

# JPhO News Letter

Japan Physics Olympiad

No. 10 2014年9月

国際物理オリンピック2014 カザフスタン大会  
日本代表選手団 全員メダル獲得



物理チャレンジ 2014  
第2チャレンジ 開催される

## CONTENTS

- 02 国際物理オリンピック 2014 報告
- 03 日本代表選手たちの声
- 04 理論コンテスト講評
- 05 実験コンテスト講評
- 06 物理チャレンジ 2014 第1チャレンジ報告
- 07 理論コンテスト講評
- 08 実験課題レポート講評
- 09 物理チャレンジ 2014 第2チャレンジ報告
- 10 理論コンテスト講評
- 11 実験コンテスト講評
- 12 現地実行部会報告—参加者の声—
- 13 ジュニアチャレンジ報告
- 14 JPhO だより
- 15 物理チャレンジOPたちは今 Part 1
- 16 物理チャレンジOPたちは今 Part 2



パーティションに囲まれた  
物理チャレンジでの試験会場

# 国際物理オリンピック 2014 カザフスタン大会報告

## 中央アジアのカザフスタン

7月13日～21日にかけて、カザフスタンの首都アスタナ(Astana)で第45回国際物理オリンピック 2014 カザフスタン大会 (IPhO2014)が開催されました。日本からは、代表選手5名と役員6名が参加しました。

首都アスタナは、北緯51度に位置し、ユーラシア大陸の中央、モンゴルの西端からカスピ海までの広大な面積を誇る国です。市街中央部は計画的



に建設されている新しい街でした。周辺には高層ビルの建設現場がいたるところ見られ、豊かな地下資源によって発展している様子がうかがわれました。例年であれば、夏季は天気も良く日中の気温は28℃ぐらいまで上がるとのことですが、大会期間中は天気の悪く寒い日が多かったのが残念です。試験会場は、新首都アスタナを建設した大統領の名を冠す Nazarbayev 大学で行われました。選手たち同大学の宿舎に宿泊しました。広大な敷地に、中央部に巨大な吹き抜けを持つ中心の建物が建ち、その吹き抜け部分の広場が試験場となっていました。



エクスカーションは、遠方まで移動することなく、全て首都の中の様々な施設を使って行われ、コンパクトな大会でした。



試験会場



国際物理オリンピック参加派遣部会長  
岡山一宮高校 中屋敷 勉

## カザフスタン大会の日程

日	代表選手	引率教員
13	到着	
14	開会式、エクスカーショ	開会式、理論問題検討翻訳
15	理論試験、エクスカーショ	エクスカーショ、理論答案返却
16	エクスカーショ	実験問題検討・翻訳
17	実験試験、エクスカーショ	エクスカーショ、実験答案返却
18	文化行事	エクスカーショ、採点折衝作戦会議
19	エクスカーショ、スポーツ競技	採点折衝、成績決定会議
20	閉会式、Farewell Dinner	
21	帰国	

## カザフスタン大会の成績

今回の大会の理論問題は、次ページの解説にあるとおり、基本的な内容の小問3題から成る第1問、ファンデルワールスの状態方程式を用いてシャボン玉について考察する第2問、そして、気体中の放電に関する第3問でした。実験問題では、複屈折の問題が出題されました。定性的な観測から、受光器の性能確認の測定、そして種々の素材の精密な計測と発展していくタフな問題でした。

日本代表選手の成績は、以下の通り、全員メダルを獲得することができました。

### 国際物理オリンピック 2014 日本代表選手の成績

氏名	在学(所在地)	学年	メダル
親川 晃一	大阪星光学院高等学校(大阪府)	3年	銀
杉浦 康仁	開成高等学校(東京都)	3年	銀
濱田 一樹	灘高等学校(兵庫県)	2年	銅
林 達也	岐阜県立岐阜北高等学校(岐阜県)	3年	銀
丸山 義輝	宮崎県立宮崎西高等学校(宮崎県)	3年	銀



表彰式での日本選手



メダリストの晴れ姿

## 国際物理オリンピック 2014 日本代表選手たちの声

### 試験で落ち込んだが、交流を楽しめた

国際物理オリンピック 2014 銀メダル

大阪星光学院高等学校 (大阪府) 3年

親川 晃一



IPhO カザフスタン大会で貴重な体験をすることができたのを本当にありがたく思っています。今まで自分を支えてくださったすべての方々に感謝しています。試験では緊張のせいもあって落ち着いてしっかり考えることができず、出来もとっても悪くて、試験直後はかなり落ち込みましたが、すぐに気持ちを切り替えて IPhO を存分に楽しむことができました。エクスカージョンでのアスタナ観光やカザフスタンの伝統文化に触れる機会などを通して、カザフスタンという国が自分にとって身近な存在になり、個人的にはこの国がとても気に入りました。また、国際交流では色々な国の選手達と色々な話をして仲良くなってとても楽しかったです。それと同時に、ルームメイトと IPhO の問題を一緒に考えた時には自分は物理の議論を英語ですることすら儘ならず、自分の英語力がいかに不足しているかを痛感しました。

この経験を糧に、IPhOのおかげでできた色々な人たちとの繋がりを大切に、これからもすばらしい物理の世界にひたることができると楽しみにしています。

### 他国の選手たちとディスカッション

国際物理オリンピック 2014 銀メダル

開成高等学校 (東京都) 3年

杉浦 康仁



金メダルには一步及びみせんでしたが、私にとって最初で最後の IPhO への参加はとても貴重な体験となりました。各国の代表選手たちとの交流、特に、物理に関するディスカッションでは新しい視点から考えてみることの大切さを感じました。IPhO の実験試験では、受信部のダイオードが壊れたことが不運でしたが、5 時間を十分に楽しめました。約 10 ヶ月間の研修で、IPhO 形式の過去問など、いろいろな問題に触れることができたのは良い訓練になりましたが、もっと実験をやりたいかったです。出発直前にやった「力学的ブラックボックス」はとても良い実験練習になりました。私の物理への挑戦は始まったばかりです。今回の貴重な経験を生かせるよう、これからも一層努力していきたいです。支えてくださいました先生方、OP の皆様、そして大事な仲間たちに感謝しています。

### 16 で覗いた世界

国際物理オリンピック 2014 銅メダル

灘高等学校 (兵庫県) 2年

濱田 一樹



2 日目に、はやばやと風邪をひいて体調を崩してしまいましたが、世界の同年代の人たちがどれだけ物理を極めているか分かり、大変有意義でした。英語がうまく話せず、コミュニケーションに支障があり

ましたが、とくに、中国チームとの交流が印象深かったです。

IPhO までの研修は基本全部楽しめました。物理の理解を深めるのに、試験の点が低くても嘆くことではないと思いました。装置にあまり触れなかったのが心残りで、実験研修をもっとやりたかったです。自主勉強にもっと時間を割けば良かったと反省しています。

### 基礎力不足を痛感

国際物理オリンピック 2014 銀メダル

岐阜県立岐阜北高等学校 (岐阜県) 3年

林 達也



メダルを獲得できたことを嬉しく思います。試験中焦り続けて出来は思わしくありませんでしたが、いろいろな人に会えた今回の経験をとても多くのことを学べたと思います。

今までの研修では、他の候補者や OP の方などと交流して楽しめました。時間制限がある試験であることを考えると、本番と同じ 5 時間通しの 実験研修があってもよいと思いました。自主的な対策として主に問題集「楽しめる物理問題 200 選」をやりましたが、実際の試験で圧倒的な基礎力不足や理解の浅さを思い知らされました。これからも物理を楽しんでいきたいと思っています。ありがとうございました。

### トランプのルールを英語で教えた

国際物理オリンピック 2014 銀メダル

宮崎県立宮崎西高等学校 (宮崎県) 3年

丸山 義輝



試験が終わった時点では自分の中ではわりと全力を尽くせた感じがあったのですが、考えなおしてみると理論大問 1 は普通に解けるところが全く解けていなくて 5 点くらい失っていて実力不足を感じました。理論試験を受けた時の気分はせいぜい楽しもうといった感じだったはずですが、さすがに緊張していたのでしょうかね。1 か月後の JPhO14 を含めると、JPhO13、IPhO14、JPhO14 すべて銀という結果になり、事を完璧にする能力の欠如を感じます。しかし私が IPhO14 で最も感じたのは英語力の欠如です。フリータイムの多くは他国の代表との交流で、特にマレーシア代表とはトランプで大富豪や四則などを楽しんだのですが、その際ルールの説明のほとんどを濱田さんに頼ってしまいました。またルームメイトとの会話でも自分一人だけ 1 才児になって会話しているのかというほど駄目で危機感を感じました。この危機感をバネに、またこの貴重な体験を糧に、これから頑張っていきたいです。



パキスタン選手団と一緒に

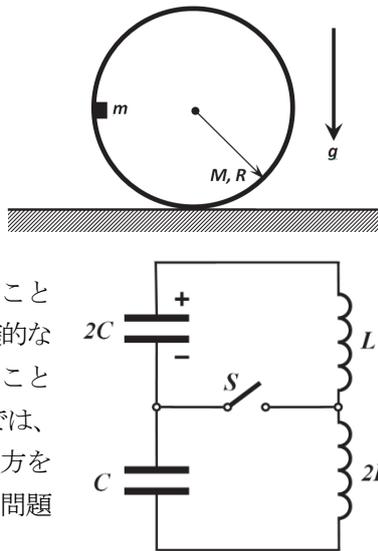
# 国際物理オリンピック 2014 カザフスタン大会で出題された理論問題

## 小問集合 - 導入なしで問題を解決する -

理論試験は3つの大問から成っており、選手は5時間かけてじっくり問題に取り組む。今回の問題は、大問1が小問集合で、大問2の配点が高いというやや特殊な構成であった（大問1が9点、大問2が11点、大問3が10点）。問題としては、大学生からしてみればおなじみの内容を含んでいたり、大学受験に出そうな設定であったりなど、さほど難問というような問題ではなかった。しかし、配点のつけられ方や少ない導入の影響のためか、平均点は（あるいは金メダルを取った選手の得点ですら）かってないほど低いものだった。

大問1は導入が一切ない3つの小問から成った。1つ目は、互いに相対運動する球と小物体の間の垂直抗力を求める力学の問題。2つ目は、気体を閉じ込めたシャボン玉における内圧と表面張力の、真空中での安定なつり合いを考察する問題。そして3つ目が、LC共鳴回路の問題であった。どの問題も物理的モデルとしては非現実的であり、試験として知識や処理能力を問うために無理に作られた感が否めないのが残念であった。

