

科学技術体験合宿「体験サイエンス・サマーキャンプ」の実施と考察

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-03-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 浅原, 雅浩, 佐分利, 豊, 藤井, 豊, 西田, 昭徳, 伊佐, 公男, ASAHARA, Masahiro, SABURI, Yutaka, FUJII, Yutaka, NISHIDA, Akinori, ISA, Kimio メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10098/1644 |

科学技術体験合宿「体験サイエンス・サマーキャンプ」の実施と考察

福井大学教育地域科学部 浅原 雅 浩
福井大学教育地域科学部 佐分利 豊
福井大学医学部 藤井 豊
坂井市立三国西小学校 西田 昭 徳
福井大学教育地域科学部 伊佐 公 男

平成18年8月に1泊2日の小中学生を対象とした科学技術体験合宿事業を行なった。算数・数学、物理、化学、地学の4領域からトピックス的なテーマを取り上げ、実験と考察を通じた科学理解を深めることを目的として実施した。ティーチングアシスタント(TA)として学部2、3年生が参加し、小中学生に対する実践的教育の場としても活用した。実施内容に関して、参加者およびその保護者に対するアンケート調査を行ない、事業評価もおこなった。

キーワード：サイエンスキャンプ、算数・数学、物理、化学、地学、小学生、中学生、ものづくり

1. はじめに

近年、青少年をはじめとする国民の「理科離れ」「ものづくり離れ」「科学技術離れ」が指摘され続けている中、我が国は、科学技術の振興により、豊かな国民生活や社会経済の発展及び産業の国際競争力の向上を実現する「科学技術創造立国」を目指している。¹⁾

そこで、内閣府および文部科学省は、科学技術、理科・数学(算数)に対する興味・関心等を育成することを目的に、小学校、中学校、高等学校、中等教育学校、盲学校、ろう学校及び養護学校(現特別支援学校)の児童生徒を対象とする合宿形式の学習活動を実施する団体・機関への支援を行う事業を独立行政法人科学技術振興機構(JST)の支援により実施することとした。²⁾

これまでに、福井大学教育地域科学部では、福井県内で実施される青少年のための科学の祭典³⁾、サイエンスワールド、出前科学屋台事業、福井大学一日遊学などの科学イベントをはじめとする事業等、主に小中学生を対象とした科学啓発事業に参画してきた。更に、福井大学では、文部科学省が実施し、平成18年度以降JSTの支援事業となった「サイエンス・パートナーシップ・プログラム(現サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト, SPP)」事業⁴⁾も平成14年度以降、中学生および高校生を対象として、発展的・応用的な科学啓発活動に取り組んできている。この1プログラムについては、昨年度福井大学教育実践研究にその詳細を発表した。⁵⁾

今回、平成18年度に初めて公募された「科学技術体験合宿」事業を活用し、社団法人日本理科教育振興協会と国立大学法人福井大学が共催して「体験サイエンス・サマーキャンプ」事業⁶⁾を実施したので、実施までの過程、実施内容、実施後の参加者および保護者アンケートの結果について述べる。

2. 経緯

前述したような科学啓発事業のうち、科学イベント類は、小学生から一般までが対象ではあるが、通常、結果として小学生とその保護者に限定される場合が多い。実施内容も驚きを与えるものや科学の不思議を感じさせるテーマが中心となり、様々な分野のテーマを短時間で体験できる特徴がある。この特徴は、科学や技術に対する興味関心を一時的に啓発することや面白いと思わせることに効果があると考えられている。

一方、最近、文部科学省が推進しているスーパーサイエンスハイスクール(SSH)事業⁷⁾、SPP事業および目指せスペシャリスト事業等は、科学や技術に興味関心の高い中高生(主に、高校生)に対して、更に一歩進んだ啓発を行なうことを目的として行なわれている。いわば興味・関心の高い生徒の興味関心を更に高めることを目的としている。同様の効果を期待する事業として、高校生を対象としたサイエンスキャンプ事業⁸⁾も精力的に開催されており、大学、研究所、および企業などが、春、夏、冬の長期休暇期間に2泊3日の公募事業として継続実施されている。

これらの小中高生を対象とした様々な形態の事業は、相補的な関係にあり、科学に対する興味関心を高めるという点で一致し、ここ数年公募事業自体がブラッシュアップされながら継続的に実施されている。

しかし、高校生に加えて小中学生を対象に含めたサイエンスキャンプ事業は、著者の知る限りこれまでにはなく、新しい形態の調査研究として平成18年度よりJSTによって公募⁹⁾により実施されることとなった。これまでの一過性的な単に面白さと驚きを追及するような試みではなく、小中学生に対してもじっくりと腰を据えた「学び」を中心とした科学啓発プログラムの開発と実施

に基盤を置いている。

3. 平成18年度実施例

日本理科教育学会の呼びかけにより、日本理科教育振興協会（以下、理振協会）と6つの国立大学法人がそれぞれ共催で、サイエンスキャンプ事業を企画し実施することとなった。対象、開催機関、日時および事業名は以下の通りである。

○ 小学生・中学生対象

(1) 岐阜大 8月11日(金)～12日(土)
「2006 サマーキャンプ in ぎふ」

(2) 福井大 8月11日(金)～12日(土)
「体験サイエンス・サマーキャンプ」

○ 中学生対象

(4) 琉球大 9月16日(土)～17日(日)
「中学生サイエンス・サマー・キャンプ」

○ 中学生・高校生対象

(5) 和歌山大 9月30日(土)～10月1日(日)
「サイエンスキャンプ in 和歌山」

○ 高校生対象

(6) 愛知教育大 8月24日(木)～25日(金)
「高校生サイエンス・サマー・キャンプ」

愛知教育大学で実施された内容については、愛知教育大学教育実践総合センター紀要に詳しく報告されているのでそちらを参照されたい。⁹⁾

4. 国立大学法人福井大学「体験サイエンス・サマーキャンプ」



図1. 教育地域科学部2号館入り口での集合写真

福井大学では、(1)理科・算数・数学の未来が体験できます、(2)ものづくりを通して知的興奮を味わえます、および(3)自然と科学を探求する楽しさを実感できます、の3つを共通テーマとし、算数・数学、物理、化学、地学の4分野を選択し、小学校5、6年生および中学生を対象として福井市およびその近隣市町を中心に公募し、更に、福井新聞紙上にて県内全域に公募を行なった。大まかなプログラムは次の通りである。

