

2016 年度科学技術インタープリター養成プログラム修了論文

じぶんごとの科学

—「自由研究」活用法の検討—

Personalization of Science:

Research Activities of Elementary School for Children and Adults

2017 年 3 月

東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 修士課程

科学技術インタープリター養成プログラム 11 期生

足立 理央

指導教員 松田 恭幸准教授

要旨	5
1. 序論	6
2. 科学教育としての自由研究	8
3. 自由研究の現状	9
3-1. 先行研究	9
3-1-1. 自由研究の目的	9
3-1-2. 自由研究の現状	9
3-2. 参与観察	10
3-2-1. 方法	10
3-2-2. 結果	11
3-3. 考察	24
3-3-1. 科学的な考え方	24
3-3-2. テーマ設定	25
3-3-3. 仮説から始めるために	27
3-3-4. その他の問題点	28
3-3-5. 総括と今後の課題	32
4. 結論	34
4-1. 児童への提案	34
4-2. 保護者への提案	34
4-2-1. 児童の導き方	34
4-2-2. 自由研究と科学	35
4-3. 科学研究者に求めること	35
4-4. 本研究の意義	36
謝辞	37
文献	38
付録 1 研究内容説明書	40
付録 2 活動に関する説明書（A、C 用）	41
付録 3 活動に関する説明書（B 用、2 ページ目）	46
付録 4 研究ノートの例（A 用）	47
付録 5 ワークシート	48
付録 6 東京都小学生科学展 作品募集のお知らせ	49
インタープリター養成プログラムを受講して	51

要旨

科学コミュニケーションには対等な土台が必要である。“いわゆる科学者”と“いわゆる素人”が同じ立場だと認識することが対話を促すのではないだろうか。科学を観察、仮説生成、検証、そしてその観察という一連の流れだと仮に定義すると、これは“いわゆる科学者”以外にも日常的に行なわれているように見える。そこで、このような科学を児童には身につけさせ、大人には認識させるような手立てとして夏休みの宿題「自由研究」の活用を考えた。

自由研究を行なう小学生の参与観察から、児童らは観察から仮説を立てることができる一方で、その仮説が検証には至っていないことがわかった。その原因は、研究を始める時の動機づけが何かを“やってみよう”だったためだと思われた。研究を仮説から始めることができれば、その後の検証、観察サイクルに乗せられるのではないかと考えられた。仮説を以って研究を始めるためには日頃から観察しておくことが重要である。

自由研究の活用が児童や大人の科学的な考え方にどれだけ寄与するかはまだ検証できていない。コミュニティの設置や評価などは今後の課題である。

Abstract

The equal basis is necessary for science communication between “so-called scientists” and “so-called lay people.” In this study, science was defined a sequential process where one observed, hypothesized, examined, and again observed. This process seems to be always performed by everyone. Therefore, this process, “science,” was thought as the equal basis. It should be learned and recognized by children and adults through research activities.

We performed participant observation. The subjects were three elementary school students. We observed that they could hypothesize from their observation. However, the hypothesizes remained to be unverified. It seemed to occur because of their motivation; to “try” something. If they had started their study with hypothesizes, they must have verified it. It requires usual observations.

In this study, we could not discuss the effects. The examination is future work.

1. 序論

今日、科学コミュニケーションは多くの組織や個人によって行われている。そしてその内容は、実験教室などの「楽しさ」を共有するものから、最新の科学技術をわかりやすく解説するものまで、多岐に渡る。このような活動を行うにあたっては意識しておかなければならない問題点がある。それは、科学を伝える側が伝えられる側をどう認識するかである。これは「受け取ることのモデル」と言われ、「欠如モデル」から、「文脈モデル」、「素人の専門性モデル」、「市民参加モデル」へと変遷してきた【藤垣】。欠如モデルは「一般の人々に理解や知識がない」ために科学に対して懐疑的態度をとると考えるものである。このモデルでは、人々に「知識や理解があれば、非合理的な恐れを抱かなくなる」としている。伝える側が伝えられる側に対して上位にいるのである。しかし、素人の専門性モデルでは伝える側もまた伝えられる側であるとして、双方向のコミュニケーションが強調される。さらに市民参加モデルでは、伝えられる側が受動的に知識を享受するのではなく、彼ら自身の知識（ローカルノレッジ）を以って積極的に意思決定をすることの意義が説かれる。このような変遷を見ると、専門家（とりわけ科学者）と、専門家以外（いわゆる素人）の地位は均されてきているようだ。それでも、専門知はどちらかといえば優位である。では、科学者と素人の両者を対等にするためには、どうすればよいだろうか。本研究では、科学者だけでなく素人にも備わっている“考え方”として科学を定義する。このような科学を浸透させ、その基盤の上で対等な関係の構築を目指すものである。

さて、科学と聞いて、何を思い浮かべるだろう。おそらく、理科をはじめとする自然科学分野（物理学、化学、生物学など）を想像する人が多いのではないか。しかし、これらの学問分野から外れたものは科学的ではないのだろうか？これらの学問から遠ざかった人は科学的な考え方ができないのだろうか？

辞書で引いてみよう。科学の項には「一定の対象を独自の目的・方法で体系的に研究する学問」で、「広義では社会科学・人文科学を含み、狭義では自然科学を指す」とある¹。ここで、“社会”、“人文”、“自然”とは「対象」にあたるだろう。そしてこれらに修飾される“科学”は分野を超えて共有される手続きや方法である。このような科学を仮に定義しておこう。本研究における科学とは、

観察→仮説の生成→検証→観察

のサイクルである。複数の観察から、それに共通する法則性を見出して仮の説を立て、その仮説を検証し、検証した結果をさらに観察するという一連の流れがある状態を科学的と呼ぶことにする。こうしてみると、誰しも、日常において科学的に考えたことがあるのではないだろうか。佐藤は、「料理を始める前にその料理の出来上がりについて何らかの見通し、つまり一種の「仮説」を立てずにとりかかる人は少ないのではない」と問いかける【佐藤 郁. p 86】。別の例としてピーマン料理について考えてみよう。ピーマンが嫌いな人にどうしても食べてもらいたい状況にあるとする。その人はピーマンを見るとその料理に手をつけない。ではピーマンを見えなくしてしまえば気づかずに食べるかもしれない。そう考え、フードプロセッサにかけて食卓に出す。このとき、“ピーマンを細かくすれば、対象者は食べる”という仮説を立て、食卓に出すことで検証しようとしていると言えないだろう

¹ 新明解国語辞典 第二版

うか。この検証の結果、ピーマン嫌いの人（被験者）は一口含んだものの、それ以上は手をつけなかった。とすると、ピーマンの味が原因であろうか。これは2つ目の仮説である。このように、誰しも、なんらかの形で仮説を検証しながら生活しているのではなかろうか。

「仮説実験授業」の提唱者である板倉は「科学上の最も基本的な概念や原理・原則を教える」授業が、自然科学や理科だけでなく「他の教科にも役立つ可能性がある」と主張する[板倉 p 23]。そして実際に、国語・外国語、体育、美術についても、仮説と実験を基本とした授業書を作成してきている。このように、仮説検証のサイクルとしての科学は多くの活動に適用されうる考え方に見える。科学とは多くの学問や社会生活において、根底で共有されうる概念と考えられるのである。

本研究では、社会を構成する人々は研究者（科学者）に限らず皆、科学の考え方を根底にもっており、それを使役する対象が異なるだけと考えている（図 1）。このような社会像においては、研究者もそれ以外の人も科学という考え方の土台で対等である。しかし科学の対象が異なるため、お互いに素人であり専門家である。こうした対等さを認識するために必要なことは、専門家ではない人も、科学を“自分事”として考えることである。本研究は、その認識や科学的思考の体得のために、小学校の夏休みの宿題“自由研究”が有用ではないかと考え、その活用法を検討するものである。

2 節では、小学生の自由研究を取り上げる意義を考える。3 節では自由研究の現状を捉え、そこで見られた問題点やその改善点を4 節で考察する。本研究では、本稿を科学コミュニケーションの手段の1つとして扱いたいと思っている。そのため、これまで自由研究に関わったことのある全ての大人に読まれることを期待している。本稿を通して、読者が科学を身近なものと感じ、自分事として捉えられるようになれば幸いである。3 節で紹介する小学生が実際に取り組んだ研究例や本研究自体が、(本研究でいうところの) 科学に沿っているかどうか、またそうでないならばどのようにすればよいか、是非とも考えながら読み進めてもらいたい。

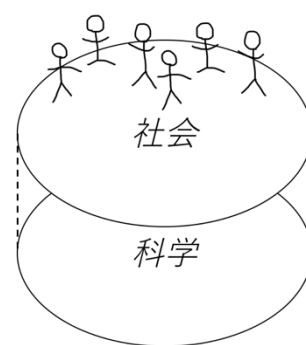


図 1 本研究で想定する社会。

2. 科学教育としての自由研究

2-1. 自由研究の特長

本研究では科学を仮説検証の手続きと定義していることは前述の通りである。このような科学を普及させるために、小学生に課される自由研究がふさわしいと考えている。それは、まず自由研究が以下の3つの特長を備えているからである。

第1に、自由研究は自由な研究活動である。本研究における科学は分野に捉われない。そのことを認識させるには、幅広くテーマを設定できなくてはならない。また、観察→仮説生成→検証→観察というサイクルは、座学的に教えるのではなく一度でも経験することが理解に必要である。このようにして、テーマ（対象）が自由に決定できる研究活動、すなわち自由研究を手段として設定した。

第2に、自由研究は家庭で取り組まれる。テーマが自由である、すなわち個人個人で異なるということは、それを導く教師も1人ではたりないということである。しかし、夏休みの宿題としての自由研究であれば、行なう場所はほとんどの場合家庭である。小学校の場合、学校教育は1人の教員に対し1クラス分の児童という極端に偏った比になるが、家庭教育であれば1人の児童に対し1人以上の保護者が指導につけるだろう。従って、より密な指導が期待できるのである。

第3に、自由研究を経験する人数の多さが挙げられる。自由研究は現在、小学校や中学校で夏休みの宿題として一般的であり、小学校においてはどの学年でも5割以上の児童が経験する[Benesse, 子ども]。自由研究で科学的な考え方を養うことができれば、非常に多くの児童がその対象になるのである。

2-1. 小学生の自由研究

以上の3つの理由で自由研究に着目した。前述の通り、自由研究の宿題は小学校や中学校で課されているが、本研究では特に小学生の自由研究を取り上げたい。その理由は3点ある。1つは、幼い時期の疑問への応答（解答ではない）が、「彼らの世界理解の仕方を決定する」可能性があるからである[小川 p 126]。児童が発する疑問に対してどう大人が応えるか（科学的か、非科学的か）が、児童のその後の考え方を左右するのではないかと小川は指摘する。2つ目は、「夏休みの理科自由研究は、中学生より小学生の方が多く行っている」と言われているからである[竹中, 戸北]。ここでは理科の自由研究に限った数だが、全体的に見ても小学生の自由研究例の方が多いと推察する。最後に、関わる保護者の割合は小学生に対する方が多いからである。小学生が自由研究に「一人で取り組んだ」割合は25%程度で、残り75%は程度の差こそあれ、保護者のサポートがある[Benesse, 子ども]。一方で、中学生になると「一人で取り組んだ」生徒は5割にも上る[Benesse, 中学生]。これは、小学生のときに自由研究のやり方に慣れたからだと思われる。本研究では、自由研究の効果を見ただけでなく保護者にも与えたい。そのため、小学校で課される自由研究に注目した。では、今現在、小学校の自由研究はどのように行なわれているのだろうか。

3. 自由研究の現状

3-1. 先行研究

3-1-1. 自由研究の目的

2 節で述べた通り、自由研究は夏休みの宿題として、多くの児童・生徒が経験するものである。しかしこれは一体何を目的として設置されているのであろうか。

安藤は、自由研究を「児童・生徒が日ごろから自分の興味や関心がある課題を、じっくりと時間をかけて追究する探究活動」と述べている [安藤, 再考]。このような説明の一方で、自由研究の狙いは「自然にふれ、働きかけ、問題を発見し、根気強く解決していく能力を養い、科学の方法を習得させること」だと言われることもある [小見, 戸北]。この狙いに見られるように、“科学の方法”や“科学的な考え方”を学ぶ場として、大学でも使われている例がある。例えば、東京大学では理科系の 1 年生に対して ALESS (Active Learning of English for Science Students) という授業を開講している。これは学生がそれぞれ科学論文を書き、それをプレゼンテーションする英語の授業である。その論文の研究テーマは学生自らが設定し、簡単な科学実験も行なう。この授業には単に英語を学ぶだけでなく、「教養教育の一環として、科学的な考え方を養う」狙いがある [The University Times]。また、国際基督教大学では、ある物理学の授業内で自由研究が課される。この授業は「一般教育」という枠組みにあり、文理問わず多くの学生が履修する授業である。この授業の担当教員である岡村は、自由研究を通じて、文系大学生においても「科学的考え方」が養えると考えている [岡村, 一般教育; 岡村, 科学的思考]。このように、自由研究と“科学的な考え方”の関係は近年注目されつつある。ならば、本家本元である小学校の自由研究も、彼らの“科学的な考え方”の涵養のために活用できるのではなかろうか。

3-1-2. 自由研究の現状

何かを活用するためには、それが現状でなぜ活用できていないのか、その要因を探るべきであろう。先行研究でも自由研究の問題点が報告されている。例えば、小学校教員が自由研究の指導に困るというのはよく言われることである [植竹, 堀田, 垣内; 安藤, 教師]。しかしながら、宿題としての自由研究は学校でなく、家庭で行なわれるものである。保護者が一般的にどの段階・過程で自由研究の難しさを感じるかというようなアンケート調査結果はあっても、具体的にどのように導けば効果が期待されるというような研究はほとんどないと言っていい。これは、研究発表の場が教育関係者に向けたものだからでもあろう。しかし先行研究から、児童が感じる楽しさにしろ、面白さにしろ、難しさにしろ、具体的に何に対してそう感じていたのか、実際の姿が見えてこないのである。そこで本研究ではその実像を知るため、参与観察を行なった。

3-2. 参与観察

3-2-1. 方法

児童がどのようにして自由研究に取り組んでいるのかを明らかにするべく、自由研究のサポート活動を兼ねた参与観察を行なった。保護者（親）が隣にいない状況ではより児童自身の意思が表出しやすいと考え、被験者の募集は小学生を預かる学童保育所で行なうことにした。また実験者が自由研究を手伝うことによる被験家庭への利益も見込んだ。文京区にある民間学童保育施設に協力を依頼し、

- ・夏休み中の課題に自由研究が必須である、もしくは選択するが、
- ・「研究」のやり方がわからない、もしくは進め方に困っている・困った経験があり、かつ、
- ・共働きなど家庭の都合で、夏休み中課題にかけられる時間が少ない

という条件に当てはまる被験者を募集したところ、2家庭3児童の協力を得られた。対象児童は小学6年生女子（以下、A）、Aと同学年の男子（以下、B）、Bの妹にあたる小学2年生女子（以下、C）である。3名は同じ公立小学校に属し、双方の母親（以下、それぞれA母、BC母）とも顔なじみである。

当該施設には2016年の3月と4月に一度ずつと5月に二度訪問し、その際にA、B、Cそれぞれと対面・交流した。7月13日にA、B、Cそれぞれから同意を得て取材を開始し、夏休み期間に5回（1回につき1～2時間）程度の面談を行なった。ただしBに関しては面談に同意を得られなかったため、8月30日にインタビューのみを行なった。A、B、Cそれぞれに配付した研究説明書及び同意書は付録1～3の通りである。

