

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04399

研究課題名(和文)全ての学習者が発展的に考える算数・数学の授業を構築するための基礎的研究

研究課題名(英文)Fundamental research to construct classes of mathematics and mathematics that all learners consider developing

研究代表者

佐藤 学 (SATO, MANABU)

秋田大学・教育文化学部・教授

研究者番号：90587304

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：教師対象の意識調査から、発展的に考えることへの理解不十分、指導法未確立、下位層には困難という意識の実態を明らかにした。次に、発展的に考えることメカニズムを「発見的発展」「構造的発展」「新たな発展」から捉え、授業モデルと学習者を支援するモデルプレートの開発を行った。最後に、小学校算数、中学校数学の授業検証から、モデルプレートが機能することを明らかにした。その一方で、内面化の関門を克服する過程の解明と、モデルプレートの改善を進めることが課題となった。

研究成果の概要(英文)：As a result of conducting a survey on the consciousness of the teacher object, we clarified 1) understanding of Developmental ideas and attitudes are inadequate points, and 2) teaching methods to nurture Developmental ideas and attitudes are not established yet, and 3) teacher's awareness that Developmental ideas and attitudes are difficult for learners who tend to be slow to understand. Next, We looked at the mechanism of developing thinking from "Heuristic development" "Integrated development" "Further development". We also developed a "Lesson model" and a "Model plate" to support learners. Finally, as a result of verifying the model plate from elementary school mathematics and junior high school mathematics cases, we clarified that the "Model plate" works.

On the other hand, it was an issue to elucidate the process of overcoming the internalization barrier and to improve the "Model plate".

研究分野：数学教育学

キーワード：モデルプレート 発見的発展 構造的発展 新たな発展 小学校算数授業 中学校数学授業

1. 研究開始当初の背景

平成 26 年度全国学力・学習状況調査や OECD 国際教員指導環境調査から、発展的な学習の指導の取組は限定的である。近年、発展的な学習や補充的な学習の推進、スーパーサイエンスハイスクールといった教育施策も採られたが、発展的に考える授業の理解や実践については不十分である。そこで、全ての学習者が発展的に考える算数・数学の授業の構築することを目指し、研究を開始した。

2. 研究の目的

(1) 発展的に考える算数・数学の授業の構築を阻む要因を明らかにし、(2) 発展的に考える授業モデルを示す。

3. 研究の方法

研究の目的の(1)については、発展的に考える授業についての教師の意識調査の開発とその結果を分析し、要因の特定を行う。(2)については、特定した要因を踏まえ、全ての学習者を対象とする発展的に考える授業のモデルを開発する。そして、検証授業の分析から、授業モデルを改善する。

4. 研究成果

(1) 発展的に考える算数・数学の授業の構築を阻む要因

発展的に考える算数・数学の授業の構築を阻む要因を特定するため、「発展的に考えている児童生徒のイメージ」「発展的に考える指導方法」「発展的に考えることの指導効果」「発展的に考える指導を進めるための環境と支援」の4点で構成する意識調査を開発し、秋田県、東京都、滋賀県、京都府、大阪府、奈良県、広島県の公立小学校教師（以下、小学校）と公立中学校数学科教師（以下、中学校）1399名を対象にして実施（調査期間：2015年10月～11月）した。小学校182名、中学校50名、計232名から回収でき、回収率は16.6%であった。

意識調査の結果から、「発展的に考えることへの教師の理解が不十分であること（表1参照、発展的に考えている児童生徒のイメージは様々であり、「②既習と関連付ける（統合）」「③条件・観点を変える」「⑤問題をつくる」の反応が多くない）」や「発展的に考えることを育成する指導法が未確立であること（表2参照、指導方法の工夫として「⑩無回答」が68.1%と多い）」、「理解が遅れがちな学習者には困難と考える教師の意識があること（表3参照、上位から中位については学習効果があるとする反応が見られるものの、下位については「⑤困難さ」の反応がみられ、「発展的に考えることは難しい」「問題を解くことは負担になる」といった回答がみられた）」の実態を明らかにし、発展的に考えることの捉え方、発展的に考える授業モデルの2点が必要であることを析出した。

表 1：発展的に考えている児童生徒のイメージ (%)

