

対話から問いをたてるための理科と社会科の連携

—中学 1 年生の自由研究指導の試み—

永野 みどり* 朝倉 彬**

1 はじめに

「中学生が問いをたて『未知の事柄に切り込む高揚感』や『予想外の調査結果に試行錯誤する苦楽』を味わえるようにできないか」「自由研究¹⁾では、自分でテーマを見つけられない生徒がインターネットや図書などで紹介されている事例を頼りにすることが多いため、研究といいながら『なぞる』学習や『作業』の域を出ない。中学生が自分こそが研究の主体だと実感できるようにできないか」「生徒が意見交換する段階があり、研究結果の報告が他の生徒に影響を与えるような自由研究にしたい」という共通の問題意識から中学 1 年生を対象にした夏休みの自由研究で理科と社会科の連携指導を試みた²⁾。

夏休みの自由研究として、理科・社会科共通で「テーマ設定は教師が行うが、どこにも報告されていないことを自分で調べる研究³⁾」と「教師と生徒の対話から問いをたて、試行錯誤を楽しむ研究」の 2 種類を生徒に提示した。前者は大多数の生徒を対象とし、後者は授業に積極的に好奇心の強い一部の生徒を対象とした。

本稿では、後者の「対話から問いをたてる」自由研究における理科と社会科の連携指導の試みを報告し、自由研究指導と社会科教育との関連を考えたい。

2 実践のねらい

「教師と生徒が対話から問いをたてる」自由研究においては、「理科と社会科が双方で探究活動に関する教科の約束事をゆるめる」ということを意識した。このことで、教科や問題領域の境界をあまり意識しないような、理科でも社会科でもない場をつくり、ある種の「緩み・あそび」を生じさせ、①「教科の探究の約束事から離れて、生徒が自ら発した疑問をもとに対話を通じて問いをたてる」②「生徒が調べ方を考案する過程を重視し、理科的な調べ方と社会科的な調べ方の両方をとり入れる」③「生徒が自ら実験し調査した結果に向き合い、幅広く考察する」という学習活動が可能になると考えた。

①「教科の探究の約束事から離れて、生徒が自ら発した疑問をもとに対話を通じて問いをたてる」学習活動とは、生徒が自ら発した疑問を自由研究のテーマに

結びつけるために、教科の探究に関する約束事をゆるめることが一方策となるという発想から生まれたものである。

社会科の場合、地域調査においては生徒のオリジナルな研究が実現しやすいが、中学生の疑問を元に、先行研究をふまえた問いを設定しての資料調査の実現はむずかしい。また、生徒が抱く疑問が、文献調査のしやすいものであるとは限らない。このため中学 1 年生に対しては、文献調査が容易な課題を教師が設定するのが、オーソドックスな社会科の指導となる。ところが、この場合、生徒が自ら問いをたて調べ始めるという過程は体験できない。そこで、「文献にあたり、引用する」という、約束事とも言うべき活動を最低限にとどめることにした。先行研究の確認のようなことは教師が引き受け、社会科的な調べ方としては、聞き取り調査や同級生へのアンケート調査等のように、中学生が自力で調査方法を考え結果を検討できそうなものに限定した。

理科の場合、実験の再現性・条件制御・数値化等の自然科学の約束事⁴⁾が重視される。中学生の身近な生活の中から発せられる問いは、様々な条件が複雑に絡んでいるので、探究活動のためには約束事に合わせる単純化・モデル化も重要となる。ところがそれを中学生が自ら行うことは難しいため、教師が約束事をふまえた上でモデル化・問いの細分化をしなければならない。そして、細分化されたいくつもの問いに答えるための様々な指導も必要となる。そのような指導は現実的ではないので、中学生に「理科らしい」実験を体験させるならば、生徒が自ら問いをたてるという過程をあきらめ、約束事を守ることができ、ある程度見通しがきくテーマを教師が設定して生徒に提示するのが一般的な指導であろう⁵⁾。そこで、理科の約束事をゆるめることにより、生徒が自ら問いをたてられるような指導を試みたのである。

②「生徒が調べ方を考案する過程を重視し、理科的な調べ方と社会科的な調べ方の両方をとり入れる」学習活動とは、教科の探究の約束事をゆるめることにより、生徒が調べ方を考案する余地を広げ、教科の枠組みを意識しない調べ方や二つの教科の調べ方をとり入れるものである。このような調べ方により、生徒が取

