

<実践報告>

既習事項を活用しながら新しい見方・考え方を育てる
理科学習に関する実践研究

友野裕一 小諸市立芦原中学校
三崎 隆 信州大学教育学部理数科学教育講座
村松久和 信州大学教育学部理数科学教育講座
坂口雅彦 信州大学教育学部理数科学教育講座
島田 希 高知大学教育学部附属教育実践総合センター

The Effectiveness of a Teaching Method for Improving the Ability to
Think Scientifically by Applying Pre-Existing Knowledge

TOMONO Yuichi: Ashihara Lower Secondary School, Komoro City
MISAKI Takashi: Faculty of Education, Shinshu University
MURAMATSU Hisakazu: Faculty of Education, Shinshu University
SAKAGUCHI Masahiko: Faculty of Education, Shinshu University
SHIMADA Nozomi: Faculty of Education, Kochi University

研究の目的	「見通しボード」を用いて友と意見交換する場を位置付ける学習が、生徒の酸化・還元学習前後における化学変化と原子・分子についての理解を促すことを明らかにすることを目的とする。
キーワード	既習事項 科学的な見方・考え方 酸化・還元 原子・分子 中学校理科
実践の目的	中学校の理科授業の授業改善を目的とする。
実践者名	友野裕一・三崎隆・村松久和・坂口雅彦・島田希
対象者	公立 N 中学校第 2 学年生徒 (36 名)
実践期間	2010 年 1 月～2 月
実践研究の方法と経過	実践前に対象生徒全員の対象単元に関する素朴概念の実態を調査し、実践後に概念形成の実態を調査して比較検討した。また、調査前の実態から特定の生徒を抽出し、当該生徒の実践における変容を質的に追跡し、分析を加えた。
実践から得られた知見・提言	既習事項を活用しながら科学的な見方・考え方を育てる指導を行うことは、生徒の粒子概念の形成に有効に機能する。

1. はじめに

本研究では、自然事象を、見通しをもって追究していくことで、科学に関する基本的な概念の一層の定着を図ることを目指している。見通しをもって追究するとは、生徒が予想の段階で、どのような結果が予想され、期待される結果により、何が見いだせるのかまで見通しをもって追究していく姿と考えている。そのためには、予想の段階で既習事項をよりどころとしながら十分に自分の考えを吟味することが必要であり、これが、新しい見方・考え方の獲得につながるものと考えている。そこで、本研究では、既習事項を活用しながら、新しい見方・考え方を獲得していくことができる理科学習のあり方について研究を進めてきた。

第2学年の単元「動物の世界」において、肺の動くしくみを考える学習を行った。肺は筋肉をもたない器官であることを伝え、「筋肉のない肺は、どのようにして膨らんだり縮んだりするのだろうか」と学習問題を設定した。ここでは、人体図を貼った「見通しボード」を各班に配付し、それをアイテムとして、予想を意見交換する場を位置付けた。U生は既習事項から、横隔膜に着目し、「見通しボード」に書き込みながら班で意見交換を行い、横隔膜が上下することにもなう胸腔内の気圧の変化が原因ではないかと予想を深めていくことができた。さらに、学習問題の解決のためには、肺の模型をつくり操作してみるとよいという友の意見から実験を行い、筋肉のない肺が、膨らんだり縮んだりするしくみを説明することができた。これは、既習事項を活用しながら、新しい見方、考え方を獲得することができた姿と考える。このU生の姿から、予想の段階において、既習事項を想起し活用できるようにするための、生徒が操作できるような図などを含んだ「見通しボード」を用いて友と意見交換する場を位置付けることの有効性が示唆される。

その一方、横隔膜の動きと、肺が膨らんだり縮んだりする動きを関連付けて考えることができなかった生徒も存在した。これは、予想の段階で、問題を解決するためのよりどころとなる既習事項を想起することができなかったことが原因であると考えられる。そこで、第2学年の単元「化学変化と原子・分子」において、ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼するしくみについて考える学習を構想する。ここでは、予想の段階において、既習事項をまとめた「手がかりカード」をよりどころにして、「見通しボード」上で原子・分子のモデルを操作しながら意見交換する場を位置付ける。このようにすることで、分解や化合などの既習事項を想起し活用しながら予想し、見通しをもって観察、実験を行い、酸化・還元という新しい見方・考え方を獲得し、ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼するしくみを説明することが期待される。そして、自然事象を、見通しをもって追究していくことによって、科学の基礎的な概念の一層の定着が図られることが今後の中学校理科における授業改善に資することが期待される。

