

目次

- ・ものづくり出前講義シリーズをお届けします！……千々木亨 (pp.2-3)
- ・series ものづくり出前講義 (1) 出前授業ことはじめ……藤川卓爾 (pp.3-6)
- ・2023年度九州支部冬の行事開催のご報告……中村久志 (pp.7-8)
- ・series 研究最前線 (11) 古くて新しい熱計測技術で拓く熱計測・熱マネジメントの可能性……廣谷 潤 (pp.9-16)

ものづくり出前講義シリーズがスタートします。
下の写真は出前講義の一コマです。



「ウォシュレットの開発」受講生徒たちの感想文より
・商品開発の楽しさが伝わってきました。多くのトライと失敗を繰り返して、困難を乗り越えた先に新しい考え方やチャンスが広がっていることが分かり、これは商品開発に関わらず全てのことに通じるのではと思います。
・消費者の満足が開発者の喜びになって開発が続けられるというのが素敵だと思いました。仕事への姿勢がとてつもないになりました。

(左上) エネルギーのはなし by 藤川卓爾さん (S42/1967 卒) @諫早高等学校

(右上) ウォシュレットの開発 by 中村久志さん (S56/1981 卒) @修猷館高等学校

(左下) コイルモーター製作実習中の生徒たちと千々木亨さん (S54/1979 年卒: 当時九州支部長、現京機協会会長) はじめ京機協会会員の皆さん @明治学園中学高等学校

ものづくり出前講義では、多くの男子生徒、女子生徒が熱心に話を聞き入っていました。

ものづくり実習では、生徒と一緒に世代を超えた京機協会会員が集って、あーでもない、こーでもないと奮闘することも同窓会ならではの魅力です。

ものづくり出前講義シリーズをお届けします！

京機会会長 千々木亨（S54/1979 年卒）

日本人は、長い歴史の中で磨きをかけてきたものづくりの匠の技と海外の英知を組み合わせながら、ものづくり産業を進化させてきました。今や、日本では自動車、鉄鋼、ロボット、航空機、鉄道、エネルギー、コンピューター、医科学、マイクロテクノロジーなど実に幅広い分野で高度なものづくり技術が開花しています。その原動力にあるのは、**自分が実現したい機能を、創意工夫しながら粘り強く形にしてゆく「日本のものづくり魂」**です。

少し前の日本には、子供達がものづくりの醍醐味と魅力に触れながらものづくり魂を学ぶ機会が多くありました。下町にはあちらこちらに町工場があり、身近にもものづくりに従事するプチ技術屋があふれていました。商店街には自転車や家電の修理屋があり、子供達に気軽に分解した機械や道具を見せて、ものづくりの心意気を語るおじさんもいました。残念ながら、近年はそんな機会がめっきり減り、子供達にとって、ものづくりは遠い存在になりつつあります。

京機会には、このような状況に危機感を感じ、ものづくりの第一線で活躍され引退された後に子供向けものづくり教育活動を展開しておられるシニアの会員の方々がおられます。

このシリーズでは、そんな会員の方々がものづくり教育現場の様子をご報告下さいます。様々な工夫を凝らした子供向けものづくり教材やノウハウもたくさん紹介されます。

※ものづくり教育継承ボランティア募集中！

京機会では、これらの先人が築き上げたものづくり教育による社会貢献事業の伝統の灯を絶やさず継続発展させてゆく為、先輩方々のものづくり教育活動や開発されたものづくり教材や教育ノウハウを継承下さる「ものづくり教育継承ボランティア」を募集しています。

ものづくり教育や社会貢献事業にご関心のある方、現役を引退された後の新たな人生のテーマを探しておられる方、是非ご検討下さい。

京機会事務局までメールでお問い合わせください。

京機会事務局 jimukyoku@keikikai.jp

ものづくり出前講義（1）出前授業ことはじめ

藤川卓爾（S42/1967 卒）

京機会九州支部ではこれまでに高校や中学校、小学校、高専向けに出前授業を実施してきました。

京機会は「いい同窓会」、「楽しい同窓会」であるのは間違いありませんが、それだけに留まらず「尊敬される同窓会」を目指して何か社会貢献をしようという声があり、思いついたのが高校への出前授業でした。

筆者は三菱重工業（株）退職後の長崎総合科学大学勤務時に文科省の SSH（Super Science High school）事業の一環として長崎県立諫早高校に出前授業に行った経験があり、その時の生徒たちの目の輝きが印象に残っていました。諫早高校では SSH で 3 回出前授業に行きました。講義のテーマは初め「火力発電・地熱発電」でしたが、3 回目は「エネルギーのはなし」に内容を拡げました。

