

理科学習指導案

日 時：平成25年 5月31日（金）公開授業I

学 級：岩手大学教育学部附属中学校

3年B組40名

会 場：第1理科室

授業者：佐々木 俊

1 単元名 「化学変化とイオン」

2 単元について

(1) 生徒観

本単元で扱うイオンを普通の生活の中で経験する機会は少ないと考える。事前調査によると、生活の中においてはドライヤーや空気清浄機などで使用されているマイナスイオン発生装置や、滝つぼなどから発生するといわれているマイナスイオン効果、アルカリイオン水やスポーツ飲料などがほとんどである。これらのことから「イオンはからだにいいはたらきをする」「空気をきれいにする」といった誤った概念として構築されていることを読み取ることができる。イオンの存在自体は私たちの生活に溶け込んでいるが、化学変化のしくみやイオンの存在については、普段目にせず、それらを理解していなくても利用できるため、改めて考えることは少ない。さらに身近な事象として「濡れた手でコンセントを操作すると感電しやすい」ということを知っている生徒も多いが、イオンが関わるそれらの原理については理解していない現状がある。このように日常生活の中で見聞きしたり、利用している事象を科学的にとらえることは非常に難しいことである。

本単元の学習内容との関わりでは、化学変化と原子・分子において、水の電気分解について学習している。その際、精製水では電流が流れないことを確認し、水酸化ナトリウムを溶かすことで電流が流れるようになり、分解する実験を行っている。さらに、化学変化が原子の組み合わせが変わることによって起こることを原子・分子のモデルで学習している。電流とそのはたらきでは、金属などのように電流が流れる物質（＝導体）とガラスなどのように電流が流れない物質（＝不導体）があることを学んでいる。その際、電流が自由電子の移動により起こる現象であることを学んでいる。

本単元を学習するにあたり、化学変化やイオンと日常で用いられるものとの関連づけ、微視的な見方や考え方でとらえさせることは生徒にとって意義深いものである。観察・実験を行った際に、目に見える物質の性質や反応を、目に見えない原子、分子、イオンの概念を用いて考察し、「粒子」に対する科学的な概念の構築を図りたいと考える。

授業を行う学級は男女20名、計40名である。4名ずつの10グループ編成で授業を実施している。理解力の高い生徒も多く、若干固定化の嫌いもあるが発言も積極的な方である。観察・実験もグループごとに安全に配慮し、協力して取り組むことができる。話し合い活動では交流が深まる班もあるが、家庭や塾での予習した内容を語ろうとし先行し過ぎる生徒がいる半面、間違っただけを話すことが恥ずかしさから聞くだけになってしまう生徒がいる現状である。表現活動の機会と時間を十分に確保できていない現状があるため、言葉や式やモデルを使って、思考・判断の過程や結果を表現する力を育てていきたい。

資料 イオン概念実態調査

質問1 あなたは、イオンという言葉を知ったことがありますか。あると思う人は、いつどこで知りましたか？

ある…39人 ない…1人

い つ：日常生活…11人	テレビを見て…10人	幼稚園の頃…1人	塾…1人	
どこで：ドライヤー…10人	マイナスイオン…9人	空気清浄機…6人	アルカリイオン水…4人	
扇風機…3人	加湿器…3人	ナノイオン…2人	滝…2人	エアコン…2人
家電量販店…2人	本・マンガ…2人	洗濯機…1人	論文…1人	
電気スタンド…1人	消臭剤…1人	温泉…1人	ショッピングモール…1人	

質問2 ①イオンには大きさがあると思いますか。あると思う人は、どれくらいの大きさだと思いますか。

ある…35人 ない…5人

すごく小さい…12人	原子サイズ…6人	目に見えない大きさ…5人
原子より小さい…2人	種類によってちがう…2人	分子サイズ…1人
分子の10分の1…1人	電子サイズ…1人	粒子程度…1人
顕微鏡でぎりぎり見える程度…1人	人には見えないくらい…1人	分からない…1人

②イオンには形があると思いますか。あると思う人は、どんな形だと思いますか。

ある…33人 ない…7人

丸…12人	球…6人	原子によってちがう…3人	電子の形…1人
うす雲のようなものが原子核のまわりに存在する…1人	電子が抜けた、もしくは増えた形…1人		
分からない…4人			

