

# 理 科

池 島 正 芳  
中 川 岳  
釣 本 直 行

## 1 理科の本質について

私たちは理科の本質を次のようなものと考えている。

対象とする自然事象の中の巧みなつくりや簡単な規則性をとらえることによって  
理科的な自然認識を深めること

私たちを取り巻く自然事象は、一見、一言で説明することは難しいことのように感じられる。しかし、ある事象について、解析的に見てみると、実は簡単な規則性のうえに成り立っていたり、いくつかの規則性がさらにある規則のうえに成り立っていることが分かる。

また、ヒトだけでなくあらゆる動植物は、それぞれが生きていくために巧みなつくりをもっている。そしてそれらは、周囲の環境の影響を受け、その循環システムのなかで有機的にはたらき、生命を維持している。

私たちは、先にも述べたように、理科の本質は、対象とする自然事象にひそむ巧みなつくりや簡単な規則性をとらえ、さらにそのとらえが孤立した知識にとどまるのではなく、ネットワーク化された自然認識として深まっていくことと考えている。

## 2 本質にもとづく基礎・基本について

それでは、理科で大切にしたい基礎・基本とは何だろうか。

私たちは、それを決して自然事象を説明するための断片的な知識とは考えていない。

一人一人の子どもの個性が発揮されるなかで、本質に内在する自然事象の中の巧みなつくりや簡単な規則性の現れ（の事実）を客観的に観ること、現れの事実と事実を比べること、事実を適切に再現したり表現したりできること、事実と事実を結びつけて考えたり、新たな問題を見つけたりすることなどが基礎・基本となるだろう。

そこで、理科における基礎・基本を以下のように考えた。

自然事象に中の巧みなつくりや簡単な規則性の現れを自分なりの解決方法で  
追究できること また その追究のために必要な技能を習得すること

## 3 自己の学びを広げ深めるについて

理科における自己の学びを広げ深めていくことは、自分なりの解決方法で追究し、科学的な見方や考え方の変容を自覚していくことである。とすると、自己の科学的な見方や考え方の変容を促す学びとはどうあればよいのだろうか。

私たちはこれまでの実践から、次のように考えた。

### (1) 自分なりの「こだわり」を生かした学習の構想に留意する

私たちを取り巻く自然事象は実に魅力的で多様性を秘めている。また、同じ自然事象に対する興味・関心のもち方はその子なりの個性にゆだねられる部分が多い。これは、ある自然事象にひそむ巧みなつくりや簡単な規則性に迫る道筋は決して一本道ではないということを表している。そして、多様な興味・関心を引き出すもととなっているのがその子なりの「こだわり」である。

「こだわり」は、ある自然事象を自分なりに解釈し、解決しようとするときの新しい意味の体系づくりのスタートとなるべき意識の状態であり、追究意欲を喚起するものである。子どもの「こだわり」を生かした学習の構想に留意することが変容を促す学習の前提になるだろう。

### (2) 自己の「こだわり」を追究する場を保障する

「こだわり」が変容を促す原動力であることは先に述べた。しかしながら、どんな「こだわり」でもよいというものではないと考えている。最初は本質の周辺に位置する「こだわり」であっても、追究を進めていくうちに本質に迫る「こだわり」となっていくこと、また、試行錯誤的な追究のなかから、本当に自分がこだわっていることは何なのかに気づいていくこと、そして自分の「こだわり」が妥当性や正当性をもつものなのかという検証の場などを十分に保障していくことが大切である。

今回のカリキュラムの厳選にあたり、後に示す理科カリキュラムのなかでも明らかなように、設定した単元の扱いについて、これまでの実践の結果と私たちなりの判断から軽重をつけている。しかし、どの単元においても最大限「こだわり」を追究する場の保障に努めている。

### (3) 互いの「こだわり」や考えを交流する場を設定する

自分なりに追究を進めていくうえで、自分の考えた解決方法がこれでよいのか、あるいは、違った視点からの追究は考えられないのかなど、他からの情報を求めたくなったり、より高まった「こだわり」となっていくために、互いの追究過程について情報を交流する場の設定が必要となるだろう。

