

# 発展的思考・態度の育成における 授業評価モデルの検討

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

国土舘大学

城田 直彦

桐蔭横浜大学

黒田 大樹

皇學館中学・高等学校

第52回 秋期研究大会

令和元年11月16日(土)9:50~10:15

東京学芸大学C303室

科研費  
KAKENHI

## 中学校3年「振り子の周期と紐の長さ」

T：じゃあ，このプリント見てくれますか．左上終わりました．最終的に2倍にするにはどうしたらいいかを書けばいいんですが，**いきつくのはなかなか難しい**と思います．

生徒に不安を与えるので知っていると  
言えない．

子供の不達成な反応を知っている．

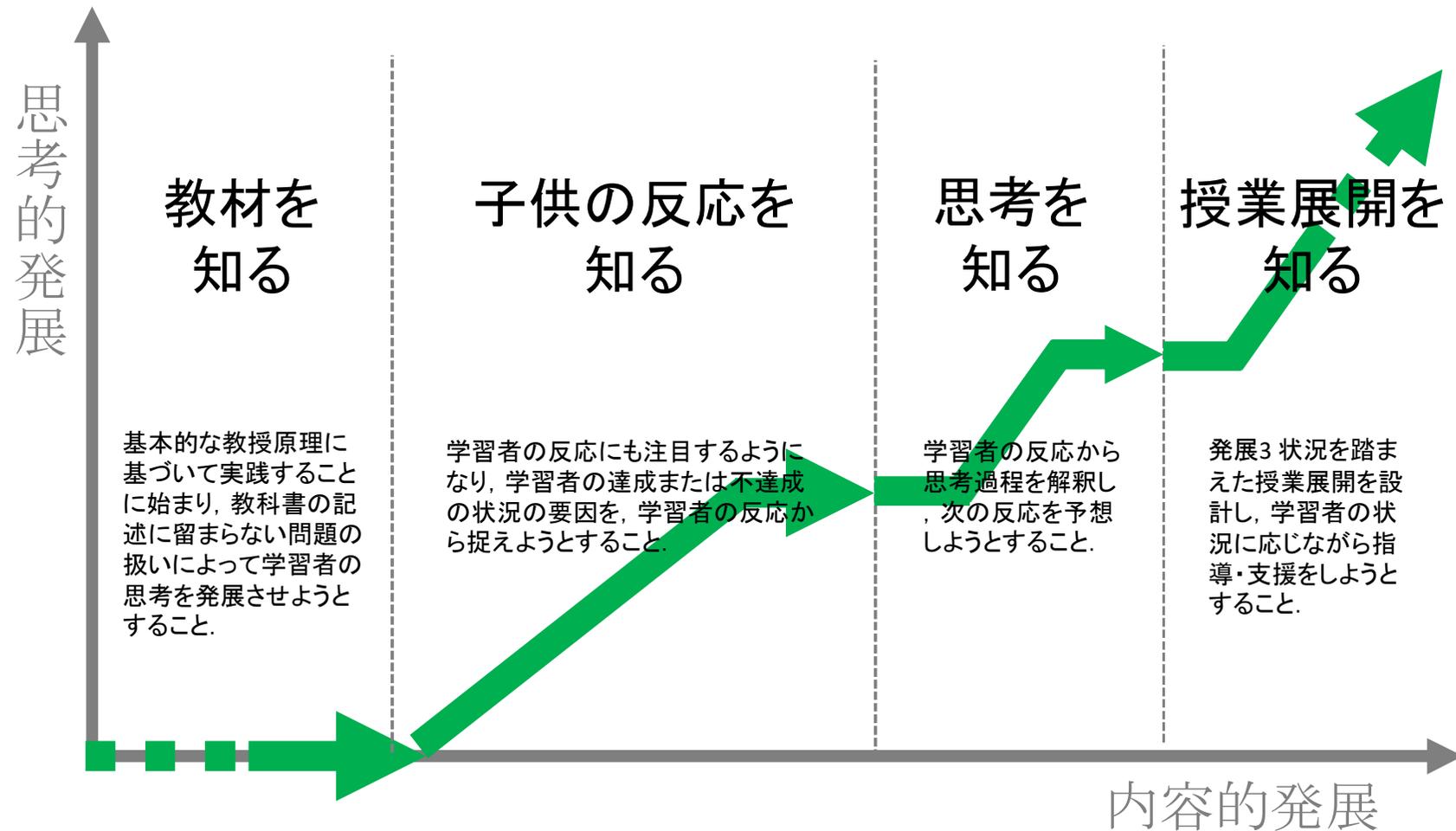
発見的発展	構造的発展	新たな発展
<p>構造的発展のきっかけを生み出す，当面の問題（狭義の意味）から次の問題（狭義の意味）へと発見的な気づきの過程．</p>	<p>構造化に向けて新しく見出した概念や性質をより広い立場にも適用しようとすることの「統合」の働きと，その構造化に向けた「簡潔・明瞭・的確」と「一般化」の働きと，その過程．</p>	<p>発見的発展の過程で得た知的欲求により，構造化した概念や性質を，「数値を変える」「場面を変える」「数値と場面を変える」「考察の視点を変える」を行い，新たに発展させる過程．</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・統合的，発展的に考察（文部省，1968・1969）</li> <li>・統合的・発展的に考察する力（文部科学省，2017）</li> <li>・統合といった観点による発展的な考察（中島，1982）</li> <li>・数学はものごとを発展的，統合的にみてより簡潔・明瞭・的確なものを求め続ける態度に支えられている。（清水，2006）</li> <li>・内包的一般化と外延的一般化（Dörfler，1991）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題づくり（竹内芳男・沢田利夫，1984）</li> </ul>