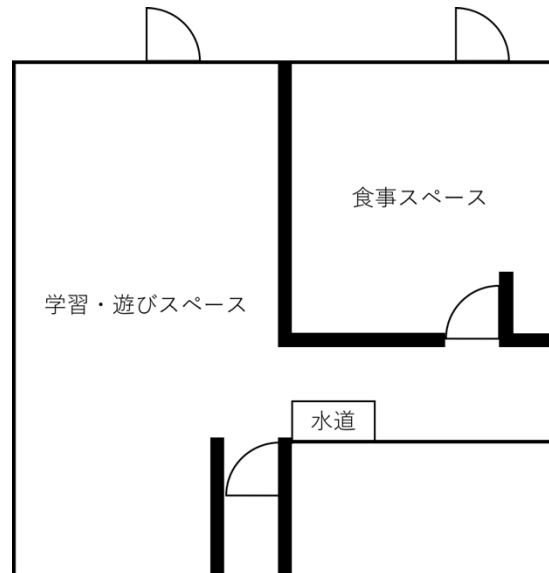


図2 学童保育所の間取り。

取材場所には当該施設の一室を借りることができた（図2）。施設は複数の児童が利用しているが、自由研究作成を行う児童は食事スペース、その他の児童は学習・遊びスペースへ移動することで、対象児童が研究に比較的集中できる環境となっていた。自由研究に関する大抵の作業は食事スペースにおいて行なったが、後述するCの実験では水を使ったため適宜水道へ移動していた。

この取材は児童がどのように研究を行うか、物事を考えるかの観察を目的としたが、一方でサポート活動として自由研究を完成させるという役目もあった。そのため、研究が行き詰まり、誘導が必要だと実験者が感じた場合は適宜助言を行った。しかし実験者主導の自由研究にならないよう、また児童の意気を削がないよう、児童に焦りが見られた場合は強要しないようにし、また助言する際も複数の選択肢を用意することを心がけた。面談の回数が少ないため、毎回その日にわかったことをまとめる時間を設けるようにした。また、家庭との連絡帳の役目を期待して研究ノートを作るよう指導した（付録4）。

3-2-2. 結果

(a) A（小学6年生女子）の事例

【概要】

Aとは、取材開始前の5月20日に本研究の説明を兼ねて一度面談をした。Aはこれまでに5回自由研究を行っており、その内容は、ハワイのリゾートの模型製作（小学1年生）、サンフランシスコ旅行記（2年生）、屋久島旅行記（3年生）、認知症について（4年生）、コマ撮りの映画製作（5年生）であった。夏休みに旅行に行った際の経験をレポートすることが多く、自由研究の作成は父親と行なっているとのことだった（5月20日フィールドノートより）。

また同日、課される予定の自由研究についてテーマを相談したところ、Aは録音した自分の声が肉声と異なる聞こえ方をする現象に興味を示していた。しかしその後「テーマをやっぱり変えてみたい。。。かも」（7月6日A母メールより）との意志を示した。面談1回目の7月13日には新たなテーマ“一人一人違う指紋”を持参したため、具体的なテーマを絞り込んだ。その後、インターネットを使った調査と図書館での文献調査を行なった。

面談2回目（7月20日）は引き続きインターネットでの調査を行なって実験内容の方針を決定し、指紋採取の実験をした。面談3回目（7月25日）、4回目（8月5日）にも実験手法を改善しながら実験を行なった。面談5回目（8月12日）は午前には警察署を訪問し、鑑識の取材をした。この日の午後と6回目の面談（8月30日）は研究のまとめに充てた（図3）。

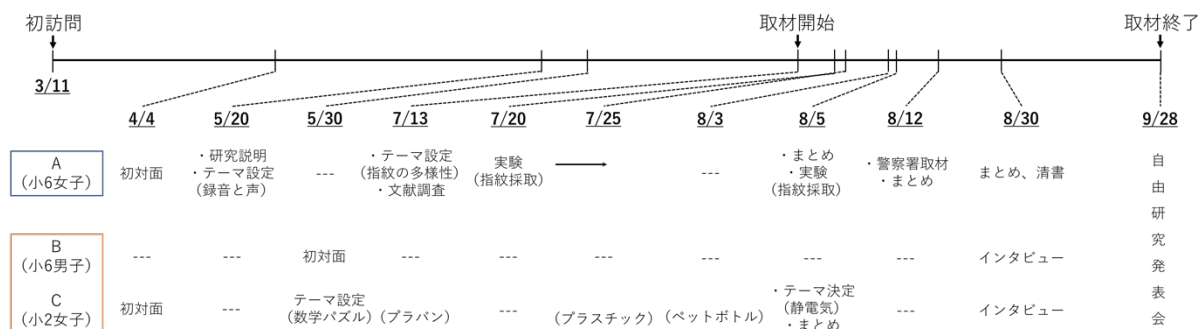


図 3 参与観察の全体図。

実験者 指紋は、どういうところで興味持ったの？

A (イ) 一人一人違うって言われて、で、ちょっとそこに興味持った。じゃ、そしたら、今、世界中にいるのは、なんだっけ7億？くらいいるから、その何億通りもあるのかな？7億通りぐらいあるのかな？って

[…]

実験者 みんな、(ロ) なぜみんな（指紋が）違うか？

[…]

A (実験者のスマートフォンで世界人口を調べて) (ハ) 指紋は、人によって違うから、73億通りもあるのか？

[…]

A (ニ) 73億通りもある（研究ノートに書き込む）、で、指紋についてなんかそのパソコンとか図書館で調べてみたほうがいいですか？それで、指紋はどういうことで（と調べたら分かる）。なんか実験ってどういう実験方法が（あるのか）。

実験者 実験はしなくてもいいんだよ、別に。

C注1 実験というか研究で大丈夫だと思うよ。

A でも、(ホ) 実験したい。

実験者 したい？ほんとう。

A なんか (ヘ) 指紋の実験ってどうやってやったらいいのか。

[…]

実験者 指紋と静脈の認証方法ってのが今あるけど、なにが違うのか。[…] 多分ね、これはね、セキュリティの話とかに関わってきます。

[…]

実験者 あとはね、指紋っていうとね、大抵こう、捜査に出てくるじゃないですか。

A 捜査？

実験者 捜査。えっと、殺人現場とかに指紋が残ってて […] そういうのってやってるのかなあって。

A ああ、事件のときの、指紋の？事件のとき、指紋を使ってどうやって人を当てているか？

実験者 も、あるし、指紋こうやってつけても見えないじゃない。どうやって見つけてる？

A ああ、どうやって指紋を見つけているか。

[…]

実験者 あとは指紋を残さないようにはどうするかだね。自分が事件起こす側になって。

A あ、これは、コナンとかで知ってる。なんか、その、ビニール手袋？をつけてやればなんない（指紋がつかない）って。

実験者 なんない。まあ確かにそうですね。ビニール手袋か。ビニール手袋ちょっと、こう、握ってもさ、ずれるじゃん？やりにくいよね。

A やりにくいって怖い。

実験者 持ちにくい？いろんなものが。他のものでなんかできないかな。指紋を残さないように。

[…]

実験者 （なぜ指紋が違うかという話だと）どういう風に手が作られていくとかかそういう話になっちゃうので、結構大変かなと。

A (ト) じゃあいいや。

実験者 それも面白いけどね。[…]（研究しやすいのは）今、みんな指紋は違う、っていうのを前提に、じゃあそれを用いてどういうことがされているか。例えば個人認証。この指紋持ってるのは誰だけです、っていう認証とか、警察が事件の時に調べるとか。そういう方向があります。

A 一番調べたいの（指差す）。

実験者 これ（指紋と捜査）？

A そうこれ。だって、そこに残していった指紋でなんか (チ) 特殊な液体かけたら浮き出たかもしれないし、それをなんか世界中の人から見つけ出すってどうやってやってるんだろうって気になる。

[…]

実験者 まず、じゃあ、インターネットか本で調べる時にどこから探す？

A うんと、インターネットは、パソコンで調べられるけど、図書館？が開いたから、そこで、指紋についてちょっと調べてみれば。

実験者 指紋の本？

A あとは…、あ、交番に。

実験者 おおーいいね。行ってみようか、楽しそう。

[…]

実験者 ちなみに鑑識って知ってる？指紋とか、見つけるのが、それ専門の調査官の人がいて、それを鑑識っていうんだよ。

A (リ) えっ。

実験者 警察官、お巡りさんとちょっと違う感じ。

A お巡りさんに聞いてもわかんないかな。

実験者 お巡りさんから鑑識の人に話を通してもらえるかもしれない。この辺の警察署に行こうかな？

A 警察署ってどこにあるか知らない。

実験者 こころへん多分あるんじゃないかなあ。

A え、でも交番しか知らない。

実験者 そっか、じゃあ警察署の場所を調べてみよう。それはホームページでいけるね。

A 警察署…、と図書館で本。パソコンでインターネット。

注1) Aより先にCとの面談を行っており、Cはその片付けをしている。

図 4 テーマ設定（7/13）時の A との会話。

A	(ウィキペディアの画像を見て) え、気持ち悪い。やだー。(イ) <u>あたしとちょっと違う、このぐるぐるの位置が違う。</u>
実験者	あー違うんだ。
	[…]
A	え、でもこれウィキペディアって (ロ) <u>誰かが知ってるってことでやった(編集した)やつだからやめたほうがいいのかな。</u>
実験者	いや、どこまで知ってるかだよ。
A	この人投稿したやつだから、
実験者	ここまでの知識があって、でもさらに疑問があると発展するよね。研究としては。
	[…]
実験者	(NECのウェブサイトから) わかったことを教えてもらってもいいですか。
A	えっと、なんかその指紋の隆線と呼ばれる縞模様から、あ、隆線と呼ばれる縞模様からなる、指紋？が、その、え？ちょっと待って。
実験者	隆線でちなみにどれですか？隆線どれ？自分の指。
A	ここ？
実験者	多分この盛り上がってるとこだよ。
A	と呼ばれる、縞模様から指紋はなって、それで、その、この分岐点？と端点のその位置や方向などの情報を利用して照らし合わせることで、指紋？認証はそうやってできて、仕組み？ができていて、っていうのと、と、指紋プラス指静脈？の認証の仕組み？その生体認証っていうので指紋とか、顔とか、掌紋？とかDNAがいろいろな部位を利用した方式があって、そのモーダルって呼ばれる？そのそれはモーダルって呼ばれるけど、それぞれが。それぞれのモーダルには入力のしやすさとか認証精度とかの特徴があって、その1つだけのモーダルではなんかその利用環境とか？個人性によって認証しにくかったり、病気などで利用できなくなったりする場合があるから、その問題を解決するためにマルチモーダル？認証と呼ばれる、方式があって、この方式を使って指紋と指静脈を同時に認証できる、認証技術が発達してきた。最後は自分で考えた。考えたってか多分こうだなんて感じ。
実験者	素晴らしいです。じゃあここまでわかったけどさ、なんかちょっと疑問とかある？もうちょっと詳しく知りたいとことか、じゃあこれはどうなのとか。これで満足？
A	いや満足じゃないけど…。
実験者	なんだろう、どこらへんがもやもやする？
A	(ハ) <u>指紋が第一どうやって、あだめか、どうやって作られてるかだと…。</u>

図 5 予備調査 (7/13) 時の A との会話。

A	(学研のウェブサイトを見て) コップについてる指紋をとってみようって。(イ) <u>やってみようかな、これ。</u>
	[…]
A	(ロ) <u>このキットを買わないと多分できないと思うけど、[…] 指紋をつけることくらいならできるんじゃないかな。[…] (ハ) (プラスチックのコップに指を当てて) つかない…。</u>
実験者	こっち (ガラスのコップ) だったらつくんじゃないかな。
A	あ、いいんですか？…つかない。あ (見えた)。
実験者	ついてるついてる。大丈夫だよ。
A	じゃあそれで、何を、どうすれば。
	[…]
実験者	どんな風に採れそう？指紋。
A	いや、なんかわかんないから。多分、このキットを買って、なんか布巾とかで綺麗に拭いて、で指紋をつけて、(ニ) <u>指紋検出液みたいなやつ？</u> なんか多分、指紋につけて、それで多分黒い紙みたいなところにべりついてはがして、でこういうのが出るっていう。
実験者	このキット使わないでさ、指紋採ってみたいくない？
A	うん、どうやってやるんだろ。
実験者	こないだ (7/13) 見た図鑑にさ、指紋の採り方ってなんて書いてあったっけ。
A	書いてない。
実験者	書いてなかった？なんかどこかになかったっけ (前回 (7/13) のメモを参照する)。
	[…]
実験者	(指紋採取に使われるのは) アルミニウムの粉と硝酸銀。へー。
A	アルミニウムの粉って。
実験者	売ってるかな。別のもののでできるかな。粉。例えばチョークとか。
A	(ホ) <u>あーやってみたい。</u>
実験者	小麦粉とかでもいいし。
A	(ヘ) <u>あー、やってみたい。</u>

図 6 予備調査 (7/20) 時の A との会話。

【面談 1 回目 (7 月 13 日)】

まずはテーマ設定を行なった。発話記録²を図 4 に示す。A は指紋が「一人一人違う」ことを聞き、人口の数だけ指紋のパターンがあるのかと疑問を持っていた (図 4 傍線部 (イ)、(ハ))。また、「実験がしたい」との強い希望があったが、具体的にどのような実験がしたいかは明らかではなかった (図 4 傍線部 (ホ)、(ヘ))。指紋が全員違うこと、またそれがなぜ違うかを探求することは難しいと思われたので、指紋が違うことを前提としてそれがどのように社会で使われているかという方向に誘導を試みた。提案したのは指紋による個人認証、鑑識による指紋採取、指紋を残さない (つけないもしくは指紋を消す) 方法の 3 つである。このうち、A は指紋採取に興味を示した (図 4 傍線部 (チ))。ただ、鑑識のイメージは持っておらず (図 4 傍線部 (チ)、(リ))、指紋についても前提知識量がわからなかったため、インターネット調査と文献調査を行なうことにした。

A は、ウィキペディア掲載の画像 [ウィキペディア] を見て、自身の指紋との違いに驚く様子を見せた (図 5 傍線部 (イ))。また NEC のウェブサイト [NEC] から、個人認証の際には指紋の分岐点や端点の位置や方向が照合されていること、また認証には指紋だけでなく指静脈も併せて用いられていることを知った。また、図書館で文献調査をし、図鑑や百科事典から指紋の基本情報を得た。

²言い淀みなどは内容に差し障らない範囲で適宜削除した。括弧内は実験者による補足。

【実験計画】

実験者 粉、粉って何が思いつく？チョークと。
A メモっぽい感じで。メモしとく（メモを取る）。これで、やってみる。えーじゃあ、どうすればいいんだろ。ここにこうやってやって、そこにチョークの粉をかけて、って感じか。(イ) じゃあやってみよう。
実験者 お、今やる？予備実験してみる？
A ここいいかな、使っても。
実験者 この、チョークの粉でだめだったときのために、なんか他の粉、
A 小麦粉。
実験者 やってみたいよね。
A それはあるかわかんないけど、一応チョークはあったから今やってみたいと思います。どうする。どうやったらチョークの粉出せるかな。

[…]

【実験1】

A これで、どこに。
実験者 どこに指紋つける。
A じゃいいや、ここ（テーブル）につけとく。…（粉をかけても）何もなんないじゃん。どうしよ。こうやって、粉をふりかけるってこういうこと？だめだ（指紋が）わからない。どうやったらできるのかな。

【考察（解説）1】

実験者 今のね、問題はね、2つかな。まず、ここ（テーブル）に指紋がついたかどうかがわからない。っていうのと、ふりかけたあとにどうやって落とそうか。粉を多分こうやってやる（振りかけた後に粉を指で払う）と指紋に粉がついたとしても、この圧力で消えちゃうんだよね。
A えー。
実験者 じゃあどうしようか。さっきのキットの説明ではガラスに指紋つけてたじゃん。なんでガラスだと思う？
A 見えやすいから？
実験者 見えやすいから、他には？
A えーわかんない。他には。
実験者 何が違うと思う？ここ（テーブル）とガラスと。
A 指紋がつきやすい？
実験者 おー指紋がつきやすい。どうして指紋がつきやすいの？
A えーわかんない。
実験者 ちょっとね、こう触り心地が違うはずなんだよね、ガラスと、ここ（テーブル）と。水がついてるから、（水のついていないガラスの）この辺と（テーブルの）この辺と。ちょっと違うと思わない？
A 違う。
実験者 何が違う。
A えー。
実験者 なんとなく違うのはわかるけど、なにが違うんだろう。じゃヒント…、
A （ガラスは）ツルツル。
実験者 すごいね、鋭いです。こっちは多分、縦に机置いといても（大きい）昆虫が登れるんだよね。でもガラスは多分昆虫登れない。滑っちゃって。多分凹凸が違うんです。
A 凹凸？なにそれ。
実験者 でこぼこしてるのここ。よくみると。（A、テーブルに顔を近づける）人間の目だと見えないんだけどね。実はすっごくちっちゃいぼこぼこがあります。
A ない、ない。あ、ちょっとあるかも。
実験者 あるかも？
A ない、わかんない。他のものがあってわかんない。
実験者 多分ね、顕微鏡で見てみないとわかんないんだけど、そう。
A 顕微鏡で見たらわかる？
実験者 わかるかも。多分こういう、でこぼこがあって（図示）、こう指つけても、ここ（凸部）にしか指紋がつかない。
A あーそゆことか。
実験者 うん、気がするよね。指紋がこうぐるぐるってあって（図示）。多分ガラスだと、ちょっとぼこぼこあってもこっちよりももっとちっちゃいので、指紋がつきやすい、んではないかと思っています。
A そゆことか。

