

幼児期の科学実験遊び

— 幼児と保護者に向けた科学実験の在り方 —

山田 修平

(2013年10月15日受理)

要 約

本稿は幼児期の豊かな遊びの一つとして科学実験遊びを取り上げる。科学実験遊びは保護者からニーズの高い遊びであるが、その背景には子どもたちが遊びを通じて科学的知識を獲得する期待が含まれている。地域では科学的知識獲得の機会として科学実験が実施される傾向が見え、そのため幼児向けの実践は難しく敬遠されている現状が明らかになった。本研究では、幼児期の科学遊びが目指しているものは科学的知識の理解ではなく、科学を使った遊びにある。という考えから科学実験遊びの実施と検証を試みた。幼児と保護者に向けた科学実験遊び「紫キャベツのリトマス試験液で身近なモノを測ってみよう」という実践では、子どもたちが主体的に物質に関わり、実験遊びを楽しみ、遊びを展開させる様子が見て取れた。このことから、幼児にとって科学実験遊びは、楽しみながら変化、材料、道具に出会う遊びであり、未知の世界に興味を持つきっかけとなる遊びとして有効であると結論した。

キーワード 幼児期の科学実験遊び、理科離れ、幼児の物質・現象の体験

はじめに

子どもたちの理科離れが問題とされる中、平成22年内閣府調査では成人の63%は科学技術に対して興味があるという調査結果となった。未成年の調査では、小学生の好きな教科の上位には理科が毎年挙がる。理科離れとは、学力低下の危惧を指す一方、はたして興味関心の低下と同義だろうか。筆者は、幼児向けに開催する科学実験の様子から、子どもたちは科学の魅力を十分に体験することができるかと確信している。そして、幼児期の科学実験遊びの場は、共に参加する保護者の科学との再会の場でもあり、親子で共に学び、同じ感動を共有できる貴重なコミュニケーションの場となっている。しかしながら参加者のニーズが高いにも関わらず、科学イベントは身近な場所で開催されていないという状況にある。本稿は、幼児が遊び体験を通じ、自身の興味の世界を広げていくために、科学の世界から幼児の楽しむことのできる実験を取り出し、幼児と保護者に向けた科学実験遊びについて考察する。なお、

本稿では理科は教科名称，科学は理科教育内容の根幹のものとして同意に扱う。

1. 研究の背景

1-1 子どもの理科離れの現状

PISA (OECD生徒の学習到達度) 調査で日本は科学リテラシー 2000年 2位, 03年 2位, 06年 5位, 09年 5位と年々ランクを落としている。この結果を受け, 社会的にも子どもたちの理科離れが叫ばれるようになった。IEA (国際教育到達度評価学会) の調査では日本の小学生 4年生理科の順位は95年 3位, 03年 3位, 07年 4位, 11年 5位と順位を落としているものの, 平均得点が優位に上昇し, 過去最高得点であり, 習熟度の低い児童の割合が減少し, 習熟度の高い児童の割合が増加している。学習については習熟度が上がってきているとみることができる。同調査で理科は楽しいと回答するに日本の児童は90%(国際平均88%)である。平成15年からの調査で児童の8割以上(平成15年81%, 平成19年87%, 平成23年90%)が理科は楽しいと回答している。一方, 理科は楽しいと回答する中学生は6割(平成15年59%, 平成19年59%, 平成23年63%)と国際平均(平成23年80%)を下回る。中学校に入ると理科への関心が低下することがわかる。さらに問題視すべきは児童, 生徒の理科の捉え方である。平成23年の同調査では, 理科を使うことが含まれる職業に就きたいと回答した中学生は20%(国際平均56%)と将来に理系を選択する割合が国際平均を大きく下回る。科学技術は諸外国に比べ進んでいると79.5%が回答し, 科学技術が国際的な競争力になると86.7%が回答(内閣府科学技術と社会に関する世論調査平成22年)する日本において科学技術の担い手の減少に起因する結果である。平成24年度全国学力・学習状況調査では, 小学生の好きな教科1位は理科である。81.5%の児童が理科が好きと答える中, 同調査もIEA調査と類似傾向があり, 理科の勉強が将来役に立つと思う児童が73.4%と数値を下げる。一方, 国語, 算数では, 国語, 算数が好きと回答する割合よりも, 将来役に立つと思うという回答の割合が上がっている。国語が好き68.1%, 将来役に立つと思う92.7%。算数が好き65.1%, 将来役に立つと思う90.4%。将来, 自分にとって理科が有益と捉える子どもが少ないと言える結果となった。佐々木は小学生の好きな教科の上位には今も昔も理科があげられる中, 理科への苦手意識は中学生から高まり, 高校で物化生地と分化する中で深刻化すると分析している¹⁾。

1-2 成人の理科離れの現状

筆者が行った大学の教育学部の学生, こども学科の学生に「現在, 科学が好きか?」という調査(154名)は, 好き16%, 嫌い40%, どちらでもない44%という結果になった。佐々木の分析の通り, 嫌いが好きを上回る結果となった。一方, 半数を占める, どちらでもないに属す学生にヒアリングを行うと, 苦手であるが, 嫌いではない, という回答が多い。どちらでもない層は, 実験が楽しかったという経験を持ちながら, テスト点数, 評価がネガティブ要因となっている。この層は, 評価のない青年期の科学体験をすることで, 興味を抱く可能性を持っていると言える。なお, 平成22年内閣府調査によると成人の科学離れの状況は,

