



令和3(2021)年度学術変革領域研究(A)

2.5次元物質科学：
社会変革に向けた物質科学のパラダイムシフト

公募班メンバー特別対談 14

A03班

分析班 公募研究

(超高速・超広帯域近接場顕微分光で拓く
2.5次元物質の光科学)

熊谷 崇

A04班

物性開拓班 公募研究

(超高速光計測で拓く原子層二次元物質の
動的界面エンジニアリング)

藤井 瞬

公募班にご応募された理由を教えてください。

熊谷 物質に光をあてたとき、どのような光によってどのような現象が起こるのか、それを極めて小さな空間・短い時間のスケールでとらえる装置の開発をしています。いわゆるナノ分光の研究です。僕が行っているこの計測技術を2.5次元物質に応用できるのではないかと考え、またこの領域を知る前に宮田さん(A02)と共同研究を行ったご縁もあり、応募につながりました。

藤井 自分の実験室を立ち上げて、二次元材料研究を始めたタイミングで募集がありました。もともとはレーザーといったフォトニクス分野で研究を行っていましたが、フォトニクス分野と二次元系材料は相性が良いのではないかと考えており、応募につながりました。異なる研究分野から参加したため、面識のある方もほとんどいらっしゃらない中ですが、採択がかない嬉しく思います。

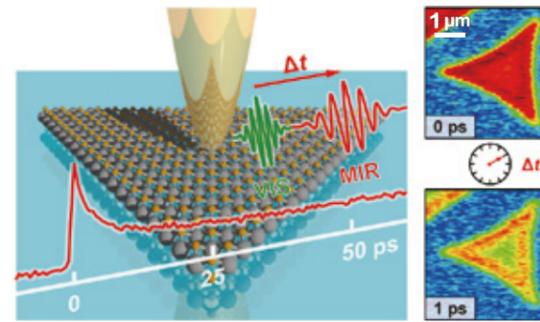
先生方の研究についてお伺いしたいです。

熊谷 2.5次元物質では様々な応用を考えることができます。例えば光らせる、電気を流すなどが挙げられますが、その応用につながる基本的な性質として、2.5次元半導体の場合、光を当てたときに電子などが励起されて、様々な振る舞いを見ることができます。そのような振る舞いが空間的、時間的にどのようにしているのかを、できるだけ小さく、早いスケールで捉えようというのが僕らの行ってる装置の開発です。そこで、探針増強近接場顕微分光と超高速・超広帯域パルスレーザーとを組み合わせた装置をこれまで構築してきました。それにより、単層の遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)における超高速光誘起ダイナミクスをナノスケールで可視化する

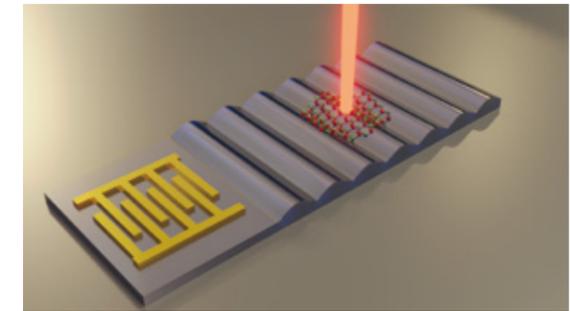
ことができるようになりました。

僕ももともと、表面科学という物質表面の現象を調べる分野で研究していました。その中でも特に、走査プローブ顕微鏡という原子や分子を直接見る装置を使った研究を進めています。低次元系といわれる、横にしか広がりのない物質において、どのような構造、物性があって機能が生まれるのかということにずっと興味を持っています。2.5次元物質は、二次元的な広がりが少ないようなものに、更に何かを加えているという解釈ができるので、僕にとっては表面科学の1つの応用分野なのではないかと思っています。