図 7 実験 A1（7/20）での A との会話。

一方、小麦粉では「できてないんだと思う」、「バツ」（図 8 傍線部（ロ））と表現した。ただ、コップの指紋の部分には粉がくっついていてと判断していた（図 8 傍線部（ハ））。そ

【面談 2 回目（7 月 20 日）】

引き続きインターネット調査をし、学研のウェブサイト【学研プラス】から指紋採取キットの情報を得、A はこれに興味を示した（図 6 傍線部（イ））。キットや前回（7 月 13 日）の文献調査からはアルミニウムの粉が指紋採取に使われていることがわかっていたが、それ以外の粉（チョークや小麦粉）で指紋採取してみてもどうかと提案した。A はキットがなければ指紋採取はできないと考えていた（図 6 傍線部（ロ））が、この提案は受け入れた（図 6 傍線部（ホ）、（ヘ））。

実験計画にはほとんど時間を割かず、実験を「やってみる」様子が見られた（図 7）。A はまずテーブルの天板に指を押しつけ、その上に定規で削ったチョークの粉をふりかけて、余分な粉を指で払った（実験 A1、図 7）。しかし、凹凸の大きい天板ではそもそも指紋がついたとしても断片的になり、また、粉を指で払うことで、指紋に付着した粉も一緒に払われてしまうことが懸念された。前者について、図示して説明したところ、A は納得したようだった。

指紋をつける対象をガラスのコップに固定して実験 A2 を行なった

（図 8）。実験 A2 では指紋をつけた箇所にはチョークの粉、もしくは小麦粉をかけた後、コップを振って余分な粉を落とすことで指紋の検出を試みた。チョークの粉では「なんとなく指紋の線に合っているような気がする」（図 8 傍線部（イ））と感じた

【実験2】

A チョークの粉でなってる（チョークの粉が不均一についている）っていう感じがするけど。だけど、（指紋の形が）わかる気がする、でも、^(イ) なんとなく指紋の線に合っ

てような気がする。なんとなく。

[…]

A ^(ロ) （コップを振り小麦粉をコップからふり落とすとして）これ多分違うな。多分、

できてないんだと思う。小麦粉はバツ。でも、^(ハ) 全部粉はこうやってちゃんと（コッ

プの）指紋にくっつくから…。

実験者 うまくいってもよさそうだね。

A うん…。

実験者 OK、じゃあなんでうまくいかないか考えよう。

[…]

【考察2】

実験者 何がわかった？

A うーんなんだろう。多分、だけど、その食用だから、だから指紋は見えなかったんだと思う。

実験者 小麦粉が、食用だから。チョークは食用じゃないから。

A 食用じゃないからっていうか、その、チョークもともと書くものだから、書くものと、その、食用では入れちゃいけない、なんかそういうものがあるのかなって。

実験者 ほう。おもしろいね。なんか今のはね、えっと仮説っていうのね、

A ああ、知ってる。

実験者 知ってる？ちょっとじゃ仮説書いていこっか。

[…]

実験者 指紋を採る用途じゃないからってことかな？今のチョークは書くもので、小麦粉は食べるものだから。

A ^(ニ) 食用には、入れてはいけないものが、チョークには入っていて、で、その物質？が

反応した。

実験者 指紋に反応した？

A が、少し指紋に反応した。

実験者 ほう、おもしろい。じゃあ①の仮説はそれですね。じゃあ、仮説もうちょっと思い浮かぶ？

A あんまり。

実験者 あんまり？…^(ホ) （粉の）つけ方が悪かったかもしれない。

A あー。

実験者 別のノート（ページ）に書いてみようか。

A ②の仮説。小麦粉をつけすぎた。

実験者 さっきのキットのさ、説明で、ちょっとポンポンしたものに先につけてやってなかった？ああいうのでやったらもしかしたらうまくいくかも。ポンポンしたものって例えばどういうものかいいと思う？

A 綿？というかその、なんだっけ、うちにあるんだけど、[…]^(ニ) なんかこういう綿みたいなやつで、四角いの[…]、

実験者 あ、コットンか。

A そう、コットン、コットン。

[…]

実験者 お、じゃあそれ使ってみようか。…えっと、じゃあつけ方のほうは、

A 小麦粉をつけすぎた。チョークに比べ…（ノートに書き込む）。[…]^(ロ) その次にコットン

を（ポンポンしたものの代わりに使う）。

こで、なぜうまくいかなかったかと問いかけると、チョークの粉で検出でき、小麦粉でできなかった理由は、チョークだけに含まれる何らかの“食用でない物質”が指紋と「反応した」からだと説明した（図 8 傍線部（ニ））。これは実験者の考えとは異なっており、A からはそれ以外の説明が引き出せなかった。そこで、仮説の 2 つ目として、“粉のつけ方を工夫すればうまく指紋が検出できる”を提案し、学研のウェブサイトに乗っていた採取方法を見直すよう促した³。キットの方法では「ポンポンしたもの」を使っていなかったかと指摘したところ、A は自宅にあるコットンを使って粉をつけることを提案した。

【面談 3 回目（7 月 25 日）】

引き続き、指紋検出を行なった。今回はガラスについた指紋に、コットンで軽く粉をつけ、余分な粉もコットンで落とすようにした（実験 A3、図 9）。A は小麦粉とチョークの粉のどちらでも「反応」すると報告した（図 9 傍線部（イ）、（ロ））。成功したところで「満足」してしまい（図 9 傍線部（ニ））、これ以上 A からは議論が引き出せないと感じたため、

図 8 実験 A2（7/20）時の A との会話。

「反応」とは何かと質問した。具体的な「反応」機序に関しては“わからない”との回答だったので、次に何と何が「反応」したのかを尋ねた。A はガラスについた指紋は汗で、「小麦粉とチョークに共通する物質」がそれと「反応した」のだと考えていた（図 9 傍線部（ト））。

³ 実際はコンピューターのバッテリーが切れたため、その場での見直しはできていない。

A	あ、見えた！見えた！（指紋の）線、線。ここ。見えたー、成功！[…] 指紋写った！小麦粉で。
	[…]
A	よし、次はチョークの粉。
	[…]
A	どこー？
実験者	一番下のとこかな。
A	あ ^(イ) 反応してる！
実験者	お、本当？
A	してるしてる。
	[…]
A	やったあ、 ^(ロ) どちらも成功。やっぱ、 ^(ハ) 乾いたもの ^(ニ) じゃないと（指紋が採取しづらい）。
	[…]
実験者	ここまででなんか疑問とか、もうちょっとこういうことやりたいとかある？もうない？
A	^(ニ) もう、満足。
実験者	満足しちゃった？反応って何？
A	反応っていうのは、浮き出るみたいな。ていうかなんか反応？ま、反応。
実験者	何が何と反応してる？
A	チョークの粉が、指紋、と反応？
実験者	反応っていうと、なんとなく私が聞くと、化学反応とかそんな感じに聞こえるのね。何が起きてる？
A	えーわかんない。
実験者	指紋がつくってどういうこと？何がついてる？ガラスの表面に。
A	ガラスの表面に指の模様。
実験者	なんだろう、何で模様がつくの？
A	汗。違う。
実験者	ううん、合ってると思うよ。汗もついてると思う。
A	^(ホ) じゃあそれ疑問にする。
	[…]
A	どうやったら調べられるかな。
実験者	なんだと思う？一番は。自分の考えは。
A	わかんない。汗？
実験者	なんで汗だと思った？
A	ベタベタするから。
実験者	ああ、指紋がベタベタする？
A	^(ヘ) 指紋がベタベタするっていうか、もともと指の表面ってあんまり乾いて（ない）、乾くって感じじゃないから。
実験者	ちょっとしっとりしてる感じだね。
A	だから、それでくっついたんじゃないかなーって。
実験者	ほう、いいかもしれない。じゃあまず汗だと思おうのは、
A	予想、皮膚の汗じゃないか。どうやって実験すればいいんだろ。
実験者	うーん、これはすごい難しいね。
A	調べる。
実験者	でもね、汗だと思ふ1つの根拠としては、今まで調べたことの中にあるよ。指紋ってもともと何でできてるんだっけ。この（指の腹の）模様は何でできてる？
A	え、えとなんだっけ。あの、隆線。縞模様かな。
実験者	そうだね、その隆線は、何の山かっているのはどこかにあったかな？
	[…]
A	汗腺が列をつくって。汗腺があり、それが開口しているから。
実験者	汗腺が開口していてそこから出る何かだね。
A	汗腺があり、そこから出る、何か？
実験者	うん、なんだと思う、（ノートに）書いてあると思う。
A	汗と…。汗。
実験者	うん。と？
A	出る汗。によって？
	[…]
A	（付着）した。
実験者	した。うん、よくわかりました。じゃあこの指紋を採るっていう動作は、反応してるってずっと言ってるんだけど、どういうことだろうね？汗と粉。
A	チョークの粉の場合、チョークの粉の何かの成分が、指紋と、反応して、浮き出てる。
実験者	そうか…。小麦粉の場合は？
A	小麦粉の場合も、だから、 ^(ト) 小麦粉とチョークに共通する物質？みたいのがあって、それが、指紋と反応したみたい。
実験者	おー、なんだろうね、それは。

注1) コットンのこと。

図 9 実験 A3（7/25）時の A との会話。

【面談 4 回目（8 月 5 日）】

この回はまとめの方針を示した。その際、A が指紋の他に興味をもっていた 2 つのテーマを聞くことができた

（図 10）。1 つ目のテーマは、人間も寄生虫に寄生されることで長命になるのか、もう 1 つは酸の海で生きていた生物はどのような防御機構を備えていたかであった。どちらの疑問も、寄生されたハチが長生きすること、太古は酸の海であったことの伝聞から生まれていた。

さらに、指紋検出も引き続き行なった。この日は実験者が羽毛のついた耳かきを持参したため、それを使ってガラスのコップにつけた指紋の検出を行なった（実験 A4、図 11、図 12）。この採取方法について、A は「やりやすい」、「（粉が）均等につく」と評価した（図 12 傍線部（イ）、（ロ））。しかしながら、コップの指紋を検出できてもそれをセロハンテープに転写する採取には難しさを感じていた。

指の腹に直接粉をつけ、それをセロハンテープに転写するとくっきりと模様が見られたため、この方法を以って指紋採取を行なった（実験 A5、図 13）。

【面談 5 回目（8 月 12 日）】

午前、A とともに最寄りの警察署へ取材に行った。指紋採取の道具（アルミニウム粉、ウサギの毛の刷毛）を見せてもらい、表面が滑らかなドアノブやアルミサッシに残された指紋が検出しやすいこと、既に登録されている指紋しか照合はできないこと、指紋だけでなく現場に残された足跡や DNA などの情報から複合的に捜査がなされることなどの情報を得た。午後はまとめ

A あたしが気になったのが、2つくらいあって、[...] で、忘れちゃうかもしれないから調べられるなら^(イ) ちょっと調べてほしいなってか思ったけど、ちょっと危険なんだけど。ハチを食べる、ハチに寄生するなんとかって虫がいて、

実験者 寄生バチ？あ、じゃない。

A なんかなんなような名前？がいて、で、それはなんかその、長生きする。寄生されたハチは長生きする。で、なんか神経とかはおかしくなるんだけど、あ、えーと、あんまりおかしくはなんなくて、なんていうの、怠くなっちゃうみたいなの？そんな感じなんだけど、ちょっと生き延びられる、長く。長くっていうか結構生きられて、その寄生（虫）が死ぬと一緒に死ぬみたいなの。で勝手に、なんかその、コントロールされるから、危ないけど、それを人間にやったら生き延びられるのかな…。

実験者 確かに。

A でも、^(ロ) 人間で結構複雑だから、それで生き延びられたって、その理由でそれ（寄生虫の存在）が原因で生き延びられたのか、それともなんか自分の身体の中にただただなんかちょっと回復しただけなのかとか、そういうことが問題になってくるから、無理だし。あと、海はなんか昔硫酸だったとかいうから、だから、その頃に、硫酸とか塩酸？の海だったっていうから、その頃に、棲んでた、塩酸とか硫酸とかってなんか溶けるとか、塩酸火傷とかたくさんあるから、そのときにその中にいた、物体っていうか、生物とか、魚？とかはそういうのから身を守るものなのかな、とか。だからその魚が身にまよってるとか、呼吸器官とかはなんか結構独特なんじゃないかなとかちょっと気になる。

実験者 あー、いいねえ。

A でもそれを^(ハ) 調べようとは思わないんだ。めんどくさいから。

図 10 A が興味をもったテーマ。



図 11 指紋検出の様子（8/5）。

A これ（耳かき）^(イ) やりやすい、すごい。これなんか^(ロ) （粉）均等につく。なんか、この前とかすごい（粉のつき方が）雑だったから、

実験者 この前の（コットンを使ったとき）もちゃんと指紋の溝見えたよね。

A だけど、こっちの方がすごい、なんか…。

[…]

A これは（指紋の形が）分かる。誰が見ても分かると思う。

実験者 おお、ほんとだ。

[…]

A でも溝が、^(ハ) この指紋の溝が、小麦粉がついてるところだから、見えると思う。

[…]

A それ（指に直接粉をつけた状態）で見えます？指紋。

[…]

A （指の腹に粉をつけた状態で）あ、見える。

実験者 見えるっちゃ見える。

A だから、（コップの表面に指紋が）見えても、おかしくないはずなんだ。…もうそれで（直接指に粉をつけて）やってもいいのか。別にこれ（コップ）でやる必要はない。

実験者 鑑識っぽくはなくなっちゃうけどね。（セロハンテープに転写すると）こんな感じ。

A あ、えでもこっち。これがいいかも。一応これ取れた。いい感じかもしれない。

図 12 実験 A4（8/5）時の A との会話。

を行なった。

【面談 6 回目（8 月 30 日）】

A3 用紙 2 枚のポスターにまとめ、
清書をした。



図 13 採取した指紋（8/5）。

(b) B（小学6年生男子）の事例

Bのテーマは新旧による卵の特徴の変化であった。研究の動機は本でスケルトン卵（酢に卵を漬けておくと殻が溶けて透明になる）の作製を見たことにあった（8月30日Bインタビューより）が、BC母の助言により卵の新古判定に対象を広げた（5月30日BC母インタビューより）。最終的には、産卵日の異なる3種類の卵に、①重量・体積、①ゆで時間による黄身と白身の固まり具合、②比重、③白身の強度、④卵殻のもろさ（スケルトン卵の作製）の違いがあるかを検討した（8月30日Bインタビューより）。研究は6月30日の時点で「すでに少しスタートして」おり（6月30日BC母メールより）、7月13日時点では①のゆで時間の実験を始めていた（7月13日BC母インタビューより）。研究のまとめは毎年独力で作文した後、BC母が添削している（5月30日BC母インタビューより）が、一部考察は“お母さんが直したからよくわからない”とのことだった（8月30日Bインタビューより）。研究についてこれ以上調べたいことがあるかと尋ねたところ、“特にない”との回答を得た（8月30日Bインタビューより）。

