

平成31年2月9日(土)15:35～16:00
於:広島大学教育学部・大学院教育学研究科
G会場 L206講義室

全国数学教育学会 第49回研究発表会

数学的問題解決における 「認知とメタ認知サイクルモデル」の研究

— 数学的なメタ認知的支援フレーズの開発と提案 —

秋田県総合教育センター
椎名 美穂子

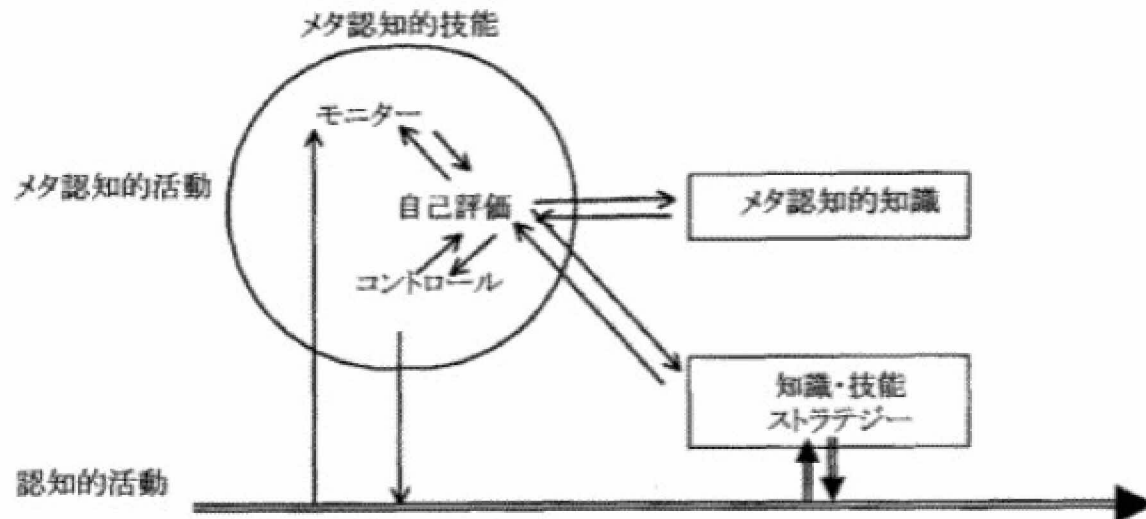
メタ認知についての(実践と研究)

- メタ認知の研究は、小学校算数を中心に見られる。
- 特に高等学校において、思考停滞を思考促進にするための働きかけが十分でない。
- 中等教育においても、メタ認知を考慮に入れた指導の研究が必要でないか。

先行研究

・加藤(1999)

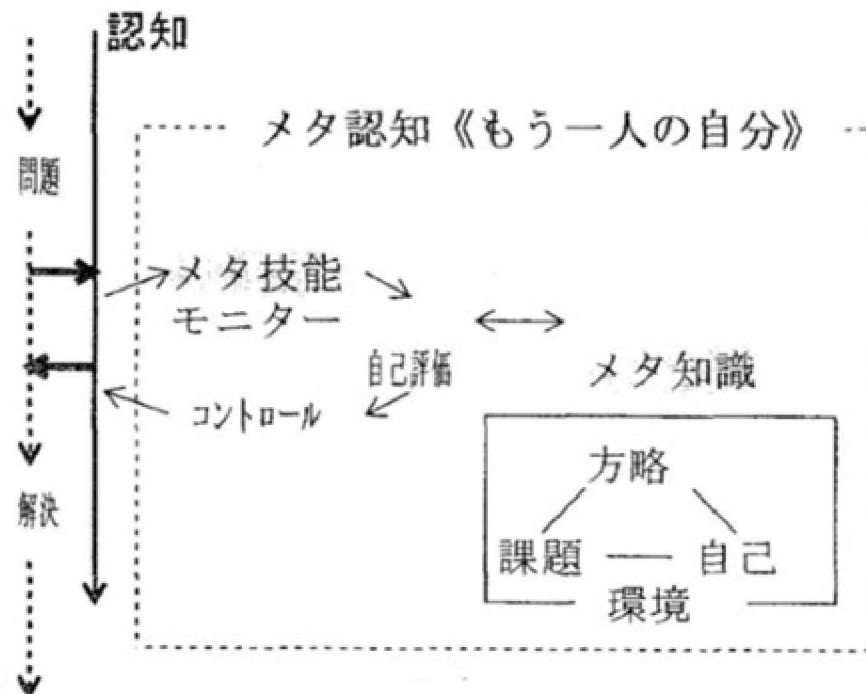
問題解決に必要な知識・技能やストラテジーを十分にもっている児童は、自らメタ認知を働かせることができれば、問題解決が成功的に進むことが示唆される事例がある。認知的支援よりもむしろメタ認知的支援を行うことが問題解決が成功的に進む。



