

理科教育で育てる力

～理科パワーアップ研修講座(観察・実験指導力向上研究協議会)講義「理科教育の現状と課題」～

三木 勝仁

観察・実験活動が充実された新学習指導要領に対応し、教員が質の高い理科の指導が行えるようにするため、北海道理科RiSINGプロジェクトの一つである、理科パワーアップ研修講座(理科の観察・実験指導等に関する研究協議会実施事業)が実施されており、次年度が最終年度となる^{*1)}。研修講座は「理科教育の現状と課題」と題した講義で始まり、理科教育で育てることを求められている力を北海道における理科教育の課題とともに伝えている。本稿では、その講義内容の概要を述べる。

【キーワード】 北海道理科RiSINGプロジェクト 教員研修 問題解決的な能力 学習指導

はじめに

次期学習指導要領に向けて、児童生徒に育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関し、文部科学省において検討が重ねられている。学識経験者による検討会においては、学校の状況として、『今なお多くの学校において、学力についての認識が「何かを知っていること」とどまりがちであり、知っていることを活用して「何かをできるようになること」にまで発展していない』との視点が示されている^{*2)}。

全国的に子供たちの学力状況を把握する「全国学力・学習状況調査」では、次年度は理科が2度目の対象教科となる^{*3)}。理科パワーアップ研修講座(理科の観察・実験指導等に関する研究協議会実施事業)では、講義「理科教育の現状と課題」の中で、理科教育で育てることを求められている力を北海道における理科教育の課題とともに伝えてきた。本稿では、講義内容の概要について述べる。

1 社会の変化に合わせた学習の変化

(1) 情報通信技術の進展と知識基盤社会の到来

高校生までの知識を一つのメモリーデバイスにまとめて検索し、そのほかの知識もスマートフォンやPCを用いてインターネット等から容易に入手できるようになった。また、スマートフォンの無料のアプリケーションが、インターネットに接続しなくても、数式の写真を撮るだけで答を出したり、式の解き方を

順序立てて説明したりできるようになった。知識が思考したり判断したりするための不可欠なものであることには変わりはないが、昔ながらの「何かを知る、覚える」ことを重視する授業をしていたのでは、児童生徒が社会に出たときに役立つ力を育てることにはなくなっている。「知識を再現する」ことに加え、児童生徒一人一人が、社会、チームの中で自分の力を発揮する仕方を身につけさせる授業を行うことが必要である。

(2) グローバル社会の到来

かつて、その場の雰囲気や状況等を察する(感じる・つかむ)ことを「空気を読めない」という意味の、「KY」という言葉を頻繁に耳にする時期があった。自分の意見・考え・気持ちを口にしなくても、相手がそれを察し、対応することを求める風潮さえ見られた。

状況を認識する力や、言葉にしない(できない)相手の気持ちを汲み取る力がとても大切なものであることは、今さら論をまたない。しかし、自分の考えや思いを相手に伝える力は、社会、チームの中で力を発揮する上で必須の力である。まして、育った国や地域が違う相手に、言葉や文字にしない自分の考えや思いを読み取ることを期待することには無理がある。自分の考えや思いを表現できない者は、能力が無いと判断される場合もある。

学校では以前から大切にされ、指導されてきたことではあるが、自他の考えを比べ合い、検証し合う授業を行うことが必要である。

2 学び方の再確認

「どのように学ぶか」という、学びの質や深まりを重視することが必要であり、課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習や、そのための指導の方法等を充実させていく必要があること、こうした学習・指導方法は、知識・技能を定着させる上でも、また、子供たちの学習意欲を高める上でも効果的であることが、これまでの実践の成果から指摘されている^{※4)}。

