

児童が発展的に考えることを支援する 授業モデルの開発と実践

佐藤 学

秋田大学

重松 敬一

奈良教育大学(名誉教授)

赤井 利行

大阪総合保育大学

杜 威

秋田大学

新木 伸次

国土館大学

椎名 美穂子

秋田県総合教育センター

全国数学教育学会 第46回研究発表会

平成29年6月24日(土)17:05~17:30 滋賀大学教育学部

1. 研究の目的と経緯

本研究の経緯

- 「発展的に考えること」の指導に関する教師の意識調査を実施したところ、発展的に考えることへの理解が不十分であること、指導法が確立されていないことが明らかになった。

→中島(1982), 清水(2006), Dörfler(1991)らをもとに、「構造的発展」と「発見的発展」から捉えることとした。

*佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子(2017)「数学教育における教材開発の研究V—発展的に考える授業の展開を視点にした小学校算数第6学年『扇形の面積』の考察—」, 秋田大学教育文化学部研究紀要・教育科学, 第72巻, pp. 33—59

本発表における研究の目的

- 児童が発展的に考えることを支援する授業モデルの開発
- 児童が発展的に考えることを支援する授業の実現に向けて、多くの教師が使用するであろう教科書の問題等を使った授業実践の実施と、授業モデルの実現に有効な要素の解明

平成29年告示学習指導要領との関連1

➤ 具体的目標

<小学校算数>

- (2) 日常の事象を数理的に捉え見通しをもち筋道を立てて考察する力、基礎的・基本的な数量や図形の性質などを見いだし**統合的・発展的**に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力を養う。

<中学校数学>

- (2) 数学を活用して事象を論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見いだし**統合的・発展的**に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。

* 文部科学省(2017a)「小学校学習指導要領」
* 文部科学省(2017b)「中学校学習指導要領」

平成29年告示学習指導要領との関連2

➤ 数学的活動

<小学校算数の例(第1学年)>

- (1) 内容の「A数と計算」、「B図形」、「C変化と関係」及び「Dデータの活用」に示す学習については、次のような数学的活動に取り組むものとする。
イ 算数の学習場面から算数の問題を見いだして解決し、結果を確かめたり、**発展的に考察したりする活動**

<中学校数学の例(第1学年)>

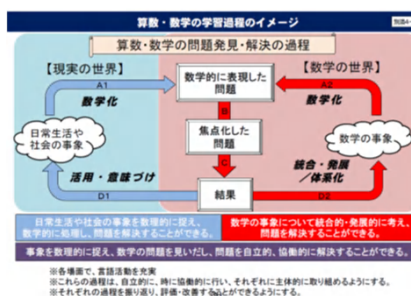
- (1) 「A数と式」、「B図形」、「C関数」及び「Dデータの活用」の学習やそれらを相互に関連付けた学習において、次のような数学的活動に取り組むものとする。
イ 数学の事象から問題を見いだし解決したり、解決の過程や結果を振り返って**統合的・発展的に考察したりする活動**

* 文部科学省(2017a)「小学校学習指導要領」
* 文部科学省(2017b)「中学校学習指導要領」

平成29年告示学習指導要領との関連3

➤ 数学的な見方・考え方の説明(小学校解説)

算数科の学習における「数学的な見方・考え方」については「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、根拠を基に筋道を立てて考え、**統合的・発展的に考えること**」であると考えられる。



* 文部科学省(2017c)「小学校学習指導要領解説算数編」

2. 児童が発展的に考えることを支援する授業モデルの開発

発展的に考えることを捉える枠組み

構造的発展	発見的発展
構造化に向けて新しく見出した概念や性質をより広い立場にも適用しようとするものの「統合」の働きと、その構造化に向けた「簡潔・明瞭・的確」と「一般化」の働き。	構造的な発展のきっかけを生み出す、当面の問題(狭義の意味)から次の問題(狭義の意味)へと発見的な気づきの過程。

*佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子(2017)「発展的に考える授業展開の研究—発見的発展の視点—」, 東北数学教育学会年報第48号, pp. 34-44を一部修正。

