

# JPhO News Letter

Japan Physics Olympiad

No. 35 2022年11月

## CONTENTS

- 02 物理チャレンジ2022 全体報告
- 04 物理チャレンジ2022 第1チャレンジ報告
- 06 物理チャレンジ2022 第2チャレンジ 実験問題講評
- 07 物理チャレンジ2022 第2チャレンジ 理論コンテスト問題と講評
- 08 国際物理オリンピック スイス大会(IPhO2022)参加
- 10 国際物理オリンピック(IPhO)2022 実験問題
- 11 国際物理オリンピック(IPhO)2022 理論問題
- 12 オンライン・プレチャレンジ講座  
理事会だより 一次期理事・監事候補者の募集一



公益社団法人 物理オリンピック日本委員会

The Committee of Japan Physics Olympiad (JPhO)

Tel: 03-5228-7406 E-mail: info@jpho.jp Web: www.jpho.jp/

## 物理チャレンジ2022 全体報告



物理チャレンジ 2022 実行委員長  
大塚 洋一

### コロナ禍3年目の物理チャレンジ

新型コロナウイルスによるパンデミックが始まって以来、移動やコミュニケーションには強い制約がかかり、人々の考えや行動、社会の活動に大きな影響を及ぼしてきました。物理チャレンジも一昨年および昨年の第1、第2チャレンジはオンライン形式での実施となり、またそれらの準備のための会合もZoomミーティングが当たり前になりました。これらの変化にはプラス・マイナスの両面があります。第1チャレンジ理論コンテストでは限られた数の会場に出向くことなく自宅や学校で試験を受けられることになったことから、参加のチャンスは広がったと考えられます。一方、第2チャレンジについては、コンピュータシミュレーションなどによる実験試験では実験に対する能力を評価するには限界があったほか、試験による“コンテスト”と日本代表選手候補の“選抜”の側面だけが残り、第2チャレンジのもう一つの大きな目的である、参加者同士の親睦を深め、研究者などとの交流を通して物理に対する興味・関心を高め才能を開花する機会を提供するという面では残念な状況でした。

3年目となる今期、第1チャレンジは昨年の運営上の問題を修正した上でオンライン試験を継続する方針が早期に決まりました。一方、第2チャレンジは会場開催を方針としながらもオンライン開催も否定できず、両様をにらみながら準備を進めました。例えば、実験問題部会ではいずれの場合にも対応できるように2種類の実験課題の検討が進められました。実行委員会では、会場開催する場合でも従来のような“大部屋合宿”という形態で行うのは明らかに時期尚早であることから、ビジネスホテルのシングルルーム宿泊を前提としてプランニングを進めるとともに、国内修学旅行の手引き・イベント開催のガイドラインなどを参考にして、会場での感染発生を防



ぐための方策を考えました。JPhOとして最終的に会場開催を決断したのは8月6日であり、その後も医師の帯同や食事提供方法の変更などの準備をしたうえ、8月23日兵庫県姫路市で3年ぶりの対面開催を迎えました。

### 第1チャレンジ

第1チャレンジ実施の詳細については第1チャレンジ部会からの報告をご覧ください。2022/4/1~5/30の申し込み数は1,354名(男子1,091名、女子263名)、5/31までの実験レポート受付は1,197通、7/10に行った理論問題コンテストの参加者は1,064名でした。最終的に第1チャレンジの有効参加者は1,022名でした。

理論問題コンテストはオンライン試験(IBT)でインターネット環境があれば自宅からも参加可能となっています。その一方で心配される不正に対する防止策として、パソコンのカメラを使ったりモート監視などを新たに取り入れました。IBTは全国の生徒に参加のチャンスを等しく提供するという意味でも有効な方法ですので、不正防止に対して十分な対策をとりながら今後もこの形態で進めることになるでしょう。

### 第2チャレンジ

第1チャレンジの実験レポート・理論コンテストの総合成績を基に110名の第2チャレンジ進出者が選抜されました。チャレンジャー、スタッフ全員について抗原検査陰性と体調良好を参加条件としました。8月23日13時、そのうち101名が姫路市文化コンベンションセンター“アクリエひめじ”に集い、第2チャレンジが始まりました。

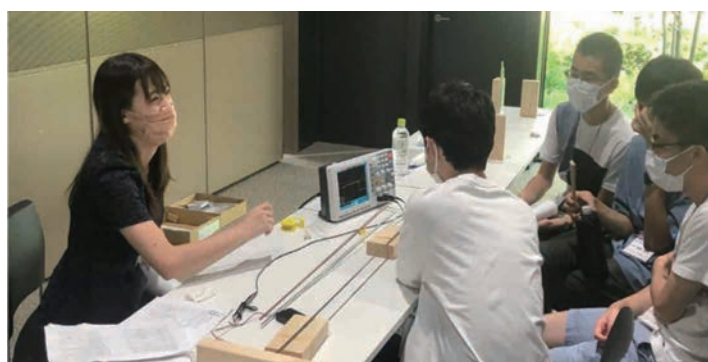
初日は、ガイダンスの後すぐに実験問題コンテストが始まりました。アクリエひめじ4階の38m×18mの大きな多目的ホールに整然と並んだ101個の1.8m×1.8m×高さ1.35mのパーティションの中で、水や軽食の配布を受けつつ5時間実験課題に取り組みました。試験終了時間を迎えたあと、意外と時間のかかる実験装置の後片付けを済ませると19時に近い時間です。例年であれば夕食となるのですが、感染対策として会食は行わないことにしたため、各自の部屋で弁当食となり、1.2km先のホテルまで移動して初日の終わりです。

2日目は8時30分から5時間の理論問題コンテスト。実験問題、理論問題の詳細は各部会からの報告に譲ります。やや遅い昼食の後は、集合記念撮影、学生スタッフ企画による交流会で相互親睦のきっかけをつかみ、その後は問題解説会

となりました。機器の不具合で遠隔の先生の解説が聞き取りにくいというトラブルがあり、次回の教訓になりました。

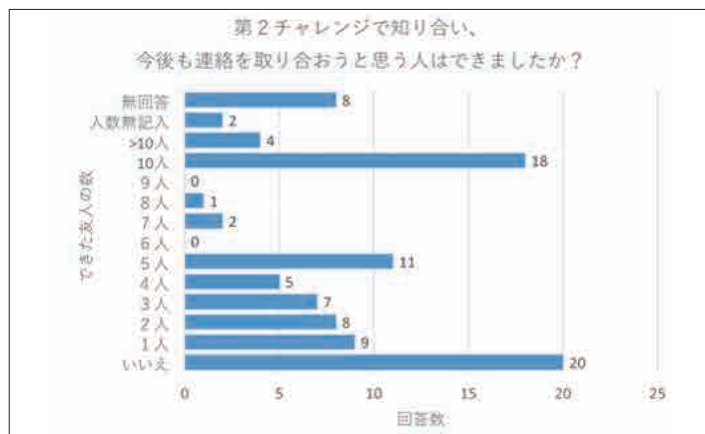


3日目は理研放射光科学研究センターへのサイエンスツアーで、放射光施設Spring-8とX線自由電子レーザー施設SACLAの見学を行いました。参加者アンケートには「最新鋭の機械を見られてとても興奮した」等の感想が多くあり、「科学者の方のお話が興味深かった」という声もありました。帰路姫路城で記念写真を撮り、会場に戻ってからはフィジクスライブです。6件のオリジナル展示、1件の協賛企業展示に加え、今回は委員会が所蔵しているIPhOと第2チャレンジの過去の実験問題の展示と説明を14件加えました。時間は2時間半でしたが、「もっと時間があれば全部見て回りたいかった」、「解説の先生との交流も楽しかった」など非常に好評でした。



