

## してはいけないリサイクル

マテリアル工学科 河原 正泰

### 1. 緒言

基礎セミナー（ものづくり（2））「してはいけないリサイクル」では、工学部以外の学生に「ものづくり」の大切さとリサイクルの問題点を知ってもらうために、実習を取り入れたセミナーを行っている。実習の内容は、携帯電話を分解し、部品選別を行った後、それぞれの部品に使われている金属の種類と量を分析し、携帯電話に使われている素材の価値を判定するというものである。ここでは、本セミナーの目標と実施内容について紹介する。

### 2. 本セミナーの目標

本セミナーの目標は、

- (1) ものごとをいろいろな面から見るができる。
- (2) 自分の考えを分かりやすく、論理的に伝えることができる。
- (3) 互いの意見に耳を傾け、意見を述べ合うなどして、考えを発展させることができる。

であり、これらは、他の基礎セミナーと同様である。

本セミナーの概略は、リサイクルについて、本当にそれがいいことなのかどうかをグループで調査し、その成果を踏まえてプレゼンテーションを行うというものである。小型家電のリサイクルに関しては、携帯電話を分解し、一台あたりの価値を判定して、小型家電のリサイクルの可否を考えさせることにしている。

対象が「ものづくり」にあまり興味を持っていないと思われる工学部以外の学生であるため、それらの学生に「ものづくり」の大切さ、言い換えると、工学の大切さを知ってもらうために、工学を取り巻く社会システムの要素を取り入れたセミナーになるよう工夫している。

### 3. 授業の方法と内容

本セミナーは、90分×8回行うもので、それぞれの内容は、以下のとおりである。

- 第1回：オリエンテーションと自己紹介およびグループ分け、レアメタルと都市鉱山の紹介（座学）
- 第2回：家電リサイクルの問題点の紹介（座学）
- 第3回：携帯電話の分解と部品選別
- 第4回：携帯電話に使われている金属（特にレアメタル）の分析
- 第5回：ティベート（廃携帯電話の価値の判定とリサイクルの可否に関する意見交換）
- 第6回：グループ調査のまとめと発表資料の作成

第7回：グループプレゼンテーション

第8回：セミナーの感想紹介とレポート作成

セミナーの1回目には、受講生の自己紹介と授業の目的を受講生に知ってもらうためのオリエンテーションを行っている。また、受講生を4つのグループに分け、現在行われているリサイクルの問題点をグループで調査する対象を選択させている。グループ調査の対象は、紙、プラスチック、ガラス瓶、自動車である。これらのグループ調査は、セミナーの時間外に行うよう指導している。なお、廃家電や小型家電のリサイクルに関する問題点については、1回目と2回目の座学において担当教員が紹介している。

セミナーの3回目と4回目には、実習を行っている。廃棄された携帯電話をいくつか用意し、セミナーの3回目において専用のドライバーを用いて携帯電話を分解させ、それぞれの部品に分ける作業を行っている。

写真1に、携帯電話と分解に用いる専用ドライバーを示す。写真2は、携帯電話を分解する手順を指導している様子である。また、写真3には、分解した携帯電話の部品選別の様子を示している。ほとんどの学生が携帯電話を分解した経験などなく、皆喜んで分解を行っていた。なお、受講生には傷害保険の加入を義務付けているが、間違っって怪我をしないよう、十分に注意を与えている。この実習では、男子よりも女子の方が手際よく携帯電話を分解していたようであった。

セミナーの4回目には、蛍光X線分析装置を用いて、携帯電話を分解して得た電子基板やバイブレーター、アンテナ、カメラ、液晶等に使われている金属（特にレアメタル）の分析を行っている。