*東京成徳大学中学・高等学校

**お茶の水女子大学附属高等学校

り組む領域が幅広いものとなることを期待できる。

③「生徒が自ら実験し調査した結果に向き合い、幅広く考察する」学習活動とは、生徒が、②の学習活動から得られた複数の要素を前に思考を巡らせ、それを表現するものである。考察対象の材料がいくつもあるため、生徒がそれらをもとに考え、表現すれば自ずとその生徒独自のものになる。思考の厳密性の優先順位は下がるが、「自分だけが考察したことを発表する」という活動が実現する。

以上の三つの学習活動により、中学生が問いをたてることが可能になり、未知の領域に挑み試行錯誤を楽しむ自由研究が実現できると考えた。

3 実践の概要

(1) 対話の展開

図は、4名の生徒が、理科と社会科教師とともに3回の対話を経てそれぞれの取り組みたい問いを決め、各自で実験・調査等に取り組み、レポートを作成し発表に至るまでの流れを示している。この自由研究では、生徒が試行錯誤を重ねながら個別に独力で実験・調査やレポート作成に取り組む。これらの個別の活動を教師と生徒の対話の時間によって支える構成を考えた。

「問いをたてるための対話」では、「問いの種のようなもの」を生徒から引き出し、それらを生徒が自己の問いに結びつけられるような指導を意識した。

生徒たちは1学期の学習に関する疑問や日常生活からの疑問を次々と表明した。「砂糖はいつ頃広まったのか」「ヤマト王権の頃の、朝鮮半島での製鉄を再現できるか」「赤ペンキの文字が消えかかっている黒の文字が残っている看板を見た。この違いは何によるのか」というようなものである。この時のことをプレゼンテーションの際に生徒Lは次のように語った。

生徒4人と先生たちでテーマ決めをしました。いろんな話題を出して話し合っている中で、気になった話題を1人1題ずつ決めます。そのための話し合いを何度かしましたが、塩や砂糖の比較のこと、人の味覚について、雨粒の大きさが変化する理由等、話し合う度におもしろい話題が出てきました。自分が気になったことを言って、周りがそれを盛り上げて、話題を膨らませていくという形で話は進んでいきます。普段気になってもばかばかしくて人に言えないようなことも迷わずに話すことができました。それはとても楽しくて、みんながどんどん意見を出し合ってくれたので、そのおかげでおもしろい意見がたくさん出たのだと思いました。

教師は、生徒の興味が教科の調べ方と適合しないよ

うなものであっても即座に却下せず、ある時は生徒の疑問にさらなる疑問を付け加え、ある時は「先行研究確認」の役割を担い、生徒の「どこまでわかっているのか」という質問に対し「それはまだよくわかっていない」「…という説があるらしい」と説明した。

