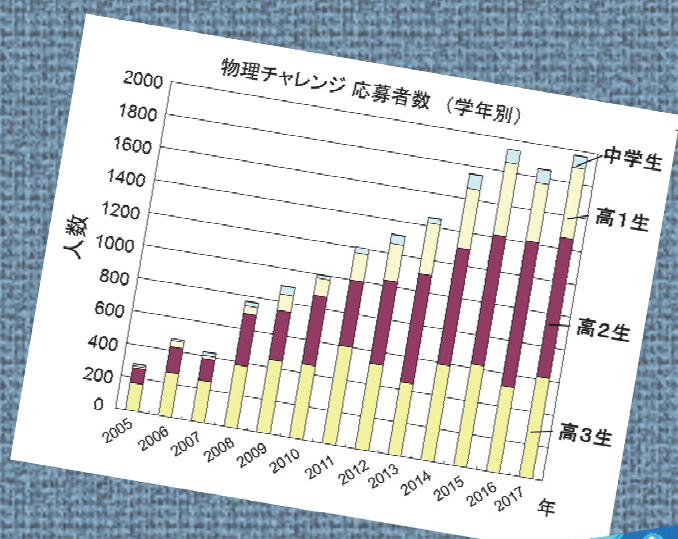


JPhO News Letter

Japan Physics Olympiad

No. 19 2017年10月



CONTENTS

国際物理オリンピック 2017 インドネシア大会

- 02 実験問題
- 03 理論問題
- 04 引率役員紀行
- 05 日本代表選手たちの声

物理チャレンジ 2017

- 06 第1チャレンジ理論コンテスト講評
- 07 第1チャレンジ実験課題レポート講評
- 08 第2チャレンジ全体報告
- 09 第2チャレンジ実験コンテスト講評
- 10 第2チャレンジ理論コンテスト講評
- 11 第2チャレンジ参加者の声
- 12 物理チャレンジ OP は今…/編集後記

国際物理オリンピック 2017 インドネシア大会
物理チャレンジ 2017

第48回 インドネシア大会 (2017年)

金	金	銀	銀	銀
---	---	---	---	---

第47回 スイス・リヒテンシュタイン大会 (2016年)

金	金	金	銀	銅
---	---	---	---	---

第46回 インド大会 (2015年)

金	銀	銀	銅	銅
---	---	---	---	---

第45回 カザフスタン大会 (2014年)

銀	銀	銀	銀	銅
---	---	---	---	---

第44回 デンマーク大会 (2013年)

銀	銀	銅	銅	銅
---	---	---	---	---

第43回 エストニア大会 (2012年)

金	金	銀	銀	銀
---	---	---	---	---

第42回 タイ大会 (2011年)

金	金	金	銀	銀
---	---	---	---	---

第41回 クロアチア大会 (2010年)

銀	銅	銅	銅	入賞
---	---	---	---	----

第40回 メキシコ大会 (2009年)

金	金	銀	銅	銅
---	---	---	---	---

第39回 ベトナム大会 (2008年)

金	銀	銅	入賞	入賞
---	---	---	----	----

第38回 イラン大会 (2007年)

金	金	銀	銀	銅
---	---	---	---	---

第37回 シンガポール大会 (2006年)

銀	銅	銅	銅	入賞
---	---	---	---	----

国際物理オリンピック 2017 インドネシア大会で出題された実験問題



国際物理オリンピック派遣委員会実験研修部会長

岡山県立岡山一宮高等学校 中屋敷 勉

実験問題 1 レーザー光の偏向測定による屈折率の勾配と食塩の拡散係数の決定

第1問は、食塩水の蒸留水への拡散をレーザー光で測定し、拡散係数を求めるという問題である。

Part A: 食塩水溶液の屈折率

勾配の測定 透明容器に入った食塩水溶液の上に静かに蒸留水を置き 30 分間拡散させる。次に、濃度境界を斜めに横切るように線状にしたレーザー光を当て、境界を通過したレーザー光が濃度による屈折率の違いで曲げられ特有の形をスクリーン上に描く。この形をグラフ用紙にトレースし、各部分の ξ_i と δ_i 位置を正確に計測する。これらの測定データと各装置間の距離 Z, Z_0 と透明容器の厚み d を用いて、与えられた式を計算し、これらの間の関係を示すグラフを描いて特徴づける値を読み取るというものである。

一つの食塩水溶液の試料について 30 分の待ち時間があり、さらに試料は 3 種類の濃度のものが用意されているため、作成するテーブルの数、グラフの数も沢山あり、この第1段階をすませるだけでも時間を要したと思われる。

Part B: 拡散係数の決定 ここでは、得られたデータを用いグラフのフィッティングから拡散係数を求めるというものである。

濃度を C 、初期濃度を C_0 、拡散係数を D 、拡散時間を t として、与えられた次の2式

$$\left(\frac{dn}{dY}\right)_i = \left(\frac{dn}{dC}\right)\left(\frac{dC}{dY}\right)_i, \quad \left(\frac{dC}{dY}\right)_i \approx \frac{C_0}{2\sqrt{\pi Dt}} e^{-\frac{(h-Y_i)^2}{4Dt}}$$

から、まず

$$\ln\left(\frac{dn}{dY}\right) = m(h-Y_i)^2 + \text{const.}, \quad -\frac{1}{4Dt} \equiv m$$

を導かせる。これは $\ln(dn/dY)$ と $(h-Y_i)^2$ の線形関係を表している

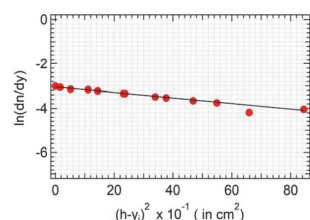


図3 グラフ2

グラフの傾きが正しく読めれば、拡散係数は容易に求まる。

Part C: 非線形拡散 拡散係数が濃度に依存する非線形拡散と考え、各濃度でのグラフ1の最大値の変化から拡散係数の変化率を求めさせる問題である。**Part B**の結果が正しく得られていれば最大値のグラフを線形フィッティングでき、濃度 C の変化に対する拡散係数の変化率が dD/dC 、すなわちグラフの傾きであることが分かれば解析は容易と思われる。

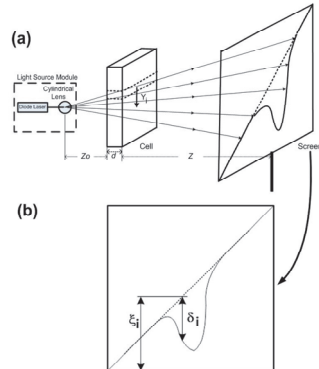


図1 実験装置の模式図

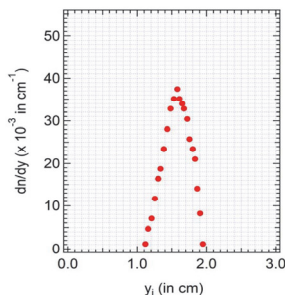


図2 グラフ1

実験問題 2 平行双極子列型磁気トラップとその地震計・火山センサーへの応用

実験問題2は、平行で直線状の双極子(PDL)の特徴的なポテンシャルにより浮上するグラファイトの振動に関する課題であった。

Part A-1: PDL トラップの基本的特性

使用する円柱磁石の作る磁場をテスラメータで計測し、グラフを描き、線形フィッティングすることによって、軸に垂直な方向の磁場の距離依存性のパラメータ決定と磁石の磁化の大きさを求める。これは、丁寧な測定が出来ることと、与えられた式を線形関係になるよう変形でき、それに合ったグラフが正確に描けていれば特に難しい問題ではなかった。

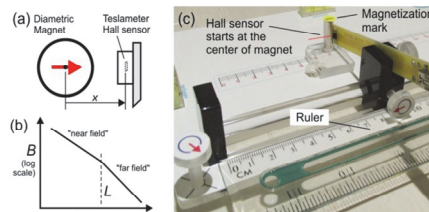


図4 磁場の測定

Part A-2: 磁気浮上効果と磁化率 χ

PDL トラップにグラファイト棒（シャープペンの芯の太さ各種）を浮上させ、その位置を読み、与えられた式によりグラファイト棒の磁化率 χ を決定し、その磁気的性質を答える。これは、ルーペが用意されているものの非常に小さい距離のため、正確な測定は困難だったようだ。

