物理チャレンジ
国際物理オリンピック

2013年度報告書



JPhO

特定非営利活動法人物理オリンピック日本委員会


第9回全国物理コンテスト
平成25年8月5日～8日
物理チャレンジ2013

国際物理オリンピック 2013 デンマーク大会



日本代表選手役員団結団式 2013 年 7 月 6 日 東京理科大学にて



パーティで，各国選手ととも



閉会式後，メダルをかけて



文部科学省表敬訪問 2013 年 7 月 16 日 霞ヶ関にて

物理チャレンジ 2013 第 2 チャレンジ（全国大会）



実験試験



理論試験

Physics Live









表彰式

第 **2** チャレンジ中に発行された **News Letter**
「やってみないとわからないだろ」

2013 年 8 月 5 日（1 日目）





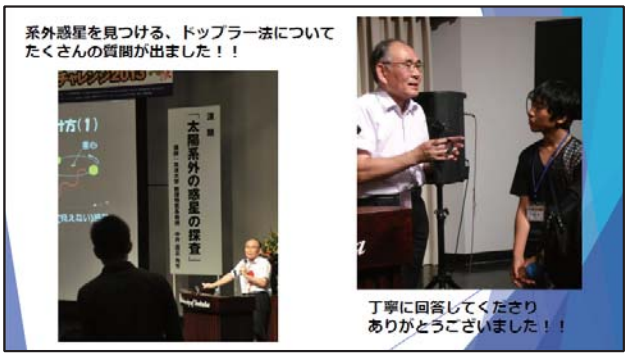














土浦第二高校の皆さんによる現代箏曲

情景を想像させる豊かな琴の音色に癒されました。

チャレンジャーの皆さんは弦楽器の物理に夢中に

なって音楽どころじゃなかったり・・・？笑



筑波高校によるガマの油売り口上

凛々しさの中にお茶目さがあり、ギャップ

が印象的でした。紙をn回切れば当然紙は

2^n枚の素敵な紙吹雪に～。

いよいよ夕ごはん！！

- 立食パーティーです。沢山の友達作れたかな～？

長谷川先生「料理は第二ラウンドがありますから大くさん食べてくださいね～～笑笑」



- 筆者たちは、チャレンジャーの皆さんとのおしゃべりに夢中になりすぎて写真を撮り損ねてしまいました。ごめんなさ～～～い！笑
- 事務局の菊池さん



休憩の合間に・・・

- 開会式・歓迎イベントの合間に各班の写真を撮影させてもらいました！！
- 最終日にはどういう班になっているのかが楽しみです～～。

A班



B班



C班



D班



E班



F班



G班



H班



J班



K班



L班



M班

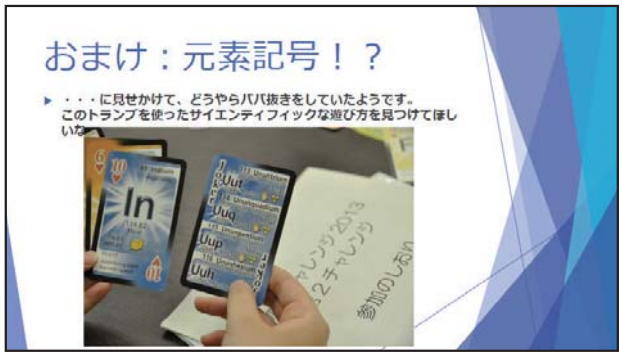


N班

班長はどこに！？！？







2013 年 8 月 6 日（2 日目）午前：理論試験

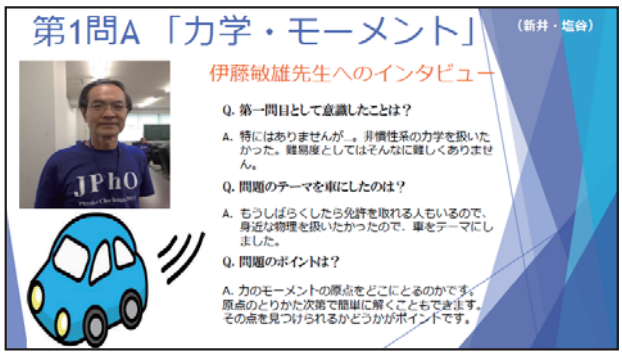












第1問B「表面張力・ゴム」

波田野 彰先生に
聞いてきました！

- Q. 出題意図を教えてください。（仲村・増田）
- A. Ⅰは表面張力の問題ですが、熱力学的ではなく応力の延長線上の問題です。高校の力学の問題では、力は矢印１本で表しますが、自然現象を扱うときはそうはいかない。面に対する力ではなく、線に対する力はどうか？　シャボン玉という身近な題材を用いて、自然現象ではたらく力を考えて欲しいと思いました。
  Ⅱでは、私の専門分野でもある高分子という、単純じゃない物質のおもしろさを体感してほしかった。
- Q. 出来はどうだと思いますか?
- A. その他の問題が濃いので、この問題は付録的な感じです。問６の手前までは時間をかけずに、スラスラと解けると思います。
- Q. 問６から後は？
- A. ・・・・・。(苦笑)