この縁で京機会九州支部の初めての出前授業の行先として長崎県立諫早高校が浮かび上がって来ました。筆者が SSH で訪問した時期から大分時間が経過していましたので、元勤務先の大学の募集担当者から諫早高校の理数科担当の先生を紹介して貰いました。この先生に出前授業を申し入れたところ快諾を得ましたので、平成 26（2014）年 12 月 6 日に出前授業に行きました。諫早の隣の雲仙市の小浜温泉では平成 25（2013）年から温泉熱を利用したバイナリー発電が行われており、温泉熱利用のバイオディーゼル燃料製造装置も設置されていたので、出前授業の後に生徒たちを連れてこれらを見学しました。

出前授業の内容として、筆者の「エネルギーのはなし」と小浜温泉に機械を納めた（株）神戸製鋼所の松村昌義さん（S54/1979 卒）の「温泉バイナリー発電装置」の二つの講演を提案したところ、先方から「ものづくり実習」、それも「リ

ニアモーターカー」の製作の希望がありました。筆者は大学勤務時にエコイベントで小学生の子供たちに紙製の「ミニ風車」を作らせていましたが、これだけでは高校生には物足りないので、アルミニウム製の「ミニ風車」を圧力鍋の蒸気で回して「火力発電」のシミュレーションを追加することを考えました。「リニアモーターカー」は筆者にとって全く未知の領域でしたが、自己流で挑戦しました。「ミニ風車」、「コイルモーター」、「リニアモーターカー」については次回以降の別稿で報告します。



長崎県立諫早高校

翌年は福岡県立小倉高校に出前授業に行きました。小倉高校は川口東白さん（S34/1959 卒：京機会元会長）と大熊隆吉さん（S35/1960 卒）の母校です。

翌々年は北九州の明治学園中学高等学校に行きました。この学校は千々木 亨さん（S54/1979 卒：当時九州支部長、現京機会会長）のお嬢さんの母校です。ここでは高校生と中学生が出席しました。この時の受講生徒の感想文を示します。



福岡県立小倉高校

明治学園中学高等学校

○京都大学機械系同窓会による体験学習感想

①・高 3年 男・②

私は、今回石井修に参加して、普段は何気なく見ている風車や水車の仕組みをくわしく知ることができて良かったです。まだ物理は勉強していないのですが、エネルギーがどうやって電気の利用などに一足先に知ったので、今後の勉強に役立てようと思いました。また、体験で作ったような形の風車があるということも初めて知り、驚きました。風車を作る体験では、風を逆らわすとちゃんと回っていき達成感を感じました。反対向きに回すと電流が逆向きに流れてライトの色が変わったこともすごいと思いました。普段はできない体験をすることができてとても楽しかったし、勉強にもなりました。

明治学園受講生徒（中3女子）の感想文

次の年には長崎精道三川台小学校に行きました。この学校には長友志朗さん（H11/1999 卒）の3人の息子さんが通っていました。「エネルギーのはなし」の講演が小学校1年生にも理解できるように、色々な発電方式の実演をしました。



水力発電の実演



長崎精道三川台小学校 「ミニ風車」づくり

平成30（2018）年からは、中村久志さん（S56/1981 卒：現九州支部長）の母校の福岡県立修猷館高校、翌年からは黒瀬良一教授（H5/1993 卒）の母校の福岡県立東筑高校に出前授業に行きました。コロナ禍時には一時オンラインに切り替えましたが、この両校への出前授業は現在も継続しています。

さらに、令和4（2022）年にはオンラインで、翌年には対面で久留米高専への出前授業を行いました。

これまでの出前授業の実績は次の表のとおりです。

出前授業の実績

年	西暦	月	日	実施場所	講演	実習	見学先
H26	2014	12	6	長崎県立諫早高校	バイナリー発電装置 エネルギーのはなし	ミニ風車 コイルモーター リニアモーター	温泉バイオディーゼル 燃料製造装置 温泉バイナリー発電所
H27	2015	12	5	福岡県立小倉高校	エネルギーのはなし	ミニ風車 コイルモーター	日本鉄鍛鋼
H28	2016	12	10	明治学園中学高等学校	エネルギーのはなし	ミニ風車 コイルモーター	TOTOミュージアム
H29	2017	11	25	長崎精道三川台小学校	エネルギーのはなし	ミニ風車	三菱重工史料館
H30	2018	10	28	福岡県立修猷館高校	ウオッシュレットの開発 トヨタの電動車普及 への取り組み		九電玄海原子力発電所
R1	2019	11	30	福岡県立東筑高校	ウオッシュレットの開発 プラスチック社会の 現状とあるべき姿		TOTOミュージアム
R2	2020			福岡県立修猷館高校	ウオッシュレットの開発 (資料配布のみ)		
R3	2021	10	19	福岡県立東筑高校	地球環境とプラスチック 文明の共存の道 ウオッシュレットの開発 (オンライン)		北九州エコタウン
		11	3	福岡県立修猷館高校	ウオッシュレットの開発		
R4	2022	6	22	久留米高専	エネルギーのはなし (オンライン)		
		11	3	福岡県立修猷館高校	ウオッシュレットの開発		
R5	2023	6	16	久留米高専	エネルギーのはなし		
		12	2	福岡県立東筑高校	iPS細胞×ロボット		ブリヂストン北九州工場