その交流の仕方については、交流の方法や、どんな段階でその交流の場を設定するのが妥当かなどを考慮しながら、適切なはたらきかけとなるよう留意したい。

### (4) 自己の変容を知るための表現活動を大切にする

これまで述べてきたように、「こだわり」を大切に学習を展開するうえで、自分が何にこだわって追究しているのか、そして自分は課題解決に道筋のなかで今、どの段階にいるのか、また、最初に考えていたことがどう変わってきたのかを自分自身で自覚することが大切となる。

そのため、イメージ図や概念地図など、子どもが自分なりの想いはっきりさせ、またどのように変容してきたか意識する表現の場を大切にしたいと考えている。イメージ図などに表してすることで、変容した見方や考え方で自然事象を観ることができ、新たなイメージが生まれ、さらに追究意欲が持続していくことができると考えた。

#### 4 実践例 - 6年 -

##### (1) 単元名 6年 水よう液の性質

- (2) 目標
- ・水溶液には気体が溶けているものがあること、水溶液は酸性・中性・アルカリ性に仲間分けできること、水溶液には物を変化させるものがあることを自分なりに追究し、水溶液を質的変化からとらえることができる
  - ・自分のこだわりを解決するための技能を習得することができる。また、自分のイメージや考えをイメージ図や概念地図に表すことができる

##### (3) 指導にあたって

###### 学習材について

「物が溶ける」には、およそ、氷が溶ける（状態変化）・砂糖が溶ける（溶解）・洗剤で汚れが溶ける（化学変化）の三つがある。第5学年「物のとけ方」の単元では、固体の物を使い、主として溶解現象について扱ってきた。その際、水量や溶かす水温と固体の溶ける量という量的変化に目を向け「固体の物＋水＝水溶液」という見方で水溶液をとらえてきている。本単元は、さらに、ある物を溶かしてできた水溶液のもつ性質に見方や考え方を広げていくものであり、化学変化にまでその範囲は及ぶ。「固体だけでなく気体の溶けている水溶液があること」、「水溶液はその溶かした物の性質の表れとして酸性・中性・アルカリ性に仲間分けできること」、「水溶液には物を変化させるものがあること」などをとり上げ、水溶液の性質を質的変化からとらえていく。質的変化という点から述べるならば、6学年では本単元以外にも、いくつかの単元において質的変化を扱う。そのなかで本単元では「物はその物にとって有効な物との出会いによって質的に変化することがある」という簡単な規則性をとらえることによって理科的な自然認識を深めることができると考えている。

###### 本単元の基礎・基本

本単元の「物はその物にとって有効な物との出会いによって質的に変化することがある」の現れは、以下のような現象として見るができる。

「気体が溶ける・溶けている」・・・⇒においや発泡現象、体積変化、何か他の物を入れたときの水の様子との違いなど

「酸性・中性・アルカリ性に

仲間分けできる」⇒リトマス試験紙の色を変化させること

「何かを溶かしてできた水溶液

に入れた物を変化させる」⇒入れた物そのものの姿が見えなくなったり、気体の発生や発熱、さらに蒸発乾固したときには入れた物とは違う物が出てくることなど



このような水溶液の質的変化にかかわる現れ（の事実）を的確にとらえること、それを調べるための技能を習得することが本単元の基礎・基本となるだろう。

その技能としては、

- ・液の取り扱い方（液量や液の注ぎ方、混ぜ合わせ方）
- ・気体の捕集の仕方
- ・石灰水の使用目的と使用方法
- ・リトマス試験紙の使い方と液性の判定の仕方
- ・安全な蒸発乾固の手順