第1日目 8月11日(金)

10:00～10:30 受付(福井大学文京キャンパス)

10:30～11:50 開講式(挨拶:福井大学長、理振協会常務理事)・ガイダンス(講師・スタッフ紹介、諸注意、安全教育)・参加者自己紹介

12:00～13:00 昼食(福井大学生協)

13:00～14:30 実験1

14:45～16:15 実験2

17:00～17:45 天体基礎学習(福井県青年館)

18:00～19:50 夕食・入浴

20:30～21:30 天体観測(福井市自然史博物館)

22:30～ 消灯

第2日目 8月12日(土)

7:00～ 起床

7:20～8:00 朝食

8:45～10:15 実験3

10:30～11:30 実験のまとめと討論

11:40～12:05 閉講式(代表世話人挨拶、修了証書授与)

12:15～ 昼食(福井大学生協)の後、解散
講義・実験実習テーマ

① 算数・数学分野(図形と数の不思議)

担当 佐分利 豊 教授, TA 3名

② 物理分野 (ICデジタル回路)

担当 工学部技術部 4名, TA 2名

③ 化学分野 (模型で学ぶ分子)

担当 藤井 豊 助教授, 浅原雅浩 助教授, TA 2名

④ 地学分野 (天体基礎及び観測)

担当 西田 昭徳 教諭, 宇野 秀夫 教諭, TA 7名

1日目に2コマ2日目に1コマ計3コマの90分授業を設定した。参加者34名を3つのグループに分けて、ローテーションで、算数・数学、物理、化学の3つのテーマをすべて体験する形式とした。すなわち、11～12人という実験実習指導にはちょうどよい少人数クラスを実現した。地学分野は、夜間に天体観測を準備していたため、34人クラスで一括実施した。この際、3つのテーマそれぞれの専属であったティーチング・アシスタント(以下TAと略記)をこの時間には全員補助者として配置した。実験実習を中心に実施するため、今回の事業では参加者約4名に1人程度のTAを含めた指導者を配置する手厚い指導体制をとることとした。講師陣は、小中学生に対する実験実習指導経験を有する者かつ体験やものづくりを通じた科学啓発に理解のある者とした。現職小中学校教員にも参画いただき、宿泊指導等に関する適切な助言が得られる体制を整えた。TAとして、教育地域科学部理数教育講座の学部生を採用し、科学啓発の一つの手法を学ばせると同時に、合宿研修における子ども理解の経験を積ませることも目的の一つとした。小中学生に対して、応用的な科学学習の手助けをどのように行なえばよいか、言い換えると「学びのファシリテーター」としての力量形成の場としても捉え、TA自らが指導者としてのあり

方を学び取ることも期待した。

5. 実験実習内容

(1) 算数・数学分野（図形と数の不思議）

本実験実習では、算数・数学を学ぶ意義を伝えられ、それを学ぶ喜びを実感できるようなカリキュラムをねらった¹⁰⁾。算数・数学が得意であるとか、もともと好きであるという人々にとっては、その理論的思考を行うことそのものが喜びであり、これまでの伝統的数学学習それ自体に喜びを感じることができていたのであろうと思われる。しかし、それ以外の人々にとっては、形式的な数学学習によって、数学学習の意義を見出すことは困難なことであるように思われる。ここでは、三平方の定理を「学び手の生活空間との関わり」において、かつ「世界的な文化史の中で果たしたであろう役割」と、「その発見から数千年たってもなお科学研究の中で果たした重要な役割」などについて、学び手の体験的・発見的学習も取りまぜて紹介することとした。

具体的なカリキュラムの展開は、次の通りであった。まず、学び手の身のまわりにある「直角はどのようにして作られているのだろうか」との問いかけをもとに、直角への関心をひきだす。

そこで、世界各地の古代遺跡に見られる直角構造を写真で紹介し、人間がきっちりとした直角を作ることができるようになったのが、5, 6千年前（あるいは早くも1万年前?）のことであったらしいことを学んでもらった。

次に、人々は直角をどのようにして作ったのかを探るため、各自に方眼用紙を渡し、それぞれ自由に直角三角形を5つ描いてもらい、それぞれの3辺の長ささとそれらを2乗した値を表に記入してもらった。さらに、それらのデータに観測される共通した「事実」を見つけようとの課題により、直角三角形の三辺の間に成り立つらしい関係式（三平方の定理）を発見してもらった（図2）。



図2. 直角三角形のデータ記入。

そこで、皆が発見した三平方の定理が本当に成立するのかどうかという問題を提起し、モザンビークのゲルデスによる「アフリカの各地で使われている草木の葉を使った細工物に現れる文様をもとにした三平方の定理の発見的考察」¹¹⁾を紹介した。この考察は、その意外性と明快性により、学び手の胸にストンと落ち、かつ印象に残

るものであったように思われる。加えて、この事例が「数学が人々の生活との関わりを通じて築き上げられてきたものようである」との歴史認識の形成に効果的なのではないかと期待している。このようにして、直角を作るためには、三平方の定理を用いるとよいこと、実際に、エジプトでは三辺の長さが3, 4, 5である三角形を使って直角を構成していたらしいということ、更に、他の地域でも独自に直角の構成法を発見していたのであろうということも紹介した。

これをもとに、もう一つの数の不思議として、「正方形の対角線」という身近な題材を取り上げ、 $\sqrt{2}$ という難しい数について電卓検証実験を交えて紹介をした。これまでの記号では表現不可能なので $\sqrt{2}$ という新しい記号を用いて表示しているとも同時に紹介した。

さらに、「数学の定理がひとつの事象だけに有用であるということはない」ことを示す一例として、三平方の定理がニュートンの万有引力説の研究で果たした役割を紹介した。まず、ゴムヒモにつけたボール（図3の点線囲い部分）を回してもらった後に、「ゴムヒモのようなものが見えないのに、あらゆる物体どうしが互いにひっぱり合っているなどという奇想天外な考えがどうして信じられるようになったのだろうか」という問題を提起した。

