデル(筆者が作成)

これまで述べてきたとおり、算数・数学は系統性の強い教科である。したがって、学習事項は小学校から前時までの学習内容を発展させたものである。そこで筆者は、実際に授業で小学校から前時までの既習内容を本時の学習内容に発展させる過程を明確にすることで、生徒が発展的に考えることができるようになることを目指す。これを授業の導入部分に位置づける。

展開部分では、終末につながるために根拠やきまり等は全体で共有するようにする。また、なるべく生徒の自然な思考になるような工夫も必要である。

終末部分では、板書による振り返りを中心とし、本時の導入部分から振り返ることで思考を整理する場とする。また、導入部分では既習事項か

ら発展させて本時の学習内容としている。それらすべてを統合することで、生徒が算数・数学の系統性を意識することを目指す。と同時に、生徒が統合的に考えることができるようになることを目指す。

よって、整理すると「発展→統合型授業」は、

- 視点① 小学校から前時までの既習事項を本時の学習内容へ発展させる。
- 視点② 根拠やきまりを明確にする。
- 視点③ 板書を用いて振り返り、これまでの学習と本時の学習を統合する。

の3つの視点を意識した授業である。

第8章 「発展→統合型授業」の授業実践 I

(1) 実践計画

- ①単元名：「正負の数」
- ②対 象：B中学校1学年2クラス
(各3時間×2クラス 計6時間)
- ③時 期：平成30年6月

(2) 授業実践 I の実際

授業実践 I のある授業を例に、授業の実際を述べていく。

視点①に関しては、前時までで正負の数の四則

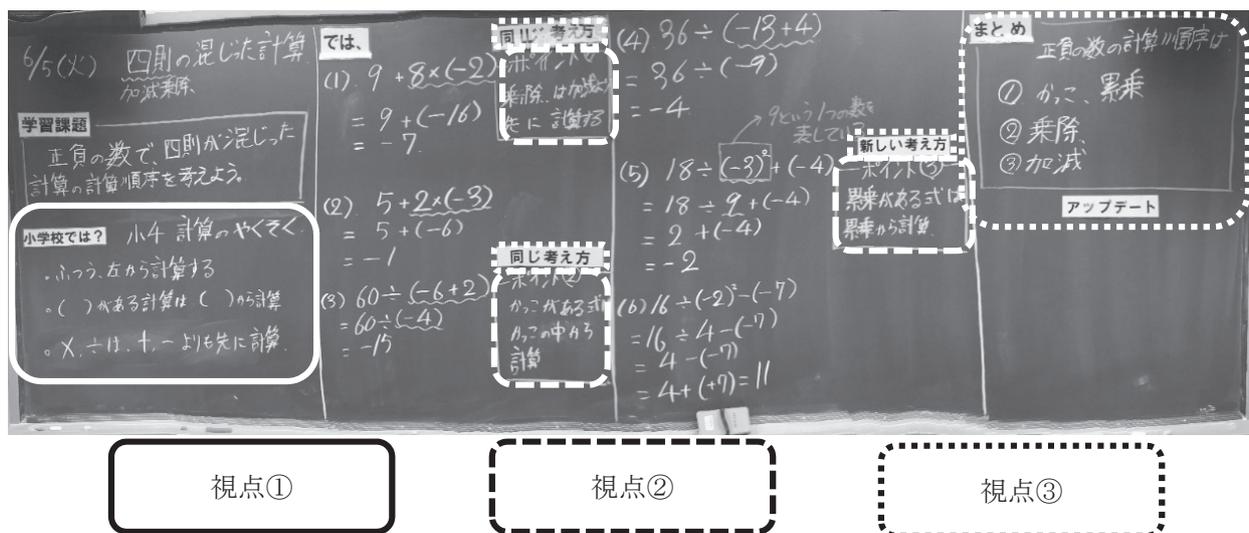


Figure 5 授業実践 I の板書

計算を学習したことを全体で共有し、算数での学習から類推することで四則の混じった計算を学習するというを生徒が自ら気づくようにした。また、類推した後に小学校で学習した計算の決まりを想起し、正負の数でも適用することができるかということを生徒が見通しを持つ事ができるようにした。