発展的に考えることに関連した実践事例の分析1

➤ 授業者が発展的に考えることを意図した授業実践の観察とその分析

- 小学校第2学年「箱の形」(第4時／全6時間)
(秋田県公立小, 2016.2)
- 小学校第5学年「小数の除法」(第1時／全14時間)
(秋田県公立小, 2016.6)
- 小学校第6学年「円の面積」(第8時／全9時間)
(秋田県国立小, 2016.9)
- 小学校第2学年「乗法九九の構成(2)」(第7時／全17時間)
(広島県公立小, 2016.10)

発展的に考えることに関連した実践事例の分析2

- 授業者が発展的に考えることを意図した先行実践記録の分析
 - 小学校第1学年「10より大きい数」(第7時／全7時間)
(福岡県公立小, 2003)
 - 小学校第3学年「かけ算のきまり」(第6時／全6時間)
(埼玉県公立小, 2017)
 - 小学校第5学年「変わり方のきまり」(第2時／全2時間)
(埼玉県公立小, 2007)

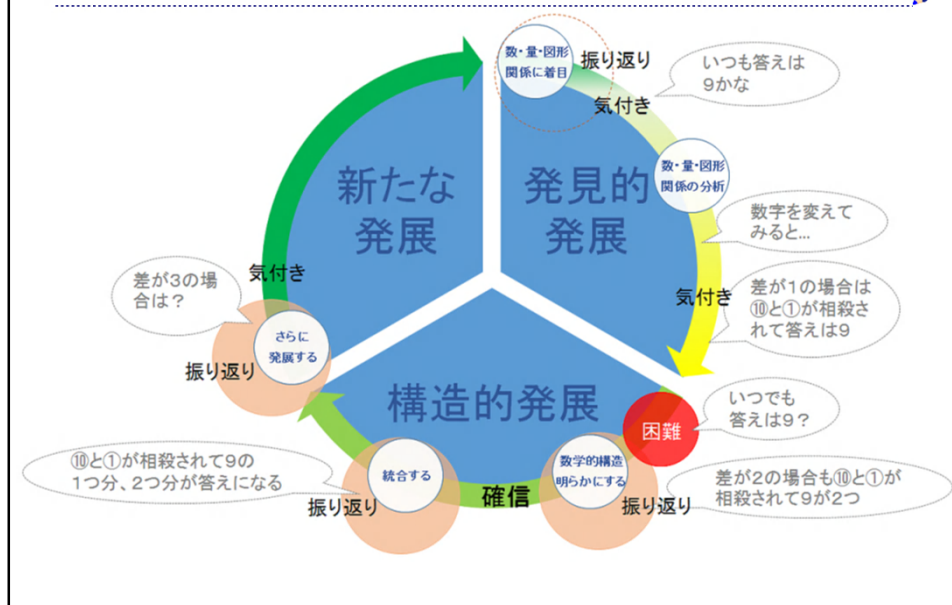
実践事例の分析から抽出された要素1

- 多くの実践において、当面の問題(狭義の意味)から次の問題(狭義の意味)へと発見的な気づきをする発見的発展の状況を繰り返しながら、少しずつ構造化が進む。
- 「困難」な場面を経験することにより、「統合」や「簡潔・明瞭・的確」、「一般化」が働き、認知的理解を確かにし、構造的発展の状況に達する。

実践事例の分析から抽出された要素2

- 構造的発展の状況から、さらに、発展的に考えを進める展開の実践は少ない。さらに、発展的に考えを進める展開の実践であっても、そのきっかけは教師による問題の提示によるため、学習者が発展的に考えを進めようとしたものとは認め難い。また、さらに発展的に考えるための時間を保障することも難しい。
- その一方で、学習者の発見的発展の構えや構造的発展の構えを形成したり、発見的発展から構造的発展へと展開する過程における気づきを促すことや顕在化することにおいて、教師の口癖や態度癖の働きに注目する必要がある。

発展的に考えることを支援する授業のイメージ



iQed法の援用による授業モデルの開発

➤ 「数学の学びの方法の習得の上に、学習対象への教師の『問い』による生徒の『問い』の内面化(自覚的学び)とメタ認知の働きによって問題解決や問題設定のプロセスを持つ(吉岡・重松, 2015)」の考えから、教師の関わりと生徒の学力の変容を図式化したiQed法を発展的に考えることを支援する授業モデルに援用。