藤井 私の方は、もともとの専門はナノフォトニクスというナノ領域を扱う光の分野の出身で、二次元材料とはあまりオーバーラップがありませんでした。そのため二次元材料の研究を始めたのはかなり最近です。きっかけとなったのは、ポストドク時の所属チームがカーボンナノチューブや二次元材料を使った光の物性の研究をしていたことです。そこでフォトニクスと二次元材料を組み合わせる研究を行い、二次元材料作製にも携わり、分光、励起子の発光、非線形効果の美しさなど、面白い物性に触れて興味深く感じるようになりました。その後、研究環境が変化する中で、何かを組み合わせると新しい物性を引き出したり、新しい現象を見たいと考え、そのプラットフォームに表面弾性波(SAW:surface acoustic wave)デバイスを選びました。これは簡単に説明すると、外から電圧を印加すると圧電効果により電圧に応じて伸縮する材料で、微小なひずみの波が表面を伝播していくようなデバイスです。二次元材料を組み合わせると、二次元材料は薄いので、ひずみや引っ張りに対してとても敏感に反応します。表面弾性波デバイスを使うと電気でかなり速く振動させることができるのが面白い



超高速時間分解ナノイメージング (熊谷)



表面弾性波による2.5次元の励起子物性制御 (藤井)

ところの1つです。しかし問題点として、振動が高速すぎて観測情報が平均化されてしまうこと、時間的に平均化されて信号が鈍ってしまうことがあります。それに対して、私の出身分野で培ってきた自作レーザーと制御技術を用いれば、高速に振動する表面に当てるレーザーのタイミングを自由にコントロールしながら測定することが可能です。このように、従来平均化されて見えてこなかったものを、空間・時間的に分解して細かく観測していく研究を行っています。

熊谷 領域会議の発表や今回のお話伺っていると、藤井さんは装置も作るし、測定対象もご自身で作製してすごいですね。

藤井 これは自分がとても大事にしていることなのですが、デバイスをできるだけ自分たちで作りたい、作れるデバイスで研究したいという思いがあります。二次元材料は、もともと私の専門である微小光共振器との組み合わせ、表面弾性波デバイスとの組み合わせなど、相性の良さを感じており、さらに自分の思いもかなえてくれる材料だなと思っています。

2.5次元領域に参画して感じたことや、共同研究について教えてください。

熊谷 領域会議では議論が活発に交わされている印象です。2.5次元物質という大きなテーマがある中で、様々な専門を持っている方がいらして、幅の広さを感じています。

藤井 そうですね。議論も活発ですし、共同研究に対してフットワークが軽く、ちょっとサンプル送るよということがあちらこちらで起きていますよね。専門性の異なる方が領域で出会って組んだときに、こんなに相乗効果やインタラクションがあるものかと驚いています。私自身はそこまで活発に共同研究ができていないので、これから頑張っていきたいです。

熊谷 僕は、藤井さんがご自身でデバイスを作っているところも素晴らしいと思っているので、そこは貰いたらいような気がします。測るから作り方を教えてくださいとか、どうでしょう?お互いにとってよいのではないのでしょうか?

藤井 そう言っていただけるとありがたいです(笑)自分たちでなるべく作りたい思いはありますが、研究が進み、やりたいが増えてくると、設備や精度の面でどうしても限界が出てきてしまっ...。それで今、鈴木さん(A02)からCVDのサンプルをいただくなど、いろいろな方に助けてもらっています。この領域に参加するまではネットワークもあまりなかったのですが、できることを少しずつ頑張ってたのですが、今では試してみたかった材料をすぐに送っていただくことができ、研究が進んでいく実感があります。

熊谷 僕もネットワークが広がりました。僕は計測が専門で、これまで興味はあったが扱ったことがなかった物質について研究している方と繋がることができました。そういった物質に関して、何がしたいのか、何を測ると意味があるのかということをしっかり把握しながら、自分にできることを広げていきたいと思っています。

藤井 私も精密な光計測が専門なので、皆さんがご持ちの新しい材料、面白い材料を測って、ひずみや様々な特性を明らかにしていくような研究を続けていきたいと思っています。領域活動期間が終わってもこのネットワークを大切にしていきたいです。

Interviewees



熊谷 崇

分子科学研究所
メゾスコピック
計測研究センター
准教授

藤井 瞬

慶應義塾大学
理工学部
助教

(活動班順 敬称略)

ライター：柏田 百代 (広報担当)

領域ホームページ <https://25d-materials.jp>

(ニュースレター公開日: 2025年2月27日)