

小学校理科における意味形成の過程の分析

—第6学年「植物の養分と水の通り道」を事例に—

横浜国立大学大学院教育学研究科

阿部 共沙

横浜市立三ツ沢小学校

遠藤 寛

横浜国立大学

和田 一郎

1 問題の所在と研究の目的

平成 29 年告示学習指導要領において、資質・能力の涵養に向けて、「主体的・対話的で深い学び」の実現が求められた（文部科学省, 2017）。中でも「対話的」な学びについて、中央教育審議会答申では、「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」ことを指摘している（文部科学省, 2016）。これに関して、令和 4 年度の全国学力・学習状況調査において、「学級の友達との間で話し合う活動を通じて、自分の考えを深めたり、広げたりすることができましたか」の項目を肯定的に捉えている子どもの方が、学力調査の理科の正答率が高い傾向にあった（国立教育政策研究所, 2022）。一方で、小学校教師を対象とした「調査対象学年の児童生徒に対して、前年度までに、授業において、児童生徒の様々な考えを引き出したり、思考を深めたりするような発問や指導をしましたか」の項目においては、平成 24 年度から継続して「よく行った」と答えた教師の割合が 30% 前半にとどまり、約 60% の教師が「どちらかといえば、行った」と答えている（国立教育政策研究所, 2022）。この結果から、平成 29 年告示学習指導要領で「主体的・対話的で深い学び」の実現が求められるようになったにもかかわらず、子どもの考えを引き出すことや思考を深めるための教師の支援に関する取り組み状況の変化は乏しいものであるといえる。

以上から、考えを広げ、深めることができる対話の実現を目指した理科授業の支援方略の開発が不可欠であると捉えられる。そこで、このような対話の実現に向けて、

本研究では「意味形成 (meaning-making)」の視点に着目した。

まず、「意味形成」の意味について述べる。Mortimer and Scott (2003) は理科授業における意味形成の意味を 2 つの立場から述べている。まずヴィゴツキー (1962) の立場から、意味形成は学習者が対話を通じて、自らの理解と社会的な場での考えを比較し、解釈する継続的なプロセスであるとした。また、バフチン (1996) の対話的な立場から、その共同研究者である Voloshinov (1929) の指摘を援用し、意味形成が個人内のみならず、社会的な対話の中でも起きることを示した。これらの指摘を踏まえ、本研究における意味形成の定義を「既存の考えと新たな考えを比較し、解釈する継続的な対話過程」とした。このようなことから、考えを広げ、深めることができる対話の実現を志向するとき、意味形成の視点は有益な機能を果たすと考えられる。

次に、こうした意味形成としての対話は、対話過程の中で考えを比較、解釈しながら、新たな考えを生み出したり、考えを修正したりする姿として想定される。すなわち、子どもの思考が広がり、深まる対話の実現にむけて、単に対話の場を用意すればよいのではなく、意味形成としての対話過程を実現することが求められていると捉えられる。なお、学習は社会的文脈から個人理解への移行を伴う (ヴィゴツキー, 1962)。そのため、まずは社会的な認知の相互作用の中での意味形成の実態を詳細に捉える必要があると考えられる。

社会的な認知の相互作用の中での意味形成に関する先行研究として、Mortimer and Scott (2003) は、理科授業の教師と子どもの相互作用における意味形成について

小学校理科における意味形成の過程

対話分析を行い、教師の発話内容を分析するフレームワークを提唱した。また、Chin (2006) は、理科の探究の中で、対話を通じて子どもの知識構築を図っていくうえでの教師のフィードバックの方法を4種類特定した。このように、理科授業における社会的な認知の相互作用の中で、外部に現れた発話内容を詳細に捉える方法や、意味形成に関わる教授方略などの研究がなされてきている。

ただし、意味形成としての対話過程がどのように生じているのか、その過程はいまだ検討されていない。先述した定義から、意味形成としての対話を目指すうえでは、発話の内容を詳細に捉えるだけでなく、発話の背後に存在している考えの比較や解釈の過程を明らかにすることが必要であると考えられる。そして、この対話過程を詳細に捉えることで、意味形成としての対話の実現に繋がる知見が得られると考えられる。

そこで、この課題の解決に向けて、本研究では Caloran, Plain and Walirip (2008) が提唱した三位一体の教育モデル (Triadic Pedagogical Model) (図1) に着目した。これは教師と子どもの認知の相互作用について、表象とその解釈の観点から詳細に捉えたモデルである。社会的な対話過程は、互いの発話、すなわち表象を解釈し合うことで進められていくことが想定される。そのため、このモデルを対話分析に援用することで、教師と子どもが互いの表象を解釈する対話過程として、意味形成の成立を構造的に捉えることができると考えた。

