

<研究報告>

小学校理科の授業における児童の質問分析 —単元「電流のはたらき」を事例として—

山崎慶太 長野市立古里小学校

三崎 隆 信州大学教育学部理数科学教育講座

キーワード：小学校理科、分からない、質問分析、「ものづくり」、実験

1. 研究の背景

近年、理科離れが問題視されている¹⁾。理科離れとは、理科の学力が低下し、それに伴って理科に対する好嫌度も低下する問題のことを指す²⁾。加藤³⁾は、理科教育と理科離れの実態に関する研究で、小学生が理科を嫌いになった理由として最も多いのは、理科の授業で学習する内容が分からないという回答であることを指摘している。

これまでも、小学生を対象にして学習内容を理解できているか理解できていないのかについての実態を調査した研究がいくつか報告されている^{4)、5)}。それらは授業後の児童の理解度を調査する方法を取った研究であり、児童が学んでいる過程でどのようなことが分からなくなったのかを調査しているものではない。

池内・三崎⁶⁾は、高等学校の生徒を対象に、生徒が授業の中で何を分からないと感じているかを報告している。この研究は、これまで数多く行われてきた質問紙法による調査とは異なり、自由に他の児童・生徒と関わり合いを持てる授業において、交わされる会話の中から相手に質問している内容の発話を拾い出して分析する手法を用いている。これは、西川ら⁷⁾の手法に準じている。この手法によると、授業中に分からなくなった児童・生徒が他の児童・生徒に対して分からなくなったことを自由に質問できることから、児童・生徒が授業中に何が分からないのかを即時的に把握できる特徴がある。

前述の池内・三崎⁸⁾によると、高等学校理科（化学、生物）において生徒が質問する事項は、主に既習の内容に関する質問や、出現する語句の意味に関する質問であることが明らかにされている。つまり、高等学校の生徒が理科の授業の中で分からなく感じているのは、既習の内容に関する事項や、出現する語句の意味であるとされる。ただ、この研究は高等学校の理科を対象としたものであり、小学生が同様の事項について分からなく感じているとは限らない。

以上のことから、児童が小学校理科の授業において、何を分からないと感じているのかを明らかにすることによって、小学生の理科を嫌いになる理由となる分からない理科の授業の改善に対する示唆が得られると考えられる。そのことによって、今後の小学校における理科の授業の改善に資することが期待される。

2. 研究の目的

筆者らが、小学校理科の授業において児童が何に対して分からないと感じているかについて、小学校理科の授業での児童の質問分析によって明らかにすることを目的とする。

3. 研究方法

3.1 調査対象

公立 K 小学校の第 5 学年 1 クラス 32 人、第 6 学年 1 クラス 34 人を対象とした。ただし、調査期間中で 1 回以上欠席した児童は調査対象外とした。

3.2 調査期間

平成 22 年 2 月 5 日～3 月 1 日

3.3 調査単元

調査単元は第 5 学年の単元「電流のはたらき」と、第 6 学年の単元「電流のはたらき」（いずれも全 11 時間）を同じ空間で同時に実践する授業を対象とした。当該校の理科専科の教諭、対象学級の担任教諭が授業を行った。理科専科の教諭が単元構想をし、学習課題の提示や授業の導入と評価を行った。

3.4 調査方法

本調査では筆者の一人が当該校へ行き、調査を行った。対象者である児童全員に IC レコーダーを配り、すべての授業における対象者全員の発話及び会話などを録音した。

4. 分析方法

4.1 質問のカテゴリー化

池内・三崎⁹⁾は、プロトコルを基に授業の内容に関することで生徒が他の生徒に対して発話した内容から、質問していると判断できる内容の発話を拾い出し、それらを内容別にカテゴリーに分類した。本研究においても、その手法に準拠した。

録音した児童の発話を全てプロトコルに起こした。そのプロトコルを基に、児童が授業時間内に発話した内容から、授業の内容に関することで質問していると判断できる内容の発話を抽出した。本研究では、これを質問とし、授業の内容に関しないことで質問していると判断できる内容の発話は分析対象から外した。

