

# 手と耳で捉える光の性質

## —体験的な学びを重視した全盲生徒の指導を通して—

秋田県立視覚支援学校 教諭 藤田 由樹

### 1 はじめに

#### (1) 主題設定理由

対象生徒は、中学部1年、全盲（右：手動弁/20cm、左：手動弁/10cm）の女子1名である。病気発症により小学校2年生で失明し、現在は、部屋の明暗が分かる程度の視機能を保有している。失明するまでの視経験を生かし、触察によって得た情報をつなげ、視経験と触察からのイメージを合わせながら学習に取り組んでいる。理科は、好きで得意な教科と感じており、実験や観察にも意欲的に取り組んでいる。

本実践で取り上げた「光の世界」は、光が進んだ道筋を記録し観察することでその性質について考察していく題材である。この題材で行う実験は視覚を活用して結果を確認することが多く、全盲生徒にとっては通常の実験方法では得られる情報が少なく、イメージ化が難しい。そこで、実験器具の工夫によって視覚以外の感覚を活用して光の道筋を捉えることができれば、光が反射・屈折する様子をイメージして光の性質について考察することができるのではないかと考えた。また、理科の学習において思考を深めるためには、これまでに得た知識を用いながら実験結果の予想をし、実験で得られた結果を基に事象の原理や法則性について考え、表現する経験を重ねることが重要であり、その積み重ねが知識の定着につながると考え、この実践を行った。

### 2 実践の概要

#### (1) 研究仮説

光の性質を視覚以外の感覚で捉えられるような教材を使用して行う体験的な学びと表現する活動の積み重ねにより、光が進む様子をイメージ化でき、思考の深まりにつながるだろう。

#### (2) 研究方法

##### ア 手と耳で光を捉える教材の工夫

光の道筋を捉えるために感光器を使用する。また、光の道筋の記録にはレーザーライターを使用し、感光器で捉えた光の道筋を手で触って確かめられるようにする。

教材の作成においては、できるだけ簡易な装置で、全盲生徒が一人で準備、設置できることを重視する。

##### イ 操作的な活動と表現する場面の設定

生徒自身が実験の目的を理解し、一人で実験器具を操作し、結果から考察まで導くことができるようにする。そのために、実験器具の設置箇所には手で触って分かるガイドラインを付けたり、光の道筋を捉えやすい記録方法にしたりする。

また、生徒が実験環境や実験の意図を把握した上で、実験結果を考察していくために、一つの課題を段階的に解決できるように発問を組み立て、授業を展開する。

さらに、実験の予想や考察、まとめにおいてキーワードを明示し、生徒自身もそのキーワードを使って表現できるようにする。

ウ 生徒の発表や自己評価による理解度の分析

前時の振り返りにおける発言や生徒のノートなどを活用して生徒の理解度を把握したり、誤認識がないかを確認したりする。

(3) 指導計画

中1 理科 単元「身のまわりの現象」第1章 光の世界

総時数17時間

題 材	内 容	時数
第1節 物の見え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光の温かさを確かめる</li> <li>・光の直進を確かめる(事例1)</li> </ul>	2
第2節 光の反射	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鏡に光を反射させる(事例2)</li> </ul>	4
第3節 光の屈折	<ul style="list-style-type: none"> <li>・透明な物体に光が入るときの光の進み方を調べる</li> <li>・透明な物体から光が出ていくときの光の進み方を調べる(事例3)</li> </ul>	6
第4節 レンズのはたらき	<ul style="list-style-type: none"> <li>・虫眼鏡で光を集める</li> <li>・焦点を確かめる</li> <li>・凸レンズを通る光の進み方を調べる</li> </ul>	5

※本実践で紹介する題材は太字で示している。

※本生徒の実態と学習経験を考慮し、十分な実験や観察を行って光の性質に関する概念形成を図るため、以下の題材について、小学校の学習内容を含め、通常より多い総時数で(17時間)で指導計画を作成している。

- ・「第1節 物の見え方」において、小学校3年生で学習する光の性質(日なた日かげの温かさのちがいなど)を含めて学習する。
- ・「第2節 光の反射」において、小学校3年生で学習する光の性質(光を鏡で反射させて集める実験)を含めて学習する。
- ・「第4節 レンズのはたらき」において、小学校3年生で学習する光の性質(虫めがねで光を集める実験)を含めて学習する。