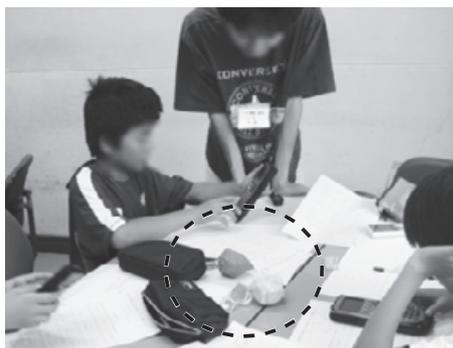


図3. ゴムヒモにつけたボール。

ニュートンに至る天文学の歴史について、コペルニクス、チコ・ブラーエ、ケプラー以前のイスラムの人々の天体観測と天体運動に関する考察から簡単に紹介した。ケプラーによる「惑星が太陽のまわりを楕円軌道を描いてまわっている」との描像がえられたところでニュートンが登場し、そのことを彼の万有引力説を用いて証明したことにより、万有引力説が一般に支持されることとなった旨の話をした。

実際に、ニュートンが行った計算の基礎となったこととして楕円方程式に関する知識があり、それが三平方の定理から簡単に導かれるということを説明し、一つの数学的知識が多方面の事象の理解と結びつきうることの証拠として紹介し、講義を閉じた。

なお、本サマーキャンプの最年少者は小学校5年生であったが、座標や円方程式などの話も単純な形での紹介であれば、ある程度聞いてもらえるということも確認

できたように思われる。

最後に、本講を次のように結んだ：

- この学習では、時間的にも地域的にも、できるだけ広い範囲の人たちの知的活動を紹介した。
- つまり、時間的には、ほぼ数千年にわたる人類の知的活動（のごく一部）を振り返った。
- また、地域的には、アフリカ、アラブ、ヨーロッパ、東アジア、およびアメリカ大陸に跨っていた。
- つまり、今日の学問形成の基礎には、ここで学んだことを含めて、世界各地のたくさんの知的活動があるのだということを知って欲しい。
- 私たちは、異なる地域の人々といがみ合うのではなく、それぞれのすぐれた点を学びあうことで、もっともっと豊かな文化を生みだすことができるのだということを中心に刻みたい。

(2) 物理分野（I C デジタル回路）

実験実習は、本学工学部技術部に属する技術職員4名の協力により実施した。

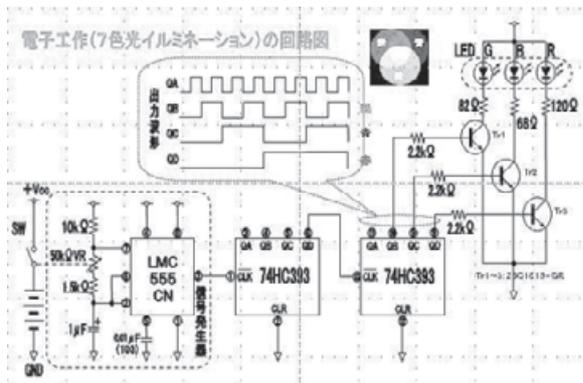


図4. 七色光イルミネーションの回路図。

本実験テーマでは、デジタルI Cや発光ダイオード、コンデンサなどの電子部品を記号で表した回路図(図4)にしたがってプリント基板上に部品を取り付け、これらをハンダ付けて組み立てる電子工作にチャレンジしてもらった(図5)。この体験を通して、ハンダ付けの技術や電子部品の知識などを学んで科学技術に興味を持つとともに、ものづくりの楽しさと自作したものが動作した時の感動を味わってもらうことを目的とした(図6)。

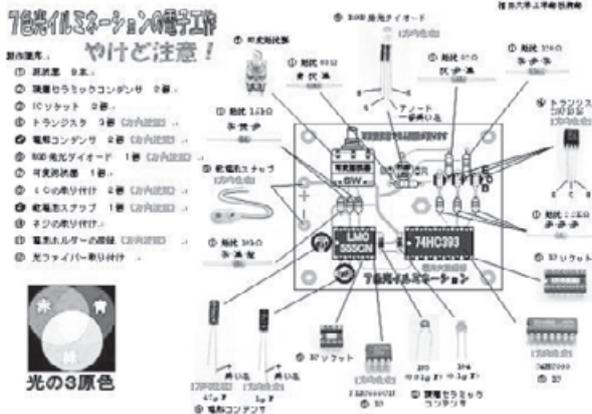


図5. 七色光イルミネーション作成の模式図。

これをきっかけとして、今後もいろいろな電子工作キットに挑戦してもらおう足がかりとなることも期待している。

今回の電子工作キットでは、光の3原色である赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の光を出す発光ダイオード(LED)を、デジタルI Cを使って7色に光らせるものであった。最後に、この発光ダイオードの先端にプラスチック光ファイバーを取り付けて光イルミネーションを完成させた(図6)。

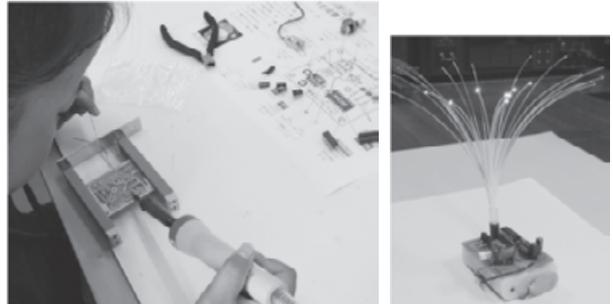


図6. 実際のはんだ付けの様子および完成品。

実験実習時間が90分であったため、少し挑戦的な製作体験とした。グループによっては、時間が足らず、やっと製作が完了するところで終わり、製作後の講義(ディスカッション)時間が取れないところもあった。「ものづくりをキーワードとする学び」を中心とするプログラムの中で中心的な役割を演じていた。特に、小学校5年生から中学2年生までの参加であったが、「はんだ付け」の経験がない者が多かったことが印象に残っている。科学技術を支える研究者・技術者養成の第一歩と捉えることのできる「はんだ付け」を是非、大学入学までに一度は体験させたいと強く心に感じた。

