

タイにおける熱電デバイスをつくってはかるイベントの紹介

トサワット・シータワン (サコンナコンラチャパット大学, タイ王国)

聴き手：小菅 厚子 (大阪府立大学)



1. はじめに

高校生や大学生を対象とした、熱電デバイスをつくってはかる実験講座が、タイで行われている！？との情報を入手し、その詳細について、学会誌編集委員の小菅（以下、Kとする）が、主催者のトサワット先生（以下、Tとする）にメールベースでインタビューを行ってまとめたものをご紹介します。また、実験講座で実際に使っているデバイスキットを、日本に送ってもらい、私の研究室の学生さん達に作ってもらいましたので、その様子についても、インタビュー後にご紹介いたします。

2. 実験講座についてのインタビュー

質問 1 (K)：2018 年に開催された ASEAN Thermoelectric device fabrication and invention fair についてご紹介ください。

回答 1 (T)：熱電デバイスをつくってはかる事を行うイベントで、2018 年 6 月 15 日に私の大学（サコンナコンラチャパット大学）で行いました。主な対象は高校生や大学の学部生ですが、大学院生や教員なども参加しています。2014 年から毎年この種のイベントを行っており、はじめの年（2014 年）の参加者は 150 人程でしたが、毎年参加者が増え、昨年度（2018 年）は、過去最多の 345 人が参加してくれました（図 1）。タイ熱電学会が主催し、その他、私の大学やタイ国家学術調査会（NRCT）等 7 つの機関の支援を受けて行っ

ています。

質問 2 (K)：このイベントではどのような事を行うのですか？具体的に教えてください。

回答 2 (T)：2 人 1 組になって、熱電デバイスをつくってもらいます。そして、作ったデバイスの出力を評価し、最も性能が良いデバイスを作ったチームが表彰されるというものです。一日のタイムスケジュールですが、朝の 8 時からレジストレーション及びオープニングセレモニーを行い、Alternative Energy をテーマにした 1 時間の講義の後、10:30～15:00（1 時間の昼食休憩含む）の 3～4 時間で熱電デバイス作製と評価を行います。全てが終わりましたら、15:00～15:30 に表彰式及び修了式を行うという流れになります。今年の表彰式は高校部門と大学部門に分け、上位 5 チームずつの計 10 チームを表彰しました。大学部門では、タイ国内の大学だけでなく、インドネシアの大学のチームも 2 位に入賞しました。

質問 3 (K)：熱電デバイスの作製は、どのように行われているのですか？

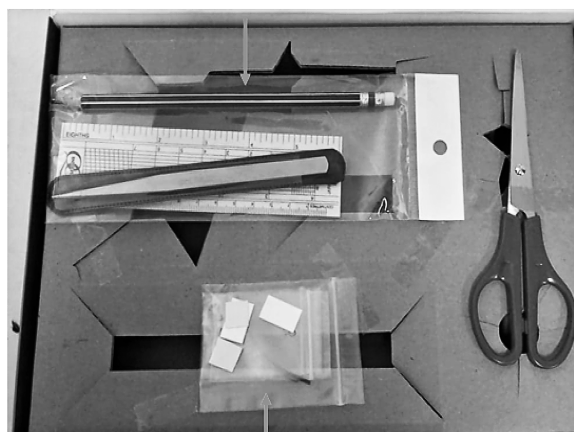
回答 3 (T)：熱電デバイスの作製には、我々がつくったデバイスキット（図 2）を用います。Bi₂Te₃ をベースとした 4 対の P 型と N 型の熱電素子、銅の電極、セラミックス基板、リード線がキットとして用意されています。はさみや定規を使って、銅箔の粘着性テープ電極を切ったり貼ったりして、デバイスを作ることが