	発見的 発展	構造的 発展	新たな 発展
【習得型授業】	→		新たな発展がない
【見かけの発展型授業】	→		教師主導の新たな発展
【発展型授業】	学習者の意思が働いて発展3 状況が展開する		

観察者によって見方が分かれ、発展型授業の成否を共有できない。



授業分析から同定可能な基準を探る



調査対象: 算数・数学を専門とし、教職25年を有する教師S。発展的思考・態度の形成を意図した授業を展開する力量を備えている。

調査方法: 教師Sへの聞き取りを6回(2018年7月の9日, 10日, 11日, 16日, 19日, 23日)行い、教師Sが作成した資料(学習指導案, 報告書, 研究論文等)とも照合し、事実の確認と補完。

# 発展的思考・態度を視点とする授業評価モデル（佐藤他，2019） 6/21

	教材を知る	子供の反応を知る	子供の思考を知る	授業展開を知る	数学をすることを
十分知っている	系統性と関連性を 知り、 <b>その意味を理 解している。</b>	学習者が到達可能 な反応、不達成とな る反応を多様に知 っている。	学習者の反応から 思考過程を解釈し、 次の反応を予想す ることができる。	発展の3状況を踏 まえた授業展開が 設計でき、学習者 の状況に合った認 知的支援とメタ認 知的支援ができる。	数学の面白さや新 たな発展に向けた 数学的活動を知っ ており、学習者と楽 しめる。
知っている	系統性と関連性を 知っている。	子供の到達可能な 状況または不達成 な反応を知ってい る。	学習者の反応から 思考過程を解釈す ることができる。	発展の3状況によ る授業展開が設計 でき、学習者の状 況に合った認知的 支援ができる。	数学の面白さや新 たな発展に向けた 数学的活動を知っ ている。
よく知らない	系統性、関連性が 分からない。	学習者の反応を想 定できない。	学習者の反応から 思考過程を解釈す ることができない。	知識の伝達・習得 することに重きをお いた授業展開であ り、認知的支援も不 十分である。	数学の面白さや新 たな発展に向けた 数学的活動を知ら ない。
キー 反応	系統性、関連性	到達可能反応、不 達成反応	解釈、予想	発展の3状況、認 知、メタ認知	数学的活動、面白 さ、楽しさ

## 対象授業

- ・教職経験28年を有するA県国立大学附属小学校の教師Mの授業実践.
- ・教師Mは算数を専門とし、勤務校の第4学年3学級全ての算数授業を担当.
- ・「整数のわり算」実践(2019年6月7日実施)において、発展型授業を展開したことから、適任とした.
- ・2019年7月4日～7月16日までの4授業.  
「折れ線グラフ(授業1, 2)」「式と計算」(授業3, 4)

## 分析方法

各授業をビデオ撮影し、発話プロトコルを作成. 発話プロトコルを、授業評価モデルに従って分類・整理.

# 授業分析の対象と方法(2)

プロトコル(元)
M:この次, ここは? C多:違います. M:違う? ここどこにやればいいのか? R:あのを, 線の所. M:はいはい, どこ分かった? はい, どこ? R:ここ. M:いいよ. はい, ありがとう. で, 合ってた? ここね, こうね, こうね. M:で, こうね. で, ここ? 合ってる? C多:はい, はい, はい. M:で, ここ, いい? C多:はい, はい. M:じゃあ, 先生, これつなごうね. M:どう? このグラフを見て. C:面白い. M:このグラフを見て. 今までやったグラフとさ, 比べてさあ, どんな感じ? C:下が, すかすか.