以上を踏まえ、本研究では、小学校理科の意味形成としての対話過程について、三位一体の教育モデルを援用して事例的分析を行い、意味形成の過程の構造を見出す。その上で、意味形成としての対話連鎖の成立要因を明らかにすることを研究の目的とする。

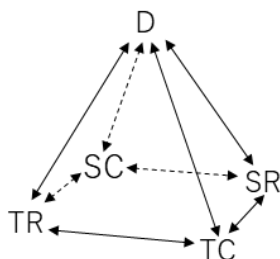


図1 三位一体の教育モデル (Triadic Pedagogical Model) (略語: D: 領域 (Domain), TR: 教師の表象 (Teacher Representations), SC: 子どもの考え方 (Student Conceptions), TC: 教師の考え方 (Teacher Conceptions), SR: 子どもの表象 (Student Representations))

2 意味形成としての対話の抽出

意味形成の成立過程の分析にあたり、本研究では先述した意味形成の定義に基づき、学級内での考えの比較や新たな考えが生まれた対話を抽出する。そして、学級でのまとまった考えに至るまでの対話過程を1つの意味形成のユニットと見なし、これを分析対象とした。

3 三位一体の教育モデル

3.1 三位一体の教育モデルの成り立ち

ここで、Caloran et al. (2008) の提唱する三位一体の教育モデルについて説明する。

まず、記号論を提唱した Peirce (1931-58) は、「記号の表象 (Representation of sign)」とその「世界における参照元 (Referent in world), 対象 (Object)」, 記号の表象と対象を繋ぐ「解釈項 (Meaning)」が関連付くことで、記号を認識したり、思考したりすることができることを指摘している。Caloran et al. (2008) はこの3項関係は「意味形成に不可欠な要素である」と指摘し、図2のように整理した。

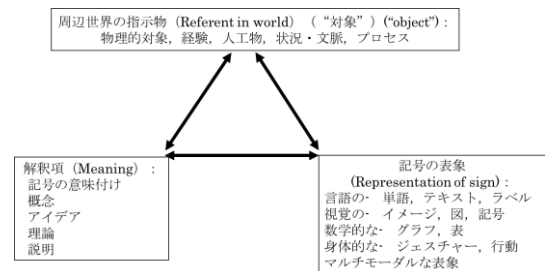


図2 Peirce の3項関係 (Peirce's triadic model)

また、Caloran et al. (2008) は、Roberts (1996) の教授スタイルと表象に関する指摘を援用、拡張し、「領域 (Domain)」、「教師 (Teacher)」、「子ども (Student)」の3項関係の教授スタイルが有効であることを捉え、図3の「Triologue」スタイルとして整理した。

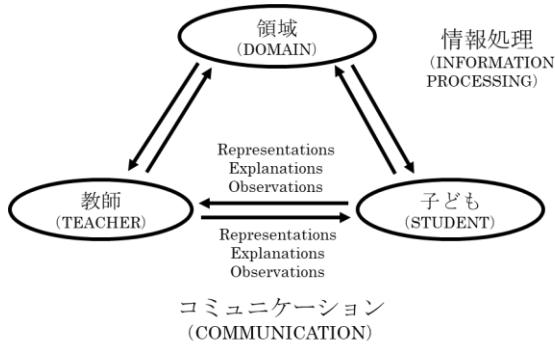


図3 「Triologue」スタイル

そして、これら Peirce の 3 項関係と、「Triologue」スタイルの 2 つの 3 項関係を組み合わせることで、子どもの表象を促すための授業構造として図 1 の三位一体の教育モデルを提唱した (Caloran et al., 2008)。

このような成り立ちから生まれた三位一体の教育モデルは、「領域 (D : Domain)」(Peirce の 3 項関係における「対象」) を共通項としながら、Peirce の 3 項関係を教師と子どもの 2 側面に配置し、その関連から教師と子どもの対話における認知の相互作用を説明しているモデルとして捉えられる。

3.2 理科として捉える三位一体の教育モデルの各頂点

三位一体の教育モデルの各頂点を、理科授業の対話の場面として捉えなおすと、学級に現れた発話等の外部表象として「教師の表象 (TR : Teacher Representations)」あるいは「子どもの表象 (SR : Student Representations)」として捉えられる。そして、これらの外部表象の対象となる対話内容が、教師と子どもに共通する「領域 (D : Domain)」(Peirce の 3 項関係における「対象」) であると捉えられる。なお、理科授業においては、問題解決の段階ごとに対話が進行することが考えられる。そのため、「予想の主張」についての対話や、「実験計画」の対話、「考察の根拠」についての対話などが、対話の対象である「領域 (D : Domain)」に位置付くと考えられる。さらに、記号の表象と対象を繋ぐ解釈項には、教師や子どもの発話の背景にある考えが関連付くと考えられる。すなわち、TR の背景にある考えは「教師の考え方 (TC : Teacher Conceptions)」, SR の背景にある考えは「子どもの考え方 (SC : Student Conceptions)」として捉えられる。