図 1. ASEAN Thermoelectric device fabrication and invention fair の集合写真



Devices for fabrication



Thermoelectric devices

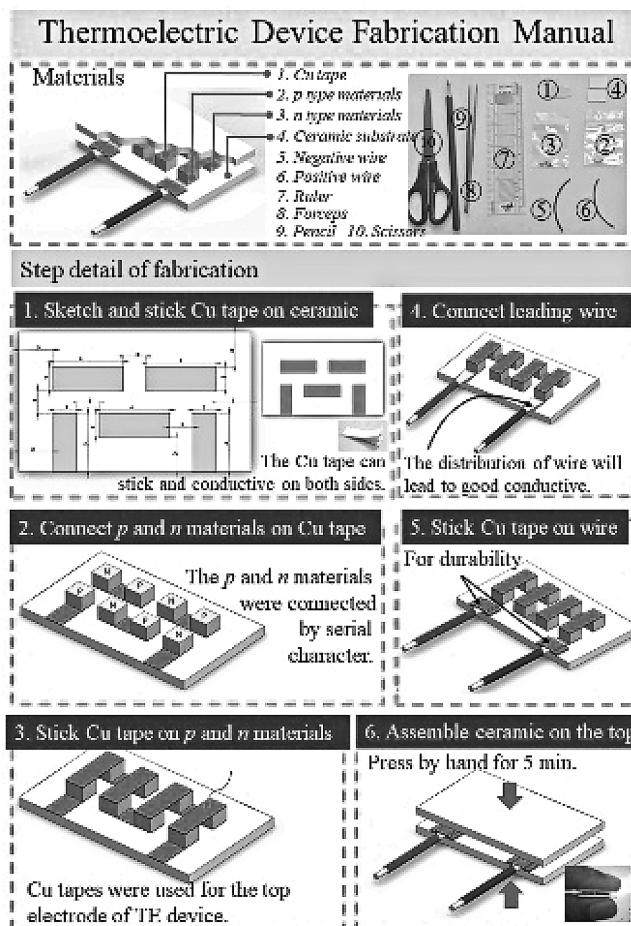


図2. (左上) 熱電デバイスキットの外観, (左下) 熱電デバイスキットの中身, (右) 熱電デバイスキットに同封されているマニュアル

できるようになっています。

質問4 (K) : 多くの高校生や大学生が同時に、かつ短時間で手軽に作製できるように工夫されているということですね。簡単な作製マニュアル (図2) も添付されていますので、高校生にもわかりやすいですね。トサワット先生は、熱電材料やデバイスの研究を長年されていますが、このようなアウトリーチ活動に対してどのようなお考えをお持ちですか？

回答4 (T) : 熱電分野の研究が広まっていったほしいのはもちろんですが、熱電デバイスを用いた教育にイノベーションをおこしたいと思っています。私は、STEM教育 (Science, Technology, Engineering, Mathematics) を統合的に教える教育)に興味をもっており、このイベントもSTEM教育の一環と捉えています。

最後に (K) : なるほど、確かにそうですね。実際に自分達が作ったデバイスが発電するところまで体験することで、知識としての熱電ではなく、経験に基づいた体感としての熱電を学べるように感じました。こうい

う経験を通して、熱電デバイスの新たな応用先を提案するという課題に取り組んだり、熱電素子の中ではどのような物理現象が起きているかに自然と興味をもったりする若い人達が増えてくるといいですね。また、最近、アジア地域での熱電研究の繋がりも増えてきていることかと思いますが、熱電教育でも、連携していける機会を探っていければ、様々な形でネットワークが広がっていくのではという可能性も感じました。トサワット先生、この度はASEAN Thermoelectric device fabrication and invention fairについてご紹介くださいましてありがとうございました。

尚、この記事は、小菅の質問にトサワット先生が回答する形で行ったインタビューをまとめたものですが、トサワット先生の意図したニュアンス通りにお伝えできていない箇所があるかもしれません。そのような箇所があった場合、全ての責任は小菅にあります。

3. 日本で実際にデバイスをつくってみました(番外編)