先行研究

・重松ら(2001)

メタ認知を「内なる教師」とし、教師によるメタ認知的支援がメタ認知の育成に大きな影響を与えると指摘しており、児童の知識とメタ認知の発達変容のためには教師の適切なメタ認知的支援が重要である。



先行研究

・重松ら(2013)

メタ認知を育成する教師の役割

子どもに変わって教師が代わって行うことで、メタ認知の機能が働く。

全体の代行 (モデルとしての役割)	部分的な代行 (モニターとしての役割)	部分的な代行 (評価としての役割)
・ わからないことは何かを考えることが大切だね ・ わかるところまでやってみよう ・ 頭の中でかいてみよう 等	・ 前にやったことがないかな ・ 少し整理ができないかな ・ 他の考え方はないかな ・ これでいいかな 等	・ これで、いいね ・ おもしろい方法だね ・ 数値が合わないよ ・ この方法でできるね 等

先行研究

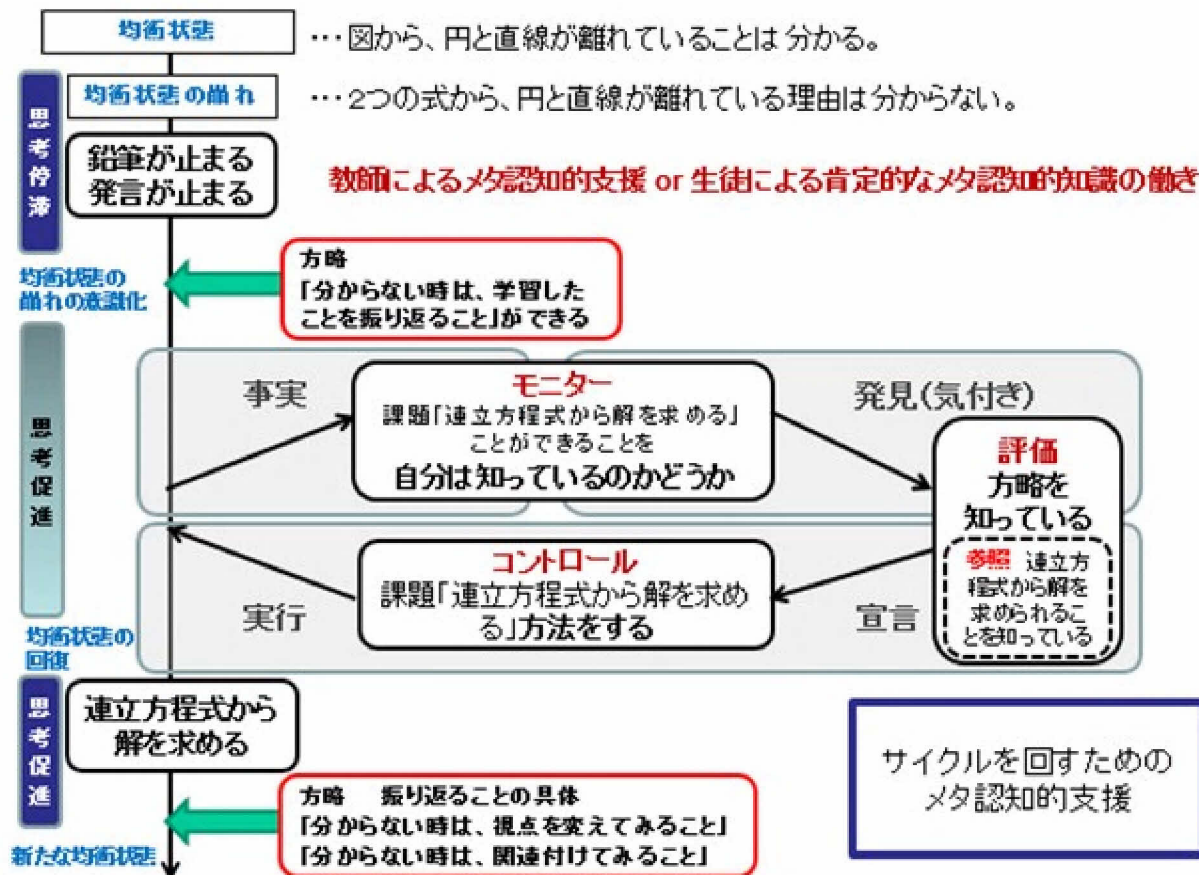
・佐藤ら(2017)

