

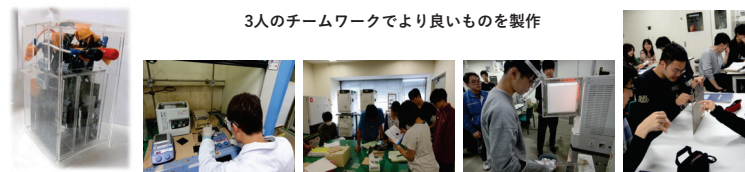
授業概要

金属工学実験第一(1Q), 金属工学創成プロジェクト(2Q)では, 金属の作り方や金属材料の性質をよく理解し, その特性を活かして実生活に関わる様々な道具・機能体・構造体(フレームカー, 電池, オルゴールなど)を作製する。この作製に当たっては, 学生数名でチームを組み, 自らの力で発案, 企画, 作製を履行し, 最後に完成品の評価を行う。これら一連の作業を通して, 材料機能と材料選択との関わりを体験的に習得し, 金属に対する理解を深めるとともに, さらには, 独創性, 発想力, 自主性, 計画性, 責任感, チームとして行動する能力をも滋養する。

製作活動の一部は, 学内の支援部門であるものづくりセンターや大岡山設計工作部門の協力を受け, より高精度な工作への挑戦・製作物のクオリティの向上を図る。また, 大岡山分析部門の協力により, 最先端の分析装置を用いた製作物の評価を行い, 学生の学習意欲の向上を狙う。



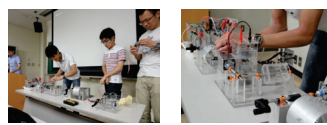
3人のチームワークでより良いものを製作



自作のフレームカーでレース! 一番速いチームは?



フレームカーレース終了後はみんなで記念撮影!



コラボレーションで作製した電動オルゴール



学内の支援部門も利用

平成30年度は, オルゴールの音色を向上するために, くし歯の形状・熱処理・微細組織に着目し, 熱心に取り組んだ成果が評価され, オルゴール班の3名の学生が The Asia-Oceania Top University League on Engineering (AOTULE) に派遣された。現地では, 本講義の成果を英語で発表し, 他大学の学生とディスカッションを行い, 本講義で培った能力を十分に発揮して国際交流の経験を積んだ。



本講義の代表としてAOTULE 2018 (インド) に派遣

本講義で得られた成果の一例 (燃料電池)

燃料電池とは

燃料電池は, 電気化学反応によって燃料の化学エネルギーから電力を取り出す電池のこと



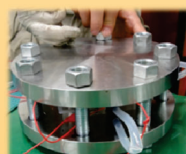
次世代のエネルギーとして期待

<燃料電池の特徴>

- ・発電のエネルギー効率は既存のものに比べると高い(排熱も利用した場合)
- ・他の発電システムに比べ低騒音・低振動
- ・環境汚染物質をほとんど出さない
- ・水素は燃料としての資源の枯渇がない

これまでの成果

2010~2012



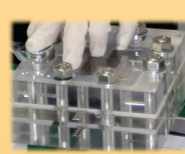
- ・2010年に始動した燃料電池班はこれまで数々の課題に挑戦し, ノウハウを蓄積
- ・2012年に初めてモーターを回すことに成功したが, 加圧を均等にするため大きなフランジが必要

2013~2014



- ・厚さ20mmのアクリル板を採用し, 小型化・軽量化に成功
- ・集電体の形状を丸から正方形に変更し, 組付け再現性を改善
- ・塩化白金酸の水素還元法を採用し, 触媒の担持効率を大幅に改善

2015~2017

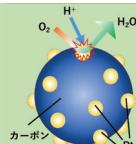


- ・2層直列構造による高出力化
- ・繰り返し使用しても剥離しない触媒層の作製に成功
- ・水素還元法の薬品混合率を調整し, 触媒の担持効率をさらに改善

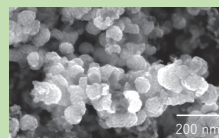
しかし

課題

水素還元法で作製した触媒がどのような形態をしているか調査したところ, 白金 (Pt) が凝集していることが判明し, 触媒としての表面積を稼げていない
→改善すればさらに性能が向上?



Ptナノ粒子は数nmの形状を想定していたが, 実際は1 μm程度まで粗大化 (左は触媒概念図を示し, 右はSEM像を示す。白色のコントラストが白金に対応。)

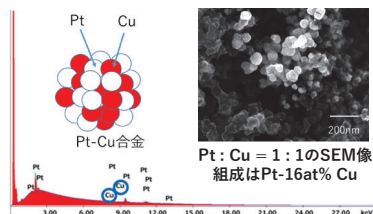


解決策

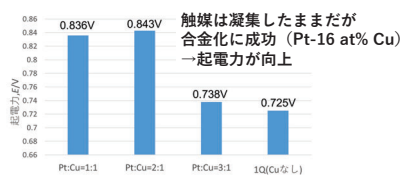
1. 形態はそのままで性能は向上しないか? →Pt触媒からPt合金触媒への変更
2. 触媒の分散形態を変化させられないか? →触媒作製方法を置換メッキ法に変更

今年度の実験と製作

従来の水素還元法において, 塩化白金酸に硫酸銅を加え, その比率を変化させる。

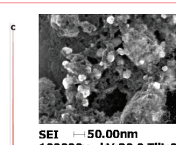


Pt: Cu = 1 : 1のSEM像 組成はPt-16at% Cu

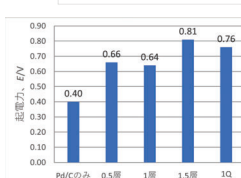


触媒は凝集したままだが合金化に成功 (Pt-16 at% Cu) 起電力が向上

触媒作製方法を水素還元法から置換メッキ法に変更する (Pdナノ粒子の再表面原子をPtに置き換える)

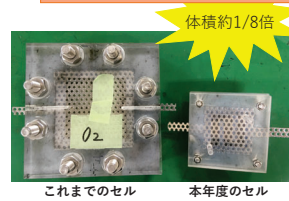


SEI 50.00nm 100000x KV:30.0 Tilt:0 1.5層分のPdをPtで置換した触媒の結果



触媒の分散に成功し, さらにPdと合金化に成功 起電力が向上

合金化および触媒の分散によりこれまでより優れた触媒活性を得ることが出来た



これまでのセル 本年度のセル

体積約1/8倍

- ・セルの抵抗が減少
- ・触媒塗布のムラが少ない
- ・少量の触媒で発電可能



高性能小型燃料電池の完成!