

第2学年 理科学習指導案

授業者：田中 利典

日 時：令和3年10月23日（土）

場 所：岐阜大学教育学部

1. 単元名 「化学変化と原子・分子」

2. 本時の授業にかかわって

本単元の学習では次のことが主なねらいとなる。

理科の見方・考え方を働かせ、化学変化についての観察、実験などを行い、化学変化における物質の変化やその量的な関係について、原子や分子のモデルと関連付けて微視的に捉えさせて理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力を育成すること。

生徒は第1学年で、物質の性質に着目しながら物質を区別することを学習している。第2学年では、その物質を構成する原子に着目しながら分解や化合（酸化）、還元について学習している。その際、ドルトンの原子説をもとに、化学変化においては、存在する原子の数や種類は変わらないが、原子の組み合わせが変わることで、物質が全く違った性質を示すことを学んでいる。

本時は最初に二酸化炭素中でマグネシウムが激しく反応する様子を観察する。生徒にとっては二酸化炭素中で火のついた物質が反応することは意外なことであり、そこに疑問を抱くはずである。集気瓶の内側の様子を観察すると、そこには黒色の固体が付着しており、マグネシウムには光沢がなくなり白くもろくなっていることに気付く。その事実と物が燃えるためには酸素が必要であるという既習内容をもとに、原子・分子のモデルを用いながら、マグネシウムが二酸化炭素中で燃えた原因を考えていくことになる。生徒同士が事実と矛盾していないかを根拠とし、互いの考えを受け入れて自分（たち）の考えを再構築することで、互いの納得解を導きだすために、教師は生徒の議論を組織する役割とならなければならない。その際、「事実と矛盾している点はないか」「考えの根拠はどこにあるのか」「この点についてはどのように考えるのか」など、生徒の考えを深めたり、広げたりする指導をしていきたい。

3. 理科の授業で大切にしていること

理科を学ぶ目的は、経験したことがないような問題に初めて出会ったときにそれまでに身に付けた知識・技能や思考力、判断力等を使いながら解決に向かうことができるようにすることにあると考えている。

現代において、インターネットをはじめとする科学技術が飛躍的に進歩し、世界との距離も縮まった。そのため、宗教や文化、国籍、人種等も違う様々な立場の人間同士が、互いを尊重しながら解決に向けて議論していくことがこれまで以上に必要となっている。

そこで、中学校の理科の授業では、単に知識や技能を身に付けるだけでなく、生活における経験や既習内容をもとに考え、仲間と解決に向かう授業を単元の中に必ず仕組んでいる。本単元においては、例えば、鉄と硫黄の混合物を加熱して硫化鉄ができる化合の学習では、「鉄と硫黄の混合物を加熱したとき、化学変化がおきたといえるのか」という問題づくりをした。そして、生徒はこれまでの経験をもとに、化学変化をしたのか予想し、どのような実験を行い、どのような結果が得られれば良いのかを鉄の性質に着目しながら考えていった。さらに実験の結果をもとに自分たちで結論付けることができた。このような仲間との議論を通して学びを深めていくことで、思考力、判断力を身に付けるだけでなく、表現力や解決に向かう意欲、人間関係を調整する力などの社会で必要とされる力を養っていくことにもつなげていけるようにしている。