以上より、三位一体の教育モデルの各頂点の意味を踏まえ、これらの頂点の内容を表 1 のように整理した。

表 1 三位一体の教育モデルの各頂点の内容 (Caloran et al., 2008 をもとに作成)

頂点	内容
D (領域)	対話の対象
TR (教師の表象)	D に関して何らかの意味を持つ教師の外的表象
SR (子どもの表象)	D に関して何らかの意味を持つ子どもの外的表象
TC (教師の考え)	教師自身の発言 (TR) の背景にある考え
SC (子どもの考え)	子ども自身の発言 (SR) の背景にある考え

4 小学校理科における事例的分析

4.1 分析方法

本研究で分析対象とした実践者は、小学校教師経験年数 15 年以上の豊富な経験を有し、理科授業において、子どもの考えに的確に介入しながら対話を進めることができる教師である。この実践者の理科授業を 2022 年度において年間通じて記録し、その中で、特に意味形成が際立った対話過程を抽出し、本研究の分析対象とした。

具体的な分析手法として、まず、ビデオカメラの授業記録に基づいて、板書内容を含む発話プロトコルを作成した。また、授業内での発話者 (教師、子ども) を対象として、発話の意図を聞き取るインタビューを実施した。これらを三位一体の教育モデルの各頂点の内容 (表 1) に基づいて分析し、対話過程の構造化を試みた。

4.2 事例概要

本実践は、2022 年 9 月に、横浜市内公立小学校第 6 学年を対象に実施された。単元内容は、理科「植物の養分と水の通り道」の蒸散に関わるものである。授業の概要は以下の表 2 の通りであり、全 4 時間で展開された。

表2 「蒸散」の学習の授業概要

時	授業内容
1	<ul style="list-style-type: none"> ・学習問題「植物の葉までたどりついた水は、その後どうなるのだろうか」を設定した。 ・個人で予想を考えた。
2	<ul style="list-style-type: none"> ・予想の共有を行った。「水を水蒸気として葉から出す」, 「エネルギーとして体内に保管する」の2つの主張に分けて整理し, 水蒸気として葉から水を出すといえる理由を明確にした。 ・不要な水が葉から水蒸気として出されているかを確かめる実験方法を考えた。
3	<ul style="list-style-type: none"> ・実験を実施した。(葉がある植物と, 葉を取った植物と, 葉にアルミホイルを被せた植物にポリ袋をかけ。日光を当てる)
4	<ul style="list-style-type: none"> ・個人で考察を考え, 全体で共有した。 ・結論をまとめた。

4.3 対話の三位一体の教育モデルによる分析結果

本事例分析では, 第2時の予想の共有場面の中で, 「水蒸気として葉から水を出している」といえる理由を明確にする対話を分析対象とした。この対話ユニットは, 他者との考えの比較や考えの解釈に関する連続的な対話がなされた「意味形成」の場面に位置付くと判断したため

である。

表3に, 対話の発話プロトコル(板書を含む), およびこれらの発話の背景にある考えとして教師と子どもにインタビューした結果を示した。これらの対話過程における発話プロトコルについて, 三位一体の教育モデルの各頂点との対応について整理する。

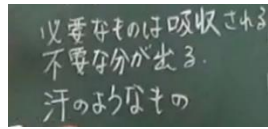
まず, 対話の対象(D)についてである。本対話では, 教師と子どもが共通して「水蒸気として葉から水を出す」といえる理由について対話した。したがって, この場面では「予想の理由」を「領域(D)」として一貫した対話が展開されたと捉えられる。

次に, 表3の教師(T)と子ども(Ca~Ce)の発話プロトコルおよびこれに関わる教師の板書と, 各頂点の要素との対応関係について分析する。これらは, 教師と子どもの発話, さらに教師の板書は「予想の理由」についての外部表象である。したがって, これらをそれぞれ現れた順にTR1~TR5, SR1~SR6とした。さらに, これらの発話の背景にある考えを教師および子どもにインタビューし, それらを教師および子どもの考えとしてTC1~TC5, SC1~SC6として整理した。

表3 「蒸散」に関わる予想場面の意味形成(T:教師, Ca~Ce:子ども)