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
教師の問いなどに着目して、学習者が発展的に考える
ことの内面化を支援する。

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	時間があったら言う
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			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. 何か気付いた?(幹)
					b2. 調べてみたいことがある?
					b3. 考えてみたいことがある?
					b4. 今までとどこが違う?
構造的 発展	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。
	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 確信			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?
	d. 既知を振り返って統合する。				d1. 同じところはある?
					d2. 他にあるか?
	e. 簡潔・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			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?

先行研究

- ・椎名ら(2018)の認知とメタ認知サイクルモデル
思考停滞における具体的場面を取り上げ、メタ認知の関連図とモデルプレートによるサイクルモデル



研究の概要

本研究の目的は、個別指導における数学的問題解決の中で、鉛筆が止まるといった解決者の思考停滞の場面に注目し、具体的な場面でのメタ認知的支援の在り方を明らかにすることが目的であり、思考停滞の状態から思考促進の状態につながる具体的なメタ認知的支援の特徴を捉えて提案することである。

思考停滞

既習を引き出せないまま解決困難となり、行動が止まっている状態。→ **行き詰まる。**
(鉛筆が止まる。発言がなくなる。)

思考促進

正答へのつながりに限定せず、解決に向けて思考や行動を進めている状態。思考停滞という下降の状態から再上昇する状態。→ **思考が進む。**
(鉛筆が動く。発言する。)

調査に向けて

思考
停滞

鉛筆が止まる、発言が止まる

認知とメタ認知サイクルモデル

思考
促進

鉛筆が動き始める
発言し始める

＜支援のポイント＞

- ・最小限の支援となるようにする。
- ・モデルプレートによるメタ認知的支援を中心に行う。
- ・思考停滞から行き詰まったままの場合は、認知的支援も視野に入れて行う。

b1: 何か気がついた？

c1: 前の学習と似ているところはある？

数学が得意な者であれば、何かに目をつける(a1)ことはできる。

気がついたことから、思考停滞になる最初の部分に注目した。

調査の概要

調査時期：2018年12月～1月

調査対象：問題解決に必要な知識・技能をもっている
大学1年生2名（国立大学）

調査者：筆者

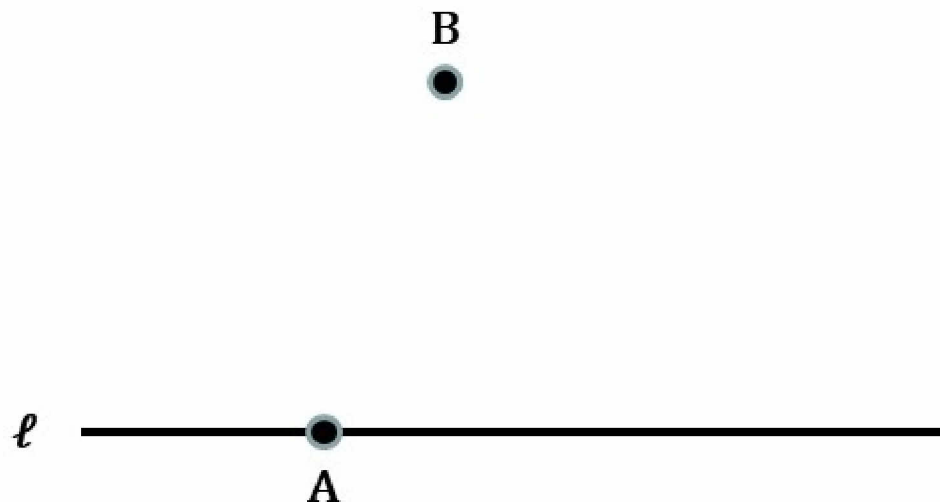
調査対象者の大学生が個別に調査問題を解決する。

調査時に思考停滞が見られた場合、調査者が支援を行う。
解決後、インタビューとアンケートを実施する。問題解決の様子をビデオに記録し、プロトコールに現れた変化に基づき、総合的に分析する。