また、生徒を前に教師間でも対話を重ねた。教師が

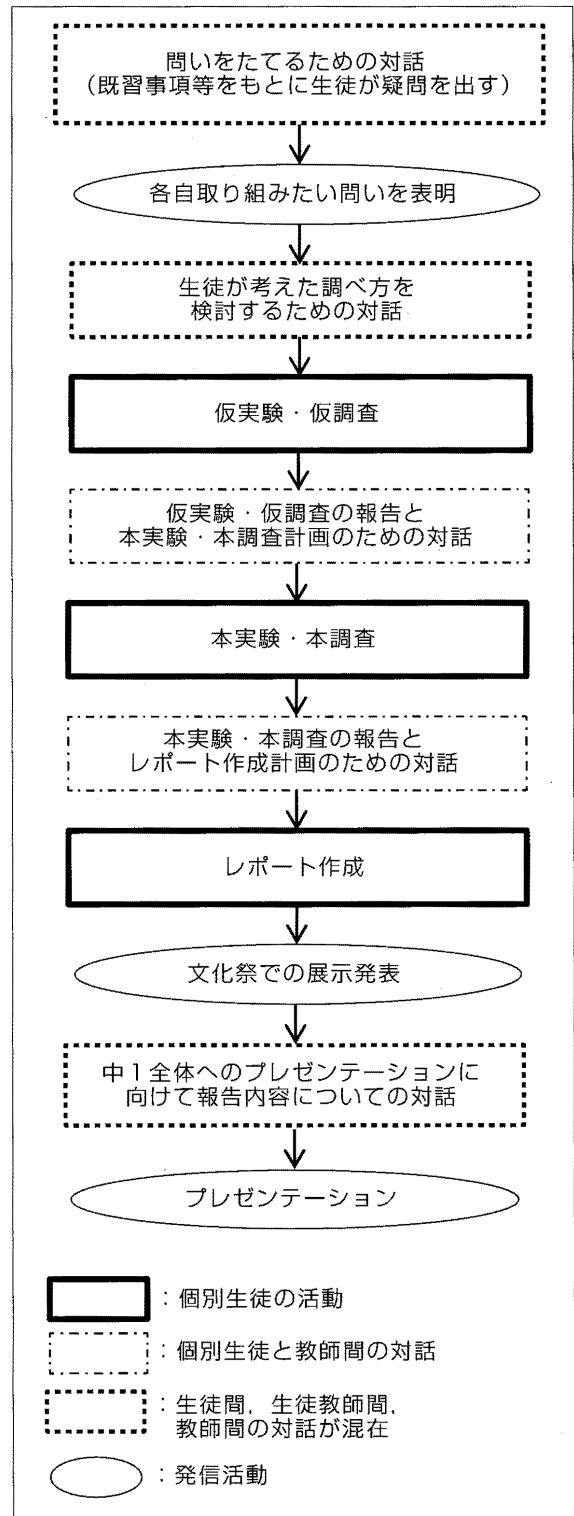


図 対話で生徒の個別活動を支える指導の流れ

素朴な疑問をぶつけるともう一方の教師が「私はよく知らない。調べてみないとわからない。」「それを調べることはむずかしい。なぜならば…」等と語った。このようなやりとりは、生徒に「知らないことを知る」過程を示すとともに、どんな疑問を語っても許容される雰囲気をつくりだした。生徒Nは2年後に次のように述べている。

先生たちがいろいろなことを言っていて、自分たちと近いところにいると感じました。授業のときの教えるっていうのとは違って、先生にもわからないことがあるんだと思いました。知らないことを知るという話し合いになったと思います。

生徒が各自の問いをたてた後も、教師は同様の姿勢で「生徒が考えた調べ方を検討するため」「仮実験・仮調査の報告と本実験・本調査計画のため」「本実験・本調査の報告とレポート作成のため」「中1全体へのプレゼンテーションに向けて」等の目的で生徒との対話の機会を持った。

「調べ方についての対話」では、生徒がよりよい方法を考えるきっかけになるような質問を教師側が意識した。

「レポート作成・プレゼンテーションに向けての対話」では、生徒が各自の問いの領域に関して教師よりもよく把握し考えている状態になっているので、調べたことの詳細や生徒が述べたいことの根拠などを教師が尋ね、生徒がそれに答えるような場面が多くなる。

「問いをたてるための対話」→「調べ方についての対話」→「レポート作成・プレゼンテーションのための対話」と段階が進むにつれて、教師の役割は「支え役」から「対等な議論の相手役」に変化する。

(2) 問いと調べ方の特色

表は、生徒の「対話を経た問い」と「対話を経た調べ方」、および「2年後の感想」をまとめたものである。これに沿って生徒の問いと調べ方の特色を整理する。

① 様々な事象をむすびつけた問い

生徒たちは対話の中に出てきた「問いの種」をそれぞれの視点で結びつけ自己の問いをたてた。これらは、生徒Fの「対話を経た問い」の内容のように様々な事象が混在する疑問であった。理科の指導ならば、条件制御等のために問いを細分化するか別の問いへの変更を求めただろう。このような問いが成り立つのは約束事をゆるめたためである。

② 答えを見通せない問い

この自由研究指導では、生徒の実験・調査・考察がどのようになるのかを教師も見通せないという面があったが、それはプラスに作用した。教師は、生徒の

実験・調査報告や考察に質問し、対話の中でともに考えた。「2年後の感想」には、「先生と一緒に迷えたのがよかった。研究するなら先生も知らないことがいい。」(生徒F)、「答えがどうなるかわからない経験はいいこと。たいへんだったがとても楽しかった。」(生徒N)というような記述がみられ、生徒が研究者の味わうような苦楽を経験していた様子が見える。