科学に対して興味関心ありと回答した成人は平成10年58.1%，平成16年52.7%，平成19年61.1%，平成22年63.0%と推移しており，関心が高まる傾向にあると言える．科学に関して苦手意識があるという成人はよく聞かれるが，興味がないとは言いがたい調査結果である．

科学と出会うという視点で日常に目を向けると，科学的な思考のきっかけとなる実体験は少なくなる環境にある．現代のツールは，利便性と引き換えにブラックボックス化し，科学的興味の喚起，科学的思考のきっかけを遠のかせている．炎をキーワードに子どもたちの日常を見てみると，キッチンのIHヒーター化，学校の焼却炉撤去など，家にライターがない限り，火を日常で見る機会はこの先も減る傾向にあるだろう．都内マンションの乳幼児を持つ保護者への聞き取り「一週間で子どもと一緒に土の上を歩いたか？」という問いに「はい」と回答したのは43名中18名であった．土を歩くということは足に感じる土の感触だけでなく，歩道を外れて自然を感じ，植物や虫，動物と触れ合う時間であり，寄り道という余白の時間である．土を踏んでいない25名の多くは，そういった余裕や視点がないことに驚き，自然との具体的なふれあいを日常につくりたいと省みていた．幼児期では特に保護者の与える環境が大きい．現代の生活環境で科学を身近なものにするには，保護者の科学への興味と積極的な関わりが必要となる．

1-3 理科教育の現状

平成22年度小学校理科教育実態調査で，小学校の学級担任として理科を教える教員の45%は理科の指導内容を苦手・やや苦手と感じており，準備片付け，予備実験などに要する時間不足や研修機会の不足などで苦手意識の克服が難しい状況にあることが報告されている．苦手意識は平成20年の調査と比較すると4%ほど苦手意識が払拭されているが，物理的・時間的な負担は改善できていない．

地域教育では行政，民間などが主催する理科実験イベント，理科クラブが実施されている．この場合，参加対象が小学校3年生以上といった表記を度々見受ける．幼児に向けた科学体験の場は少ない．要因として幼児では危ないという危機管理の側面が考えられる．加えて，実験結果の考察をしっかりと伝えたい，そういった主催側のやりがいが必要となっている．都内の1区，2市のボランティア養成講座に講師として関わった際，理科実験クラブを運営される方々13名と理科実験について話をした．メンバーの多くは理系の背景をお持ちで，子どもたちに理科のおもしろさを伝えたいという想いを抱かれている．開催される現場は小学校3年生以上が対象であり，漠然と幼児には無理という考えがあった．例えば「熱をテーマに一番簡単な実験をしたら（対象年齢は未設定）」という例題に，空き缶エンジン（スターリングエンジン）といった大人も感動する高度な内容が検討された．地域の科学実験の現場では，本格的な理科実験を体験させたいという理念があり，簡単な実験といえ対象が小学生以上になる印象を受ける．もっとも地域教育の現場は，ボランティア主体であり，開催が定期的に継続されるためにも，実施者のやりがいという部分は重要である¹⁾．理科実験クラブに携わる方々は，科学的知識を参加者に届けることに慎重であり，理科の楽しさだけでも伝われば構わない，といった考えは無責任，もったいない，という意見を持たれる方が多い．具体的な意見として，「(自分たちが伝えたい科学は) 幼児には理解が出来ないであろう」と

いう対象に困難があるという意見 (8名)。数年後の理科教科教育につなげる為の理科あそび体験という考えは理解できるが、幼児向けの説明の仕方、会のまとめ方が分からず不安である、といった実施者に問題が内在する意見 (11名) が出た。特に「どう伝えていいのか分からない」という対応に関する懸念が顕在化された。3地区の検討会で延べ9名の方は、実施者側と参加者側の両者に課題があると認識している結果となった。幼児に向けた理科実験を実施する際は、幼児が楽しいと感じるポイント、発達段階、言葉がけ、共感など幼児教育の知識が必要である。このような背景から幼児に向けた理科実験が開催しにくく、実施数が少ないと推測できる。

