東京学芸大学リポジトリ
Tokyo Gakugei University Repository

初等理科教育法における条件制御に関わる実践的指導力育成のための一考察：モデル化学習を援用した指導を通して

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2020-09-10
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 宮内,卓也
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/2309/159432

東京学芸大学次世代教育研究センター紀要　第1巻　pp. 37-41，2020

初等理科教育法における条件制御に関わる実践的指導力育成のための一考察

―― モデル化学習を援用した指導を通して ――

宮　内　卓　也*

（2020年1月10日受理）

MIYAUCHI, T: Development of Practical Teaching Skills to Control Conditions in Science Teaching Methodology in Elementary Schools : Using Model-based Learning.　ISSN 2435-3876

In this study, we developed a “model-based learning” methodology for students training as elementary school teachers. Half of the students were able to design verifiable tasks, and those who could not design adequate tasks were able to understand their problem areas. In contrast, more than half of the students were unable to design control tests. However, students were able to realize their relevant problem areas. It is important for students to conduct experiments using the given method. It is also essential to nurture students’ ability to design their own experiments and allow them to realize the aspects that need to be taken into consideration while teaching, through model-based teaching.

KEY WORDS : Elementary school, Science, Experimental design, Teacher’s education

* *Curriculum Center for Teachers, Tokyo Gakugei University*

1．研究の背景と目的

小学校理科の学習において，自然の事物・現象に影響を与えると考えられる要因について，どの要因が影響を与えるかを調べる際に，変化させる要因と変化させない要因を区別すること（条件制御）は，児童が働かせる考え方として重要である [1]。このような考え方は，中等教育，高等教育においても汎用的であり，小学校段階での育成がその後の学習に大きく影響する可能性がある。平成24年度に国立教育政策研究所が行った学習指導要領実施状況調査では，予想を検証するために比較対照を設定したり，条件を制御したりすることについて，課題が指摘されている [2]。条件制御の考え方を働かせるためには，児童に適切な課題に出会わせ，実験計画を行う場面を設定することが大切であり，実験を計画する授業に関わる教員の実践的な指導力の育成が望まれる。

実験を計画する授業については，定型モデル化学習をとり入れることによって，生徒自身で実験計画の一部を立てられることが報告されている [3]。この実践で用いた教師から生徒への投げかけの具体例（図1）は，教員養成の場面においても，指導の手がかりになると考えられる。

本研究では初等教科教育法を受講する学生を対象に実験計画の場面を設定し，「教師から生徒への投げかけの具体例」を援用して実験計画を経験させ，小学校教員を目指す学生の現状を調査するとともに，実践的な指導力育成のための課題を検討した。

* 東京学芸大学次世代教育研究センター

①課題（またはテーマ）:「解決すべき課題（またはテーマ）は何か。」
②考えておくべき要素:「解決の方法を次の要素に従って書きなさい。」
　1）着目する事項:「どのような点に着目したら解決できるか」
　2）結論の導き方:「どのようにして結論を導き出すことができるか。」
　3）前提となる概念及び条件:「どのような結論が導き出せる前提は何か。」

図1　教師から生徒への投げかけの具体例 (4)

2．授業実践の内容

2．1　実践で用いた教材の概要

小学校第6学年「人の体のつくりと働き」では，食べ物は，口，胃，腸などを通る間に消化，吸収され，吸収されなかった物は排出されることを学習し，唾液がデンプンを他の物質に変える働きがあることを探究する学習が想定されている (5)。一方，中学校第2学年「生物の体のつくりと働き」では，動物の体が必要な物質を取り入れて運搬している仕組みを学習し，唾液がデンプンを他の糖に変える働きがあることを探究する学習が想定されている (6)。小学校と中学校では質的な変化を伴いながら，同様の学習が繰り返されているが，本実践においては，中学校の学習内容まで範囲を広げ，唾液がデンプンを他の糖に変える働きがあるかを確かめることを目的として実験計画を立てる実践を行うこととした。

