

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K02847

研究課題名（和文）データ解釈観のメタ理解によるデータ解釈能力育成に関する研究

研究課題名（英文）Research on the Development of Data Interpretation Ability through
Meta-understanding of Data Interpretation Perspectives

研究代表者

宮本 直樹（MIYAMOTO, Naoki）

茨城大学・教育学部・准教授

研究者番号：20736318

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：国内外のカリキュラムにおいて、データ解釈能力の育成は重視され、生徒の科学的探究において重要である。そこで、本研究では、「データ解釈観」をメタ認知的知識である「方略についての知識」として扱い、この「方略についての知識」を導入する授業実践を行うことで、生徒のデータ解釈能力を育成することを目指した。具体的には、「方略としての知識」を獲得・理解させ、この「方略としての知識」の適用を通してデータ解釈能力を育成する授業を構想し実践した。その結果、データ解釈能力を育成することができた。加えて、「方略としての知識」である「手続的知識」の認識の実態も解明することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

データ解釈能力育成の指導方略は多々あるが、メタ認知的知識である「方略についての知識」を導入し、データ解釈能力を育成する指導方略の一つを提案できた。このことに研究成果の学術的意義がある。この指導方略は、主体的・対話的で深い学びに誘う授業改善にも役立つ。さらに、「方略としての知識」を獲得・理解させ、この「方略としての知識」を適用する科学的探究の場面でデータ解釈能力の発揮が今後期待できる。一方、研究成果の社会的意義として、社会的事象への「方略としての知識」の転移も期待できる。

研究成果の概要（英文）：In curriculums in Japan and overseas, the development of data interpretation ability is emphasized and important for students' scientific inquiry. This research thus treated a "data interpretation perspective" as "strategic knowledge," which is metacognitive knowledge, and conducted classes introducing this strategic knowledge in order to develop the data interpretation ability of students. Specifically, we designed and practiced classes in which students acquire and understand strategic knowledge and develop their data interpretation ability through application of such knowledge. As a result, we were able to develop their data interpretation ability. In addition, we were able to elucidate the actual state of recognition of procedural knowledge, which is strategic knowledge.

研究分野：理科教育学

キーワード：データ解釈 データ解釈観 方略についての知識 手続的知識

1. 研究開始当初の背景

PISA2015では科学的リテラシーの科学的能力として「データと証拠を科学的に解釈する能力」(国立教育政策研究、2016)また、米国のNext Generation Science Standards (NGSS Lead States, 2013)の実践(Practice)では構成要素の一つとして「データの分析と解釈」を掲げ、さらに、日本の学習指導要領(文部科学省、2018)においても、中学校理科の目標の一つに「科学的に探究する力」を掲げ、具体的には「結果を分析して解釈する活動」を明記している。このように、一貫してPISAのフレームワークや国内外のカリキュラムにおいて、データ解釈能力の育成は重視されている。換言すれば、データ解釈能力の育成は、理科教育において、重要な課題である。しかしながら、生徒の観察、実験後のデータ解釈能力は低い。

国内・外の研究動向に目を転じると、申請者が行った研究においては、データ解釈能力を育成する授業づくりの基礎的知見を得るために、仮説設定によってデータ解釈能力が育成された研究(宮本、2104)や、仮説設定後の「結果の予想」を行うことによって、データ解釈能力が育成された研究(宮本、2106)がある。しかし、これら研究では、教師によるデータ解釈能力育成のための指導方略がとられ、生徒自らが、科学的探究の遂行状況を確認し、修正するといったメタ認知的機能がはたらく場面は少ない。一方、12歳の生徒を対象とした、14ヶ月もの期間にもおよぶ探究授業(open-inquiry laboratory)において、データ分析と解釈するスキル等を促進させたことから、Roth & Roychoudhury (1993)は、「プロセス・スキルズは独立して教えられる必要はない。実験が有意義な文脈で遂行された時、統合的なプロセス・スキルズ(適切な変数の同定と定義、解釈・変換・データの分析、実験の計画や設計、仮説の形成)はしだいに促進され、洗練した高いレベルに達する」と指摘した。つまり、科学的探究を繰り返すことによって、データ解釈は促進される。取り上げて、データ解釈のスキルを指導する必要はない、という指摘である。これは、生徒自らが、遂行状況を確認し、修正するといった、メタ認知的活動におけるモニタリングとコントロールを、生徒自らが行った、と捉えることができる。