「化学変化と原子・分子」本時までの学習内容（*下線部は本時の内容に直接かかわってくる部分）

時	学習内容	生徒が身に付けた知識・技能や思考、意識 等
1	<p>【ホットケーキの秘密】</p> <ul style="list-style-type: none"> 小麦粉と牛乳を混ぜたものを焼いても膨らまないが、ベーキングパウダーを加えて混ぜるとホットケーキが膨らんだ。割って断面を見ると穴が開いてスポンジ状になっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ベーキングパウダーから気体が発生したからホットケーキが膨らんだのではないか。
2	<p>【炭酸水素ナトリウムの熱分解】</p> <ul style="list-style-type: none"> ベーキングパウダー（炭酸水素ナトリウム）から発生している気体は何か。 炭酸水素ナトリウムを加熱して気体を集めて何が発生したか調べる。 試験管の内側に付いた液体は何か。 	<ul style="list-style-type: none"> 「水素」とあるから水素が発生したと思う。 「炭酸」とあるから二酸化炭素が発生したと思う。 石灰水が白く濁ったから、二酸化炭素が発生したことがわかった。マッチの火を近づけても音がしなかったので、水素は発生していない。 見た目は水のようなだ。 青色の塩化コバルト紙が桃色になったので、発生した液体は水だとわかった。
3	<p>【炭酸水素ナトリウム加熱後の固体】</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭酸水素ナトリウムを加熱した後に残った固体は炭酸水素ナトリウムなのか。 水への溶け方、液性を比べる。 	<ul style="list-style-type: none"> 炭酸水素ナトリウムから二酸化炭素と水が出てきたから、加熱後に残った固体は炭酸水素ナトリウムではないと思う。もし、加熱後の固体が炭酸水素ナトリウムだったら永久に二酸化炭素と水が発生するはずだ。 加熱前の固体は水に溶け残り、弱いアルカリ性を示した。 加熱後の固体は水によく溶け、強いアルカリ性を示した。 物質の性質が違うので、加熱後の固体は炭酸水素ナトリウムではない。 炭酸水素ナトリウムは炭酸ナトリウムと水、二酸化炭素に熱分解された。
4	<p>【酸化銀の熱分解】</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸化銀を加熱すると気体が発生し、白っぽい固体が残った。 発生した気体、残った固体が何かを調べる。 	<ul style="list-style-type: none"> 「酸」とあるので、酸素が発生したと思う。 火のついた線香が炎をあげて燃えたので、酸素が発生したといえる。白っぽい固体を磨くと金属光沢が出たので、その固体は金属（単体）なので、銀だと思う。 酸化銀は酸素と銀に熱分解された。
5	<p>【水の電気分解】</p> <ul style="list-style-type: none"> 電気分解装置に水酸化ナトリウム水溶液を加えた水（水酸化ナトリウム水溶液）に電流を流すと陽極と陰極に2:1の割合で気体が発生した。 それぞれの極に発生した気体は何か。 	<ul style="list-style-type: none"> 陽極から発生した気体に火のついた線香を近づけると炎をあげて燃えたので、酸素が発生したといえる。 陰極から発生した気体にマッチの火を近づけるとポンと音がしたので、水素が発生したといえる。 水は酸素と水素に電気分解された。 酸素と水素は2:1の割合で発生する。
6	<p>【原子】</p> <ul style="list-style-type: none"> 物質を分解していくと、それ以上、分割できなくなる。その最小単位を原子という。 <p>【分子と化学式】</p> <ul style="list-style-type: none"> 元素記号を用いて、物質を化学式で表す。 分子をつくる物質とつくらない物質 化合物と単体 	<ul style="list-style-type: none"> 原子には①～③の性質がある。 ①化学変化によってそれ以上分割することができない。 ②原子の種類によって質量や大きさが決まっている。 ③化学変化によって、他の種類に変わったり、なくなったり、新しくできたりすることはない。 元素記号（H, He, C, N, O, S, Cl, Na, Mg, Al, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Ag, Ba, Au） 化学式（O₂, H₂, Cu, Mg, CO₂, H₂O, NaCl, CuO, NH₃, N₂, Cl₂）
7	<p>【異なる原子の結びつき】</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄と硫黄の混合物を加熱すると赤くなった。これは化学変化といってもよいのか。（加熱後の物質は加熱前の物質と同じ物質なのか。） 	<ul style="list-style-type: none"> 加熱後の物質は磁石に反応しにくくなっていた。塩酸に入れると加熱前の鉄からは無臭の気体が発生したが、加熱後の固体からは卵が腐ったような臭いの気体が発生した。 加熱後の固体は加熱前の物質とは違うといえる。 鉄と硫黄の混合物を加熱すると化合して硫化鉄になる。硫化鉄には鉄の性質はないが、未反応の鉄が残っている。それが磁石に反応した。
8	<p>【化学反応式】</p> <ul style="list-style-type: none"> 化学変化を反応式であらわす。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子の性質に注目しながら化学変化を反応式であらわす。 反応式の左右の原子数を等しくするために、原子、分子のモデルを用いて考える。 2H₂O→2H₂+O₂ Fe+S→FeS