デンプンの存在を確かめる方法としては，ヨウ素溶液*1を用いた方法が知られており，ヨウ素溶液を加えたときに，青紫色に変化したことから，デンプンが存在していることを知ることができる。麦芽糖などの存在を確かめる方法としては，ベネジクト液*2を用いた方法が知られており，ベネジクト液を加えて加熱したときに，赤褐色の沈殿が生じることから，麦芽糖などの糖が存在していることを知ることができる。

唾液の働き*3によって，デンプンがその他の糖に変化したことを確かめるには，唾液を入れたデンプンのりと唾液のかわりに水を入れたデンプンのりを用意し，その他の条件を統一してヨウ素溶液およびベネジクト液を用いた実験を行う。結果の比較を行い，唾液を加えたものではデンプンが検出されず，デンプンではない糖が検出されたこと，唾液のかわりに水を加えたものではデンプンが検出され，デンプンではない糖は検出されないことから，唾液のはたらきでデンプンがデンプンではない糖に分解されたことを主張することができる。実験の概要を図2に示した。

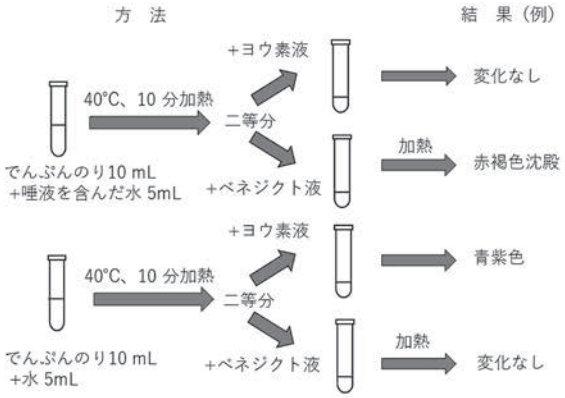

図2　実験の概要

2．2　初等教科教育法（理科）における実践内容

私立大学の教育系の学部で、小学校教員の教職課程を受講している学生21名を対象とし、初等教科教育法（理科）の90分の講義の中で実施した。

最初に教科書の導入の事例を紹介し，児童が「デンプンがデンプンではない他の糖に変化したのではないか」という考えを持ったことを前提とした。また，ヨウ素溶液，ベネジクト液を思い出させ，その性質を確認した。

学生には図1の「教師から生徒への投げかけの具体例」に沿ったワークシートを配布し，それぞれの項目について記述させた。続いて，正しい方法が記載されたワークシートを配布し，実験計画のポイントを指導するとともに，ワークシートの方法に沿って実験を行い，結果と考察を記述した。

３．学生の実験計画における記述

３．１　課題の記述

課題には実験を通して何を解決しようとしているのかを記述することが期待されており，実験によって検証可能な課題を記述できるとよい。妥当な課題を記述できるということは，実験の目的が明確になっているということである。

課題の記述内容を類型別に分け，その人数を数えたところ，表１のようになった。

類型１に該当する10名は，唾液の働きによってデンプンがデンプンではない他の糖に変化することを解決しようとしていることがわかる。類型２に該当する１名は，デンプンの変化には注目しているが，他の糖に変化することには触れていない。類型１，および類型２に該当する11名は実験を通して，何を解決しようとしているのかを認識できているといえる。

類型３に該当する３名については，デンプンおよび糖が存在しているかどうかを解決しようとしているが，唾液の働きに言及した記述がない。唾液の働きに注目することは自明としている可能性はあるが，明確に記述できていない。

類型４，５に該当する７名は，解決すべき課題が具体的に記述できていない。

表１　課題の記述の類型と人数

n=21

記述の類型	人数
類型１：唾液の働きでデンプンがデンプンではない他の糖に変化することを確かめようとしているもの 記述例　でんぷんに唾液を加えると糖に変わるか	10
類型２：唾液の働きでデンプンの変化を確かめようとしているが，デンプンではない他の糖について触れていないもの 記述例　デンプンそのものとだ液とあわさったデンプンを比べて，変化したことを確かめる	1
類型３：デンプン，デンプンではない他の糖の存在を確かめようとしているが，唾液のはたらきに触れていないもの 記述例　デンプンが含まれているかどうかをヨウ素液で確かめる。糖が含まれているかどうかをベネジクト液で確かめる	3
類型４：文意が読み取れないもの 記述例　デンプンと反応しているか	5
類型５：記述がないもの	2

