

Trials of Quantification in Physics Student-Experiments of Teacher-Education Course  
Faculty of Education, Ehime University Hiroki HOSODA, Takao FUKUYAMA

愛媛大学教育学部では、中学校及び高等学校の理科の教員免許認定のための物理学実験を含む科目として、「理科実験Ⅲ」(2年・前期)と「理科教育法(実験実習)Ⅱ」(3年・前期)を開講している。これらの科目で行っている「等電位線」および「紙カップの落下運動」の実験における定量化の工夫について報告する。

### 1. 等電位線

等電位線の実験は、薄くて広い導体に直流電流を流し、検流計などを用いて電位の等しい点を探し出し、線で結んで等電位線を描く<sup>1)</sup>。そして、電界の様子を観察したり、電流の向きを考察したりする定性的な実験である。

この実験を、電位と電界の関係の理解、及びオームの法則の適用条件の理解を目的とする定量的な実験に改良した。試料は厚さ  $11\ \mu\text{m}$  の市販のアルミ箔を  $180 \times 250\ \text{mm}$  に切り取ったものである。直流  $0.37\ \text{A}$  を流したときの等電位線を図1に示す。この図の電極を結ぶ直線上で、等電位線の位置を読み取り、電位の位置依存性(図2)を得た。電位の勾配の絶対値が電界の大きさに等しいことと、電流密度と電界の関係式を用いると、アルミニウムの抵抗率  $\rho$  として  $34\ \text{n}\Omega\text{m}$  が得られた。この値は、誤差を考慮すると、文献値と一致する。一方、電極間の電位差を測定し、オームの法則の関係式から抵抗率  $\rho$  を求めると、 $2\ \mu\Omega\text{m}$  が得られた。

両者の実験値を吟味することで、等電位線の形状や間隔に着目した考察を、学生から引き出すことができる。

### 2. 紙カップの落下運動

紙カップの落下運動の実験は、市販されている弁当用や目玉焼用のアルミカップの間に挟まれている薄い紙を用いた実験である。紙カップは数枚重ねても、形状はほとんど変わらない。そこで、重ねることで重力の大きさを変え、空気抵抗<sup>2)</sup>が落下速度の2乗に比例することを見出す。

ストップウォッチ(最小桁:  $0.01\ \text{s}$ )と金属製の巻尺を利用し、実験方法は学生自身で考えさせる。紙カップの枚数と終端速度の2乗の関係を図3に示す。この図の傾きから、空気抵抗と落下速度の2乗の間の比例定数を求める。さらに、図3が終端速度の状態での測定したデータであることを確認するために、運動方程式を解いたり、落下初期の平均速度を測定したりする。

学生の中には、何をすべきか戸惑う者もいた。しかし、落下初期の平均速度の結果をグラフ化することを契機に、状況図と運動方程式による考察を行い、終端速度の条件設定の重要性に気付き、終端速度のデータを確実に得た。

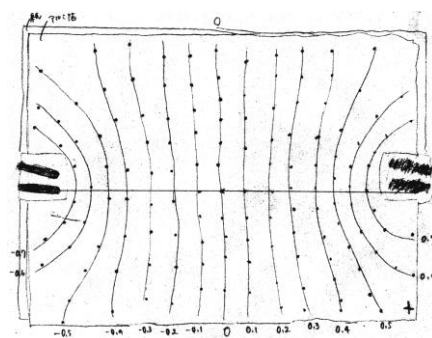


図1 学生が得た等電位線の実験結果  
( $0.10\ \text{mV}$  間隔)

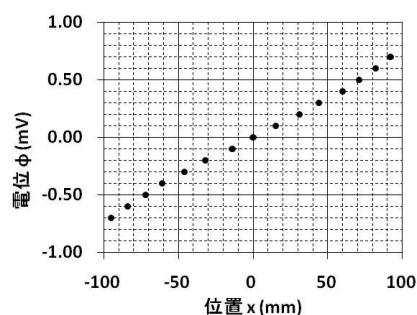


図2 電極を結ぶ直線上における  
電位  $\phi$  の位置  $x$  依存性

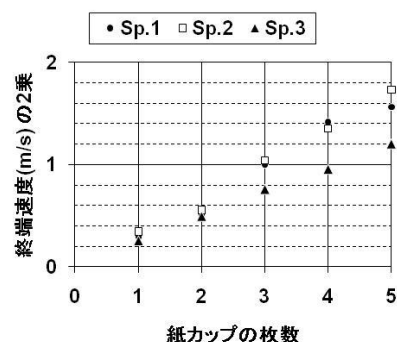


図3 学生が得た紙カップの枚数と  
終端速度の2乗の関係

#### 参考文献

- 1) 吉田卯三郎, 武居文助, 橘芳實, 武居文雄:『六訂 物理学実験』, 三省堂(1979) 200.
- 2) J. オグボン, M. ホワイトハウス編, 笠耐, 西川恭治, 覧具博義監訳:『アドバンス物理 新しい物理入門』, シュプリンガー・フェアラーク東京(2004) 204.