

[理 科]

探究の過程における「振り返り」から「見通し」の学習活動の工夫

— 中学校3学年「生物と環境」における循環的な学びを促す実践を通して —

真柄 秋成*

1 序論

平成29年告示の中学校学習指導要領解説理科編では、科学的に探究するために必要な資質・能力の育成に向けて、探究の過程を通じた学習活動の充実が求められている。さらに、探究の過程を通して学びを深めていく上で「主体的に学習の見通しを立てたり、振り返ったりする場面を計画的に取り入れるように工夫することが大切である」と示されている。科学的な探究に関わる資質・能力を育成するには、授業の中で「見通し」と「振り返り」の場面を適切に構築していくことが重要である。また、小林(2017)は、探究の過程において『「見通し」と「振り返り」を行いながら、一方向ではなく、循環的な学びを行うことが資質・能力を育てることとなる』と述べている。つまり、学びを深めていくためには、「振り返り」から「見通し」の過程に重点をおいた循環的な学び(図1)を構築し、学習活動の振り返りから、新たな問題解決のためにどのようにすべきかを考えさせることが、重要だと考える。

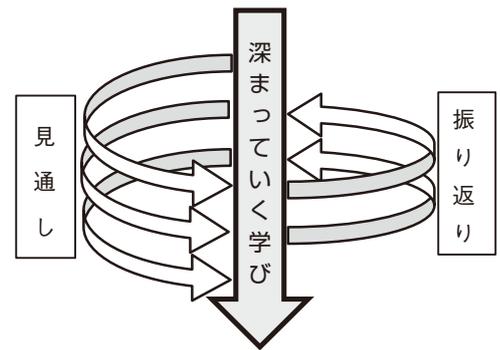


図1 筆者のもつ循環的な学びのイメージ

図1)を構築し、学習活動の振り返りから、新たな問題解決のためにどのようにすべきかを考えさせることが、重要だと考える。

木下(2011)は、小学校3学年「空気と水」の学習で、振り返りを促す質問カードを用いたり、問題解決の過程に沿ったワークシートを用いて学習の振り返りを支援したりすることが、子どもの思考力や表現力の育成につながることを明らかにした。今井ら(2003)は、コミュニケーションでのメタ認知を育成するために、中学校2学年「原子・分子と化学変化」の学習において、ソフトウェアを用いたリフレクション活動を位置付けた授業実践を行い、追究過程においてリフレクション活動を繰り返し実施することで、生徒のメタ認知が育成されることを確かめた。滋賀県総合教育センターが行った平成29年度理科プロジェクト研究(2017)では、中学校3学年「仕事とエネルギー」の学習において、実験結果を他のグループと見比べる中で実験を見直し、より科学的に実証するための実験方法を改善させる実践が報告されている。また、新学習指導要領の告示以降、都道府県の教育機関や教育研究会の広報誌や刊行物には、探究の過程における「見通し」と「振り返り」に重点をおいた指導例が紹介されている(鹿児島県総合教育センター2017, 新潟県中学校教育研究会2017, 新潟県中越教育事務所2019)。

木下や今井の先行研究は、思考力及び表現力の育成や、メタ認知を育成することをねらいとしたものである。現在、学校現場で行われている「見通し」と「振り返り」に関する授業実践は、実践報告や指導例の紹介などが多く、論文としてまとめられているものは少ない。また、「見通し」と「振り返り」に関する先行研究及び実践報告は、エネルギー・粒子領域と比べると生物領域の実践はほとんど見られない。

そこで、本実践では、中学校3学年「(7)自然と人間(ア)生物と環境」の学習において、探究の過程を通じた学習の中に、これまでの学習を振り返って考え、見通しをもって工夫をしながら学習活動に取り組めるよう工夫を試みた。具体的には、分解者のはたらきを調べる実験において、予想に反した結果が得られたときに、自分の立てた予想や実験方法に問題がないかを振り返って解決策を考えて実験に再チャレンジさせた。さらに、調査内容を班ごとに決めて、これまでの学習を振り返りながら、見通しをもって問題解決に向けて取り組む探求活動を、単元の学習に位置付けた。これらの取組によって、生徒が循環的な学びを通して、学びを深められるかを検証した。