1-4 幼児向け科学実験の実施意味

先述したように、理科実験に携わる方々は、幼児に理科実験は難しいという印象を少なからず持たれている。実験を通じて科学的知識を獲得することが目的であれば、幼児の科学実験の目的達成は難しい。今回対象とする子どもは2歳から7歳の子どもであり、論理的に現象を捉え知識として理解するのは難しく、論理操作はまだ遠い。理科実験に携わる方々の懸念の通りである。しかし、幼児向けの科学実験の実施の意味は、参加する子どもたちが科学的知識を獲得することではない。実施の意味は、遊びの中に、物質との出会い、科学的現象との出会いを取り入れ、新しい世界・未知の領域に触れることで遊び体験を豊かにすることである。遊び体験を豊かにすることは、子どもたちの未知の世界への好奇心を喚起させ、ついでに科学的思考、論理的思考を獲得する際の豊かな素地になると考える。平山は、子どもが日常生活を通していかなる知識を獲得しているかについて以下のように述べている。理解活動にあっては、学び手の構成の土台をなす「理解における自己関与性」とでも言える側面が重視されるべきであろう。子どもの認識活動は個々の情報を「ありのまま」に受け取り、ストレートに集積するといったプロセスをたどるのではなく、すでに彼らは世界のいくつかの領域について自生的な理論、あるいは非公式の (informal) 科学といってよいものを普遍的に構成している²⁾。と言っている。筆者はこの考え方を採用したい。幼児期の科学遊びは学び手の構成の土台をなすエピソードを生み出す体験であり、非公式の科学体験である。科学的論理として、公式化された科学を身の回りの事象に照らし合わせ検証を行うことは幼児には難しいが、実験環境に接近した出来事において、幼児は仮説検証を行う事例が見られた。これは、幼児が自生的な理論を構成していると考えられ、公式の科学を獲得するためのエピソードを蓄えている体験である。具体例は後述するリトマス試験液実験の考察 (フライとレモン) として紹介する。非公式な科学体験=「遊び」そのものを豊かにすることは、科学への関与性を強め、学習期に公式の科学を効果的に学ぶことにつながると言えよう。

4 また、図画工作における造形遊びの見地からも類似する体験の捉え方がある。橋本は、次のように言っている。造形遊びは、幼児の自由な遊びを重視することである。造形性を求める前に総合的な遊びとして素材に出会い、素材を使っての遊びの展開を保障する必要がある。幼児の営む活動を造形という窓から見ると、素材の何に興味を持ち、それにどのように取り組み、何を吸収していつているのかを見いだすことが大事になってくる。造形遊びは幼児が生活の中で能動的に表現活動をし、環境に働きかけ、その結果さまざまものを獲得して

いく人間の生き方につながる能力を育てるねらいを持っている³⁾。科学実験遊びも同様に、素材に出会い、素材を使っての実験という遊びの展開を尊重し、能動的に試してみたい内容を保証することで「遊び」となる。造形という手法を使って、子ども自身の自然発生的な活動や体験を重視するように、科学実験遊びも大人の思惑を押し付けない姿勢が求められる。（そのために多様な安全な選択肢、素材の検討、危機管理が求められる。）造形あそびのねらいを物質体験と位置づけたように、科学実験遊びを、物質・現象の体験遊びとして位置づけ、遊びの一つとして実施する、とすると幼児期の科学実験遊びに意味を見出せよう。

指導者のやりがいという観点から、子どもとの活動が指導者の専門領域であればあるほど専門の観点で計画と達成評価を行いたいものであるが、幼児期の科学体験について、幼児期の遊びは未分化であるからこそ豊かと捉えてみてはどうか。遊び経験は、新たな領域に触れることの価値、有意義さを感じることでできる素地を育む。その素地は、今後の出会う様々な現象や学びの機会を抵抗ではなく好奇心として迎え、子どもたちの学びを支え、あるいは内発的動機となって専門領域に積極的に触れようとする契機を生み出す、とすると、「科学を遊ぶ」ことに意味があると言えよう。

1-5 ニーズとしての幼児向け科学実験

幼児向け科学実験の実施意味の一つとして、保護者や行政からのニーズがあげられる。保護者や行政という地域のニーズを引き受けることは、大学に求められる大学COC事業^{注1}の視点からも意味を持つ。筆者は5年前から、国立市公民館、各地のマンションなどで親子遊び教室を開催している。幼児から小学生低学年を対象に親子で参加し、遊びを通じてコミュニケーションを図るという会である。保護者からヒアリングを行い、毎月のプログラムの方向性を決めている。その結果では上位に「親子体操」「歳時のイベント」「料理」が挙がり、続いて「科学実験」のニーズと続く。次に「音楽」、「工作」、「外遊び」などニーズは細分化していく。ヒアリングの際、米村でんじろう氏の名が挙がることから、同氏を初めとするサイエンスプロデューサーやサイエンスコミュニケーターのメディア露出と活躍により保護者に認知されたと言えよう。科学遊びを求める保護者の特徴的な意見は以下の通りである。

家族で楽しめる科学実験
手軽に（近くに）参加できる科学実験のイベントがないからやってほしい
楽しく勉強みたいな遊びをしたい
自由研究に使えるような実験
自分が理科が苦手なので科学を好きになって欲しい

親子遊び教室（工作、親子体操など）に参加した保護者からの聞き取り調査である。傾向として科学実験のニーズは特に男性から多く、科学的な知識の獲得の機会として実施をして欲しいという意見が多い。保護者からは、科学を体験する身近な場を知らない、科学遊びの情報を得ることが手間、といった意見が多く見られた。一方、科学博物館などに遊びに行き