* 吉岡睦美・重松敬一(2015)「中学校数学の学力変容過程の実践的研究—振り返りシート等の記述の変容の分析を通して—」, 奈良教育大学紀要, 第64巻, 第1号, pp. 103-118.
 * 吉岡睦美(2016)「中学校数学の学びの方法の学習指導の実践的研究2」, 第49回秋期研究大会発表集録, 日本数学教育学会, p.524

アイケッド

iQed法の援用による授業モデルの開発

授業の行為の変容	Inner Question		Exploration	Description	Communication		Reflection	New Question
	内なる問い	自分なりの探究	記述	対話	伝え合い	振り返り	新たな問い	
授業の状況	発見的側面			創造的側面				
考え	場面/問題との出会い 発見的気づき	発見的解決の立場の 設定 発見的気づきの交換 興味・関心の広がり	発見的気づきの記述 > 発見的個人の下書き	自分の発見的考えの 客観化 他人のバリエーション との対比	自分の考えの比較 各自のまともなる論 み聞き	自分の考えの整理・精 明と修正的記述 各自のまともなる精 確な表現の共有	各自のまともなる客観 化 整理としての考えの整理 有用性の発見/新しい 発見	統合・発展 自分の考えの整理 各自の新たな気づき 前日の覚悟
具体的な特徴								
授業の変容	発見的側面		個人的側面		修正された個人的側面		自分の側面	
	発見的側面	自分での発見的側面	発見的側面	修正された個人的側面	発見的側面	修正された個人的側面	自分の側面	自分での発見的側面 深い学び(場・上での) 関係づけるなど発展化できる 過程でできる 関係的に説明できる
自己		面白いやり方・考え方が あるか知りたいたいでず (方解)	自分の考えを待つこと は大変だ	発見的側面では はつきりする	他の人の考えを聞いたらよくわかる		自分も整理が分かって 来た(自己)	発見的に考えることは大変だ
問題		今まで解っていたこと とどこが違うか	自分の考えが大変だ	発見的側面では整理を 進めてみよう	いろいろな考え方があり わがわがした(個人)	面白い意味となった		他にも知りたいたいでず (発展)
方解		今まで解っていたこと とどこが違うか考えて みよう	でなければどうかな/で あればどうかなと自分の 考えをもう	ノートに書いてみよう	しっかり聞いて、自分の考えと 比較して、教師する わがわがしたことを試してみよう	聞きかいたりの考えを かいたらすと、発見的に 見えてきた(方解)		発見的にいろいろと考えて みるのが大変
モデル シート	a1. 例に目を つける? a2. 例(何と何)を 調べる?	b1. 例を 見たいか? b2. 例を 見たいか b3. 例を 見たいか b4. 例を 見たいか b5. 例を 見たいか	h1. 面白い 考えだか。 h2. やって みようか。		o1. 例が 分かったか? o2. 例が 分かったか? o3. 例の 学習と 関係する ところはある か? o4. 例と 関係する ところはある か?	e1. 例に 分かったか? e2. 例に 分かったか? e3. 例に 分かったか? e4. 例に 分かったか? e5. 例に 分かったか?		g1. 例を 見たいか? g2. 例を 見たいか? g3. 例を 見たいか? g4. 例を 見たいか?
発見的 ポイント								

* 吉岡睦美・重松敬一(2015)「中学校数学の学力変容過程の実践的研究—振り返りシート等の記述の変容の分析を通して—」, 奈良教育大学紀要, 第64巻, 第1号, pp. 103-118.
 * 吉岡睦美(2016)「中学校数学の学びの方法の学習指導の実践的研究2」, 第49回秋期研究大会発表集録, 日本数学教育学会, p.524

3. 授業実践と考察

授業実践の概要と授業化に向けた手続き

▶ 授業実践の概要

- 実施日 2017年5月9日, 5月10日, 5月11日(全3時間)
- 対象児童 秋田県公立A小学校第5学年児童36名
- 授業者 対象児童について算数指導を行うA小学校教諭
- 実施内容 小学校算数第5学年「比例」
- 記録方法 教室後方より教室の全景をビデオ撮影し, その音声データを分析。児童が授業の場面, 場面で意識したモデルプレートを記録。その記録の分析。