データ解釈能力育成において、このメタ認知的活動におけるモニタリングとコントロールを生徒自ら遂行できるようになるためには、「データ解釈とは何か」「データを解釈するためにはどうすればよいのか」といった「データ解釈観」をメタ認知的知識に属する「方略についての知識」(三宮、2008)として身に付けさせることが必要となる。しかしながら、「データ解釈観」を「方略についての知識」として扱った研究はない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「データ解釈観」を「方略についての知識」として扱い、「方略についての知識」を導入する授業実践を行うことで、生徒のデータ解釈能力を育成することにある。これを主目的とした。そして、4力年(令和2年度～令和5年度)の研究期間内の各年度の目的を次のようにした。

(1)理科教育及び理科授業における「データ解釈観」を科学的探究に特化した科学教育論・理科教育論等の文献から抽出し、「データ解釈観」とメタ認知的知識である「方略についての知識」との関連を明らかにする(令和2年度の目的)。

(2)「データ解釈観」を「方略についての知識」として獲得させる授業実践を構想し、試行する。その後、授業実践において得られた研究データを分析・評価する(令和3年度の目的)。

(3)(2)の授業実践で得られた評価を踏まえ、データ解釈能力を育成するための「方略についての知識」を適用する授業実践を構想、試行し、得られた研究データを分析・評価する(令和4年度の目的)。

(4)(3)で得られた結果を踏まえ、本研究を総括的に評価する(令和5年度の目的)。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、4力年(令和2年度～令和5年度)をかけて、下記の(1)構築、(2)実践、(3)評価の3つのステージに分けて研究を遂行する。

(1) 構築のステージ

科学的探究に特化した科学論・科学教育論・理科教育論等の文献の分析を行い、理科教育及び理科授業における「データ解釈観」の抽出を図る。具体的には、中学校理科における「データ解釈観」の抽出を国内・外の学会誌から基礎的知見を得て整理する。そして、「データ解釈観」とメタ認知的知識である「方略についての知識」との関連を明らかにする。

(2) 実践とその評価のステージ

(1)の構築のステージで明らかになった基礎的知見を踏まえ、「データ解釈観」を「方略についての知識」として獲得させる指導法を開発する。その際、複数の中学校教師と協議する。その後、協議結果を踏まえ、理科授業実践を行う。研究データの収集に関しては、各班にICレコーダーを置き実践授業中の生徒の会話を収集、各班にビデオカメラを設置し生徒の言動を収録する。加えて、生徒にレポートを記述させ、授業実践前・後の生徒の授業内容に関するアンケート調査、実践後に生徒にインタビュー調査を実施する。このように多面的にデータを収集する。その後、

生徒の会話やインタビュー内容はプロトコル化し質的に分析する。レポートの記述やアンケート調査によって得られた記述データに関しては、内容分析を行い、数量的に統計処理分析を行う。最後に、多面的に分析された結果を踏まえ、複数の中学校教師と総合的に授業実践を評価する。

(3) 実践とその評価及び総括的評価のステージ

(2)の授業実践の評価を踏まえ、データ解釈能力を育成するための、「方略についての知識」を適用する授業を構想する。その際、中学校理科授業のどの単元、どの実験で検証可能かどうか、を検討するために複数の中学校教師と協議する。その後、理科授業実践を行う。研究データの収集・分析・評価に関しては、前述した(2)と同様である。最後に、本研究を総括的に評価する。

