

研究対象はカーボン材料。世界的にも注目される分野の一端にふれられます。

008 Takada LABORATORY

高田研究室

准教授・博士(工学) 高田 知哉

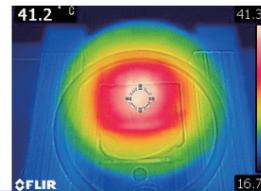
- 専門分野 ナノカーボン材料の化学と応用
- 北海道大学工学部応用化学科卒業
- 北海道大学大学院工学研究科分子化学専攻博士後期課程修了



A PPEAL POINT アピールポイント

現在は、ポリマー/カーボン複合材料およびメソポーラスカーボン材料の作製方法及び応用を研究しています。電気伝導性材料、熱伝導性材料、ソフトアクチュエータ、環境浄化材料などを指向した研究に取り組んでいます。

フィルム状に成形したカーボンとポリマーの複合材料が熱を発生する様子をサーモグラフィで計測。



カーボンとポリマーを組み合わせ 透明な導電材料などを開発

現在の研究の重点は、カーボン材料とほかの材料の両方の良いところを組み合わせ、複合材料をつくることです。中でもメインは、カーボンナノチューブ^{※1}という炭素を使って、有機材料のポリマーと化学反応で連結させて材料をつくること。例えば、透明なポリマーと、電気を流したり、熱を通したり、赤外線をあてると熱を発生したりするカーボンの性質を組み合わせることで、幅広い利用が期待されます。ポリマーそのものに電気を通すことはなかなかできないので、透明な板やフィルムに導電性や発熱性を持たせることができればいろいろな使い道があります。ガラスの表面に金属を含む化合物を塗って電気を流す方法は既にあり、透明な導電材料としてはそれがメインですが、そういうものは特殊な元素を使っていて資源に限られています。一方、炭素はほぼ無尽蔵にあるとされているので、そういう方法で同じものができれば非常に良い。例えば、車の

ガラスが凍りついた時、熱風を当てて融かすのは一方からだけなので時間がかかりますが、全面で発熱する透明材料があれば融かしやすくなります。

ほかの研究テーマとしては、質量分析^{※2}技術への応用があります。他大学から、質量分析の感度を高くするためにカーボンファイバを使えないかという相談を受け、研究を始めました。それがうまくいけば、微量な成分が検出できるようになるかもしれません。また、脱臭剤などに使う活性炭もカーボン材料ですが、その表面を磁気に反応する粒子で覆うことで、水中での吸着処理の後に磁力で粒子を集めて水質浄化ができるのではないかと研究を進めています。

より幅広い利用を目指して いろいろな可能性を追究

私がカーボン材料に興味を持ったのは、非常に独特な元素で、ポリマーとの連結のように有機物の化学反応でいろいろなことを試せる

という点があります。それに、ほかのものと組み合わせることで、カーボンだけではできないことができるようになる。さらに、非常に豊富にある元素なので、そういうものをうまく使うための研究も大切だと思っています。カーボンはチューブや球体など分子構造がさまざま、性質も違います。それを使っているいろいろなことができるというのも純粋に面白いですね。

研究室は、基本的にその都度学生と相談をしながら運営しています。また、極力外に出るよう指導し、できるだけ学会発表に行ってもらっています。そうしなければ、卒論としてだけで研究成果にはならないですし、外の人に話を聞かせるのは良いトレーニングになるはず。よその大学生が何をやっているのか、どんなレベルなのかを見ることにも意味があると思います。カーボン材料は、世界的に見ても非常に熱心に研究されている学問分野。そういう研究の一端にふれられるのも魅力です。学会発表のほか、学生の研究成果をできるだけ論文として残すことにも取り組み、将来的にほかの研究につながる可能性に期待しています。