4日目最終日は閉会式・表彰式で、特別賞のプレゼンターや来賓である応用物理学会長平本敏郎先生はオンラインで参加するハイブリッド式で実施し、それと同時にYouTubeによる配信も行いました。特別賞、金賞の表彰者は別表の通りです。銀賞・銅賞・優良賞受賞者はJPhOホームページをご覧ください。また高校2年生以下の成績優秀者から14名の日本代表選手候補者が選出されました。

このようにして4日間の第2チャレンジを終えました。この間感染の報告が1件もなかったことは幸いでした。肝心の交流についてはどうだったのでしょうか。会食は無く、宿泊施設にも交流室はなかったのですが、アンケートには、「物理好きの人々との交流では普段受けられない刺激を受けた」、「oViceはシャイな自分にとってそっと会話の輪に入ることができ、とても有意義でした」、「今回出会った友達とうまく連絡を取り合ったりして高め合っていきたい」などの感想がみられました。ちなみにoViceは交流の場が限られる中で苦肉の策



として期間中準備したバーチャル空間で交流できるアプリです。当然ながら、「交流がかなり制限されていて残念だった」という声もありましたが、今回新たに加えた「第2チャレンジで知り合い、今後も連絡を取り合おうと思う人はできましたか?」という質問に対するアンケート結果(図)を見ると約7割の人ができたと答えています。「第2チャレンジを現地開催して下さったこと、本当に感謝しております。直接自分の目で見聞きして周囲の参加者と議論しながら考える時間、そうして得た人とのつながりは何物にも代えがたいと感じます」というチャレンジャーの言葉は来年の物理チャレンジを企画する今、この上ない励ましとなっています。

今期の物理チャレンジの開催に当たっても数多くの方々のお世話になりました。感謝いたします。中でも医師の来栖宏二氏(アゼリーグループ代表)には、第2チャレンジ期間中参加者の健康管理のためにボランティアで24時間行動を共にしていただきました。厚く御礼申し上げます。

### 【成績優秀者(抄録)】

- ☆物理チャレンジ大賞(理論・実験を総合して最優秀)  
大倉 晴琉 埼玉県立大宮高等学校 3年生
- ☆エリジオン賞(理論問題コンテストで最優秀)  
喜多 俊介 筑波大学附属駒場中学校 3年生
- ☆TDK賞(実験問題コンテストで最優秀)  
大倉 晴琉 埼玉県立大宮高等学校 3年生
- ☆理研計器賞(理論・実験を総合し高校2年以下で最優秀)  
揚妻 慶斗 筑波大学附属駒場高等学校 2年生
- ☆東京エレクトロン賞(第1チャレンジにおいて理論・実験を総合して最優秀)  
佐藤 賢之介 会津若松ザベリオ学園高等学校 2年生
- ☆金賞  
大倉 晴琉 埼玉県立大宮高等学校 3年生  
杉原 浩一 筑波大学附属駒場高等学校 3年生  
山下 航弥 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 3年生  
孫 翰岳 筑波大学附属駒場高等学校 3年生  
揚妻 慶斗 筑波大学附属駒場高等学校 2年生  
喜多 俊介 筑波大学附属駒場中学校 3年生

# 物理チャレンジ2022 第1チャレンジ報告

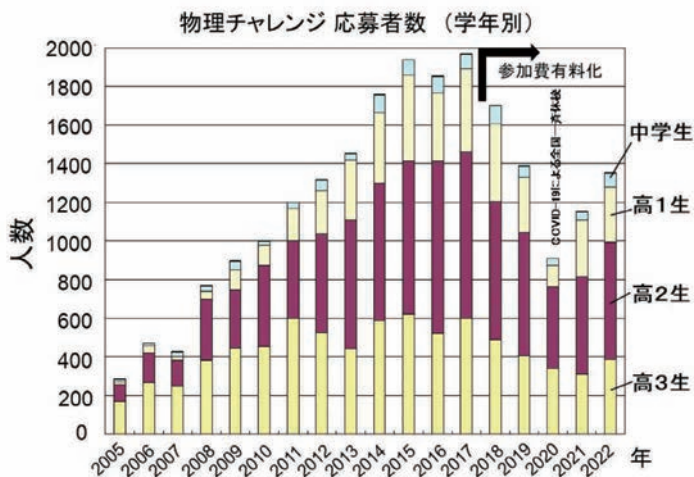


物理オリンピック日本委員会 第1チャレンジ部会長  
 埼玉大学教育学部 近藤 一史

## 応募者は1354名 コロナ以前までに回復

物理チャレンジの応募者は、コロナ禍のため1000名以下にまで減少しました(物理チャレンジ2020)。しかし、物理チャレンジ2021では1100名を超え、今年度の物理チャレンジ2022の応募者は、ほぼコロナ禍前までに回復しました(下のグラフ参照)。

コロナ禍のため、第1チャレンジの実施方法が、①実験課題レポートは電子データでの提出、②理論問題コンテストは遠隔実施(オンラインによるIBT試験)となりました。今後もこの実施方法で行うことになる予定です。



## チャレンジ番号を申し込み確認後即発行

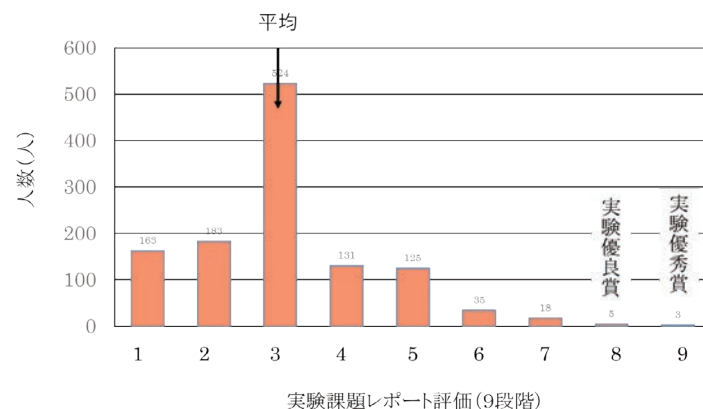
第1チャレンジの理論問題コンテストを遠隔実施することに伴い、申し込み確認の後、チャレンジ番号をすぐに発行することができるようになりました。コロナ禍前は、理論問題コンテストを会場で行っていたため、会場ごとのチャレンジ番号を設定する必要があり、チャレンジ番号の発行に時間がかかっていました。物理チャレンジに申し込んでも、チャレンジ番号が決まらないので実験課題レポートを提出できないという問題がありました。今回からは、チャレンジ番号をすぐに発行できるようになり、実験課題レポートの提出がスムーズになりました。