2023 年度九州支部冬の行事開催のご報告

～高校出前授業、モノづくり現場訪問（工場見学）、支部総会～

九州支部長 中村久志（S56/1981卒）

九州支部では支部総会に合わせて、高校（福岡県立東筑高校）での出前授業と、生徒さんとともにブリヂストン北九州工場様の工場見学を12月2日に行いました。会員・関係者・ご家族19名がご参加くださいました。以下、概要報告です。



1. 福岡県立東筑高校での出前授業（生徒さん30名） ※地方版ですが某新聞にも掲載！

※東筑高校での授業は、2019年、2021年（オンライン）に続き3度目となります。

1) 大学紹介「大学ってどんなところ」

東筑高校OBでもある京都大学教授の黒瀬良一さん（H5/1993卒）による大学の紹介。学部～院～博士課程のそれぞれの内容を具体的に分かりやすく、また「当世学生気質」もユーモアを交え、ご紹介いただきました。



2) 講義「iPS細胞×ロボット～人とは違うキャリアを築く～」

講師は、アステラス製薬主任研究員・京都大学iPS細胞研究所共同研究員の北條未来さん（H5/2013卒）

- ・研究支援ロボット「Maholo」（安川電機製）を活用したiPS細胞研究の最前線の様子をお話されて、研究者の仕事の実態や苦労話を、たっぷり魅力的に、語りかけてくださいました。



- ・また、ご自身の研究者になるまでの道のりやキャリアを積む中で大切にしていることをお話になり、生徒さんたちにとって「今後の進路」に関し、大いに刺激と参考になったと推察します。

3) 高校生と大学・OBの双方向コミュニケーション

研究テーマの決め方など、活発な意見や質問があり、黒瀬さん、北條さんを中心に返答いただき楽しい時間となりました。



- ・工場見学バスの中でも、延長戦がありました。

※当日は、iPS研究とも関係の深い、「分身ロボット（オリヒメ）」を用いた

「遠隔ベビーシッター」にトライしました。岩手県在住の難病の方が、オリヒメを操作し、北條さんのお子様を、岩手県から保育！・・・お子様もすっかり「オリヒメ」に懐かれたご様子。



2. モノづくり現場訪問・・・ブリヂストン北九州工場見学

今回は、世界最大級、超大型タイヤを製造する、ブリヂストン北九州工場を見学させていただきました。（生徒さん21名先生3名とともに）ゴムの成型や組立、その大きさに圧倒されっぱなし！

スタッフの方のご丁寧な説明で、モノづくりの一連の流れと、ダイナミックさが直接伝わってまいりました。生徒さんばかりでなく会員の皆様にとっても貴重な経験であったことと思います。



※普段は土日の見学はNGのところ、見学OKいただきました。厚く御礼申し上げます。

3. 九州支部総会・懇親会

1) 九州支部総会

支部総会では旧年度の事業報告と新年度計画が承認され、右記の2024年度役員を選出しました。

支部長	中村久志 (1981)	元TOTO (株)
副支部長	黒瀬良一 (1993)	京都大学
事務局長	長友志朗 (1999)	三菱電機 (株)
事務局次長	泉屋亨 (1993)	日鉄エンジニアリング (株)
会計	清水明 (1971)	元三菱重工 (株)
監事	角倉深 (1990)	かばしま法律事務所

2) 懇親会

冒頭の写真のとおり、17名（お子様は、特製お子様ランチ付き）の参加をいただき、高校生の新鮮な感性や、工場見学の感想、近況の確認などの話題で、おおいに盛り上がりました。

4. 結び

九州支部では「楽しむ」「社会貢献」をキーワードに活動しています。今後ともよろしく願いいたします。・・・次回もぜひご期待ください！！

series 研究最前線 (11)

古くて新しい熱計測技術で拓く熱計測・熱マネジメントの可能性

廣谷 潤 (H21/2009 卒)



「ナノ・マイクロスケールでの熱伝導率を測定する必要性と測定上の課題にはどのようなものがあるのか？」

1. はじめに

熱は大型発電プラントから住宅、自動車、エンジン、バッテリー、半導体に至る大きいものから小さなものまで、我々の生活に密接にかかわっています。(図1) 熱という分野は機械工学を学んだ研究者やエンジニアの方々が仕事として関わることも多いでしょうが、それよりも衣服による体温調節や料理の際の火加減、住居の断熱性など、普段の生活で意識せずとも子供のころから熱に関わっているのではないのでしょうか。