しかしふたを開けてみると、大問1がもっとも平均点が低かった。このことは、基礎方程式から出発して（原理的には）問題が解けるということ、身を持って実感していなかったためであろう。どの問題も決して「最初に式を立てればあとは計算するだけ」というような生易しいものではなかったが、導入がないと方針すら立てることができないというのは、基礎的な事項が整理しきれていないことの表れであろう。ある意味では、この問題は今後の研修の仕方を考えるうえで最も教訓的な問題であったといえよう。



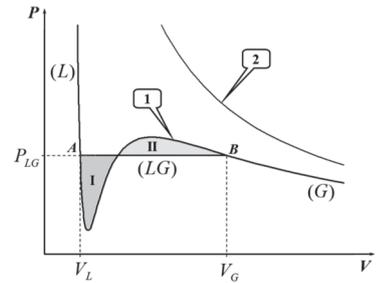
## ファン・デル・ワールス方程式による気相・液相の解析

大問2はファン・デル・ワールス状態方程式を解析していく問題であった。理想気体の状態方程式は気相のみしか表現できないが、相互作用の効果と分子体積の効果を加味すると、気相と液相の両方を表現できるファン・デル・ワールス状態方程式が得られる。パートAは（気液の）臨界状態を調べる、



東京大学理学部物理学科 4年  
物理チャレンジ 2009、2010、  
国際物理オリンピック 2010 参加 濱崎 立資

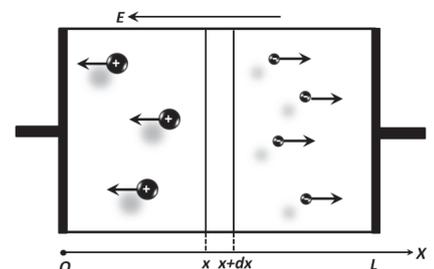
大学教養程度の熱力学ではおなじみの問題である（しかし、初見の高校生には難しかったかもしれない）。パートBでは気相と液相それぞれについて、ファン・デル・ワールス方程式がどのような性質を導くかを調べる。



気体については理想気体の状態方程式の小さな補正でしかないが、液体状態に関しては豊富な予言ができ、ここでは水の体積膨張率や蒸発熱まで計算している。パートCでは、蒸気圧と表面張力を考慮し、水滴が蒸発するか成長するかを決定する臨界半径を求める（つまり、水滴が安定に存在できる最小の大きさを求める）。いずれのパートも計算が少ない代わりに設問数が多く、また後半におかれた難問の配点が高かったため、試験としては点の取り難い問題だった。

## ガス放電の2種類のモデル化

大問3は、自然界にも数多くみられる放電現象について考察する問題であった。パートAでは「自己持続的でない放電」、つまり外部装置のみによるイオン化と再結合による平衡状態を見つける問題であった。また、このイオン気体の電気伝導の性質も考察させている。パートBでは、「自己持続的な放電」、つまりガス内部で自発的に電離が進むモデルを考える。これはイオンが極板に衝突することで生じる2次電子放出と、高エネルギーの電子が気体をイオン化していく電子なだれの2つの寄与からなる。ガスを閉じ込めている筒の長さがある臨界値を超えると、外部のイオン化装置がなくとも自己持続的な放電が起こるようになる。この問題は、計算も少なく問題設定も素直であったためか、大問3つの中で最も出来がよかった。ただし、ほかの問題との兼ね合いもあり、ゆっくり考えていると時間内にすべての課題をこなすのは簡単ではない。今回の試験では、真新しいトピックへの対応ではなく、基礎事項がいかにか定着しているかを問われていた気がする。そして、これだけでも十分な差がつくという結果ともなった。



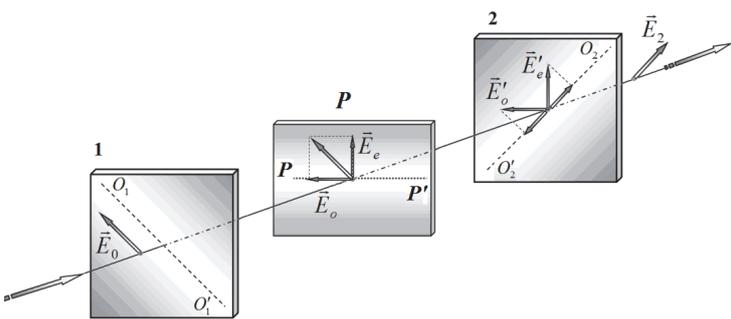
# 国際物理オリンピック 2014 カザフスタン大会で出題された実験問題

## 偏光板で複屈折を“見る”

実験試験も理論試験と同様5時間にわたって行われ、選手たちは20点満点の問題に取り組んだ。5時間で2問が与えられる例年とは異なり、今回カザフスタン大会での出題は1問のみであった。これで時間に余裕をもって問題に取り組めるかと思いきや、要求されたデータ取得および解析は分量・質ともにレベルが高く、どの国の選手もかなりの苦戦を強いられたようだ。

今年の問題は、光の伝播・偏光の向きによって物質の屈折率が異なる「複屈折」という現象を題材としている。さまざまな物質内に生じる「目に見えない」異方性を、じっさいに「目で確かめて」みようというのが、“To see invisible!”と題された本問の趣旨である。

「見えないものを見る」ために本実験で用いるのは、偏光板である。2枚の偏光板を、その偏光面が垂直になるように重ねると光が透過しなくなることはよく知られている。ところが、図のように間に複屈折を示す異方性板Pを挿入すると、遮られ



ていた光が再び透過するようになる。なぜか？ 1枚目の偏光板によって直線的に偏光した光が異方性板Pに入射すると、光の電場の、Pの光学軸に垂直な成分(図の $\vec{E}_o$ )と平行な成分(図の $\vec{E}_e$ )との間に位相差が生じる。これは2つの方向でPの屈折率が異なるためである。すると、Pを透過した光は直線偏光から楕円偏光に変化し、一部が2枚目の偏光板を透過できるというわけだ。2枚目の偏光板を透過する光(図の $\vec{E}_2$ )の強度はPで生じた位相差に応じて変化するため、その強度を測定することで、Pの内部で複屈折が生じるようすを調べることができる。

## フォトダイオードで透過光強度を測る

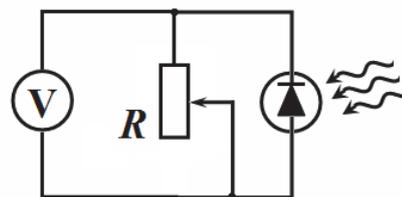
問題は、実験に用いる素子の定性的な観察を行うPart 1(配点3.5点)と、定量的な測定・解析を行うPart 2(配点16.5点)からなる。Part 1では、今回の実験で用いる偏光板、プラスチック定規、液晶セルおよびプラスチックリボンを観察し、偏光面や光学軸の向きを調べる。定性的とはいえ、偏光や光学軸の物理的な意味を理解し、ときには与えられた道具を駆使して自らセットアップを考える必要もあり、一筋縄では行かない問題であったと思う。

実験問題のメインであるPart 2では、Part 1で調べた3

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程1年  
物理チャレンジ2006/2007、  
国際物理オリンピック2007参加 増田 賢人



つの光学素子について透過光の強度を測定し、複屈折によって生じる位相差の定量的な解析を行う。透過光の強度は、抵抗に接続したフォトダイオード(光を電流に変換する素子)に透過光を入射させ、抵抗の両端に生じる電位差から求める。このとき抵抗の値をうまく選ばないと、抵抗に生じる電位差とフォトダイオードに入射する光の強度が比例せず、透過光の強度変化がきちんと読み取れない。そこでPart 2の冒頭は、入射光の強度をフィルターによって変化させ、上述のような最適な抵抗値を求めることに費やされる。これだけでも一苦労だ。



以上の準備のもとで、ようやく本測定に入れる。最初の題材はプラスチック定規である。まず2枚の異なる定規についてそれぞれ位相差を測定し、その結果から2枚を重ねて測定したときの透過光の強度を理論的に予測する。じっさいに重ねて測定を行うと、光の強度は予想した通りに振る舞うことが確認できる。



次に扱うのは液晶セルだ。液晶セルに印加する電圧を変化させていくと、透過光の強度は複雑な変動を示す。一見すると何の法則性もないようだが、注意ぶかく解析すると、実は位相差が印加電圧の簡単なべき関数になっていることがわかる。

最後は、湾曲したプラスチックリボンの計測である。光の入射位置をリボンの中央から水平方向にずらしていくと、光線に対しリボンは湾曲して傾いているため、光線が通過するプラスチックの厚みが変化する。こうして生じる位相差の変化を光の入射位置の関数としてグラフに描くと、湾曲したリボンの曲率半径を求めることができる。



問題全体を通じて、十分な精度の解答を導くには相当な分量の測定を行う必要があった。また、測定データの解析も単なる計算ではなく、数学的に許される複数の解を取捨選択するなど、物理的な考察が要求されるものであった。出題形式のみならず、得点しづらさも例年にないものであったといえるだろう。

# 物理チャレンジ 2014 第1チャレンジ 開催される



第1チャレンジ部会  
電気通信大学 鈴木 勝

## 応募者数、過去最高を更新

物理チャレンジは今年で10回目を迎えました。物理チャレンジ2014の参加者募集は4月1日から5月31日の期間で行われ、応募者数は1762名と昨年に続き過去最高を更新しました。下図のように応募者数は年々増加しています。今年は、これまでの直線的な増加から予想される数よりも多くの応募者がありました。高校のどの学年の生徒の参加も増加していますが、高校3年生と高校1年生の増加が顕著です。これは、学校で物理を選択する生徒が増えたことと、募集の締め切りが昨年より1か月ほど伸びたことに拠るのではと考えております。また多くの中学生が参加したことも大変にうれしく思います。

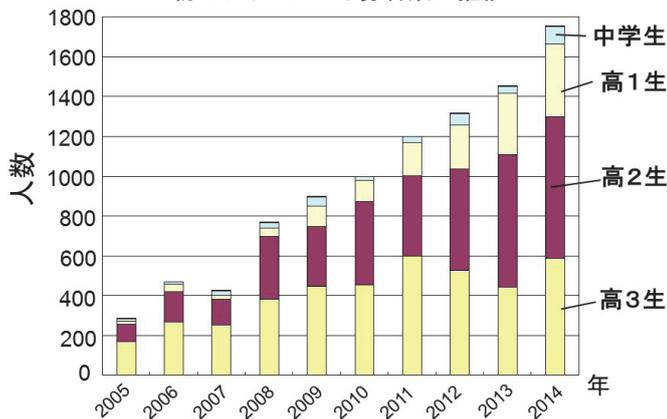
## 理論問題コンテストと実験課題レポート

応募者には理論問題コンテストと実験課題レポートの両方が課されます。実験課題レポートの締め切りは6月20日（消印有効）で、1489通のレポートが提出されました。実験レポートは最高のSSから最低のDDまでの9段階で評価されます。理論問題コンテストは7月13日の日曜日13:30~15:00に、全国80か所の会場で一斉に行われ、総数で1554名が参加しました。理論コンテストは100点満点で採点されます。理論と実験の両方に挑んだ応募者は1425名でした。