３．２　着目の記述

着目には，課題を解決するための方法を記述することが期待されている。条件制御の考え方を働かせ，対照実験を取り入れながら，唾液の働きでデンプンが他の糖に変化したことを確かめることができる方法を提案したい。記述内容を類型別に分け，その人数を数えたところ，表２のようになった。

類型１に該当する５名は，唾液のあるものとないものを用いた対照実験を計画している。この５名のうち４名は，表１の類型１に該当し，１名は表１の類型２に該当している。対照実験を計画できている学生は，解決すべき課題も明確であるという傾向がある。

類型２では，実験前にデンプンがあったことと，実験後に他の糖があったことがわかる。対照実験を行っていないので，唾液が関係しているかどうかについて言及することはできない。類型３では，実験前にあったデンプンが実験後になくなったことがわかり，デンプンが他の物質に変化したことを推定することができる。また，実験後に他の糖があったことはわかる。ただし，対照実験を行っていないので，唾液が関係しているかどうかについて言及することはできない。類型４では，実験前にデンプンがあり，他の糖はなかったが，実験後にデンプンがなく，他の

表2　着目の記述の類型と人数

n=21

記述の類型	人数
類型１：唾液を入れたものと唾液を入れないものを用いて対照実験を行い，ヨウ素液でデンプンの検出を試み，ベネジクト液で糖の検出を試みているもの 記述例　米を細かくすりつぶしたものとそれに唾液を含ませたものを用意する。それぞれを2つずつに分ける。片方にヨウ素液と，もう片方にベネジクト液を加える。	5
類型２：対照実験を行わず，唾液を入れる前にヨウ素液でデンプンの検出を試み，唾液を入れた後にベネジクト液で糖の検出を試みているもの 記述例　①米にヨウ素液をたらす。すり鉢に米と唾液を入れ，すりつぶす。②①にベネジクト液を入れる。	9
類型３：対照実験を行わず，唾液を入れる前後にヨウ素液でデンプンの検出を試み，唾液を入れた後にベネジクト液で糖の検出を試みようとしているもの 記述例　①試験管にヨウ素液をかけたすりおろしジャガイモを入れ，唾液をかけて様子を見る。②①にベネジクト液を加えてガスバーナーで加熱してようすをみる。	3
類型４：対照実験を行わず，唾液を入れる前後にヨウ素液，ベネジクト液でデンプン及び糖の検出を試みようとしているもの 記述例　でんぷんに唾液を含む前後でヨウ素液を使った実験をする。お米に唾液を含む前後でベネジクト液を使った実験をする。	2
類型５：方法に具体性を欠くもの，実験の留意点を述べているもの 記述例1　いろいろな物にヨウ素液をかけ，色の変化を見る。米は青紫色に変化する。 記述例2　唾液を体温に近い温度にして垂らす。じゃがいもをミキサーにかけて，反応しやすいようにする。	2

糖があることがわかる。デンプンが他の糖に変化したことを推定することができるが，対照実験を行っていないので，唾液が関係しているかどうかについて言及することはできない。

