

1.はじめに

文部科学省による【平成25年度学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究】 【全国学力・学習状況調査の結果を用いた理科に対する意欲・関心等が中学校段階で低下する要因に関する調査研究】において理科・算数（数学）・国語の教科について「勉強は好き」と答えた生徒（児童）の割合は小学校の場合は、理科が82%, 算数が65%, 国語が63%であるのに対して中学校の場合では、理科が62%, 数学が53%, 国語が58%であった。また「授業の内容がよくわかる」と答えた生徒（児童）の割合は小学校の場合は、理科が86%, 算数が79%, 国語が83%であるのに対して中学校の場合では理科が65%, 数学が66%, 国語が72%であった。この調査結果からわかることとして、理科の勉強が好きな小学生・中学生の割合は国語・算数（数学）に比べて高いが小学生から中学生になる過程で「勉強は好き」「授業の内容がよくわかる」の差が一番多くなっている。したがって中学生になるうえで理科に対して苦手意識を持っていることがわかる。さらに理科の勉強と観察・実験の2つのタイプについて①実験も理科の勉強も好きと答えた生徒（児童）の割合は小学校が50.3%, 中学校が27.9%であった。②実験は好きだが理科は嫌いと答えた生徒（児童）の割合は小学校が11.7%, 中学校は21.5%であった。③実験も理科も嫌いと答えた生徒（児童）の割合は小学校が6.5%, 中学校は16.7%であった。この調査結果からわかることとして小学生では「実験も理科も好き」の児童の割合が半数を超えて高いが、中学生では「実験も理科も好き」の割合が減少している。また実験は好きだが理科の勉強自体はあまり好きではないという生徒（児童）の割合が高いことがわかる。中学校の生徒は理科に対して苦手意識を持っており、特に観察・実験以外の教科としての理科の学習が苦手であることが分かった。

2 研究の目的

今回カードゲームを利用する意義として昨年卒業された原田研究室の先輩である久鍋 孔暉さんは、記憶の定着について講義型学習では意味記憶しか得られないがカードゲームを利用することによってほかの記憶からもアプローチすることができるため有効であると述べている。加えてカードゲームを利用する意義として生徒の授業に対するモチベーションの向上、論理的思考力や状況判断能力を養うことにも期待できると考える。久鍋 孔暉さんは高校化学基礎・化学の分野でのカードゲームを利用した教材開発を研究されていた。私は、高等学校よりも義務教育である中学校でカードゲームを用いた教材開発を行う方が、義務教育として勉強しなければならないという前提がある中学校にて生徒の理科に対する苦手意識を減らすことの方がよいと考える。本研究では協力校実習の際に制作したテスト版のカードゲーム教材を基盤として生徒からもらった意見を参考にしたより良い教材の開発と、実際に教育現場に出て活用する際の授業例の立案を行うことを目的としている。

3 研究内容の題材

ゲームの題材については、本研究の目的である中学校にて生徒の理科に対する苦手意識を減らすために理科が苦手な生徒の段階に合わせて基本的な内容を取り上げた。具体的に言うと、化学の基本であるイオンについて、イオンの価数を覚えることイオン結晶を作るために、陽イオンと陰イオンを正しく数合わせすることについて理解を深めるため組成式を題材にすることにした。また中間発表の際により汎用性が高いものとして指摘をいただいた化学反応式も題材として加えた。

4 研究内容

・組成式ババ抜き

○このカードゲームを使う意義

組成式とは物質の成分の割合である組成を、元素記号を用いて表したもののことである。イオン結晶の物質をこれから学習していくうえで陽イオンと陰イオンの数の比を正しく覚えることは必要不可欠である。化学分野の入口である組成式で生徒に苦手意識を持たせることなくこれからの学習の基盤を築くことにこのカードゲームは効果的であると考えられる。

○ルール

・ババ抜きと同様に相手の手札から一枚自分の手札に加える。そしてペアを作ることができたらペアでカードを捨て最初に手札をなくした人の勝利である。

・ババ抜きは同じ数のカードをペアとして捨てることができるが今回の組成式ババ抜きではイオン結晶を作れる組み合わせをペアとして捨てることができる。

例1) 手札にナトリウムイオンのカードを持っており相手の手札から塩化物イオンのカードを引いたとき自分の手札から塩化ナトリウムとしてナトリウムイオンのカードと塩化物イオンのカードの2枚をペアとして捨てることができる。

例2) また手札に塩化物イオンのカードを2枚持っており相手の手札からカルシウムイオンのカードを引いたとき自分の手札から塩化カルシウムとしてカルシウムイオンのカード1枚と塩化物イオンのカード2枚をペアとして捨てることができる。

○細かいルールは生徒の自主性を育ませるために生徒に決めさせる

例)