理論問題と実験課題の総合成績によって、8月19日から岡山大学と岡山県青少年教育センター閑谷学校で開催される全国大会第2チャレンジに進出する104名が選抜されました。今年度の理論問題は少々難しかったようで、平均点が昨年より少し下がりました。下図は理論問題と実験課題レポートの成績分布図です。実験課題で高い評価を得た応募者は理論問題も得点が高い傾向があります。しかし残念ながら、理論問題はそれほど得意でない応募者もおりました。また、理論問題では優れた成績でも実験課題は高い評価がもらえなかった応募者もおります。第2チャレンジへの選抜は総合成績によって行いますので、第1チャレンジでも理論問題と実験課題の双方とも頑張ってください。理論問題と実験課題のそれぞれの成績分布や詳しい講評は次頁以降の記事を参照してください。

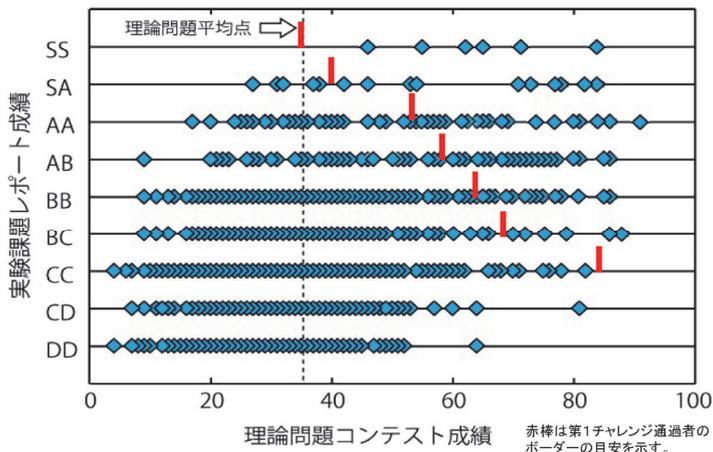
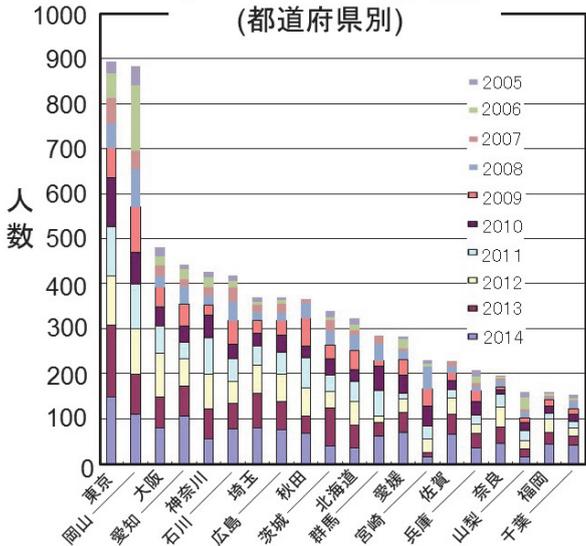
物理学は実験と理論の2つが手をたずさえて進歩してきました。実験を通して物理を楽しむことも、第1チャレンジの役割の一つです。皆さんがチャレンジした実験は、他の人が知らないことを見せてくれるかもしれません。身の回りの物事を対象にして実験し、それを理論的に考えることで物理の理解が進むでしょう。そうして、ますます物理が楽しくなると思います。第1チャレンジに挑戦することによって、より多くの皆さんが実力を伸ばすことを期待します。

物理チャレンジ 応募者数の推移



都道府県別にみると、下図のように10年間の総数では東京と物理チャレンジ「発祥の地」である岡山県が飛び抜けています。また10年目にして応募の空白県はなくなりました。将来的には、各地域から東京や岡山を凌ぐほどの応募者が出ることを期待します。

物理チャレンジ応募者数 (都道府県別)



# 物理チャレンジ 2014 第1チャレンジ 理論コンテストの講評



第1チャレンジ部会

津山工業高等専門学校 佐藤 誠

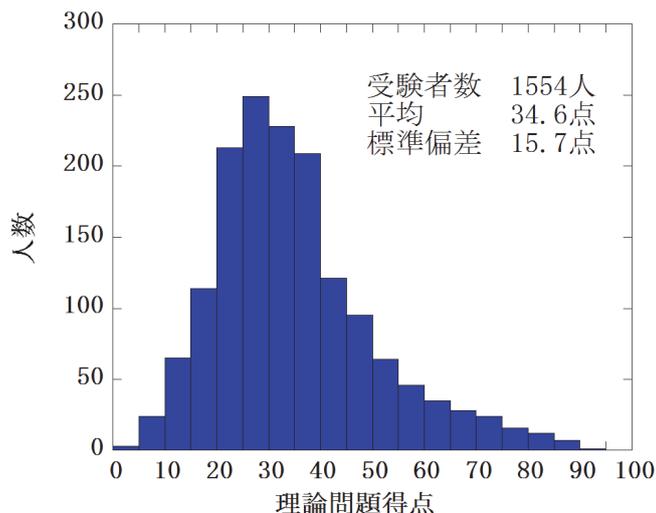
## 1554名が参加

物理チャレンジ 2014 第1チャレンジ理論問題コンテストは7月13日に行われ、参加者総数1554名でした。昨年を300名以上も上回る過去最高の参加人数です。第1チャレンジでは、ひろく物理に興味を持つ生徒たちの参加を望んでいます。中学生以下の参加者も大幅に増加し、中学生は71名、小学生1名でした。物理チャレンジの認知度が上がった結果と大変喜んでます。

## 難易度が幅広い問題

理論問題は、高等学校で物理を学習した生徒を対象に出題しています。しかし、上に述べましたように、ひろく物理に興味を持った生徒たちの参加を望んでいますので、中学生にも持ち込んだ参考書を参照すれば解答できるような問題作りも心がけています。

教科書に載っている問題を中心にして、すぐにわかる問題や計算しないと結果が出ない問題、教科書に載っていないけれど身近な現象、現在話題になっている内容、さらに大学入試相当の問題など幅広い内容になっています。様々な物理現象に関心を持ってもらえるような問題で取り扱う題材は多岐に渡ります。物理チャレンジの理論問題に接することで物理的な物の見方に気づいていただけることを期待して作問しています。今年の問題は、例年より少し難しく、じっくり考えないと正答を導けない問題が多いという意見をいただいています。



理論問題コンテストの得点分布

## 結果と講評

今年の理論問題コンテストの平均点は34.6点でした。参加人数の増加が平均点の低迷に影響していると思いますが、もう少し頑張っていたらいいところだと思います。作問する側も、チャレンジャーの広がりや考慮して配慮が必要になって来たと感じています。上記の得点分布グラフに示すように80点以上は20名と少ない結果です。

正答率が20%を下回る問題も、問4、問6、問17、問26、問29と5題もありました。正答率が極端に低い問題は、問4と問29でした。

問4は、最も正答率の低かった問題です。風船が膨らみ、曲率が低下した結果、カップ内の体積が増加し、カップ内の圧力が低下することが直接的な原因です。半数のチャレンジャーが②を選択しています。途中の因果関係を勝手に補って②を選んだのではないかと推測しますが、論理的な説明としては無理があります。

問6は、空気中を伝わる音についての問題でした。観測者や音源が静止している場合、風は振動数を変化させませんが、音速を変えます。④を選択したチャレンジャーが多かったのですが、湿度が高いと媒質気体の平均分子量が低下して音速は大きくなり、正しい記述です。

問17は、波の反射の問題でした。波の周期は  $T = \lambda / v$  であり、固定端反射の場合、波長の半分進んだ時点で壁から  $\lambda/4$  の箇所の変位が  $2A$  となります。すなわち時刻は  $T/2$  です。自由端反射の場合は、反射波の位相は変化しないので、変位が  $2A$  となるのは、波の最大変位が壁に到達した時点、すなわち  $3T/4$  となります。変位の絶対値最大と捉えて変位が  $-2A$  となる  $T/4$  である①を選んだチャレンジャーが多いようです。

問26は、公転速度の式に半径  $r$  の球内質量の式を代入して、公転速度が  $r$  を含まないよう次元解析することにより密度  $\rho$  が  $r^{-2}$  に比例することが分かります。次の問題と共に正答率は20%前後です。一見すると難しそうなお題に見えますが、丁寧に設問を読めば実は簡単な問題です。

問29は、最後の問題のためか未回答が多く、正答率は2番目に低い問題でした。多くが③と④を正答に選択しています。おそらく北側にもう一つの焦点を持つことから北側が膨らんだ軌跡として見える、あるいは観測点に近いので膨らんだ軌跡に見えるかと判断されたのではないかと思います。静止衛星の軌道半径は地球半径の約6.5倍と意外に大きく、実際には北側はさらに遠方になりますので軌跡の動きは小さくなり、北側がすぼんだ8の字になります。衛星は赤道付近を斜めに通過することを考慮すると衛星の相対角速度は赤道付近では地球の自転角速度より遅く、北側の端と南側の端では速いことが分かります。すなわち、北側では西から東方向に移動します。

## 問題作りの難しさ

理論コンテストの問題は、第1チャレンジ部会委員の先生方が問題案を持ち寄り、取捨選択しながら、第1チャレンジ理論問題コンテストに相応しい設問に半年かけて磨き上げたものです。問題を推敲する過程で、当初の出題の意図を忘れて奇妙な設問になってしまうこともあります。また、設問の導入説明が長いとチャレンジャーの解答する気力が失せるのではと心配し、計算や考察に不要な情報を削るなどの推敲を重ねた結果、単なる計算問題になってしまい、作り直しになることもあります。コンパクトで分かり易く、解いてなるほどと感心していただける問題を提供する努力を継続したいと思います。

