

幼児向け科学実験あそびの実践と考察

山田修平

(2014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。本研究では、研究紀要53号で論じた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。という論を更に検証すべく、科学実験遊びの実施を重ね、8つ遊びを考察する。ねらいとして設定した、「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、さらに、子どもたちが遊びを大人が意図しなかった方向に豊かに発展させる様子や、活動中に見られた科学に対する興味の芽吹きの様子から、科学を専門としない保育者が幼児向け科学実験遊びを実施し、遊びをサポートする意義が見出せた。一方、不十分であった実験遊びの考察から、科学実験遊びが豊かな遊びとして楽しめるためには、実験遊びで扱う現象に対する遊び手の原体験が必要と結論づけた。

キーワード 幼児期の科学実験遊び 幼児の物質・現象の体験

1. 研究のねらい

筆者はこれまで幼児を対象とする科学実験遊びの調査と実践を行ってきた。幼児を対象とした科学実験の機会は児童向けの科学実験の場に比較して少ない。一方、子育て支援の場に参加する幼児の保護者からは科学あそびに参加したいというニーズが見られる。幼児の参加できる科学実験遊びの場が身近にないのが現状と言える。その背景には、科学実験は知識を伝えたいという実施側の想いがヒアリングによって見えた。幅広い年齢の子どもたちに実施したいが、幼児には説明の難易度が高く、幼児を対象とした科学実験の実施は困難である、というのが実施側の想いである。筆者が幼児向け科学実験のニーズを引き受け、幼児向け科学実験遊びを実践する中で、幼児を対象にした科学実験遊びは、学びをねらいとする実施よりも、遊びの世界の中で子どもたちが遊びながら科学に触れる実施が好ましいという結論を得た。前稿、淑徳大学短期大学部研究紀要53号では、子どもたちは遊びの中で物質や現象に出会い、遊びを楽しむことで科学への興味を芽吹かせることが出来ようと論じ、幼児向け

科学実験あそびの有効性を検証した。前稿の段階では、検証数が十分ではなく、幼児が楽しめる科学実験あそびのポイントが各実験から抽出されておらず不明瞭であった。幼児向け科学実験遊びの有効性を論じるには多くの遊び内容を検証する必要がある。よって本稿で、幼児向けの科学実験遊びの3回の実践を報告。各実験あそび単位で考察を行った。中でも保護者がポジティブな反応を示すが、子ども達がネガティブな反応を示した実験あそびを抽出、親子間の差について考察することで、幼児向け科学実験遊びを豊かにするポイントを明らかにしたい。

幼児向け科学実験あそびは、主体的に遊びが行われ、遊びの中で科学への興味が芽吹く機会になることがねらいであり、科学実験遊びの機会と場を増やしていくことが課題である。機会を増やすためには、多くの保育者、保護者が実施可能な遊びの汎用性が求められる。本研究で明らかにする幼児向け科学実験遊びを豊かにするポイントを汎用性の高い実践プログラムの開発につなげたいと考えている。

2. 研究の方法

幼児と保護者を対象とした科学実験遊びを実施し、参加した幼児、保護者、保育者を研究の対象とした。実践では科学実験遊びをブース形式で複数用意し、子どもたちが自由に遊びを始め、自己のペースで楽しめる環境を設定した。その際、各ブースに保育者の方にサポートをして頂き、子どもの遊びをナビゲートして頂いた。なお、保育者の研修も兼ねた。科学実験遊び終了後、協力頂いた保育者からのアンケートの記入と振り返り会にて意見を頂いた。保育者に行った調査内容の観点は2点、「子どもたちにとって科学実験遊びは遊びとして楽しめるかどうか」、「保育者として実施しやすいかどうか」について調査し、本稿では前者について考察を行う。

保育者が感じる実施の難易度、また、アンケートやヒアリング等で明らかとなった保育者の捉える各遊びの印象（子どもにとっての面白さ、安全性、遊びの持続性）、実験遊びを6つの観点（遊び手の単位、結果予想の有無、操作の難易度、非日常性、実験素材の魅力）の考察、保育者に印象の良い実験遊びの傾向や望ましい実施方法については今後の研究で報告したい。

2-1 研究の仕方

実施した科学実験遊びの実践内容を報告する。幼児から小学校低学年を対象にし、保護者同伴での参加や保育園のクラス単位で参加頂いた科学実験遊びの場。行政主催、岩手県復興の担い手育成事業、科学研究費助成事業の助成を受けて実施。うち2回は保育者研修を含み、受講者はスタッフとして科学実験あそびに協力頂いた。実施後、実施スタッフとして実験遊びのナビゲーター協力頂いた保育者36名からアンケート調査、振り返り会にてヒアリング調査を行った。ビデオ記録、保育者を対象にしたアンケート、ヒアリング、保護者からの意見から考察を行う。

3. 研究内容

3-1 実践の概要

科学実験遊びのねらいは、物質や現象に出会い、科学の不思議を体験し、主体的に遊びを楽しむことで科学への興味を芽吹かせることである。遊びとして実験を行うので、実験から脱線（遊びとしては発展）しても、無理な軌道修正はせずに受け入れ、共感を示す対応を目指し、急がすなどの時間的なプレッシャーを与えず、満足するまでじっくりと実験遊びを楽しめる環境づくりを行った。報告する実践は以下。

実施日時	実施場所	実施形態	参加者数	実験遊び数
平成26年3月16日	国立公民館	申込制 25組 2時間実施	58	9
平成26年7月19日	岩手県盛岡市アイーナ	出入り自由 2時間半実施	47	15
平成26年8月27日	岩手県洋野町種市	出入り自由 2時間半実施	65	16