子どもから質問されても答えられないので気が引ける，といった意見もあった．子どもに科学を出会わせたいが，機会や選択肢がない，といった保護者の状況がうかがえる．このように保護者のニーズを引き受ける意味からも，親子と科学をつなぐコーディネーターの必要性は高いⁱⁱ⁾．そして1-3で触れたように昨今，幼児向けの科学実験の現場が少ない．幼児と保護者を科学の世界に誘う面，需要供給の面からも幼児向け科学実験遊びの実施は意味あるものと言える．

2. 研究の仕方

筆者が実施した科学実験あそびの実験内容の一例を報告する．いずれも幼児から小学校低学年を対象にした親子教室であり，行政，マンション自治組織から委託を受け実施した．具体的な手順は下記する．

2-1 実践内容

科学実験遊び実施の目的は，子どもたちが科学の不思議を体験すること，新しい材料や道具に触れるといった物質との出会い，触れ合いを通じて，新しい世界（科学）に興味を持ってもらうことである．実験遊びをきっかけに，親子で科学の楽しさに触れ，子どもたちに，新しい世界に触れることって楽しい，科学は楽しい，という好奇心を抱いたまま成長してもらうことを目指し実践を行っている．

今回は一つの実践を取り上げ，幼児期の子どもたちにとって科学実験が遊びとして楽しめるか，新しい世界に興味を持つ契機となるかを検証したい．検証方法については，子ども個々の反応や行動を追跡調査し，活動の質的な面を取り出してみる．取り出した活動自体にどのような物質体験，素材への気づき，活動の広がりがあるのかを検証してみたい．そして，提供した活動，あるいは子ども自ら展開した活動への興味の集中，持続などの傾向を検証してみたい．こうしたものが個々の子どもたちの中に見られれば，この活動が有意義な活動であったと言っているのではないかと考える．また，子どもたちが新しい世界への興味を持つ契機になるか，ならないかについては，実施後，保護者の追跡ヒアリングで検証を行う．検証方法は，活動スタッフ1名と共同した意見によって抽出したものである．

3. 研究内容

3-1 実践の概要

実験名	紫キャベツのリトマス試験液で身近なモノを測ってみよう．
実施日時	平成25年8月24日(土) / 10:00 - 11:30 / 13:00 - 14:30 * 2回実施
主催	マンション管理組合
実施場所	埼玉県さいたま市 Aマンション多目的室
参加者数	親子28組（保護者30名／子ども36名）

<p>参加年齢 *子ども</p>	<p>2歳児…1名／3歳児…4名／4歳児…7名／5歳児…8名／6歳児…7名 7歳児…4名／8歳児…2名／9歳児…2名／10歳児…1名</p>
<p>実践内容</p>	<p>紫キャベツからアントシアニン色素を煮出してつくるリトマス試験液に身近な素材を入れ、色の変化（呈色反応）を観察する。中性、酸性、アルカリ性のpHの変化を観察する。子どもが主体的に実験を体験し、実験という世界を楽しむことを目的とし、身の回りの様々な物質（今回は見た目が白い粉）について、色の変化を通じて、物質というものに興味を持つ。子どもが自由に実験を楽しめるよう環境を整え、サポートを行う。</p> <p>【使用する試料】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩（中性）・砂糖（中性）・小麦粉（中性）・クエン酸（酸性）・重曹（アルカリ性） ・梅干し（酸性）・レモン液（酸性）炭酸水（酸性）石鹼水（アルカリ性） <p>【科学実験遊びの流れ】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 保護者に向けて趣旨説明，アレルギーの確認。 2. 不思議な液体を配り，においを嗅いでみる。「焼きそばのニオイ」などの反応を受け取り，紫色のキャベツの汁ということ伝える。実験に使うものは，食べたり，舐めたりしないことを伝える。 3. 「今日はこのキャベツの汁に色々なものを入れてみたいと思います」と導入する。試料を紹介し，身の回りにある物という理解を促す。指導者による演示実験で呈色反応を紹介する。その際，「スポーツドリンクに入っているクエン酸の粒はピンク色に反応するね。ピンク色に変える粒って覚えておこう。ちなみに，ピンク色になると酸性って言うんだって。」とピンク色に変える粒という呼称を用い，小学校の子どもたちに向けて酸性というキーワードを用いる。中性＝色が変わらない粒，アルカリ性＝黄緑色に変える粒といったように演示実験で呈色反応の種類と呼称を紹介する。リトマス試験液を「紫キャベツの汁」と呼ぶ。 4. 実験材料を配布する。紫キャベツのリトマス試験液を一人当たり6つ，試料はグループで共有する。 5. 子どもたちが自由に実験遊びを始める。保護者にはサポートをお願いする。 6. 子どもたち個々の展開を支援する。「どうやったの？」と実験遊びに興味を持つ子ども達に，遊びを展開させた子ども本人が説明できるようサポートをする。あるいは代わりに説明をするなど補助を行う。 7. 実験遊びを終わりにし，実験用具を片付ける。 8. 指導者が演示実験で，比較的強いアルカリ性の試料（虫さされ薬など）を実験して見せ，黄緑色→黄色という反応の幅を子どもたちに観察してもらう。 9. 科学という世界，実験という遊びを楽しめたか，日常には手品みたいないろいろな現象があること，家庭にもいろいろな物質があることを伝えてまとめとする。