類型	小	中
① 多様に考える	20.3	18.0
② 既習と関連付ける	13.2	12.0
③ 条件・観点を変える	6.6	8.0
④ 活用する	31.3	20.0
⑤ 問題をつくる	12.1	2.0
⑥ 難問を解く	14.3	10.0
⑦ 意欲的である	24.7	18.0
⑧ 学び方を身に付けている	8.2	6.0
⑨ その他	12.1	24.0
⑩ 無回答	8.8	24.0

*反応率は回答者数を100としたときの割合（複数回答あり）

表 2：指導方法の工夫の具体例 (%)

類型	小	中
① 問題設定・提示の工夫	8.8	6.0
② 見通し	2.7	6.0
③ 表現・説明	3.3	16.0
④ 関連付け	8.8	4.0
⑤ よさ	5.5	10.0
⑥ 数学的な考え方	4.4	8.0
⑦ 適応題	0.5	2.0
⑧ 記述活動	1.6	6.0
⑨ その他	7.1	12.0
⑩ 無回答	68.1	42.0

*反応率は回答者数を100としたときの割合（複数回答あり）

表 3：発展的に考えることの指導効果【小学校】 (%)

類型	上位・中位	下位
① 関心・意欲・態度	58.2	24.7
② 理解力	20.3	23.6
③ 系統性	17.0	8.2
④ 思考体験	1.1	10.4
⑤ 困難さ	0	12.6
⑥ 思考力	32.4	2.2
⑦ 問題解決能力	9.3	1.1
⑨ その他	1.1	3.3
⑩ 無回答	11.0	29.1

*反応率は回答者数を100としたときの割合

(複数回答あり)

(2) 全ての学習者を対象とする発展的に考える授業モデルの開発

発展的に考えることのみを「発見的発展」「構造的発展」「新たな発展」から捉え、授業モデルと学習者を支援するモデルプレートの開発を行った。

①発見的発展

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。

②構造的発展

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」の働きのと、その構造化に向けた「簡潔・明瞭・的確」と「一般化」の働きのと、その過程。

③新たな発展

発見的発展の過程で得た知的欲求により、構造化した概念や性質を、「数値を変える」「場面を変える」「数値と場面を変える」「考察の視点を変える」を行い、新たに発展させる過程。

④開発した授業モデル

吉岡・重松(2015)のIqed法をもとに、次に示す授業モデルを開発した。

<発見的発展>

「場面/問題との出会い」→「Inner Question(内なる問い)」→「Exploration(自分なりの探究)」→「Description(記述)」→…

<構造的発展>

…→「Communication(対話→伝え合い)」

→「Reflection(振り返り)」→…

<新たな発展>

…→「Reflection(振り返り)」→「New Question(新たな問い)」→…

⑤モデルプレートの開発

「発見的発展」→「構造的発展」→「新たな発展」という『発展の状況』と、それぞれの状況における『具体的な数学的活動の局面』と、前述の実践事例の分析から抽出した『学習者の心理』からその構造を検討し、ポリア(1954)の問いや注意、指導事例に見られた教師の発話を参考に開発した。

2017年5月23日～7月12日にかけて、モデルプレートを使用した検証授業を行い、学習者が意識したモデルプレートを記述するというアンケート方式で調査を実施した。

その結果、「発見的発展」から「構造的発展」にかけてはモデルプレートが機能しており内面化する可能性を示したが、「構造的発展」から「新たな発展」の状況では効果が確認できなかった。そこで、「新たな発展」の状況が目的的活動となるよう、「発見的発展」では「新たな発展」に向けて「発散」の役目をなす「何に目をつける?」「何か気付いた?」、「新たな発展」の状況では「この後どんなことができるのか」の3つを幹となるモデルプレートとし、他のモデルプレートを枝葉のモデルプレートとする枠組

みに改善した。

改善したモデルプレート

ア1. 何に目をつける?	
	ア2. 何(何と何)を調べる?
イ1. 何か気付いた?	
	イ2. 調べてみたいことがある?
	イ3. 書きたいことがある?
	イ4. 今までとどこが違う?
	イ5. 面白い書えだね。
	イ6. やってみようか。
	イ7. 何か分かった?
	イ8. 何から分かった?
ウ1. 前の学習と似ているところはある?	
エ1. 同じところはある?	
	エ2. 能にあるか?
	エ3. 簡単に分かりやすく書くと?
	エ4. 算数(または数学)らしく書くと?
	エ5. いつでも使える?
オ1. この後どんなことができるのか。	
	オ2. 数量を変えてみると?
	オ3. 条件を変えてみると?
	オ4. 場面を変えてみると?

