

令和 元年 6 月 24 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K04448

研究課題名(和文)メタ認知能力を基盤とした科学的思考力育成のための理科学習指導法の開発

研究課題名(英文)Development of science instruction for foresting scientific thinking based on metacognitive ability

研究代表者

草場 実(KUSABA, MINORU)

高知大学・教育研究部人文社会科学系教育学部門・講師

研究者番号：00737851

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)：本課題研究では、子どもたちの科学的思考力を育成するための学習指導法を開発することを目的としており、(1)理科学習におけるメタ認知の調整効果(2)メタ認知能力を育成する理科授業の教育的効果(3)メタ認知の調整能力の新たな可能性、について検討した。その結果、(1)メタ認知は動機づけと学習方略の関係を調整する能力があること、(2)メタ認知活動を促進する理科授業は科学的思考力を育成すること、(3)メタ認知は情報の保持と処理を同時に行うワーキングメモリに対しても調整する可能性があること、などが見いだされた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新学習指導要領では、教育課程を通して子どもたちに育成を目指す資質・能力としてメタ認知が明示的に位置づけられており、理科教育においてもその能力を育成することが求められている。本研究成果では、理科学習におけるメタ認知の働き、その能力を育成するための具体的な理科授業について示すことができた。したがって、理科学習におけるメタ認知の機能の解明や科学的思考力を育成するための理科授業の構築に寄与するものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop the teaching methods for foresting scientific thinking based on metacognitive ability. The main results were as follows:(1) Metacognition had moderation effects on the relationship between academic motivation and learning strategies.(2) The science lessons that promoted metacognitive activities could forest scientific thinking ability.(3) Metacognition may also have moderation effects on working memory.

研究分野：理科教育

キーワード：メタ認知 モチベーション 学習方略 科学的思考力 理科学習 観察・実験 科学的探究活動 ワーキングメモリ

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19, CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 学習指導要領におけるメタ認知の位置づけ

現行学習指導要領では、子どもたちが課題解決に向けて、自律的に自分自身の学習の進捗状況をモニタリングしながら、認知活動をコントロールするといった自己調整的な学習の実現のために、メタ認知能力の育成を目指した授業実践の重要性が強調されている。新学習指導要領においても、教育課程を通して育成を目指す資質・能力の1つとしてメタ認知が明示的に位置づけられており、理科教育においてもその能力の育成が求められている(文部科学省, 2016)。

(2) 理科学習におけるメタ認知の向上の意義

Veenman (2012) は、複数の認知プロセスの組み合わせによって形成されている科学的な探究活動には、適切なモニタリングとコントロールが必要であるとしている。すなわち、科学的な探究活動を下支えする科学的思考にはメタ認知が基盤となる(湯澤, 2008)。さらに、メタ認知は、動機づけや学習方略といった心理変数とも密接な関係がある(久坂, 2016)。そのため、メタ認知は動機づけと学習方略に対して調整効果を与えることが推測される。メタ認知がそれらの心理変数をポジティブに調整することで、子どもたちの効果的・効率的な科学的思考力の育成に寄与する可能性がある。

(3) 本研究の申請に至る課題の認識

(1), (2)を踏まえ、子どもたちの理科学習において、メタ認知の調整効果を明らかにすること、メタ認知の向上を目指した教育的介入の在り方を明らかにすること、との成果を蓄積・整理していくことが急務の課題であると考えた。

2. 研究の目的

中等理科教育において、主として以下の3点について明らかにすることを目的とした。

(1) 科学的思考力の形成プロセスにおけるメタ認知の調整効果

(2) メタ認知の活動促進やその能力育成に寄与する理科学習指導デザインとその教育的効果

(3) メタ認知が調整効果を与える新しい心理変数の設定及び科学的思考力との関係

3. 研究の方法

当初は、4年間計画(最終年度: 2018年度)であったが、本研究課題を発展させ、研究計画の再構築を行い、最終年度前年度応募研究課題として新規に採択された(課題番号 18H01017)。そのため、3年間計画(2015年度~2017年度)で遂行することになった。