3-2 実践の検証

実践した「リトマス試験液で身近なモノを測ってみよう」実験は小学校学習指導要領解説理科 編（平成20年）第6学年の水溶液の性質という単元で取り扱う内容である。6年生の学びの内容であるが、科学実験遊びという観点から幼児から十分に楽しめるかと仮説を立て、実施した。学習指導要領理科 編では、無色透明な水溶液でも、溶けているものを取り出すと違ったものが出てくることがある。このようないろいろな水溶液をリトマス紙などを用いて調べ、色の変化によって酸性、アルカリ性、中性の三つの性質にまとめられることを捉える。と目標を設定している。本実践では、幼児には、液体で変化を起こすことよりも、白い粉、粒を中心とする固体で変化を起こすほうが、遊び体験が豊かになる考え、今回使用する試料（試験、分析、検査に供される物質）の多くは水溶液ではなく、固体の状態で扱った。また、固体のほうが試料を扱いやすく、子どもたちの意思で量をコントロールしやすいというメリットがある。



図1 リトマス試験液実験の様子

本実践では、遊びを通じて以下の体験をねらいとした。

1. 呈色反応によって液体の色が変わるという驚き体験
2. 身の回りの物質で紫キャベツの汁の色をいろいろ変えてみるという実験体験
3. 色を変える物質が身の回りにあるということを知る物質体験

キャベツで作った不思議な液体に、家庭にある色々な粉や調味料を入れてみて色の変化を楽しむ遊びを通じて、ねらいを達成するために2つの導入が考えられた。一つは、子どもたちが呈色反応結果を事前に知らずに自由に試薬を試し、実験することで呈色反応（本実践の呈色反応は3種類、酸性は赤、中性は紫、アルカリ性は緑）を体験するための導入である。もう一つは、呈色反応の3種類を事前に演示実験で確認し、3種類の変化を子どもたちが観察した上で自由に試薬を試す導入である。今回は後者の導入を用いた。前者の導入では、紫キャベツの汁の色の変化をしっかりと観察する前に、連続して試料を混ぜてしまうといった遊びが展開してしまうという懸念がある。微妙な色の変化をする試料もあるため、自己の実験遊びの結果がどうであったのか体験できるよう、予め子どもたちが呈色反応の結果を見ておくこととした。

8

3-3 活動の実際

本実践で見られた遊びは大きく3つである。

1. いろいろな物（試料）を紫キャベツの汁に入れ、色の変化を楽しむ遊び
2. ピンクの反応（酸性）を見せた液に、黄緑色に変える試料（アルカリ性）を入れ、紫色（中性）に戻す等、呈色反応を繰り返す遊び
3. ピンク色に変える粒（酸性）、黄緑色に変える粒（アルカリ性）を同時に紫キャベツの

汁の中に入れ、汁の中で同時に呈色反応を起こす実験遊び

1. の色の変化を楽しむ遊びでは、全ての子どもたちが机上にある試料を試し、色の変化が起こるかどうか、あるいは変化の色の具合を楽しんだ (図-1)。導入時の演示実験では酸性試料をクエン酸、アルカリ性試料を重曹、中性試料は塩を用いて行ったため3種以外の試料について「どんな変化が起こるか？」と子どもたちは目を輝かせながら実験遊びを行った。手品を見るような驚き体験が4歳以上のほとんどの子ども、保護者に見られた。本実践で最も歓声のあがった場面である。多くの子どもたちが主体的に実験遊びを行い、楽しんだと言える。4歳以下の子どもたちは、保護者とともに、試料を入れていない紫キャベツの汁の色と、呈色反応した紫キャベツの汁を比較することで変化を感じることができた。サポートを受けながら色が変わる様子を笑顔で保護者と共有できたことから、実験遊びの世界を楽しんでいたと言えるだろう。また、多くの子どもが主体的に実験遊びを行い、保護者が実験遊びを見ろという遊びの関係は、子どもの達成感を高めた。保護者は呈色反応について理解はあるものの、どのような色に変化するか具体的に想像できる方は少ない。大人であっても目の前で紫キャベツの汁の色が変わる様子は興味深い。保護者は子どもたちに、「すごいね!」「こっちの粉はどうなるの?」と声を掛け、子どもたちはそれに応える。8歳の子どもでは、保護者に向けて「どうなるかなー、見ててね。」と興味を促すような声掛けが見られた。大人の実験の結果に対する興味関心も、子どもたちの主体性をのばすきっかけの一つになったと言えよう。親子で同じレベルの驚き体験をする機会という側面からも科学実験遊びの実施意味を見出すことが出来よう。

