

質問を考えることを通した
科学的な見方・考え方の育成
—中学校理科における
サイエンスコミュニケーションのあり方の検討—

京都教育大学大学院 連合教職実践研究科
教職実践専攻 授業力高度化コース
156024 森田果歩

質問を考えることを通した科学的な見方・考え方の育成 —中学校理科におけるサイエンスコミュニケーションのあり方の検討—

森田果歩

授業力高度化コース

要約：本研究の目的は、中等理科教育においてサイエンスコミュニケーションを通し、科学的リテラシーの中でも主に科学的な見方・考え方を育成する方法を検討することである。筆者は授業において「授業中に質問を1つ考え、ワークシートに書き込む」というルールを設定した。これにより、生徒が知識を活用して科学的に見たり考えたりする機会を増やし、科学的な見方・考え方を育成することをねらいとした。授業の内容とその授業中に得られた質問の内容との関連を調べた結果、授業内容の理解度が高いほど、科学的に見たり考えたりすることを促すことができると分かった。

キーワード：科学的な見方・考え方、科学的リテラシー、サイエンスコミュニケーション、質問を考える

1. 問題の背景

1-1 身につけさせたい力としての科学的な見方・考え方

2008年1月17日の中央教育審議会の答申では、「次代を担う科学技術系人材の育成がますます重要な課題になっているとともに、科学技術の成果が社会全体の隅々にまで活用されるようになっている今日、国民一人一人の科学に関する基礎的素養の向上が喫緊の課題となっている。」という提言がなされた。これを受け、2008年改訂の中学校学習指導要領において、「科学的な見方や考え方を養うこと」という目標が設定された。

学習指導要領では、「科学的な見方や考え方を養うこととは、自然を科学的に探究する能力や態度が育成され、自然についての理解を深めて知識を体系化し、いろいろな事象に対してそれらを総合的に活用できるようになることである。具体的には、観察、実験などから得られた事実を客観的にとらえ、科学的な知識や概念を用いて合理的に判断するとともに、多面的、総合的な見方を身に付け、日常生活や社会で活用できるようにすることである。」と定義している。

近代化が進む現代の日本において、人々の生活は大部分が科学技術によって支えられている。科学技術が溢れる中で、人々が生活をより良くしていくためには、科学に関する基礎的素養を身

につけ、向上させていく必要がある。例えば、現代の日本では求めている情報が簡単に手に入る便利さがある。しかし、それらの情報は全て正しいものであるとは限らない。そこで、何でも鵜呑みにするのではなく、それらの情報が本当に正しいものであるのかどうかを判断する力、必要な情報を選択する力などが必要になる。つまり、科学的な見方・考え方を身につけることがますます重要になってくると考えられる。

科学的に考えるということは、科学的リテラシーの重要な要素でもある。OECD は科学的リテラシーについて次のように述べている。「科学的リテラシーとは、「自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力」である。「科学」ではなくて「科学的リテラシー」という用語を使用することで、伝統的な学校理科の知識を単に再生するというよりむしろ様々な生活場面の状況に合わせて科学的知識を適用することに重点を置くという PISA 調査の考え方を強調している。」

これらから、筆者は理科教育において、授業の中だけで終わる知識ではなく、日常生活でも利用可能な科学的な見方・考え方を育成することが重要であると考えます。

1-2 サイエンスコミュニケーションの導入

では、科学的な見方・考え方をどのように育成していけばよいのか。その方法として、サイエンスコミュニケーションに着目したい。渡辺政隆（2012）によると、サイエンスコミュニケーションとは、「個々人ひいては社会全体が、サイエンス（広い意味での科学技術）を活用することで豊かな生活を送るための知恵、関心、意欲、意見、理解、楽しみを身につけることでサイエンスリテラシーを高め合い、サイエンスの活用の仕方を広く議論し合うことに寄与するコミュニケーション」である。

