

「科学する心」を育む教育的価値の高い科学教室のあり方について

杉山 清志

About ongoing promotion of the scientific research program bearing higher Educational value to deal with and develop “Scientific Mindset”

Kiyoshi SUGIYAMA

科学する心 教育的付加価値 幼児教育

1. はじめに

近年の科学技術の発達は見張るものがあり、ノーベル賞をはじめとした国内の科学分野の研究は世界で認められる高いレベルを常に維持している。

しかし、小中学生の理科教育に目を転ずると、小学校はともかく、中2の頃から理科に興味を持たない傾向が見られるようになる事は以前から指摘されていることである。

その中身を見てみると、実験は好きだが化学式や数値を伴うものについては好まれていない傾向がある。また、自然界の現象などについても見たことも聞いたこともないという子どもが目立つようになって来ている。

その背景を考えると、これまでの自然の中の遊びから屋内での遊びへと遊びの形態がシフトし、季節ごとの自然の変化などについても明らかに経験していないことによる関心の低さがうかがえる。

また、遊び方も自然体験型からバーチャルなディスプレイ中心の体験型へとシフトしており、自然の変化についても遊びを通して肌で感ずるようなことが失われてきている状況下にある。

そこで、本研究では幼児期に科学を楽しむ原点を形成するための方策について焦点を当て、幼児期に科学の楽しみ方を育む様々な方法を科学教室の展開という実践を通して考察することにした。

2. なぜ科学への関心が低くなるのか

性別に関係なくあれだけ好きだった幼児期の砂遊びやダンゴムシ探しに類する科学の土台となるような遊びが学校教育の中で年齢が上がるにつれて失われて行くのかについて考えてみると、まず第一に遊びの継続性という点に注目したい。

これはいつまでも同じ遊びをするという意味ではなく、発達年齢とともに遊びの内容が変化するのは当然のことであるが、自発的な遊びから教科の学習という第三者による系統立てられた内容の伝達が中心になるという、本人にとって望ましくない状況下に置かれることが興味や意欲を失わせる要因になっていると考えられる。

また、本人が興味をもたない内容を強制的に“学び”と称して無理矢理押しつけられることにも原因がある。これは、後述するいわゆる既製品による意志を無視した科学の押し売りともいべき状態に置かれる事にも大きな原因がある。こうしたことはどれほどよく考えられた科学教材が製作できたとしても子どもにとってはありがたくない存在なのである。

(1) 商業的に構成された科学教育素材とその展開について

ここでは科学教材として商業的販売に関して中身を十分吟味された科学教育素材について調査した結果について以下に記述することにする。

科学教育の実験やものづくりの教材として調

査対象とした教材は優れた内容である。また、教材製作に長期に携わった歴史もあり、内容的にも優れた教材としての価値は認められる。なお、科学教材としての素材の多くはプラスチックが用いられており、小学生を対象としたキット化された教材となっている。

この科学教育キットを用いた科学教室は小学生を対象にティームティーチング形式で複数の指導者が関わりながら実施したところ、科学教室中は対照となる手法を用いた時の様子と比べて大きく子どもたちの様子には相違は見られなかった。

しかし、最も顕著であった差異は科学教室終了後の内容の継続性であった。具体的に見ると、家庭や学校でのキットの使用や活用はあまりなく、科学教室開催時の一時的な使用に留まっていた事である。

(2) 身近な素材を用いた科学教室の展開

前述の(1)に比べ展開方法は同様であるが、用いられている素材の95%以上がホームセンター等で入手できるものに限定されている事である。これは、言い換えると製作段階から自らの手で行う要素が多いという事になる。また、素材自体は紙や木材、海浜砂、糸などが主で、ガラスやフィルムケースなどプラスチック、ポリプロピレン素材も使用するが量的にはわずかで、容器として用いたりする場合のほか、化学変化を利用して目の前で作り出したりしている。なお、その際には化学反応による発熱についても実際に手で触って発熱の様子についても体験をさせている。

このように製作や変化の様子についても与えるのではなく、過程に関わりながら本物の体験をしているという点が販売されている科学教材やキットとの最大の違いである。

身近な素材を用いたり製作過程の体験を経験することで、飛躍的にその後の使用や活用の度合いが大きく向上している。例えば、保護者の前で自ら製作した科学製作物や体験について説明したり演示したりといった行動が後日の聞き取り調査からもわかってきた。

直径4mm、長さ3cmのストローを利用して製

作する極小電池である「チビでも電池」では製作するだけでなくどれだけ継続して電子ブザーを鳴らし続けることができるかについて、家庭に戻ってから試すことによって極小電池の持ち具合について実験を継続させた小学生がいる。

こうして次回に両親とともに参加した際にその結果について発表を行い自信を持ち、同時に、その際の保護者の喜びも大きなものとなっていた。

(3) 完成されたものと製作過程に指導が関ることの違い

既製品はきれいでまともにもよく、使う際にも効率的ではあるが、子どもたちが望むものは自分に関わって製作したものには愛着を感じ、大事に扱う傾向が強い。現代は完成品の状態で手に入るものが多く、そのため多くのものが一般化しやすい。大切にしたいものは自分だけのものであり、決して一般的になったものではない事がわかる。この事から与えられるから“作り出す事”に自分に関わることをするような要素を持った科学教室は、持続性のある科学教室の展開を図ることができる。

これまでの“ワクワク・ドキドキ”といったパターン化され仕組みられた科学教室でなく、自らが主体者として参加できる科学教室こそが望まれる科学教室のこれから姿となるであろう。

前述(1)の場合、商業的に成功した過去の経験が仇となり、逆に完成品段階を重要視したため、科学教室参加者の手を加える楽しみを奪い、その結果が一時的な喜びに終わるという結果につながっている。ものづくりではいかに参加者が関わるかが重要な要素であり、製作過程を楽しめない素材では長続きしない。この事は科学教室参加者の満足度を高められないのでリピーターにはつながることは少ない。

提供される素材もプラスチック製のものが多く、参加者の自由度が低くなるという特徴がある。更に重要なことは、これまでの子どもたちの生活環境の変化に対応出来ていない点が指摘される。昭和時代の自然環境がまだ豊かであった時代に幼少期を過ごした子ども