(4) 指導の実践

ア 事例1 「光の直進を確かめる実験」

(ア) 目標と評価方法

身のまわりの物の見え方の観察から、光源とそうでない物に分けられることを理解するとともに、物の見え方の違いから、光の性質(直進・反射)について説明する。

【評価: 発言、ノートの分析】

(イ) 教材

光源装置にスリットを入れた厚紙を挟み、スリットの隙間から出た光を感光器で捉える装置を作成した。光源装置に対面するように感光器を置き、感光器が光を捉えて高い音が鳴っている状態になったら記録用紙に点を打つようにした(写真1)。

少しずつ感光器を遠ざけながら点を打つ作業を繰り返し、最後に記録した点を結び光の道筋を捉えることができる。

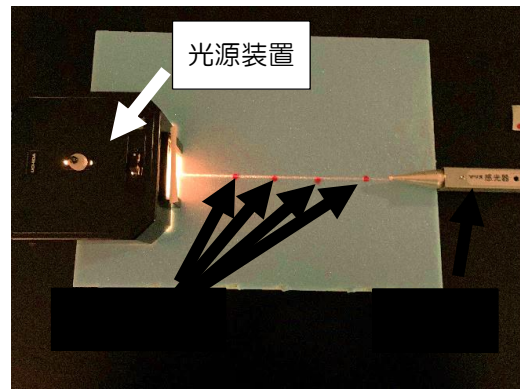


写真1 光の直進を確認するための装置（装置1）

#### (ウ) 実際の指導と生徒の様子

光の進み方について、学習前の生徒は「くねくねと曲がりながら進む」というイメージをもっていた。装置1を操作して光の道筋を調べたところ、多少の誤差はあったものの、おおよそ直線を描くように点を打つことができた。この実験を2回行い、どちらも直線になったことから光の直進を確認することができた。

#### イ 事例2 「鏡に光を反射させる実験」

##### (ア) 目標と評価方法

- 鏡で反射する光の道筋を調べる実験を行い、反射前の光の道筋と反射後の光の道筋に着目し、規則性を見いだす。【評価：発言、ノート分析】
- 反射によって光がどのように進むかを理解し、作図によって光の反射の規則性を説明する。【評価：発言、行動観察】

##### (イ) 教材

写真2は発泡スチロール板の上に鏡を置き、光源からの光を反射させ、感光器でその道筋を探る装置である。光源装置は、生徒が自由に動かし、いろいろな角度から鏡に光を当てることができるように、鏡の中央を中心とした円周上（鏡表面のみの半円部分）で可動式にした。鏡の中心と感光器で捉えた点を直線で結び

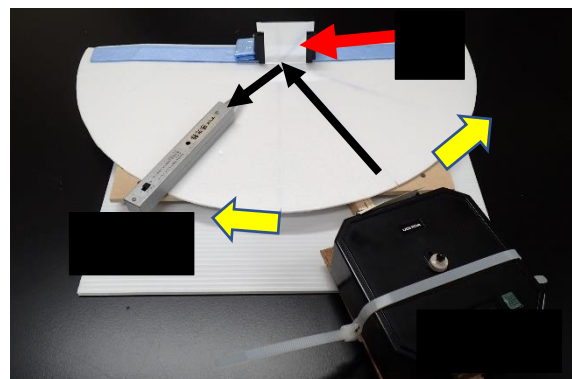


写真2 鏡に反射した光を捉えるための装置（装置2）

#### (ウ) 実際の指導と生徒の様子

実験前の生徒は、「鏡に光が当たってまぶしいことがあった」という経験から、「鏡に光が当たると光を跳ね返すのではないか」という予想を立てた。しかしどのように跳ね返るかは説明することができなかった。この実態をもとに、実験は3回行った。実験を複数回行うことで、実験装置の操作方法に慣れ、疑問点を自ら操作して確かめようとする意欲につながると考えた。また、同じ実験装置を使用するが、着目する視点は毎回変えた。反射という現象を細分化して段階的に考えることで、全盲生徒にとって捉えづ