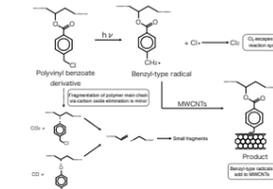
SEEDS

研究テーマ | カーボン材料の化学反応と材料開発への応用、 化学反応中間体の構造と性質

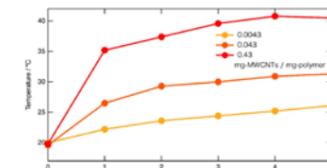
カーボン材料(炭素原子が集まってできる材料)は、材料として優れたさまざまな物理的・化学的性質を持ち、産業用素材として積極的に研究されています。古くから知られているものには活性炭や黒鉛などがあります。また近年では、炭素原子が規則的な配列で結合した微小粒子であるナノカーボン(カーボンナノチューブ、フラーレン、グラフェンなど)が、電気電子工学、機械工学、環境浄化、医療など幅広い分野での利用が期待されています。

この研究室では、カーボン材料をさまざまな目的に利用するための材料作製法や化学的加工方法、作製したカーボン材料の性質を、いろいろな方法を駆使して研究しています。また、関連するテーマとして、化学反応に関与する中間体(反応の途中で現れる、反応性の高い成分)の構造・性質に関する研究も行っています。

ポリマー/カーボン複合材料の研究例

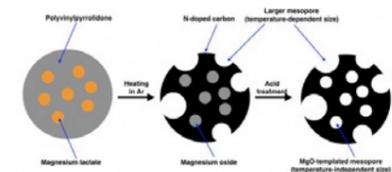


各種の測定結果から推定される、高分子材料の一つであるポリ(p-クロロメチル)安息香酸ビニルとカーボンナノチューブとの結合形成反応の流れ。紫外線照射による簡便な操作で結合を形成できることがわかりました。このようにカーボン粒子と他素材を組み合わせることで、新規な複合材料を作製することが可能になります。

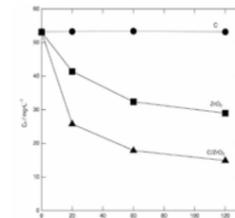


上図の反応で作製した材料に、赤外線照射した時の温度の変化。カーボンナノチューブを高濃度で含むものほど発熱効果が大きいことがわかりました。このような材料は、ワイヤレスで温度上昇をオン・オフさせる加熱装置や、生体中での加熱で疾病を治療する温熱療法などへの応用が可能です。

多孔質炭素材料 (メソポーラスカーボン)の研究例



各種の測定結果から推定される、高分子材料の一つであるポリビニルピロリドン(PVP)と乳酸マグネシウムとの混合物を加熱処理・酸処理した際の変化。このように、カーボン原料に別の成分をテンプレート(鋳型)として加えることで、粒子中に大きなそらった空間を作ることが可能です。



酸化マグネシウムをテンプレートとしたメソポーラスカーボンと酸化ジルコニウム(ZrO₂)との複合粒子を用いて、水中のフッ化物イオン(F⁻)を吸着させた結果。カーボンまたはZrO₂単独の場合よりもF⁻を効率的に吸着できることがわかります。このような材料は、水質改善のための環境浄化材料としての応用が期待できます。

企業等への提案

最近主として、光重合によるポリマー/カーボン複合材料の作製に取り組んでいるので、同様の手法による材料の試作にはご協力可能と思います。他には、真空/不活性ガス中での加熱による炭素化実験も可能です。

地域に向けてできること

実験用の光源や加熱装置は、各種試験などの目的にご提供可能です。他には、共通基礎科目の化学を担当しており、種々の機器を用いる演示実験にも取り組んでいるので、教育面でもご対応いたします。

※1「カーボンナノチューブ」炭素原子が筒型の構造をしたナノカーボン材料。球状構造のフラーレン、ハニカム構造のグラフェンなどもある。
 ※2「質量分析」物質をイオン化して分離し、原子や分子の質量の違いを測定することで物質の同定や定量を行う方法。