

科学的思考を育成するための幼小連携の在り方について

—科学体験から知的学びへの幼小一貫教育の提案—

鈴木由美子 清水 欽也 財満由美子 松本 信吾
菅田 直江 三宅 瑞穂 林 よし恵 西井 章司

1. はじめに

子どもの「理科離れ」が問題となっている。もちろん、子どもの興味関心は多様であり、すべての子どもが自然科学に興味関心を持ち続けることは必要ないかもしれない。そうではあるが、自然科学への関心は必然の法則への関心でもあり、子どもの論理性の獲得において重要な意味を持つと考えられる。子どもの論理的思考力の弱さが問題とされる今日において、自然科学への関心を育むことは幼児期からの重要課題のひとつであるといえる。

第15期中央教育審議会第一次答申「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」(平成8年7月19日)の「第3部国際化、情報化、科学技術の発展等社会の変化に対応する教育の在り方」,「第4章科学技術の発展と教育」において、「理科離れ」は、理科に対する興味関心が希薄になったのではなく、知的な関心を持って問題を考える姿勢が希薄になった「知離れ」であるとの指摘がなされている。また、初等教育において体験的な学習を通して子どもたちに科学的なものの見方や考え方を育成する必要が指摘されている。これらからわかるように、「理科離れ」は理科という教科に特化した問題ではなく、自然への関心の希薄化、自然体験の減少、ものごとを法則的に理解する経験の減少など、子どもの生活体験の変化がもたらした問題だと考えられる。「理科離れ」に対し、各地で科学実験教室が開催され、授業の中でも実験や実習を取り入れる動きが出ている。しかし、問題が理科という教科への興味関心の希薄さではなく、自然への関心の希薄化、自然体験の減少等にあるのだとすれば、そうした動きは対症療法的なものであって、根本的な解決にはならないと考えられる。この観点から、幼児期において遊びの中で自然現象に驚き、そのしくみに関心を持つ子どもを育てることは、問題の根本的解決の一翼を担うも

のであると考える。

そこで本研究では、幼児の自然体験、なかでも論理的思考力に影響を与えると考えられる物理的現象を取り上げ、自然の中の法則性の気づきを育成するために保育者はどのような手だてができるのかについて検討することにした。

本研究では、4歳児、5歳児を対象として科学体験を伴う遊びを体験させ、幼児の科学的思考を明らかにするとともに、小学校4年生での知的学びへと継続させることの可能性について検討することにした。具体的には、幼児期の「飛ぶ」ことへの興味関心を持たせる体験を、小学校での「空気圧」の学びへとつなぐことで、科学体験から知的学びへの幼小一貫教育の在り方について検討することを目的とすることにした。

小学校での「空気圧」の学びは4年生(9-10歳)に始まる。ピアジェ(1968)にしたがえば、子どもの思考は発達にしたがって、「直観的思考期」(2-7歳)から「具体的操作期」(7-10歳)を経て、「形式的操作期」(11.12歳以降)へと変化する。形式的操作への移行は、思考の根本的な変化だとされる。今回取り上げる小学校4年生は、「具体的操作期」から「形式的操作期」への移行期にあたるので、多様な考え方が含まれていると予想される。そこで多様な考え方を分析し、幼児期のどのような考え方を育てることが、「具体的操作期」を経て「形式的操作期」へといたる方向性を支援するのかについて検討することにした。

幼児期の科学体験で感じた興味関心と小学校の知的学びを連続したものにすることで、小学校での知的学びをより確実なものにできるとともに、科学事象への知的探求心を持ち続ける子どもを育成できると考える。本研究ではそのための基礎的知見を得ることを目的とする。

Yumiko Suzuki, Kinnya Shimizu, Yumiko Zaima, Shingo Matsumoto, Naoe Sugeta, Mizuho Miyake, Yoshie Hayashi, Shouji Nishii : Study on the effects of kindergarten and elementary school cooperation fostering scientific thinking - A suggestion to education professionals to combine scientific experiences and intellectual learning -

2. 研究目的と方法

(1) 研究目的

本研究では、幼児期における科学体験を小学4年生での知的学びに継続するために必要な手だてを明らかにすることを目的とする。本研究では特に、幼児の興味関心を強くひきつける自然現象である「飛ぶこと」に焦点づけ、飛ぶことを支える「空気圧」のしくみを対象とすることにした。そのためにまず、小学校4年生と幼児との「空気圧」への理解を比較することを通して、幼児の「空気圧」理解の特徴を明らかにする(研究1)。次に、幼児の科学的思考の特徴とその育成のための教材開発の可能性について、4歳児を対象として明らかにする(研究2)。以上から、科学的思考を育成するために必要な保育者の手だてについて考察する。