2. の呈色反応を繰り返す遊びは、ピンク色に変わった液と、黄緑色に変わった液を混ぜるとどうなるか、という実験遊びであり、8歳の子どもが自発的に行った。その後、5歳以上の多くの子どもが参考にして反応を楽しんだ。黄緑色の液にピンク色の液体を混ぜると実験前の紫色(中性)に近づく。反応する前の液の色である紫色にどこまで忠実に戻せるかという目標を持ち、実験遊びを展開する子どもが多く見られた。また、戻した紫色の液は再び反応するか?という興味から多くの子どもたちが試料を入れ、変化を楽しんだ。この遊びでは、3色の世界を行ったり来たりする反復を子どもたちが主体的に操作し、楽しんでいた。行為としても液体と液体を混ぜ、反応を起こす実験遊びは、粉を入れて反応させる実験遊びとは違った楽しさがある。科学者が試験管を目線の高さまで上げて攪拌する姿を真似するような模倣遊びも見られた。1.の遊びを楽しむことで、子どもたちは実験遊びに慣れ、工夫や思考を巡らせ遊びを展開させる様子が見られた。

3. のピンク色に変える粒(酸性)と黄緑色に変える粒(アルカリ性)を紫キャベツの汁へ同時に入れてみる遊びは、6歳の子どもが自発的に行い、6歳以上の子ども全員に広がった。同じ紫キャベツの汁の入ったカップの右半分にはピンク色に変える粒、左半分に黄緑色に変える粒を同時に投入してみたいという遊びである。結果は、投入した付近は試料のpHに応じてピンク、黄緑それぞれに変化し、結果的に混ざり、中性に近い色に落ち着くという遊びの結果になった。酸性のピンクとアルカリ性の黄緑、そして中性の紫の一瞬の混在に多くの子どもたちは興奮していた。この遊びの展開を受けて、ピンク色に変える粒、

黄緑色に変える粒を、粒の状態混ぜてから紫キャベツの汁に入れたらどうなるか?という興味を10歳の子が持った。試したところ、微かなピンク色に反応したようで、期待した驚きは得られなかったようであった。このような遊びの展開は、筆者、スタッフに発想がなかった。大人は論理的に呈色反応の結果、試料の分類を結果として求めるが、子どもはそうではない。目の前の物質と現象に楽しさを見つけ、繰り返し実験を楽しんでいる。日常生活にある材料を使った子どもの豊かな遊びを見ることが出来た。また、子どもたちは紫キャベツの汁を何度も反応させることで反応が鈍くなることも体感した。「できなくなっちゃった、終わっちゃった。」と落胆を見せつつ、終わりを受け入れる様子が見られた。飽和状態という論理的な理解ではなく、反応を何度も繰り返すことで紫キャベツの汁も疲れたのだ、というような子どもなりの理解で、色が変わらなくなった物質の様体の変化を体験した。驚き、喜び、落胆し、様々な感情を持ちつつ、子どもたちは物質・現象の体験を楽しんだと言えよう。

3-4 結論

目の前の物質と現象に楽しさを見つけ、繰り返し実験遊びを楽しむ様子から、子どもにとって遊びの素材ではなかった物を使って豊かな遊びを引き出すことが出来た。全ての親子が色の変化を通じて物質体験を楽しんだ。5歳以上の子どもは色遊びのような形で能動的に試料を組み合わせ実験遊びを楽しみ、年齢の小さな子どもたちも、年上の子どもの遊びを見て、おもしろそうだと真似をし、物質に能動的に働きかけた。こういった体験は操作的な論理が使えるようになってくるにつれ、一般性のある論理を組み立てることの出来るところにもつながってくるだろう。ただし幼児期の科学実験遊びでは、即座に大人の論理を伝えることが目的ではない。今回の実践で子どもたちが得たものも大人概念に至らないだろう。幼児期の科学実験遊びでは、幼児期に物質や現象をおもしろいと思い、興味を持って物に働きかけようとするという2つのモーメントが生まれてくることを期待している。それは今回の実践で生まれてきたと言えるだろう。

今回の実践の3つねらいについて検証する。1. 2について、子どもたちは物質の変化を驚きと好奇心を持って目の当たりにし、物質のおもしろさに触れるという物質・現象の体験は達成した。3についての検証は、実施後の保護者のヒアリングを報告する。科学実験遊びに参加した4歳の子どもの父親が食卓のフライにレモンをかけた際、「色が変わっちゃうかなー」と興味を持ったという話を保護者から報告頂いた。子どもは紫キャベツの汁にレモン汁を入れ、色が変わる実験を思い出し、父親に話かけたのである。科学実験遊びを楽しんだことで、その子にとってレモンは酸っぱいだけでなく、変化を促す物質として認識されたのである。経験から得た素朴な理論を携えて身の回りの物質を捉えたことから、3についてもねらいを達成し得た。

今回、子どもたちが科学実験遊びを行った時間は40分であった。当初設定していた実験遊び時間を10分越えても、子どもたちが興味を持続、集中させた点も科学実験遊びの持つ遊びの魅力と言えよう。子どもたちは、遊びの中で物質変化、物質体験に能動的に関わろう

とし、関わり、科学実験遊びの中に楽しさを見出して豊かな体験に変えている。これを遊びと称していいのではないか。豊かな可能性を開く、育ちとして認めていいのではないかと思う。以上から、幼児期の科学実験遊びとは、科学的理解を着地点とするのではなく、子どもたちの豊かな遊び体験として仕組むことによって、子どもたちの育ちを保証していく遊び、と見出した。