なお、本キャンプ実施後、参加者により大切に保管されていた割合が高いものが、この電子工作による七色のイルミネーションであった。

(3) 化学分野(模型で学ぶ分子)

化学分野では、本学医学部藤井助教授の開発した「分子模型作成キット」¹²⁾に、7つの学会の監修により文部科学省が製作した「一家に1枚(元素)周期表」¹³⁾を組み合わせ、物質の成り立ちについて、元素名と模型作成を通じて理解させる試みを実施した。



図7. 分子模型作成風景。

実験実習の始めに、一家に1枚周期表を用いて、物質は、約100種類の元素から成り立っていること、原子の世界はナノワールドであること、原子は粒でそれぞれ大きさが異なることを紹介した。続いて、福井大発ベンチャー企業である福井ウルテック社の「分子模型作成キット」^{14,15)}を用いた分子模型作成体験へと展開した。この模型は、福井医科大学（現福井大学医学部）の基礎教養科目を教えるために開発してきた教材であり、使用方法により、小学生から大学基礎および一般の再教育や科学啓発にまで活用可能な教材となっている。発泡スチロール球を原子に見立て、更に、爪楊枝様の木片を化学結合に見立てて、分子を作成する（図7）。作成の際、“ポインター”という道具（図8）を使用することがこの模型の特許である。このポインターは、単なる作成のための道具とも捉えることができるし、また、sp², sp³などの混成軌道概念¹⁶⁾を定着させるための教育手段とも捉えることができる。



図8. ポインター.

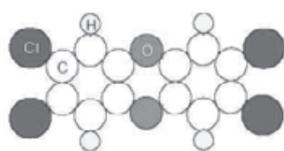


図9. ダイオキシンの構造.

今回、環境問題について考える手がかりの一つとして、参加者全員に「ダイオキシシン」(図9)を作成してもらった。続いて、グループごとに、異なる分子模型：食塩、タウリン、またはプロパンとエタノールを作成してもらった(図10)。いずれも、家庭に帰ってから保護者の方々とサマーキャンプの思い出を会話するときの話題となりえ、かつ簡単に作成できるものを選択した。

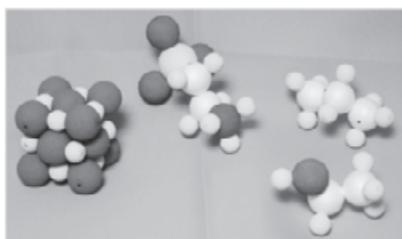


図10. グループごとに作成した異なる分子模型. 左から食塩、タウリン、プロパン、右下はエタノール.

原子や分子を初めて学習するのは中学校であるし、それらが粒子でできていることを学習するのも中学校である。教科書で学ぶ前に、発泡スチロール球を原子に見立てた分子模型教材で「ものづくり的アプローチ」により学習することは、楽しみながら原子の粒子概念や物質(分子)の成立ちを学ぶことになり、有効性があることをあらためて認識した。後述するアンケートからも分かるように、元素について学ぶ一つのきっかけとなったと感じている。

(4) 地学分野 (天体基礎及び観測)

地学分野では、合宿研修の特徴を最大限に活用するた

め、天体観測を主とした。今回のキーワードの一つは、ものづくりであるため、天体基礎の時間に参加者各々がMy望遠鏡(市販品のスピカと三脚¹⁷⁾)を作成し、夜の観測会に備えた。講師は現職小中学校教員の方をお願いした。地学分野に限り、34名1クラスで実施した。この時間にはTA7名全員が、補助者として参加し、大人数のものづくり授業に備えた。地学分野に関しては、事前打合せをほとんどおこなっていなかったため、臨機応変に対応してもらうしかないにも拘らず、1時間という短時間で何とか完成にこぎつけた。

講師、TAと参加者合同の夕食、参加者の入浴と歯磨きを終えた後、自作の望遠鏡を持って、バス2台に分乗し、足羽山の福井市自然史博物館(五藤光学製 20cm屈折赤道儀望遠鏡を装備)での天体観測会に望んだ。

一足先に準備に取りかかった講師は何とか望遠鏡での観測ができたが、観測会開始30分前から曇り始め、観測会の間はほとんど曇り空であった。急遽、望遠鏡の構造解説会と自作の望遠鏡の使用説明会へと変更した。天候不良のため、自作の望遠鏡も天文台の望遠鏡もその正規の能力を生かすことなく観測会は終了した。運よく当日の当該時間が、三国地区の花火大会と重なったため、参加者は花火へのピント合わせを楽しんだ。

講師は、雨天の際はコンピュータシミュレーションによる星の明るさの評価をおこなうプランも準備しており、ぎりぎりまで判断に困る観測会の部となった。

実際、めったに機会のない星の観測会を楽しみにしていた参加者も多く、参加者の要望と天候に左右されるプログラムの企画の難しさをあらためて認識した。

6. 参加児童・生徒に対するアンケート調査

体験サイエンス・サマーキャンプの締めくくりとして実施した「実験のまとめと討論」の時間を活用してアンケート調査をおこなった。回収した母数は32名であり傾向を分析した。

(1) 参加者の内訳について

| | 小5 | 小6 | 中1 | 中2 |
|---|----|----|----|----|
| ① | 10 | 14 | 4 | 4 |
| ② | 21 | | 11 | |
| | 男子 | | 女子 | |

- ① 学年を教えてください。
- ② 性別を教えてください。

割合として、約4分の1が中学生であったため、3つの実験実習グループおよび宿泊の部屋にバランスよく配置し、各実施単位においてリーダー的存在になってもらうようにした。また、男女比の関係から、実験実習は、男子を2グループ、女子を1グループとした。

(2) 実施テーマの評価について

| | | | | | |
|---|-------|------|----|------|---|
| | | 期待以上 | | 予想通り | |
| ③ | | 25 | | 3 | 4 |
| | 算数・数学 | 物理 | 化学 | 地学 | |
| ④ | 11 | 39 | 26 | 24 | |
| | 算数・数学 | 物理 | 化学 | 地学 | |
| ⑤ | 37 | 23 | 28 | 22 | |