▶ 授業化に向けた手続き

- 4月20日 教師の意識調査の実施と分析
- 4月22日 発展的に考えることを支援する授業イメージの共有, 検証授業についての説明
- 5月1日 授業者が指導案を作成。作成した指導案とモデルプレートの検討。
- 5月8日 指導案の確定。第2, 3時の指導案については, 随時修正を行って実施。

本研究に授業者の理解を踏まえて, 指導案(展開)を作成していく。

授業実践の流れ1

➤ 教科書(藤井・他, 2015)の流れを基本にして授業実践を計画(計画の立案は, 指導者が作成)

<第1時>

発展の状況	具体的な算数的活動の局面 (活動内容)	学習者の心理 (児童の反応)	モデルプレート (教師の言葉かけ)	指導者の心かけ (指導の手立て)
発見的発展	1 問題を把握する。(問題解決の対象化) ◎直方体の高さが1cm, 2cm…と変わると体積はどのように変わるでしょうか。	気づき (たて, 横, 高さ)	a1 何に目を付ける?	・学習内容への関心を高めるために全体で問題把握する。 ・着目する観点を明確にする。
	2 課題をつかむ。(関係について分析) ◎高さで体積の変化にはどのようなきまりがあるだろうか。	気づき (きまりがありそう)	b1 何か気がいた?	・表に当てはまる数値を確認しながら、「きまり」(関係)を考えると表の見方を確認する。 【違いを見つける・違いの中の変化】
構造的発展	3 見通しをもつ。(自力解決) 表をもとに2つの数量関係を考える。	気づき ①横に見る, ②横に見る増加, ③横に見る(倍)	h1 おもしろい考えだね。	・自力解決に困っている児童には, 今までの学習で表をどのように見ていたか(どこどこを見ればよいか)を示す。
	4 考えを全体で発表する。(数学的構造を明らかにする)	気づき (今までの考えと似ている)	c2 何から分かった?	・表の何から分かったのか根拠を明らかにして説明するように促す。
	5 考えを統合する。	困難 (③の考えには言えないところがありそう)	f1 いつでも言える?	・指さしつりかけ, 考えの範囲を広げられるよう新たな問いを発する。
	6 気づき・考えを発表する。	気づき (③でも言える, できる)	(e2算数らしく)	・気づいた意見を図示させるなど考えが見えるように板書の表し方を工夫する。
	7 まとめ(一般化)	確信		・一般化して言えることを全体で確かめる。
新たな発展	8 チェック問題, 振り返り	気づき (いろいろな場面でも比例が考えられる)	g1 数量を変えてみると?	・違う場面で比例を考えるようとした児童の価値付けをする。

授業実践の流れ2

<第2時>

発展の状況	具体的な算数的活動の局面 (活動内容)	学習者の心理 (児童の反応)	モデルプレート (教師の言葉かけ)	指導者の心かけ (指導の手立て)
発見的発展	1 問題を把握する。(問題解決の対象化) ◎1mのねだんが80円のリボンがあります。買う長さが1m, 2m, …と変わると代金はどのように変わるでしょうか。	気づき (比例になりそう)	c2 何から分かった?	・学習内容への関心を高めるために全体で問題把握する。 ・着目する観点を明確にする。(長さで代金)
	2 課題をつかむ。(関係について分析) ◎長さで代金の変化が比例しているかどうか, 確かめるにはどうしたらよいだろうか。	気づき (表に表してきまりを見ていく)	a2 何(と何)を比べる?	・既習した学習から表を使って考えるとよいことに気付かせる。
構造的発展	3 見通しをもつ。(自力解決) 表をもとに2つの数量関係を考察する。	気づき (1mのときをもとにする…, 他がもともとも…)	h2 やってみようか。	・自力解決に困っている児童には, 表の変化した数値に着目して考えるように声かけをする。
	4 考えを全体で発表する。	気づき	d2 他にもある?	・表の具体的な数値などを根拠に説明するように促す。
	5 考えを深める。 (もとにする長さが変わってもいいだろうか。)	困難 (表を認める範囲でも言えるのだろうか)	f1 いつでも言える?	・指さしつりかけ, 考えの範囲を広げられるよう新たな問いを発する。
	6 気づき・考えを発表する。	気づき (具体的な例を示す)	h1 面白い考えだね。	・「□mのときは△円になるから, ○をもとに考えると…」など具体的で分かりやすい説明をできるように支援する。
	7 まとめ(一般化)	確信	g1 数量を変えてみると?	・1mあたりの代金が違う問題やリボンではない具体的なものをイメージして問題の工夫ができるように声かけをする。
新たな発展	8 振り返り			・違う場面で比例を考えるようとした児童の価値付けをする。