第2問A「電磁気学」



- 作題者の川村清先生にインタビューしてきました！！（沢畑・谷内）

沢畑・谷内：標準的な出題かと思ったら、問1, 2の証明問題が、中高生があまり見慣れない内容でなかなか面白かったですね。

先生「もうちょっとひねりたかったけどね。(笑) 大学生なら微積分を使って計算しちゃうけど、シンプルな設定にして計算しやすくしてみたよ。どうだったかな。」「標準的な出題だけどみんなにぜひ解けてほしい問題です。」
「最後の問題は変位電流則といって大学の物理で新しく登場する語ですが、楽しんでもらえたでしょうか。」



おまけ
先生は第3問の虹の問題がとても面白いと絶賛していました。「この曲になる上で虹の光が入射位置bに依存することを気にしてこなかった。当たり前と思ってしまうと疑わなくなってしまう。けれど、よく考えてみると面白いよね。」

第2問B「量子力学」



- （作題：松澤通生 先生，インタビュアー：平野・畜田）
- Q: 出題の意図を教えてください！
  A: 高校生の皆さんに20世紀の物理学と親しんでもらいたいという思いで作問しました．粒子性と波動性，ボーアの量子化条件などは高校の教科書にも載っています．理論問題ではこれらの概念を復習するところからはじめることにしました．
- Q: 題材にリュードベリ原子を選んだ理由は？
  A:量子力学の一番簡単なモデルですが，観測的・実験的に存在が実証されたのは1980年代と新しい研究対象だからです．実際，2007年にも $n \sim 1009$ のリュードベリ原子が観測されています[1]．リュードベリ原子という簡単な例を通して物理学の進歩を実感してほしいと思って出題しました．参考に書いたことも是非読んでください．

[1] S. V. Stepkin, A. A. Konovalenko, N. G. Kantharia, and N. U. Shankar, Month. Not. R. Astron. Soc., 374 852 (2007)

第3問「波動・虹の原理」

- 作題者の先生が理論試験時間にインタビューできなかったので、速報版には間に合いませんでした。次ページに最新版をのせています。



理論試験中に問題を解く野添さん。コンピュータの画面には虹の問題のグラフをプロットしたものが。彼は本気(マジ)です。

理論第３問：白虹の原理

（担当：柳、野添）

- 出題者：三間圀興先生（光産業創成大学院大学）
- 出題のきっかけ
  尾瀬沼を特集したNHKの番組です。霧が深いと白い虹が見られる理由を考えることから始めて、最終的に幾何光学とその限界を問うような構成にしました。
- 問題の背景
  電磁波の散乱問題（Mie散乱）を真面目に考えてマクスウェル方程式を解くのは大変ですが、今回の出題のように幾何光学をベースにその適用限界を考える、という議論でも（係数を除いて）白虹が見えるような水滴の大きさを見積もることができます。
- 苦労した点
  実は「位相」という概念は球面波で厳密に成り立つ概念です。円柱面波では少し扱いが難しく、問い方に最も苦労したところです。
- メッセージ
  この問題を通して光の波動性（フラウンホーファー回折）を身近に感じてほしいです。



サンフランシスコの虹（Wikipedia）



参考文献
J.A. Adam, *Physics Report* (2002)

絡まっている・・・！？

- みんなが試験時間中に、学生スタッフたちが・・・！？！？



学生スタッフの仲村さんが紐を持ってきました。はたして、この紐は解けるか・・・？

編集後記（スタッフから）

- 皆さん理論試験5時間お疲れ様でした。今年も例年通り歯ごたえのある（分量の多い）試験でみっちり頭を使ったことと思います。しっかり休んでまた実験試験に向けてがんばってくださいね。（たにうち）
- 今日で全日程が半分終了！！　思い残しがないように楽しもう！！！（いなば）
- 紐とけて**まだ景品もらっていない人**、景品もらいに来てください！（なかむら）
- みんなしっかり絡まったか～～～～～？（ちょうかわ）
- いまだに本当に白い虹が見られるだなんて信じられないよお…（のぞえ）

ひょっとしてこれは…？

- 試験の夜は先生方は大変です。眠そうな顔をしている先生がいたら、なんのことだかわかってあげてくださいね。



2013年8月6日（2日目）午後

$i\gamma^\mu(\partial_\mu - eA_\mu)\psi - m\psi = 0$
Dirac equation

二日目午後！

やってみないと わからないだろ

物理チャレンジ2013・第二チャレンジ
ニュースレター　第3号
2013年8月7日発行（3日目）

$L = \bar{\psi} i\gamma^\mu \partial_\mu \psi + g_0[(\bar{\psi}\psi)^2 + (\bar{\psi} i\gamma_5 \psi)^2]$
Nambu = Jona-Lasinio model

