

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：10102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2016

課題番号：24501121

研究課題名(和文)メタ認知的支援を伴う小学校算数指導法の開発

研究課題名(英文) A Development of Mathematical Teaching Method of Supporting Metacognitive Activities in Elementary School

研究代表者

吉野 巖 (YOSHINO, Iwao)

北海道教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：60312328

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：メタ認知とは自己を客観的に把握する上位の認知機能であり、問題解決を効率的・的確に行うのに重要であると考えられている。本研究は、小学生のメタ認知能力を育成するために、メタ認知能力を測定する方法とメタ認知的支援を伴う小学校算数指導法(メタ認知を「頭の中の先生」として説明し、その使い方の訓練をする授業法)を開発することを目指した。

成果として、算数文章題を解きながら考えたことのワークシートの記述からメタ認知得点を採点する方法を確立した。この方法によって小学校5年生のメタ認知能力を調査し、介入授業の効果を事前・事後調査によって検証した結果、メタ認知を意識づけ、訓練する授業が有効であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Metacognition is higher-level cognition to monitor and control one's own cognition objectively, and is important to solve problems efficiently and correctly. This study attempted to develop measurement method of metacognition in mathematical problem solving and mathematical teaching method of supporting metacognitive activities in elementary school, in which we explain metacognition as "teacher in the mind" to children and train them to solve problems using the teacher, in order to nurture their metacognitive abilities. The following results were obtained. We established the method for measuring metacognitive ability through the worksheet descriptions about what children thought in solving arithmetic word problems. We confirmed the effect of intervention in the fifth graders by comparing the pre- and post- tests involving above measurement method of metacognition.

研究分野：教育心理学、認知心理学

キーワード：メタ認知 算数問題解決 算数指導法 教授学習

## 1. 研究開始当初の背景

近年の認知・教育心理学的研究は、学習・問題解決場面においてメタ認知が非常に重要な役割を果たすことを明らかにしている。児童に様々なはたらきかけをすることによってメタ認知能力を育成しようとする取り組みはいくつかあるが(例えば、亀岡(1992)、重松ら(1989)、市川(1993))、通常の指導・教授法と比較して本当に優れているのか、メタ認知的な能力は本当に高まっているのか、などの問題に統計的に答えるものにはなっていない。また、日常的な授業活動の中でメタ認知を育成しようとする実践研究はまだ少ないと言わざるをえない。

そこで、申請者と研究協力者(島貫・吉野, 2008; 吉野・島貫, 2012)は、通常の小学校の算数授業の中で、メタ認知の有効性を児童に知らせ、メタ認知的活動の訓練をつむことによってメタ認知を育成することを目指した実践研究を行った。小学校5年生を対象にメタ認知的な支援を行う実験授業(メタ認知(=「自分の頭の中にいる先生」と説明: 図1)を意識させる授業)を1ヶ月にわたって行い、実験群クラスと統制群クラス(通常の教授法)の事前テストと事後テストの問題解決得点とメタ認知得点を比較した。また、その翌年の研究では(島貫・吉野, 2009; 吉野・島貫, 2010)、そうした介入授業を約半年間行った上で1年後の遅延調査も実施した。これらの研究の結果、介入授業によってメタ認知得点や問題解決得点が上昇し、その効果は1年後でも維持されることが明らかとなった。



図1「頭の中の先生」の説明に用いた図

しかし、このメタ認知的支援を伴う教授法を一般の教員が通常の授業の中に取り入れるためには、授業方法やワークシートの形式などに改善の余地がある。また、インタビューの回答からメタ認知的活動の程度(≒メタ認知能力と考える)を得点化するための手続きが煩雑で時間もかかるため、教育現場等で利用するのは難しい。そこで本研究では、メタ認知能力育成のために、メタ認知的支援を伴う算数指導法の改良と効果の検証を行うことを目指した。

