

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 9 日現在

機関番号：11201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12929

研究課題名(和文) 実験計画におけるメタ認知スキルの一般化を促す指導方略の開発

研究課題名(英文) The development of teaching strategies to encourage generalization of metacognitive skills in experimental design

研究代表者

久坂 哲也 (Hisasaka, Tetsuya)

岩手大学・教育学部・准教授

研究者番号：00779944

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、実験を計画する能力をメタ認知スキルと捉え、それが単元や領域を超えて適応するよう一般化を図る指導方略を開発することである。本研究の成果として、1) 実験を計画する際のメタ認知的知識を7つに整理できたこと、2) 中学生向けの学習テキストを作成することができたこと、3) 中学校での授業実践によって効果測定を行い、理科の問題だけでなく、日常生活に関する問題においても実験を計画する能力の向上が認められたこと、などが挙げられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、諸調査の結果において課題として指摘されている「実験を計画すること」に関して、この課題を解決するための指導方略を開発した。具体的には、実験計画能力を支えるメタ認知的スキルを明らかにし、その獲得を促す学習テキストを作成した。このテキストを用いた授業実践を実施して効果測定を行った結果、実験計画能力の向上が認められた。実験計画能力を支える下位のスキルを抽出し、それを意図的、明示的に指導することで実験を計画する能力を育成することができた点は、我が国の教育課題の解決に寄与すると考えられる。なお、本研究で作成したテキストは東京都内の中学校でも使用され、効果を発揮している。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop an instructional strategy for generalizing the ability to design experiments as a metacognitive skill that can be applied across units and domains. The results of this research were as follows: 1) we were able to organize the metacognitive knowledge on planning experiments into seven categories; 2) we were able to create a textbook for junior high school students; and 3) we were able to measure the effects of the experiments in a junior high school and found that students' ability to plan experiments improved not only in science problems but also in problems of daily life.

研究分野：理科教育学，教育心理学

キーワード：中学校理科 実験計画能力 メタ認知

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

平成 27 年度に実施された全国学力・学習状況調査中学校理科の報告書では、「実験を計画すること」に課題があることが示されている(国立教育政策研究所, 2015)。科学的に探究する能力を養う上で、条件を制御しながら実験を計画することは極めて中心的なスキルである。

近年、学校教育現場においても“メタ認知 (metacognition)”という言葉が浸透してきており、我が国の理科教育学研究においてもメタ認知は、重要な研究テーマの 1 つとして確立したとされている(久坂, 2016)。また、実験を計画するときは、“従属変数と独立変数を同定する”、“独立変数を 1 つにして実験計画を立案する”といった方略は、「メタ認知スキル (metacognitive skills)」と呼ばれる (Veenman, 2012)。

そこで、本研究課題では、科学的探究プロセスの実験を計画するフェーズに焦点を当て、単元や領域を超えて適応可能なメタ認知スキルを育成する指導方略の開発を目的とする。この目的を達成するため、心理学研究で積み上げられてきたメタ認知研究の知見を理科教育学研究へと応用し、実験計画におけるメタ認知スキルの一般化を促進する指導方略について、中学校での授業実践を通して成果を詳細に検討する。

メタ認知スキルの育成に関して Veenman (2011) は、1) メタ認知スキルを課題の中に埋め込むこと (the synthesis position)、2) メタ認知スキルだけでなく使用するメリットや必要性も指導すること (informed training)、3) 長期的に指導すること (prolonged training) の 3 つを挙げている。さらに、特定の課題内で獲得されたメタ認知スキルは、同型や類型の課題を繰り返す中で徐々に一般化することが複数報告されている (e.g., Schraw et al., 1995)。これは、学習の転移 (transfer of learning) を誘発することによって、メタ認知スキルの抽象化が起きていると考えられる。例えば、“従属変数を数値化する”といった練習を複数回行うことによって、学習者がある共通点やポイントに気づき、異なる単元や場面に遭遇しても適応することが可能になる、ということである。したがって、本研究課題では、これらの知見を中学校理科の授業に位置付け、展開していくことを狙っている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、中学生の実験計画能力の育成を目標としてメタ認知スキルの一般化を促す指導方略を開発し、授業実践を通して効果を測定することである。

3. 研究の方法

本研究は 3 年計画とし、1 年目は、実験計画能力とそれに関連する能力、メタ認知スキルの指導実践例、メタ認知スキルの一般化に関する資料を国内外から収集し、実験計画スキルの構成概念(下位スキル)を体系的に整理する。また、メタ認知理論に基づく指導方略を試案する。2 年目は、1 年目で試案した指導方略を中学校理科の学習内容に照らし合わせ、指導設計の精緻化を図り、授業実践(予備実践)を通して効果や問題点を明らかにし、完成度を上げる。3 年目は、2 年目の予備実践をもとに中学校での授業実践を行い、その教育効果についてメタ認知スキルの獲得と一般化、科学的探究能力育成の観点から詳細に検証する。