3回の実践で行った8つ実験遊びの内容を報告する。報告する活動にどのような遊び体験、素材への気づき、活動の広がりがあるのかを検証し、子どもたちの興味、集中、遊びの展開や工夫について考察をしてみたい。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。

3-2 実践の概要と考察

実験名	ダイラタンシー
実施日	①平成26年3月16日, ②平成26年7月19日, ③平成26年8月27日
環境	洗面器にダイラタンシーを用意。1つあたり1～3名実験遊び可能。 床を養生。
内容	片栗粉と水を1：1で混ぜる。ダイラタンシーという現象により握る（圧力をかける）と粘土の様な物体の感触となり、力を抜くと液体のドロドロとした感触となる。 【使用する試料、材料】片栗粉、水、洗面器、バケツ 【科学実験遊びの流れ】 1. 導入としてナビゲーターが実践をしてみせる。 2. 容器の中に手を入れて感触を楽しむ。 3. 満足するまで感触を楽しむ、もしくは時間制で順番。 4. 水の容器を用意し、水で手を洗い、タオルで拭く。
【活動のねらい】	<ul style="list-style-type: none"> ・感触を楽しむ ・見たことがある材料で不思議な物質ができるという発見 ・感触が変わるという非日常の体験 ・実験遊びを行いながら、工夫を思いつき、工夫を楽しむ

片栗粉と水で実施できる安全な実験。1歳未満の子どもが楽しむことも出来る。30分以上ダイラタンシー遊びを楽しむ子ども（1, 2歳児2名）も見られた。特に3歳未満の子どもも興味を持って楽しめる実験遊びである。遊びとしてみられた活動は以下の通り。

- ・握って固まり、拳を開いて液体となる様子を驚き、次第にどの程度の圧力でどのような変

化をするか試行錯誤しながら感触を楽しむ。

- 液体の中に手を沈め、液体の中で手を動かす圧力で素材が変化する様子を楽しむ。

また、実施者が予見しなかった遊びの発展としては、以下のような行為が見られた。

- 素材に圧力をかけて、固体の状態でも人に渡すことが出来るかどうか試す。
- 養生用の新聞紙に素材を落とし、水分を吸わせ、粉に変化していく片栗粉を楽しむ。
- 容器をひっくり返し、重力の力ではどのような変化をするか楽しむ。



実験名	風船ドライヤー
実施日	①平成26年3月16日, ②平成26年7月19日, ③平成26年8月27日
環境	ドライヤーを使用するため, コンセントが必要.
内容	水風船を空気で膨らませ, 両面テープで18~20個を輪っか状につなげる. ドライヤーの風を下から当てると, 風船の輪が回転しながら浮遊する. 【使用する試料, 材料】水風船, ハンドポンプ, ドライヤー 【科学実験遊びの流れ】 1. 導入としてナビゲーターが実践をしてみせる. 2. 4歳未満の子どもは, 保護者やナビゲーターが演示実験を見て楽しむ. 3. 5歳以上はドライヤーを持ち, 実験遊びを行う. 4. 子どもの工夫に合わせて, どこに風を当てると綺麗に回り, 浮くのかをアドバイス. 5. 回るスピードや, 浮いている時間, 輪っかをキャッチするなど実験遊びを楽しむ.
【活動のねらい】	<ul style="list-style-type: none"> • 空気の力は物を浮かせるほどの力があることを理解する • 回転しながら浮遊する非日常の体験を楽しむ • 輪っかの端に風を当てること, 回転し浮遊することに気付く • 回転することで安定することを理解する

ドライヤーと水風船, ハンドポンプという100円ショップ等で揃えやすい素材の実験. サイエンスショーなどでも行われる内容で, 見るだけでも楽しめる実験遊び. 回転しながら浮遊する様は, 大人も驚き, 親子で楽しめる. ドライヤーで風船を浮かせるためには, 輪の端部に下から風を当て, 輪を回転させることで安定させながら浮かせる. 難易度は高すぎず, 多くの実験者は浮かせることが可能である. コツを掴むまでの試行錯誤が楽しめ, 参加する保護者も夢中になる場面が多々見られた. 子どもはドライヤーの操作, つまり見えない風の方向を操作する体験がない場合が多いため, 4歳未満の子どもの場合は, 見て楽しむ, もしくは大人と一緒に操作をする等の遊びへと展開した. 遊びとしてみられ行為は以下の通り.



- ・ 風で浮遊する風船，回転することで風船の色が混ざり合っ見える様を視覚的に楽しむ。
- ・ 回転しながら浮遊する風船をキャッチして遊ぶ。
- ・ 浮遊させることが出来るかどうかを楽しむ。また，浮遊させて，空中でキャッチするまでの流れを楽しむ。
- ・ 回転させないと浮かせることは出来るが，安定しないことを体験し，どのようにしたら回転をするか試行錯誤する。

実施者が予見しなかった遊びの発展としては，以下のとおり。

- ・ 回転させずに長い時間浮かせる工夫を楽しむ。
- ・ 回転している輪の中に，物を通過させる。

実験名	糸電話シリーズ実験遊び（糸電話，バネ電話，風船電話）
実施日	①平成26年3月16日，②平成26年7月19日，③平成26年8月27日
環境	糸電話の長さを確保できるスペース
内容	2つの紙コップの間を木綿糸，引きバネ，風船（バルーンアート用細長い風船）と異なる素材でつなぎ，伝わる音，または音の伝わり方の違いを楽しむ。 【使用する試料，材料】水風船，ハンドポンプ，ドライヤー 【科学実験遊びの流れ】 1. ナビゲーターが3種類を口頭で紹介．やってみたい電話から実験遊びを促す。 2. バネ電話については演示実験を行い，音の出し方を伝える。 3. 子どもたちの工夫に共感し，実験遊びに複数人必要な場合（4人で話したい等），ナビゲーターが人数を調整する。
【活動のねらい】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 紙コップを通じて相手に音を伝える経験をする ・ 音は様々な素材が伝わることを理解する ・ 風船は直線でもなくても伝わることを理解する ・ 素材により音の伝わり方が異なることを理解する ・ 実験遊びを行いながら，工夫を思いつき，工夫を楽しむ