図 1. 熱が関連するもののスケールサイズ (写真は <https://pixabay.com> の規約に従い引用)

本稿では、私が研究分野とするナノスケールでの3次元熱計測技術や熱計測デバイスについて紹介します。学術用語を使えば、熱拡散率や熱伝導率の測定手法を紹介するということになるのですが、ざっくり申し上げると熱がどのように伝わるのかを調べることができる技術です。熱の伝わりを深く理解することができ

れば、効率良く熱を逃がす方法を考えたりするのに役立ちます。

私は、その中でも半導体やナノ・マイクロスケールの材料における熱の伝わりを評価できる手法の開発に挑戦しています。特に、図2に示すようなSiを使った半導体分野においては微細化の進展にともないプロセスノードがさらに小さくなるにつれて発熱密度が上昇していますし、SiCやGaNなどのワイドバンドギャップ半導体材料を使ったパワーデバイスなどでも発熱問題は解決すべき重要課題となっています。

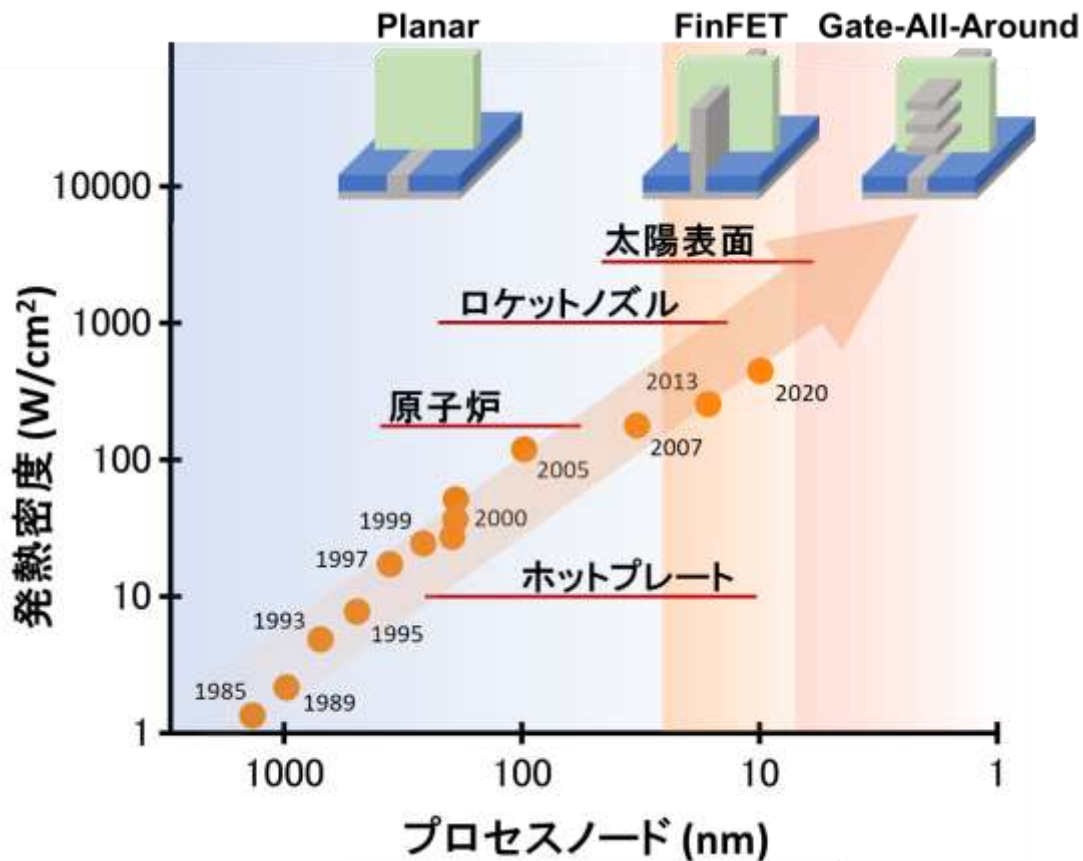


図 2. 半導体分野におけるプロセスノードと発熱密度

2. 熱伝導率の測定方法

私は一般向けに熱伝導率計測について説明するとき、まず図3を用いて熱の伝わり方の分類から説明するようにしています。伝熱工学を学んだ方であれば当たり前のことを言っているだけなのですが、分野外の方からすると熱の伝わりといわれても想像するものが各々違うために混同することがあるようです。話を戻すと、私がここで紹介する熱計測の方法は主に熱伝導、熱伝導と対流を含む熱の伝わり方を調べる手法です。そのため対象とする系は主に固体が多く、一部に流

