

対話による問題解決活動を促す問の導出 －顕微鏡の使い方とその理由に関して－

天野 君康
小野瀬 倫也

【要 約】

平成 29 年告示の学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」の実現が重要なキーワードの一つに挙げられている。本研究では、主体的・対話的で深い学びを実現するために、理科授業の振り返り場面において、子どもの対話的な問題解決活動を促す「問」を設定することで、深い学びを実現できると考えた。具体的には、対話による問題解決活動を促す問を作成するための視点を導出し、問を作成した。更に、作成した問を埋め込んだビデオ教材を作成し、授業実践を行った。その結果、意図した問から問題解決活動が生じた。このことから、本研究が導出した問作成の視点の有用性が確かめられたと判断できる。

【キーワード】 対話的な学び、拡張による学習モデル、ビデオ教材、顕微鏡の使い方

1. はじめに

本研究では、子どもの「対話的な学び」に焦点を当てる。中央教育審議会答申（文部科学省、2016）では、「対話的な学び」による授業改善の視点について、以下のように示されている。「身に付けた知識や技能を定着させるとともに、物事の多面的で深い理解に至るためには、多様な表現を通じて、教職員と子供や、子供同士が対話し、それによって思考を広げ深めていくことが求められる。」

また、平成 29 年 3 月に告示された小学校学習指導要領解説理科編では、理科において「子供たちが、学習内容を人生や社会の在り方と結びつけて深く理解し、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするためには、これまでの学校教育の蓄積を生かし、学習の質を一層高める授業改善の取り組みを活性化していくことが必要（文部科学省、2017:3）」と指摘されている。また、これを受け、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を推進することが求められている。以上を理科教育の文脈に言い換えるならば、子どもが対話による問題解決活動を通して科学概念を構築することが重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、対話による問題解決活動を促す問を導出するための視点を明らかにすることである。更に、対話的な学びにつながる問を作成し、ビデオ教材にそれを埋め込む。そして、授業実践を通してその有用性を検証する。まとめると以下のようである。

- ・対話による問題解決活動を促す問作成の視点の導出
- ・問の作成
- ・問を埋め込んだビデオ教材の作成と授業実践

3. 対話的学びを生み出す視点

3.1 構成主義的な子どもの学習観

現代理科学習論における子どもの学習観は、構成主義的な視点から捉えることができる。構成主義について森本（2017）は、「子どもが常に関心のある情報を取り入れ、咀嚼し、その結果、考え方を更新していく」とする。つまり、子どもの頭の中は、真っ白の状態では学習が始まるのではなく、経験から得た知識を用い、自分なりの考えを作り上げるのである。このように、子ども個人での学習を個人的構成主義と呼ぶ。また、社会的構成主義における子どもの学習観とは、「子どもの固有の理論が他者との間に作られた情報の多様なネットワークを背景に構成、修正、発展が図られている（森本、2000）」ものとして捉えられる。この社会的構成主義の考え方は、小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2017）における「対話的な学び」に通ずるものである。つまり、子ども固有の理論が他者との間に作られた情報と交わる時、「対話的学び」につながると考えられる。

3.2 拡張による学習モデル

構成主義の視点から対話的な理科授業をデザインしようとするとき、エンゲストロームの拡張による学習モデルは有用である。エンゲストローム（1999）は、日常状況における生産的学習について、以下のように述べている。「学習者は何も持たずに対象にアプローチするのではない。学習者は、問題を説明し解決するために、ツール、書物、他者による説明などの知識の源泉を頼りにする。そのような知識の源泉は、学習者における道具として役に立つ。学習は、学習者、対象、道具の間の循環的な運動として行われるのである。」つまり、学習課程を「主体」「探求の対象」「道具」が関係し合って成り立つと捉えている。ここでの「主体」とは、子どものことであり、子どもは興味関心

意欲から問題解決をしようとする。また、「探求の対象」とは、学習問題など目の前で起きている問題のことを指す。さらに、「道具」とは、理科の文脈に当てはめるのならば、観察や経験を通して、子どもの中にある概念、観察や実験に用いる機器等、さらには書物や他者による説明のことを指す。ここまでの説明は、図1に示した拡張による学習モデルの上半分のことであり、個人構成主義の考えを基礎としている。