「科学する心」を育む教育的価値の高い科学教室のあり方について

たちと、その頃に比べて里山や屋外の遊び場である空き地が極端に減少している中で屋内に遊び場を変えざるを得なかった子どもたちは、テレビをはじめとする様々なデジタルメディアが氾濫する現代では逆にアナログ的な世界に関心を持つような傾向さえ見られてきている。そのため、科学教材が質素であっても子どもたちは興味関心を高められないのではなく、むしろそのような経験のない世界にこそ引きつけられるものがある。

科学教材の質としては高められていてもそれは与えられたもので、試行錯誤しながら自分で見つけたりできる要素が欠如しては十分な満足感を得られない。素材の内容の高さと共に結果が見えるものでなく、このようにしたらどうなるだろうかというミステリアスな素材や仕組みが素材の中にあることが望ましい。

また、時代と共に子どもたちを取り巻く環境も変化するため、常に同じようなスタイルで科学教室を展開するのではなく、子どもたちが置かれている環境を把握した上で科学教室は実施されなければならない。前述の商業的に構成された科学教育素材の場合は、改めて、過去の成功と現在の子どもの置かれている環境の分析と認識を誤った事例として提起しておきたい。

3. 「科学する心」とは何か

幼児教育、初等中等教育における教育論文を募集しているソニー教育財団が例示している「科学する心」とは以下の通りである。

- ① すごい！ふしぎ！と身の回りの出来事に驚き、感動し、想像する心
- ② 自然に親しみ、自然の不思議さや美しさに驚き、感動する心
- ③ 動植物に親しみ、様々な命の大切さに気づき、感動する心
- ④ 暮らしの中で人、もの、出来事と意欲的にかかわり、ものを大切にする心、感謝する心や思いやりの心
- ⑤ 遊び、学び、共に生きる喜びを味わう心
- ⑥ 好奇心や考える心、その心の動きから生まれる創造性や分かったときの喜びを味わう心
- ⑦ 自分の思いや考えを表現し、考え・つくり

出していく楽しさの体験ややり遂げる心

以上の中から科学と直接関係している語句が用いられている箇所は①～③までであり、④～⑦までは感謝、思いやり、喜び、やり遂げるといった心の動きに等に関連する語句が用いられている。

そのため、後述する千葉敬愛短期大学附属幼稚園（以下、附属幼稚園とする）では「科学する心を」次のようにとらえることとした。

子どもたちが本来保有している感性が適切に刺激されることにより、幅広く、多様な事象に対して、興味・関心を持ち、人と関わりながら自ら行動を起こして知的好奇心を楽しもうと挑戦する心。

このような定義のもとに附属幼稚園では「かがくのひみつきち」の名称で科学教室を展開した。

4. 附属幼稚園での「かがくのひみつきち」における調査

附属幼稚園では、5歳児とその保護者（きょうだいや卒園児を含む）を対象に年間10回、40を超える科学プログラムを本年度から実施しており、その指導は園長夫妻（養護教諭）が担当者となっている。夫婦で行う科学教室は全国でも珍しく、アンケートからは、参加動機として「珍しい」「指導者に興味があった」などの反応が41%出ている。科学の内容に対する興味もあるが、このようなスタイルで行われる科学教室への興味は新しい動機付けとなっている。



（家族での参加が効果をもたらす）

更に、このタイプの科学教室への参加後の反応では「楽しい」を含め「興味深い」「珍しい」と答えた参加者は100%が高い関心を示しており、参加した父親からは、他の科学教室と比較して「最高です」との記述が見られている。

参加している5歳児は男児が57%、女児は43%。両親での参加は14%、父親のみでの参加は17%、母親のみでの参加では51%となっており、兄弟・姉妹での参加は18%である。

参加属性の傾向は、地域的な要因もあると考えられるが、本地域は千葉市の海浜地区にあり、新たに開発された幕張新都心に居住する家族のほか、昭和40年代に入居した団地居住者が混在している。いずれも他地域から転居された方が多い環境にある。参加者の特徴としてはこのような科学教室に子どもを参加させたいと考えている保護者が多いといえる。参加の主体者は5歳児であるが、きょうだいでの参加も18%あることから家庭環境として科学に対する関心は比較的高い傾向にあるとみてよいであろう。

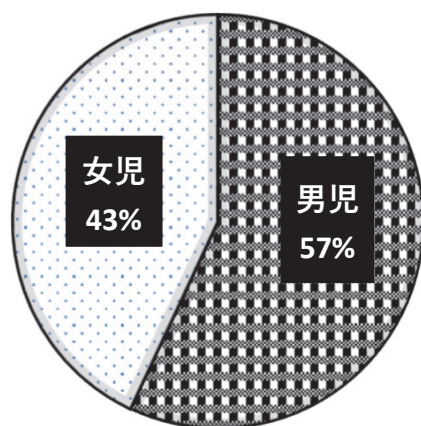


(落としても壊れない樹脂剤でのコピー)

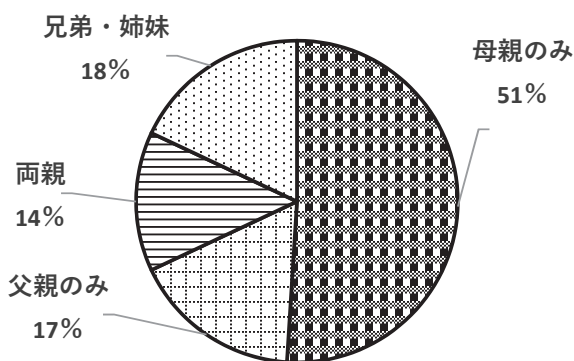
「かがくのひみつきち」の時間は土曜日の午前中で、定員20名に対して保護者ときょうだいを合わせて各回約50名前後が参加しており、年間では延べで約500名近くが科学の体験をすることができている。参加する子どもは延べで200名となり、全園児(171名)の数を上回り、117%に相当する割合となる。

参加は毎回の申し込み制で、申し込み初日で定員に達し、キャンセル待ち状態の状況からかなり高い関心を示しているといえる。また、申し込み順ということもあり、同じ幼児が参加し

参加構成 1



参加構成 2



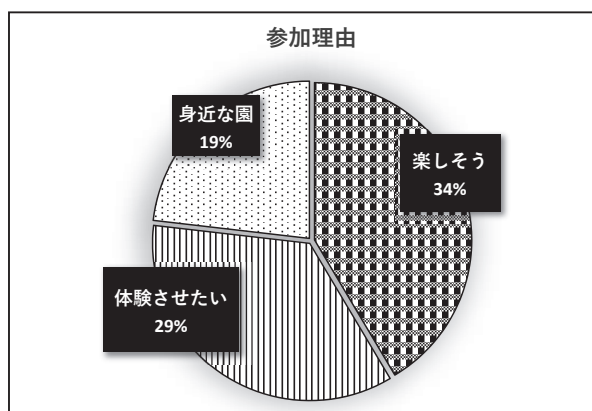
ているのではなく、毎回1/3程度が新規参加ということから、幅広くより多くの科学の体験のできる機会が増えるというメリットを生み出している。