体やソフトマテリアルを含む材料の熱の伝わりを研究対象としています。

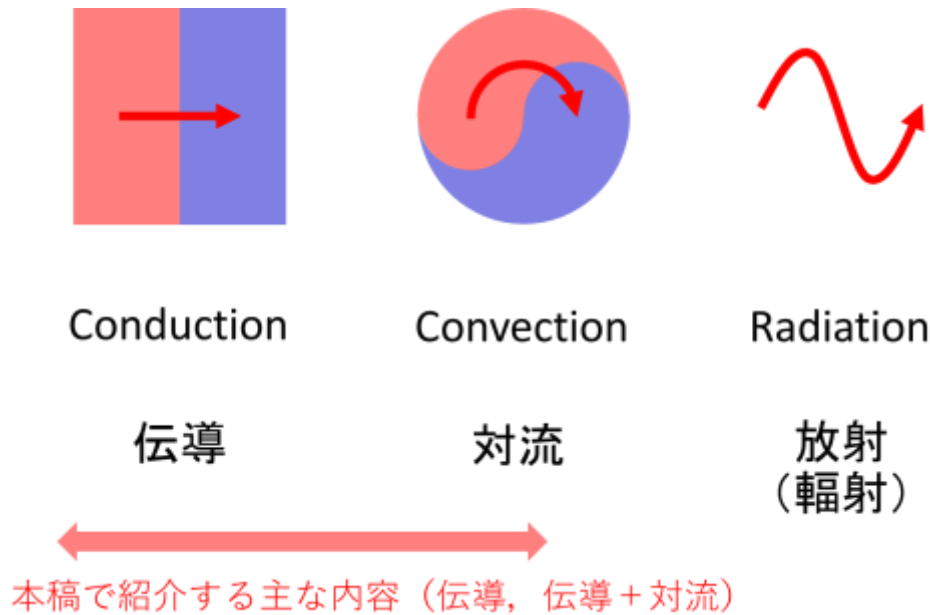


図 3. 熱の伝わり方の分類と本稿で対象とする内容

また熱計測について語る際には、知り合いの研究者から熱計測が難しいのは聞いたりすることがあるんだけど、具体的に何が難しいのか？と聞かれることが良くありますので、図4を使って私なりの理解で説明したいと思います。例えばMOS型のトランジスタを例に挙げますと、トランジスタとして使う場合には、材料を金属、半導体、絶縁体と使い分けつつ電圧によるON/OFF制御をすることで流れる電流量を制御することができます。しかしながらこれらトランジスタにおいて熱を輸送するキャリアについて考えてみます。例えば、金属では自由電子やフォノン（格子振動）、半導体では主にフォノン、絶縁体ではフォノンが熱輸送キャリアであると考えられています。もちろん材料によってフォノンの振動成分は異なるのですが、金属、半導体、絶縁体すべてにフォノンが存在するために、フォノンを介して熱が容易に拡散してしまうことで材料中を伝わる熱量を求めることが困難になる場合が多く、熱計測が難しくなることが多いです。またフォノンを介して熱が伝わらなくても、物体間の温度差が大きい場合には輻射により熱が伝わってしまうことも実験をより困難なものにしています。つまり、熱計測をしようとした場合には、測定したい系に流れる熱量を厳密に求める必要があります。対象とする材料以外への熱の伝わりが無視できる状況を作り出す必要があります。この問題は、材料自体のサイズが我々の手でハンドリングできるサイズであれば対応

策も実施しやすいのですが、材料自体のサイズがナノ・マイクロスケールになると比表面積が大きくなるうえに材料自体に流れる熱量も小さくなるため、測定自体の難易度が大きく上がります。

Q. 熱計測の何が難しいのか？

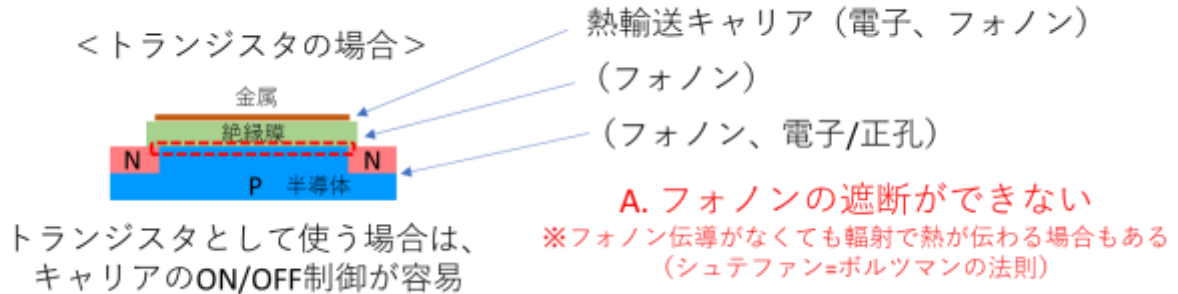


図 4. 熱伝導率測定 of 何が難しいのか？

図5には、熱伝導率を測定する方法の主要なものを抜粋して記載しています。非接触と接触による測定方法と測定可能なサイズで分類すると、様々な方法がすでに多くの研究者らによって開発されていることがわかります。

