

# JPhO News Letter

Japan Physics Olympiad

No. 4 2012年9月

## CONTENTS

- 02 新理事長のあいさつ
- 03 国際物理オリンピック 2012 エストニア大会
- 04 IPhO2012 エストニア大会での出題問題
- 05 物理チャレンジ 2012 第2チャレンジ開催
- 06 物理チャレンジ 2012 第2チャレンジでの出題問題
- 07 物理チャレンジ 2012 参加者の感想
- 08 OP 近況報告



国際物理オリンピック 2012  
金メダルを獲得



国際物理オリンピック 2012  
開会式でクエート代表選手団と一緒に。



物理チャレンジ 2012 実験コンテスト

国際物理オリンピック2012エストニア大会で日本選手が活躍  
物理チャレンジ 2012 全国大会 (第2チャレンジ) 開催される  
物理チャレンジOPたちの近況

特定非営利活動法人 物理オリンピック日本委員会  
NPO The Committee of Japan Physics Olympiad (JPhO)

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3 東京理科大学 1号館 13階  
Tel: 03-5228-7406 E-mail: info@jpho.jp HP: www.jpho.jp/

# JPhO新理事長あいさつ

特定非営利活動法人 物理オリンピック日本委員会 理事長

東京理科大学 北原 和夫



## 第2期がスタート、さらなるご協力を

9月8日の理事会で理事長に選ばれました。昨年3月本委員会はNPOとして認定されてから、大震災直後の様々な困難の中で有山理事長(当時)の献身的な努力によって、NPO活動の基盤ができました。そのあとを継いでさらにNPOとして継続的に事業を推進するための基盤固めを進めて参りたいと思います。

JPhOは、定款にありますように、全国物理コンテスト「物理チャレンジ」を開催し、「国際物理オリンピック」に生徒を派遣することを通して、日本の若者たちの科学への関心を高め、科学を通して若者たちと関係者の連帯を構築して、日本並びに世界の持続可能な将来を構築することを目指します。したがって事業活動はJPhO内に留まるのではなく、むしろ様々な団体、個人との協働によって大きな流れをつくっていくことが求められます。

NPOとは、社会貢献をしようとする個人が集まって「継続的事業体」を形成するものであり、その事業のために社会からの支援を受けられることができる「法人」格をもちます。JPhOの中には様々な役割分担がありますが、基本的にNPOの中ではメンバーは平等であります。様々な相違を超えて、むしろ多様性を活かして、活動がさらに活性化することを願っています。身分や立場の相違を理由にハラスメントが内部に起こるならば、NPOとしての存在基盤が崩壊します。社会貢献をしようとする個人の集まりであるNPOという設立趣旨をJPhO内部に周知することによって社会から信頼される事業体でありたいと願うものです。

われわれの活動の財政的基礎は、ほとんどを科学技術振興機構(JST)の「国際科学技術コンテスト支援事業」による支援に基づいています。支援事業費は事業計画にしたがって交付されるものなので、計画通りに予算執行されなければなりません。それを補完するものとして、恒常的な研究開発活動、会員の協力支援による新たなプロジェクトの試行を行い、漸次予算化していく「経営」の在り方を模索したいと考えています。特に、2022年にはわが国での国際物理オリンピック開催が求められております。長期的な広報と人材育成の戦略を建てることを今期行いたいと思います。JPhOだけの議論に閉じず、JPhOを巡る社会、学協会、産業界、政策の動向を調査し、究極的には様々な動きと連動して、大きな潮流を創出することが重要であると考えています。

皆様のご協力をよろしくお願いします。

## 新理事および監事

5月の通常総会にて決定された第2期(2012年9月～2014年8月)の理事および監事は次の通りです。

### 【理事】

- 江尻 有郷 (琉球大学元教授)
- 尾浦憲治郎 (大阪大学特任教授・名誉教授)
- 北原 和夫 (東京理科大学教授)
- 毛塚 博史 (東京工科大学教授)
- 近藤 泰洋 (東北大学元教授)
- 杉山 忠男 (河合塾講師)
- 高橋 憲明 (大阪大学名誉教授)
- 並木 雅俊 (高千穂大学教授)
- 二宮 正夫 (岡山光量子科学研究所長、  
京都大学名誉教授)
- 長谷川修司 (東京大学教授)
- 原田 勲 (岡山大学特任教授・名誉教授)
- 光岡 薫 (産業総合研究所研究チーム長)

### 【監事】

- 天野 徹 (株式会社島津製作所顧問)
- 石渡 信一 (早稲田大学教授)