4. 今後の研究の課題

今後の課題として以下を研究し、幼児期の科学実験遊びについて追求する。

- ・実施の検証。幼児期の子どもたちの活動（科学遊び）をさらに調査、開発する。科学遊びの内容や遊びの場を生み出し、豊かな体験がどのように生まれるかの精緻な観察を行う。幼児期の子どもの遊びとして意味があるか、について読み取るための新たな方法を開発しつ検証する必要がある。
- ・科学実験遊びの題材研究。他の科学実験遊び題材でも幼児期の子どもが意味あるものとして楽しめるかどうかを検証する。化学、物理、生物、地学など幅広い領域からの題材開発が必要である。
- ・幼児向けに科学実験遊びを実施する際の安全面や困難な面などの問題を検証し、実施の手立てを研究する。
- ・科学実験遊びが家庭や幼児教育の場で普及するためのパッケージ化を行う。

本稿では実践の検証は一つにとどまった。他の科学遊び実践においても、子どもたちに豊かな体験が生まれるかどうか、新たな検証の視点も開発しつつ更なる検証を行う必要がある。同時に、科学の様々な領域から題材を選び、幼児に向けた科学遊びの題材開発を行う。現段階の科学実験遊びの実施候補については小学校中学校の学習指導要領を参考に図2にまとめたので参照されたい。また、幼児に向けた科学実験遊びを行う際、安全面の配慮、幼児が実験可能な作業範囲、保護者や関係者への共通理解などのクリアすべき実施ポイントがある。このような幼児向け科学実験遊びの実施上の手立てについても今後の研究でまとめることとする。

本研究の目的の一つとして、科学遊びの普及がある。保護者や行政に科学遊びのニーズがあるにも関わらず、幼児向けの科学実験遊びが専門性を持った指導者でしか実施できないとなると、科学遊びの広がりには期待できない。専門性を持たない大人が、安全で子どもたちが楽しめる内容を家庭や幼児教育の現場で実践できるよう、科学遊びの内容を開発し、保育者や保護者、あるいは小学生向けに理科クラブをされている方々に実施頂き、検証を含めて研究を進める。

科学遊びが目指しているものは科学的知識の理解ではなく、科学を使った遊びにある。科学を使った遊びに意味があるということ、実践、新たな研究視点や方法を用いて論証して行くことが今後の研究課題である。

5. 参考資料

幼児向けの科学実験遊びの題材として実施可能と考えられる内容を以下に提示する。

ドライアイスでシャボン玉	ドライアイスで発生した二酸化炭素を水槽に溜め、シャボン玉を浮かせる。石けん水にドライアイスを入れ、シャボン玉を発生させる。	中学校 1年
アイスクリームを作ろう	水と食塩で氷点下をつくる実験。材料を入れ、容器を振ることでアイスクリームをつくり、食べるまでを行う。	小学校 4年
片栗粉ダイラタンシー	握ると固まり、離すと液体。不思議な液体実験。	中学校 1年
小麦粉粘土	小麦粉を水で練り、パン生地を作る要領で粘土を作る。水の案配で固さが変化する過程や食紅を混ぜて色を付け粘土遊びを楽しむ。	中学校 家庭科
フェノールフタレインの噴水	丸底フラスコをアンモニアガスで満たし、フェノールフタレイン水溶液をガラス管でつなぐ。フラスコ内に水を数滴注入するとアンモニアが溶け、減圧される。水溶液がフラスコ内に噴水のように注入され、アンモニアのアルカリ性に反応し赤く染まる実験。	中学校 1年
過冷却水	精製水は0℃を下回ってもすぐに氷に変わらない。振動や何かしらの核が加わると瞬時に凍り出す。この現象を体験する実験。	中学校 1年
しょうのう船	しょうのうや石けんなど、油性の材料を用いて表面張力で船を動かす実験。	中学校 1年
不沈子	ペットボトルと醤油さし用の容器を使った実験。ペットボトルを押し下げることで水中の「圧力」と「浮力」の関係により重りが浮いたり沈んだりする。	中学校 1年
ペットボトルで雲を作ろう	圧力が下がると温度が下がる現象を利用し雲を発生させる実験。ペットボトルに炭酸保管用のキャップで圧力を上げ、一気に減圧する。ボトル内の水蒸気が水に変わり組のように曇って見える実験。	小学校 4年
ペットボトルで渦を作ろう	ペットボトルを2本つなげ、ナットを入れる。円を描くように水流を起こすと渦巻き状に水が移動する実験。	小学校 4年
不思議コップ	サイフォンの原理を利用した一定以上水を入れると全て溢れてしまう紙コップの実験。	中学校 1年
送風機の実験	ブロアーを利用し、ピンポン球や電球などを宙に浮かせる実験。空気の流れや気流の流れの不思議を体感する。	小学校 3年
燃焼実験	ガストーチを用いて、炎色反応を観察する。リチウム（赤色）ナトリウム（黄色）バリウム（緑色）カルシウム（橙色）カリウム（紫色）銅（青緑色）花火の色の説明につなげ、満足度が高い。	中学校 1年
じゃがいも空気鉄砲	アクリル筒の両側にジャガイモを押し差し込む。片方を棒で押し込むと、空気圧でジャガイモが飛び出し、的当てを楽しむ。空気の圧縮や力を体感する。	小学校 4年
空気てっぽう作って実験 (ペットボトル, ダンボール)	ペットボトルを切り、風船を取付ける。風船をのぼし、離すと飲み口から空気が発射される。ダンボールの場合は、対角線1/3の穴をあけ、左右の側面を叩く。的を倒すなど遊びを通じて楽しむ。	小学校 4年