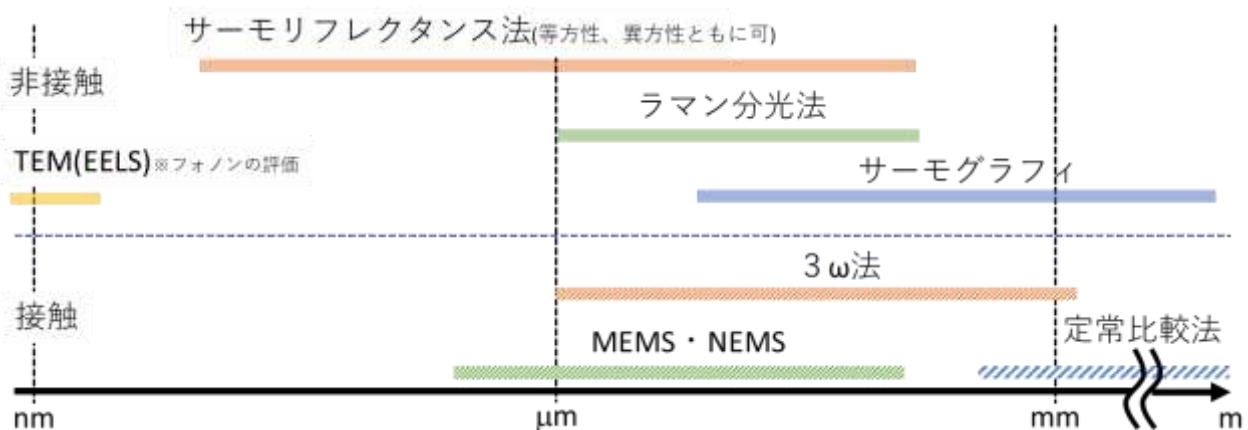


図 5. 熱伝導率測定方法の分類

COVID-19の流行時に百貨店や空港などでサーモグラフィでの赤外光を使った体温（温度）検査などは身近に感じる方も多いと思います。それ以外の非接触の測定方法では、サーモフレクタンس法やラマン分光法を用いて、レーザーによる加熱とサンプル表面から出てくる情報からの温度の情報を熱伝導率計測に用います。接触式の方法ですと、3 ω 法による測定やMEMS・NEMSによる測定方法、学生実験でおなじみの定常比較法などでも測定することは可能です。基本的に、熱計測の実験で得られる生のデータはいろいろな形態があるのですが、電気抵抗などから換算された温度などの物理量や光の強度などです。つまり、熱伝導率計測

においては、熱伝導率そのものを直接測定するというよりは、あくまで温度や熱量などの物理量を厳密に測定することで、フーリエの法則から熱伝導率を求めるということになるのです。また材料のサイズがナノスケールになってくると熱伝導率にも面白い物理が表れ始めるのですが、それを語り始めるとすごく長くなるのでまたの機会とさせていただきます。

3. 周波数領域サーモリフレクタンスによる熱伝導率計測

熱伝導率計測手法の中でもサーモリフレクタンスによる熱計測[1]は、材料科学分野を含めて多くの分野で用いられることが多いです。本測定手法は、測定したい材料表面に、レーザー光を吸収して熱に変換させるため役割と表面の温度測定の役割をもたせた金属薄膜（トランスデューサー層（金薄膜））を用います。この金属が必要ではあるものの、大気中において非接触で熱伝導率を測定できる点から多くの研究者に受け入れられています。サーモリフレクタンスは、大きく分けて時間領域サーモリフレクタンス(TDTR)と周波数領域サーモリフレクタンス(FDTR、図6)に大別されます。