参加してみようと考えた理由としては、主な項目について上位から見てみると、楽しそうだから34%、科学的な体験をさせたかった29%、身近な園でできる19%となっており、身近な場所で科学体験を楽しくできることが参加理由となる。

科学教室の経験では、無いが75%、あるいは25%で、経験値としては千葉市科学館や千葉県立中央博物館が比較的近くにあるのにも関わらず経験のない幼児が多い。

この地域には、民間が運営している科学体

「科学する心」を育む教育的価値の高い科学教室のあり方について



うことが大切で、成長とともにその空間を少しずつ広げていくことが望ましい。

1. 「かがくのひみつきち」における事例

○砂の観察

幼稚園児にとっては“砂場”は泥団子づくりの基地であり、砂の感触は足の裏や手の感触のわかる身近なものである。砂場では水やバケツやスコップを利用したり身近な素材を使って砂山を作ったり壊したり多様に楽しんで遊ぶことのできるいわば科学の原点ともいえる場所である。今回はその“砂”に焦点を当て、普段目にしている大きさの世界を変えることによる幼児の反応について調査した。

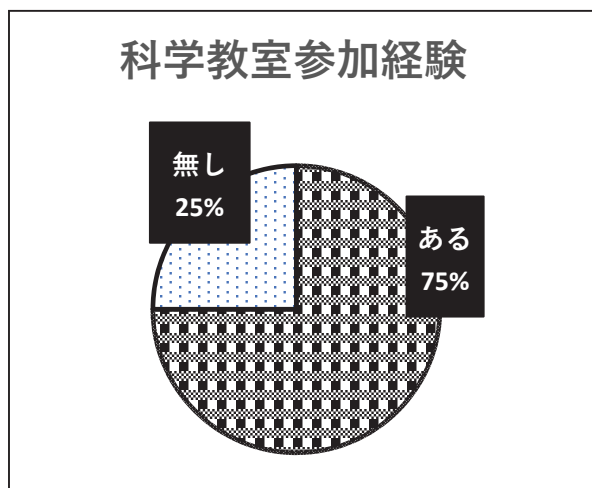
今回の科学素材としての砂は千葉県御宿町の海浜砂を用い、砂の中に含まれる宝石のような鉱物と有孔虫の表面の精細さや形の面白さに着目するようにした。御宿の海浜砂を用いたのは、入れ物の中で水洗いしてもほとんど濁らず、粘土質のような微細な粒子を含まないことと千葉県海の砂ということから採用したものである。

普段から目にしている砂場の砂と虫眼鏡を用いて比較したりすることから始まり、次いで双眼実体顕微鏡を用いた観察へと対象物を見る大きさを変化させることで無理なく砂の観察ができ、更に、同じ砂でも微細な視点でものを見ることで、これまで見たこともない世界があることによる興味を掻き立てられる。

次は千葉県御宿町の砂浜の砂の観察に移行し、虫眼鏡～双眼実体顕微鏡の使用へと進む。見る大きさの変化と同じ砂でも微細なものでも大きく拡大して見ると様子が異なることに気がつき、「きれい」という発言が出るようになる。ここでの狙いは、肉眼では分からないものでも拡大して見ることのできる道具を使うことで新しい発見へとつなげることができる。

幼児の双眼実体顕微鏡の使用については意見の分かれるところではあるが、単眼の顕微鏡と比べて扱いが幼児でも簡単で、立体視ができることでよりリアルで美しい鉱物粒や海浜砂に含まれている有孔虫を含む砂は普段見慣れている砂とは異なるものが含まれることから、使用した際の結果は「大きさ」の違いという観察の視

科学教室参加経験



験のできる場所が存在しているが、料金が大きいという理由で足を運んでいない。また、近隣の公的な博物館や科学館に足を運ぶ事が少ないのではなく、家族単位で展示物の見学はしているのだが、時間をかけての科学実験やものづくりの体験が少ないという事であり、見るから作るへの橋渡しを指導者は十分に考慮する必要がある。このことは小学校でも同様のことが言える。作る行為は手先の健全な発達を促し、幼児の脳の発達を促すための有効な手段でもある。

普段から通い慣れている身近な幼稚園という場所が幼児とその家族にとってはゆっくりと時間をかけて科学を体験できる最良の場という事になる。

特に、幼児にとっては閉鎖された大きな空間や場所では落ち着くことができず、心理的にも心地よい場にはなりがたい。

したがって、日常生活空間の範囲で学びを行

点から砂中に含まれる「もの」の様子の違いに気がつくようになってきた。

また、見るものを拡大することで、更に他のものも見たいという気持ちが誘発され、アリや花、ダンゴムシやウスバカゲロウも見たいという子が増加し、その事を聞いた他の園児も「ぼくも、私も」と興味の連鎖が見られるようになってきた。

有孔虫に関しては、表面の模様を見つけてその模様に興味を持った子が出てきた。デジタル顕微鏡を用いて情報を共有することで、他の園児も何を見たらよいのかがはっきりし、有孔虫にも様々な形や表面の模様があることを知らせた。

「かがくのひみつきち」のもう一つの特徴は親子や家族での参加であるため、大人にはよく知られている比較的大型の有孔虫の仲間である“星砂”（石垣島産）と、化石として産出するフズリナ（栃木県葛生産）の観察も加えることにした。いずれも有孔虫の仲間では大型の有孔虫であることを説明した。このように科学教室は子どもだけが楽しむのではなく、大人も子どもと一緒に楽しめる構成が必要である。子どもと同様の体験をすることで家庭に戻ってから共通の話題での会話が進むことが確かめられている。

この方法を取ることで、科学教室への参加は当初は保護者からの勧めによることがアンケート結果からも分かっているが、大人も十分に科学の楽しさを享受できることにより、子どもに大人の観点から参加を勧めていたことに対する安心感が得られ、次回以降の子どもの参加に関して大人がより自信をもって勧められるようになってきている。

○カラフル「アンモナイト」のペンダント

このプログラムの前に、参加している対象となる子ども全員ではないが、樹脂材を化学反応を用いた方法で、2つの異なる液体を混ぜることによる発熱をともなって固体になる様子を自分の指を作るプログラムで実施している。