ペットボトルロケット	ペットボトル内に空気を注入し、加圧する。少量の水とともに排出することでロケットのように発射する実験。30m程度飛ばすことが出来き、空気の力を楽しみながら体験する。	小学校 4年
ホバークラフトを作ろう	CDと風船を材料にしたホバークラフト工作。制作後、カーリングやエアホッケーなどの遊びを楽しむ。	小学校 4年
太陽電池発電実験	太陽電池パネルを用いてモーターや電球などを動かす実験。太陽パネルで実際に発電を体感する。	小学校 6年
レモン電池	レモンに銅板、亜鉛板を刺し、金属が解け、電子が移動することで電流が流れる。見るからに電気に関係なさそうな3つの素材で電力を生むことで驚きと、発電の体感する実験。	中学校 3年
食塩水バケツ発電	ブリキバケツに食塩水で満たし、銅板を入れる。異なる金属を電解質溶液に接触させ電力を生み出す電池の仕組みが簡単な仕組みと視覚的にも学ぶ実験。	中学校 3年
静電気クラゲ	荷造りテープを細く裂き、静電気滞空させる実験。難易度が高く工夫も必要となるため、大人も楽しめる。	中学校 2年
手回し発電	手回し発電機で発電し、モーターや電球、電磁石などを動かし、発電の労力を実感する実験。家庭用電球を点灯させるには人以上の労力を必要とすることも体感する。	小学校 6年
静電気紙コップ蓄電	紙コップとアルミホイルの蓄電装置に静電気を貯める実験。放電の様子を観察する。	中学校 2年
いろいろな素材、電気が通るかな	電気が通ると電球が点灯する装置でゴムボール、鉄球、ピンポン球など様々な素材に電気が通るか実験をする。	小学校 3年
手づくりLEDランプ	LEDとボタン電池を使った自作ランプづくり。アルミホイル等を利用して回路を学びながら制作する。	中学校 2年
磁石ジェットコースター	ネオジウム磁石を用いた鉄球のジェットコースターをつくる。磁力で吸い寄せられた力を動力に鉄球を発射させ、オリジナルコースを楽しむ実験。	小学校 3年
スーパーボールを高く飛ばせ	スーパーボールを3個重ねたまま落下させる。跳力が一番上の球に伝わり、高く跳ねる実験。	小学校 3年
使い捨てカイロを作ろう	鉄粉と日用品でつくるカイロ作り。酸化の熱で50℃以上のカイロをつくる実験。	中学校 2年
ブーメラン作って実験	厚紙をホチキスで留め複数羽のブーメランを作成する。手元に戻ってくるように調整したり親子で楽しむ。	小学校 3年
ブンブンごま作って実験	ブンブンごまを作り、空気を裂く音を体験したり、回転することで見えている色が混ざり色が変化する様子を観察する。	小学校 3年
いろいろな種のグライダーを作ろう	カエデやアルソミトラといった空を舞う種子をモデルに紙でグライダーなどを作る。遊びながら植物の工夫を学ぶ。	小学校 3年
スライムを作ろう	ホウ砂、洗濯のり等を材料とした不思議な触感の物質。制作後は感触を楽しむ遊びへ発展する。	—

図2 幼児向け科学実験遊び題材リスト ⁱⁱⁱ⁾ ^{iv)} ^{v)} ^{vi)}

引用文献

- 1) 日本学術会議事務局『今、なぜ、若者の理科離れか—科学者社会の対話に向けて』日本学術協力財団, 2005, p71
- 2) 平山満義 編, 『質的研究法による授業研究』北大路書房, 1997, p213-p214
- 3) 真鍋一男, 宮脇理, 監修『造形教育事典』建帛社, 1991, p221-p222, 橋本光明

注1 地（知）の拠点整備事業（大学COC事業）…大学等が自治体と連携し、全学的に地域を志向した教育・研究・地域貢献を進める大学を支援することで、課題解決に資する様々な人材や情報・技術が集まる、地域コミュニティの中核的存在としての大学の機能強化を図ることを目的とする事業.

文部科学省 http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/coc/

参考文献

- i) 日本教育大学協会 編 『教育支援人材育成ハンドブック』書肆クラルテ, 2010
- ii) 内田麻理香 『科学との正しい付き合い方』ディスカヴァートウエンティーン, 2010
- iii) 村山哲哉 編 『小学校理科 事例でわかる！子どもの科学的な思考・表現』図書文化社, 2012
- iv) 滝川洋二 編 『ガリレオ工場の科学あそび〈PART 1〉家族そろって楽しめる新ワザ70選』実教出版, 2000
- v) 文部科学省 『小学校学習指導要領解説理科 編』2008
- vi) 文部科学省 『中学校学習指導要領解説理科 編』2008