らい光の進み方や入射角と反射角の関係性をより明確にイメージし、理解を深めることができると考えた。

a 光が反射することを確かめる実験

この実験では、感光器の反応があったところを点で記していった。光が反射した後も直進するかも含めて確認するため、感光器で捉えた光を複数箇所記し、記した点を結んでいった（写真3）。その結果、予想したとおり鏡にぶつかった後跳ね返って進むことがわかった。また、反射後の光が直進していることも確かめることができた。

b 光の反射の道筋を確かめる実験

この実験では、光を当てる角度も自分で決め、反射した光がどのように進むかを予想した。生徒はaの実験結果から、「記録用紙を折ったら重なるように反射するのではないか」と予想した。2回目の実験ということで装置の設置や感光器で光を捉える操作は、とてもスムーズにできるようになった。記録用紙を半分に折って記した直線と光が鏡に当たるまでの直線がほぼ重なり、予想どおりの実験結果となった（写真4）。

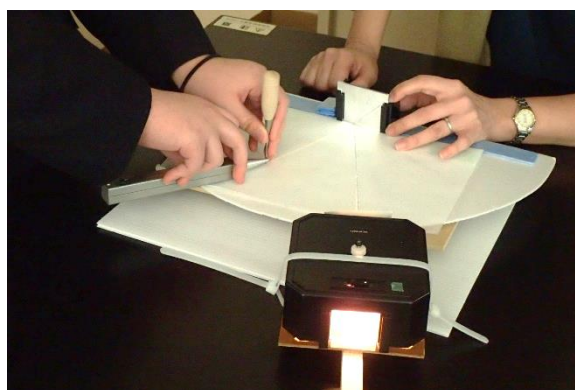


写真3 感光器で捉えた光を実験シートに記録している様子

c 入射角と反射角の関係性を確かめる実験

実験では、入射角と反射角に触れ、その関係性を考えることをねらいとしてとした。bの実験の結果から境界面に垂直に引いた線で折り返すと入射する光の道筋と反射した光の道筋が重なることから、「角度が同じになる」と予想した。bの実験と同様に自分で決めた角度で光を当て、反射した光の道筋を記録した。その後、記録用紙を折って重なっていることを確認し、角度が同じであることを確認することができた（写真5）。

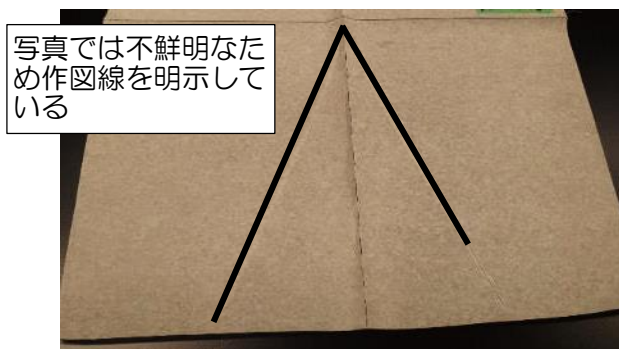


写真4 作図した実験シート

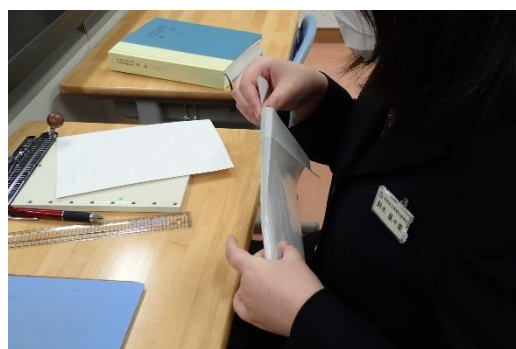


写真5 実験シートを折って角度を確かめている様子

ウ 事例3 「光の屈折を確かめる実験」

(ア) 目標と評価方法

- a 半円形のガラスに入射させた光の進み方を調べる実験を行い、身のまわりで起こる光の屈折による現象について、問題を見いだす。【評価：発言、ノート分析】
- b 屈折によって光がどのように進むかを理解し、作図によって光の屈折の規則性を説明する。【評価：発言、行動観察】
- c 光の反射や屈折の規則性について振り返り、光の進み方と物の見え方について調べる。【評価：発言、行動観察】