個別指導の思考停滞における支援

調査問題A

図のように、直線 ℓ と、直線 ℓ 上の点A、直線 ℓ 上にはない点Bがある。直線 ℓ 上にあり、 $\angle BPA = 45^\circ$ になる点Pは2つある。このうち1つを、定規とコンパスを用いて作図しなさい。ただし、作図に用いた線は消さないこと。



直角三角形の性質，垂線の作図

<作図>

思考停滞・思考促進の様子の区別がつけやすい。支援のタイミングが図りやすい。
大学では作図に関する内容はほとんどないため、過去に獲得した内容を忘れている。

認知

思考停滞

発見的発展 モデルプレートb1
何か気が付いた？

モニター

コントロール

評価

メタ認知的知識

思考停滞

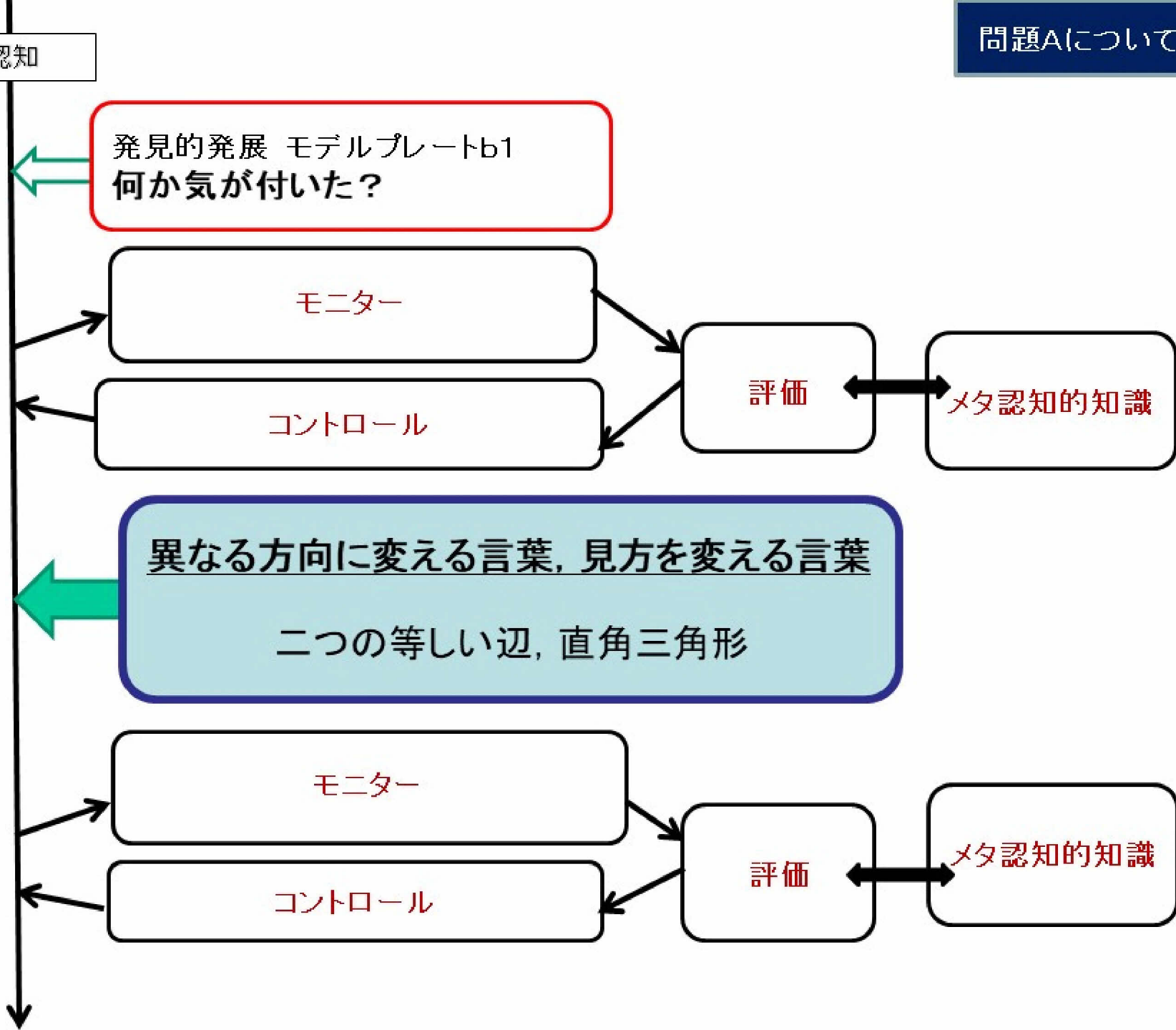
異なる方向に変える言葉, 見方を変える言葉
二つの等しい辺, 直角三角形

モニター

コントロール

評価

メタ認知的知識



調査問題B

図1の角に二等分線を引こうと思っていましたが、図2のように紙が破れてしまい、角の一部分がなくなってしまいました。

コンパスと定規を用いて、図2の角に二等分線を引いてください。

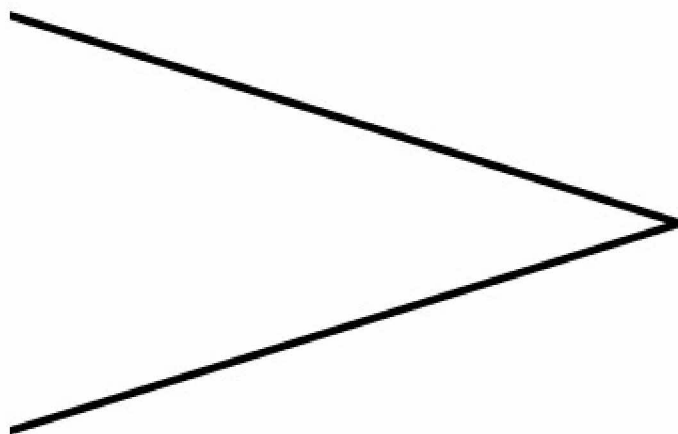


図1

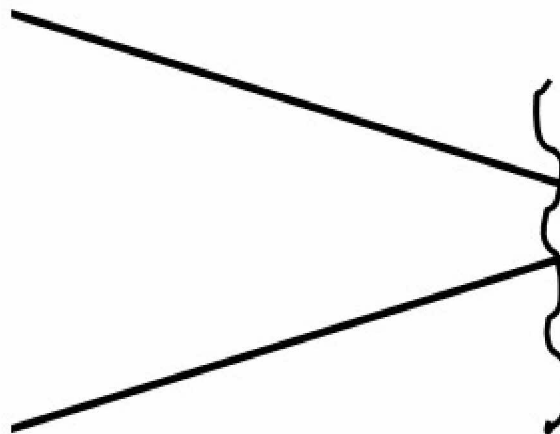


図2

調査問題Bについての作図

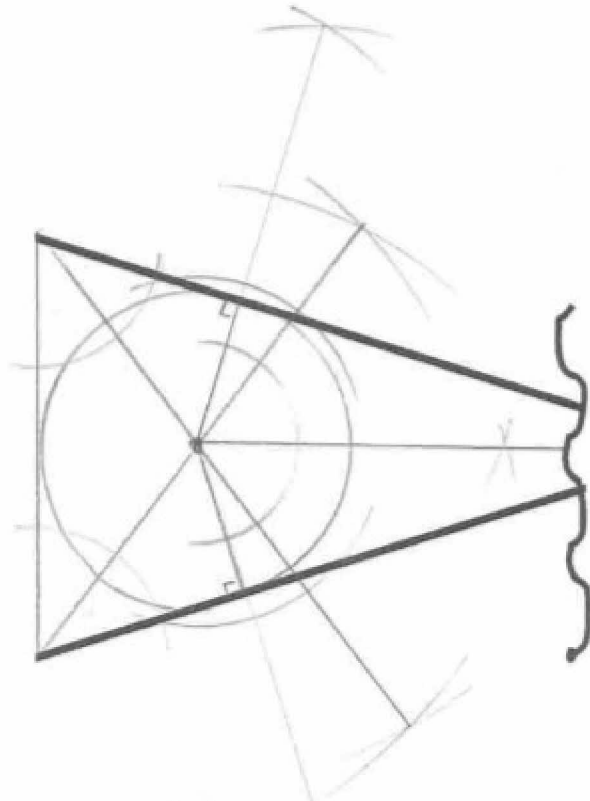


図2

角の二等分線, 内心, 円と接線,
接点, 垂線, 合同な直角三角

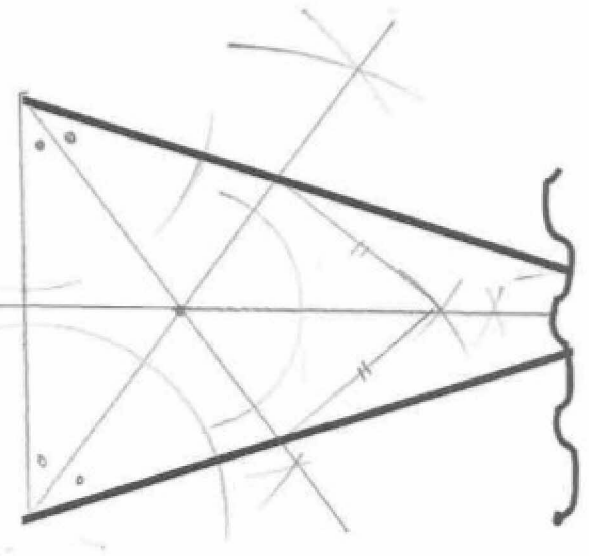