*魚沼市立湯之谷中学校

2 研究の目的

循環的な学びにおける「振り返り」の充実を図ることで、問題解決への「見直し」を持たせ、学びを深める。

3 研究の内容と方法

(1) 研究内容

① 予想に反した結果が出たときに、予想や実験方法を振り返り、工夫を加えて再チャレンジする学習活動の設定（実践1）

教科書には、土中の微生物（分解者）のはたらきを調べる実験が掲載されている（図2）。この実験において、ヨウ素デンプン反応が理想通りに見られるかどうかには、様々な要素を調整する必要がある。例えば、実験で用いる土は、腐葉土のような有機物が混ざっているものを使用し、でんぷんのりは0.5～1.0%濃度に調整する。放置する時間は、25～30℃の場合は2～3日間が望ましい。土の加熱は、ガスバーナーで20分以上かき混ぜながら行う必要があるなど、実験を行う条件のコントロールには様々な配慮が必要であり、教師側がねらっている結果の出にくい教科書実験の一つだと言える。

本実践では、この実験の問題点である理想的な条件から外れやすく思い通りの結果になりにくいことを活用する。この実験において、教師から敢えて理想的な実験条件を細かく示すことなく、生徒の予想に反した結果が出るようにした。これにより、生徒は疑問に思ったり、自分の予想や実験方法自体を見つめ直したりすることが考えられる。この振り返りの場面において、予想の根拠を振り返らせたり、実験の進め方を見直したりする中で、実験の方法に改善が必要なことに気付けるようにした。正確な実験結果が得られる実験のポイントを考えさせ、班ごとに工夫を加えた実験方法で再チャレンジさせることで、予想通りの結果が得られるようにした。この学習活動を通じて、探究の過程を振り返り、予想や実験方法を見直すことで、問題解決に向けて見直しをもって学習活動に取り組めるようにした。

② 調査内容を班ごとに決めて問題解決に取り組む探究活動の設定（実践2）

実践1の後、調査内容を班ごとに決定し、問題解決に向けてこれまでの学習を振り返りながら、実験の進め方を工夫して取り組む探究活動を指導計画に位置付けた。土を複数の場所から採取し、デンプンのりとヨウ素液を用いて微生物のはたらきを調べる実験は、教師用指導書に掲載されている。本実践では、採取する土を、生徒の興味や関心に応じて選択させたり、採取する土の深さにも着目させて採取させたりすることで、生徒が見直しをもって工夫をしながら探究活動を進められるようにした。実験の計画立てにあたり、複数の土を選ぶときに、できるだけヨウ素デンプン反応の結果に差がでるような土を選ぶように伝えた。そうすることで、単に「土による違い」を調べるよりも、生徒が微生物と自然環境の関わりを意識して、これまでの学習を振り返りながら計画を立てられると考えたためである。実験方法については、前回の実験（実践1）で工夫したことを生かして取り組むようにさせた。なお、微生物の分布は、土壌の表層部に偏っており、特に有機物や根の存在が微生物の分布に大きく影響する。特に根圏では、根から大量に可溶性の有機物や、根の脱落細胞が供給されている。また、土壌動物の体や糞、そして生活痕（ミミズ糞、坑道）にも微生物は多く分布している（金子2007）。実践を通して、土を採取する場所や地表からの深さによって微生物の働きが異なることを実感させたり、班ごとに調査したことをクラス全体で共有する場面を授業の中に位置付けたりすることで、分解者のはたらきについての理解が深まるようにした。なお、この実験では土によってヨウ素デンプン反応に違いが見られる必要があるが、放置する期間が長いと、どの土でも試験管内のデンプンの分解が進みきってしまい、反応に差が見られにくくなる可能性がある。そのため、デンプンのりの濃度を0.5%とし、放置期間を1日間として設定することで、土ごとのヨウ素デンプン反応の差が見られやすくなるようにした。この日の平均気温はおよそ30℃であった。