## 2. 研究の目的

### (1) 算数領域のメタ認知能力を測定する手法の開発

申請者らの先行研究では、文章題解決後にインタビューを行い、解決の各段階でどんなことに注意したかの回答を「メタ認知的気づ

き」の観点から得点化した。この方法では、児童の思考内容を言語化・具体化するので、ある程度客観的な基準で評価できる一方、個別に文章題解決とインタビューを行う時間を確保しなければならない、複数の評定者が別々に評価を行ってそれらを一致させる、など手続きが煩雑であった。そこで、本研究では、より簡便にメタ認知能力を測定する方法として、①児童が自らのメタ認知を自己評価する質問紙、②算数問題解決におけるメタ認知的活動を書き込むワークシート、の2つの開発を目指した。

### ①算数文章題解決のメタ認知自己評価表の開発

算数文章題解決を行った後で、児童が解決の各段階でどのようなメタ認知的活動を行ったかを思い出しながら質問紙の各項目を自己評価するようなメタ認知自己評価表を開発することを目指す。

### ②算数文章題解決のメタ認知的活動を測定するワークシートの開発と採点基準の確立

算数文章題解決を行いながら、解決の各段階でどのようなメタ認知的活動を行ったかを記述するようなワークシートを開発し、その記述をメタ認知的な気づきの観点から得点化する採点基準を確立する。

### (2) メタ認知的支援を伴う算数指導法の改良: 小学校算数授業における「頭の中の先生」の意識づけと訓練の効果

授業の改良としては、児童に「頭の中の先生」をより意識してもらうための働きかけ(メタ認知の意識づけ)並びに算数の問題をメタ認知的思考をしながら解くこと(メタ認知訓練)を強化することを中心とする。そのために、毎回の授業指導案を綿密に作成し、授業の各時点での発問内容や補助教材を適切に準備する。効果検証は、上記(1)で開発した測定手法を用いて介入授業の事前・事後さらにはクラス間(介入群 vs. 未介入群)で比較して行うが、全てのクラスに介入授業を実施するよう配慮するため、2つのクラスに時期をずらして介入授業を行う。すなわち、メタ認知測定のための調査は、事前・中間・事後の3回行い、先行介入群は事前-中間の間、後続介入群は中間-事後調査の間に介入授業を実施する。

具体的な介入授業の内容としては、メタ認知を意識づけるオリエンテーション授業で、メタ認知(=「頭の中の先生」として説明)をお笑いの「ツッコミ」として類推的に説明すると共に、メタ認知的思考をしながら問題を解くモデルを示すこと、メタ認知訓練の授業ではメタ認知的活動をしながら算数の問題を解かせると共に、解決過程やメタ認知的思考が書かれたノートを回収して教師がコメントをつけて返却する、というものとする。

### (3) メタ認知的支援を伴う算数指導法の改良: 児童がノートに記述した「頭の中の先生」

の言葉への評価・賞賛を中心とした介入授業  
 (2)の研究では、漫才やビデオ教材などによるメタ認知の意識づけの強化、ノート指導におけるメタ認知的思考訓練の強化を図った結果、問題解決得点やメタ認知得点が上昇した。一方で、児童がノートに記述するメタ認知的思考が形式化・固定化するという問題点もあった。そこで本研究では、理想的な「頭の中の先生」の言葉を教師側から提示することはできるだけ避け、「オリジナルノートを作ろう」という目標の下に、児童が自分なりに考えてノートに書いた記述を評価・賞賛することにより、型にはまらない応用可能なメタ認知の育成を目指す。