	発話内容(教師と子どもの外部表象)	インタビュー内容(教師と子どもの考え:解釈項)
T1	でも, 水蒸気として出してるって人は, Caさんは, 水蒸気として出してるんじゃないかって。でもおかしくない? せっかく吸収した水なんて出しちゃうの? いらなの? → TR1	TC1: わざわざ吸い込んだやつをなぜもう一回出すんだよって。説明つかないじゃん。ためこんでるほうが説得力ある。「いらなの?」って, 考えるのが子どもの自然な思考かなと思って。塾で知ってるだけだろうと思って揺さぶってる。
Ca1	必要な分は吸収して, いらなくなったのは出す。 → SR1	SC1: 必要な分を吸収しないでいたら枯れちゃうじゃん。でも, 吸いすぎてしまった場合, いらなくなった分出さないと, 変なことになっちゃうでしょ? だから, いらなのから出してるっていうよりかは, 必要な分だけ吸収して, そっからいらなくなったのは出すっていうふうに考えた。
T2	必要な分だけ吸えばいいじゃん。 → TR2	TC2: せっかく吸い上げた水はなぜわざわざ出さなきゃいけないんだってところに疑問を持って欲しかった。
Cb1	パンパンになっちゃう。 → SR2	SC2: 吸収したのをそのままにして水どんどん吸ったら出すところがなくなってどんどんパンパンになっちゃって, 大変じゃん? だから, いらなくなったのは出さないとってこと。
T3	パンパンになっちゃう? → TR3	TC3: パンパンになっちゃう?
Cc1	だって, 水あげすぎたら, 枯れる。 → SR3	SC3: 前になんか家でオジギソウ育てたときに, 水をあげすぎると枯れますって書いてあって, だから, 水あげすぎたら枯れちゃうって。(中略) 必要な分だけ吸うとかはできないって。

	発話内容 (教師と子どもの外部表象)	インタビュー内容 (教師と子どもの考え：解釈項)
T4	たしかに。キュウリサイドにしてみればあれだよ ね。人に勝手に与えられるものだから。あ、いや でも、根っこから自分で吸いたいただけ吸えばいい のに。いや、そんなことできないのか？ → <u>TR4</u>	TC4：たしかに。キュウリサイドにしてみればあれだよ ね。人に勝手に与えられるものだから。あ、いやでも、根っこ から自分で吸いたいただけ吸えばいいのに。いや、そんなこと できないのか？
Cd1	そういう仕組みになってるから。 → <u>SR4</u>	SC4：植物は、根から水を吸う仕組みになってるから、人間 みたいに水を吸う量を変えたりできるわけじゃないし、もし そういうことできるとしても何十年もかかるから。
Cb2	人間で考えてみるとあれだけ。 → <u>SR5</u>	SC5：(植物と人間は) 完全には一緒じゃないなって思っ て。人間はいらなくなったもの出すけど、植物は、なんか、 必要な分だけ吸ってるんだったらおなじ仕組みじゃないよ なって思っ。
Ce1	汗みたいなもの。 → <u>SR6</u>	SC6：植物が水蒸気を出してるっていうのが、人間だったら 汗みたいな感じかなって思っ。
T5	あーでも確かに。人間も。汗みたいな感じ。必要 なものは吸収されるけど？ そうね、人間も必要な 分だけ飲んでるつもりだけど、やっぱり汗として 出たりとか。 → <u>TR5</u>	TC5：あー確かにそうか、人間も確かにいらんもん勝手に出 してるなって、自然と。必要な量吸収するけど。多分これ話 しながら俺も納得してんだよ。そういうことかって。



これらの発話の連鎖過程を図1に基づき整理したところ、図4のように三位一体の教育モデルの連鎖構造が見出せた。具体的には、学級として「予想の理由」に関する考えがまとまるまでの対話過程において、主に予想の理由 (D) に関する教師の発話 (TR) を子どもが解釈する (SC) 面と、予想の理由 (D) に関する子どもの発話 (SR) を教師が解釈する (TC) 面が交互に連鎖する構造であった。同時に、Cb 児 (SC5,SR5) のみ、後に続く Ce 児の考えを促す重要な他者として機能している構造 (図4黄色面) となっていた。このように、意味形成としての対話において、三位一体の教育モデルにおける2面 (面D—TR—SC, D—SR—TC) が継続的に連鎖していることが明らかとなった。

これに関わり、こうした面の連鎖は三位一体の教育モ

デルにおける頂点 TC, SC の部分から生じていた。これは、意味形成としての対話の成立が、教師や子どもの考えである TC および SC の内容に左右されるということの意味する。そこで、次にこうした面の連鎖が生じる要因について検討する。TC, SC は図2の Peirce の3項関係における「解釈項」に該当することから、この観点から詳細に対話過程を捉えることで、どのような解釈項の機能が意味形成としての対話を促すことに繋がるのか捉えることができると考えられる。

