

創造実習における太陽電池の作製の取り組みについて

小野 慎司^{*1}, 佐藤 徹雄^{*1}, 鈴木 勝彦^{*1}, 山岡 靖明^{*2}

Report on Fabrication of Solar Cells in Practice in Productive Engineering

Shinji ONO, Tetsuo SATO, Katsuhiko SUZUKI and Yasuaki YAMAOKA

Practice in Productive Engineering has been carried out for the second-year students in the National Institute of Technology, Sendai College, Natori Campus (SNCT). Every department has supplied students with different themes. One of them has been supplied by the Dept. of Liberal Arts (Science and Mathematics). The fabrication of solar cells has been the theme recently.

At first, students try to understand the basic mechanism of the solar cell using the “SOLAR TWINSARUS” which is the solar power generation system. Secondly, a cuprous plate is reacted with oxygen by heating and cooling to fabricate the sample of Cu_2O with a p-type semiconductor. Finally, powder Cu_2O is adopted as a new type material of the solar cell. In 2015, powder Cu_2O with impurities is controlled by adding NaCl to powder Cu_2O . We report on the aspect of the practice using powder Cu_2O with impurities.

KEYWORDS : practice in productive engineering, solar cell, powder Cu_2O

1. はじめに

仙台高等専門学校名取キャンパスでは、2年生の授業で「創造実習」を行っている。この授業は総合科学系理数科と全専門学科の取り組みで、各学科から互いに異なるテーマを提供し、学科混合型の実習授業である。

2015年度の各学科のテーマは、機械システム工学科「タマゴを守る紙のパッケージ開発」、電気システム工学科「プログラムでものを動かす」、マテリアル環境工学科「高専ブランドクリエイション」、建築デザイン学科「MINI・高専デザコン 2015・in 名取キャンパス」、総合科学系理数科「亜酸化銅太陽電池の作製」であった。この授業の目的は創造性の育成であるが、今後高専として重要になってくるモデルコアカリキュラムにも対応したものになっている。

総合科学系理数科のテーマ「亜酸化銅太陽電池の作製」はしばらくの間実施されてきたが、2015年度には亜酸化銅粉末を用いた実習のなかで一部、不純物の混入に対して新たな取り組みを行ったので、本

稿ではその取り組みを中心に報告する。さらに、この授業の目的である創造性の育成に寄与したかどうかを毎週提出させていた実習記録書、グループ発表の資料をもとに議論する。

来年度からは総合科学系理数科のテーマは新たなテーマ、さらに新たな人員で取り組み予定であるため、このテーマのまとめとしての報告でもある。

2. 実習について

「亜酸化銅太陽電池の作製」の実習では、まず市販のソーラーツインザラスを用いて太陽エネルギーが電気エネルギーに変わる仕組みを理解してもらっている¹⁾。これは太陽電池と熱電素子が内装されたキットであり、波長分離フィルターを用いて太陽光の可視光と赤外線を分離して、可視光を太陽電池に、赤外線を熱電素子に当てて発電させるシステムである。もしこれらの波長成分が上手くこれらに当たれば電気エネルギーに変換され、それぞれに対応した回転体がグルグルと回る仕組みになっている。両方の回転体が回ると、太陽光の可視光と赤外線のどち

*1 総合科学系理数科 (Dept. of Liberal Arts (Science and Mathematics))

*2 教育研究技術支援室 (Technical Support Section of Education & Research)

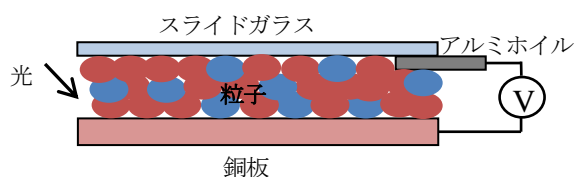


図1 亜酸化銅粉末を用いた測定の概略図

らの光も有効利用していることになる。ソーラーツインガラスではアモルファスシリコン(a-Si)の太陽電池が用いられている。a-Si 太陽電池の特徴は、可視光領域の波長の光に感度よく反応して発電することである。この測定を通じて基礎的な太陽電池の仕組みを照度などを変えて理解してもらっている。

次に、銅板を用いた太陽電池の作製をしてもらっている。これは銅板をガスバーナーで加熱し、水や氷で急冷させることにより、p 型半導体である亜酸化銅(Cu_2O)を作成して、紙ヤスリで磨いて露出させた銅との間のショットキー接続を利用した太陽電池である。ここでは銅板の厚さ、作製温度、急冷の仕方を変えて作製した試料を、シャーペンの芯の濃さや照度を変えながら電圧を計ってもらっている。

最後に、亜酸化銅粉末を用いた作製を行ってもらっている。これは新規な発想で行われたもので、粉末は隙間が多く太陽光が届きやすい状況にある。そのため抵抗が大きく電流は微小だが、電圧は大きくなる傾向にある。図1は測定の概略図である。まず銅板を用意し、その上に NaCl 粉末を含む亜酸化銅粉末を敷き詰める。青色は NaCl 粒子の様子を表し、赤茶色は亜酸化銅粉末の様子を表す。電極にはアルミホイルを用い、銅板間との電圧を計る。このままでは粉末は飛散するおそれがあるので、スライドガラスを置き、さらにセロファンテープで固定するなどの措置もとられた。この物質は無害ではないので、