糸電話シリーズとして3種類の実験を用意。素材を複数用意することで，様々な素材が音を伝えることが出来るという気づきを楽しみながら理解する。当該実験でスタッフや保護者は，音を伝える目的に固執し，子どもの行動を規制する場面が見られた。具体的な場面として，特に紙コップ+風船を振り回す行為を静止する場面が多々見えた。実験素材そのものが，振り回してみたいくなる形状であり，壊れるリスクも少ないため，幼児向け実験遊びでは，素材を親しむ意図から素材で遊ぶことも可能とし，十分に素材と触れ合った後，実験を促す方法をとっている。遊びとしてみられる行為は以下の通り。

- ・ 糸電話（風船）を自分の口と耳に当て，一人で電話遊びを楽しむ。



- ・保護者や友だちと3種類の電話を楽しむ.
- ・バネや風船を擦ったりなどして、音を出して楽しむ.

実験名	ドライアイスに石鹼水
実施日	①平成26年3月16日, ②平成26年7月19日, ③平成26年8月27日
環境	子どもがドライアイスに触らない配慮と危機管理. 子ども2名に対してスタッフ1名程度の配置.
内容	<p>ドライアイスを透明なコップ内の水に入れる. 気化する白い煙を楽しんだ後, 水の中にハンドソープを一滴入れる. 気化する二酸化炭素の煙が泡に包まれて湧き出てくる. 泡は触っても害はない. ベトつかない. 手の中で泡を潰すと, 白い煙が弾け出す実験遊び.</p> <p>【使用する試料, 材料】ドライアイス, 水, ハンドソープ, 容器, 軍手</p> <p>【科学実験遊びの流れ】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ナビゲーターがドライアイスを見せて, 触ってはいけない事を確認する. 2. ナビゲーター管理のもと, 水の中に入れ, 白い煙を見たり, 触ってみる. 3. ナビゲーターがハンドソープを入れ, 湧き出る泡を触って楽しむ. 4. 子ども達の感想や驚きに共感し, 遊びのまとめを行う.
【活動のねらい】	<ul style="list-style-type: none"> ・ドライアイスの不思議(気化の様子など)に触れる ・泡を手に取り, 潰れる様子や感触を楽しむ

ドライアイスの水に入れ, 気化の様子を見て楽しむ. ハンドソープを入れることで, 気化の体積の変化の様子がよくわかる様になる. また, 泡を手に乗せ, 二酸化炭素の白い煙を目の前で安全に観察しながら楽しむことが出来る. ボコボコ音を立てる要素と目に見えて体積が増えて行く様は, 大人も思い描く実験の様子である. 子どもたちもその環境から促され, 不思議そうに観察する様子が見られた. 遊びとしてみられた行為は以下の通り.



- ・泡を手にとって潰す, 保護者に渡すなど泡を楽しむ.
- ・泡の中に指を入れ, 潰す.

実施者が予見しなかった遊びの発展, 行動としては, 以下のとおり.

- ・ドライアイスは触ったら危ない=ドライアイスから出る白い煙も触ったら危ない. という認識を持つ子どもたちが3歳以下に顕著に見られた.
- ・500mlペットボトルに水とドライアイスを入れ, ペットボトルの口に風船をはめて, 白い煙を集めて遊ぶ. 二酸化炭素で満たされた風船は通常の風船よりも重く, 早く落ちる. という発見と遊びを行った. 8歳児
- ・イソジンなど色のついた液体を入れるとどうなるかを試してみる. 結果, 煙には色につかない.
- ・二酸化炭素の煙に色を着けたい, マローブルーなどを試すが, 着けることは出来なかった.

- ・ドライアイスの気化が止まってしまう理由を知りたい。結果、ドライアイスの周りの水が凍り、殻となってドライアイスを含んでいたので、水と反応しなかったと大人と一緒に発見した。