(2) 研究方法

本研究では、小学4年生の「空気圧」の理解については、理科の授業におけるワークシート分析を行った。対象児は、広島大学附属東雲小学校4年生である。幼児の科学体験としては、ペットボトルを用いた体験活動を行った。以下に、ペットボトルを用いた体験活動の方法について述べる。

まずペットボトルロケットを飛ばして「飛ぶ」ことに対する興味関心を持たせ、「飛ぶ」ことの原因を尋ねる面接調査を行い、幼児の科学的思考について調査した。次に、幼児の遊び体験の中から「空気でっぽう」を用い、より遠くに飛ばすための工夫をさせ、「飛ぶ」しくみへの関心を持たせた。再度ペットボトルロケットを用いて「飛ぶ」しくみへの気づきを調査した。

広島大学附属幼稚園の4歳児、5歳児のうち、対象児として、4歳児8名(男児4名、女児4名)、5歳児8名(男児4名、女児4名)を無作為に抽出した。2007年6月23日(金)9:00から4歳児、5歳児、各30分ずつペットボトルロケットを飛ばす遊びを行い、遊びの前後において、「どうして飛ぶのか」「どうしたらもっと飛ぶか」について面接調査を行った。遊びの間は自由にペットボトルロケットを飛ばした。各幼児にMDを装着し活動中の発言を録音するとともに、活動をビデオ録画した。ペットボトルを飛ばすにあたっては補助の学生が支援した。ペットボトルロケットの発射台は市販の学習用教材キットを用いて作成した。ペットボトルロケットは大小2種類を用意した。

6月30日(金)9:00から4歳児、5歳児、各30分ずつ空気でっぽうを使った遊びを行った。空気でっぽう遊びでは、太さや長さが多様な空気でっぽうを用意し、自由に幼児に選ばせて、より遠くに飛ぶ空気でっぽうを見つけさせ、そこから空気の働きについて推測

できるようにした。

7月4日(火)に再度ペットボトルロケットを飛ばす遊びを行った。方法は6月30日(金)と同様だった。6月23日(金)ならびに30日(金)の調査から、幼児が水の量と空気の量に関心を持っていることがわかったので、それらの点について意識的に発問をして発言を促した。遊びの前後に「どうして飛ぶのか」「どうしたらもっと飛ぶか」について問い、思考の深まりを調査した。

3. 小学4年生(9-10歳)と5歳児における「空気圧」理解の相違(研究1)

(1) 研究の目的

研究1では、小学4年生の「空気圧」に関する思考と5歳児の「空気圧」に関する思考とを比較して、相違を明らかにする。対象児は広島大学附属東雲小学校4年生81名(男子41名、女子40名)と広島大学附属幼稚園5歳児8名(男児4名、女児4名)である。小学4年生では6月21日(水)、28日(水)の「空気でっぽう」の授業におけるワークシート分析を行った。幼稚園児はペットボトルロケットを用いた科学体験での発言の分析を行った。

(2) 小学4年生の「空気圧」理解の特徴

「空気圧」は小学校4年生で学習する。「空気圧」に関する理科の授業の第1時間目に、診断的評価として行われた、「空気でっぽうの玉はなぜ飛ぶのか」について問うワークシートでの回答とその理由づけを分析対象とした。ここで分析対象としたのは、「空気圧」を習う前の子どもたちの思考形式である。

本研究では、子どもの思考形式を便宜的に、「抽象思考」と「直観思考」とに分類した。これは操作概念である。不可視な空気の働きに気づいているものを「抽象思考」とし、可視的レベルの理解にとどまっているものを「直観思考」とした。具体的には、ワークシートにおける理由を尋ねる項目の回答において、「空気が全体的に押されるから」、「空気は縮むと戻ろうとするから」など空気について書いているものを「抽象思考」とし、「押し棒を押しているから」、「前に玉が飛ぶから」のように目に見える事実を述べているものを「直観思考」とした。ふたつの思考形式に分類できないものは「その他・不明」とした。

ワークシートは、堀哲夫編著『問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー』(明治図書、1998年)の82ページに掲載されているものをそのまま用いた。以下に掲載する。2番が正答である。授業は、西井章司教諭が行った。

これはテストではありませんから、あなたの思っているとおりに書いてください。

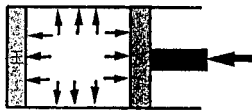
___年 ___組 番号___ 名前___ 男・女

(問題) 空気てっぼうの玉がとびだすとき、中の空気はどんなふうにごくでしょう。次の①～⑥の中から、あなたの考えにいちばん近いものをつえらびましよう。①～⑥の中に考えがないときは、⑥にあなたの考えを書きましよう。