などである。

自分なりに水溶液の性質を追究する過程においてとらえた事実の積み重ねとそれらの事実と事実を結びつけて考える場によって、本質に迫らせていきたい。

主な活動と内容	学びを広げ深めるために
1 炭酸水は何が溶けている水溶液なのかを探る <ul style="list-style-type: none"> <li>・泡を観察する</li> <li>・体積変化について調べる</li> <li>・溶けているのが二酸化炭素という気体であることを石灰水などを用いて調べる</li> <li>・二酸化炭素を溶かし込んで炭酸水をつくる</li> </ul>	①② ④ ④ ② ④
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">                         二酸化炭素という気体の溶けている水溶液は                          どんな性質をもっているのだろう                     </div>	
2 液性を調べる <ul style="list-style-type: none"> <li>・リトマス試験紙の使い方を知る</li> <li>・炭酸水の液性を調べる</li> <li>・石灰水の液性を調べる</li> <li>・他の水溶液の液性を調べる</li> </ul>	②  ④
3 炭酸水が物を溶かす（変化させる）ことについて調べる <ul style="list-style-type: none"> <li>・大理石を入れて、その変化のようすを調べる</li> <li>・大理石が溶けた水溶液について調べる                             <ul style="list-style-type: none"> <li>液性を見る</li> <li>蒸発乾固してみる</li> </ul> </li> </ul>	③  ④
4 水溶液と水溶液を混ぜたときの変化について調べる <ul style="list-style-type: none"> <li>・炭酸水と石灰水を混ぜ合わせ、液性の変化や混ぜた液のようすを見る</li> </ul>	① ③ ④
5 自分の学習をふりかえる	④

学びを広げ深めるために

①多様な「こだわり」の追究を可能にするために安全性の高い薬品を用いて単元を展開する  
 安全に注意を払わなくてはならない塩酸や水酸化ナトリウム水溶液に代えて、炭酸水、石灰水を用いることによってより多様な追究が可能になると考えた。

②自己の「こだわり」を追究する場の設定と時間の保障を行う  
 本単元が質的变化を扱う最初の単元ということもあり、単元の複線化という形での展開は難しいと思われる。しかし、自己の「こだわり」を追究するための自由試行実験の場を適切に配置し、その時間の保障をしていく。

③イメージ図や概念地図を用いての互いの「こだわり」や考えを交流する場を設定する  
 実験の結果の事実だけでなく、その事実が自分の「こだわり」や考えの中でどう位置づいているのかを話し合うことが、より高まった「こだわり」となっていくために大切であると考えた。

④自分の水溶液に対するイメージの変容と追究過程における自己の変容を意識するための表現活動を行う  
 上記2つの変容を意識するために、本単元では、単元展開中の節目となる場でイメージ図や概念地図をかいていく。これらをかき場は自分との対話の時間となるであろう。また前節に書いた図と今節の図を比べてみることで、変容を自覚できるものと考えている。

(4) 本単元における授業の実際と考察

本項では、学びを広げ深めるために設定した①～④の項に基づき実践した授業の実際について考察していく。

主な活動と内容	学びを広げ深めるために
<p>1 炭酸水は何が溶けている水溶液なのかを探る ①②④</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>泡を観察する</li> <li>体積変化について調べる</li> <li>溶けているのが二酸化炭素という気体であることを石灰水などを用いて調べる</li> <li>二酸化炭素を溶かし込んで炭酸水をつくる</li> </ul>	<p>①「炭酸水」については、炭酸飲料という形で子どもの生活の中ではなじみの深い物である。そのため、本時で初めて炭酸水を提示した際、ピンの栓をぬいたときの音からも、それが炭酸系の物だという目で見えていた。勿論、ピンのラベルははがし、二酸化炭素という文字はいっさい目に触れないようにした。</p> <p>泡の観察においても、確かに空気の泡のようすとは違うと思いついながらも、特定の気体が溶けているのではないかという意識は、蒸発乾固の実験の結果を通して初めて子どもに意識されたようである。</p>
<p>あんなにぶくぶくと泡が出てきて、その泡の中身が空気中に消えてい、たので、泡の中身は気体だと思ふ。また、飲料を、蒸発乾固しても、ふつうの水と同じようた、たので、何も気体以外入、ていないか、入、ていても、ほんの少しだと思ふ。つまり、ほとんど気体以外は入、ていないと言えるたから、入、ているのは、ほぼ気体である。その気体とは何か問題た。その気体をあつめて、実験したらいい。</p>	

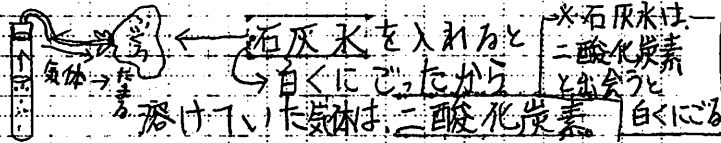
①②空気集めの経験からか、とにかく気体を集めて調べる必要があるという意見が出された。

