

子どもが「科学する」理科学習

－科学は誰のものか－

原科 勇希 高度教職開発コース

キーワード：科学する学び “わかり” 問い(探究の方向性)

1. 研究の背景と目的

科学技術の進歩を背景に、知識や技術の習得に焦点が当てられてきた科学教育は、「科学を知る(knowing science)」学びから、探究学習としての「科学する(Doing science)」学びへと焦点が移行し始めている。このことは、佐藤(2004)¹⁾をはじめ研究者も指摘していることであり、今回の学習指導要領の「探究の過程を通じた主体的な学習活動の充実」もこの方向性に符合する。しかし、石井(2011)²⁾は形骸化した問題解決の形式を辿らせ最後は知識の確認に終始してしまう現状を指摘しており、これは筆者の過去の実践とも重なる。この原因の一つとして、“決定した科学”の側から「科学する」学びを捉えていたからではないかと考えた。科学やそのプロセスは、一つの決定したものとする捉え方が、子どもの学びとは“関係のない”科学的知識の獲得を急がせ、結果的に子どもの学びとの間にズレを生み、形骸化する現状につながっていると考えられる。小川(2000)³⁾、Bang(2018)⁴⁾らが、科学には西洋科学だけでなく土着科学の存在を指摘するように、科学は一つの絶対的・中立的なものではなく、人間が構築する文化的な営みと見ることができる。そして、科学を文化的営みという視点から捉えることは、理科学習における一見稚拙で個人的な事象とかかわる子どもの姿の中に、「科学する」学びを見出すことであると考えられる。

そこで、本研究では、このような立場から子どもが「科学する」理科学習について、筆者の小学校での理科授業実践を通して考察する。研究に当たっては、宮崎(2017)⁵⁾の対話的授業論における「わかる」の捉えを参考に、事象とのかかわりにおける子どもの個人的“わかり”に着目して、子どもが「科学する」プロセスを捉え直し、さらに、「科学する」学びを実現するための場及び教師の在り方について分析・検討した。

2. 子どもが「科学する」とは

2.1 事実への“わかり”の構成と問い直し

磁石の極性の正体に問いをもつY児

【磁石の研究(小4)】

Y児はどの磁石にも端に極があることを確かめ、「磁石はNとSの塊になっている」と捉え、中心部分の極性への問いをもった。Y児は磁石を2つに切ると、磁石が一方の極だけにならず、必ず断面にNとSの極性が現れる事実に驚き、S児に自らの発見を興奮して語った。その後、繰り返し磁石を切って確かめ、断面に必ず極性が現れるという事実

について、Y児は「空気に触れるとNとSの粉が変化する」と意味づけを行い、さらにこのNとSの正体について新たな問いをもった。一方、同じ事実を見ていたS児は「NとSの小さい粒が規則性をもって並んでいるから」と意味づけた。(R1/11/14 授業記録)

「磁石はNとSの塊になっている」という意味づけは、磁石には必ず端に極があるという事実へのY児なりの解釈と見ることができる。Y児の内には、事実のみが知識として構成されるわけではなく、「事実へのY児特有の見方・考え方をもとにした解釈＝“わかり”⁵⁾」が構成されていると考えられる。さらに、Y児は自らの内に構成した“わかり”をもとに、磁石を切るという働きかけを行なった。ここでY児は磁石の予想外の応答(結果)に、自らの“わかり”の問い直しを迫られたと考えられる。このことによって、磁石の端には必ず極がある事実と、磁石の断面には極性が現れるという2つの事実を包括する“わかり”の再構成を行なったと考えられる。そして“わかり”が更新されることにより、「NとSは何か」という新たな問い(探究の方向性)が見出されてきたと考えられる。

2.2 個性的な子どもの“わかり”