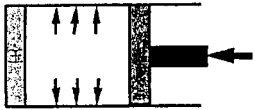
① 前だけおしている



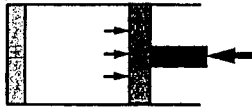
② 中を全部おしている



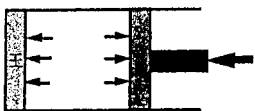
③ つつだけおしている



④ おし棒をおしもどしている



⑤ 前と後ろだけおしている

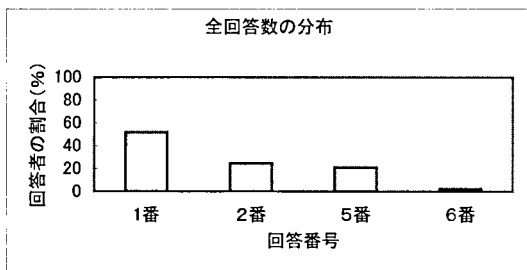


⑥ その他：あなたの考えを書きましよう



答 え	えらんだわけを書きましよう。

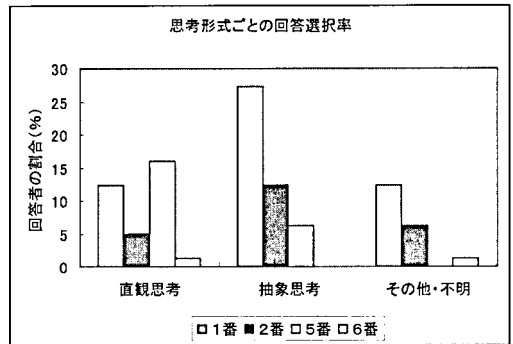
まず、全回答者が選んだ回答番号ごとの回答者の割合を以下に示す。



グラフ1 全回答数の分布

回答番号1番を選んだ子どもは、81名中42名(51.8%)だった。正答である2番を選んだ子どもは、20名(24.7%)だった。3番4番を選んだ子どもはいなかった。5番を選んだ子どもは17名(21.1%)だった。6番を選んだ子どもは2名(2.4%)だった。

これらの回答を選んだ子どもの思考形式を、回答番号ごと、思考形式ごとに整理し、それぞれが全体に占める割合を以下に示した。



グラフ2 思考形式ごとの回答選択率

「直観思考」の子どものうち、1番を選んだ子どもは12.3%、2番を選んだ子どもは4.9%、5番を選んだ子どもは16%、6番を選んだ子どもは1.3%だった。「抽象思考」の子どものうち、1番を選んだ子どもは27.2%、2番を選んだ子どもは12.3%、5番を選んだ子どもは6.2%、6番を選んだ子どもは0%だった。「その他・不明」は選択理由が不明なので、考察の対象にはしない。

このグラフからわかるように、「抽象思考」で1番を選んだ子どもがもっとも多い。次に「直観思考」で1番を選んだ子ども、「直観思考」で5番を選んだ子ども、「抽象思考」で2番を選んだ子ども、の順である。思考形式にかかわらず1番を選んだ子どもが多かったのは、「押し棒を前に押すこと」と「玉が前に飛ぶ」ことが思考の中で結びつきやすいためと考えられる。

「抽象思考」で1番を選んだ子どもに多かったのは、「押すと空気はまっすぐに進むから」、「空気を前に押すと玉が前に飛び出すから」といった理由づけだった。空気の力によって玉が飛ぶことには気づいているが、玉が前に飛ぶという具体的な事象から理由づけしているためと考えられる。

「直観思考」で1番を選んだ子どもに多かったのは、「押し棒を前に押しているから玉が前に飛ぶ」、「押し棒の先に手を当てたら手に強い力がきたから」といった理由づけだった。目の前で見える事実や、手に力がくるといった感覚によって理由づけしているためと考えられる。

「直観思考」で5番を選んだ子どもに多かったのは、「前に押さない玉は飛ばないし、押し棒を押すと後ろに戻ってくるから」、「押したときに重いから」といった理由づけだった。前に押すという具体的事実、押し戻してくるといった具体的事実、さらに押すと重いという感覚から理由づけしているためと考えられる。