ここでは、「おゆまる」という温めると柔らかくなり常温では硬くなる樹脂材を用いてアン

モナイトの型どりを行うプログラムについて「科学する心」を育む教育的付加価値の高い科学教室について検証を行った。

アンモナイトについては、直径4cm程度の小型のものでシリコンを用いて型どりをした雌型を用い、この型に柔らかくした「おゆまる」を押し込む作業を通した後、固化するまで数分間放置する手順で実施した。

「おゆまる」は複数の色のバリエーションがあり、ペンダントにするためにどの色を選択するかという段階を経て行うことにした。次の段階では、北海道羽幌産のアンモナイトの化石を観察し、アンモナイトが化石になるまでの様子については簡単に触れ、大小のアンモナイト化石を直接触る体験を取り入れた。実物に直接触れる事での本物体験で「重い」「少し形が違う」等の意見が出てから、アンモナイトの断面がきれいにカットしたものをを用い、虫眼鏡と双眼実体顕微鏡を用いて表面と内部の観察を行い、どの部分にペンダントの糸を取り付けたら良いかについて考えさせた。

こうして完成したアンモナイトのペンダントの使い道について考えさせたところ、自分で使うとした幼児が多いが、中には母親やきょうだいへのお誕生日プレゼントとしたいと考えた子もいて、それを聞いた数名の子どもが「私もそうしたい」と自分で使うからプレゼントへと考えを変えたと答えている。

理由を聞くと、「お母さんに喜んでもらいたいから」という答えが返ってきている。この年齢では自分のものという意識が高いのは当然であるが、自分以外の喜ぶ姿に対して大事な自分で製作したものをプレゼントしたいという他者の喜びを自身の喜びに変えることができたことは大きな成長である。

また、そうした子をみて、自分もそうしたいと考えることができたことは作る喜びをあげる喜びに変えられたことと、自分の喜びを他の人の喜びに変えられたという点で大きな変換ができ始めたことになる。

ここでの科学教室での付加価値は「喜びの変換」といえるであらう。

こうした変化も「科学する心」の成長と捉え

「科学する心」を育む教育的価値の高い科学教室のあり方について

て幅広い視点から総合的に幼児の心身の健全な発達を促すことにつながっている。

自分から他人へと考えの視点を変えられて行く事こそ発達段階の重要な資質である。

これからの科学教室ではこうした視点を視野に入れた上での計画構成を図りながら行う事が求められていることを指導者として十分吟味した上での科学教室とする必要がある。

例えば、「おゆまる」の色一つを選択する様子を観察しても一人一人の個性が感じられ、

なぜそ色を選んだのかを聞くと、子どもなりの選択の意味が見えてくる。



(幼児にも安全な型どり剤)



(安全な型取り剤によるペンダント)

○何でも通り抜ける不思議な壁「とーるくん」を作ろう

100ml用のガラス製管ビンを用い、内部に位相を逆にして切り取った偏光板を3次元に配置し、管ビンを外部方向から見ると内部に黒く薄い見かけ上の壁を創出するプログラムについて検証した。

プログラムの展開方法は、偏光板の性質について体験した後に製作を行うこととした。

1枚の偏光板では、ガラスの反射を抑える働きについて学び、2枚の偏光板では光を通したり通せなかったりする現象と2枚の偏光板の間に細く切ったプラスチック板やセロテープを挟



(複雑な操作を伴わない観察)

んで着色する様子の観察。

これらの現象を観察した後に、液晶テレビやパソコンの画面、スマホの画面上で1枚の偏光板の回転による様子を観察をした後に管ビンの中への偏光板を配置する実験を行う手順とした。

色がついたり消光したりすることは数多くの科学教室でも見られるが、ここでは3枚の偏光板の重ね合わせについても演示として行っているが、現象のみの演示で深入りはしない。

このプログラムでは生活にこの原理が用いられてテレビやスマホ、カメラのフィルター等に応用されて作られていることを学び、分からなかったことが分かるようになる喜びを感じるプログラムとして位置付けた。

○静かに置いておくと固まり、動かし続けるとゼリーのように柔らかくなる物質「しずかたまーる」を作る

粘土鉱物である「スメクタイト」を用いたゾル・ゲルの反応のプログラムであるが、溶媒として透明な水ではなく、食紅で4色に着色した水を使用した。

着色しない水にスメクタイトを溶かしたものが糊状になっている状態で手の甲に着け、指で伸ばしたときの感触を確かめさせる。この際、無臭であるが、多くの大人も子どもも必ずと言って良いほど匂いを嗅ぐ行為が見られる。匂いもなく、肌がすべすべになるスメクタイトの性質を知り、3%の濃度に調整したスメクタイトの食紅入り溶液（この時点ではゾル状）を管ビン中に作る。

3%の水溶液にするために見本となる水を入れた管ビンを用意し、同量まで食紅溶液を入れ



(一人一人異なる着色を得る)

て食紅入りスメクタイト溶液を作る。

この段階でメスシリンダーの正しい見方を指導し、小学校の理科事業にスムーズに接続できるようにした。十数分後にはゾル状であったスメクタイトの溶液はゲル状になり、動かしたり止めたりするたびにゾル～ゲルの状態変化を繰り返す。

このプログラムはゾル・ゲルの状態変化だけではなく美術科との連携で、4色の食紅水を全て混合すると黒に近い濃茶色になることから、複数を混合する場合は3色以下にすることを説明する。同時に、その場合でも各色の混合割合を変えると中間色を作り出すことができ、彩度も自由に変化させられることから、混合の割合を事前に予想させて上で行うと効果的である。

しかし、着色溶液の彩度の変化は、一人一人異なった色水となり、色相と彩度が自分の意志で自由に選択できるという利点がある。

こうして完成した食紅入りのスメクタイト溶液はしばらくするとゲル状になり、管ビンを逆さにしても落ちてこない。ゲル状態で振動を与えると状態はゾル状に戻り、振動を与えたり静置を繰り返すごとにゾル・ゲルの状態を繰り返す。

幼児においてはゾル・ゲルの変化と同じ色が友だちと重ならない自作のスメクタイト溶液を作ることで自作意識が高まると共に、ゾル・ゲルの変化をマジックのように友だちに見せる演出方法を学び、科学の楽しみ方を倍加させることができる。このプログラムにおける教育的付加価値の一つは製作物の使い方を通して演ずる喜びを経験できることにある。