# 物理チャレンジ 2014 第1チャレンジ 実験課題レポートの講評



第1チャレンジ部会  
長崎大学 呉屋 博

## 実験レポート 1489 通

毎年、第1チャレンジでは、自宅や学校などで簡単に実験できて、さまざまな工夫を盛り込むことができるテーマを実験レポート課題としています。私たちの身の回りには光に関わるさまざまな事象が見られます。今回は光と物質との関わりについて考える機会となることを期待して、水溶液の屈折率の測定を課題としました。

今回は提出締め切りの6月20日までに、昨年より約300通多い1489通のレポートが届きました。そのうち、中学生以下の実験レポートが72通もあり、今後の広がりが期待できます。

## 様々な方法で実験

レポートでは、いろいろな方法を試したり、独創的なアイデアでチャレンジしたり、測定に創意工夫が見られました。中には、身の回りの生活で用いるものだけを使って測定精度を上げる工夫をしたものも見られました。以下にいくつかの方法を紹介します。

### (1) 空気中から溶液中に進む光の屈折のようすを測定する方法

最も多かった測定方法です。入射角や屈折角を測定しているもの、屈折角についてはレーザーポインターの光の到達位置を測定して屈折角を算出しているものなど、それぞれに技術的な工夫が見られました。20℃の水の屈折率は波長589.3 nmの光（ナトリウムのD線）に対して1.3334です。多くのレポートは溶質の濃度を上げると屈折率が上がるという実験結果を得ていました。

### (2) 顕微鏡のピント合わせに伴う鏡筒の移動距離を利用する方法

水溶液中の物体を真上から見たときの浮き上がり距離を顕微鏡のピント合わせに伴う鏡筒の移動距離から測定し、そこから屈折角を求めているものがあり、その中には自動で焦点距離を合わせる装置を自作している力作もありました。同様の考え方のものに円筒形透明容器に入れた水溶液による焦点距離の測定から屈折率を求める手法を利用しているものもありました。

### (3) その他の方法

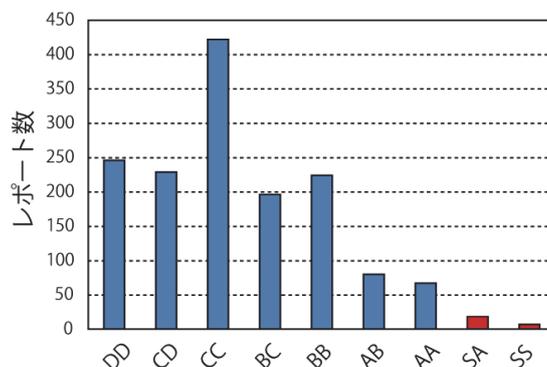
特にユニークなものとして、塩水を霧吹きで噴霧して虹が見える見込み角を測定しているもの、ホッチキスの針のブロックの中程の針を折って二重スリットを作り、水溶液中での光の干渉を利用しているものがありました。

多くの皆さんがいろいろな工夫をしていました。実験課題に取り組んだ感想には“楽しかった”や“協力してくれた友達と交流ができて良かった”など、いきいきと実験に取り組んでいる姿が目に見え、関係者一同この取り組みに関わることができたことを喜び、今後の参加者の成長に期待をしているところです。

## 採点の結果

レポートの評価は、のべ約60名の先生方が2日間にわたって行い、図に示すように9段階で評価しました。レポートを作成する期間は半年近くもありましたので、工夫を重ねて実験装置を改良し、何度も実験を繰り返しているレポートもみられました。一方、短い時間でまとめたレポートには、再考、工夫、改良をすると良い考察ができたのではないかと思います。授業では「合格」や「A」の評価になるレポートでも、工夫を重ねたレポートと比較すると「B」や「C」という評価になってしまいます。

課題実験レポート成績分布



多くの皆さんは測定した結果をきちんと表でまとめていましたが、グラフに表していないレポートもありました。グラフにすることで、測定の結果の様子がよくわかりますし、その要因を考えるきっかけにもなり、さらに科学的関心が深まるのではないかと思います。

実験レポートを採点するのは物理の専門家です。そのような先生方をうならせるような工夫や努力がみられるレポートは「A」の評価が付けられます。また、特に創意と工夫が認められるレポートは「S」の評価が付けられます。今回1489通のレポートのうち、「SS」という評価がついた実験レポートは7通、「SA」という評価がついた実験レポートは18通あり、それぞれ「実験優秀賞」と「実験優良賞」として表彰されることになりました。中学生も優秀賞を受賞しています。また、特にユニークな着想で取り組んでいる2グループを「アイデア賞」に選びました。実験優良賞とアイデアの受賞者や受賞理由など詳細はホームページに掲載しています。

## 実験優秀賞受賞者

稲熊 穂乃里	愛知淑徳高等学校	2年
権 俊河	神戸大学附属中等教育学校	5年
徐 子健	大阪星光学院高等学校	3年
寺田 侑史	埼玉県立春日部高等学校	3年
沼本 真幸	岡山大学附属中学校	3年
松浦 健悟	東京学芸大附属高等学校	3年
渡邊 明大	東大寺学園中学校	3年

# 物理チャレンジ 2014 第2チャレンジ 開催される



物理チャレンジ2014 実行委員長  
元東北大学 近藤 泰洋

## 国際物理オリンピックに準じた物理チャレンジ

第10回全国物理コンテスト「物理チャレンジ」は、今年の8月19日から22日までの4日間、岡山大学と岡山県青少年教育センター閑谷学校において開催され、参加した97名のチャレンジャーには、各5時間の理論および実験コンテストに挑戦して頂きました。

岡山大学創立50周年記念館において行われた開会式では、伊原木岡山県知事と北原理事長の挨拶、国際物理オリンピック2014の報告に続いて公開講演会が行われました。今年は、東京大学の山上正仁先生による「事実は小説より奇なり～量子の世界への誘い」と、高エネルギー加速器研究機構の野尻美保子先生による「ダークマターと宇宙」の講演を行っていただきました。各講演終了後および2つの講演後に設けたディスカッションの時間において沢山の質問が寄せられ、時間が足りなくなるほどでした。今年は歓迎アトラクションを設けず、講演2題としましたが、参加者にとっては大いに興味をそそられ満足されたようです。

その後、閑谷学校にバスで移動し、簡単なオリエンテーションに続いて、夕食を兼ねた交流会が行われました。スタッフの紹介、翌日からの日程についての説明の後、参加者の皆さんは7～9名の班に分けられて宿泊部屋に移動、翌日に備えてゆっくり休めたと思われます。2日目の理論コンテスト、3日目の実験コンテストについては次ページ以降の各部長からの報告をご参照ください。

今年はコンテスト会場に関して、これまでと大きく違った試みが行われました。理論・実験コンテストとも、国際物理オリンピックにならって各々がパーティションで仕切られ、一人ずつ囲まれた個室のような環境で行われたことです（本誌表紙写真をご覧ください）。実験コンテストで他のチャレンジャーの実験が見えないことが要求された為です。強い圧迫感が心配されましたが、終了後のアンケートでは、むしろ集中できたという答えが殆どでした。2日目の理論コンテストの終了後、閑谷学校史跡見学、国宝の閑谷学校講堂での論語の学習、フィジックスライブと忙しい1日でしたが、充分楽しめたと思われます。3日目の実験コンテストの終了後、Spring-8にバスで移動し、最新の施設を見学の後、若手研究者の皆さんとの交流会が行われました。活発な意見交換が行われ、物理に対する興味が多いに刺激されたようです。また、大学生や大学院生のグループリーダーの下に、グループミーティングが毎日行われたため、参加者同士の間でのコミュニケーションはかなり高密度であり、物理チャレンジ活動の大きな目的の一つである、物理好き同士の間での連携を作るといった目的は充分達成されたと思われます。ただ、グループ間の交流がやや少なかったことは、今後の課題として残されました。

最終日は表彰式が行われましたが、賞の有無よりもチャレンジにおける経験を糧としての今後の成長を期待しています。最後になりましたが、様々な形でこの大会をご支援いただいた多くの方々への場をお借りして心より御礼申し上げます。以下、本大会で賞を受賞したチャレンジャーの名前を記して、その栄誉を称えます。

## 成績優秀者

- ・岡山県知事賞（理論・実験コンテスト総合成績でトップ）  
徐 子健 大阪星光学院高等学校 3年生（大阪府）
- ・岡山県議会議長賞（高校2年生以下の選手のうち総合成績トップ）  
加集 秀春 灘高等学校 2年生（兵庫県）
- ・岡山大学長賞（女子選手のうち総合成績トップ）  
小川 夏実 横浜雙葉高等学校 3年生（神奈川県）

## ・金賞

- |       |                       |
|-------|-----------------------|
| 荻野 正親 | 大阪星光学院高等学校 3年生（大阪府）   |
| 加集 秀春 | 灘高等学校 2年生（兵庫県）        |
| 徐 子健  | 大阪星光学院高等学校 3年生（大阪府）   |
| 杉浦 康仁 | 開成高等学校 3年生（東京都）       |
| 林 俊介  | 筑波大学附属駒場高等学校 3年生（東京都） |
| 吉田 博信 | 大阪星光学院高等学校 3年生（大阪府）   |

## ・銀賞

- |       |                      |
|-------|----------------------|
| 秋山 俊太 | 山梨県立甲府南高等学校 3年生（山梨県） |
| 尾田 直人 | 大阪星光学院高等学校 3年生（大阪府）  |
| 川崎 彬斗 | 洛星高等学校 2年生（京都府）      |
| 皿海 孝典 | 白陵高等学校 3年生（兵庫県）      |
| 田中 良  | 愛知県立一宮高等学校 3年生（愛知県）  |
| 西田 森彦 | 京都府立洛北高等学校 3年生（京都府）  |
| 濱田 一樹 | 灘高等学校 2年生（兵庫県）       |
| 福島 理  | 東大寺学園高等学校 3年生（奈良県）   |
| 丸山 義輝 | 宮崎県立宮崎西高等学校 3年生（宮崎県） |
| 村上 泰仁 | 栄光学園高等学校 2年生（神奈川県）   |
| 渡邊 明大 | 東大寺学園中学校 3年生（奈良県）    |
| 渡邊 伊吹 | 本郷高等学校 3年生（東京都）      |