### 3. 研究の方法

(1)算数領域のメタ認知能力を測定する手法の開発

①算数文章題解決のメタ認知自己評価表の開発と妥当性の検証

対象者 公立小学校5年生2クラス74名。

課題及び手続き

算数文章題とメタ認知質問紙。算数文章題は既習で解決できる問題1問であり、計算スペースに必ず式や図を書かせるようにした。メタ認知質問紙は、直前の算数文章題を解いた時にメタ認知的思考を行ったかどうかを3段階(よく考えた、少し考えた、考えなかった)で答えさせるものである。文章題解決の問題理解段階(例. 問題の意味はよくわかったかな)、立式段階(例. 今までに習ったやり方が使えないかな)、計算実行段階(例. 計算ミスしやすいところに気をつけよう)、解答段階(例. 答えは問題にあっているかな)の4つの段階ごとに質問項目を収集し、最終的に各段階4~6項目、計20の質問項目を用意した。メタ認知質問紙の妥当性を確認するために、質問紙解答終了後にインタビューを行い、質問紙の得点との関連を検討した。調査は個別に行い、メタ認知質問紙解答直後に、質問紙の各項目をより具体的かつ詳細に(文章題解決中にどのようなことを考えたのか)理由を含めて問うた。回答は、各メタ認知的活動を実際に行ったことを示す根拠や理由が含まれる程度に応じて0~2点で得点化した(各2×20=最大40点)。

②算数文章題解決のメタ認知的活動を測定するワークシートの開発と採点基準の確立

対象者 公立小学校5年生2クラス65名。

課題及び手続き

ワークシート形式の算数文章題。算数文章題は既習で解決できる問題ではあるが、過剰情報を含む問題であり、問題理解、立式計算、解答の段階ごとに答えるものである。解決しながら、「なぜそのように考えたか」というメタ認知的活動についても記述させるものとなっている。このワークシートへの解答から、問題解決得点(問題の意味を理解し、正しい立式・計算ができ、正しい答えを書くこ

とができたか:11点満点)とメタ認知得点を得点化した。メタ認知得点については、求めるために必要な情報を選んだ理由、その式になると思った理由、解決中や答えを書く時に考えたことや気づいたこと、に関する記述について2~3点満点でメタ認知的な気づきの観点から評価した(11点満点)。

(2)メタ認知的支援を伴う算数指導法の改良:小学校算数授業における「頭の中の先生」の意識づけと訓練の効果

対象者 公立小学校5学年2クラス50名(先行介入群26名、後続介入群24名)。事前調査→先行群の介入授業(「分数のたし算とひき算」単元)→中間調査→後続群の介入授業(「割合」単元)→事後調査の順で行った。

課題及び手続き

①事前・中間・事後調査課題:いずれも既習の「単位量あたり」領域の文章題で、上記(1)の②のタイプのワークシートである。問題理解、立式、計算、解答の段階毎に間に答えるものである(問題解決得点:8点満点)。また、解決中のメタ認知的思考の程度を調べるため、立式と計算の段階で考えたことを吹き出しに答えさせた(メタ認知得点:8点満点)。  
 ②「頭の中の先生」モデルのビデオと練習用ワークシート:オリエンテーション授業において、頭の中の先生の使い方を具体的に理解してもらうために、モデル(大学生)が実際の算数文章題を発話思考しながら解く様子のビデオを作成した。また、頭の中の先生を使う練習として、四コマ漫画のワークシートを作成した。空欄の吹き出しに頭の中の先生の言葉を書き込むものである。  
 ③「頭の中の先生」プリント:算数の問題を解くときに必要なメタ認知的思考の例をまとめたもので、問題と出会ったとき、問題を解いているとき、答えが出たあとの3場面に分けて書かれている。

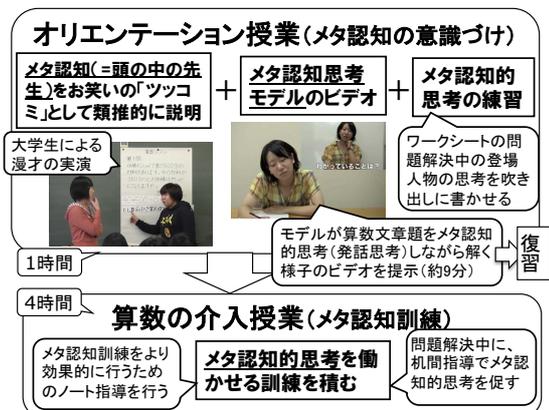


図2 研究(2)の介入授業の概要

介入授業は研究協力者が行った。①オリエンテーション授業(1時間):メタ認知(頭の中の先生)の存在を理解させ、意識づけるための授業である。まず、メタ認知を類推的に理解させるため、教育実習経験のある大学生

