HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	産総研イノベーションスクールによる子ども向け理科実験 ： 色が変わる化学を身近なもので感じよう
Author(s)	西田, 梢; 川島, 裕嗣; 李, 慶武 他
Citation	科学技術コミュニケーション, 19, 73-84
Issue Date	2016-07
DOI	https://doi.org/10.14943/74101
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/62314
Type	departmental bulletin paper
File Information	JJSC19_006 .pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

ノート

産総研イノベーションスクールによる子ども向け理科実験 ～色が変わる化学を身近なもので感じよう～

西田 梢[1,2], 川島 裕嗣[1], 李 慶武[1], 佃 美雪[1,3], 森山 幸祐[1], 安齋 賢[1,4], 芦原 聡介[1], 上村 拓也[1], 草田 裕之[1], 朱 丹[1], 中村 豪[1], 久保田 蘭[1], 神徳 徹雄[1], 西岡 将輝[1], 沼田 英子[1], 一木 正聡[1]

A Chemical Experiment Event for Children Hosted by AIST Innovation School: Color Changes at Different pH Levels

NISHIDA Kozue[1,2], KAWASHIMA Hirotsugu[1], LEE Kyoung-Moo[1], TSUKUDA Miyuki[1,3], MORIYAMA Kousuke[1], ANSAI Satoshi[1,4], ASHIHARA Sosuke[1], KAMIMURA Takuya[1], KUSADA Hiroyuki[1], ZHU Dan[1], NAKAMURA Go[1], KUBOTA Ran[1], KOTOKU Tetsuo[1], NISHIOKA Masateru[1], NUMATA Eiko[1], ICHIKI Masaaki[1]

要旨

2015年7月18日，国立研究開発法人産業技術総合研究所つくばセンターで実施された一般公開において，産総研イノベーションスクールは「色が変わる化学を身近なもので感じよう」と題した化学実験イベントを出展した．本稿では，特に子ども向け化学実験のデザインや安全管理に焦点を当て，その企画と準備作業，および当日の内容について報告する．また，イノベーションスクールに所属するさまざまな専門分野のポスドクと博士後期課程学生の研究を分かりやすく紹介することを目的とした展示についても紹介する．

キーワード：一般公開, 産総研イノベーションスクール, 子ども向け化学実験, リスクマネジメント, イベント運営

Keywords: open house, AIST Innovation School, chemical experiment event for children, risk management, event operation

2015年11月16日受付　2016年4月28日受理

所　属：1 国立研究開発法人産業技術総合研究所
2 東京大学総合研究博物館
3 東京大学大学院 新領域創成科学研究科
4 京都大学大学院 農学研究科
連絡先：koz_n@um.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下，産総研と記す）では，2008年度から毎年「産総研イノベーションスクール」を開講している．本スクールでは，特定の分野に科学的・技術的な知見を有するポスドクおよび大学院博士後期課程の学生をスクール生として受け入れている．基礎研究から製品化までをカバーするために必要な各種講義や演習に加え，企業の現場での実践的なオン・ザ・ジョブ・トレーニング（実地研修：OJT）などを提供する，産総研独自のカリキュラムで構成された人材育成プログラムである．本スクールは，企業をはじめ社会の重要な場で即戦力として活躍できる人材を輩出するとともに，社会的なニーズと有用な人材とのミスマッチを解消することを目標としている．また，スクール生の自主性を育む取り組みとして，スクール生によるイベント企画やその実践を奨励しており，今回の一般公開もスクール生により企画された．2015年度は，生命科学，情報学，地質学，幾何学，材料科学などの多彩な研究分野から22名のスクール生が集まった．

産総研では，毎年夏から秋にかけて，全国に立地する各センターで一般公開イベントを開催している．このイベントでは，施設見学やブース展示，実験体験などの多彩な企画を通じて，地域住民をはじめとする一般の方々に産総研について知ってもらう機会を設けるとともに，子どもたちが科学に興味を持つきっかけ作りにも取り組んでいる．さらに，産総研で働く研究者にとっても，来場者との交流を通じて社会とのつながりを意識し，研究職の実態や研究成果を分かりやすいかたちで情報発信する貴重な機会となっている．

一般公開イベントへの出展と，その企画・運営および来場者との交流は，イノベーションスクール生にとって普段の研究活動や講義・演習などでは得られない重要な経験になると期待できる．そこで，2015年4月のスクール開講時に，あるスクール生の声かけに応じるかたちでイノベーションスクールの一般公開参加が自発的に決定され，準備が開始された．スクール生有志による企画会議で，スクール生の一人が取り組んでいる材料化学の研究から着想を得て，人工イクラのゲル化剤としてすでに知られているアルギン酸塩を用いた実験デザインが提案された．