## 実験課題レポートはCCの評価が合格点

物理チャレンジの応募者は、物理に興味関心を持つ人が多いと思われます。そのため、実験課題レポートは、CCを基準

として評価しています。CCは学校ではクラスで優秀なレポートに相当します。Cというのは悪いイメージかもしれませんが、CCは決して悪い評価ではありません。

DDを1点、SSを9点とした分布は以下のとおりです。今回の実験課題レポートの平均点は3.1点でした。CCが3点ですので、良い分布だと思っています(前は2.1点)。



Bは、Cのレポートに加え、優れた内容があり、第2チャレンジに進出して欲しいと考えられる。Aは、採点者をうならせるような内容。Sはさらに声もでないほど素晴らしい。という評価です。SS、SAのレポートは、評価などがホームページで公開されていますので、参考にしてください。

## お湯の冷め方を調べ、そのしくみを考えてみましょう

上記の課題に対する実験課題レポートでは、

- ・ ニュートンの冷却法則
- ・ 温度差による冷却速度
- ・ 蒸発による効果
- ・ 容器からの放熱
- ・ 対流

などに注目したレポートが多くみられました。

多くのレポートが、自分なりに仮説を立て、それを確かめるために実験を行い、その結果をもとに考察していました。物理チャレンジに応募するだけあって、さすがだな、と感心しました。

測定において、温度データロガーやマイクロコンピュータを利用したもの(図左)。冷ます際に息を吹きかけることから、扇風機で息をつくる装置(図右)を作ったもの。など、様々な工夫がみられました。

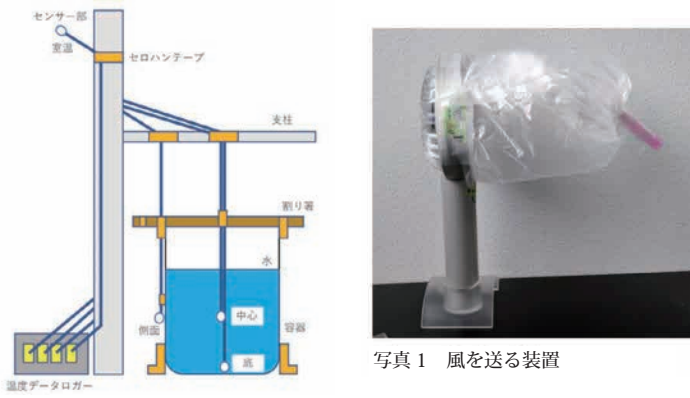


写真1 風を送る装置

### 理論問題コンテスト 正答率の低い問題

理論問題コンテストで正答率の低かった問題を紹介します(スペースの関係で選択肢, 図などは省略しています)。

1番正答率の低かったのは電磁気学の問24でした。

問24  $+y$ 方向(図の上向き)の一樣な電場 $E$ と紙面の表から裏へ向かう向きの一様な磁束密度 $B$ の磁場がある。原点から負の電荷をもつ粒子を初速度 $0$ で離すと、粒子の軌跡はどうか。最も適切なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

これは、電場と磁場中の荷電粒子の運動なので、一見簡単そうなのですが、出題者の中でも難問だという評価でした。理論問題コンテストに参加していなかった人も、考えてみてはいかがでしょうか。

2番目に正答率が低かったのは波動の20番でした。

問20 図1のように、2枚の偏光板Aと偏光板Bを置き、Bを回転させて光源を観測したとき、回転角 $\theta$ に対して光の明るさは図2のように変化した。

次に、Bの回転角を $90^\circ$ に固定して、図3のようにAとBの間にもう1枚の偏光板Cを挟んだ。Cを回転させながら光源の光の明るさを観測した。Cの回転角 $\phi$ に対して光の明るさの変化を表すグラフはどれか。最も適切なものを、下の①～④の中から1つ選びなさい。

これは、光の偏光に関する問題です。高等学校では学習しない内容ですので、正答率が低かったのも理解できます。光が横波であり、偏光に関する理解を深めるのに良い問題だと思っています。

### 第2チャレンジ進出者 110名

以下のグラフが、実験課題レポート、理論問題コンテスト、第2チャレンジへの進出者の関係を表しています。

実験課題レポート、理論問題コンテストの結果を総合して、第2チャレンジへの進出者110名を決定しました。

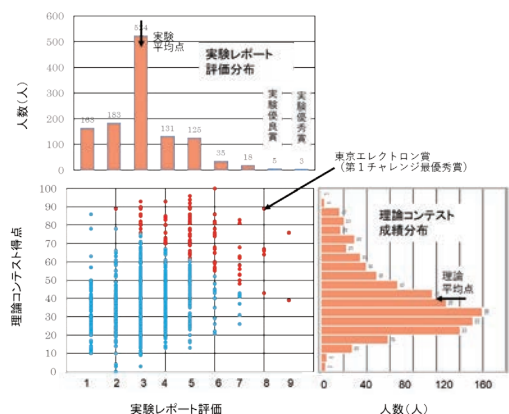
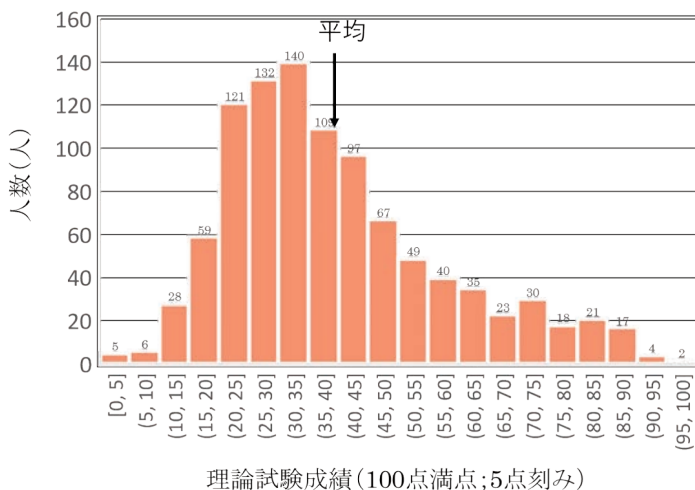
### 表やグラフだけでは結果とは言えません

実験の結果を、表計算ソフトを用いて表やグラフを作成しているレポートが数多くみられました。しかし、その表やグラフが何を表しているのかについて記述しているレポートが少なかつたのは残念です。理科に限らず、表やグラフがあれば、その表やグラフが何を表しているのか。そこから何を読み取れるか。ということは重要です。表計算ソフトにより表やグラフが簡単に作成できるようになりましたが、そのために表やグラフが何を表しているのかを読み取ることがおろそかになっているような気がします。