本研究では、まず第 5 学年の 1 時間目の一人の児童の質問を、川喜田らの KJ 法¹⁰⁾を参考に、内容別にカテゴリーに分類した。そのカテゴリーを参考に、他の第 5 学年の児童全員の 1 時間目の質問を抽出し、それぞれのカテゴリーに分類した。そして、1 つのカテゴリーに分類した質問の数を数えて、そのカテゴリーに分類された質問数を算出した。これを全てのカテゴリーについて行った。続いて、この作業を 2 時間目から 11 時間目まで繰り返した。このようにして、第 5 学年におけるそれぞれのカテゴリーに分類された質問の質問数を算出し、それぞれのカテゴリーの質問数を加算して第 5 学年全ての質問の総数を出した。第 6 学年についても第 5 学年と同様に処理した。最後に、第 5 学年の質問の総

表1 各授業の学習課題

	日	学習課題
1時間目	2/5	電磁石にするコイルの作り方を調べ、5年生・6年生、全員が、注意することや作り方のコツをみんなに教えたり教えてもらったりしながらコイルを作ることができる。
2時間目	2/8	電磁石にするコイルの作り方を調べ、5年生・6年生、全員が、注意することや作り方のコツをみんなに教えたり教えてもらったりしながらコイルを作ることができる。
3時間目	2/8	鉄しんを入れたコイルをかんだ電池ボックスにつなぎ、電流を流したり切ったりして、くぎやカラーたいの電磁石へのつき方を調べ、5年生・6年生、全員が調べたことから、電磁石とふつうの磁石（永久磁石）とのちがいをみんなに説明できる。
4時間目	2/12	鉄しんを入れたコイルをかんだ電池ボックスにつなぎ、電流を流したり切ったりして、くぎやカラーたいの電磁石へのつき方を調べ、5年生・6年生、全員が調べたことから、電磁石とふつうの磁石（永久磁石）とのちがいをみんなに説明できる。
5時間目	2/15	電磁石に電流を流して、くぎやカラーたいが電磁石のどこによくつくのかを調べ、5年生・6年生、全員が調べたことを使って、電磁石にも永久磁石のような「極」（よく引きつけるところ）があるかどうかをみんなに説明できる。
6時間目	2/15	方位磁針に電磁石のそれぞれの極を近づけた時の針の動き方を調べ、5年生・6年生、全員が調べたことを使って、電磁石にも永久磁石のように「N極」と「S極」があるかどうかをみんなに説明することができる。
7時間目	2/19	電磁石につなぐかんだ電池の向き（+極と-極）を入れかえると電磁石の「N極」、「S極」は変わるのか、かんだ検流計で電流の向きを確かめながら調べ、全員が調べたことを使って、電流の流れる向きが変わると電磁石の極はどう変化するのかをみんなに説明できる。
8時間目	2/22	電磁石の強さは電流の大きさに関係するのか、電流計を正しく使って流れる電流の大きさとコイルにつくくぎの数をそれぞれ調べ、全員がかんだ電池1この時に黄色のコイルに流れる電流の大きさとコイルにつくくぎの数をみんなに説明できる。
9時間目	2/22	電磁石の強さは電流の大きさに関係するのか、かんだ電池を2こにして黄色のコイルに流れる電流の大きさとコイルにつくくぎの数をそれぞれ調べ、かんだ電池1この時とくらべて全員が電磁石の強さが電流の大きさに関係するかどうかみんなに説明できる。
10時間目	3/1	黄色のコイル（約50回まき）と白色（約200回まき）に流れる電流の大きさとコイルにつくくぎの数をそれぞれ調べ、全員が電磁石の強さがコイルをまいた数（まき数）に関係するかどうかみんなに説明できる。
11時間目	3/1	電磁石の性質を使ったモーターの作り方を調べ、全員が、注意することや作り方のコツをみんなに教えたり、教えてもらったりしながら、白いコイルを使って、モーターを作ることができる。

数と第6学年の質問の総数を加算し、全児童の全単位時間における質問の総数を算出した。

1単元を通しての質問数は、第5学年が計2289個、第6学年が計2274個、全児童では

計 4563 個であった。

4.2 授業の内容の違いによる質問の比較

(1) 内容の異なる授業における質問の比較

調査単元の全 11 時間を学習課題によって分類した。表 1 は、11 時間の各授業の学習課題を示している。全 11 時間の授業のうち、1 時間目と 2 時間目は「～コイルを作ることができる。」であり、11 時間目は「～モーターを作ることができる。」であるので、いずれも教材の製作を行うことがねらいとなっている。また、3～10 時間目は、学習課題が「～説明できる。」となっており、観察、実験の結果を使って考察し、まとめることがねらいとなっている。そこで、本研究では 1, 2, 11 時間目の授業を、教材の製作を行う授業として「ものづくり」、3～10 時間目の授業を、教材を用いて観察、実験を行う授業として「観察、実験、考察」とした。