(1) 2015年度は、メタ認知測定に関する先行研究を整理し、理科学習場面におけるメタ認知を測定するための自己評価項目を作成し、質問紙を準備した。その際、現職の中学校及び高等学校理科教諭より項目内容について修正・精緻化の協力を得て、内容的妥当性を担保させた。次に、理科学習に対する動機づけと理科学習における学習方略を測定するための質問紙を準備した。さらに、科学的思考力を測定するための調査問題を準備した。

中・高校生を対象に質問紙調査と調査問題を実施し、データ収集を行った。動機づけを説明変数、学習方略を媒介変数、科学的思考力を目的変数とする因果モデル(以下、動機づけモデル)を構成し、メタ認知を調整変数として位置づけたときの調整効果について検討した。なお、本検討には高度な統計解析能力が必要であることから、統計解析に関するセミナーに参加し、データ解析に関する知識とスキルの習得を図った。

(2) 2016年度は、理科の特徴的な活動である観察・実験に焦点化し、メタ認知を測定するための自己評価項目を準備し、(1)と同様の手続きで内容的妥当性を担保させた。次に、観察・実験に対する動機づけと観察・実験における学習方略を測定するための質問紙を準備した。さらに、科学的思考力を測定するための調査問題を準備した。

(1)と同様の手続きでデータ収集を行い、観察・実験場面におけるメタ認知の調整効果について検討した。なお、継続して統計解析に関するセミナーに参加し、データ解析に関する知識とスキルの習得を図った。

(3) 2017年度は、理科学習においてメタ認知の活動促進を意図した学習指導をデザインし、その教育的効果について実践的に検討した。市川(2012)を基に指導デザイン及び授業実践を行い、メタ認知と科学的思考力に関するデータ収集を行い、生徒のメタ認知の活動促進や科学的思考力の育成に及ぼす効果を検討した。

メタ認知の調整効果を与える心理変数として、近年、特に教育心理学の文脈において、新しい知的能力として位置づけられているワーキングメモリ(Working Memory: 以下、WM)に着目した。中学生を対象にWMと科学的思考力に関するデータ収集を行い、WMと科学的思考力の関係について検討した。WMの測定にはHiroshima University Computer based Rating of Working Memory (HUCROW)を使用した(湯澤ら, 2015)。

4. 研究成果

主な研究成果は以下の4点であった。

(1) 理科教育におけるメタ認知の自己評価項目の整備

メタ認知の理論(三宮,2008)より,理科学習場面におけるメタ認知の構成要素には,「メタ認知的知識」,「コントロール」,「モニタリング」の3つの潜在変数を仮定した。そして,「メタ認知」を高次因子として仮定したモデルを構成し,確証的因子分析を行ったところ,因子構造の適合度が十分であることが確認できた。観察・実験場面においても同様のモデルを構成し,確証的因子分析を行ったところ,因子構造の適合度は十分であることが確認できた。これらのことから,理科教育において活用することができるメタ認知の自己評価項目が整備されたと判断した。さらに,本項目を用いて,スーパーサイエンスハイスクール(SSH)指定校の高等学校において,科学的探究活動が充実しているカリキュラムが設定されているSSH指定クラスと文系・理系クラスのメタ認知を比較した。その結果,SSH指定クラスの生徒は自身のメタ認知について高く自己評価していることが確認された。このことから,科学的な探究活動には,適切なモニタリングとコントロールが重要であるといったVeenman(2012)の指摘が裏付けられたことも確認できた。