実験者 ブラバン好き？
C 育成^{注1}に、1年生のときだけ行って、その1年生のとき？に、児童館で工作があって、そのブラバンに参加したり、いろいろ。
[...]
実験者 ブラバンはどういう絵描くの？
C んーとねー、思いついた絵とか、周りにあった絵とか、ペットボトル切り抜いたときは、クローバー描いてあと周りに丸描いたり葉っぱついたりとか。で、あとマンゴーブリンのせてあったやつ（容器）はお兄ちゃんの漢字ドリルを借りて、で漢字ドリルに入ってきたやつを写した。
実験者 漢字ドリルに描いてあるキャラ？
C うん、描いてある、リラックスなんだけど、そのリラックスを写したり、ひよこいるじゃん？あのひよこがあー（身振り）ってやったやつが、それも写して、うまくできた？
C んーっとねー、そのときは (イ) 意外にちっちゃくなくなった。縮みすぎちゃった。
実験者 見てみたい。あとで入ってくる？ある？
C ママが持って帰ってくると思う。アルミホイルごといれたから、ぼすつ。
実験者 まだケチャップ（の容器）では、やってないのね？
C でも焼いたのって何個くらいだっけ？種類でいうとマンゴーブリン（の容器）とペットボトルの切り抜きのだけかも。
実験者 ふーん。で、この間^{注2}はうまくいかなかったの、それが？
C んーうん。
実験者 うまくいかないってどういう感じだったの？
C オープンの中で、(ロ) 縮んだり、アルミホイルにべちゃってくっついたり。そんな感じになった。ていうか、(ハ) 縮みすぎてぐしゃぐしゃになったのかも。こうしたやつというか、一部しか、ぐしゃっとなってなくて絵は一応見えるってやつもあったし。
[...]
実験者 Cちゃんの的にはどうやったら（ブラバンが）成功？
C んーとねー、わたした的にはねー、んーとねー、ちょうどいい太さで、育成でやったときはいつも成功してたけど、(ニ) 形とかもあるかなとかそういうのもあって、でね、あのマンゴーブリン？のやつでね、星型を作って、星型が作って切り抜いて（焼いて）みたらクシュッ（プラスチックが丸まった、の意）。まだ残ってる。すごいねえ、その端っこからにゅにゅにゅにゅにゅーつつつて（丸まった）。
実験者 こう（平らなまま）縮んでいくんじゃないかって、こうなっちゃう（丸まってしまう）んだ。そうか、それは失敗だね、確かにね。じゃあ星型だったやつがこう綺麗になって、何分の一の大きさになれば、成功？
C でも、(ホ) 一応縮んだは縮んだけど、こう（丸く）なっちゃだめ。
[...]
C で、(ヘ) あたしの研究で、ひとつ実験してみたの。セロハンテープを貼って、セロハンテープごと小さくなるのかなーって。したら、セロハンテープだけ残った。
実験者 残った？ちっちゃくならないで残った？へえ。

注1) 文京区育成室（学童保育）のこと。
注2) 6月26日頃。面談前にCが自宅でブラバンの作製を試みていた。

(c) C（小学2年生女子）の事例

【概要】

5月30日に自由研究のテーマについて軽く話をした。その日に当該保育所で数学パズル教室が開かれていたことが影響してか、数学を使った難しいパズルを作りたいと意気込んでいた。しかし6月26日頃に、自宅でプラスチックの廃材を使ってブラバン（絵を描いたプラスチック板をオーブントースターで焼いたもの）を作製しようとしたところ失敗し、「それにテーマを変更するか悩んでいるよう」だった（6月29日BC母メールより）。面談1回目の7月13日には、失敗したブラバンについて聞き取りをした。

図 14 テーマ設定（7/13）時のCとの会話。

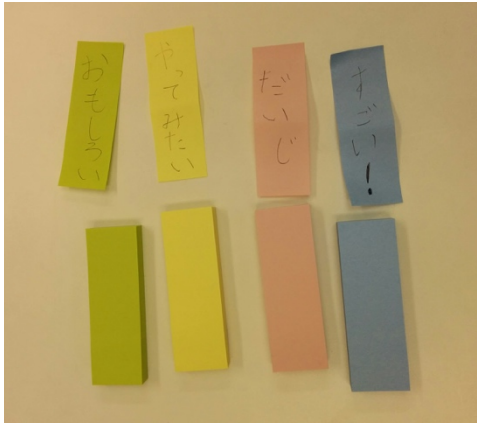


図 15 C が用いた付箋。

面談 2 回目（7 月 25 日）に、B は図書館で借りたプラスチックの本 3 冊を持参した。そのうちの 1 冊はプラスチックを使った実験例を集めたもので、B はこの実験の問題文、選択肢、解答・解説を音読した。実験例のうち、1 つを行なった。面談 3 回目（8 月 3 日）には実験例と条件を変えつつ、2 種類の異なる実験を行なった。面談 4 回目には前回立てた予想に基づき、実験を行なった。また別の、静電気の実験も行なったところ予想外の結果が得られ、これにテーマを決定した。条件を変えた実験は家庭で行ない、面談 5 回目（8 月 30 日）にそのまとめ方につ

いて相談した。

【面談 1 回目（7 月 13 日）】

BC 母がプラバンの作品群を自宅に取りに戻っている間に、B から失敗したプラバンの様子を聞き取った（図 14）。B はプラバンが「縮みすぎちゃった」ことを報告した（図 14 傍線部（イ））。また、「アルミホイルにくっつ」いたり、「ぐしゃぐしゃになった」りしたものがあったという（図 14 傍線部（ロ）、（ハ））。こうした失敗例に対して、B はプラスチックの“切り抜きの形が丸まる要因なのでは”と考えているようだった（図 14 傍線部（ニ））。また、B が独力で実験をしていた様子も窺えた（図 14 傍線部（へ））。

【面談 2 回目（7 月 25 日）】

小学 1 年生女子の X が同席し、X に教える形で進んだ。C はプラスチックの本 3 冊（実験例集、工作作品集、プラスチックの種類の解説がある本）を持参した。C はプラスチックの本を借りた以上は本に載っている情報を使いたいと考えていたようで（図 17 傍線部（イ））、この時点でプラバンには固執していないようであった。

実験例集はプラスチックに関連する実験が 20 例掲載されており、いずれも問題文に対して選択肢 3 つが提示され、ページをめくると解答と解説が簡単に示されるつくりになっていた。C は実験例集の問題文を音読して X に解かせ、解答・解説を音読することに多くの時間を割いた。音読だけで面談が終わってしまうおそれがあったため、「やってみよう」、「すごい！」など本に付箋をつけるよう促した（図 15）。その項目分けは児童に任せた。

条件検討のプリント（付録 5）を渡し、やりたい実験の中で変えたい条件、それを変えたことで変わると思われる現象を書き入れさせた。C は“ジュースを入れ



図 16 実験 C1 の様子。

C	こういう本（プラスチックの本）を借りてさ、 ^(イ) 意味なかったら嫌だから、こういうの（プラスチックの工作例）も作ってみたいなとも思ってる。
	[…]
C	（質問文）ジュースの入ったペットボトルをコップの中に逆さまにするとどうなる？
実験者	どうなる？
C	（選択肢）全部出てコップからあふれる。水面が揃ったところで止まる。ペットボトルの口のところで止まる。（ページをめくる）正解はマルサンのペットボトルの口のところでジュースが止まる。
実験者	おーなんで？
C	わかんない。
	[…]
実験者	おもしろいものにさ、 ^(ロ) 付箋つけていこうよ。
C	ああ、そうだね。
	[…]
C	これ（逆さにしてコップから水があふれるか）、 ^(ハ) やりたい。でも答え知っちゃったから…。
実験者	でも本当にそうなるかなあ。
C	それもやってみなきゃね！本で載っていて本当かわからなかったからやってみたとか。
実験者	このペットボトルだけかもしれない。他のもの（容器）でやってみたら違うかも。
C	ジュースじゃなくて、水でいい。
実験者	お、水でやってみる。
C	うん、もったいないじゃん。
	[…]
C	曲がるストロー2本つなげて回すとどうなるか。
実験者	こうくるくるすると、サルはどうなる？（サルの描かれた）紙がくるくる回る？（次のページをめくらないように押さえて）Cちゃんは？
C	えーっとじゃあ1。
実験者	1。
C	^(ニ) もう、適当。
	[…]
実験者	じゃあこの中で、選んで。
C	えっとね、一番やりたいのは、ここ（コップから水があふれない実験）かな？
実験者	これか。2番目は？
C	こっちもやりたいし、で、「すごい」から、やってみたくもあるかもしれないじゃん？「すごい」からやってみたい。やってみたい3（つ目）ね。
実験者	今日は、1番のものについてこっちを考えてみます。[…]じゃあこれで変えたいもの（条件）。さっき水とか、ケチャップ（の容器）とか、書いてくれたよね。それが変えるものです。だからジュースを水にしてみるとか、ペットボトルをケチャップのボトルにしてみるとか、[…]
	[…]
実験者	じゃあ、この3つを変えることにします。なにが変わると思う？
C	変わる、のは、ここだと形でしょ？
実験者	あ、えっとね、これをがしやってやった（水の入ったペットボトルをひっくり返した）ときに、この結果が変わるかな？
C	^(ホ) 変わらないかもしれないな。
実験者	お。じゃあ、変わるものじゃなくて変わらないものってここに（書いておいて）。
	[…]
実験者	なにが変わらない？
C	結果が変わらない（プリントに書く）
実験者	結果ってどれだろ。どこの部分？
C	ここの、水面のところで、止まるっていうのは変わらないかなーと。
実験者	おお、じゃあそうやって書いておいて。
	[…]
実験者	で、この実験を、例えばこのジュース、水、お湯を変えたとするじゃない？他のものは全部同じにしよう。これだけを変える。

図 17 実験計画（7/25）時の C との会話。

（図 18 傍線部（ト））。これは実際には飛ぶ距離を観察する高さによるものであったが、C は実験例と行なった実験に 2 つの違いがあることに着目した（図 18 傍線部（チ）、（リ））。本の通り大きいペットボトル（2 リットル容量）を使えば本と同じ結果が得られるのではないかと予想していた。

たペットボトルを逆さにしてコップに水を注ぐと、ペットボトルの口のところでジュースは止まり、コップからジュースはあふれない”という実験例（実験 C1、図 16）に、「やりたい」と興味をもった（図 17 傍線部（ハ））。また、その実験の“変える条件”として、液体の種類や容器を挙げたが、これらによって現象は「変わらないかもしれない」と推測していた（図 17 傍線部（ホ））。

【面談 3 回目（8 月 3 日）】

この日は小学 1 年生女子の Y が同席した。C は Y に解説しながら、前回とは別の実験について条件検討を行なった。今回は“ペットボトルの横穴から出る水は穴の高さが低いほど遠くに飛ぶ”実験例（実験 C2）について、条件検討の後、実践した。前回と同様に条件検討のプリントを渡すと、C は横穴の数を変えることを提案した。穴の数を実験例にあった 3 つから 5 つに増やすと水の飛び方はどうなるか予想させたところ、C は“下になるにつれ水の飛ぶ距離は長くなるが、3 つのときよりも 5 つのときの方が最も下の穴から出る水が飛ぶ距離は短くなる”と予想した（図 18 傍線部（ホ））。

まず穴を 3 つ空けて、この実験を行なったところ、C は本とは異なる結果になった（一番上の穴から出る水が最も遠くに飛んだ）と報告した

C (Yに) あんまり楽しいお話ではないと思うよ。(イ) 実験が一番楽しいから。

実験者 そうだね、実験できるように今日実験の設計図を書いちゃおうか。

C はあはあ（肯定的意）。
[...]

C (解答を音読) ②の下穴から出る水がいちばん遠くに行く。(解説を音読) なぜ下の穴から出る水が飛ぶのか。ペットボトルの中の水は積み重なっているの、下の方ほど強い力で押し合っている。だから、下の穴から出るほど、強い力で飛び、出して、速くへ飛ぶのだ。(Yに) わかった？だからさあ、重力って知ってる？どうして、私たちがね？あの、ぴょんって飛ぶとすぐ戻っちゃう(着地する)かっていうと、重力に引っ張られてるからなの。だから、もし重力がなかったらふわんって浮いてたの。そういう風に重力はね、重いんだけど、[...] 重力に引っ張られて下に行っちゃうのね。で、だから下のが一番遠くに行く感じがな。
[...]

C だってさ、前言ってたじゃん。(ロ) 1個だけ変えるときは他のもの(条件)全部一緒って。
[...]

実験者 ペットボトルあって、(穴が) 3つだったのを5個に、した。そうすると？なにが変わる？

C えーっとねえ、飛ぶ、えっと、こういう感じ、飛ぶ距離が変わる。(ハ) かもしれない。

実験者 かもしれない？

C (ニ) かも、しれない。

実験者 予想でいいよ。どうなる？描いてみて。どれがどうなる？

C 予想。穴を増やすと、飛ぶ、距離が、変わる。

実験者 例えば絵にするとどんな感じ？

C えーっとね、例えば、3つのときこうだったとすると、えっとねえ、5つのときは、例えば、3つのときそうだったのに、もーっとちっちゃいところに来て、これぐらいで、こういう感じで(図示)、ちょっとずつしか変わらない感じになる。感じがなあ。

実験者 でも、下の方が長く飛ぶってことね？ほう。

C でも、えっとこういうのは変わらない。
[...]

実験者 えっと、じゃあ一番下の(穴の)、高さが同じだったとき、3つのときと同じだったときに、飛ぶこの距離っていうのは、同じになる？短くなる？長くなる？

C うーんとー、(ホ) 長いかな？短いかなあ？

実験者 短くなる？(書き入れる)
[...]

実験者 では、この距離をどう測るかな？

C これ(定規)をシャッキーンってやってる間に…。濡れても大丈夫なようにして、あ、濡れても拭けば大丈夫か。(ヘ) (実験に) レッツゴー！
[...]

C 図で描くと、こうじゃん？で、例えばこれペットボトルね？で、1、2、3。(穴を) 空けました。空けたの。空けました。結果は(本と) 変わらない、で、えと、変わったよね？[...] (ト) 結果がちょっと(本と) 変わったよね？こうなって、違う違う違う違う。そうそうそう。こうなって、こうなったよね。あ、違うな。ちょっとね。こうなって、こうなって、こうなった(水の軌跡を描く)。なんだろうね。

実験者 ね、不思議。

C (チ) 多分、幅！

実験者 幅、なんの幅？

C これ(本の写真が実物より) ちよっとちっちゃくしてあるけど測ってみると、ほら、ちよっとだけ、長い。

実験者 あー穴と穴の間がね？

C あと、もう一つ見つけたんだけど、[...] 気づいたことがあるんだけど、これね？ペットボトルじゃん？で、まずね、(リ) この本見て気づいたんだけど、その本では、ここ、ここ。ここになった。

実験者 おー途中じゃなかったのね、(ペットボトルの) お腹のこの辺じゃなくてこの辺(穴の位置が本と異なっていた)。

C こうで、こうで、こうだった。

図 18 実験 C2 (8/3) 時の C との会話。

BC 母から、それぞれの服について、タグを見て繊維の情報を集めておくよう促された C は、「マイナスって書いてなかった」と発言した(図 19 傍線部(ヘ))。実験例の解説にある“スチロール皿にマイナスの電気が溜まる”という表現に影響されている様子が窺えた。

【面談 4 回目 (8 月 5 日)】

C とはこの回がお盆前最後の面談予定日であった。2 リットルペットボトルを用いて、前回の続きをしようとしたが、C はあまり乗り気ではなく、さらに別の実験に気が移っている様子であった。C は面談 2 回目のときと同様に小学 1 年生女子の X を誘い、発泡スチロールを使った実験を行なうことにした。これは静電気を帯びたスチロール皿が水道の水を引き寄せるという実験例で、7 月 25 日(面談 2 回目)の時点で C と X はこの問題例を解いており、他の人にもクイズとして出題する様子が見られていた。

C が水道で発泡スチロールを水に近づけてみたところ、水の落ちる向きに変化はなかった。その原因として、C はスチロール皿をストックングで擦っていないことを思い出し(図 19 傍線部(イ))、BC 母にをストックングを自宅から持ってきてほしいと頼んだ。このとき、C は擦るものはをストックングでなければいけないと思っていた(図 19 傍線部(ロ))。

そこで、をストックング以外で、擦ると水を引き寄せられる布を探してみても促してみた。BC 母の服で擦ったスチロール皿は水を引き寄せなかった(図 19 傍線部(ニ))。次に、A の服で擦ってみたところ、水は引き寄せられるように曲がった(図 19 傍線部(ホ)、図 20)。

C あ、これはやる（別の実験例を見て）。今できる…うん、できる。発泡スチロールないかなー。

[…]