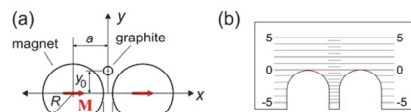


図5 磁気浮上効果

Part A-3: 「ラクダの背」ポテンシャル中の振動と磁化率 χ PDL トラップの作る特徴的なポテンシャルにより、グラファイト棒が減衰振動する周期の測定から磁化率を求めるものである。

Part A-4: 振動子の Q 値と空気の粘性の見積もり まず、減衰振動の時定数 τ を求める方法を考えさせ、実際に実験し求めさせる。その結果を用いて、与えられた式から空気の粘性を決定させる問題である。時定数が正しく理解できていれば、実験のめどは立ったであろう。

Part B: 測定器への応用 トラップ地震計、傾斜測定器

前の問題で振動子として測定したいろいろな太さのグラファイト

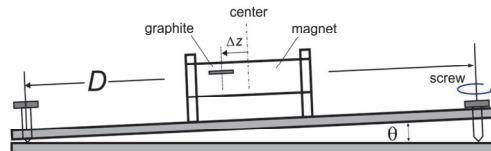


図6 傾斜測定器

棒から、地震計として使うのにふさわしいものを見つけ、地震計の観測できる最小加速度を求める問題で、与えられた式から計算は容易である。さらに、この PDL トラップの高感度傾斜計としての利用を考えさせるもので、装置を傾斜させるネジの回転数とグラファイトの中心からのずれの関係を測定しグラフ上でのフィッティングでネジのピッチを決定させる。減衰振動かどうかを表す Q 値について、地震計として速やかに振動が収まるための最適な Q 値を求める問題であった。

【参考文献】

・ O. Gunawan, Y. Virgus, J. Appl. Phys. 121, 133902 (2017).

国際物理オリンピック2017 インドネシア大会で出題された理論問題

国際物理オリンピック派遣委員会理論研修部会

東京大学物性研究所 加藤岳生



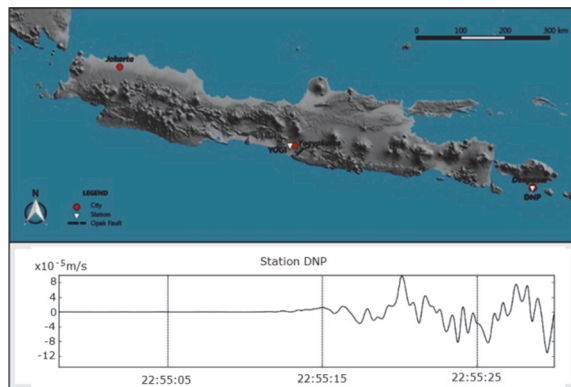
理論試験問題は、例年通り大問3問(各10点)でした。第1問がダークマター、第2問が火山・地震・津波、第3問がインフレーション宇宙論で、いずれも題材が地学分野からであったことが最大の特色です。これは第3問として用意されていた問題が急遽キャンセルされ、予備の問題に差し替えられたためです。当日は、試験問題の和訳が日本代表選手に配られないトラブルがありました。代表選手にとっては予想外のハプニングに戸惑ったことと思いますが、スタッフに和訳の試験問題を要求するなど、冷静な対応を躊躇せずに行うことが重要になりました。当日はメンタル面も重要となることを再認識した出来事でした。

第1問 ダークマター

第1問は、ダークマター(星などの目に見える物体以外の見えない質量)を題材とした3つの小問からなります。最初の小問は、ダークマターについて最初に言及した天文学者フリッツ・ツビッキーが行った議論を追体験するものです。銀河団中の銀河にある水素原子が出す輝線振動数のドップラーシフトの情報から、銀河団の運動を気体分子運動論と類似の方法で解析します。途中で力学におけるビリアル定理を用います。次の小問は銀河の中の星の速度分布からダークマターの存在を類推する問題です。手続きは最初の小問と似ていますが、設定が少し異なっていることに注意が必要です。最後の小問は、星の質量よりダークマターの質量が優勢な若い銀河における星間ガスの問題です。星間ガスの理想気体の状態方程式と、静水圧的なつりあいの式を使い、ダークマターの分布を推測します。興味深い素材ですが、ビリアル定理やダークマターの知識などがあると有利でした。落ち着いて考えればできるはずですが、問題文がやや不親切で、状況を把握するのに時間がかかったのではないかと思います。

第2問 火山・地震・津波

第2問は、インドネシアの人々に馴染みの深い自然災害である火山・地震・津波についての問題でした。最初の小問は火山の水蒸気爆発を比熱や状態方程式を使って考察し、最後に噴出ガスの速度を見積もる問題です。次の小問では、実際にジャワ島で起こった地震の地震波が出題されました。地学分野に馴染みがある人にとっては定番の問題で、震源の近くでは地震の縦波(P波)が地殻を伝播して直接到達するのに対し、震源から離れた場所ではP波は地殻の下にあるマントル層(P波の伝播速度が速い)を通して来たほうが先に到達することがポイントです。興味深かったのは、B4とB5の問題で、P波の速度は地中の深さに比例して速くなると仮定して地震波の軌道を求めるのですが、日本代表選手の2名が軌道の曲率に注目することで、微分方程式を解くことなく「地震波の軌道が円であること」を示しました。これは面白い別解です。興味がある人はチャレンジしてみてください。最後の小問は、津波に関する問題です。水面を伝わる波には、水面近傍のみ運動が起こる深水波と、水底まですべての水が運動する浅水波があり、性質が異なります。津波は浅水波ですが、その理論を知っていると有利な問題でした。なお、最初のイントロダクションでは、開催地のジョグジャカルタのすぐそばにあるムラピ火山に関する詳しい記述があり、インドネシアの人々が自然現象と向き合う姿勢は日本人の共通のもの



第2問で出題された地震の波形グラフ

であることがわかります。

第3問 インフレーション宇宙論

第3問は、初期宇宙に起こった「インフレーション」と呼ばれる指数関数的な宇宙の膨張を取り扱う問題です。最初の小問では、フリードマンモデルと呼ばれる膨張宇宙の標準モデルが考察されました。状態方程式と静水圧的なつりあいの式を用いて解析しますが、特に初めの2問は手がかりが少なく、限られた時間でとくのは大変だったと思います。一方、膨張宇宙論としてはとても標準的な問題なので、一度でも勉強していると有利でした。次の小問では、「現在の宇宙が平坦である」という事実を説明するため、宇宙の初期に「エネルギー密度一定」の条件で宇宙膨張が起きなければいけないことを考察しています。計算自体は簡単ですが、どの変数をどのように変形するか、方針が立てづらい問題です。最後の2つの小問は、インフラトンと呼ばれる物質を導入し、インフレーションを起こすモデルを構築して解析する問題となっています。もともと予備の問題であったこともあり、各問の誘導が練られておらず、変数の処理も煩雑で、代表選手は苦戦していました。なお、問題文の定義で次元がおかしくなる部分があり、また最後の結論が「条件を満たす場合が存在しない」となってしまったりするなど、問題に若干の不備がありました。

全体の講評

アジアで開催される物理オリンピックでは、幅広い知識を問うことが多いという傾向があります。今回のインドネシア大会でも、あらかじめ予備知識があると解きやすくなる問題が多かったと思います。このような問題で高得点をとるには、多くの種類の問題を解き、しっかり理解しておく必要があったと思います。日本代表選手は、理論問題においてとてもよく健闘しました。次回の物理オリンピック(リスボン大会)に向けて、日本代表選手候補の方々は、ぜひ十分な準備を行ってほしいと思います。

さて、今回のインドネシア大会は運営面で異例なことばかりでした。特に、通常行われるモデレーション(点数交渉)が行われなかったのは、大変残念なことでした。次回以降、二度とこのようなことが起きないことを願っています。

