

群馬 教 育	G04 - 03
	平27.257集
	理科 - 中

科学的思考力・表現力を高める理科授業

—自分たちの考えを説明する『営業マン活動』を通して—

特別研修員 荻野 剛朗

I 研究テーマ設定の理由

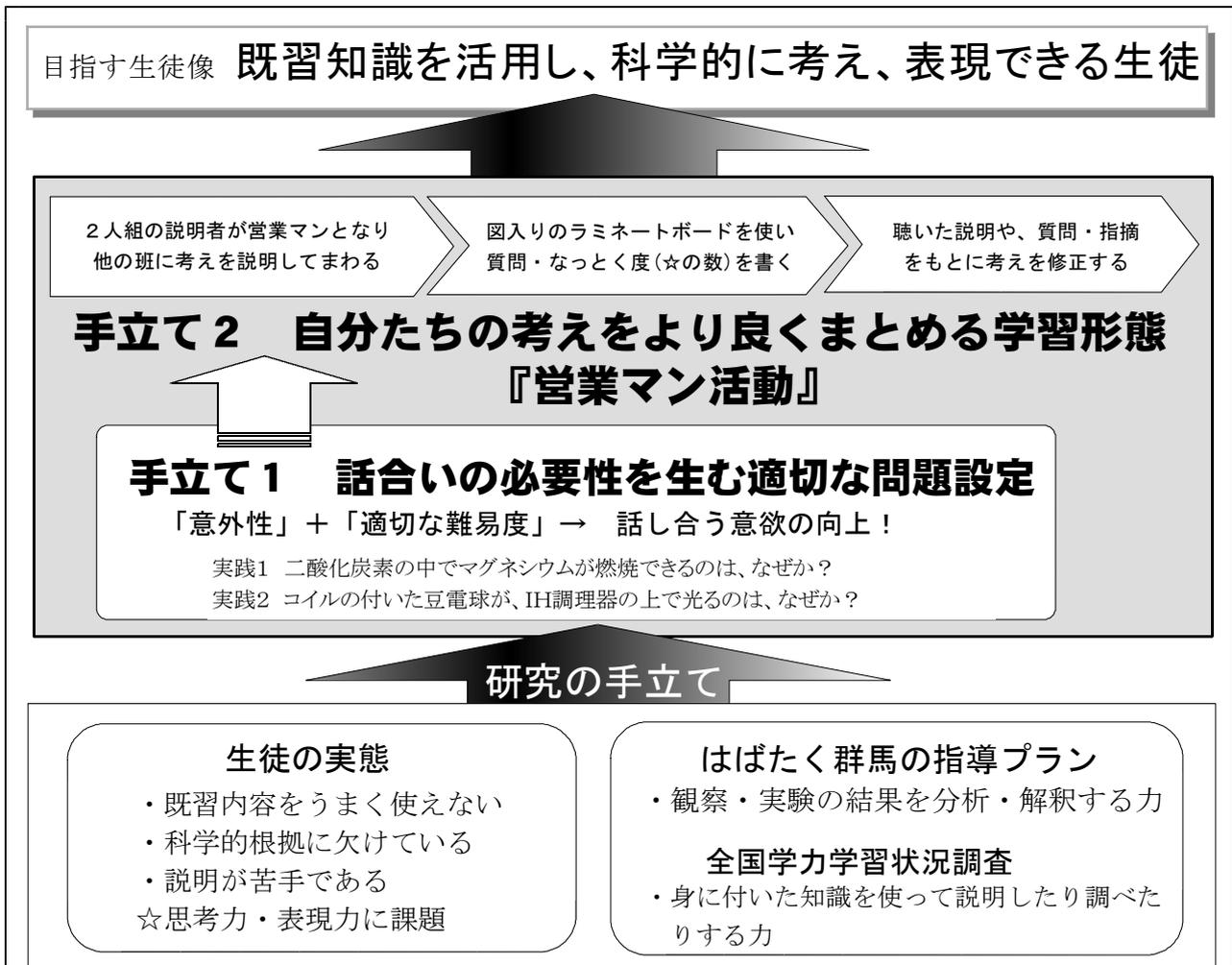
本校の生徒は与えられた課題には真面目に取り組み、基本的な知識の習得はおおむねできている。しかし、学習への姿勢が受け身であり、特に自分の考えを述べることにに対して消極的である。また、単純な知識を問う問題には解答できるが、記述式の問題にはなかなか手をつけられず、自分の考えをまとめたり、表現したりすることを苦手としている。話し合い活動にしても、一部の積極的な生徒ばかりが活動の中心となってしまう、多くの生徒は聞いているだけという実態がある。

