2017「青少年のための科学の祭典」東京大会 in 小金井への真空実験の出展報告

松 本 益 明^{*1}

Report on Exhibition of Vacuum Experiments at the 2017 Youngsters' Science Festival in Koganei

Masuaki MATSUMOTO^{*1}

^{*1}Department of Physics, Natural Science Division, Faculty of Education, Tokyo Gakugei University,
4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

(Received October 16, 2017, Accepted October 30, 2017)

1. はじめに

2017年9月24日に東京都小金井市の東京学芸大学において開催された2017「青少年のための科学の祭典」東京大会 in 小金井¹⁾に出展し、真空に関する展示および演示実験をおこなう機会を得たため、ここで紹介する。

「青少年のための科学の祭典」は、昨今の子どもの理科離れを食い止めるために、子どもたちが科学を実体験する場を提供する目的で開催されている全国規模のイベントである^{2,3)}。1992年に第1回が開催されてから毎年開催されて今年で26年目であり、千代田区の科学技術館で開かれた全国大会をはじめとして北海道から沖縄まで日本全国各地でおこなわれた。小金井市では第1回の大会が2007年2月に東京都立小金井工業高等学校で開かれた後、同年9月におこなわれた第2回からは東京学芸大学に会場を移して毎年開かれ、今年で12回目を迎えた。東京都で開かれる科学の祭典は上述の全国大会と本大会の2つであるが、小金井市での大会には地理的な関係もあって主に地元三多摩地域の学校や企業、団体が100のブースを出展していた。この地域には会場となった東京学芸大学だけでなく、一橋大学、東京農工大学、電気通信大学、東京外国語大学といった国立大学や多数の私立大学、およびそれらの附属学校や私立学校、さらには情報通信研究機構や日立の中央研究所等の国立及び民間の研究機関などが数多く存在するため、住民の教育に対する関心が高く、また、本大会が12回目を迎えて近隣の住民への知名度が高いことがあって、小・中学生とその保護者を中心に10,345名もの来場者があった。また、教育の一環として東京都立多摩科学技術高等学校の高校生がスタッフとして各ブースに割り当てられた。真空学会のブースにも3人が参加し、ボランティアで参加した東京学芸大学の4年生4人と共に説明及び演示実験をおこなってくれた。ブースとしては50名ほど入れる教室1部屋が割り当てられたため、空間的にはかなり余裕を持って実験することができた。出展の時間は10時から16時半までで、12時半から13時半まではお昼休みとしたが、開催中は常に来場者がブースを訪れ、非常に盛

図1 子どもたちや保護者で賑わうブースの様子。

況であった(図1)。

2. 真空の作成体験及び演示実験の内容

今回の出展のタイトルは「真空を作って、体験してみよう!」であった。これに先立つ2017年8月26日および27日に開催された第24回工学院大学わくわくサイエンス祭科学教室において工学院大学の関口敦先生(日本真空学会教育委員会委員長)が「小学生、保護者のための真空体験教室」を実施されたため、そちらで使用された装置を一部借用して真空作成体験のコーナーで使用させていただいた⁴⁾。また、演示実験用の真空装置としては、東京大学生産技術研究所で開発され、現在日本真空学会教育委員会で管理している大型及び小型の真空容器を使用し、油回転ポンプで排気した⁵⁾。圧力測定にはコンベクションピラニゲージを用いた。小型の装置は昨年の7月に開催された横浜市立大学エクステンション講座第5回親子実験教室における「小学生のための真空実験講座」で使用されたものと同じ装置である⁶⁾。今回の展示および演示実験の内容について以下に述べる。

真空作成体験のコーナーでは関口先生にお借りした真空保存容器と手動式の真空ポンプを用いて実際に子どもたちに真空排気の体験をしてもらった。内容としては関口先生の報告に書かれたものとはほぼ同様であり、高校生スタッフの指導の下で、しぼんだゴム風船の口を閉じて容器の中に入れて排気

^{*1} 東京学芸大学教育学部自然科学系物理科学分野(〒184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1)

する体験をおこない、排気により風船が膨らむ様子を観察してもらった。また、2つの金属容器の間にゴムをはさんで内部を排気することで、2つの金属容器が離れなくなってしまうマグデブルグの半球の実験もおこなってもらった。現行の学習指導要領では、小学校の第3学年において「風やゴムの働き」、中学校の第1学年で「力と圧力」を学習することになっている。その中で風が物体を動かす力を持つことや空気鉄砲で勢いよく球を飛ばすことが可能であることなどを学ぶ。また、風船や注射器の中に空気を詰めて圧すことで中の空気の体積が小さくなり、それに伴い強い力で押し返されることを体験して通常の大気圧よりも高い圧力について学ぶ機会を持つ子どもたちは多くいる。日常生活の中で空気を吹き込んで風船を膨らませた経験は多くの子どもたちが持っているが、通常の大気圧よりも低い圧力について意識した経験のある子どもは少なく、今回の体験で風船の外の空気を少なくすることで風船が膨らむということを初めて体験して驚いていた。また、空気の力が思っているよりもずっと大きいことにも驚き、風船が大きく膨らむまで空気を抜くのには極めて強い力が必要であることを実感し、保護者の手伝いも得ながら夢中になって楽しそうにポンプを動かしていた(図2)。