森本（2017）は、拡張による学習モデルを理科教育に当てはめ、学習の社会的側面である「ルール」「集団」「分業」について、以下のように解釈している。「子どもによる問題解決は、学習の道具と学習集団（仲間）を中軸とした授業を計画するとき、円滑にかつ速やかになされていく。」つまり、学校での理科授業は集団の中で行われるものであり、対話的な探究の課程を共同体の中で行われると捉えたものである。

集団での学習は「ルール」と「分業」によって成り立つ。「ルール」とは、集団で学習をする上でのルールであり、「分業」とは、話し合いから意見を出し合うことを指す。本研究において、課題として挙げている対話的学びを促すためには、個での学習から、共同体での学習が必要になるビデオ教材、問の設定が求められる。

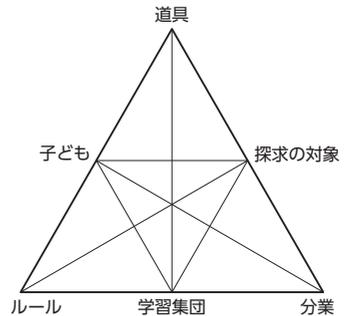


図1 拡張による学習モデル

4. ビデオ教材の作成

4.1 ビデオ教材作成の視点

本研究で作成するビデオ教材は「顕微鏡の使い方」をテーマに定めた。その理由は、第一に、顕微鏡は小学校の理科授業だけではなく、中学校、高等学校での理科授業でも用いられる実験道具である。第二に、「顕微鏡の使い方」は操作の手順や、その操作を行う理由など、子どもの活動や思考がある程度制限された範囲（枠組み）が対象となるからである。よって、「顕微鏡の使い方」のビデオ教材を作成することによって、学習における子どもの考えの変容過程が分析できると考えた。

ビデオ教材を作成するにあたり、顕微鏡の操作段階及び操作の理由を現行の（平成30年度に発行されている）小学校理科の教科書（6社）を基に精査した。その結果、顕微鏡の操作手順は7段階に分類された。表1は、顕微鏡の操作手順段階、操作手順の内容

と操作の理由である。

表 1 「顕微鏡の使い方」の操作手順と操作の理由

操作手順の段階	操作手順の内容	操作手順の理由
段階 1	対物レンズを一番低い倍率にする。	観察物の発見を行いやすくするため。低倍率は見える範囲が広く、観察物の発見、中央に持ってくるという作業が行いやすい。
段階 2	反射鏡を動かす。	観察を行いやすくするため。光の反射で明るく観察を行うことができる。暗いと細部の観察が難しく、不十分になる恐れがある。
段階 3	ステージの上にプレパラートの上のせ、クリップで止める。	プレパラートのずれを防止するため。不安定のまま観察を行うと観察物が見つけられず、不十分な観察になる。
段階 4	対物レンズとプレパラートの間を横から見ながら近づける。	対物レンズとプレパラートの衝突を防ぐため。遠くから近づけていくと衝突して破損の原因になる。
段階 5	のぞきながら少しずつ調節ねじを回す。離していき、はっきり見えるところで止める。	観察を行いやすくするため。のぞきながら観察を行うことでピントの微調節が可能になる。観察を行いやすくするため。ほやけた状態での観察は細部を見ることが不十分である。
段階 6	観察しているものが中央にくるように置く。	中心に置かないと、倍率をあげた際に観察物を見失うことがある。
段階 7	大きく見たい場合はレボルバーを回し、倍率の高い対物レンズに変える。(同時に視野が暗くなる)	観察をよりしやすくするため。さらに細部を見る場合は低い倍率では不十分な観察になる。

4.2 対話による問題解決活動を促す問を作成する視点と仮説

4.2.1 仮説の設定

対話による問題解決活動を引き出す問を作成するために、仮説を立てた。仮説は以下のようなものである。

経験や記憶の再生だけでは解決できず、他の概念を持ち込む必要がある問の設定により、対話による問題解決活動が生じる

つまり、経験や記憶の再生といった、個による問題解決が可能なレベルの間ではなく、個での解決が困難で、且つ解決のためには他者の考えや概念を持ち込む必要がある問の設定である。