平成27年度の全国学力学習状況調査で実施された理科問題では、「身のまわりの自然事象や科学技術について、身に付いた知識を使って説明したり調べ方を考えたりする力」が求められている。また、はばたく群馬の指導プランでは、「既習内容を活用して、自然の事物・現象や観察・実験の結果を分析・解釈して問題解決する力」が重要であることが示されている。

そこで、目の前で起きた現象を題材として、自分の考えを説明したり他と比較したりすることで考えをより良いものへとまとめる活動を通して、観察・実験の結果を分析・解釈する思考力、論理立てて説明する表現力を育てたいと考え、本テーマを設定した。

II 研究内容

1 研究構想図



2 授業改善に向けた手立て

(1) 話し合いの必要性を生む適切な問題（学習課題）設定

個人だけでは解きにくい、話し合いの必要性が生じるような適切な問題（学習課題）を設定することで、既習内容を活用して観察・実験の結果を分析・解釈する力を付ける。これには発展学習レベルの難易度の高い問題で、なおかつ「思っていたのと違う。どうなっているのか知りたい」という認知的葛藤を引き起こす問題が適切である。実践1では、物が燃えないはずのCO₂中でのMgの燃焼を、実践2では、加熱調理器であるIH調理器を使って豆電球が点灯する現象をもとに問題を設定する。

(2) 自分たちの考えをより良いものへとまとめていくための学習形態の工夫（営業マン活動）

①学習形態

ア 4人組を基本として班編制する。2人を営業マン（説明役）とし、他の2人を書記、全体への発表役とする。役割は輪番制とする。

イ 活動の流れは「個人 → 班 → 他の班への説明① → 作戦タイム① → 他の班への説明② → 作戦タイム② → 全体共有」の順とする。

②説明の仕方

ア 2人組で自分たちの考えを、図入りのラミネートボードを使って説明し、他の班からの質問や指摘を受けながら、自分たちの考えを適宜修正する。

イ 説明を聴く側の生徒は、質問や指摘を行いながら、説明に対するなっとく度を☆の数（1～5個）で評価する。

ウ ア、イを繰り返し、考えをより良いものへとまとめ、最終的な班の考えを全体へ発表する。

③ラミネートボードを使った支援

ア 考えを書き表しやすいように、用意した図をラミネートしてホワイトボードとして使用する。

イ 原案・指摘・修正の過程が分かるように、ペンの色を使い分ける（実践1）。

ウ なっとく度の☆を記入させて修正の目安とし、次の評価アップへの意欲を高める（実践2）。

Ⅲ 研究のまとめ

1 成果

- 難易度が高く、なおかつ認知的葛藤を引き起こす問題（学習課題）を設定することは、話し合いを活性化させる上で有効であった。

難易度の高い問題では、問題を解けた生徒・解けなかった生徒の両方に話し合おうとする意欲の向上が見られた。なぜならば、解けた生徒は他者と確認して自分の解答に自信を持ちたいからであり、解けなかった生徒は解けた生徒からヒントを得ようとするからである。さらに、認知的葛藤が起こったことで、「なんで？」が「知りたい」につながり、意欲の向上に結び付いたと考える。

- 営業マン活動は、仮説や考察に向けて自分たちの考えをより良くまとめるために有効であった。

営業マン活動は、他の班への説明を通して互いの考えの擦り合わせを行う活動である。この擦り合わせにより、間違った考えは淘汰され、正しい考えは賛同を得ることで確かな考えと変わっていった。また、当初考えを持てなかった生徒は、他の生徒から学ぶことで、自分の考えを持てるようになった。

- 営業マン活動は、説明の機会を増やし、思考力・表現力を高める上で有効であった。

輪番制で説明役や発表役を経験することで、得意不得意にかかわらず説明の機会が与えられる。説明が苦手な生徒は、得意な生徒から考え方を学び、逆に説明が得意な生徒は、教えることで自分の考えが整理されていく。そして、他者と質問や指摘のやりとりをする中で、科学的根拠を示したり順序立てて説明したりすることが繰り返されていく。これにより、科学的な思考力や表現力を高めることができた。

2 課題

- 活動時間の確保

個人で考える時間、話し合いの時間、説明の時間、作戦タイムのそれぞれに十分な時間の確保が必要である。更に導入の時間を加えると1単位時間の中でまとめや振り返りを行うには時間が不足する。場合によっては全体共有で終わりにしたり、2単位時間の授業を設定したりすることも必要である。