2名が漫才の実演を行い、「ボケ」が自分で「ツッコミ」が頭の中の先生であることを確認した。次に、「頭の中の先生」モデルのビデオを見せ、練習用ワークシートを行ってもらった。最後に「頭の中の先生」プリントを配布し、今後の授業で参照するように伝えた。②メタ認知訓練の介入授業(4時間):ノートに頭の中の先生の言葉を書く欄を設けさせ、当該単元の例題を解きながら頭の中の先生の言葉を書く(頭の中の先生プリントを参照させる)訓練を行った(ノート指導)。問題の解決中は、授業者に加え、クラス担任、大学生・大学院生数名がメタ認知的思考を促す机間指導を行った。また、毎回の介入授業後にノートを回収し、授業者が評価コメントを書いて返却した。なお、介入時期に各単元で扱う問題や授業時数は両群で同一であった。

(3)メタ認知的支援を伴う算数指導法の改良:児童がノートに記述した「頭の中の先生」の言葉への評価・賞賛を中心とした介入授業対象者 公立小学校5学年2クラス65名(第1介入群33名、第2介入群32名)。事前調査→「分数の大きさ」単元の授業(実験群は介入授業、統制群は通常授業)→事後調査の順で行った。

課題及び手続き

①事前・中間・事後調査課題:研究(1)の②のタイプのワークシートであり、問題解決得点(11点満点)とメタ認知得点(11点満点)として得点化した。②参考ノート例:オリエンテーション授業で頭の中の先生の言葉を含むオリジナルノートの作り方を理解してもらうために、参考にしてほしいノート記述例4つを作成・配布した。右側に「頭の中の先生」記述欄を設けてあり、問題を読んだ時や立式段階で注意・思考したこと(の例)が記述されている。③ノート通信・掲示物:介入授業で児童が記述したノートの中から良いものを数例選び、そのコピーに良い所を賞賛するコメントを入れてプリントや掲示物としてまとめたもの。児童の賞賛と他の児童の模倣を狙ったものであり、介入期間中に3回作成した。

介入授業は研究協力者が行った。オリエンテーション授業(1時間)では、(2)①と同様に、メタ認知を類推的に理解させるため、教育実習経験のある大学生2名が漫才の実演を行い、「ボケ」が自分で「ツッコミ」が頭の中の先生であることを説明した。次に、参考ノート例を配布し、真似したい所、良い所を見つける活動と全体交流を行った。メタ認知訓練を行う介入授業(10時間)では、ノートの右側に頭の中の先生の言葉を書く欄を設けさせ、問題を解きながら頭の中の先生の言葉を書くよう指導した。問題解決中は授業者がメタ認知的思考を促す机間指導を行い、全体交流では解き方と頭の中の先生の言葉を児童に発表させた。授業後にはノートを回収し、第2著者が評価コメントを書いて返却す

ると共に、1週間に1度、児童の良いノート記述例をノート通信と掲示物に掲載した。なお、介入時期に各単元で扱う問題や授業時数は両群で同一であった。

#### 4. 研究成果

(1)算数領域のメタ認知能力を測定する手法の開発

①算数文章題解決のメタ認知自己評価表の開発

メタ認知質問紙得点とインタビューのメタ認知得点の相関を求めたところ、比較的強い相関が認められた( $r=.547, p<.01$ )。質問紙の各項目に対して「よく考えた/考えた」と答えた児童は、そのメタ認知的活動について具体的に理由を伴って答えることができたということであり、質問紙の妥当性がある程度認められたと言える。一方、外的基準としての問題解決(文章題)得点との関連については、相関が認められなかった( $r=.04$ )。本研究で作成したメタ認知自己評価表は妥当性が高いとは言えず、質問項目や実施方法を再検討する必要性が示唆された。