物理チャレンジ2012第2チャレンジ実験コンテストの様子



物理チャレンジ2012第2チャレンジ金賞受賞者

# 国際物理オリンピック 2012 エストニア大会報告

## 充実したエストニア

国際物理オリンピック 2012 が無事に終わりました。7月14日から24日まで滞在したエストニアは、夜10時になっても昼間のような明るさで、北極圏近くに来たことを実感しました。気温も20度程度と過ごしやすい気候で、食事もおいしく、素敵な国でした。また、首都タリンでは無線LANが無料で気軽に利用でき、IT環境が整った国でした。無料インターネット電話のスカイプはエストニアで開発されたそうで、今大会でも代表選手と引率役員の連絡手段として用意されていました。



今回の大会には81カ国・地域から378名の生徒が参加しました。エストニアの文化に触れる機会や、生徒同士が交流する時間も十分にとってあり、試験以外の面でも充実した大会となりました。7月20日には代表選手が試験を受けたタルトゥという街を、物理一色にする記念行事が開催されました。夕方には、1996年にフラーレンの発見でノーベル化学賞を受賞したクロトー博士の講演もありました。



閉会式にてアイスランド選手団と



クロトー博士の講演会

国際物理オリンピック参加派遣部会長  
新潟大学 興治 文子



## 国際物理オリンピック 2012 日本代表選手の成績

榎 優一	灘高等学校 (兵庫県)	2年生	金メダル
大森 亮	灘高等学校 (兵庫県)	2年生	銀メダル
笠浦 一海	開成高等学校 (東京都)	3年生	金メダル
川畑 幸平	灘高等学校 (兵庫県)	3年生	銀メダル
中塚 洋佑	滋賀県立膳所高等学校 (滋賀県)	3年生	銀メダル

## 代表選手たちのコメント

**榎 優一**：理論、実験ともに面白い問題だったのですが予想以上に難しく、方針が立たないものが多くて苦戦しました。交流も去年よりは話せたものの英語力のなさが感じられました。自分の力不足が感じられる大会だったので今後も頑張りたいと思います。

**大森 亮**：かねてからの念願だった国際物理オリンピックに出場することができ、本当に嬉しく思います。今までの人生に無いような経験ができ、何より世界中の人と話せたことが本当によかったです。また、自分にとってこれからも頑張るための起爆剤ともなりました。銀メダルという結果でしたが、この結果をこれからの繋げて行きたいです。

**笠浦一海**：観光や他国の選手との交流は楽しく、また試験問題は興味深く、非常に密度の濃い数日間を過ごすことができました。この経験を通して、自分は様々な面で成長することができたと思います。このような機会が与えられたことに、非常に感謝しています。

**川畑幸平**：金メダルを取れなかったことが非常に悔しいです。しかし、ここまで来られたのも僕を支えてくださった多くの人たちのおかげです。感謝の気持ちを忘れることなく、今後もオリンピックで得た経験をいかして様々なことにチャレンジしていきたいと思います。

**中塚洋佑**：このエストニア大会は僕にとって人生で忘れられない思い出のひとつになりました。特に他国メンバーとの交流は印象深く、名刺に書いていたラグランジュ方程式で意気投合した人もいて、将来海外で研究したい思いが強まりました。

## エストニア大会の成績

今大会の問題は、大変難しいものでしたが、日本の代表選手は優秀な成績を収めました。エストニア大会が独自に企画したPhysics Cupでは、川畑幸平くんが11位に入賞し、実験装置が贈られました。

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での日本選手団の成績



華やかな閉会式



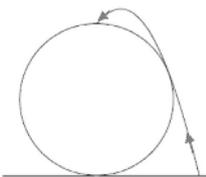
平野文部科学大臣表敬訪問

# 国際物理オリンピック 2012 エストニア大会で出題された問題

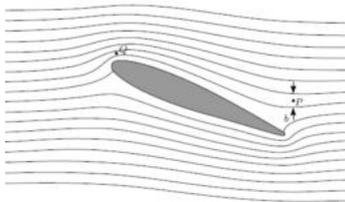
## 理論問題 一ひらめき、センス、天才性が問われた

理論試験は5時間、30点満点の試験で、第1問が13点、第2問が8点、第3問が9点の配点だった。第1問は、図を描いて物理的な本質を読み取ることで、問題をなるべく簡単に解決しようという趣旨の問題で

3つのパートに分かれていた。パートAは運動学の問題で、平地に置かれた球状の物体の頂点に地上からボールをぶつけようとした時に必要な最小の初速を求める問題だ(右図)。どのような軌道を描いた時に最小の初速になりうるかを考えだす想像力と、思いついた状況を比較して実際に