2. 研究目的

予想の段階において「手がかりカード」をよりどころにして、原子・分子のモデルを「見

通しボード」上で操作しながら友と意見交換する場を位置付ける学習が、生徒の酸化・還元

3. 研究方法

(1) 単元名・学年・時期

「化学変化と原子・分子」(全25時間)

公立N中学校第2学年1クラス(計38名)

実践時期:平成22年1月~2月

(2) 教材化

1) 単元に寄せた教材化

学習指導要領の改訂により、第3学年に行われていた「酸化と還元」の内容が第2学年に移行する。そこで、現行の第2学年の単元「化学変化と原子・分子」に「酸化と還元」を組み込んだ学習内容の配列を構想した。第1時から第10時までは、分解における物質の変化を理解していく。そのうち第6時から第10時までは、事物・現象を原子や分子のモデルと関連付ける見方や考え方を養うために、化学変化を原子・分子の考え方や化学反応式を用いて表す学習を位置付ける。第11時から化合・燃焼・酸化における物質の変化を理解していく。ここでは、予想の段階において、「見通しボード」上で原子・分子のモデルを操作しながら友と意見交換することで、化学変化によりどのような物質の変化が生じるのかを、既習事項をよりどころにして予想する場を設定する。その際、反応後の物質の検証方法についても確認していく。こうすることで、生徒は、既習事項を活用し、見通しをもちながら観察、実験を行い、酸化・還元といった新しい見方・考え方を獲得していくことができるだろう。これらの学習を通して、生徒は、科学に関する基本的な概念の一層の定着を図ることができると考え、単元「化学変化と原子・分子」の学習内容を構想した。

2) 本時に寄せた教材化の構想

① 事象提示から学習問題を設定する場面

ドライアイスの器を提示し、ドライアイスは二酸化炭素の固体であることと、二酸化炭素は空気より密度が大きいのでドライアイスのくぼみの中は二酸化炭素で満たされていることを確認する。そして、くぼみの中が二酸化炭素で満たされていることを確かめるためにはどうしたらよいかを問い、紙などを燃やしてみればわかるという生徒の意見を受けて、くぼみの中で紙を燃やす提示実験を行う。A生は、ドライアイスは二酸化炭素の固体であることは既習の知識としてもっているが、ドライアイスはそれほ

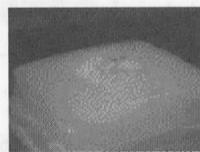


写真1
器の中で紙を燃やしたようす

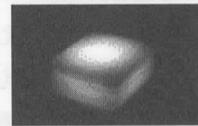
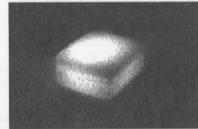
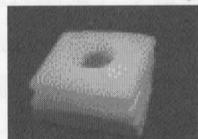


写真2
マグネシウムの燃焼のようす

ど身近な物質ではないことから、くぼみの縁の高さで紙の火が消えること（写真 1）を確認することで、ドライアイスのくぼみの中が二酸化炭素で満たされていることを実感するであろう。教師は、マグネシウムの粉末を紹介し、それをくぼみの中に入れて着火することを説明したうえで、どのような現象が起きるのかを問う。A 生は、二酸化炭素中では物質は燃えないという素朴概念から、マグネシウムが燃えることはないと予想するであろう。その後、ドライアイスの器の中でマグネシウムを燃焼させる提示実験（写真 2）を行う。マグネシウムが激しい光を放ちながらドライアイスの器の中で燃え続ける現象を、A 生は、反応の激しさや光の美しさに驚きながら観察するだろう。そして「これは不思議な現象だ」「どうして二酸化炭素中で物質が燃えるのか」「酸素がなくても燃焼するのだろうか」などの友の意見を聞く中で、この新たに出合った事象に疑問をもつであろう。ここで教師は「ドライアイスの器の中で（二酸化炭素中）でマグネシウムが燃焼するのはどうしてだろうか」と学習問題を設定する。