4. 研究成果

研究成果を以下に示す。

(1) データ解釈観におけるメタ認知的知識である「方略についての知識」とは、「図表、グラフに示されたデータから独立変数や従属変数を区別し理解して変則データを踏まえて、パターンや傾向を読み取り推論すること、また、図表データやグラフデータを数式化(一般化)すること」といった科学的探究のプロセスを踏む方略である。

(2)三宮(2008)や山口(2019)より、メタ認知的知識である「方略についての知識」は、基礎知識(宣言的知識)「データ解釈とはどのような方略か」、手続き知識(手続的知識)「データ解釈の方略はどのように使うのか」、条件知識(条件的知識)「データ解釈の方略はいつ使うのか」といった構成になる。そして、これらの方略についての知識を獲得させなければならないことがわかった。

(3) 深谷(2016)より、データ解釈能力の促進とデータ解釈能力の育成の差異を明らかにすることができた。具体的には、「促進」とはデータ解釈を促す介入である。「育成」は、教師による介入がない状況でも介入時に得た「方略についての知識」を自ら適用してデータ解釈できるようになることである。したがって、本研究では、生徒が「方略についての知識」を獲得し、指導方略の介入がない状態でこれを適用できるようになると、データ解釈能力が育成されたこととなる。

(4) Rezba, Sprague, McDonnough and Matkins (2007)より、「方略についての知識」を獲得させるデータ解釈能力促進のための授業実践(フックの法則の導出)を開発することができた。

この授業実践において、「自分で考えた仮説」「グループで考えた仮説」「クラスで考えた仮説」の設定において独立変数と従属変数を踏まえて仮説を設定することができ、次に、表やグラフの作成においても独立変数と従属変数を踏まえることができた。さらに、データ解釈内容に「数式」「パターンや傾向(比例関係)」を記述した生徒が約7割であった。したがって、「独立変数や従属変数を区別し理解し、グラフに示されたデータから変則データを踏まえて、パターンや傾向を読み取り推論すること、また、図表データやグラフデータを数式化(一般化)すること」という「方略についての知識」が獲得でき、データ解釈能力が促進されたことが明らかとなった。

(5) Rezba, Sprague, McDonnough and Matkins (2007)、福田・遠西(2021)より、「方略についての知識」として適用させるデータ解釈育成のための授業実践(オームの法則の導出)を開発することができた。

この授業実践において、「自分で考えた仮説」「グループで考えた仮説」「クラスで考えた仮説」の設定において独立変数と従属変数を踏まえて仮説を設定することができ、次に、表やグラフの作成においても、独立変数と従属変数を踏まえていた。さらに、データ解釈内容に「数式」を記述した生徒が約6割であった。また、「パターンや傾向(比例関係)」を記述した生徒が約9割であった。一方、「変則データ(誤差)」を記述した生徒が約1割であった。この「変則データ(誤差)」については、オームの法則導出の実験データに変則データが生じなかったため、グラフの直線から大きくデータが外れず、変則データ(誤差)への言及が必要なかったためだったと考えられる。したがって、「独立変数や従属変数を区別し理解し、グラフに示されたデータから変則データを踏まえて、パターンや傾向を読み取り推論すること、また、図表データやグラフデータを数式化(一般化)すること」という「方略についての知識」が適用されたため、データ解釈能力が育成されたことが明らかとなった。

(6) 佐藤(1998)や植阪(2014)を参照したアンケート調査をフックの法則とオームの法則導出授業後に実施したところ、独立変数と従属変数の使用を基軸とし表やグラフの利用から数式化の導出について、有用性を実感として認知し、困難性(コスト感)の認知を極度には有していないことがわかった。

(7) 上述した研究成果より、データ解釈におけるメタ認知的知識である「方略としての知識」を獲得・理解させ、この「方略としての知識」を適用する授業実践を通してデータ解釈能力を育成することができた。