これを拡張による学習モデルにあてはめると、図 2、図 3 のようになる。従来の「経験」や「記憶の再生」だけの個での問題解決が出来る問では、「子ども」「探求の対象」「道具」といった上の三角形での学習に留まってしまうと考えた(図 2)。そこで、個人での解決が困難なレベルの間を設定することで、道具、即ち解決に必要な概念が不足し、集団での問題解決活動を行う必要が生じ、結果として子どもの活動が学習モデルの下に振れるのではないかと考えた(図 3)。

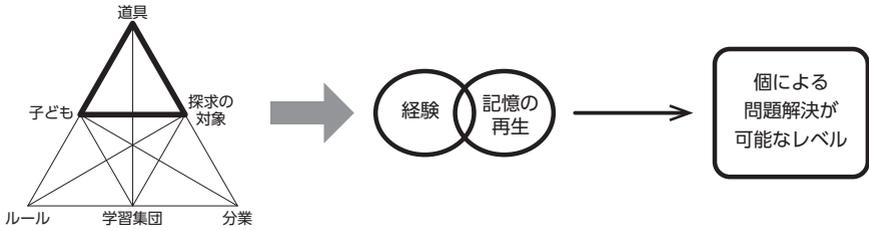


図2 個人的構成主義における学習モデルと問の導出の考え方

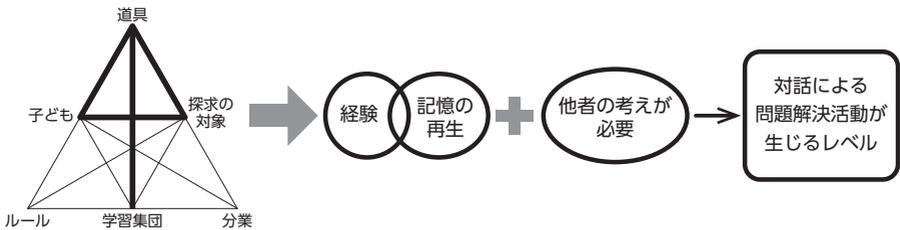


図3 社会的構成主義における学習モデルと問の導出の考え方

つまり、個での経験と記憶の再生だけでは解決できない為に他者の考えの必要感から対話が必然的に生じると考えられるのである。

4.2.2 問の作成

仮説を基に作成した「顕微鏡の使い方」に関する問は以下の3つである。

- 問1 なぜレンズを低倍率から高倍率に上げていくのですか。
 問2 顕微鏡の倍率を上げるとなぜ視界が暗くなるのですか。
 問3 顕微鏡の見え方が暗く見えています。明るく見えるようにするためにはどこをどのように操作しますか。また、なぜそこを操作すると明るく見えるのですか。図を使いながら説明しましょう。(図に無い部分は書き込んでも構いません。)

各問の意図は以下の通りである。

(1) 問1の出題意図

解決に必要な手立ては、「物に近づいて見ると視界が狭くなる」等の生活の中での経験、「前時に顕微鏡を実際に操作した経験」を基に問題解決を行うことが考えられる。このことから、この問は、経験や記憶の再生で問題解決できるレベルである。拡張による学習モデルでは、図4のように解釈できる。すなわち、経験や記憶の再生での解決が可能な問1は、学習モデルにおける上の三角形での解決が可能な問であり、個による問題解決が可能であると考えた。

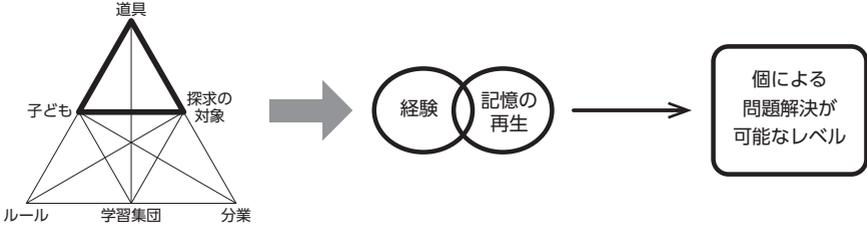


図4 問1における拡張による学習モデル

(2) 問2の出題意図

解決に必要な手立ては、「物を近づけると影ができる等」の生活の中での経験、「前時に顕微鏡を実際に操作した経験」のほか、単位面積当たりの光の量という組立单位的な思考（図5）が必要になる。この組立单位的な思考は子どもの中では発想されづらく、