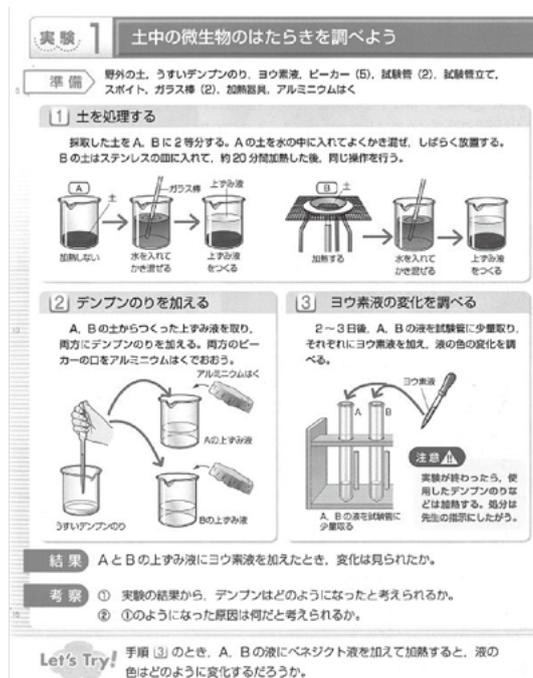


図2 教科書に掲載されている微生物のはたらきを調べる実験

(2) 単元の指導計画

教科書は学校図書のものを使用し、表1に示した単元の指導計画に沿って授業を行った。本単元に当てられる授業時数は、8～10時間程度である。10時間を超えない範囲で実践を行えるよう指導計画を作成した。本研究で行う実験は、実験結果が出るまで日数を要する。中学3年の理科の配当時間が週4時間であるため、実験結果が出るまでの間に授業が組み込まれることがある。その場合は、その先の学習内容を実践に影響が出ないように進め、実験結果の出る日数に達した段階で、実験の続きを行うようにした。

表1 単元の指導計画

指導内容	
第1時	食物連鎖における生産者と消費者の相互関係
第2時	有機物と無機物についての復習 土中の微生物の働きを調べる実験
第3時	第2時の実験の続き（ヨウ素デンプン反応） <u>取り組んだ実験における自分の予想や実験方法を振り返り、工夫を加えて再チャレンジする学習活動（実践1）</u>
第4時	ツルグレン装置を用いた土壌動物の観察
第5時	<u>第4時で行った実践1の続き（ヨウ素デンプン反応）</u> 分解者のはたらきについてのまとめ
第6時	<u>調査内容を班ごとに決めて問題解決に取り組む学習活動（実践2）</u>
第7時	<u>第6時で行った実践2の続き</u>
第8時	生物量と生態系ピラミッド 生態系における生物量のつり合い
第9時	炭素の循環
第10時	炭素の循環の続き 単元末問題

(3) 実践効果の検証

実践前、実践1、2のそれぞれの学習活動における取組の様子を調べるために質問紙による調査を実施した。実践前の調査として、第2時で行った土中の微生物の働きを調べる実験の取組について「実験を行う前に、根拠のある予想を考え、実験することができたか」を問い、5件法（よくできた、割とできた、どちらともいえない、あまりできなかった、全くできなかった）で回答させた。5件法をよくできたを5点、割とできたを4点、どちらともいえないを3点、あまりできなかったを2点、全くできなかったを1点として、実践前の探究活動への取組の得点とした。実践1の調査として、第4時で行った「予想に反した結果が出た際に、予想や実験方法を見直す学習活動（実践1）」について「実験がうまくいかなかった原因を、前回の実験を振り返って考え、実験することができたか」を問い、前述した質問と同様に5件法で回答させたものを得点化した。これらを実践1の探究活動への取組の得点とした。実践2の調査として、第6時で行った「調査内容を自由に選択できる探究活動（実践2）」について「これまでの学習を振り返って、微生物のはたらきに違いが見られそうな土を選び、実験することができたか」を問い、前述した質問と同様に5件法で回答させたものを得点化した。これらを実践2の探究活動への取組の得点とした。得点化したこれらの数値を比較することで、実践1、2の効果を検証した。また、このほかにも、学習を振り返っての感想や気付いたこと、学んだことなどを自由記述で回答させて、その内容からも実践効果を検証した。

3 授業実践

(1) 実践時期と対象

2019年6月下旬から7月中旬にかけて、新潟県の公立中学校3年生（男子12名、女子13名、計25名）を対象に実践を行った。実験は3～4人組で班をつくり、計7班で活動を行った。

(2) 実践内容

ここでは、主に実践に関わる学習場面について記述する。

① 第2時

第2時の授業において「死がいや落葉などの有機物がなくなってしまうのはなぜだろうか？」と生徒に発問した。生徒から「微生物が死がいや落葉を食べるからなくなる」という発言を引き出した後、教科書に掲載されている土中に存在する微生物のはたらきを調べる実験の進め方を説明した。一連の手順を説明した後、生徒に「もし土中に微生物が存在するのなら、ヨウ素液を加えたときの反応はどうなるだろうか。」と問いかけた。実験の予想を個人で考えさせて班ごとに話し合わせた後、クラス全体で発表させた。生徒からは「焼かない土は微生物がデンプンを食べるので、ヨウ素液は反応しない」「焼いた土の方は、微生物が加熱によって死んでいてデンプンが残っているので、ヨウ素液が反応する」などの考えが挙がった。生徒に予想させた後、班ごとに実験に取り組みさせた。なお、この授業においては、実験材料として、土は微生物のはたらきあまり活発ではないグラウンドの土を用意した。さらに、デンプンのりは本来用い