4. 研究成果

(1) 実験計画スキルの体系的整理

実験計画能力を支えるメタ認知スキルについて、先行研究や文部科学省が発行している資料「小学校理科の観察、実験の手引き」(文部科学省, 2011)、心理学研究法の専門書(例えば高野・岡, 2004 など)を参考に、理科教育学を専門とする大学教員、中学校理科教員、理科教育学を専攻する大学生で協議しながら抽出及び整理を行った。その結果、図 1 に示すような 7 つのルールに整理することができた。

(2) 指導方略の開発

授業実践を行う上で使用する学習用テキストを作成した。7 つのルールに整理できたことからテキスト名を「実験計画のセブンルール：実験を計画するときに必要な 7 つのこと」と命名した。

テキストの構成は、初めに科学的探究のプロセス全体について解説し、次に「実験」は独立変数や従属変数の因果関係を調べる活動であることを解説する資料を挿入した。その後、ルール 1 からルール 7 までを解説する資料を付けた。なお、各ルールの解説に当たっては、解説文の後に理科の学習場面と日常生活場面についての練習問題を 2 問挿入し、各ルールについての理解を深めるとともに、各ルールの適用範囲が理科学習の文脈だけでなく日常生活の場面においても適用されるよう学習の転移 (transfer of learning) を促す構成とした。

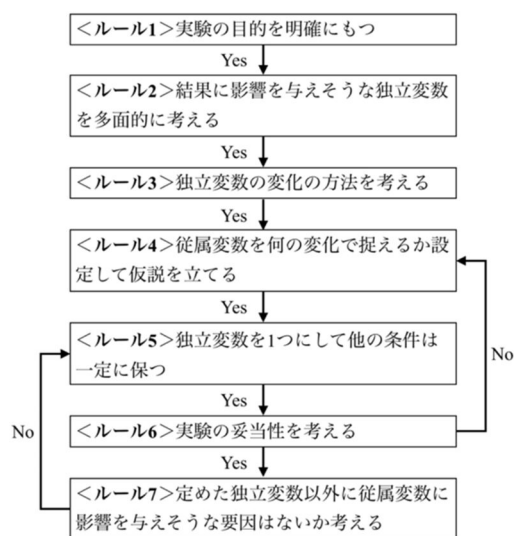


図 1 実験計画の 7 つのルール

(3) 授業実践による効果測定

授業実践は、国立大学附属中学校第2学年の生徒160名を対象として実施した。計4学級のうち2学級を授業実践を実施する実験群、残り2学級を授業実践を実施しない統制群に無作為に割り当てた。また、授業実践の効果を測定するための評価問題を作成した。具体的には、OECDのPISA調査の科学的リテラシーに関する過去問を参考にプレとポストの2題を作成した。作成にあたり留意した点は、対象者にとって中程度の難易度であること、理科で学んだ科学的知識の保持や理解状況の影響をなるべく受けない内容であることの2点であった。評価問題は定めたルールに従って得点化の基準を設け、10点満点で評価した(表1)。評価問題1においては群の主効果が認められなかったが、評価問題2および変化量Δにおいては群の主効果が認められた。また、評価問題1において性別の主効果が認められ、男子の得点は女子の得点よりも高いことが示されたが、評価問題2および変化量Δにおいては認められなかった。つまり、授業実践を行った実験群は、評価問題の得点が上昇したことを示す結果である。本実践では、例えば「実験の計画を立てるときは(if:条件部分)、独立変数を1つずつ変えて他の条件は一定に保つ(then:行動部分)」のように、メタ認知的な宣言的知識をいつどのように使うかといった条件的知識と手続き的知識を組み合わせることで指導したことにより、学習者にとって利用可能な知識となったのではないかと推察する。中学生は理科授業の中で実験計画に関わるオーセンティックな経験を積み重ねていても、その活動の意味的な抽象化や概念化が図られていないため、実験計画の立案が困難になっているのではないだろうか。学習の転移を促すためには、ルールとして獲得させることが有効であると考えられる。

表1 評価問題の基礎統計量

	実験群		統制群		F値			η^2		
	男子	女子	男子	女子	群	性別	交互作用	群	性別	交互作用
評価問題1 (プレテスト)	3.68 (1.88)	2.59 (1.60)	3.14 (1.46)	2.90 (1.39)	0.22 <i>n.s.</i>	6.72 *	2.81 <i>n.s.</i>	.00	.04	.02
評価問題2 (ポストテスト)	5.76 (1.77)	5.89 (1.61)	4.84 (1.46)	4.65 (1.64)	16.84 ***	0.01 <i>n.s.</i>	0.38 <i>n.s.</i>	.10	.00	.00
変化量Δ (ポスト-プレ)	2.06 (2.26)	3.26 (1.66)	1.86 (1.61)	1.75 (1.74)	8.15 ***	3.34 <i>n.s.</i>	4.84 *	.05	.02	.05