以上から、小学校4年生の段階の子どもたちでは、可視的な事実または具体的な体験や感覚によって判断

する傾向があると考えられる。

これらに対し、「抽象思考」で2番を選んだ子どもたちは、「空気が縮むと戻ろうとする力が強くなるから」、「空気は全体を押ししているから」というように、不可視の空気の性質から理由づけしている。ここには目には見えないけれども、空気には何らかの性質があって、その性質によって空気であらうを飛ばす力が生じているという、法則的な理解へのきざしが見られる。しかしこうした思考をする子どもたちは、小学校4年生においてさえ少数であり、ほとんどの子どもが可視的な事実や体験にもとづいた理由づけを行っていると考えられる。つまり、小学校4年生では、ほとんどの子どもが、具体的事実や体験や感覚に基づいた自分の考えを、言葉にして表現していると考えられる。

(2) 5歳児の思考パターン

5歳児がペットボトルロケットを飛ばす体験をすることで、飛ぶことのしくみに関心を持つことを通して、目には見えない空気の力に関心を持つことをねらって研究保育を行った。2-(2)の研究方法で述べたように、5歳児8名を対象として、ペットボトルロケッ

トを飛ばす体験を2度行うとともに、その間に空気であらうを飛ばす体験を行った。空気であらうの体験は、空気に関心を持たせるために行なった研究保育なので、今回は分析対象にはしない。

分析対象とした発言は、ペットボトルロケット飛ばしの前後での、「どうして飛ぶのか」「どうしたらもっと飛ぶか」という問いに対する答えと、ペットボトル飛ばし体験中の発言である。ペットボトル飛ばし体験中の発言は、その前後に調査を行った。調査での問いは、4名ずつ2グループに分かれて集合面接法で行った。Aグループは担任である松本信吾教諭が行い、Bグループはこの幼稚園で教育実習を行うなど園児にとってなじみのある大学院学生である藤橋智子が行った。体験中の発言は、一人ひとりに装着したMDプレイヤーを用いて逐語録音した。また体験中は学生がそばで記録をとるとともに、全体をビデオ録画し、分析の補助として用いた。

逐語記録とペットボトル飛ばし体験前後での問いの答えを「どうして飛ぶのか」「どうしたらもっと飛ぶか」の2項目に整理したのが、表1である。

表1 5歳児の発言の分析

	6月23日の意見	7月4日の意見
どうして飛ぶのか	スイッチを押したから 水をぶくぶくやったから 空気がペットボトルの中に入ったから 水を半分入れると飛ぶ	空気の力で飛ぶ 水を半分、空気も半分いれると飛ぶ 水の力で飛ぶ
どうしたらもっと飛ぶか	空気入れを押したら飛ぶ 大きさを変えるとよく飛ぶ 空気をいっぱい入れると飛ぶ 水を半分、空気も半分いれると飛ぶ 水の中ぐらいいれると飛ぶ 軽い方が飛ぶ	大きさを変えるとよく飛ぶ 空気をいっぱいにしたら飛ぶ 水を半分、空気も半分いれると飛ぶ 水は半分が飛ぶ 軽い方が飛ぶ

「どうして飛ぶのか」の問いに対しては、5歳児はペットボトル体験の1回目には、「スイッチを押したから」「水をぶくぶくやったから」といった可視的現象から理由づけをしている。「どうしたらもっと飛ぶか」の問いに対しては、「空気入れを押す」といった可視的行動や、「大きさを変えるとよく飛ぶ」といった可視的現象に関心を持っていることが示されている。

空気であらうでの体験を行った後の、2回目のペットボトル体験では、「どうして飛ぶのか」の問いに対して、「水が半分」というように目に見える水の量から理由づけをしている幼児や、「軽い方が飛ぶ」というよう

にさわってわかる感覚から理由づけしている幼児がいる一方で、「空気の力で飛ぶ」といった見えない空気、あるいは「空気の力」、「水の力」など「力」に対する言及も見られる。その結果、「どうしたらもっと飛ぶか」の問いに対して、「空気をいっぱいにしたら飛ぶ」という答えが導かれている。

つまり、5歳児は、ペットボトルを実際に自分が飛ばす体験や、違う種類の体験ではあるが、空気であらうを用いて玉を遠くに飛ばす体験を繰り返すことを通して、空気の力で飛ぶということまでは気づくことができたといえる。ただし、この気づきは、空気入れを

何回も押したら空気のあわがたくさん入ったという可視的な事実や体験に裏づけられた考えであり、同じように「空気」「空気の力」という言葉を用いてはいるが、小学校4年生に見られたような、空気の性質から法則性への気づきを促す「抽象的思考」とは異なっている。