実験名	科学射的シリーズ (i 紙芯ロケット, ii 空気てっぽう, iii ストロー吹矢, iv マグネット手裏剣)
実施日	①平成26年3月16日, ②平成26年7月19日, ③平成26年8月27日
環境	i, ii, iiiは的を設置する。的の数, スペースから適切な遊びの人数を決定する。順番待ちをする場合もあるため, 待機スペースを作っておく。ivは黒板や鉄扉などを使用。マスキングテープなどで得点ゾーンを設定しておく。
内容	<p>科学の力を使つて的を標的とする遊びシリーズ。計4種。</p> <p>i 【紙芯ロケット】 図1 輪ゴムの力でトイレットペーパーの芯を飛ばし, 的を射抜く遊び。輪ゴムの伸ばし具合や角度など工夫しながら的を射抜くコツを見つけながら遊ぶことが出来る。輪ゴムを50ほど伸ばして飛ばす状態となり, 発射までの弾の距離が長く, 目に見えるため, 人気が高い。紙芯の空気抵抗が強く, 紙芯の個体差もあり思い通りに行かない要素も楽しめる。</p> <p>ii 【空気てっぽう】 図2 空気を飛ばし, 的を射抜く遊び。ペットボトルに風船を取付け, ゴムの力で空気を押し出し飛ばす。飛ばす空気は目に見えないため, 見えない力で的を射抜く不思議を楽しむ。見えない空気の弾を工夫しながら操作することも楽しい。</p> <p>iii 【ストロー吹矢】 図3 ストローに綿棒を入れ, 息を吹き込み飛ばす。ストローを数本つなげることで加速させることも可能であり, 速度や軌道の精度を高めるなど様々な工夫が楽しめる。子どもたちの予想を裏切らない十分な早さが出るため, 危機管理が必要。</p> <p>iv 【マグネット手裏剣】 図4 マグネットシートを星形などに切り, 手裏剣に見立てる。マグネット手裏剣を黒板などに投げて貼付ける。黒板には10点20点などの点数, もしくは地球, 火星など描いておき, 目標とする。必ず黒板に張り付くわけではなく, コツが必要であり, 工夫が楽しめる。回転させ, ジャイロ効果で軌道を安定させる投げ方などを演示してもよい。</p> <p>【使用する試料, 材料】 的, 新聞紙, 輪ゴム, トイレットペーパーの芯, 500mlペットボトル (炭酸), 風船, ビニールテープ, ストロー, 綿棒, セロテープ, マグネットシート</p> <p>【科学実験遊びの流れ】 i, ii, iii, iv共通</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ナビゲーターが4種類を紹介。射的の遊び方, ルールなどを紹介する。 2. 気をつける事項を伝える。 3. 順番待ちが発生している場合は, 回数などを決め, 順番に楽しめるよう声がけをする。 4. 子ども達の工夫や達成感に共感し, 遊びのまとめを行う。
【活動のねらい】	<ul style="list-style-type: none"> ・4種類の射的を楽しむ。 ・飛ばす方法 (力) には種類があること理解し, それぞれの力を楽しむ。 ・ねらい通りに飛ばすための工夫を楽しむ。

ゴムの力, 空気の渦, 空気圧, 磁力を用いた射的シリーズ。射的という遊びの枠の中で, 4種類の異なる力を利用したシリーズ遊びを設定した。射的という言葉とイメージによるものか, まず子どもたちは的を射抜くことに夢中になる様子が見られた。初期では, 科学の力



図1



図2



図3



図4

を理解すること、軌道をコントロールする工夫を楽しむ余地はなく、とにかく的を倒すことを楽しんでいる様子が見られた。初期の工夫は、射抜くことが出来なければ、物理的に近づき距離を詰めて射抜くといったものである。的を射抜くことに満足すると次第に、どのように射抜くか、科学の力を理解し、コントロールを試みる工夫が発生した。危機管理については慎重に行う必要がある。的が設置されており、環境が十分に子どもを遊びへと促す環境であるからこそ、遊びの前に、守るべき約束を徹底する必要がある。ストロー、家庭内にある素材で実施出来るため、人に向けて撃たないなど禁止事項を確認し、家庭でも安全に遊ぶことが出来るよう声掛けを行った。射的遊びに見られた工夫は以下の通り。

i 【紙芯ロケット】

- ・無鉄砲に飛ばすのではなく、新聞軸を目線の高さに定め、片目で照準を合わせ、精度を高める。
- ・全力でゴムを引っ張るのではなく、8割程度のテンションで飛ばしてみるなど、引く力の操作。
- ・紙芯を2本装填し、飛ばしてみる。
- ・真っすぐ飛ぶ紙芯とそうでない紙芯を選り分ける。

ii 【空気てっぽう】

- ・空気てっぽうを目線の高さに定め、片目で照準を合わせ、精度を高める。

- ・無鉄砲の的当ての経験を重ねて、見えない空気の弾の軌道を掴み、操作することを楽しむ。
- ・紙を丸めた弾など、物質を詰めて飛ばす。

iii 【ストロー吹矢】

- ・姿勢を的と水平にし、精度を高める。
- ・ストロー内の綿棒の位置を工夫する。最も口に近い場所が威力が高まる。
- ・ストローをつなげて、吹く胴筒の長さを変えるとどうなるかを工夫する。威力が高まる。

iv 【マグネット手裏剣】

- ・どのように投げれば黒板にくっつくか工夫をする。

実施者が予見しなかった遊びの発展、行動としては、以下のとおり。

i 【紙芯ロケット】

- ・輪ゴムを軸に螺旋状に巻きながら、芯を飛ばす。ピストルの弾は回転しながら飛んでいるという情報から試みた様子。結果、発射経緯で摩擦が多く、飛ばない。
- ・紙芯を上に向けて飛ばし、落とさずにキャッチする。

ii 【空気てっぽう】

- ・ストローを入れて、弾にし、発射する。この場合、風船のゴムの力で飛ばすため、非常に速い速度になり危険であったため、上に向けて発射する約束とした。*工夫を否定したくない配慮。参加人数に対して、スタッフが潤沢で安全を管理しつつ見守れる環境があったため。
- ・ペットボトルに口をつけて空気を入れ、風船を膨らませる。その力で空気を発射させてみる工夫
- ・紙吹雪を入れて発射してみる工夫。クラッカーをイメージ。結果、上手く飛び出さない。理由、ペットボトルの出口に向かう内部のへりに当たり失速するため。入口付近に溜めておくことで、上手く飛ばすことが出来た。

iii 【ストロー吹矢】

- ・ストローを10本つなげ、2mの胴筒を制作し、威力がどこまで高まるか試した(6歳児)。遊び手が持つことが出来ない長さまでつなげる工夫は想定しておらず、急遽、机を用意し机の上で接続した。理論上3mまで威力は落ちないとのことであるが、接続部の凹凸などの摩擦により、子ども曰く、5本以上からはそこまで速くならない気がする、だけど、どれだけ長くしてもストローを飛ばすことが出来るか知りたい、という工夫に興味が移行した。

iv 【マグネット手裏剣】

- ・マグネット手裏剣が黒板に張り付くためには、黒板の面と手裏剣の面が平行に向かい合っていることがポイントである。そのために有効な手段は、独楽を回すような手首のスナップを効かせて手裏剣を回転させつつ、投げることであるが、この投げ方は幼児には難しい。そこで子どもたちが工夫した投げ方は、黒板の真下にしゃがみ、黒板の面と手裏剣の面が平行の状態、真上に放り投げ、くっつけるという工夫であった

