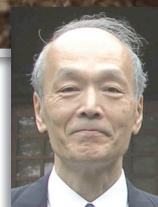


物理チャレンジ 2015 第2チャレンジ理論コンテスト講評

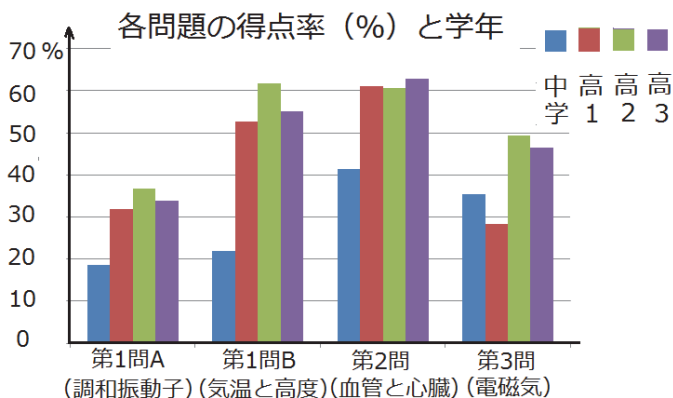


理論問題部会 部会長
 東京大学名誉教授 荒船 次郎

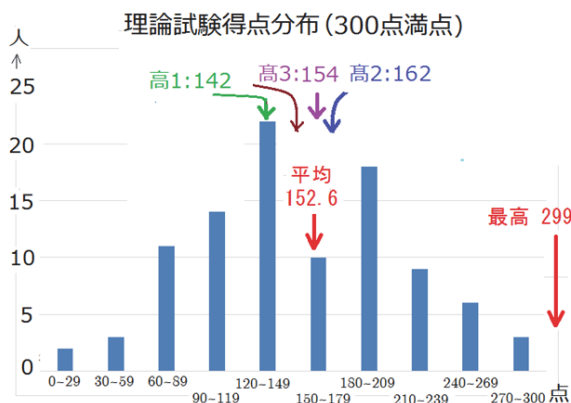
昨年より導入部を少なくした問題

理論コンテストは今年も5時間をかけて、300点満点で行われました。配点は第1問A,Bが各50点、第2問、第3問が各100点でした。

昨年よりも導入的な説明が少なめだったためか、中学生で果敢に挑戦した人達にはやや難しかったようですが、高校生には学年による差はあまりありませんでした。平均点は153点(51%)で去年の149点より少し高く、最高点は299点(99.7%)で去年の291点より少し高い得点でした。問題ごとの達成率(%)の状況は下図のようになっています。



合計点の得点分布は下図のようになっています、やや、ふた山の傾向がみられますが、全体としては去年と大きな相違はありません。



第1問A 調和振動子の振動数

ここでは調和振動子を考えます。調和振動子は自然界の微小振動のほとんどがそうなので、基本的な運動です。この問題では、3つの物体が一斉に連携して運動する場合にも調和振動子が応用できる場合を扱っています。運動の位置エネルギーの合計と運動エネルギーの合計を一つの位置情報とその時間微分を使って表すと調和振動子と同等になる場合の問題です。この問題は基本的なので最も解きやすいだろう、と予想して出題したのですが、意外に、上の図のように、最も達成率が低く34%

した。正三角形の3つの頂点に置かれた物体の位置の変化を正三角形の1辺の長さの変化で表すことが難しかったようです。図を描いて考えることに慣れて欲しいと思います。

第1問B 気温の高度変化

高山に登ると気温が低くなる理由を考える問題です。初めに乾燥した空気を考え、断熱膨張を考察すると、100m上昇するごとに約1.0度の温度低下があることを導きます。この値は経験値0.6度より大きいので、次に、水蒸気が飽和した湿った空気を考えます。水蒸気の凝縮熱を考慮に入れて同様の考察をすると、約0.5度が得られます。今度は小さすぎます。実際の空気は乾燥と飽和の中間なので、0.6度になるのだろう、というストーリーです。熱力学第1法則と微小変化を用いる点がやや難しかったようですが、平均達成率は55%でやや高めでした。

第2問 心臓と血管

第2問は人体の心臓と血管を物理的に考える問題で、アンケートでは理論の問題の中で最も興味を持たれたようです。血液に対する血管の抵抗は電気回路と似た計算ができることを理解し、血管の抵抗が血管半径の4乗に反比例することを使って、狭窄手術を理解する問題はやや難しく、達成率は52%でした。また、最後の風船のラプラスの法則を使って、拡張型心筋症のバチスタ手術を理解する問題はさらに難しかったようで達成率は51%でした。しかし、他の問題は解きやすかったようで、第2問全体の達成率は理論問題中最も高い62%でした。

第3問 電磁気学—電気信号が伝わる速さ—

第3問は、電線中を電子が移動する速度と比べて、電気が電線に沿って伝わる速さがあるかに速いのは何故か、を考える問題です。簡単化のため電線を2枚の平行なリボンとした場合を扱っています。長いリボンを微小な長さの部分の集まりと考えると、各部分が微小な電気容量と微小な自己インダクタンスを持った素子と見なします。すると、電圧・電流の伝わる際のエネルギーの流れは、実は電線の外の電場と磁場のエネルギーの流れであること、伝わる速さは光の速さに等しいことが導かれます。アンケートによると、理論問題の中で一番難しかったと感じたようです。初めの電気の問題は達成率が高く、磁場が入ると、やや達成率が落ち、最後の自己インダクタンスを考慮して電圧・電流の伝わる速さを計算する所は最も難しかったようで、達成率は20%弱に落ちましたが、第3問全体の達成率は46%でした。