(イ) 教材

装置2に改良を加え、より作図のしやすい教材とした。光源装置は操作性を考え小型のレーザーポインタとした。また、光源、感光器ともに先端を固定した定規の上に設置し、どちらも可動式とした(写真6)。また、定規の中央にはスリットを作った(写真7)。これにより、以前のように感光器で捉えた光を1点ずつ記さなくても、感光器で光を捉えたらスリットにペン先を合わせてスライドさせることで光の道筋を記録することができるようになった。この装置では、感光器の設置は磁石で簡単に取り付けられるようにしたほか、レンズや記録用紙など必要なものを全て生徒が一人で設置できるように装置に印をつけた。物の配置を生徒が自分で行うことで、実験を行うフィールドをイメージしながら実験することができると思う。

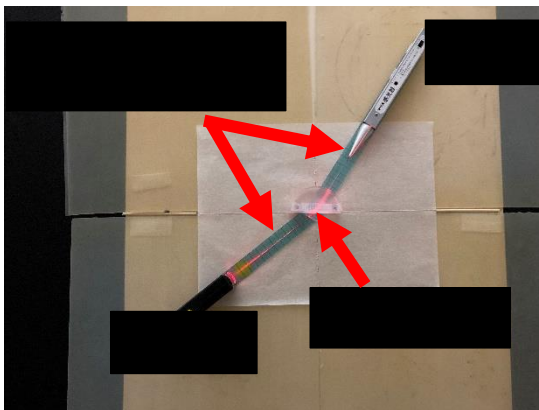


写真6 可動式の光源と感光器

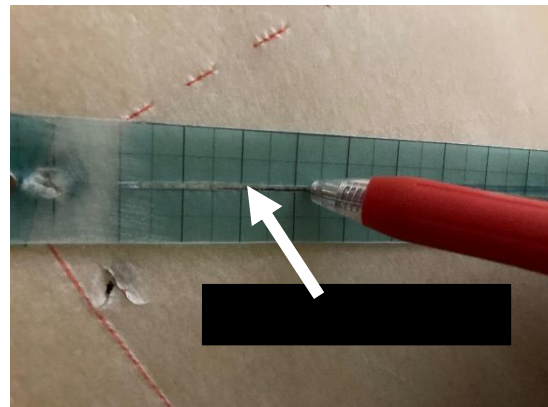


写真7 中央にスリットを入れた定規

(ウ) 実際の指導と生徒の様子

生徒の発言の中に、「プールに入ったとき、水中にある自分の足を見ると、足が違う位置にあるように見えた」という経験談があった。その原因を解明することを題材の導入として授業を展開した。

実験は、空気中からガラスに進むときと、ガラスから空気中に出るときに2段階に分け、各2回ずつの計4回行った。それぞれの1回目の実験では、どの方向に屈折するかについて(a)、2回目の実験では、入射角と屈折角の関係について考察する(b)と統一した流れで行い、授業の見通しをもてるようにした。

実験装置の設置では、生徒は実験板に設置した竹ひごと記録用紙にあらかじめ引いてある直線を

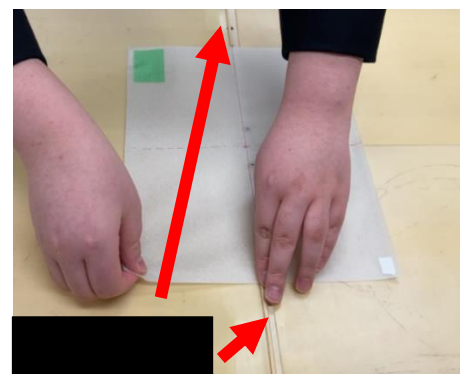


写真8 目印を確かめながら実験シートを設置している様子

手で触って一直線になるように確かめながら合わせる（写真8）ことで、正しい位置に用紙を設置できた。光源やレンズなどの設置についてもそれぞれの目印をもとに一人で設置することができた。装置の設置を自分で行ったことで、自分で操作しやすい立ち位置を考えたり、教師にやり方を提案したりするなど主体的な姿が見られた。

#### a 屈折する光の方向を調べる実験

光が透明な物体（ガラス）の中に入るとき、またはガラスの中から空気中に出ていくときの光の進み方を調べる実験を行った（写真9）。まずは光源と向かい合うように感光器を置いて光の直進を確かめた。その後、光源と感光器の間にガラスを置くと感光器の音がしなくなった。これにより、生徒は光が屈折したことを実感することができた。光がどの方向に屈折するかを表現するために、空気とガラスの境界面を基準にし、屈折した光はそこに「近づく」もしくは、「遠ざかる」という表現の仕方で統一した。これにより、生徒は正しい用語で光の屈折した方向を示すことができた。