る濃度よりも高い2%濃度で調整し、理想的な実験条件を外すようにした。放置期間の気温は、およそ $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ だった。

② 第3時(実践1)

2日後、ヨウ素液の反応を調べた。その結果、7班中5班が、A、Bの両方ともヨウ素液が青紫色に染まる反応を示し、他の2つの班は、Aの方がBよりもうすい青紫色を示した。生徒からは「あれ?」「なんで?」「おかしい!」などの声があがった。教師が「なんでおかしいの?」と聞くと、「Aの方は微生物がいてデンプンを食べるから、ヨウ素液が反応しないはずなのにヨウ素液が反応してしまった」のように、自分の考えた予想と違う結果になってしまったことに疑問を持っているようだった。「予想の考え方が違ってないんじゃないの?」と教師が問いかけ、予想の根拠を振り返らせると、生徒はしばらく考えた後、「予想は間違っていないと思う」「土の中に微生物がいるのだから、デンプンが減って、ヨウ素液が反応しなくなるはずだ」のように答えを返した。そこで「では、何が原因で予想通りにならなかったんだろう?」と問いかけた。しばらく個人で考えさせた後、班ごとに意見交換を行い、クラス全体で発表させた。生徒からは「土にあまり微生物がいなかったのではないか?」「微生物がデンプンを食べきれなかった」「気温が低かったからだと思う。」「火力が弱くて微生物が死滅していなかったから」「放置する時間が短かったのではないか」など、実験の進め方に原因があったとする考えが多く挙がった。生徒の考えを黒板に書き出した後、「みんなから出た考えをもとに工夫して実験を計画し直し、もう一度取り組んでみよう」と投げかけた。

生徒は、班ごとに実験で工夫するポイントを相談しながら計画を立て、実験に取り組んだ。林の中のように、動植物が多く見られ、自然が豊かなところの方が土に微生物が多いと考えた班は、校舎周辺の林の中の土を採取した。ある生徒から「土はどれくらいの深さまで掘ってとってくればいいですか?」と質問があった。土の深さによる微生物のはたらきの違いは、次の実践における調査内容として残しておきたかったので、ここでは「地表面部の辺りに微生物が多い」とは伝えずに「前回、先生は地表面を少し掘った辺りの土をもってきたよ。」とだけ伝えた。土の加熱においては、どの班もガスバーナーで20分以上の時間をかけて、土をときどき混ぜながらまんべんなく加熱するようにしていた。放置する場所は、日当たりがよく気温が高くなりやすそうな窓辺やベランダなどを選んでいて、放置する期間は、前回よりも1日長い3日間とした。

③ 第5時(実践1の続き)

3日後、ヨウ素デンプン反応を調べた。すると、どの班も焼かない土ではヨウ素デンプン反応はほとんど見られず、焼いた土との差がはっきりと現れた。生徒の中からは「おお~」「やっぱり!」などの声があがった。その後、自分の予想と実験結果を照らし合わせながら考察させた。また、今回の実験にあたって工夫したことや見直したことを改めて具体的に振り返らせた。生徒の言葉を引き出しながら振り返りをし、実験が予想と反した結果になったとき、予想や実験方法を見直すことの大切さについて説明した。この時間の最後に教科書を用いて分解者のはたらきについてまとめを行った。

④ 第6時(実践2)

始めに前時の学習を振り返らせた後、「前の時間の実験では、班ごとに微生物などが多そうな土を選んだけれど、土によって、そんなに微生物のはたらきって違うのかな?」と問いかけた。生徒からは「土によって違うと思う」「自然豊かなところは多いと思う」などの考えが挙がった。生徒の考えを聞いて「土によって違うと思う人が多いのは分かったけど、実際のところは調べてみないと分からないよね。」と答えた。これに続けて、「前の時間に『土ってどれくらいまで掘ってとればいいのか?』と質問した人がいたんだ。土のある深さによっても微生物のはたらきは違うのかな?」と質問すると「比べてみないと分からない」「深いところの方が微生物が住みやすそう」「植物に近い土の表面の方が菌類・細菌類は多いと思う」などの考えが挙がった。生徒の考えを引き出した後、「土によって微生物のはたらきが違うのかを確かめてみよう」と投げかけ、班ごとの活動に取り組ませた。