視点②に関しては、①で生徒から出された3つの既習内容が正負の数でも適用できるのかを実際に計算し、計算のポイントを板書で価値づけた。また、例に挙げた授業は計算の授業であるので、教師が一方向的に計算するのではなく生徒とのやりとりを多くするように心がけた。

視点③に関しては、本時で学習した3つの決まりが小学校と同じものであるか新しく学習したものを確認すること、小学校で学習した計算のきまりと今回学習したきまりを統合することで知識を体系化することの2点を意識した。

このような3つの視点を位置づけた授業実践を行った。このような授業を通して、筆者は生徒が統合的・発展的に考えようとすることを目指した。

(3) 授業実践 I の考察

授業実践 I を行った後に、生徒に対して「筆者の授業を受けて大切だと思ったこと」を調査した。結果は、「統合的・発展的な考え方」に関する回答が18.4%に対して、授業の内容に関する回答が63.3%となった。筆者はこの結果について、生徒が学習内容を大切に思うことは当然であると考え、今回の授業で統合的・発展的に考えることが大切だと考えた生徒は、これまでに統合的・発展的に考える経験が乏しかったことが推測される。逆に、統合的・発展的に考えることが大切と答えていない生徒は、すでにこの考え方が大切だと理解していること、この考え方自体を授業で感じなかったことの2つが考えられる。筆者は特に後者について、そもそも生徒が発展させることや統合することがどのようなことかを知らないということ問題であると推測した。よって、生徒に統合的・発展的な考え方を授業内で生徒と共有することが必要ではないかと考えた。

第9章 「発展→統合型授業」の再構築

授業実践 I での考察を踏まえ、筆者は「発展→統合型授業」を改良することとした。改良するにあたり筆者が意識したのが、以下の3点である。

① 3つの視点は変更しない。

実践 I を行うにあたり定義した3つの視点は、筆者が授業をするにあたり大切にしたい点そのものである。また、実践 I で筆者の授業形態に対して生徒も肯定的に捉えていたことから、授業形態を大きく変更することは好ましくないと考えた。

② 統合的・発展的な考え方を生徒と共有する。

筆者は、生徒が統合的・発展的に考えることができるようになるためには、生徒が統合的・発展的に考えるとはどのようなことかを理解している必要がある。そこで、授業実践のはじめで「数学の授業で大切にしたい考え方」というプリント (Figure 6) を生徒に配り生徒に説明することで、授業で考え方を使いやすいようにすることを考えた。

③ 統合的・発展的に考える視点を与える。

②に関して、統合的・発展的な考え方を理解することと考え方を活用することは大きく違う。そこで筆者は、統合的・発展的に考えるための視点



Figure 6 生徒に配布したプリント

を作成し授業で活用することで、生徒が実際に考えることができるのではないかと考えた。なお、この視点は Figure 6 のプリントに掲載して配布すると共に、フラッシュカードにして常に黒板に貼っておくことで生徒が意識できるようにした。

第10章 「発展→統合型授業」の授業実践Ⅱ

(1) 実践計画

- ① 単元名：「比例と反比例」
- ② 対象：B 中学校 1 学年 2 クラス
(各 4 時間 × 2 クラス 計 8 時間)
- ③ 時期：平成 30 年 11 月

なお実践Ⅱでは、筆者が「発展→統合型授業」を行う 2 クラスを A 群、「発展→統合型授業」を行わない 3 クラスを B 群とし、事前と事後で統合的・発展的な考え方に関する学力調査と意識調査を行った。なお、事前と事後の調査問題は全く同じものである。これらの結果等を踏まえて総合的に考察をしていく。