②「手がかりカード」をよりどころにして「見通しボード」上で原子・分子のモデルを操

作しながら友と意見交換する場面
学習問題設定後、反応後の物質（写真 3）とマグネシウムの粉末を配付し、各班で「見通しボード」を用いて友と意見交換しながら予想するように促す。その際、原子マグネットを使用すること、ボードに考えを自由に書き込んでよいこと、本單元において学んできた化学変化について各自がまとめた「手がかりカード」を参考

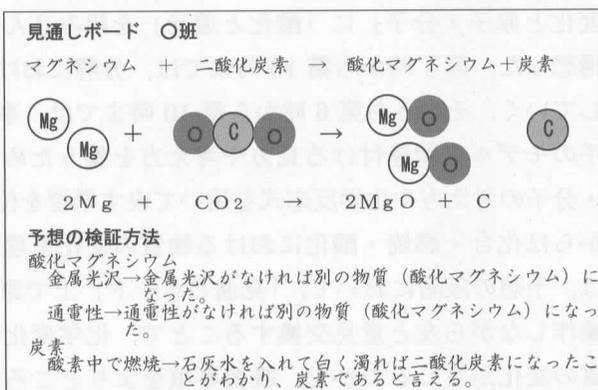


図1 見通しボード（例）

にしてよいこと、物質にふれながら予想してよいことを伝える。A 生は、まず、反応後の物質の観察をはじめ、葉さじで塊を崩しながら白い物質と黒い物質が混ざり合っていることを指摘するであろう。そして、マグネシウムの粉末と比較し、反応後は別の物質に変化したことをとらえるだろう。さらに、燃焼するためには酸素との結びつきが必要であるという既習事項をもとに、二酸化炭素に含まれる酸素に着目するであろう。前時までの学習により、新しく出合った事象のしくみを探るために、原子や分子のモデルを使って予想することのよ

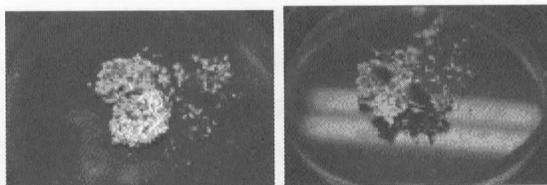


写真3 反応後の物質

さに気づきはじめている生徒は、言葉の式に加えて、「見通しボード」（図 1）上で原子マグネットを操作しながら、マグネシウムが燃焼したしくみを予想していこう。しかし、今までの学習において、他の物質と結びついている酸素を奪って燃焼するという見方・考え方のない A 生たちは、「マグネシウム + 二酸化炭素 → 酸化マグネシウム (Mg + CO₂ →

MgO)」のように記入したところで、このような反応がおこるのかについて意見交換を行って行くであろう。そこで A 生は、「手がかりカード」に示された既習の実験による化学反応式などをよりどころにして、「 $\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{C}$ 」とし、さらに、反応前後の原子の数が等しくなることを想起し、「 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ 」と修正していくであろう。化学反応式が完成したところで、反応後は酸化マグネシウムと炭素ができるにちがいないと考え、改めて反応後の物質を観察するであろう。そして、白い物質が酸化マグネシウムであり、黒い物質が炭素ではないだろうかと予想するであろう。意見交換が進まない班には、マグネシウムと二酸化炭素の反応であることを確認したうえで、二酸化炭素の化学式を示したり、「手がかりカード」上に示されたマグネシウムの燃焼の実験を想起するように促したりする。このようにすることで生徒は、ドライアイスの器の中（二酸化炭素中）でマグネシウムが燃焼する事象について、既習事項を活用しながら、酸化物中の酸素が奪われるという新しい見方・考え方を獲得していくことができるであろう。