- ③ 実験内容は、期待どおりでしたか
 ④ どのテーマがおもしろかったですか。()内に、順位を付けてください。
 ⑤ どのテーマが勉強になりましたか。()内に、順位を付けてください。

実験実習内容については、どの学年の児童・生徒に対しても一定の評価が得られたものと考えられる。それぞれのテーマに関する感想については、次に列記する。質問④および⑤では、回答者は1～4までの順位を記入している。1位を4点、2位を3点、3位を2点、4位を1点として集計し、全体を100としたときのそれぞれの割合をグラフ化して評価した。従って、順位が高いほど高い数値を示すことになる。作業が多く含まれるテーマや創作物のできる達成感の得られるテーマほど「おもしろい」と感じ、学びを中心とするテーマほど「勉強になった」と捉えられている。物理のテーマは、はんだごてを使用した回路作成にほとんどの時間を費やし、学びの過程に供する時間が少なくなったため、「勉強になった」と答えた割合が低下したものと考えられる。地学(天体)に関しては、当日の夜空が曇ったため、自作した天体望遠鏡と天文施設の望遠鏡の比較など実施して興味関心を引出す部分が不十分となってしまったため評価がいずれも低くなっていると考えられる。

(3) 各テーマおよび全体の感想について

- 参加者に、各テーマについて感想を書いていた。 ()内は、学年と同様の内容の回答者数を示し、回答者が1名の場合の“-1”は簡略化のため削除している。
 <算数・数学(図形と数の不思議)>
 ○ 三角形のあることがわかった(中2)
 ○ 楽しかった(小5)
 ○ ピタゴラスの定理がわかってよかった(中2)
 ○ 難しくわかりにくかった(小5-2, 小6-4)
 ○ 話が多くて難しかったけど勉強になった(小6, 小5)
 ○ 直角を作るにはどうしたらよいかなどすごく勉強になることを教えてもらい楽しかった(小5, 小6-3, 中2)
 ○ 一万年以上も前から直角が使われていたことや表を使って直角を作るやりかたがわかって勉強になった(中1)
 ○ 直角ができてある写真がすごいと思った(小5)
 ○ 直角のきまりはよくわからなかったけど楽しかった(小5)
 ○ 最初はわからないと思って臨んだが、分かりやすく周りの

皆とも仲良く話せて楽しかった(中1)

- 4ヨコ、タテ、ナナメの法則が勉強になった(小5, 小6-3)
 ○ いろんな発見ができた(小6)
 ○ 夏休みの数学図形レポートの宿題にもってこいだ(中1)
 ○ いつも見てる三角形が奥が深い意味があったと初めて気付いた(中1)
 ○ $\sqrt{10}=5$ など難しい計算も楽しくできた(小5)
 ○ ルートがわかった(中2)
 ○ 三辺方の定理がよく分かった(小6)
 ○ 佐分利先生がまだ習っていないことを詳しく教えてくれたのでとても勉強になった(小6)

<物理(ICデジタル回路)>

- 最初は光が出なかったが最後は光が出せてよかった(中2)
 ○ なぜライトがついたのか疑問に思った(小5)
 ○ 光ファイバーの先端だけ光るのがすごかった(小6)
 ○ 以外に早くできて面白かった(小5)
 ○ 初めてはんだごてを使い、はんだを溶かしてきれいなイルミネーションを作ることができた(中1)
 ○ はんだが熱でみるみるうちに溶けていったのに驚いた(小5)
 ○ ハイテクな工作という感じでワクワクした。部品の仕組みとか材料もできたら知りたい(中6)
 ○ こんなに簡単につくれるんだと思った(小6)
 ○ イルミネーションの作り方を分かりやすく教えてもらい光がついたときは面白かった(小6)
 ○ イルミネーション作りがとても面白かった(小5, 小6, 中2)
 ○ はんだごてが面白かった(小6-5, 中1, 中2)
 ○ やけどするかもしれないと聞いて少し怖かったが完成はすごくきれいだった(小5-2)
 ○ 自分で作ったのが光ったので嬉しかった(小5-2)
 ○ 光ファイバーを太くするとホースみたいに光を運んだりできないか(中1)
 ○ 完成品をみて最初は難しそうと思ったけどちゃんとつくれた(小6, 中1)
 ○ 一箇所でも銀色のところが無いと光らないということが分かった(小5)
 ○ ていこうの色の意味が分かりおもしろかった(小6)
 ○ 組み立てがうまくいったよかった(小6)
 ○ 高校や中学でやるものを先取りできてよかった(小6)

<化学(模型で学ぶ分子)>

- 最後の食塩まで作ろうと思ったけどできなかった(中2)
 ○ 玉を組み合わせるのが楽しかった(小5)
 ○ 時間が足りず塩素が作れなかったがダイオキシンが分かった(小5, 中2)
 ○ 楽しかった(小6, 小5)

- 説明が長かった (小5)
- 説明が早かった, ゆっくり説明して欲しい (小6)
- 形が犬みないなのがあっておもしろかった (小6)
- 分子模型によりタウリンなどの分子の形を知ることができた (小6, 中1)
- 水素など様々な元素記号のかかわりがわかった (小5, 中2)
- 私は元素記号を覚えていたので他の授業よりもなるほどと思うことが多かった。将来は薬の研究がしたい (中1)
- こんなものがあるんだと思った (小6)
- 目に見えない分子の形が分かった。いろんな元素の記号を覚えたい (小6)
- 話は難しかったが分子模型作りは楽しかった (小5, 小6)
- ダイオキシンの分子模型を作り, 形がわかって楽しかった (小5, 小6-5)
- ダイオキシンをねじったら褒められた, またいろいろなものを作ってみたい (小6)
- ダイオキシンを4億倍にすると, あんな大きさのものが大気中にうようよしているのには驚いた (小6)
- ダイオキシンが塩素, 水素, 炭素, 酸素でできていることがわかった (小5)
- 分子の型や大きさが全部ちがうことが分かった (小5)
- 模型作りの面倒くささから, 分子の中の原子がちよっと変わるだけで別のものになるのが分かった (中1)
- 先生に時間が無いといわれ, あせったが完璧にできてよかった (中1)
- 時間もかかり複雑だったけど一番為になった (中2)
- いろいろな分子の形を作ったり見せてくれて, こんなにいろいろな形があるなんて知らなかった (小6)
- 動物みたいでかわいかった (小5)