今回は，イノベーションスクールのメイン企画である「色が変わる化学を身近なもので感じよう」について，子ども向け化学実験の実施に関わる諸注意や工夫すべき点に焦点を当てながら，企画，準備作業，および当日のイベント実施内容を報告する．同時に，さまざまな専門分野に所属しているスクール生の研究内容を一般の方に分かりやすく紹介することを目的とした，「私の仕事道具」と「白い箱」の展示内容についても報告する．

2. イベント企画

2.1 本企画のねらい

産総研の一般公開イベントは，産総研見学ツアー，サイエンストーク，科学工作コーナー，小中学生向けイベントブースのチャレンジコーナー，大人向けイベントを行うサイエンスコーナー，高校理科系クラブの研究発表，一般向け特別講演など，毎年さまざまな企画で構成されている．

その中から今回は，主に小中学生を対象に実験や工作などの体験を交えたブース展示を行う「チャレンジコーナー」への参加を決めた．このコーナーを選んだ理由は2つある．第一に，展示だけの出展はメッセージを一方的に発信するだけになりがちだが，チャレンジコーナーでは体験イベントを通じて参加者の意見や感想を聞きやすく，来場者とコミュニケーションしやすいと考えたからである．第二に，サイエンスコーナーの場合は来場者にある程度の科学技術に関する知識や興味があることが前提だが，チャレンジコーナーなら，知識がなくても科学の面白さに気付いてもらいやすいからである．

ここで，イノベーションスクールが一般公開イベントへの参加を決めた背景について述べたい．イノベーションスクールでは，企業の研究開発や経営，知的財産と研究，地域連携，グローバルマインド，科学コミュニケーションなど，科学研究と社会・企業の関わりについてさまざまな分野の講義・演習が行われている．科学コミュニケーションの講義では，子どもから高齢者まで幅広い年代に向けた情報発信のしかたや，科学コミュニケーションの歴史について学ぶ．しかし，スクール生の多くは，自身の研究成果を専門分野外の研究者や一般の人々，さらには子どもを対象に伝える機会をほとんど経験したことがない．また，スクール生の多くは，東日本大震災での放射能被害のような人々の関心が大きく集まる出来事を通して，科学にまつわる情報が正しく理解されないことによる混乱の拡大を目の当たりにしてきた．こういった問題を解決するため，研究者をはじめ科学技術に関わる者には、わかりやすい情報発信だけでなく，一般の人々の関心に応えるための一方通行ではない，対話型のコミュニケーションがより一層求められている．そこで私たちは，産総研の一般公開イベントが，一般の人々への情報発信や彼らとの対話の手法を身につけ，科学コミュニケーション力を向上させるための実践の場として，最適な機会であると考えた．

産総研イノベーションスクールの特長の一つは，幅広い専門分野の人材が集まっていることにある．このようなスクール生の多様な専門分野を生かせるイベントを目ざしてグループディスカッションを重ねた結果，2015年度の展示ブースは，1つの化学実験イベントと2つの展示コーナーで構成することに決定した．化学実験イベントは，一人のスクール生の専門分野を基にした企画であり，これとは別に，スクール生全員が自分の研究を表現できる方法として展示企画も行うこととした．

2.2　化学実験「色が変わる化学を身近なもので感じよう」の企画

「色が変わる化学を身近なもので感じよう」と題した化学実験イベントは，イノベーションスクールのメイン企画である．ナノ粒子技術分野を専門とするスクール生が実験を提案し，化学分野のスクール生が中心となって実験をデザインした．本実験は，レモン汁やムラサキキャベツの搾り汁など，身近な材料を揃えることで，自宅でも実験を再現できるように考慮した．また，このような一般公開での実験体験の復習や自宅で実験にチャレンジできるように，持ち帰り用の説明資料を作成した（図１）．

ムラサキキャベツは，アントシアニンと呼ばれる紫色の水溶性色素を豊富に含んでいる．これは多くの高等植物に含まれ，pHや土壌の構成成分によって色素の構造が変わり，色が大きく変化することが知られている．今回は，ムラサキキャベツ溶液を混合して作成した人工イクラを，酸性（レモン水），中性（水），アルカリ性（精製ソーダ水溶液）の溶液に入れることで，色の変化を観察する実験をデザインした（図2A，B）．