また、スメクタイト等の粘土鉱物の生活への利用として、鉛筆の芯の硬さの調節、猫砂によ

る排せつ物の吸収や脱臭、化粧品への応用、歯磨き・洗剤などの汚れ落としへの応用等がある。

このように、粘土鉱物の生活への応用は、決して目立つ存在ではないが、料理の隠し味で存在で、見えない部分でその機能をしっかり働かせており、粘土鉱物は見えない部分で役割を果たす人の働きに似ている。そうした人の存在が運動会や様々な行事等がスムーズに進行できるための働きと共通しており、自然界でのこの働きは人の生活でも大切な働きとなっていることが分かるプログラム構成となっている。

こうしたことから、スメクタイトのプログラムへの活用を図ることとスメクタイトの日常生活の中での活用場面を知ることにより、見えない場面での人間の果たす役割について理解し、科学素材の活用が教育的付加価値を高める効果を発揮している。

このプログラムを体験した5歳児は幼稚園生活の中での友だちとの“ごっこ遊び”の様子を注意深く観察して見ると、それぞれが話し合いながら分担や役割を決める際に役割の希望性を取りながら行っていることが見て取れる。また、それぞれの日常生活での特性から分担をしたり、自らその役割に立候補するなど、自分の持っている特性とその役割をしたいという気持ちをうまく調和させながら的確に役割分担がなされできるようになって来ている。この事をスメクタイトのプログラム未経験のグループと比較して見ると、未経験グループでは自分のしたい役割の主張が強く出ており、他の子どもたちへの気遣いや配慮より自分のしたいことが優先されている。

5. 指導者への科学教育プログラムの指導

茨城県筑西市における幼小中学校教員を対象とした実践から、教育的付加価値を持つ以下の指導方法について検証を行った。

当地域は幼小中の教員から構成される理科同好会が古くから活動をしており、新指導要領へに対応するための勉強会や理科を担当する教員の資質向上のために積極的に学ぼうとする方々の場となっており、年間数回の研修会から構成されている。参加年代も多様で、若い教員から

「科学する心」を育む教育的価値の高い科学教室のあり方について

経験を積んだ教員まで幅広く参加していて、土日開催の任意参加の団体である。当初は小中の教員のみで構成されていたが、数年前から近隣の幼稚園も参加出来るようになり、園長と幼稚園教諭も実験会のみではあるが積極的に参加している。

理科教育指導者層への実験会への関わりは2011年から始まり、既に18年に達しており毎年4プログラムほどを提供し、これまでに約80プログラムを実践してきた。

当初から参加している新任の先生は40代となり、現在は各学校の中枢を担っており、このグループの中から校長や教頭、あるいは教育委員会の指導主事等を排出すると共に、近年ではメンバーの中から市教育長まで選出されるなど、幅広く活躍されている。

提供したプログラムは毎年異なっており、常に新しい経験を積んでいる。研修で学んだ技法や教育的価値等については直ちに各学校で実践されており、児童生徒の反応や効果についても各校間で情報交換がされていて演出や改善が行われている。一般の方や科学教室に参加の児童生徒と異なり、科学教育指導者対象の会のため、指導方法や効果を高める演出等についても学ぶことのできる場となっている。

教員の良いところは、提供したプログラムが応用され、先生方がこうしたらどうだろうかと試みや議論がこの場でなされていることが特徴である。とすると一般の科学教室では参加者が受け身になって提供されたプログラムを行う事のみになりがちであるが、先生方は既に持っている知識や興味に加えて問題意識の高さがあるため、応用的な行動が数多くある。そのため、プログラムによってはこちらが予想をしていない応用や活用の仕方が見られ、その内容を全体で共有できる良さがある。そのため、製作や実験だけでなく結果の応用や教育的な価値について学ぶ余裕がある。

とかく一方通行に陥りがちな授業が児童生徒の素朴な疑問に耳を傾け、興味・関心を高めると共に双方向のやりとりのできる授業へと授業の質の高さにつながりを持たせることが出来るようになった。また、プログラムを楽しむ教師

の姿から児童生徒が学ぶ楽しさを感じられるようになるなど内容的な面とは別の場面で教育的な価値を見出すこともできるようになってきている。今後、児童生徒が教師の姿からどのような教育的価値を見いだすことが出来たかについては今後の検証を待ちたい。

6. 高齢者と小学生が共同で行う科学教室について

東京都千代田区の社会福祉施設における科学教室が児童だけでなく高齢者と一緒に科学やものづくりを楽しもうという企画で実施された。ここでは、孫世代の児童と科学を楽しみながら過ごす時間が提供されていて、高齢者が安心して科学を楽しめる環境となっている。

しかし、この企画には乗り越えなければならない課題として高齢者特有のプライドという壁が存在している。特に、比較的恵まれた家庭や職場で生活したり働いていた方ほどその傾向は強く、座席の位置にも配慮が必要になる。行うプログラムは児童と高齢者が特に安全にできる配慮は当然であるが、出来ないというものでは自信や興味を失ったりすることもあるのでプログラムの内容や難易度には十分な配慮が求められる。しかし、多少難しいものも意図的に取り入れた内容を導入し、小学生が高齢者を補助することで高齢者がやり遂げることが出来るようなプログラムも必要である。このケースの場合、高齢者自身はやり遂げられたという自信と孫世代の児童とのふれあいによる安心感が生み出す心の安定感がその後の生活に潤いをもたらすという効果が期待される。一方、小学生にとっては核家族社会の中で高齢者に接する方法を学び、プログラムの補助という役割を担う事で高齢者への思いやりの心が育ち、これまで児童が自分の興味や関心のために行ってきた科学教室から新たな学びができる科学教室の場となっている。

高齢者に対する科学教室実施上の配慮は前述の通りであるが、安全への配慮は子どもたちの科学教室とは格段に異なる。その中で、高齢者が楽しめる科学教室とはどのようなものであろうか。当然であるが、難しい理論等は不要で、

孫世代と科学という遊び道具を使って遊べる環境を提供することと、自身の幼少時代の科学として意識していなかったベーゴマや羽根つき、手鞠づくり（数珠子入り）等の科学的な遊びを想起させることであろう。このような方を対象とする科学教室の場は非常に少ないのが現状で、公民館等の社会教育施設でももっと取り入れて取り組んでもよいのではないだろうか。