## ・銅賞

- |       |                        |
|-------|------------------------|
| 秋元 壮颯 | 筑波大学附属駒場高等学校 1年生（東京都）  |
| 新井 峻太 | 埼玉県立川越高等学校 3年生（埼玉県）    |
| 井谷 友海 | 大阪星光学院高等学校 2年生（大阪府）    |
| 上田 朔  | 灘中学校 3年生（兵庫県）          |
| 小川 夏実 | 横浜雙葉高等学校 3年生（神奈川県）     |
| 国吉 秀鷹 | 昭和薬科大学附属高等学校 3年生（沖縄県）  |
| 小泉 慶洋 | 東京都立日比谷高等学校 3年生（東京都）   |
| 高橋 拓豊 | 東京都立小石川中等教育学校 5年生（東京都） |
| 鳥取 岳広 | 岡山県立津山高等学校 3年生（岡山県）    |
| 松浦 健悟 | 東京学芸大学附属高等学校 3年生（東京都）  |
| 吉田 智治 | 大阪星光学院高等学校 1年生（大阪府）    |
| 余田 拓海 | 灘高等学校 2年生（兵庫県）         |

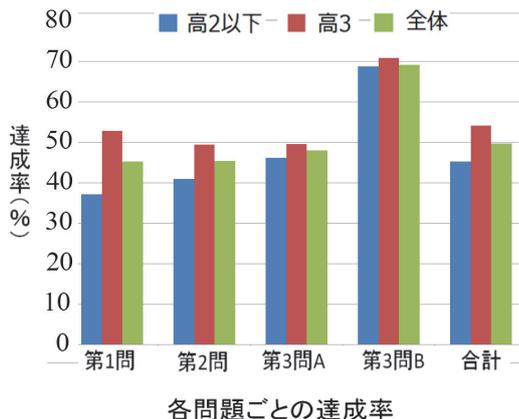
## ・優良賞

- |        |                        |
|--------|------------------------|
| 太田 英暁  | 長野県松本深志高等学校 3年生（長野県）   |
| 片桐 佳来  | 愛知県立一宮高等学校 3年生（愛知県）    |
| 川野 将太郎 | 石川県立金沢泉丘高等学校 3年生（石川県）  |
| 北濱 駿太  | 岡山県立倉敷天城高等学校 1年生（岡山県）  |
| 郡山 巧人  | 千葉県立千葉高等学校 2年生（千葉県）    |
| 児玉 涼太  | 三重県立四日市高等学校 3年生（三重県）   |
| 小塚 友太  | 洛南高等学校 3年生（京都府）        |
| 篠木 寛鵬  | 灘高等学校 2年生（兵庫県）         |
| 嶋田 祐祐  | 埼玉県立大宮高等学校 2年生（埼玉県）    |
| 高田 悠史  | 愛知県立明和高等学校 3年生（愛知県）    |
| 高羽 悠樹  | 洛星高等学校 1年生（京都府）        |
| 直川 史寛  | 奈良県立奈良高等学校 2年生（奈良県）    |
| 貫井 玲音  | 武蔵高等学校 2年生（東京都）        |
| 福山 亮   | ラ・サール高等学校 3年生（鹿児島県）    |
| 三宅 大和  | 岡山県立倉敷天城高等学校 2年生（岡山県）  |
| 宮崎 稜大  | 宮崎県立都城泉ヶ丘高等学校 2年生（宮崎県） |

# 物理チャレンジ 2014 第2チャレンジ理論コンテスト講評

## 学年による差は大きくない

理論コンテストは例年通り、5時間をかけて、3つの大問題に挑戦してもらいました。配点は3題とも100点満点で、合計300点です。各問題ごとの達成状況は下図をご覧ください（達成率＝平均得点/満点）。



## 第1問 サイクロイド曲線にそった運動

第1問は、一定の重力加速度のもとで小物体がサイクロイド曲線に沿って運動する場合を考えました。サイクロイド曲線はあまり見慣れない曲線なので、慣れるために始めは基礎的な問題を扱っています。その後、この曲線の特徴として、この曲線に沿った振動は周期が振幅の大きさに依らず一定で、何処に置かれても同じ周期で往復運動をすること、そして、離れた地点へ重力だけで滑って到達するには、この曲線に沿った運動が最短時間となることを理解しながら解いて行きます。途中から微分が使われると難しくなったようでした（平均点 45/100）。

## 第2問 誘導モーター

第2問では、世の中でよく使われる誘導モーターについて電磁気を用いて考えています。回転する磁場中にコイルが置かれると、コイルに電磁誘導で電流が流れ、その電流と磁場の相互作用で生じるローレンツ力によってコイルを回転させようとする力のモーメントが生じます。問題は、始めに簡単のためコイルが止まっている場合を扱い、だんだん一般的に、コイルも回転する場合、さらにはコイルを流れる電流の作る磁場も考慮する場合を扱います。そして最後に、磁場を回転させる仕事、コイルを回転させる仕事とコイルに発生するジュール熱の和に等しいというエネルギーの保存則を確かめます。エネルギー保存則を書き下す部分はかなり良い正解率でした。この問題も微分が使われる後半は難しくなったようです（平均点 45/100）。

理論問題部会 部会長

東京大学名誉教授 荒船 次郎



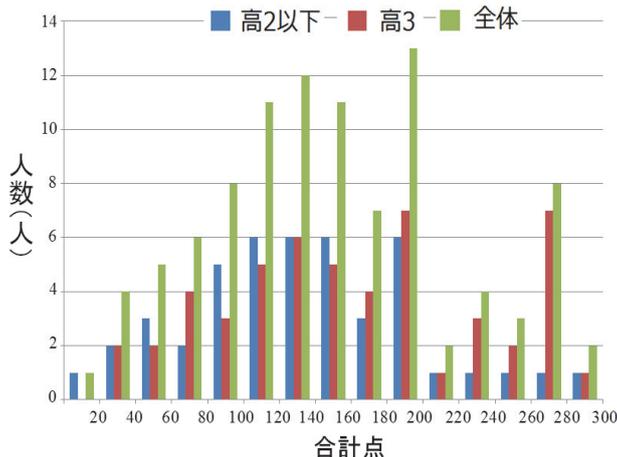
## 第3問 ガンマ線カメラと原子核の液滴模型

第3問はA、Bに別れ、A、B共に、エネルギーと質量および運動量との関係に特殊相対性理論が使われていますが、問題文にその解説が書かれており、そのことには困難はあまりないようでした。配点はA、Bそれぞれが50点でした。

第3問Aは最近使われるようになったガンマ線カメラをあつかっています。ガンマ線の到来方向の情報を得るために、ガンマ線の測定器を2層にします。問題の前半は比較的よく解けていました。後半でガンマ線と電子がコンプトン散乱をする際に、エネルギー保存則と運動量保存則を用いて散乱する角度を求める問題では一見複雑に見えるためか困難があったようです。予備知識を必要としない問題で、学年による得点の差がほとんどありませんでした（平均点 24/50）。

第3問Bは原子核のエネルギーについての問題です。原子核の液滴模型と呼ばれる式に基づいて、原子核の結合エネルギーを考えます。それを用いて、質量数の与えられた原子核について、安定な原子核の陽子数を決定できることや、その結果、質量数の大きな場合には中性子数は陽子数よりかなり大きくなることを理解します。そして最後に、重い原子核が崩壊するとき放出される大きなエネルギーを求めます。この問題も予備知識は必要とせず、学年による得点差はほとんどありませんでした。よく考えれば出来る問題で、高い達成率でした（35/50）。

合計点の状況は下図をご覧ください。平均点は149点で去年の121点よりも高い値でした。最高点は291点でした。高校2年生以下に限ると平均点は135点で、最高点は281点で、まだ教わっていないこともある中での大変な健闘には今年も喜んでいます。全体として、微分を含んだ部分が難しかったようですが、よく挑戦して頑張ってもらえたことに感銘しています。



# 物理チャレンジ 2014 第2チャレンジ実験コンテスト講評

実験問題部会 部会長  
東京大学 深津 晋



実験問題部会 部会長  
東京大学 深津 晋

今年は、実験問題にとってまさに変革の年となりました。パーティションによる個別ブースの設置に加えて、問題冊子はカラー印刷になり、各設問には配点が明示されました（得点集計の段階で240点満点を200点満点に圧縮）。また、初めての試みとして大問2つのうちひとつに自由デザイン型の「創る実験」が出題されました。あらかじめ実験方法や道筋が決まっていた従来の「定形型」とはひと味もふた味もちがう内容の出題となりましたが、はたしてチャレンジャーたちの健闘が目立ちました。

## 課題1 ホール効果

高校物理で一度は見聞きしたであろう現象のひとつを追体験してもらいました。うわべはどうあれ本質がローレンツ力にあることが理解されているかどうかを問う内容です。電流を運ぶ主体が荷電粒子で、ローレンツ力は荷電粒子の速度と磁場の両方に垂直な方向に働くことがポイントです。

測定器具の構成は可能な限りシンプルにしました。多少の工作以外は配線をつなぐだけだったので、初期の段階で立ち往生するチャレンジャーは少なかったようです。それでも正誤表や問題文を読まなかったせいで難儀したチャレンジャーが見受けられました。急がば回れ。問題文等はきちんと読む習慣をつけましょう。よく理解して段取りを決めてから着手するほうがずっと効率的です。いうまでもありませんが、安全に実験を行うためにも。

さて成績を眺めてみると、実験1の問3や実験2の問6のようないわゆる作業系の設問には、着実に対応できている印象を受けました（練習の成果?）。それに比べ、式の導出、物理的な意味づけや考察では、かなり個人差がでたようです。

具体的には、出だし式(1)の導出が意外にも5割程度の正答率にとどまりました。次のキャリアのちがいによるホール係数の符号の反転は、同じ向きの電流に対してはローレンツ力の向きがキャリアによらず同じ→キャリアの符号に応じてホール電場が反転、としないといけません。このせいで正答率は3割程度にとどまりました。また、実験1の問5で $\cos\phi$ を横軸にとるプロットが珍しかったせいか、 $\theta$ と $\phi$ の関係の決定法が同時に問われたこともあって成績はやや低調気味でした。このように非線形な関係を線形プロットに帰着させる方法は、今後も役立つのでこれを機にぜひ身につけておきたいものです。

実験2の問7、問8は半導体に馴染みがないと答えにくかったようです。それでも金属の電子濃度を見積もれば、測定から得られた電子密度の値( $\approx 10^{23} \text{ m}^{-3}$ )が妥当か否かは判断がつかます。物理実験ではこうした桁のチェックを随所で試みる習慣も大切です。なお、問8の $\tau$ は緩和時間とよばれる量で「電気抵抗の原因となる電子の衝突（後方への散乱）が平均的に1回起きるまでの時間」を意味します。これが正確に答えられたチャレンジャーがいたのには感心しました。なお、この逆数 $\tau^{-1}$ は衝突の確率に比例しますが、こちらの方が意味は明確かもしれません。また、式(5)の形の（微分）方程式はよく現れるので、一度は自分で解を求めておくとよいでしょう。