(5歳児)．試行錯誤により，成功率を高めるために，腕の振り方が大きく変わった点は，黒板までの距離が近く，成功率が上がった要素もあるが，遊びの中から生まれた大きな工夫である．

実験名	不思議色水シリーズ (i Ph色水, ii イソジン+ビタミンC)
実施日	①平成26年3月16日, ②平成26年7月19日, ③平成26年8月27日
環境	i, iiともに子どもの目の高さよりも低い机を設置．試薬を使うため, スタッフと子どもの距離を近くとり, スタッフ1名に子ども2～3名．45リットルのバケツを2ヶ．水を入れた廃液入れのバケツを用意．
内容	<p>試薬を入れ, 液体の色を変える実験遊び．</p> <p>i 【Ph色水】 ハーブティーの茶葉, マローブルーという花からアントシアニン色素を水だ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．酸性, アルカリ性のpHの変化を楽しむ．青い溶液が酸性(クエン酸やレモン)でピンク色に．アルカリ性(重曹)で緑色に変化する．幼児対象であるため, すべて口に入れても害のない試薬で実験を行う．</p> <p>ii 【イソジン+ビタミンC】 うがい薬であるヨウ素を原料としたイソジンを水で薄め, 日常で子どもたちが使ううがい液を作る．うがい液にビタミンCを含む試薬(ビタミンC入り健康飲料の粉)を入れる．還元反応により, 茶色だったうがい液が, 透明に変化する様子を観察し楽しむ．レモンなどでも代用可能．</p> <p>【科学実験遊びの流れ】 i, ii 共通</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ナビゲーターが2種類を紹介．実験の結果は伏せながら, 溶液を使う実験の導入を行う． 2. 気をつける事項を伝える． 3. ナビゲーターの指導の中で溶液を作る． 4. ナビゲーターの指導の下で試薬を入れ, 変化を楽しむ． 5. 子ども達の工夫や達成感に共感し, 遊びのまとめを行う． 6. 順番待ちが発生している場合は, 順番に楽しめるよう声がけをする．
【活動のねらい】	<ul style="list-style-type: none"> ・やってみせるのではなく, 子どもが主体的に実験を体験し, 実験を楽しむ． ・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． ・色の変化を楽しむ． ・試薬の分量や入れる順序などを工夫し実験遊びを楽しむ．

液体の色を変える幼児にも安心安全な材料を使用する内容で2つの実験遊びを設定した．遊びの環境としては, コップと試薬が並ぶ環境設定のため, この状況から子どもたちを誘う雰囲気は作りにくい．また, ナビゲーターによる実験遊びのサポートが常時必要となるため, 本稿の実験遊びシリーズの中で特にナビゲーターの子どもへの関わり方, 声の掛け方など対応する力が求められた．ただし, 実験遊びが始まると, ナビゲーターとの深い関わり, 不思議



な粉を入れる、攪拌する、色が変わるという行為は、子どもたちを科学の世界に没頭させるに十分な要素であり、発見を携えた驚きの表情が多く見られた実験遊びであった。遊びとしてみられた行為は以下の通り。



- ・溶液に試薬を入れ、色の変化を楽しむ。
- ・反応した溶液に試薬を入れ、色がどのように変化するか、繰り返し実験を楽しむ。
- ・試薬を入れ続けるとどうなるか（反応が終わるのか）、実験を楽しむ。Ph色水は酸性から中性、アルカリ性を往復するような実験遊び。イソジン+ビタミンCはビタミンCを入れ透明になった溶液に、再度イソジンを投入し、すぐに色が透明になってしまうのかどうか、を楽しんだ。
- ・Ph色水で中性の状態（最初の状態、青色）に戻すために、試薬の分量を工夫しながら実験を楽しむ。

実施者が予見しなかった遊びの発展、行動としては、以下のとおり。

- ・重曹を入れ反応する際に発生する泡に興味を抱き、泡立てようとかき混ぜたり、試薬を足したり工夫した。
- ・もう一度実験したい、という子の多くは、未反応の状態の溶液（実験始めの状態）を求め、各反応の色のままコップをストックし、並べて色を見比べる。酸性のピンク、アルカリの緑、中性の青、イソジンの茶色、透明といった具合に並べて見比べる。見比べ終わると、各色の溶液をコップに注ぐ要領で混ぜて、実験を楽しむ。

実験名	グラスハーブ ¹⁾
実施日	①平成26年3月16日、②平成26年7月19日、③平成26年8月27日
環境	机上にワイングラスを子どもの手の届く高さで4ヶ配置。養生テープで固定。
内容	<p>水の入ったワイングラスの淵を指で撫で、振動させて音を出す実験遊び。水の分量により音が変わる。多いほど低音となる。</p> <p>【使用する試料、材料】ワイングラス、水</p> <p>【科学実験遊びの流れ】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 導入として水量の違うグラスを棒で叩き、水の量による音の違いを確認する。 2. ナビゲーターが指でグラスを撫で、音を出す実践をしてみせる。 3. 指で撫で、音を出す。共振させるための適度なスピードがあるため、難しい場合はナビゲーターがサポートをする。音、指から伝わる振動、視覚的な振動を楽しむ。 4. 水の量の異なるグラスで実験し、音の違いを楽しむ。
	<p>【活動のねらい】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身近にある素材を振動させて音を奏でる体験 ・音は振動ということを指の感触と視覚で感じる ・共振させる＝音を出す感覚を工夫しながら楽しむ ・水量によって音が変わることを楽しむ