これらのことから、5歳児においては、目に見える事実や、自分の体験に裏づけられた理由づけを行っていると考えられる。

こうした5歳児の特徴を考えたとき、小学校4年生で多く見られた、具体的な体験を言葉にして表現することができることへの橋渡しが、科学体験を知的学びにつながるひとつの視点ではないかと考えられる。5歳児は、空気の力によって飛ぶことまでは理解できてもそれは可視的レベルである。見えない法則への気づきは小学校4年生においてさえ少数であることから考えても、5歳児にそれを求めるのは時期尚早であろう。可視的レベルで考えたことを実際にやってみて、気づいたこと、わかったことを言葉に出して表現し、何度も繰り返して体験を積み重ねることが必要だと考えられる。たとえ、その表現が科学的思考という点から見て不十分なものだとしても、5歳児では、まずは自分の体験を自分の言葉で表現することが大切だと考えられる。

次に、ペットボトルロケット遊びの教材としての有効性について、4歳児の研究保育を対象にして検討する。

4. 4歳児のペットボトルロケット遊びにおける思考形態と教材としての有効性（研究2）

（1）研究の意義と目的

小学校以降の理科学習を視野に入れた場合、このペットボトルロケット遊びについての幼稚園教材としての価値は、「物質の粒子性」および「仕事とエネルギー」について、体験的に理解させることにある。

まず、「物質の粒子性」について体験的に理解する手掛かりとしてのペットボトルロケット遊びの教材化とは、次のようなものである。ペットボトルロケットは正にタンク内に閉じ込められた空気の押し返す力によって発射される原理を利用した遊具である。このため、現行の小学校指導要領第2章4節理科、第4学年の「B物質とエネルギー」における「(1)閉じ込めた空気及び水に力を加え、そのかさや押し返す力の変化を調べ、空気及び水の性質についての考えをもつ」ことについての基礎的体験になり得る。また、タンク内に自転車の空気入れて空気を注入する際、タンク内の空気が押し加えす力も実感できるという意義ももつ。さ

らにこの小学校第4学年において「閉じ込められた空気は押し縮められるが、水は押し縮められない」ことを理解すれば、中学校理科においても第1分野の「物質の三態」や「気体分子と液体分子の状態」といった、「物質の粒子性」を理解するための基礎体験となることが予想される。このため、幼稚園段階で、ペットボトルロケットの原動力として、少なくとも「ペットボトルの中に、ぎゅうぎゅうに空気が詰まっており、その空気圧で飛行している」ことを体験的に理解させることは、物質の粒子性を理解するための原初的体験となり得るものと考えられる。

次に、ペットボトルロケット遊びを通じた「仕事とエネルギー」に関する体験的な理解とは次のようなものである。ペットボトルロケットを遠くに飛ばそうとすれば、タンク内の空気圧をできるだけ高める必要がある、そのためには力いっぱい空気入れを押す運動を繰り返さなければならない。タンク内の空気圧に逆らって空気を押し込むという現象は、物理学的にみれば「仕事」をすることである。また、ペットボトルロケットが「飛ぶ」という現象は、同様に「運動エネルギーをもつ」ということである。従って、「空気入れを使ってタンクの中に空気を入れ、ペットボトルロケットを飛ばす」という行為は、即ち「仕事量とエネルギー」の関係を体験的に理解させる活動であると捉えることができる。すなわち、「ペットボトルロケットを遠くに飛ばすためには、力いっぱい空気入れを押して、たくさんの空気を注入する必要がある」ことを体験させることは、仕事とエネルギーを理解するための原初的体験となり得るものと考えられる。

上述の「物質の粒子性」や「仕事量とエネルギーの関係」は、それぞれ物理学や化学の基本概念であることを鑑みると、今年度中にも改訂される小学校以降の学習指導要領においても、これら両概念は科学的な概念の理解の柱として取り扱われる可能性は非常に高い。従って、小学校以降の理科で学習する概念へのつながりを意識した幼小連携の保育活動の展開を可能にするための教材として、ペットボトルロケット遊びを取り入れることは価値が高いといえる。

しかしながら、ペットボトルロケットを教材とする教育実践はこれまで、小・中・高等学校段階では多く見られても、幼稚園での実践は限られており、さらに幼小連携の視点から、幼児にペットボトルロケット遊びをさせた場合、幼児はどこまで空気や水に対する体験的な理解が可能であるのかは報告されていない。そこで、本研究に於いては、ペットボトルロケット遊びの教材的可能性を探るために、実際に幼稚園においてペットボトルロケット遊びを実践し、4歳児を対象と

