第7回春期研究大会(金沢大学角間キャンパス 2019.6.16)

発展的思考・態度を促す授業モデルの開発とその検証

黒田 大樹 — 皇學館中学・高等学校
重松 敬一 — 奈良教育大学名誉教授
佐藤 学 — 秋田大学
新木 伸次 — 国士舘大学
椎名 美穂子 — 秋田県総合教育センター

目的と方法

目的:学習者が主体的に数学的活動過程を遂行するための発展的思考・態度を促す授業モデルの開発とその検証を行うこと
背景:平成29年告示の中学校学習指導要領では,統合的・発展的に考えることを重視→発展的思考・態度を育成する数学的活動を実現することが重要
研究の方法:①河合・黒田(2006)の授業分析から得られた課題をもとに,発展的思考・態度を促す授業モデルを開発(枠組みの開発)
②発展的思考・態度を促す授業モデルに基づいて授業を再構成(枠組みに基づき授業を構成)
③再構成した授業案に基づき実践を行い,発展的思考・態度を促す授業モデルの有効性を検証(枠組みの検証)

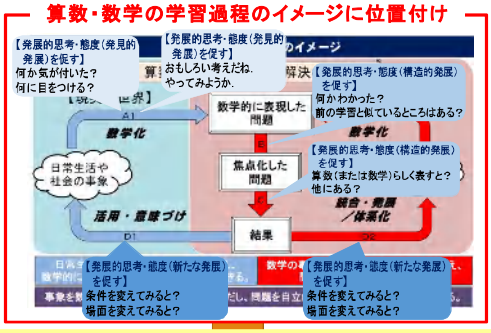
① 河合・黒田(2006)の授業実践の分析から得られた課題

★ 学習者に発見的な気付きをする状況が充分に与えられていない
★ 一般化や統合などへとつなげたり,知的興奮を促したりする展開となっていない
★ 活用・意味づけや統合・発展/体系化の活動へとつながっていない
★ さらに発展的に考え,生徒自身が主体的に取り組むための工夫が充分でない

生徒が主体的に数学的活動過程を遂行するために発展的思考・態度を育成することが必要
↓
発展的思考・態度を促す授業モデルを開発

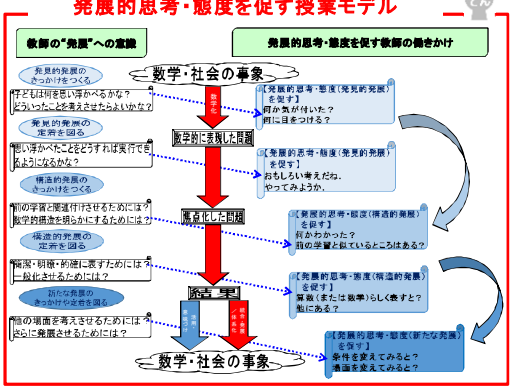
発展的思考・態度を促す授業モデルの開発

佐藤他(2017)のモデルプレートを援用し
算数・数学の学習過程のイメージに位置付け



学習者が主体的に数学的活動過程を遂行するために,教師の働きかけに着目

発展的思考・態度を促す授業モデル



② 長崎他(2004)の指摘

中3生が集団として身についていない力
ア:仮定をおく　イ:変数を制御する　ウ:仮説を立てる
エ:表・式・グラフ・図等で表現する　オ:予測・推測をする
カ:修正する　キ:数学的表現から現象を読み取る・伝える
ク:数学を使った日常文を読み取る　ケ:近似的に読み取る

変数を取り出す場面や一般化する場面,表・式・グラフ・図等で表現する場面で,生徒が困難を示し,教師主導で授業を展開する場面が見受けられた

生徒の実態を踏まえずに授業を展開することが,学習者が困難を示したり,授業が円滑に進まなくなる要因になる.また,そのことで教師が不安に感じ,教師主導で授業を展開する引き金となり,結果的に学習者が発展的に考えることを阻害することになる.