<地学(天体基礎及び観測)>

- 望遠鏡を作った後とれたところがあった (中2)
- 花火でピンと合わせの練習ができてよかった (中2)
- ピント合わせが難しかった (小6)
- ピントがぴったり合つてとても楽しかった (小5)
- ピントを合わせればクレーターまで見えることが分かりました (小5)
- ピントが合っているときの夜景はすごかった (中2)
- 曇ってて星が見えず残念 (小5-3, 中2)
- 星は見えなかったけど町の様子や花火が見れて楽しかった (小5-2, 小6-6, 中1-2)
- 月がはっきり見えてビックリした (小5)
- 筒だけで天体望遠鏡が作れるのにびっくりした (小6-2)
- 自分の作った望遠鏡で月をみるできてよかった (小6)
- こんな簡単な作りの望遠鏡で見えるのかと思ったがきれいに見えてよかった (中1)
- 作った望遠鏡がかなり遠くまで見えたので驚いた (小6)

- 星は見えなかったが引越しの〇〇〇の字がはっきりみえた (小5)
- 星がきれいだった (小5)
- 赤い月が見れてよかった (小6)
- 土星が見れなかったのが残念 (小6)
- 見え方の仕組みが分かった (小6)
- 色々なものを望遠鏡で見たのが楽しかった (小6, 中2)

<全体を通しての感想>

- 眠れなかった (小5, 中2-2)
- 食事が美味しかった (中2)
- 食事をもう少しよくしてほしい (小6)
- 全体的にとってもおもしろかった, また来たい (小5, 小6)
- 勉強になった, これから色々役に立つと思った (小5)
- 友達ができてよかった (小6, 中1)
- 3つの実験でいろんなことを知ることができた (中1)
- あんな小さな望遠鏡で月からコンビニまで様々なものが見えてびっくりした (小5)
- お兄さんお姉さんとは話しやすかったし, 他の参加者の子とも仲良くできた。学校の授業とは違う雰囲気でも学習して科学がもっと好きになった (中1)
- わかりやすく教えてもらえてよかった (小6)
- 初めて来た時は友達ができるかどうか心配だったけど友達がたくさんできてよかった, 来年も参加したい (小6)
- 食事と風呂と寝るときが楽しかった, お兄さんA, Bがおもしろかった, お兄さんCがかっこよかった (小6)
- TAのみんなはとても優しくかった, 特にDさんとEさんは優しくかった (小6)
- 少し疲れたけど実験をしたり望遠鏡を作ったのが楽しかった (小5)
- 少し疲れたけどお土産もいっぱいだしとても良かった, もう一日泊まりたいと思った (小5)
- 勉強は難しく嫌で大好きなのは理科だけだったが学校のチラシのおかげで楽しい思い出ができ友達もできた, また参加したい (小6)
- 普段あまりできない体験ができてよかった。大学の先生に教えてもらったり, 物が一人一つずつあるのが小中学校とは違うなと思った (中1)
- 先生はいつも大学生に教えているからか授業テンポがはかかったです (中1)
- 最初は嫌だったけどはんだ付けや天体観測がおもしろかったです, 特に天体観測でF産婦人科が見れておもしろかったです (小5)
- どの先生もお兄さんお姉さんが優しくおしえてくれてとても良かった (中1)
- この2日間は長いようで短かったように思う, 友達もできたし実験もできて楽しかった, また来たい (小6)
- 一泊二日は少し短いと思った (小6)
- 四つのテーマすべてが楽しかった。丁寧に教えてくださってありがとうございました。またぜひ参加したい (小5)

- 学生さんが優しくおもしろかった、友達ができてよかった(小6-2)
- 今まで知らなかったいろいろなことがわかってとても勉強になった、来年もぜひまた来たい、本当に楽しくていい2日間になった(小6)
- 友達が増えた、仲良くなれたから楽しく過ごせた(小5)

(4) 今後の取り組みについて

| | 楽しかった | だいたい楽しかった | 無回答 |
|---|---------|-----------|----------------------|
| ⑥ | 26 | 4 | 0 |
| | ぜひ参加したい | 参加したい | 参加してもよい どちらともいえない |
| ⑦ | 17 | 10 | 3 |
| | ぜひ誘いたい | まあ誘いたい | どちらともいえない 参加したくない |
| ⑧ | 18 | 6 | 6 |
| | | | あまり誘いたくない 無回答 |

- ⑥ 参加して楽しかったですか
- ⑦ またこのような企画があったらまた参加したいですか
- ⑧ 来年もこのようなカガクキャンプがあったら友だちをさそいたいですか

プログラムを通じて、全体的に好印象を与えることができた。参加者にとっては珍しいタイプの宿泊体験であり、今後の科学啓発に関する一つのかたちを示していると思われる。このタイプの科学啓発を継続していくことで、事業のあり方や可能性について検証していきたい。

7. 参加者の保護者に対するアンケート調査結果

少し時期はずれるが、11月(実施から約3ヵ月経過した後)に参加した児童生徒の保護者に対するアンケート調査も実施した。兄弟での参加もあったため、対象となる保護者26名のうち19名より回答があった。以下内容を列記する。

- (1) なぜ、お子様をキャンプに参加させましたか。
 - 科学を専門の方に教えていただけるチャンスだったから。
 - 子どもが理科に興味をもっているようだから(2人)
 - 理科が大好きなので良い機会だと思ったから
 - 実験等子どもが興味を持ちそう内容だったので親が是非参加させたかった
 - いろいろな学校の人と交流できるし、内容がとてもよかったから
 - 小学校生活最後の思い出として
 - 理科の実験が大好きで、このキャンプで益々理科や算数の面白さがわかるとよいと思ったから
 - 自分(親)が理科系が好きで実験が大好きだったから。学校で実験することが少ないようなので色々な実験ができると思ったから
 - 実験で感動することが大切だと思ったから
 - 実験の内容が面白そうだったから
 - 将来新薬の研究をしたいと子どもが思っているようでその気持ちを大切にしたいため申し込んだ