理科においては、以前から「問題解決の能力」「探究的な能力」を育てる指導が行われてきているが、改めて、その重要性和学び方を確認する時期を迎えている。

かつて、「理科の勉強が好きだ」に比べ「理科の勉強は大切だ」についての肯定的な回答をする児童生徒の割合が低く^{※5)}、「理科を学ぶことの意義や有用性」についての課題が提起された調査結果があった。その後、改訂された学習指導要領では、小学校理科では「実感を伴った理解」の側面の一つとしての「主体的な問題解決を通して得られる理解」^{※6)}が、中学校理科では職業等との関連の重視が述べられ^{※7)}、理科教育で育てるものが単なる「知識・理解」ではないと改めて示されたことは記憶に新しい。

教師が願っているように、児童生徒が他の地域や国で育った人々とともに仕事をする等、社会構造がどのように変化しようとも、児童生徒自身が自ら望む場で力を発揮できるように育てるためには、次のような問題解決の能力を育てる場面を含む授業を行うことが必要である。

- ・問題を発見し、問題に対する自分の考えや思いを表現する場面
- ・他の考えを聞いた上で、どの考えが問題を解決するために適当であるのかを判断するための検証方法を計画し、実行する場面
- ・得られた結果から、問題解決に至る結論を導く場面

このような問題解決の能力を育てる場面を含む授業は、理科だけではなく、全ての教科の授業で行われなければならないものである。しかし、「観察、実験等を通して」行われる理科の学習は、考えの正しさを「観察・実験」という具体的な方法で確かめることができる、という点で、他教科に対しアドバンテージをもつ。

問題解決の能力は、理科の授業においては、「子供の考えを顕在化し、他者との共有を図りながら科学的にしていくプロセス」である「問題解決」の過程を経て養われる。このプロセスは「子供主体の問題解決の8つのステップ^{※8)}」(表1)として記されることもある。改めて、「どのような力」を育てるために「どのような場面」が個々の授業に含まれているか、学び方を確認する必要がある。

研修講座では、ビデオ「8つのステップに沿った『小学校理科』指導の基本形(3単位時間を35分に編集したもの)」「中学校理科指導」を視聴する時間を別に設け、具体的に伝えている。

表 1

子供主体の問題解決の8つのステップ

- ① 子供が主体となって問題を見いだしているか
- ② 問題に正対した予想や仮説を立てているか
- ③ 予想や仮説を検証できそうな観察・実験の計画を立てているか
- ④ 目的に応じて適切に観察・実験を行っているか
- ⑤ 観察・実験の結果を適切に処理しているか
- ⑥ 観察・実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて考察し、自分の考えを表現しているか
- ⑦ 問題解決を通して、科学的な言葉や概念として知識や技能を獲得しているか
- ⑧ 獲得した知識や技能を活用して、実際の自然や日常生活の中で、適用したり、分析・判断したり、批判的に考察したりしているか

3 評価の観点の再確認

小学校、中学校の理科の評価の観点は、ともに4観点であるが、同じ重みで評価がなされているか、確認する必要がある。「自然事象についての知識・理解」を偏重しがちと聞く。

論理的思考力や表現力、探究心等を備えた人間育成を目指す「国際バカロレアのカリキュラム^{※4)}」における理科の評価の観点は、A「1つの世界」、B「科学におけるコミュニケーション」、C「科学の知識及び理解」、D「科学における探究」、E「データ処理」、F「科学に対する態度」の6観点であり、各観点を6点満点で評価し、その合計点により成績を7段階に評定する。各観点の重要度は等しく、C「科学

の知識及び理解」は6分の1の重みしかない。

一方で、「各教科の内容等に即して思考・判断したことを、その内容を表現する活動と一体的に評価する観点^{※9)}である「思考・表現」は、日本の理科では「科学的な思考・表現」の1観点であるのに対し、国際バカロレアではB「科学におけるコミュニケーション」、D「科学における探究」の2観点となっている。2006年のPISA調査において、下記の項目等に対する中学3年生の回答状況がOECD平均より10%以上低かった^{※10)}。

- ・生徒には、自分の考えを発表する機会が与えられている。
- ・授業は、課題に対する生徒の意見を取り入れて行われる。
- ・授業では、クラス全体でディベートしたり討論したりする。
- ・生徒は、課題についての話し合いをする。

