

学習内容の関連を踏まえた思考力・判断力・表現力の育成 ～第1学年 科学と人間生活「金属の特性」の実践を通して～

出水工業高等学校
教諭 永田大樹

1 単元の概要

- (1) 単元名 「3章 物質の科学 1節 材料とその再利用」
- (2) 単元について

本単元は、日常生活と関係の深い材料の中からプラスチックと金属を取り上げ、代表的な物質の種類、性質や用途及び資源の有限性や有効利用するための資源の再利用について観察・実験を通して理解させ、身近な物質に関する科学的な見方や考え方を育成することをねらいとしている。プラスチックについては、プラスチックに含まれる成分の違い、単量体や重合体の化学構造の違いやプラスチックの燃焼時に発生する気体などの安全性などについて理解させる。また、金属については、鉱石から金属を取り出す精錬や、金属の腐食とその防止などについて理解させる。本時では、金属の特性の一つである金属のイオン化傾向について学習する。このイオン化傾向の学習内容は、金属の精錬や金属の腐食とその防止を理解する上で身に付けておかなければならない大事な内容である。具体的な内容としては、金属と金属イオンを含む水溶液を反応させる実験を行い、原子やイオン、電子などの粒子概念を用いてその反応の中で起こっている現象や銅と銀のイオン化傾向の大小について考察する。

本時と関連する既習内容として「物質のなりたち」における原子の電子配置に関する学習が挙げられる。これらの学習を通して、対象となる事物・現象の内容の系統性の面では、「イオン化と電子の移動」について

表1 既習単元と本単元の学習内容の関連

	既習内容「物質のなりたち」	本時「金属の特性」
対象となる事物・現象の内容	原子は、電子を増減することでイオン化し、希ガスと同じ安定な電子配置をとることができる。	金属はイオン化傾向をもち、金属の種類によってイオン化傾向は異なる。
科学的に探究する能力(モデル化)	電子配置図や化学式	化学式, 化学反応式
科学的に探究する能力(科学的な考察)	電子配置図の比較や電子の増減からイオンの種類や価数について考察する。	実験結果を基に、電子の移動やイオン化傾向の大小について考察する。

考察する能力を高めた。また、科学的に探究する能力の面では、モデル化して考察する能力や比較したり関係付けたりする能力を総合的に発揮し科学的に考察する能力について、高めていきたい。

- (3) 生徒の実態

電子機械科の生徒で、将来は技術職に就きたいと考えている生徒が多く、実験や実習に積極的に取り組むことができている。理科の学習については、専門教科「工業」の基礎になる教科であるが、入学当初実施した中学校での理科に対するアンケートから多数の生徒が「理科が不得意である」と感じていることが分かった。また、少数ではあるが、「理科は将来的に必要なから」という意見も見られた。このようなことから、高等学校での理科を学習していく上で次のような課題が考えられた。

- ア 基礎用語や基礎知識を単純に覚えることに終始し、これらの用語や知識を活用していない。
- イ 既習内容を忘れていたため系統的な学習ができておらず、理解が困難になっている。

ウ 観察・実験を行った後に考察する習慣が身に付いていない。

このような課題を踏まえ、理科に興味をもたせ積極的に学習に参加させるために、図や映像をできるだけ多く授業に取り入れることで語句の意味を捉えさせやすくし、観察や実験後の考察する場面では、グループ内で意見交換をさせ積極的に思考させている。また、まとめたことを文章だけではなく図や表も用いて表現するような機会を多く取り入れるようにしている。その結果、理科に関する興味・関心をもっている生徒も多くなり、授業に対しても積極的に取り組んでいる。もともと発問に対しても物怖じすることなく堂々と発言することはできていたが、さらに、聴き手が理解しやすいように考えて発表するなど、より深く思考した上で表現できるようになっている。