2018年の年末のとある冬の寒い日に、小菅の研究室の有志達(図3)が、トサワツト先生が送ってくださったデバイスキットを用いて、熱電デバイスつくってみました。当日は、トサワツト先生の研究室の学生であり、短期滞在留学生として滞在していたピムさんに、アシスタントをしてもらいました。この種のイベントでは、受付をしたりアシスタントをしたりと、実際にイベント進行に関わっているようです。



図3. 熱電デバイスをつくる有志達

まずは、マニュアル(図2の右)を見ながら、セラミックスの板に貼り付ける銅テープの位置を、鉛筆と定規を使ってしるしをつけていきます(図4の最上部写真)。次に、銅テープを電極サイズに切りとり、セラミックス板に貼り付け、そこにP型素子を載せていきます(図4の上から2番目の写真)。さらに、N型素子を載せて、その上から、電極を貼り付けます(図4の下から2番目の写真)。最後に、セラミックス板を載せて完成(図4の最下部写真)。と書くと、非常に簡単にデバイスが作製できるはずなのですが、マニュアルと手元にあるセラミックス板のサイズが異なり、マニュアルだけをみて実際のセラミックスの板サイズを把握していないと、上手く電極のしるしがつけれなかったり(教訓: マニュアルを鵜呑みにするな!), 限られた銅シートから、上手く枚数分の電極を切り出すには、どのように切り出したらいいか試行錯誤してみたり、銅シートの粘着テープを剥がす時に手袋(Bi_2Te_3 の素子を扱っています)が邪魔になったり、という事で、手間取るところ少々ありました。この種の作業を、効率よく進めるための段取り力のようなものは、学生実験の経験がさほどない、高校生や大学学部生は、問われるのではないのでしょうか。