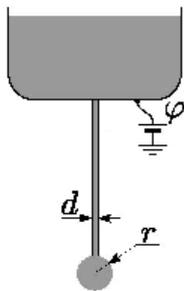
どの場合が最小なのか考察する力が必要とされる問題で、限られた時間の中で正しい軌道にたどり着くことは難しい。さらに、正しい軌道を得たとしても、その後の数学的処理を簡単にするためにはもう一工夫必要である。計算力よりもセンスが重視される問題だ。パートBは翼の周囲の空気の流れに関する問題である(右図)。与えられた流線の図をもとにして、湿度が上がって来た時に結露し始める位置や、湿度を固定して速度を上昇させた時に結露が始まる速度を求める。



ベルヌーイの定理についての正しい理解や、流れる空気が断熱膨張するという発想、流線に沿った保存量の概念などが求められる。高校生にここまで要求するのはかなり酷だ。パートCは磁束を閉じ込めた超伝導物質からなるストローに働く力を求める問題だ。仮想仕事の概念や、磁荷と電荷を対比させる発想を持つことができれば他のパートに比べると簡単に解くことができる問題だ。第1問を通して発想力が問われている。

近年の物理オリンピックでは初期のオリンピックに比べて、問題文で解説された目新しいことに対する理解力や込み入った状況の問題を処理する計算力が試されることが多くなっていたが、今回は一転して発想力、既知の概念に対する深い理解が問われる近年にない新傾向の問題だった。生徒の天才性を見いだすという観点では非常によい問題であると思う。ただ、この問題を解く立場にある選手にとって、限られた時間の中で数多くの発想を求められるかなり過酷な試験であったことは間違いない。

第2問はケルビンの点滴と呼ばれる高電圧を作り出す実験装置(右図)に関する問題だ。前半では点滴から落ちる水滴の性質を調べ、後半ではその性質を前提としてケルビンの点滴の動作原理とその限界について考察する。表面張力と静電気学についての理解が問われる。問題文中に何をやる実験装置か記載されていないために、そのことを素早く把握し全体像をいち早く理解することが重要だ。



第3問は原始星の誕生をモデル化した問題だ。希薄な星間ガスが重力によって等温的に収縮した後、光学的に厚くなって断熱的に収縮するというモデルを考察する。力学、熱力学について広汎な知識が問われるが、今回出題された理論問題の中では最もスタンダードなものである。

全体として分野がうまく散らばりバランスがよい。物理オリンピック

東京大学理学部物理学科4年  
物理チャレンジ2005, 2006, 2007, 2008 参加  
国際物理オリンピック2006, 2007, 2008 参加



村下 湧音

を発想力、天才性を問う場であると考えれば、秀逸な問題であったと言えるだろう。一方で、努力、秀才性を問う場であると考えれば、努力を反映した結果を生み出す問題ではなく、批判的にならざるを得ない。第1問のパートA, Bが非常に難しいので、そこで心を折らずに解ける部分を着実にものにする精神力も問われる問題だった。

## 実験問題 実験の習熟度が問われた

実験試験は5時間、20点満点の試験で、大問2問で各10点の構成だ。第1問は水を張り、その下にネオジム磁石を置くことで、水面を曲げる。その水面の曲がり具合から水の透磁率を求める実験だ(下図)。水面の形状を求めるためにレーザー光をあてて反射光の位置から水面の傾きを割り出す。傾きがわかったらそれを積分することで水面の形状を知ることができる。磁石の磁束密度が与えられているので、水面が等エネルギー面になることを用いて、水の透磁率を計算できる。測定方法は問題文中に指示されているのでさほど難しくなく、簡単な実験装置で水の透磁率をはかることのできるよい問題だと思う。



第2問は電気的ブラックボックスの中にある非線形素子の特性を電源とマルチメーターを用いて調べるという実験だ。測定回路や測定方法が問題文中に明記されておらず、回路に慣れていないと何をすべきかもままならない。装置に素早く順応する能力が求められる。現象の理解に、負性抵抗の知識も要求される。かなりの難問だ。両実験装置とも安価で

国	金	銀	銅	順位
中国	5			1
台湾	5			1
シンガポール	4	1		3
韓国	3	2		4
米国	3	2		4
ロシア	3	2		4
タイ	3	1	1	7
日本	2	3		8
香港	2	2	1	9
ドイツ	2	2	1	9
ベラルーシ	2	2	1	9

コンパクトに作り上げられていて、アイディアが素晴らしい。しかし、全体的に分量が多く、解ききるには時間的にも厳しい実験課題であった。

国際物理オリンピック2012での成績上位国。順位はメダルの種類と数に基づく。

# 物理チャレンジ 2012 第2チャレンジ開催報告



物理チャレンジ 2012 実行委員長  
岡山大学 原田 勲

第8回全国物理コンテスト「物理チャレンジ」は、暑い夏の盛りの8月5日、岡山に101名のチャレンジャーを集めて幕を開け、理論・実験コンテストを含む様々な行事を無事終え、8日に幕を閉じました。

