

平成 30 年 6 月 17 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04414

研究課題名(和文) 学習者の科学観の構築と変容に資する授業実践要因の分析に関する臨床的研究

研究課題名(英文) Clinical approach of schemes on science instruction about students' view of science

研究代表者

加藤 圭司 (KATO, Keiji)

横浜国立大学・教育学部・教授

研究者番号：00224501

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、中等教育段階の学習者に対して望ましい科学に対する見方や考え方(=科学観)を創り、科学との親和的な関係を構築していく理科授業の指針を得ることを目的に、2つの授業実践に関わる視点に沿った試行的授業を構築・実践して、その効果を科学観の成立様態から検証した。結果、本研究で措置した理科授業構築における「方法論的視点」と「内容論的視点」は、中学校理科の2つの学習単元で構想することができ、その実践から生徒の科学観が期待される現代的なものへと変容する姿を確認することができた。このことから、先の2つの授業構築の視点は、科学観の構築と変容において有用であると結論づけられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to analyze students' view of science based on understanding of the nature of science on lower secondary science instruction. To achieve this purpose, we examine two instruction schemes of "methodical" and "historical and philosophical" approaches. We obtained that students' understanding of the nature of science gradually formulated with two instruction schemes.

In conclusion, two instruction schemes of this study can be identified as one useful method of science classes.

研究分野：理科教育学

キーワード：科学観 中等教育 理科授業 方法論的視点 内容論的視点 解釈のレパトリー

1. 研究開始当初の背景

我が国の理科教育学研究における認知・学習論研究の関心は、主に理科授業という特定のフィールドにおける学習者の素朴な見方・考え方（ 生活的概念 ）の科学的概念への変容に向けられてきた。この研究群は、学習内容の理解に向けた授業改善の視点を提出することに大きく貢献したが、残念ながら、学習の成果として身に付けたり変容させていくことが期待される、学習者自身の「科学に対する見方考え方（ 科学観 ）」や「学習者個々人の科学との関係性」までをターゲットにする事はできていなかったように思われる。見方を変えれば、科学観や科学との関係性は、理科学習の結果望ましいものとして成立するはずであるという、いわゆる「予定調和」の立場に立って学習が進められていたと言えるように思われる。

だが、学力に関する国際比較調査の結果（ TIMSS , PISA ）等を見る限り、我が国の児童・生徒は、学力的には上位に位置していても、理科や科学を職業にするほどに興味を持っていない、自分と関わる部分が少ないもの、優秀な科学者が打ち立てた絶対的なものであり近寄りたがたいもの、というような実態は、すなわち、学習内容の理解と学習者の科学との関係性が、調和的に作用（ 連動 ）しない事を指し示していると言える。

これらの実態から明らかなことは、理科学習は、学習内容の理解や科学概念の構築を目指す事にとどまらず、科学そのものをとらえられるようになることや、科学の実社会・実生活での有用性を見出すこと。すなわち、科学観や自分と科学との関係性を創り変えていくことにも貢献できるようにしていかなければならない。そのためには、学習指導においてそのような視点を持つと共に、具体的な指導の内容や手立てを見出すことが重要になる。

ところで、科学観や科学との関係性についてはこれまで欧米を中心に研究が為されているが、実態把握研究が中心であり、その変容を追跡したり変容に影響を及ぼす支援について研究されたものは、極めて少ない。具体的には、科学者に対するネガティブなイメージの実態を報告している研究（ Newton & Newton; 1998 ）, 科学観の変容に関する長期追跡研究（ Siegel & Ranney; 2003 ）等が散見される程度である。我が国では、国レベルでの大規模な意識調査研究としての科学観の実態把握（例えば、国立教育政策研究所「理数長期追跡研究および理数定点調査の枠組み」； 2007 ）や教師が保持する科学観と理科授業の実態についての研究（清水； 2002 ）等が認められるものの、日々の理科授業や理科学習とは切り離されたところで、質問紙などによる大規模で静的な実態調査研究にとどまっている現状がある。