(2) 授業実践Ⅱの実際

授業実践Ⅱのある授業を例に、授業の実際を述べていく。

視点①に関しては、本時の内容へ発展させるために前時までの学習を振り返った後に「比例と反

比例は同じものであるか」と生徒に問いかけ、反比例の学習から 1 つレベルを上げることを意識した。

視点②に関しては、本時の学習活動は生徒が式を作った後に比例か反比例かを判断するというものであるため、生徒とのやりとりから根拠を明確にしていくことを大切にするように心がけた。

視点③に関しては、比例と反比例を $a=bc$ に統合する振り返りを行った。比例の一般式は $a=bc$ そのものだが、生徒にとって反比例とみるのは難しい。そこで、反比例の授業を振り返り比例定数を求める式が積の形であることを思い出すことで関連づけようと考えた。さらに、視点のフラッシュカードを用いて視覚的にもわかりやすくするように心がけた。

このように 3 つの視点に加えて、統合的・発展的に考えたことを価値づけた授業実践を行った。このような授業を通して、筆者は生徒が統合的・発展的に考えようとすることを目指した。

(3) 授業実践Ⅱの考察

① 学力調査からの考察

A 群、B 群の事前事後の正答者数は Figure 8 のようになった。また、事前事後の無回答者数は Figure 9 のようになった。

学力調査では、A 群と B 群の両方が事前調査と

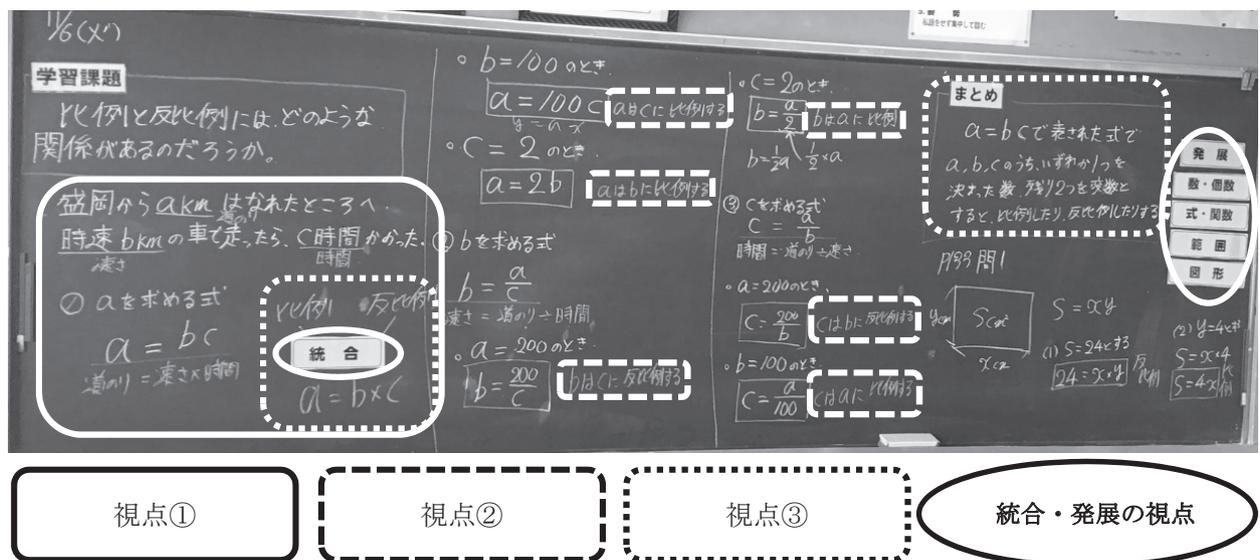


Figure 7 授業実践Ⅱの板書

	統合的な考え方		発展的な考え方	
	A群	B群	A群	B群
事前	29	33	24	25
事後	37	45	24	30

Figure8 学力調査の正答者数

	統合的な考え方		発展的な考え方	
	A群	B群	A群	B群
事前	7	12	16	19
事後	2	15	15	19

Figure9 学力調査の無回答者数

		統合的な考え方		発展的な考え方	
		A群	B群	A群	B群
事前	肯定的回答	42	54	39	45
	否定的回答	9	20	12	29
事後	肯定的回答	43	57	38	45
	否定的回答	8	17	13	29