<授業実践>

実践 1

1 単元名 「化学変化と原子・分子」(第2学年・1学期)

2 本単元及び本時について

本単元では、化学変化とは原子(分子)の組み合わせが変化することによって物質自体が変化することであり、熱の出入りがともなうことを学ぶ。また、燃焼と酸化では燃焼に対する酸素の必要性を理解する。酸化と還元では、酸素原子の移動にともなう物質の変化のしくみを理解する。そこで、「酸素がかかわる化学変化」のまとめとして、意外性のある還元反応を題材として取り上げる。

本時では「二酸化炭素中で、なぜマグネシウムは燃焼できるのか」を問題として実験を行い、観察した現象について、既習のモデル、化学式を用いて分析・解釈する。個人の考えから班の考えをつくり、自分たちの考えを説明する営業マン活動を通して、還元反応として解釈し、考察をまとめていく。

3 授業の実際

(1)問題をつくり、めあてを示す。

- 二酸化炭素の中で、線香、ろうそく、マグネシウムが燃焼するかを演示実験で比較する(図1)。

問題 二酸化炭素の中でマグネシウムが燃焼できるのは、なぜか？

物が燃えないはずの二酸化炭素中でマグネシウムリボンが燃える様子を観察することで、既習知識とのずれを生じさせ、「どうして燃えるの?」という認知的葛藤を引き起こすことができる問題を設定した。既習のモデル式や化学反応式を活用することで、生じた炭素をもとに、この反応がマグネシウムによる還元反応であることに気付かせたい。

T: ろうそくは二酸化炭素の中では燃えないね。
では、マグネシウムはどうだろう?



図1 導入の演示実験

[めあて]

モデル式や化学反応式を使って現象を説明しよう。



図2 ホワイトボードの活用

認知的葛藤を
起こす問題

- (2) 個人の考えを書き、班の考えをつくる(図2)。

- (3) 営業マン活動を行い、自分たちの考えを他の班に説明してまわる(図3)。

- (4) 聴き手は説明に対する賛否や指摘をホワイトボードに記入し、営業マンは考えを修正する。

- (5) 修正した班の考えを学級全体へ発表し、共有する(図4)。

S4: 化学反応式で、二酸化炭素の酸素原子を
マグネシウムへ移動させて考えました。



図3 営業マン活動での説明と質疑

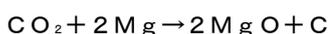
S7: 私たちの班は、二酸化炭素がマグネシ
ウムによって還元されたと考えました。



図4 班の修正案を全体へ発表

(6) 各班の説明をもとに、個人で考察を書いてまとめる。

[まとめ]



集気瓶に炭素が残っていたことから、マグネシウムは二酸化炭素の酸素原子を還元して燃焼(酸化)できたと考えられる。

聴き手がコメントを朱書き

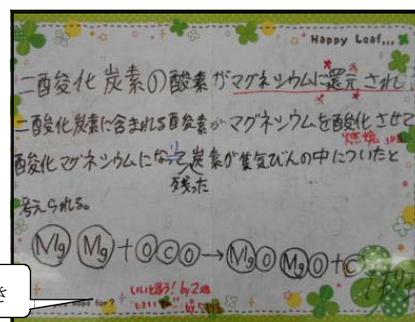


図5 生徒が書いた説明

4 考察

(1) 問題設定について

○ 認知的葛藤を引き起こす効果

マグネシウムによる二酸化炭素の還元は、教科書には発展教材として取り上げられている。二酸化炭素中でもものは燃えないという既習内容を演習実験の中で確認したことで、既習知識とのずれによる認知的葛藤を引き起こされた。二酸化炭素中でのマグネシウムの燃焼は、マグネシウム原子と酸素原子との結び付きやすさに気付く必要があり、酸化金属の還元反応より難易度が上がったことで、話合いの必要性が生じた。また、酸素原子の移動について、既習の化学反応式を用いての説明が必要となるため、話合いがより活発になった。

(2) 学習形態の工夫について

○ 班内の役割分担の効果

生徒アンケートの記述によると「一人一人考えることができる役割なので、とてもいいと思いました。」「何もしない人が出ず、とてもいいと思います。」等の全員参加の効果を示した記述が19人中12人(63%)であった。このことから、本時の説明活動は、生徒にとって意義ある表現活動になっていたと考える。