このような実態を踏まえて、加藤・松本（ 2011 ）は、中学校を調査のフィールドとし

つつ、国内で初めて理科の学習経験の蓄積によって創られる学習者の科学観構築の実態を明らかにした。ここでは、生徒の科学観の実態や変容に関して、いくつかの興味深い知見が得られているが、新たな試み等を加えた授業実践ではない、普通の理科授業を分析対象とした解明に止まっている。すなわち、現状分析が行われたという段階なのである。

このことを受けて、本研究では、科学観を創り科学との関係性を変容させると考えられる2つの視点（指導内容や方法）を加えた授業実践を試みる中で、学習者の科学観の変容の可能性と実践に用いた手立ての有効性を検証するものである。

なお、本研究で導入を試みる2つの視点（指導内容な方法）は、科学者の具体的な実践過程や行為を知り、理科学習における課題へのアプローチの仕方との類似性を感得する「方法論的視点」と、科学的な知見の時代的・歴史的变化といった科学史やそれらに関連する内容を取り入れた「内容論的視点」の2つである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、主に中等教育段階を想定する中で、学習者の内面において望ましい科学に対する見方・考え方（ = 科学観 ）を創り、科学との親和的な関係を構築していく理科授業の指針を、先の「方法論的視点」と「内容論的視点」の2つを手がかりとして明らかにすることと、その指針に沿った授業を具体的に試行する中で、その効果や有用性を科学観や科学との心的な距離感の成立様態から検証することである。具体的には、

先の「方法論的視点」と「内容論的視点」に対応できる学習内容を中学校理科の単元から選定し、カリキュラムや授業として具体化すると共に、その授業に対して参与観察と記録を行い、学習者個々人の科学観や科学との関係性に変容実態を明らかにすること。

科学観や科学との関係性の変容をもたらしたと考えられる要因について、方法論的視点と内容論的視点からその有意性の特長を試み、授業実践と改善への示唆を得ること。

以上の2点である。

3. 研究の方法

(1) 「方法論的視点」と「内容論的視点」の学習活動を具現化する中学校理科の授業構築とその試行

本研究では、研究協力者である小・中学校の理科担当教員の協力を得る中で、2つの単元における試行的な授業を構築すると共に、実践を行った。開発した単元は、中学校第2学年地学分野「天気とその変化」と、第3学年生物分野「生命の連続性」である。

方法論的視点における授業構築の視点は、両単元共に理科授業における自分達の学習

活動が、科学者が日頃行っている研究・実践活動に対応するものであることを捉えられようようにすることである。

具体的には、気象単元では実際に自分達の手で観測データを収集・分析して天気予報をした後、自分達の前報の過程を気象予報士など専門家と比較し対応づける活動を取り入れたこと。生命単元では、遺伝の法則を調べるのに適した試料の条件を考えた後、実際にメンデルが考えた条件と比較し対応づける活動を導入したことである。

内容論的視点における授業構築の視点としては、先の両単元共に科学的知識の背景にある“科学の性質や歴史等”に触れる学習場面を追加的に導入したことである。

具体的には、気象単元においては、専門家の予報的中率の高さには、観測技術やシミュレーション技術の向上があることを紹介した後に、「科学技術が更に発展したとき、天気予報的中率は100%になるのか?」という問いかけをして、考えさせる場面を追加した。生命単元では、遺伝学に関する歴史に関連する読み物を取り上げ、メンデルが何万回もの実験から「形質の分離には規則性がある」という見解を導いたこと、メンデルの見解は、当時の通説と異なっていたために認められなかったが、研究の発展につれて認められるようになったことについて触れるという学習場面を追加したことである。

ここで述べた両単元の学習場面や活動は、本研究の目的に沿って試行的に立案されたものである。

(2) 試行的な授業実践を通じた生徒の科学観の実態と変容の把握

生徒の科学観に関する調査については、先行研究をもとに表1に示す3つの観点から質問紙を作成して調査を行った。

表1 科学観の分析枠組みとその視点 (Roth & Lucas:1997)