今回の開会式では、ノーベル賞受賞者の益川敏英先生が「現代社会と科学」と題して講演され、会場からの質問にも答えられました。これらは、参加した若い高校生や中学生諸君に、自分の将来への希望と目標について考える良い機会を与えたことと思います。

## 閉谷学校

開会式以降は、岡山の静かな山間にある岡山県青少年教育センター閉谷学校に場所を移し、岡山県からB級グルメの“かきおこ”、ブドウの“ピオーネ”などの歓待で始まりました。2日目の理論コンテスト、3日目の実験コンテストはこれまでも増して骨のある問題であったと思いますが、詳細は次ページの各部会長からの報告をご覧ください。

2日目の理論コンテスト後、国宝の閉谷学校講堂で行われた論語講読では、論語の中身をかみしめる前に、正座した足の痛さに悲鳴を上げたのは私ばかりではなかったと思います。でも「子曰く、学びて時にこれを習う、亦説ばしからずや」の一説は、これからの学習時に是非反復して頂きたいと願っています。3日目には、世界有数の放射光施設 SPring 8 を見学しました。世界最先端の機器を備え、若い研究者が行き来する雰囲気、参加者は自分の将来像を見た人も多かったのではと思います。特に、その後、お弁当を共にしてくれた若い研究者との懇談会における生徒たちの真剣なまなざしは印象的でした。

この様に、コンテストばかりでなく施設見学、宿舎の掃除、友達との語り合いなど、朝早くから夜遅くまで、内容の濃いスケジュールを集中力を切らさず、しかも体調管理もしっかりして過ごしていました。

最終日の表彰式・閉会式を終え、元気にそれぞれの故郷に帰って行った101名の皆さん、この4日間に築かれた様々な思いや、友達とのネットワークは、これから益々発展し、活発化するものです。

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に、こ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)

笠浦 一海 開成高等学校 3年生 (東京都)

### ・岡山県議会議員賞 (高校2年生以下で総合成績トップ)

大森 亮 灘高等学校 2年生 (兵庫県)

### ・岡山大学長賞 (女子参加者で総合成績トップ)

川勝 真理 ユナイテッド・ワールドカレッジ・

アドリアティック 3年生 (イタリア)

### ・金賞

大森 亮 灘高等学校 2年生 (兵庫県)

岡本 泰平 大阪星光学院高等学校 3年生 (大阪府)

笠浦 一海 開成高等学校 3年生 (東京都)

川畑 幸平 灘高等学校 3年生 (兵庫県)

田中 駿士 岡山県立岡山朝日高等学校 3年生 (岡山県)

中塚 洋佑 滋賀県立膳所高等学校 3年生 (滋賀県)

### ・銀賞

榎 優一 灘高等学校 2年生 (兵庫県)

江馬 英信 灘高等学校 2年生 (兵庫県)

落合 宏平 山梨県立甲府南高等学校 3年生 (山梨県)

小林 伸 山梨学院大学附属高等学校 3年生 (山梨県)

佐藤 謙 聖光学院高等学校 3年生 (神奈川県)

澤岡 洋光 大阪星光学院高等学校 2年生 (大阪府)

白井 秀和 大阪星光学院高等学校 2年生 (大阪府)

高谷 謙介 白陵高等学校 3年生 (兵庫県)

高野 佑磨 東京学芸大学附属高等学校 3年生 (東京都)

高橋 優輔 立教池袋高等学校 2年生 (東京都)

藤原 一暁 大阪星光学院高等学校 3年生 (大阪府)

吉川 成輝 開成高等学校 2年生 (東京都)

### ・銅賞

石井 達也 東京都立日比谷高等学校 3年生 (東京都)

上田 研二 洛南高等学校 2年生 (京都府)

上原 英晃 宮崎県立宮崎西高等学校 3年生 (宮崎県)

大平 俊介 筑波大学附属駒場高等学校 2年生 (東京都)

岡本 史也 神奈川県立柏陽高等学校 既卒生 (神奈川県)

河村 祐輝 愛媛県立三島高等学校 3年生 (愛媛県)

北原 真一 広島県立広島国泰寺高等学校 3年生 (広島県)

小泉 佳祐 報徳学園高等学校 3年生 (兵庫県)

阪口 洋至 慶應義塾高等学校 2年生 (神奈川県)

真田 兼行 灘高等学校 1年生 (兵庫県)

谷口 大輔 栄光学園高等学校 2年生 (神奈川県)

外園 晋夫 聖光学院高等学校 3年生 (神奈川県)

### ・優良賞

伊藤 尚人 三重県立四日市高等学校 3年生 (三重県)

内野 克哉 大阪星光学院高等学校 2年生 (大阪府)