国際物理オリンピック 2017 インドネシア大会紀行



東京大学大学院工学系研究科
修士課程 2 年 山村 篤志

引率役員としての IPhO

私は 2010 年のクロアチア大会、2011 年のタイ大会に選手として参加して以来 6 年ぶりに、オブザーバーとして IPhO に参加させていただきました。久しぶりの IPhO の雰囲気懐かしさを感じつつも、オブザーバーとして新たな立場からの参加ということで、以前私が選手として参加した時に、舞台裏でリーダーやオブザーバーの先生がどのように支えてくださっていたのか等、IPhO 派遣についてより深く知ることができ私自身にとっても貴重な体験となりました。

オブザーバーとしての仕事は大きく 2 つあります。1 つは選手が試験を受ける前の翻訳作業です。選手が試験を受ける日の前日に各国のリーダーたちによる問題に関するミーティングが始まります。そのミーティングでは大会主催側があらかじめ用意してきた問題に不備がないか等を議論し修正していくのですが、その議論の最中オブザーバーが同時並行で問題を翻訳していきます。今年は（も？）、実験問題の議論が長くかかり、問題確定した時刻が日付を超えて午前 2 時前後になり、問題をすべて翻訳し最終翻訳版が作成されたのは午前 5 時を過ぎてしまいました。「如何に選手が理解しやすいように翻訳するか」が選手の成績に少なからず影響するというのを今回の大会やそれ以前の研修問題の翻訳をやっている身をもって感じました。そういう意味で責任ある仕事でしたが、楽しく作業することができました。

もう 1 つの仕事が、選手の点数に関する交渉です。選手の問題を吟味し、主催側が採点した結果に異議があれば交渉します。今年は主催側の都合上交渉は短いものに限られましたが、この仕事も選手の成績に直結する重要な仕事でした。



問題文の翻訳作業中の引率役員たち

エクスカーショ

選手が試験問題を解いている間、リーダーやオブザーバーはエクスカーションに行き、束の間の休息です。朝 5 時まで実験試験の翻訳をしていた日本チームも 3 時間後には起きてエクスカーションに参加しました。今年の物理オリンピックの開催地であるジョグジャカルタは歴史的な遺跡が多いことで知られており、その日はボロブドゥール遺跡の見学でした。現地では「茨城」と書かれた服を着ているインドネシアの方を発見し、遺跡を後ろに一緒に写真を撮ってもらいました。また、9 日目には理論問題の題材として取り上げられた Merapi 山に行きました。Merapi 山は活火山として有名で、火山独特の豪快な地形をジープで回り、楽しむことができました。



最終日

最終日（10 日目）は、選手と合流し閉会式に参加しました。今年は 2 名が金メダル、3 名が銀メダルと好成績を納めることができ、本大会にオブザーバーとして参加できたことを嬉しく感じました。また、最後には渡邊くんが Absolute Winner として壇上に呼ばれ、私を含め日本チームは興奮の渦に包まれました。オブザーバーとしての IPhO は慌ただしく、選手の時とは違う意味で時間が立つのが速く感じられましたが、その分非常に濃い 10 日間でした。このような成績を残せた年にオブザーバーの一人として日本チームに関われたことを誇りに思うとともに、翻訳作業などでアドバイスをくださった先生方や、何より IPhO に全力を注いで結果を出してくれた選手の皆さんにこの場を借りて礼を言いたいと思っています。

国際物理オリンピック 2017 インドネシア大会 日本代表選手たちの声

国際的に研究したいという思いが…

国際物理オリンピック 2017 金メダル
灘高等学校 (兵庫県)

2年 吉見 光祐



今回、物理を学んでいく上での一つの節目として目標にしてきた IPhO に出場し、メダルを獲得できたことを嬉しく思います。そして、それを支えてくださった先生方や OP の方々に感謝しています。また、他国の選手との交流を通じて、物理に対する刺激を受けるだけでなく、様々な文化や考えを体感することができ、将来、国際的に研究したいという思いがさらに強くなりました。また、今大会では主催者側の不手際が目立つところもありましたが、与えられた環境に対応し、その中で全力を尽くす、ということができ、嬉しく思います。

実験試験、理論試験では満足のいかないところがあったものの、今までの研修などで得てきた反省点などを活かし、焦らずに解くことができて良かったです。今後もそれらの反省点を生かし、楽しみながら物理を学んでいきたいと思っています。

未知のフィールドを開拓する…

国際物理オリンピック 2017 金メダル
実験試験第1位、総合成績第1位
東大寺学園高等学校 (奈良県)

3年 渡邊 明大



まず、僕の3年間の IPhO 生活でお世話になったすべての先生方、先輩方、友人たちに感謝の意を表したいと思っています。本当にありがとうございました。一昨年のインド大会、去年のスイス・リヒテンシュタイン大会、そして今年のインドネシア大会と3年続けて IPhO に参加してきました。もちろん、すべての大会で金メダルをとれたことや、IPhO に至るまでの研修で知識の面でも経験の面でも成長できたことはうれしく思っています。しかし、IPhO で得た海外の友人たちや研修で交流を深めた仲間達との関係は今後長く続くものですし、そんな関係を築けたことをもっとうれしく思っています。

IPhO が終わり、今から始まるのは、与えられた答えがある問題を制限時間内に解ききることではなく、答えがあるかも分からない未知のフィールドを手探りで開拓することです。楽しみでもあり、若干怖さもありますが、今後も物理という科学を楽しんで学び、研究していきたいらいいなと思っています。

興味あるものに果敢に挑戦…

国際物理オリンピック 2017 銀メダル
大阪星光学院高等学校 (大阪府)

2年 氏野 道統



僕にとっての IPhO は「祭り」でした。つたない英語ながらも全世界の物理好きと語り合い、時には踊り、時にはお土産を交換したりと、とても楽しい日々でした。ジョグジャカルタは案外涼しく、ホテルもとても豪華で、実験試験が急に延期になった日に渡邊さんとプールに入ってリフレッシュできたことは、とてもよい思い出です。

試験については、実験では研修の成果もあって、手際がよくなっていったものの、第2問の途中までしか解答できず、理論も苦戦する部分が多々ありました。ただやれるだけのことは出し切れたので悔いはありません。IPhO に出場して、やはり世界には強敵がたくさんいるということを肌で感じ、素直に学び足りないと思いました。日本代表として世界大会に出場したことを自信に繋げ、自身の興味あるものに果敢に挑戦したいです。

最後に、JPhO および IPhO 関係者の方々、これまで自分を応援してくださった方々に、この場をお借りして感謝の意を表したいと思います。本当にありがとうございました。

物理の面白さを求めて前進…

国際物理オリンピック 2017 銀メダル
大宮高等学校 (埼玉県)

3年 小宮山 智浩



今回、念願であった IPhO に参加し、様々な貴重な体験ができたことを嬉しく思います。ここに至るまでに、多くの方々に支えていただきました。本当にありがとうございました。

IPhO インドネシア大会では、日本を離れた慣れない環境の中で、多くのことを学びました。なかでも、海外の人たちとの交流は、自分の知らないことの連続で大きな刺激になりました。IPhO で出会った人たちは個性的な人が多く、将来こんな人たちと仕事をしてみたい、とも考えました。それと同時に、英語で意見を交わすことの難しさを痛感し、これからの英語学習のモチベーションとなりました。

また、IPhO および IPhO までの研修を通し、物理の面白さに触れる機会が多く、とても勉強になりました。本番の試験についても、自分の好きな宇宙に関する問題があり、楽しんで解くことができました。今回の経験で学んだことを糧に、これからも物理の面白さを求めて前進していきたいです。

思い出で終わらせるのではなく…

国際物理オリンピック 2017 銀メダル
北野高等学校 (大阪府)