### 理論問題コンテスト 平均点39.61点

今回の理論問題コンテストの平均点は39.61点で、前回の39.20点よりわずかですが高くなりました(分布は下のグラフ参照)。

前半の基礎総合の正答率は46.1%でした。多くの高等学校で、物理を2年生から学習することを考えると、この正答率は大変良いではないかと思っています。そのほかの正答率は、力学39.9%、熱学33.9%、波動29.3%、電磁気学34.9%、総合問題24.7%となっています。



# 物理チャレンジ2022 第2チャレンジ 実験問題講評



実験問題部会長／東京理科大学  
川村 康文

実験試験は、2022年8月23日(火)13:20~18:20の5時間にわたって行われた。実験課題の構成は、課題1と課題2から成る。課題1は2種類の振り子を組み立てて、そのふるまいを実験データに基づいて答える実験問題であった。課題2はファブリペロー干渉計を組み立ててもらいそのふるまいについて実験計測してもらった実験問題であった。

例年通り、各選手たちは、実験キット箱に入っている器具を自分で組み立て、実験を実行してデータを採り、それを解析して求められている物理量を算出するというプロセスを参加者一人で行った。

るまいについて実験してもらった。

この実験により、非常にシャープな干渉が得られ、波長や位相差の計測が厳密に行えることを体験してもらった。



## 3. まとめ

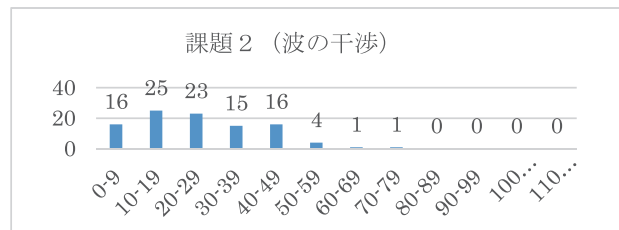
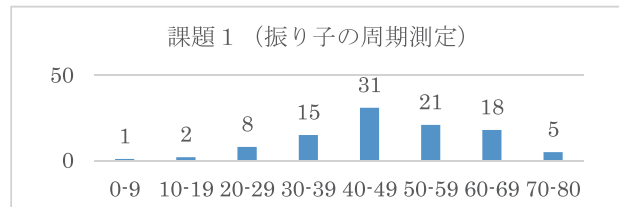
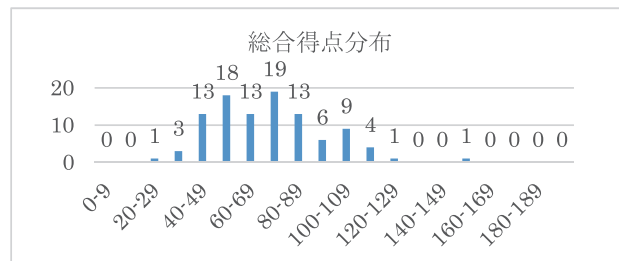
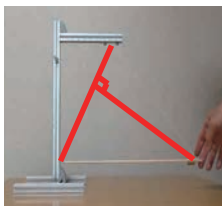
実験問題のできを全体でみると、200点満点の問題で平均点が72.1点、最高点が150点であった。特に課題2の出来具合をみると、総じて、「決してよく出来たとはいえない」ということになるであろう。

### 1. 課題 I: 振り子の周期測定

課題1は、振り子の周期測定をテーマにした問題で、水平振り子と実体振り子という2つの振り子が示され、それぞれの周期を測定しながら、その理論を説明させるというものである。

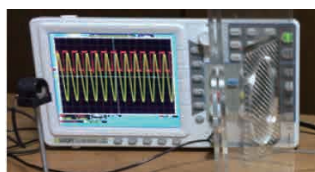
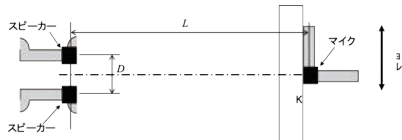
前半の水平振り子は、高等学校で学習する単振り子の応用であるが、復元力が何かかわかり難いので思考力を要する。回転軸や回転面もみえているわけではない。したがって、参加者に、どのようなモデルなのかを自ら考えてもらうということを意図して作題したものである。この振り子はコンパクトながら周期が長く、地震計として使われていたものであるため、その原理の理解の意図もある。

後半の実体振り子は、参加者には馴染みが無い題材かと考えられるが、周期にどうして最小値が現れるのかを考えてもらうところに意図があった。



### 2. 課題 II: 波の干渉

課題2は、波の干渉をテーマにした問題で、ファブリペロー干渉計を組み立ててもらい、そのふるまいについて実験計測してもらったというものであった。音速を測るという問題を、オシロスコプの扱いにも慣れてもらうという意味で準備した。光ではなく超音波を利用したヤングの実験は、教科書にも出ている題材を高校生に経験しておいてほしいという願いもあつたの出題であった。



その後、2枚の穴あき板や薄膜を向かい合わせに設置して干渉計を組みあげ、透過する超音波の振幅を測定して、そのふ

以前から、高等学校では実験が授業では行われていないことが課題となっていたが、本年度はコロナ禍にあつて、学校での対面実験を経験すらできなかった高校生もいたのではなかろうか。このことへの対策として、事前にオシロスコプの扱い方のビデオを視聴してもらえよう準備したが、視聴しなかった参加者も若干おり、また視聴はしたが手元でオシロスコプを扱うことができなかった参加者もみられ、課題2に関してこずったのではないと思われる。もちろん、時間が足りなくて、課題2に多くの時間を裂けなかったということもあるといえる。しかし、実験問題に時間が多くかかったというのもコロナ禍での実験経験不足であった可能性もあると思われる。

今後、出題者側で、もっと問題をかみ砕き、時間配分も考え、これまで以上、参加者に配慮した出題となるように工夫・改善していきたい。

# 物理チャレンジ2022 第2チャレンジ 理論コンテスト問題と講評



理論問題部会長  
岡部 豊

## はじめに

2022年の第2チャレンジ理論試験はアクリエひめじ(姫路)で8月24日に行った。第1チャレンジで選考されたチャレンジャーの中で当日参加した者は101名。試験時間は5時間で、問題冊子は表紙を除いて23ページ、解答用紙は17ページであった。

昨年11月より理論問題部会委員で議論を重ね、広い意味の力学、電磁気学、熱学、現代物理の分野から全4問の大問題を出題した。出題範囲は基本的に高校物理であるが、それを超える場合もある。物理的なイメージを持って解答できるように、やさしい導入問題から始めるように工夫した。かなり高度な内容を含んだ問題もある。

## 各問の出題

第1問は、広い意味の力学として、「津波の物理」を扱った。水深が浅い海水の波動の伝搬について、エネルギー保存などを議論した。津波が海岸に近づき深さが浅くなったときに、伝搬速度、波高、海水の流速を計算した。

第2問は電磁気学で、「2つの導体球を繋ぐ」という、電場と電位の関係や電気回路など、電磁気学の基礎を総ざらいする問題である。2つの導体球を抵抗、あるいはコイルを介して繋いだときの電荷の時間変化を、微分方程式を用いて解析し、エネルギー保存則を確かめた。