最後は、発展課題として地磁気の計測にチャレンジしてもらいました。だれでも必ず測れる状況に慣れきった人たちは、検出限

界域での測定にだいぶ戸惑ったようです。研究や開発の現場では、ぎりぎり測れるかどうかの状況が頻発します。だからこそ計測器の性能や限界、測定の邪魔の原因や不確かさをいかに排除するかが、最大の関心事になってくるのです。

## 課題2 重力加速度の測定

チャレンジャーが自由に実験そのものをデザインする新傾向の問題です。1年をかけて実験問題部会で議論を重ねた上での出題です。従来路線から大きく舵をきったため、面喰らった人もいたようですが、アンケートの結果から出題の方向性についてチャレンジャーの感想はおおむね肯定的でした。今回は、身近な「重力」をテーマに、重力加速度 $g$ を計測できる「私の装置」を考案してもらいました。その方法は、自由落下、振動子（バネ振動）、斜面転がり、滑車の利用に大別されます。20余の部品群から素材を吟味して装置を構築するところが新しいのですが、一部部品の使途がわからなかったようです。ここではあえてもう一度、自分で利用法を検討することをお勧めします。

「私の装置」は、渾身の作ばかりでしたが、設計の観点からいくつか考慮すべき点も見受けられました。例えば、落下実験はパイプや円柱を使うと捗った筈です。斜面転がりではレールのたわみを積極的に利用するとビースピの測定誤差は減らせた筈です。滑車は一見便利そうですが、後述の回転運動に加えて軸部分の摩擦を考慮する必要がありました。

さて自分で考案した装置を実装するとなるとこれがなかなか難しい。なによりも従来の実験問題の器具は、学習範囲にちゃんと収まるように設計されていますが、「私の装置」は、きちんと考えないと学習範囲をいとも簡単に逸脱します。たとえば斜面の転がり運動では、君が回転運動は未習だといかに主張しても自然は一考だにしてくれません。となれば選択肢は二つです。回転を意識的に避け、重心運動に限定した設計にする、あるいは回転運動をきちんと考慮することにその場でチャレンジしてみる、です。実は、付録は後者のためのものでした。

では、回転運動を知らずに球の斜面転がりを扱ったら？当然、求められる $g$ の値は小さく( $\approx 7$ )なります。運動エネルギーが重心運動と回転運動に分配されるせいですが、理詰めで考えれば、運動エネルギーがどこかに移行したことに気づき、早晚、回転運動にいきつく筈です。ここが評価されます。知識よりもこうした筋道だった物理的考察ができるチカラを養ってください。

また、今回は測定した $g$ 値が $9.8 \text{ m/s}^2$ に近いこと、つまり確度が高いことは追求せず、むしろ装置や測定の仕方決まる精度、不確かさをどう扱うかを評価の対象としましたが、得点はやや低迷しました。実は、実験で最も重要なのが「修正」と「繰り返し」ですが、同様の結果でした。得点分布から見るに、戦略的にはこられる強化が他のチャレンジャーとの差別化を図る上では重要となりそうです。

# 物理チャレンジ 2014 現地実行部会報告 —参加者からのアンケート結果—

第2チャレンジについて現地実行部会から報告します。その際、第2チャレンジ参加者に対するアンケート結果(97名全員)を参考にしています。また、現地実行部会として担当した行事(公開講演会、フィジクスライブ、SPring-8見学、反省会等)について感想を報告します。



現地実行部会 部会長  
岡山大学 作田 誠

## 応募について

下のグラフに示すとおり、前回と同様に、参加者のうち、初めての参加が6割、複数回参加が4割です。応募のきっかけは、先生からの情報(56%)、友人からの情報(15%)が格段に多く、学校内の先生や生徒の関心が大きく影響することが伺えます。Web、ポスターから知ったという割合(17%)も大きいです。6割の参加者が交通費は自費負担です。交通費への補助希望の声も数名ありました。

## 好評のイベント —公開講演会、フィジクスライブ、見学

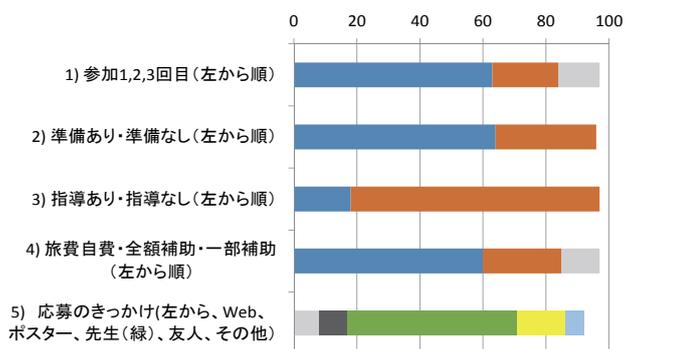
今回の公開講演会では、10周年記念ということと女性研究者の講師を含めたいという事業推進会議での希望があり、講演者は、上田正仁氏(東大理学系研究科)と野尻美保子氏(高エネルギー加速器研究機構)のお二人に決まりました。また、講師とチャレンジ参加者の対話を増やしてみようという意見もあり、質疑応答の時間を30分取りました。公開講演会では、講演内容に関する質問だけでなく、講師が物理への道を選んだ理由等、チャレンジ参加者から質問が次々とあり大変好評でした。講演会参加者の数は、物理チャレンジ参加者、その関係者と一般参加者を合わせ、約200名でした。

フィジクスライブについては、「身近に感じられる机の上の実験」を多く募集しました。高校の先生、岡山理科大、津山高専、

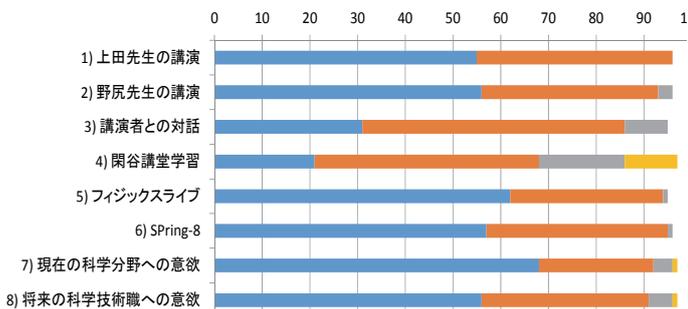
岡大の教員による超伝導、低温高圧物性、霧箱等のデモ実験等がありました。また、岡山光量子科学研究所の研究者2名による連続ミニ理論講義、公開講演に関連して、新たな試みとして、神戸大学院生によるヒッグス粒子の発見や岡大教員によるニュートリノのポスター展示もありました。どれも多くの生徒が集まり、盛況であったことは、アンケート結果からも読み取れます。SPring-8見学とその夜の研究者との懇親会も盛況でした。閑谷学校講堂学習に比較的に人気がない理由は、講話の内容ではなく正座の身体的な苦痛のためです。項目7、8) 現在の科学への意欲へのポジティブな回答は、周りの参加者や研究者に刺激を受けたためのようなようです。

## 最後に

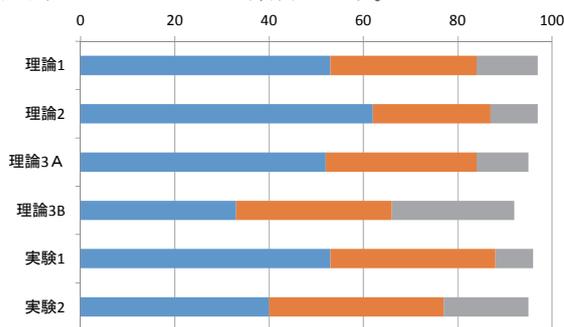
理論・実験問題に関してはアンケート結果のみを下に示しますが、それぞれの部会長からの講評のページを参照下さい。現地実施に於いては、岡山県産業労働部産業企画課、高校教員、岡山理科大、岡大、岡山光量子科学研究所の現地委員、学生スタッフの強力なサポートがあつて無事に終えることができました。チャレンジ参加者が、試験だけでなく各イベント経験を通して大会を全員健康で、かつ楽しく終えられ、現地実行部会の役割は果たせたと思います。閉会式後、岡大生協で簡単な昼食・反省会をし、学生スタッフからの声も聞いて良かったという委員の先生方の意見もありました。チャレンジャーからのアンケート結果と共に次の大会に生かせることを期待します。



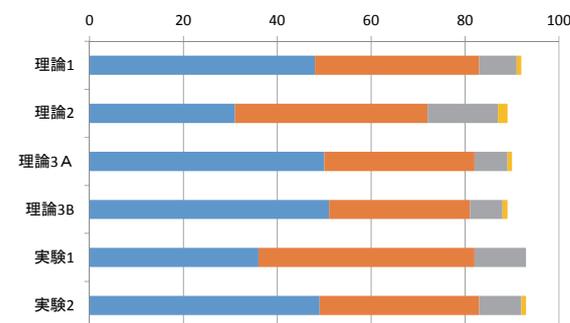
物理チャレンジへの応募について：横軸の数字は回答数。



各種イベントについて：大変有意義(青)、有意義(橙)、あまり有意義でない(灰)、有意義でない(黄)。横軸の数字は回答数。



問題の難易度(横軸の数字は回答数)：左から順に難、やや難、やや易。



問題の内容に対する興味(横軸の数字は回答数)：左から順に、大変興味深い(青)、興味深い(橙)、あまり興味がない(灰)、興味がない(黄)。

# 物理チャレンジ10周年記念 ジュニアチャレンジ開催される



プレチャレンジ部会  
岡山大学 味野 道信

## 小学生対象のジュニアチャレンジ

2005年から始まった物理チャレンジは、今年2014年に第10回大会を開催することができた。これを記念して、小学生の親子を対象としたジュニアチャレンジが仙台、岡山、大阪、東京で企画実施されている。今までも、プレチャレンジとして、高校生や高校の先生方を対象に物理チャレンジや国際物理オリンピックの問題を紹介する活動が続いている。今回、小学生を対象にしたジュニアチャレンジが企画されたのは、単に過去の10年間を振り返り記念するのではなく、2022年に日本において国際物理オリンピックが開催されることが決定しており、そのときに選手として活躍が期待されている若い世代にも積極的に物理チャレンジを紹介することを目指したためである。そのため、「めざせ！未来の物理オリンピック選手」をキャッチフレーズとしている。また、親子で参加することにより、家庭から物理の楽しさを体験してもらいたいと考えている。仙台では7月20日にNPO Natural Scienceによって東北大学川内北キャンパスで開催されたサイエンスデーに参加し、小学生が電磁石の作成と関連する実験を親子で体験した。関西地区では、大阪市立科学館でパネル展示と過去に物理チャレンジに参加した学生による講演も企画されている。関東地区では10月に東京理科大学葛飾キャンパスにおいて実験講座が計画されている。