③イオンには重さがあると思いますか。あると思う人は、どれくらいの重さだと思いますか。

ある…36人 ない…4人

すごく軽い…14人	何も感じないくらい軽い…8人	原子レベル…4人
空気より軽い…2人	水素やヘリウム程度…1人	空気ぐらいの重さ…1人
原子より軽い…1人	電子と同じ重さ…1人	1円玉の1億分の1…1人
体重計では計れない…1人	分子の10分の1…1人	分からない…1人

④イオンには性質や働きがあると思いますか。あると思う人は、どんな性質や働きがあると思いますか。

ある…34人 ない…6人

+-の性質を持っている…4人	原子が電気を持ったもの…1人	原子が電気を帯びたもの…1人
原子から電子が離れたもの…1人	原子と似たような性質…1人	
静電気のもとになる電子をつけたり離したりする…1人		
物質に電流を通す…1人	物質にくっつく…2人	
体にいいはたらき…5人	美容、うるおいを与える…3人	空気をきれいにする…2人
何かをきれいにする…1人	たぶん気体だと思う…1人	分からない…7人

質問3 イオンはどんなものからできていると思いますか。

原子…10人	水…4人	目に見えない何か…4人	空気みたいなもの…3人
陽子と中性子と電子、原子…2人	たくさんの物質の組み合わせ…2人	電子…2人	
粒子…1人	電気…1人	空気の純度…1人	分からない…9人

質問4 イオンとはそもそも何だと思いますか。あなたの考えをかいてください。

不安定な原子が刺激を受け、電子を手放したり受け取ったりする現象…2人		
原子に電気を帯びさせたもの…1人	原子の中で電子の数がかわったときの状況…1人	
原子に寄り添っているもの…1人	原子に電子がついているかついていないか…1人	
原子が+、-の電気を持つときに変化する電子…1人	+と-の電気を帯びているもの…1人	
原子からできているもの…4人	物質をつくっているもの…2人	
生活と関わりがないようで、実は関わりのあるもの…3人	生活により影響を与えるもの…1人	
目に見えない生活にあまり影響のないもの…3人		
体をきれいにするもの…1人	あってもなくてもいいもの…1人	わるいものではない…1人
空気の純度…1人	空気に含まれている物体…2人	小さくて軽い何か…1人
不思議なもの…1人	きれいなもの…1人	マイナスイオン…1人
物質の種類を決めるもの…1人	分からない…8人	

(2) 教材観

学習指導要領の改訂により、国際的な通用性、内容の系統性の確保などの観点から、平成10年度の学習指導要領で削除されたイオンの内容が「水溶液とイオン」として復活した。「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱として、小・中学校の一貫性が重視され、理科の内容の構造化が図られている。その中でも本単元は「粒子」の中の「粒子の保存性」に関する単元である。

本単元に関わりが深い粒子概念の形成については、小学校6学年で「水溶液の性質」において、いろいろな水溶液の性質を調べ、その性質やはたらきから分類してきた。これを受けて、中学校第1学年の「身のまわりの物

質」の単元で、物質同士の反応を巨視的にみる学習をしている。また、第2学年の「化学変化と原子・分子」の単元では、物質は原子・分子という最少単位からなり、化学反応は原子の結びつきが変わる反応であることを、化学反応式を用いて説明するとともに、身のまわりの物質を粒子としてたとえることにより、様々な現象にあてはめて理解することに取り組んでいる。

イオンの概念は生活経験を通して形成していくのが難しい概念である。イオン概念とこれまで中学校で扱ってきた他の学習内容とが関わりを持ち、イオンを用いて考えていくことで、事象を科学的に説明することができ、より確かな概念として構築されたいと考える。

本単元は学習指導要領第1分野の内容(6)に位置付けられており、化学変化についての観察・実験を通して、水溶液の電気伝導性や中和反応について理解させるとともに、これらの現象をイオンのモデルと関連付ける見方や考え方を養う単元である。また、目に見える現象を、目に見えないイオンやモデルやイオン式で表すことを理解することで、モデルや記号を使って物質の変化をより伝わりやすく説明できるという科学の基礎的な考え方を養うことができる単元である。