小野瀬 雅徳 筑波大学附属駒場高等学校 2年生 (東京都)

川勝 真理 ユナイテッド・ワールドカレッジ・

アドリアティック 3年生 (イタリア)

桐野 将 本郷高等学校 2年生 (東京都)

児玉 知己 宮崎県立宮崎西高等学校 2年生 (宮崎県)

高荒 大明 本郷高等学校 3年生 (東京都)

包含 広島学院高等学校 3年生 (広島県)

堤 真人 大阪星光学院高等学校 3年生 (大阪府)

出口 裕佳 桐蔭学園高等学校 3年生 (神奈川県)

寺山 智春 東京都市大学付属高等学校 2年生 (東京都)

永井 瞭 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校  
2年生 (神奈川県)

平田 祐登 聖光学院高等学校 2年生 (神奈川県)

廣田 成俊 神奈川県立弥栄高等学校 3年生 (神奈川県)

福島 理 東大寺学園高等学校 1年生 (奈良県)

牧野 将吾 愛知県立旭丘高等学校 3年生 (愛知県)

升元 健太郎 武蔵高等学校 3年生 (東京都)

松澤 健裕 栄光学園高等学校 3年生 (神奈川県)

湯泉 直也 山梨県立甲府南高等学校 3年生 (山梨県)

吉川 康太 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校  
3年生 (神奈川県)

# 物理チャレンジ 2012 で出題された問題

物理チャレンジ2012 理論問題部会 部会長  
筑波大学附属高等学校 鈴木 亨



物理チャレンジ2012 実験問題部会 部会長  
石巻専修大学 (元東北大学) 近藤 泰洋



## 理論コンテスト —現代物理学から題材をとった問題群—

国際物理オリンピックと同じ 5 時間に及ぶ理論コンテストは、毎年基本的に大問 3 つ 300 点満点の形です。今年は第 1 問 A・B 各 50 点、第 2・3 問各 100 点で、中間 2、大問 2 という形でした。第 2 チャレンジの参加者は中学 3 年生から高校 3 年生まで、しかも国際物理オリンピックの経験者まで含むので、実力の幅が非常に広いところに出題側の工夫のしどころがあります。特に高校 3 年生は大学入試のための受験準備をしている段階なので、そうした知識や訓練にかかわらず、物理的思考を問う問題を目指しました。

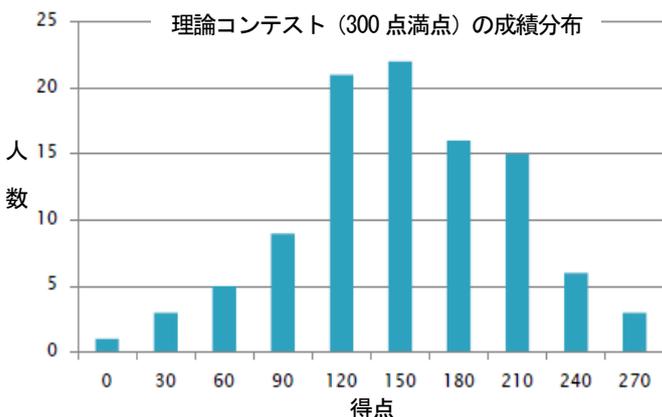
第 1 問 A は、2 原子系分子の振動を題材にしました。相対運動を考え、問題文中で示された「換算質量」を用いれば、1 体運動のように扱えます。分子間力のポテンシャルが極小の付近で近似すれば単振動と見なせます (平均 20.9 点)。

第 1 問 B は、磁性体にはたらく力で、近似計算が参加者にとって困難であったようです。問題中では古典物理の範囲内でしたが、電子の磁気モーメントなど量子物理の示唆があります。(平均 15.3 点)

第 2 問は熱機関の効率。エネルギー問題を議論するには避けて通れません。カルノーサイクルという理想化された可逆機関は大学で学ぶ熱力学の題材ですが、丁寧な誘導にしたがってエントロピーの計算などについて行けた参加者が多かったようです(平均 76.9 点)。

第 3 問は膨張宇宙。1929 年にハッブルによって示されて以来、宇宙が膨張しつつあることが知られています。最新の理論と観測では、物質のエネルギー密度は膨張とともに減少しても、「真空のエネルギー密度」は変化しません。そのために膨張が加速していると言います。「共動距離」と「固有距離」、「スケール因子」など馴染みのない概念が問題文中に登場しますが、怖気づかず果敢に挑戦した生徒も多かったようです (平均 53.3 点)。

得点分布は下図のようになりました。全体平均が 166.3 点で昨年とほぼ同じでしたが、高校 2 年生以下だけで見ると平均点は 159.9 点。これは健闘と見るべきでしょう。最高点は 296 点でした。