二日目午後！

理論試験が終わったら、筑波大学内の研究施設の見学や、フィジックスライブで、物理をエンジョイしました。

テスト後のお昼ごはんは早速答え合わせ！？！？



5時間の試験後なのに、昼ご飯より答え合わせ
みんな物理が大好きなんですね！！！

3

選手の休息　～お弁当タイム～



笑顔をありがとう！（試験が終わってほっと一息）
午後は大学構内の研究施設の見学です。

4

写真撮影



サイバニクス研究センター ～話題のHALを体験～



6

計算科学研究センター

宇宙・素粒子・物性・生物物理…必要不可欠な存在。シュミレーションで真理に迫ります。スパコン本物の見学もしました。空調の故障で会話ができないっ！！





スパコン本体だけでなく、周辺機器にも興味津々！その好奇心こそが科学の原動力ですね！！！

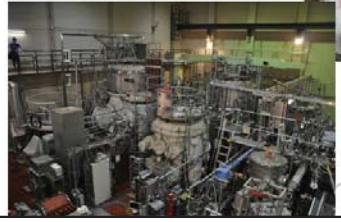


ぞろ・・・ぞろ・・・

7

プラズマ研究センター ～GAMMA10を見学～

磁場をうまく活用して、核融合発電の実現を目指します。この実験施設でプラズマ閉じ込めに使われている磁気ミラーは、電磁気学の性質をうまく利用しています。





プラズマのエネルギーは10keV。温度にして1億度にもなります。

8

Physics Live

～物理を体験！物理でコミュニケーション！～

ゴム風船でC_{60}を作成　お先に完成～

LEDで光通信を体験
実際に電子部品をつなぎ合わせて回路を作りました。自分で作った電気回路はうまく動いたかな～？

くっつかない。。









9

電波（電磁波）の物理
偏光した電波と偏光板







プラズマ物理を体験してみよう
研究室見学よりももっと
詳しい話が聞けましたか？

手作り霧箱で放射線を
みてみよう！
電荷をもつ粒子が過飽
和蒸気中を通過すると
霧の線が現れます。



10

小型バンデグラフ加速器
湿度が高くてあまり電圧
上がらなかったですね。。





あの人スタッフじゃな
かったっけ・・・！？

ぎゃ――
まじウケる～

いやーむっちゃ楽し
いですね～♪

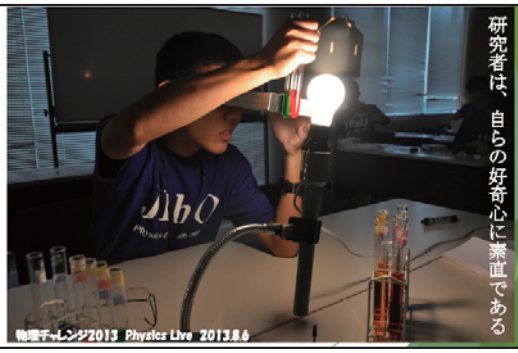


減圧実験！
容器の中の水は
どうなったかな？



11

手作り分光器で身近なものを分光しよう



研究者は、自らの好奇心に素直である

物理チャレンジ2013 Physics Live 2013.8.6

12

絡まってる・・？





スタッフの先生も本気です！？



4人で紐を絡めてみました～！
（これでもちゃんと脱出できますよ。）

脱出できないからあやとりやっちゃおうぜ！！

13

夕食 ～研究者の方を交えて懇親会～







14

２日目の夜の交流室

- 理論試験が終わったチャレンジャーたちは、だいぶリラックスしたようです。新しい友達は作れましたか？





15

2013年8月7日（3日目）午前：実験試験





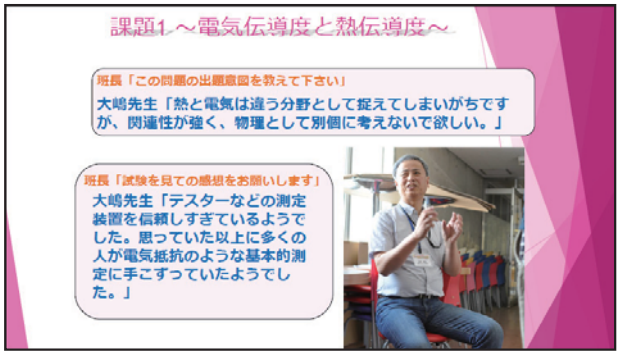












班長「試験問題の解き方のポイントを教えて下さい」

大嶋先生「課題１は基本的な内容だと思います。結果を整理し、しっかり考察すれば最後の記述問題も解けたはずです」

班長「高校生のみなさんに一言！」

大嶋先生「物理を楽しんでください！！物理は様々な問題を解決する方法です。新しい事だけではなく、基本的な事もしっかり学ぶ事も大事です。」

本田「今日の理論で電池を作れます！作ってみよう！」

稲葉「作れ！笑」



課題2 ～熱放射～

班長「この問題の出題意図を教えて下さい」

岸澤先生「熱の３つの伝導について知らない高校生が多いので、何が熱を伝搬するのか知って欲しかった。熱についての実験に触れる機会が少ないと思うので、この機に挑戦してもらおうと思った」

班長「実験に取り組む上でのポイントは何でしたか？」

岸澤先生「測定は系を定常状態にしておく必要があります。この際焦ってしまい、定常状態になる前に測定すると上手くデータが得られないでしょう。」



班長「ボーナス問題についてコメントお願いします」

岸澤先生「多分解けないと思いますよ、ボーナス問題なので(笑)。大学に入ってから勉強してみて下さい（笑）」

班長「高校生のみなさんに一言！」

岸澤先生「お疲れさまでした。今回の経験を今後に活かして下さい。普通の高校生では体験できない事をできた訳ですから」



長川「ボーナス問題の式を導出してみて下さい。非常に楽しいですよ！

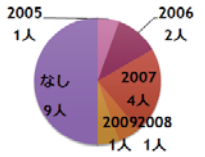
編集後記

- ニュースレターの発行が徐々に遅れてきていますが、なんとか今日の内容を当日発行に戻しました。。
- あとは、「第5号（3日目午後特集）」、「第6号（4日目特集）」の2号と発行する予定です。第6号は表彰式の後日に物理チャレンジの速報ページに掲載します。ぜひ見てね！
- ところで裏紙の数式は大学4年生以上レベルのものが登場してきてしまったので、今回は大学2年生レベルに戻ってみました。物理っていっぱい数式あって、それぞれに意味があるんですよね。チャレンジャーのみなさん、これからもたくさん学んでいってくださいね！！

