

2 2年生実験講習会

2.1 化学分野 1

(1) 研究開発の概要

本年度のスーパーサイエンス基礎の化学分野では、大同工業大学の堀美知郎教授による燃料電池に関する講義、また本校で実施した高分子膜型燃料電池の自作実験、さらには名古屋工業大学の野上正行教授によるガラスにおけるナノテクの講義を行なった。

そこに通底することは、技術革新における材料開発の決定的な重要性であり、また地球環境に対する配慮である。

その観点から、具体的な実践として名古屋工業大学の環境材料工学科において、半日間の実験講習会を行なうことを企画し、学校や教室で体験できない材料工学への興味・関心を喚起させる実験を名工大の先生方の協力を得て実施した。

(2) 仮説（ねらい、目標）

上記「研究開発の概要」のもとに、新しい機能を持つ物質の研究開発の最前線を身近に体験し、工学的な見地からの材料を考えるきっかけを得ることをねらいとした。

(3) 研究の方法および内容

ア 対象生徒

2年理系生徒20名

イ 実施日時

平成16年7月17日（土）13時～17時

ウ 実施内容

(ア) 環境調和型熱電材料の開発について

御指導：西野 洋一教授、
井出 直樹助手
玉岡 悟司技術主任
宮下 亜紀（大学院生）

a 熱電材料で発電してみる

実際にペルチェ素子を用いて、手のひらと室温程度の温度差を与えたときに、どのくらいの起電力が生じるか、それを確かめた。

b 熱電材料のしくみ

ペルチェ素子の構造が、二種の半導体を接合させた構造であることを理解した。

c 熱電材料でプロペラを回してみる

氷水とお湯との温度差を用いて、太陽電池用のモーターを回転させた。

d 熱電材料に電気を通してみる

実際にペルチェ素子に電流を流して、モジュールの両端で温度差が生じることを確かめた。

e 熱電材料の作り方

任意の組成の合金を手軽に作成する方法として、アーク放電法がある。研究室にある装置を見学し、実際にアーク放電によってチタンが融解する様子を観察した。



熱電材料で発電を試みる



氷水と湯の温度差による発電

f 熱電材料の性能を向上させるポイント

熱電材料の性能を決める因子には、電気抵抗率・熱伝導度・ゼーベック係数の3つがあることを理解した。またそれらが、相反する性質であることを認識した。

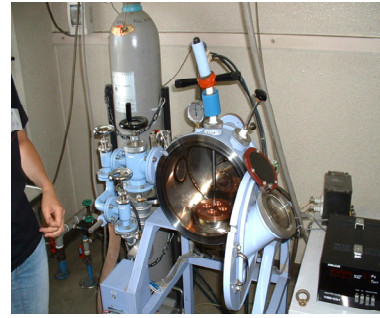
g 熱電材料の性能測定

実際に研究室で開発中の材料を用いて、各種の因子を測定する実験を見学した。

実際にペルチェ素子を用いて、温度差を与えたときにどのくらいの起電力が生じるか、それを確かめる。

h 環境調和型熱電材料の開発

これまでの熱電材料は、重金属を用いるため、必ずしも環境にやさしい材料とは言えない。より普及を目指していくためには、もっと産出量の多い金属を用いていかなければならない。そのことに関する西野研究室での材料開発の現状を講義してもらった。



アーク放電装置



電気抵抗率の測定を見学

(i) リサイクルアルミニウムによる鋳物作りと、凝固シミュレーション

御指導：栗田 典明助手

a アルミニウムの歴史と性質

アルミニウムの歴史は、たかだが百数十年のものでしかない。その理由をアルミニウムが持つ酸素との親和力の大きさから理解した。

b アルミニウムリサイクルの意義について

アルミニウムをボーキサイトから作る場合に比べてアルミ缶のリサイクルでアルミニウムを回収した場合は、わずか3%のエネルギーで済むこと、また日本で使われるアルミニウムの1/3がリサイクルされたものであることなどを理解し、アルミニウムのリサイクルの重要性と現状を認識した。

c アルミニウムの凝固シミュレーションについて

アルミニウムの鋳造において、欠陥を少なくするための鋳造方法をどのようにするのか、いろんな形についてそれを計算機でシミュレーションした。

d アルミニウムリサイクルの実験

計算機シミュレーションで決定した鋳造方法を発泡スチロールで作る。これを砂の中に埋める。アルミニウム缶を電気炉で溶解し、鋳型に流し込む。できたものを切断して、シミュレーションと比較検討する。