## 実験コンテスト —回転運動を実感する測定—

5 時間の実験コンテストでは、日頃身の回りで見かけ、体験している回転運動をテーマとした。高校物理では並進運動については良く勉強しているが、回転運動は範囲外である。逆にそのために学年によるハンディがない問題ではないかと予想した。基礎となる回転運動の方程式や慣性モーメント、トルクなどの基礎知識は問題文中で与えておき、実際に測定によってそれらを求め、理論と比較することを中心とした。いきおい実験データをとることが主となり考える部分が少なくなったことは否めないが、実際の測定によって、回転を特徴づけるパラメータとそれらの間を結びつける法則についての直感が養われることを期待した。

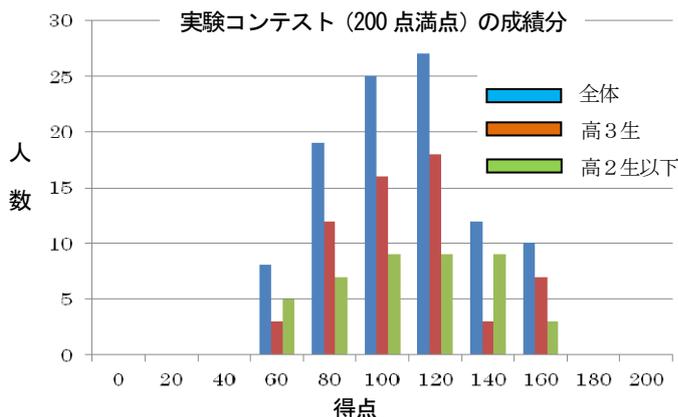
課題 1 (配点 70 点) は、両端におもりが付いた腕を持つ回転体を回転させ、回転を誘起させる力と重心周りの角速度の変化を測定してトルクと慣性モーメントの関係を確かめる問題である。データ数が多かったが、ほとんどのチャレンジャーはこの課題をこなすことができたようで平均点は 48 点と高かった。

課題 2 (配点 70 点) では、同じ質量ではあるが、内部の質量分布が異なる 3 種類の回転体を斜面上でころがし、慣性モーメントと回転エネルギー、並進運動エネルギーの関係を実験的に求める。かなり時間を費やしたチャレンジャーも多かったが、多くはこの課題まではこなすことができ、平均点も 41 点と比較的良好。

課題 3 (配点 40 点) は歳差運動を実感する問題であったが、課題 1 と 2 で時間を使い果たしたチャレンジャーが多く、歳差運動を観察できた者は少数であり、平均点も 7.1 点と低かった。

課題 4 (配点 20 点) は、回転軸が重心からずれている場合の回転を、実体振り子として観察する問題である。平行軸の定理として知られている現象であり、ボーナス問題として付け加えたが、この問題に取り掛かれた者は数名と少なかった。

下図に、チャレンジャー全体、高 3 生のみ、高 2 生以下それぞれの得点分布を示す。それぞれの平均点は 97.5、99.4、99.5 点 (200 点満点) と当初の期待通り学年による違いが見られない。最高点は、高 3 生で 155 点、高 2 生以下では 150 点であった。



# 物理チャレンジ2012参加者たちの感想



物理チャレンジ2012 現地実行部会 部会長  
岡山大学 味野 道信

第2チャレンジの参加者に対して、多くの行事もほぼ終わり、残すは閉会式のみとなった3日目の午後から夜にかけてアンケートを実施した。また各プログラムの興奮冷めやらぬチャレンジャー101名の実感を紹介したい。

ある。実験問題の時間が不足と感じたチャレンジャーが圧倒的に多くいた点は、今後の検討課題である。

## 参加までの道のり ー再チャレンジャーが約3割ー

そもそも物理チャレンジをどこで知ったかとの設問に対して、「学校の先生から紹介された」41人、「学校でのポスターを見た」15人、「ホームページを見た」13人、「友人から聞いた」12人との結果であった。物理チャレンジへの参加の回数は、3回目以上が9名、2回目が20名、残りの参加者は本年度が最初の応募である。これは、1年目は第2チャレンジまで進めなかったが、次年度の物理チャレンジに再度参加している生徒が少なからずいることを示唆している。また、第2チャレンジ参加に当たって、過去問を調べた生徒が3割、学校の先生等から指導を受けた生徒が2割程度と、何らかの準備をして岡山会場へ乗り込んでいる生徒も多いことがわかる。なお、第1チャレンジに関しては、「実験問題が有ることが良かった。」「理論問題は分かりやすかった。」などの意見があった。何人かは、第1チャレンジと第2チャレンジの問題レベルの差に少し戸惑った様である。

