理科学習指導案

金属の分析
～オリジナルの分析チャートづくり～

授業者 附属高等学校池田校舎 西口 博光

1.対象 附属高等学校池田校舎 第2学年1・2組 化学探究Q（34名）

2.単元目標（もしくは題材目標）

・知識及び技能に関して

身の回りの金属の使用の例や、天然物における金属の組成、金属を中心とした反応等を知り、金属の性質について深く理解する。特に、既習事項との関連を十分に図る。

・思考力，判断力，表現力等に関して

身の回りの金属の使用の例や、天然物における金属の組成、金属を中心とした反応等を活かして、どのような分析方法を行うことができるかを思考することができるようになる。計画と異なった結果になった場合、手順を変更したり取りやめたりすることの判断をできるようになる。行った実験を「オリジナル分析チャート」として表現し、他者・他学年向けに表現する力を涵養する。

・学びに向かう力，人間性等に関して

実験の計画を協同的に行っていく態度を身につける。自身の調べたいことや、試したいことを他者に丁寧に伝え、自身ができること、知っていることを共有する姿勢を醸成する。

3. 指導に当たって

(1)思考力・自律的学習者 ※教科で重点を置く思考スキルと教科の解釈について

思考力	既習事項や生活の中で得た経験などとの関連を図りながら、未知の課題や新たに知ったことに関して批判的に思考し判断を下すことができる能力と考えている。
自律的学習者	自ら課題や目標を考え、行動し、積極的に既習事項や生活の中で得た経験などのつながりを見出し、新たな知を生み出すことのできる学習者と考えている。学年や発達段階でめざす段階が異なっていると考えている。

（2）教材観

化学における金属の分野は、単元だけ見ると金属という物質で閉じているが、その性質や反応を語る上では、他の分野とのかかわりは外せない。特に、化学基礎の範囲である周期律や酸化還元反応、酸塩基の反応とのかかわりは深い。化学基礎の学習後すぐに金属の分野に取り組む学校は少ないが、授業者は化学基礎の学習後すぐに金属の分野に取り組むことで、金属の性質や反応を系統的に指導できると考えた。今回は、化学基礎の学習後、電気化学に進み、その後に金属の分野を学習した。

（3）児童・生徒観

現在の2年生は1年生で化学基礎を学習し、2年生から化学を学習する。その際に、授業者は化学基礎との関連を意識した順序で行っており、化学基礎、電気化学、金属といった順に授業を進めてきた。この順で学習を進めた場合、生徒たちは化学基礎の内容を振り返りながら学習を進めやすい一方で、既習事項の定着に課題がある生徒も一部存在する。そのような生徒も、オリジナルの分析チャートを作る際に心がけることとして、既習事項との関連を強調することで、各自で振り返りながら、実験を進めることができると考えている。

(4)指導観

以上を踏まえて、授業ではオリジナルの分析チャートを作り、他者と共有することを目標とする。実験を班ごとに計画し、その計画したチャート図を他班に任せ、他班は受け取ったチャート図を元に実験に臨む。実験がスムーズに進行しないところは、他の手段を考慮したり、場合によっては撤退したりすることも可とする。チャート作成は他班が十分に実施可能なものを考える必要があり、実施班は金属試料を未知試料としながら、実験操作とその結果より、金属を定性的に分析することができる。また、既習事項との関連を意識するために各反応のチャートにどのような反応であるかということと、「酸塩基反応」「酸化還元反応」「錯イオンが関わる反応」「沈殿生成反応」この4つの反応をそれぞれ少なくとも1つは入れるように指導する。また、11 月の公開研では、本時で発揮・育成が想定される思考力や自律的学習者についてもふれる。

4.評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
金属元素や身の回りの利用などの知識や技能を身につけている。金属を分析する技能を修得している。	金属の反応を既習事項と関連付け、その反応の違いを判断できる。金属の分析を、既習事項を活用しながら行うことができる。	学習した内容を自身の身の回りの金属の活用と結びつけようとする態度が醸成されている。また、協同的に実験を計画し、調べたいことや、試したいことを他者に丁寧に伝え、自身ができること、知っていることを共有しようとする姿勢を身につけている。

5.単元(もしくは題材)指導計画(全 18 時間)

時	ねらい・学習活動
1	周期律の復習、金属分野の特徴、錯イオンの表現の方法など、金属の分野を学習するのに必要な事項を指導する
2~6	典型金属元素についての性質や反応、活用について、実験を交えながらその特徴を見出す。特に、既習事項との関連を意識して、種々の金属の特徴を説明できるようになる。
7~13	遷移金属元素についての性質や反応、活用について、実験を交えながらその特徴を見出す。特に、既習事項との関連を意識して、種々の金属の特徴を説明できるようになる。
14,15	金属の定性反応を用いた分析方法や分離方法について知る。系統分離の実験を行い、基礎的な実験方法や理論を身につける。
16,17	既習事項を活用し、提示された金属素材を元に、各班のオリジナルの分析チャートを作る。各班が作ったオリジナルチャートを別の班が受け取り、その実施計画を深化させる。なお、チャートを受け取った班はどの金属試料が含まれているかは分からない。
18 (本時)	実際に計画された実験を行い、オリジナル分析チャートの完成を図る。実験では写真を撮り、その撮った写真も分析チャートに載せる。反応の種類に注視し、必ず既習事項との関連を図る。できたこと、できなかったことを明確にし、軌道修正や部分的な取りやめを判断する能力も涵養する。

