

情報を処理し、活用する力を育てる理科学習

－ 2 年「質量保存の法則」の指導を通して －

名古屋市立 F 中学校

1 研究のねらい

理科の学習では、観察・実験を行って得た情報を基に自然の事物・現象に見られるきまりや規則性を見付け出すことが大切である。そのためには、観察・実験によって得た情報を適切に処理する方法を身に付け、処理した情報からきまりや規則性を導き出すことが必要である。

中学 2 年「質量保存の法則」の学習では、化学変化の前後において、質量の変化が物質の出入りによって変化することを見出すとともに、化学変化の前後で全体の質量は変化しないことを理解させることがねらいである。本実践では、生徒が仮説を立て、その仮説が正しいことを調べる実験計画を立てさせるとともに、既習の知識を使って、化学変化における前後の質量の変化を予想することができる生徒を育成したいと考えた。

2 研究の内容

(1) 生徒の実態

本校の生徒は、理科の学習に意欲的で、観察・実験に積極的に取り組むことができる。しかし、観察・実験で集めたデータを適切に処理したり、そこから規則性を読み取ったりすることを苦手とする生徒が多い。また、単元が替わると、それまで得た既習の知識を利用することができなくなってしまう傾向がある。

(2) 基本的な考え

「質量保存の法則」を学ぶには、化学変化による質量の変化に着目させ、その理由について考えさせることが大切である。そこで本実践では、「酸化によって質量が増える化学変化」、「気体の発生によって質量が減る化学変化」と「気体の出入りがなく質量が変わらない化学変化」について実験を行い、質量が変化した理由や変化しなかった理由について考えさせることで、質量の変化の要因が気体の出入りにあることを捉えさせたい。

その後、気体の出入りが要因であることを確かめるための実験方法を考えさせ、密閉した状態と密閉していない状態で確認のための実験を行わせたい。そして、密閉していない状態での実験では気体の出入りがあると質量が変化し、密閉した状態での実験では気体の出入りがないため質量が変わらないことを確認させる。このことから、気体の出入りがなければ、化学変化の前後で全体の質量の総和は変わらないという「質量保存の法則」を理解させることができると考える。

3 授業実践の内容

(1) 単元 中学 2 年「質量保存の法則」

(2) 指導計画

① 化学変化の前後で質量は変化するか… 2 時間

「とらえる」「あつめる」「まとめる」「よみとる」授業実践 1

② 既習の化学変化について質量変化を考える… 1 時間

「生かす」授業実践 2

(3) 統計教育上の指導目標

「とらえる」… 密閉されていない実験では、なぜ質量の変化が起こるのか問題として捉えさ

せ、気体の出入りが原因であるという仮説を立てることができる。

「あつめる」… 仮説を確かめるために、密閉した容器内で「とらえる」で行った実験を同様に行い、データを集めることができる。

「まとめる」… 集めた複数の実験結果を表にまとめることができる。

「よみとる」… 表を基に、気体の出入りが無ければ化学変化の前後で質量は変化しないことを読み取ることができる。(質量保存の法則)

「生 か す」… 既習の知識を生かして、様々な化学変化の前後の質量の変化を予想し、気体の出入りによって質量の変化が生じることへの理解を深めることができる。

(4) 授業実践 1

はじめにふたを開けた状態で、三つの化学変化の前後の質量を測定する。気体が発生して空気中に逃げていたり、空気中の気体が結び付いたりする化学変化では、変化の前後で質量が変化することに気付かせる。そこで、質量が変化する理由について仮説を立てさせ、どのような実験を行えば仮説を検証できるかを考えさせる。

① 本時の目標

- 化学変化の様子と実験結果から、質量が変化した理由は気体が発生して空気中に逃げていたり、空気中の気体と結び付いたりしたからであること、質量が変化しなかった理由は気体が発生しなかったからであることを推論することができる。
- 質量が変化した理由を考え、気体の出入りが要因であることを確かめる実験方法を考えることができる。

