

等電位線実験のための FEM シミュレーションにより支援された 導入教材の開発

Teaching material development for introduction of equipotential-lines experiments
supported by finite element method simulation

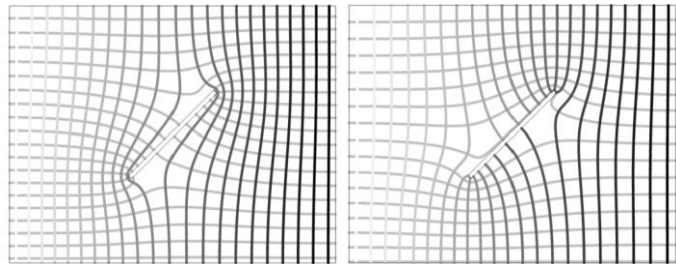
千葉大教育 加藤徹也

Chiba Univ., ^oTetsuya Kato¹

E-mail: tkato@faculty.chiba-u.jp

導体シート上の等電位点を探索して等電位線や電気力線を描く実験は高校・大学の物理実験でよく取り上げられる。われわれは教育学部理科教育分野の学生に対する 2 年次の学生実験でこれを取り上げている。その際、四角形の導電ゴムをプラスチックシートで絶縁した鉄板上に置き、ネオジム磁石を電極として貼り付けて 2.5V 程度の電圧を電池でかけて実験をしている。この実験では、導電ゴムを自在に切断したり、さまざまな形状のネオジム磁石を貼り付けたりして、絶縁体壁や導体壁を任意に導入している。実験時にその形状を決めて、それに合わせた予測を行ったうえで実験に進むが、外周の形状や任意に導入される導体壁・絶縁壁はさまざまな等電位分布を可能にする一方で、結果の予測や系統的理解を難しくする。

本報告では、実験の導入として、有限要素法 (FEM) シミュレーションによる多くの結果を観察し読み解くことが自らの実験結果を正確に理解することにつながるものと考えた。FEM シミュレー



ションは市販ソフトの COMSOL Multiphysics を用いて、きめ細かい分析に対応できるような画像を生成し、いろいろな形状での等電位線や電気力線の具体的例示を示した。図は左右に向く一様電場中にスリット様の導体壁(左)あるいは絶縁壁(右)を挿入した例である。さらに、実験の授業時間の中で異なる形状の例を提示し、その特徴についてグループで討論する時間を作り、学生が注意深く理解しあうようにした。また、そのような電位分布を使った問いを与えることで、注目すべき性質を学生が発見的に理解するように指導した。

一般に、理論的に扱われるのは無限に広い空間であって、学生は有界の現象には不慣れで、説明をしても自らの実験結果を説明するときに有界であることを念頭に置かないことが多くあった。本研究を通して、学生は設問として与えた分布例に対しては正しい説明を答えられていた。言語化して伝えるのが容易ではない画像上の特性を、ポイントを押さえて正しく理解するために、一度は言語化して学生同士で伝えあい、議論することで正確な理解ができたグループがあった。ただし、自らの実験結果に対する電気力線説明図の描画の際の、導体壁や絶縁壁への注意 (壁に対する電気力線の交わる角度など) について、なかなかうまくできない学生も少なくなかった。1 回の授業機会の中で終始することなく、継続的な注意喚起の場が必要であると考えている。