この定義を受けて筆者は、サイエンスコミュニケーションは大きく分けて3つの要素を持つコミュニケーションであると考えた。3つの要素とは、サイエンスに慣れ親しむこと、科学的リテラシーを高めること、サイエンスの活用の仕方を議論することである。この3つの要素はそれぞれが相互に高め合うものであり、どれからでもアプローチすることができると思う。しかし、サイエンスに対して無関心な生徒にサイエンスコミュニケーションをさせるとき、これらの3つの要素の中で一番重要なことは、サイエンスに慣れ親しませることである。なぜならば、サイエンスに対して興味・関心を持つことができると、もっと知りたい、考えたいという意欲となり、サイエンスの活用の仕方を議論行いやすくなるからである。サイエンスに対する意欲を高めさせ

た上で、何度も議論をさせることにより、科学的な見方・考え方をより効果的に育成することができるだろう。よって、サイエンスに慣れ親しませることからアプローチし、サイエンスの活用の仕方を議論することを通して、サイエンスリテラシーつまり科学的な見方・考え方を高めていくことができると考える。

しかし、中学生にいきなり科学的な知識を用いて議論させることは困難である。そこで、中学生にサイエンスコミュニケーションをさせるにあたっては、筆者は「授業中に質問を考える」活動を設定し、サイエンスの活用の仕方を議論することの前段階としようとした。本論文ではその有効性を検証することを目的とする。

2. 中学校理科におけるサイエンスコミュニケーションの導入

教職専門実習Ⅰ（以下実習Ⅰ）における2点の課題をもとに、中学校理科においてどのような形でサイエンスコミュニケーションを取り入れていくのかを述べる。

課題①は、授業中の科学的に見たり考えたりする活動は、教師からの科学的に見たり考えたりする必要のある発問の答えを考えることだけであったということである。投げかけられた発問に対する答えを考えるだけでは、機会が少なく、考えるといっても受け身になりがちである。そこで、科学的に見たり考えたりする機会をもっと増やすこと、投げかけられた発問の答えを考えるだけではなく、生徒が自分から科学的に見たり考えたりする機会を設けることによって、より科学的な見方・考え方を養うことができるようになると思った。

課題②は、授業中に生徒が物事をどのように見て考えているのかということはほとんどつかむことができなかったことである。他者の見方・考え方は、知識と異なり、見えにくい。そのため、科学的な見方・考え方を育成する上では、考えたことを可視化することが重要になる。

課題①を踏まえ、教師側から投げかけた質問だけではなく、授業で学んだ知識を活用して生徒が自ら自由に発想することが重要であると考えた。そこで、自分が学部で研究をしていたときの経験をヒントに科学的な見方・考え方を養う方法を考えた。筆者が所属していた研究室では、週に1度のセミナーにおいて交代で研究成果を発表し合った。その際に、発表を聞く人は発表者に向けて質問をすることが義務とされていた。研究の方向性や手法は多様であるため、研究の経験が浅く、知識に乏しい学部生にとっては、他者の発表内容を理解することは困難であった。そんな中で、質問を考える活動はその困難に立ち向かうことの動機となった。最初は難しくても質問を考えながら聞くことを繰り返しているうちに、少しずつ他者の発表の内容に関心を持つことができるようになり、質問も思いつきやすくなっていった。さらに、このことを通して、研究セミ

ナーの場合だけでなく日常生活においても問いを考えながら話を聞く習慣が付き、様々な事柄に対して考える機会が増えていった。このような経験から、質問を考える活動の有効性に目をつけるに至った。この「質問を考える活動」は中学生にとっても有効なのではないかと考える。主体的に考えさせることで、より科学的に見ることや考えることを促すことができる他、他者に投げかけられた問いよりも興味・関心を持って学びに向かうことができるためである。この活動を継続的行っていくことによって、科学的な見方・考え方を養うことができるのではないかと考えた。