Figure10 意識調査の結果

	統合的・発展的な 考え方に関するもの	授業の内容に 関するもの	その他	計
実践Ⅰ後の回答数	9	31	9	49
実践Ⅱ後の回答数	25	15	13	53

Figure11 筆者の授業を受けて大切だと思ったこと

比べて事後調査の方が増加（または同数）したことから、本授業を通して統合的・発展的に関する技能が上昇すると判断することはできない。しかし、無回答者数に関して、事前調査と比べて事後調査の方がB群は増加（または同数）した一方でA群は減少している。筆者はこの結果に対して、授業内で統合や発展を価値づけて実際に行ったことで、生徒が「解いてみよう」と考えたことが無回答の減少につながったと考える。

② 意識調査からの考察

A群、B群の「それぞれの考えを授業で意識しているか」についての事前事後の回答者数はFigure 10のようになった。

意識調査では、統合的な考え方について、肯定的回答が事前調査と比べて事後調査の方がB群は

若干減少（または同数）した一方でA群は若干増加している。この結果から、筆者は「発展→統合型授業」が統合的・発展的に考えようとする意欲を高める可能性があると判断した。

③ 授業実践Ⅱでの改善点の有効性について

授業実践Ⅱでは、統合的・発展的な考え方を生徒と共有し、統合的・発展的に考える視点を与えた。A群に対して、授業実践ⅠとⅡが終了した後に「筆者の授業を受けて大切だと思ったこと」を調査した。その結果がFigure 11である。

Figure 11について χ^2 検定を行ったところ、有意差 ($p<0.01$) が認められた。このことから、授業実践Ⅱで改善した手立てが、生徒が統合的・発展的に考えようとすることに有効に働いたと考えられる。

第11章 研究のまとめ

西川信廣、牛瀧文宏（2011）『小中一貫（連携）
教育の理論と方法』. ナカニシヤ出版

本研究では、統合的・発展的に考える生徒を育成するために「発展→統合型授業」を考案し、その有効性を検討してきた。本研究の成果として、①生徒の授業へ取り組もうとする意欲が向上したこと、②生徒が統合的・発展的に考えることの重要性を認識したこと、③算数・数学の系統性を重視した授業を実現できたことが上げられる。よって、「発展→統合型授業」が生徒の取り組む意識や考える事の重要性を高めるという可能性を見いだすことができた。

しかし、学力調査においてA群とB群の両方で事後調査の正答率が上昇したことから、「発展→統合型授業」を行うことで生徒が統合的・発展的に考えることができるようになるとは言い難い部分がある。筆者は、生徒が統合的・発展的に考える場が少なかったことを「発展→統合型授業」の反省点として考えている。今後はそのような場面を授業内に位置づけた「発展→統合型授業」を再構想し、引き続き統合的・発展的に考える生徒を育成することを目指していく。

〈引用文献〉

- 文部科学省（2018）「中学校学習指導要領（平成29年告示）」. 東山書房
- 文部科学省（2018）「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説数学編」. 日本文教出版
- 岩手県教育委員会（2018）「平成30年度学校教育指導指針」
- 片桐重男（2017）『数学的な考え方の具体化』. 明治図書. p148-159
- 村瀬公一郎（2018）『統合的・発展的に考えることができる生徒の育成』. 日本数学教育学会誌 第100巻（臨時増刊）
- 松田健史（2007）『「円」の学習における発展的、統合的な考え方の育成－「ふり返しシート」を活用した「考える足場」をつくる授業展開を通して－』. 沖縄県立総合教育センター後期長期研修員第41集研究集録