



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

計画班メンバー特別対談 6

A02班

集積化班 研究分担者

(液相/印刷プロセスによる自己組織化分子膜形成)

荒井 俊人

先生方の研究について教えてください。

荒井 学部時代は東大の理学部物理学科で学びました。修士からは、何か身近なもの、柔らかい素材(ソフトマター)の研究をしたいと一念発起して理工学学科に移り、高分子系を対象とした研究をしていました。その後、博士課程では微粒子が液体中に分散したコロイド系を対象とした研究を進めました。この研究に携わっているときに、液体の中から自発的に秩序が生まれる様子に惹かれ、東大の助教・講師時代には金属ナノコロイドや有機半導体、有機強誘電体といった電子材料を対象としながら、それらのつくる「秩序」について研究をしました。最近では、エレクトロニクスにも活用できるようなソフトマターの界面制御に取り組んでいます。

長汐 荒井さんの研究は、どんどん自分のテーマとの関わりが増えてきていて、最近では有機のことを色々教えてもらい助かっています。こうやって流れを追うと、結構研究対象を変えていて面白いですね。

荒井 今は、タイミングをみて変えるように心がけています。でも足場を持たずにテーマをいきなり変えるのは難しいので、片方は自分の中でコアになるものを持って、それをもとに他のところに広げることが多いです。最初は高分子、その後にしたコロイドは高分子のコロイドです。その時は合成もしていたため、経験を積むことができました。その研究をもとに自己組織化に詳しくなり、その物理を活かすとエレクトロニクスに使えることが分かり、最近行っているソフトマターの界面制御ではエレクトロニクスの足場を持っていることが自分のカラーになっているかなと思っています。

長汐 自分の方は、もともと宇宙環境で材料の研究をすることを目標にしていました。高校生の時に毛利さんが宇宙で材料実験を行っていて、そこで重力がパラ

A05班

機能創出班 研究分担者

(2.5次元界面制御によるトランジスタ特性制御)

長汐 晃輔

メーターになることを知り、それがとても興味深く、自分もやってみたいと思ったのです。学生時代は東大の宇宙研で、半導体や機能性酸化物の結晶成長の成長機構を調べるようなことを楽しくやっていました。そこから東大のマテリアルに移るときに、それまでと全然異なる電子デバイスの分野に移ることに。最初は全く分からなくて、だからこそ新しいことをやろうとグラフェンの研究に着手しました。グラフェンをはじめとした二次元材料は、シリコンの次世代の材料として期待されています。今は二次元材料のウエハースケールでのデバイス特性評価やトンネル電流を利用した電界効果トランジスタ(FET)の探求などを進めています。

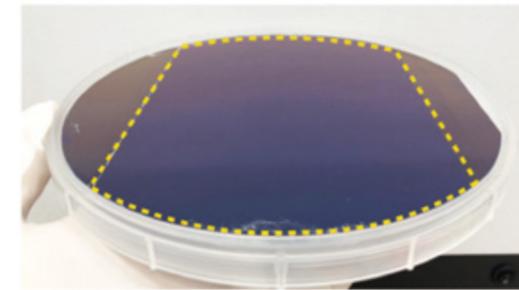
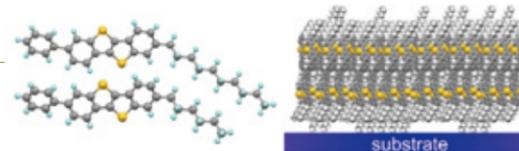
特にトンネルFET(TFET)は従来のFETの限界を超える低電圧で電流をスイッチングできることが実証されています。そのため更なる低消費電力化を目指し、最適な材料の組み合わせやデバイス構造の研究に注力しています。自分のもともとのベースは結晶成長にあるから、デバイスもすごく好きだけど、デバイスに用いる結晶もやっぱり自分で作りたいと思っています。

荒井 長汐さんのSnSを使った研究をはじめたときに、結晶成長へのこだわりが伝わってきました。今のお話を聞いてその理由がよくわかりました。

長汐 そういふところに出るよね。今は完全に電子デバイス中心になりましたが、基本は材料ベースでの新しい材料のデバイス化です。日本は物性は強いのですが、デバイスは研究者が少ないので、皆で頑張りたいたいと思っています。