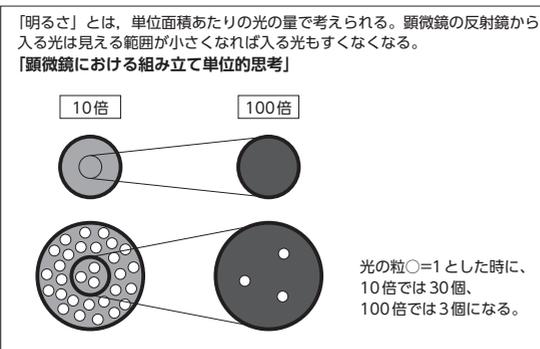


図5 顕微鏡操作における組立单位的思考

対話による新たな考えの創出が必要なレベルの問と考えられる。

組立单位的思考について小倉（1999）は、概念的実体が欠如している子どもは中学校の段階でも多くいると報告している。そのため、小学校の場合には、さらに多くいると考えられ、対話による問題解決活動が促されるのではないかと考えられる。

これを拡張による学習モデルで解釈すると、図6のようになる。すなわち、経験や記憶の再生だけの解決が困難であり、他の概念、すなわち、組立单位的な考えを持ち込む必要がある。問2では、学習モデルにおける「学習集団」としての問題解決活動が促されると考えた。学びのルールや話し合い活動が常態化している学級であれば、対話における集団での問題解決活動が行われると考えた。

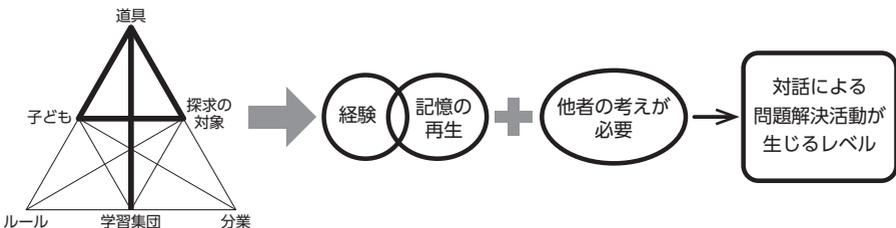


図6 問2における拡張による学習モデル

(3) 問3の出題意図

解決に必要な手立ては、「前時に顕微鏡を実際に操作した経験」が考えられる。この問は、前時までの復習を考えたものであり、経験や記憶の再生で問題解決が可能なレベルであると考えられる。問3は、問1同様、経験と記憶で解決が可能な問であり、拡張による学習モデルでは、図7のように解釈できる。すなわち、顕微鏡を実際に操作した経験から解決が可能な問3は、学習モデルにおける上の三角形での解決が可能な問であり、個による問題解決が可能であると考えた。

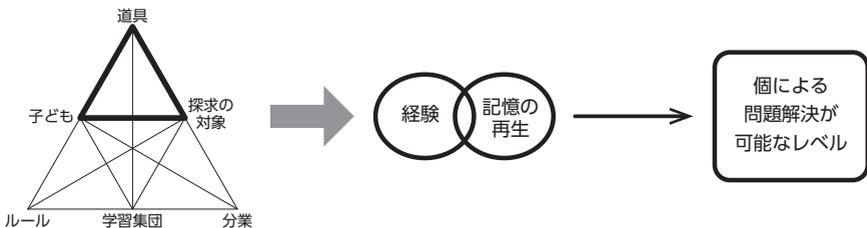


図7 問3における拡張による学習モデル

以上のように、問1、問3は個人の経験や記憶の再生のみで問題解決が可能なレベルである。問2は個人での経験や記憶の再生のみでは問題解決が困難であるレベルとして作成した。

5. 授業実践

作成したビデオ教材の有用性を検討するために、授業実践を行い、その内容と分析方法について述べる。以下は授業実践の内容と分析方法である。

(1) 授業実践概要

期日：平成29年10月

対象：Y市公立小学校1クラス25名

単元：第5学年「生命のつながり」

具体的内容として、本時の学習課題は「(顕微鏡の)操作の理由を知り、理解しよう」である。子どもは顕微鏡の操作方法について単元の中で学習する。振り返り場面において顕微鏡の仕組みに対する問を話し合い(対話的活動)を通して解決するといった流れである。単元の具体的な内容は表2に示す。