7. 小中が連携した科学教室について

小学校では放課後の子ども教室や子どもルームとして、主に働いている保護者のいる子どもたちが放課後に学校の一部を改装した教室を利用して様々な遊びや学習等を行っている。千葉市内の小学校でこうした小学生の教室に通う子どもたちに対して依頼を受け、中学校の職員として各区の小学校の放課後の子どもたちと科学教室を実施した。

この時間帯に集まる子どもたちの学年は幅広く、地域の保護者も協力して運営に当たっている。こうした子どもたちと年間数回ではあるが科学教室を実施した実践に基づいて正規の時間外での科学教室の効果について考えて見る。

この場合、異年齢集団での科学教室が展開しやすいというメリットがあり、出来ない子には出来る子が教えたり、上級生が下級生に教える場面が各所に見られた。この様子は昼間の通常の教室ではなかなか見られないものであり、科学教室では普通に行われている。

この地域では青少年育成委員会が主体となって、年1回の「中学校区科学の祭典」と称して小中学生を対象とした親子の科学教室を中学校区で小学生を中心に夏休みに開催し、特色ある取り組みとして評価されており、既に9年が経過している。参加者は小中学生とその保護者であるが、実際にはきょうだいも参加が認められているので家族での参加ということも出来る。毎回100名程度の参加があり、体育館で行われる。各回5つ程の科学プログラムから構成されており、これまでに50程のプログラムが提供されている。参加者はリピーターが多く、毎年参加の傾向が継続され、しかも長年に渡って参加している。リピーターが多い理由としては

幼稚園での科学教室同様に身近な場で出来、費用負担がないということ、最も大きな理由としては、親子共に楽しく参加できる事と、科学だけではない得るものがあるからと回答している。では、その得るものとは何か。

それは一つ一つのプログラムから得られる教育的な事象が具体的に体験を通して得られるからである。例えば、ランダムに並べられて数字を1～100まで時間を制限して順番に○をつけるというプログラムでは、1回目のチャレンジより、数字の並び方の法則に気がつくことで2回目は1回目より、確実に○をつける数が増加する。その際に一見ランダムに並んだ数字を改めて良く観察することで順番につける数字の位置に一定の規則性がある事を発見させる。この規則性を発見するきっかけになった事が観察であり、改めて視点を変えて良く見ることによって規則性やパターンが見えてくる。その事に気がつくことが発見であり、学ぶことにつながっていることである。こうした学習の積み重ねにより、学習の効果の認識が出来るようになる。

「学ぶ」ということの意味を「科学の祭典」で体験できるなど、家で何度話しても出来なかったことがこうした科学教室で得られる事に子どもも保護者も価値をそこに見いだすことが出来るからにほかならない。

中学校では、学校見学として小学校6年生が毎年中学校を訪れる機会があるが、その時点で既に児童も保護者も中学校の先生と顔なじみになっていて、両者とも理科好きにもなっている。中学校入学前に保護者共々理科好きになった状態で入学している。

こうした試みで、いわゆる“中一ギャップ”の問題も少なくなり、小中の円滑な接続が無理なく出来るようになる一端を「科学の祭典」と「放課後の子ども教室」が担い、中学校への進学不安の解消と期待の増加が見込まれている。特に、保護者の参加は魅力ある教育的価値がそこにあり、それが見える事で大きな期待を持つことが出来る。実際に中学校に子どもを進学させた保護者からは、遠方の私立中学校に通わせなくて本当にこの公立中学校で良かったとの声があがっている。

「科学する心」を育む教育的価値の高い科学教室のあり方について

中学校でも入学時の期待に安心することなく、先生方も普段からより良い学校を目指してソニー教育財団が主催する「ソニー子ども科学教育プログラム」の教育論文に応募し続けており、論文に挑戦することで理科だけでなく学校の教育活動全体を見直し、先進的な取り組みについて絶えず研鑽をつんでいる。「科学の祭典」がきっかけとなり、学校全体で卒業時まで一人一人の生徒が3年間でなにが出来るようになったか、どのような付加価値を生徒の身に付けさせることが出来たかを検証した結果が、全国トップ科学の学校として評価されたのである。「科学する心」を育むことを学校全体で取り組んだ成果である。この中学校で育った生徒は自ら考え自ら正しい判断が出来るようになり、小中と自由研究に取り組み、高校では単独で日本学生科学賞全国展で入賞をする女子生徒も排出していて、小中高の系統的な接続ができています。

8. 教育的価値の高いプログラムを提供できる科学教室について

① 科学番組における配慮事項

近年のテレビ番組では、サイエンスショー的な要素の高いものやドキュメンタリー等、様々な角度から科学番組が放送される機会が増えてきたことは喜ばしいことである。しかし、バラエティー番組における科学と称されるものには視聴者に誤ったメッセージを発しているものも少なくない。十分に内容を検証して制作したものと、面白おかしく科学と称して取り上げ、科学的に見たときにおかしな番組も存在している。

サイエンスショーとして多くの科学ファンを増やしてきた番組はそれなりの役目を果たしてきているが、科学とは程遠い派手さや奇抜さを追いかけて構成しているものも番組には散見される。「髪の毛から醤油を作る」をテーマにしたバラエティー番組では、強アルカリ性の水酸化ナトリウム水溶液をドラフトチャンバーなどの設備が施された状態でなく、オープンな場の中で煮沸するといった常識では考えられない危険な状態での撮影が行われている現実がある。危険な物質を扱うのであるから相当な準備のも

とに行われるべきものであるが、面白おかしくのみを追求するあまり、登場した芸人さんに水酸化ナトリウム水溶液が飛び散って降りかかるという非常に危険なことを平気で行った事例がある。

制作スタッフに扱う薬品の取り扱いについての危険性について事前に十分に話がなされているにも関わらず行われたもので、撮影現場に科学に精通したものが立ち会っていない状態で撮影がされている。髪の毛から醤油を作ることは日本でも戦時中などでは行われた記録があるが、髪の毛に蓄積する有害な物質についても番組では何一つ示されておらず、番組ではできた醤油に寿司をつけて食べる事まで放送されている。番組を見ている多くの視聴者が真似をしたりする事も当然予想される事である。似たような事例として、ペットボトルに発泡剤を入れて密閉し、容器が破裂し怪我をする事故が過去に何度も起きている。いずれも面白さだけを追求し、純粋に番組を見ている視聴者がいることを忘れ、視聴率をとることだけを優先した制作側に問題がある。本来、科学は見世物として存在するものではないのだが、面白く見せようとする過剰な演出に問題がある。科学の成果を多くの人に知ってもらうことは望ましいが、誤った方向に加工された科学番組ほど危険なものはない。また、制作費や時間の関係で十分にリサーチせずに単に面白いからという事で安易に取り上げ、対象となったものが特許に守られている事にも気がつかないで使われる事例も存在している。