発話群化したプロトコル		+	知	×
29	M:この次, ここは? C多:違います. M:違う? ここどこにやればいいのか? R:あのを, 線の所. M:はいはい, どこ分かった? はい, どこ? R:ここ. M:いいよ. はい, ありがとう. で, 合ってた? ここね, こうね, こうね. M:で, こうね. で, ここ? 合ってる?			
30	C多:はい, はい, はい. M:で, ここ, いい? C多:はい, はい. M:じゃあ, 先生, これつなごうね.			
31	M:どう? このグラフを見て. C:面白い. M:このグラフを見て. 今までやったグラフとさ, 比べてさあ, どんな感じ? C:下が, すかすか.	○		

M:教師M, C:学習者, +:十分知っている, 知:知っている, ×:知らない

	十分知っている	知っている	知らない
授業1	群41, 群42	群49	0
授業2	群31, 群32	0	0
授業3	群61	0	0
授業4	群18	群22	0

系統性と関連性に関わる発話群について、「知らない」にあたる発話群は見られなかった。

授業2, 発話群31. 発見的発展の状況.

M: どう?このグラフを見て.

C: 面白い.

M: このグラフを見て. 今までやったグラフとさ, 比べてさあ, どんな感じ?

C: 下が, すかすか.

「どう?このグラフを見て」と問うているが, 違いへの気付きが明確でないとして「このグラフを見て. 今までやったグラフとさ, 比べてさあ, どんな感じ?」と問い, **学習の系統性を意識できるようにしている.**

## 授業4, 発話群18. 新たな発展の状況.

M:何か, まだ話し足りなかったら. 何か話し足りない? 何々, ああ, いいよ.

R:あのう,

M:やっぱり, どんなときでも使える. うまくいくっていうこと?

R:あのう, 場面によって,

M:場面によって違う. 考える.

C:だからさっきみたいに,

M:R 君, 何考えたの?

R:あのう,これが, このこういう式って, こういう( )の式とかって, あのう,

これが, あのう,

2つ一気に買っているときだけ使えるだけで, あのう, 3つのときってどうすればいいの?

C:えっ, 3つのとき, ( )に足す.

M:ああ, 2つ買っているときは, ( )使えそうと思ったのね? ( )使えそう. でも, 3つ買ったなら使えるの? だって.

C:使えると思います. ( )の所, 先に計算すれば. (後略)

\*R: 学習者R.

「どんなときでも使える. うまくいくっていうこと?」と問い, **学習者が発展することを期待している.** さらに, 「3つ買ったなら使えるの? だって」と学習者が解決可能な範囲を考慮して3項の場合に反応して, **発展の程度の適正を示している.**

## 授業1, 発話群49. 新たな発展の状況.

M: この人, 体温の様子, 読み取れる?

C: はい.

M: どうやったの, 初めは?

C: 最初は上がって行って, だんだん後から, 12時に急激に上がって.

M: 急激に下がって, うん, うん, うん.

C: 20時くらいもう下がってきた.

M: 周りの人にもう1回自分でお話してみて, これじゃあ, どういう状態だったの?

表し方から読み取り方へと視点が変更できるよう, 「この人, 体温の様子, 読み取れる?」と考慮している.

しかし, 「全部分かりにくい」「ほとんどア(風邪問題において変化の様子が分かりにくい折れ線グラフ)と同じ?」と, 変化の様子の分かりやすさに関する発話である. 結果的には, **学習者が視点変更することの難しさを想定し切れていないといえる.**

## 授業4, 発話群22. 新たな発展の状況.

$$700-(230+150+100)$$

$$700-(230+150)+100$$



$$700-(230+150-100)$$

M: よーし. 何かねえ, ( ) 使えるのっていう話だったから, ( ) 使った, ね, 友達の  
のをここに持ってきたのね.

C: あっ, ( ) 使いました.

M: 何かちょっと違うね.

C: はい, 違います.

C: 全然違い過ぎ, これとは.

後者の式は, 問題場面を離れ, +100 を ( ) の中に入れようとしたため, 新たな誤りが生じた.

式操作だけで解決することの難しさを想定し切れていないといえる.

内容的発展	思考的发展
発話群のいずれを見ても、学習内容としての系統性や関連性から、 <b>数値変更</b> 、 <b>条件変更</b> 、 <b>場面変更</b> 、 <b>視点変更</b> 等することの方向性を捉えている。	学習者は発展的に考えることの困難さが見られた。 <b>視点変更</b> や <b>式操作の難しさ</b> は、 <b>学習者の意識や思考から無理な発展</b> となったことである。



学習者の意識や思考を適宜捉え、あらゆる発展の可能性から学習者の意思で発展させるよう、**発展の方向性や困難さを調整**することが**必要**である。

## 授業4, 発話群18. 新たな発展の状況.

M:何か,まだ話し足りなかったら.何か話し足りない?何々,ああ,いいよ.