表1 亜酸化銅粉末の純度を変化させた測定結果

銅板厚さ [mm]	照度 [klx]	純度 [%]	起電力 [mV]
0.5	10	40	318
0.5	10	50	240
0.5	10	60	データなし
0.5	10	70	317
0.5	10	80	398
0.5	10	90	400
0.5	10	99.5	231
0.5	10	99.5	132

手袋、マスクを着用して実習に取り組みさせた。このような安全管理のもと試料を作製させて、光を当てながら実習を行った。

昨年度までも粉末の純度を変化させた電圧測定は行ってきたが、その不純物の起源については明確ではなかった。今年度の新たな取り組みとして、不純物の起源を明らかにするために NaCl 粉末を亜酸化銅粉末 99.5%に混ぜることにより純度を 40%～99.5%にまで変えた実習を行った。物性が不純物に支配されていることはよくあることであり、物性研究者のなかでは知られていることではあるが、若干高度な内容ではあるが、創造性を測るうえでそのあたりの認識が高専生に対しても得られたのかどうなのかも検証を行った。

3. 測定結果

表1はある学生グループの測定結果の例である。これは銅板の厚さ 0.5 mm、照度は一定 10 klx にし、純度だけを変化させたときの起電力の様子である。純度 60%の起電力の不備、99.5%のときの値のバラつきなど、若干の不安は残るが、他のグループの結果との比較から定性的には傾向はつかめているようである。つまり、若干の不純物が入っているほうが良い値を得るということである。彼らの測定結果からは亜酸化銅粉末の純度が 80%～90%が良い値をとることが示唆されている。「創造実習」という授業の都合上、我々指導教員は深く口出しせず、学生達には自由な発想のもとで創造性を膨らませる目的で実験に取り組ませている。そのため、まったく同じ実験を行っていることは稀であり、表1のグループが広範囲で小刻みな純度変化に対応して得たデータとして最も適切と考えた。それ故、純度のみが起電力に対してどのような影響を及ぼすのかを考察する

表2 純度、銅板厚さ、照度を変化させた測定結果

純度 [%]	銅板厚さ [mm]	照度 [lx]	電圧 [mV]
99.5	2.0	10 万	301
99.5	0.5	5 万	61.0
90.0	3.0	10 万	299
90.0	2.0	10 万	340
90.0	0.5	5 万	163
80.0	2.0	10 万	249
80.0	1.0	5 万	57.0

創造実習における太陽電池の作製の取り組みについて

には、表 1 の測定をしたグループの結果を利用して考察を行うこととする。

亜酸化銅粉末以外のソーラーツインガラスや銅板の測定結果を含む過去の実習の様子については、すでに文献に報告されており、特別に今年度は新しいことは行っていないので、今回は亜酸化銅粉末の実習の詳細のみを報告する²⁾。

4. まとめ

今年度の実習では新たな取り組みとして、NaCl 粉末を亜酸化銅粉末 99.5% に混ぜることにより純度を 40%～99.5% にまで変えた実習を行った。実験グループは学科混合の 5～6 名の班が 6 班までであり、それぞれのグループが自由な発想のもとでどのような実験を行ったのかをグループ発表の資料をもとに分析を行った。

純度の測定範囲の差はあれ、どの班も純度のみを変化させた実験を行っていた。このことから、不純物が物性に影響を与えているであろうという発想を持って実習を行っていたようである。

その他の班のなかには、より詳細に銅板の厚さを変化させたり、照度との関係を調べた班もあった。表 2 は表 1 とは異なる別の班の測定の結果である。この班は銅板の厚さ、照度も変化させ不純物濃度との関係を調べている。このグループの結果によると、純度 90.0%、銅板の厚さ 2.0 mm、照度 10 万 lx が最大電圧である。純度については、表 1 の班と最大値をとる値は一致している。この班のように、銅板の厚さと照度との関係も調べ、純度 90.0% を固定した比較実験から銅板の厚さは 2.0 mm が良さそうなこと、照度が大きい方が太陽電池の性能を良くすることを系統的に見出そうとした班もあった。

また、実習記録書のまとめ・感想・提案等から亜酸化銅粉末に関わることとして、次のような意見が述べられていた。

- ・ 亜酸化銅粉末に水を加えて固めれば NaCl がイオン化し実験しやすくなるのではないのでしょうか。
- ・ 純度 80～90% の粉末を作るときに圧縮しながらスライドガラスにはさむとよい。
- ・ 塩化ナトリウム以外の不純物を用いたら起電力も変わるのではないかと考えた。
- ・ 太陽電池とはソーラーパネルだけしか知らず、銅を熱したり、亜酸化銅の粉末を用いて作製できるとは思わず驚いた。

何故、純度がある程度低い方が高電圧を得られる

のかについての議論は高度であり、専門家の域になってくるのでなされてはいなかったが、実習記録書、グループ発表の資料の様子から、高専生としては十分創造性を発揮し実習に取り組んでいた様子が伺えた。

参考文献

- 1) <http://www.miura-sensor.jp/solar/index.html>
- 2) 鈴木勝彦, 山野内敬, 小野慎司, 山岡靖明, 田中ゆみ, 三浦賀一: 低学年での創造性育成教育の工夫, 応用物理教育, Vol.38, No.2, pp.97-102(2014)