これまでの学習を踏まえ、水溶液の電気的な性質や酸とアルカリの性質など、観察・実験を通して見いだすことで、興味・関心を持たせ、実験技能を高めることができる。また、目的意識を持って水溶液の電気伝導性や中和反応に関わる観察・実験を行わせ、結果を分析して解釈し、自らの考えを表現させることを通して、科学的な思考力・判断力・表現力の向上を図るのに適した単元であるといえる。

(3) 学びの自覚化について

本校理科の目標は、「生涯にわたって日常生活や社会において生きてはたらく力＝探究力を育成すること」である。この探究力をはぐくむ中心的な役割を担うのが科学的な思考力・判断力・表現力であると考え、それらを高めるために、次の①～③を手立てとして研究を行ってきた。

- | |
|------------------------------------|
| ① 学習内容の分析
② 教材開発
③ 単元デザインの工夫 |
|------------------------------------|

本単元では、特に①、②に重点を置いて研究を進めてきた。

① 学習内容の分析

指導にあたっては、原子が電気を帯びること、イオンという粒子があることをはじめに教え込むのではなく、電解質水溶液に電流を流したときの変化をじっくり観察させることから始めていきたい。その際、それぞれの極から発生する物質が何であるのかについて予想し、自分なりの仮説を持たせたい。物質名を調べる方法についても全体で確認し、その実験方法に沿って実験を進めたい。物質の同定が終わった後、予想との比較を進め、自分の言葉で考察を記入することができるようにしていきたい。

また、それぞれの極に決まった物質が析出する理由を生徒に考えさせ、自分の考えをまとめた上でグループでの交流を通して、水溶液中には+と-の電気を持った粒子があり、それらが陽極と陰極に引かれるのではないかと仮説を生徒から引き出していきたい。そして、イオン概念を紹介するとともに、次への課題としてつなげながら学習を構築していきたい。

生徒自身が自らの課題を意識して仮説を立てる、仮説をもとに検証方法を考える、実際に検証する、他者との関わり合いの中で検証の結果をもとに考察を記入するという学習過程を経験していく中で、自分がこれまで持っていた知識や考え方を生かして解決できたという自己効力感が生まれると考える。そうすることで、学習前の事象に対する考え方を振り返り、学習後の変容の様子を客観的にとらえることが学びの自覚化につながるものと考えられる。

この他に学習する内容として、電池の仕組み、酸とアルカリを示すイオン、中和反応などがある。どれも現象を目で見ることができるとは思われるが、起きた理由を説明する際には目に見えない原子・分子・イオンなどのモデルを必要とする。自分の考えを表現することや他の意見を取り入れる機会を意識的に設け、それらを総合的にとらえて考察することができるように指導を行っていきたい。その実践をしていくためにも、生徒が説明できる場面があると考え、理由を言いやすいような発問の仕方や言葉遣いを工夫することにしていきたい。また、予想、考察の場面で、学習形態を工夫して、各自の考えを交流する機会を設け、表現力の育成を図っていきたい。

自らの学びを見取る活動の1つとして、一枚ポートフォリオ評価法（One Page Portfolio Assessment:OPPA）を活用している。生徒は学習前に自分がどのような考えを持っているのかを明確にするとともに、学習後に自らが持っていた素朴概念と学習によって獲得した概念を比較・分析することができ、自己の学びの深まりを実感できることが学びの自覚化につながるものと思われる。生徒一人一人が自己の学びを振り返ることで、自己の変容を意識化させることができ、授業に臨む学習意欲の向上につながっている。また、学習後に完成した一枚ポートフォリオをもとにすれば、指導計画が適切なものであったか、また、扱った題材が妥当なものであったかなど、教師側の評価の手立てにもなる。学習前と学習後に記入したコメントや学習履歴に記入したコメントから自分自身の変容を客観的に見取り、学習したことへの実感を伴った授業を構築し、今後の学習への意欲を引き出すことで学習者としての力を高めたいと考えている。