2 学習内容の関連を踏まえた「判断基準」の設定

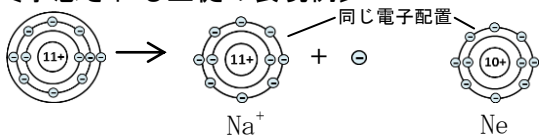
(1) 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
代表的なプラスチックや金属の製法や用途、性質や特徴について、興味・関心を持ち、意欲的に探究しようとしている。	代表的なプラスチックや金属の製法や用途、性質や特徴について、原子や分子の構造などと関連付けて考察し、導き出した考えを表現している。	代表的なプラスチックや金属の性質や特徴に関する観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。	代表的なプラスチックや金属の性質や特徴とその製法や特徴を関連付けながら理解し、知識を身に付けている。

(2) 指導計画（全9時間）

単元	学習事項	時間	目 標
3章 物質の科学 1節 材料とその再利用	セラミックス	1	・ セラミックの性質や用途について理解する。 【知識・理解】
	金属の用途と製錬	1	・ 金属の製錬を理解する。 【知識・理解】
	金属の特性	3 (本時 2/3)	・ 自由電子によって様々な金属の特徴が表れていることを考察し、表現する。 【思考・判断・表現】 ・ 金属と金属イオンの反応を調べる実験を行い、反応間の電子の移動やイオン化傾向の大小を正しく表現する。 【思考・判断・表現】、【観察・実験の技能】 ・ 合金について理解する。 【知識・理解】
	プラスチック	1	・ プラスチックの構造や特徴を理解する。 【知識・理解】
	プラスチックの分類とその他の高分子化合物	1	・ 性質や原材料を基にプラスチックを正しく分類し表現する。 【思考・判断・表現】 ・ 特殊な機能を備えたプラスチックについての理解を深める。 【知識・理解】
	プラスチックのリサイクルと新素材	2	・ プラスチックのリサイクルと地球環境について考察し、根拠を基に自分の考えを表現する。 【思考・判断・表現】 ・ プラスチックの熱分解・成分元素の検出の実験を行い、結果から含まれている成分元素を判断する。 【観察・実験の技能】

(3) 「判断基準」の設定

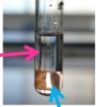
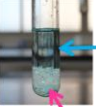
既習単元「物質のなりたち」		本単元「材料とその最利用」	
評価規準（思考・判断・表現）			
イオンの生成と電子の授受の関係を考察し、自分の考えを表現している。		金属と金属イオンの反応は、電子の移動を伴うことや金属は種類によってイオン化傾向が違ふことを実験結果から考察し、表現している。	
評価時期及び評価の対象（思考・判断に基づく表現内容）			
考察する場面において、生徒の授業プリントへの記述やグループでの話し合いをまとめたホワイトボードによる発表内容を基に評価する。			
判断の要素			
・ 電子配置図 ・ 変化の理由		・ 化学式 ・ 電子の移動 ・ 変化の理由 ・ イオン化傾向の大小	
判断基準B			
電子配置図で原子からイオンへの変化を表現できる。希ガスとイオンの電子配置を比較し、イオンになると安定化することを説明できる。		金属と金属イオンを含む水溶液の反応から反応間で電子の移動があることを化学式を用いて表現できる。また、対照実験を基にイオン化傾向の大小を判断することができる。	
〔予想される生徒の表現例〕  Na⁺ Ne ナトリウム原子がイオンになると、安定な電子配置をしている希ガスと同じになる。だからナトリウムイオンとして存在しやすい。		〔予想される生徒の表現例〕 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + e^{-}$ $\text{Ag}^{+} + e^{-} \rightarrow \text{Ag}$ イオン化傾向 $\text{Cu} > \text{Ag}$ 硝酸銀水溶液に銅を入れたとき、銅から生じた電子を銀イオンが受け取る。また、硫酸銅水溶液に銀を入れても反応しないことから、銅の方が銀よりもイオンとして存在しやすい。	
C状況の生徒への指導（補充指導）			
希ガスが単原子分子として存在することから、安定な原子であることを想起させる。		考えやすい原子やイオンのモデル図を用いて電子の授受を考えさせる。	
判断基準A			
【判断基準Bに加えて】 ・ 周期表と比較し、同族の典型元素は、同じ価数のイオンになることを考察できる。 ・ 金属元素は、全て陽イオンになることに気付くことができる。		【判断基準Bに加えて】 ・ 移動する電子の数も考慮して、化学反応式で表現することができる。 ・ 他の金属のイオン化傾向を調べる実験を計画することができる。	
B状況の生徒への指導（深化指導）			
・ 電子配置図を周期表と対応させ、同族元素の価電子数が同じであることに気付かせる。 ・ 金属元素や水素を除く非金属元素がどのようなイオンになるかを考察させる。		・ 銅から生じる電子数や銀イオンの価数について示し、反応の量的関係に気付かせる。 ・ Cu, Pb, Znのイオン化傾向を決定するための実験方法を考えさせ、イオン化傾向の大小を予測させる。	