写真1 携帯電話と専用ドライバー

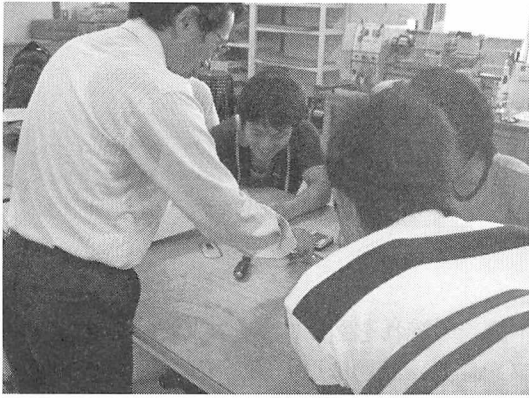


写真2 携帯電話の分解手順の説明

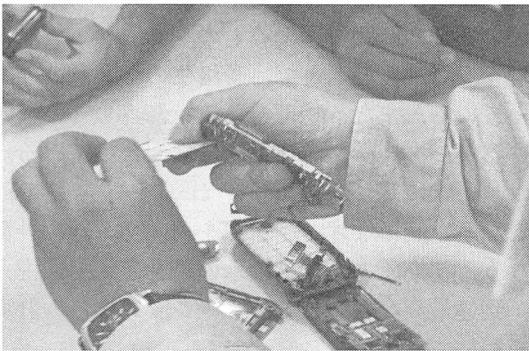


写真3 携帯電話の分解と部品選別

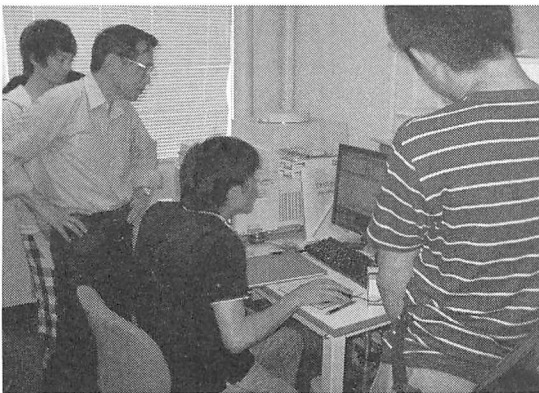


写真4 金属分析の様子

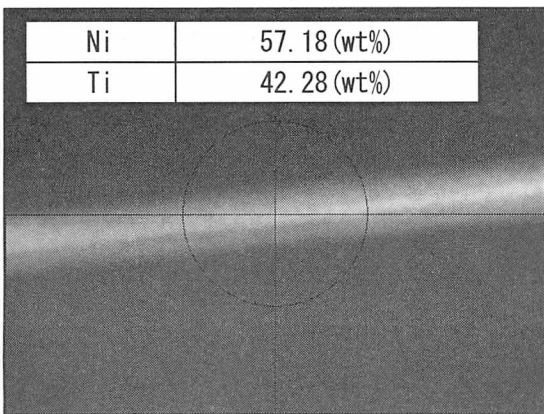


写真5 携帯電話のアンテナの組成分析結果

写真4は、学生が蛍光X線分析装置を使って分析している様子である。学生達は、これまで見たことのない装置を使って、迅速かつ簡便に金属の分析ができることに興味を持ったようだが、実際に装置に触れて分析したいと申し出るのは、女子よりも男子の方が圧倒的に多かった。

写真5に、分析結果の一例として携帯電話のアンテナの組成分析結果を示す。この結果から、携帯電話のアンテナは、ニッケルとチタンが原子比で1：1の、いわゆる形状記憶合金でできていることが分かる。

#### 4. 討論および考察

携帯電話に使われている金属の種類と量が分かった段階で、セミナーの5回目に、使われなくなった携帯電話の価値の判定と廃家電や廃小型家電をリサイクルする可否をティベート形式で討論させている。

廃家電のリサイクルの仕方に関するティベートでは、受講生を三つのグループに分け、それぞれのメリットとデメリットを討論している。このときのグループ分けは、次のとおりである。(1)日本国内でリサイクルするには経費がかかり、消費者から料金を徴収しなければ成り立たないので、経済原則に任せて、廃家電はすべて海外に売る、(2)廃家電の海外流出は、我が国からの資源流出と廃家電が流れた先の国の環境破壊につながるので、あくまでも日本国内で処理する、(3)事業者を指定し、海外で処理する。

このティベートを通して、学生は、それぞれのやり方には一長一短があり、国のポリシーやリサイクルのシステム作りの大切さを知ることができる。

小型家電に関しては、例えば携帯電話には金鉱山の20倍以上も金が入っているとはいえ、1台あたりの金属の価格は100円未満であることが分かる。そこで受講生は、「携帯電話は、たった100円しかししない金属を加工し、組み合わせて作られている」という、「ものづくり」の素晴らしさを知ると同時に、それら小型家電をリサイクルする問題点を知ることができる。

セミナーの6回目と7回目には、家電以外のリサイクルの問題点について、学生達にグループで調査した結果の発表を行わせている。リサイクルは環境にやさしいと言われているが、それは必ずしも正しくないことに気づき、どういった種類のリサイクルがいいのかを皆で討論するようにしている。また、リサイクルは、技術よりも社会システムや国のポリシーに左右されることが多いことにも気付いてもらうようにしている。

今回のセミナーに関する学生アンケートでは、「携帯電話を分解するのが面白かった」と述べるとともに、「してはいけないリサイクルがあることを知って、勉強になった」という感想を述べる学生が多かった。