

小学校 理科 部会

部会長 川崎小学校 校長 松村重治

実践者 真崎小学校 主幹教諭 矢野裕志

1 研究主題

既習事項を生かした主体的な追究を促す指導方法の工夫

～6年理科「水よう液の性質」学習を通して～

2 主題設定の理由

科学的な見方や考え方を養うためには、問題を把握させ、問題解決の見通しをもって観察、実験を行うことが重要である。見通しをもつためには、生活経験や既習事項に照らし合わせながら、推論を重ねる。そして、推論を実験によって確かめ、実験結果から考えられる考察によって、問題解決をはかる。さらに学習を振り返らせることで、自分なりのとらえ方ができるようになる。このような学習の進め方が科学的な見方や考え方につながる。推論を重ねる意欲は生活経験や既習事項をうまく生かすことができるかどうかである。生かすことができたとき、児童は主体的に課題を追求していくであろう。そのためには指導方法を工夫することが大事である。

3 主題の意味

(1) 既習事項を生かしたとは

理科学習は、自然の事物・事象に親しんだ経験の積み重ねがその背景にある児童ほど、興味・関心をもって意欲的に取り組むことができる。しかし、その経験も科学的な見方や考え方を身につけないと、生かすことができない。理科学習はまさにその積み重ねの中にある。問題把握→予想・推論→見通し→方法→実験・観察→結果の取り出し→考察→ふりかえり→課題見つけ という学習の流れの中で、予想・推論するために既習事項を取り出し、見通しへとつなげていく。また、一つの実験結果の考察を別な類似する問題について話し合わせたりする際の根拠とすることで、既習事項を生かしていく。

(2) 主体的な追究を促すとは

児童に興味・関心を持たせ、既習事項を生かせば未習事項についても解決の方法があるのではないかと推論させ、考えついた実験方法を使って調べさせれば、主体的な追究活動が継続できると考える。また、推論させたいうで実験を行わせ、結果から考えられる考察をまとめさせるなかで推論したこととの相違を捉えさせていく。このような学習のあり方で、主体的な追究が促させると考える。

4 研究の目標

児童が、自然の事物・事象についてその要因や規則性を推論しながら調べる際、既習事項を生かしながら問題解決への見通しをもって主体的に追究することができる理科学習指導の方法を究明する。

5 研究仮説

既習事項を生かすことによって未習事項についても問題を解決することができるという見通しを持つことができれば、児童は主体的に問題を追究することができるであろう。

(1) 問題解決への見通しのもたせ方

児童が問題を把握するとき、自然の事物・事象についてより具体的な事例を取り上げ、イメージが捉えやすいようにする。すでに分かっていること問題になっていることを区別することで、問題把握と同時に既習事項を手がかりに予想・推論ができる。このことにより見通しをもつことができる。

(2) 既習事項の生かし方

導入時に児童が調べよう、確かめようと意欲を持つような工夫をすることで、既習事項を手がかりに見通しを考えようとする。興味・関心をもつことが考える意欲につながっていく。このとき、問題を把握しながら、その問題解決に応じた既習事項が取り出せるように班での話し合い活動を仕組む。さらに、一つの問題が解決したら、そのことを手がかりに推論を重ね、実験・観察によって問題を解決していく。

このようにして未習事項であっても、既習事項を手がかりに問題を追及していくことができる。

6 研究の計画

(1) 単元「水溶液の性質」

(2) 単元の目標及び指導計画

単元	水溶液の性質	総時数	13時間	時期	11月～12月
単元の目標	<ul style="list-style-type: none"> ○ いろいろな水溶液の性質や金属を変化させるようすについて興味・関心を持ち、課題を追究することができる。(関心・意欲・態度) ○ いろいろな水溶液の性質やはたらきについての見方や考え方を持つことができる。(科学的な思考) ○ いろいろな水溶液の性質について実験器具を使って適切に調べることができる。(技能) ○ いろいろな水溶液について次のような性質があることを理解できる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 水溶液には、酸性・中性・アルカリ性のものがあること。 ・ 水溶液には、気体が溶けているものがあること。 ・ 水溶液には、金属を変化させるものがあること。(知識・理解) 				
次	時	主な学習活動		指導上の留意点(援助・支援)	
一	1	1	6種類の水溶液について、それがどんな水溶液なのか、調べるための見通しをもち、計画を立て、調べる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 希釈した①水酸化ナトリウム水溶液・②塩酸・③石灰水・④食塩水・⑤酢・⑥アンモニア水をを使用させる。 ・ 色、臭いで調べさせる。 ・ 酢の臭いに気づかせる。 	
二	1	1～6	6種類の水溶液について、そ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 二酸化炭素を混入させ、調べさせる。 ・ 二酸化炭素が溶けた石灰水は白濁することに 	

