

研究室紹介

東海国立大学機構岐阜大学 工学部化学・生命工学科
物質化学コース 環境・エネルギー工学グループ
(義家研究室) 義家 亮

1. 研究室の概要

2024年4月に新規立ち上げの研究室です。バイオマスは再生可能資源、廃棄物はリサイクル資源と社会的位置付けはそれぞれ大きく異なりますが、それらの固体燃料としての燃焼・ガス化特性には共通性があります。よって本研究室では、各固体燃料の燃焼・ガス化に基づく高温エネルギー変換プロセスに取り組んでいます。2050年カーボンニュートラルに向けた温暖化ガス排出削減は至急の命題ですが、それに伴う社会構造の急激な変化に振り落とされる人々を出してはなりません。そのためにはCCUS等を含む炭素固定化技術を利用しつつ、ゼロカーボン社会を支えるエネルギーインフラを速やかに構築していく必要があります。その具体的システムを提案し続けることが我々環境・エネルギー工学分野の研究者の使命と考えています。

2. 研究内容

2.1 副生酸素の有効利用と分散型バイオマスガス化

バイオマスガス化反応は熱源が必要であり、一般的には空気を用いた部分燃焼条件による発熱が用いられます。これに対して本研究室では、再生可能エネルギー由来の水素製造プラント等で発生する副生酸素をバイオマスガス化プロセスの酸素富化条件に有効利用することで、風力・太陽光・バイオマス資源が近接して存在する里山・山林地域における小規模分散型の高効率複合エネルギー製造プロセスを構築することを目標とします。従来のバイオマスガス化では利用困難な低発熱量のバイオマス資源をオンサイトで処理することを考慮して、熱入力数十kW未満の排ガス循環オキシバイオマスガス化炉に加えて、固体酸化物型燃料電池(SOFC)を発電に利用するシステムを想定して研究を行っています。

部分燃焼による燃焼排ガスの主成分は H_2O と CO_2 であり、これらはともにバイオマスガス化炉内の高温場ではガス化剤としての反応性($C+H_2O\rightarrow CO+H_2$, $C+CO_2\rightarrow 2CO$)を示すことが分かっています。排ガス循環ではガス化炉内での H_2O と CO_2 の濃度が高まるので、それらのガス化能力を積極的に利用してタール分解を促進し、生成ガスの発熱量を高める条件を探ります。

一方、バイオマスガス化ガスには H_2 だけでなく CO 、 CO_2 、および少量の炭化水素が含まれるので、これらがSOFCに導入された際に燃料極に与える影響を調べるとともに、その内部拡散を阻害しない燃料極微構造の制御技術等の開発を行っています。

2.2 化石燃料代替の固体燃料の低環境負荷高効率利用

石炭と比較して、バイオマスや廃棄物は単位質量あたりの発熱量が低だけでなく、灰分中の腐食性成分の含有量が高いことが多いです。つまり、バイオマスと廃棄物は化石燃料である石炭よりも不便で低品質な燃料であることを認めなくてはなりません。したがって、バイオマスと廃棄物の高効率燃焼プロセスの実現のためには、きめ細やかな炉内温度制御や排ガス処理技術が不可欠です。

木質バイオマス燃料には高濃度のアルカリ成分等が含まれることが知られており、燃焼装置の安定稼働と低コスト化の両立には燃料中微量成分が排ガス処理設備等に与える影響を適切に評価する必要があります。本研究室では飛灰粒子の生成およびそれらへの微量成分の濃縮挙動の解明を行っています。また産業廃棄物の一種である下水汚泥の焼却過程におけるクリンカ生成を防止するため、下水汚泥焼却灰の温度や組成に対する熱力学特性を解析しています。

3. 今後に向けて

バイオマス、廃棄物、太陽光、風力の単独発電プラントの蓄積だけでは、化石燃料由来の大規模集約型火力発電が果たしてきた役割に置き換わるのは困難です。しかし、複数の再生可能エネルギーを組み合わせた自律分散型の複合エネルギー創成プロセスが、各地域の実情に合わせた多様な形で成立し、それらのノウハウが後続の地域に対する成功モデル群となれば、そのネットワークは有機的に拡大していくでしょう。それが全国に広がったとき、化石燃料を卒業した持続可能社会が成立すると信じます。



2025年3月、研究室一期生の卒業式にて