③反応後に残った物質の検証方法を友と意見交換しながら見だし「見通しボード」にまとめる場面

予想を発表しあった後、教師は、予想したことを検証するにはどうすればよいかを問う。それまでの学習で、反応後の物質を検証することを考えてきた生徒は、反応後の物質が酸化マグネシウムと炭素であることを検証すればよいと考えるであろう。そこで教師は、検証方法について「見通しボード」に書き込みを加えながら友と意見交換をするように促す。ここでは、炭素の粉末を配付し、実物にふれながら検証方法を考えるように促す。A 生は、炭素の粉末と反応後の物質の黒い部分を見比べたり、ふれたりしながら炭素であると確信を深めていくであろう。酸化マグネシウムについては、「手がかりカード」をよりどころにして、マグネシウムを燃焼させたときの検証方法を想起し、金属の性質を使って調べていくことを考えるであろう。そして、A 生は、「金属光沢の有無」「通電性の有無」を観点に反応前後で比較し、別の物質（酸化マグネシウム）に変化したことを調べていくことを友と確認しあうであろう。炭素については、意見交換の中で、「手がかりカード」の酸素中で炭素を燃焼させた実験に着目し、反応後の黒い物質を、酸素を満たしたフラスコ内で燃焼させ、燃焼後のフラスコに石灰水を入れ白く濁るか検証する方法を見いだすであろう。ここで教師は、友との意見交換をもとに、予想の検証方法を具体的に学習カードに記入するように促す。このようにすることで、A 生は、ドライアイスの器の中（二酸化炭素中）でマグネシウムが燃焼するしくみを、友と意見交換する中で、二酸化炭素に含まれる酸素とマグネシウムが結びついて起きた反応であると予想し、反応後の物質が酸化マグネシウムと炭素であることを、既習事項を活用して検証することで説明できそうだという見通しをもつことができるであろう。

(3) 本時

1) 本時の主眼

ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼するしくみを考える場面で、燃焼には酸素

が必要であることに着目し、原子・分子のモデルを「見通しボード」上で操作しながら友と意見交換することを通して、二酸化炭素中の酸素原子にふれながら予想するとともにその検証方法を考えることができる。

2) 本時の展開

	学習活動	予想される生徒の反応	◇教師の指導・援助 評価	備考
事象と出合い	1 ドライアイスの中でマグネシウムが激しく燃えるようすの観察から学習問題設定をする。	ア ドライアイスは二酸化炭素の固体だったね。 イ 紙を燃やすと、くぼみの縁まできて火が消えてしまう。確かにくぼみの中は二酸化炭素でいっぱいだ。 ウ 二酸化炭素中なのに、マグネシウムは火花が出るほど激しく燃焼した。 エ ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼するのは不思議だ。どうしてだろう。	◇ドライアイスは二酸化炭素の固体であることなどを確認し、そのくぼみの中で紙を燃やす提示実験を行う。 ◇反応後の物質とマグネシウムの粉末を各班に配付する。	15分 ドライアイスマグネシウムの粉末ジェットバーナー
	2 学習問題の予想をする。	オ 反応後の物質は、白い物質と黒い物質が混ざり合っている。 カ 二酸化炭素は化学式で表すとCO ₂ だから、Oがある。このOがマグネシウムと結びついたのではないか。 キ この白い物質が酸化マグネシウムではないだろうか。でも、黒い物質はなんだろう。 ク 化学反応式で考えてみるとマグネシウムと二酸化炭素が反応したから、Mg + CO ₂ → MgO + Cとなる。 ケ 反応前と反応後での原子の数が異なってしまうから、Mg + CO ₂ → MgO ₂ + Cとなると思う。 コ マグネシウムと酸素は、1:1の割合で結びつくはずだから、2 Mg + CO ₂ → 2 MgO + Cとなるのではないか。 サ 化学反応式から考えて、白い物質が酸化マグネシウムで黒い物質が炭素ではないだろうか。 ス 以前にマグネシウムを燃焼させた実験の検証方法が使えそうだ。 タ 反応後の黒い物質は、酸素中で燃焼させて、二酸化炭素となれば、炭素であると言えそうだ。 チ ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼したしくみは、二酸化炭素が酸素と炭素に分かれ、その酸素がマグネシウムと結びついたと予想する。反応後の物質が酸化マグネシウムと炭素であることを検証すればよい。(B評価) ツ ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼したしくみは、マグネシウムが二酸化炭素から酸素を奪って起こった化学変化であると予想する。よって、反応後の物質が酸化マグネシウムと炭素であることを検証すればよい。そこで、酸化マグネシウムは金属の性質の有無で、炭素は酸素と化合して二酸化炭素になるこ	◇「見通しボード」を用いて学習問題に対する予想を班で意見交換するように促す。その際、以下のことを伝える。 ・原子マグネットを使用する。 ・自由に考えを書き加えてよい。 ・物質にふれながら考えてよい。 ・「手がかりカード」を参考にする。 ◇以下の点に留意し机間指導を行う。 ・マグネシウムと二酸化炭素の反応であることをとらえているか。 ・反応前後で原子の数が変わらないこと、マグネシウムと酸素の原子が1:1で結びつくこと想起して意見交換をしているか。 ◇意見交換後の考えを、各自学習カードに記入するように促し、発表する場を設ける。 ◇サのような発言を受けて、反応後にはどんな物質が残っていることになるのかを問う。 ◇反応後の物質が酸化マグネシウムと炭素であることの検証方法を「見通しボード」を用いて班で意見交換するように促す。 ◇以下の点に留意し机間指導を行う。 ・金属の性質を想起しながら意見交換を行っているか。 ・意見交換が進まない班には、炭素を扱った実験を想起させ、書きためてきた学習カードを見返すように促す。 ◇学習カードに、班で意見交換したことを参考にして自分の言葉で具体的に検証方法を記入するよう促す。	15分 ワークシート見通しボード手がかりカード反応後の物質マグネシウムの粉末
課題を把握し見通しをもち	3 予想の検証方法を考える。		二酸化炭素中の酸素原子にふれながら予想するとともに、その検証方法を考えることができる。(ワークシート)	炭素の粉末