R:あとう, **発展することを促す発話**

M:やっぱり,どんなときでも使える.うまくいくってこと?

R:あとう,場面によって,

M:場面によって違う.考える.

C:だからさっきみたいに,

M:R君,何考えたの?

R:あとう,これが,このこういう式って,こういう( )の式とかって,あとう,

これが,あとう,2つ一気に買っているときだけ使えるだけで,あとう,3つのときってどうすればいいの?

C:えっ,3つのとき,( )に足す.

M:ああ,2つ買っているときは,( )使えそうと思ったのね?( )使えそう.でも,3つ買ったなら使えるの?だって.

C:使えると思っよ.あとう,あとう,計算すれば.(後略)

**発展の程度の適正を示す発話**

\*R:学習者R.

学習者が発展的思考することを捉えられるよう段階的に示す発話は、「幹のモデルプレート→枝葉のモデルプレート」と段階的支援をする**モデルプレート**(佐藤他, 2017c)と符合する. モデルプレートを支援の例として援用可能である.

# 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)		
				必ず言う	できたら言う	時間があつたら言う
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	a1. 何に目をつける?(幹)		
	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	的	a2. 何(何と何)を調べる?		
	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	興	b1. 何か気付いた?(幹)		
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.	困難	奮	b2. 調べてみたいことがある?		
	d. 既知を振り返って統合する.			b3. 考えてみたいことがある?		
	e. 簡潔・明瞭・的確に表す.			b4. 今までとどこが違う?		
	f. 一般化する.			h1. 面白い考えだね.		
新たな発展	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.	気付き		h2. やってみようか.		
				c1. 何か分かった?		
				c2. 何から分かった?		
				c3. 前の学習と似ているところはある?		
				d1. 同じところはある?		
				d2. 他にあるか?		
				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?		
				f1. いつでもいえる?		
				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?		

(佐藤他, 2017cを加筆)

<p>系統性と関連性を知り</p>	<p>その意味を理解している.</p>
<p>構造化した概念や性質を系統性, 関連性から, 数値変更, 条件変更, 場面変更, 視点変更等の発展の方向性を見通すこと. 【内容的発展】</p>	<p>学習者の意識や思考を適宜捉え, あらゆる発展の可能性から学習者の意思で発展させるよう, 発展の方向性や困難さを<b>適度に調整すること</b>. 【思考的发展】</p> <p>&lt;モデルプレートの例&gt; 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? [枝葉]</p>
<p><b>学習指導案記載の発展問題</b>を確認することで判断可能.</p>	<p><b>教師の働きかけの観察</b>で判断可能.</p>

## <成果>

授業分析から、授業評価モデルの観点「教材を知る」の基準について、表4の解釈を加え、授業観察からの可否判断する方法を明らかにした。

## <課題>

授業評価モデルの検証に向け、他の観点の基準についても検討していく。

# 謝辞

本研究は**JSPS科研費18K02518**の助成を受けた  
ものです. ありがとうございます.

**This work was supported by JSPS KAKENHI  
Grant Number JP18K02518.Thank you.**

# 謝辞

貴重な授業実践を提供していただきました，  
松橋純子先生に，心より感謝申し上げます。

# 引用・参考文献

黒田大樹・重松敬一・佐藤学・新木伸次・椎名美穂子(2019). 発展的思考・態度を促す授業モデルの開発とその検証, 日本数学教育学会第7回春期研究大会論文集, 222.

ポール・アーネスト(2015). 長崎栄三・重松敬一・瀬沼花子監訳, 数学教育の哲学. 東洋館出版社.

佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子(2017a). 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, 34-44.

佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子(2017b). 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. 全国数学教育学会第46回研究発表会発表資料.

佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子(2017c). 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, 9-16.

佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子・黒田大樹(2018). 学習者の発展的思考・態度を促す段階的授業モデルの開発—教師の意識変容の長期的事例分析を通して—. 日本数学教育学会第51回秋期研究大会発表集録, 602.

佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・城田直彦・椎名美穂子・黒田大樹(2019). 発展的思考・態度を視点とする授業評価モデルの開発. 日本数学教育学会第7回春期研究大会論文集, 221.

あ り が と



研究成果は下記URLにて公開しています  
<http://www.gipc.akita-u.ac.jp/~mathedu/report1.html>

**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**

国士舘大学

**城田 直彦**

桐蔭横浜大学

**黒田 大樹**

皇學館中学・高等学校