## ジュニアチャレンジ岡山

岡山でのジュニアチャレンジは、物理チャレンジ2014の開会式前日の8月18日に、岡山大学創立五十周年記念館においてNPO物理オリンピック日本委員会、岡山大学の主催により開催された。7月から広報と募集を行い、地方新聞などによって紹介されたこともあり、約80組160人が参加した。

最初にNPO物理オリンピック日本委員会の二宮副理事長の挨拶があり、引き続き原田理事から物理チャレンジや国際物理オリンピックの内容、そして2022年に日本で国際物理オリンピックが開催されることが説明された。

開会式に続いて、中部大学名誉教授の岡島茂樹先生によるサイエンスショー「天の邪鬼の真面目な科学実験 —自然科学における反対の世界—」が実施された。上下を反転させると異なった顔に見える絵や反対からも演奏できる楽譜等の話題から、関連する興味深い物理の世界へと続く話に、小学生親子も引き込まれているようであった。コーナーキューブミラーの実演では、自転車の反射鏡に隠されていた秘密に改めて驚き、プリズムと凸レンズを組み合わせた分光実験では不思議そうにスクリーンをみつめていた。その他には、ペルチェ効果とゼーベック効果、空き缶に自転車の空気入れで空気を押し込んでの断熱圧縮と断熱膨張の実演、ピエゾ素子によるスピーカーと発電実験、コイルと永久磁石を組み合わせた発電機とモーターの原理説明、発光ダイオードが太陽電池としても利用できる演示実験、水の電気分解と燃料電池などと、不思議

のてんこ盛りに参加者は驚いていた。上記のように小学生には高度な内容も含まれていたが、サイエンスショーの後にはステージ上に集まり、思い思いに実験器具に触っては楽しんでた。また、質問も多数寄せられ、科学への興味を大いに喚起できたと思える。

後半は、サイエンスショーでも紹介された発電機の体験として、風力発電工作を味野の担当で実施した。紙コップをはさみで切って風車を作り、発電機に両面テープで固定した。小さい子どもには紙コップを均等に切りバランスよく羽を広げることが少し難しいようであったが、親子で協力して無事全員の風力発電セットのLEDが点灯した。

開会式前に物理チャレンジを詳しく知っている親子はあまり多くはなかったが、ジュニアチャレンジ終了後には多くの参加者に理解していただいたと思っている。今回の参加者から、是非、2022年の国際物理オリンピック日本大会へ向けてのチャレンジャーが現れることを期待したい。

最後に、岡山でのジュニアチャレンジの実施には、広報などで岡山県から多くの協力を頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。

岡島茂樹先生のサイエンスショー



サイエンスショーの実験器具をさわる



風車を作る

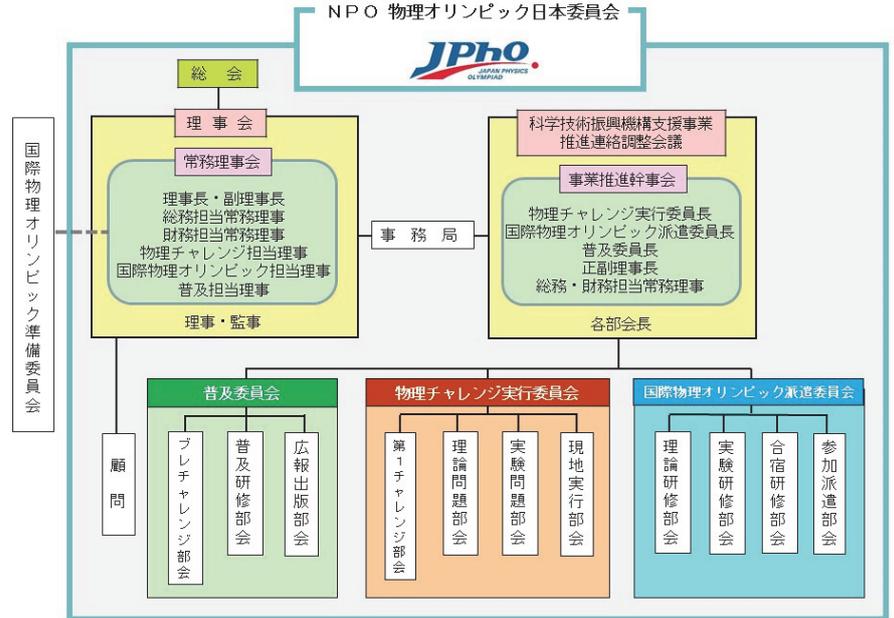


風力発電器でLEDを点灯

# JPhO だより

## 第10期(平成26年度)のJPhO

10周年を迎えた物理チャレンジ・オリンピック事業は、3年前に設立されたNPO法人JPhOによって継続されています。その組織は、右図に示すように、法人業務を行う理事会と物理チャレンジ・オリンピック派遣事業を行う「科学技術振興機構支援事業推進連絡調整会議」の2本立てになっています。後者の中には実行部隊として国際物理オリンピック派遣委員会、物理チャレンジ実行委員会、および普及委員会があり、さらにいくつかの部会に分かれてそれぞれの役割分担を担っています。これらは100名近い大学や高校の教員のボランティアによって支えられています。第10期(2013年9月～2014年8月)の各委員長と部会長を下の表にあげます。



国際物理オリンピック派遣委員会	委員長	光岡 薫	バイオ産業情報化コンソーシアム
	参加派遣部会長	中屋敷 勉(兼)	岡山一宮高校
	合宿研修部会長	毛塚 博史	東京工科大学
	実験研修部会長	中屋敷 勉	岡山一宮高校
	理論研修部会長	田中 忠芳	金沢工業大学
物理チャレンジ実行委員会	委員長	近藤 泰洋	元東北大学
	現地実行部会長	作田 誠	岡山大学
	実験問題部会長	深津 晋	東京大学
	理論問題部会長	荒船 次郎	東京大学名誉教授
	第1チャレンジ部会長	鈴木 勝	電気通信大学
普及委員会	委員長	原田 勲	岡山大学
	広報出版部会長	並木 雅俊	高千穂大学
	普及研修部会長	杉山 忠男	河合塾
	プレチャレンジ部会長	原田 勲(兼)	岡山大学

術振興機構支援費 3,460 万円) であり、総支出が 3,844 万円、その結果、次期繰越金 148 万円となりました。また、承認された第11期の理事・監事は下表のとおりです。

理事	尾浦 憲治郎	前期理事、大阪大学
	興治 文子	新任、新潟大学
	北原 和夫	前期理事長、東京理科大学
	毛塚 博史	前期理事、東京工科大学
	近藤 泰洋	前期理事、元東北大学
	杉山 忠男	前期常務理事、河合塾
	高橋 憲明	前期理事、大阪大学名誉教授
	並木 雅俊	前期理事、高千穂大学
	二宮 正夫	前期副理事長、岡山光量子科学研究所
	長谷川 修司	前期副理事長、東京大学
監事	原田 勲	前期理事、岡山大学
	三沢 和彦	新任、東京農工大学
	天野 徹	前期監事、(株)島津製作所
	光岡 薫	前期理事、バイオ産業情報化コンソーシアム

現在のJPhOの会員は下表のとおりです。正会員は総会での議決権をもち、当NPOの運営に関わります。学生会員は物理チャレンジ・オリンピックを経験した大学生・大学院生です。賛助会員は当NPOを支援していただく会員です。これらの会員のますますの増強を図っていくために広報活動をさらに強化したいと思います。

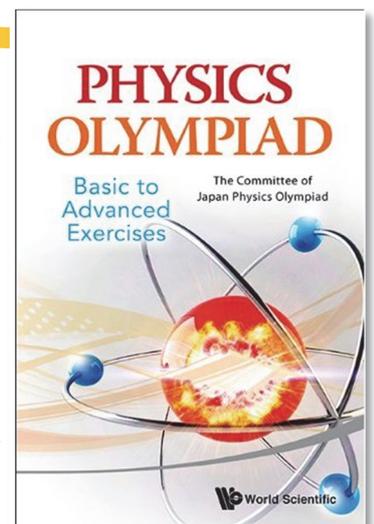
個人会員	正会員	60名
	学生会員	11名
	賛助会員	92名
団体会員	正会員	4団体
	賛助会員	3団体

## 平成26年度(第3回)通常総会の報告

6月21日に開催されたJPhO総会において、平成25年度の事業報告と収支計算報告が承認され、第11期(2014年9月～2016年8月)の理事・監事が選定されました。平成25年度の総収入は3,992万円(会費83万円、寄付449万円、科学技

## JPhO、世界に発信

JPhOが2010年に丸善から刊行した『オリンピック問題で学ぶ世界水準の物理入門』をもとに、英語版の問題・解説集『Physics Olympiad—Basic to Advanced Exercises—』をWorld Scientificから刊行しました。7月に開催された国際物理オリンピック・カザフスタン大会でも宣伝し、参加役員の多くから購入の希望が寄せられました。



# 物理チャレンジOPたちは今... Part 1

## 動きに魅せられて...

東京大学大学院理学系研究科博士課程1年  
国際物理オリンピック2007、  
物理チャレンジ2006/2007参加 西口 大貴



昔から、動くものが好きだった。幼稚園の頃は、道中の工事現場で「働く車」を見続けるあまり、家を早く出ても遅刻ばかりしていたらしい。動物園や水族館の類は、いまでも何時間居ても飽きないくらい大好きである。魚の群れが形を変えながら動いていく様子などは圧巻だ。目で見て分かる「マクロな変化」が私の心をくすぐるようだ。今思うと、私は元来、非平衡状態が好きだったらしい。

非平衡統計物理という分野でこんな研究ができるとは、大学1、2年生のときには到底知らなかった。そんな私が学部時代に熱中したのが「サイエンス・コミュニケーション」である。サークルを立ち上げ、自分が面白いと思う科学的内容を、目で見て聞いて分かるような実験を通して、小中学校・科学館・学園祭などで伝えてきた。自分が面白いと思う気持ちを共有したいだけでなく、同じ現象を見たときに、他の人がどう感じるのかコミュニケーションを取るのが楽しかった。

本格的に非平衡物理に足を踏み入れたのは、学部3年の時だった。4年の学園祭学科企画での発表を目指して、有志を募って粉体の動力学の実験をおこなった。具体的には、やはり目で見て面白い「粉体のマクスウェルの悪魔」という現象などを扱った。学園祭当日の展示・実演内容を検討する際には、サークルでの経験を活かしながら、学科の仲間たちと、いかんにして実験を演示するか・どのようにすれば誤魔化しなく分かりやすく伝えられるかを一緒に考えた。