／ ま と め る	4 本時の 追究をふ り返る。	とで検証すればよい。(A 評価) 見通しボードを用いて友と意見 交換したことで、予想もしっかりで き、どのような実験をすれば学習問 題が解決できるかの見通しをもつこ とができた。	◇記入が進まない生徒には、反応 前後の物質を見比べたり、書きた めてきた学習カードをふり返った りしながら対話する。 ◇予想と検証方法の 2 カ所への 記入を総合した評価とする。 ◇本時の学習をふり返り、見方や 考え方の変容についてまとめている 生徒のふり返りを紹介する。	5 分
-----------------------	-----------------------	--	--	--------

図2 本時の展開

4. 結果と考察

(1) 学習前後での見方・考え方の変容

設問に対する解 答を、酸化物中 の酸素原子にふ れながら考えて いるかを視点に した分類。	酸化銅中の酸素 がうばわれ、そ の酸素と炭素が 酸化した反応で あり、反応後は 銅と二酸化炭素 ができると思え た生徒。	酸化銅と炭素が 結びついて、二 酸化炭素銅もし くは炭素銅、二 酸化銅のような 化学式でいうと CuCO ₂ といった 物質ができると思 えた生徒。	炭素も酸化する ことで、酸化銅 と二酸化炭素に なると考えた生 徒。	無回答
実施前 (人)	5	21	7	5
実施後 (人)	38	0	0	0

本時の各生徒の追究のようすをワークシートから分析した結果、ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼するしくみを、二酸化炭素中の酸素原子にふれながら予想するとともにその検証方法を考えることができた生徒は 100% (38 名中 38 名) であった。また、前時の後半と次時の後半に、酸化・還元に関する「酸化銅に炭素を混ぜて熱したら、激しい熱と光を出して化学変化が起きた。どのような化学変化が起きたと考えられるか。」という設問について解答する時間を設けた。ここでは、本時に扱うマグネシウムと二酸化炭素による化学変化ではなく、酸化銅と炭素による化学変化を設問とし、酸化・還元という新しい見方・考え方の獲得が確かなものであるかを調査した。その結果、以下の図 3 のように、すべての生徒が、酸化・還元という新しい見方・考え方を獲得することができた。38 名のうち、30 名は化学反応式と文章での説明、6 名は化学反応式で説明し、2 名は文章による説明であった。このことから、予想の段階において、「手がかりカード」をよりどころにして、原子・分子のモデルを「見通しボード」上で操作しながら友と意見交換する場を位置付けることは、既習事項を活用しながら、新しい見方・考え方を獲得していく力を高めていくことに有効であることが明らかになった。

(2) 特徴的な生徒の変容

- 1) ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼するしくみを、二酸化炭素中の酸素原子に着目して、原子・分子モデルを「見通しボード」上で操作しながら友と意見交換することを通して予想することができた M 生の事例