(2) 動機づけモデルにおけるメタ認知の調整効果

期待-価値理論(Eccles & Wigfield,2002; Wigfield & Eccles,2000)より,観察・実験に対する動機づけの構成要素には,「成功期待」,「内発的価値」,「獲得・利用価値」の3つの潜在変数を仮定した。観察・実験における学習方略の構成要素には,認知的処理が要求される「意味理解的方略」と浅い学習方略である「反復的方略」の2つの潜在変数を仮定した。確証的因子分析を行ったところ,動機づけと学習方略ともに因子構造の適合度は十分であることが確認できた。なお,科学的思考力の測定には,平成27年度全国学力・学習状況調査(中学校理科)調査問題を用いた。動機づけモデルにおいてメタ認知を調整変数とする構造方程式モデリング・多母集団同時分析を行った。その結果,メタ認知高群において,動機づけの「成功期待」から,学習方略の「意味理解的方略」に対してポジティブな影響があることが確認された。よって,メタ認知高群では,課題解決に対する自己効力感が,科学的な探究過程における意味理解的な学習方略の使用を促進させるといったメタ認知の調整効果が確認された。一方,学習方略の「意味理解的方略」から科学的思考力に対して,メタ認知の明瞭な調整効果は確認できなかったことから,メタ認知の測定における課題も見いだされた。

(3) 中学校理科におけるメタ認知の教育的介入

市川(2012)を基に,4ステップ(教師からの説明 理解確認 理解深化 自己評価)からなる探究的な活動が,中学校理科第3学年単元「力学的エネルギーの保存」(全2単位時間)で実施された。その結果,介入後の授業についての自由記述では,他者との関わりといった社会的な相互作用が促進され学習の理解の深化につながった,といった内容が多かったことからメタ認知の活動が促進されていると判断した。さらに,科学的知識の活用力を測定する調査問題の得点が高くなることが確認された。このことから,科学的な探究過程を基軸とした活動は,メタ認知の活動促進や科学的思考力の育成に寄与することが見いだされた。

(4) メタ認知の調整効果を与える新たな心理変数

WM理論(湯澤ら,2013)より,科学的思考力がWM容量に依存する際に,メタ認知が調整効果を与えるといった仮説を生成した。本仮説を検証するために,最初の段階として,中学生のWMと科学的思考力との関係について検討した。なお,WMについてはHUCROWによる課題得点を,科学的思考力については平成27年度全国学力・学習状況調査(中学校理科)の調査問題の得点を用いた。その結果,中学生のWMと科学的思考力には相関があること,特に言語性WMは物理的領域における知識の活用力と相関があることが確認された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計14件)

宮崎亮介・原田勇希・草場実(2019)「テキストマイニングによる現行及び次期学習指導要領の比較-共起ネットワークを用いた中学校学習指導要領解説理科編の可視化-」,高知大学教育学部研究報告(査読無),Vol.79,pp.71-79.

草場実・鈴木達也(2018)「理科の観察・実験活動における高校生の方略使用の変化-潜在曲線モデルによる検討-」,学習開発学研究(査読無),Vol.11,pp.49-57.

難波賢太・中尾友紀・鈴木達也・道法浩孝・草場実(2018)「理科の『ものづくり』活動における動機づけと方略の関係の検討()-技術・家庭科技術分野との比較を中心として-」,高知大学教育学部研究報告(査読無),Vol.78,pp.181-186.

中尾友紀・難波賢太・鈴木達也・道法浩孝・草場実(2018)「理科の『ものづくり』活動における動機づけと方略の関係の検討()-項目作成を中心として-」,高知大学教育学部研究報告(査読無)Vol.78,pp.173-180.

草場実・足達慶暢・鈴木達也(2017)「理科学習場面における高校生のメタ認知の実態に関する調査研究」,学習開発学研究(査読無),Vol.10,pp.75-81.

草場実・岡村華江・鈴木達也・筋野健治(2017)「アクティブラーニング型理科授業が中学生の実験に対する動機づけと方略に及ぼす効果-性別差に着目して-」, 学習開発学研究(査読無), Vol.10, pp.83-90.

足達慶暢・岡村華江・鈴木達也・草場実(2017)「理科学習場面における動機づけモデルに関する基礎的研究()-メタ認知の調整効果-」, 高知大学教育学部研究報告(査読無)Vol.77, pp.71-78.