「観察、実験、考察」では、1, 2 時間目で製作したコイルを用いて観察、実験、考察を行ったため、1 時間目から 10 時間目までがコイルを製作し、それを使って観察、実験を行った一まとまりの内容となっている。そこで、本研究では「ものづくり」のうちコイルの製作を行った 1, 2 時間目と、それを使って観察、実験、考察を行った 3～10 時間目との比較を行うこととした。

1, 2 時間目と 3～10 時間目の間で、分類したカテゴリーの質問数についてクロス表を作成し、 χ^2 検定を行って有意差を検討した。

(2) 「ものづくり」におけるコイル製作とモーター製作に現れる質問の比較

「ものづくり」の授業のうち、1 時間目と 2 時間目はコイルの製作、11 時間目はモーターの製作が課題であり、1, 2 時間目と 11 時間目では製作する教材が異なっている。そこで、本研究では 1, 2 時間目と 11 時間目とで質問の内容の違いが現れるか否かを分析した。

まず、1 時間目の各カテゴリーに分類された質問数と 2 時間目の各カテゴリーに分類された質問数を合計した。そして、合計した各カテゴリーの質問数についてクロス表を作成して χ^2 検定を行い、有意差を検討した。続いて、11 時間目の各カテゴリーの質問数についてクロス表を作成して χ^2 検定を行い、有意差を検討した。

次に、1, 2 時間目と 11 時間目の間で、各カテゴリーに分類された質問数についてクロス表を作成し、 χ^2 検定を行って有意差を検討した。

(3) 「観察、実験、考察」の授業における質問の傾向

本研究では 3～10 時間目で質問数に違いが現れるか否かを分析した。

3～10 時間目のそれぞれの時間における各カテゴリーの質問数についてクロス表を作成し、 χ^2 検定を行って有意差を検討した。

5. 結果

5.1 質問のカテゴリー化の結果

プロトコルを基に、児童の質問を内容別にカテゴリー化した結果、以下の4つのカテゴリーにすべて分類することができた。

①確認

自分の製作方法や実験方法、科学的解釈が正しいかどうかを確認するための質問。

実例：「ここをハサミで切るんだよね？」（1時間目、第5学年）

「乾電池の向きを変えると、N極S極の向きも変わるんだよね？」

（7時間目、第6学年）

②方法

製作や実験の方法についての質問。

実例：「30 cmって、どこまでとればいいのか？」（2時間目、第6学年）

「どうやってつなぐんですか？」（11時間目、第5学年）

③解釈

科学的内容や語句の解釈についての質問。

実例：「てっしんって、鉄でできてるの？」（3時間目、第5学年）

「コイルが磁石になったの？」（3時間目、第6学年）

「グリスってどういう意味があるんですか？」（11時間目、第5学年）

④その他

以上3つに当てはまらない質問。なお、『学び合い』において、他の児童の学習の様子を質問したものも、このカテゴリーに分類した。

実例：「〇〇ちゃん、さっきのどこできた？」（3時間目、第5学年）

「わかりましたか？」（1時間目、第6学年）

5.2 授業の内容の違いによる質問の比較の結果

(1) 内容の異なる授業における質問の比較の結果

表2 各カテゴリーの質問数（表中の数字は個数）

	確認	方法	解釈	その他
1, 2時間目	428▲	736▲	19▽	94▽
3~10時間目	644▽	889▽	926▲	346▲

※▲は有意に多い、▽は有意に少ないことを示す。

表2は「ものづくり」を行った1, 2時間目と、「観察、実験、考察」を行った3~10時間目の児童の質問数を比較した結果を示している。 χ^2 検定の結果、1, 2時間目と3

～10時間目の質問数について5%有意水準で統計的に有意差が認められた ($\chi^2(3)=582.422, p<.05$)。残差分析の結果, 1, 2時間目において確認と方法のカテゴリーが多く, 解釈とその他のカテゴリーが少ないことが認められ, 3～10時間目において解釈とその他のカテゴリーが多く, 確認と方法のカテゴリーが少ないことが認められた。このことから, コイルの製作を行う授業では, 確認に関する質問と方法に関する質問が多く, 製作したコイルを用いて観察, 実験, 考察を行う授業では, 解釈に関する質問とその他の質問が多いことが明らかになった。

(2) 「ものづくり」におけるコイル製作とモーター製作に現れる質問の比較の結果

表3 各カテゴリーの質問数の合計 (表中の数字は個数)