		れがどんな水溶液なのか計画	気づかせる。
	2	にもとづいて調べる。	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸発させ残ったものから判断させる ・食塩水は蒸発させると白い粉が出てくることに気づかせる。
	3		<ul style="list-style-type: none"> ・鉄釘とアルミ片が溶ける様子を観察させる。 ・金属を溶かす水溶液があることに気づかせる
	4		<ul style="list-style-type: none"> ・アルミ片が溶けた水溶液の上澄み液を蒸発させ、取り出したものをもう一度、溶かした水溶液の中に入れさせる。 ・アルミではないものに変化していることに気づかせる。
	5		<ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素をペットボトルに置換法で入れさせ、ペットボトルを振らせる。 ・ペットボトルがへこんだ理由を考えさせ、二酸化炭素が溶けた分、ボトルがへこんだことに気づかせる。
	6		<ul style="list-style-type: none"> ・アンモニア水はアンモニア、塩酸は塩化水素という気体がとけていること、水酸化ナトリウム溶液は水酸化ナトリウムの粒が溶けているを知らせ、どれが何の水溶液かを話し合わせる。
三	1	1 リトマス紙を使って水溶液の性質を調べる。	<ul style="list-style-type: none"> ・リトマス紙を使うと酸性・中性・アルカリ性に分けることができることを教え、6種類の水溶液について調べさせる。
	2	1 水溶液を中和させる。 2 中和した水溶液にアルミ片を入れ観察する。	<ul style="list-style-type: none"> ・酸性とアルカリ性を混ぜ中和させる。リトマス紙で中性と判断できるまで水で調整させる ・中和した水溶液には、金属を溶かす力がほとんどないことに気づかせる。
四	1	1 水に溶ける気体と環境について考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・空気中に溶けた気体が原因で生物や環境に悪い影響をおよぼしている事例や、有害な気体を出さない取り組みについて取り上げ考えさせる。
五	1	1 身の回りにある液体や水などについて調べる。	<ul style="list-style-type: none"> ・児童一人がひとつ自分が調べたい水溶液をペットボトルに入れ持ってこさせる。 ・リトマス紙、pHメーターを使って調べさせる。
六	1	1 学習をふりかえりまとめる	<ul style="list-style-type: none"> ・教科書 P 43 の「ふりかえろう」をノートにまとまさせる。
	2	1 テストを受ける	<ul style="list-style-type: none"> ・実験過程と実験結果を記述する形式の自作テストに書かせる。

7 研究の実際

(1) 既習事項を使って何の水溶液かを判断する

①水酸化ナトリウム水溶液・②塩酸・③石灰水・④食塩水・⑤酢・⑥アンモニア水を希釈し、それぞれ同量ずつ試験管にとり、1～6の番号を印しておいものを5つの班に準備した。児童には「6種類の水溶液を用意したが、先生のミスで、どの番号の水溶液が何の水溶液かわからなくなった。どの水溶液かわからないことには正しく教えることができない。みんなで調べてほしい」と伝えた。児童はここぞとばかりに「なんて初歩的なミスをするのか!」と悪態をつき「やってあげようじゃないか」と意欲満々に主体的に追究していった。

まず、どうすれば調べられるのか班ごとに話し合った。児童からの提案で、(ア)色を見る (イ)臭いをかぐ (ウ)二酸化炭素を混ぜる (エ)蒸発させる という方法が最初に出てきた。これらは既習事項でもあり、生活体験からも適切な方法であった。そこで、これら4つの方法で調べることにした。

(ア) 色を見る

児童は5年生理科下「もののとけ方」単元で着色していても透明であれば何かが溶けている水溶液であることを学習した。6種類の水溶液で酢は透明な黄色であり、残り5種類は無色透明である。この段階では、黄色の水溶液の一つは酢だと思っただけだが確信が持てなかった。

(イ) 臭いをかぐ

6種類中、臭いがするのは塩酸・酢・アンモニア水である。試験管に入れた水溶液を臭うとき、直接、試験管を鼻孔に持ってこない、鼻孔近くに試験管の口を持ってきて、手で仰ぐようにして臭いをかぐことを指導した。実際に臭いをかぐと、酢とアンモニア水は臭いが強いが、薄めている塩酸は微かに臭う程度であった。児童はこの段階で⑤の水溶液を酢であると判断した。⑥のアンモニア水については、アンモニア水独特の臭いであっても、アンモニア水を取り扱った経験がないため、その臭いがアンモニアの臭いであると判断できなかった。