岡村華江・足達慶暢・鈴木達也・草場実(2017)「理科学習場面における動機づけモデルに関する基礎的研究()-性別差の調整効果-」, 高知大学教育学部研究報告(査読無), Vol.77, pp.79-86.

鈴木達也・足達慶暢・岡村華江・草場実(2017)「理科の観察・実験場面における動機づけモデルに関する基礎的研究()-因果モデルの構成-」, 高知大学教育学部研究報告(査読無), Vol.77, pp.87-93.

長尾隆広・足達慶暢・岡村華江・鈴木達也・草場実(2017)「理科の観察・実験場面における動機づけモデルに関する基礎的研究()-中学生と高校生の発達差の調整効果-」, 高知大学教育学部研究報告(査読無), Vol.77, pp.95-101.

岡田祐也・草場実・伊谷行(2017)「中学生の自然体験に対する動機づけを高める生物教材開発とそれを活用した授業実践」, 高知大学教育実践研究(査読無), Vol.30, pp.91-99.

草場実・岡田祐也・伊谷行(2016)「中学生の理科の学習意欲と自然体験への動機づけの関係-構造方程式モデリングによる検討-」, 学習開発学研究(査読無), Vol.9, pp.101-108.

草場実・武内崇・蒲生啓司(2016)「OPPシートを活用した理科学習指導が小学生のメタ認知活性化と理科の学力に及ぼす効果-小学校第3学年理科「明かりをつけよう」を事例として-」, 高知大学教育学部研究報告(査読無), Vol.76, pp.133-144.

草場実・福島啓介・蒲生啓司(2016)「科学的知識を活用した課題解決が中学生のメタ認知活性化と理科の学力の育成に及ぼす効果-中学校理科生物的領域「生命を維持する働き」を事例として-」, 高知大学教育学部研究報告(査読無), Vol.76, pp.145-155.

[学会発表](計44件)

中尾友紀・鈴木達也・難波賢太・草場実, 中学生の観察・実験に対する興味と方略の関係の検討-項目作成を中心として-, 日本理科教育学会九州支部大会, 2018

池恩燮・有馬美月・草場実, 高校生が行う地域の小中学生への理科教育の実践とその効果-大分県日田市での取組みをとおして-, 日本理科教育学会九州支部大会, 2018

中尾友紀・鈴木達也・難波賢太・草場実, 中学生の観察・実験に対する興味と方略の関係の検討()-因果モデルの構成-, 日本理科教育学会全国大会, 2018

草場実・鈴木達也・湯澤正通, ワーキングメモリ理論に基づく理科学習指導に関する研究, 日本理科教育学会全国大会, 2018

中尾友紀・鈴木達也・難波賢太・草場実, 中学生の観察・実験に対する興味と方略の関係の検討()-メタ認知の調整効果-, 日本教科教育学会全国大会, 2018

北川晃・赤松直・草場実・蒲生啓司, 科学技術教育コースにおける「科学技術教育総合演習」の授業実践, 日本教科教育学会全国大会, 2018

鈴木達也・宮崎亮介・亀山晃和・西尾萌子・湯澤正通・草場実, 理科の学力形成過程におけるワーキングメモリ容量の影響-動機づけモデルに依拠した分析を通して-, 日本教科教育学会全国大会, 2018

宮崎亮介・草場実, テキストマイニングによる現行及び次期学習指導要領の比較-中学校学習指導要領解説理科編を用いて-, 日本教育工学会全国大会, 2018

西川拓磨・宮崎亮介・草場実, 高等学校理科におけるアクティブラーニング型授業の実践とその特徴-テキストマイニングによる分析を通して-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2018

原田勇希・宮崎亮介・久坂哲也・草場実・鈴木誠, 理科教育用メタ認知測定尺度の再考-オンラインメソッドの限界と今後に向けて-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2018

宮崎亮介・原田勇希・草場実, テキストマイニングによる現行及び次期学習指導要領の比較()-共起ネットワークによる中学校学習指導要領解説理科編の可視化-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2018