第3問は、「水の蒸発と蒸気圧(海水温上昇と降水量)」という、熱学の問題である。まず、気液平衡を起こす物質でカルノーサイクルを考えることで、クラウジウス・クラペイロンの式を導く。応用として、海水の温度上昇による、上空の水蒸気量の増加を議論した。実際の気象問題を考える上で熱力学は重要な理論となることを味わってほしいという出題意図である。

第4問は、「主系列星の光度と表面温度」という天文分野の問題である。図1は、ヘルツシュプルング・ラッセル図(HR図)と呼ばれる、個々の星の表面温度と光度の関係を示したものである。左上から右下にかけての系列を主系列と呼ぶが、その物理的意

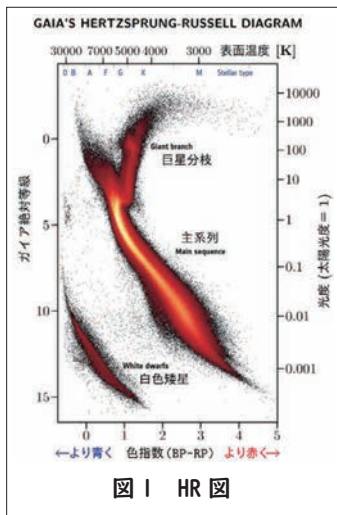


図1 HR図

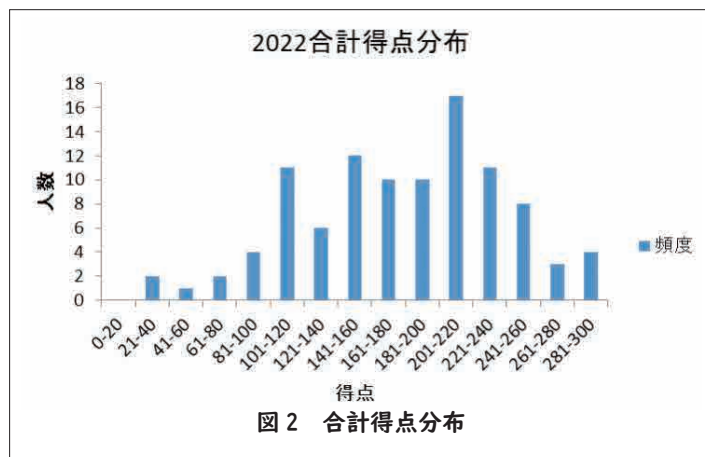
味を考える。簡単な仮定のもと、星から発せられる放射エネルギー(星の光度)と星の表面温度の関係を求める。

## 全体の講評

理論各問の採点結果を表に示すが、全体の平均点は180.3点(約60%)で、昨年度の約51%より高かった。第1問、第2問の、力学系、電磁気学系の問題については、丁寧な設問を設定したので、出来がよかった。一方、天文系の第4問の後半の問題など、考えさせる問の得点率が低かったが、予想の通りであった。

|     | 第1問   | 第2問   | 第3問   | 第4問   | 合計    |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 配点  | 80    | 80    | 70    | 70    | 300   |
| 平均点 | 57.0  | 49.9  | 37.6  | 35.8  | 180.3 |
| 得点率 | 71.3% | 62.3% | 53.5% | 51.2% | 60.1% |

得点分布を図2に示すが、ほぼ正規分布で、最高点は297点であった。



アンケートによると、各問の難易度については、第1問がやや易しく、第4問がやや難しいという評価であるが、得点と対応していて、生徒の自己評価がよくできていると言える。一方、内容については、第4問がとても興味深いという回答が一番多かったのは、生徒が周辺分野、最新の研究課題に興味を持っていることを示している。

なお、採点は、現地とオンラインのハイブリッド形式で行った。2年間のオンライン採点の経験もあり、手順も整理してきたので、今後の採点の形式となると思われる。

## 国際物理オリンピック スイス大会 (IPhO2022) 参加



国際物理オリンピック派遣委員会委員長  
東辻 浩夫

### はじめに

第52回国際物理オリンピック(IPhO2022)はベラルーシ大会が4月に中止となり、スイスが当初計画と同じ日程のオンライン代替大会を行うことになった。また、はじめに発表された大会参加国リストにロシア・ベラルーシが含まれていたが、その場合には不参加を表明する国があった。ここまでの経緯は長谷川理事長によるJPhO News Letter No.34の記事の通りである。その後、両国を参加国リストから除き、国を代表しない個人(Individual)としての参加と修正されて開催された。

大会は7月10日(日)の開会式から17日(日)の閉会式までの8日間に行われ、日本代表選手はその内、10日から14日まで、八王子大学セミナーハウスに4泊5日の合宿をして参加した。たまたま、7月10日午後には第1チャレンジの理論コンテスト(オンライン)があり、代表選手も多くは参加予定であったので、集合は夕食後となった。

### IPhO2022日本代表の皆さん

2021年の第2チャレンジで選ばれた代表候補12名から、秋合宿、冬合宿を含む研修、および、3月の春合宿(チャレンジファイル)の結果により、APhO2022インド大会の代表8名とともに次のIPhO2022スイス大会代表5名が選ばれた。結果として後者は前者に含まれていた。

#### IPhO2022 日本代表選手

|       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|
| 大倉 晴琉 | 埼玉県立大宮高等学校(埼玉県)        | 3年生 |
| 喜多 俊介 | 筑波大学附属駒場中学校(東京都)       | 3年生 |
| 埜上 照  | 宮城県仙台二華高等学校(宮城県)       | 3年生 |
| 三宅 智史 | 東海高等学校(愛知県)            | 3年生 |
| 山下 航弥 | 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎(大阪府) | 3年生 |

代表選手には、6月下旬にZoom meetingでIPhO選手説明会を行った。

### 試験監督(Invigilator)、同行役員、試験室

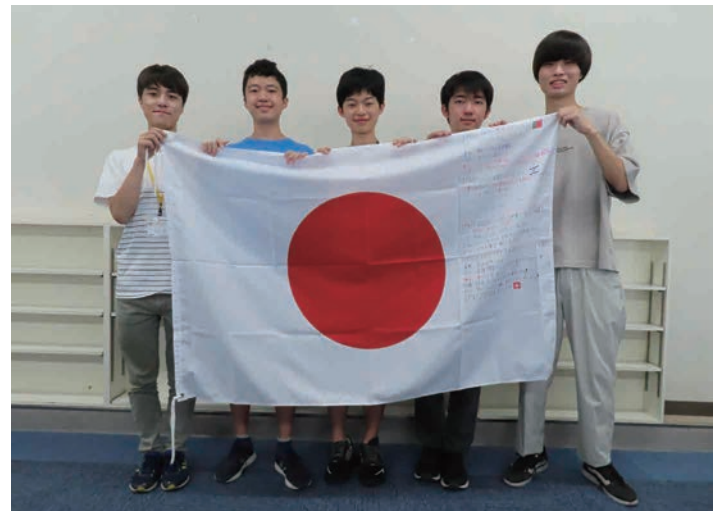
オンラインであり、選手を研修する立場とは別の試験監督(Invigilator)が責任者となって試験を実施することが求