このことは民間レベルだから行われているのではなく、公的機関でも見られている。

② 科学教室における知的財産権の学習

特許になっているものは許諾を得ない限り製作や使用をすることができないことは言うまでもないことであるが、面白いかからと安易に飛びついて許諾を得ないままに使用してしまう事例が見受けられる。以前は科学プログラムや個人の開発した製作物は特に問題なく使用されていたが、近年は特許として申請され、認められている場合が多くなってきている。そのことは教

材カタログ等を見ても「特許」や「実用新案」として特許庁から認められていることの標記がなされてきており、安易な使用は法的な問題となることに十分注意することが必要である。

このようなことから、科学教室の実施の際にも著作権や特許・実用新案といった面において自主開発したもの以外は、使用に当たってまず調査が必要である。特に、論文と同様に著作物への引用や Web や SNS 上での公開・放送等には二次的使用も含めて法的措置による責任についても十分考慮すべきである。

実際に、公的機関に所属する職員による特許の抵触の事例では、特許そのものの意味を知らないという例もある。また、テレビ放送後にテレビ局の Web サイトに公開して指摘を受けてから初めて気づいたり、科学館などでは展示物として製作までしてしまい、一般公開した後に学識経験者から指摘を受けた例もある。こうした施設では、委託を受けた展示業者も十分に精査しなかった点にも大きな問題を含んでいる。

こうしたことから、科学教室で様々なプログラムの中にも知的財産権の保護について啓発するプログラムを入れる事もものづくりや実験の他に単独で導入するなどは大変な取り組みと言える。

③ 幼稚園教育における教育的価値の高い科学教室について

千葉敬愛短期大学附属幼稚園における科学教室「かがくのひみつきち」の実践例は前述のとおりであるが、いずれのプログラムにおいてもバーチャルでなく、自然科学におけるリアルな体験に基づく価値の体得に重点が置かれている。「科学する心」の育成に関して、科学教室「かがくのひみつきち」において子どもが本来持っている感性を適切に刺激し、人と関わりながら楽しんで挑戦できるようにプログラムを構成した。まずアイキャッチから始まり、時には勇気を出さなければならぬ場面も創出している。次の写真は 5 段積み角砂糖を 16 柱配置して、その上に 5 歳児が立っているときの様子であるが、1 つの角砂糖では支えきれない体重の重さを分散して面で支えることで成り立っている。

この後、1 つずつ柱をハンマーで壊し、何本の角砂糖の柱で体重を支える事ができるかを確かめるプログラムである。角砂糖の柱の上に乗る子どもを募集した所、複数名の子どもが立候補した。

その後、柱をハンマーで破壊することを伝えた所、不安そうにしていたが、勇気を出して挑戦することになった。最終的に 4 組の柱で支えることが出来た。本人も怖かったが満足出来ており、自ら勇気を出してやってみようかと決断した事と、本人や参加者も体を支えられたことに驚きを隠せないようであった。この勇気を出した事を賞賛する共に、広い面で体重を支える事が可能になり、日常生活の中でも、一人では出来なくとも力を合わせると出来る事がたくさんあることを実感を伴いながら学ぶことが出来た。

このプログラムでは科学的な側面からは圧力の分散であるが、力を合わせる事で重いものでも持ちあげることが出来る(角砂糖の上に立つ)など、個々の力は小さくとも強力することによって一人ではなし得なかったことも克服出来ることを体験から学ぶことの出来るプログラムとして最適である事が確認された。

そのことは体験を終えて両親のもとに戻った際の親子の会話からも見てとれる。

父親：「怖かった？」

母親：「頑張ったね」

子：「最初は怖かったけど幼稚園の先生が押さえてくれてたし大丈夫」「お砂糖 1 つだとすぐに壊れちゃうけどたくさんあると壊れないね。」

母親：「みんなで力を合わせると何でも出来ちゃうね」

子：「運動会の綱引きもみんなで力を出すと勝てるよね」「最後の 4 つのお砂糖の柱まで大丈夫だったよ」

見ていた他の子どもたちに柱をここまで壊すのをやめようかと聞いた所、誰一人として賛



(角砂糖の上に立つ)

「科学する心」を育む教育的価値の高い科学教室のあり方について

成はなく、どの子も何処まで砂糖の柱が体重を支えられるかに非常に興味を示していた。この際の大切なことは、興味だけでなく、怖さを克服する勇気であったり、支えてくれる先生への信頼や頑張った子への賞賛が出来ることの方が教育的価値が高いと考えられる。これまでの科学教室では、体重を支えきれなくなって砂糖の柱が崩れる事等のパフォーマンスが優先され、実験の本質やその背後にある大切な教育的価値が見失われていたものが多く、指導者の本当の意味での資質が問われるものである。

特に、幼児教育における科学教室の展開では実験や観察では見えない部分について本物体験を通して体得させることが重要で、この時期の子どもたちの身近にあるものの中からテーマを選んで意図的に身につけさせたい事項について配慮した上で科学教室の展開の構成を考えて行う必要がある。

その意味でも指導者の資質の高さが要求されている事であり、指導に当たる者はその事を意識すべきであり、そうでなければその科学教室は半分以上実施する意味を失っていることになる。科学教室の実施に当たってはそのプログラムのもつ教育力に関して触れられるものでなければならぬと考える。

④ 幼児教育における「科学する心」について

不思議、面白い、やってみたい等、科学教室を含めた幼児教育の場で子どもが持つ人間としての本来の欲求や好奇心を適切に刺激できるような要素が大切で、遊ぶという子ども本来の行動の中で友だち同士の関係を成長させて行く事が望ましい。時には自分が遊びたいと思った事も我慢して友だちと楽しく遊ぶ事を覚える事も必要なことであり、幼児の遊びの中にはこの時期に身につける多くの要素が含まれている。

こうした幼児を取り巻く環境の中で、人と常に関わりながら知的好奇心が適切に刺激を受け、揺さぶられながら発達して行く。千葉敬愛短期大学附属幼稚園での「かがくのひみつきち」や千葉県、埼玉県、茨城県を中心とした科学教室において検証した。対象は幼児だけでなく、教員を中心とした指導者層、小学生と保護者に