- 子どもの好奇心が強く、違う年齢や地域の人たちとの刺激を受けられればと思い申し込んだ
- 両親(家庭)では科学に興味を持たせてあげることができないから
- おもしろそうだから是非にと子どもに勧めた
- 福井では都会と比べると知的興味を満足させる博物館や友人達が少ないので同じような興味を持つ仲間と過ごす時間が必要だと考えたから
- 子どもの希望(2人)
- めったにできない体験だし楽しく面白そうな企画だと思ったから
- 子どもが友人に誘われたため
- 科学に興味のある子なので。夏休みの体験として参加させた

(2) キャンプ終了後、お子様とどのテーマに関してどんな会話をしましたか。

- 光ファイバーの不思議について(4人)
- 望遠鏡を作ってきたことがうれしかったようでそのときの様子を教えてくれた(3人)
- 天文台で月が見えず町並みをみたこと(2人)
- 分子の組み立て、作れなかった食塩を製作した
- どの実験も興味深く、特に光ファイバーの実験と工作が楽しかったようだ
- 直角の話やピラミッドの話など興味深い話をしてくれた
- ダイオキシンの分子模型をだしてきて説明してくれた
- 分子の模型モデルについて(5人)
- とても楽しかったようで満足して帰ってきた。作ってきたイルミネーションを自慢げに見せてくれた
- 分子モデル。身の回りのものがこういう風になっていることに感動していた。塩さえも美しいねと言っていました
- 他の色んなものを作らせてみたり自分で分子式を調べて作っていた。クラウンエーテルの美しさには感動だ!といていた。
- 模型作りやはんだ使用で親切にもらったこと。他学校の子と知り合いになれたこと。学生のお姉さんが楽しかったこと
- 足羽山から花火が見えたこと、三角形のはなし
- ルートや電子工作など
- すべてのテーマについて話した。子どもはもっと高度な内容を期待していた
- 元素記号

(3) 実施内容を、夏休みの宿題などに活用されましたか。実例があればご記入ください。

- キャンプで作成した望遠鏡を夏休みの理科の工作として提出した
- 自分で作った光ファイバーのイルミネーションを工作の一部に活用した
- 貯金箱を作るのに活用した

- 夏休み新聞の記事にキャンプのことを書き分子模型を貼り付けて提出した
- 光ファイバーイルミネーションをみんなに見せていた
- 内容そのままではありませんがまとめ方や捉え方が参考になった（夏休みの自由研究が県で優秀賞）
- 作文に書いた

(4) 来年度期待する内容は？

- 身近な物質を使った実験
- 機械の製作
- 天体観察
- 仮説実験
- 環境に関するもの
- 今回のように一つのことを深く掘り下げる内容
- 中学校で習う科学の実験などをより深くやってみたい
- 科学のすばらしさ、楽しさ、学ぶことの意義などがわかる講義
- 実際に簡単な実験工作などをして楽しめる内容がよいと思う
- はっと思わせるような実験。身近なものの不思議を探るようなもの
- コーヒーからカフェインを取り出すとか、名前は知っているけどこういうことだったんだ！と発見を感じるようなもの
- 年齢の差が大きく小5と中1では理解度が異なったようだ。
- 科学の面白さに子どもが触れ、気付き親しみ興味を持つことを期待する
- 電子工作ロボットなど
- もう少し高度なものを。特に凝ったものでなくても科学に興味をもつ子ども達が集い不定形なテーマを議論するだけでもよいと思う
- 子どもだから・とばかにせず今回のような少し高度なくらいのサイエンス体験がいいと思う
- 協力してくれる方の得意分野でよいです
- 家庭ではできない設備の必要な実験
- 高校レベルの高度な内容でも子どもが興味を持ちそうなものであればやってほしい
- テーマを選択できるとよいのでは

保護者の回答の傾向から、理系科目に理解のある保護者、あるいは、理系科目の好きな保護者の子ども達が、積極的に本事業に参加しているのではないかと感じられる。また、いろんな学校の人や学年を越えた社会経験の初めての場として捉え、参加させているというケースも推察できる。

実施の3ヵ月後であるにもかかわらず、親子での会話の内容を詳細に記入していただけていることから、印象の強い1泊2日のサイエンスキャンプが実施できたことが分かる。

次年度以降の実施で期待される内容としては、身の回

りの材料を活用し、学年+ α の内容を実施すること。できれば、学年別の選択プログラムや実験とディスカッションを中心とした、家庭や学校では実施できない内容ということで総括できるであろうか。

8. 考察

今回、公募の企画から公募、採択の採否の決定および実施までの期間が非常に短かった。日本理科教育学会からの依頼を受け、本学も日本理科教育振興協会との協働により、参加者募集計画、実施プログラムの確定、講師およびTAの確保、会場の手配など様々な準備を約1ヶ月程度で行なった。JSTの担当者も手探り状態であったことから、開始までの予算執行など不安を伴いながらの実施となった。今回初めて、この種の事業で参加費を徴収して実施した。移動に掛かるバス代、参加者の保険料、飲食および宿泊費が全く補助されないが、合宿体験が公募の条件となっていたためである。結果として、保護者からも今回の参加費の額は妥当である（19人中11人）、どちらかというと安い（19人中5名）、安い（19人中3名）という回答を得、保護者にも十分満足のいくサイエンスキャンプが実施できたと評価できる。また、2泊3日でも参加させたか？の間にも19人中17人が“参加させた”と回答していることから、キャンプの効果も期待以上であったとも解釈できる。

これまで、JST等支援のサイエンスキャンプ事業が、高校生のみを対象に実施されていたことが、不思議と感じるくらい、参加した小中学生およびその保護者の評判もよく、平成19年度以降も継続実施していく必要性を感じるアンケート結果であった。今後も、何らかの形で、小中学生を対象としたサイエンスキャンプ事業へのJST等による資金的な支援体制が継続していくことを期待している。