3 単元の指導目標及び評価規準

(1) 指導目標

化学変化についての観察、実験を通して、水溶液の電気伝導性や中和反応について理解するとともに、これらの事物・現象をイオンのモデルと関連づけて見る見方や考え方を養い、物質や化学変化に対する興味・関心を高め、身のまわりの物質や事象を新たな見方や考え方でとらえさせる。

化学変化についての観察、実験を通して、水溶液の電気伝導性や中和反応について理解するとともに、これらの事物・現象をイオンのモデルと関連づけて見る見方や考え方を養う。

ア 水溶液とイオン

(ア) 水溶液の電気伝導性

(イ) 原子の成り立ちとイオン

(ウ) 化学変化と電池

イ 酸・アルカリとイオン

(ア) 酸・アルカリ

酸とアルカリの性質を調べる実験を行い、酸とアルカリのそれぞれの特性が水素イオンと水酸化物イオンによることを知ること。

(イ) 中和と塩

中和反応の実験を行い、酸とアルカリを混ぜると水と塩が生成することを理解すること。

(内容の取扱い)

ウ イの(ア)については、pHにも触れること。

エ イの(イ)については、水に溶ける塩と水に溶けない塩があることにも触れること。

(2) 評価規準

【自然事象への関心・意欲・態度】

水溶液とイオン、酸、原子の成り立ちとイオン、化学変化と電池に関する事物・現象にすすんでかかわり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事物を日常生活とのかかわりで見ようとする。

【科学的な思考・表現】

水溶液の電気伝導性、原子の成り立ちとイオン、化学変化と電池に関わる事物・現象のなかに課題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行い、水溶液の種類と電気伝導性、イオンの存在、イオンのモデルと関連づけた化学変化による電流の発生について自らの考えを導き、表現している。

【観察・実験の技能】

水溶液の電気伝導性、原子の成り立ちとイオン、化学変化と電池に関する事物・現象についての観察・実験の基本操作を習得するとともに、観察・実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身につけている。

【自然事象についての知識・理解】

観察・実験などを通して、水溶液には電流が流れるものと流れないものがあること、イオンが存在していること、イオンの生成が原子の成り立ちと関係していること、電池では化学エネルギーが電気エネルギーに変換されていることなどについて基本的な概念を理解し、知識を身につけている。

4 単元の指導計画及び評価計画

(1) 第1章 水溶液とイオン (10時間)

時	テーマ	内 容	関 心	思 表	技 能	知 理	備 考
1	電流を流す水溶液	身のまわりにある水溶液について考える	○				
2	水溶液の導電実験	実験1の実施			○		
3		実験1のまとめ、(非)電解質の分類		○		○	
4	塩化銅水溶液の電解	実験2の実施			○		
5		実験2のまとめ、塩酸の電解(演示)		○		○	
6	電解の水溶液モデル	水溶液に電流が流れるときのモデルを考える		○			
7	原子とは	原子のつくりとその特徴				○	
8	イオンのできる様子	イオンと電子移動の関係				○	
9	水溶液中のイオン	電離のようすを、イオン式を用いて表す		○			
10	イオンから 原子(分子)へ	イオンから原子(分子)がどのようにしてできるか		○		○	

(2) 第2章 化学変化と電池 (5時間)

時	テーマ	内 容	関 心	思 表	技 能	知 理	備 考
1	電流を取り出す	実験3の実施	○		○		
2		実験3のまとめ、電池のしくみ		○		○	
3	電池のイオンモデル	電圧が発生し、電流が流れるしくみ		○			
4	電池の追加実験	大きな電圧を得るにはどうすべきか	○		○		
5		実験まとめ、身のまわりの電池の種類			○		○

(3) 第3章 酸、アルカリとイオン (9時間)

時	テーマ	内 容	関 心	思 表	技 能	知 理	備 考
1	水溶液の性質	実験4の実施・まとめ、pHとは	○		○		
2	酸	酸やアルカリに含まれているイオンの移動のようすを実験で観察		○	○		
3	アルカリ				○	○	
4	中和実験の導入	基礎操作・こまごめピペットの使い方 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の混ぜ合わせ	○		○		
5	中和反応と塩	硫酸と水酸化バリウム水溶液、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和実験		○	○		【本時】
6	塩のでき方	塩と水の生成のしくみ		○		○	
7	濃度と体積の関係	濃度のちがう水溶液を使った中和実験・まとめ		○	○		
8	単元末テスト						