② 指導の流れ

統計的手法	教師の主なはたらきかけ	生徒の主な活動や反応												
と ら え る	T 化学変化の反応前と反応後の質量を比べたとき、質量は変化しているでしょうか。 T では、三つの化学変化の反応前と反応後の質量を確かめてみましょう。 ○ 実験①…気体が発生する実験 (塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜる) 実験②…気体が結びつく実験 (スチールウールを空気中で加熱する) 実験③…気体が発生しない実験 (炭酸ナトリウム水溶液と塩化カルシウム水溶液を混ぜる) T 質量が変化した理由、変化しなかった理由は何でしょうか。自分の意見を班で話し合いましょう。 T 質量が変わった原因は気体の出入りがあったからということでしょうか？	S スチールウールを燃やしたとき、質量は増えていた。 <結果> <table> <tr> <th></th> <th>全体の質量</th> <th>反応後の質量</th> </tr> <tr> <td>実験①</td> <td>質量 44.9 g</td> <td>→ 44.7 g</td> </tr> <tr> <td>実験②</td> <td>質量 6.6 g</td> <td>→ 6.9 g</td> </tr> <tr> <td>実験③</td> <td>質量 120.8 g</td> <td>→ 120.8 g</td> </tr> </table> 【反応前後の結果】 S 実験①は泡が出ていたね。 S 実験②は鉄が空気中の酸素と結びつき、質量が増えたに違いない。 S 実験③は色が変わったけど、泡が出なかったから、質量も変わらなかったと思う。 S 気体が出ていたり、酸素がくっついたから、質量が変わったと思う。		全体の質量	反応後の質量	実験①	質量 44.9 g	→ 44.7 g	実験②	質量 6.6 g	→ 6.9 g	実験③	質量 120.8 g	→ 120.8 g
	全体の質量	反応後の質量												
実験①	質量 44.9 g	→ 44.7 g												
実験②	質量 6.6 g	→ 6.9 g												
実験③	質量 120.8 g	→ 120.8 g												

	T どのような実験を行えば、気体の出入りの分だけ質量が変わったということが確かめられるのか考えみましょう。 T では次回、気体が入り出できない実験器具を使って確かめてみましょう。	S 気体が原因だとすると、その気体を集める実験をする。 S ビーカーにふたをして実験をする。																																													
あ つ め る	T 前回の実験①を密閉した状態で、化学変化の前後の質量を測定しましょう。 ○ 各班に実験①の道具と、密閉できるプラスチック容器を配布し、密閉時の化学変化の前後の質量を測定させる。その後、ふたを開封し、容器全体の質量を測定させる。 T 実験②は密閉したプラスチック製の容器内で加熱することは難しいので、丸底フラスコの中にスチールウールと酸素を入れてゴム栓で密閉し、電気を流すことで加熱します。	 【密閉した容器を開封している様子】 S ふたを開けたとき、「プシュ」って音がしたよ。  【スチールウールを密閉容器で加熱している様子】																																													
ま と め る	T 密閉容器の中で行った実験①の結果を表にまとめてみましょう。 T スチールウールを密閉した容器で加熱した結果はこうになりました。 反応前：286.6g 反応後：286.6g 開封後：286.8g	<table><tr><th>実験①</th><th>1班</th><th>2班</th><th>3班</th><th>4班</th><th>5班</th></tr><tr><td>反応前(g)</td><td>102.2</td><td>98.4</td><td>102.7</td><td>102.1</td><td>100.0</td></tr><tr><td>反応後(g)</td><td>102.1</td><td>98.4</td><td>102.6</td><td>102.1</td><td>100.0</td></tr><tr><td>開封後(g)</td><td>102.0</td><td>98.2</td><td>102.4</td><td>101.8</td><td>99.8</td></tr></table> <table><tr><th>実験①</th><th>6班</th><th>7班</th><th>8班</th><th>9班</th><th rowspan="4"></th></tr><tr><td>反応前(g)</td><td>101.7</td><td>101.3</td><td>100.5</td><td>103.5</td></tr><tr><td>反応後(g)</td><td>101.7</td><td>101.2</td><td>100.4</td><td>103.5</td></tr><tr><td>開封後(g)</td><td>101.4</td><td>101.0</td><td>100.2</td><td>103.2</td></tr></table> 【実験①の密閉容器内での測定結果】	実験①	1班	2班	3班	4班	5班	反応前(g)	102.2	98.4	102.7	102.1	100.0	反応後(g)	102.1	98.4	102.6	102.1	100.0	開封後(g)	102.0	98.2	102.4	101.8	99.8	実験①	6班	7班	8班	9班		反応前(g)	101.7	101.3	100.5	103.5	反応後(g)	101.7	101.2	100.4	103.5	開封後(g)	101.4	101.0	100.2	103.2
実験①	1班	2班	3班	4班	5班																																										
反応前(g)	102.2	98.4	102.7	102.1	100.0																																										
反応後(g)	102.1	98.4	102.6	102.1	100.0																																										
開封後(g)	102.0	98.2	102.4	101.8	99.8																																										
実験①	6班	7班	8班	9班																																											
反応前(g)	101.7	101.3	100.5	103.5																																											
反応後(g)	101.7	101.2	100.4	103.5																																											
開封後(g)	101.4	101.0	100.2	103.2																																											
よ み と る	T 気体の出入りが原因であるとする仮説は正しかったでしょうか？ T ふたを開けたとき、質量が増えたり減ったりしたのはどうしてですか？	S ふたをして測定をすると、質量がほとんど変わっていないので、気体が原因で間違いないと思う。 S ふたを開けると、化学変化で発生した気体が空気中へ逃げたり、外から空気が入ったりしたからだと思う。																																													