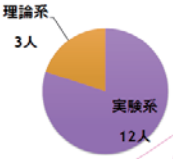
12

裏番組：学生スタッフ15人に聞いてみました。

Q1：物理チャレンジに参加したことはありますか？参加年を教えてください（複数回答可）



Q2：現在の研究は理論系？実験系？



思ったよりも実験系が多かった。。

2007年に4人も参加していたことは、スタッフもびっくり仰天！！

13

Q3：研究分野を教えてください。



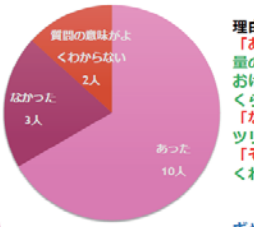
マイノリティだと思っていた原子核実験がまさかのマジョリティでお互いびっくりです。二番手生物物理もマイノリティのはずなのに…。物性実験がいないこともまた驚きです。

※ ちなみに、113番目元素を見つけたとして有名な理化学研究所RIビームファクトリーは世界一の不安定核ビーム強度を持つ加速器施設です。

「１番じゃなきゃいけないんです。」（理研で研究する人一同）

14

Q4：大学で学ぶ物理学と、高校物理にはギャップはありましたか？



理由：

「あった」ガリレオいなくね・計算量の違い、やり方の違い・物理学における普遍性・全く興味がなくなるくらい難しい、量子力学ゲキムズ

「なかった」高校の時から大学のブツリをかじってしまっていたこと

「その他」質問の意味がまったくよくわからないよ。（真顔）

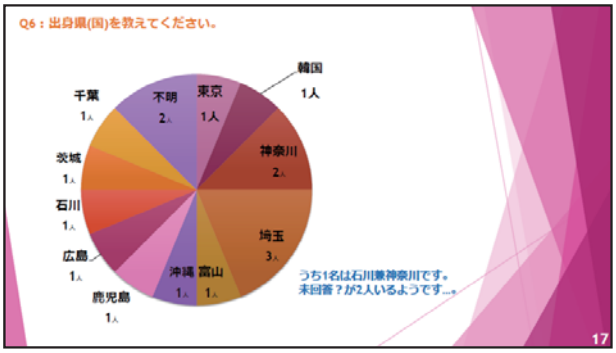
ギャップがあるからこそ大学の物理が面白いんですよ。。。

15

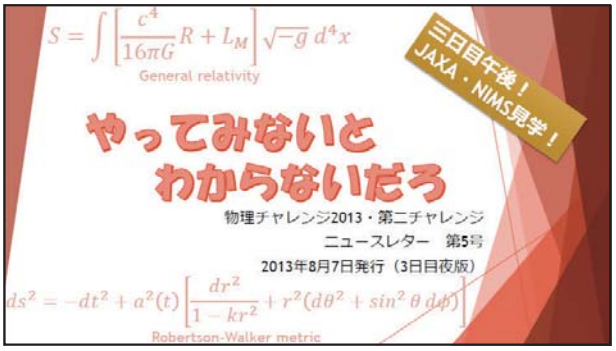
Q5：物理をやっていてよかったなあ、と思うことはありますか？

- ✓ 変人が変人扱いされないで生活できる。
- ✓ 物理やっているんですねすごーい（棒読み）って言われる。x2
- ✓ 普段の会話で物理のワードが使えるようになったこと（通じる人がいる）。
- ✓ このチャレンジに関わることができた。x2
- ✓ みなさん優秀
- ✓ 日常生活での現象の大体の内容が分かってきた（笑）
- ✓ 物理学専攻ではないが、物理やり続けて道がひらけたのかな？
- ✓ あまりないx2