3年 中江 優介



この1年間ずっと努力してきたので、銀メダルは本当に嬉しいです。実は直前まで勉強の調子が悪く不安だったのですが、トラブルなく試験を経て、むしろ理論では問題を楽しむことができ、結果を出せてホッとしました。自分は IPhO が初めての海外ということで、観光には毎回気分が高揚して、特にボロボロドゥール寺院を訪れた際には存分に満喫しました。また外国の選手との交流がとても楽しかったです。1か月ほどの合宿を行い国ぐるみで代表を育ててきているところもあり、日本とは違う、多様なあり方を感じました。欲を言えば英語力のなさに後悔はしています。今回だけの思い出で終わらせるのではなく、これから自分が物理学に携わっていききたいという決意にもつながりました。ひとまずは目の前の受験を頑張りたいです。最後に、これまで指導してくださった役員の先生方、OP の方々、支えてくれた高校の人達や家族に向けて、ありがとうございました。

物理チャレンジ 2017 第 1 チャレンジ理論コンテスト 講評



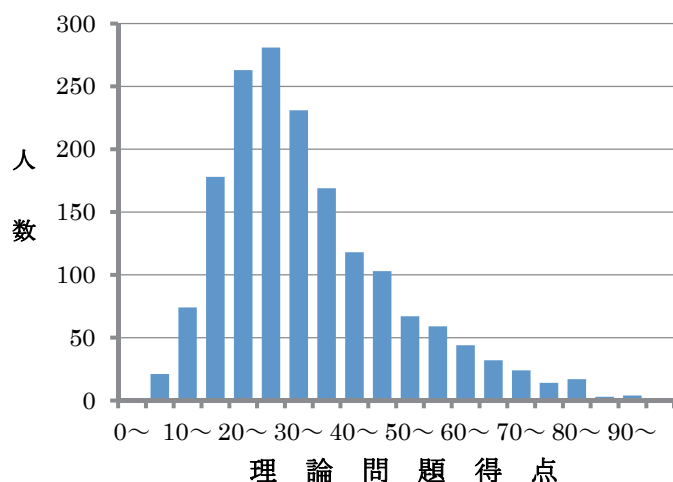
第 1 チャレンジ部会

元早稲田大学本庄高等学院 中野 公世

理論問題参加者 1704 名

物理チャレンジ 2017, 第 1 チャレンジ理論問題コンテストは 7 月 9 日に全国の会場で一斉に行われ, 参加者は過去最高の 1,704 名でした. 第 1 チャレンジでは, 広く多くの生徒さん達に物理を楽しんでもらうことを考え, 奥の深い問題を難しすぎないように, 大変な計算にならないように選択肢を工夫しています. 一方で実験課題レポートの成績と総合して, 第 2 チャレンジに進む約 100 名の選抜を兼ねておりますので, それなりの問題も含んでいます.

結果と講評



平均点は 33.7 点, 得点分布で人数が最も多かったのが 28 点. また, 学校で物理の授業が終わっていない段階でのチャレンジャーも多いことを考えると皆さん頑張っていると思います. また 80 点以上は 24 名でした. 上位の生徒さん達にはもっと頑張ることを期待しています.

問題をよく読んで, 落ち着いて解いてみたら, 解けたはずだったのにという問いも多かったようです. 正答率が 20% に届かなかった問題は, 問 4, 5, 17, 23, 26, 27 の 6 問です. これらに共通して言えるのは, 難問というよりは問題文をよく読まずに, 問題の設定がいつもと異なっている部分を見落としているようです. よく考えるよりは, パターン認識化して答えるという受験勉強の弊害が出ていると思います. とにかくじっくりと考えて, 答えて欲しいです.

問 4 は, 単位体積あたりというのが鍵です. 問 5 は, 一瞬湿った空気の方が重いような気がしますが, 水蒸気と空気の分子量を比べると水蒸気の方が小さいです. 湿った空気は, 窒素や酸素の一部が水蒸気に入れ変わったもので, 水が余分に増えたのではないのです. きちんと計算して確認しましょう. 問 17 は, 人が右に動くと, 台は左に動きません. 人と台の重心の位置が変わらない. 人が台に対して止

まるには左向きに大きな摩擦力が必要で, その反作用で台には右向きの力が働き, 台は氷面上で止まります. もし, 台が左に動いたら全体として運動量保存を満たさなくなり, 物理学の枠組みが崩壊してしまいます. 問 23 は, 普段あまり扱わない単スリットと回折格子を絡めたものなので, 少し難しかったかもしれません. 問 26 は, いつもは皆さんが答えたようにジュール熱としていますが, ここでは導線に抵抗はない! と書いてあることから, ジュール熱ではありません. 消去法で考えれば, 正解がわかるでしょう. 問 27 は, 皆さんのマークはほぼ均等に分布していました. 基本に戻ってじっくり考えれば, 分かると思います.

その他に, 正答よりも誤答の方が, 解答率が高い問題が 7 問もありました. 問 6 は, ひとつの現象を理解するのにいろいろな方法があるという例です. 外から見れば, 2つのスピーカーから出た音波が定常波をつくり, 節の所に人が来たときに音は小さくなる. 一方で歩いている人の立場に立つと当然ドップラー効果により唸りが聞こえる. そのうなりの周期からも求まる. 色々な方法でも同じ答えが出ます. 問 12 は大学で学ぶ慣性モーメントを使えばすぐ出ますが, ここでは速さの大小関係だけを比べるので, 単位質量あたりの運動エネルギーを比較します. 同じ高さから落下させた場合, 単位質量あたりの回転のエネルギーが小さい方が, エネルギーロスが少なく速く落下します. 問 24 は教科書にも出ているので, 皆さんに正解してもらいたかったです. 基本はしっかり身に着けて下さい. 最後の大問は最近がん検査に使われる PET を話題にしました. 新しい機器に使われている原理にも興味を持ってください.

出題にあたって

第 1 チャレンジ部会の先生方が, 常日頃からチャレンジの問題として何がふさわしいか思いをめぐらせ, その問題を持ち寄って半年かけて推敲したものです. その作業は先生たちにとっても, 楽しいものです. 難易度も幅広く, また出題の分野も偏ることなく, 誰にとっても新たな気づきがあるような問題を心がけています. できるだけ身近な現象を扱い, 物理を学び始めた生徒さんにも解ける問題をちりばめながら, よく考えてみたら, なるほど面白いと思ってもらえるような発展的な問題を工夫しました.

これをきっかけとして, より深く考え, 学校で習うときも, 単に教えられたではなく, 自分の知識を総動員して疑問を持つようにして下さい. 入試問題とは異なるので, 自由な発想で, 時には高校の範囲から逸脱することもあります. 難しくはないけれど, 解いている生徒さんをうならせるような問題をこれからも考えていきたいと思っています.

物理チャレンジ 2017 第 1 チャレンジ実験課題レポート 講評



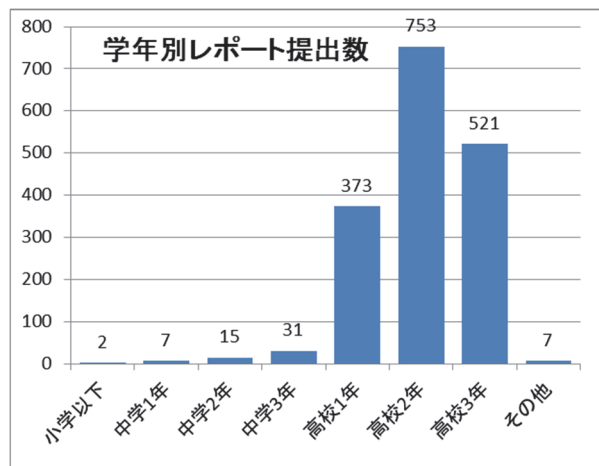
第 1 チャレンジ部会 部会長

埼玉県立川越女子高等学校 荒木 美菜子

第 1 チャレンジ 2017 実験課題レポート概況

物理チャレンジ 2017 の参加申し込み数は 1967 名。そのうち、期日までに届いた実験レポートの総数は 1705 通でした。初めての電気分野で減少した昨年度の 1530 通と比べ 170 通ほど増加しています。また、一昨年の 1687 通と比べても 20 通ほど増加しておりますので、過去最高と言えるかもしれません。