ここで同じ事実を観察しているY児とS児の“わかり”は異なっている。これは、個人の“わかり”を構成するもととなっている見方・考え方が、主観的な素朴概念を含む、その子の経験や知識に由来する個性的なものであるためだと考えられる。つまり、「わかりへ至る道筋は、その子(人)なりの、さらには同じ人でもその時々で違いうる探究の道筋、問いの道筋⁵⁾」であり、結果的に個人の“わかり”は個性的なものとなる。たとえ同じ事実を目にしていたとしても子ども個々に“わかり”は異なっていると考えられる。

2.3 小括 子どもが科学するとは

以上のような子どもの姿から、子どもが科学するとは、「対象とのかかわりの中で、発見した事実に対する自らの個性的な見方・考え方をもとにした“わかり”が、事実とのズレから見出された問い(探究の方向性)によって、再構成されていく営み」であり、この子の内に起こるこの過程を通して、科学する面白さを深めながら、科学の知識が、借り物でないこの子の“わかり”として意味づけ直されていくものとして捉え直した。

3. 子どもが科学する学びの場とは

3.1 対象とのかかわりの中で生まれる自らの“わかり”

2.1におけるY児やS児が「科学する」背景には、この子らが自ら磁石と関わり、自らが発見した問い(探究の方向性)に対して自由に働きかけることのできる自由試行の場があった。自らの問い(探究の方向性)を自らの手で追究していくことは、実感を伴った“わかり”を構成する上で重要な基本的環境要因だと考えられる。しかし、活動が進むにつれ追究が停滞する様子の子どもも見られた。この原因として自らの“わかり”を自覚できず、そこに新たな問い(探究の方向性)を発見できなかったことが考えられる。そこで、対象とのかかわりの中で、子どもが問い(探究の方向性)を見出し、“わかり”を深めていくための要件を明らかにする必要性が見えてきた。

3.2 協働的・対話的な場の中で自覚化される個性的な“わかり”

自らの“わかり”の問い直しを迫られるH児

【紙玉鉄砲の研究(小4)】

K児の「どうしたら紙玉鉄砲の玉が飛ぶのか」という問いに対して、R児は「(押す)力が足りないんだよ」と語りながら、玉同士がぶつかって飛ぶことを説明した。すると、「ぶつかってなくても飛ぶよ!」という声が教室に飛び交った。Y児は「空気の手で飛ぶ」と説明すると、すぐ横からH児が「空気なわけないじゃん。」と対立した。この時をきっかけに「空気はふわふわだから玉を飛ばす力はない。」と語っていたH児は、空気への様々な働きかけから、「たぶん空気はゴムと同じで自分がのばされると痛いからもどって、自分が縮められてもかたいから痛くてもどるんだと思う」とまとめた。

(R2/7/7 授業記録)

ここでは「紙玉鉄砲の玉が飛ぶ」という事象に対する「玉同士の衝突によって飛ぶ」というR児の考えと、「空気が関係して飛んでいる」というY児らの考えの違いが、個性的な“わかり”のズレとして顕在化することによって、H児に「本当に空気にそんな力はあるのか」という問いが生まれた。そして、この問いによって、空気をめぐる様々な働きかけが生まれたと考えられる。自らの対象を捉える見方・考え方は無自覚な部分も多い。H児は同じ事象に対して友の個性的な“わかり”に触れ、問い直しを迫られることで“わかり直し”をしたと考えられる。このような友や教師との対話による自らの“わかり”の自覚と再構成は、結果的に客観性や普遍性という価値を獲得していくことにもつながり、いわゆる西洋科学の価値を含みこんだその子の科学として成長していくと考えられる。科学する学びの場には、対象をめぐる子どもの個性的な“わかり”がかかわりあう協働的で対話的な場が必要であるとされる。