9	<p>【物が燃える変化】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スチールウールを取り付け、つりあっている天秤の一方をガスバーナーで加熱すると加熱した方に傾いた。 ・加熱によって鉄は別の物質になったのか。 ・酸素中に火のついたスチールウールを入れ、鉄と酸素が化合したことを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・加熱したスチールウールを触るともろく崩れた。 ・電気を通すかどうかを調べると、スチールウールは電気を通したが、加熱後のスチールウールは電気を通さなかった。 ・鉄を加熱すると別の物質になることが分かった。 ・硫化鉄のときは、鉄と硫黄が化合したが、今回はどんな化学変化がおこったのか。 ・水をはったバットに置いた台の上に火のついたスチールウールを置き、酸素を満たした集気びんをかぶせたら、スチールウールが激しく反応し、水面が上昇した。このことから酸素がスチールウールの反応に使われたことがわかった。 ・鉄は酸素と化合すると酸化鉄になる。
10	<p>【酸素がかかわる化学変化①】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マグネシウムリボンを加熱すると光を出した後、白色の固体が残った。この固体はマグネシウムなのか。 ・銅を空気中で熱すると黒色の固体になった。これも酸素と反応したのだろうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・残った後のマグネシウムリボンを触るともろく崩れた。 ・葉さじでこすっても金属光沢が出ない。そのため、加熱によってマグネシウムが別の物質になったといえる。 ・鉄の場合と同じ用意調べると、マグネシウムが空気中の酸素と激しく反応していることが分かった。 ・$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ という反応がおこった。この反応は熱や光を出しながら激しく酸化したので、燃焼という。 ・銅と酸素が反応すると黒色の酸化銅になる。 ・$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$
11	<p>【酸素がかかわる化学変化②】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸素中に火のついた木炭を入れると、木炭が激しく反応し、やがて見えなくなった。 ・木炭が見えなくなったのはなぜか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・木炭（炭素）が酸素と反応したと思う。 ・このとき、$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ の反応がおこったと思う。この考えが正しいかどうか、石灰水を使って調べよう。 ・石灰水が白く濁ったから二酸化炭素が発生している。木炭（炭素）が酸素と化合して二酸化炭素になったから、見えなくなった。
12	<p>【酸化物から酸素をとる化学変化】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸化銅と炭素の混合物を加熱すると反応して気体が発生し、赤色の固体が残った。 ・どんな化学変化がおこったのか。 ・銅と炭素の、酸素との結びつきやすさについてどんなことがいえそうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子、分子のモデル（化学反応式）を用いて考えると、$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ となるのではないか。 ・この予想が正しいかどうかは発生した気体が二酸化炭素であるかどうかと加熱後に残った固体が銅であるかが分かればよい。 ・発生した気体を石灰水と反応させると石灰水が白く濁ったので、二酸化炭素が発生したといえる。 ・銅を金属の葉さじで加熱後に残った固体を加熱すると金属光沢が見られた。存在する原子の中で金属光沢が出る可能性があるのは、Cu しかないので、加熱後に残った赤色の固体は銅であるといえる。 ・炭素が酸化銅から酸素を奪って二酸化炭素になり、酸化銅は銅になった。 ・酸化物から酸素を奪う化学変化を還元といい、還元と酸化は同時におこる。 ・酸化銅は炭素に酸素を奪われているので、炭素の方が銅よりも酸素と結びつきやすいと考えられる。
13	本時	
	以後、化学変化と質量の関係について学習をしていく。	

(本時を迎える生徒の姿)

- ・第6時に学習した原子の性質をもとに、化学変化を原子・分子のモデルを操作して考える。
- ・モデル操作に慣れ、頭の中で考えることができる生徒はモデル操作をしない場合がある。
- ・単元を通して学んできたこと(知識・技能、思考)をつなげて考えようとしている。
- ・実験班の仲間と事実をもとに議論し、自分の考えを伝えるとともに仲間の考えを受け入れ、考えを再構築しようとしている。