3 検証授業の実際

(1) 本時の目標

- ① 実験結果を正しく捉え、その様子を化学式を用いて表現できる。
- ② 反応における電子の移動を考察し、表現することができる。
- ③ 実験結果から、銅の方が銀よりもイオン化傾向が大きいことを判断することができる。
- ④ 本時の実験結果を基に、銅、鉛、亜鉛のイオン化傾向の大小を判断する実験を計画できる。

(2) 本時の実際

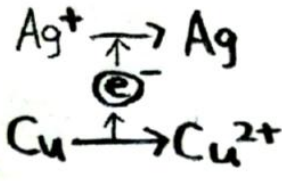
過程	時間	主な学習活動	指導上の留意点【評価】
導入	5分	1 金属の性質を復習し、自由電子の存在によるものであることを復習する。 2 本時の実験の目的を確認する。	○ 全員に発問し積極的な発表を促す。 ○ 前時で示した図を用いて説明する。  ○ さびることもイオン化の一例であることを説明する。 ○ 水溶液中に溶けている金属は、イオンとして存在することを確認する。
展開①	25分	3 観察実験の結果から、銅のイオン化と水溶液中の銀イオンから単体への変化が同時に起こっていることに気づき、二つの反応で電子が移動していることを表すことができる。 (1) 透明な水溶液が青へ呈色することから、銅が水溶液に溶けていることや銅の周りに析出している金属は銀であることに気付く。  (2) 銅の単体は銅(Ⅱ)イオンに、銀イオンは銀の単体に変化していることを化学式を用いて表現する。 Ag^+  Cu 反応  Cu^{2+}  Ag (3) 銅の反応と銀の反応の間には関係があり、それが電子の移動であることを考察する。 <u>銅から銀に電子が移動している。</u> 4 金属の種類によってイオン化傾向が異なることを実験結果から考察する。 (1) 硫酸銅水溶液と単体の銀との反応を行う。  (2) 結果を記録し、イオン化傾向の大小を決定する。 <u>銅の方が銀よりもイオン化傾向が大きい。</u>	○ 二つの反応を比較させ、反応間で関係があることに気付かせる。 ○ 反応前の様子を確認させ、変化の様子を確実に捉えるように指示する。 ○ 反応を正しく表現できていないC状況の生徒に補充指導を行う。 ○ 電子について意識させる。 ○ B状況の生徒に電子の数について意識させ、深化指導を行う。 ○ 確認のため事前に数日間放置後の画像を用意しておき提示する。 ○ B状況の生徒に他の金属について考えさせる深化指導を行う。

展開②	15分	5 Cu, Pb, Znのイオン化傾向の大小を決定するための実験方法をグループで考え、発表する。 	○ Cu, Pb, Znを提示し、どのような実験を行えば、イオン化傾向の大小が分かるか発問する。 ○ 机間指導により各グループでまとめた結論を確認し、発表させるグループを選ぶ。
まとめ	5分	6 本時の復習を行い、次回の実験の目的を確認する。	○ 電子の授受とイオン化傾向の復習を行い、次回の実験の大まかな流れについて予告する。

(3) 「判断基準」を生かした指導

ア 「判断基準」による見取りと補充・深化指導

(ア) B状況の記述

モデルでの表現例	文章での表現例
	銅に銀が付着し 銅が銅イオンになった 銅の電子が銀にうつった 水溶液が透明から青色になった

実験結果から、金属間での電子の移動について化学式を用いて表現できている。また、銅が銀よりもイオン化傾向が大きいことを考察できている。

【深化指導】

反応で移動する電子の数や金属イオンの価数に着目させ、化学反応式で考えさせる。また、他の金属イオンの大小を考えるためにはどのようにしたらよいか考えさせる。

(イ) C状況の記述

モデルでの表現例	文章での表現例
(前) (後) $Ag^+ \rightarrow Ag$ $Cu \rightarrow Cu^{2+}$	硝酸銀水溶液が青色に変わったことから、銅がイオン化したことがわかった。 その結果、銀が出てきた。