## 第2チャレンジでのイベントプログラム

第2チャレンジは、物理を愛する高校生が100人規模で寝食を共にする又と無い機会、これを活かして多くのプログラムが実施された。中でも、フィジックスライブと大型放射光施設 SPring-8 の見学は、ほぼ全員が楽しかったと述べている。フィジックスライブでは、「普段見ることのできない実験を生で見ることができた」、「こんな体験がしたかった」などの感想が寄せられた。たとえば、液体酸素の薄青色を知るのに、ビデオや写真ではなく実物を見る体験に勝るものはないであろう。SPring-8 では、関係者のご協力により実験ホールの見学と研究者との交流会を開くことができた。初めて見た参加者は、施設の大きさ、実験の精密さ、そして研究者の情熱に感動していたようだ。特に交流会は、研究者に直接質問することができ好評だった。ほかにも、益川先生の特別講話、地元高校生の歓迎吹奏楽、国宝の閑谷学校講堂での論語学習など、それぞれが深く心に刻まれたようである。また、公式のプログラムには明記されていないが、多くの参加者が就寝までの自由時間に全国から集まった仲間と多くのことを語りあい、新しい友人を増やせた事がとても大きな収穫であったと感じている。この第2チャレンジを3泊4日とやや長い合宿形式で実施している成果であろう。

## 第2チャレンジの問題 ー難しいけど面白いー

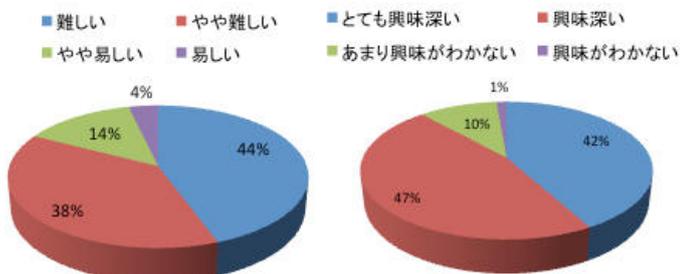
第2チャレンジでは、理論問題と実験問題にそれぞれ5時間取り組むことになる。今まで体験した事のない問題をどの様に感じたのであろうか。理論問題、実験問題それぞれについて難易度と内容に興味を持って取り組めたかどうかを尋ねた。理論、実験を合わせて集計した結果が下図である。難易度に関しては、「難しい」と「やや難しい」がそれぞれ4割を占める。十分手応えのある難問と感じている。特徴的なのは、難しい内容ながら、9割の生徒が興味深い内容だと感じている点である。時間をかけて未知の内容を理解し、解答を考えてほしいと考えた出題者の意図が十分伝わっていることが分かる。5時間の解答時間では物足りず、さらに時間がほしかったと複数のチャレンジャーがアンケートに記載している。その他、「微積や近似を使う物理の問題は、あまり解いたことがなかったので難しかった」、「題材は非常に面白かった」、「日頃実験をして実験の大切さを感じた」などの感想が寄せられた。理論問題・実験問題共に、多くの参加者が十分楽しんだようで



フィジックスライブでのデモ実験

問題の難易度

内容の感想



理論・実験問題についての感想

## これから進みたい道

最後に、物理チャレンジに参加して生徒たちが決意した今後の目標を幾つか紹介する。「物理学への興味が湧いた。物理学科にいきたい」、「科学研究に携わる仕事をしたい」、「実験もできる物理学者を目指します。まずは受験勉強頑張ります」、「ノーベル物理学賞をとるぞ!!!」、「同世代のたくさんの仲間を得られたので、これからは彼らと切磋琢磨していきたい」、「将来、大学などで今回の物理チャレンジで疑問に思ったことを学んでいきたい」、「もっと物理を勉強して来年も来たい」などなど。今回参加したチャレンジャーの更なる躍進に期待したい。

# 物理チャレンジOPたちは今

## インフレーション理論を検証する実験

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科  
素粒子原子核専攻博士一貫課程2年  
物理チャレンジ2005・2006参加

井上 優貴



私は、現在、大学院で宇宙の初期の未解決問題を解決する理論の候補であるインフレーション理論の検証を行っています。現在の宇宙論ではビッグバン理論がいくつかの観測から支持されています。しかし、ビッグバン理論だけでは説明できない問題があり、それを解決するものとしてインフレーション理論が提唱されました。インフレーション理論はまだ観測的に実証されていない為、私はPOLARBEAR2 実験と言う国際共同実験でこれらの検証を行っています。POLARBEAR2 実験はチリのアタカマに望遠鏡を設置し、宇宙マイクロ波背景放射という宇宙初期の光の中から特徴的な偏光パターンを見つけ出す実験です。私は偏光パターンをより良く測定できる望遠鏡を日々研究しています。