参加者にはまず，アルギン酸ナトリウム水溶液とムラサキキャベツ水溶液を混ぜてもらう．そのあと，これらをスポイトで塩化カルシウム溶液に滴下することで，ゲル化した人工イクラ（アルギン酸ナトリウム水溶液の液滴の表面を，弾力のあるアルギン酸カルシウムの膜が覆ったもの）を得た．こうして作った人工イクラの一部は容器に入れて持ち帰ってもらい，家でも身近な酸性およびアルカリ性物質を用いて変色実験ができるようにした．持ち帰り容器と一緒に，化学実験に関する説明資料（図1：実験説明（表）と実験をする際の注意点（裏））を配布し，家に帰ってからも安全に実験してもらえるように工夫をした．

持ち帰り用チラシ（表）　　持ち帰り用チラシ（裏）



図1 化学実験の説明資料
（表面に実験説明，裏面に実験をする際の注意点を掲載）

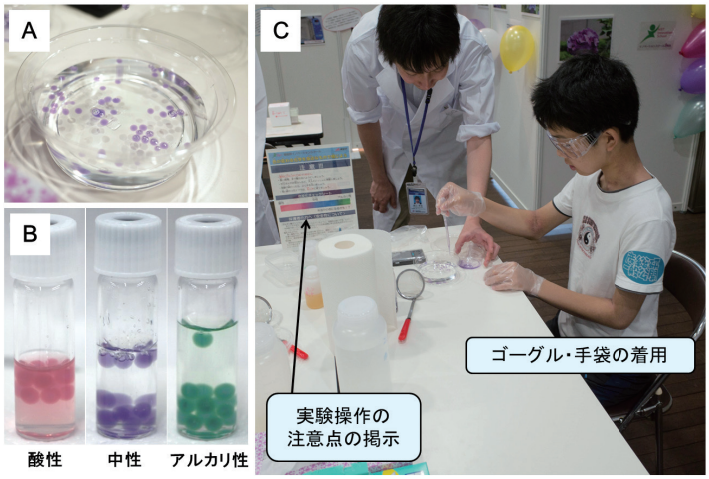


図2 化学実験に用いた人工イクラの色変化と実験作業風景
A アルギン酸ナトリウムとムラサキキャベツ溶液を混ぜて製作した人工イクラ　B. レモン水（酸性），水（中性），精製ソーダ水溶液（アルカリ性）に浸けた人工イクラの色変化の様子　C. イベント参加者の実験作業風景

2.3　展示ブース「私の仕事道具」と「白い箱」の企画

冒頭で述べたように，イノベーションスクールにはさまざまな研究分野のポスドクや博士課程学生が所属している．今回，一般公開のブース内での展示を通じて，このようなスクール生の多様性

を活かしてさまざまな研究分野に関心を持ってもらうため,「私の仕事道具」および「白い箱」と題した2つの展示を企画した．図3および4に展示物および会場の様子を示し，表1に「私の仕事道具」で用いた説明文の内容を示した.

「私の仕事道具」展示は，研究者がどのような器具や装置などを使って研究しているのかを知ってもらうことを目的に，写真のパネル展示を行った．この展示では，スクール生が普段使用している器具や装置の写真を印刷し，スチロールボードに貼ったものに，研究内容の簡単な説明文（吹き出し部分）を添えて掲示した（図3A，B）．表1に写真解説文の例を示す．一見身近にありそうな道具から大掛かりな分析装置まで，バリエーションに富んだ展示内容となった．分かりやすい言葉でいかに自分の研究分野を表現するか，スクール生一人ひとりが工夫を凝らした.

「白い箱」の展示では，オブジェを陳列して，スクール生の研究内容を紹介した（図3C，図4A-D）．この展示のねらいは，大人から子どもまで幅広い人々に興味を持ってもらえるような，研究紹介の新しい方法を模索することにある．研究者は，学会でのプレゼンテーションやポスター，または論文や申請書などで，自身の研究内容を発信することが多い．しかしながら，これらの方法は，研究者や企業の技術者など，専門用語や知識を共有できる人々を対象にしたものであり，誰にとっても分かりやすいものではない.