③ 生徒の考えた調べ方と理科実験の違い

「対話を経た調べ方」は、一見、理科実験そのものようであるが、理科の約束事をゆるめている。条件設定の厳密さを欠く上に、理科では排除するような「視覚」「味覚」「食感」等の「人の感覚」で結果を測定しているのである。その一方で、これらの研究に反証可能性はあり、また「つじつまのあう考え方をくりだしている⁶⁾」という意味での科学的な約束事は保持されている。

④ 生徒独自の考察をもたらす調べ方

生徒L、Nは、実験だけではなく、アンケート・インタビュー調査も行っている。また、F、Sの実験の中には様々な要素が入っている。このような複数の調べ方から導きだされたいくつもの実験結果・調査結果に生徒が向き合うことで、教師の予想がつかないような生徒独自の着眼・考察がうまれた。例えば、塩と砂糖の割合を変えた混合液を仲間に飲み比べてもらい、おいしいと感じる塩と砂糖の比率を調べた生徒Sのレポートには次のような記載がある。

「歴史」「冷たさ」「甘さ」を組み合わせて考えてみた。冷やして飲むということの広まりは人間の歴史でいうと冷蔵技術の発達があった最近のことである。一方、飲み物に砂糖や添加物をいれるという歴史も新しい。この二つの出来事には、冷たいと甘さを感じにくくなるということが関係していると思う。冷やして飲むと甘さを感じにくくなる。すると常温で飲むよりも甘さがうすくなり、その飲み物に砂糖や添加物をいれて味を調えるようになったのだろう。その結果、砂糖の取り過ぎや添加物の問題がでてきているのではないか。

(3) プレゼンテーションによる他生徒への影響

中学1年生全員に向けてのプレゼンテーション直後のアンケート調査では、この4名の同級生の発表に触発されて何人も生徒が身近なことへの疑問を表明した。「寝ることについて」「汗について」「子の『空はなぜ青いのか』の質問に対する親の説明」「だまされやすさ」「鉄の錆びかた」「昔の建物の木材の腐る様子」等40項目以上の「調べてみたいこと」が寄せられた。