教師は、ドライアイスの器を提示し、ドライアイスは二酸化炭素の固体であることを確認した後、ドライアイスの器の中はどんな状態であるかを問うた。二酸化炭素は空気より密度が大きいので、器の中は二酸化炭素で満たされているはずだという生徒の意見を受けて、さらに、どのようにしたら器の中が二酸化炭素で満たされていることを確かめられるのか問うた。物を燃やしてみればよいという生徒の意見を受けて、空気中では炎をあげて燃えたティッシュが、器の中ではくぼみの縁の高さで火が消えてしまう様子と、ライターをくぼみに近づけると、くぼみの縁の高さで火が消えてしまう様子を示した。ドライアイスのくぼみの中は二酸化炭素で満たされていることを実感した生徒に、さらに、くぼみの中にマグネシウムの粉末を入れて火をつけたらどうなるかを問うた。「すぐ消えてしまう」「火はつかない」などの生徒の意見を確認した後、ドライアイスの器の中でマグネシウムを燃焼させる提示実験を行った。マグネシウムが激しい光を放ちながら燃え続ける現象を、「すごく激しく燃えている」「すごくきれい」「すごい光だ」「どうして燃えるの？」等の驚きの声をあげながら観察する生徒の姿があった。提示実験後に、強い光と熱を放って燃えたことから、二酸化炭素で満たされているドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼した事実を再確認し、学習問題を「ドライアイスの器の中（二酸化炭素中）でマグネシウムが燃焼するのはどうしてだろうか」と設定した。その後、各班で意見交換しながら、ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼するしくみを予想するように促した。そこでは、以下のような意見交換が行われた。

- M 生 1: 「[二酸化炭素だからこれとこれ.] とつぶやきながら、数多くある原子マグネットの中から C の原子 1 個と O の原子 2 個をとり、見通しボード上に出す。」
- M 生 2: 「[CO₂ と Mg] とつぶやきながら、Mg の原子 1 個を見通しボード上に出す。」
- M 生 3: 「[配付された反応後の物質を棄さじで崩しながら] 「えっ、これって何? この白いのって何?」
- M 生 4: 「[班全員で反応後の物質に顔を近付けて観察しながら] 「何で白と黒なの?」
- M 生 5: 「すごい (黒い物質が) 炭っぽい。」
- T 生 6: 「[見通しボード上の原子モデル Mg + CO₂ の部分を指さしながら] 「こんな物質ないよ。でも、燃えたということは酸素が必要なんだけど。」
- M 生 7: 「[原子モデル Mg + CO₂ の部分を指さしながら] 「ねえ、ここにある酸素って使えるんじゃないのかなあ。二酸化炭素の原子モデルの真ん中が炭素だから。」
- I 生 8: 「だから、反応後の物質の黒いところは炭素ではないだろうか。」
- M 生 9: 「二酸化炭素の酸素が使われたにちがいない。」

見通しボード上の Mg + CO₂ の部分の下に、班全員の意見として「酸素が使われて→炭素が残った」と記入した。それを見ながら、班全員でしばらく考えた後に、次のような意見交換が行われた。

- T 生 10: 「じゃあ、酸化マグネシウムができたってことかなあ。」
- M 生 11: 「えっ、酸化マグネシウムって白かったっけ。じゃあ (反応後の物質の) ま

わりの白いところが酸化マグネシウムなんだ。」

I 生 12: [Mg の原子 1 個と O の原子 2 個と C の原子 1 個を手にとり, 見通しボード上の $Mg + CO_2 \rightarrow$ の続きに, $MgO_2 + C$ と原子モデルをつくる.]

M 生 13: [I 生と一緒に見通しボード上の原子モデルを指でなぞりながら] 「 $Mg + CO_2 \rightarrow MgO_2 + C$ だね。」

M 生 14: 「えっ, 待って. [手がかりカードを取りだし, それを示しながら] これは, MgO だよ。」

T 生 15: 「そうだった. 酸化マグネシウムは MgO だった。」

M 生 16: [見通しボード上の O の原子を 1 個はずし, それを握りしめながら, しばらく考えた後に] 「じゃあ, こうなるってことじゃないかなあ。」 [新たな Mg の原子 1 個と握りしめていた O の原子をあわせて $2MgO + C$ と並べる.]