5 「解釈項」に着目した分析

Caloran et al. (2008) は、図2に示したように、Peirce の3項関係の「解釈項」について、「記号の意味付け (Sense made of sign)」「概念 (Concept)」「アイデ

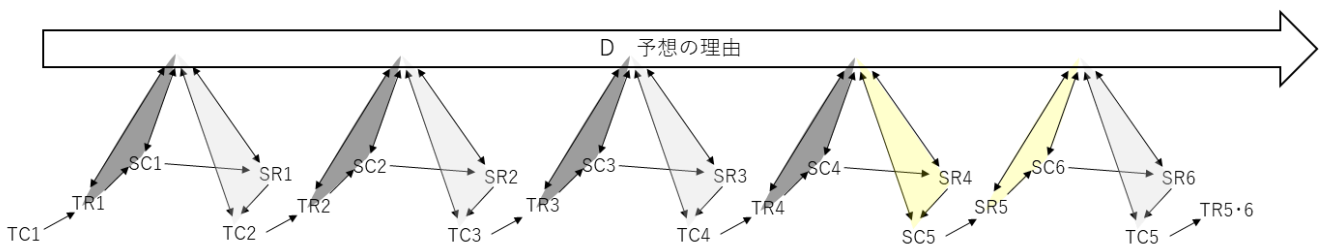


図4 三位一体の教育モデルによる分析結果 (略語：D：領域 (Domain)，TR：教師の表象 (Teacher Representations)，SC：子どもの考え方 (Student Conceptions)，TC：教師の考え方 (Teacher Conceptions)，SR：子どもの表象 (Student Representations))

小学校理科における意味形成の過程

ア (Idea)」「理論 (Theory)」「説明 (Explanation)」の5つの要素があることを示している。そこで、先に示した三位一体の教育モデルによる分析に加え、TCとSCそれぞれに、「解釈項」の5つの要素を適用、拡張することで、意味形成の過程の詳細な分析を試みる。ただし、Caloran et al. (2008) の指摘の中では、「解釈項」のそれぞれの要素がどのようなものかは不明瞭である。そこで、まず「解釈項」の要素を理科の立場から設定し、これに基づきながらTCとSCのインタビュー結果を分析する。

5.1 「解釈項」の評価規準

意味形成の過程のTCとSCを「解釈項」の5つの要素で分析するにあたり、理科教育の立場から各要素の内容を表4のように設定した。

表4 三位一体の教育モデルの「解釈項」の内容
(Caloran et al., 2008 をもとに作成)

解釈項の分類	内容
記号の意味付け (Sense made of sign)	働かせている理科の見方・考え方
概念 (Concept)	生活概念や科学概念
アイデア (Idea)	知識や概念を適用した推論
理論 (Theory)	証拠に基づいて複数の知識を体系化した論理
説明 (Explanation)	「対象」についての意味を明確に伝えるための考えの表現

「記号の意味付け (Sense made of sign)」について、「解釈項」の5つの要素の中でも、Peirceの3項関係の「記号の表象」の解釈を方向づける要素として捉えた。理科学習においては、言語テキストとしての記号の表象だけでなく、イメージなどの映像的な表象なども含まれる。事象をどのような形式の表象によってとらえる必要があるか、これが記号の意味付けを左右する。すなわち、「記号の意味付け」は、対話過程において記号の解釈に関わり働かせている「理科の見方・考え方」と捉えることができる。

「概念 (Concept)」とは、「複数のものに存在する一定性または規則性をもった考え」であり、「概念そのものにもさまざまな階層のものがある。われわれの頭の中では、複数の概念が集まって意味あるものになっており、

事象の特性を表したり因果などを示したりする様々な関係や、上位一下位の階層関係を有していることがある。また、それが一つの上位概念になっていることもある。すなわち、概念は構造をもっているのである。」(日本理科教育学会, 1998)。小学校理科においては、合意が得られた、すなわち既習の科学概念のみを用いて事象の意味を構築していくだけでなく、生活の中で得られた概念も含めて解釈内容の中で適用しながら考えを組み立てていくことが想定される。そのため、ここではどのような生活概念や科学概念を働かせているかを評価するものとする。

「アイデア (Idea)」とは、「真実である、あるいは可能であると信じられており、体系化された基礎知識に基づいている、明確な心的概念と定義できる」(Luckiesh, 1929)。この定義から、理科の対話過程における「アイデア」は、既存の知識や概念を用いながら推論をしている状態であると捉えられる。

「理論 (Theory)」に関して、川崎・中山・雲財 (2017) は科学理論を「観察できる個々の事象を統一的に説明することのできる考え」としている。つまり、ある事象に対し、観察可能な証拠に基づいて複数の知識を体系化し、論理を成り立たせているものであると捉えられる。

