

物理チャレンジ 2013 第2チャレンジで出題された問題

物理チャレンジ2013 理論問題部会 部会長
 東京大学名誉教授 荒船 次郎



物理チャレンジ2013 実験問題部会 部会長
 拓殖大学 岸澤 眞一

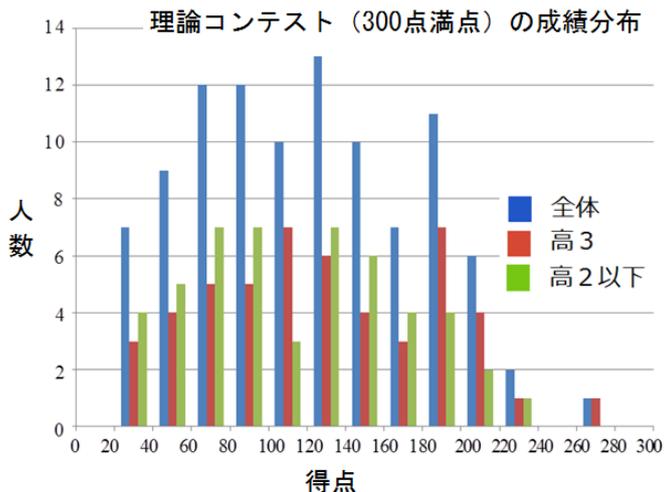


理論コンテスト：基礎から応用まで、物理の醍醐味を味わう

理論コンテストは今年も5時間をかけて、大問題3つ、300点満点で行われました。今年の配点は第1問A,B, 第2問A,Bが各55点、第3問が80点でした。

第1問Aのテーマは慣性力で、自動車がブレーキをかけたとき、またはカーブを曲がる時に受ける力を、慣性力を使って考える問題です。慣性力を遠心力に使うよりも直線等加速度運動に使う場合の方が難しかったようです(平均27/55)。第1問Bのテーマは表面張力で、最後に表面張力とは異なるゴムの張力と比較します。基本的な問題とシャボン玉への応用まではよく解けていましたが、毛管現象への応用以降、ゴム風船までは難しかったようです(平均22/55)。第2問Aは電磁誘導がテーマです。基本的なところはよく解けていましたが、ソレノイドのつくる磁場は難しかったようです(平均14/55)。第2問Bのテーマはボーアの原子模型で、とくに電子が原子核から遠く離れた大きな軌道を描く原子の問題でした。桁数の大きな数を適切に計算することや、運動量保存則を使うことに慣れていない傾向がみられました(平均23/55)。第3問は虹がテーマです。虹散乱の角度を、反射と屈折で光の方向が決まる幾何光学で求め、光の広がりを、回折で光の方向が広がる波動光学で求め、最後にそれを組み合わせて白い虹を理解する問題でした。幾何光学まではよく解けていましたが、グラフを描く問題以降はやや難しかったようです(平均35/80)。

得点分布は次の図のようになりました。全体の平均点は121点でした。昨年の166点よりかなり低かったのは、問題のテーマ数が例年より多かったからでしょう。そのなかで、頑張ってもよく考え、挑戦してもらえたと思います。最高点は265点でした。高校2年生以下だけで見ると平均点は113点、最高点は221点で、まだ習っていないこともある中でよく健闘しています。女子の参加は7%と少なく、今後増えて欲しいと願っています。



実験コンテスト：身近に体感している熱を題材

例年のように、実験コンテストは実施時間5時間、200点満点で実施されました。今年のテーマは熱です。熱はチャレンジ9回目にして初めての登場ですが、今まで扱われなかったのは、どうしても周囲に熱が逃げてしまうため、定量的な実験が難しかったからです。今回あえてその難しい熱に挑戦してみました。

課題1(配点133点)では、金属の電気伝導度と熱伝導度の間にどのような関係があるかを調べます。課題1-1は電気伝導度の測定です。金属の抵抗値はとても低く、また接触抵抗が無視できないため、デジタルマルチメーターの抵抗測定レンジでは測れません。そこで、課題1-1-2のような4端子法を使います。この方法で多くの人が電気抵抗値まで求められました。しかしこの値を使って電気伝導度を求める計算で桁数や単位ミスが目立ちました。4端子法で可能になった理由を問う課題1-1-3では、接触抵抗と電圧計の内部抵抗との関係を考える必要があります。

課題1-2は、熱伝導度の測定です。課題1-2-1(1)は熱流が定常状態になるまで電圧つまみを調整する必要がありますが、多くの人が電力や温度のデータ取得までできました。しかし、(2)の熱伝導度を求める計算では、電気伝導度の場合と同様、計算ミスが目立ちました。課題1-3で電気伝導度と熱伝導度の関係をグラフにしてみると、ほぼ直線にのることがわかります。約4分の1の人がここまで到達できました。

課題2(配点67点)は、熱放射の問題です。熱放射においてエネルギー運搬を担っているのは電磁波であり、そのエネルギーは物体の絶対温度の4乗に比例しています。このことを確かめるのが課題2の目標です。課題2-2では多くの人が電力と温度データの取得までできました。課題2-3は、放射エネルギーが絶対温度の4乗に比例することを検証する方法を聞いていますが、『発熱体に投入された電力』と、「発熱体の温度の4乗と容器内壁の温度の4乗の差」とが比例関係にあるかどうかを調べればよい』と正しく答えられた人は3人しかいませんでした。

得点分布を以下に示します。平均点は111.1点、最高点は187点でした。また学年による差はほとんどありませんでした。

2013実験問題得点分布(200点満点)