今年の実験課題は「重力加速度の大きさを測ってみよう」。最も基本的な物理量の一つで、まだ物理を授業で学んでいなくても理解しやすいものです。課題の取り組みやすさがレポート数の増加につながったのではないかと思います。



なお、今年も小学生の参加（2 通）がありました。楽しんで実験している様子が伺える内容でした。

レポートの採点結果について

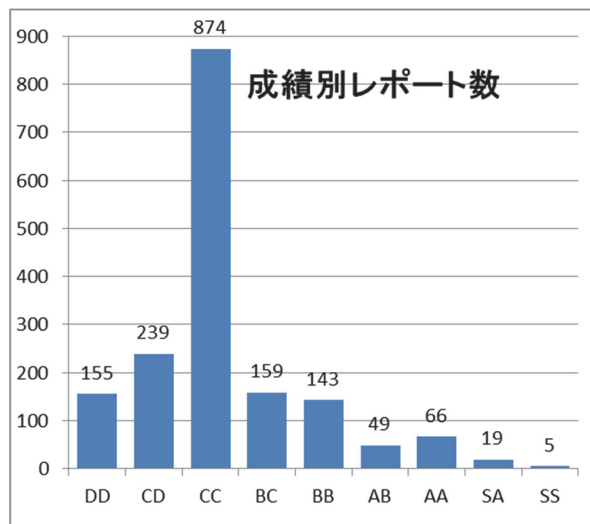
授業内での実験レポートでは、手順通りの実験を一回行い、それをまとめてよい値が出れば O.K.となるかもしれません。しかし、物理チャレンジの実験課題レポートではそこからどれだけ踏み込めるかをみています。そのため、ただ重力加速度の測定を行うだけではなく、次のような点を踏まえたレポートの評価が高くなります。

- ① 精度や結果がよくなるように複数の実験方法に挑戦する。
- ② 実験方法を誤差がなくなるように（精度がよくなるように）工夫する。
- ③ 定番の実験とは異なる方法を考えて行う。

課題が発表されてから約半年の期間があります。1 回実験をして終わりではなく、その結果をみて改善しようとするれば、自ずと①～③の要素が加わると思います。もし、考察や結果に、「**が原因で精度が悪くなった」と書いて終わりにしているようであれば、次回はこの一言を書かずに終われるように実験に向かい合ってもらいたいと思います。

レポートの採点は、「SS（きわめて良い）」から「DD（努力を要する）」の 9 段階で行っています。CC が多くなっ

ていますが、CC は学校では「良いレポート」に相当します。物理チャレンジ参加者の物理に対するモチベーションを考えると納得できることと思います。



今後のレポート作成について

センサーなどが手に入りやすくなったこともあり、速度センサーを自作していたり、また、スマートフォンの撮影機能を使ったりと、実験手段が多くなりました。また、インターネットでの検索により、様々な実験方法を知ることが出来るようになりました。

実際にレポートを読んだところ、例えば振り子を用いた実験でも、教科書にある単振り子だけでなく、ケータの可逆振り子、サイクロイド振り子など様々な実験方法に挑戦をしています。また、実験結果について精度や誤差が気になれば、それを修正すべく実験方法の工夫を重ねています。

現在は、機器の面でも情報の面でも多くのサポートが受けられる環境にあります。スゴイ実験をすることも可能です。しかし、それをレポートとして表現する際に、読む相手のことを考えて下さい。データを一目で分かるように表やグラフを工夫する、実験装置やその原理を分かりやすく図などを用いて表す。実験課題レポートの要項にも書いてある通りです。

実験の過程で多くの試行錯誤をしたことと思いますが、レポートはその苦勞を伝えるのではなく、それによって得られた結果をきちんと示すべきでしょう。

優秀なレポートについては HP に載せますのでぜひ参考にして下さい。

おわりに

1705 通のレポートのうち女子生徒は 280 通でした。20% にも満たない状況です。ぜひ、来年は物理女子の増加を期待しています。

物理チャレンジ 2017 第 2 チャレンジ 全体報告



物理チャレンジ 2017 実行委員長
埼玉大学教育学部 近藤 一史

昨年（2016 年）の第 2 チャレンジでは、最終日に台風が接近したおかげで色々な行事を省略して、早めに終了したのですが、それでも参加者の皆さんの帰宅に影響がでて大変でした。

今年は、全国各地で大雨の被害が報告され、心配していましたが、第 2 チャレンジを無事終了することができました。

友達100人できるかなあ？

今年の第 2 チャレンジの参加者は 101 名でした。学生リーダーが、「友達 100 人できるかなあ？」と発言していました。参加者は、自分を除けばちょうど 100 人。この第 2 チャレンジで 100 人と仲間になることができれば、すばらしいことだと思います。昨年の第 2 チャレンジのサイエンス・ツアーで東京大学を見学した際、ノーベル賞を受賞された梶田先生が、「研究においては協力が必要です」という旨の発言をされていました。もちろん、物理チャレンジは物理における個人戦です。しかし、将来、研究者や技術者として、科学に携わるようになったとき、重要なのはチームプレーです。第 2 チャレンジの 1 つの目的は、国際物理オリンピックへ参加者（日本代表候補 12 名）を選出することにあります。そのためだけならば、3 泊 4 日の合宿する必要はありません。参加者が共同生活を行う中で、親睦を深め、物理へ関心を高め、また現役の研究者との交流を行うことも期待しているのです。

実験問題、理論問題ともに有益な出題

第 2 チャレンジに参加するたびに、実験問題、理論問題のすばらしさに、出題者に敬意を表したいと思っています。JPhO News Letter や、ホームページで解説があるとは思いますが、感想などを述べたいと思います。

実験問題では、物理の教科書では学習して内容は理解しているが、実際にはなかなか行うことができない実験だと思います。1 つは、水素のスペクトルを簡単な分光器で観察する実験です。バルマー系列...などの言葉は学習して知ってはいても、分光実験を行う機会はほとんどなかったのではないのでしょうか。特注の水素放電発光装置と自作の電気回路で綺麗なスペクトルを見ることができました。もう 1 題は、ボイル・シャルルの法則に関する出題で、これも教科書で学習した内容です。実験部会では、この実験のための、水、お湯、そして氷の準備が大変だったようです。昨年は、2 問目の実験に着手した参加者が少なかったのですが、ことしはほとんどの人が 2 問目の実験に着手していて、準備が無駄にならなくて安心しました。

理論問題では、ちょうど朝のテレビで潮流による発電が成功したというニュースが流れていました。参加者の部屋にはテレビがないので観ていた人は少なかったと思いますが、正に潮流発電についての出題がありました。本当に、まさに身の回りの題材を取り上げていることに感心しました。

また、スペースシャトルに関する問題など、様々な内容が盛り込まれ、説明を読むだけでもためになる出題だと思います。

好評 フィジックス・ライブ

理論問題が終わった日の午後は、宿泊先である国宝 関谷学校の前で記念撮影を行い、見学を行いました。見学の後は、JPhO や現地実行委員会などが行う、フィジックス・ライブが開催されました。

インドネシアで行われた国際物理オリンピックで出題された、実験課題を実際の装置を用いて説明したり、サーモグラフの測定装置で赤外線を放射する様子を観察したり、いくつものブースで様々な物理に関する実演が行われました。

今回の食事はビュッフェ形式のため、食堂が大変混み合いました。そのため、食事の時間前から入り口に並んでいたのですが、このフィジックス・ライブの際には、食事の時間を忘れて説明に聞き入っていました。



写真は光学素子（偏光板）を用いた光学実験の説明

うれしい 現地実行委員 岡山県の協力

第 2 チャレンジは、西（岡山）と東（つくば、野田）で開催されてきました。開催地の教育関係者（高等学校の先生方）のご協力を得ています。今回は、岡山県の協力も得ることができ大変助かりました。開催の協力に加え、特別賞として、「岡山県知事賞」「岡山県議会議長賞」を、岡山県知事ならびに県議会議長（代理）に贈呈して頂きました。