今、求められている「学び方」との関わりを考えながら、評価の観点や方法を確認する必要がある。

4 発問の再確認

「児童生徒に何を考えさせているのか」は、発問のタイプに現れると考え、図1のシートを例に、受講者自身が自分の発問を確認している。

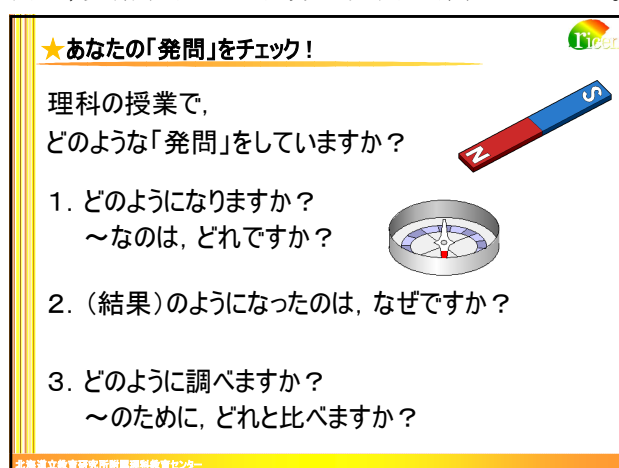


図1 発問のタイプ

「1. どのようになりますか？」等は、予想や結果をきく発問である。本例では、「方位磁針に磁石を近づけたら、方位磁針の針の向きはどのようになるか」のようになり、結果をきいた場合の正答は「方位磁針の赤い針が下側にな

る」等となる。

「2. (結果)のようになったのは、なぜですか？」は、結果を示した上で理由をきく発問であり、「自分の考えや意見を表現する力」「結果を分析して解釈する力」と密接な関係をもつ。本例では、「磁石のN極を近づけると方位磁針の赤い針が下側になったのは、なぜか」のようになり、「磁石は同極同士は退け合い、異極同士は引きつけ合う」等が答となる。

「3. どのように調べますか？」等は、「調べ方」（自分の考えの正しさを検証する方法）をきく発問であり、「科学的な疑問を認識する力」と密接な関係をもつ。本例では、「『磁石は同極同士は退け合い、異極同士は引きつけ合う』ことは、どのようにしたら確かめられるか」のようになり、「磁石のS極を近づけると、方位磁針の赤い針が上側になる」等が答となる。

受講者の中には、学生時代に「『1の発問』しかされたことがない」と話す者がいる。『教科書には答が載っているから、教科書を見ないで』と言われた」者もいる。まさに、「自然事象についての知識・理解」を偏重した授業を受けさせられた方々である。

資質・能力の育成を目指す「発問」	
【知識】（何かを知っている）から 【資質・能力】（知識を使って何かができる）へ	
知識の有無を問う発問	水の温まる順番は、上と下のどちらか。
理由や根拠を問う発問	水は下の方を熱しているのに、上の方から温まるのはなぜだろうか。
学びの過程が促されるような発問	熱したときの水の動きを調べるには、どうしたらよいだろうか。
理由や根拠、学びの過程、日常生活が結びつくような発問	身の回りでのものの温まり方について、例をあげて説明しよう。

図2 資質・能力の育成を目指す「発問」

図2は、小学校第4学年「もののあたたまり方」における発問の例である^{※11)}。研修講座では、受講者が現代的な理科の学習を指導できるよう、「どのような発問を」「どのような流れ」の中で行うのか、「児童はどのような考えをもつのか」など、図2のような具体的な授業場面を体験できる研修講座を、領域ごとに進めている。

5 児童生徒の変容の姿の再確認

授業を構想するとき、学習指導案が作成される。学習指導案は、「このように授業を展開すれば、目標が達成され、目指す力がつく」という仮説である。授業後には、仮説の妥当性、目標としたことが、現代的な理科の授業として適当であったか否かを、確かめる必要がある。