16



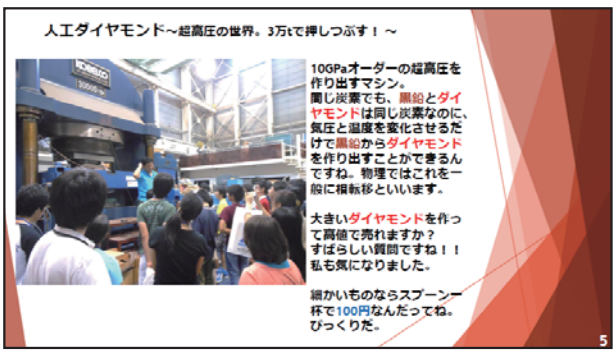
2013年8月7日（3日目）午後

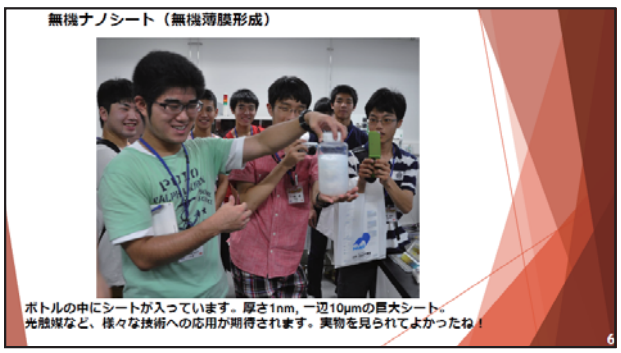




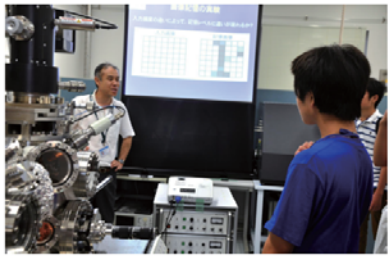








原子スイッチ



Ag_2Sが、電場によってAgワイヤが形成・消失する性質を利用して、原子スイッチ、とりわけ人間の脳に近いコンピュータの応用を目指します。みんなも繰り返し学習して記憶を定着させましょう！笑

7

夜はNIMSで立食パーティー

- NIMSで5つの研究室を見学させていただいて盛り上がったあとは、NIMSで研究者を交えた立食パーティーでした。
- NIMSはインターナショナルな研究所で、研究者の半数以上が外国人！物理チャレンジで英語を話す機会はたぶん今回が初めてなのではないだろうか。積極的に英語を話すチャレンジャーがたくさんいて、パーティーは大盛り上がり！
- ちょっと時間が短くて、チャレンジャーの皆さんはもっともっと話したい！とぼやいていました。次はチャレンジャーの皆さんは、将来研究者の一人として彼らと対等に話せるようになりますよ！

- スタッフも議論に熱中してしまい、写真を撮り損ねてしまいました…誰か撮ってくれていないだろうか…滝汗

8

編集後記

- 今年はニュースレター発行枚数を大幅増加してみました。
- 参加者の皆さんに読んでもらっている様子が伺えて編集者側はとてもうれしいです。物理チャレンジで作った仲間は後まで大切な仲間になると思います。（経験者は語る笑）
- 最終日の夜は満足いくまでチャレンジャーの仲間と遊び、語り合い、これからの皆さんの未来につなげてくださいね。

- さいごに、ニュースレター作成に当たり、担当者（斉藤、谷内）に対し、数式作成、作題の先生へのインタビュー、コメント作成等全面的に協力してくださった学生スタッフの全員に感謝しています。インタビューに快く答えてくださった先生方にも感謝しています。

9

2013 年 8 月 8 日（4 日目）

$S = k_B \log W$

Boltzmann's entropy formula

最終日(4日目)
表彰式！

やってみないとわからないだろ

物理チャレンジ2013・第二チャレンジ
ニュースレター　第6号
2013年8月10日発行

$D = \mu k_B T$ Einstein-Smoluchowski relation

$\frac{\partial \rho}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \rho}{\partial x^2}$ Diffusion equation (one dimension)

最終日の朝

最後の夜はみんな思う存分語り合ったり遊んだりして仲良くなれたのでしょうか。表彰式の前の待ち時間に爆睡している人がいる様子を見れば、昨晩どれだけ仲間と楽しい時間を過ごしたのかが理解できますね。(^^♪





2

閉会式が始まりました。

- まずは物理チャレンジの開催に関わった先生方からのお話です。



3

来賓の方々からのお言葉

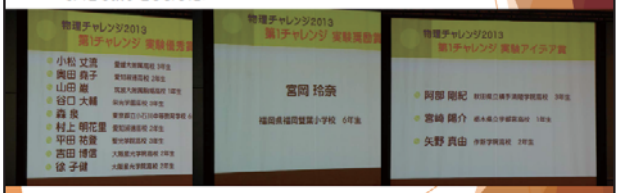
- 表彰式にいらした来賓の方々



4

第一チャレンジ成績優秀者

- 第一チャレンジ実験課題「温度計を作ろう」で独創的なすばらしいレポートを提出された方の発表です。表彰は行いませんが、会場の全員で大きな拍手をしました。



実験優秀賞　実験奨励賞　実験アイデア賞

5

優良賞（12人）



6

銅賞(6人/12人)



7

銅賞(6人/12人)



8

銀賞（6人/12人）



9

銀賞（6人/12人）



10

金賞(6人)

「合言葉は～～？物理～～い？」
「チャレンジ～～！！！！！」



11

つくば科学万博記念財団理事長賞

- 実験試験で最も優秀な成績をおさめたものに贈られる。



12

筑波大学江崎玲於奈賞

- 理論・実験を通して最も発想豊かな解答をした者に贈られる。



13

つくば市長賞

- 高校二年生以下で最も優秀な成績を獲得した者に贈られる。



14

茨城県知事賞

- 理論・実験の合計点で最も高い成績をとった学生に贈られる。



15

物理チャレンジの4日間で チャレンジャーが得たもの

- 賞なんかじゃない。一緒に4日間共同生活をして、みっちりと「大好きな物理」を語り合うことができた仲間たちを得られたこと。それが将来、100人のチャレンジャーにとって必ず宝となります よ！！チャレンジャー全員の今後の更なる成長と活躍に期待しています！！