今回のサイエンス・サマーキャンプ事業で、我々としては、初めて算数・数学と理科の接続したプログラムを企画・実施した。実験を主体と考えて企画したプログラムに算数・数学が実験数学的な取り組みを組み込むことで、算数・数学を含むサイエンスキャンプが成立したと考えている。参加者からも違和感を訴えるような申し出はなく、ありのままに受け入れられたようである。ちなみに、平成19年度も継続し「体験サイエンス・サマーキャンプ」事業を実施したが、自己紹介の時間に、どの科目が好きですかと全員に問いかけたところ、3分の1程度は、算数・数学を第一に挙げる小中学生の参加であった。平成18年度も同様の傾向であったのかもしれない。今後、このようなかたちの企画を行なう場合は、すべての実験実習や講義が1つのテーマで結ばれているようなプログラム構成としたい。そして、算数・数学と理科(物理・化学・生物・地学)の各分野が助け合いながら一つの科学技術が成り立っていていることを理解させる新しい科学啓発の場およびプログラム開発の場としての研

究も実施してみたい。

最後に、21世紀の知識基盤社会においては、科学技術の基礎となる理科と数学の連携のみならず、国語力・外国語力・デザイン力・広報伝達能力など様々な教科間連携にもとづく、総合的・有機的な知的能力の形成が求められていると考えられる。もう少し広い意味での科学啓発と教育についても模索していきたい。

9. 謝辞

本プログラムを実施するにあたり、福井県教育委員会、日本理科教育学会および文部科学省の後援を頂き参加小中学生の募集を福井県下および北信越5県で行なうことができました。また、内閣府および日華化学株式会社の協賛により資金援助を頂きました。事務手続きでは、独立行政法人科学技術振興機構の支援と実際の窓口として社団法人日本理科教育振興協会の支援も頂きました。加えて、日本理科教育振興協会からは、小学生対象のサイエンスキャンプ実施経験を持つスタッフを派遣していただき期間中の安全確保にもご配慮いただきました。

更に、福井大学会場、福井県青年館および福井市自然史博物館の事務的立場の方々にもその都度ご協力をいただきました。

最後に、物理講師を快くお引き受け頂いた、福井大学工学部技術部の酒井孝則、本堂義記、白井治彦、水野広治の諸氏、地学講師をお引き受け頂いた、福井市社中学校の宇野秀夫教諭、TA業務のみならず2日間の小中学生のお世話を全面的に引き受けくれた福井大学教育地域科学部の上道直哉、久保裕一、宮脇悠司、島 かな、吉田千晶、木村亮介、森川 朋の学部生諸氏に多大なるご協力を頂きました。

この場を借りて皆様に厚く感謝いたします。

引用文献

- 1) 文部科学省「科学技術・学術関係人材の養成・確保について」HP, http://www.mext.go.jp/a_menu/jinzai/index.htm
- 2) 科学技術振興機構「JST からのお知らせ」HP, <http://www.jst.go.jp/rikai/pastinfo.html>
但し、科学技術体験合宿のお知らせは、タイトルのみ残っており、詳しい募集内容のページは現在公開されていない。
- 3) 青少年のための科学の祭典事務局（財団法人科学技

- 術振興財団) HP, <http://www.kagakunosaiten.jp/>
- 4) 科学技術振興機構「SPP/理数系教員指導力向上研修」HP, <http://spp.jst.go.jp/>
- 5) 浅原雅浩, 小鍛冶優, 青山絹代, 宇野章代, 菅原英淑, 丹松美由紀, 「SPP (サイエンス・パートナーシップ・プログラム) を活用した化学教育—単結晶 X 線構造解析装置を利用した原子・分子の認識—」, 福井大学教育実践研究, No31, (2007) pp.159-166.
- 6) 浅原雅浩, 伊佐公男, 「小中学生を対象とした「体験サイエンス・サマーキャンプ」」, 日本理科教育学会全国大会発表論文集, No5, (2007) 2L-05, p. 308.
- 7) 文部科学省「スーパーサイエンスハイスクール」HP, http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/04070904.htm
- 8) サイエンスキャンプ事務局（財団法人科学技術振興財団）HP, <http://ppd.jsf.or.jp/camp/>
- 9) 岩山 勉, 川上昭吾, 澤 武文, 菅沼教生, 戸谷義明, 星 博幸, 「「愛知教育大学・高校生サイエンス・サマー・キャンプ」の報告」愛知教育大学教育実践総合センター紀要, No10, (2007) pp. 205-212.
- 10) 佐分利豊, 「三平方の定理を生活・文化と科学の貼っての歴史の中で学ぶ」, 福井大学大学院教育学研究科, 平成18年度「競争的配分経費（教育に関する評価経費）」報告書教材から考える学力形成—豊かな学びを求めて—, (2007) pp. 49-56.
- 11) P. Gerdes, *Geometry from Africa*, The Mathematics Association of America, (1999), pp. 55-57.
- 12) 藤井豊, 「分子模型ドットコム 藤井先生のおもしろ化学教室」HP, <http://www.bunshi-mokei.com/fujii/>
- 13) 科学技術広報財団「一家に1枚シリーズ」HP, <http://www.pcost.or.jp/index7.html>
- 14) 藤井豊, 浅原雅浩, 上田昌範, 「ポインター方式分子模型教材の紹介」, 日本理科教育学会全国大会発表論文集, No5, (2007) W2, p. 369.
- 15) 藤井豊, 「分子模型作成方法, 及び分子模型」, 特許第3757283, (2006).
- 16) 例えば, 山口良平, 山本行雄, 田村類, 「ベシック有機化学」, 化学同人, (1998) pp. 7-19.
- 17) オルビス株式会社「コルキット 天体望遠鏡工作キット」HP, <http://www.orbys.co.jp/index.html>

Trial and Discussion on Training Camp of the Science and Technology “Taikene (Experience) Science Summer Camp”

Masahiro ASAHARA, Yutaka SABURI, Yutaka FUJII, Akinori NISHIDA, and Kimio ISA

Key words : Science Camp, Arithmetic and Mathematics, Physics, Chemistry, Geology, Primary School Student, Secondly Lower School Student, Monozukuri (Manufacturing)