1時限目では、子どもは作成したビデオ教材を基に顕微鏡の使い方と顕微鏡の名称に

ついて学習する。2 時限目には、顕微鏡を実際に操作しながら、身の回りの物（本授業では、鉛筆の芯、砂、水道水）を観察する。3 時限目では、顕微鏡を使い、池の水を観察する。池の水の観察から、池の中には目に見えないくらい小さな生物がいて、メダカはそれらを食べながら生活していることを学んでいく。4 時限目から、顕微鏡に関する問を提示する。作成した 3 つの問を 3 時間かけて解決していく流れである。

表 2 対象とした授業実践の構成（全 6 時限）

時限	学習活動
1	作成したビデオ教材を基に「顕微鏡の使い方」について学ぶ。
2	顕微鏡を実際に操作し、様々なものを観察する。
3	顕微鏡を実際に操作し、池の水を観察する。
4	問 1 について、考える。
5	問 2 について、考える。
6	問 3 について、考える。

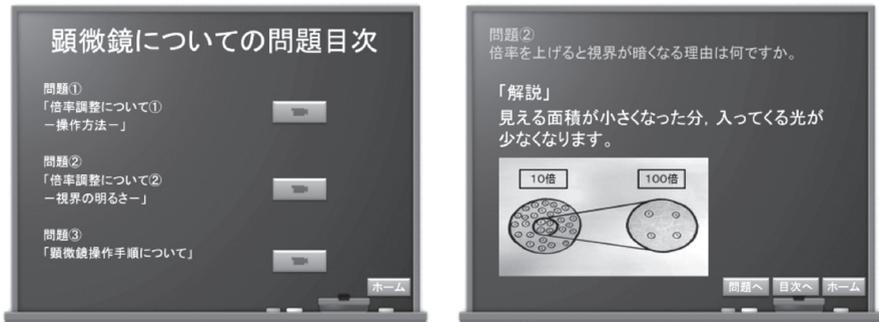


図 8 問題の目次と問 2 の正解

図 8 は問の子どもへの提示画面の一部である。作成したビデオ教材を基に、顕微鏡の使用方法を学んだ後、顕微鏡に関する問を提示した。

5.1 子どもの考えの過程

本節では、調査の中心である仮説と、ビデオ教材の有用性を検証する。授業実践を行った結果、問 2 「顕微鏡の倍率を上げるとなぜ視界が暗くなるのですか。」においてのみ、問題解決活動が見られた。本研究では紙幅の都合から、問 2 についてのみ報告する。以下（図 9）は、問 2 の対話場面の一部である。S は子ども、T は教師である。

- S1) 上からの光ってあるの？
- S2) 直接日光が当たらない明るいところっていうのが条件だから、必ず光はあるはずだと思う。
- S3) 下からの光や量とかが関係してるんじゃないかと思いました。上からの光っていうのはあまり関係が無いんじゃないかと感じました。
- S4) 上からの光が関係あるか関係ないかはまだわからないから、顕微鏡に上からの光が関係あるなら、ステージの周りにカバーをしたら見えにくくなるかなって。
- T1) なるほど。実際に見てみたいらしいと。

図9 問2における対話場面のプロトコル

子ども	教師
<p>【問に対する答え】</p> <p>A. 光は顕微鏡の上から入っていて、倍率を上げた際、対物レンズがステージと近づくことによって対物レンズの影ができて暗くなる。</p> <p>B. 顕微鏡の光は下から入っていて、倍率を上げた際、見える範囲が小さくなった分、入る光も小さくなる。</p>	<p>なるほど。 実際に見てみたいらしいと。</p>
<p>【問題解決活動】</p> <p>対物レンズをカバーで覆ったものと覆わないものを見比べる</p> 	
<p>【新たな答え】</p> <p>問題解決活動の結果、Bに合意</p>	

図10 問2における議論の流れ

問2での議論の流れを示したのが図10である。問2において子どもから出た疑問は「顕微鏡の光はどこからきているのだろうか」である。これを受け、意見A「光は顕微鏡の上から入っていて、倍率を挙げた際、対物レンズがステージと近づくことによって対物レンズの影ができて暗くなる。」、意見B「顕微鏡の光は下から入っていて、倍率を上げた際、見える範囲が小さくなった分、入る光も少なくなる。」という対立した2