そこで，より多くの人々に興味を持ってもらい，ひいては研究者という職業に対する理解を深めてもらうために，言葉を用いずにオブジェで自らの研究を表現する展示を考案した．この展示では,「白い箱」に見立てた10 cm四方の発泡スチロールの立方体を素材にして，自身の研究内容やそのイメージを思い思いに表現した．そのオブジェの一部を図4に例示する．図4Aは有機磁石の研究を表現したオブジェである．有機材料である発泡スチロール製の白い箱が，本来くっつくことのないU字型磁石にくっつき，浮いている様子が表現されている．これは，有機磁石の研究によって，今まで存在しなかった「柔らかい磁石」が実現できる，というメッセージを伝えている．図4Bはコーティング材料の研究に取り組む研究者のオブジェである.白い箱の素材そのままのようにみえるが，表面に特殊なコーティングが施され，超撥水性がある．展示当日は，表面が未処理の白い箱を別に用意して横に並べ，それぞれにスポイトで水をかけ，水のはじき方の違いを来場者に実感してもらった．地質学の研究者は，白い箱を一部削り，カラーペンなどを用いてデコレーションすることで，地層の断面に見せかけた（図4C）．さらに，地層中に化石や鉱石を埋め，オブジェに「宝さがし」と名づけることにより，その分野の研究の面白さを紹介した．情報科学の研究者は，パターン認識という研究分野を伝えるオブジェを作成した（図4D）．白い箱といくつかの身近な素材を組み合わせてコンピュータに見せかけたつもりのオブジェを，それが実際に何に見えるか答えてもらったデータとともに紹介した．このように，研究者の表現媒体として，ポスターや論文などではなく白い箱を用いることで，特に専門知識をもたない来場者でも，見たり触ったりすることによってその分野を楽しんでもらえるような展示を行った．人々に白い箱というオブジェを通して科学を身近に楽しんでもらい，科学研究に興味を抱くきっかけにしてもらえればと考えた.

また，これらの展示と合わせて，化学実験「色が変わる化学を身近なもので感じよう」に関連した写真の掲示も行った（図3A）．今回の化学実験で使用したムラサキキャベツのように，あじさいの花弁もアントシアニンを有し，土壌の酸性／アルカリ性の性質により，花弁の色変化が見られることが知られている．pHの異なる土壌あるいは水で育てたあじさいを展示することで，化学実験と関連づけながら，酸性／アルカリ性による色変化について理解を深めることができるようになっている．今回，季節外れで花の購入ができず，生花の展示はできなかったが，6月に撮影した花弁の色が異なるあじさいの写真を用いて（図3A），化学実験と関連した現象が身近にあることを説明した.



図3 産総研一般公開 イノベーションスクールブースの様子
A.「私の仕事道具」および「白い箱」展示エリア B.「私の仕事道具」展示の例 C.「白い箱」展示エリア

表 1「私の仕事道具」展示の写真説明文の例

スクール生専門分野	仕事道具名	説明文
生命工学	光学顕微鏡（こうがくけんびきょう）	微生物（びせいぶつ）はものすごく小さいため（約1 μm：1mm の1000 分の1），肉眼で見ることが出来ません．この装置は，そんな小さい微生物を観察する「虫眼鏡」のようなものです．顕微鏡（けんびきょう）をつかった観察方法は，①微生物を染色（色を付ける）して観察する方法と，②色を付けずに生きたまま観察する方法とがあります．微生物に色を付けることでその種類を見分けることができ，生きたままで観察すると微生物の形や運動を見ることができます．
地質学	デンタルドリル	貝殻の酸素安定同位体（さんそあんていどういたい）をはかると，貝の生息していた海の水温が分かります．デンタルドリル（ドリル直径 0.4 mm）を使って，炭酸カルシウム（たんさんかるしうむ）の貝殻を削り取ります．削り取った殻は，酸で溶かして二酸化炭素にしたあと，分析計で酸素安定同位体をはかります．分析した値をみれば，かつて水温計のなかった人類の出現したときの水温や，恐竜のいたときの水温を明らかにすることができます．
材料化学	グローブボックス	化学薬品の中には，酸素（さんそ）にも水にもふれてはいけない物質（中には自然発火するものも！）がたくさんあります．そこで登場するのがグローブボックスで，ゴム手袋の先は窒素（ちっそ）で満たされています．大気中の酸素濃度（さんそのうど）は約21%ですが，この装置によって酸素濃度を0.0001%未満にまで抑えることができます．（写真：図3B）
材料化学	接触角測定装置（せっしょくかくそくていそうち）	この装置はコーティングの性質を調べるものです．「水をはじく」，「油をはじく」などの性質をわかりやすく数値で教えてくれます．実は身近な技術で，家の中にもこれを利用したものや応用したものがたくさんあります．たとえば汚れのつきにくいフライパンや車の窓（まど）やメガネのくもり止め，さらにはコンタクトレンズの表面にも使われています．将来は掃除いらずな世界が来るかも？？
生命工学	核磁気共鳴装置（かくじききょうめいそうち）	これは，核磁気共鳴（かくじききょうめい，NMR）という装置で，「分子の構造」や「動く速さ」を調べるのに使います．これを応用したものが，病院などに設置されているMRI（核磁気共鳴画像法）という装置です．MRIで体の中を調べるように，この装置で分子や原子を調べます．現代の有機化学研究ではなくてはならない装置の一つです．