e 各自で好きな鋳型を作成し、リサイクルアルミニウムを用いて文鎮を作ってみる。



PCでシミュレーション中



シミュレーションの結果と比較



鋳型の作製中

(り) アモルファス合金・水素吸蔵合金で遊ぼう

御指導：吉成 修 教授、
日原 岳彦 助教授
山田 正明 助手

a ガラスの特性について

ガラスが液体の構造を保ったままの固体（アモルファス）であること、またそうした状態を作るためには、液体の冷却速度に関係することを理解した。

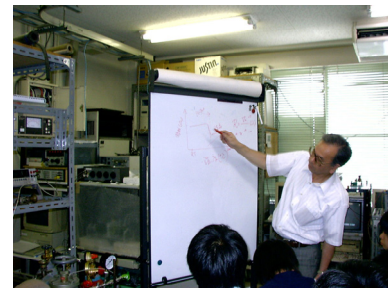
b 金属ガラスの特性について

金属ガラスが持つ優れた性質を認識した。

- 1 不規則な原子構造を持つため、引っ張り強度が強い。
- 2 通常の金属に比べて錆びにくい。
- 3 小さい磁界で磁化されやすい。

c 金属ガラスを作る

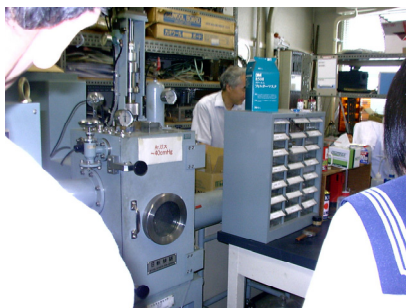
単ロール液体急冷法で金属ガラスを作成した。これは毎分数千回転の高速度で回転する銅製ロールの上に、溶けた金属を石英管の先端からガス圧で噴出する方法で、噴出された金属液体は急速に冷却されてアモルファスになる。



金属ガラスとは何か

d 金属ガラスの性質をしらべる

得られた金属ガラスのリボンの性質（引っ張る・加熱する・折り曲げる）を調べてみる。さらに電気抵抗を測定して、電気の良い導体であることを確認した。



アモルファス金属の製造装置



アモルファス金属のリボン

e 水素吸蔵合金の性質について

水素吸蔵合金が水素を吸収・放出するときの温度変化を調べた。また水素の吸放出が温度によって促進されることを確認した。

f 水素吸蔵合金を使ったヒートポンプについて

水素の吸収・放出にともなう熱の出入りを利用した冷暖房の原理を理解し、その原理を確認する実験を行なった。

g 水素吸蔵合金の応用として期待される燃料電池との関連について、模型を用いた説明を受けた。



水素吸蔵合金を用いた実験



燃料電池の模型

(4) 検証（成果と反省）

ア 事業実施による成果

生徒が実験後に提出した感想文には、主に次のような点が書かれている。

- ・大学で実験ができたことは、新鮮な経験だった。
- ・実験を始める前は、内容が難しいのではと緊張していたが、大学の先生方が自分たち高校生にも分かるように説明してくれたことが嬉しかった。
- ・熱電材料、水素吸蔵合金、アルミニウムのリサイクルの班ともに、実験が大変面白かった。
- ・地球環境を考える上で、これらの技術の重要性を認識した。

生徒の感想から、当初のねらいとする「学校や教室で体験できない材料工学への興味・関心を喚起させる実験」の部分は、生徒によく伝わったと思われる。ただ「新しい機能を持つ物質の研究開発の最前線を身近に体験し、工学的な見地からの材料を考えるきっかけを得る」ことについては、残念ながら不十分であると言わざるを得ない。

同じサイエンスであっても、工学的な分野では、研究開発のターゲットが、何らかの形で実用性との関連を持つのは当然である。その結果、我々の日常生活と少なからず関わりを持つはずで、そうした日常生活を支えかつ改善していくための研究開発が、自分たちの問題であるとの認識を得るまでには至らなかった。

今後はさらに、こういった意識を醸成することも念頭におき、各SSH行事を推進していきたい。