

研究室紹介

北海道大学大学院工学研究院
 応用化学部門化学工学分野
 化学システム工学研究室 菊地隆司

1. 研究室の概要

北海道大学は、札幌キャンパスと函館キャンパスからなり、札幌キャンパスは札幌駅北側に位置し、南北に2.4 km、東西に1.2 kmの広大なキャンパスです。札幌駅北口から正門までは徒歩7分と近いのですが、構内は広く目的の建物になかなかつかないという経験をされた方は多いのではないのでしょうか。キャンパス内の植生は素晴らしく、四季折々の変化があり、どの季節も美しいですので、ご訪問の際は時間に余裕をもってキャンパス内の風景を楽しみながら移動されることをお勧めします。北海道大学は1876年に札幌農学校として開校し、2026年には創基150年を迎えます。工学部は、本年（2024年）9月に創立100周年を迎えます。様々な記念事業が企画されており、HPをご覧くださいましたら幸いです (<https://www.eng.hokudai.ac.jp/100th/>)。私が所属する工学部応用理工系学科応用化学コースには、化学工学分野の研究室が3つ（化学システム工学研究室、材料化学工学研究室、触媒反応工学研究室）あり、私は2022年4月から化学システム工学研究室を担当しております。現在3年目となり、4年生5名、修士1年生5名、修士2年生5名が所属しています。

2. 研究の内容

固体電解質型燃料電池、 NH_3 電解合成、 CO_2 再資源化触媒、水素製造といったこれまでのテーマをさらに発展させ、将来的なゼロカーボン社会に向けた効率的なエネルギー・物質変換システムの開発と、そのために必要な材料およびデバイスの研究を進めています。具体的には、再生可能エネルギーを有効利用するための水素やアンモニア、メタン、メタノールといったエネルギーキャリアを合成する電解合成法の開発や、エネルギーキャリアを直接利用して高効率な発電を可能とする燃料電池の研究、エネルギーキャリアからの有価物への直接変換の研究になります。固体触媒を用いた CO_2 と水素からの燃料や化成品原料といった有用物質合成については、特に CO_2 源として、バイオマス系廃棄物のメタン発酵により得られるバイオガス中の CO_2 に主眼を置いています。



研究室メンバー（2024年度）

当グループの研究の特徴は、システム化を念頭に置いた材料開発です。例えば、エネルギーキャリアから水素を得て燃料電池で電力に変換する際、脱水素反応を燃料電池内で進めることができれば、吸熱反応である脱水素反応の反応熱を、発電で発生する熱で賄うことができ、変換効率がよくなります。これに加えて、燃料電池の電解質膜を通して水素が対極へ移動するので、反応の平衡が水素生成側にシフトするというメリットも出てきます。このような、エネルギーキャリアから直接発電できるような燃料電池の電極材料を含めたシステム開発を念頭に置いて、研究をすすめています。

バイオガス中の CO_2 を炭素源とする有価物合成では、メタノール合成触媒と酸触媒を複合化（タンデム化）することにより、 CO_2 から合成したメタノールを迅速に炭化水素に変換することで、これらの触媒を別々に配置した時と比較して、 CO_2 転化率の向上と炭化水素の収率向上を実現しています。バイオガスにはメタンが含まれますが、タンデム触媒の反応温度が 300°C から 400°C 程度であれば、共存するメタンの影響はほぼなく、したがって、バイオガス中のメタンと CO_2 を分離することなく利用することができ、分離装置が不要となり、装置コストや運転コストの面からメリットが期待できます。

北海道は再生可能エネルギー資源に富み、かつ、新規なエネルギーインフラを設置できる用地が十分にあるというメリットを有しています。二酸化炭素の貯留回収では、深部塩水層に二酸化炭素を貯留した実績もあります。酪農・畜産業が盛んで、メタン発酵に利用可能な有機系廃棄物も大量に存在します。水電解水素製造やバイオガスの利用拡大に向けた実証的な取り組みが、多数実施中です。ゼロカーボンでのモノづくりを指向した企業誘致も進みつつあります。このような情勢の中で、当方の実験室で開発した材料や反応システムが、実フィールドでの実証試験に供され、社会実装に向けた研究開発につながることを期待して、日々研究を行っています。