ついてもそれぞれの立場での現状と方向性について「科学する心」の育成の観点から見ると、「科学する心」を意識して科学教室に参加している訳ではないが、どの対象に関しても次回以降のリピーターが7割以上に達している。参加後の感想についても「参加して良かった」とする回答は「かがくのひみつきち」と同様に、ほぼ100%近くになっていて、科学教室に参加者が求めるものと参加後の満足感がこうした回答結果に結びついている。

この内、参加後の満足感に関しては、期待値以上の事が得られた時に生ずるもので、この事がリピーターになる事実と関係している。

科学が楽しいとか不思議だと感ずる事も大切な吸引力となっているが、リピーターとして定着するためには科学と直接的に結びつかない部分でも教育的な価値を参加者が感じたり見いだせたりしたときに自分も我が子も科学教室に参加したいという自発的な行動につながっている。

この事は、従来型の「凄い・面白い」からステップアップした科学教室の展開が効果を発揮している。特に幼児や小学生と保護者を対象とした科学教室では、これまでは見られていない夫婦で行う科学教室の展開が大きな効果を発揮している。安心して参加出来、難しい科学を無理に押しつけられるのではなく、いつのまにかまた参加したくなる要素が夫婦で行う科学教室に多数存在していて、教員同士で行われる学校のチームティーチング形式とは異なるものが最大の吸引の原動力となっている。その理由を分析してみると、以下のように整理できる。

- ① 参加者全員がこのようなスタイルの科学教室に参加した経験がない新鮮さ。
- ② 指導者からの一方向での科学への導入と展開から脱皮した複数方向からのアプローチと支援が得られる。
- ③ 参加者と同じレベルで指導を受けられたり、気安く相談できたりできる科学教室の環境。
- ④ 科学以外の相談も出来る環境。

特に④は重要な位置を占めており、「科学する心」が自分を取り巻く場の中で、感動する心、

思いやる心、喜びを味わう心、やり遂げる心のように幅広く捉えられ、そのどれもが科学教室に参加する事で得られることが認知されたからに他ならない。

また、このスタイルの科学教室では子どもと保護者以外の指導者層対象（主に幼小中教員）での場合でも受け入れられており、依頼の際は、必ず今回も夫婦で行えるかどうかの確認が毎回ある。その結果が18年間という長期にわたる科学教室の依頼となっている。魅力が感じられなければ次の依頼はないという厳しい場でもある。従って、興行的に近い科学教室の開催では



（夫婦で行う科学教室の展開）

必ず単発の開催となるのである。このように長きに渡る実施であるからこそ継続的に伝えられる価値があり、より“本物”の科学教室となり得るのである。

心や教育的価値が伝わるような科学教室にはこれからもこのような場が求め続けられることになるであろう事は十分予想される。このように内容もさることながら、今後は提供する環境と教育的付加価値の質の高い科学教室のみが継続されるようになるであろう。

9. まとめと考察

これまで科学教室の展開について、従来型と新しい教育的付加価値の高い科学教室について比較しながら20年近い実践に基づいて述べてきたが、参加対象が異なっても求められているのは共通して継続して参加したくなるような付加価値のある科学教室である。材料費を負担し、旅行や趣味の時間を割いてまで参加したくなるような吸引力の強い、魅力的な科学教室を指導者は責任を持って企画・構成・運営しなくてはならない。

また、子ども対象の科学教室は夏休みの自由研究の時期に開催が多くなるが、自由研究のための科学教室の参加から日常的な科学教室への参加へと移行させたいと考える。

商業的に一部の学習塾などでも科学実験教室として実施されているが、ねらいはこれまで述べてきた科学教室とは全く異なり、悪いことではないが、実験や観察を行う事が目的となり、学習塾での開催は科学を楽しむという心はなかなか育ちにくい。実際に塾長や塾の先生方を都内で80塾、千葉市内で60塾を対象に行った経験では、学習塾という水も火もないという家庭よりも劣悪な環境では内容がかなり制限されることと、なによりも指導者自身の経験値の低さによる影響が多い。普段から試験管やビーカーすらも触った経験もあまりない塾の先生の指の使い方や手さばきだけを見ても自然科学を学ぶという環境とはほど遠い。この点をカバーするために経験者を配置している所も見受けられ、中規模の学習塾では大手の学習塾との差別化を図るために導入している傾向がある。

また、実施することで何を目的としているかという点で商業目的から抜け出してはいないのて他の科学教室とも異なる。

幼稚園の近隣に商業的な科学教室を展開している地域では、保護者は参加費がとて高く通うことは無理であると述べている。公的な科学館や博物館も様々な行事の中でリピーター確保のために様々な仕掛けの工夫をしているが、高価で何処の科学館にもあるような展示設備を売り物にしている施設では軒並みリピーターが減少している。これまでの国内の科学館や博物館ではアメリカのサンフランシスコにある体験型のエクスポラトリウムの展示物や内容をコピーしたため、国内の何処をみても同じような展示設備が見られるようになってしまっており、一度は来館してもリピーターとはなっていない。

エクスポラトリウムでは開発したプログラムは全世界に影響を与えるような良質なものであり、国内のミュージアムとの違いは常に新たな開発に挑戦し続けている点にある。また、良くトレーニングされた多数のサイエンスボランティアが活動しながら、“感ずる”を大切に

「科学する心」を育む教育的価値の高い科学教室のあり方について

たハンズオンの手法が活かされている。もちろん国内のミュージアムでも同様の機能は導入されているのだが、一部のミュージアムを除いては成功しているとは言いがたい。科学教室とは同列に比較することは出来ないが、この原因はこれまで述べてきた「科学する心」を育む事についてどれだけ踏み込んで対応してきているかということではないかと考えている。巨額の税金を投入してミュージアムを建設してもリピーターの少ないミュージアムやプラネタリウムは原因がはっきりしているのではないかと考えられる。物（展示物等）から人へと教育的価値がシフトし、こうした事が求められるようになって来た事こそがその原因を教えているのではないだろうか。

（参考文献）

杉山清志 提案論文「地域に根差した通信制高校の社会貢献活動とその教育的意義について ―親と子の科学教室を通して― 社会教育 2017

杉山清志 菅藤拓也 ソニー幼児教育支援プログラム論文 「ひとみキラキラころろワクワクみんな大好きお友だちと先生」―コンシェルジュ保育 for 「みつける」 and 「みつけるための援助」― ソニー教育財団 2017

公益財団法人 ソニー教育財団ホームページ