生徒は、校内にある畑、学校内の林の土、花壇の土、植物がみられる食堂裏の土、グラウンドの土など班ごとに調べてみたい土を選び、実験を行った(写真1)。「畑の作物がよく育っているから、微生物の働きが活発な感じがする」という理由から校内の畑の土を選んだり、「グラウンドは生物が少ない。」という理由からグラウンドの土を選んだりするなど、生徒は土に存在する微生物のはたらきを予想しながら、見直しをもって実験を行った。深さを調べることにした班



写真1 班ごとに調べたい土を採取する様子

は、同じ場所の土を地表部と深さ20cmから採取し、比較できるようにしていた。班ごとの活動の様子を見ながら、必要に応じて採取してくる土の深さや使用する土の量などの条件を揃えるように指導した。

⑤ 第8時（実践2の続き）

翌日、ヨウ素デンプン反応を調べた。どの班も土によってヨウ素デンプン反応の結果が異なる様子が確認できた。「こんなに違うんだ!」「理センの畑すごい!」「グラウンドも微生物いるんだ」などの声が生徒から挙がった。実験結果をクラス全体で共有するために、それぞれの土のヨウ素デンプン反応を、5段階（5：変化なし～1：青紫色）で評価させた。その評価を班ごとに黒板にまとめ、クラスで共有した（写真2）。結果をもとに考察させると、生徒からは「学校の畑は微生物のはたらきが活発だと思う」「深いところよりも浅いところの土の方が微生物のはたらきが活発だと思う」などの考えが挙がった。自分の班以外の実験の結果を共有し、クラス全体で考察することで、採取する土の種類や深さによって微生物のはたらきが異なるなど、微生物のはたらきについての学びを深めた。

1班	2班	3班	4班	5班	6班	7班
グラウンド 3	グラウンド 3	グラウンド 3	グラウンド 3	食堂裏 2	池 3	校舎裏 5
グラウンド 2	畑 4	食堂裏 4	グラウンド 1	グラウンド 3	側溝 2	グラウンド 4
畑 4			木の下の土 5	花壇 5	武道場裏 4	グラウンド 2
畑 3			木の下の土 3			

写真2 クラスで共有した各グループの微生物の働きについての評価

4 実践の結果

得点化した質問紙調査の結果を比較したところ、実践が進むにつれて高くなった（実践前の平均±SE=4.0±0.17、実践1後の平均±SE=4.4±0.15、実践2後の平均±SE=4.6±0.11、図2）。

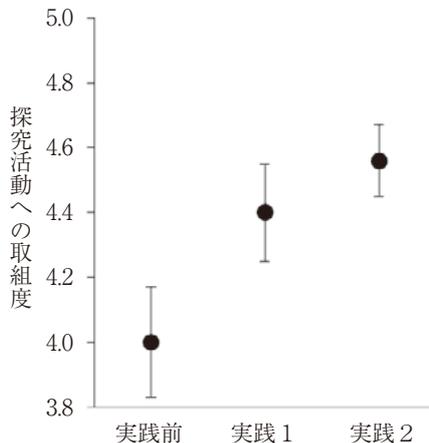


図3 探究活動への取組度の比較

●は平均、棒は標準誤差を示す。

表2 実践後に行った自由記述の分類

記述内容の分類	人数
微生物のはたらきについて学習理解が深まったことを示す記述	18
自分で考えて工夫しながら取り組むことができたことを示す記述	15
工夫することで結果が変わっておもしろかった、嬉しかったという記述	7
目に見えない微生物への関心が高まったことを示す記述	4
実験の進め方で結果が大きく変わることが分かったという記述	4
微生物は加熱してもそう簡単に死滅しないことが分かったという記述	1
微生物のはたらきについてもっと調べる必要があるという記述	2

※1人の生徒が複数の文章を記述している。

実践後に行った自由記述の回答を6項目に分類した（表2）。記述の内容は概ね実践のねらいに沿った回答であった。「微生物の多い土と土の種類や深さによって分解者のはたらきが違うことが分かった」「実験を繰り返して行うことで、微生物のはたらきについての理解が深まった」「実験の結果がよくなかったとき、原因を振り返って考えて実験を行うことで、分解者のはたらきについてより深く考え、理解することができてよかった」のように微生物のはたらきについて理解が深まったと回答した生徒が18名と最も多かった。次いで、「始めはやり方があいまいだったけど、何回もやるうちに条件を揃えて予想をして実験ができてよかった」「実験がうまくいかなかったとき、班で工夫して実験することができて良かった。これからの実験では、なぜ成功したのか、失敗したのかを振り返ることができるようになっていく