#### b 入射角と屈折角の関係を調べる実験

光の道筋を捉えた後にそれぞれの角にシールを貼り、入射角と屈折角の正しい場所を確認する学習を行った（写真10）。角度の違いは触察の後に分度器を使用し、自分の手の感覚と実際の角度に違いがないかを確認した。これにより入射角と屈折角の角度の違いに気づき、角度の関係性を確かめることができた。



写真9 装置を一人で操作して実験している様子

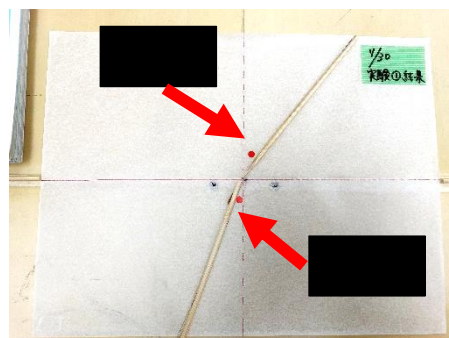


写真10 光の道筋を作図し、入射角と屈折角に印をつけた実験シート

#### c 模式的教材を用いた実験の予想と考察

本題材では、「入射角」「反射角」「屈折角」がどの部分を指すかを間違えて覚える生徒が多い。そのため、説明する際に基準となるところ（「鏡の面に垂直に引いた線」「ガラスと空気の境界面に垂直な線」）を明示し、実験前やまとめのときに必ず確認するようにした。また、言葉での確認だけでなく、作図した実験シートや光の進み方を模式的に示した教材（写真11）を使用して説明する活動を取り入れた（教材については以下に説明を添付する）。これにより「こっちに曲がる」というような曖昧な表現が減り、基準とした言葉を正しく使用して説明することができるようになった。

【教材の説明】バインダーに境界面を示す線（横線）と境界面に垂直な線（縦線）を貼り付け、2線の交わりを中心として半円形レンズを模したシートを貼り付けている。生徒は光の道筋（竹ひご）を操作して、どの方向に屈折するか説明したり、入射角や屈折角を示したりした。

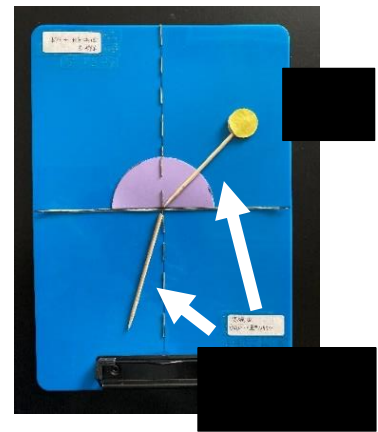


写真1 1 光の進み方を模式的に示した教材

## エ 生徒の発表や自己評価による理解度の分析

### (ア) 生徒の発言やノートによる分析

前時の振り返りの中で、本時の実験に関わる内容について確認し、必要となる言葉を整理する場を設定した。これにより、生徒の理解度を明確にし、補足が必要な部分がないかを確認することができた。実験のまとめでは、自分の言葉で説明するようにしたこと、本時の授業での重要事項が理解できたかの確認をすることができた。また、生徒が書いた予想や結果、まとめのノートを確認し、誤認識していたことは訂正するようにした。

### (イ) 自己評価による分析

単元の最後に評価シートを用いて自己評価を行った。質問項目と回答は次のとおりである。

※評価の示し方 1…よくできた

2…だいたいできた

3…あまりできなかった

#### 1 実験について

あ 反射や屈折の実験について、やり方や実験の結果を自分で説明することができたか。

(回答) 1

い 自分で実験器具を操作して実験の結果を出すことができたか。

(回答) 1

う 反射や屈折の実験を通して感じたこと、考えたことを書きましょう。

(記述)