また、課題②より、生徒が授業中に考えていることを把握するために、考えた質問は毎時間提出するワークシートの質問欄に書き込むという形を取ることにした。口頭でのやり取りではなく、ワークシートに書き込むという形を取ることで、生徒が質問を考える時間を確保することができる。このワークシートは、質問を書くためのだけのプリントではなく、普段から授業においてノートの代わりに用いている授業の内容を書き込んでいくものである。

これらの方法を踏まえ、筆者は「授業中に1つ以上の質問を考えてワークシートに書き込む」というルールを設けた。質問を考える時間は特別に設けるわけではなく、授業時間の中で質問が思い浮かんだときに自由に書くものとした。質問を考える活動を義務化することで、主体的に授業に臨むことができるようになることを考える。問いを立て、科学に慣れ親しむことを通して、科学的な見方・考え方を身につけさせることをねらいとした。

3. 実践した授業の内容

3-1 単元構想

教職専門実習Ⅱ（以下実習Ⅱ）において、質問を考える活動を行った授業の内容について述べる。授業実践は第3学年を対象に行った。「授業中に1つ以上の質問を考えてワークシートに書き込む」というルールは初回の授業で提示した。質問を書くとスタンプが押され、そのスタンプが多ければ多いほどいいというように生徒に説明をし、質問を考えることの動機付けとしようとした。

実習Ⅱでの授業実践は次の表1の通りである。1章「力のはたらき」では、「力のつり合い」、「力の合成」、「力の分解」の3つの指導項目がある。このうち、筆者が授業をした項目は「力の合成」であり、全4時間である。この中で、ワークシート①、ワークシート②を2時間ずつ使って授業を行った。2章「物体の運動」では、「運動の速さと向き」、「力がはたらき続ける運動」、「力がはたらいていない運動」、「力をおよぼし合う運動」の4つの指導項目がある。このうち、筆者が授業をした項目は「力がはたらいていない運動」全2時間のうちの1時間と、「力をおよ

ぼし合う運動」全1時間である。前者ではワークシート③を、後者ではワークシート④を用いて授業を行った。

表1 各ワークシートでの学習内容

ワークシート	大項目 (時間数)	小項目	学習内容
①	力の合成 (2)	○一直線上にはたらく2つの力の合成 ○一直線上にない2つの力の合成	・重い荷物を一人で引くときと、二人で引くときの重さの違いを実演することから同じ向きにはたらく2つの力の合成の概念を知る。 ・綱引きの実演から反対向きにはたらく2つの力の合成の概念について知る。 ・一直線上にない2つの力の合成はどうなるか考え、実験をして調べる。
②	力の合成 (2)	○合力の求め方	・一直線上にない2つの力の合力の求め方を知る。 ・3力の力のつり合いについて知る。 ・力の合成を矢印で表す練習をする。
③	力がはたらいていない運動 (1)	○慣性の法則	・テーブルクロス引きの体験を通して、慣性という現象を知る。 ・電車に乗っていて電車が止まるときの状態と発車するときの状態を例に、慣性の法則の概念を知る。 ・テーブルクロス引きとだるま落としについて、それぞれ何に力がはたらいていて、何に慣性がはたらいているか説明をする。 ・生卵を回してもすぐに回転が止まりづらい理由を考える。
④	力をおよぼし合う運動 (1)	○作用・反作用	・物体に力を加えると必ず返ってくるということを、台車を使った実験を通して学ぶ。 ・ロケットの発射、壁に当たったボールがはね返るときのしくみを、それぞれ作用・反作用を使って説明する。 ・つり合いと作用・反作用の違いを考える。

3-2 実際の授業の様子

ワークシート①を使った授業では、2つの力と同じはたらきをする1つの力である合力を学ぶことを目標とした。説明の際には、具体物を用いて実演を行った。同じ向きにはたらく2つの力については、荷物についたひもを2人で引くときと1人で引くときの重さの違いに気付かせた。反対向きにはたらく2つの力については、綱引きを行い、力の差の分だけ力の大きい方へ動くということに気付かせた。同じ向きにはたらく2つの力についてはよく理解できているものの、反対向きにはたらく2つの力についての理解に苦しんでいる生徒が見られた。また、一直線上にない力の合成については、ばねばかりを用いた実験を通して力Fと力A、力Bの大小関係を大半の