(ウ) 二酸化炭素を混ぜる

児童は6年理科1「体のつくりとはたらき」で呼吸するとき吐いた息が石灰水を白濁させることを学習した。無色透明なビニール袋の中に息を数回吐き出したものに⑤以外の5種類の水溶液を少量ずつピペットでとり袋にそれぞれ入れ、袋を振った。③だけが白濁したので、③は石灰水であると判断した。

(エ) 蒸発させる

児童は5年理科2「もののとけ方」でホウ酸の水溶液を蒸発させるとホウ酸が取り出せることを学習した。この既習事項から蒸発させる方法を考えた。③と⑤以外の4種類の水溶液をそれぞれ少量ずつ蒸発皿にとり、蒸発させると①・④で白い粉が検出された。ここで、水酸化ナトリウム水溶液は水酸化ナトリウムの粒を水に溶かしたものであることを知らせ、水酸化ナトリウムの粒を見せた。だから、蒸発させると白い粉ができることがわかった。しかし、①と④のどちらが食塩水か水酸化ナトリウム水溶液であるか判断がつかなかった。

(2) 未習事項を指導する中で何の水溶液を判断する方法

(オ) 金属を溶かす

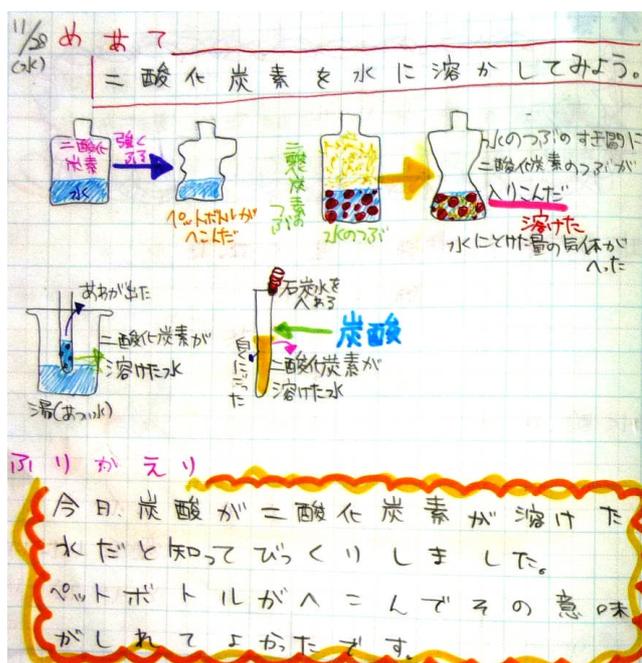
児童は金属を変化させる水溶液があることを知らなかった。そこで、鉄やアルミニウムを溶かす水溶液があることを知らせ、金属の表面から気泡が出てくれば溶けている状態であることを指導し、①・②・④・⑥をそれぞれ2つずつの試験管に分け、それぞれに鉄釘とアルミ片を入れた。①の水溶液ではアルミ片を入れた方から気泡が出てきた。②では鉄釘とアルミ片を入れた両方から気泡が出てきた。④・⑥の水溶液では何も変化が起きなかった。この実験結果から、児童は④が食塩水であると判断した。実験に際しては、(1)で使用した希釈した水溶液ではなく、早めに化学反応する程度の濃さにしておいた。

(カ) 金属を変化させる水溶液

②の水溶液に鉄釘とアルミ片を入れ溶ける様子を観察しているとき、気泡が出ている状態で試験を触らせると熱を持っていたことに児童は気づいた。また、アルミ片が溶けた試験管の上澄み液をとって蒸発させると白い粉が出てきた。この白い粉がもとのアルミと同じ物かどうかを予想させた。児童は5年生の時ホウ酸の水溶液を蒸発させるとホウ酸が出てくることを学習していたので、検出された白い粉はアルミであると予想した児童が多かった。白い粉を塩酸に入れると気泡が出てこなかった。だから、一度塩酸の中で溶けたアルミを蒸発させて取り出してもそれはもとのアルミと違うものに変化していることに気づいた。

(キ) 水溶液の中に溶けている気体

水溶液の中に溶けているものについて、児童は気体が溶けている水溶液があるということに気づいていなかった。そこで、石灰水の中に二酸化炭素が溶け込むと白濁することから、気体は水に溶けることに気づかせるようにした。しかし、実際に気体が溶けているかどうかを確かめないと納得できないと児童から意見が出た。そこで、二酸化炭素が水に溶ける実験をした。ペットボトルの中に水を入れ二酸化炭素ポンベを置換法によって入れ、ペットボトルを振ると二酸化炭素が水に溶けた容量だけペットボトルがへこむことを通して、二酸化炭素が水に溶けたことを