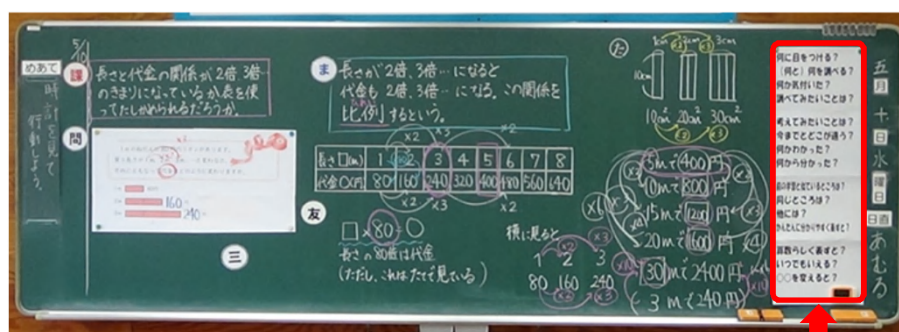
授業実践の流れ3

<第3時>

発展の状況	具体的な算数的活動の局面 (活動内容)	学習者の心理 (児童の反応)	モデルプレート (教師の言葉かけ)	指導者の心がけ (指導の手立て)
発見的発展	1 問題を把握する。(問題解決の対象化) ① S君は5円貯金をしています。5円玉の枚数とたまったお金は比例の関係にあると言えるでしょうか。 ② 缶ジュースが24本あります。飲んだ本数と残りの本数は比例の関係にあると言えるでしょうか。 ③ K君は1日の温度の変化を調べました。6時は9℃で12時は18℃、18時は15℃でした。時間と温度は比例の関係にあるでしょうか。 ④ 1袋に6個のチョコが入ったおかしを買いました。袋の数とチョコの数は比例の関係にあると言えますか。	気付き (①は比例になりそう、②はどうかな) (全部比例になっているんじゃないかな) (比例にならない物もありそう)	a2 何を調べる?	・児童が比例になりそうだと思う事例について取り上げ、興味・関心を高める。 ・比例になる場合の2つの数量の関係について確認し、問題解決の見通しをもたせる。
構造的発展	2 課題をつかむ。(関係について分析) ①ともなってしまう2つの量が比例しているかどうかを工夫して調べよう。	気付き (表に表す)(全部書かなくてもできそうだな)	a1 同じ目をつける?	・既習した学習から表を使って考えるとよいことや表で全て表さなくても数値を選んでできそうだという考えも評価する。
	3 見通しをもち。(自力解決) ともなってしまう2つの量から比例の関係があるか表などを使って考える。	気付き (何が分れば比例といえるのだろうか)		・前時のまとめを確認し、2つの数値がともに2倍、3倍していることが分ればよいことを確かめる。
	4 考えを全体で発表する。	気付き	f1 いつでも語る?	・表の数値などを根拠に説明するように促す。
	5 考えを深める。	確信		・揺さぶりをかけ、考えの範囲を広げられるよう新たな問いを発する。
	6 気付き・考えを発表する。	気付き (具体的な数値を示す)	d2 他にある?	・
	7 まとめ			・
新たな発展	8 振り返り	気付き		・違う場面で比例を考えるようにした児童の価値付けをする。