塩酸などを扱うのとは違い、気体（この場合二酸化炭素であるが）を集めるにしても、既習の経験をそのまま生かして行

〈何が溶けているのか〉

② 〈溶けている気体をあつめる〉

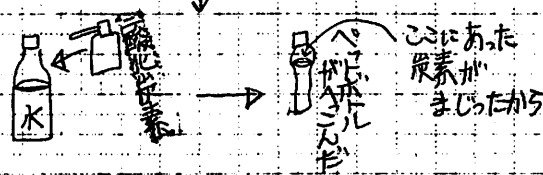
・試験管をふり気体をあつめる



水に二酸化炭素がとけている水溶液

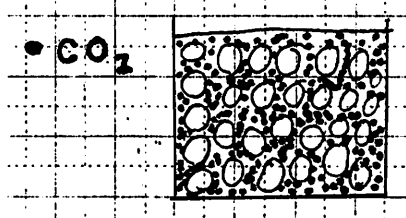
と、このことは  
水に二酸化炭素はとけるのか

③

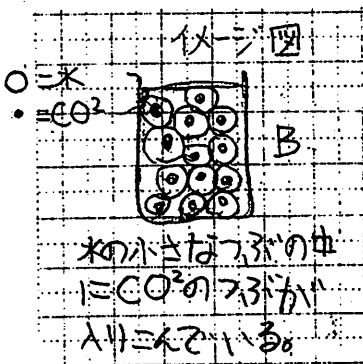


④ 炭酸水にはCO<sub>2</sub>がとけている。

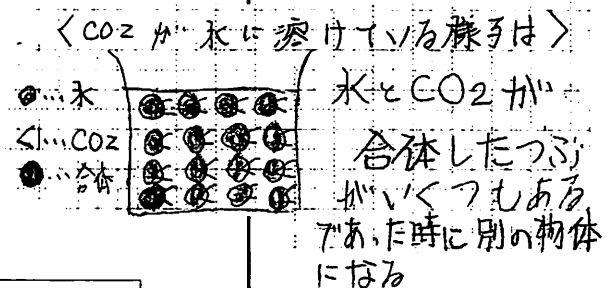
イメージ図A



イメージ図B



イメージ図C



二酸化炭素という気体の溶けている水溶液はどんな性質をもっているのだろう

うことができる。

しかし、本実践では、カリキュラム構成の関係上、「物の燃え方」の単元をまだ学習していないので、二酸化炭素のもつ性質に目をつけた実験から、溶けている気体が二酸化炭素であることを追究していくことができない。

これは、一つの問題点として今後検討していく必要があるだろう。本実践では、二酸化炭素の存在を示す試薬として石灰水を提示した。

④ここに示すイメージ図は、左上に示す子どものレポートにあるように、二酸化炭素を溶かし込んで炭酸水をつくるという活動後にかいたものである。

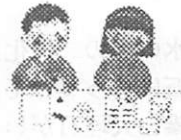
子どものかいたイメージ図は、およそこの3つのタイプに類別することができた。

人数的には、Aのタイプが20名と一番多かった。これは、何もしなくても泡として出てくること、振ると泡がよく出てくることや逆に溶かし込むことができることから、気体ではあっても水の隙間に入り込んでいるのだろうというイメージにつながったものと考えられる。

B、Cのイメージ図をかいた子には、この段階ですでに水溶液について溶解から化学変化へと見方が変わりつつあったものと解釈できるだろう。

2 液性を調べる ②

- ・リトマス試験紙の使い方を知る
- ・炭酸水の液性を調べる
- ・石灰水の液性を調べる
- ・他の水溶液の液性を調べる



酸性

- |              |          |
|--------------|----------|
| ・カフェ(インスタント) | ・酢       |
| ・炭酸水         | ・ビタミンC   |
| ・のり(紙用)      | ・くず(食べる) |
| ・レモン汁        |          |
| ・お茶          | すばい物が多い〜 |