[資料1] 二酸化炭素を水に溶かす

推論させた。さらに、二酸化炭素が溶けた水溶液を温めると二酸化炭素の気泡が出てくることを確かめた。この実験から、気体が水に溶けることが理解できた。また、二酸化炭素が溶けている水溶液を炭酸水といい炭酸水を蒸発させると何も残らないことを実験によって確かめた。このことから気体が溶けている水溶液は蒸発させると何も残らないことに気づくことができた。

(ク) 6種類の水溶液を判断

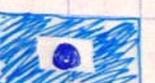
水酸化ナトリウムの粒を溶かした水溶液は蒸発させると白い粉が出てくると金属を溶かしたことを合わせて考えると①は水酸化ナトリウム水溶液であり、残りの金属を溶かす水溶液②は蒸発させて何も残らなかったことから、気体が溶けている水溶液であることが気づきとして出された。そこで塩化水素という名前の気体が溶けていることを知らせた。この段階で②は塩酸であると判断した。さらにアンモニアは気体であることを知らせた。そうすると残っている⑥は蒸発させても何も残らなかったこと、強い臭いがしていたことから⑥はアンモニア水であることを確信した。

このようにして、6種類の水溶液の中にそれぞれ何が溶けているかを児童の既習事項と新たな事項を指導しながら、実験結果と考察とによって、判断することができた。

(3) リトマス紙を使って水溶液の性質を調べる

(ク) 何性を調べる

番号	名前	色	におい	赤リトマス紙	青リトマス紙	何性	特ちょう
1	水酸化ナトリウム水溶液	白色	なし	青	青	アルカリ性	鉄屑をとけす
2	塩酸	なし	ゴム手袋のにおい	赤	赤	酸性	鉄屑を溶かす
3	石灰水	なし	ちりとゴム	青	青	アルカリ性	二酸化炭素を白くした
4	食塩水	なし	なし	赤	青	中性	蒸発させると食塩の結晶が出る
5	す	黄色	す	赤	赤	酸性	すのにおい
6	アンモニア水	白色	ちりと臭い	青	青	アルカリ性	アンモニアのにおい

リトマス紙	梅干しはすっぱい	
		
酸性	青 → 赤	中性
		
		アルカリ性

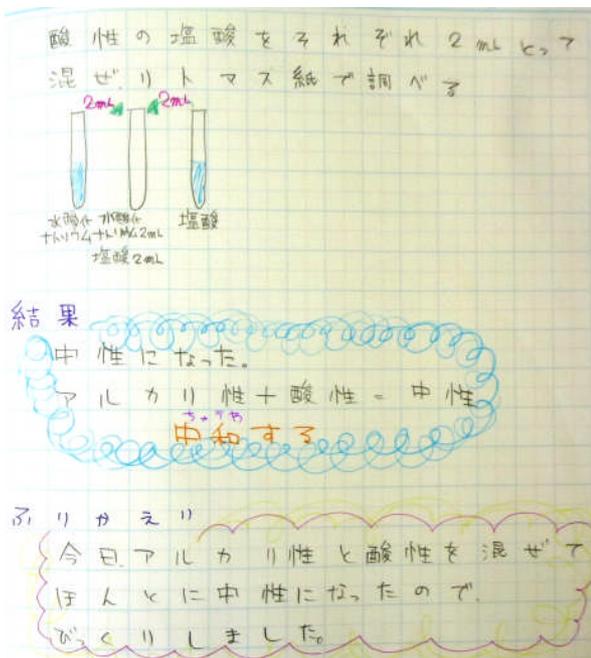
[資料2] 6種類の水溶液調べ表

6種類の水溶液がそれぞれ何の水溶液か調べることができた後に、リトマス紙を使って酸性・中性・アルカリ性に分けることができることを指導した。児童はリトマス紙の

色の変化を見ながら6種類の水溶液をそれぞれ何性かを調べることができた。この段階で児童は上記のような表[資料2]を完成させた。

(ケ) 水溶液を中和させる

酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜるとどうなるかを実験した。児童には希釈した同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液と塩酸を入れた試験管を各班に2本ずつ用意し、別な試験に2mlずつとり、リトマス紙で中性になるよう水で濃度を調整するよう指示した。児童は、リトマス紙で調べたとき、酸性になれば塩酸を少し薄め、アルカリ性になれば水酸化ナトリウム水溶液を薄め、中性になるまで何度も調整しながら実験を行った。1時間でどの班も中和させることができた。中和した水溶液にアルミ片を入れさせた。気泡はわずかししか発生せず、塩酸も水酸化ナトリウム水溶液もアルミを溶かす力があるはずなのに、中和するとその力がとても弱くなることに気づいた。