中尾友紀・原田勇希・宮崎亮介・亀山晃和・西尾萌子・鈴木達也・草場実, 中学生の観察・実験に対する興味価値の高まりを意図した理科授業の提案-動機づけモデルに依拠して-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2018

鈴木達也・草場実・湯澤正通, 中学生のワーキングメモリと理科の学力の関係()-メタ認知の差異に着目して-, 日本理科教育学会全国大会, 2017

草場実・鈴木達也・湯澤正通, 中学生のワーキングメモリと理科の学力の関係()-動機づけモデルにおける調整効果-, 日本理科教育学会全国大会, 2017

山中孝一・鈴木達也・草場実, 理科の観察・実験場面におけるメタ認知を測定する項目の作成」, 日本理科教育学会全国大会, 2017

池恩燮・宇津宮留美・Spartacus Crawford・鈴木達也・草場実, 理科と英語の合教科型授業の開発・実践とその教育効果-演習実験プレゼンテーション(6分間ジッケング)を事例として-, 日本理科教育学会全国大会, 2017

- 鈴木達也・草場実・湯澤正通, 理科の観察・実験場面における動機づけモデルの検討-ワーキングメモリの調整効果-, 日本教育工学会全国大会, 2017
- 草場実・鈴木達也, 理科の観察・実験場面における高校生の方略使用の変化-潜在曲線モデルによる検討-, 日本教育工学会全国大会, 2017
- 棟田一章・草場実・中城満, 規約主義に基づく理科授業構成の効果の検討()-児童に学習の見通しをもたせる仮説検証的な問題解決型理科学習-, 日本教育工学会全国大会, 2017
- 草場実・鈴木達也・湯澤正通, ワーキングメモリ理論に基づく理科授業の提案()-メタ認知との関係について-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2017
- ⑲ 鈴木達也・草場実・湯澤正通, ワーキングメモリ理論に基づく理科授業の提案()-「力学的エネルギーの保存」を事例として-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2017
- ⑳ 中尾友紀・難波賢太・鈴木達也・道法浩孝・草場実, 理科学習における「ものづくり」活動に対する動機づけと方略の関係の検討()-項目作成を中心として-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2017
- ㉑ 難波賢太・中尾友紀・鈴木達也・道法浩孝・草場実, 理科学習における「ものづくり」活動に対する動機づけと方略の関係の検討()-技術分野との比較を中心として-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2017
- ㉒ 青野愁斗・足達慶暢・岡村華江・鈴木達也・長尾隆広・草場実, 中学生の理科学習に対する動機づけと科学的思考力の関係-交差遅延効果モデルを用いた因果関係の検討-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2016
- ㉓ 鈴木達也・足達慶暢・岡村華江・草場実, 理科の観察・実験活動における動機づけモデルの検討-多母集団同時分析によるメタ認知の調整効果-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2016
- ㉔ 岡田祐也・草場実・伊谷行, 中学生の理科学習と自然体験に対する動機づけを促す生物教材開発とその授業実践への活用, 日本理科教育学会四国支部大会, 2016
- ㉕ 鈴木達也・足達慶暢・岡村華江・草場実, 理科の観察・実験活動における動機づけモデルの検討, 日本教育工学会全国大会, 2016
- ㉖ 草場実・足達慶暢・岡村華江・鈴木達也・青野愁斗・長尾隆広, 生徒の観察・実験に対する動機づけと方略の関係()-構造方程式モデリングによる検討-, 日本理科教育学会全国大会, 2016