6. 本時の展開

(1)本時の目標

前時に他班が計画したオリジナル分析チャート（反応経路図）に基づいて実験を行い、結果を写真とともに記録する。実験実施班は、チャートと反応を見ながら、どのような金属が含まれているか推定する。計画と結果のずれがあった場合については、既習事項をもとに原因を考え、軌道修正や部分的な取りやめを判断しながらチャートを完成させる。

(2)本時の評価規準

ア 知識・技能	イ 思考・判断・表現	ウ 主体的に学習に取り組む態度
①実験を安全に遂行し、金属を反応させることのできる知識や技能を身につけている。	①行った実験結果をもとに既習事項と関連付けて、オリジナルの分析チャートで自身の行った実験を表現できる。計画どおりに進まなかった場合には様々な可能性を考え、方策を判断している。	①協同的に実験を実施し、調べたいことや、試したいことを他者に丁寧に伝え、自身ができること、知っていることや判断に必要な情報を共有しようとする姿勢を身につけている。

（3）育成する思考スキル

①本時の学習で育成する思考スキル	本単元における解釈	本時における解釈
思考力	金属の性質や反応を、化学基礎で学んだ周期律・酸塩基反応・酸化還元反応や電気化学と関連付けて捉え直し、「酸塩基反応」「酸化還元反応」「錯イオンが関わる反応」「沈殿生成反応」という反応の型に分類・整理する力と考える。さらに、未知の試料に対して、学んだ反応のうちどれを用いれば成分を確かめられるかを吟味し、教科書の分離方法をそのまま当てはめるのではなく、その試料に適した方法を判断する力として捉えている。	前時に受け取った他班のチャートと実際の実験結果を比較し、そのずれの原因を既習事項（反応の条件、イオンの性質など）から推論して、条件を変えて再実験するか、別の反応に切り替えるかを判断する力と考える。教科書通りに進まない実験の中で、その条件を見出し実施することが思考力の育成につながる。
自律的学習者	典型元素・遷移元素と個別に学んできた金属の知識を、自ら既習事項や身の回りの金属の利用と結び付け直し、「何を調べたいか」「どの反応を使うか」を自ら選択して、計画・実行できる学習者と考える。教員は目的と素材・試薬の範囲のみを示し、方法の選択や計画、修正を生徒に委ねる。2年生ではこのように目的のみを教員が設定する「プレ自律的学習者」をめざし、最終学年では目的も自身で考え、他者や社会に還元できる学習者をめざす。	実験結果が計画どおりにならなかった際に、何ができて何ができなかったかを自ら明確にし、条件の変更・別ルートへの切り替え・部分的な取りやめを班で判断する姿を、本時における自律的学習者の姿とする。

(4) 展開

学習過程	学習活動および内容	指導上の留意点	評価の観点・方法
導入・準備 3分	・前時に受け取った他班の計画チャートの各班での復習、実験計画の確認。 ・分からない時のために、チャートを作成した班が作ったヒントカードを元に、可能性を熟考する。	・まずは、手順通りに実験を行うことを指導する。ただし、うまくいかなかった場合は、別の方策を考えるように指導する。別の方策には、取りやめ、条件変更、などが当てはまる。 ・安全に配慮し白衣、保護メガネ、かかと付きシューズ等の着用を指導する。	
展開 40分	・各班でチャートどおりに実験を行っていく。計画にある実験はおおよそ以下の通り。 酸を用いた沈殿生成反応 酸を用いた酸塩基反応 酸を用いた酸化還元反応 塩基を用いた錯イオンの生成 アンモニアを用いた錯イオンの生成 など、種々の定性反応を利用する。 ・写真を撮り、できれば同時並行でチャートを作成する。 ・計画変更時は前方の黒板にうまくいかなかったことと、変更の方策を書き全班に共有する。	・目的に応じた分量を用いるように指導する。 ・取りやめ、条件変更の際は必ず教員と相談するようにする。黒板にうまくいかなかった内容や考えられそうなことを記録し、生徒の思考なども可視化する。 ・記録を積極的に残す。 ・有害な気体が発生しうる反応を利用する際は、事前に教員と相談する。状況によってはドラフトの使用等、教員側から実験の指示を行うことがある。 ・チャートの骨子は存在しているはずなので、実験が全てうまく行けば、写真を貼り、イオン等を書き込むだけで完成させることができる。	ア① 生徒観察 イ① 板書・相談時の発言 ウ① 生徒観察
片付け・まとめ 7分	・班で分担して片付けとまとめを行う。 ・チャート作成の注意点を共有する。 ・チャート作成班へのフィードバックの時間とする。 ・黒板の共有を簡潔に行う。	・廃液は必ず教員の指示で回収を行う。	イ① 提出されたチャートと変更を検討した板書

(5) 準備物

・金属イオンの混合溶液（各種の班で設定したもの）
・試薬：希塩酸、希硫酸、希硝酸、水酸化ナトリウム水溶液、濃アンモニア水、チオシアン酸カリウム水溶液など
・器具：試験管、ピペット、ろ過器具、ガスバーナー、保護メガネ、など
・その他教具等：タブレット等撮影機器、板書準備、ワークシート（チャート用紙）、など

7. 参考文献

1）『高等学校 化学』啓林館、2025 年、pp.258-259
2）松岡雅忠「金属イオンの系統分離」『化学と教育』58 巻（5 号）、pp.222-223、2010 年