[資料3] 中和実験

(4) 水に溶ける気体と環境について考える

酸性雨で溶けた銅像の写真を見せその原因となっている酸性度の強い気体をそのまま空気中に出していた事実や、公害問題を扱った本から北九州市の工場の煙突から出る有害な気体を取り上げ、その原因となっている気体と人体への影響、その後の北九州市の公害をなくす取り組み、教科書 P41 の車の排気ガスと改善装置の写真を取り上げ、それらについて考えさせた。児童は有害な気体が雨に溶け込んで降ることの恐さに気づき、有害な気体を出さない取り組みについて、世界中がそういう取り組みをすればいいと意見を出していた。

(5) 身の回りにある液体や水を調べる

児童一人がひとつ、ペットボトルに調べたい液体を持ってきて、リトマス紙や pH メーターを使って調べた。児童が持ってきた液体はコーラ、醤油、オリーブオイル、サイダー、お茶、前日の風呂の水、家の前に流れている川の水等々、さまざまであった。リトマス紙を使って調べたとき、コーラなどの色の濃い液体は判断がつきにくかった。pH メーターで調べると6・7・8の値が多く、児童の持ってきた液体の多くが中性であった。児童全員が何らかの液体を持ってきたことで、児童の意欲が持続していることが分かった。

8 研究のまとめ

児童に学習内容をノートに記録させるとき、めあて(問題把握)と振り返りを必ず書かせた。振り返りは本時の考察を自分の言葉に置き換えてまとめるようにして書かせた。そのことで学習の足跡や思考の流れが整理できるとともに自分なりのとらえ方ができる

ようになってきた。毎時間、ノートを提出させ振り返り内容にコメントを書いて返却した。実験・観察を時間内に終わらせようとする、積極的に発言する児童の言葉を取り上げながら進めることになる。発言しなくてもよく考えている児童、実験の操作活動は積極的にするが理解が乏しい児童等、ノートをとらせることでその理解度がよくわかった。

しかし、二酸化炭素が石灰水を白濁させるなどの既習事項から水溶液を区別する方法として有効ではないかという推論の理由の一つにしたときでも、そのことを記録させていなかった。また、実験からわかったことと、まだわかっていないことの区別は話し合わせた、その内容は記録させていなかった。そのことで、科学的な見方、考え方を児童全員が身につけていったかどうかを検証することが難しかった。

9 成果と今後の課題

【成果】

- 単元の導入で「6種類の水溶液がそれぞれどんな水溶液かを調べよう」という問いかけは、思考の流れを継続させることに有効であった。
- 未習事項であってもそれと関連した生活体験や既習事項を想起させることは、問題解決を見通すために有効であった。
- 問題解決にあたっては既習事項を根拠にして推論させることで、実験・観察に集中でき、実験結果から考察を導き出すことに有効であった。
- 実験・観察では4人一班で活動することでお互いに協力し合うことができ、器具操作の技術も向上した。
- 班での話し合い活動を仕組むことで、気づいたことを出し合い、推論や考察を深めることに有効であった。
- 児童が一人一人が自分で調べたい身近な水溶液を持ってこさせ調べさせる学習を単元の最後に持ってきたことで、主体的な追究の態度を持続することができた。

【今後の課題】

- 話し合い活動で出された児童の生活体験や既習事項で、問題解決にとって有効である内容はノートに記録させたい。児童が思考の流れを振り返るときに有効であるからだ。
- 一つの単元で教科書の指導配列と違う流しをするときは、指導項目の落ちがないよう丁寧な指導計画を立てることが大事である。今回の指導では、アルミ箔を塩酸で溶かす実験はしなかった。アルミ片を塩酸に入れることで溶解実験は十分であると判断したが、実際に実験した経験を持つと持たないでは、中学校との関連や他の学校との差が出てくる可能性も考えられるからである。教師実験で押さえておきたい。

〔参考文献〕

- 「小学校学習指導要領解説 理科編」(文部科学省)
- 「たのしい理科 6年一2 教師用指導書」(大日本図書)
- 「平成22年度 研究紀要 第50集」(田川郡教育研究所)