められた。試験監督には柴橋博資(元東京大学)、秋山和男(IPhO2023組織委員会)、常行真司(東京大学)、および、欠席等に備えた試験監督補助としてJPhO事務局の菊池祥子、の方々を登録した。また、合宿では試験監督に加えて、補助1名が引率・監督にあたった。

同行役員はJPhO国際物理オリンピック派遣委員会から、鈴木 功、栗原 進、岡部 豊、吉岡大二郎、佐藤 誠、中屋敷 勉、松本益明の方々と東辻であった。

試験監督および同行役員とはそれぞれZoom meetingで打ち合わせを行い、役割と予定を確認した。

試験室については、選手ごとの監視カメラの設置、部屋全体の監視用のカメラとそのバックアップの設置などの指示があり、カメラ付きのPCをレンタルしてそれらに充てた。ただし、前回と違い、選手との接触は最小限とし試験に関する接触を完全に避けることを条件に、試験期間にリーダー・オブザーバーが選手と同じ場所に滞在してもよいとされた。同行役員は分担に応じてセミナーハウスの選手とは別の建物で作業・宿泊し、食堂の使用を避けた。また、集合後にPCを含む選手の通信機器を回収し、理論試験終了後に返却するまでは、選手と外部との接触を禁じた。



日本代表選手の皆さん

### 日程と準備

日程は下のとおりで、通常のIPhOと同様に2つの試験が1日おきに行われた。また、試験以外の日には、代表選手のために12日にTrivia Quiz、15日にScientific Talk(Prof. C. Likos, Univ. Vienna, の講義, “Entropic Phase Transition in Soft Matter Physics”)の番組が



提供された。Trivia Quizには選手はセミナーハウスから参加した。

### IPhO2022の日程, [ ]は選手向け

|      |  |
|------|--|
| 7/10 | 開会式 (IPhO2022ホームページ参照)<br>International Board Meeting (実験試験検討)                     |
| 7/11 | [実験試験]   |
| 7/12 | [Trivia Quiz]<br>International Board Meeting (理論試験検討)                              |
| 7/13 | [理論試験]   |
| 7/14 | 実験試験採点結果のアップロード  |
| 7/15 | International Board Meeting<br>(授賞予定の得点公表)<br>理論試験採点結果のアップロード<br>[Scientific Talk] |
| 7/16 | モデレーション  |
| 7/17 | International Board Meeting (結果確定)<br>閉会式 (IPhO2022ホームページ参照)                       |

試験室の設定と問題印刷・答案スキャンのための複合機の設置などをIPhO開始前日に行い、10日に試験監督に確認いただいた。また、当初、開会式は同行役員による録画をセミナーハウスで10日夜に鑑賞の予定であったが、ビデオを配信する旨の連絡があり、さらに、配信は遅れて12日に視聴した。開会式・閉会式ともIPhO2022ホームページ<sup>1)</sup>からYouTubeへの掲示にアクセスできる。

実験試験 (シミュレーション)のために選手はPCを各自用意することとされた。また、試験で用いるプログラムは当日午前中に試験監督が「選手のPCにコピーせよ」と本部から指示された。また、試験で使用する電卓はJPhOが第2チャレンジで支給したものを持参させた。試験監督はそれぞれの試験の前に、これらの電卓のメモリーを消去した。

### 試験

実験20点満点と理論30点満点の試験がそれぞれ5時間ずつ11日と13日に行われた。時差のため、試験時間は日本時間15時から20時までであった。11日の開始前にZoomの接続が不調で約1時間、開始・終了が遅くなった以外は予定通りの時間に試験が実施され、深更にならずに解答用紙・計算用紙がスキャン・アップロードされた。

同行役員は分担して、試験前日のボードミーティングでの問題検討、続けて深夜から早朝まで翻訳作業を繰り返した。あまり多くの経験はないが、問題や一般的注意の英文最終稿の確定がやや遅かったかも知れない。試験実施会場、翻訳などの作業会場のインターネット接続・通信環境には特に

問題はなかった。

12日には、IPhO2021代表の系永さん、村山さんがセミナーハウスを訪れて代表選手を励ました。

理論試験の翌日に選手、試験監督は解散した。同行役員は自宅で採点し、Zoomで打ち合わせてモデレーションに臨んだ。ただし、東社はモデレーション全体の仲裁役3名に含まれたので、打ち合わせには参加したがモデレーションには参加しなかった。

EuPhOの経験を踏まえたエストニアの協力を得たと思われるが、ベラルーシ大会中止から3か月余りの短期間に試験を準備して大過なく実施したスイスの本部に敬意を表したい。また、試験監督、同行役員の方々、および研修などで指導にあられた派遣委員会委員の方々のご尽力に感謝いたします。

### 最終日のInternational Board Meetingと結果

IPhO2022への参加国・地域数は75か国、参加者数(選手)は368名(個人参加10を含む)、リーダーは145名、オブザーバーは67名、試験監督は136名であった。

最終日のボードミーティングで参加者の成績が確定した。最高点は50点満点中43.20点で、メダルを授与されたのは金39名、銀71名、銅97名、および入賞(Honorable Mention)が95名であった。また、最高点、理論最高点、実験最高点(いずれも中国代表)がそれぞれ表彰された。

日本チームでは、大倉晴琉(銀)、三宅智史(銀)、桒上 照(銀)、喜多俊介(銅)、山下航弥(銅)と、代表の皆さんは全員メダルを獲得した。選手諸君の健闘を讃えたい。

金メダル獲得が多かった国は、中国5、韓国4、ルーマニア4、米国3、ベトナム3などである。仮にメダルの重みを金3、銀2、銅1とすると日本の国別順位は18となる。(IPhOでは成績上位から、参加者の約8%に金、約17%に銀、約25%に銅メダルが授与されることになっている。上記の授与数がこれらの比率と若干異なるのは、表彰の境界の得点が発表された後にモデレーションが行われるからである。この表彰の基準はJPhO News Letter 34で紹介したAPhOの規定とは異なる。APhOではIPhOに準じた規定に変更したらどうかという議論が始まっている。)

ボードミーティングでは、ビデオにより次回IPhO2023東京大会への招待があった。また、gender diversity 促進のためのフランスの提案に対応したIPhOの案への投票が行われ、Statutes §3のRegulationに、“Each country is encouraged to promote gender diversity within its team.” が加えられることになった。