4. 科学する学びにおける教師とは

4.1 子どもの個性的な“わかり”の可能性に目を向ける教師

子どもの“わかり”に自身の“わかり”を自覚する教師

【ものの温度と体積(小4)】

教師(筆者)はJ児に水の温度を下げることによる体積の減少について「減った水はどこに行った?」と問われた。筆者はJ児の言葉の背景に、水が減る現象を「無くなっていく」と捉えていることを感じ、同じ事象を見ているにもかかわらず「体積が小さくなる」と考えていないことに驚いた。このことをクラス全体に問いかけると「減る=無くなった」と捉えている子どもが予想以上に多く、J児も同様の考えを示した。この「体積の減少とはどういうことか」という問いは、筆者自身もそのことを確かめたいと強く感じさせ、またそこに、質量保存の法則や水の実態に迫っていく可能性を感じさせた。これをきっかけにこの問いへの追究が生まれ、J児は体積の減少を「無くなった」わけではなく「水の粒子の移動によってそう見える」としてまとめた。(R2/6/12 授業記録)

この学習展開は当初予想していないものであり、筆者自身が事象に対する“わかり”を新

たにする場となった。J児の「減った水はどこに行った？」という問いかけは、筆者を事象に立ち止まらせ、自身の考えが個性的なものであることを自覚させ、筆者自身の“わかり”の問い直しと新たな問い(探究の方向性)を生んだ。J児のような個性的な“わかり”は、時に誤概念として修正されるべき対象や、教師のもつ“わかり”に向かわせる手段として捉えられがちである。しかし、この子の問いかけは、「水とは何か」という新たな問い(探究の方向性)に迫る可能性が含まれたものだった。子どもの個性的な“わかり”は、教師自身の“わかり”も自覚させ、子どもと教師の両者にとって新たな問い(探究の方向性)を見出すことにつながる可能性をもつものと考えられる。そして、そこには、教師は「知る者」、子どもは「知らざる者」としての関係ではなく、教師と子どもが対象をめぐる問い(探究の方向性)に対して、協働的に向き合う対等な関係が生まれる。このことから、「科学する」学びにおける教師は、子どもの内にある個性的な“わかり”を、子ども自ら育て成長させる“未明の可能性の芽”として捉えることが重要だと考える。

5. おわりに

本研究で、子どもが「科学する」理科学習とは、対象や他者(友・教師)とのかかわりの中で、子ども自身の“わかり”を深めていく場として考えることができ、科学は子どもの内に構成されるものとして見えてきた。子どもの内にある個性的な“わかり”の深まりにおいては、子どもの個性が働き合う協働的で対話的な場と、自らの“わかり”を問い直し、子どもの内にある個性的な“わかり”を“未明の可能性の芽”として捉える教師の存在の重要性が示唆される。この“わかり”を深める姿は、学習指導要領における主体的・対話的で深い学びの内実を、理科の側面から再考することにつながった。

また、本研究を通して、これまで自信なさげに口をつぐんできたT児は、自らの考えを止めどなく語る姿を見せるようになった。このT児の姿は、子どもは本来自らの“わかり”を軸に探究し、その“わかり”を更新し続けようとする存在であることを実感させられた。またそれは、教師自身が科学や子どもの学びに対する前提を問い、協働的・対話的に子どもとともに探究してきたからこそ、そう“見えてきた”のではないかと考える。

引用文献

- 1) 佐藤学(2004). 科学する学びを促進する教育へ. *学術の動向* 2004年9巻8号, 8-13
- 2) 石井恭子(2011). 理科における探究的な授業を実現するにはどうしたらよいのか?. *教師教育研究 vol. 4*, 243-254
- 3) 小川正賢(2006). *科学と教育のはざま*で. 東洋館出版社
- 4) Magan Bang, Ananda Marin, Douglas Medin(2018). If Indigenous People Stand with the Science, Will Scientists Stand with Us? . *American Academy of Arts&Sciences*, 147-159
- 5) 宮崎清孝(2017). 問いの更新の歴史としての「わかる」ということ-算数の場合-. *事実と創造* 431, 7-21