河合・黒田(2006)の授業実践を再構成

河合・黒田(2006)の授業分析から得られた課題

- 学習者に発見的な気付きをする状況が充分に与えられていない
- 一般化や統合などへとつなげたり知的興奮を促したりする展開となっていない
- 活用・意味づけや統合・発展/体系化の活動へとつながっていない
- さらに発展的に考え,生徒自身が主体的に取り組むための工夫が充分でない

再構成した授業案

[問題1]
5円硬貨にひもを結びつけ,ひもの適当なところを支点として5円硬貨を揺らしてみる.このとき,5円硬貨の周期(1往復にかかる時間)を2倍にするにはどうすればよいか予想してみよう.
[実験1]
問題1で考えたことを実験して確かめてみよう.
実験を通して気付いたことをまとめよう.
[実験2]
以下の手順で実験してみよう.
(1) 5円硬貨にひもを結びつける.
(2) ひもの適当なところを振り子の支点とし,支点から5円硬貨の中心までの距離を測る.
(3) 5円硬貨を揺らし,揺れが安定してきたらストップウォッチで10周期を測り,その値から周期を計算する.
(4) 3回周期を測り,平均を求める.
(5) 支点から5円硬貨の中心までの距離を変えて,(1)~(4)の実験を行う.
[課題1]
実験結果から,気付いたことやわかったことをまとめてみよう.
[問題2]
支点から5円硬貨の中心までの距離が20mのとき,周期はどうなるだろうか.
[課題2]
今回の学習を通して,学んだことや感じたことをまとめてみよう.

学習者の気付きを活かすための課題設定を行う

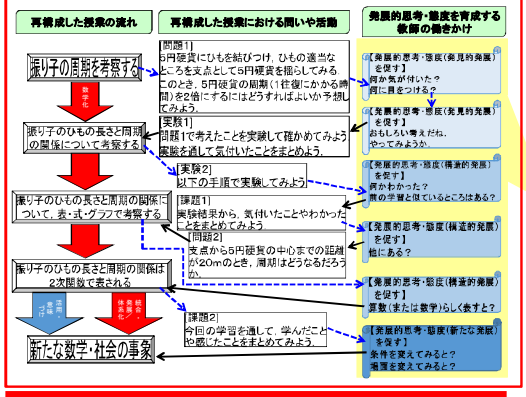
学習者の気付きを活かすための課題設定を行う

学習者がさらに発展的に考える課題設定を行う

発展的思考・態度を促す授業モデルに基づき,授業を再構成

発展的思考・態度を促す授業モデルへの位置付け

発展的思考・態度を促す授業モデルに基づき授業を再構成



学習者が主体的に数学的活動過程を遂行するために,教師の模範的な働きかけを位置付け

再構成した授業案に基づき,授業を実践・検証

③ 検証授業の概要

日時	内容
平成31年2月6日(水),2月13日(水)	振り子の周期を考察する [問題1],[実験1]
平成31年3月6日(水),3月11日(月)	振り子のひもの長さと周期の関係について考察する [実験2] 振り子のひもの長さと周期の関係について,表・式・グラフで考察する [課題1]
平成31年3月12日(火)	振り子のひもの長さと周期の関係について分析する [問題2] 新たな数学・社会の事象を見い出す [課題2]

調査対象:
① 対象:三重県内私立A中学校3年生37名
② 実施時期:平成31年2月6日から3月12日
③ 配当時間 50分×5コマ
調査方法:
授業ビデオ記録やプロトコル分析,および生徒の活動レポートを通して,発展的思考・態度を促す教師の働きかけなどが学習者にどのように作用しているかについて分析

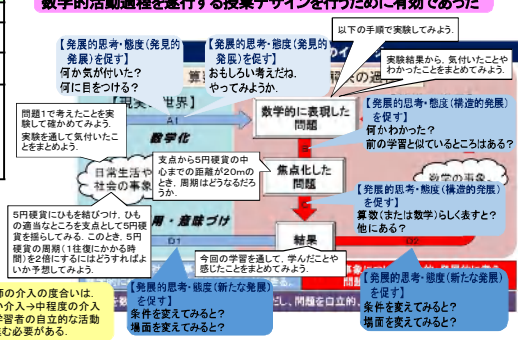
佐藤他(2017)のモデルプレートと発展の状況に関わる数学的活動の局面

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

発展の状況	具体的な数学的活動の局面	学習者の心理		モデルプレート(学習者の範)	
発見的発展	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)	気付き	知的興奮	a1. 何に目をつける?(幹)	
					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	気付き		b1. 何が気付いた?(幹)	
					b2. 調べてみたことがある?
					b3. 考えてみたことがある?
					b4. 今までひとこと言う?
	h. 数量や図形及びそれらの関係について無意図的に着目・分析する。	気付き		h1. 面白い考えだね。	
					h2. やってみようか。
構造的発展	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。	困惑	驚き	c1. 何が分かったか?	
					c2. 何から分かったか?
					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。	確信		d1. 同じところはある?	
					d2. 他にあるか?
	e. 階層・明瞭・的確に表す。				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?
	f. 一般化する。				f1. いつでもいえる?
新たな発展	g. 明らかにした数学的構造と既知の身の回りの問題を振り返って,さらに発展的に考える。	気付き		g1. この後どんなことができるのか。(幹)	
					g2. 数量を変えてみると?
					g3. 条件を変えてみると?
					g4. 場面を変えてみると?
					g5. 視点を変えてみると?