C あ、（水が曲がらないのはなぜか）わかったよー。

実験者 何がわかった？

C ストッキングで擦っ…た。

実験者 （擦）ってないねえ。

C （イ）ストッキングで、擦らなきゃいけない。

[…]

C （BC母に）ストッキングを使って、これの実験をしたいから（ストッキングを家から持ってきて）。えっと、（質問文）スチロール皿を流れる水に近づけるとどうなるか。

BC母 これ、ストッキング、じゃなくても大丈夫なの、この話は。

C 要るの！ストッキングで擦ったスチロール皿は流れている水道の水に近づけると水はどうなるかなってのだから、^(ロ) ストッキングで擦らなきゃいけないの。

BC母 なんでストッキングなの？

C 知らない。^(ハ) 網々だからじゃない。

実験者 網々だから？

BC母 A先生がなにか考えてくれるかもしれないよ。

A 嫌だ。

C A先生お願いしまーす。ねーえ。

[…]

A だから、その、ストッキングを使わなければ、普通にこの中に入るわけでしょ？だからこの3つか、こっちかがどうかなるわけでしょ（ストッキングを使うと何かに変化が起こるの意）？摩擦の関係かなあ、ストッキング。擦ったってことは。でもストッキングである必要がわからないな。[…]（本をみて）なぜ水。（解説を音読）スチロール皿をストッキングでこするとスチロール皿にマイナスの電気が溜まる、んだってよ。それを水に近づけると、水がプラスの電気を帯びて引き寄せられるんだって。だから…、

実験者 ストッキング以外のもので、どうやったらこの現象が起きるかを探してみる？

C えと、マイナスー。いやーどうなるか、どうなるか。もっともっと擦る？（BC母の服で擦る）とりあえず。やってみよ。（水道へ移動）

[…]

C （水が）^(ニ) まがーんなーいじやーん。じゃ他のこと考えよー。[…] もういっかーい。次！他のもの！

A ストッキングと同じ繊維だと思う？これは。じゃあやってみる？あたしの（服）で。

C えー。

A どうやって、擦るかわかる？擦り方にもコツがあるんじゃないの？はい、いいよ、やっでござん？やっできてござん？

（C、Xと水道へ移動）

[…]

C んー！あー！Aちゃん正解！

A やったあ！

実験者 いけたー？

C ^(ホ) いけたー！

[…]

C （Aの洋服のタグをみて）マイナス、マイナス。

BC母 マイナスって書いてあるけど、これは、あのね、洗濯の方法とか、アイロンのかけ方とか。

[…]

C ^(ヘ) マイナスって書いてなかった。

実験者 書いてなかった？なんて書いてあった？

C マイナスを探してたから読んでない！

BC母 レーヨン、ポリウレタン[…] あたしのこれは、ほら、ポリがついてたでしょ、ポリ、エステル。

A あ、本当だ。^(ト) じゃ（効いてるのは）ポリなんじゃない？あ、でも成功しなかったんだ。

BC母 そうそう。

A ^(チ) じゃあレーヨンだ。[…]

C レーヨン…。

BC母 ちゃんと全部（情報）もらっときな？

図 19 実験 C3（8/5）時の会話。

【面談 5 回目（8 月 30 日）】

C はテーマを“プラスチックを擦る布と水の引き寄せられ方”に固定し、家庭で様々なプラスチック材や布を用いて実験を行っていた。この回は A3 用紙 2 枚でのまとめについて相談した。



図 20 実験 C3 の様子。

BC母 Cはこれで終わりですか？
 実験者 一応、写真の話をして。毎回写真を撮って、と。
 BC母 あ、分かりました。
 実験者 切り取る前の材料の写真と、あと切り取って絵を描いた後、焼く前の写真。で焼いた後の写真に、毎回、今メンコしてるんですけど、この大きさのものを隣に置いて、写真を撮って、それをここ（研究ノート）に貼ってください、って話までしました。
 BC母 はい、分かりました。で、あと重さを測って、厚みが測定できないので、^(イ) 大体同じ面積ずつ、切り取った後に重さを測ってみようかなとは思ってるんですね。で、^(ロ) プラスチック自体の分類を一応したほうがいいかなとは思ってるので、^(ハ) 透明度とかを自分で段階決めてもらって書いてもらおうかなとは思ってるので、そこまでじゃあちょっとやってみます。で、あと焼く条件とかもまだ決めてないので、そこに関してもなるべくメモ取っとくようにしておこうと思うので、よろしくお願いします。
 A いいなーCちゃん。だって理科の先生^{注1}とさあ、そういうことができるさあ、なんかそうやって一緒にやる…だってあたし（の）お母さん無理。
 実験者 えー、あたし理科の先生、だめ？
 A あそっか。えーだけど2人もいるのはいいなあって。
 BC母 でもBねえ、理科の実験だけじゃないんだよ、実は。やってきたのは。
 A でもあたしも理科の実験だけじゃ…。
 BC母 あたしの専門じゃないやつもやってるし。
 A あたしも全部そう。あたしもリゾート（の模型）…、ほとんど。
 実験者 でもすごいじゃん。すごいと思う。だってリゾート（の模型）作っちゃうとかさ、認知症のこととかさ、映画も作ったじゃん、だって。
 BC母 映画あれすごいよ。
 A えーでも映画あれバラバラマンガ。
 BC母 絶対Bにできないから。
 A え、でもほんとともうねえ、^(ニ) すごいストレスだから。もうだって動かすたびになんか落ちると、それでずれるから怒られて、お父さんが落としたのに！なんであたしが怒られなきゃいけないのって。
 BC母 ^(ホ) パパの方が熱中しちゃうんだよね、やっぱ。
 A で、それでなんか、ここはこうだよとか言われて、それでずらしてあたしがカシャって撮ったらまあ無駄になったとか言われて、もうしらないよ。
 BC母 大丈夫。そういう苦難の歴史がちゃんとここ（Bの過去の自由研究作品）にもあるんだ（よ）。

注1) BC母のこと。取材した学童保育所で定期的に理科の実験教室を開催している。

図 21 A と BC 母の会話（7/13）。

京都小学生科学展 作品募集のお知らせ」と「平成 28 年度 東京都小学生科学展 研究のしおり」の 2 枚のプリント（付録 6）が配付されたとのことだった。しかしながら A はもらった覚えがないとのことで、同じ学年でも自由研究の指導にばらつきのある様子が窺えた。また、小学校からの自由研究への言及が「何かを作る」ことや「全都の理数好きの小学生」を対象にした「科学展」のお知らせのみに留まることは興味深い事実であった。

A、B、C いずれもこの科学展の様式に沿って自由研究の成果をまとめた。また、今回の取材において児童が教科書を参照する様子は見られなかった。

(d) 保護者との関わり

7 月 13 日は C の面談後に A の面談を行なったが、その入れ替わりの際に A と BC 母の間で次のような会話がなされた（図 21）。C のプラバンの作製方針について BC 母が実験者に確認する様子を見て、A は「いいなー」と発言し、「理科の先生」を羨ましがる様子を見せた。また、これまでの自由研究作成過程において、「すごいストレス」であったことについて言及した（図 21 傍線部（ニ））。

(e) 学校からの配付プリント

A のクラスで配られた「夏休みの課題」一覧には、自由研究の内容は「何かを作るだけでなく、過程や感想が分かるようにすること。時間をかけて最後までやり遂げよう」と記されていた。

B のクラスでは「平成 28 年度 東

3-3. 考察

3-3-1. 科学的な考え方

本研究では、科学的考え方を

観察→（法則性の発見）→仮説生成→検証→観察

というサイクルだと仮に定義している。参与観察における3つの事例が、それぞれこのサイクルに則っていたかを考察していこう。

(a) 観察→仮説生成

仮説の生成には観察が必要である。この視点から A、B、C それぞれの自由研究を見ると、どの研究も観察事実から始まってはいなかった。A のテーマは指紋が一人一人異なるらしいという伝聞が基になっていた。また、それ以外に興味のあるテーマも、寄生されたハチが長生きするらしい、太古の海は酸性だったらしいという伝聞に基づいていた。B や C を見てみると、どちらも本に掲載されていた実験例（スケルトン卵やプラスチックの実験）に興味を示し、それらの追体験が実験の動機であった。このように、今回観察した3つの例は、少なくともその研究の当初においては観察→仮説の流れに沿ってはいなかった。しかしながら、このことは必ずしも児童に仮説が立てられないことを意味しない。

A の例を詳細に見てみたい。A は 7 月 20 日に実験を行なった。このとき、チョークでは指紋が検出でき、小麦粉ではできなかったことを観察している（図 8）。この観察から、A は“チョークに含まれる食用ではないなんらかの物質が指紋と反応する”という仮説を立てている。また、7 月 25 日にはチョークと小麦粉のどちらでも指紋の検出ができることを観察し、“チョークと小麦粉に共通するなんらかの物質が指紋（汗）と反応する”という仮説に修正している（図 9）。仮説の妥当性は後で議論するとしても、A は観察から仮説を立てることができていた。

では C はどうだろうか。C は後に変更してしまったものの、取材開始直後のテーマはプラバンであった。C は自由研究を始める以前に、家庭でのプラバンの製作に「失敗」している（BC 母メールより）。その失敗から、星型に切り取ったプラスチック材が「丸まってしまう」ことを観察し、その要因に「形とかもあるんじゃないか」と考えていた（図 14 傍線部（二））。つまり C は“形によって丸まり度合いが変わる（星型でなかったら丸まりにくい）”という仮説をもっていた。また、これ以外にも実験例の現象を観察した後に、仮説を立てている様子が見られる。例えば、「この本見て気づいたんだけど」（図 18 傍線部（リ））では文献の情報を併せて観察し、そこから一般法則を導こうとする様子が見受けられた。ただし、法則性を見出そうとしている観察事実の数が少ないことは注意しておくべき点である。

(b) 仮説→検証

では、児童が研究中に立てた仮説は検証されていたのだろうか。残念ながらこれは達成されていたとは言えない。A の事例を見てみよう。A が“チョークと小麦粉に共通するなんらかの物質が指紋（汗）と反応する”という仮説を立てたことは先述の通りである。しかし、この仮説を検証するような実験はこの後組まれていない。それはなぜか。A はこの仮

説を立てる前に「もう、満足」してしまっているからである（図 9 傍線部（ニ））。それ以前に「実験したい」（図 4 傍線部（ホ））という意志は示しているものの、それは仮説を検証するためではない。C が言うように「実験が一番楽しい」（図 18 傍線部（イ））からかもしれない。また、B、C も、“これ以上調べたいことはない”と研究内容に不満はないようだった（8 月 30 日 B、C インタビューより）。ではなぜ彼らは「満足」してしまったのだろうか。その問題点をテーマ設定から解いていこう。

3-3-2. テーマ設定

自由研究において、テーマ設定は最も重要な過程である。しかしながらテーマを決めることには相当の苦労が伴っているようだ [Benesse 教育研究開発センター；植竹，堀田，垣内]。世間一般では自由研究のテーマはどのように決められているのだろうか。

小学生に対し理科の自由研究の動機を調べた小見らは、「疑問だった」、「不思議だった」ことをテーマにする児童（「疑問型」）は学年が進むと増加し、高学年では 58% を占めると報告した。一方、「両親から」、「先生から」テーマを与えられる児童（「宿題型」）は低学年で半数を占めるものの、高学年では 15% と減少する。学年を問わず 2 割を占めるのは「研究が好き」を動機とする児童（「意欲型」）である [小見，戸北]。本研究の参与観察においては、A の“一人一人違う指紋”は「疑問型」に分類されるだろう。B や C の場合はどうだろうか。B は本でスケルトン卵の作製を見て興味をもっていた。これも「疑問型」になるのではなかろうか（ただし、卵の特徴量の部分は BC 母からの助言による「宿題型」かもしれない）。C はスチロール皿に水が引き寄せられるという実験例の解答を見て「どうして寄ってくるのかなーって（不思議だった）」（8 月 5 日 C インタビュー）と感じていた。これも「疑問型」になるだろう。このように、参与観察での事例は小見らの分類では「疑問型」に当てはまりそうだが、「疑問型」といってもざっくりとした分類でありさらに細かく分けることができそうである。

岡村は文系大学生が物理学の自由研究で設定するテーマ例を 3 つに区分している [岡村，科学的思考]。1 つ目は「以前から、不思議だと思っていたり、興味を持っていたテーマ（往々にして、研究は難しい物になってしまう）」、2 つ目は「趣味（音楽、スポーツ）や生活に関連したテーマ（普段から知っている事象に根拠を見いだしたいという欲求）」、3 つ目は「簡単に実験できると学生が考えて選んだテーマ（実は複雑で、難しい物が多い）」である。形式的にそれぞれをタイプ甲、タイプ乙、タイプ丙とすると、それぞれのテーマ例は以下に示す通りである（表 1）。これらのテーマは全て小見らの分類における「疑問型」に分類されそうである。参与観察における A、B、C の事例を岡村の分類に当てはめると、A はタイプ甲であろう。B・C は「簡単に実験できる」と考えたかどうかはわからないが、自由研究例で見かけるという意味では“スケルトン卵”、“プラスチックの実験”はタイプ丙に近いと思われる。

さて、表 1 に戻ると、テーマに共通した特徴があることが見えてくる。例えば、“how”や“why”の疑問文である（表 1 破線部）。また、実験方法や結果の評価基準が主観的であったり（「合理的」、「あてにしてよい」など）、不明瞭であったり（「よく飛ぶ」など）することも複数のテーマに共通している（表 1 波線部）。これら 2 つの特徴は、面白いこと

にタイプ甲と丙に集中しているのである。どちらもこのテーマを掲げてすぐに実験を組み立てることができない（事前調査が不可欠である）。岡村がタイプ甲・丙を「難しい」と評価しているのは、これらの特徴によるかもしれない。一方で、タイプ乙を見てみよう。まず、このタイプには「なぜ」がない。また、実験の組み立てを練る必要はあるものの、その結果は、「可能」か、「違い」があるかなど、比較的客観的に判断できるものとなっている（表 1 二重線部）。つまり、テーマを挙げる時点で“可能である”、“違いがある”などの仮説を立てることができていると言えよう。

表 1 文系大学生が選んだテーマ⁴

カテゴリー	テーマ
タイプ甲	・ 自転車は<u>なぜ</u>倒れずに走れるか。 ・ ヘリウムガスで声が変わるのは、<u>どのような変化</u>が起きているのか？ ・ 蛍光剤入り洗剤で洗濯したあと、生地の色によって蛍光が見えるものと見えないものがあるのは<u>なぜ</u>か？ ・ 日焼止の効果の比較-SPF を<u>あてにしてよい</u>のだろうか？ ・ 電気で料理-電解質を満たして通電で魚を焼く ・ ペットボトルの起き上がりこぼし ・ 武蔵野市の水-ウーロン茶を沸かすときに発生する膜状物質の<u>分析</u> ・ 歩行のメカニズム-ナンバ歩きは<u>合理的</u>なのだろうか？ ・ <u>なぜ</u>白玉はゆでると浮かぶのか？
タイプ乙	・ 音の干渉-TV ドラマ「トリック」のトリックは<u>可能</u>なのか？ ・ 長調・短調の響きの物理的<u>違い</u> ・ X-Gyro（野球のカーブから） ・ 洋服の材質・色と、紫外線の透過率との<u>関係</u> ・ よく通る声の波形に<u>特徴</u>はあるのだろうか？
タイプ丙	・ 熱気球 ・ <u>よく飛ぶ</u>紙飛行機 ・ フリスビーの<u>原理</u> ・ どういうブーメランが<u>よく戻ってくる</u>のか ・ 蜃気楼を砂糖水や寒天で再現する

ただ、岡村の記述ではタイプ甲は「以前から、不思議だと思っていた」こと、タイプ乙は「普段から知っている事象」への疑問であり、どちらも学生の自発的な疑問である。ここには 2 つのタイプにあまり違いは見られない。しかしながら、前者は仮説がなく「難しい」一方、後者には仮説があり検証までの道のりは比較的容易に見える。先に指摘したように、前者は仮説を立てるまでに事前調査が必要である。ここで、新しい分類として、“仮説生成に事前調査を要する”テーマ（タイプ甲・丙が含まれる）と“仮説生成に事前調査が不要”なテーマ（タイプ乙が含まれる）を提案したい。

