

訪問日 2018年9月27日

京都大学 大学院工学研究科 分子工学専攻 櫻井 庸明 助教

研究題名：有機エレクトロニクス素材に用いる機能性超微細ナノ材料・表面の開拓

研究紹介文にもとづき、助成対象となったご研究の詳細を伺いました（図1）。

以下は主な質疑応答です。

ご研究を始めた契機はなんですか？

博士号の学位は超分子化学の研究室で取得しました。簡単な有機合成化学や物理化学、分子集合体の化学が専門になります。学位取得後も有機分子を用いた材料開発の研究をしていました。本研究のきっかけは現在の研究室に着任した際、材料開発の知見を活かしつつ、放射線を使ってナノ構造体を作るプロジェクトにも参加することになったことです。実際に研究を始めてみると粒子線（放射線）の大きなエネルギーを使うと今までの自分の常識を覆す反応が起こるため非常に興味深く、試してみたい実験を追いかけていくうちに現在に至っています。この方法では、通常の有機反応では起こらない重合反応を粒子線で起こすことによって、低分子化合物から10ナノメートル（0.00000001 m）程度の太さを持つひも状の物質を自由自在に形成することができる珍しい手法であり、その適用範囲と応用例を現在模索しています。

ご研究の独創性を改めてお伺いします

本研究では粒子線と分類される放射線の一種を使います。サイクロトロン等の加速器で加速された高エネルギー粒子（イオン）が有機材料薄膜に照射された際、粒子は直進しながら材料にエネルギーを付与していきます（図2）。直進による円柱状飛跡内で重合・架橋をはじめとするさまざまな化学反応が起こり、円柱状（ワイヤ状）の不溶性領域が形成され、その後有機溶媒に浸漬し、粒子線が照射されていない部位を除去することでナノワイヤが単離されます。一つのイオンで一本のナノワイヤを形成することから、その径は非常に小さく、10 nmを切るようなものもあります（図3）。ナノワイヤの長さは薄膜の厚さに対応し、本数（数密度）は粒子線の照射密度で制御することができます。ここまで細いナノワイヤを均一に作成する手段は他にはなく、独創的であると思っています。最近では、粒子線照射後に有機溶媒を使わずに昇華処理を行い、未照射部位の低分子材料を除去することで、基板に垂直に配向したナノワイヤも作成できることがわかってきました。

実用化されると暮らしはどう変わりますか？

具体的な提案はこれからですが、表面上に極めて高密度なナノ構造体を形成できることから、形状を活かした接着機能や撥水機能、表面積の大きさを活かしたセンシング機能等へと展開できるのではと考えています。

研究者を志したきっかけを教えてください

高校生のころは、化学が好きで化学部に所属していました。しかし、今振り返ると、新しいことをやりたいというよりは、自分の手で実験してみたい気持ちが強かったと思います。大学に入った早い時期に、物理学や生物学よりも化学のほうが自分にあっていると感じ、化学を主とする学科を選ぶことになりました。転機は、4 回生の研究室配属で訪れました。世の中で自分しか合成していない化合物を扱うことに強く惹かれ、少しでも新しいことを追究していきたいと思い、そこからこれまで気持ちが継続しています。

大学で働く研究者になりたいと思った大きな理由は二つあり、一つ目は、研究者が原則として個人の名前で研究結果を示して評価されることに惹かれました。素晴らしい成果を伝えることができればスポットライトを浴び、一方で個人としての責任が求められる点に、連帯責任が強くて個人が見えない仕事よりも魅力を感じました。二つ目は、後輩の学生と共同で研究をする機会によって、2、3 年の間にその人の観察力や思考力、人間的な成長を目の当たりにしたことです。自身の成長はあまり客観的に見るができなかったのですが、二人三脚で一緒に頑張ってきた後輩の成長を強く感じ、そういった機会を手助けできるのならばこの仕事を続けたいと思うようになりました。

研究活動の面白さは何ですか？

日々少しでも新しいことが見つかっていく点だと思います。「自分しか行っていないこと」、「扱っていないもの」から何か一般的な結論が得られることもあります。逆に、それでしかできない新しいことが見つかることもあります。自分で仮説を立てて実行し、期待通りに上手くいったとき、逆に、思ってもいなかった現象が観察され、そこから新しい発見があったとき、どちらも非常に面白いです。その分野の専門家だけではなく、それ以外の方に面白さを伝えられて共有できるような研究が、究極的な面白さになるのだと思います。そういったものを目指して研究を進めています。

