

小学校理科における連関性のある問題解決過程に関する分析的研究

澤柿 教淳

1. 序章 研究の背景と問題の所在および研究の目的

問題解決を通じた学びは、今や小学校の理科学習の大きな基盤となっている。近年では特に、問題解決過程における連関性が注目されるようになってきている。

例えば、角屋ら(2005)が、児童らは、「問題解決の過程では、結果の考察の場面だけではなく、あらゆる場面で、自分の考えなどを見直し・振り返ることを繰り返している」と指摘している。また、阪本・石井・雲財・稲田・角屋(2020)は、連関性を意識した指導頻度について調査した最新の報告として、「問題解決の各過程を連関させた指導は(連関させた指導に比べて)行われていない」(()は筆者)とし、連関性をもたせた指導を行う必要性を指摘している。

連関性のある問題解決過程に関する研究(阪本, 2020; 角屋・稲田, 2020, 他)を整理すると、連関性のある問題解決過程とは、例えば、児童らが、仲間の異なる視点からの考えに触れることで、それ以前の「予想・仮説の設定」の過程を見直したり、結果を見通し、思考したりして、次の観察・実験の方法を立案して教材に反映させるなどといった、ある種の往還過程である、と考えることができる。このことから、連関性のある問題解決過程に関しては、①自分の不完全性や矛盾を自覚できる他者との対話の実態、②問題解決の各過程を往還するような思考進行の状況、③問題解決過程の状況に応じた教材の特徴、といった側面から分析的にとらえる必要があると考える。

①他者との対話については、すでに、文部科学省(2018)が「意見を交換したり、根拠をもとにして議論したりして、自分の考えをより妥当なものにする」資質や能力を協働的に育成するものとして、これを「interactive」と表している。この考えに基づくと、コミュニケーションや意思疎通のための対話といった側面ばかりが想起され(寺下, 2016)、連関性のある問題解決過程における対話の実態は顕在化しないと考える。

また、②往還的な思考進行の状況については、これまで、問題解決のそれぞれの過程ごとに分節的に明らかにされてきた例はあるものの(中村・松浦, 2018; 吉田・川崎, 2019, 他)、これだけでは、往還的な思考進行の状況を十分にとらえることはできないと考える。

さらに、③教材については、その多くは、児童らが科学の原理・原則を獲得し易くしたり、児童らの概念変容を促進したりするように工夫されてきた(例えば、高垣・田爪・降

旗・櫻井, 2008, 他)。この工夫だけでは、連関性のある問題解過程において、「教師と子どもの協働参加の仕方が変化し、それに付随して教材も発展していく」(小野沢, 2016) ような特徴は見いだせない。

上記の背景を踏まえ、連関性をもたせた指導のあり方を具体的に検討するためには、まず、連関性のある問題解決過程を分析的に明らかにする必要があると考える。また、小学校理科における連関性のある問題解決過程という視点から授業事例を分析した研究について、国内外の理科教育に関する主要な学術誌を調べた(『理科教育学研究』(1999～2020), “Journal of Research in Science Teaching” (2006～2020), 他)。その結果、このような視点から分析した研究はみられないようである。

今まで述べてきた背景のもとに、本研究は、小学校理科における連関性のある問題解決過程を分析的に明らかにすることを目的とした。この目的を達成するために、次の3つの具体的目標を設定した。

- (1) 連関性のある問題解決過程における対話の実態をとらえる視点を明らかにする。
- (2) 連関性のある問題解決過程における思考進行の状況をとらえる視点を明らかにする。
- (3) 連関性のある問題解決過程における教材の特徴をとらえる視点を明らかにする。

2. 第1章 連関性のある問題解決過程における対話の実態

連関性のある問題解決過程では、自らの不完全性を自覚しながら真実・真理は何かを問い返すといった、対話の弁証法的側面が機能していると考えられる。そこで、「正・反・止揚・合」という弁証法の構成要素を援用して「理科における対話の弁証法的側面を構成する4つのフェーズ」を措定した(正: 児童自身の考えの表出, 反: 他者との関わりを契機とした自らの不完全性や矛盾の自覚, 止揚: 前提を拡張・発展させるような視点の確認, および, 合: より高次の概念や真実・真理の創造)。次に、これら4つのフェーズを用いて、連関性がみられる小学校第4学年理科「とじこめた空気」の授業事例を分析し、各フェーズに相当する発話プロトコルがみられるか否かを検証した。

児童の発話をタイプ別に分類して実態をとらえた結果、連関性がみられる授業事例では、正・反・止揚・合の発話タイプが、授業の進行に伴って発現することが明らかになった…結果1。また、「4つフェーズ」の推移には、正のフェーズに相当する発話タイプAが連続する時間帯があることや、その局面が打開される場合には、反や止揚のフェーズに相当する発話タイプBの発現が関わっていることが明らかになった…含意1。