表 対話を経た問い・対話を経た調べ方・2年後の感想

	対話を経た問い	対話を経た調べ方	生徒の2年後の感想(2015年)
生徒F	和紙に墨で記録されたものや木簡は歴史研究の重要な手掛かりになっている。 今後、天変地異に遭遇しても1000年先まで残る記録として最適な「書くための素材」と「筆記具」の組み合わせは何か。	書かれる素材は、和紙・ケント紙・陶片・木片・プラスチック版など、筆記具は、墨・朱墨・ボールペン・ペンキ・鉛筆などで、これらを組み合わせて文字の残り具合を調べた。大地震・洪水・台風などの「天変地異」のストーリーに合わせて、水につけたり、天日にさらしたりという条件を設定した。	<ul style="list-style-type: none"> ・あときは、先生も知らなくて先がわからないようなことを「あーかねー、こうかねー」と話して一緒に迷えたのがよかった。 ・先生が知っていることをもとに何かするのは授業、研究をするなら先生も知らない方がいい。 ・2年・3年の理科単独レポートは、テーマがあらかじめ決められていたこともあり、研究の動機は、あつてないようなものだったのに対して、1年のときは、自分が調べたいと強く思ったテーマでどこにも答えがかいてないことを調べたので、2年以降の実験よりも長い時間をかけたいへんだったがとても楽しかった。 ・学校でいろいろな話し合いの場があるが、あときほど、何でも言いたいことが言えたことはない。たいていは、テーマが決まっているし、時間制限がある。
生徒S	人の味覚の不安定さや塩や砂糖の歴史に興味を持ち、組み合わせて調べたくなった。塩と人間のかかわりの歴史は古く、それに比べ砂糖の歴史は新しいが、現代ではこの二つが混ぜて使われることがある。サッカー部活動時の熱中症予防のための塩分補給を想定し、砂糖と塩の割合を変えた混合液をつくり、人がおいしいと感じる砂糖と塩の比率をさぐりたい。	サッカー部の仲間に、砂糖と塩の割合を変えたさまざまな混合液を飲み比べてもらい、どのように感じるか調べ、表にまとめた。	<ul style="list-style-type: none"> ・実験そのものよりも、実験結果から何がいえるかあれこれ考えるのが好きなので、1年のときの実験は理科らしさをゆるめていたと先生から聞いて「だからいろいろなことを考えることができたのだ」と思った。
生徒L	保存食としての漬物について、塩水に「漬ける」とはどのような変化なのか、砂糖だとどのようなものか、保存食としての漬物の未来は、日本と韓国でどのように変わっていくのか。	野菜を塩水に漬けてからの変化を観察し測定した。 塩水のかわりに砂糖水に漬けた場合も、同様に観察し測定した。 韓国の知人から、漬物に対する韓国の若者の意識などを取材。 また、中学1年生全員を対象に漬物に関するアンケート調査を行った。	<ul style="list-style-type: none"> ・面倒くさがりなので、小学校の時の自由研究はほとんど手抜きだった。1年生のときは、自分で決めたテーマだし、結果がどうなるかわからなかったから、何日もかかる研究でもやり通せたとと思う。 ・答えが簡単に見つかるような実験とか調査とかはいくらでもある。1年の時のようなやり方でなければ、時間をかけてやる気がしない。 ・社会科は好きだけど、理科にそれほど興味がなかったのだが、あの経験でまっさらな状態からやっている科学者ってこういうことなのかなと思い、理科への理解が深まった気がする。
生徒N	卵焼きについて、調味料の種類や割合などによって、やわらかさや焦げ方が異なるとか、さめてもおいしい作り方の工夫があるとかいわれているがそれらは本当なのか。家庭や地方によって卵焼きの甘さはかなりちがうといわれるが具体的にどのくらいちがうのか。	卵焼きに使用する調味料の違いによる調理過程の変化をみる実験と、調理直後と冷めてからの食感と感じる味の濃さについて比較する調査を行った。また、卵焼きの家庭差・地域差をさぐるために、アンケート調査やインタビューを行った。	<ul style="list-style-type: none"> ・どこにも答えが書かれていないことに取り組んだのはあときは初めてで、どんな答えがでるかわからないというのは、とても新鮮だった。 ・結果の予想がつかないので結構不安でもあった。そういう不安もふくめて、答えがどうなるかわからない経験はいいことだと思う。 ・自分のテーマを決めるまでが楽しいという経験はあの時だけ。テーマ決めの話し合いの時、4人がみな自分から発信したいという気持ちになっていた。知らないこと、疑問点をどんどん出せたことだけでなく、他の人と先生が話しているのを聞くのも楽しかった。理科と社会科ということではいろいろなことを幅広く話せた。

(4) 自由研究と思考力・発想力・表現力

自由研究への取り組みで生徒たちはどのような力が伸びると感じたのであろうか。自由研究実施後のアンケート調査で4人が挙げたのは、例えば「1つの物事から考えを広げる力」「連想する力」「根気強く物事を続ける力」「2つ以上の教科を結びつける力」「発想力」「物事を考えるときの視野が広がる」「語り合う能力や文章をまとめる能力」等であった。

ところで、この自由研究のめざすところは、「総合的な学習の時間」と重なる部分も多いが、本指導実施校の場合は別プログラムが設定されている。一方、併設の高等部1年生117名（公立中学出身者110名）へのアンケート調査では、中学校での「総合的な学習の時間」の活動を通じて身についたり得られたりしたこと（複数回答可）について、「他の人と協力する経験」が70名、「考える力」は47名、「問題点のみつけ方」は13名という結果だった⁷⁾。思考力・発想力の育成という点ではこの自由研究での学びと総合的な学習とでは趣が異なるようにも思われる。

4 おわりに

(1) 連携指導の成果と課題

通常、教科間の連携では重なりあう領域での相乗効果が期待されるのだろうが、この指導では、発想を転換し、教科の約束事をゆるめ、「教師も生徒も教科の境界をあまり意識しないような場」を設けることを連携の目的の一つとした。この連携によって、教科の枠