今回は終了後の文部科学省への報告(訪問)もオンラインにより行った。

1) <https://ipho2022.com/ipho-2022/program/>

# 国際物理オリンピック (IPhO) 2022 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  
鈴木 功

## はじめに

実験課題は、オンライン形式となった今年は、世界大会では初めて、シミュレーション実験となった。ヨーロッパでの大会 (EuPhO) では、2年前から、アプリケーションソフトをパソコンにインストールさせて実施しており、ヨーロッパでは慣れたものといった感覚であったと思われ、パソコンの性能やインストール方法についての連絡は事前にはなくて、開催前日になってようやく格納してあるWEBサイト、その解凍パスワードが連絡されてきた。選手のパソコンのインストールは、試験監督官 (Invigilator) が行うことと指示されていた。大問2題で合計20点、5時間で取り組むものであり、多くが不確かさ評価を求めるものであった。

## Q-1. 惑星 (12点)

大問1では、未知の惑星に降り立ったと想定し、非常に高い塔からボールを落として、その落下時間( $t$ )と水平方向(東西方向)へ流される距離( $s$ )から、惑星の大きさや大気の特徴を調べるものであった。入力パラメータは落下させる高さ( $h$ )、ボールの半径( $r$ )、その密度( $\rho$ )で、それらを適切な範囲で動かして入力するが、物理としての理解が深いことがそのパラメータの適切な設定に繋がり、正解に到達するものであった。

Aパートでは、重力加速度を求めるもの、塔の高さと塔が見える距離から惑星の半径を求めるもの、および与えてある重力定数値を用いて、惑星の質量を求めるものであった。Bパートでは、東西方向に様に吹いている風の速度を求めるもの、大気の抵抗で落下速度が終端速度になることを利用して地表面での大気密度を求めるもの(図1参照)、大気密度の高度依存性の式を与えて、大気厚さを求めるもの、ならびに気体定数値を与えておいて、大気のもル質量と地表の気圧を求めるものであった。Cパートでは、コリオリカを利

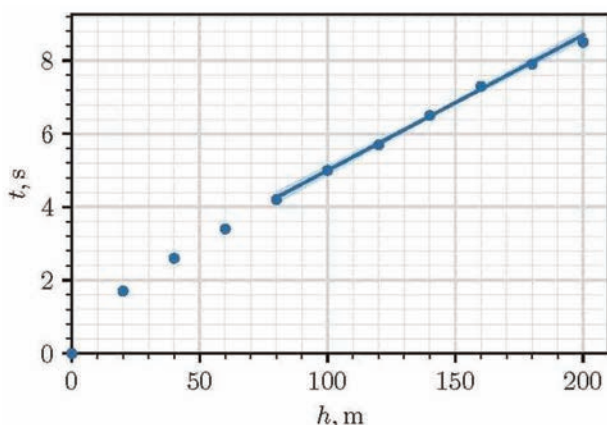


図1: 終端速度を求めるために、 $\rho$  を小さくして測定した、 $h$ 対 $t$ のプロット

用して、東西方向に流される距離から、惑星の自転速度を求め、1日の長さを推定するものであった。

## Q-2. 円筒型ダイオード (8点)

大問2では、同軸に組み合わされた二つの金属製円筒につき、小円筒から放出される電子を、長さ無限の大円筒で検出するもので、最大電流の基準式でのべき乗指数を決めることなどであり、式は、大小円筒の半径( $R_E, R_C$ )、小円筒の長さ( $L_E$ )、大円筒の電位( $V$ )などからなり、それらをパラメータとして入力して、出力された電流量を分析することで、解答を得る課題であった(図2参照)。Aパートでは、電位のべき乗指数を求めるもの、小円筒の長さのべき乗指数を求めるもの、大円筒の半径のべき乗指数を求めるものであった。それらのパラメータの入力に対して、電流値の変動範囲が適切であるようにパラメータを設定すると、対数へ変換した値のグラフでの良好な直線が得られた。

Bパートでは、 $R_C / R_E = 10$  を指定した場合における基準式の係数を具体的に求めるものであった。Cパートでは、 $R_C$ と $L_E$ が同程度の大きさの場合における最大電流に大きく影響を及ぼすパラメータが $R_C, L_E, V, R_E$ のどれであることを推定するものであり、 $R_C / L_E$  を変数 $x$ とした場合に、最大電流が概ね $x$ の一次関数で近似できることを示すものであった。他のパラメータを一定に保ち、 $R_C$ を変動させた場合と、 $L_E$ を変動させた場合の測定結果を同じグラフ上に描いて、 $x = R_C / L_E$ であることを検証するものであった。

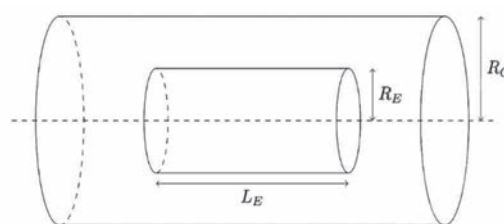


図2: 円筒型ダイオードの模式図

## おわりに

シミュレーション実験では、入力パラメータを入力すれば、ソフトウェアが自動的に計算結果を与えてくれるが、パラメータの最後の桁には不確かさが含まれているので、そのパラメータの変動範囲を適切に選ばないと、出力は大きな不確かさを生じることになり、正しい答えに到達しないものであった。採点基準としては、答えの定量的な正確さとともに不確かさの正確さも問われた。両問題とも、用いるべき数式の多くが与えられており、測定条件(入力パラメータの変動範囲)を適切に選ぶことと線形のグラフを描くことが重要なポイントになる課題であった。

# 国際物理オリンピック (IPhO) 2022 理論問題



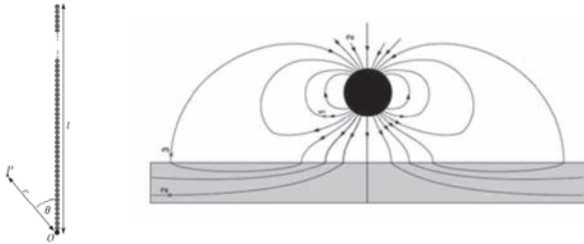
国際物理オリンピック派遣委員会委員長  
東辻 浩夫

## はじめに

3つの大問からなる理論問題のテーマと特徴的と思われる部分を紹介する。詳細はIPhO<sup>1)</sup>またはJPhO<sup>2)</sup>のホームページ、「大学の物理教育」<sup>3)</sup>を参照いただきたい。

## 第1問 永久磁石 (10点)

双極子場の表式、一様に磁化した球形磁石の球外は双極子場となることを与え、双極子相互作用についての問うのが一つの要素: 円板磁石間の力、多数の球形磁石を数珠つなぎに吊り下げたときの最大個数と端付近の磁場(下図左)、2次元の正方格子と三角格子の場合の安定な磁化の向きの配列を問うたものである。



もう一つは、比透磁率の大きな物質の表面・内部での磁場(磁束密度 $\mathbf{B}$ )の振る舞いについての問い: 球形磁石を近づけたときの $\mathbf{B}$ の作図(上図右)、(表面に垂直に)一様に磁化した平板磁石を比透磁率の大きな物質の大きな平板で挟んだとき後者の平板に働く力を問うたものである。いずれも磁性体中の $\mathbf{B}$ についての理解( $\mathbf{B}$ の発散は0, アンペールの法則, 磁場のエネルギーの表式)が鍵となっている。