16

目　次

カラー写真

はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3

第 I 部　2013 年度 特定非営利活動法人物理オリンピック日本委員会

I.1 組織体制 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
I.2 共催・協賛・後援等団体 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
I.3 活動経過 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
I.4 広報活動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
I.5 プレチャレンジ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
I.6 フォローアップ研修 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12

第 II 部　物理チャレンジ 2013

II.1　物理チャレンジ 2013 概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
II.2　第 1 チャレンジ（予選コンテスト）
II.2.1 実施体制 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15
II.2.2 実施概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
II.2.3 理論問題コンテスト ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
II.2.4 実験課題レポート ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
II.3　第 2 チャレンジ（全国大会）
II.3.1 出場者の選考 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 24
II.3.2 つくばでの実施体制 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
II.3.3 理論コンテスト ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
II.3.4 実験コンテスト ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32
II.3.5 成績と表彰 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36

第 III 部　第 44 回国際物理オリンピック（IPhO2013 デンマーク大会）

III.1　国際物理オリンピックへの参加派遣の概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
III.2　日本代表選手候補者の研修
III.2.1 研修スケジュール ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
III.2.2 通信添削による研修 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
III.2.3 冬合宿における研修 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42
III.2.4 春合宿における研修 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46
III.3　日本代表選手の最終選考とその後の研修，および，結団式

III.3.1 代表選手の最終選考 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
III.3.2 研修スケジュール ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
III.3.3 通信添削による理論研修 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 50
III.3.4 実験合宿における研修 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 51
III.3.5 直前合宿における研修 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 52
III.3.6 結団式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 54
III.4 国際物理オリンピックへの参加・派遣
III.4.1 デンマーク大会の概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 55
III.4.2 理論コンテスト ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 58
III.4.3 実験コンテスト ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 61
III.4.4 成果と教訓 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 63

おわりに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 67

第 IV 部　資料編
A 出版 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
B 掲載新聞・雑誌記事等 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
C 講演 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 69
D （参考）2012 年度収支決算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 70

はじめに

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
北原　和夫

2005 年に岡山県閑谷学校で第 1 回の「物理チャレンジ」を開催して以来毎年開催し続けることができたことは，関係者の皆様の並々ならぬご努力とご支援の賜物であります。深く感謝申し上げます。

当初，2005 年の「世界物理年」の中の企画のひとつとして「物理チャレンジ」が位置づけられて，「世界物理年日本委員会」の中の「物理チャレンジ組織委員会」として発足しました。日本科学技術振興財団，岡山県（後に茨城県も），物理系の諸学会，工学系諸学会，開催地の大学・研究機関などの支援を得て活動が始まりました。

「世界物理年日本委員会」が終了後，「物理チャレンジ・オリンピック日本委員会」と名称を変更し，日本科学技術振興財団に事務局をお願いして事業を進めてきました。

2011 年 3 月に特定非営利活動法人としての認可を得て，法人としての「物理オリンピック日本委員会」が発足し，2012 年 2 月からは東京理科大学神楽坂キャンパス内に事務局のスペースを提供して頂き，活動を続けています。

2012 年 9 月に 2 期目の理事会が始まるのを機に，法人としての組織を整備し，業務部門と法人部門の 2 本立てにし，法人部門については，法人運営，とくに経理の透明化，事務局業務について改善を重ねてきました。業務部門については，物理チャレンジの開催，国際物理オリンピックへの派遣に加えて，物理への関心を啓発する普及活動という 3 本立ての組織運営と致しました。

さらに，2022 年には国際物理オリンピックの日本開催が予定されております。

今後とも皆様のご支援とご指導をよろしくお願いします。

第 I 部　2013 年度 特定非営利活動法人物理オリンピック日本委員会

I.1　組織体制

2012 年 9 月 1 日から 2013 年 8 月 31 日までの特定非営利活動法人物理オリンピック日本委員会の組織ならびに各部会のメンバーをそれぞれ表 I.1，表 I.2 に示す。