(回答) 光の反射の実験では、感光器の角度の調節が難しかった。屈折の実験では、実験の結果がよく分かった。

反射の実験では光の道筋をレーザーライターを使って跡をつけながら調べることができた。とても分かりやすかった。記録用紙を折って確認することができた。

屈折の実験では、実験器具の準備を一通り自分でやることができた。操作がしやすかった。

#### 2 光の性質について

あ 「境界面」「入射角」「反射角」「屈折角」などの言葉を説明することができるようになったか。

(回答) 2

い ガラスから空気中、空気中からガラスに進むときの光の進み方を説明することができたか。

(回答) 1

### 3 考察について

あ 実験を通して、光の進み方をイメージして予想したり、結果を基に、光の性質を考えたりすることができたか。

(回答) 1

い 自分の経験と学んだことを結びつけて考えることができたか。

(回答) 2

う 「光の世界」を学習するなかで、学習して分かったと思うことを書きましょう。

(回答) 分かったと思うことは、自分の体験で疑問に思っていたことには屈折や反射がかかっていたこと。

### 4 学習に対する気持ち

あ 光の世界の学習に意欲的に取り組むことができたか。

(回答) 1

い 学習前と学習後で光の性質についての理解が深まったと思うか。

(回答) 1

う 単元の学習全体を通しての感想を書きましょう。

(回答) 光の性質についてよく知ることができたと思う。また、光に関する言葉なども覚えることができた。

自己評価の結果から、実験器具の操作については記述内容も多く、生徒の印象に強く残っていることが分かる。盲人用教具を用いたことで、実験に主体的に取り組み、理解につながったと評価できる。

「質問2-あ」、「3-い」、において評価が2であった。「2-あ」については、生徒は覚える言葉が多く難しかったと話していた。「3-い」については、実験により与えられた課題は解決したが、日常生活にどのように結びついているかの理解にはまだ課題があることが分かる。理科の授業だけでなく生活や他教科において横断的に、学習内容と日常生活との結びつきを取り上げていく必要がある。

## 3 まとめ

### (1) 成果

#### ア 一人でできる実験環境

これまでの実験では、教師が用意した実験環境で指示に従い実験することが多かった。しかし、本実践では、簡易で操作しやすい教材にしたことで、準備から結果を導くまでの過程に一人で取り組むことができ、生徒の主体性も高まった。

#### イ 表現する力の高まり



対象生徒は、実験結果を説明するときに、「右側に曲がる」「手前側に曲がる」など自分を基準とした説明が多かった。しかし、光の反射や屈折の実験において基準とするのは「鏡に対して垂直に引いた線」や「レンズとの境界面」である。そのため、この基準をもとに実験結果を説明することを繰り返したところ、現象を理解した説明ができるようになった。さらに、レンズと光源の位置を変えた応用的な内容であっても、模擬教材を操作して光の道筋をイメージし、結果を予想したり正しい基準のもと現象を説明したりすることができるようになった。

#### ウ 思考の深まりと知識の定着

全盲の生徒にとってはイメージしづらい題材であっても、手や耳を使って体験的に学習することで実験の様子をイメージ化することができた。この積み重ねにより、実験の様子を想起しながら考察したり、新しい実験であっても以前の実験をイメージしながら予想を立てたりすることができ、発言の内容も具体化され思考の深まりが感じられた。さらに、定期テストにおいても、反射や屈折の性質を問う問題では正答することができており、知識の定着が見られた。

## (2) 課題

### ア 日常生活への汎化

今回の実践で生徒は、実験の結果から光の性質について考察を重ねて自分で説明することで表現力を高めるとともに、知識を定着させることができた。しかし、得た知識が日常生活の中にどのように関わっているかを関連付けて考えるという点については課題が残る。学習したことが関連し合って生活に生きる知識にすることができるよう、授業の展開や日常生活での話題の持ち方を工夫していく必要がある。

### イ 生徒が自ら課題を見つけ解決しようとするための発問の工夫

今回の実践は、教師が課題を提示し、その課題を解決するために実験を行う授業展開とした。教師が課題を提示することで、生徒は実験の視点をしっかりもって実験に取り組むことができた。今回の実践を経て、今後は、生徒が自ら疑問を抱き、解決していく授業を目指したい。そのためには、生徒が課題に気付くことができるような発問が必要である。教師が授業中にどのような言葉を使って課題に導くか、言葉を精選することが必要だと感じた。発問を工夫し、生徒が「なぜだろう?」「確かめてみたい!」と感じ、その課題を解決する授業展開を目指していきたい。

## 4 参考文献

### (1) 新しい科学1 研究編