モデルプレートの提示

<例:第2時>



- 提示方法としては、[常掲]、[必要な場面で掲示]と考えられるが、今回は常掲にした。

常掲

考察1－発展的に考えることを支援する授業であったか－

児童の行為の観察	Inner Question		Exploration		Description		Communication		Reflection		New Question	
	内なる問い		自分なりの探究		記述		対話		振り返り		新たな問い	
発達の状況	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
待たせ	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
問題の発生	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の発言	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の発言	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の行動	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の行動	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の思考	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の思考	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の感情	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の感情	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の態度	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の態度	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の能力	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の能力	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の知識	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の知識	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の技能	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の技能	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の価値観	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の価値観	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の学習態度	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の学習態度	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の学習成果	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の学習成果	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の学習意欲	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の学習意欲	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の学習習慣	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の学習習慣	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の学習態度	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の学習態度	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の学習成果	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の学習成果	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の学習意欲	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の学習意欲	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
児童の学習習慣	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	
教師の学習習慣	発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況		発達の状況	

- 思考・理解が進む児童も、思考・理解が遅れがちな児童も、発見的発展→構造的発展→新たな発展への変容、「統合」や「簡潔・明瞭・的確」、「一般化」の動きといった様相が見られた。思考・理解が遅れがちな児童については、発見的発展の状況を繰り返す傾向が見られた。
- 教師の発問が多い場面も見られたが、児童は発展的に考えることを経験できており、今後、発展的に考えることを範として示すことができたと考えられる。

考察2－Inner Questionは望ましい様相であったか－

- iQwd法では、問題場面との出会いからInner Question(内なる問い)を想定していたが、本実践の場合では、直方体の体積を求めることはできていても、1つ分、2つ分、3つ分、...を関連付けてみることに時間を要しており、容易でない場合があることが明らかとなった。
- そこで、今後は、
 - ・前時とのつながりを意識させること
 - ・学習者の思い付きを奨励し、教師の計画している発展の方向性と類似するものは取り上げること
 - ・見方・考え方や構造を例示すること
 - ・「どうして気がついた?(浅い着目)」→「確かめの取組(深い着目)」のように児童の気づきを支援すること
 - ・調べたいこと、考えたいことの意味表明の場を設けること
 - ・点にも考慮して、検証を進めることも必要と考える。

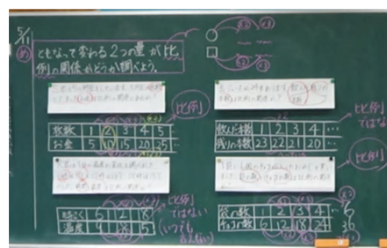
考察3—Communicationは望ましい様相であったか—

- 授業者は、学習者の発見を拾い上げ、集団での検討にすることに努めていた。
- また、数値の焦点化を図ったり、図を提示したりして考察が円滑に進むよう工夫がなされていた。
- 児童が見つけたきまりを確かめる場面を何度か設け、構造的な理解を図る意図が見受けられた。
- コミュニケーションは、不完全な思考・理解、表現から始まるので、教師のこのような働きかけは、思考・理解、表現を高めていく手立てとして有効である。
- モデルプレートを提示することで、児童が自発的に意識することが可能になると考える。

考察4—児童は発展的に考えることを範として受け止めたか—

<第3時>

- 比例の関係にある問題場面と比例の関係にない問題場面を同時に扱う導入であったが、第1・2時に時間をかけて捉えた見方が児童から表出されていた。



本当にその数が、2倍や3倍されたら、もう一つの元にする数のほうも2倍や3倍されます。

袋を基にしたときに、3袋を基にしたときに2倍すると、6袋になる。

授業者への事後インタビュー1

➤ モデルプレートの使い方

→発展的に考えるためにヒントになるものとして使っていました。よりよい考えにしていこうと言っても伝わりにくい部分を補うと言うか伝えるもののイメージです。私は「いつでもいえる」、「算数らしく」をよく使っていたようですが、算数のよさを感じさせるためには簡単に表せるようになることやいつでも使えることや今までとの結びついていることがあると思います。それが伝われば算数の楽しさや身近に感じることができると考えています。だから、それらの言葉を意識的に多く使っているかもしれません。

発展的に考えることを自然派生的に期待することは難しく、最初はモデルを意識させ、先生の口癖にする必要がある。「先生また言ってる」→「先生こんなこと言いたいのだろ」→「先生、言わなくてもわかってるよ」という過程を経て内面化すると考える。