科学観の要素	現代的な科学観	伝統的な科学観
存在論	創り出された分化である	真理の追究である
認識論	自然事象すべてを説明できない	自然事象すべてを説明できる
社会学	社会や日常生活と関係している	社会や生活と関係しない独自の営み

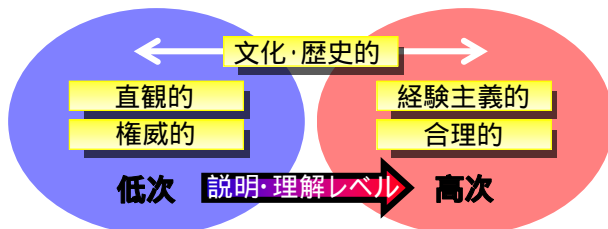


図1 生徒の科学観の回答理由の分析枠組みとしての「解釈のレパートリー」と、学習前後におけるその変容 (Potter, J. & Wetherell, M., 1987 を援用)

生徒自身が考える科学観について、その理由記述を分析する際は、「解釈のレパートリー」の指標を援用し、科学観を支える要素を探ることとした。分析において「解釈のレパートリー」を用いる意図は、生徒各自の科学観の変容が緩やかであることが想定されることから、考え方の変化だけでは捉えられない可能性を考慮して導入したものである。

図1に示したように、表1に示した科学観の3つの要素それぞれが変わらなくても、解釈のレパートリーの変化によっても変容をとらえられるようにしたということである。

なお、授業実践は、神奈川県内国立大学附属中学校を中心に行い、受講した生徒166名に対して科学観の認識の実態調査を行った。実態調査は、対象とした生徒が受けた2単元の理科授業の前後で行っている。

(3) 2つの視点に対応した学習場面による生徒の学習内容の理解の実態

先の2つの視点に対応した学習活動を導入したその効果については、授業で用いたワークシートの結果を収集し分析することから明らかにすることを目指した。具体的には、方法論的視点においては、気象単元における自分達の予報する過程が気象予報士などの専門家が行っている行為・活動と似ているか、手続きのどの部分に共通性があるのかを記述させることとした。

内容論的視点では、同じく気象単元を例に取れば、先に述べたように「科学技術が更に発展したとき、天気予報的中率は100%になるのか?」という学習場面固有の問いかけをして考えさせるとともに、その結果をワークシートに記述させている。この記述結果を収集した。

4. 研究成果

(1) 試行的な授業実践を通じた生徒の科学観の変化

本研究における科学観の実態把握調査の結果は、図2~図4のとおりである。

■: 現代的な科学観 ■: 伝統的な科学観)

▼ 存在論的視点 (N=166)



図2 生徒の科学観における「存在論的視点」の経年の変化

▼ 認識論的視点 (N=166)

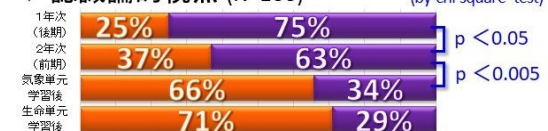


図3 生徒の科学観における「認識論的視点」の経年の変化

学習前の2年次前期と試行的な授業を行った気象単元の学習後では、統計的な有意差が認められた。

▼ 社会学的視点 (N=166)



図4 生徒の科学観における「社会学的視点」の経年の変化

収集できた授業実践からは、2つの授業実践の視点として設定した学習場面を経験する中で、特に「認識論」の側面を自らの科学観の構成要素として取り入れながら、より具体的かつ鮮明に科学を捉えるようになったことが確認できた。このことは、「経験主義的レパトリー」の増加という実態からも確認出来たことである(図5)。