しかしながら、「方略としての知識」である「手続的知識」の生徒の認識まで詳細に検討することができなかった。そこで、「方略としての知識」である「手続的知識」の認識に関して、中学生を対象に調査を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

(8) グラフの傾きや線形、非線形、3次元の座標やグラフ、そして数式の導出に関してデータ解釈としての手続きと捉える認識が低かった。したがって、これらは数式化と関連することが多いため、数式の導出をデータ解釈と捉える指導が今後必要となることがわかった。

(9) 数式の導出に関しては、予測、推論、仮説において、文章表現のみならず数式表現も存在すること、また、結論の正しさ及びデータ分析や結論の言える限界を示す際には数式が効力を発揮すること、データ間の定性的な類似点と相違点を説明する際にも数式を利用して説明できること、を指導していく必要があることが示唆できた。

最後に、研究期間全体を通じて実施した研究の成果については、「データ解釈観」を「方略についての知識」として扱い、「方略についての知識」を導入する授業実践を行うことで、生徒のデータ解釈能力を育成することができた。具体的には、「方略としての知識」を理解・獲得させ、この「方略としての知識」の適用を通してデータ解釈能力の育成が検討できた。加えて、前述したように、「方略としての知識」である「手続的知識」の認識の実態も解明することができた。

<引用文献>

- 深谷達史(2016)「メタ認知の促進と育成 - 概念理解のメカニズムと支援 - 」, 北大路書房、29-30.
- 福田恒康・遠西昭寿(2021)「『オームの法則』の指導を再考する」『理科教育学研究』第62巻、第1号、331-338.
- 国立教育政策研究所(2016)『PISA2015年調査 評価の枠組み - OECD 生徒の学習到達度調査』明石書店、38-39.
- 宮本直樹(2014)「中学校理科における仮説設定とデータ解釈との関連 - 因果関係を踏まえた仮説の共有化、洗練化に着目して - 」『理科教育学研究』第55巻、第3号、341-350.
- 宮本直樹(2016)「中学校理科におけるデータ解釈能力育成に関する基礎的研究 - 仮説設定後の『結果の予想』に着目して - 」『東洋大学文学部紀要』第70集、教育学科編LXX、59-67.
- 文部科学省(2018)『中学校学習指導要領(平成29年度告示)解説理科編』学校図書、24.
- NGSS Lead States(2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States, Volume2*, Washington, DC: National Academies Press, 48.
- Rezba, R. J., Sprague, C. R., McDonough, J. T., & Matkins, J. J. (2007). *Learning and Assessing Science Process Skills (5th Edition)*. Dubuque, Kendall Hunt Publishing Company.
- Roth, W. M., Roychoudhury, A. (1993). The Development of Science Process Skills in Authentic Contexts, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 127-152.
- 三宮真智子(2008)「メタ認知: 学習力を支える高次認知機能」, 北大路書房、8-9.
- 佐藤純(1998)「学習方略の有効性の認知・コストの認知・好み」が学習方略の使用に及ぼす影響」『教育心理学研究』第46巻、第4号、367-376.
- 植阪友理(2014)「数学的問題解決における図表活用の支援 - 理論と実践を結ぶ『Real アプローチ』の展開 - 」, 風間書房、13.
- 山口剛(2019)「学習方略の使用におけるメタ認知的知識と到達目標の役割」, 風間書房、33-35.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Naoki MIYAMOTO	4. 巻 26(1)
2. 論文標題 Developing Data Interpretation Ability by Applying “ Knowledge About Strategies ” in Junior High School Science Classes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 International Journal of Curriculum Development and Practice,	6. 最初と最後の頁 61-78
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18993/jcrdaen.26.1_61	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 宮本直樹	4. 巻 73
2. 論文標題 データ解釈方略における生徒の認識 手続的知識に着目にして	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 茨城大学教育学部紀要（教育科学）	6. 最初と最後の頁 115-124
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 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------