	確認	方法	解釈	その他
1, 2時間目	428	736▲	19	34

※▲は有意に多いことを示す。

表3は1, 2時間目における各カテゴリーの質問数を示している。 χ^2 検定の結果, 5%有意水準で統計的に有意差が認められた ($\chi^2(3)=1170.500, p<.05$)。また, ライアンの名義水準を用いた多重比較の結果, 方法のカテゴリーが多いことが認められた。このことから, 1, 2時間目では方法に関する質問が多いことが明らかになった。

表4 各カテゴリーの質問数 (表中の数字は個数)

	確認	方法	解釈	その他
11時間目	137	270▲	36	38

※▲は有意に多いことを示す。

表4は11時間目における各カテゴリーの質問数を示している。 χ^2 検定の結果, 5%有意水準で統計的に有意差が認められた ($\chi^2(3)=304.106, p<.05$)。また, ライアンの名義水準を用いた多重比較の結果, 方法のカテゴリーが多いことが認められた。このことから, 11時間目では方法に関する質問が多いことが明らかになった。

表5 各カテゴリーの質問数 (表中の数字は個数)

	確認	方法	解釈	その他
1, 2時間目	428▲	736	19▽	34
11時間目	137▽	270	36▲	38

※▲は有意に多い, ▽は有意に少ないことを示す。

表5は1, 2時間目と11時間目における各カテゴリーの質問数を示している。 χ^2 検定の結果, 1, 2時間目と11時間目の質問数について5%有意水準で統計的に有意差が認められた ($\chi^2(3)=43.186, p<.05$)。残差分析の結果, 1, 2時間目において確認のカテゴリーが多く, 解釈のカテゴリーが少ないことが認められた。11時間目において解釈のカテゴリーが多く, 確認のカテゴリーが少ないことが認められた。

(3) 「観察、実験、考察」の授業における質問の傾向の結果

表6 「観察、実験、考察」の授業における各カテゴリーの質問数（表中の数字は個数）

	確認	方法	解釈	その他
3時間目	87 ▲	132 ▲	25 ▽	27
4時間目	143	188	153 ▽	107 ▲
5時間目	65 ▽	191 ▲	170 ▲	18 ▽
6時間目	80	129 ▲	80 ▽	52
7時間目	60	72	106 ▲	12 ▽
8時間目	66 ▽	54 ▽	189 ▲	52
9時間目	44 ▽	49 ▽	111 ▲	65 ▲
10時間目	99 ▲	74	92	13 ▽

※▲は有意に多い、▽は有意に少ないことを示す。

表6は3～10時間目のそれぞれの時間における各カテゴリーの質問数を示している。 χ^2 検定の結果、5%有意水準で統計的に有意差が認められた($\chi^2(21)=371.293$, $p<.05$)。残差分析の結果、3、5、6時間目では方法のカテゴリーが有意に多く、7～9時間目では解釈のカテゴリーが有意に多いことが認められた。このことから、3、5、6時間目では方法に関する質問が多く、7～9時間目では解釈に関する質問が多いことが明らかになった。

6. 考察

6.1 質問のカテゴリー化の考察

児童の質問を内容別にカテゴリー化した結果、確認、方法、解釈、その他の4つに大きく分類することができた。

確認に関する質問は、自分の製作方法や実験方法、科学的解釈が正しいかどうかを確認する内容のものである。児童は、説明書を読んで把握した製作方法や実験方法について、他の児童に確認することで不具合や危険を未然に防ごうとしていると考えられる。また、科学的解釈についても同様に、確かな知識や解釈を身につけたいという意識から、自分の科学的解釈が正確かどうかを確かめるために質問していると考えられる。

方法に関する質問は、製作や実験の方法について、どうすればいいか困ったときになされたものである。児童は、説明書を読んだだけでは把握できなかった製作方法や実験方法について、他の児童に質問することで効率的にできる方法を把握としていると考えられる。

解釈に関する質問は、科学的内容や語句の解釈についての内容のものである。児童は実験で得られた結果が、本時の学習課題とどう関連しているか困ったときに、他の児童にどう考察すればよいかを質問していると考えられる。