⁴ [岡村, 科学的思考]より作成。傍線は実験者によるもの。

この分類に A、C の例を当てはめてみると、どちらも仮説から始まっていないために“要事前調査型”である。ここでいう事前調査とは、A が行なった指紋についてのインターネット・文献調査だけを指すものではない。“チョークと小麦粉に共通する物質が指紋（汗）と反応している”という仮説を立てるまでの一連の実験群を事前調査と呼んでいる。C においては、例えば“プラスチックの切り抜きの形によって焼いたときの丸まり度合いが異なる”という仮説に至るまでのプラバン製作がこれに当たる。予備実験と呼んでもよいだろう。こう考えると、事前調査に多くの時間をとられる“要事前調査型”は児童の集中力（特に C のようにオムニバスで様々な実験を行いたい場合）から見ても、夏休みという時間の制約から見ても効率的ではないだろう。事前調査から立てられた仮説を夏休みが終わってからも検証したいと思う児童であれば願ってもいいが、大抵の場合は夏休みが終われば研究も終わりであろう。それが宿題という、他者から課されたものならばなおさらである。

また、もう 1 つ付け加えておきたい。先に A、B、C 全員の動機を「疑問型」に分類したが、実のところ、A、C の動機は「疑問型」ではない。なぜかと言えば、どちらも実験を行なう際に「やってみたい」と発言しているからである。もし疑問から研究が始まっているならば、研究結果はその解答に当たる。しかしながら動機が「やってみよう」の場合は“やってみた”ことが結果である。だとすれば、実験をある程度“やってみた”時点で児童が「満足」してしまうことも頷ける。この観点からも、児童が具体的な疑問（仮説）を以って自由研究を始めることの必要性がわかる。

では仮説から始めるためにはどうすればいいのだろうか？ここで、岡村のタイプ乙が「生活に関連したテーマ」であったことに注目したい。“生活との関連”、つまり日常的な観察の積み重ねが仮説生成を促し、漠然とした疑問を仮説にするために必要な要素かもしれないのである。そして仮説から始まった研究は、観察のための事前調査を必要とせず、つまりは児童のやる気を損なわないまま仮説の検証までいけるのかもしれないのである。そこで、次項では仮説から研究を始めるためにはどのようなアプローチが有効かを議論する。

3-3-3. 仮説から始めるために

児童が仮説を以って自由研究を始めるためには、普段の生活に疑問をもち、観察しておかねばならないだろう。しかしただ観察をせよと言っても実際にはどうすればよいかわからない。しかし逆に考えてみれば日常生活に疑問をもたないということはつまり、日常の事象を“当たり前”と捉えているということである。ここで、理解と描画の関係について触れたい。記憶を頼りに描かれた絵（「記憶スケッチ」）を読者から募集し、それらを“観察”したナンシー関は以下のように述べている。

これは仮説みたいなものなんだけど、物の記憶って、二次元三次元の映像じゃなくて意外とマニュアルで覚えている場合もあるんじゃないかと思って。あんまり適切な例が手元にはないんだけど、ディテールはすごく合っているのに、全体像としては全くなっていないという場合があるんですよ。だから例えばドラえもんだとね、お腹のところにポケットがあるんだ、首に鈴がついて、手は指がなくて丸いとか、青いとか、そういうディテールの正解数を加算していったら結構な点

数になるんだけど、できあがったドラえもんが全然ドラえもんじゃないってことがね。この人、ドラえもんを知らないんじゃないかとさえ思えるくらい。もっとおぼろげであっても、ビジュアルで覚えていれば、こんなひどいことにはならないのにならんと、なんか文字、言葉にして頭に入っているという気がするんですよ。【ナンシー関 p 163】

これはドラえもんを記憶し、理解したつもりであっても、実際のところその理解は断片的である可能性を指している。そしてその断片性は、描画を通して初めて可視化され、認識されるのかもしれない。このように、描画は記憶や理解の曖昧さを露呈させる一方で、よく観察して描くことが記憶や理解に寄与することが示唆される。そこでここでは、身近なものを記憶だけで描き、それを実物と比べて“間違い探し”を繰り返すことを提案したい。このような「記憶スケッチ」と間違い探しを通し、“当たり前”だと思っていたことの理解の曖昧さを認識することが日常への観察を促さないだろうか。このとき重要なのは、児童だけでなく、保護者も絵を描くことである。これによって、大人であっても間違えることや、保護者と児童が互いに異なる部分に注目していることが明らかになると思われる。自身の理解を客観的に捉えることが、その後の観察にどれほどの影響を与えるのかは今後評価していかなければならない。

もう 1 つ、描画と科学的考え方の関係について引用しておこう。画家の安野は「よく見てお」き、絵に描くことで「記憶はよりはっきりしたものとして」蓄積されると述べる【安野 p 116】。さらに、「見たことのないものを描くには、想像力、創造力が必要」であり、その想像は仮説生成にも大切であると言う【安野 p 196】。また、

「絵が好き」という感性は、好奇心、注意力、想像力、そして創造力になり、枝分かれして物理学、生物学、医学というぐあいに変化しているのではなかろうかとも考察している【安野 p iii】。このように、絵を描くことによって理解が促進され、創造力が培われるかもしれない。そしてその想像力は科学的な考え方に通じる可能性がある。このように、科学的考え方の獲得において描画は今後注目すべき題材である。

3-3-4. その他の問題点

ここでは、本研究で定義した科学以外の部分で、参与観察から見えてきた問題点について議論する。取り上げた問題点は大きく分けて 3 つである。

(a) 自由研究の偏り：理科か工作か

自由研究の進め方について、学校からは 2 種類のプリントで指導がなされていた。1 つは課題一覧で、もう 1 つは「東京都小学生科学展」の資料であった。前者には「何かを作るだけでなく」と、言及があったのは工作についてのみであった。また、後者は「理数好きの小学生」を対象にしており、その内容は「理科、算数、科学技術など、理数に関する」ものに限られていた（付録 6）。

また、B、C に見られたように、自由研究には参考本が使われることが多い。これは先行研究でも指摘されている。例えば、中学生が理科の自由研究でテーマを決める際、最も多く用いられる方法は「本・雑誌」（36%）で、次に「インターネット」（34%）、続く「自

分」や「家族」はそれぞれ 13%と 9%である【海野，安藤】。また、研究に当たっては「市販の自由研究の本がもっとも参考になって」おり、「学校からの説明書や教科書はあまり活用されていない」ことが指摘されている【小見，戸北】。この「市販の自由研究の本」とはどのような分野のものが多いのだろうか。

文京区立図書館の蔵書検索⁵で自由研究関連本の分野を調査した。学習件名で“自由研究”を検索すると 199 件が該当した。これを自由研究関連本の冊数とし、小学校の科目名を中心に学習件名の AND 検索を行なった。“理科”との複合検索では 78 件が該当し、“工作”で 60 件、“社会科”で 10 件、“国語”で 4 件、“算数”で 2 件。“生活科”や“家庭科”では該当しなかった。これらの要素が自由研究関連本全体の中で占める割合を図 22 に示した。この結果を見ると、自由研究関連本において理科と工作が多くを占めていることがわかる。

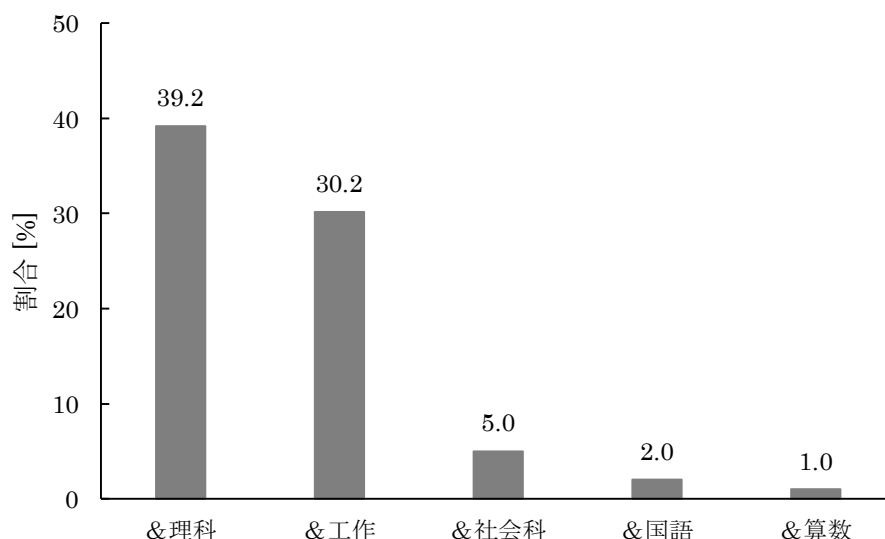


図 22 自由研究関連本に占める分野の割合。

また、インターネットで「自由研究」という単語との複合検索について調査した佐藤らは、検索の組み合わせで 2 番目に多いものは「自由研究 理科」や「自由研究 実験」など、「理科に関する研究を想定し」たものだったと報告している（最多は「小学生」、「中学生」、「〇年生」などの「学校種別や学年」）【佐藤，栗原】。このように、自由研究の分野は理科か工作（図工）に偏っているようだ。実際、参与観察の 3 例でも全員が理科に近い内容を選択していた。児童が好んで選択する分野によって参考資料が偏ってきたのか、それとも参考資料が偏ることで児童の選択範囲も狭まったのか、どちらが先かはわからない。しかしながら、このような偏りが児童の思考に影響を与えているかもしれない。

A のこれまでの自由研究は、旅行記や認知症などどちらかといえば社会科に近いものをテーマにすることが多く、理科を題材にしたことはなかった。そのため今回の観察でも指紋について社会的なアプローチをすることも考えられた。しかしながら A は、検証した

⁵ （所蔵館：全部、辞書機能：同義語辞書）最終検索日

い仮説のない段階から「実験したい」と発言していた。また「理科の先生」からの指導を羨むような発言もあった。これらの発言は実験者が自然科学を専攻している院生であったためかもしれないし、単に専門家からの指導を羨んでいたかもしれない。だが、一方で分野が理科であれば立派な研究になると A が考えていた可能性は否定できない。もし児童が、“自由研究といえば理科か図工である”という枠に囚われて“自由”な発想ができなくなるのだとすれば、それは自由研究が企図していなかったことだ。また、本研究が目指しているのは理科や自然科学に留まらない科学的な考え方の涵養である。それを自由研究の偏りが妨げているとしたら、今後この問題は取り除いていかなければならない。

(b) 「反応」

A が立てた仮説において「反応」という言葉が使われた。ここではこの言葉について考察する。小学校教育において、「反応」はブラックボックスを表す言葉である。例えば、ヨウ素でんぷん反応は、実際にヨウ素とでんぷんがどう相互作用をするのかを小学校教育では教えないが、ヨウ素液によってでんぷんは青紫色を呈すと教えられる。このように、何が起きているかその機序はわからないが、何か変化を伴う現象について、「反応」という言葉を使うことは児童の中でよくあることなのかもしれない。しかしながら、指紋の検出実験において「反応」という語を使うことには些かの抵抗を感じる。

この違和感には 2 つの要因があると思われる。1 つは、「反応」が観察事実ではないことである。例えば、ヨウ素でんぷん反応では、でんぷんがヨウ素液と“反応”することが予め教えられ、その前提の上で実験が行なわれる。そのため、青紫の呈色に対してヨウ素とでんぷんが反応したと言っても差し支えない。しかし指紋の検出ではどうだろう。A の事例では、指紋採取キットの「検出薬」や鑑識が使うアルミニウム粉では指紋が検出できることがわかっていた。だが、それらを用いなくて、他の粉に代替することで指紋検出は可能なのか、が A の行なった実験である。即ち、「反応」することが前提ではないのである。にも関わらず、A は粉で指紋の模様が見えたことを「反応した」と表現した。このように、児童の思い込みが観察事実を曲げてしまう恐れはある。しかしこの思い込みは実験者が招いたものであるかもしれない。というのは、今回実験に使った粉は実験者から提案したものに限られたからである。児童自身の予測に基づいて選んだ粉ではなく、“曲がりなりにもある程度理科の知識をもった実験者”が提案した粉であるから、なんらかの反応機序がある粉なのかもしれないと児童に思わせてしまった恐れがある。このような問題を避けるためには、保護者が例示するだけでなく、必ず児童からも案を出させるべきである。さらに、それらの変化がどのような現象につながるかを（根拠は曖昧でも）予測させておくべきである。これは、実験前に仮説を立てておくことにもつながる。なぜなら予測はなんらかの考えの下でできるものだからである。

違和感の 2 つ目の要因は、「反応」という表現をした後、その他の言葉を使った説明が出てこなくなったことである。ヨウ素でんぷん反応を使う実験では、例えばジャガイモがヨウ素液によって青紫色を呈す結果を、“ヨウ素とでんぷんが反応した”と表現することが可能である。しかし一方で“青紫色になった”、“でんぷんがあった”など、「反応」を使わずに表現することも可能である。指紋採取の実験においても“指紋の線が見えた”、“指紋

が検出できた”と表現することが可能だったはずである。「反応」という語を便利に使いすぎることでそれ以外の説明が出てこなくなるのは思考の停止と言えよう。また、未知の現象について「反応」という語を使ってしまうことは、その中身をブラックボックス化させてしまうかもしれない。ブラックボックスになってしまえば、それ以上の探求は難しくなり思考の放棄にもつながる。このように、理科で用いられる言葉が考えに限界を作ってしまう恐れも示唆された。

(c) 保護者との関わり：考えの齟齬

参与観察では児童の取り組み方だけでなく、保護者が自由研究への関与するときの問題点も、一部ではあるが見えてきた。児童と大人の間にはイメージにも考え方にも、かなりの齟齬があるようである。

A の事例では、A と実験者の間で指紋採取のイメージが合致していなかった。A はまず鑑識の存在を知らず、指紋採取による捜査は「液体」をかけて浮き出てきた指紋を「73 億人の中から」探すものだと考えていた。その後、指紋採取キットや百科事典でアルミニウムの粉を使うことを見た後も、「検出液」のイメージは変わらなかったようだ（実際、指紋検出に液体を使うこともあるが、今回扱った資料の中にはその記述はなかった）。これには、「反応」という言葉と併せて考えると、小学 6 年生の理科で習う水溶液の単元が影響しているかもしれない。また、A は実験 A1 において、表面に凹凸のある机に指紋をつけ、それを採取しようとした。だが実際には、粉末による指紋検出はアルミサッシやドアノブなど、表面が滑らかなものでないと難しい。このようなイメージの食い違いは警察署へ行き現物を見せてもらうことで解消できそうだと。今回は面談 5 回目（8 月 12 日）に行ったが、何よりも先に実験者と A の間でイメージを共有しておけば、その後の実験が円滑に進んだかもしれない。

C の事例からは保護者と児童の仮説の違いが浮き彫りになった。プラバンがなぜ丸まってしまうかについて、C は縮みすぎたから、もしくは切り抜きの形によるのではないかと考えていた。しかし、BC 母は「厚み」や「プラスチック自体の分類」、「透明度」などの特徴が、プラスチックを焼いたときに関与すると考えていたようだ（図 21 傍線部（イ）、（ロ）、（ハ））。

このようなイメージや仮説の違いをもったまま保護者の方が自由研究に「熱中しちゃう」状態は、児童にとって「すごいストレス」になってもおかしくはない（図 21 傍線部（ニ））。保護者は知識量が多い分、児童の考えよりも先回りをして“いい研究”にしまいがちである。しかし、自由研究の研究者はあくまで児童であることを念頭に、彼らの仮説を検証していくべきであろう。

(d) 研究と間違い

C の事例では、間違えることを恐れる様子が見られた。C は面談 2 回目（7 月 25 日）にプラスチックの本を持参し、その中でも特に時間をかけて、実験例集を読んでいた。実験例集には実験の結果を問う“問題文”と 3 つの選択肢が書かれている。そのページの裏に、解答と簡単な解説が載っている。実験例集に書かれた“問題”を、同席した小学 1 年生の

Xに出題していた。しかし、出題をするもののC自身が選択肢を選ぼうとはしなかった。実験者がCにも選ぶよう促すと、渋りながら選んだ後に「(選んだ理由は)もう、適当」と発言した。これは、間違いを恐れず積極的に選択肢を選ぼうとするXとは対照的な姿であった。これは年下のXの前で間違えたくないという気持ちの表れであったかもしれないし、実験の“解答”があったためかもしれない。