粉体動力学も面白い。しかし、やはりもっと活発に、アクティブに動くものがカワイイし、何より見ていて自分が楽しい。そこで、4年生で今の研究室に配属されてからは、Active Matterの研究を始めた。Active Matterとは、動物や微生物などのように、自ら動き回るもののことである。たとえば、イワシの群れは大きな渦を作ることがある。1匹1匹は自分が渦のどの位地にいるかは把握しておらず、自分の周囲の数匹の仲間しか見えていないはずであるのに、渦というマクロな現象が現れる。個々の構成要素である魚がどのように振る舞えば、このようなマクロな運動が現れるのか？ そんなことを考える分野である。

私は自分で動き回る直径 $3\mu\text{m}$ のコロイド粒子や特殊な形の大腸菌を作って、これらの集団運動を解析している。顕微鏡を覗き込んで、ちょこまか動き回る様子を撮影し、こういった動くものの集団に潜む普遍的な法則を見出そうと画策している。

研究以外では、最近では大学院生主体のサマースクール「物性若手夏の学校」の運営に尽力している。私が夏の学校やサイエンス・コミュニケーションなどの活動に力を注ぐ原動力として、チャレンジのおかげで科学に触れる機会を多く得られたことへの感謝と、チャレンジで得た繋がり大切さ・有難さを知っていることが挙げられる。同じ思いはチャレンジのOB/OGで共有されていると思う。実際、サークルの後輩や夏の学校のスタッフの中に、チャレンジ・IPhOのOB/OGがたくさんいるのである。皆、JPhOで得た経験・理念を今の自分なりに実践しているのだろう。

## イギリスでの大学生活

The University of Edinburgh,  
School of Physics and Astronomy 3年  
物理チャレンジ2011参加 櫻井 幹生



エジンバラ大学は、物理学がまだ“自然哲学”と呼ばれていた17世紀から物理学と歴史的に密接な関係を持ち、優れた功績を誇っている。それはJames Clerk MaxwellやMax Bornをはじめとして、最近ではPeter Higgsに至るまでの第一線の研究者が在籍してきていることからもうかがえる。このような背景を持つ大学に飛び込んだのは私にとって“チャレンジ”であったと言っても過言ではない。入学から3年目を迎えている現在の、私は数理物理学を専攻している。数理物理学は“ウロボロスの蛇”にみられる自然界の階層のすべてを対象にしており、自然界の構成・構造・進化を数学という言語を通して厳密に理解しようとする学問である。

エジンバラは街全体が世界遺産に登録されており、歴史ある街並みも美しく、自然も大変豊かである。また、程よい都会具合であって、学業に集中することができ、イギリスはもちろん、EUをはじめとした世界各国から学生が集まる国際色豊かな大学である。Personal Tutorと呼ばれる担当教官が各個人についていたり、チュートリアルという講師:学生=1:5ほどの少人数での演習授業が全科目で組まれていたり、面倒見も良く、学問をやるには最適な場が整っている。その効果もあってか、第1学年時には、学科内最優秀賞にあたるClass Medalと成績優秀者に与えられるCertificate of Meritを受賞することができた。学業と同様に、Societyの活動やボランティア活動も非常に盛んである。私自身は第2学年時に、物理系の1年生の数学学習支援をするボランティアであるMaths Buddiesのメンバーとして活動していた。そして、その活動が評価され、Edinburgh Awardを受賞した。これらの経験からも、何事に関しても正当に評価される環境が整っていることが私の大学の特色であると言える。

海外の大学の特徴の一つとして、長い夏季休暇があげられる。私の大学にも約4ヶ月の夏季休暇がある。過ごし方は様々であるが、将来を見据えた体験をしようとする人が多いように感じられる。私の場合は、現在の関心は加速器を使った高エネルギー物理学にあるのだが、専攻している数理物理学が非常に幅広い分野から構成される学問であることから、フレキシブルで幅広い視野を養おうと試みている。そのためにも、様々な分野の最先端の研究について身をもって知ることが大切だと感じて、KEK、国立天文台、理化学研究所などのインターンシップに参加してきている。

最後になってしまったが、物理チャレンジについてもふれておきたい。私の母校、本郷高校では科学部の活動の一環として物理チャレンジに参加することが主である。私自身もそうであったが後輩たちを見ていても、物理チャレンジ、とりわけ第2チャレンジに参加することは、自信やモチベーションになっていると感じている。中学・高校生という比較的早い段階でこのような強固な精神的支柱を獲得できるのは大変貴重であり、自身の可能性を拡大する機会になり得るのである。

かつて与えられた貴重な体験に感謝するとともに、今は自らの学業に邁進することで、将来的に物理チャレンジのような育成を起点とする、物理学をはじめとしたサイエンスの発展に寄与していきたい。

Class Medal 授賞式



## 物理チャレンジOPたちは今... Part 2

### チャレンジで生まれた研究仲間

東京大学大学院理学系研究科修士課程 1年  
国際物理オリンピック 2009、  
物理チャレンジ 2008/2009 参加

蘆田 祐人



初めて物理チャレンジに参加したのは、高校2年の夏です。当時、通っていた高校に物理について議論できる同世代の友人がいなかった自分にとって、物理チャレンジは同じ興味を持つ仲間をつくる絶好の機会となりました。そこで出会った先輩や友人とは大学院に進んだ今でも繋がりがあり、中には同じ研究室に所属して日頃ともに研究を行っている仲間もいます。

さて、自分が今何をしているのかについて話を移しましょう。一言で言うと、ミクロな量子の世界を極限的に良い視力の「眼」で「見る」とどの様な不思議な現象が起こるかについて研究しています。まず、サッカーボールを「見る」ことを考えましょう。この場合、ボールにあたって反射した光が我々の眼に入ることによってボールを「見る」ことができます。次に、もう少し小さいスケールを考えてみましょう。例えば、生物の細胞などを観察することを想像して下さい。この場合、もはや肉眼で「見る」ことは難しいのでレンズなどの光学系により観察対象を拡大することで対象を「見る」ことができます。これが顕微鏡でものを「見る」ときの原理です。では、さらにもっと小さいスケールを「見る」ことを考えていくと、どうなるのでしょうか？

上で述べた「見る」はいずれも量子効果が重要な役割を果たしていないという点で古典的な、マクロな世界の話です。これよりもさらに小さいスケールを考えるためには量子論が必要になります。量子論で記述されるミクロな世界では、「見る」までは状態が本質的に不確定なために、「見る」ことで観察対象の状態が変化することが知られています。これを波束の収縮と呼びます。「見る」まではボールの位置が不確定で、ボールの位置を「見た」途端にボールが一点に収縮するという事がミクロな世界では起こるのです。実は近年、このようなミクロな量子の世界を覗くことができる「量子顕微鏡」と言うべきものが実現されました。この場合「ボール」にあたるものは原子で、原子から発せられる蛍光を高開口数のレンズで拡大し、「眼」にあたる低ノイズのCCDカメラで「見る」のです。

この量子顕微鏡の実現により、我々は多体系の量子ダイナミクスをリアルタイムで「見る」ためのツールを手に入れました。上で述べたように、「見る」という行為は量子ダイナミクスに本質的な影響を及ぼします。その時、ダイナミクスを記述するためにはどのような理論が必要になるのでしょうか。新しい現象としてどのようなものが考えられるのでしょうか。さらに、「見る」ことで得た情報を用いて操作を加えると（いわゆるマクスウェルの悪魔の問題）、どんな面白い現象が引き起こせるのでしょうか？

自分はこれらの問いに答えるべく、日々研究を行っています。物理チャレンジを通して出会えた先輩や友人との議論は、自分が研究を行う上での中心となっています。このような繋がりを得られたこと、そしてその機会を与えて下さった方々にとっても感謝しています。

### 最近考えていること

京都大学大学院理学系研究科数学教室博士課程 3年  
国際物理オリンピック 2006、  
物理チャレンジ 2005 参加

疋田 辰之



私は今、幾何学的表現論と呼ばれる分野の研究をしています。表現論とは大雑把に言えば群や環などの代数系の線形空間への作用を研究する分野の総称です。何か具体的に一つ代数系を取るごとに、その表現論を考えることができます。そして「意味のある」代数系の表現論は他の数学や物理などの分野に応用を持つことが期待されます。表現論は様々な数学の交わる場所にあるのです。

幾何学的表現論というのは幾何的に表現を構成したり、表現たちの満たす（圏論的、組み合わせ論的な）パターンを幾何学的に実現したりすることによって表現論を研究する分野です。幾何と表現論を結びつける方法はいくつかありますが、単純な場合だと例えば群が作用する空間を持ってきてそれを線形化することにより、その群の表現を構成することができます。あるいは行列の積を定義すると類似の構成を用いて幾何的に代数そのものを構成することができる場合もあります。幾何的に代数やその表現を実現することの利点としては、例えば幾何の道具を使うことによって、代数的な手法では示すことが難しい命題を示すことができる、といったものがあります。そのかわり、与えられた代数を幾何的に実現するというのはいずれも非常に難しい問題であると思われます。

私は同じ表現論と異なる方法で関係している二つの幾何を結びつける理論を見つける、ということを目指して研究しています。物理の理論が自然現象を記述するものであるように、そのような理論を見つけようと思った背景には、とある組み合わせ論的な現象（予想）があります。その予想は全く異なる方法で定義された二つの対称多項式が一致するというもので、そのうち片方にはすでに（Hilbert scheme を用いた）幾何的な解釈が知られていました。もう一方の多項式は（組み合わせ論素人の私には）どうやって見つけたのかよくわからないものだったのですが、それには同じ（DAHA の）表現論と関係する別の幾何（affine Springer fiber）を用いた解釈を与えることができる、ということを示しました。何らかの方法で二つの幾何を結びつけることにより、予想に対する理論的な説明を与えるというのが私の目標の一つです。

現時点では二つの幾何の間関係がどうあるべきなのかを推測するための材料が不足しているため、まだそのような理論の存在は妄想に過ぎない部分があります。また仮にあったとしても、それを直接証明するというのは手が付けられない問題であるように思われます。最近妄想から取り出せる、実際に計算して確かめることができそうな（できれば新しい）現象を見つけようといういろいろ試行錯誤しています。といっても、自分の場合大抵の安直な予想は外れる傾向にあるので、過度に期待はせず、過度に失望せず、落ち着いて研究を進めていこうかと思えます。