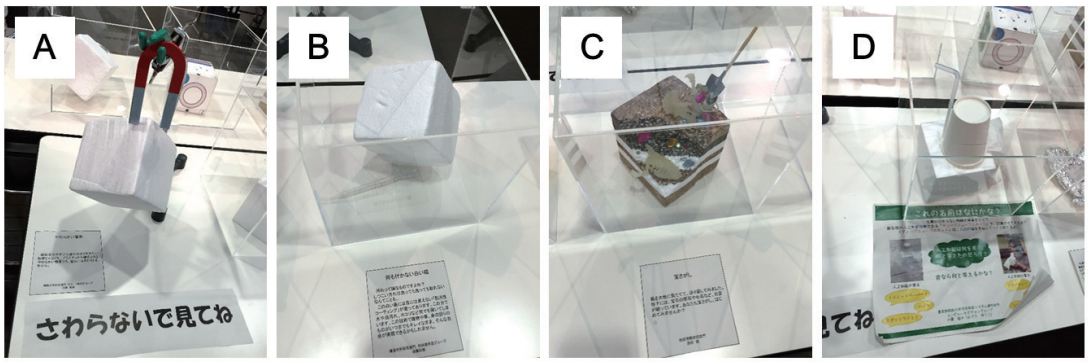


図4「白い箱」展示の例

2.4　安全対策

今回のブース展示は，主に小さな子どもを対象にしたものである．そこで，安全性に万全を期すため，スタッフでリスクの洗い出しとその対策について検討を重ね，安全対策マニュアルを作成した．

化学実験については，用いる材料が人体に対して安全であることが大前提となる．そこで，アルギン酸ナトリウム，塩化カルシウム，精製ソーダ（炭酸ナトリウム）の3点の物質について，安全データシート（以下，SDSと記す）を入手し，有害性の有無や応急処置法について情報収集した．SDSは，化学物質等の性質や取り扱いに関する詳細な情報が記載された文書で，日本試薬協会のウェブサイト（日本試薬協会 2015）などから容易に入手可能である．

SDSに記載された危険有害性情報（急性毒性や腐食性，刺激性などに関するもの）や応急処置法の内容などをもとに，安全性を検討した．いずれの物質も，今回の実験で参加者1人が使用する程度の量であれば，誤って口に入れても問題はなく，しっかりと子どもの作業や行動に注意を払いながら実施すれば，安全に実験が行えると結論づけられた．ただし，保護者によっては不安を抱くことも予想されるため，誤飲した場合には水をコップ1杯程度飲ませるよう定めた．また，溶液などが皮膚に付着した場合には速やかに水で洗い流させることとし，実験台に設置した説明用のパネルや持ち帰り用チラシにその旨明示するとともに，実験説明時には注意喚起を行った．

さらに，有事の際に素早く対応できるよう，スタッフ全員で対応を事前に確認し，水を入れたボトルの用意や水道のある場所の確認作業を行った．これは，一部の物質が酸性やアルカリ性であるため，特に皮膚の弱い子どもの場合に，溶液が付着したまま放置すると赤く腫れたり，痛みが生じたりする可能性があることに配慮した対応である．物質が目に入った場合も同様に，流水で5分間（アルカリ性である塩化カルシウムや精製ソーダの水溶液は10分間）洗わせるよう定めた．また，溶液が目に入るなどの事故を未然に防ぐため，参加者全員には手袋と保護メガネを着用してもらった（図2C）．これら処置方法について，マニュアル作成と口頭での確認作業を通じて，スタッフ全員に周知徹底した．

今回の化学実験では多数の実験器具を使った．そのため，化学実験を行う机の上は常に物品を整理整頓し，道具を倒して怪我をするといった事故を防ぐよう注意した．また，実験の操作については事前にスタッフ全員で予行練習を行い，十分な理解に努めた．その上で，子どもが実験する様子をイメージし（子どもの目線，手先の操作，移動の動線など），指導の仕方や操作の注意点などをディスカッションしながらリストアップして，スタッフ同士で情報共有した．「私の仕事道具」と「白い箱」の展示についても，展示物の脱落や転倒を防ぐため，粘着テープで十分に固定するようにし，触れ

てはならない展示物には来場者が触れないように張り紙で注意喚起するようにした．

また，これらのブース展示の内容に即したものに加えて，地震などの災害や，熱中症やけがなどの発生，迷子などの各種トラブルへの対応方法についてもマニュアルに盛り込んだ．さらに，建物内の案内図を確認し，トイレや自販機，救急箱，AED（自動体外式除細動器）の設置場所の把握も行った．