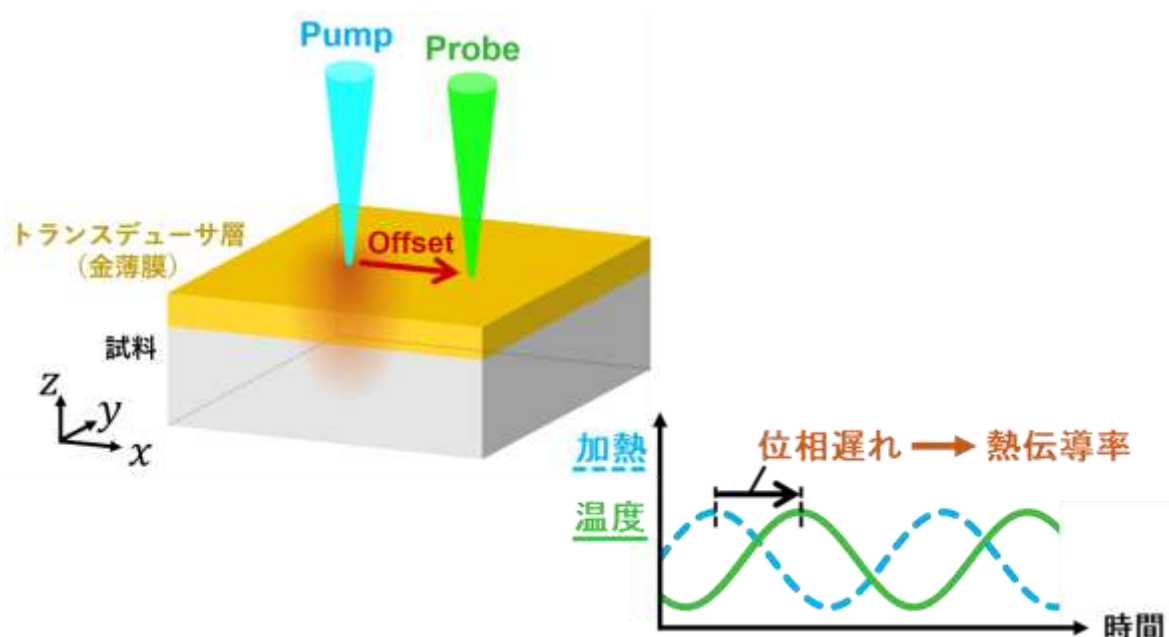


図 6. 周波数領域サーモリフレクタンス(FDTR)の概要

TDTRは材料表面をパルス加熱してその温度減衰応答をモニタリングする点では、物理現象としても理解しやすいのですが、ナノスケール厚さの材料を測定する場合にはパルス加熱するレーザーの短パルス化がカギであり、非常に高価なフェムト秒レーザーと温度減衰を測定するための機械ステージで変調可能な遅延光

路などが用いられることが多いです。一方、FDTRは加熱に用いるPump光を変調し、温度測定用のProbe光との位相差から熱伝導率を算出する方法です。(図6) 一見取っつき難い測定方法ではあるのですが、測定時間はFDTRのほうがTDTRに比べて短時間である場合が多く、測定可能なサンプル厚さもレーザーの変調周波数上限の数百MHzまで可能であることから、比較的安価な半導体レーザーなどを用いて装置を構成することで、ナノ・マイクロスケールの試料厚さの熱伝導率を測定することができると考えられています。

私自身も高価なTDTRの実験系を作りきる予算もなく、すでに世界中で流行っているTDTRを他の研究者の後追いで同じ装置を作ってもメリットは少ないと考えました。そこで、日本ではどちらかというとマイナーであるものの、世界的に取り組みがあまりなされていない装置改良によるメリットを享受できるFDTRの実験系の構築と改良に取り組んでいます。実際に予算を獲得して装置作製を進めた結果、これまでにダイヤモンドからガラスまで4桁程度熱伝導率が異なるサンプルを、所有するレーザーの最大変調周波数150MHzで加熱して精度よく測定できるようになっています。

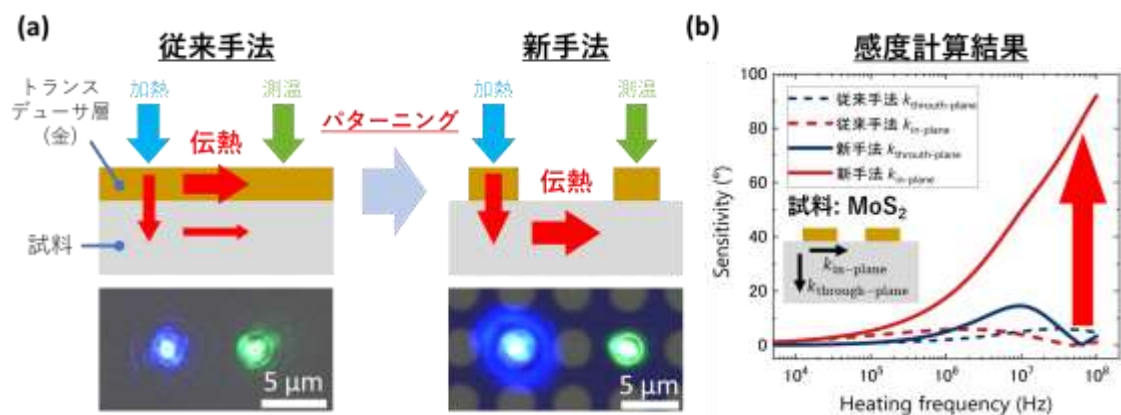


図7. 周波数領域サーモフレクタンズ法による熱伝導率計測感度の向上

(a) 従来手法と新手法の比較 (b) 面内および面外方向に対する熱伝導率計測感度計算結果

また、従来ではサーモフレクタンズ計測では必須であった表面の金属層（トランスデューサー層）は、低熱伝導率の試料を測定する際には、トランスデューサー層の金属の熱伝導性の良さが影響して測定感度が低下する課題がありました。それに対して表面の金属膜をパターニングすることで、測定感度を向上させることに成功しています。(図7) 話し出すとキリがないのでこの辺で止めておきますが、現在は本熱測定技術さらに深掘しながら、熱計測技術全般を利用したスタートアップの立ち上げを目指しつつ、今は複数社と熱計測に関して共同研究を行っ