成果と課題

発展的思考・態度を促す授業モデルは数学的活動過程を遂行する授業デザインを行うために有効であった



教師の介入の度合いは,強い介入→中程度の介入→学習者の自立的な活動と進む必要がある.

発展的思考・態度を促す授業モデルは学習者の発展の状況を把握し,適切な働きかけを行うために有効であった

どうでした?(**発見的発展 a に関わる発問**)
—そうですね.2倍系はだめでした.2乗,2乗倍ですね.4倍とか9倍とか.
それはいけるんじゃないっていうのを実験してます.(**発見的発展 h に関わる気付き**)
えっと,とにかくまず何,変えるのは何を変えればいい?(**発見的発展 b に関わる発問**)
—えっと,今日は長さと高さ,離す高さと離す角.
あーはいはい.
—離す角度をとりあえず調べてます.
(中略)
—それはまあ,角度はしょうがないとして.2倍になったら,とりあえず長さが2倍になったら.
あっ,変わる?
—あー,はい.
長さが関係する?
—長さが関係あると思います.(**発見的発展 b に関わる気付き**)
なるほど,なるほど.
(中略)
じゃあ,次は2倍にするにはどういうふうに長さを変えるかってことやね.
(**数学的構造を明らかにすることを奨励し,構造的発展に関わる発展的思考・態度を促す発問**)
—そうです.

第1限の開始から39分後の実験1に取り組む中での生徒とのやりとり

教師が発見的発展に関わる発問を行い,学習者とやりとりが円滑に進んでいる.
また,教師が数学的構造を明らかにすることを奨励し,構造的発展に関わる発展的思考・態度を促している.

学習者が,構造的発展から新たな発展の段階に進む場面での課題設定や教師の働きかけが充分ではなかった

私は20mと言いましたけど,例えば30mとか40mとか45mとか,やろうと思ったら,どんなときでも求めようと思ったら?
(**構造的発展 d, f に関わる発問**)
—んーって,同じようにするってことじゃないんですか?
同じようにする?
—じゃなくて,何か公式みたいな.
(**構造的発展 f に関わる気付き**)
おっ,公式を作りたい?(**一般化することを奨励する言葉がけ**)
—はい.
式を作るってよし,作りましょう.式が欲しい.式があったらどんな時でも言えるね.
(**一般化することを奨励する言葉がけ**)
—はい.
じゃあ,長さと周期,式にするってことは文字でおくが?
—そうですね.

第5限の開始から32分後の問題2からさらに一般化を促す局面

教師主導で一般化へと取り組んでいる様相が見られる.

[課題2]
今回の学習を通して,学んだことや感じたことをまとめてみよう.

ひもの話は,小学校の時にやったことがあったので,答えは,ちゃんと知っていた。でも,はっきり覚えていないし,なぜそのようになるのか,なぜ,知らないことばかりでもあったので,単純だけど,正確さを求められる作業を頑張った。たくさんエネルギーを使った。簡単なようでも,なぜそのようになるのか,聞かれたら答えることができないということはよくあるので,身の回りのことをアンテナを立て,注意して生活したい。

学習者が主体的に取り組んだ様子がうかがえる.一方,新たな発展につながる記述は見られるものの,新たな数学・社会の事象を見い出す段階には至っていない.

＜本研究の成果＞
発展的思考・態度を促す授業モデルは,数学的活動過程を遂行する授業デザインを行うことや,学習者の発展の状況を把握し,適切な働きかけを行うために有効であった.

＜本研究における課題＞
学習者が新たな数学・社会の事象を見い出すには至らなかった.今後は,新たな発展に進む段階での課題設定や教師の働きかけ,また,教師の介入の度合いなどについてさらなる分析を行い,発展的思考・態度を促す授業モデルの精緻化を図る.

＜謝辞＞
本研究は,JSPS科研費18K02518の助成を受けたものである