3. 第2章 連関性のある問題解決過程における思考進行の状況

連関性のある問題解決過程では、現時点の過程における自分の考えを見直し、振り返る思考進行や、次にいずれかの過程に向かうための新たな視点を導くような往還的な思考進行が顕在化すると考えられる。

そこで、まず、中込・加藤(2019)の、獲得した知識を俯瞰する行為に関わる思考過程の先行研究(思考①～⑤)、ならびに、中村・松浦(2018)、吉田・川崎(2019)の、問いや仮説の設定に関わる思考過程の先行研究(思考⑥～⑪)を援用し、「問題解決過程を往還する11の思考進行の状況」(思考①～⑪)を措定し分析を行った。この視点を基に、連関性がみられる小学校第4学年理科「電気のはたらき」の授業事例において、思考①～⑪に相当する発話プロトコルがみられるか否かを検証した。

その結果、連関性がみられる授業事例では、上記の「11の思考進行」の発現が確認された…結果2。また、思考①自分の知識構造の確認・自覚、思考②関連付ける対象の把握、思考③-1学習者独自の観点・規準を用いた比較、思考③-2新たな観点・規準を用いた比較、思考⑥問題状況の確認、思考⑦既有知識の想起、思考⑧要因の検討、思考⑨仮説の構想、思考⑩問いの見だし、思考⑪実験方法の考案、思考④共通性や一般的特性の見だし、思考⑤原理・原則の理解、という順序性が明らかになった…含意2。さらに、「11の思考進行」には、思考①、思考②、思考③-1による「思考のループ」など、環状や重複、停滞や進展が伴うといった特徴があることが明らかになった…含意2。

4. 第3章 連関性のある問題解決過程における教材の特徴

理科の教材は、単に科学の原理・原則や概念を獲得するために投入されるものばかりではない。特に連関性のある問題解決過程における教材では、小野沢(2016)が指摘するように、「教師と子どもの協働参加の仕方が変化し、それに付随して教材も発展していく」といったことがその特徴となる。

そこで、まず、「問題解決過程の状況に応じた教材の3つの特徴」を顕在化する視点について措定し、これを基に分析した。その視点とは、児童からのアクセスを容易にする単純性(以下、「特徴X」と記す)、相反するような複数の考えを想起させる多様性(以下、「特徴Y」と記す)、問題意識に応じて変形できる柔軟性(以下、「特徴Z」と記す)、である。これに基づいて、連関性がみられる小学校第4学年理科「水の温まり方・冷え方」の授業事例で用いられた教材「可動式内部熱源対流観察器」について分析した。

その結果、関連性がみられる授業事例において用いられた教材には、上記の3つの特徴が顕在化することが明らかになった…結果3。また、特徴Xは児童らの不完全性や矛盾を自覚させる準備に、特徴Yは児童らの不完全性や矛盾を自覚させるように、特徴Zは児童らの不完全性や矛盾を解消させるように、それぞれ機能していたことが明らかになった…含意3。

5. 結論および研究の成果と課題

本研究は、小学校理科における関連性のある問題解決過程に関して、対話の実態や児童らの思考進行の状況、教材の特徴をとらえるための視点をそれぞれ明らかにして、それに基づいて分析を行った。その結果は、以下の3点のように整理できる。

- (1) 関連性のある問題解決過程における対話の実態をとらえる視点として、「理科における対話の弁証法的側面を構成する4つのフェーズ」が発現し、推移すること。
- (2) 関連性のある問題解決過程における児童らの思考進行をとらえる視点として、「問題解決過程を往還する11の思考進行の状況」が、おおよその順序性に従って発現すること。
- (3) 関連性のある問題解決過程における教材の特徴をとらえる視点として、「問題解決過程の状況に応じた教材の3つの特徴」が顕在化し、それぞれ、児童らの不完全性や矛盾を自覚・解消させる過程に機能すること。

特に、結果の含意から、以下の2点が示唆された。

- (1) 関連性のある問題解決過程には、環状や重複、停滞や進展が伴うこと。
- (2) 関連性のある問題解決過程には、児童らの不完全性や矛盾の自覚・解消のプロセスがみられること。

なお、本研究では、次のことが今後の課題となった。それは、第4学年の物理単元を分析対象としたが、他学年や他領域等の単元も対象に含めることで、児童らの発達の段階、および、領域ごとの共通点や特異性を見いだすことが必要、ということである。

本研究の特徴として、以下の2点を挙げる。

- (1) 小学校理科における関連性のある問題解決過程に関して、対話の実態、思考進行の状況、教材の特徴、の3つの側面から分析的にとらえたことを明らかにしたこと。
- (2) 関連性がみられる授業事例について、対話の実態をとらえる視点、思考進行の状況をとらえる視点、教材の特徴をとらえる視点を、それぞれ創出したこと。