

令和元年6月19日現在

機関番号：62601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01049

研究課題名(和文)理科の中等教育における探究活動や課題研究における学習プログラム及び評価方法の考案

研究課題名(英文) Invention of study program and evaluation method in inquiry activity and problem study in secondary education of science

研究代表者

野内 頼一 (NOUCHI, YORIKAZU)

国立教育政策研究所・教育課程研究センター研究開発部・教育課程調査官

研究者番号：00741696

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：共同研究者や研究協力者と共に、化学基礎、化学において探究の過程を踏まえた学習プログラム及び評価方法の考案を行い、いくつかの高等学校において授業実践を行った。探究の過程を踏まえた授業実践は、生徒の主体的な学びを促すことにもつながっていったと考えられる。様々な実践から、特に「課題の設定」から「検証計画の立案」へのプロセスにスポットをあて、そのプロセスに関する学習プログラム及び評価方法を考案することが重要であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的は、問題解決過程を踏まえた主に化学の探究活動や課題研究における学習プログラム及び評価方法を考案することである。授業という決められた範囲の中で生徒が主体的に学習に取り組むためには、探究の過程のどこに焦点を当てて授業を構築するのかを明確にする必要がある。本研究では、様々な実践を通してそのような授業をどのように構築していくのかについて実証的に研究した。

研究成果の概要(英文)：Together with joint researchers and research collaborators, we devised a learning program and evaluation method based on the process of inquiry in chemistry basics and chemistry, and conducted class practice in some high schools. It is thought that class practice based on the process of inquiry led to promoting independent learning of students. It has been suggested that it is important to focus on the process from "setting the task" to "planning the verification plan" from various practices, and to devise a learning program and evaluation method on the process.

研究分野：理科教育 化学教育

キーワード：探究 高校化学 実験 授業 学習プログラム 評価

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

1. 研究開始当初の背景

中教審企画特別部会(2015)の論点整理では、スーパーサイエンスハイスクール(以下、SSH)における取組事例なども参考にしつつ、数学と理科の知識や技能を総合的に活用して主体的な探究活動を行う新たな選択科目として、数理探究(仮称)の設置を検討することを求めている。これは課題研究をさらに推進していく必要性の表れであり、探究活動や課題研究において、汎用的に用いることのできる学習プログラムを考案することが重要な課題である。また、評価に関しても自己の変容を認識し次の学びに生かす評価や、指導に生かす評価にすることが求められている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、問題解決過程を踏まえた主に化学の探究活動や課題研究における学習プログラム及び評価方法を考案することである。

問題発見・解決における探究の過程として、現行の学習指導要領の中教審議論において、図1のように示している(文部科学省、2006)。これらは、問題解決の過程を示しているものの、問題発見から解決までの一方向性といえる学習プログラムであることがうかがえる。これからの

学びを考えると、子供も教師も、「見通し」と「振り返り」を一層重視し、主体的・協働的に学びながら、自己が成長していることを自覚的に評価し、常に更新していくことが可能な循環型の問題解決過程の学習プログラム及び評価方法を構想する必要がある。

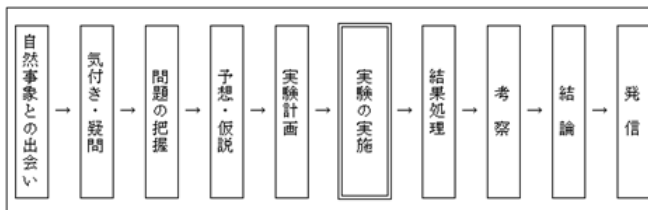


図1 問題解決の過程の例 (文部科学省)2006)

新学習指導要領理科では、課題の把握、課題の探究、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ること、このような探究の過程を生徒が遂行できるようにすることを旨とするとともに、生徒が常に知的的好奇心をもって身の回りの自然の事物・現象に関わるようになることや、その中から得た気付きから疑問を形成し、課題として設定することができるようになることを重視すべきであるとしている。

また、資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ(図1)が示され、探究の過程は必ずしも一方向の流れである必要のないことが示されている。授業ではその一部のみを扱ってもよいとしているが、探究の過程のどこに焦点を当て、どのように授業を構築すればよいのかについては明らかになっていない。単元や題材のまとまりの中で、子どもたちが「何ができるようになるか」を明確にしながら、「何を学ぶか」という学習内容と、「どのように学ぶか」という学びの過程を重視した授業づくりが求められている。新学習指導要領理科では、そのような学習過程を一般の授業に取り入れ、授業を探究的なものにしていくことが求められている。授業という決められた範囲の中で生徒が主体的に学習に取り組むためには、探究の過程のどこに焦点を当てて授業を構築するのかを明確にする必要がある。本研究では、様々な実践を通してそのような授業をどのように構築していくのかについて実証的に研究した。