して、その思考を明らかにすることを目的とした。

(2) 発話記録の分析

ペットボトルロケット遊びの教材性について明らかにするために、幼児の発言記録から以下の視点に関する発言を抽出した。

- ① ペットボトルロケット遊びに対する興味や関心 (興味・関心)
- ② 水と空気の量に関する気づき (要因の同定)
- ③ ペットボトルロケットを飛ばすエネルギーに関する気づき (エネルギー的理解)

まず①については、ペットボトルロケット遊び自体が、幼児が積極的に思考を働かせながら取り組める教材であることを明らかにするため、ペットボトルロケット遊び開始時における興味や意欲を示す発話の有無を抽出した。②については、ペットボトルロケットを飛ばす要因が直接的に視覚に訴えやすい「水」にあるわけではなく、空気にあることに気づくまでの過程を明らかにする。③については、「仕事とエネルギー」との関係への気づきに関する発話を明らかにする。

(3) 結果

上述の方法に基づき、その結果を① 興味・関心、② 物質的理解、③ エネルギー的理解の順に示す。

① 興味・関心

まず、ペットボトルロケット遊び開始時における各幼児の興味・関心を示す発話については、例えば、以下のA児に見られるような発話の有無について検討した。

- ・ はやくやらんかなあ
- ・ (Aちゃん今日朝から楽しみにしてきましたでしょう) うん
(はやかっただもんねえ、くるのねえ。Aちゃん好きじゃもんねえ。) どうしてもやりたかったんよ。
<<括弧付き斜体字は保育者の発言、以下同様>>

A児同様にペットボトルロケット遊びに興味・関心を明確に示す発話は対象園児8名のうち6名から得られた。明確な発言が見られなかった2名のうち、男児1名についても、ビデオ記録においては、活動前に自転車の空気入れを何度も押し、飛ばす練習をしていたことが確認されており、この園児についても、発言上では明確な興味・関心が表現できていないが、活動に対して強い興味をもっていたものと考えられる。

②要因の同定

発話記録から、園児が第1回目の実践中に考えた要因は「a. 空気と水」、「b. 空気」、「c. 水」、「d. 重さや大きさ」の4カテゴリーに分類できる。「a. 空気と水」とは、ペットボトルロケットを飛ばす準備段階で、「水を入れた後に空気を入れる」行動を行なうため、水と空気をどちらも関係するところまでは気づくのだが、ペットボトルという容積の限られた容器中に水と空気の量の相対的關係までは理解が至っていない。従って次のような発言を行なう。

- ・ 水をいっぱい入れて、空気いっぱい入れてえ (C児)
- ・ (水をどれくらい入れてみる?) いっぱい。(空気どれくらい入れてみる?) いっぱい。(E児)
- ・ (どうやったら飛ぶかな?) わかんない。お水いっぱい入れる。せんまで入れる。(空気はどうする?) どんぐらいでもいい。いや、いっぱい。

また、このように「a. 空気と水」を要因とする園児の中には、以下のように空気と水を同一視する、あるいは混ざり合うものだと考えているものもいた。

- ・ (ねえ、どうして飛んだと思う?) 水が空気なんよ。(A児)
- ・ (じゃあもつととばすにはどうすればいいかねえ) 水がもつという。水が空気じゃけん。
- ・ 空気と水がまざったあ!! (C児)
- ・ (他の子が飛ばしたのを見て) (どうして飛んだんかねえ?) 水は空気なんよ! (E児)

「b. 空気」あるいは「c. 水」はそれぞれ空気または水だけの量を問題としている状態を示す。例えば、以下のような反応である。

- ・ (ペットボトルのロケットはどうやったら飛ぶと思うの? ロケットはどうして飛ぶの?) うーん。すぐ飛びたいから。だってねえ空気がいっぱいあるから。(じゃあね、ロケットって何の力で飛ぶの?) 空気。(遠くまで飛ばすためにはどうしたんだっけ?) いっぱい空気。(A児)
- ・ (水どれくらい入れたらいいの?) 満タンまで (B児)
- ・ (何でさっき飛んだの?) だってね。空気がいっぱい入ったんで (H児)
- ・ (どうする? 今度はどこをかえてみる? 今度はどこを変える?) 水もうちよっと少なくする。

「d. 重さや大きさ」とは、以下のようによく飛ぶ条件としてペットボトルの大きさ(b-1)や重さ(b-2)を挙げる発話である。

- ・ (ちよっとの方が飛ぶの? どうしてちよっとだと飛ぶの?) その方が軽いけん (H児)
- ・ 大きいやつ。(大きいやつが飛ぶと思う?) うん。

(F児)

- ・ (何でとばんのかね。Gちゃん。何でだと思っ?)
重たいけえ。(G児)