## 第2問 ジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡 (12点)

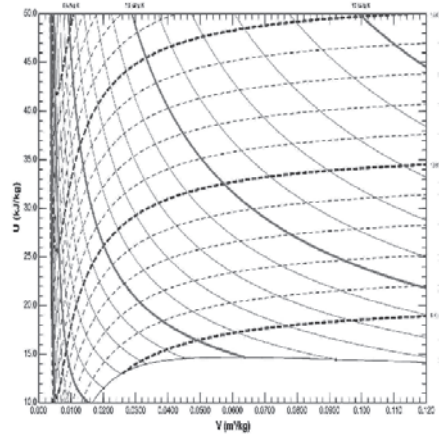
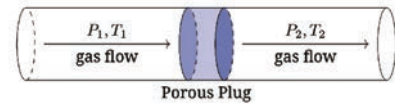
ハッブル宇宙望遠鏡の後継として打ち上げられてから初めてのカラー画像公開の直後の出題だが、力学・宇宙・天体物理でなく、観測系についての総合的な問いである。

まず光学系の結像と回折によるボケの理解を問う。ただし、採点時、後者の角における口径と波長の比にかかる数係数1.22はなしでもよいとしている。さらに、複数の原因がある時の光子計数の不確かさや与えられたS/N比を満たすためのカウントの下限などを問う。

次に光学系を何層かのシールドで太陽の輻射熱から保護したとき(受動的冷却)の熱の流れについて問いで、保護のための条件を求める。どのようにモデル化すればよいかは誘導されているので、与えられた係数(例えばemissivity)を取

り入れて連立方程式を立てればよいが、5元であり、見直しをもつことになる。

最後に、極低温のヘリウムガスを用いてジュールトムソン過程(下図上)で冷却する場合について、状態量変化や保存量を問い、ヘリウムガスの状態図(下図下: 内部エネルギー・体積面に実線の等エントロピー線と破線の等温線)に作図させる。過程そのものは既知でも、具体例のグラフはほとんどの参加者に初めてであったであろう。



## 第3問 スケーリング則 (8点)

スケーリング則の説明の後に4つの小問がある: 「スパゲッティ」(弾性変形), 「砂の城」(表面張力), 「恒星間旅行」(相対論的力学), 「That sinking feeling」(抵抗のある力学系の振動), ( )内はテーマ。関係する式が思い浮かべば、答えが見えてくる。

「砂の城」は砂粒と適量の水で作った構造物の強度の砂粒の大きさに関するスケーリングを問うており、砂粒、水、空気が接するときの表面張力が重要であることに気付くのは難しかったと思われる。一方、「恒星間旅行」は方程式が直接解け、スケーリングの概念は特に必要ないかも知れない。

新しい傾向の問題であり、スケーリングの考え方がいろいろな分野に役立つことを教えており、物理の理解を深めることに役立つ。

- 1) <https://ipho2022.com/exam-problems/>
- 2) <http://www.jpho.jp/ipho.html>
- 3) 大学の物理教育 28 (2022) 168-173

## オンライン・プレチャレンジ講座

プレチャレンジ部会長 原田 勲

JPhOには、普及委員会を構成する組織にプレチャレンジ部会があります。この部会は物理チャレンジや物理オリンピックの紹介、物理の導入学習、また実験問題の実習・解説などを行う“プレチャレンジ”を通して、各地の理科教員や中高校生に物理を学ぶことの楽しさと魅力を伝えることにより物理の普及に寄与し、日本の新しい物理教育の未来を考える機会を提供しています。

今回、右に示したプログラムのような“オンライン・プレチャレンジ(入門講座・実験を含む)”を新たに開催します。これは、現在コロナ禍であることや、普段物理に触れる機会の少ない遠方などの方々のために企画したものであります。第2弾もありますのでご期待ください。興味のある方は、JPhOのホームページをご覧ください。



### プログラム

- 第1回 10月30日(日) 13:30~15:00  
 講師:長谷川修司;原田 勲  
 「物理チャレンジ・物理オリンピックの紹介;物理への誘い」
- 
- 第2回 11月13日(日) 13:30~15:00  
 講師:味野道信 「光の偏光実験(横波の性質)」
- 
- 第3回 11月27日(日) 13:30~15:00  
 講師:並木雅俊  
 「アインシュタイン来日100周年と物理チャレンジ問題」
- 
- 第4回 12月11日(日) 13:30~15:00  
 講師:小牧研一郎 「弦の振動の観察と作図」
- 
- 第5回 12月25日(日) 13:30~15:00  
 講師:近藤一史  
 「第1チャレンジ 実験課題レポートの作成」

## 理事会だより 一次期理事・監事候補者の募集

2022年6月19日に開催された当法人の令和4(2022)年度定時社員総会において、一部の理事の交代と就任が承認され、令和4年度(第12期)の理事・監事は以下の通りとなりました。ただし、全員の任期は2023年6月の総会までとなっています。

2023年6月の総会において、第12期役員の任期満了に伴い、第13・14期(2023年6月~2025年6月)の理事・監事を決定します。そのため、理事・監事候補者選出規程 [http://www.jpho.jp/jpho/JPhO\\_Rules.html](http://www.jpho.jp/jpho/JPhO_Rules.html)参照

の第2条に基づき、理事・監事候補者を、正会員2名以上による推薦(公募)によって募ります。推薦する候補者がおられる場合には、候補者に内諾をとった上で、推薦用紙に必要事項を記入いただき、**JPhO**事務局 [info@jpho.jp](mailto:info@jpho.jp)までお送りください。推薦用紙は、上記メールアドレスを使って、事務局にご請求ください。理事・監事候補者は**JPhO**の正会員である必要はありません。推薦の締め切りは2023年1月13日(金)です。後日、正会員全員あてに候補者公募のお知らせを改めてメールにてご連絡いたします。

### 第12期JPhO理事会(2022年6月~2023年6月)

|      |        |                |    |       |                |
|------|--------|----------------|----|-------|----------------|
| 理事長  | 長谷川 修司 |                | 理事 | 東辻 浩夫 | 国際物理オリンピック派遣担当 |
| 副理事長 | 杉山 忠男  | 総務担当常務理事兼任     | 理事 | 並木 雅俊 | 普及委員会担当        |
| 副理事長 | 満田 節生  | 渉外担当           | 理事 | 新田 英雄 | (日本物理教育学会推薦)   |
| 副理事長 | 渡辺 一之  | 渉外・将来計画担当      | 理事 | 木本 恒暢 | (応用物理学会推薦)     |
| 常務理事 | 興治 文子  | 財務担当           | 理事 | 畠山 温  | (日本物理学会推薦)     |
| 理事   | 北原 和夫  | ファンド・レイジング担当   | 監事 | 天野 徹  |                |
| 理事   | 毛塚 博史  | IPhO合宿研修担当     | 監事 | 瀧澤 照廣 |                |
| 理事   | 大塚 洋一  | 物理チャレンジ実行委員会担当 |    |       |                |