5 本時について

(1) 主 題 「中和反応と塩」

(2) 指導目標

酸性とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせて中性になった水溶液に、電流が流れるかどうかを確かめる実験や、モデルを用いて考えを交流する活動を通して、中和反応とその際に生成する塩についての理解を深めさせる。

(3) 評価規準

- ①中和反応が起きた水溶液中のイオンのようすをモデルとして書き表し、そのようなモデルになる理由を説明することができる。 【科学的な思考・表現】
- ②酸とアルカリの水溶液を混ぜ合わせて中性にする実験を行い、pHの数値を計測する・電流が流れるかどうかという実験を正しく行うことができる。 【観察・実験の技能】

(4) 指導の構想

本時は、学習指導要領第1分野(6)化学変化とイオンの(イ)中和と塩に関する学習であり、以下の学習内容を学び取ることができるように授業を展開していきたい。

- 学習内容**
- ① H^+ と OH^- が結びつくことで H_2O が生成し、お互いの性質を打ち消し合うこと。
 - ② 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせた場合、水を蒸発させることで水溶液中の Na^+ と Cl^- が結びつき塩化ナトリウム(食塩)が生成されること。
 - ③ 塩は水に溶ける物質もあるが、硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜ合わせたときにできる硫酸バリウム $BaSO_4$ のように水に溶けない塩もできることがあること。

この学習内容に対する理解を深めるため、中和反応を起こす実験からpHの変化・電球の明るさの変化をつかみとることができるか、また、それらの情報から水溶液中のイオンのようすをイメージして、通電したかそうでないかの理由づけとしてイオンモデルを想起できるかがポイントになる。

生徒が中和に対して「酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液が混ざり合うと害がなくなる、性質が弱くなる」「酸性とアルカリ性が打ち消し合う」「混ぜれば中性になる」などの素朴概念とつながりを持たせながら学習を進めていきたい。

導入では、既習事項の確認から入る。水溶液中にイオンが存在すると電流が流れること、pHと水素イオンの数量の関係など、観察・実験の結果から考察する際に必要となる事柄についてふれていきたい。また、塩酸や硫酸、水酸化ナトリウム水溶液や水酸化バリウム水溶液の水溶液中に存在するイオンの種類や数などの確認を行う。

その後、2つの実験を見せる。1つは硫酸と水酸化バリウムである。混ぜ合わせた瞬間に白くにごるため、中和という化学変化が起きていることをイメージしやすい事象である。もう1つは塩酸と水酸化ナトリウム水溶液である。こちらは混ぜ合わせても見た目には変化を感じ取ることができない事象である。同じ中和反応であるのに、なぜ混ぜ合わせたときのようすにちがいが生まれるのかという観点から、課題に対する意識を焦点化できるように進めていきたい。

展開では、課題に対する予想から入りたい。これまでの学習を通して、目に見える現象の説明として、私たちの目に見えない粒子レベルで考えることを繰り返し行ってきた。中和反応や混ぜ合わせたことで、水溶液中でどのようなことが起こっているか、イオンモデルを使って予想を立てることができるように働き掛けたい。

実験検証ではこまごめピペットを正しく使い、滴下した場合には必ずガラス棒でかき混ぜるなど、基礎的な操作を大切に進めさせたい。1班4人で2つの実験を行うのは厳しいところがあるが、その中でも、pH試験紙が示した色からpHの数値の読み取り、導電確認器についている電球の明るさの確認を確実に行わせたい。pH試験紙が示すpHの数値の変化が、酸の性質を示すイオン H^+ の数が変化したという考えのもとになり「 H^+ と OH^- とが結びついて H_2O ができ、お互いの性質を打ち消し合うこと」の学習につながっていく。導電確認器を使用することで中性のときの水溶液中のイオンの状態を判断することができる。水溶液が中性になったときに電流を流さなければ水溶液中にはイオンが存在しておらず、酸の陰イオンとアルカリの陽イオン結びつき硫酸バリウムという物質が生成していることが想像できる。それに対して電流を流せば水溶液中にイオンが存在しており、酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びつくことなく存在しているのではないかという考えのもととなる。

