

研究室紹介

山口大学 大学院創成科学研究科 機械工学系専攻
機械エネルギー制御工学研究室
田之上健一郎

1. 研究室的概要

当研究室は、山口大学大学院創成科学研究科機械工学系専攻航空宇宙エネルギーコースに所属しており、その中でも機械エネルギー制御工学分野の教育・研究を担当している。エネルギーの「きれいで無駄のない利用」を目的に、木質バイオマスや廃プラスチックなどの廃棄物資源からの燃料化（ガス化、固体化）、バイオマス燃焼時のクリンカー生成および低減策、廃プラスチックとバイオマス燃焼灰との有効活用、熱CVDによる薄膜生成および火炎燃焼による微粒子生成、などのエネルギー利活用研究のほかに、化学反応に伴う熱流体现象の解明に関する研究を実施している。2021年度のメンバーは、田之上健一郎教授（著者）、博士後期課程1名、博士前期課程9名、学部生5名となっている。

2. 研究内容

2.1 廃棄物資源からの燃料化（ガス化、固体化）に関する研究

燃料化装置を設計する上で、装置内で生じる熱・化学反応を理解することは重要である。当研究室では、固定層反応器を用いてバイオマス粒子の熱分解実験、充填層温度測定、発生ガス流量測定をおこない、さらに熱分解の進行に伴う空隙率の変化を考慮した熱伝導シミュレーションと実験結果との比較検討することで、合理的な数値モデルの提案を目指している。

また、未利用で高位発熱量が高い廃プラスチックをバイオマスに添加して低温熱分解すれば、カーボンニュートラルで付加価値の高い固形燃料製造に繋がると考えられる。当研究室では、バイオマスと実際の廃プラスチック組成に相当するプラスチック混合物との熱分解実験、生成物収率や高位発熱量の調査をおこなっている。

2.2 バイオマス燃焼時のクリンカー生成および低減策に関する研究

国内のバイオマス資源に着目すると、森林はもとより、管理がおこなえずに放置された孟宗竹を主とする荒廃竹林の面積が1981年の14万ヘクタールから2012年には16万ヘクタールまで拡大しており、エネルギー資源としての有効活用が望まれている。これまでに様々なプラントメーカーが竹の燃料化にチャレンジしているものの、燃焼中にクリンカーが生成



研究室メンバー（2020年度。下段右から3番目が著者）

され、火格子の目詰まりが生じ、ボイラーの連続運転は困難となっていた。当研究室では、燃焼時の灰付着実験、熔融挙動観察、各種化学分析および化学平衡解析に基づいて竹の燃焼時のクリンカー生成メカニズムについて考察し、更に、クリンカー低減のための対策について検討している。

2.3 熱CVDによる薄膜生成に関する研究

半導体、機能材料などへの製造技術の一つとして、熱CVDが挙げられる。当研究室では、薄膜生成時の物質移動パラメータの導出を目標とし、塩化チタンからの窒化チタン膜生成、ヘキサメチルジシロキサンからのシリカ膜生成を実施して、表面反応速度定数および拡散係数の温度依存性を求めている。更に、熱流動を考慮した2次元数値解析モデルと実験結果との比較検討をおこない、熱CVD装置の合理的基準を提案すべく研究を進めている。

3. 研究室の特徴

学生は大学院生+学部生としてペアを組ませたいくつかの班に分かれ、著者と研究班員との研究課題の調査→研究ペア通しの課題解決へ向けての実験方法の提案・議論→実験実施→著者を交えた議論…を繰り返し、著者は「研究する上では、教員も学生も同じ土俵で議論する」ことをモットーとし、無理強いをせず、できる限り学生主導で研究が進めることができるように、またすっきりした気持ちで取り組めるように工夫している。学部生においても、大学院生の言いなりにはならないように、積極的に議論に参加させ、課題解決に有用な意見であれば取り入れるようにしている。特に実験装置については、著者は方法論を述べるに留まり、基本的に学生がその研究課題を到達するべくオリジナルの装置を作製している。機会があれば研究室の学生には学部生でも国内会議・国際会議で積極的に発表することを薦めている。学生には、在学中には研究活動を通して、課題解決能力を身に付けてもらい、卒業／修了時には自信を持って社会で活躍する気概を持つようになって欲しいと願っている。