生徒が理解している様子であった。

ワークシート②を使った授業では、一直線上にない2つの力の合力を、平行四辺形を作図することによって求める方法を学ぶことを目標とした。平行四辺形の作図はできている生徒が多かった。3力のつり合いに関しては、理解に苦しんでいる生徒が一部見られた。

ワークシート③を使った授業では、慣性の法則を学ぶことを目標とした。まず、テーブルクロス引きを全員に行わせることにより、慣性という現象を確認させた。その後、電車の発車と停車を例にして、力と慣性の関係について説明した。生徒たちは、テーブルクロス引きの体験を通して、慣性という現象を感覚的につかんだ様子であった。しかし、対象が電車など他のものにうつったときに、理解しにくくなっている生徒が一部見られた。慣性を説明する活動では、説明の仕方に困っている生徒が多く見られた。

ワークシート④を使った授業では、作用・反作用を学ぶことを目標とした。説明の際には、台車を用い、実験を行った。台車に乗った人が壁を押すと、人は壁の方向に押したのに対して、台車は反対方向に動くことから反作用という概念に気付かせた。その後、作用・反作用の2つの力になり立つ関係と力のつり合いの条件が同じことを確認した。実験を通して、作用・反作用の概念については多くの生徒が理解している様子であった。しかし、作用・反作用の2つの力に成り立つ関係と力のつり合いの条件が同じことから、作用・反作用と力のつり合いの違いを理解できず、混乱している生徒が多く見られた。

ワークシート①、③、④では、新しい概念を学ぶ項目であったため、それぞれ具体物を用いて実験を行った。具体物を用いて実験をすることで、生徒に概念を理解させるための大きな補助となっていた。口頭での説明よりも、目で見て分かる根拠を示すことによって、より多くの生徒の理解につながる。

4. 得られた質問の分析

4-1 質問の分類

実践を通し、毎時間に生徒全員が質問を記入するには至らなかったものの、得られた質問の中には、科学的に見たり考えたりすることを通して出た質問が見られた。ここでは、得られた質問を分類し、授業の内容や様子との関連を検討する。

質問が科学的な見方・考え方を通して出たものであるかどうかを判断する基準は、橋本裕治(2007)の考えを参考とした。橋本は、科学的な思考を次のように設定している。「(1)問題を解決するための観察や実験方法を考える。(2)観察、実験結果を考察し、規則性を見いだす。(3)

基準を決めて分類したり、関係づけを行ったり、共通点と相違点を見つける。(4) データを読み取って計算するなど、結果を処理する。(5) 因果関係をもとに結果を予想したり、類推する。」以上の5つである。

これを受けて筆者は、科学的な見方・考え方を通した質問を次のような2つに設定した。1つが、実験方法の改善策を考えたものである。もう1つが、授業で得た知識を用い、その因果関係をもとに他の場合を考えたものである。その2つをaとし、それに加えて4つの分類を設定した。

- a: 科学的に見たり、考えたりすることを通して出た質問
- b: 科学的に見たり、考えたりすることを通して出た質問であるが、授業内容と関係がない
- c: 素朴な疑問（～はなぜか。他に何があるか。）
- d: 授業内容でわからなかったところの質問（～がわからない。）
- e: 授業へのコメント・感想

aは科学的に見たり、考えたりすることを通して出た質問である。本研究では、aの質問を理想とし、目指したい形とする。aの質問をする際はその授業での内容理解が必要になる。aの例としては、「宇宙空間である程度加速したらその速さですずっと進みますか?」「実験で手で押すとあまり結果がわからないので足で押したらどうですか。」がある。