表 I.1　第 9 期特定非営利活動法人物理オリンピック日本委員会　組織図

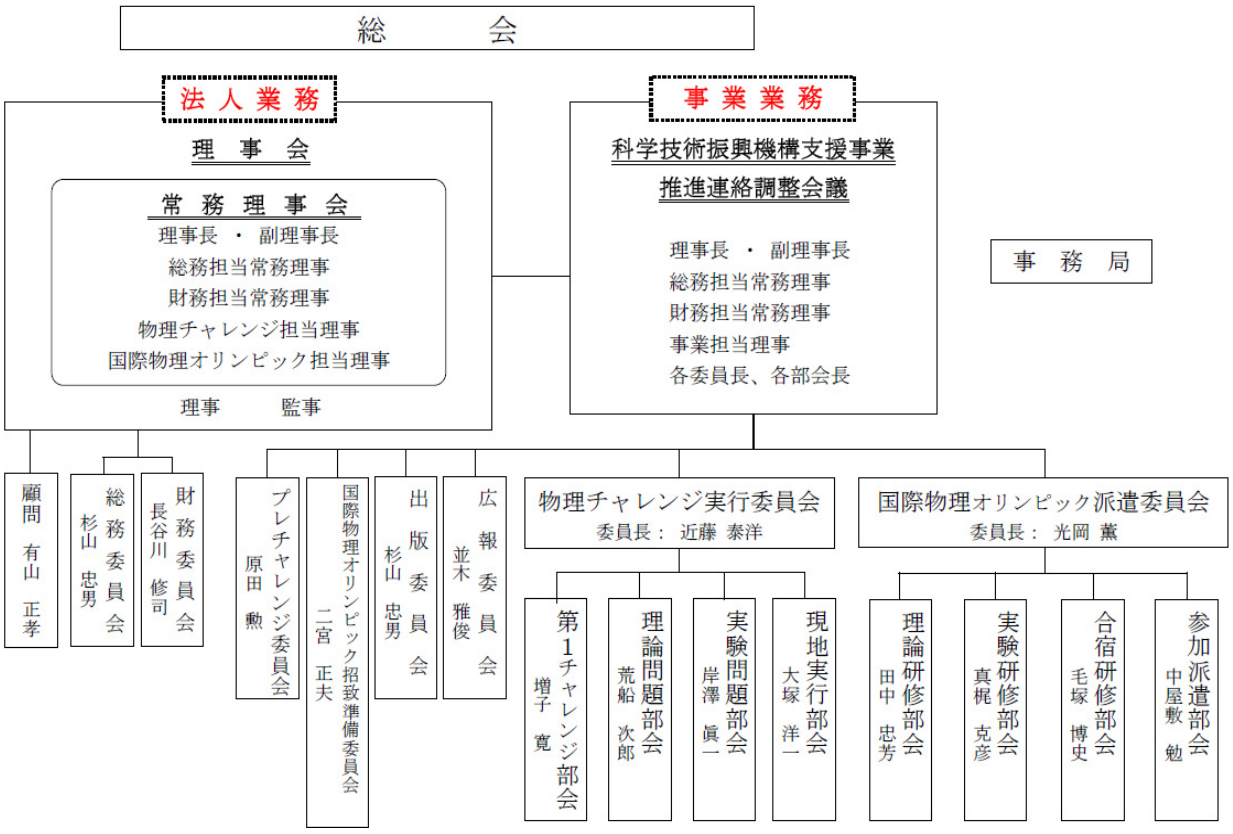


表 I. 2　第 9 期（2012 年 9 月～2013 年 8 月）物理オリンピック日本委員会委員

理事会

理事長：北原和夫（東京理科大学）

副理事長：二宮正夫（岡山光量子科学研究所），長谷川修司（東京大学大学院）

常務理事：杉山忠男（河合塾）

理　事：江尻有郷（元琉球大学），尾浦憲治郎（大阪大学），毛塚博史（東京工科大学），
近藤泰洋（元東北大学），高橋憲明（大阪大学名誉教授），並木雅俊（高千穂大学），
原田勲（岡山大学），光岡薫（産業技術総合研究所）

監　事：天野徹（島津製作所顧問），石渡信一（早稲田大）

物理チャレンジ２０１３実行委員会

委員長：近藤泰洋（元東北大学）

第 1 チャレンジ部会

部会長：増子寛（麻布中学・高等学校）

委　員：荒木美菜子（埼玉県立川越女子高等学校），五十嵐靖則（東京理科大学），
榎本成己（東京理科大学），岡野邦彦（慶應義塾大学大学院），
興治文子（新潟大学），呉屋博（長崎大学），近藤一史（埼玉大学），
佐藤誠（津山工業高等専門学校），鈴木亨（筑波大学附属高等学校），
鈴木勝（電気通信大学），田中忠芳（金沢工業大学），
中野公世（早稲田大学本庄高等学院），中屋敷勉（岡山県立岡山一宮高），
並木雅俊（高千穂大学），山田達之輔（慶應義塾志木高等学校）

理論問題部会

部会長：荒船次郎（東京大学名誉教授）

委　員：赤井久純（大阪大学），伊東敏雄（元電気通信大学），桂井誠（東京大学名誉教授），
川村清（慶應義塾大学名誉教授），佐貫平二（等離子体物理研究所），
杉山忠男（河合塾），鈴木亨（筑波大学附属高等学校），鈴木直（関西大学），
高須昌子（東京薬科大学），竹中達二（河合塾），田中皓（北海道大学名誉教授），
東辻浩夫（岡山大名誉教授），中村淳（電気通信大学），波田野彰（放送大学），
松澤通生（電気通信大学名誉教授），三間圀興（光産業創成大学院大学）

実験問題部会

部会長：岸澤眞一（元埼玉県立越谷北高等学校），

委　員：浅井吉蔵（電気通信大学），井通暁（東京大学），
右近修治（神奈川県立湘南高等学校），江尻有郷（元琉球大学），
大嶋孝吉（岡山大学），大塚洋一（筑波大学），毛塚 博史（東京工科大学），

小牧研一郎（大学入試センター），下田正（大阪大学），
真梶克彦（筑波大学附属駒場中学・高等学校），鈴木功（産業技術総合研究所），
瀬川勇三郎（理化学研究所），遠山濶志（東京大学名誉教授），
長谷川修司（東京大学大学院），深津晋（東京大学大学院），味野 道信（岡山大学）