最後に、「説明 (Explanation)」は、理科学習においては、OECD生徒の学習到達度調査 (PISA2015) の科学リテラシーの1つとして示された「現象を科学的に説明することとして、「自然やテクノロジーの領域にわたり、現象についての説明を認識し、提案し、評価する」と捉えられる (国立教育政策研究所, 2016)。これを理科授業での対話として、Peirceの3項関係の中で捉えなおすと、「対象」から逸れた対話になっていないか介入する際の認識や、「対象」についての説明としてより妥当なものへと更新していこうとする提案、「対象」についての適切な説明になっているのかを評価する等の姿が想定される。つまり、「解釈項」と「対象」との接続を強める働きをしている考えの表現を示すと捉えられる。

5.2 解釈項の連鎖過程の分析

先ほどの表3の事例を用いて、表4の「解釈項」の内容をもとにTCとSCの発話の接続過程における、解釈項の要素の具体的な機能に関する詳細な分析を行う。

TC1では、「ためこんでるほうが説得力ある。」というインタビュー結果から、「吸い込んだ水を出す」とい

小学校理科における意味形成の過程

う予想と、「ためこむ」という予想を「比較している」ことがわかる。つまり、解釈項要素として、理科の考え方である「記号の意味付け」が機能していたと捉えられる。また、このインタビュー内容では、子どもの予想の説得性を問う内容になっており、「予想の理由」に関する意味の説明に迫っていることから、「説明」の解釈項要素が機能していたと捉えられる。

SC1では、植物が「必要な分を吸収しないでしたら枯れちゃう」「吸いすぎてしまった場合、いらなくなった分出さないと、変なことになっちゃう」という生活「概念」を適用している。さらに、「いらぬから出してっていうよりかは、必要な分だけ吸収して、そっからいらなくなったのは出す」という推論を展開しており、「アイデア」の解釈項要素が機能した場面であると捉えられる。

TC2では、植物が水を吸い上げるという科学「概念」を適用し、子どもに疑問をもって欲しいという、予想の理由にあたる「なぜ植物が水蒸気として水を外に出すといえるのか」に着目させる意図が働いていた。すなわち、「概念」を適用して意味の説明を促す「説明」の解釈項要素が機能した場面であると捉えられる。

SC2は、吸収したものを出さないとパンパンに膨れあがるという生活「概念」を適用していた。これによって、いらなくなったものは出さないといけないという考えを生み出していることから、「アイデア」の解釈項要素が機能していたと捉えられる。

TC3では、子どもの「パンパンになっちゃう」という考えに対して疑問を抱いており、対象（予想の理由）としての妥当性を吟味しようとしている。このことから、予想の理由の意味を再度、問う必要があると解釈がなされ、「説明」の解釈項要素が機能していたと捉えられる。

SC3は、オジギソウに水をあげすぎると枯れるという生活「概念」をもとに、必要な分だけ水を吸うことはできないという考えを生み出している。これは、知識を適用した推論として「アイデア」の解釈項要素が機能したと捉えられる。

TC4は、植物が根から水を吸うという科学「概念」を適用しながら、根から吸いたくだけ吸えばよい、そんなことできない、という考えを生んでいる。このことから、知識を適用した推論として「アイデア」の解釈項要素が機能したと捉えられる。

SC4では、植物が根から水を吸うという科学「概念」

や、人間は水を吸う量を変えられるという生活「概念」を適用している。この概念の適用にあたり、この植物と人間が水を取り入れる仕組みを比較するという視点を用いている。このように、理科の考え方を働かせていることから、「記号の意味付け」の解釈項要素が機能していたと捉えられる。

SC5では、人間はいらなくなったものを出すという生活「概念」、植物が必要な分だけ吸うという、対話の中で得られた「アイデア」を適用している。これらの概念、アイデアの適用にあたり、植物と人間が水を吸収、排出する仕組みを比較し、多様性の視点を働かせていた。複数の理科の見方・考え方を働かせていることから、「記号の意味付け」の解釈項要素が機能していたと捉えられる。さらにそこから、人間と植物は同じ仕組みではないという考えを生み出していた。このことから、「アイデア」の解釈項要素が機能していたと捉えられる。

SC6では、植物が水蒸気として水を外に出すという対話の中で得た「アイデア」と人間の汗が水蒸気として外に出るという生活「概念」を、共通性の理科の考え方を働かせながら、植物の事象を人間の汗で喩えた。すなわち、ここでは「記号の意味付け」の解釈項要素を機能させながら、植物の事象を人間の汗で喩える「アイデア」の解釈項要素を関連して機能させた場面であると捉えられる。