②算数文章題解決のメタ認知的活動を測定するワークシートの開発と採点基準の確立

ワークシートのメタ認知得点の外的基準妥当性を検証するため、メタ認知得点と問題解決(文章題)得点の相関を求めたところ比較的強い相関が認められ( $r=.521, p<.01$ )、ある程度の妥当性が確認できた。

研究(1)の成果

児童が自己評価する①のメタ認知質問紙は問題解決の得点と関連が無いため、妥当性は高くないと言わざるを得ない結果となった。文章題を解きながら考え記述したことを得点化する②の方法は、採点手続きなどやや手間がかかるが、現時点では、児童のメタ認知をより妥当に反映していると考えられる。そこで、以下の研究(2)・(3)では②の方法を用いて児童のメタ認知を得点化する。

(2)メタ認知的支援を伴う算数指導法の改良:小学校算数授業における「頭の中の先生」の意識づけと訓練の効果

事前・中間・事後調査の問題解決得点とメタ認知得点について2要因(群×調査時期)の分散分析を行った。メタ認知得点については、時期の主効果( $F(1, 45)=31.01, p<.001$ )と交互作用( $F(2, 90)=4.84, p<.05$ )が有意であった。単純主効果などの下位検定の結果、事前・事後調査の群間差はないが、中間調査の得点は先行群が有意に高かった( $F(1, 135)=3.95, p<.05$ )。また、両群ともに時期の単純主効果が有意であり、介入授業後の得点がそれ以前の得点よりも有意に高くなった。両群の介入授業の時期とメタ認知得点の伸びが対応しており、介入授業の効果が確認されたと言える。

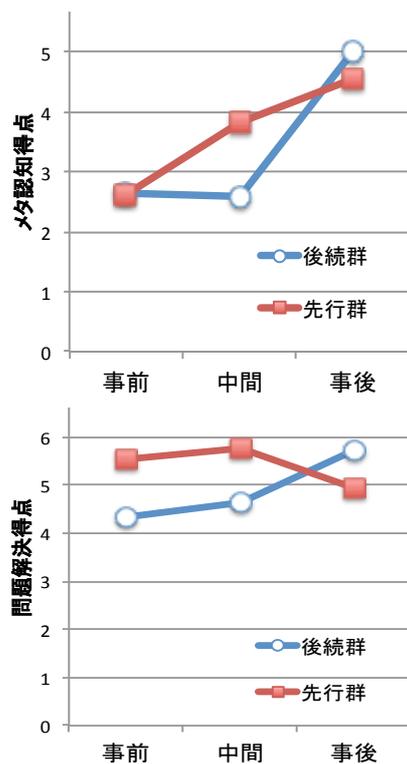


図3. 各群のメタ認知得点（上）と問題解決得点（下）の推移

一方問題解決得点については、交互作用のみが有意であった ( $F(2, 90)=10.55, p<.001$ )。下位検定の結果、事前・中間調査で先行群の得点が後続群より有意に高かった。また、後続群では時期の単純主効果が有意であり ( $F(2, 90)=8.90, p<.001$ )、介入授業後の事後調査の得点が有意に高くなった。後続群については介入授業の効果が示唆された一方、先行群では効果がなかった上に事後調査で得点が下がってしまった。

ノート得点 介入授業時（4時間）に児童が記述した「頭の中の先生の言葉」を基準に従って得点化した（最大7点）。ノート得点（介入授業で効果的なメタ認知的思考をどの程度記述できたか）と介入授業後調査のメタ認知得点や問題解決得点との関連を調べるため、ノート得点レベルの低（0-2点）、中（3-4点）、高（5-7点）の3群に分け、介入授業直後の調査（先行群は中間調査、後続群は事後調査）のメタ認知得点と問題解決得点について、ノート得点レベル要因の1要因分散分析を先行群と後続群で別々に行った。メタ認知得点については、ノート得点レベルの主効果は、後続群では有意ではなかったが、先行群では有意であり ( $F(2, 22)=11.67, p<.001$ )、ノート得点レベル低と中、低と高の間に有意差が認められた ( $p<.05$ )。問題解決得点については、ノートレベルの主効果は後続群では有意ではなかったが、先行群では有意であり ( $F(2, 22)=3.57, p<.05$ )、ノート得点レベル低と高の間に有意差が認められた。