(5) 授業実践2

質量保存の法則の考えを生かし、既習の実験について質量の変化を予想する。既習内容については中学1年生の「気体の発生」や、中学2年生で学習した「発熱反応」を取り入れた。

① 本時の目標

授業実践1で行った実験結果を生かし、既習の化学変化について質量の変化を予想し、気体の出入りによって質量が変化することへの理解より深めることができる。

② 指導の流れ

統計的手法	教師の主なはたらきかけ	生徒の主な活動や反応																		
生 か す	T 今まで調べたことのある化学変化について、前後の質量の変化を予想してみよう。 ○ 気体が発生する実験を班で一つ行う。 実験④…水素が発生する実験 (塩酸+マグネシウム) 実験⑤…二酸化炭素が発生する実験 (塩酸+石灰石) 実験⑥…酸素が発生する実験 (オキシドール+二酸化マンガン) ○ 気体が結びつく実験⑦(かいろうに酸素を入れる)は全班で行い、結果を考察させる。 ○ 実験後に全班の結果をまとめさせる。 T 実験⑦だけ開封後、質量が増えたのはなぜでしょうか？	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th colspan="2">予想が正しく立てられた割合</th></tr> <tr> <th></th><th>密閉状態</th><th>ふたを開ける</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実験④</td><td>91%</td><td>82%</td></tr> <tr> <td>実験⑤</td><td>94%</td><td>79%</td></tr> <tr> <td>実験⑥</td><td>88%</td><td>68%</td></tr> <tr> <td>実験⑦</td><td>85%</td><td>35%</td></tr> </tbody> </table> 【生徒の予想】  【かいろうが入ったフラスコの実験の様子】 S 実験⑦だけ、ふたを開けようとする、開けにくかったな。酸素が減った分、容器の中の圧力が下がったのかな。 S 実験⑦でふたを開けると、容器内の酸素が減ったからその分空気が入ったのかな。		予想が正しく立てられた割合			密閉状態	ふたを開ける	実験④	91%	82%	実験⑤	94%	79%	実験⑥	88%	68%	実験⑦	85%	35%
	予想が正しく立てられた割合																			
	密閉状態	ふたを開ける																		
実験④	91%	82%																		
実験⑤	94%	79%																		
実験⑥	88%	68%																		
実験⑦	85%	35%																		

(6) 考察

生徒は気体が発生する化学変化の様子から、発生した気体が空気中に逃げていったことで質量が減少したと気付くことができ、質量の減少の要因が気体であるということを検証するための実験方法を考えることができた。また、生徒の中には単純に気体を閉じ込める方法だけでなく、「液体の濃度の違うものを用意し、発生する気体の量を比べ、質量の変化があるかどうかを調べる」と記述していた生徒もあり、既習事項を生かして立案する力を身に付けることができたと考える。

「生かす」の場面では、実験⑦の開封後の予想を正しく立てられていない生徒が多くみられた。その理由としては、フラスコにかいろうと酸素を入れて反応させる穏やかな酸化とスチールウールを加熱して燃焼させる激しい酸化が、同じ鉄の酸化であるということを捉えることができていなかったため、開封後に鉄と結びついて減った酸素の分だけ容器内に空気が入ったことで、全体の質量が増えるということまで予想できなかったと考えられる。

4 研究のまとめと今後の課題

本実践を通して、自ら仮説を立て、それを検証するための実験を計画し、必要なデータを収集・処理することで、化学変化における質量の変化の規則性を捉えさせることができた。今後は、かいろうの中で起きている穏やかな酸化のように、身の回りで起きている視覚的に変化の様子を捉えることが難しい現象にも目を向けさせ、それらの現象を統計的な手法を用いて自ら解明していくことができる生徒を育てるために、指導方法を工夫していきたい。