中性

- ・水性ペンのインク
- ・塩水
- ・さとう水

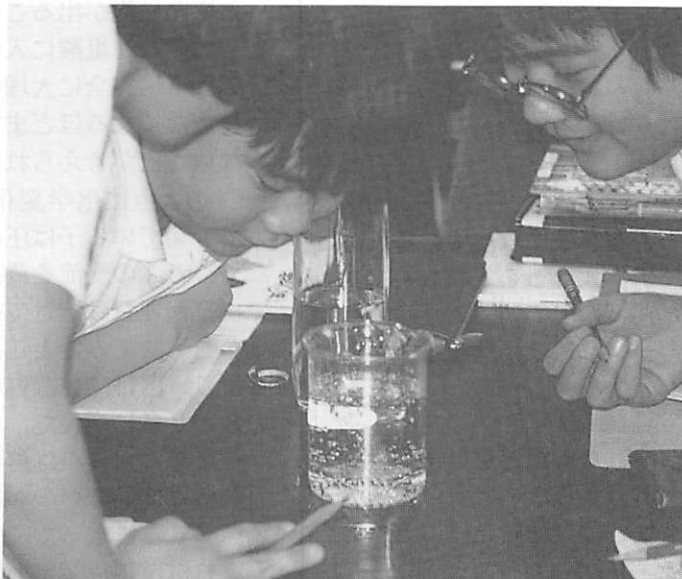
アルカリ性

- ・石灰水
- ・洗剤
- ・味の素(食用の塩)

炭酸水の中の二酸化炭素が、どんどんぬけていって、そして、リトマス紙の上にあるのが中性の水だけになる、そして、中性の色になる。

3 炭酸水が物を溶かす(変化させる)ことについて調べる ③

- ・大理石を入れて、その変化のようすを調べる
- ・大理石が溶けた水溶液について調べる  
液性を見る  
蒸発乾固してみる



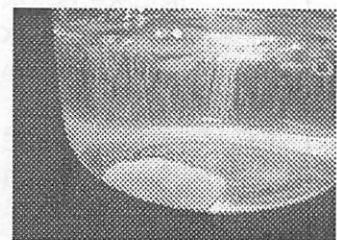
②④この活動は、水溶液の学習の中でも楽しい活動の一つである。各自思い思いの水溶液について調べていた。

その中で、リトマス試験紙の色の変化の違いから、同じ酸性であっても強い酸性、弱い酸性があるのではないかとということや、左に示すレポートの感想にも見られるように(感想の記述からも変容を伺うことができる)、液性は水に溶かす物の性質の現れであることに気づいていったようである。この点も炭酸水を用いたよさの一つと考えられる。

③写真は、炭酸水に大理石を入れ、大理石と炭酸水の様子を観察しているときのものである。

④観察の事実の交流では、まず泡のことが話題となった。

- ・液の至る所から出てくる大きな泡と大理石の表面から出てくる細かい泡のこと
- ・しかも炭酸水に触れたとたんに盛んに出てきたこと
- ・大きな泡が見られなくなった後も大理石からは細かい泡が出ていること

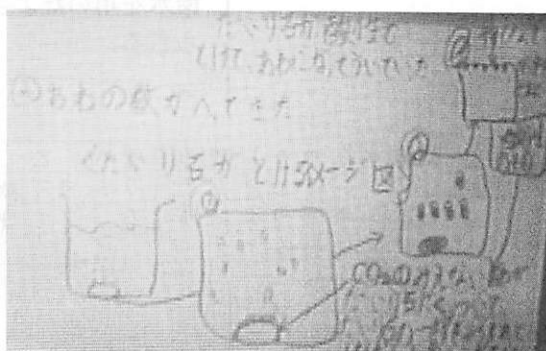


大理石から盛んに泡が出ています



C1

「炭酸水の中の二酸化炭素が大理石にくっついて、二酸化炭素と大理石が一緒になったものが水面に上がっていく。それが溶けたように見えるということだと思います。水面から二酸化炭素は出ていって、大理石は目に見えない小ささで液の中にある。」



C2 「僕も食塩の溶け方と同じで、炭酸水の中に大理石の形であると思います。」

C3 「どのように溶けているかはまだ分からないけれど、大理石ができたときに空気が大理石の中に入って、炭酸水に大理石が溶けたとき、その空気のつぶが泡になって出てきているのだと思います。」

C4 「大理石に穴があいているか分からないけれど、その穴に二酸化炭素が入っていったり、その穴から二酸化炭素が出ていったりしている。」

C5 「大理石は水に溶けて大理石の水溶液になっていると思います。泡は二酸化炭素です。大理石を入れなくても二酸化炭素は炭酸水からどんどん出ていくのだから、溶けるとしたら水に溶けるということになるはずですが。でも、違うかな。」