家庭にある材料で準備が容易で実施をしやすい実験。遊び時間は様々な工夫を楽しんでも3分程度で終わる。グラスの縁を撫で、共振させて音を出す作業は難易度が高い。大人でも

数回の試みが必要であり、音が出るまでの工夫と繰り返し試みを楽しめたのは5歳以上の印象を受けた。実際に音が出せると、音ともに指から伝わる振動や水面が激しくしぶきをあげる様子など、感動を伴って実験遊びを楽しめる。ここでは保護者や保育者が、子どもに何とか成功体験をさせてあげようと試みるも、子どもの興味が消えてしまうといった遊びの状態が特に3歳未満でよく見られた。この場合、棒でグラスを叩き、音程が異なることを楽しむ遊びにシフトすることで、ねらいを達成しようと遊びを展開させた。実施者が予見しなかった遊びの発展としては、以下のとおり。



- ・水面に指を入れたまま（水面の振動を制御する意図）グラスを撫でるとどうなるか。結果は鳴る。
- ・グラスに手を沿えて（グラス面の振動を制御する意図）グラスを撫でるとどうなるか。結果は鳴らない。
- ・音の鳴る理由を何らかの振動と理解し、振動を制御するとどうなるか、という疑問を遊びながら解決する様子が見られた。6歳児

実験名	炭電池 ²⁾
実施日	①平成26年3月16日, ②平成26年7月19日
環境	机上に炭など実験素材を配置。机上を養生。
内容	炭（備長炭）に濃い塩水を染込ませた紙を巻き、上にアルミホイルを巻く。アルミホイルがプラスイオン化し電子が飛び出す。木炭にある酸素は電子を取り込んでマイナスイオンを生じる。この反応で電流が流れる。電流をプロペラモーターにつなぎ、動かすことで電流が流れていることを楽しむ実験。 【使用する試料、材料】炭、食塩水、キッチンペーパー、アルミホイル、鱈口クリップ、プロペラモーター 【科学実験遊びの流れ】 1. ナビゲーターが電池を作る旨を伝える。 2. 実験素材を組み合わせる。この際に、失敗しないよう、要点を確認しながら進める。 3. 鱈口クリップをプロペラモーターとつなぎ、動くことを確認。 4. 子どもの質問に答えながらプロペラの様子を観察する。 5. プロペラが止まった頃、あるいはよいタイミングでまとめを行う。
	【活動のねらい】 ・身近にある素材で電池つくる経験をする ・電池の仕組みの大枠（素材）を理解する。 ・電力をつくり出す経験をする。 ・本格的な実験を楽しむ

12

炭電池という保護者も驚く内容を実施。アルミホイル、鱈口クリップやプロペラモーターという視覚的にも実験を連想させる環境であるが、本実践では最も子どもたちが集まらなかった実践である。幼児よりも学童期の子どもたちに人気がある実験遊びであった。炭電池は

中学校の電池の単元で扱われることもある実験であるが、炭とアルミホイルに導線をつなぐとプロペラが回るという風景は幼児にも驚きを携えて楽しめると考え設定した。結果は、電池を扱ったことがある経験と理解がないと、驚きには結びつかず、幼児に向けた内容としては適切でないと言えよう。また、なぜ電気が流れるのかを訪ねられるため、ナビゲーターの負担感が多い実験遊びでもあった。遊びとしてみられ行為は以下の通り。



- ・なぜプロペラが回るのか、鱷口クリップの場所を変えて、プロペラの回り方を確認する。
- ・どれくらいの時間プロペラが回るのか観察する。
- ・実験後の炭やアルミホイルを観察して、変化がないか確認する。アルミホイルに小さな穴が無数に空いていたり、ぬるぬるしたりすることを発見し、驚く。

3-3 活動の実際

科学実験遊び終了後、協力頂いた保育者からのアンケートは以下の通りである。

	ダイラタンシー	風船ドライヤー	糸電話シリーズ	ドライアイス	科学射的シリーズ	Ph色水イソジン	グラスハープ	炭電池
おもしろい	4.94	4.68	4.32	4.84	4.83	4.53	4.24	3.95
準備がしやすい	4.67	4.12	3.94	3.49	4.28	3.19	3.76	2.00
説明が簡単	4.25	4.18	4.00	4.00	4.39	3.33	3.89	2.58
費用が安い	4.36	4.15	3.97	3.81	4.44	3.14	3.84	2.21
飽きにくい	4.14	3.82	3.65	4.06	4.28	3.81	3.27	2.53
安全である	4.67	4.15	4.24	3.27	3.89	3.92	3.32	3.21
現場でやってみたい	4.64	4.26	4.00	4.24	4.56	3.64	3.35	2.53
average	4.52	4.19	4.02	3.96	4.38	3.65	3.65	2.71
n=	36名	34名	34名	37名	36名	36名	36名	19名

そう思う = 5 まあまあそう思う = 4 ふつう = 3 あまりそう思わない = 2 そう思わない = 1

遊びとして不十分であった幼児向け科学実験遊びを考察する

実践では、幼児が実験遊びを遊びとして楽しめた内容と、遊びとしては不十分である内容があった。不十分と判断した観点は、子どもたちが興味を抱きにくい、遊びとして心が動く場面が少ないという二点。ここでは、遊びとして不十分であった内容について考察を行う。なお、不十分と判断した経緯は、振り返り会にて保育者のヒアリングから挙げられた内容から挙げている。

子どもたちにとって魅力的に映らなかった実験遊びは、糸電話（ハネ）、炭電池である。2つの実験の共通点は、遊ばれる機会が他の実験遊びに比べると少ない、子どもの遊び時間