3. 本時のねらい

二酸化炭素中でマグネシウムが激しく反応する理由を考える活動を通して、集気瓶の内側に黒色の固体が付着した事実とマグネシウムの光沢が失われ白色に変化した事実等を原子・分子のモデルとつなげて考え、二酸化炭素がマグネシウムによって還元され、マグネシウムが酸化されたため二酸化炭素中でマグネシウムが激しく反応したと考えることができる。

4. 本時の展開

	学 習 活 動	見方・考え方を働かせている姿	指導・援助
問題をつくる／事実をとらえる／事実をもとに考える	<p>1. 火のついたろうそくとマグネシウムをそれぞれ二酸化炭素中に入れたときの様子を観察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 二酸化炭素の中でろうそくは火が消えるはずだ。 やっぱり、ろうそくは二酸化炭素の中で火が消えた。 マグネシウムも二酸化炭素の中では燃えないはずだ。 マグネシウムは二酸化炭素の中で激しく反応した。どうして？ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 二酸化炭素中でもマグネシウムが激しく反応したのはなぜか </div> <p>2. 班ごとに二酸化炭素中でマグネシウムを反応させ、その様子を観察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 集気瓶の中やマグネシウムに黒色の固体が付いている。 マグネシウムの光沢がなくなり、白くもろい固体になった。 <p>3. 二酸化炭素中でマグネシウムが燃えた理由を考える。</p> <p><酸素について></p> <ul style="list-style-type: none"> 燃えるためには酸素が必要だ。 その酸素はどこにあったのだろうか。 酸素原子は二酸化炭素にあるけれど、酸素分子はないぞ。 <p><集気瓶やマグネシウムに付着した黒色の固体について></p> <ul style="list-style-type: none"> 黒色の固体が付いているぞ。どうして固体が付いたのかな。 マグネシウムがこげたのかな。 マグネシウムは無機物だからこげるはずがないぞ。 <p><マグネシウムの変化について></p> <ul style="list-style-type: none"> マグネシウムの光沢がなくなっているので、別の物質になったはずだ。 この色と手触りは前に学習した酸化マグネシウムだと思う。 <p><モデルとつなげて考える></p> <ul style="list-style-type: none"> 二酸化炭素にあった酸素からマグネシウムが酸素を奪ったと思う。 そう考えると、集気瓶の内側に付いている黒色の固体は炭素に違いない。 つまり、二酸化炭素がマグネシウムによって還元されて酸素が奪われ、マグネシウムが酸化されたから、二酸化炭素の中でマグネシウムが反応することができたと言える。 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ という反応がおきたはずだ。 銅、炭素よりもマグネシウムの方が酸素と結びつきやすいのだと思う。 	 <p>考ろうそくとマグネシウムの燃え方の違いを比較している。</p> <p>見二酸化炭素中でマグネシウムが燃えたことに疑問を抱いている。</p> <p>考物が燃えるためには酸素が必要であるという既習内容と現象（事実）を関係付けている。</p> <p>見マグネシウムの反応によって黒色の固体が現れたという変化を捉えている。</p> <p>見マグネシウムの色や手触りの変化を捉えている。</p> <p>見原子のモデルを用いて考えている。</p> <p>考仲間の考えと比較しながら自分の考えを見直している。</p> <p>考考えと現象（事実）を関係付けている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 二酸化炭素中でマグネシウムが燃焼したことを確認するために、水上置換法で集気瓶に二酸化炭素を集める。 火のついたろうそくを二酸化炭素中に入れることで、二酸化炭素中では物が燃えないという（誤）概念を引き出し、問題づくりにつなげる。 自分の考えを言葉だけで表現するのではなく、原子・分子のモデルを操作しながら説明し、納得いく答えを導き出す。 事実と既習内容をつなげて考えさせる。 考えの根拠を問いつながりながら思考を深めさせる。
結論づける	<p>5. まとめる</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 二酸化炭素中でもマグネシウムが激しく反応したのは、マグネシウムによって二酸化炭素が還元され、マグネシウムが酸化されたためである。 </div>	<p>考考えと現象（事実）を関係付けている。</p>	<p>評価規準</p> <p>二酸化炭素が還元され、マグネシウムが酸化される化学変化がおきたため、二酸化炭素中でマグネシウムが激しく反応したと考えている。</p> <p style="text-align: right;">【思考・判断・表現】</p>