研修講座では、受講者が指導内容を確認するために、学力・学習状況調査問題を参考にした問題作成を行っている。図3は、これまでに受講者が作成した問題を、力ごとに分類したものである。作成した問題を互いに紹介し合うことで、自分の指導に不足していたこと、確かめ方が判然としていなかったことの学び合いがあった。授業後の児童生徒の姿を明確にイメージした指導ができるよう、互いの考えや実践に学び合う研修講座を進める必要がある。

調査問題を参考にした問題作成

- ◆ 科学的に調べられるものと調べられないものとを見分ける力(実証性, 再現性, 客観性)
- ◆ 考えの正しさ(誤り)を検証する, 観察・実験の方法とその結果を表現する力
 - ◆ 他の人の考えを理解する力
 - ◆ 自分の考えの有効性を他の人に説明する力
 - ◆ 結果を見通す(予想する)力
 - ◆ 観察・実験の方法の不適切な部分を指摘し, 改善方法を示す力
- ◆ 結果を示し, 理由(自分の考え)を表現する力
- ◆ 日常生活で見られる事物・現象の中に, 学習したことを当てはめる力

図3 受講者が作成した問題種

「今の授業」がつながる未来を意識しよう★

- ・ 今の自分の授業は、何をできるようにさせることをねらっているのか？
- ・ それができるようになることは、目の前の「この子」たちにとってどんな意味があるのか？
- ・ その力は、この子たちの将来にどう生きるのか？

↓

- ・ 教える側に漠然とした意識しかなければ、教わる側に「今の学習と将来の関係」など見えるはずがない。
- ・ 中学校での学びや生活、大学生の学びや生活も、小学生、中学生にとっては重要な「将来」。

図4 指導内容の再確認

6 指導内容の再確認

「この勉強をして、何の役に立つの？」と、しばしば、児童生徒は教師に質問する。そのようなときこそ、「理科を学ぶ意義や有用性」を児童生徒に伝える絶好の機会である。そのためのために、図4のように、児童生徒の未来と授業との関わりを再確認しておく必要がある。

おわりに

「子供たちが社会に出たときに役に立つ力や知識を身につけさせたい」と願って、多くの教師が情熱を傾け、職務に励んでいる。子供たちが社会に出るとき、「社会はどのような姿になっているのか」「どのような力や知識が求められる社会になっているのか」、そのために「昨日の授業」の、「どこを」「どのように変えていかなければならないのか」を伝えることが、私たちに求められている。これらを現場で奮闘、苦闘している先生方に、具体的、かつ、ていねいに伝え提案できるよう、研究を不断に進めていきたい。

参考文献

- 1) 文部科学省 理科の観察・実験指導等に関する研究協議実施事業公募要領 2013
- 2) 文部科学省 育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会 ―論点整理― http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/095/houkoku/1346321.htm 2014
- 3) 文部科学省 平成27年度全国学力・学習状況調査に関する実施要領 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/zenkoku/1353904.htm 2014
- 4) 文部科学省 初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について(諮問) 2014
- 5) 国立教育政策研究所教育課程研究センター 平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査 2005
- 6) 文部科学省 小学校学習指導要領解説「理科編」 2008
- 7) 文部科学省 中学校学習指導要領解説「理科編」 2008
- 8) 村山 哲哉 小学校理科「問題解決」8つのステップ 東洋館出版社 2013
- 9) 文部科学省 学習評価に関するQ&A http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/qa/1299415.htm 2010
- 10) 国立教育政策研究所 PISA調査のアンケート項目による中3調査集計結果(速報)について https://www.nier.go.jp/pisa2007_press/pisa2007_press.pdf 2008
- 11) 後藤頭一 理科における問題解決の資質・能力、科学的な探究の能力とは何か 東洋館出版社理科の教育748 2014
- 12) 藤田晃之 北海道立教育研究所「キャリア教育研修講座」資料 2014

(みき かつひと 初等理科学研究班)