また、Cは「やりたい。でも答え知っちゃったから」(やっても意味がないかもしれない)と発言することがあった。これは、実験例を見てその結果に驚いたり興味をもったりしても、その実験をなぞるだけになってしまうことに児童もあまり意義を感じていないということだと思われる。このように実験に解答があることは間違えることの忌避や、結果を知ってしまうことで探求する必要性を感じなくなることも考えられる。そもそも、研究に解答はない。わからない現象に対して説明を試みるのが研究である。「新しいことをやれば、必ずまちがえる」のだ[板倉 p 40]。児童が一度誤った仮説を立てたとしても新しく別の仮説を立てられるような、間違えながら少しずつ正しい方向に修正できるような、上手な間違い方を誘導したい。

3-3-5. 総括と今後の課題

ここでは本研究を一種の事例としてまとめつつ、研究が科学的であるために必要な考え方をもう少し深く見ていきたい。

本研究は、大学院生による自由研究である。実験者は“科学コミュニケーションには科学を自分事と考える土台が必要である”という仮説(仮説1)をもっていた。その後、自由研究が科学的考え方の醸成に使われている事例から、“自由研究を活用すれば、児童の科学的考え方を養え、関わる保護者にはそれを身近に感じさせられる”と考えた(仮説2)。しかし仮説2を検証するには、活用法がなければいけない。だが、この学生には活用法を提案できるほどの前提知識がなかった。そこで、実際のところ児童がどのように自由研究を行っており、それが科学的なのか、科学的でないならばどのような問題点があり、どのように改善できるのかを調査することにした。

3人の児童の事例から、児童は観察から仮説を立てることができること、ただしそれは検証に至っていないことを観察した。そして、検証に至らない要因は研究当初の動機づけにあると考え、“普段の観察に基づいて仮説を立てた状態から研究を始めることで、仮説→検証の流れを作れる(科学的な考え方のサイクルに乗せられる)”と仮説(仮説3)を立てた。ここで、仮説3は仮説2がより明確になったものである。このように、本研究は仮説2を検証するまでの事前調査に当たる。3-3-2で触れた分類に則れば、本研究も“要事前調査型”の研究であったといえよう。

では今後、仮説3を検証するためにはどのようにすべきだろうか。まず、本研究で提案した方法で自由研究を行なった結果、児童が科学的考え方を身につけられるかどうかを評価する必要があるだろう。評価法としては次の年の自由研究の取り組み方の変化が挙げられるが、これを実験者1人で行なうのは限界があるだろう。そのため、自由研究が課される小学生をもつ保護者とのコミュニティが必要となる。このコミュニティによって活用法の改善もできるだろう。ただし、観察結果を考察する際には、それが年齢を重ねたことに

よる変化なのか、前年の活用による変化なのか、それとも保護者の期待で変化しているように見えるだけなのかについて留意しなければならない。このように考えていくと、非常に限られた範囲でしか仮説は検証できないことがわかるだろう。科学的に考えたところで実は直接的に答え（真理）に行き着くことは難しいのである。また、児童と保護者の仮説の違いに見られるように、同じ考え方の下でも個人個人の前提知識によって仮説が異なってくるということがわかる。事前調査の有無は仮説生成において非常に重要な意味を持つのである。

また、本研究で議論できなかった課題として、以下に2点を挙げておく。今回は児童や保護者が自由研究について得る情報の範囲内で取材を行なったため、小学校教員がどういった考えのもとに自由研究を課しているかはわからない。また教科書による指導も、考察に含めていない。しかしながら、小学校の検定教科書において、少なくとも算数、理科、家庭科においては、自由研究への言及が見られた。それらを保護者が使用することは、児童への指導を容易にするかもしれない。

さらに、本研究では児童が少なくとも自分より年下の児童に教えることに積極的である様子が見られた（図 18、図 19）。自由研究結果について発表することは、児童にとって研究を周知するだけでなく、それを見つめ直すよい機会となろう。発表が児童の動機づけにどのように影響するかも、興味深いテーマである。

以上の点を踏まえつつ、自由研究の活用は児童や保護者にどのような影響を及ぼすのか、科学を自分事として考えられるようになるのかの検証を続けていきたい。

4. 結論

本研究では、参与観察を通して見えた問題点を捉え、それを考察し、改善するための提案をした。ここではそれらを児童、保護者、研究機関の研究者それぞれに対してまとめる。

4-1. 児童への提案

まず、児童へ求めることは、夏休み前から日常を観察しておくことである。児童が観察事実から仮説を生成することは可能である。しかしながらその仮説が検証されるに至らなかったのは、初めの動機が実験を「やってみたい」ことだったからだと思われた。もちろん、やってみたい・調べてみたいから始まる研究も多いであろうし、それを否定するつもりはない。ただ、目的が“〇〇してみたい”であるときの結果は“〇〇してみた”で終わるおそれがある。また、何かをしてみた結果として仮説を立てることができたとしても、それを検証するには十分な時間と児童の熱量を必要とする。できれば夏休み前から児童が日常的に観察している「生活と関連」しており、つまりは事前調査の必要ないテーマが設定できるとよいだろう。また、日常生活の観察力を高めるには、「記憶スケッチ」の間違い探しが有効かもしれない。最近は自由研究のためのイベントや本、キットなどでテーマ探しをする家庭も少なくないただろう。しかしそれらはあくまで“手段”である。研究には“目的”がなければいけない。研究前に“目的”をはっきりさせておくことは、研究の流れの明確性や児童の動機づけにも寄与するはずである。

4-2. 保護者への提案

4-2-1. 児童の導き方

保護者に対しては、2つの問題点を踏まえて提案したい。1つは、児童の知識を超えて大人が自身の仮説を検証しようとすることである。保護者は“正しい”方向に導いてしまいがちである。しかし、それは児童が立てる仮説とは異なっていることがあるようだ。その齟齬を残したまま保護者が保護者の仮説を検証しようとすることは児童が研究の主体者でなくなることを意味する。このとき、前提知識を保護者に合わせるか、児童に合わせるかが問題となる。大抵の場合、前者が選ばれるのではないだろうか。しかし保護者の前提知識を児童に教えることは、仮説検証に正解があると児童に思わせてしまうおそれがある。このような正しさへの執着が2点目の問題点である。科学の対象には必ずしも答えはない。例えばチョークの粉と小麦粉で指紋の検出効率がどのくらい違うかは探しても答えが見つからないだろう。世界は硬い知識でできているのではなく、実はわからない部分が大半を占めており、知識とは変えられうるものである。研究とは新しいことであるから、児童は間違った仮説を立てても何らおかしくない。うまく児童に間違わせるためには、児童が得た情報のみから保護者も仮説を立てることである。そして、保護者も積極的に間違えていくことである。逆に言えば、研究を先読みして“いい研究”を目指す必要もないのである。しかし、仮説の検証には専門的な知識や客観的な意見が必要になるかもしれない。その際は本職の研究者に頼ればよい。これは4-3で詳しく触れる。

4-2-2. 自由研究と科学

本研究では科学研究者でない保護者にも、科学を身近な“自分事”として認識させる狙いがあった。それはどれだけ達成できるであろうか。本研究では、少なくとも観察→仮説→検証→観察の科学的な考え方については、すでに保護者は体得しており、意識的にしろ無意識的にしろ、日々の中で使役していると考えている。そしてその考え方を以って児童を導くことも可能であろう。その一方で、自由研究への関与を通して、仮説検証以上の科学的な考え方や科学の限界が見えてくるはずである。例えば、児童と保護者の仮説の違いに見るように、仮説というものは個人の知識や考えられる範囲からしか生まれないのである。また、検証方法を考える際には、直接的に仮説を確かめる術はほとんどなく、大抵の場合は遠回りで一部分しか確かめられないことがわかるだろう。そのため、研究には他者からの視線や意見が必要になる。コミュニティでの議論は研究者の属す学会に通じる。また、検証結果で数値を扱う場合には、その数値に差があるのかどうかの問題になる。これが検定につながる。程度の問題である。

このように、科学という営みは大抵の場合 1 つの実験で「満足」できるものではない。観察から導いた仮説が、仮説の検証方法が、その検証結果の解釈が、妥当かどうかは常に考えられなければならない。そして専門家によるその活動に対しては、他でもない“あなた”の視線が必要なかもしれない。専門家と素人が対等な立場で議論することはその分野を発展させるはずである。

4-3. 科学研究者に求めること

大学や専門学校に所属する研究者には、地域に住む児童に対し、検証方法のアドバイスをする機会を設けることを提案する。高等教育機関が自由研究のイベントを行なう例はこれまでも見られている【吉田、原慎、岩本；渡邊、飯野、福島】。吉田らは、研究室ごとに「ポンポン船がすいすい走るしくみを調べてみよう」、「穴があいても水がもれないペットボトルのふしぎを調べてみよう」など 16 のテーマを予め提示し、募集時に児童に選ばせている【吉田、原慎、岩本】。このようなテーマ先行のイベントは事前準備もでき、開催は比較的容易である。しかし、それが児童自身の仮説検証に寄与できるかは疑問である。カリキュラムが固定されていることで、児童が与えられた枠組みの中での仮説検証しかできないおそれもあり、また、テーマが“〇〇してみよう”であることで“〇〇してみた”ことが児童を満足させてしまったかもしれない。吉田らが開催後に行なったアンケート結果からは、全参加者がイベントに対して「おもしろかった」と感じていたことがわかるが、それがどういう事柄に対する満足度を表していたのかは明らかではない。

一方、渡邊らが開催したイベントは基本的に児童（もしくは生徒）らが持参したテーマに基づいて助言を行なうものであった。渡邊らは持参されたテーマを明確さの段階で 4 つ分類した。最もテーマが明確なグループ I（「実験計画もできている段階で、具体的な材料・方法・まとめ方についての助言を求める」）は全体の 10% 程度、次に明確なグループ II（「研究課題は具体的であるが、実験方法がわからない」）が最も多く半数を占め、「漠然としたテーマはあるが、研究課題や方法がわからない」グループ III は約 30%、「何をテーマに研究をすればよいかわからない」グループ IV はおよそ 10% であったという【渡邊、飯野、

福島]。「漠然としたテーマ」のグループ III は、「興味のある事象や観察実験に用いる装置に着眼した段階で止まっている」テーマが当てはまり、参与観察での A や C の実験はこれに分類できるであろう。しかし、テーマがより明確であるグループ II の児童が、イベント参加者の半数を占めていたことは注目すべきである。明確なテーマを持っていたとしても、その検証には専門家の助けを必要としているのである。より客観的な意見を必要とする検証の過程において専門家が助言をすることは、家庭での議論を有意義にするだろう。

4-4. 本研究の意義

最後に、科学コミュニケーションの文脈から本研究を見ておこう。「仮説実験授業」の板倉は科学者と児童との関わりについてこのように述べている。

仮説が正しければよくあたるようになるのですが、しかし「その仮説がどんな問題にも例外なく適用できる」ということを実証することは不可能です。[...] そこでどうするかというと、子どもたちは自分の仮説をもっているのですから — たとえば「すべての金属は電気を通すのではあるまいか」と思っているところへ「実はそうなんだよ」「実は、君たちもそう思っているらしいけど、君たちの考えている通りなんだな。科学者がいろいろなことを実験したんだけど、金属はみんな電気を通すんだな。電気を通すやつはみんな金属なんだな」 — というふうに教えちゃえばいいんです。[...] そこで、こんな話を聞くと「へえー、なるほどね。ぼくの考えは正しかったんだな。科学者はやっぱり頭いいな。おれたちと同じだな」と思うようになります。

これ、ふつうと違うでしょ。「科学者は頭がいいな。ぼくの考えは正しかったんだな」というんですから。科学者の結論を認めるにしても、「科学者がやったのならしかたがねえや」ということじゃないのですからね。「おれたちの意見と同じなので、だいたい信用できそうだな」というわけなんです。[板倉 pp 18-9]

ここでは、科学者の権威が児童に信頼を与えているのではない。児童が科学者を対等に見て、“意見が同じだから” 信用に値すると考えるのである。本研究は科学者と一般人との対等な対話を目指している。科学という考え方を共有することで、両者が対等になり、権威によってではなく意識の共有によって信頼関係が築かれる社会を目指していきたい。本研究はその実現に向けた第一歩である。

謝辞

本研究は株式会社ツリー・アンド・ツリーの林育恵様のひとかたならぬご厚意の下で行われた。本研究にご理解くださり、快くご協力くださった保護者の皆様、児童の皆様のお力添えなしに、本研究は成り立たなかった。ここに深く感謝の意を表する。また、イベントへの参加を快く受け入れてくださり、林様とお引き合わせくださった NPO 法人市民科学研究室の上田昌文様にも深謝する。本富士警察署の三上様、山本様にもここに感謝の意を表す。突然の問い合わせにもかかわらず、快く取材させてくださった。

東京大学 ALESS 実験室での TA 経験が本研究に大きな影響を与えたのは言うまでもない。非常に短い期間であったが、中嶋隆浩先生、實吉知恵先生には大変お世話になった。

若本祐一准教授をはじめとする若本研究室の皆様にはたくさんの励ましをいただいた。時に専攻よりも本研究を優先することがあったにもかかわらず、暖かく見守ってくださったことに心よりお礼を申し上げる。

科学技術インタープリター養成プログラム特任講師の定松淳先生、江間有沙先生、そして 11 期生の皆様には、この 1 年半大変お世話になった。皆様との議論を通じて理解が深まっていくのを感じ、何よりも有意義で楽しいひとときを過ごすことができた。

最後に、本研究を監督してくださった松田恭幸先生には、遅筆ゆえに多大なるご迷惑をおかけした。それでも面談やメールを通じていただけたご助言やご指導は、本研究に留まらず今後研究を続けていくための糧にもなった。ここに、心からの感謝を申し上げる。

文献

- Benesse. 自由研究のテーマ決め 4 割は子どもが でも 7 割以上が保護者のサポートあり.
2014 年 7 月 30 日. 2017 年 2 月 14 日.
<<http://benesse.jp/kyouiku/201407/20140730-1.html>>.
- . 中学生の自由研究、半数以上が自分で 保護者は陰ながら見守って. 2016 年 6 月 24 日.
2017 年 2 月 16 日. <<http://benesse.jp/kyouiku/201606/20160624-2.html>>.
- Benesse 教育研究開発センター. “初等中等教育研究室 調査・研究データ 小学生の夏休み調査: 小学生の保護者を対象として [2009 年].” 2010 年 7 月 1 日. ベネッセ教育総合研究所. 2017 年 2 月 16 日.
<<http://berd.benesse.jp/shotouchutou/research/detail1.php?id=3266>>.
- NEC. 日付不明. 2017 年 2 月 22 日.
<<http://jpn.nec.com/biometrics/fingerprint/technology/structure.html>>.
- The University Times. “東京大学 グローバルコミュニケーション研究センターの挑戦〈後編〉.” *The University Times* 28 [2013].
- ウィキペディア. 指紋. 2017 年 2 月 2 日. 2017 年 2 月 22 日. <<https://ja.wikipedia.org/wiki/指紋>>.
- ナンシー関. ナンシー関の記憶スケッチアカデミー. 千代田区: 角川書店, 2000.
- 安藤秀俊. “理科の自由研究における教師の認識に関する一考察.” *理科教育学研究* 48.2 [2007]: 127-34.
- . “理科教育における自由研究の再考; 川崎市における取り組みを例とした科学コンテストとしての今日的な意義と役割.” *理科教育学研究* 48.1 [2007]: 1-11.
- 安野光雅. カラー版 絵の教室. 千代田区: 中央公論新社, 2005.
- 岡村秀樹. “一般教育の授業内での自由研究課題の実施.” *日本科学教育学会年会論文集* 37 [2013]: 324-5.
- . “文系学生を対象とした自由研究の実施と科学的思考の理解度.” *日本科学教育学会年会論文集* 38 [2014]: 341-2.
- 海野桃子, 安藤秀俊. “中学校における理科の自由研究の現状: 教科書での取り扱いと中学生の意識.” *理科教育学研究* 50.2 [2009]: 11-9.
- 学研プラス. 指紋の研究. 日付不明. 2017 年 2 月 22 日.
<<https://kids.gakken.co.jp/kagaku/summer/kit8.html>>.
- 吉田正道, *et al.* “夏休み自由研究支援事業の実践とその効果: 有明高専おもしろ研究室体験.” *有明工業高等専門学校紀要* 50 [2014]: 7-13.
- 佐藤綾, 栗原淳一. “子どもが理科の自由研究を進める上で必要とする指導・支援: ウェブ検索解析と小・中学校教科書の比較から.” *教材学研究* 27 [2016]: 143-50.
- 佐藤郁哉. フィールドワーク: 書を持って街へ出よう. 千代田区: 新曜社, 1992.
- 小見喜久治, 戸北凱惟. “小・中学校における理科の自由研究の現状と問題点.” *日本科学教育学会年会論文集* 12 [1988]: 193-4.
- 小川正賢. 科学と教育のはざまで: 科学教育の現代的諸問題. 千代田区: 東洋館出版社,

2006.