M 生 17: 「なるほど。」

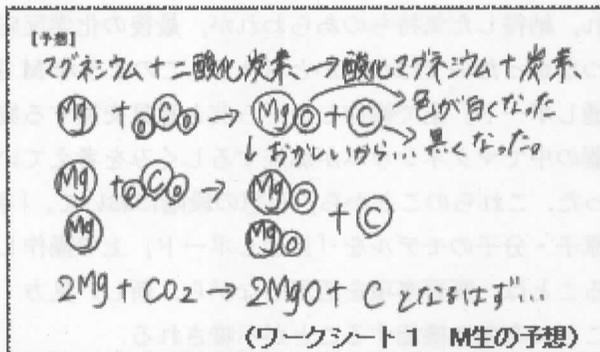
M 生 18: [反応前と反応後の原子の数を数えながら] 「でも……」

I 生 19: [新たな Mg の原子 1 個を反応前の Mg の下に並べて] 「こういうことじゃないのかなあ。」

M 生 20: 「これでよさそうだね. $2MgO + CO_2$ は $2MgO + C$ 。」

意見交換の後, M 生は学習カードに予想を記入した (ワークシート 1)。

M 生は, 酸化・還元に関する本時実施前調査においては, 設問に対して「酸化銅と炭素が結びついて $CuCO_3$ となる ($2CuO + CO_2 \rightarrow 2CuCO_3$)」と説明した 21 名の分類に属する生徒である。それまでの学習において, どのような化学変化が起きたのかを予想するには原子・分子のモデルを



用いて考えるとよさそうだと気づいている M 生は, 10 種類ある原子マグネットの中から, 迷うことなく炭素, 酸素, マグネシウムを選び, 「見通しボード」上に並べた (M 生 1, 2)。これは, M 生が, 提示実験による事象は, マグネシウムと二酸化炭素による化学変化であることをとらえることができた姿であると考えられる。その後, 配付された反応後の物質の観察をはじめた。反応後の物質が白い物質と黒い物質が混ざり合っていることを確認した M 生は, 反応前のマグネシウムとは見た目にも全く別の物質に変化したことに気づくことができたと考えられる (M 生 3, 4)。さらに, 黒い物質が「炭っぽい」(M 生 5) という発言から, 同单元内で扱った炭素の粉末を想起していることが伺える。そして, T 生の「燃えたということは酸素が必要なんだけど」(T 生 6) という意見を受けて, M 生は「ここにある酸素って使えるんじゃないのかなあ」と, 二酸化炭素中にくまられる酸素を指摘することができた。これは, 二酸化炭素は炭素と酸素による化合物であるという既習事項を

想起し活用している姿であると考え、さらに I 生の「黒いところは炭素ではないだろうか」(I 生 8) という意見によって、M 生は、反応後に残った黒い物質が炭素であると確信するとともに、「二酸化炭素の酸素が使われたにちがいない」(M 生 9) という発言のように、マグネシウムが二酸化炭素(酸化物中)の酸素を使って燃焼したというしくみに気づくことができたと考え、続けて M 生の班は、マグネシウムと二酸化炭素中の酸素が結びついたという予想のもと、黒い物質が炭素だとすると、白い物質が何であるかについての意見交換をはじめた。T 生の「酸化マグネシウムができた」(T 生 10) の意見により、M 生の着目点が反応後の白い物質へと移る。I 生が原子・分子のモデルを用いて反応後の物質を表すが、それに対して、「手がかりカード」を示しながら「これは、MgO だよ」(M 生 14) と、酸化マグネシウムの正しい化学式を示すことができた。これは、同単元内で扱ったマグネシウムの酸化の実験を想起し活用した姿であると考え、その後、反応後の物質の原子・分子のモデルを「 $MgO_2 + C$ 」から「 $2MgO + C$ 」につくりかえた。しかし、M 生は、「でも・・・」(M 生 18) とつぶやきながら考え込んでしまう。しばらくして、I 生が反応前に Mg の原子を新たに一つ加えたことで、M 生は確かめるようにゆっくりと化学反応式を読み上げた(M 生 20)。このとき M 生は、反応前後で原子の数は変わらないという既習事項を想起してはいるものの、その解決策が見いだせないでいたと考える。I 生の反応前に Mg の原子を新たに一つ加えるという考えによって、M 生の疑問は解決され、納得した気持ちのあらわれが、最後の化学反応式をゆっくり読み上げるという行為につながったのではないかと考える。このような M 生の姿から、原子・分子のモデルを「見通しボード」上で操作しながら友と意見交換する場を位置付けることは、ドライアイスの器の中でマグネシウムが燃焼するしくみを考えていくことに有効であることが明らかになった。これらのことから、予想の段階において、「手がかりカード」をよりどころにして、原子・分子のモデルを「見通しボード」上で操作しながら友と意見交換する場を位置付けることは、既習事項を活用しながら、新しい見方・考え方を獲得していく力を高めていくことに有効に機能することが示唆される。

(2010年6月23日 受付)