領域活動の中で感じたことをお聞きしたいです。

長汐 2.5次元領域の前に齋藤理一郎先生の原子層科学に参加していたのですが、その時に皆で垣根を取っ払って研究するスタイルを学びました。2.5次元領域を



厚みが分子レベルで均一な有機半導体薄膜(荒井)

立ち上げる時、さらにパワーアップするためにも、少し材料の違う若い人に入ってもらうことはとても大事だと考えました。それで、面識が全然ないけれど荒井さんに参加してもらいたくて、僕から猛アタックしたのです(笑)。

荒井 お声がけいただいて本当によかったです。これまで繋がる事がなかった方々と出会うことができましたし、自分の研究を見つめなおす良い機会にもなりました。初めて参加した時は知らない方ばかりで、実はかなり緊張しました。参加してみると、僕はこの分野について知らないことがたくさんあるのに、しっかりと議論していただけてホッとしました。

それからこの領域で感じるのは、若手の層が厚いことです。若手を育成するための取り組みがしっかりしていることもあってか、学生さん達同士で活発に議論し、研究に打ち込んでいる姿にはいつも感心しています。

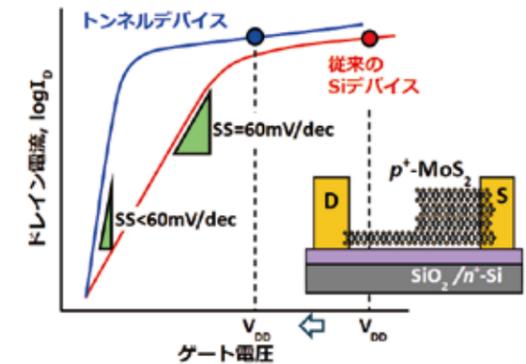
長汐 分野を越えての交流や機会はあまりないものですね。

荒井 そうですね。それに加えて、若手の昇進や異動も多い印象があります。優秀な若手人材をコンスタントに輩出できているのが、この研究領域の活性化につながっていると思います。

今後、目指していきたいことについて教えてください。

荒井 界面のサイエンスをしっかりやりたいですね。界面付近はデバイスの中で電荷が動く領域でもあり、異種部材の接合もデバイスの信頼性にかかわる重要な課題です。一方で、重要な場所にもかかわらず、物と物の界面は埋もれていて、直接触って調べることもできません。特に最近では有機・無機それぞれの素材を複合化するニーズもあることから、こうした界面を私自身が「界面活性剤」になって、しっかりと理解し操っていきたくと思っています。

長汐 自分の方は、1つは二次元系をきちんとデバイス展開できるところまでやることで、それについては意地でも進めていきたいと思っています。もう1つ、それは別に二次元系の面白い物性を使い、今知られていないところを利用して、世の中で使えるのではないかと提案もしたいですね。それについては小さな話でよく



低消費電力動作とデバイス構造(長汐)

て、この両極端な2本立てで行きたいです。これらは研究のステージは全然違うのですが、それぞれに違う面白さがあって、将来的にもずっと続けたいと思っています。片方に寄ると頭がカチコチになってしまうので、両方やりたいですね。

荒井 材料にこだわらないってことですね。

長汐 そうですね。僕らが扱っているような新しい材料系は、物性を研究する研究者は多いけれども、実際に使えるようにという研究者は実は少なく。シリコンデバイスの研究者の方とか、もう少し二次元系にも入ってきてくれるといいのですが・・・。

荒井 研究のフェーズと実際に世の中で使っていくフェーズは、求められることもかなり異なりますからね。長汐さんはアカデミックの立場から、この両者に橋を架けようとしているので、見習いたいなと思っています。

長汐 ありがとう。そういう荒井さんも異なる分野を繋ぐ存在で、頼りにしています! 2.5次元領域の活動も終盤に差し掛かってきました。それぞれの技や知見、工夫、成果を持ち寄って、学術的・産業的に価値ある研究につなげていけるよう、メンバーそれぞれの力を合わせていきたいですね。



荒井 俊人

物質材料研究機構

独立研究者・主任研究員



長汐 晃輔

東京大学

大学院工学系研究科

教授

(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1月27日)