考察場面では、自分なりの考えをイオンモデルで書き表した後、グループでの意見交流を行いながら班としての考えをまとめさせたい。イオンの結びつきを想起できない生徒もいると思うが、他の班員の説明を聞きながらイオンがどのように存在しているのかをイメージすることにつなげていきたい。その後、各班1人が別の班の机に出向き、自分たちの班の考えを説明、質問などに答える機会を設けて表現力の育成と理解の深化を図っていきたい。

終末では、水溶液が中性になったときのイオンモデルを書き、なぜそのようなイオンモデルになったのか、「塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜた場合」と「硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜた場合」のちがいがつながる理由づけも含めた内容を一人一人がまとめていきたい。

(5) 本時の展開

段階	学習活動及び学習内容	時間	■学びの自覚化とのかかわり
導入	<p>1 既習事項を確認する</p> <ul style="list-style-type: none"> 水溶液にイオンが存在するとき電流が流れること pHの数値と水素イオンの数の関係 塩酸、水酸化ナトリウム、硫酸、水酸化バリウムの水溶液中でのイオン式 <p>2 2種類の水溶液を混ぜ合わせる実験を教師が行い、生徒は観察する</p> <ul style="list-style-type: none"> 塩酸+水酸化ナトリウム水溶液…無色透明は変わらない 硫酸+水酸化バリウム水溶液…白色の物質が析出する <p>3 課題を把握する</p> <ul style="list-style-type: none"> 同じ中和反応であるのに、なぜ混ぜ合わせたときのようすにちがいがいいのかということに焦点化する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>酸とアルカリの水溶液を混ぜ合わせたとき、変化なく無色透明のままだったり、白くにごったりするのはなぜだろうか？</p> </div>	10分	
展開	<p>4 課題に対する予想を立てる</p> <ul style="list-style-type: none"> この段階では既有的知識から考える生徒、実験の様子から考える生徒、イオンモデルを用いて考える生徒がそれぞれいて構わないと考えているが、イオンモデルで考えるように働き掛ける <p>5 水溶液を混ぜ合わせ、中性にする実験を実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> こまごめピペットを正しく使うことができているか確認する 水溶液を混ぜ合わせながらpHの数値の変化、電球の明るさの変化について記録する 1つ1つの実験を班全員で分担して行う <p>6 実験結果を共有する</p> <ul style="list-style-type: none"> 5の実験でどのような変化・現象が見られたか全体で確認する <p>7 実験結果をもとに考察し、意見交流をする</p> <ul style="list-style-type: none"> イオンモデルを班内で交流する 代表1人が他の班へ行き、自分の班の考えを発表する ホワイトボードとイオンマグネットを利用して考える pHの変化から水H₂Oの生成が想起されること、電流が流れるときはイオンとして存在し、電流が流れないときは分子として存在していることなどが説明の中でふれられているかどうかを確認し、必要に応じてふれる。 生成する塩が水溶性水溶性なのか不溶性なのかについてもふれる <p>pHの変化からの生成を、電流が流れるかどうかとうことから塩が水溶性であるか否かを構成するイオンが結合しているか否かの2点が説明の中で満たさせているかどうかを確認し、必要に応じてふれる。</p>	30分	<p>■それぞれの水溶液中に存在するイオンから、混ぜ合わせたときにどうなるのかを考える。考えがまとまらない生徒は、イオンの持つ+、-の電気に着目するように働き掛け、この時点での自分の考えを持たせたい。</p> <p>■実験で得られた情報をもとに水溶液中でのイオンに対するイメージを固める</p>

終 末	8 意見交流した内容をまとめる ・文章とモデルの両方で表現させるように働き掛ける ・なかなか書けない生徒には別のイオンモデルを使用して説明する	10 分	■予想と考察の段階を比較をすることで本時の学習を通しての個々の変容をとらえる
--------	---	---------	--