内では実現しづらい、自ら問いをたてるという学問的なプロセスを生徒が体験することが可能になり、生徒は「たいへんだけれども楽しい」研究を行うことができた。

この対話による指導は、少数の意欲的な生徒を対象とする試みだったので、多数の生徒を対象とするための修正は今後の課題である。

(2) 社会科教育との関連—期待と課題—

この自由研究指導と社会科教育との関連を次のように考える。

①生徒が社会科の枠の外で培った力を社会科の学習活動で発揮

生徒たちは自由研究を通じて、「・・・というがそれは本当か」「その調べ方は適切か」と疑問に思うこと、複数の疑問の種を結びつけて自分なりの問いをたてること、過去への関心と現在や将来の課題を結びつけること等を学んだ。これらの学習で培った力が社会科学学習での多面的・多角的な考察で発揮されることが期待される。

②分野間、科目間の連携再考

理科・社会科の連携の成果は、地理・歴史・公民間、地理歴史科・公民科の各科目間の連携においても期待できる。重なりあう領域の指導を志向するだけでなく、分野間の境界をあまり意識しないようにすることで生徒の思考力・表現力の育成をめざすようなプログラムの検討を今後の課題としたい。

註

- 1) 自由研究については、安藤秀俊・海野桃子（2008）、海野桃子・安藤秀俊（2009）等を参照。
併設の高等部1年生117名（うち公立中学出身者110名）を対象に2015年に実施したアンケート調査で、小学校で夏休みの自由研究があったと答えたのが95.7%（112名）、中学校であったのは33%（39名）。
- 2) 2013年7～10月に東京成徳大学中学・高等学校（永野勤務校、朝倉前任校）の中学1年生に実施。通常授業では、永野が社会科歴史的分野、朝倉が理科1分野を担当した。両者ともこの生徒たちの授業担当は2013年度のみ。
指導の実施から本稿をまとめるまでの期間に以下のような考え方を参照した。
 - ・Stuart Firesteinらの「無知学」の視点
http://bioweb.biology.columbia.edu/firestein/?page_id=8
（最終閲覧日：2016年1月5日）
 - ・大学生が自ら考案・実施する科学実験を題材にした英語プログラムALESSの指導。http://ale.c.u-tokyo.ac.jp/ale_web/index.php/courses/aless（最終閲覧日：2016年1月5日）
 - ・オープンダイアログという精神科の治療法の「リフレクティング」という手法

齊藤環（2015）『オープンダイアログとはなにか』、医学書院。

- 3) 「食べ慣れないものを初めて食べた経験の聞き書き」「昔のトイレについての聞き書き」「昔の歴史教科書・昔の歴史教育についての聞き書き」「ペットボトル強度調査」「食品用のラップ材の比較」「接着剤の比較」等のテーマを提示した。
- 4) 中学教科書にあまり詳しい説明はないが、例えば『未来へひろがるサイエンス1』啓林館（平成24年3月検定済）、p.204-205等。高校教科書の記載例としては『物理基礎』啓林館（平成24年3月検定済）、p.237等参照。
日本の高校教科書よりも約束事が網羅的に記されているアメリカの小学生向けの教科書もある。例えば“Houghton Mifflin Science - Grade6”, Houghton Mifflin Harcourt, 2007, pS6, S9.
- 5) 中学教科書の日常生活からの研究テーマ設定は、4)の『未来へひろがるサイエンス1』、p.204-211等参照。
理科の探究的な授業については石井恭子（2011）の論文等を参照。
- 6) 例えば、熊澤峰夫ら（2002）p.5等参照。
- 7) 1)と同じ調査。

参考文献

- 安藤秀俊・海野桃子 (2008) 「理科の自由研究の系譜と附属小学校における児童の意識」『福岡教育大学紀要 第四分冊 教職科編』 p.135-140。
- 石井恭子 (2011) 「理科における探究的な授業を実現するにはどうしたらよいか? -子どもの学びと教師の協働の視点から見直す-」『教師教育研究』第4巻, p.243-254。
- 海野桃子・安藤秀俊 (2009) 「中学校における理科の自由研究の現状 -教科書での取り扱いと中学生の意識-」『理科教育学研究』第50巻第2号, p.11-19。
- 熊澤峰夫・伊藤孝士・吉田茂生編 (2002) 『全地球史解説』, 東京大学出版会。