が短いといった点、保護者の興味は引きつけるが、子どもは興味を抱かなかった点である。

糸電話（バネ）は、父親が夢中になり、子どもに勧めるが、子どもは興味を抱かず、父親が落胆する場面が度々あった。糸電話（バネ）は、声である振動がバネの端で跳ね返ることをくり返すためエコーのかかった声となる。SF映画で使われる宇宙人の声の印象である。そして、バネを爪で引っ掻いたり、棒で叩いたりすることで、SF映画のビーム銃の発射音の様な効果音が発生する。保護者はアナログ装置から、電子効果の様な音が生み出されることに驚き、子どもに勧める。筆者が当該実験遊びを採用した理由も同様である。しかし、子どもは何が不思議であるのか理解が出来ない様子で興味を抱かず、他の実験遊びへと移ってしまう。炭電池では、保護者は備長炭とアルミホイルという見慣れた素材から電気が生み出される様に感激をし、子どもに勧めるが、子どもたちはあまり興味を示さない。二つの事例から、実験遊びに対する興味の有無は、保護者と子どもの体験の差が関係していると考えられる。糸電話（バネ）遊びで発生するSFで使われるような効果音は、機械で作られた特殊な音だろう、日常で出会ったことのない音だから、というのが多くの保護者の印象である。その経験から導かれた印象を裏切る体験が糸電話（バネ）実験遊びにはある。その予想を裏切る光景と原理に驚き、嬉々として子どもに勧めたわけであるが、子どもたちは、紙コップとバネをつなげた装置からは、こういった音がする、という初めての体験、疑う余地のない体験に過ぎない。つまり保護者には、この音はSF映画で使われる不思議な音であり、日常にはない音であるという原体験があったからこそ、アナログ装置から生まれた現象に驚いたが、子どもたちは原体験を携えていないため、太鼓を叩けば音が鳴ると同じように、アナログな装置から生まれる自然な音と認識していたと考えられる。炭電池では、保護者は電池の機能を理解し、日常で電力を利用している。その電池や電流が身近な素材で簡単な構造で再現可能という事実には驚いた。一方、幼児は電池の外見は見たことがあるだろうが、理解し使用するまでの体験は携えていない場合がある。まして、炭は手にしたことがない子どもが多いだろう。したがって電池を使用する原体験と電力や素材についての知識を持たない子どもたちにとって、炭電池はプロペラを回すことの出来るただの装置に見えたのである。

3-4 結論

幼児向けの科学実験遊びのねらいである、遊びの中で物質体験や現象を楽しむ、という点で前述した糸電話（バネ）遊び、炭電池遊びは、ねらいが未達成とは言えないまでも、質としては乏しい。保育者のアンケートで最も印象の良いダイラタンシーでは、遊ぶ子どもたちが原体験を携えているからこそ楽しめたと見えよう。液体はサラサラして抵抗がない、固体は掴める、両者は異なるモノだ。という原体験である。「水と氷の見た目の違い、触感の違いを経験値として持ち、液体から固体への変化は、自ら瞬時にコントロールできるものではないという自生的な理論として持ち合わせている。非公式の科学を普遍的に構成している」³⁾からこそ、力の入れ具合で液体と固体を行き来するダイラタンシーという遊びに幼児は驚く。自生的な理論を覆す体験は、確認の意味も含めた繰り返し遊びとなり、工夫を誘い、様々な発見をもたらせ、継続した遊びへとつながる。そして、この一連の体験から自生的な理論が

再構成されていくと考えられる。

実験遊びの結果が、子どもたち自身の原体験、自生的な理論とリンクすることで遊びが豊かになる、という事例をもう一つを挙げる。Ph色水とイソジン+ビタミンCの溶液の色を変える実験遊びでは、イソジン+ビタミンCの茶色い水を透明に変える実験のほうが、Ph色水の青（中性）をピンク（酸性）、緑（アルカリ性）に変える実験よりも子どもたちと保護者の驚きは大きかった。子ども、保護者も、有色の液体が瞬時に透明になるはずがないという情報を原体験から帰納的に導いている目の前で、イソジン+ビタミンCの茶色から透明の変化する様子に驚いたのである。一方、Ph色水では、色水遊び（青と黄色を混ぜて緑の色水を作る）や絵具の混色などで、液体の色が変わるという原体験を多くの人が携えている。そのため2つの実験遊びでは驚きの差が現れた。明度を維持したままの変色は顔料絵具では見られないため、透明度と明度を保ったままの変化するPh色水に対し、絵具とは違う変化をキレイという感覚で楽しむ保護者や子どもも見られたが、やはり幼児を含め、多くの参加者は有色が透明に変わる非日常的な体験に引きつけられていた。ここからも、自生的な理論を覆す現象が、目の前で、生活の中にある身近な材料だけで起きていることがポイントとなっていると言える。

参加者の原体験を考慮した遊び内容の採用

幼児向け科学実験遊びでは、実施するプログラムを設定する際、対象とする子どもがどのような原体験を携えているかについて想定する必要がある。その上で、原体験の有無をプログラムの選定条件にするか否かは実施する者の考えに委ねられるべきであるが、筆者は、「参加者が原体験を携えている遊び内容を採用すべき」と考える。子どもの驚く姿や遊びを工夫、発展させる姿は、子どもたちの新しい世界を広げている瞬間であり、そのような子どもの姿は実施者のやりがいと言える。やりがいを伴わない活動は準備やマネジメントのストレスが大きく印象に残り、継続性を損なう可能性がある。幼児向け科学実験遊びの普及を目指す場合、参加者が遊びのポイントとなる原体験を携えている遊びの選択は有効と言えよう。