⑥モデルプレートによる授業改善

モデルプレートの活用によって発展的に考えることを意図していない授業であっても、授業計画や実践が改善されることを熟練教師の実践から検討を行ったところ、モデルプレートが授業改善を図る機能があることを明らかにすることができた。

<引用・参考文献>

吉岡睦美・重松敬一, 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, 64(1), 103-118, 2015

G.ポリア・垣内賢信(訳), いかにして問題をとくか, 丸善, 1954

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計6件)

①佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次, 全ての学習者が発展的に考える算数・数学の授業を構築するための基礎的研究—発展的に考える授業の実施を阻害する要因の推定—, 東北数学教育学会年報, 47, 査読有り, 69-80, 2016

②佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子, 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, 48, 査読有り, 34-44, 2017
doi/10.20569/00003511

③佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子, 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」の考察一, 秋田大学教育文化学部研究紀要, 72, 33-39, 2017

④佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子, 学習者が発展的に考えることを支援するモデルプレートの開発とその検証, 数学教育学論究, 99, 臨時増刊, 査読有り, 9-16, 2017

⑤佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子, 発展的思考の関連図を活用した授業づくりの試行一中学校第1学年「比例」の場合一, 東北数学教育学会年報, 49, 査読有り, 27-33, 2018

doi/10.20569/00003523

⑥佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子, 数学教育における教材開発の研究VIーモデルプレートを活用した授業改善の試みー, 秋田大学教育文化学部研究紀要 73, 1-6, 2018,

doi/10.20569/00003466

[学会発表] (計5件)

①佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次, 全ての学習者が発展的に考える算数・数学の授業を構築するための基礎的研究ー発展的に考える授業の実施を阻害する要因の推定一, 2015年5月30日, 東北数学教育学会 第20回初夏研究会, 岩手大学学生センターB棟 (岩手県盛岡市上田3-18-8)

②佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次, 「発展的に考えること」の指導に関する教師の意識に関する調査, 2016年1月31日, 全国数学教育学会, 第43回研究発表会, 広島大学大学院教育学研究科 (広島県東広島市鏡山1-1-1)

③佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子, 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の場合一, 2017年6月3日, 東北数学教育学会, 第22回初夏研究会, 秋田大学教育文化学部 (秋田県秋田市手形学園町1-1)

④佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子, 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, 2017年6月24日, 全国数学教育学会, 第46回研究発表会, 滋賀大学教育学部 (滋賀県大津市平津2-5-1)

⑤佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子, 学習者が発展的に考えることを支援するモデルプレートの開発とその検証, 2017年11月5日, 日本数学教育学会, 第50回秋期研究大会, 愛知教育大学 (愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢1)

[その他]

ホームページ公開

<http://www.gipc.akita-u.ac.jp/~mathedu/report1.html>

総説・解説記事

①佐藤学, 上質の授業力(1)ー考えることを教えるー, 理数啓林, 15, 新興出版社啓林館, 22-23, 2017

②佐藤学, 今月の指導3年コメント「かけ算のきまり」, 新しい算数研究, 555, 東洋館出版社, 49, 2017

③佐藤学, 今月の指導6年コメント「場合の数」, 新しい算数研究, 562, 東洋館出版社, 67, 2017

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 学 (SATO,Manabu)
秋田大学・教育文化学部・教授
研究者番号: 90587304

(2) 研究分担者

赤井 利行 (AKAI,Toshiyuki)
大阪総合保育大学・児童保育学部・教授
研究者番号: 40441620

杜 威 (Du,Wei)

秋田大学・教育文化学部・教授
研究者番号: 30240683

新木 伸次 (ARAKI,Shinji)

国士舘大学・体育学部・講師
研究者番号: 30450159

(4) 研究協力者

重松 敬一 (SHIGEMATSU,Keiichi)
椎名 美穂子 (SHIINA,Mihoko)