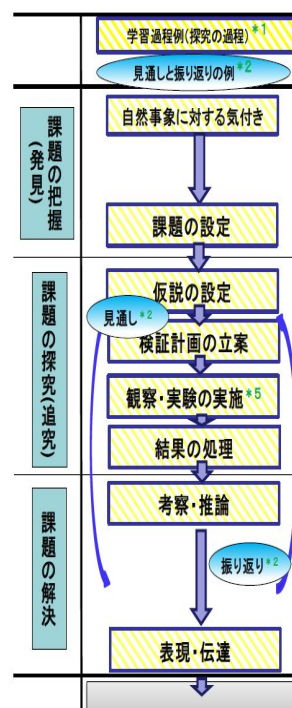


図1 重視すべき学習過程のイメージ

3. 研究の方法

平成28年度は、高等学校での探究活動や課題研究における先行研究から、研究協力者とともにSSH校やIB校等から、優れた実践における要因を抽出し学習プログラム試案を作成した。また、国内外の研究レビュー、関係者からのヒヤリングにより、SSH校やIB校以外における実践においても必要な関連諸要素をまとめた。平成29年度には、学習プログラム試案を元に、探究活動及び課題研究における具体的な学習プログラム及び評価方法の考案を行った。また、研究協力を依頼する高等学校や先生方を決定し、考案した学習プログラムの試行実践を行い、具体的な学習プログラム及び評価方法の考案につなげた。平成30年度には、考案した学習プログラム及び評価方法に改良を加え、実践を繰り返すとともに、得られた結果を広く公開し、平成29年度に引き続き学会等でも発表を行った。

4. 研究成果

現行学習指導要領における中学校学習指導要領実施状況調査(理科)では、「想定できる要因を幾つか挙げて観察、実験の方法を考えること(検証計画の立案)に課題があると考えられる」と報告されている。また、中学校理科全国学力・学習状況調査においては、「自然の事物・現象の

原因として考えられる要因」を全て挙げ、問題解決の知識・技能を活用して、条件を制御した実験を計画すること」と検証計画の立案に関しての課題が挙げられている。中学校理科における課題は高等学校においても同様と考えられる。

検証計画を立案するためには、授業で疑問に思ったことを基に課題を設定することが必要である。その前提条件としては、生徒が疑問をもつ場面を設定することが求められる。

松高(2018)は、化学の最初の授業で「化学びらき」という生徒が化学を学ぶ意義を感じられるような授業、タイトルは「 $50 + 50 = 96?$ 」を取り入れている。アルコールと水を混合させると質量と体積はどうなるかを予想させその理由もあわせて書かせており、自然事象に対する気付きから仮説の設定までの探究の過程を重視した取組である(図2)。ある生徒の感想には「私たちは自分が見える範囲の世界でしかモノの現状を見ることができないが、分子の世界、原子、粒子の世界で創造することで新しい発見が生まれることを実感した。様々な方向から考えることが最も大切だと思った。」「今回の実験で粒々のすき間という着眼点を増やすことができました。大豆とごまという実際の粒を見て、とても分かりやすかったです。授業後に、アルコールと水を入れる順番を変えてやってみると、より粒のすき間を実感することができました。実験の楽しさはそういうところにあるのだと思いました。」とあり、予想させることで生徒に様々な気付きを生み出しており、ここでの学びが今後の授業により影響を与えていることが推測される。

神(2017, 2018)は、化学基礎の最初の授業で「中学校でどのような観察、実験をしたか」を挙げさせ、その中で化学に関係することを抽出してその共通点を考えさせる授業を実践して自ら様々な気付きを生み出すことで化学を学ぶ意義を感じられるようにしている(図2)。また、化学基礎の最後の授業で「安全な水を得るためには」と題して、身近な物質として「水」を取り上げ、今まで学習したこととの関連について想起させ、化学基礎で学習した内容が密接に結びついていることに気付かせるような振り返りを大切に授業を実践した。ある生徒の感想に「普段何気なく使っている水も、どのようにして私たちの元に届けられているのか巻き戻して考えることで、たくさんの化学の内容を使っていることがわかりました。また、水をきれいにする方法を学ぶのは、災害時やサバイバルの中で役立つことがわかった。」とあり、1年間を通して探究の過程を意識した授業を構成して実践した成果の一端が見て取れる。

佐藤友(2017, 2018)は、探究的な活動を取り入れた授業を導入するとき、「単元や章の導入段階に位置付けて実施することにより、単元全体の学習効果を高めることができるのではないか」という仮説のもとに単元の指導計画を構築している。中学校の既習内容の「中和」、「指示薬」、高校での既習内容「物質とモル濃度」を活用して、プチボトルに入った4種類の未知試料(0.3mol/L 塩酸、0.1mol/L 塩酸、0.1mol/L 水酸化ナトリウム水溶液、蒸留水、使える指示薬はフェノールフタレインのみ)がそれぞれ何であるか見つける(同定する)実験である。実験計画の立案をまずは生徒個人に考えさせ、その後グループで共有した後、実際に実験を行って結果をまとめ考察させている(図2)。生徒は試行錯誤を繰り返し、最初はうまくいかなかった班も最終的にはすべての班が同定できるようになった。実験計画を生徒がたてることにより生徒は目的意識をもって実験に取り組めたようである。希薄溶液の沸点上昇の実験においても、生徒の気付きを全体で共有し仮説を設定することが生徒の主体的な学びにもつながっていると考えられる。