C6 「やっぱり炭酸水に大理石が溶けたのだと思います。大理石から出ている泡は何かは分からないけれど、泡の大きさも違うし、溶けた大理石は大理石とは違うものになっていると考えました。」

大理石については、泡が出ていくとともに少しだが大きさが小さくなったという意見とそれは確認できず変わっていないのではないかという意見と両方出された。

この時点で大理石は炭酸水に溶けているかどうかを尋ねてみたところ、38名中36名が溶けている、2名が溶けていないと答えた。

そこで、溶けているとすればこんなふうに溶けている、溶けていないとすれば、泡は何であるかななどをイメージ図にかいて互いの考えを交流することにした。

写真は、実物投影機に自分のイメージ図を映しながら、自分の考えを述べている子どものようすである。同様に互いの考えを交流したが、それぞれの考えから伺えることは、

- ・この段階においては、大理石が炭酸水に溶ける現象を食塩が水に溶けるのと同じように溶解的な溶け方ととらえている子が多いこと
- ・その原因として、視点①にもかかわるが、大理石から泡が出るが、炭酸水そのものからも盛んに泡が出ること、そして大理石を塩酸に入れたときのように完全に大理石の姿が見えなくなるほどまでに溶けないことが考えられる。

C6のように化学変化的な見方で考えている子は圧倒的に少なく、考えの交流を終えた時点で再び大理石は溶けているかどうかを尋ねてみたところ、先ほどより、溶けていないという子の数が8名に増えた。

そこで、大理石は溶けているのか溶けていないのかについて調べることになった。

これは、視点②ともかかわるが、交流を受けて、いろいろな

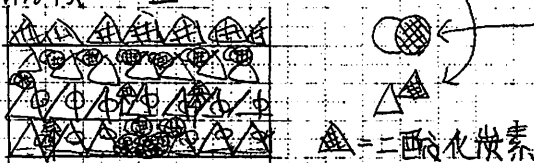


主な活動と内容

学びを広げ深めるために

時間	最初、何分	重さ	石のようす
11:25	最初	35g	石から泡が出る
11:40	15分	34g	周りから泡の出なくなる
12:00	35分		とり出す

・大理石は、ある物とある物が結びついてできている。  
 ・炭酸水は、いゝとゝが合 わ せ て でき ている  
 と け て いる イ メ ー ジ 図



△ と ◻ が は ば れ て、△ の 方 に 大 理 石 が  
 く っ つ い て、△ に は る。と ん と 火 と け る の は  
 ま だ、△ が あ り、酸 性 と い う 性 質 を も っ  
 た 液 体 が あ る か ら。

観点からの実験を行うことができた。

- ・蒸発乾固（液と別れて固体の物が出てくるか、そして出てくるとすればそれは大理石なのか違う物なのか）

- ・液性調べ（酸性・中性・アルカリ性）

- ・液の冷却（析出するか）

- ・大理石は水に溶けるか
  - ・炭酸水に入れる前と入れた後で重さに違いはあるか など
- 左のレポートはこの中で、重さの変化で調べた子どものデータである。

④いくつかの事実をもとに考察し合った結果、どうやら、大理石は大理石ではないものに変化して溶けているようだという結論を得た。

そこで、大理石が炭酸水に溶けているようすをイメージ図にかいた。

この「溶ける」をイメージ図に表すとすると、水に二酸化炭素が溶けるようすを表したイメージ図では説明できない。何とかこの「溶ける」を説明できないか子どもは苦闘していた。

そして、その中から、上記のような考え方のイメージ図がいくつも出てきた。

物を記号化し、「炭酸水が二酸化炭素と水が結びついてできているのなら、大理石も何かと何かが合わさってできているとしたら説明できるよ。」とこのイメージ図をかいた子どもが話してくれた。

これは、「溶ける」を化学変化的に考えているだけでなく、「物」の見方が拡張されていることを示している。そして、この考え方は次の中和のところでも大いに生かされていた。右下に示すイメージ図Dは、炭酸水と石灰水を混ぜ合わせたときのようすを表したものである。

4 水溶液と水溶液を混ぜたときの変化について調べる ① ③

- ・炭酸水と石灰水を混ぜ合わせ、液性の変化や混ぜた液のようすを見る ④



5 自分の学習をふりかえる ④

イメージ図D