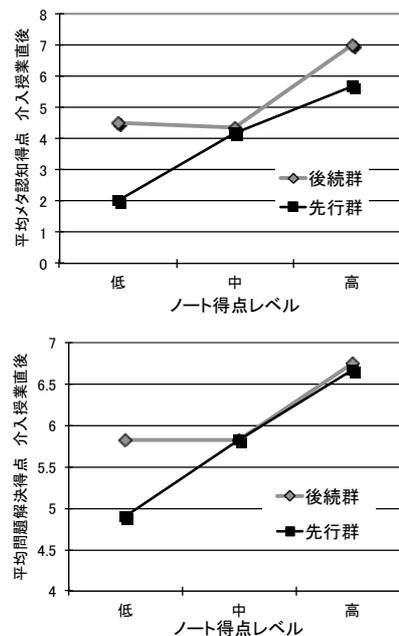


図4. ノート得点レベルごとのメタ認知得点（上）と問題解決得点（下）

#### 研究(2)の成果

問題解決得点についてはやや予想と異なる結果も見られたが（先行群で介入後の変化が見られず事後調査で下降）、メタ認知得点については先行群・後続群ともに介入期直後の調査の得点が有意に上昇しており、全般的には介入の効果が認められた。介入前と比べると、介入後の調査では「図を書いてみた」「検算をやってみた」など、メタ認知的な記述が明らかに増え、内容も具体的になった。また、介入授業時に効果的な言葉を記述することができた児童ほど、介入授業後の調査で効果的なメタ認知的思考を行い、問題を解くことができていた。以上のように、メタ認知の意識づけと訓練の効果が認められた。

(3)メタ認知的支援を伴う算数指導法の改良：児童がノートに記述した「頭の中の先生」の言葉への評価・賞賛を中心とした介入授業 事前・事後調査の問題解決及びメタ認知得点に加え、ノート冒頭得点（介入授業の最初に行った文章題に対する得点）及びノート末尾得点（最後の文章題に対する得点）各15点満点（板書以外のオリジナルの記述があるか、頭の中の先生の言葉が書いているか）を分析対象とした。事前・事後調査の問題解決得点とメタ認知得点について群×時期の2要因分散分析を行った結果、群間差は有意ではなかったが、時期の主効果が問題解決得点で有意 ( $F(1, 63)=25.4, p<.001$ )、メタ認知得点で有意傾向 ( $F(1, 63)=3.1, p<.10$ ) となり、事後調査の得点が上昇した。交互作用は有意ではなかったが、実験群の伸びがより大きいことがグラフから分かる。

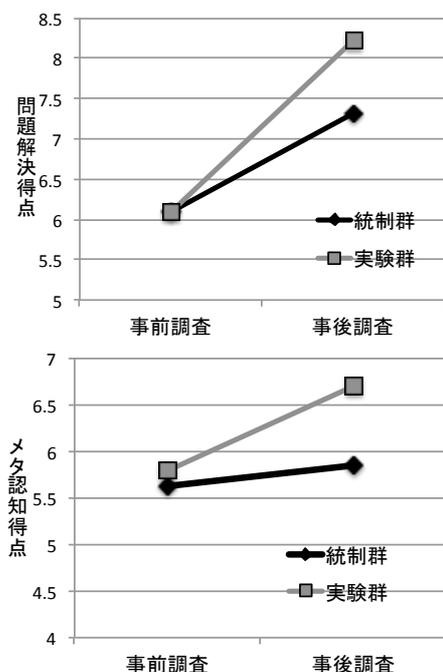


図5. 各群の問題解決得点(上)とメタ認知得点(下)