本時の生徒の様子から、説明役の生徒がおとなしかったり学力低位の生徒だったりした場合、ホワイトボードに書いた文言を読むだけで終わってしまったり、提示して終わってしまったりして、説明に至らないケースが見られた。この点の改善策として、ホワイトボード上には化学式だけ、実験の図だけといったように図示のみに限定し、説明は口頭で行わせるような形をとり、ホワイトボードへ書き込む情報量を制限することが必要であると考え。

また、同じ役割分担をしている班が多く見られたことから、役割の固定化を防ぐため、次回から輪番制を取り入れることにする。

○ 考えをより良くまとめる効果

授業後、各質問項目に対し、どの程度あてはまるかという4件法アンケートを生徒に行った。その結果「他の班の意見を聴くことは自分たちの考えを練り直すことに役立った」という項目に対して、肯定的な回答をした生徒は19人中19人(100%)であった。また「考えを練り直すことでより良い考察ができた」という項目に対しても肯定的な回答が19人(100%)であった。このことから、説明活動によって自分たちの考えと他の班の考えとを比較することで、より良い考察へとまとまっていたと考える。

○ 思考力・表現力を高める効果

アンケートの自由記述において、班どうしの交流に関し、「自分の考えを相手にぶつけ、相手が説明するのでとてもいい勉強になった。」「質問し、(質問)されることでより考えられていい。」という記述が見られた。このことから、他の班との意見交流は、自分たちと異なる意見に触れることで、自分たちの考えをより深められていったと考える。

○ 意見集約に見られる課題

班の中の意見を集約する場面では、少数意見が消されてしまうことがある。多数決ではなく、科学的根拠に基づいて意見をまとめるように指導する必要がある。

実践2

1 単元名 「電流とその利用（電流と磁界）」（第2学年・2学期）

2 本単元及び本時について

本単元では、磁界の概念を導入し、磁界と磁力線の関係、コイルによる磁界など電流の磁気作用の基本的な概念を観察・実験を通して理解し、電流が磁界との相互作用で受ける力や電磁誘導の現象など、電流の利用についての科学的な見方や考え方を養う。ここでは、「電流と磁界の相互作用」の学習のまとめとして、身のまわりにある科学技術を扱う。

本時では、身のまわりの科学技術としてIH調理器を取り上げ、「コイルの付いた豆電球がIH調理器の上で光るのは、なぜか？」を問題として、その仕組みについて考え、仮説を立てる活動を行う。演示実験とIH調理器の内部構造の観察をもとに、電源のない豆電球が光る仕組みを、既習内容を用いて分析する。個人の考えから班の考えをつくり、自分たちの考えを説明してまわる営業マン活動を通して考えをより良いものへと修正し、最後に自分なりの解釈を仮説としてまとめる。

3 授業の実際

(1) 問題をつくり、めあてを示す。

- 電源のないコイルだけ付いた豆電球がIH調理器の上で光る様子を演示する（図6）。

問題 コイルの付いた豆電球がIH調理器の上で光るのは、なぜか？

加熱調理器であるはずのIH調理器を使って豆電球を点灯させることで、生活経験とのずれを生じさせ、「どうして？」という認知的葛藤を引き起こすことができる問題を設定した。電磁気に関する既習法則を活用して、IH調理器上で豆電球が光るのは電磁誘導現象であることに気付かせたい。