植竹紀子, ほか. “理科自由研究データベースと自由研究作品の単元・分野分類法の開発 (III) .” *日本科学教育学会年会論文集* 38 [2014]: 355-6.

竹中正仁, 戸北凱惟. “夏休みの理科自由研究の現状に関する研究 (1) : 児童・生徒、小・中学校教師、父母に対する調査を通して.” *年会論文集* 17 [1993]: 205-6.

渡邊重義, *et al.* “夏休み自由研究相談教室における児童・生徒の相談内容の分析.” *熊本大学教育学部紀要* 63 [2014]: 375-82.

藤垣裕子. “受け取ることのモデル.” *科学コミュニケーション論*. 編 藤垣裕子, 廣野喜幸. 文京区: 東京大学出版会, 2008. 109-24.

板倉聖宣. *仮説実験授業のABC: 楽しい授業への招待*. 4. 新宿区: 仮説社, 1997.

付録 1 研究内容説明書

研究内容説明書

東京大学科学技術インタープリター養成プログラム

東京大学大学院生の副専攻として開講されています。学生が専門の枠を超え、科学や技術の何を・どのように社会へ伝えるかを考える講座です。1年半かけて修了研究を行います。

修了研究概要

- 研究目的

この研究は、自由研究が科学的思考の獲得に寄与するという仮説から、自由研究の有効活用のためのアプローチを提案することを目的としています。具体的には、小学校における自由研究の現状を探ることで、小学校教育においてどのような位置を占めうるかを検証します。

- 研究方法

文献調査とフィールドワークから、自由研究の歴史的背景と現状を調査します。フィールドワークでは実際に自由研究を行う小学生に密着し、その様子を観察しながら効果的なアプローチ法を探ります。また、小学生のお子様のいる家庭へのインタビューを通し、現状の問題点を明らかにします。

付録 2 活動に関する説明書（A、C 用）

1

〇〇 〇様、〇様

2016 年 7 月 13 日

自由研究サポート兼調査活動に関する説明書

● 活動目的

本活動は小学校で課せられる自由研究が円滑に行われることを目指し、(1)以下のような家庭に対するサポートと(2)調査の 2 つの側面を持っています。サポート活動は、

- ・夏休み中の課題に自由研究が必須である、もしくは選択するが、
- ・「研究」のやり方がわからない、もしくは進め方に困っている・困った経験があり、かつ、
- ・共働きなど家庭の都合で、夏休み中課題にかけられる時間が少ない

ような家庭への支援を目的としています。なお、サポート活動中に得られた記録は、調査結果として活動者の修了研究にまとめられます。

● 確認事項

(1) サポートについて

- ☐ 研究の主体はあくまでもお子様です。宿題代行ではありません。
- ☐ 研究テーマや研究方法はお子様と相談の上決定します。かかる費用は保護者様に確認いたします。
- ☐ 自由研究がお子様の成績として「よいもの」となる保証はありません。
- ☐ 交通費を含む金銭的やりとりは一切行いません。
- ☐ お子様・保護者様、あるいはこちらが「いやだ」と感じた場合はいつでも終了いたします。こちらの希望の場合は必ず事前にご説明いたします。お子様・保護者様の希望の場合はアンケート（添付資料 1）などで理由をお聞かせ願います。
- ☐ 日程・期間や実施場所は、あらかじめ相談の上決定し、その範囲内で行うこととします（添付資料 2）。キャンセルになった場合、埋め合わせはいたしません。
- ☐ 以下 2 点をご用意いただきたく思います。
 - ・自由研究専用ノート（大きいサイズが望ましいが、B5 サイズでよい。罫線等自由。）
 - ・油性ボールペン（消せないもの）

(2) 調査について

本活動は活動者の修了研究における調査も兼ねています。そのため、活動中は以下に挙げるような形で記録を取らせていただきます。記録方法に関しまして不都合があるものは、事前にご指摘くだされば検討いたします。

- ☐ 課題作成中の様子のメモ、録音、写真・ビデオ撮影（お子様の姿、制作物含め）。ただし画像を調査結果として使用する場合は、解像度を下げるなど個人が特定できない形に加工します。
- ☐ 保護者様に対するインタビューの録音。
- ☐ その他サポートの際に必要な資料などの参照、記録。

得られた調査結果は目的以外には使用いたしません。また画像・録画、その他個人情報を修了研究などで使用する場合は、事前に必ずお子様・保護者様のチェックを受けることとします。その際に許諾がいただければ使用することはありません。

● 問い合わせ先

何かが不明な点がありましたら、下記までご遠慮なくお尋ねください。

足立 理央（あだち りお）

東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 修士課程 2 年

科学技術インタープリター養成プログラム 11 期

mail:

tel: XXX-XXXX-XXXX（足立携帯）

東京大学 科学技術インタープリター養成プログラム

<http://science-interpreter.c.u-tokyo.ac.jp>

同意書
(家庭保管用)

自由研究サポート兼調査活動について説明を受けました。これに同意します。

年 月 日

(お子様) _____

(保護者様) _____

(調査学生) _____

緊急連絡先 (TEL) _____

----- (キリトリ) -----

同意書
(学生保管用)

自由研究サポート兼調査活動について説明を受けました。これに同意します。

年 月 日

(お子様) _____

(保護者様) _____

緊急連絡先 (TEL) _____

(調査学生) _____

添付資料 1

終了後アンケート

● これまでの自由研究について

1. どのような点で苦劳しましたか。

2. 製作にあたり、最も重要視していた点は何ですか。

● 今回のサポート活動について

1. サポート内容で評価できる点を教えてください。

2. サポート内容で改善すべき点を教えてください。

● その他、お気付きの点やご質問・ご意見等がありましたら、以下にお願いいたします。

添付資料 2

日程表

月	火	水	木	金	土	日
7/11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
8/1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	9/1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

付録 3 活動に関する説明書 (B 用、2 ページ目)

2

(2) 調査について

本活動は活動者の修了研究における調査も兼ねています。そのため、活動中は以下に挙げるような形で記録を取らせていただきます。記録方法に関しまして不都合があるものは、事前にご指摘くだされば検討いたします。

- ☐ 課題作成中の様子のメールや、文書での記録。
- ☐ 保護者様に対するインタビューの録音。
- ☐ その他サポートの際に必要な資料などの参照、記録。

得られた調査結果は目的以外には使用いたしません。また画像・録画、その他個人情報を修了研究などで使用する場合は、事前に必ずお子様・保護者様のチェックを受けることとします。その際に許諾がいただければ使用することはありません。

● 問い合わせ先

何かご不明な点がありましたら、下記までご遠慮なくお尋ねください。

足立 理央 (あだち りお)

東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 修士課程 2 年

科学技術インタープリター養成プログラム 11 期

mail:

tel: XXX-XXXX-XXXX (足立携帯)

東京大学 科学技術インタープリター養成プログラム

<http://science-interpreter.c.u-tokyo.ac.jp>

付録 4 研究ノート の例 (A 用)

研究ノートの例		メモ	<わかったこと・わからなかったこと>
○○年○月○日 <目的> △△が▲▲かどうかを確かめる。 <方法> □□で調べる。 本・インターネットの 場合は本の題名・筆者名、 サイト名も書く。 実験をする場合は手順も 詳しく書く。 <結果> 「△△は▲▲でなく▼▼だ」と、 『□□』という本に書いてあった (○ページ)。 事実だけを 書く。 図、写真など		結果からわかったこと をまとめる。 助言をもらったら書く。 いつ、誰からの助言か 明らかにする。 <もらったアドバイス> <明日やること>	
		確認者の名前	

研究ノートの約束

- 1、研究中に気になったことは、細かいことでも書く。
- 2、水に濡れても消えないよう、油性のボールペンを使う。
- 3、間違えた時は線で消して、近くに書き直す。修正液は使わない。
 例) 正しい
 これはまちがいです。
- 4、事実と考えは必ず分ける。
- 5、研究を進めた日は、家の人にノートを見せて、確認してもらう。

付録 5 ワークシート

(1) 本をしらべる

(2) じょうけんをそろえて、かんさつする

(3) けっかをまとめて、考える

かえるもの

どうしてうまくいった？

かわるもの

どうしてうまくいかなかった？

→どうしたら、たしかめられる？

平成 28 年度

東京都小学生科学展

ぼ し ゅ う

作品募集のお知らせ

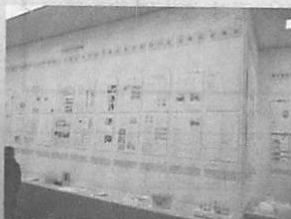
東京都小学生科学展とは

東京都小学生科学展は、全都の理数好きの小学生が、自ら決めたテーマについて深く研究した成果を展示・発表することを通して、理数についての能力を高め、理数好きの児童を更に増やすことを目的としています。平成27年度から開催し、今年度で2回目を迎えます。

平成 27 年度の概要

区市町村ごとに代表作品が1点ずつ選ばれ、61点の出品がありました。

平成27年度の東京都小学生科学展は、平成28年2月9日（火）から14日（日）に、東京都美術館（台東区）で公立学校美術展覧会と同時開催しました。期間中は、61作品を展示するとともに、出品した各区市町村の代表児童がそれぞれ口頭発表を行いました。



【展示の様子】



【口頭発表の様子】

各区市町村の代表児童の声

- ・ 知らない人たちの前で発表をするのは初めてで緊張したけど、とてもいい経験になりました。東京都小学生科学展のおかげで、観察や実験をすることがもっと好きになりました。
- ・ 他の友達の口頭発表を聞いて、東京都の中に、こんなにすごい小学生がいるんだと思いました。また、いろいろなまとめ方や発表の仕方があることを知りました。
- ・ 今まで、科学について深く考えることがなかったけど、東京都小学生科学展に参加して、生活の中から疑問を見付けて、理由などについて考えることの大切さを学びました。
- ・ 学校の理科の学習以外で実験をする機会がなかったので、とても楽しかったです。小学校での研究は、今回が最後になりましたが、中学生になっても研究を続けたいです。

「平成27年度 東京都小学生科学展」の概要及び各区市町村の代表作品を東京都教育委員会ホームページに掲載しています。

<http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/buka/shidou/risuu06.html>



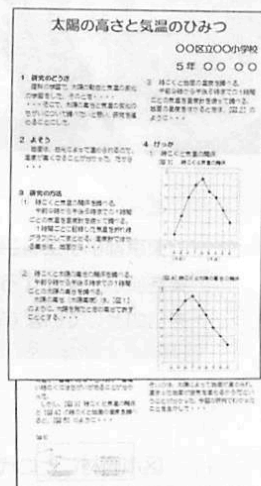
「平成28年度 東京都小学生科学展」の作品について

1 作品の内容

- 東京都内の公立小学校に在籍する1年生から6年生の子どもたちが、自分で決めたテーマについて研究した成果を表したものとします。
- 理科、算数、科学技術など、理数に関する内容であるものとします。

2 作品の大きさやまとめ方

- 研究内容をA3判縦2枚の紙にまとめたものを学校に提出します。これより大きいものや小さいもの、枚数がちがっているものは受け付けられません。
- 手書きだけでなく、パソコンを使うこともできます。また、写真や図、表なども貼り付けることができます。



調べたことを、A3判縦2枚の紙にまとめるんだね。
そのほかのくわしいきまりについては、学校の先生に聞いてみましょう。

「平成28年度 東京都小学生科学展」での展示と発表について

- 区市町村ごとに代表となる作品を一点ずつ選んで、展示します。

展示期間 平成29年1月13日(金)～16日(月)
場 所 日本科学未来館(江東区青海2-3-6)

- 展示期間中の、1月14日(土)と1月15日(日)のうち、各区市町村の代表児童は、一人一回10分程度の発表を行います。
- 区市町村の代表となった児童の作品は、科学展終了後、氏名、所属校名とともに作品のPDFデータを東京都教育委員会ホームページに掲載します。また、作品をまとめた作品集を作成して、代表児童、都内全小学校等に配布します。

問い合わせ先

東京都教育庁指導部義務教育指導課 東京都小学生科学展担当

所在地 〒163-8001 新宿区西新宿二丁目8番1号

電話 03-5320-6841 ファクシミリ 03-5388-1733

※ 区市町村の募集方法につきましては、区市町村教育委員会にお問い合わせください。

インタープリター養成プログラムを受講して

科学コミュニケーターになりたい、なんて漠然と考えていた。大学時代に所属していた研究室が科学コミュニケーションに熱心であったので、その影響が大きかったかもしれない。夏休みのイベントでダンゴムシの迷路を児童に解かせたり、大学祭でバナナの DNA 抽出実験をしたり、大学 3・4 年次はそれなりに科学コミュニケーションに携わる機会があった。学芸員課程では微生物博物館の企画もした。これらは人目を惹くイベントだったが、内容はどちらかといえば雑学的で、なぜこの情報を対象に伝えるのか、伝えるべきなのか、個人的にはその目的が不明瞭なままだった。

同時期、就職活動に失敗した。そのときに強く感じたのは、“面白く” 伝えることに興味があっても、伝えるべきコアが自分の中になかったことだった。社会に出る目的もなく、専門性も低い。このままではもし社会人になれたとしても、何もできないのだ。自分の空っぽさを痛感し、コアを作るために大学院進学を決めた。そして幸運にも今の研究室に拾ってもらえることができ、東京大学に進学した。

インタープリター養成プログラムについて知ったのは、確か専攻のオリエンテーションのときだったと思う。確固とした目的があったわけではない。ただ、科学コミュニケーションに通じそうだと、興味を惹かれて応募した。プログラムの授業が始まって最初に驚いたことは、東日本大震災を契機に科学コミュニケーションに興味をもった受講生が多かったことだ。そこにあった問題意識は、私がそれまで抱えていなかった「科学の何を伝えるか」であった。またしても伝えるべきコアの壁に当たったのである。

科学の何を伝えるか—おそらくそれまでに経験してきた類の科学コミュニケーションではカバーしきれないものなのだと、プログラムを通じてわかってきた。いや、対象と科学“で” コミュニケートするのではなく、対象に科学“を” インタープリットする意義がようやくわかってきたのである。修了研究に出てきたモチーフは、ほとんどがプログラム中の授業で着想を得たものである。黒田玲子先生の授業で ALESS（東京大学の理系 1 年生が履修する授業）を題材にプレゼンしたことは、“科学的” として何を教えたいのかを考えるきっかけになった。大島まり先生の授業では、佐倉統先生から、脳科学の知識があるはずの学生が誤った説明文を正しいと認識してしまう話を、関谷直也先生からは福島県産食品の風評被害についての現状を聞いた。前者は“科学的な” 言葉が理解を阻む例、後者は“科学的な” データが信頼されない例として対照的であった。“科学的” な知識をもっているでもそれらがうまく使われないことがあるのだ。知識の伝授だけでは足りない、考え方が重要なのではと考え始めたのはこの辺りである。また、考え方を教える題材として、自由研究に着想したものもこの授業においてであった。さらに、中村征樹先生の研究倫理の授業は、問題を“他人事” でなく“自分事” に置き換えることが、問題認識として重要ではないかという考えが補強するものだった。

科学コミュニケーターでもなく、科学技術インタープリターでもなく、科学インタープリターになりたい。今はそう思うようになった。そのためのコアを、プログラムを通して得られたのだ。修了研究で、やっと自分のやりたいことが、やるべきことが見えてきた。胸を張って社会に出たい。