化学反応が起きていることはイメージできているが、電子の移動について表現されていない。

【補充指導】

粒子モデルでイオン化する様子を表して電子の移動を考えさせる。

(ウ) A状況の記述

モデルでの表現例	文章での表現例
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ $\Downarrow$ $2Ag^+ + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{2+}$	硝酸銀に銅を入れます。まず、黒くなり、その後キラキラしたもの、銅に付着していた。このことから、銀が出てきた。銅が銀に変わり、水溶液が青色に変わったことで銅が銅イオンになった。銀が電子を受け取り、銅が電子を放出した。

【想定していなかったA状況】

観察された現象を正確に捉え、その変化を丁寧に記述した上で、電子の移動について考察できている。

【想定していたA状況】

判断基準Bに加え、移動した電子の数についても考慮し、そのことを化学反応式で表現できている。

イ 「判断基準」による評価の結果とその後の指導

展開①の指導により、展開②では、多くの生徒が銅、鉛、亜鉛3種類の金属のイオン化傾向の大小を調べるための実験を計画することができた。また、次の時間には、グループで協力しながら計画した実験を手際よく実施し、実験後の考察において銀も含めた4種類の金属のイオン化傾向の大小について正しく判断することができた。このような生徒の状況から、生徒の思考力・判断力・表現力の高まりを把握することができた。

その後の授業でも、グループの話合い活動で、今まで以上に自信をもって他者に表現できる生徒が増えた。さらに、発表時には聴き手が理解しやすいように発表しようとするなど、より深く思考した上で表現することができるようになった。

表2は、入学直後と検証授業後に実施したアンケートの結果である。この結果に示されているように、生徒の理科の学習に対する意識も大きく変化している。

表2 アンケートの結果(%) (調査人数23人)

項 目	入学直後	検証授業後
理科学習は好きである	61	100
理科学習は得意である	22	52
観察・実験は好きである	91	100

※「入学直後」のデータは中学校理科第1分野に関する回答

4 研究の成果と課題 (○…成果, ●…課題)

(1) 学習内容の関連を踏まえた指導について

- 生徒に思考させる場面を具体的に設定できた。
- 継続的に図やモデルを用いて思考させたり表現させたりするように指導したことで、多くの生徒が事象や現象をどのように表して考えればよいか分かり、積極的に考察しようとする姿勢が見られた。また、考えたことを短時間で文章にまとめたり、図やグラフを積極的に利用して分かりやすく説明できるなど、生徒の思考力や表現力の高まりを実感することができた。
- 授業の導入で「自由電子」について復習し、生徒の「電子の動き」に対する意識を高めて実験後の考察につなげようとしたが、実験後に金属と金属イオン間の電子の移動に気付く生徒が少なかった。授業のキーワードはICTを活用し生徒に強く印象付け、実験の直前や実験中にもキーワードを想起させる工夫が必要であった。

(2) 「判断基準」を基にした指導と評価について

- 学習内容の関連性を踏まえた「判断基準」を設定し、具体的な表現例を想定して評価したことで生徒の理解度やつまづきを細かく捉えることができた。
- 補充指導や深化指導を計画したことで、より効果的に指導を行うことができ、生徒に学習内容を効率的に理解させることができた。
- 判断基準Aの生徒の表現を学級全体に紹介したことで、多くの生徒がその考え方を理解し思考力や表現力を高めることができた。
- 今回は、既習単元と本単元で「判断基準」を設定し、生徒の思考力・判断力・表現力の高まりを捉えることができた。しかし、設定した「判断基準」が生徒の実態よりも高かったように思われる。「判断基準」を設定した授業を継続的に実施し、その妥当性と客観性を高めていく必要がある。