このように，類型２～４に該当する内容では，変化の一部については知ることができたり，推定できたりするものの，唾液のはたらきによることを主張することは難しい。

４．学習後のまとめの記述

実験計画を行い，実際に唾液の働きを調べる実験を行った後，当該の時間で学んだことをまとめとして記述させた。表３は学生の記述の一部である。

学生らは，条件制御など，科学的に思考すること，実験計画を通して主体的に実験に取り組むこと，こうした活動がより深い理解につながることに言及している。

５．成果と課題

本実践ではモデル化学習の「教師から生徒への投げかけの具体例」で示された型を援用し，実験を計画する実践を行った。

課題について，半数の学生は実験を通して検証可能な課題を設定することができた。一方，課題の設定が不十分であった学生については，自身がその問題点を自覚することができていた。今回のように，具体的な型を用いて考えることが，課題設定に関わる実践的な指導力の育成にあたって，有効であると考えられる。妥当な実験計画を行うためには妥当な課題設定ができることが重要である。

表3 「学んだことのまとめ」の記述例

記述例
学生Ａ：自分で実験を考えてみて，比較するということが頭に無く，大切な事を忘れていたと思った。ただ，デンプンと唾液が混ざったら糖が作られるだけでは，本当にデンプンが反応していたのかわからないので，導き出したい答えを明確にして，そのことを含む実験と含まず，それ以外同じ条件でやる実験で比較することが大切だと思った。
学生Ｂ：いつも受け身でやっている実験の手順を自ら考えることを通して，何が結果として出れば何が証明できる，といった道筋を得られたのが面白いと思いました。急にいつもとちがう頭の使い方をしたからです。唾液だけでなく，水が入ったものと比較するというのは盲点で，思いつかなかったので，子どもだけでなく，学生もいつもと違うように考えることが必要だと思いました。
学生Ｃ：でんぷんのりはでんぷんであり，糖は含まれていないことを私たちは知っているけれども，何もしない状態のでんぷんのりがヨウ素液には反応し，ベネジクト液には反応しないというところまで見せると，水と加熱では本当にデンプンと糖の間で「変化が起きない」のだと子どもが実感できるかもしれないと思った。
学生Ｄ：小学生の時にでんぷん糊と唾液を用いた実験を行ったが，教師がすべての実験方法や手順を言ってしまうのではなく，子どもたち自身に仮説を立てさせ，そしてその仮説を証明するためには，どのような課題を明らかにする必要があるのか，どのような実験をすればいいのかを考えさせることで，実験の目的を意識することができると感じた。私自身，実験をただ説明通りに行うだけで，意味を理解していない経験があったので，実験を行わせる際は，ぜひとも子どもたち自身に考えさせたいと思う。

条件制御の考え方を働かせる中で，対照実験を計画できることは重要な資質・能力であると考えられるが，半数以上の学生に対照実験の計画に課題があったことは注視すべきことである。しかし，こうした課題に学生が気づくことができたという点は，本実践の成果であるともいえる。

表３で学生が指摘しているように，教師から実験方法を与えて実験結果を分析して解釈するだけでは，課題の設定，条件を制御して対照実験を行うことの重要性への気づきは，容易には生まれない。今回の実践のように，教員養成の場においても，学生自ら課題を設定し，実験を計画する場面に直面させ，型を用いた指導を通して指導上の留意点に気づかせることが必要である。

注釈

＊1 ヨウ素溶液　デンプンはヨウ素によって青紫色を呈する。デンプンの検出に用いる。

＊2 ベネジクト液　ベネジクト液は還元性の糖（麦芽糖など）と加熱することにより反応し，赤褐色の沈殿を生じる。

＊3 唾液の働き　アミラーゼという消化酵素を含んでおり，デンプンを麦芽糖に分解する働きがある。

文献

（1） 文部科学省（2017），「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編」，pp.13-14

（2） 国立教育政策研究所（2015），平成24年度学習指導要領実施状況調査 教科等別分析と改善点（小学校 理科）」，https://www.nier.go.jp/kaihatsu/shido_h24/01h24_25/04h24bunseki_rika.pdf（2020年１月６日取得）

（3） 松原静郎編著（2009），理科における持続発展教材と定型モデル化学習の実践―資質・能力の向上を目指して―，pp.2-51，桐蔭横浜大学出版会.

（4）（3）p.23.

（5）（1）pp.84-86

（6） 文部科学省（2017），「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編」，pp.89-91