・ババ抜きと同様に最初の手札はペアが作れなくなるまで捨てるか

(捨てなければ3枚以上でペアとして捨てるカードが増え戦術の幅が広がる)

・点数制

(捨てた枚数×1ポイントでポイント制にする。トランプと異なり確実に手札が無くなる保証がないため)

・最初の手札の枚数

(ババ抜きは全部配るがゲームの回転率を上げるために減らしてもよい)

○以下の内容は生徒の学習の実態に合わせて調整を行う

- ・陽イオンと陰イオンはイオン式で表すかイオン名だけ書くか
- ・カードをペアとして捨てるときにイオン結晶を正しく書けるか（書けなければ捨てることができない）
- ・下の表を参考にするかどうか

(プリントに記載し必要に応じて見ていいことにする)

陽イオン	イオン式
カリウムイオン	K^+
ナトリウムイオン	Na^+
カルシウムイオン	Ca^{2+}
銅イオン	Cu^{2+}
アルミニウムイオン	Al_3^+

陰イオン	イオン式
硝酸イオン	NO_3^-
塩化物イオン	Cl^-
硫酸イオン	SO_4^{2-}
炭酸イオン	CO_3^{2-}
リン酸イオン	PO_4^{3-}

○研究内容の実践と改善

母校である熊本県立熊本北高校にて「組成式ババ抜き」を実践した。対象の学年は1年S組で実践した。(S組というのは理数科のことである)生徒の実態としては男子33名、女子8名の計41名のクラスでS組ということもあり理科の授業において多くの興味関心を持ち、授業中の挙手や反応、話し合い活動の時間など随所で積極的な授業参加が見られた。またS組のカリキュラムである課題研究の影響かほかの普通科の生徒よりも理科・数学に関する授業の理解度や知識が高い傾向が見られた。

組成式ババ抜きをプレイしてみての感想を授業終了後にformsで回収した。formsで集めた質問は以下のものである。

- ①組成式ババ抜きをプレイしての感想。
- ②組成式ババ抜きをプレイするにあたって自分たちで設定した細かいルールはあるか。
なければ「ない」と記入
- ③こうすればよくなるという改善点はあるか。
- ④塩化カルシウムの組成式で正しいものを選べ。
- ⑤硫酸カルシウムの組成式で正しいものを選べ。

②の質問をするにあたって今回記載した細かいルールだったり生徒の実態に合わせた調整だったりなど生徒が自分のできることで参加しやすくし積極的な授業参加を図った。また④、⑤の質問については塩化カルシウムについては CaCl , CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{Cl})_2$, 硫酸カルシウムについては CaSO_4 , Ca_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$ それぞれ3択を用意した。今回使用したカードは各班で陽イオンが、アルミニウムイオン、ナトリウムイオン、カルシウムイオンの計3種類と陰イオンがリン酸イオン、塩化物イオン、硫酸イオンの計3種類を、5枚ずつを1セットとして配った。この陽イオンと陰イオンを設定した理由としては高校で使用した啓林館の化学基礎の教科書にてこれらを表にしてイオン結晶を作成する例があったため参考にした。

①について楽しかった、難しかったかが友達と協力することで楽しく理解できたという感想を多くもらった。私が考えるカードゲーム教材の目的である生徒の理科に対する苦手意識の軽減に楽しく学ぶことは非常に直結していると考えます。②について細かいルール設定は自分の指示が半端だったこともあり既存のルールで行った生徒が多かった。その中でもババ抜きと同様に最初にペアを好きに捨ててから始めるチームや組成式を名前だけでなく書かせるところまで挑戦した班もあった。③についてはもっと種類を増やしてほしいという意見や枚数調整についての案がほとんどだった。今回はテストプレイとして7種類のイオンを5枚ずつでゲームを行ったが机間指導を行った際にババ抜きのように手札がジョーカー(ババ)だけ残るようなきれいにはならず中途半端に残っていた。特に3価のイオンであるアルミニウムイオンとリン酸イオンがペアを作るためにたくさんのイオンを使う必

要があるため余っている状況がよく見られた。また今回は陽イオンと陰イオンの色をあえて別々の色にした。理由としてはまだイオンについて学習しておらず慣れていないことを考慮したことで相手からカードを引くとき自分の手札にはどちらのイオンが欲しいかを思考させるためである。この色についても思考させるためとっていなかったのも別に同じ色でやってもいいという意見も出た。この意見については自分たちが陽イオンと陰イオンの区別の勉強になるのではないかというものであった。