後進の方に伝えたいことは何ですか？

目の前で起こっていることを観察して解釈すること、自分の頭で考えること、を重視して欲しいです。情報過多な時代ですので、一問一答的なものは調べればすぐに解答が得られますが、同時にそれはいわゆる人工知能のように、人間でなくてもできることになってしまおうと思います。人生一度きりですから、自分の身の回りのことに関心を持って、よく観察して、どのようなしくみで物事が動いているか（自然科学であっても社会科学であっても）自分の頭で考えてみると、人間だけが感じることのできる楽しいことがたくさんあることに気がつくと思います。

後記

お話の最初に高いエネルギーを照射すると伺って、物を削る一般的な手法を予想しました。実際は構造体を形成するために使われていました。一般的な手法と逆のアプローチ、かつ先生の得意な材料の知見を組み合わせている点に、研究の拡がり、奥深さを感じました。また、伺った言葉の一つ一つに先生の研究に対する志の高さを感じました。先生の研究が早期に実現することを願っております。

(技術部長 鳥越昭彦)

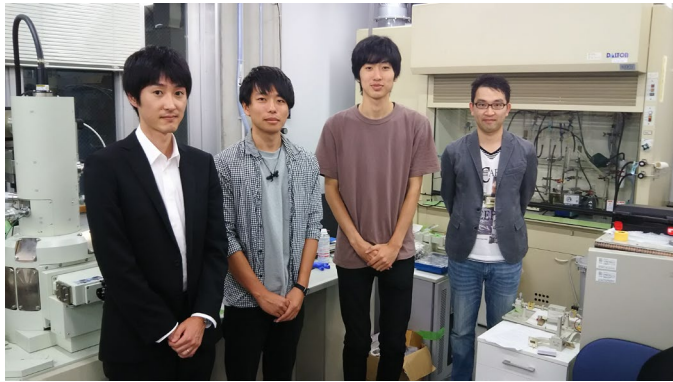


図 1: 一番右が櫻井庸明先生

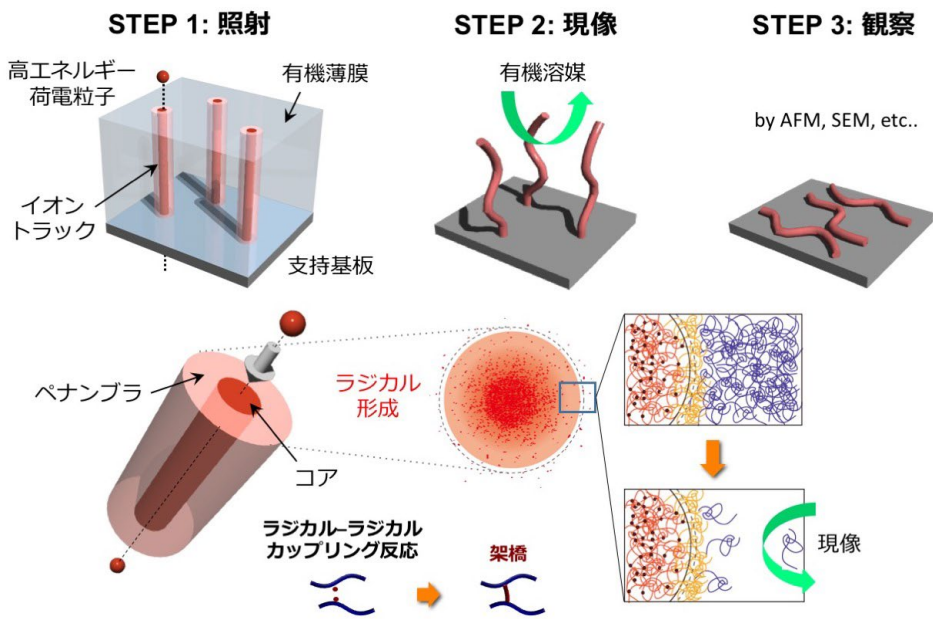


図 2: 粒子線を用いたナノ構造体形成の概念図

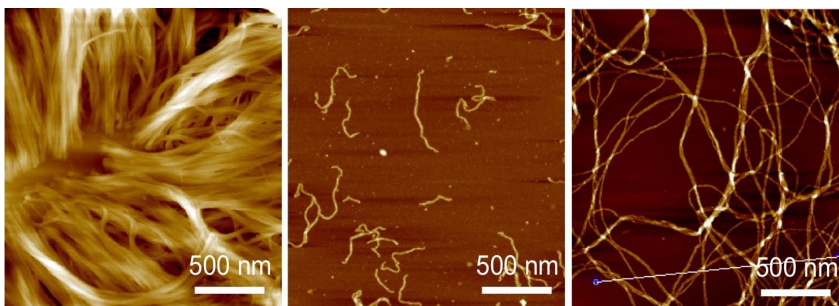


図 3: さまざまな有機材料から作成したナノワイヤの原子間力顕微鏡像