このように子ども向けイベントの安全対策には，スタッフ一人ひとりが意識して，慎重に注意点や対策を考えていくことが求められる．安全対策用に防護用品など，物品が必要になることもあるので，できるだけ早くから取り組むことが重要である．

2.5　会場レイアウト

会場では図5のように，展示スペースおよび化学実験ブースを配置した．実験参加者の方には，まず待機スペースに並んでもらい，スタッフから実験の流れと実験の際の注意点について説明を受けてもらった．その後，「白い箱」および「私の仕事道具」の展示を見ながら待機してもらい，順番に実験を案内するかたちにした．化学実験スペースには机を4台並べ，１つの机にスタッフを1〜2名ずつ配置するようにした．また，会場内には今回の化学実験に関連して，花弁にアントシアニンを有するあじさいの写真を飾った（図3A）．

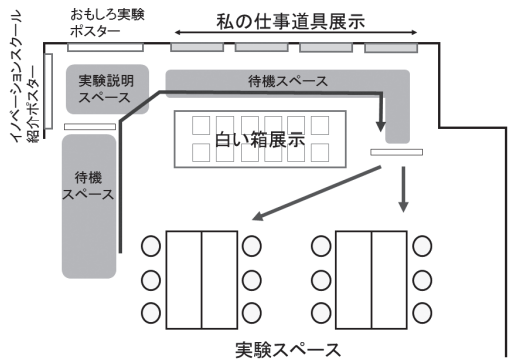


図5　産総研一般公開　イノベーションスクールブースの見取り図

3.　イベント当日の様子

2015年7月18日，産総研つくばセンターにて「産総研一般公開2015」が開催された．産総研一般公開全体の参加者は5,764名であり，我々のイノベーションスクールブースは，化学実験に約180名（同伴者は除く）の人々が参加した．今回，イノベーションスクールの一般公開ブースには，幼稚園児くらいの子どもから，小学生，中学生，そして保護者の方まで，さまざまな年代の人々が来場した（図6）．

一般公開は9:30〜16:00の時間帯に行われた．当日は朝9時ごろからイノベーションスクールブースをオープンしたが，9時半を過ぎるとすぐに参加者がブースに集まるようになった．開始から1時間もすると，実験を待つ人で列ができるほどの大盛況となった．スタッフは実験前の参加者に実験説明ポスターを見せながら，実験の概要や注意点の説明を行った（図6A）．その後，「白い箱」と「私の仕事道具」の展示エリアで，展示物を見たり触ったりしながら，化学実験の順番待ちをしてもらった．実験の作業時間は，1組あたり15〜20分程度を想定していたが，1組あたりの参加者数や年齢

構成により作業時間にばらつきが出た．特に小さい子どもの場合は作業時間が長くなってしまう傾向が見られた．

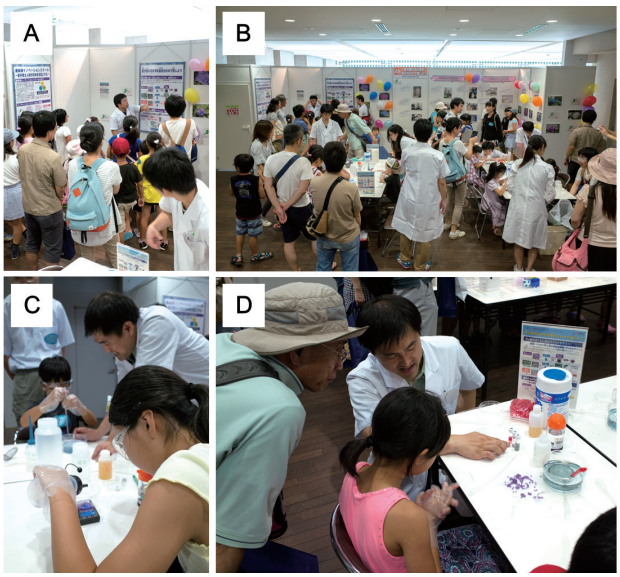


図6 イベント参加者の様子
A. スタッフによるポスター前での実験説明　B. 化学実験ブースの様子　C. アルギン酸ナトリウム溶液をはかりで計量する参加者　D. 酸性/中性/アルカリ性の溶液に浸けたイクラを観察する参加者

一般公開参加者への対応は，イノベーションスクール生11名と，産総研職員のイノベーションスクール事務局員1名（3名の交代制）で行った．参加者の案内に1名，実験概要説明に1名，実験用容器洗浄やムラサキキャベツのミキサー作業に2名，参加者の席への案内等に1名，実験ブースに7名という配置で実施した．参加者は兄弟や友人など，複数で一組の子どもが多く，スクール生1人で同時に2人の参加者の実験指導を行うことが多かった．