デバイスが仕上がりましたら、次はデバイスの出来を

みるため、室温でのデバイス抵抗を測定しました。4つのデバイスを作製しましたが、銅電極と熱電素子の接触が上手くいっていないのか、2つのデバイスでMΩオー

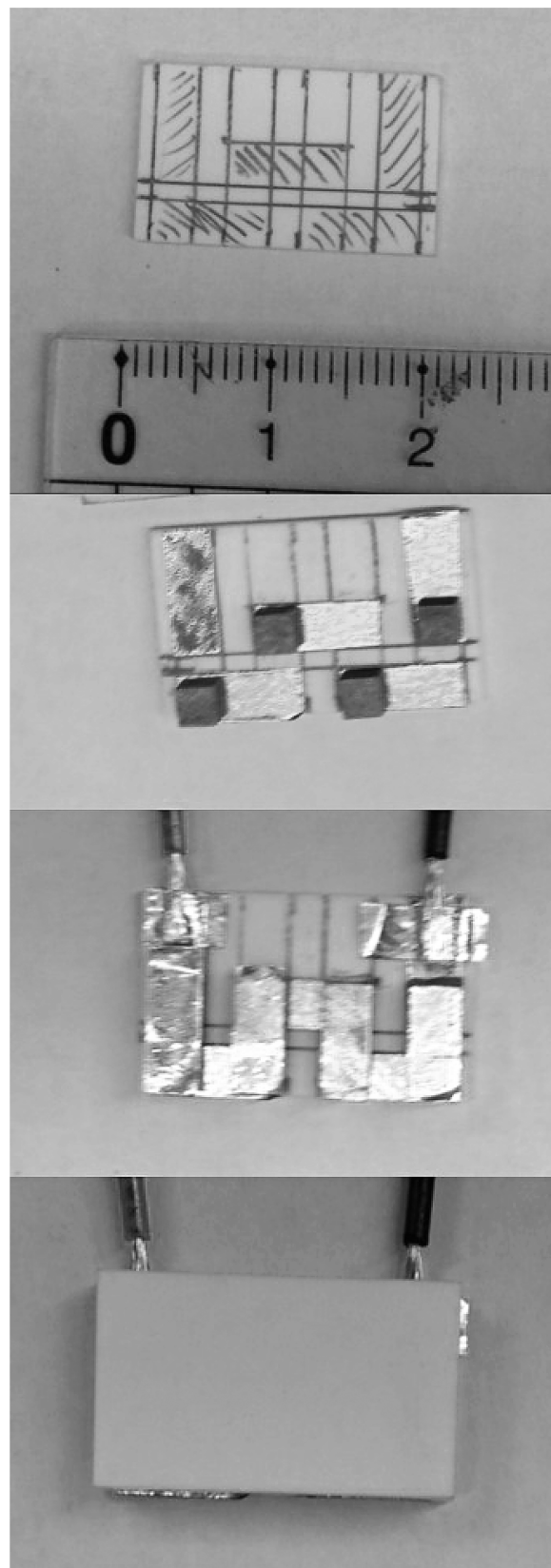


図4. 熱電デバイスの作製過程の写真

ダーの高い抵抗値を示し、発電特性を測定するところまで進めたデバイスは、半分の2つとなってしまいました。ASEAN Thermoelectric device fabrication and invention fair では、ホットプレート等で熱電デバイスに温度差をつけているようですが、今回、熱電デバイスの高温側は各自の体温で温め、低温側はフィンを置いた状態で冷やす事で、熱電デバイスに温度差をつけ、どれだけ自分自身が熱電デバイスに対して熱くなれるか？も競争材料として、発電特性を測定してみました。その結果、最も高いデバイス出力は180 mWで、D3の藤井君が作製したものであり、最高学年の面目を保てた結果となりました。尚、ASEAN Thermoelectric device fabrication and invention fair の最高出力は、100℃の温度差設定で、411 mWの出力が得られたとの事でした。

最後に、熱電デバイスを作ったの感想をまとめたいと思います。普段、熱電「材料」の研究しかした事がない学生さんが、実際に熱電材料が発電するんだという経験をする事で、熱電発電技術の社会との接点がイメージしやすく、自分達の研究が社会にどのように役立つか、という事をあらためて考える良い機会になるのではと感じました。また、銅テープを使うことで、非常に手軽に電極と素子の接合が作れる反面、良い接合を作るという意味では、大きな課題があるかと思います。しかしながら、良い接合を作る事ができないと、同じ素子を使っても、デバイスとして機能しないという、ある種当たり前のことですが、材料研究をしている私たちも忘れがちな事を体感できるという意味では、これまた非常に良い勉強になったように思います。さらに、温度差をつけて発電特性を評価している際、高温側に置いた指の力を入れる向き及び力の大きさ、すなわち熱源との接触の仕方によって、大きく電圧が変化することにも気がつきま

す。また、力を入れすぎると、素子そのものや、電極との接合界面が、破損する恐れがないかという事も考えざる負えず、デバイスの強度についても思いを巡らせてくれたのではないのでしょうか。これらの事は、熱電の教科書をみれば書いている常識なのかもしれませんが、百聞は一見にしかず。実際自分の眼で見て、手で触れて感じたことについては、より広い視野と深い思考をもって考えることができ、見える世界が変わってくるのではないのでしょうか。したがって、熱電デバイスを作製する経験というのは、一般の高校生や大学生だけでなく、熱電材料の研究をはじめた学生さん達にとっても、意義のあることであると強く感じた一日でした。

4. おわりに

タイで開催されている、熱電デバイスをつくってはかるイベントをご紹介します。高校生や大学学部生を主とする参加者が、同時にかつ簡単に熱電デバイスを作製できるような工夫がなされていました。熱電材料の研究を現在進行形で行っている学生さんにとっても、熱電デバイスを作製する経験は、「使える熱電デバイスとは？」という大事な事を考えるための貴重な機会となるのではないのでしょうか。

著者連絡先

トサワット・シータワン (Tosawat Seetawan) :

E-mail t_seetawan@snru.ac.th

URL <http://ceae.snru.ac.th/th/>

小菅厚子 : E-mail a-kosuga@p.s.osakafu-u.ac.jp

TEL 072-254-9826

URL <http://www.p.s.osakafu-u.ac.jp/~a-kosuga/>