上述のカテゴリーに基づいて、園児が同定した要因を時系列ごとに分析したところ、C児及びH児を除き、活動開始時においてはすべての園児が「a. 空気と水」の両要因をともに挙げていた。このうちA児、C児、E児については水と空気の同一視または混合に関する発話が見られた。また、ほとんどの園児が第1回目の実践でペットボトルロケットの要因にはほとんど水の量よりも空気の量が関係することに気づき、その気づきを元にして第2回目の実践に生かしており、最終的にはB児およびF児を除き、空気の多寡が要因であることに気づいた。また、B児についても第2回目の実践の後半には「水うすくしたらとんだー」という発言をしており、「水が多くても飛ぶとは限らない」というところまでは気づいていた。さらに、E児やF児を除く6名の園児が「空気の量」が要因であることに気づく過程において、水が多くなると飛ばすペットボトルの重さが重くなることに気づいていた。

③エネルギー的理解

ペットボトルロケット遊びから、「仕事とエネルギー」との関係に気づくとは、ペットボトル内の気圧に逆らって、力いっぱい空気をいれなければペットボトルロケットは遠くに飛ばないということに園児が気づくことである。この気づきを示唆する発言は2回の実践において、ほとんどの園児においては見られなかった。但し、7月4日の実践において、C児がペットボトル内に空気を入れる際の保育者の発言に対して、次のような発話を行っている。

- ・ (空気ばこぼこ入ってるね) 体重かけているから。

この発言は暗に、より大きな力をかけながら空気入れのポンプを動かす(つまりより大きな仕事をする)ことにより、ペットボトルロケットのエネルギーが高まることを体験的に理解したことを示すものと思われる。しかしながら、本実践においては、対象園児全体にC児と同じ認識を共有させるまでには至らなかった。

これらの結果から、4歳児の思考においては保育者の「どうやったら遠くに飛ぶと思う」という言葉がけによる推測や話し合いのみでは、「空気や水の粒子性」や「仕事とエネルギーの関係」についての体験的理解まで至らないものと考えられる。その原因として、4歳児園児はペットボトルロケットを飛ばす要因を自らの行為的要因のみを考えるため、実践開始時点では「水

を入れる」、「空気を入れる」という二つの重なった行為を要因として混同してしまい、さらに、二つの要因を同時に考えなければならないという複雑な思考を求めたためと思われる。従って、活動初期には、水の量を一定にしておき、ある程度成功体験を積みませ、その後、水の量を変え、重量が増えることは遠くに飛ばすことの阻害要因になるに気づかせる。また、水の量を増加させると、空気が入れにくくなること、およびペットボトルロケットが入れた空気によって膨らんでいることを体感させる。また、ペットボトルロケット活動を通じて、空気を多く入れようとする、より大きな力が必要となることを体験させ、言語化しておくことが「エネルギー的理解」につながるものと思われる。そして、最後のまとめで、空気をペットボトル内に注入すればするほど、ペットボトル内の圧力が高まり(たくさん空気がせまいところにぎゅっとつまっている)、そのエネルギーでペットボトルロケットが飛ぶことに気づかせることができれば、その後の初等中等段階における「気体の分子運動」学習における「体験的な理解」として位置付けることが可能であろう。

5. 科学体験を知的学びへと導くための保育者の手だて

今回の研究から、科学体験を知的学びへと導くための保育者の手だてとして以下の点が示唆された。

- (1) 科学体験を遊びの中で繰り返し体験できるような環境の整備

自然体験というとき、幼稚園では生物の飼育や植物の栽培を取り上げることが多い。それに対し、比較的日常的に体験することが多いにもかかわらず、物理的原理を取り上げることが少ない。例をあげれば、ボール投げ、滑り台、ブランコなども物理的原理を応用した遊びであるし、氷の結晶や水の流れなど自然現象の中にも科学体験は存在している。そうした現象に対する幼児の驚きや気づきを、遊びの中で繰り返し体験できるよう配慮することが必要であろう。

- (2) 幼児の興味関心をひきつける教材の開発

幼児が遊びの中で繰り返し体験できるよう配慮するためには、まずもって教材開発が重要なポイントとなる。今回開発したペットボトルロケットは、興味関心をひくという点で有効だったと考える。単に幼児がやりたいと思うだけでは、衝動を喚起したにすぎない。幼児がやりたいと思ひ、やってみたらいっそう興味を持ち、何度でもやりたいと思える教材であって、初めて有効であるといえる。今回の研究からわかるように、ペットロケット飛ばしには理科教材としての価値が含まれていた。こうした教材としての価値が、幼児のもっと