ている状況です。なお本装置を世界に広めていきたいと考えており、私のところで開発した技術を搭載したFDTRを、サイエンスエッジ(株)から購入することも可能です。

いかにも宣伝といったような形でFDTRの良さそうなことばかり述べてきましたが、FDTRに限定せず熱計測には大きな課題が残されているのが現状です。その課題は、例えばFDTRですと、熱伝導率を測定したい材料とトランスデューサー層などの材料と材料の界面における熱抵抗[2]です。材料の代表長が小さくなると体積の効果よりも表面積の影響が大きくなるため、測定した系全体における界面の熱抵抗の影響が、材料自身の熱抵抗よりも相対的に大きくなることが多いです。そのため、界面熱抵抗を正確に見積もるか仮定しないと本来求めたい材料自身の熱伝導率を算出できない課題が、ナノ・マイクロスケールの熱計測は今でも残されている大きな課題の一つです。

この界面における熱抵抗は、固体と固体、また固体と液体の界面を含めて1980年後半からずっと探求され続けている研究テーマであるのですが、未だ信頼のにおける体系的な理論は構築されておらず未解明な部分が多いです。私自身の博士論文のテーマも、まさにこのナノ・マイクロスケールでの界面熱抵抗だったのですが、博士課程を修了して10年近くが経つ今でも熱の研究に関わり続ける限り、界面の熱輸送現象の解明の重要性再認識することが多いと感じています。このように、半導体などの熱計測を主目的として応用研究を進めていても、界面の熱輸送現象の解明という基礎研究に立ち返らざるを得ない状況です。

4. まとめ

本稿では、昔から行われてきた熱伝導率計測に着目し、近年注目を集める半導体やナノ・マイクロスケールの材料などを対象とした熱計測手法の開発状況について概説してみました。半導体の集積密度の向上やパワーデバイスなどの分野で熱に関する研究は重要性が増しており、さまざまな熱計測手法の開発も進められています。私自身の研究でも、今は開発した熱計測手法を用いて主に半導体材料やナノ材料を対象として、熱の伝わり方を評価して理解している段階です。しかしながら上記で概説したように、本質的に固体中における熱の伝わりを理解しようとすると、計測手法の開発だけでなく界面での熱輸送現象の解明が重要になってきます。私自身、応用研究と基礎研究どっちをやろうかな、などと悩んでいる

時期もあったのですが、結局応用・基礎どちらか一方だけという切り分けは難しく、最近は何事もなく社会からの要請が強い分野、自分が興味を持った分野などを体力と気力が続く限りすべて取り組むようにしています。

以上で終わりとしたと思いますが、タイトルとした熱計測・熱マネジメントの可能性という内容のうち、熱計測の内容でさらっと紙面を埋め尽くしてしまったような気がしています。今後は誰にもできない熱計測技術をまずは極めることで、限られたエネルギーを有効利用できる熱マネジメント技術にまで研究展開できるように日々精進していきたいと思いつつ研究を続けています。また何かの機会に私の研究進捗を紹介できればと思いますので、引き続きよろしく願いいたします。

参考文献

- [1] A. J. Schmidt, R. Cheaito, and M. Chiesa, "A frequency-domain thermoreflectance method for the characterization of thermal properties", *Rev. Sci. Instrum.* **80**, 094901 (2009).
- [2] E. T. Swartz, and R. O. Pohl, "Thermal boundary resistance", *Rev. Mod. Phys.* **61**, 605 (1989).

Profile

京都大学工学研究科マイクロエンジニアリング専攻ナノ・マイクロシステム工学研究室 准教授

1985年、山口県山口市に生まれる。2009九州大学工学部機械航空工学科卒、2011同大学院工学府航空宇宙工学専攻・修士課程修了、2013同博士後期課程早期修了、2013.4.1(株)デンソー半導体プロセス開発部、2014.10.1名古屋大学大学院工学研究科電子工学専攻研究員、2016.1.1同助教を経て、2021.12.1京都大学大学院工学研究科マイクロエンジニアリング専攻准教授として現職。2020.12.1より科学技術振興機構さきがけ研究者（情報担体領域）を兼任。ナノ・マイクロ熱計測やナノ材料を用いたフレキシブルサーマルデバイスおよび熱マネジメントに関する研究などに従事。

研究内容紹介HP : <https://therment.jp/>