授業者への事後インタビュー2

➤ それまで実施してきた授業との違い

→今までとの違いは、教科書の内容を教えるときに教科書の内容をいかに分かりやすく教えるかを意識していますが、発展的と考えたときそこからプラスαの内容を考えさせたいとか、こんな考えもあるよと伝えたいと思います。発展的にと考えるとすると多少内容がそれたとしても、考えるよい機会になると言うイメージがあるからでしょうか。

授業者への事後インタビュー3

- 授業者が考える発展的に考えることを支援する授業の意味

→授業の意味についてですが、習得型の決まった流れよりもオープンエンドのやり方も面白いのかなと感じています。ただ、子どもの理解には結びついているのかは分かりませんが。

考察5-「さらに、発展的に考えを進める」の難しさは解消できるかー

- 第3時では、比例関係を調べる方法として表以外にないかを考える場面がみられた。児童からグラフが示されたが、グラフを想起したことの理由が発話としては表出されなかったことから、「思い付き」であったが、授業者は取り上げることができていた。
- 授業者は、「思い付き」を「思い付き」に留めず、実際にグラフを作成することにしていった。比例をグラフ表現することで発展的に考えを進めていると実感するには、そのやりとりの時間は少なかつたと考える。しかし、「思い付き」は表出して終わったのでは、表とグラフのつながりを捉えることはできないため、授業者のように、実際に試してみるという活動が必要と考える。さらに、グラフを思い付いた理由を尋ねたり、グラフに表してみても表とのつながりを捉え直してみたりすることも、有効と考える。

4. 成果と課題

成果と課題1ー開発した授業モデルの妥当性ー

- 開発した授業モデルにより,
 - ・発展的に考えることを支援する授業の流れを, 思考・理解が進む児童の様相, 思考・理解が遅れがちな児童の様相の二面から捉えることができた。
 - ・児童の様相に対応して教師の関わりを検討することができた。
- 引き続き事例検証を行い, 精度を高めるとともに, 発達段階による様相の違いを明らかにしていくことが必要である。

成果と課題2ー発展的に考えることの支援ー

- 子どもは、教師が考える以上に、様々な「思い付き」をする。それらは、数学の構造や系統性から見て方向性を一にするものと、一見そうでないものがある。しかし、多くの「思い付き」は、学習者が問題場面から数、量、形、それらの関係といったものに着目したものであり、ある価値を持ったものである。教師は、その「思い付き」について、学習者が発展的に考えることの状況にあると肯定的に捉え、数学の構造や系統性から、その「思い付き」に方向性を与え、学習者「思いつき」の先を考えるよう、働きかけることが必要と考える。

成果と課題3ーモデルプレートの有効性ー

- 発展的に考えることを支援する授業の実施にあたっては、その全般において、教師が発展的に考えることの営みを口癖や態度癖等によって範を示すことが重要であり、学習者をそれを模倣して、発展的に考えることを内面化していくものと考え。そこで、発展的に考えることの範として作成したモデルプレートについて、その有効性を検討する必要がある。

授業者への事後インタビュー4

➤ モデルプレートの利便性と改善点

→先生がよく使う言葉として私は例示しましたが、よく考えられている言葉なので私としてはイメージがもちやすかったです。ただ、子どもたちと考えると少し似たような言葉があり、違いを捉えるのは難しいと感じたかもしれません。改善点はモデルプレートの数を少なくすることでしょうか。そうなると、選びやすいかもしれません。