()は標準偏差, * $p<.05$ *** $p<.001$

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 久坂哲也, 及川宏輝, 會津響平, 平澤傑, 佐々木聡也, 菊地洋一, 名越利幸	4. 巻 6
2. 論文標題 中学校理科・数学科におけるアクティブ・ラーニングの開発と評価（理科編）：メタ認知的支援を組み込んだ授業設計	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 教育実践研究論文集	6. 最初と最後の頁 117～124
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 中嶋 彩華、久坂 哲也	4. 巻 42
2. 論文標題 小学校教員の教師効力感と教員経験年数の関連の予備的検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 057～060
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.15077/jjet.S42035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Ohtani Kazuhiro、Hisasaka Tetsuya	4. 巻 13
2. 論文標題 Beyond intelligence: a meta-analytic review of the relationship among metacognition, intelligence, and academic performance	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Metacognition and Learning	6. 最初と最後の頁 179～212
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s11409-018-9183-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 川上 紗希、久坂 哲也	4. 巻 33
2. 論文標題 大学生の理科学習における学業的援助要請の予備的検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 9～12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.14935/jsjer.33.1_9	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 中嶋 彩華、久坂 哲也	4. 巻 33
2. 論文標題 教育学部生の理科指導に対する不安の変容	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 13～16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.14935/jsjer.33.1_13	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小西 かな、久坂 哲也	4. 巻 33
2. 論文標題 教科学習における認知カウンセリングの基礎的考察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 17～20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.14935/jsjer.33.1_17	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 清野 樹恵、及川 宏輝、古本 温久、久坂 哲也	4. 巻 33
2. 論文標題 ふきだし法を用いた理科の問題解答におけるメタ認知のオンライン評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 55～60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.14935/jsjer.33.1_55	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 久坂哲也・平澤傑・名越利幸・菊地洋一・小室孝典・佐々木聡也	4. 巻 5
2. 論文標題 中学校理科・数学科におけるアクティブ・ラーニングの開発と評価(理科編) : 考察場面におけるメタ認知的支援を組み込んだ授業実践	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 教育実践研究論文集	6. 最初と最後の頁 30-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 原田勇希, 久坂哲也, 草場実, 鈴木誠
2. 発表標題 理科教育用メタ認知測定尺度の再考: オフラインメソッドの限界と今後に向けて
3. 学会等名 平成30年度日本理科教育学会四国支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中嶋彩華, 久坂哲也
2. 発表標題 教育学部生の理科指導に対する不安の分類
3. 学会等名 日本教育工学会第34回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久坂哲也, 平澤傑
2. 発表標題 メタ認知的支援を組み込んだ中学校理科授業の実践と評価: 協働的問題解決における学業的援助要請の影響に着目して
3. 学会等名 日本教育心理学会第60回総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中嶋彩華, 久坂哲也
2. 発表標題 理科指導に対する不安尺度の作成
3. 学会等名 日本理科教育学会第68回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清野樹恵, 久坂哲也
2. 発表標題 理科の問題解決場面におけるメタ認知に対するオンライン評価の理論的検討
3. 学会等名 日本理科教育学会第68回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平澤傑, 久坂哲也
2. 発表標題 科学的探究における促進要因と阻害要因のメタ認知的知識獲得による効果の検討
3. 学会等名 日本理科教育学会第68回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清野樹恵・中嶋彩華・久坂哲也
2. 発表標題 理科授業の振り返り場面における学習方略に関する基礎的考察
3. 学会等名 平成29年度第3回日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 久坂哲也・菊地洋一・小室孝典・佐々木聡也・平澤傑・名越利幸
2. 発表標題 中学生の理科学習に対する学習動機の基礎的考察: 学年差と自己効力感・メタ認知方略に与える影響
3. 学会等名 日本理科教育学会第56回東北支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清野樹恵・中嶋彩華・久坂哲也
2. 発表標題 理科授業場面における振り返り方略尺度の作成
3. 学会等名 日本理科教育学会第56回東北支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 久坂哲也・平澤傑
2. 発表標題 中学校理科における学習動機と科学的探究活動の関連
3. 学会等名 日本教育心理学会第59回総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 久坂哲也・平澤傑
2. 発表標題 メタ認知的知識を教示した協働的な学びの有用性：予想場面の正答率および確信度判断とその正確性
3. 学会等名 日本理科教育学会第67回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平澤傑・久坂哲也
2. 発表標題 中学校理科の考察場面におけるメタ認知的知識に関する調査：計量テキスト分析を用いた分類と評価
3. 学会等名 日本理科教育学会第67回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuhiro Ohtani, Tetsuya Hisasaka
2. 発表標題 The Relationship Between Metacognition and Learning Performance: A Meta-Analytic Review.
3. 学会等名 15th European Congress of Psychology (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 遠藤孝夫	4. 発行年 2019年
2. 出版社 東信堂	5. 総ページ数 280
3. 書名 「主体的・対話的で深い学び」の理論と実践	

1. 著者名 久坂哲也	4. 発行年 2019年
2. 出版社 東洋館出版社	5. 総ページ数 93
3. 書名 初等教育資料2019年11月号	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	平澤 傑 (Hirasawa Suguru)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	佐々木 聡也 (Sasaki Soya)		
研究協力者	會津 響平 (Aizu Kyohei)		