bは、科学的に見たり、考えたりすることを通して出た質問であるものの、授業内容と関係がないものである。その授業の中での理解度とは直接関係がないため、その授業での内容理解を重視するという意味で、本研究ではaの方がより理想に近い形とした。bの例としては、「マッハ1で飛ぶ飛行機がマッハ1でミサイルを打つとどうなるんですか?」「身体を動かすにはエネルギーが必要ですが、そのエネルギーはどこにたまっていて、形とかあるのですか?」がある。

cは、なぜ系の質問として、素朴な疑問とした。科学的な見方・考え方をしているとはまではないものの、科学に対して興味・関心を持っている、あるいは持とうとしている姿勢を伺うことができる疑問である。または、結果に対して自分の予想が違ったときに生じる疑問である。科学的に見たり考えたりすることが苦手な生徒や科学に興味・関心がない生徒にとっては、科学に親しむための重要な要素となると考える。また、授業内容の理解とは直接関係がないため、5つの分類の中で最も思いつきやすい質問の形であると考え。cの例としては、「なぜ摩擦力などが地球に存在するのか。」「他に慣性を利用したものは?」がある。

dは、授業において一度説明を聞いたけれども、理解できなかったことに関する質問である。

自分が理解できなかったことを他人に意思表示することも重要な要素となる。授業者にとっては授業における生徒の理解度を知るための指標ともなる。dの例としては、「押す力が作用ですか？」「3力のつり合いの3力は、どーいうことかわからなかったです。」がある。

eは授業へのコメントや感想である。eについては、本研究とは直接関係のないものと見なし、取り上げないものとする。eの例としては、「ちょっと字が小さくて見にくい。」「わかりやすかったです。」がある。

4-2 記入結果の考察

ワークシートごとの分類した質問の個数（個）と、分類した質問の個数のそのワークシートの中での割合（％）を表に示した。

表2 ワークシートごとに分類した質問の個数

		ワークシート			
		①	②	③	④
a	個数(個)	9	6	9	3
	その時間中の割合(%)	20.0	28.6	40.9	13.6
b	個数(個)	2	2	1	2
	その時間中の割合(%)	4.4	9.5	4.5	9.1
c	個数(個)	24	5	6	3
	その時間中の割合(%)	53.3	23.8	27.3	13.6
d	個数(個)	7	2	1	11
	その時間中の割合(%)	15.6	9.5	4.5	50.0
e	個数(個)	3	6	5	3
	その時間中の割合(%)	6.7	28.6	22.7	13.6
合計(個)		45	21	22	22

ワークシート①では、質問の合計数が45個とワークシート①から④の中で最多となっている。ワークシート①を使った授業は筆者が行った初回の授業であり、質問を考えることの動機付けを行ったことが大きいと考える。aからeの中ではcが最多となっている。生徒たちがまだ質問を考えることに慣れていなかったため、思いつきやすいcの質問が多くなったと考える。

ワークシート②では、質問の合計数がワークシート①に比べて半数を切っており、これはワークシート③、④でも続いている。ワークシート②を扱った授業では、作図が主な活動となった。そのため、新しい知識に触れることや、何かを考える機会も少なく、質問を考えにくい授業となっていたと考えられる。

ワークシート③では、ワークシート①から④の中で最もaの割合が高くなっている。その一方で、dの割合は最も低くなっている。dが少ないほどaが増えるということならば、学習内容が

よく理解できているときほど、科学的に見ることや考えることができるようになる傾向があるという見方ができる。また、ワークシート③を扱った授業においては実験を行ったり、生徒たちの身の回りのものに即した具体物を例に挙げた説明をしたりした。これにより、学習内容の理解、または科学的に見たり考えたりすることの手助けになったと考えられる。

ワークシート④では、dの割合が最も高くなっている他、aとcの割合が最も低くなっている。ワークシート④を扱った授業においては、作用・反作用の間に成り立つ関係とつり合いの条件が同じことから、違いが分からずに混乱した生徒が多数出た。このため、aやcの質問を考えるに至らなかったと考えられる。