図6 導入の演示実験



図7 終わりに図入りのラミネートボードを活用

(2) 個人の考えを書き、班の考えをつくる（図7）。

(3) 営業マン活動を行い、自分たちの考えを他の班に説明してまわる（図8）。

(4) 聴き手は「なっとく度」を☆の数でラミネートボードに記入し、営業マンは班に戻り考えを修正する。

(5) 班の考えを学級全体で共有し、共通点からキーワードを絞り込む（図9）。

(6) キーワードをもとに仮説を書く（図10、11）。

S7: IH調理器のコイルに電流が流れると上向きの磁界ができます。次に・・・



図8 説明となっとく度の評価

S9: 豆電球のコイルに電磁誘導が起きて誘導電流が流れたと考えました。



図9 全体でキーワードの抽出

T: 電磁誘導、誘導電流、磁界の変化、これが共通しているキーワードだね。



図10 個人で仮説の立案

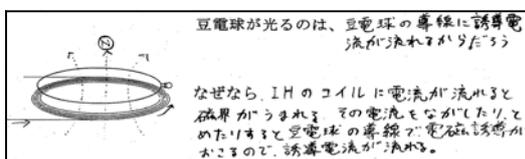


図11 生徒の書いた仮説

[まとめ] 豆電球が光るのは、誘導電流が流れたからだろう。なぜなら、IH調理器のコイルに電流が流れると磁界が変化して、電磁誘導が起ると考えられるからである。

4 考察

(1) 問題設定について

○ 難易度の調整

I H調理器上における豆電球の点灯は教科書では扱われておらず、I H調理器の仕組み自体が知られていないため、難易度の高い問題と言える。そこで、あらかじめI H調理器内部のコイルを見せるとともに、電流が流れた瞬間に着目させることで思考の方向性を示した。しかし、個人で考える場面では、多くの生徒がI H調理器のコイルに発生する磁界の図示までで終わってしまったことや、その後の話合いでも電磁誘導に触れていた班が5班中2班しかなかったことから、やはり難易度は高かったと考えられる。また、作戦タイム後の営業マン活動においても、5班中4班は電磁誘導の考えを取り入れられていたが、残る1班は取り入れられていなかったことから、作戦タイム時の状況を教師が見取り、既習内容を示したり、ヒントカードを与えたりする等の支援が必要である。

○ 本時の問題についての生徒の感想（原文）

- a IH調理器の上に豆電球を置いただけで光がついたのは驚いた。
b おもしろかったけど、電磁誘導の考えが思いつくまでが難しかった。
c 普段の授業で基礎を学びそれを応用させ問題を解くというのは、とても楽しいことだと思った。ちがうものもやってみたいと思いました。
d 身の周りにあるもののナゾを追究するところが、おもしろかったです。

a～dの記述から、I H調理器を使った問題は、不思議な現象がもたらす驚きと、難題を解くおもしろさを生徒に味わわせ、身のまわりの科学技術への興味・関心を高める効果があったと言える。

○ 演示実験の改善点

I H調理器は鍋を置かないと作動しないことから、鍋を置いたまま演示実験を行ったところ、電磁誘導は鍋の電磁石化によるものと誤って捉えた班が3つあった。そこで追加実験として、紙製のケーキ型で「不導体の鍋」を作り、金属円板と水を入れて同様の実験をしたところ、鍋の電磁石化という考えは払拭された。このことから、本授業での導入実験は、不導体の鍋での演示実験へと改善し、鍋の影響を意識させない工夫が必要だと言える。

(2) 営業マン活動について

○ 営業マン活動を行った生徒の感想（原文）

- e 人の前で自分の意見が言えるようになっていいと思います。指摘されるともっとわかるようになる。
f みんなの意見と自分達の班の意見をくらべたり、間違いをみつけられるから良いと思う。
g 多くの意見が聞け、いい考えがうまれてくるのでいいと思います。

eの記述から、説明の役割を得ることで自分の意見を言えるようになる効果と、説明をしたあと指摘を受けることでさらに理解が深まる効果があると言える。また、f、gの記述から、考えの比較からより良い考えを作り出す効果があると言える。

図10を書いた班は最初の説明では磁界しか書いていなかったが、2回の営業マン活動を経て電磁誘導の考えを取り入れることができた。このことから、営業マン活動は単なる説明活動ではなく、説明先で指摘されたり、自班に残って他班の説明を聴いたりすることで情報収集の効果もあると言える。

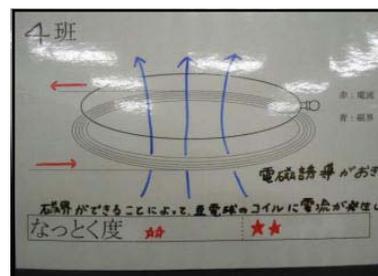


図10 説明ボードの記述

○ なっとく度についての生徒の感想（原文）

- h 少ない☆をもらったらもっとわかりやすい説明をしようと思うし、多い☆をもらったらもっと良い説明をしようと思うからいいと思う。
i 自分の班に戻ったときに、なっとく度を見てどれくらい修正すればいいか参考になるのでいい事だと思います。

hの記述から、1回目の説明のなっとく度が、次の説明への意欲を高める効果があると言える。またiの記述から、なっとく度は説明の信頼性を示し、修正具合の目安になる効果があると言える。

○ 時間確保の課題

今回、生徒が考える時間と話し合う時間を十分に確保した。その結果、授業時間を超過してしまった。授業を全体共有までで終わりとすることも一案と言える。