今回も女子の参加は1名

昨年、第 2 チャレンジ参加者 103 名中、女子の参加は 1 名でした。女子の参加が少ないのは問題となっています。残念ながら、今回も 101 名中、女子は 1 名でした。どうかして、第 2 チャレンジというより、物理の活動に女子の参加者を増やしたいものです。唯一、我々を安心させてくれたことは、その女子の参加者が昨年の参加者と同一人物だったことです。つまり、昨年の第 2 チャレンジが充実していたということだと理解しています。

物理チャレンジ 2017 第 2 チャレンジ 実験コンテスト 講評



物理チャレンジ 2017 実験問題部会 部会長

筑波大学 大塚 洋一

今回は、水素原子の発光スペクトルと気体の法則の 2 テーマを問題としました。各 100 点、合計 200 点満点です。問題の作成にあたっては、測定やデータの解析・考察のみならず、測定方法や実験装置の組立についてもチャレンジャー自身に考えてもらう「考えさせる実験問題」を意識しました。

課題 I 水素原子の発光スペクトル

高温の原子は元素に特有なスペクトルを持つ光を放ちます。水素原子からの発光波長をまとめたリュードベリの式はボーアの原子模型で説明でき、前期量子論の展開に重要な役割を果たしました。課題 I はこの発光の中で可視領域にある 3 本の線スペクトルを観測し、その波長を調べることによってリュードベリ定数と各発光の原因となった電子状態の遷移を決めるという問題です。波長は回折格子を用いて決めるので、準備として、単色の赤色レーザーを使って分光の原理を理解する課題を I-1 としました。

◇ 課題 I-1 回折格子によるレーザー光の波長測定

レーザー光を回折格子に垂直入射し、スクリーン上に現れる 1 次回折光のスポット位置からレーザー光の波長を決定するという実験です。標準的基礎的な実験ですが、波長決定の精度を高めるように実験装置の配置を設計することを問題に入れました。平均点は 36.2 点(50 点満点)とよくできていますが、 $\sin \theta \cong \tan \theta$ として解析を行ったチャレンジャーがいました。またこの課題に時間をかけすぎてしまったという感想も目立ちました。

◇ 課題 I-2 水素原子スペクトルの測定

水素ガス放電発光管からの光を回折格子を通して観察し、1 次回折光に見られる赤、青、紫の 3 本の輝線の波長を決める実験です。前問での知見をもとに、「測定方法を考えなさい」とした問題です。輝線の見える方向を正確に決めるために、細い筋の入った L 型アクリル台を照準として使います。

この問題では白紙が 44 人と非常に多く、リュードベリ定数の評価(問 I-7)まで至った人は約 20 人に過ぎないという残念な結果でした。このため平均点は 11 点(50 点満点)と低迷しました。試験中の観察では、課題 I-1 と同様に発光管の先に回折格子とスクリーンを置き、スクリーンに何も映らないので解答をあきらめてしまうチャレンジャーが目立ちました。試験後のアンケートでも、「I-1 の方法に固執してしまい光をのぞき込むという発見ができず悔しかった」などの感想が多くみられました。また「実験指示が曖昧だ」、「せめて回折格子を覗くくらいの指示がほしい」といった意見もありましたが、平行光のレーザーとは異なり、放電管からの発光は放射状に広がり全体を明るくするだけです。まして、回折光が輝線の像を結ばないのは当然です。うまくいかない理由を考え、もう一步考察を進めてほしかった。そのために、問題冊子には、「まず、回折シートを通して発光を観察しなさい」という文も入れておいたのです。

課題 II 気体の法則・絶対零度の決定

理想気体の状態方程式は高校の物理でも化学でも学習する基本事項です。課題 II はこれに含まれる 2 つの法則の実験です。

◇ 課題 II-1 ボイルの法則

空気の圧縮は小学校理科にもあるなじみの深い題材です。注射器を使って圧力と体積の関係を定量的に調べる課題です。空気の漏れは避けられないので、その影響を小さくするような測定方法を考案する必要があります。また電子天秤から注射器内の空気の圧力を決めることも必要です。電子天秤上に置いた注射器を手で押すことを想定して器材を準備しましたが、木片をおもりとして注射器に載せるという解答が目立ちました。これでは力が弱すぎでほとんど圧縮されません。アンケートでは、準備された器材の使い方や実験方法をなかなか思いつけなかったという感想がある一方で、測定方法を考えるのがおもしろかったとの意見もありました。平均点は 34.0 点(60 点満点)でした。

◇ 課題 II-2 シャルルの法則と絶対零度の評価

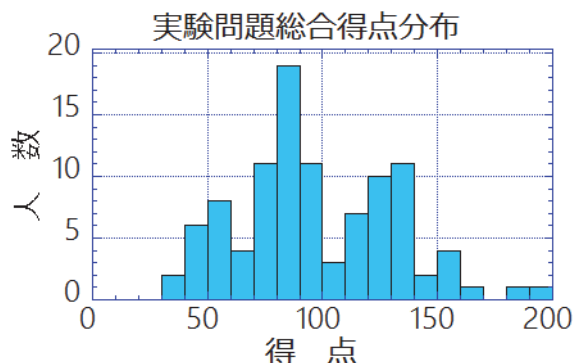
気体の熱膨張を調べる実験です。有名な実験ですが、実際に行ったことのある人は意外と稀です。温度に対して体積が線形に増加するため、これを負の温度側に外挿すると体積がゼロになる温度、絶対零度が決まります。

平均点は 15.5 点(40 点満点)で、ほとんど白紙の解答が 28 人いました。加熱と冷却には少し時間がかかることと順番が最後の問題であったことから時間切れになったチャレンジャーが多かったようです。試験では時間配分とある種の要領のよさが必要です。白紙を除いた平均点は 21.4 点でした。

チャレンジャー 101 名の平均点は課題 I: 47.3 点、課題 II: 49.5 点、合計 96.8 点でした。物理チャレンジ 2014 以来 3 年ぶりの自由デザイン型の実験課題でした。アンケートにも、測定方法を考えさせる問題が多かったとの認識が、それ故に難しかった、苦手だという感想と共に記されていました。研究の場での実験のおもしろさと醍醐味はどのようにして調べるかという構想・設計の段階にこそあります。自分だけの新しいアイデアを競うのです。是非そのような力をつけてほしいと思います。

手を付けられなかった課題については、3 日目に実施した問題解説会で、しっかりと理解できたチャレンジャーが多かったことがアンケート結果に窺えました。

なお、実験方法の説明など文章で解答しなければならない問題では、文字の判読が困難な解答が目立ちました。言うまでもなく、文字は情報を他者に伝える道具です。美しい字である必要はありませんが、読みやすい字を書きましょう。



物理チャレンジ 2017 第 2 チャレンジ 理論コンテスト 講評



物理チャレンジ 2017 理論問題部会 部会長
元岡山大学 東辻 浩夫

試験時間 5 時間に対して、問題冊子 24 ページ、解答用紙 17 枚の分量は例年と同程度、大問数は 4、小問は大小があります。合計 38 で、実質的な話題の数は 5 です。平均は例年より高く、300 点満点中 197 点(得点率 66%)でした。得点分布には高 3 (64 名、既卒 2 名を含む)と高 2 以下(37 名)とで大きな違いはありません(右のグラフ)。アンケートの回答では、「難しい」・「やや難しい」が第 1 問 B(79%)、第 1 問 A(75%)、第 4 問(70%)、第 3 問(50%)、第 2 問(38%)で、「とても興味深い」・「興味深い」はすべて 80%以上でした。ここでは問題の要点と解答状況を簡単に紹介します。

ストレートな力学、見方を変えると自明!