その他の質問は、全員で学習課題を達成しようとしたために、他の児童の学習の進行状況や、他の児童が理解できたかどうかを質問したと考えられる。

6.2 授業の内容の違いによる質問の比較の考察

(1) 異なる内容の授業における質問の比較の考察

コイルを扱った1～10時間目のうち、学習課題から、コイルの製作を行った授業と製作したコイルを使って観察、実験、考察を行った授業における質問数をそれぞれみると、コイルの製作を行った授業では、確認に関する質問と方法に関する質問が多く、製作したコイルを使って観察、実験、考察を行った授業では、解釈に関する質問とその他の質問が多かった。このことから、児童はコイルの製作を行う授業では、教材の製作方法や実験方法が分からないと考えられる。それに対し、製作したコイルを使って観察、実験、考察を行う授業では、児童は観察や実験から得られた結果が科学的にどのようなことを表しているのか分からないと考えられる。

(2) 「ものづくり」におけるコイル製作とモーター製作に現れる質問の比較の考察

「ものづくり」の授業を、コイルを製作した1、2時間目とモーターを製作した11時間目に分けて分析を行ったところ、どちらも方法に関する質問が多い点が共通していた。このことから、児童は教材を製作する授業において、教材の製作方法が分からないと感じていると考えられる。

しかし、確認に関する質問と解釈に関する質問については、異なる傾向を示すことが明らかになった。このことから、児童は前時までの授業でコイルの扱い方に慣れたため、説明書の記述で分からないところを他の児童に聞いて方法を把握した後、自分でモーターを製作することができたため、確認に関する質問が少ないと考えられる。また、前時まで観察、実験、考察を行っていたため、モーターの製作に用いたグリスがどのような役割を持つのかについて興味を持ったり、電気が流れるかどうかを考えながら製作をしたりしたために、解釈に関する質問が多いと考えられる。

(3) 「観察、実験、考察」の内容の授業における質問の比較の考察

製作したコイルを使って観察、実験、考察を行った授業の質問数を見ると、3、5、6時間目では方法に関する質問が多く、7～9時間目では解釈に関する質問が多かった。

本研究では、単元を通して全員が学習課題を初めて達成することができたのは、6時間目であったことに着目する。6時間目は方法に関する質問が多かった授業であるが、それ以降は解釈に関する質問が多くなった。このことから、6時間目までと7時間目以降で、児童の疑問が方法に関する内容から科学的な内容や語句の意味についての解釈に関する内容に変容したと考えられる。これは児童が、実験の操作に重きを置いたため、6時間目までは実験方法に関する質問が多くなったと考えられる。6時間目に全員が学習課題を達成した後の授業においては、児童が実験の操作にも慣れ、科学的な内容についてより追究しようと考えたため、科学的な内容や語句の意味についての解釈の質問が多くなったと考えられる。

7. 結論

本研究では、次の2点に結論付けられる。

- ・小学校理科の授業において、児童は教材の製作を行う授業では、教材の製作の方法や手順について分からないと感じており、観察、実験、考察を行う授業では、科学的内容や語句の解釈について分からないと感じている。
- ・観察、実験、考察を行う授業において児童が分からないと感じる内容は、実験方法や手順についての内容から、科学的内容や語句の解釈についての内容に変容する。

引用文献・参考文献

- 1) Excite ニュース 2009年4月3日：「理科離れが深刻化 日本を支える教育とは」,
http://www.excite.co.jp/News/politics_g/20090403/Economic_pol_090402_C001_4.html (2010.12.1) .
- 2) 同上.
- 3) 加藤巡一：「理科教育と理科離れの実態（一）小学校」，研究紀要（神戸松蔭女子学院大学）人文科学・自然科学篇，48，35-50，2007.
- 4) 宗近秀夫：「小中学生の溶解概念に関する実態調査」，理科教育学研究，40(3)，13-22，2000.
- 5) 柳本高秀・大高泉：「「月の満ち欠け」の理解と2種類のかげ「影と陰」の理解との関係：小学4年生における実態」，理科教育学研究，49(2)，81-92，2008.
- 6) 池内哲也・三崎隆：「高校理科で学び合う生徒の質問分析」，第8回臨床教科教育学セミナー，7-8，2010.
- 7) 西川純・平林邦章・岩崎太樹・水落芳明：「小学校社会科における“言葉の問題”に関する研究」，臨床教科教育学会誌，第9巻第2号，9-18，2009.
- 8) 前掲書6)，7-8.
- 9) 前掲書6)，7-8.
- 10) 川喜田二郎・田中実：「発想法（KJ法）による社会科学習」，18-26，東京明治図書出版，1970.

(2011年4月27日 受付)

(2011年10月11日 受理)