保育者が科学実験遊びをナビゲートする利点

前稿で小学生対象に理科クラブを実施されている方々にヒアリング調査(13名)を行った。結果、幼児向けの説明の仕方「どう伝えていいのかわからない」、会のまとめ方が分からず不安である、という対応に関する懸念が11名から挙がり、幼児向けの科学実験遊びの不安要素が顕在化された。今回の実践では、保育所、子育てひろばで勤務される方々の研修を兼ねて、保育者の方々に遊びをナビゲートして頂いた。結果、保育者がナビゲートすることで子どもたちの遊びが豊かに発展する場面、子どもたちの想いやアイデアに寄り添い、感情の言語化を援助して頂く場面が多々見られた。保育者の子どもの内面を言語化する関わりにより、子どもたちは、こうしてみようという工夫が促され、工夫が承認され、何に驚き、何が楽しかったのか体験が言語化された。また、保育者は、子どもたちが遊びを終える際、何が楽しかったか、子どもの声に耳を傾け、想いを言葉に紡ぐ援助を行っていた。「保育者が遊

びに関わることで遊びが発展し、子どもが自らの体験を意味付ける」⁴⁾ プロセスを促したと言える。

科学実験遊びの世界で科学に縛られることなく、遊びを広げていく視点、子どもの想いやアイデアを寄り添い、援助という点で、保育者が科学実験遊びに関わるメリットは大きい。見られた一連の関わりは、保育に従事される方々の専門能力であり、理科クラブを実施されている方々が抱く懸念を払拭し、理想的な関わりを実現されていたと言える。

遊びを主体的に楽しむための空間、時間を確保する

ストローを10本つなげた男児、ドライアイスの二酸化炭素を風船に集めた女児などは30分以上遊びに没頭していた。Ph色水では、重曹を入れて泡立つことを発見した子どもは、泡立つという保護者からすると脱線に思える行為を何度も楽しみ、ドライアイスの煙にどうしたら色がつけられるか試すが失敗に終わった子どももいた。知識を獲得するための実験の場であれば、回り道や無駄と言える行為も、遊びの枠組みでは、豊かな工夫として受け入れることが可能である。安全であれば禁止せず、大人も子どもの発想を楽しみ、遊びに寄り添う姿は、遊びの枠組みであったからこそ可能であった。

今回の実践は、各遊びに時間設定を設けず、自由に遊ぶことができるよう設定を行った。幼稚園教育要領解説では、「幼児の豊かな感性は環境と主体的に十分関わり、心を揺さぶられ、感じ、感動を友人や教師と共有し、感じたことを様々に表現することによって一層磨かれていく」⁵⁾、とされている。教科教育の場では、限られた時間の中で、子どもたちが納得するまで実験を楽しむ時間や数量を設定するのは物理的に困難な場合が多い。子ども達が感動を共有する仲間や保育者とともに納得するまで科学を体験できる場としても幼児向け科学実験遊びの実施意義が見出せよう。

3-5 まとめ

科学実験遊びの中で、子どもたちは、物質や現象に出会い、科学の不思議を体験し、主体的に遊びを楽しむことで、新しい世界である科学への興味を芽吹かせることが出来た。芽吹き的一瞬间は実践の中で捉えることが出来た。ドライアイスから生まれる白い煙は一体なんだろう、集めてみたいと動機づいた瞬間。ダイラタンシーを容器ごとひっくり返したらどうなるんだろうと考えた瞬間。子どもたちの中で体験が自生的な理論として構築され、試したいと主体的に働きかけた瞬間、これが実施側が捉えることのできた明確な芽吹き的一瞬间であった。子ども自身、仮説を立て検証するプロセスはなくとも、自生的な理論から生まれたアイデアを試したい心の動きは、価値ある体験と言えよう。

前稿では検証数が不十分であった。本研究では、8つの遊びの検証と考察を行い、結果、遊ぶことから新たな世界への興味が芽吹いた事例が見られた。概ね7つの遊びでは子どもたちが主体的に遊びに関わり、遊びの中で驚きや発見、工夫を通して、新たな自生的な理論を獲得したと言えよう。また、ねらいが十分に達成されなかった遊びは、幼児に向けた科学実験遊びを設定する際のポイントを顕在化させるきっかけとなった。今後、科学実験遊びが子

どもたちが新しい世界をひらく契機となるよう、本研究の結果を実践にフィードバックし、さらに精査していく。

4. 今後の課題

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。

- ・ 科学実験遊びで生まれる豊かな体験や芽吹きについての精緻な観察と観察方法の研究
- ・ 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。

今回の実践で、実施側が子どもたちの興味の芽吹きの瞬間を認識できていない場面もあったと考えられる。保育者と連携しながら実践を重ね、精緻な観察方法を研究したい。

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。本稿では、保育者による豊かな科学実験遊びの実践の可能性についても言及した。実践をサポート頂いた保育者のアンケート、ヒアリングの内容を更に精査し、専門性を持たない大人が、幼児教育の現場や家庭で子どもたちが楽しめる科学実験遊びを安全に実践できるよう、現場に即したパッケージ化を進めたい。今回のヒアリング調査で、保育の現場で実践を想定した際、危機管理、指導計画の立案、実施承認までのプロセスなど、マネジメント面が保育者の懸念材料となっていることも見えている。次稿ではこれらを含めた保育現場での実践の手立てとして研究を進めたい。

引用・参考文献

- 1) 2) 滝川洋二編『ガリレオ工房の科学あそび〈PART 1〉家族そろって楽しめる新ワザ70選』実教出版, 2000
- 3) 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
- 4) 文部科学省『幼稚園教育要領解説』フレーベル館, 2008, p170
- 5) 川邊貴子・赤石元子監修 東京学芸大学附属幼稚園小金井園舎編集『今日から明日へつながる保育』萌文書林, 2009