- ㉗ 長尾隆広・足達慶暢・岡村華江・鈴木達也・青野愁斗・草場実, 生徒の観察・実験に対する動機づけと方略の関係()-多母集団同時分析による中学・高校生の発達差の検討-, 日本理科教育学会全国大会, 2016
- ㉘ 鈴木達也・足達慶暢・岡村華江・青野愁斗・長尾隆広・草場実, 生徒の観察・実験に対する動機づけと方略の関係()-多母集団同時分析による生徒のメタ認知差の比較-, 日本理科教育学会全国大会, 2016
- ㉙ 足達慶暢・鈴木達也・岡村華江・青野愁斗・長尾隆広・池恩燮・草場実, 理科学習における高校生のメタ認知を測定する項目の作成, 日本理科教育学会全国大会, 2016
- ㊀ 岡村華江・足達慶暢・鈴木達也・青野愁斗・長尾隆広・蒲生啓司・赤松直・草場実, 理科学習場面における中学生の動機づけモデルの検討 多母集団同時分析による男女差の比較, 日本理科教育学会全国大会, 2016
- ㊁ 青野愁斗・足達慶暢・岡村華江・鈴木達也・長尾隆広・草場実, 中学生の科学的知識と科学的思考力の因果の方向性-交差遅延効果モデルを用いた検討-, 日本理科教育学会全国大会, 2016
- ㊂ 池恩燮・宮崎和彦・宇津宮留美・草場実, 英語を用いた演示実験プレゼンテーションが生徒の科学的表現力に及ぼす効果 大分県立日田高等学校(SSH 認定校)での SSC を事例として, 日本理科教育学会全国大会, 2016
- ㊃ 草場実・足達慶暢・鈴木達也・岡村華江・池恩燮, 高校生の観察・実験に対する動機づけと方略の関係()-構造方程式モデリングによる因果モデルの構成-, 日本理科教育学会九州支部大会, 2016
- ㊄ 足達慶暢・鈴木達也・岡村華江・池恩燮・草場実, 高校生の観察・実験に対する動機づけと方略の関係()-メタ認知を測定する項目の作成-, 日本理科教育学会九州支部大会, 2016
- ㊅ 鈴木達也・足達慶暢・岡村華江・池恩燮・草場実, 高校生の観察・実験に対する動機づけと方略の関係()-メタ認知を調整変数とする多母集団同時分析-, 日本理科教育学会九州支部大会, 2016
- ㊆ 岡村華江・足達慶暢・鈴木達也・蒲生啓司・赤松直・草場実, 中学生の理科学習における動機づけモデルの検討-多母集団同時分析による男女差の検討-, 日本理科教育学会九州支部大会, 2016
- ㊇ 池恩燮・宮崎和彦・宇津宮留美・草場実, 大分県立日田高等学校における探究 とその教育効果, 日本理科教育学会九州支部大会, 2016
- ㊈ 草場実・足達慶暢・岡村華江・山下太一・蒲生啓司, 中学生の理科の学力と学習意欲・学習方略の関係()-構造方程式モデリングによる因果モデルの構成-, 日本理科教育学会四国支部大会, 2015
- ㊉ 足達慶暢・草場実・岡村華江・山下太一・蒲生啓司, 中学生の理科の学力と学習意欲・学習方略の関係()-多母集団同時分析によるメタ認知差の比較-, 日本理科教育学会四国大会,

2015

- ④②岡村華江・草場実・足達慶暢・山下太一・蒲生啓司，中学生の理科の学力と学習意欲・学習方略の関係()-多母集団同時分析による男女差の比較-，日本理科教育学会四国大会，2015
- ④③岡田裕也・草場実・伊谷行，中学生の理科の学習意欲と自然体験への動機づけの関係-構造方程式モデリングによる因果モデルの構成-，日本理科教育学会四国支部大会，2015
- ④④草場実・山下太一・蒲生啓司，中学生の学習意欲と学習方略が科学的知識とその活用に及ぼすメタ認知の調整効果，日本理科教育学会全国大会，2015

6．研究組織

研究協力者

研究協力者氏名：原田 勇希，鈴木 達也，池 恩燮，西川 拓磨

ローマ字氏名：HARADA Yuki，SUZUKI Tatsuya，CHI Eunsup，NISHIGAWA Takuma

科研費による研究は，研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため，研究の実施や研究成果の公表等については，国の要請等に基づくものではなく，その研究成果に関する見解や責任は，研究者個人に帰属されます。