第 1 問 A は、運動量・エネルギーの保存則が適用できる、小球と動く斜面の弾性衝突です。三角関数の加法定理を含む計算を落着いて行う必要がありますが、ストレートな問題で、問 4 までは大変良くできていました。丁寧に計算を進めればよいのですが、2 回目の衝突についての問 6 の得点率が低かったのは止むを得ないかもしれません。ただし、1 回目の衝突後の三角柱の速度で動く座標系から見ると、2 回目の衝突は 1 回目の衝突で真上に上がった小球が落ちてくるだけです。答えは(時間反転についての不変性により)自明になることを確かめておいてください。また、小球が滑らかな斜面に衝突するときに保存されるのは、小球の運動量の斜面に平行な成分です。第 1 問 A の得点率は 65%です。

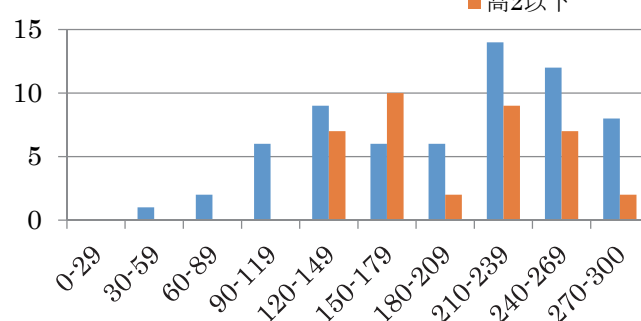
スペースシャトルの減速と空力加熱の大まかな推定

第 1 問 B は、スペースシャトルの減速が題材です。問 1 はガスの噴射による減速、問 2 は着地してからの制動用パラシュートによる減速です。後者が速度の 2 乗に比例する抵抗を受けた運動になっていることは問題文中の速度の式から分かりますが、逆に、抵抗が速度の 2 乗に比例することからこの式を導いてみてください。問 3 は大気圏再突入時のいわゆる「空力加熱」についての大きな推定です。このような、いわば(チャレンジャーの予備知識と与えられた条件からは)正解の出ない問いの出題の是非については、部会でかなり議論しましたが、現象を大きくとらえることも必要であろうということで、このような形になりました。とてつもない高温と推定した答案もありましたが、かなりの人が想定した考え方で推論していました。A に比べてやや低いものの第 1 問 B の得点率も高く、56%です。

保存則を適用して発電効率の上限を導く

第 2 問は、流体を用いた海流発電および風力発電の効率の上限について、実際によく用いられている法則を導く問題です。流体力学そのものは高校物理の範囲を越えていることを考慮して、通常の力学の保存則を流体に適用すれば自然に導出されることが分かるように作題してあります。問 10 を除いてよくできていて、第 2 問が全体で最も高い得点率 74%でした。海水の質量密度は特に与えてありませんが、求める数値の精度を考えて常識を働かせてほしいところです。再生可能な自然エネルギーの効率的利用は社会的な要請であり、たまたま試験当日の朝のテレビでも、黒潮を利用した海流発電についてのニュースがあったようです。

理論コンテスト得点分布



新しい概念が続々と登場

第 3 問は、電磁気の基本法則から電磁波を導き、荷電粒子(プラズマ)の存在がその伝搬にどのように影響するかを考える問題です。定常電流がつくる磁場についてのアンペールの法則をアンペール-マクスウェルの法則に一般化して、ファラデーの電磁誘導の法則と組み合わせるのですが、アンペールの法則、アンペール-マクスウェルの法則、電束、電束電流などの新しい概念が次々と登場します。解答自体は誘導に従って容易にできるような構成で、電磁波の電離層による反射についての最後の問(11)以外は高い得点率で、第 3 問全体で 65%です。これらの新しい概念の一般的な定義を教科書風に与える案もありましたが、問題が長大になるためにできませんでした。将来、電磁気学を学ぶときにはぜひ改めて確認してください。また、この執筆中にも、太陽表面の大きなフレアの影響で太陽風の強度が変動し、通信に影響する可能性があることが報じられています。電離層の電子の数密度が大きくなったらどんなことが起きるか考えてみてください。

宇宙線のフェルミ加速

第 4 問のテーマは宇宙線です。宇宙線がどうして高いエネルギーをもっているか、についての答えとして考えられているのがフェルミ加速という現象です。光速に近い速度の荷電粒子が超新星爆発で生じた膨張する衝撃波に伴うプラズマの雲によって繰り返し反射され、反射のたびにエネルギーを得ていく過程を追ってもらいました。反射されずにすり抜ける割合など、(第 2 チャレンジ範囲外の)詳しい計算を省略した部分もありますが、宇宙線のエネルギー分布についての観測事実がこの機構で説明されることを理解していただけたのではないかと思います。最後の問 8 では酸素の原子核から生成されたホウ素の原子核が銀河の外に漏れることも考慮する必要があります。この問いを除けば、(この分野の出題経験からの予想に反して)高い得点率で、全体として 65%でした。

問題・解答例の活用を

得点分布の(特に高 2 以下の)分裂傾向は気になりますが、学年による大きな分極がないことには出題側として安堵しています。例年より少し易しかったかも知れませんが、チャレンジャーの皆さんの物理の世界が、より広く、より深くなるように意図した問題です。解答例とともに今後も役立ていただければありがたい。

物理チャレンジ 2017 第2チャレンジ参加者の声

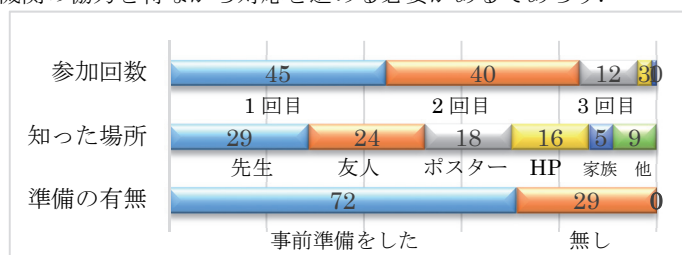
第2チャレンジ参加者 101 名へアンケート調査した。その集計結果の一部と、チャレンジャーの生の声をいくつか紹介する。

第2チャレンジ 2017 現地実行部会 部会長
岡山大学 味野道信



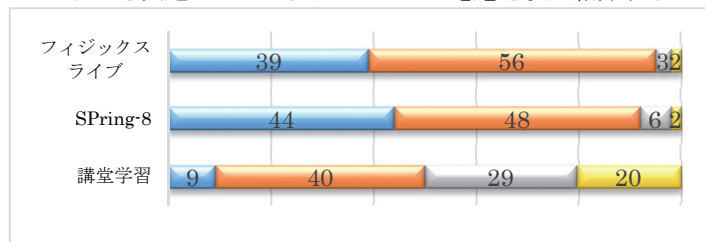
物理チャレンジへの参加

物理チャレンジへの参加回数に関して、今回が初めてだったのは 45 名、2 回目 が 40 名、3 回以上が 16 名であった。物理チャレンジを知ったのは、学校の先生から 29 名、友人から 24 名、ポスター 18 名、ホームページから 16 名、家族から 5 名であった。ポスターの多くは校内に掲示されており、学校を通しての広報が重要であることは言を俟たない。注目すべきは友人から紹介された割合が高いことである。科学コンテストが広く知られるようになり、物理チャレンジも学校内の理科好きの生徒間で話題にあがっていることが推察される。参加の事前準備を行ったのは 72 名であり、大半は過去に出題された問題を解いたと回答している。学校の先生から指導を受けていた生徒は 21 名、開催地岡山までの交通費を学校等から補助を受けた参加者は 22 名おり、様々な面で高校からの支援も増えつつある。参加が有料になる事に対する懸念も数名から寄せられた。物理チャレンジの継続的な運営のためにも、関係各機関の協力を得ながら対応を進める必要があるであろう。



第2チャレンジでのイベント

実験および理論コンテストの他にも、フィジックス・ライブ、サイエンスツアー (SPring-8)、閑谷学校講堂学習、問題解説会等のプログラムを実施した。これらについての感想を次に紹介する。



左より、「■とても楽しかった」、「■楽しかった」、「■あまり楽しなかった」、「■楽しくなかった」という感想を示す。

フィジックス・ライブは、現地実行部会委員（高校教諭と大学教員）9 件、大学院学生スタッフ 1 件、国際物理オリンピック実験問題 1 件をそれぞれ出展した。様々な実験を目の前で体験できたことに、概ね好評であった。サイエンスツアーとして大型放射光施設 SPring-8 と X 線自由電子レーザー-SACLA の見学を実施した。世界最先端の研究施設を間近に見る事で、将来は研究に従事したいと感じた参加者も多かった。