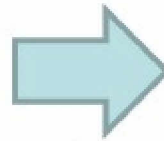


図2

角の二等分線, 内心,

思考停滞

鉛筆が止まる
発言が止まる直線を延長する以外に方法は
みつからない

直線に着目する

発見的发展 モデルプレートc3: 前の学習と似ているところはある?
発見的发展 モデルプレートb2: 調べてみたいことがある?モニター
他の方法を
自分は知っているのかどうかコントロール
知っている他の方法を考えよう評価
知っているメタ認知的知識
知っている方法
を使うとよい発見的发展 モデルプレートg5: 視点を変えてみると?

作図を始める

三角形の内心を用いる方法を見つける

図形に関連させる

思考促進

認知とメタ認知サイクルモデル

提案1

思考停滞

数学的な認知的内容
にアクセスできない

メタ認知的支援

教師 or
解決者

モニター

評価

メタ認知的知識

コントロール

思考促進

数学的な認知的内容
にアクセスする

モニター, 評価, コントロールにも
支援 ← を与えることにより、
認知にアクセスできるのではないか

(数学的なメタ認知的支援フレーズ)

= (数学的な認知的内容) + (メタ認知的支援の発問)

消極的支援 モデルプレートのみを用いる支援フレーズ

半積極的支援 学習者の文脈にある数学的な認知的内容とモデルプレートを組み合わせて用いる支援フレーズ

積極的支援 学習者の文脈にない数学的な認知的内容を用いる支援フレーズ

引用・参考文献

- 重松敬一・勝美芳雄・勝井ひろみ・生駒有喜子 (2001). 「数学教育におけるメタ認知の研究(16)－教師によるメタ認知的支援の枠組み」, 第34回数学教育論文発表会論文集, p373-378.