TC5では、植物の仕組みと人間の「共通性」の視点を働かせながら、人間が必要な量を吸収し、いらぬものを勝手に出すという生活「概念」を適用し、SR6の考えを評価している。したがって、この場面では「記号の意味付け」の解釈項要素が機能することによって、人間の「概念」が適用されたと考えられる。また、これは対象（予想の理由）に対して妥当な考えが生まれたことを評価している説明である。すなわち、予想の理由が明確化したことを評価する「説明」の解釈項要素が機能していたと捉えられる。

以上の「解釈項」の分析結果を図4の意味形成の過程の構造に加えたものが図5である。このように、学級として「人間の汗のように、植物も水蒸気として吸収した水を外に出す」という考え（SC6）が生まれるまでの対話過程において、様々な解釈項要素が機能することで、意味形成の過程が成立していたことが明らかになった。

これらの分析を踏まえると、意味形成の過程において

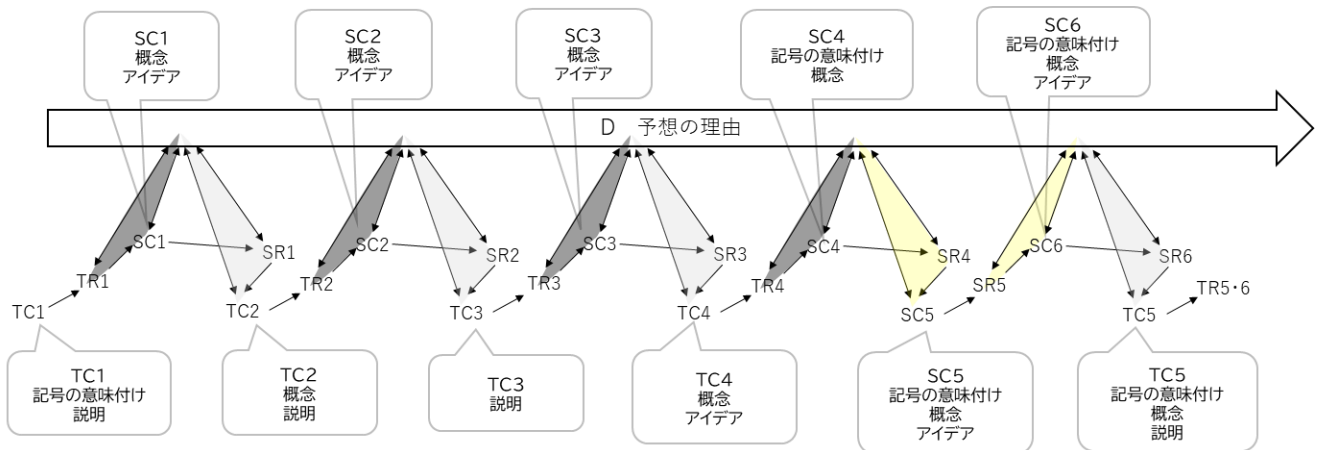


図5 「解釈項」に着目した三位一体の教育モデルによる分析結果

子どもはおおむね継続的に「概念」から「アイデア」を生んでいた (SC1, SC2, SC3, SC5, SC6)。つまり、子どもの解釈項の中心機能として、「概念」を適用して「アイデア」を生む機能の存在が示唆された。

また、意味形成の前半場面では、教師 (TC1, TC2, TC3) が共通して「説明」の解釈項要素を機能させていた。つまり、教師の「説明」の視点からの解釈が、意味形成としての対話の連鎖を促す一要因であったと考えられる。

さらに、意味形成の過程の後半においては、子どもから「記号の意味付け」の視点 (比較・多様性・共通性) が新たに加わっていった。つまり、本事例で話し合っている「植物」のはたらきを「人間」と比較し、多様性や共通性について捉えていったのである。このように、「記号の意味付け」の視点が機能することによって、意味形成がさらに促進したと考えられる。

このようにして、予想場面での意味形成の過程に機能した「解釈項」の要素の示唆を構造的に得ることができた。

5.3 意味形成に機能した解釈項要素と外部表象

最後に、ここまで見出してきた特徴的な解釈項の連鎖構造が、意味形成の面の連鎖を促すことに機能できた要因について、解釈項と外部表象の繋がりから具体的に考察する。

本事例は予想場面であり、「予想の理由」についての考えを、対話の中で一貫して作り出していく場面であった。そのため、子どもが有する「概念」を適用し、「アイデア」を生むことで表現された発話 (SC1→SR1, SC2→SR3, SC3→SR3, SC5→SR5) は、学級に新たな考え