化学実験では，人工イクラの色変化がきれいで，参加者は夢中になって実験をしていた（図6C, D）．小学校学習指導要領（文部科学省 2015）によると，酸性・中性・アルカリ性は小学6年生で習う内容である．そのため，参加者の年齢によっては，色が変わる仕組みの説明を工夫する必要があった．酸性の溶液については「レモンやオレンジのような酸っぱい水」，アルカリ性の溶液については「洗剤や石鹸水などぬるぬるする水，もしくはにがりのような苦い水」と，小学生の子どもには酸性・アルカリ性という用語は使わずに説明するよう心がけた．「酸っぱいものならなんでもいいの？牛乳は？」など，具体的な名前を挙げて変色するかどうか質問してくる子どもが多くいたので，「帰ってから，お土産用のイクラで自分で試してみようね」と言い，自宅で自主的に取り組んでもらうようにアドバイスした．また，どういう液体を使って実験ができるか保護者の方から質問があったので，石鹸水やジュースなど，いくつか例を挙げてアドバイスをした．小学生とそのご両親から「色が変わる仕組みは，あじさいやリトマス試験紙などと一緒ですか」と，あじさいの写真展示を見ながら質問を受けたので，「あじさいとムラサキキャベツはどちらもアントシアニンという同じ色素を持っていますが，リトマス試験紙はまた別の色素を使っています」と答えた．このような質問をいくつか想定し，リサーチしていたので，問題なく答えることができた．

今回，人工イクラの“素”（アルギン酸ナトリウムとムラサキキャベツ液の混合溶液）の滴下には，

使い捨てのスポイトを用いた．実験しながら気づいたことだったが，スポイトの使い方を知らない子どもがほとんどだったので，丁寧に説明するように心がけた．子どもたちはすぐにスポイト操作に慣れ，上手に人工イクラを作っていた（図6C）．子ども向けの化学実験を実施する際は，どのような実験道具を用い，どのように実験手順を指導するか，作業にやりづらさや危険がないかなど，十分に検討する必要があると感じた．

イベント参加者の中には，子ども向けのアウトリーチイベントに興味がある高校生も参加していた．「私たちもやってみたい」と言いながら，チラシやパネル展示を見て熱心にメモをとっていた．また，子ども連れの親御さんからは，イノベーションスクールの活動について質問を受けたので，パネルやチラシを用いて活動説明を行った．イベントを通して，産総研イノベーションスクールの活動にも関心を持ってもらえたという手応えがあった．

4.　振り返りと評価・考察

一般公開終了後，スクール生同士で感想や反省点を出しあい，本展示企画の総括を行った．

本企画のメインであった化学実験は，参加した子どもたちや保護者の多くが非常に楽しんでいた様子だった．スポイトを使うといった，実験らしい操作を自分の手で行ったこと，そして色や弾力性が目の前で分かりやすく変化したことが，子どもたちに楽しんでもらえた主な要因だと考えている．安全面では，スクール生がつきっきりで実験を指導し，さらに実験参加者に保護具の着用を徹底させたため，大きなトラブルは起こらなかった．これは，実験の手順や実験に用いる物質の有害性，万が一の場合の応急処置について，事前にスクール生の間で情報共有していたことが功を奏したと考えられる．

一方で，反省点としてはまず，実験の一通りの作業時間が，参加者によっては想定よりも長くかかってしまったことが挙げられる．待機している参加者への配慮もあわせて，実験の作業時間を減らす工夫も状況に応じて必要だと感じた．たとえば，アルギン酸ナトリウム溶液の計量にはかり（図6C）を使うのではなく，容器に線を引いてそこまで注いでもらう，溶液の混合作業は事前に行っておくなど，省略できそうな手順は事前にアイデアを出しておくべきであった．次に安全対策では，アレルギーに対する配慮が欠けていたことが挙げられた．特に，今回の化学実験は物質が肌に触れる可能性が十分にあったため，危険性や応急処置についてより踏み込んで情報収集すべきだった．また，化学実験に対象年齢（特に年齢の下限）を設定すべきだったとの意見も挙げられた．体が小さい未就学児は，保護具の着用が不完全になる危険性や，顔が机に近いために飛沫が顔にかかりやすくなる可能性があった．そのため，実験内容に応じて対象者の範囲を適切に定めるべきだと考える．