- 重松敬一・勝美芳雄・上田喜彦・高井吾朗・高澤茂樹(2013). 『算数の授業で「メタ認知」を育てよう』, 本文教出版.
- 加藤久恵 (1999) . 『数学的問題解決におけるメタ認知の機能とその育成に関する研究』, 広島大学学位論文, 第3章第1・2・3節 pp147-175.
- 佐藤学・重松敬一・赤井利行・杜威・新木伸次・椎名美穂子 (2017), 「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」, 日本数学教育学会誌, 99, 数学教育学論究, 臨時増刊, p9-16
- 伊藤啓・日野圭子 (2014), 『算数科授業における子どもの「問い」をいかす教師の働きかけについての研究』, .宇都宮大学教育学部教育実践センター紀要第37号 p73-80.
- 椎名美穂子・重松敬一・新木伸次・黒田大樹 (2017), 『数学的問題解決における思考過程の可視化に関する研究』, 東北数学教育学会発表.
- 清水美憲 (1987), 『数学的問題解決におけるメタ認知的側面に関する一考察』, 数学教育論文.
- G.Polya (柿内賢信: 翻訳) (2017) . 『いかにして問題を解くか』, 丸善出版.
- Barry J.Zimmerman Dale H.Schunk (塚野州一編訳) (2006), 「自己調整学習の理論」, 北大路書房.
- 文部科学省 (2017), 「中学校学習指導要領解説数学編」.
- 赤本純基 (2018), 「問題解決過程における「子どもの停滞」を解消する方策に関する研究－数学科における問題解決的な学習の日常化を目指して－」, 日本数学教育学会誌第100巻第11号 p2-9.
- 平成30年度秋田県公立高等学校入試選抜 一般選抜学力検査問題 数学 (2018) .