つの考えが出された。その後、顕微鏡のステージの上に何も付けられないものと、カバーで覆い上からの光が入らないものを見比べ、問題解決を行うことになった。このように子ども個人での解決が難しく個人の記憶や経験での解決が困難な為、対話的な学習を行う必要性が生じた。このように、学習モデルにおける「学習集団」での学習に振れたと解釈できる。

6. 研究のまとめ

本研究の目的は以下のものであった。

- ・対話による問題解決活動を促す問作成の視点の導出
- ・問の作成
- ・問を埋め込んだビデオ教材の作成と授業実践

仮説「経験や記憶の再生だけでは解決できず、他の概念を持ち込む必要がある問の設定により、対話による問題解決活動が生じる」を立て、これを視点に顕微鏡に関する3つの問を作成した。授業実践の結果、問2「顕微鏡の倍率を上げるとなぜ視界が暗くなるのですか。」では、意図したように対話による問題解決活動が生じた。このことから、本研究における仮説が対話による問題解決活動を促す問作成の視点に成り得ることが分かった。

今後の課題は、子どものワークシートの分析、授業プロトコルの分析をさらに進める事である。また、「顕微鏡の操作」という一つの事例での検証であったため、さらに多くの事例、即ち理科の授業場で検証することが課題である。

謝辞

本研究は、石川正明氏（横浜市立洋光台第一小学校）から多大な支援を受けました。ここに感謝申し上げます。

附記

本研究はJSPS 科研費課題番号 15K04513 の助成を受けたものである。

引用文献

- 中央教育審議会（2016）「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号）」, 50, Retrieved from http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm（平成30年11月23日確認）
- 文部科学省（2017）『学習指導要領解説理科編』, 東洋館出版社, 3
- 文部科学省（2017）『小学校学習指導要領』, 東洋館出版社, 101-105
- 森本信也（2017）『理科授業をデザインする理論とその展開』東洋館出版社, 5-14
- 森本信也ら（2017）『アクティブに学ぶ子どもを育む理科授業』学校図書, 18-22
- 小倉康（1999）『理科的問題解決における生徒の比例的変量関係認識』科学教育研究 Vol.23 No.5, 309-321
- 渡辺理文（2017）「理科授業における分散認知に基づく授業デザインの事例的分析」『日本教科教育学会全国大会論文集』日本教科教育学会, 148-149
- Y. エングストローム（2010）『変革を生む研修のデザイン』鳳書房, 15-51
- Yrjö Engeström（1994）『TRAINING FOR CHANGE: New approach to instruction and learning in working life』International Labour Office, 19-24

- Y. エングストローム (1999) 『拡張による学習活動理論からのアプローチ』 山住ら監訳, 新曜社, 73-84
- 小野瀬倫也 (2018) 「子どもの科学概念構築を促す授業デザイン支援システムの検討－授業改善支援事業での実践を通して－」『初等教育論集』 国士舘大学, 18-30

参考文献

- 天野君康・小野瀬倫也 (2017) 「対話的学びを導く問いの設定に関する研究－顕微鏡の使い方とビデオ教材作成を通して－」『日本理科教育学会第 56 回関東支部大会研究発表要旨集』 日本理科教育学会, 18
- 天野君康・小野瀬倫也 (2018) 「対話による問題解決活動を促す問いに関する研究－顕微鏡の使い方とその理由に関して－」『日本理科教育学会第 68 回全国大会発表論文集』 日本理科教育学会, 349
- 以下は、参考にした小学校理科の教科書である。
- 有馬朗人ほか 43 名 (2015) 『新編たのしい理科 5 年』 大日本図書, 55
- 癸生川武次 (2013) 『新編楽しい理科 5 年』 信州教育出版社, 47-48
- 毛利衛ほか 32 名 (2015) 『新しい理科 5』 東京書籍, 158-159
- 大隅良典ほか 54 名 (2015) 『わくわく理科 5』 啓林館, 26-27
- 養老孟司ほか 24 名 (2015) 『未来をひらく小学理科 5』 教育出版, 41
- 日高敏隆ほか 55 名 (2015) 『みんなと学ぶ小学校理科 5 年』 学校図書, 146-147