飯島(2018)は、疑問をもつ場面を設定した学習展開により、生徒が主体的に取り組み、理解を促すことができたとしている。生徒が自ら「課題を設定」し、「検証計画の立案」をすることができれば、その後のプロセスにも主体的に取り組むようになることが考えられる(図2)。このプロセスに関する学習プログラムはその後の探究の過程を主体的に取り組むためには極めて重要な学習プログラムであると考えられる。例えば、「電池をつくるために必要なことを説明しなさい」という問いに対して、多くの生徒が具体的に適切な内容を記載していたことから推測される。また、飯島は高等学校化学の教員にアンケートをとって、教員経験年数毎に集計して分析している。探究の過程については、教員歴を問わず試行錯誤しながら実践している様子が分かったとしており、よい実践例も見られたため、情報を共有して広げていくことの重要性に触れている。

佐藤大(2017)は、酸・塩基の基礎的・基本的な知識を活用し、未知資料の性質を調べる実験数をできるだけ少なくするような実験計画を立案し、その仮説にしたがって未知資料の同定に取り組む授業を構築した。生徒の実態にあわせて実験の難易度を変えられるように、3種類の実験を用意している。さらにループリックも示して、生徒が何を目指していけば良いのかその方向性を明らかにしている。教員研修の感想に、「どのような結果になるか予想させてから実験させるのは、かなり有効だと思う」とあるように、見通しをもって実験させることの大切さが伝わったようである。理科において育成すべき資質・能力を踏まえた授業をどのようにしていくかについては教員が主体的に考えていく必要がある。そのためには、教員にとってわかり

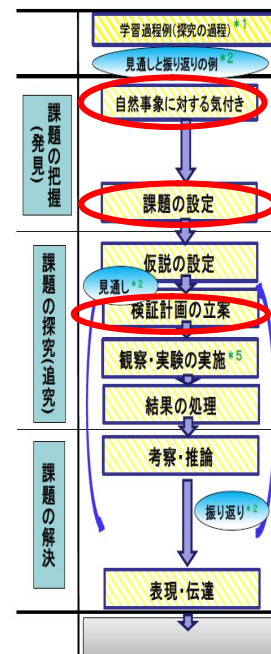


図2 重視すべき学習過程のイメージ

やすい学習プログラムを例示しつつ、難易度の異なる学習プログラムを併せて提案することが効果的であると考えられる。これまでの実践から様々な示唆が得られているが、試行錯誤を繰り返しながらさらにブラッシュアップして汎用性を高めていくことが今後必要である。

5. 主な発表論文等

〔日本理科教育学会発表〕(計8件)

松高和秀, 佐藤大, 後藤顕一, 野内頼一 「「化学開き」で伝えたいこと」査読無
第68回日本理科教育学会年会論文集, p261, 2018

飯島正人, 神孝幸, 後藤顕一, 野内頼一 「高等学校「化学基礎」における探究的な学習展開の考案 ダニエル電池をテーマに」査読無
第68回日本理科教育学会年会論文集, p262, 2018

佐藤友介, 佐藤大, 後藤顕一, 野内頼一 「探究的活動を取り入れた授業モデルの考察」査読無
第68回日本理科教育学会年会論文集, p263, 2018

神孝幸, 松高和秀, 後藤顕一, 藤本義博, 野内頼一 「高等学校「化学基礎」における探究的な授業モデルと学習効果の考察」査読無
第68回日本理科教育学会年会論文集, p264, 2018

神孝幸, 松高和秀, 後藤顕一, 藤本義博, 野内頼一 「主体的で対話的な学びをデザインした探究的な授業実践と学習効果」査読無
第67回日本理科教育学会年会論文集, p305, 2017

佐藤友介, 佐藤大, 後藤顕一, 野内頼一 「探究的活動を取り入れた授業モデルの考察から希薄溶液の性質をテーマに」査読無
第67回日本理科教育学会年会論文集, p306, 2017

佐藤大, 佐藤友介, 後藤顕一, 野内頼一 「酸・塩基を題材とする深い学びの実現に向けた教員研修講座の開発」査読無
第67回日本理科教育学会年会論文集, p307, 2017

野内頼一 「新学習指導要領(理科)の課題と期待」査読無
第67回日本理科教育学会年会論文集, p99, 2017

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 後藤 顕一

ローマ字氏名: GOTO KENICHI

所属研究機関名: 東洋大学

部局名: 食環境科学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 50549368

(2) 研究協力者

研究協力者氏名: 飯島 正人, 佐藤 大, 佐藤 友介, 神 孝幸, 松高 和秀

ローマ字氏名: IIZIMA MASATO, SATOU MASARU, SATOU YUSUKE, ZIN TAKAYUKI,
MATSUTAKA KAZUHIDE

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。