い」「自分たちで実験の内容を考えてやってみて、いつもよりも考えることができた」など、これまでの学習を振り返って考え、工夫しながら学習活動に取り組むことができたとする回答が15名見られた。「最初の実験では、変化の違いがあまりなかったけれど、工夫したら結果がしっかり出てうれしかった」「みんなで考えて実験の条件を変えると、結果が変わったのでおもしろかった」「自分たちで土を取りに行き、実験が成功してとても達成感があった」のように、工夫することで結果がしっかり出たことに嬉しさを感じたり、結果が変わることにおもしろさを感じたりしたという回答が7名見られた。

5 考察

探究活動への取組度が、実践前よりも実践1、実践1よりも実践2と上昇したことから（図2）、問題解決に向けて「見直し」を持たせる「振り返り」の充実を図り、循環的な学びが促すことができたと考えられる。

自由記述の分類において（表2）、「微生物のはたらきについて学習理解が深まったことを示す記述」が最も多かったことから（18名）、これまでの学習を振り返り、問題解決に向けた「見直し」を持って活動に取り組ませる活動を循環的に進めたことが、微生物のはたらきについての学習理解を深めることに結びついたと考える。「自分で考えて工夫しながら取り組むことができたことを示す記述」をした生徒が15名見られたことから、多くの生徒が、「振り返り」によってこれからの活動に見直しをもつことができたことで、工夫しながら取り組めたと考えられる。「工夫することで結果が変わっておもしろかった、嬉しかった」という記述（7名）した生徒が多く見られたことから、自分たちの行った工夫によって結果がしっかりと出たことが、さらに学びを深めていく態度に結びついたと考える。

6 まとめ

本実践は、循環的な学びにおける「振り返り」の充実を図ることで、問題解決への「見直し」を持たせ、学びを深めることが目的であった。予想に反した結果が出たときに、予想や実験方法を見直して再チャレンジする学習活動と、調査内容を班ごとに決めて問題解決に取り組む探究活動において、それまでの学習の振り返りを生かして考えさせたことで、生徒は問題解決に向けて「見直し」をもって探究活動に取り組み、学びを深めることができた。「見直し」と「振り返り」に関する授業実践の論文が少なく、とりわけ実践例の少ない生命領域の学習において、一定の実践効果を検証できたことは意義のあることだと考える。

本実践を通して、探究の過程における循環的な学びを進めていく上で、学習活動の基盤づくりの重要性を感じた。実践中は、生徒同士の関わり合いや、班単位で野外に出て活動することが多かった。これらの活動は、生徒同士の関わり合いや授業規律などの学習活動の基盤が整っていたからこそ、学習活動が充実し、学びを深めることができた。このような視点からも、学習活動の基盤づくりは、探究の過程を通して学びを深めていく上で大切な要素だと考える。

今後、他の単元の学習においても、循環的な学びを促す学習活動の工夫を試み、生徒の学びを深められるよう授業改善に努めたい。

【参考文献】

- ・今井 靖, 鈴木真理子, 加藤久恵, 永田智子, 箱家勝規, 中原 淳「コミュニケーションでのメタ認知を育成するリフレクション活動を取り入れた授業実践と評価 - 中学校理科授業での事例 -」『日本教育工学会論文誌』No.27, 2003年, 121-124pp
- ・金子信博「土壌生態学入門」東海大学出版, 2007年, 18-19pp 33-34pp
- ・鹿児島県立総合教育センター:「指導資料 理科」第313号, 2017年
- ・木下博義「日本教材文化研究財団 研究紀要第40号」, 2011年3月
- ・小林辰至 編著『平成29年改訂中学校教育課程実践講座理科』ぎょうせい, 2017年, 15pp
- ・滋賀県総合教育センター『「深い学び」の実現を目指す理科の授業づくり』, 2017年
- ・新潟県教育庁中越教育事務所「授業改善リーフレット2019」, 2019年
- ・新潟県中学校教育研究会「C l a s s 学び合う授業」第4号, 2018年, 26-33pp
- ・「中学校科学3 教師用指導書下巻(2分野)」学校図書, 2012年
- ・文部科学省「中学校学習指導要領解説理科編」大日本図書, 2017年