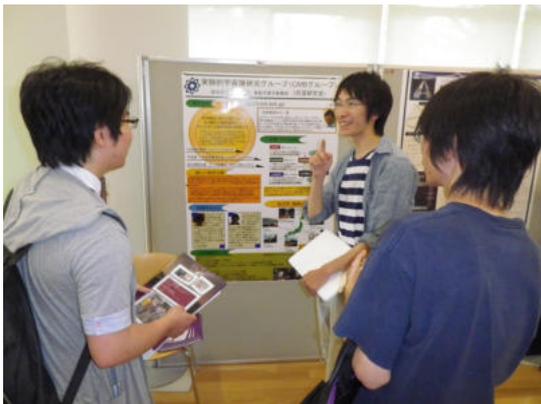
私は現在大学院生として研究を行っていますが、実際にいるのは大学ではな

く高エネルギー加速器研究機構という研究所です。毎日、研究所のスタッフと議論しながら研究を進めています。POLARBEAR2 実験は国際共同実験なので、時には海外に行つて研究を行います。昨年はアメリカのカリフォルニア大学バークレー校に滞在して研究を行いました。ここでは、海外のコラボレータと議論をしながら、実験や計算を行いました。経験の差に圧倒される毎日でした。ここで、研究は決して自分一人では出来ず、様々な人との交流、切磋琢磨の中で進めて行くものである事を身にしみて学ばせて頂きました。

こんな私が宇宙論の分野に進もうと思ったきっかけは、物理チャレンジを通して知り合った同世代のOPの触発でした。OPとの交流は自分の大学にいながら、日本全国のキャンパスとの交流を可能にし、広い視野で様々な研究を見る事が出来ました。現在、行っている宇宙論の研究はその様な交流の中で出会った実験でした。

また、学部の時にはOPとの交流の中で日本全国の学部生同士の学術的交流を目的とした「教物セミナー」を設立し、物理チャレンジで得た交流の輪を日本全国にも広げました。さらに、今年の10月には、大学院生を対象にした様々な研究分野ごとに分かれて周辺分野のセミナーを行う「物理若手コロキウム」を立ち上げが決定しています。

私は、現在の研究・学術的な交流を引き続き行い、物理学者としての力をつけていきたいと思ひます。



## 1 細胞計測から迫る生命の基本原理解

東京大学大学院総合文化研究科  
広域科学専攻修士課程2年  
物理チャレンジ2005,  
国際物理オリンピック2006参加

野添 嵩



生命は多様とはいえ、成長、死亡、分化、あるいは進化といった細胞レベルで起こる現象は共通しています。それではこのような細胞の一般的性質を定量的に計測することで、細胞の「基本法則」を見出すことができるでしょうか。

「遺伝子発現量ゆらぎ」の「適応的」役割を実験検証することが私の研究テーマです。一般に遺伝子発現量（＝遺伝子から合成される蛋白質の単位体積当たりの数）は確率的に時間変動する（「ゆらぐ」）ことが知られており、遺伝子発現量のゆらぎは同一遺伝情報を持った細胞集団において生存能力や分裂能力が細胞間でばらつく要因となりえます。生存・分裂の能力が異なる細胞が共存することは、その細胞集団が変動する環境を生き抜く（環境に「適応する」）上で重要です。私は微細加工技術で作製した「一細胞計測ツール」を用いて細胞の時系列情報を計測することによって、環境適応の効率が遺伝子発現量ゆらぎのどのような性質とどのように関係しているのかを明らかにしようとしています。

成長・分裂する、という細胞の基本的な性質は、細胞を「測る」ことの面白さ（そして難しさ）の源です。細胞の成長の速さと、細胞内で起こる様々な化学反応とは相互に関係しているため、細胞の成長する速さと細胞内の遺伝子発現過程を独立に考えるという単純な描像では捉えきれない現象が実験で見出される可能性があります。遺伝子発現過程と成長の速さの相互関係をどのように捉えるべきか、それは実験で明らかにされるべきです。前述の研究テーマはこのような細胞の基本的性質を定量的に理解するための例題でもあります。

現在の研究の背景には熱力学・統計力学のアナロジーがあります。例えば、理想気体に相当するような「理想細胞」モデルを作れないだろうか、という問いが立てられます。しかしそこに至るまでにはまだまだ実験事実の積み上げが足りないように思われます。それが一細胞計測系を用いた実験を始めた動機のひとつです。

今年8月に参加したニールスボーア研究所理論生物グループ主催のサマースクールでは細胞の定量的理解や現象論的理解の試みについて深い議論がありました。こういった試みに立ちはだかる障害や既存の議論の問題点を整理し直すよい機会でした。冒頭に掲げた問いかけにどこまで迫れるか、試行錯誤の日々です。



生命科学の若手研究者による異分野研究交流会（2011年10月東大駒場キャンパス）にて。

世話人も務めました。