をもたらす役割を果たしていたと考えられる。

その中で、「説明」の視点から解釈したことによる教師の発話 (TC1→TR1, TC2→TR2, TC3→TR3) は、「予想の理由 (D)」, すなわち「水蒸気として葉から水を出すといえる理由」についての考えを生み出すことを子どもに意識付け、子どもの思考の枠組みとしての役割を果たしていたと考えられる。それにより、子どもは「水蒸気として葉から水を出すといえる理由」として考えられる「概念」を選択し、「アイデア」を生み出していったと考えられる。

さらに、子どもの考えに「記号の意味付け」が加わることで生まれた発話 (SC4→SR4, SC5→SR5, SC6→SR6) は、「水蒸気として葉から水を出すといえる理由」の中でも、水蒸気として葉から水を出すことの「多様性」や「共通性」の視点から「概念」を選択することに迫る、より狭い思考の枠組みとして機能したと考えられる。子どもはその枠組みの中で、「水蒸気として葉から水を出す」ことに共通した「人間の汗」の「概念」を選択し、「人間の汗のように、植物も水蒸気として吸収した水を外に出す」という「アイデア」を生むことができたと考えられる。こうした子どもが「概念」から「アイデア」を形成し、教師が「説明」を求め、対象に応じた「記号の意味付け」による「概念」の選択の強化といった解釈項と、外部表象の接続する対話が、意味形成を成立させた要因であったと考えられる。

6 まとめ

本研究では、学級での意味形成の過程の構造を明らかにし、そのような対話の構造の成立要因に関する知見を得ることを目的として、事例的分析を行った。その結果

小学校理科における意味形成の過程

として、以下の諸点が明らかとなった。

- (1) 理科教育の立場から三位一体の教育モデルを援用することで、意味形成としての対話において、三位一体の教育モデルの2面（面D—TR—SC, D—SR—TC）が継続的に連鎖していることが明らかとなった。
- (2) 意味形成の面の連鎖を引き起こす要因として、面と面の連鎖を繋ぐ解釈項（TCとSC）に着目することで、面の連鎖を促したと考えられる特徴的な解釈項要素の連鎖構造を見出した。
- (3) 見出した解釈項要素の連鎖構造と、外部表象が接続されることで、子どもたちが事象に対するより妥当な「アイデア」を生み出すための、「概念」選択を促す機能を果たし、意味形成としての対話を成立させたことが示唆された。

なお、本研究は、あくまで「植物の養分と水の通り道」の単元の予想場面において、一教師とその学級の子どもの間の対話から得られたものに過ぎない。今後は、他の単元や、問題解決過程の他の段階、他の教師、子どもの事例においても、意味形成としての対話を引き起こすための対話連鎖の成立要因が明らかになるよう、より多くの実践による調査が必要だと考えている。これは今後の課題としたい。

引用・参考文献

- バフチン, M.M. (1996). 『小説の言葉』, 伊東一郎訳, 平凡社, 67-68.
- Carolan, J., Prain, V., & Waldrip, B. (2008). Using representations for teaching and learning in science. *Teaching Science*, 54 (1), 18-23.
- Chin, C. (2006). Classroom Interaction in Science: Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28 (11), 1315-1346.
- 川崎弘作・中山貴司・雲財寛 (2017) 「「理論」の構築過程に基づく小学校理科学習指導に関する研究：粒子領域固有の認識方法の獲得と人間性の形成に着目して」, 『日本教科教育学会誌』, 40 (3), 47-58.
- 国立教育政策研究所 (2016) 『PISA2015年調査：評価の仕組み—OECD生徒の学習到達度調査』, 経済協力開発機構 (OECD) 編著, 明石書店, 32.
- 国立教育政策研究所 (2022) 「令和4年度全国学力・学

- 習状況調査 報告書【質問紙調査】」 Retrieved from <https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/report/question.html> (accessed 2023.8.10)
- Luckiesh, M. (1929). Science as a Source of Ideas. *The Scientific Monthly*, 29 (3), 236-242.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Open University Press.
- 日本理科教育学会 (編) (1998) 『キーワードから探るこれからの理科教育』, 東洋館出版社, 182.
- Peirce, C. S. (1931-58). *Collected Papers of Charles Sanders Peirce. 8 Volumes (Eds. Charles Hartshorne, Paul Weiss & Arthur W Burks, Vols 1-6), (Ed., Arthur W. Burks, vols 7-8)*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Roberts, D. (1996). Epistemic authority for teacher knowledge: The potential role of teacher communities: A response to Robert Orton. *Curriculum Inquiry*, 26 (4), 417-431.
- Voloshinov, V.N. (1973). *Marxism and the Philosophy of Language* (Matejka, L. & Titunik, I. R., Trans. New York and London: Seminar Press, 102).
- ヴィゴツキー, L. S. (1962). 『思考と言語 (上)』, 柴田義松訳, 明治図書, 250.