今回の化学実験の内容を理解する上で，「酸とアルカリ」という概念が重要である．現行の学習指導要領では酸とアルカリについて小学校の第6学年で初めて学ぶ（文部科学省　2015，現行学習指導要領）ため，実験参加者の多くは酸とアルカリという言葉を知らなかった．実験前や実験中にはできるだけ分かりやすい内容説明に努めたが，学校での学習範囲の把握が不十分だったとの意見も挙がった．一方，学校でまだ学んでいない内容であるからこそ新鮮味もあるのではないか，という意見も挙がった．研究者が日々取り組んでいる研究の多くは，一般の人々が知らない内容である．今回のイベントを通して，参加者の知らない内容をいかに分かりやすく伝えるかという課題について，スクール生で入念に議論することができた．イベント実施前に，一般の方々や子どものいる産総研職員などに協力を依頼し，実験内容の確認や模擬実験を行っていれば，実施内容をもう少し工夫できたと思われるので，今後の課題としたい．

「私の仕事道具」と「白い箱」の展示物は，多様な研究分野を知ってもらうだけでなく，実験体験の順番を待つ間に楽しんでもらうという面でも有用だった．自分の手で触れられる展示物（図4B）では，スポイトを操作し，興味を寄せる子どもたちがいた．化学実験と同様に，自分の手で触れて形や性質を体験できるような工夫を凝らすことが，子どもたちに興味を持ってもらうには重要であると考える．展示物の半数が目で見て鑑賞するだけのものであったため，今後の活動では，閲覧者が触れても問題ないよう，壊れにくく安全な材料で製作するように製作者に依頼したり，また作品に触れられないような場合においても，製作者がそばにいて必要に応じて説明し，質問に答えるといった工夫をしていきたい．今回は，化学実験の参加者が多かったため，スクール生を展示ブースに常時配置することができなかったので，ここでは参加者との交流がほとんどなかった．展示企画の経験や反省を次回以降に生かすためにも，アンケート用紙の記入をお願いするなどして，参加者の意見を積極的に集めるべきだったと反省している．

シフトの反省点として，容器洗浄の必要な実験道具をなくせば（つまり、すべて消耗品にすれば），少なくとも1名を展示ブース担当にして展示解説に当たらせることができたと考える．また，昼休み時間に来る人が多く，スタッフの昼食時間が確保しづらかったので，ブースの休み時間を設けたり，あるいは整理券を配るなどしてブースの休み時間を確保したほうが，ゆとりが持ててよかったと思う．

5. まとめ

当日は無事故で，参加者には安全に楽しく実験してもらうことができた．化学実験ということで，安全管理面では何度もスタッフで話し合いながら，問題点をリストアップし，対応を議論した．このようなリスク管理，およびスタッフ間での情報共有が，子どもに安心してイベント参加してもらう上でたいへん重要だと感じた．なお，子どものいる産総研職員など，子どもと接する機会の多い方々の意見を取り入れると，より万全に安全面の気配りができるのではないかと思う．

このような科学体験イベントは今日，教育･研究機関，企業や自治体などが積極的に実施しており，差別化・多様化が求められるようになっている．このような場において研究者が率先してアイデアを出し合い，最先端の研究とそのおもしろさを世間に紹介していくことで，科学技術の推進・普及に一層の理解が得られると考える．

今回報告した我々の活動は，科学コミュニケーションやアウトリーチ活動の専門家・部署からの依頼によって企画されたものではなく，研究者としてイノベーションスクール生自らが自分たちでできるアウトリーチとは何か問題提起を行い、その解決に向けて取り組んだものである．研究者自身が企画することで，これまでにない体験を参加者に提供することができたと思う．また，本活動によって，どのような分野の研究者であっても，科学コミュニケーションにおける課題を認識し，その課題解決に向けて自主的に取り組める可能性が示された．自身の研究内容を誰にでも分かりやすく紹介する／伝えるという行為は，研究に対する新たな気づきや研究のモチベーションを促すものであることを実感したスクール生も多かった．本活動を通して，スクール生は自身の研究やその意義を効果的に伝える手法を学び，実践し，得られた気づきを研究活動へと還元する意欲を得ることができた．

謝辞

産総研イノベーションスクール長の富樫茂子博士，第9期（2015年度）イノベーションスクール生，産総研企画本部広報サービス室の一般公開担当の皆様には，イベント開催に際し，多大なご助言やご助力いただきました．また，匿名査読者の方々には，本稿の改善にあたり有益なご意見をいただきました．この場を借りて厚く御礼申し上げます．

●文献：

文部科学省 2015:「第2章 各教科 第4節 理科」『現行学習指導要領・生きる力』
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/ri.htm（2015年10月15日　閲覧）.
日本試薬協会 2015:「日本試薬協会 MSDS検索」
http://j-shiyaku.ehost.jp/msds-finder/select.asp（2015年10月15日　閲覧）.