ワークシート①から④の考察を通して、科学的に見たり考えたりすることを促すためには、授業内容をしっかりと理解させる必要があることが分かった。実際に実験をしたり、生徒の身の回りのものを例として説明をしたりすることによって、授業内容の理解や科学的に見たり考えたりすることを促すための手立てとなる。また、本実践においては、質問の内容を問わず、質問自体を考えることを重視していた。そのため、質問を考えるときにどのような考え方をしたら良いかというところまでは、生徒たちに示していなかった。そこで、生徒たちの中から出た良い質問を紹介して、全体に示すことも重要になる。質問の中身のある程度の方向性を示しておくことで、科学的に見たり考えたりすることをさらに促すことが可能であると考えられる。

5. まとめ

本研究を通して、サイエンスコミュニケーションを用い、科学的な見方・考え方を育成するための方法を考えてきた。中学生にサイエンスコミュニケーションをさせるにあたっては、「授業中に質問を考える」活動を取り入れた。この活動の中でサイエンスに慣れ親しませることを通し、科学的な見方・考え方を養うことを目標としていた。実習Ⅰにおいては、問いについて考えさせるだけの授業になってしまうこと、子どもの思考を捉えにくかったことが課題であった。これらの課題を踏まえ、実習Ⅱにおいては、「授業中に1つは質問を考え、ワークシートに書き込むようにする。」というルールを設けた。そこで、得られた質問を分析することによって、この方法において科学的な見方・考え方を促すことができるかを検証した。

結果より、質問を考える活動を通して、科学的に見たり考えたりしている生徒が見られた。つまり、この活動を継続的に行っていくことを通して、科学的な見方・考え方を育成していくことができると考えられる。さらに、質問と授業との関連を調べることによって、科学的に見たり考えたりすることを促すためには、授業内容をしっかりと理解させる必要があることが分かった。

実際に実験をしたり、生徒の身の回りのものを例として説明をしたりすることによって、授業内容の理解や科学的に見たり考えたりすることを促すための手立てとなる。

ただし、本実践においては、質問内容に問わず、質問自体を考えることを重視していたため、どのような考え方をしたら良いかというところまでは、生徒たちに示していなかった。その点に関しては、生徒たちの中から出た良い質問を紹介することで、質問の中身のある程度の方向性を生徒に示すことができると考える。

以上のことから、本実践において行った「質問を考える活動」は、主体的に科学的な見方・考え方を促すためのサイエンスコミュニケーションの具体的な方法としては、有効であったと考えられる。しかし、本実践においては、この活動を続けることによって生徒たちの質問がどのように変化していくのかというところまでは見ることはできなかった。質問を考える活動をただ継続的に行っていくだけではなく、質問の中身のある程度の方向性を生徒に示しておくことで、さらに科学的に見たり考えたりすることを促すことが可能であると考えられる。

この活動を通して問いを立てることを習慣化することができれば、次の段階として、その問いに対する理由を考え、議論につなげることができるような手だてを考える必要がある。それによって、サイエンスコミュニケーションをより有意義なものにすることができるはずだ。その検討を今後の課題としたい。

謝辞

本論文の執筆にあたり、ご指導・ご支援を頂きました実習校の方々並びに徳永俊太准教授をはじめとした先生方、執筆中に支えてくださった全ての方々に深く感謝致します。

引用・参考文献

- 1) 中央教育審議会答申（2008/1/17）「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」
- 2) 文部科学省（2008）『中学校学習指導要領解説理科編』教科の目標
- 3) 経済協力開発機構（OECD）（2010）『PISA2009年調査 評価の枠組み』P.167
- 4) 渡辺政隆（2012）「学校教育におけるサイエンスコミュニケーションーサイエンスリテラシーを養うためにー」『理科の教育』No.61 P.653-656.
- 5) 橋本裕治（2007）「科学的な思考を育成する指導法に関する研究 理科授業実践記録」
https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/j-kadaiscie/0706_3/index.htm（最終確認日 2016/12/26）