今回の第2チャレンジ会場は、「特別史跡旧閑谷学校」に隣接する。この機会を活かして、国宝である講堂において学習活

動を実施した。正坐や論語の朗唱など、日常の生活とは全く異なる体験に戸惑いを感じた生徒もいたようで、感想は大きく分かれた。幅広い文化活動も多感な生徒には大切であると思っている。理論問題解説および実験問題解説は十分に時間を掛けて実施し、好評であった。特に、実験問題は 5 時間のチャレンジ時間内では分からなかったアイデアや実験手順、誤差の取り扱いを理解できたとの感想が多く寄せられた。

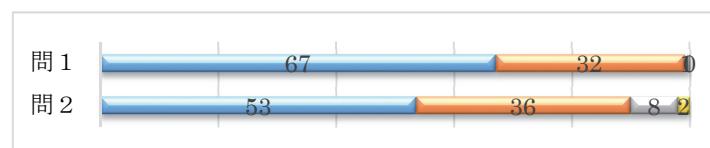
会場とスケジュール

開会行事を最少に絞り込み、初日の午後から実験問題を実施した。今回は、宿泊場所、コンテスト会場、閉会式会場を全て同一研修施設とする事で、移動時間を縮小した運営とした。会場が岡山駅から離れていたため、初日の集合時刻が 11 時と少し早い時間になるなどやや不便な点もあったが、好天にも恵まれ 4 日間の合宿コンテスト活動に集中できる環境であった。参加者は各班 10 人程度のグループに分かれて寝食を共にし、各アクティビティにも参加した。班内での交流は進んだが、全体での交流時間の増加を望む声がアンケートに寄せられていた。これは、参加者の自主的交流活動も含めて、今後の課題の一つである。

物理チャレンジに参加して

コンテストへの参加をどの様に受け止め、将来の活動に繋げようと考えたのであろうか。2 項目のアンケート結果を紹介する。

- 問1：物理チャレンジに参加して、科学を学ぶ意欲が高まったと思いますか。
- 問2：物理チャレンジに参加して、将来、科学技術を必要とした職業に就きたいという気持ちが高まりましたか。



左より、「■とてもそう思う」、「■どちらかといえばそう思う」、「■あまり思わない」、「■まったく思わない」、の人数を表す。

次に、いくつか自由記述のコメントを紹介する。「将来、物理関連の職についたとき、志を共にする仲間との作業に生かしたい。また難問にアプローチする粘り強さも生かしていきたい」、「物理を学ぶ意欲が更に高まり大学への物理の勉強に精を出したいと思った。またここで出会えた仲間とのつながりを大切にしていきたい」、「物理チャレンジで知った高校範囲の先にある物理の世界を見据えて勉強していきたい」、「後輩などに参加を促したい。学生スタッフとしても参加したい」などの声が寄せられた。

大多数の参加者が、今回のチャレンジに大きな刺激を受けて、将来に活かしたいと感じている。3泊4日の第2チャレンジで体験し考えたことを、学校の同級生や家族にも伝え、そして共有することで、物理を学ぶ楽しさが、さらに広がることを願っている。

物理チャレンジ・物理オリンピック OP たちは今…

東京大学大学院情報理工学系研究科修士課程 2 年
国際物理オリンピック 2011・物理チャレンジ 2009/2010/2011 参加
佐藤 遼太郎



情報系の専攻に進学して!

私は物理チャレンジ・オリンピックに参加した後、大学の学部では物理学を専攻しましたが、大学院はそのまま上には進まず、「システム情報学専攻」という情報学と物理学に基づいたアプローチでの研究を標榜する専攻に進学するという、割と珍しいルートをとりました。今回は私の大学院での生活について紹介します。

現在私が研究している分野は音の情報処理です。一見物理とは何のつながりもない分野のように思われるかもしれませんが、人間の発声機構や空間中の音の伝播などの現象は物理の観点からうまく記述でき、そのアプローチに基づいた研究が広く行われています。また、情報分野に現れる数式やモデルを物理学とのアナロジーで解釈したり、物理で最初に生まれた手法を情報の分野に応用してみたりといった研究も盛んです。このような点から、大学学部までで育んだ物理の知見がこの分野の研究にあたって役に立っているのではないかと考えています。余談ですが、大学院入試の専門科目は選択問題制になっていて、その中には古典力学・電磁気学等の分野の大問があり、図らずも IPhO に向けて積んだ演習が数年後に直接役に立つ結果となりました。修士入りたての頃は、これまで学生が先生の

ことを「さん」付けで呼んでいた物理学の文化との違いには少し戸惑いましたが、むしろ違いと言ったらそれくらいのもので、すぐに順応できたのではないかと思います。

具体的な私の研究についてですが、現在は人間の音声のアクセントやイントネーションといった部分の解析に取り組んでいます。特に音声に含まれているアクセントなどの情報をうまく取り出す方法を検討していて、この研究が首尾よく進めば、ユーザーの話し方を逐次解析してそれに同調してくれるような対話ロボット、といった応用が考えられるかもしれません。私が通っている研究室では他にも、様々な楽器音の混ざった音楽や複数の話者の混じった音声を変換する研究や、ある人の声を全く別の人の声に変換する研究など、音や声にまつわる様々な研究がされています。企業との共同研究やインターンも盛んです。

研究室の様子ですが、音を扱っている研究に取り組んでいるだけあって、やはり楽器演奏の経験のある人は特に多く、よくギターの練習音が聞こえてきます。私もせっかくだし、以前習っていたピアノをもう一度練習しようかなと思いつつ、そろそろ修論のことも考え始めないと、という毎日を送っています。

編集後記

ノーベル賞の季節です。ノーベル賞日本人受賞第 1 号 (1949 年) の湯川秀樹先生と第 2 号 (1965 年) の朝永振一郎先生は、第三高等学校 (朝永先生は理乙と湯川先生 (当時は小川) は理甲と類は別) と京都帝国大学とで、共に同学年でした。

両先生は、三高 3 年生のときに、朝永先生のお姉さんの夫である堀健夫先生 (後に北海道帝大教授) に「力学」を学んでいます。堀先生は、恩師である森惣之助先生が海外出張のため、三高臨時講師を引き受けることになりました。堀先生は、500 頁を超える森惣之助『力学』を教科書としましたが、これだけの量・内容を 1 年間で教える効果的な方法は何であろうかと悩みました。そこで考えだされた方法が、堀先生のエッセイ「学生時代の『振ちゃん』」 (自然, 1979 年 10 月号) に書かれています。

教科内容の大半は学生の自習にまかせ、講義としては自習をどんどこに力点をおいてやったらいいのかの注意を与える。また、もし学生からの質問があれば、それに答えて補足説明をするだけに止めよう。

与える注意は、演習問題を黒板で解かせ、その解法に対するコメントすることとしました

(教えすぎないことに気を配っています)。三高の教室は三方が黒板であるため、1 度に 12 名の学生が黒板を使用可能でした。また

もろもろの原理や法則を他動的に教えこまれるだけでは興味は湧いてこないだろう。自分の力でまず原理法則を頭にたたみこみ、これが実際問題の解決にどのように応用されるのかを、これも自力で体得するならば、おのずと興味がそそられてくるにちがいない

としました。現在話題の反転授業よりも、授業前準備が大変で、また、誤概念をもってしまってもそれは学生の学びの浅さ・足りなさのためとなります。もちろん、学生に学ぶ意欲がなくては空振りとなる授業となるでしょう。学生が優秀であったのでしょうか。堀先生の方法は的中しました。特に、朝永くんと小川 (湯川) くんが「まこと巧みな解き方をしていたのを今での明瞭に記憶している」と驚いたようです。2 人は、講義で行った方法では解かず、まったく独自で、エレガントな解法であったようです。学びの深さがわかります。

両先生の学びから、「學而不思則罔、思而不學則殆」が思い浮かびました。
(並木雅俊)