今回の反省を踏まえて改めて陽イオンは銅イオンとアンモニウムイオン、陰イオンは硝酸イオンと炭酸イオンを追加した。またその数についても価数に合わせて調整した。具体的には価数が大きい陽イオン・陰イオンについては数を減らし価数が小さい陽イオン・陰イオンについて数を増やした。価数が大きいアルミニウムイオンやリン酸イオンについて組成式ババ抜きを行う際に余ってしまい本来のババ抜きと異なり引いても引いてもペアが作れない状態が続く生徒ももやもやしていたのを多くの班で見たため少なく調整することにした。

中間発表の後でより使いやすい化学反応式についてのゲームがあればというご指摘をいただいたため化学反応式についてのゲームについて考案したものについて説明を行う。

研究内容

・化学反応式並べ

○このカードゲームを行う意義

このゲームも組成式ババ抜きと同様に生徒の理科に対する苦手意識を、ゲームを通して学習することで軽減させること、また化学を学習するうえで基本的な内容である化学反応式について基盤を固めることによって今後の内容について理解が進むことなどが考えられる。

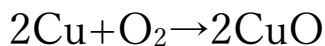
○ルール

+と=が複数個と何についての化学反応式なのかを日本語で書かれた紙の上で行う。自分の手札は2や3と書かれた数字カードと化学式が書かれたカードの2種類がある。大まかなルールは班ごとの対抗戦で順番に化学式を出していき先に化学反応式を完成させた班が勝ちである。化学式のカードは左から順にしか自分のターンに1枚しか置くことはできない。数字のカードは自分のターンに好きなところに好きな数置くことができる。もし化学式のカードを置けない場合、また置くと都合が悪い場合はパスをして次の相手のターンに回す。化学式の正誤に関しては教師が机間指導にて確認を行いもし化学反応式が間違えていたら何かしらのペナルティがあってもよいと考える。具体的には一回クリアタイムが10秒プラスや難しい問題との交換などが考えられる。

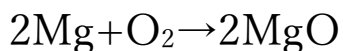
今回使用する化学反応式は高校入試によく出る化学反応式として10個選出した。

化学反応式並べではその中から5つくらいを選出して行う予定である。

1 銅の酸化



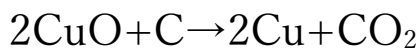
2 マグネシウムの燃焼



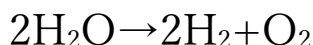
3 炭酸水素ナトリウムの熱分解



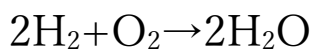
4 酸化銅を炭素で還元



5 水の電気分解



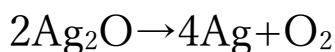
6 水素の燃焼



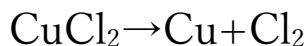
7 鉄と硫黄の反応



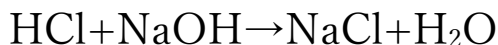
8 酸化銀の熱分解



9 塩化銅水溶液の電気分解



10 塩酸と水酸化ナトリウムの中和反応



生徒の実態に合わせて化学反応式の数を増やしたり減らしたりと調整すると良いと考える。またゲームを行う人数について私は3人程度を想定して作成したがより多くの人数で行う場合には化学反応式を増やした方がより複雑になり生徒も積極的な参加をしてくれると期待できると考える。

今回の化学反応式並べについては学校で実践することができていないため代わりに授業で使う際の指導案を代わりに作成した。今回のカードゲームの内容は化学反応式を学習した後に化学反応式について復習するための時間として考えている。復習する時間が取れない場合なども考えられるため指導案は本時の学習のみを書いたものとしている。

理科学習指導案

指導者 山本 啓太

1 単 元 物質の成り立ち

2 主 眼

○ 化学式を用いたカードゲームを通して化学変化を化学反応式で表すことができる

3 準 備 ①授業プリント ②化学反応式並べ ③化学反応式確認シート

4 過 程

学習活動・内容	準備	手立て(○)と評価(◇)	形態	配時
1 前時の内容を振り返り本時の課題をつかむ ・化学反応式	①	○ 化学変化の表し方について想起させるために前時の内容を問う。 ○ 化学反応式の規則性に気づかせるために水の分解, 酸化銀の分解の化学変化を例に挙げて問う。	全体	10 分
めあて カードゲームを通して化学反応式をマスターしよう				
2 化学反応式並べのルールを確認する	②	○ 原子の数量関係について捉えさせるためにカードゲーム教材を使用する。	全体	5 分
3 化学反応式並べを行う		○ 生徒の主体性を伸ばすためにルールの説明は概略でとどめ細かいルールについては生徒同士で決めるように促す。	小集団	25 分
4 本時の学習を振り返る		○ 化学反応式への理解を確かめるために forms で確認テストを行う。 ◇原子の数量関係や化学変化に必要な化学式を捉え, 化学変化を化学反応式であらわすことができたか。 (forms,様相観察)	全体	10 分