次に、介入群のノート得点の冒頭から末尾への得点の変化を見たところ、冒頭では3点以下が25名、4-5点が6名、6点以上が1名だったのに対し、末尾時点では3点以下が1名、4-5点が1名、6点以上が30名と大幅に改善された。また、事前調査のメタ認知得点とノート冒頭得点との相関は有意でなかった( $r=.146$ )が、ノート末尾得点と事後メタ認知得点との相関( $r=.358$ )は有意であった。介入授業を通して問題解決やメタ認知が向上すること、「頭の中の先生」を用いてノートが書けるようになった児童ほど、事後調査でもメタ認知的思考に基づいた記述を書くことができたことが示唆された。

#### 研究(3)の成果

「頭の中の先生」の言葉を児童に考えさせることは応用的なメタ認知の形成に効果的であることが示唆されたが、介入授業の効果が明確ではないため、今後さらなる検討が必要である。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

- ①吉野巖 おとなの音楽技能の発達、子どもと発育発達、査読無、Vol. 13, No. 3, 2015、pp. 173-178

〔学会発表〕(計 10件)

- ①吉野巖・風間晶子・島貫静 メタ認知能力を育成する試み(5)-ノートに記述された「頭の中の先生」の言葉への評価・賞賛を中心に- 2016年10月9日 日本教育心理学会 かがわ国際会議場(香川県高松市)  
 ②吉野巖 小学校算数授業においてメタ認知能力を育成する試み~メタ認知(頭の中の先生)の意識づけとメタ認知訓練~

2016年10月9日 日本教育心理学会 かがわ国際会議場(香川県高松市)

- ③吉野巖・島貫静 算数問題解決におけるメタ認知思考訓練の効果-ノートに記述された「頭の中の先生」の言葉の分析- 2015年9月23日 日本教育心理学会 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)  
 ④吉野巖・島貫静 メタ認知能力を育成する試み(4)-小学校算数授業における「頭の中の先生」の意識づけと訓練の効果- 2015年8月27日 日本教育心理学会 朱鷺メッセ(新潟県新潟市)  
 ⑤懸田孝一・吉野巖・宮崎拓弥・浅村亮彦 メタ認知的な意識づけを重視した授業の効果-批判的思考と教員に求められる資質能力に着目して- 2015年8月27日 日本教育心理学会 朱鷺メッセ(新潟県新潟市)  
 ⑥懸田孝一・宮崎拓弥・浅村亮彦・吉野巖 メタ認知的な意識づけによる批判的思考への効果-文献講読演習の場合- 2014年11月8日 日本教育心理学会 神戸国際会議場(兵庫県神戸市)  
 ⑦吉野巖・大佐賀諒 学習事例の提示順序が素朴概念の修正に及ぼす効果-属性間の関数関係を扱う科学的概念(浮力, 大気圧)の場合- 2014年11月8日 日本教育心理学会 神戸国際会議場(兵庫県神戸市)  
 ⑧吉野巖 メタ認知の活性化が批判的思考に及ぼす効果-批判的思考のフィードバック、読みの状況的必然性によるメタ認知の活性化を通して- 2014年9月12日 日本心理学会 同志社大学今出川キャンパス(京都府京都市)  
 ⑨吉野巖・島貫静 算数文章題解決におけるメタ認知的活動の測定とその促進 2013年6月29日 日本認知心理学会 つくば国際会議場(茨城県つくば市)  
 ⑩吉野巖・宮崎拓弥・懸田孝一・浅村亮彦 メタ認知尺度(吉野ら, 2008)の基準関連妥当性の検証 2012年9月13日 日本心理学会 専修大学(神奈川県川崎市)

〔図書〕(計 1件)

- ①星野悦子(編著)・吉野巖ほか 誠信書房、音楽心理学入門(担当執筆:第4章「音楽の認知」) 2015年、pp. 92-109

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

吉野 巖 (YOSHINO, Iwao)  
 北海道教育大学・教育学部・准教授  
 研究者番号: 60312328

##### (2) 研究協力者

島貫 静 (SHIMANUKI, Shizuka)  
 札幌市立明園小学校・教頭