第2学年「天気とその変化」

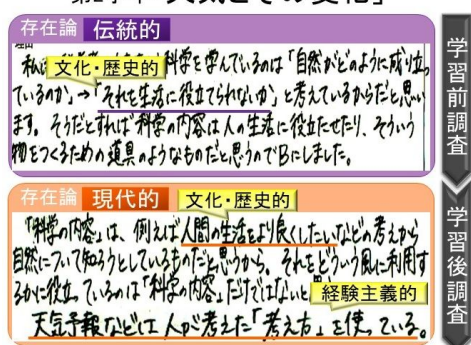


図5 「存在論的視点」に関する生徒の理由づけにおけるレパトリーの変化(気象単元)

また、両単元の学習前後である2カ年の生徒の経年変化の結果としても、「認識論」に大きな変容が見られることが明らかになった。

残された課題としては、学習内容固有の要因があって一律に科学観を変容させることが難しいことである。特に、「存在論」を十分に改善するには至らなかった点は、理科授業を通じた科学観の構築において課題であると言えるだろう。

(2) 2つの視点に対応した学習場面による生徒の学習内容の理解

方法論的視点として気象単元ならびに生命単元に導入した学習活動の成果として、「科学者の探究プロセスは、自分達の学習活動と類似している」とった科学者の活動と自分達の学習との結びつきを自ら捉えはじめる姿を確認することができた。また、内容論的視点を導入した学習活動の成果として、「科学の性質や歴史から科学的な知識や考え方は、その発展により変化しうるものである」と捉えはじめる様子を確認することができた。これらの科学に対する認識を生徒の内面に創ることが出来た点は、本研究の大きな成果と言えるように思われる。

(3) 本研究全体の総括

本研究は、科学観構築に向けて必要な理科

授業構築の指針として、ホドソン, D.が提唱する「科学について学ぶ」学習場面を実現することを基本の考え方として持ち、実践の構築と分析にあたった。結果、以下の成果を得ることが出来た。

理科の学習内容の理解と共に科学観構築を目指す理科授業実践においては、「自分達の学習活動と科学者の活動を対応付けて考える『方法論的視点』と、「科学的知識の背景にある科学の性質や歴史等に触れる『内容論的視点』」の科学像に迫る2つの学習場面が、有効な手だてになり得る。

授業構築と実践の検証は、科学観の成立様態の点から評価すべきであり、「存在論」「認識論」「社会学」の3つの側面、さらに考え方の根拠である「解釈のレパトリー」に注目する中で具体的かつ詳細に評価する事が可能である。

方法論的・内容論的の2つの視点に対応する学習場面を、単元の学習内容に即してどのように創り組み立てるのが、実践における課題である。

5. 主な発表論文等

(学会発表)(計6件)

有泉翔太・加藤圭司・本間洋一郎, 学習者の科学観構築を具現化する理科授業デザインの提案(2), 日本理科教育学会全国大会, 2015

本間洋一郎, 加藤圭司, 児童・生徒の理科を学ぶ意義の認識とその質的変容に関する実践的研究, 日本理科教育学会全国大会, 2016

本間洋一郎, 加藤圭司, 児童・生徒の理科を学ぶ意義の認識とその質的変容に関する実践的研究(2), 日本理科教育学会全国大会, 2017

長島香菜実・加藤圭司・本間洋一郎, 理科の課題解決場面における教授行為の分析的検討, 日本理科教育学会全国大会, 2017

本間洋一郎, 加藤圭司, 児童・生徒の理科を学ぶ意義の認識とその質的変容に関する実践的研究(3), 日本教科教育学会全国大会, 2017

長島香菜実・加藤圭司・本間洋一郎, 理科における協調的議論の分析から見た教師の支援のあり方について, 日本教科教育学会全国大会, 2017

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 圭司 (KATO, Keiji)
横浜国立大学・教育学部・教授
研究者番号: 00224501

(4) 研究協力者

有泉 翔太 (ARIIIZUMI, Shota)
本間 洋一郎 (HONMA, Yoichiro)
長島 香菜実 (NAGASHIMA, Kanami)
田中 明夫 (TANAKA, Akio)