成果と課題4ーモデルプレートの整理ー

		提示レベル		
		1	2	3
a. 数量や図形及びそれらの関係に着目する(問題解決の対象化)	a1 何に目をつける?	5		a1 何に目をつける?
	a2 何(何と何)を調べる?	1		a2 何(何と何)を調べる?
b. 着目した数量や図形及びそれらの関係について分析する	b1 何か気付いた?	23		b1 何か気付いた?
	b2 調べてみたいことがある?	27		b2 調べてみたいことがある?
	b3 考えてみたいことがある?	5		b3 考えてみたいことがある?
	b4 今まででどこが違う?	0		b4 今まででどこが違う?
h. 数量や図形及びそれらの関係について無意識的に着目・分析する	h1 面白い考えだね。	28		h1 面白い考えだね。
	h2 やってみようか。	17		h2 やってみようか。
c. 発見的発展の過程を振り返って数学的構造を明らかにする。	c1 何か分かった?	18		c1 何か分かった?
	c2 何から分かった?	5		c2 何から分かった?
	c3 前の学習と似ているところはある?	6		c3 前の学習と似ているところはある?
d. 既知を振り返って統合する。	d1 同じところはある?	10		d1 同じところはある?
	d2 他にある?	3		d2 他にある?
e. 簡潔・明瞭・的確に表す。	e1 簡単に分かりやすく表すと?	6		e1 簡単に分かりやすく表すと?
	e2 算数(または数学)らしく表すと?	3		e2 算数(または数学)らしく表すと?
f. 一般化する。	f1 いつでもいえる?	10		f1 いつでもいえる?
g. 明らかにした数学的構造と既知や身の回りの問題を振り返って、さらに発展的に考える。	g1 数量を変えてみると?	9		g1 数量を変えてみると?
	g2 条件を変えてみると?	3		g2 条件を変えてみると?
	g3 場面を変えてみると?	2		g3 場面を変えてみると?

*佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子(2017)「発展的に考える授業の視点に基づく身近な問題からの授業化ー平成29年全国学力・学習状況調査B1の場合ー」, 東北数学教育学会 第22回初夏研究会, 発表資料

- モデルプレートの反応を踏まえ、提示レベルを3段階(1. 必ず示す, 2. できたら示す, 3. 時間があったら示す)に整理し、内面化する手立てを探る。

成果と課題5－「教材観」と「数学観」－

- 発展的に考えることを支援する授業の実施にあたっては、従来からも良い授業を構築するために必要とされる「教材観」の深さと、算数・数学という営みをどのように捉えるかという「数学観」をどのような立場に置くのか、という2つの要素が重要であり、残された課題である。

謝辞

本研究は、JSPS科研費15K04390の助成を受けたものです。

ありがとうございました。

参考にした先行実践の記録

- 福岡市教育センター算数, 数学科研究室(2003).「発展的に考える力を育てる算数, 数学科学習指導法の研究—発展的な扱いによる授業を通して—」, 『福岡市教育センター研究紀要』, 667号, pp.7~11
- 著者不明(2007).「発展的に考える(数学的に表現できる)力を育てる算数指導」, 『私の実践・私の工夫(算数)』, 新興出版社啓林館HP
<http://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/tea/sho/jissen/sansu/index.html>
- 宮河俊宏(2017).「3年 かけ算のきまり」, 『新しい算数研究』, 555号, 東洋館出版社, pp.46~48

引用・参考文献1

- 佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子(2017).「数学教育における教材開発の研究V—発展的に考える授業の展開を視点にした小学校算数第6学年『扇形の面積』の考察—」, 秋田大学教育文化学部研究紀要・教育科学, 第72巻, pp. 33—59
- 中島健三(1982).「算数・数学教育と数学的な考え方—その進展のための考察—」, 金子書房, pp. 125—172(復刻版, 東洋館出版社, 2015)
- 清水静海(2006).「算数・数学の学びと言語力の育成—『筋道を立てて説明する力』に焦点を当てて—」, 言語力育成協力者会議(第1回)配付資料
 * http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/036/shiryo/06061520.html
- Dörfler.W.(1991).Forms and Means of Generalization in Mathematics, Bishop,A.J.(ed.), Mathematical Knowledge :Its Growth Through Teaching, Kluwer Academic, pp.63~85

引用・参考文献2

- 文部科学省(2017a).「小学校学習指導要領」
- 文部科学省(2017b).「中学校学習指導要領」
- 文部科学省(2017c).「小学校学習指導要領解説算数編」
- 佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子(2017).「発展的に考える授業展開の研究—発見的発展の視点—」, 東北数学教育学会年報第48号, pp. 34—44
- 吉岡睦美・重松敬一(2015).「中学校数学の学力変容過程の実践的研究—振り返りシート等の記述の変容の分析を通して—」, 奈良教育大学紀要, 第64巻, 第1号, pp. 103—118
- 吉岡睦美(2016).「中学校数学の学びの方法の学習指導の実践的研究2」, 第49回秋期研究大会発表集録, 日本数学教育学会, p. 524
- 藤井斉亮・他(2015).「新編新しい算数5上」, 東京書籍, pp. 30—33