やりたいという気持ちを引き出したのではないかと考えられる。こうした教材の開発が必要であろう。

(3) 幼児の意欲を促進する保育者の言葉かけ

幼児が繰り返し体験したいと思うようにするために、保育者の言葉かけも重要な意味を持つ。ペットボトルロケットがうまく飛んだときに、十分にほめて、成功体験を積み上げていくことが大切だろう。「すごいね」、「よく飛んだね」という保育者の言葉で、幼児は自信を持って次の体験に向かうことができる。ただし実際には、ペットボトルロケットがいつもうまく飛ばとは限らない。そのようなときには幼児を励まし、もう一度やってみよう、今度はうまく飛ばそうと思えるように幼児の気持ちを鼓舞する言葉かけが大切であろう。失敗を恐れずチャレンジすることが、次の成功に結びつくことに、感覚的に気づかせることが大切である。こうした保育者の言葉かけも、幼児に繰り返し体験しようとする気持ちを持たせる上で重要だと考えられる。

(4) 体験を言葉で表現し共有する場の設定

今回の研究で示されたように、同じ年齢であっても子どもの思考形式は多様である。子どもたちは自分と異なる考えにふれることで、自分の試みを多様化し、変容させることができる。幼児においては、それは小学校のような授業においてではなく、今回の調査で行ったような遊びの中でできることである。もっと飛ばすにはどうしたらよいか。もっとも簡単な方法は、一番遠くまで飛んだ友だちのやり方を真似することである。

ペットボトルロケットや空気でつぼうの体験中、子どもたちは一番遠くまで飛んだ友だちのものを観察し、実際に自分でやってみて確かめていた。その際、「重いのは飛ばない」「水が半分くらいが飛ぶ」「空気がいっぱいだと飛ぶ」といった会話やつぶやきが、子どもたちの試行にプラスの影響を与えたのは言うまでもない。こうした活動を、ひとりひとりがばらばらに行うのではなく、チームを作って協力しあいながら行うことで、自分の体験を言葉で表現する力がつくのではないだろうか。

実際、研究保育後、幼児全員でペットボトルロケット飛ばしの遊びを行ったが、その際一度経験していた幼児が未経験の幼児に、いろいろと説明し教え合う光景が見られた。経験したことを言葉にして伝えることで、自分の考えを整理することもできるし、相手にわかりやすく伝えるための工夫をすることもできる。これによって思考力が育つといえる。こうした場づくりが必要であろう。

6. 今後の課題

今回は、物理的原理の中でも「飛ぶこと」に特化して研究を行った。幼児の興味関心をひきやすいこと、飛ぶという現象は可視的で、幼児にとって理解しやすいことから、ペットボトルロケットを用いた。しかし実際に行ってみると、ペットボトルロケットを飛ばすには多くの大人の手助けが必要だった。幼児が自分で考えて試行錯誤ができるように、手押し式の空気入れを足ペダル式に変えるなど、ペットボトルロケット飛ばしの方法に改良を加える必要がある。

また、空気と水というふたつの要因があったため、幼児にとって要因を空気に特定するのが難しかったと考えられる。空気への気づきを促すためには、水の量を一定にするなど、条件を一定にする工夫が必要だろう。

今回は、4、5歳児と小学校4年生を対象としており、その間の学年での変容は調査していない。また「物質の粒子性」と「仕事量とエネルギーの関係」に特化した研究であって、その他の項目については検討していない。年齢の発達や他の項目の検討を含めた詳細な検討は、今後の課題である。

引用(参考)文献

- 1) 文部科学省『幼稚園教育の現状と課題、改善の方向性(検討素案)』中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会(第46回(第3期第32回))議事録・配布資料3-1 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryu/004/06091413/002.htm, 2006
- 2) 文部科学省『教育課程部会審議経過報告(案)』中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会(第38回(第3期第24回))議事録・配布資料2-1 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryu/004/06021401.htm, 2006
- 3) 隅田学, 深田昭三, 「幼い子どもの科学コンピテンスの再評価とその教育適時性に関する一考察」, 『科学教育研究』Vol. 29(2) pp. 99-109 2005
- 4) 文部省『幼稚園教育要領解説』フレーベル館 1999
- 5) 文部省『小学校学習指導要領解説理科編』東洋館出版 1999
- 6) 堀哲夫編著『問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー』明治図書 1998年
- 7) 中央教育審議会第一次答申「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」(平成8年7月19日)
- 8) ピアジェ・滝沢武久訳『思考の心理学 - 発達心理学の6研究-』みすず書房 1968年
- 9) 「理科離れ」 <http://ja.wikipedia.org/wiki/>