大型の真空容器では、おもちゃのヘリコプターやドローンの飛行実験をおこなった^{4,5)}。この実験も関口先生の報告とほぼ同じであり、真空中ではどんなに高速にプロペラやローターを回してもおもちゃのヘリコプターが飛ばないことから、本物のヘリコプターや飛行機が宇宙空間では飛ばないこと、逆に大気圧の下であれば、本物のヘリコプターや飛行機のような大きく重い物でも飛ばすほどの力を空気が持つことを実感してもらおうというものである。ただ、題材が興味を引きすぎるため、本来の目的から少し離れ、ヘリコプターやドローンを飛ばすことに夢中になってしまった子どもも少なからず存在した。また、充電に時間がかかる(1時間充電し

て数分の飛行)のために実験できる時間が限られており、真空中で飛ばないことを示している間に電池が少なくなり、空気を入れたにもかかわらず飛ばないといった失敗もあった。しかしながら、大気中で勢いよく飛んでいたヘリコプターが排気によって全く飛ばなくなることには大変興味を持っていたため、小学校で学習する風の働きを理解する一助になったのではないと思う。

小型の真空容器では、油回転ポンプを用いてマッシュマロやトマト、水の排気をおこなった⁵⁾(図3)。水を入れる容器としてKF25のブランクフランジを用い、その中央の窪みに少量の水を入れることにより、5分程度の短時間で水を凍結させることが可能であった。上に挙げた3つ全てを一度に真空容器に入れて排気をおこなうことで、凍結を待つ間に真空中で起きるいくつかの現象について説明し、待ち時間を極力少なくして子どもたちの興味が途切れないように工夫した。排気を開始して最初に起きるのはマッシュマロの膨張であり、次にトマトがぶくぶくと泡立ち、ほぼ同時に水が激しく沸騰する(実際には水に含まれる気体が最初に放出されている)。それらの現象の間の関連性や、真空中では宇宙服等を着ないと窒息するだけでなく、目や口などから水分が急速に蒸発すること、フリーズドライ食品が同じような方法で作られていること等について説明した。水の凍結はある瞬間に一気に起きるために見逃す人も多かったが、凍結を確認した後に大気を導入してものを取り出し、子どもたちや保護者に触ってもらったところ、泡を出して沸騰したことから熱いかもしれないと思っていた水が冷たく凍っており、トマトも冷たくなっていることに皆さん驚いていた。また、膨らんでいたマッシュマロが大気導入により一気に収縮し、固いゴムのようなものになったことにも強く興味を引かれていた。水の排気実験にあたって注意すべき点は、文献⁵⁾にも書かれているが、油回転ポンプの保守をおこなうことである。水の排気実験を何回もおこなうと、油回転ポンプの中にはかなりの量の水が蓄積

図2 高校生スタッフの指導の下で手動ポンプによる排気を体験する子どもたち。

図3 小型真空容器でのマッシュマロやトマト、水の排気実験の様子。

されてしまう結果、次第に排気速度が落ちてきて水の凍結に時間がかかるようになってしまう。従って、1日に1回程度ポンプの油を交換することが望ましい。

その他の実験として、真空中では音が伝達しないという実験をおこない、さらに真空に関するミニ知識をスライドで流すといったことも並行しておこなった。

3. ま と め

今回、初めて2017「青少年のための科学の祭典」東京大会 in 小金井に展示団体として参加し、数多くの子どもたちやその保護者らに真空排気の体験や真空実験の観察をおこなっていただいた。これまでも真空展などで演示実験をおこなってきたが、数多くの子どもたちを相手に真空実験を見せることは今回が初めてであった。子どもたちには予備知識がないため、何が起きているかをきちんと理解することはできていないと思うが、知識がないためにかえって真空で起きる不思議な現象を純粹に受け止めて驚き、心に強く印象づけられたと感じた。これらの驚きの体験を通して子どもたちが「真空」に少しでも興味を持ってもらえたとしたら今回の展示の目的は十分に遂げられたと言えるのではないかなと思う。また、高校生や大学生のボランティアが説明員として参加してくれたが、彼らにとってもほとんど初めて目にする現象であり、その新鮮な驚きを持ったまま説明をおこない、子どもたちに教えながら彼ら自身も次第に理解を深めていっているように思えた。このことも今回の展示の教育効果の一つであったと言える。来年日本真空学会は日本表面科学会と合併

し、日本表面真空学会となる予定であるが、今後もこのような真空に関する啓蒙活動を続けていくことは非常に大切であると思う。

謝辞

今回の展示に使用した装置の一部は、日本真空学会の教育委員会および委員長の工学院大学関口敦先生より借用させていただきました。借用にあたっては、東京大学生産技術研究所の福谷克之先生、小倉正平先生にお世話になりました。イベントの実施にあたり東京都立多摩科学技術高等学校の高校生3名と東京学芸大学4年生の伊藤彰大君、岡田朋大君、高橋秀茂君、堀水滉介君に協力していただきました。また、2017「青少年のための科学の祭典」東京大会 in 小金井実行委員会と東京学芸大学には今回の展示の機会を与えていただきました。ご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

〔文 献〕

- 1) 「青少年のための科学の祭典」東京大会 in 小金井のホームページ, <http://www.u-gakugei.ac.jp/~ascest/ysf/> (Last accessed: 2017-11-08)
- 2) 「青少年のための科学の祭典」のホームページ, <http://www.kagakunosaiten.jp> (Last accessed: 2017-11-08)
- 3) 桃井直美, 池田泰江, 棚橋正臣: 科学技術館 学芸活動紀要, **5** (2011) 1.
- 4) A. Sekiguchi, A. Tsukagoshi, S. Hasumi, A. Suzuki and M. Suzuki: J. Vac. Soc. Jpn., **60** (2017) 511.
- 5) 松本益明, 福谷克之, 岡野達雄: 物理教育, **64** (2016) 95.
- 6) K. Takahashi and A. Tosaka: J. Vac. Soc. Jpn., **59** (2016) 364.