現地実行部会
部会長：大塚洋一（筑波大学）
委　員：吉川　晃(筑波大学副学長)，安達佳弘(筑波大学総務部)，
五十嵐玲子(筑波大学数理物質エリア支援室)，掛札勇一(筑波大学総務部)，
久保稔(つくば科学万博記念財団)，柴正彦(筑波大学総務部)，
清水美裕(筑波大学数理物質エリア支援室)，須藤　智美(筑波大学総務部)，
津賀宗充(茨城県教育庁)，鉄本清隆(筑波大学数理物質エリア支援室)，
東郷公咲(つくば市)，中山秀之(つくば市)，野村弘子(茨城県)，東山和幸(筑波大学)，
矢口勝也(筑波大学数理物質エリア支援室)，
北原　和夫(物理オリンピック日本委員会理事長)，
長谷川修司(物理オリンピック日本委員会副理事長)，
近藤泰洋(物理チャレンジ実行委員長)，菊池祥子(物理オリンピック日本委員会事務局)

国際物理オリンピック派遣委員会
委員長：光岡薫（産業技術総合研究所）

理論研修部会
部会長：田中忠芳（金沢工業大学）
委　員：伊東敏雄（元電気通信大学），川村清（慶應義塾大学名誉教授），
杉山忠男（河合塾），東辻浩夫（岡山大学名誉教授），並木雅俊（高千穂大学），
波田野彰（放送大），原田勲（岡山大学）

実験研修部会
部会長：真梶克彦（筑波大学附属駒場中学・高等学校）
委　員：江尻有郷（元琉球大学），坂田英明（東京理科大学），鈴木 功（産業技術総合研究所），
長谷川修司（東京大学大学院）

合宿研修部会
部会長：毛塚博史（東京工科大学）
委　員：上田悦理（東京都立調布北高等学校）

参加派遣部会
部会長：中屋敷勉（岡山県立岡山一宮高等学校）

委　員：北原和夫（東京理科大学），真梶克彦（筑波大学附属駒場中学・高等学校），
　　杉山 忠男（河合塾）

ＯＰ委員：蘆田祐人（東京大学４年生），安藤孝志（東京大学４年生），
　　佐藤遼太郎（東京大学２年生），難波博之（東京大学４年生），
　　谷崎佑弥（東京大学大学院修士２年生），野添嵩（東京大学大学院修士２年生），
　　濱崎立資（東京大学３年生），東川翔（東京大学４年生），
　　山村篤志（東京大学２年生）

広報委員会
委員長：並木雅俊（高千穂大学）

出版委員会
委員長：杉山忠男（河合塾）

国際物理オリンピック招致準備委員会
委員長：二宮　正夫（岡山光量子科学研究所）

プレチャレンジ委員会
委員長：原田　勲（岡山大学）

物理チャレンジを実施するため，第 1 チャレンジ部会，理論問題部会，実験問題部会，それに現地実行部会の 4 つの部会を設けている。第 1 チャレンジ部会の業務は，実験課題レポートの課題の考案とレポート評価，理論問題コンテストの問題作成と採点が主である。理論問題部会の業務は，第 2 次チャレンジの理論問題作成と採点が主である。実験問題部会は，第 2 次チャレンジの実験問題作成と採点，それに実験装置の設計・考案が主である。現地実行部会は，試験会場と宿泊施設の候補の立案作成，フィジックス・ライブの実施，物理科学に関する研究所や地域文化施設などの見学場所の確保などが主である。

国際物理オリンピック（IPhO）派遣委員会は，理論研修部会，実験研修部会，合宿研修部会，参加派遣部会で構成される。理論および実験研修部会の主たる業務は，IPhO に向けた代表選手・候補者の教育訓練の実施である。その流れは次のとおりである。

① 物理チャレンジ第 2 チャレンジで金賞・銀賞・銅賞を受賞した高校 2 年生以下の者が代表候補者となる（優良賞を得た者から選出する場合もある）。
② 代表候補者に対して，9 月から翌年 3 月まで通信添削指導を実施する。内容は，力学，電磁気，波動・熱，現代物理，総合物理，および実験基礎である。
③ 実験指導を主とした冬合宿（12 月末），セミナーを含む選抜試験を実施する春合宿（3 月

末)，いずれの合宿も 3 泊 4 日の日程で代表候補者の教育訓練が行われる。

④　春合宿最終日に開催される IPhO 派遣委員会で 5 名を選抜し，選抜者の IPhO 参加の意思を確認して代表者として最終決定する。

⑤　IPhO 参加決定者（代表者）は，さらに 4 月から 6 月まで行なわれる通信添削，5 月に大阪大学で行われる実験合宿，出発直前の理論，実験の合宿を経て，7 月に開催される IPhO に参加する。

合宿研修部会の業務は，合宿を円滑に行うことである。参加派遣部会は，代表者を IPhO に引率し，問題の討議・翻訳・採点などの IPhO に関わる業務を行う。

さらに，広報委員会，出版委員会，国際物理オリンピック招致準備委員会，プレチャレンジ委員会がある。

I.2　共催・協賛・後援等団体

本年度の事業は下記の団体の協力と支援を得て実施した。

共催

日本物理学会　応用物理学会　日本物理教育学会　日本生物物理学会　電気学会　日本機械学会　茨城県　茨城県教育委員会　筑波大学　つくば市　つくば市教育委員会　つくば科学万博記念財団　岡山県　岡山光量子科学研究所　岡山大学　東京理科大学　東京工科大学　高等学校文化連盟全国自然科学専門部　日本科学技術振興財団　理化学研究所　科学技術振興機構

助成

一般社団法人東京倶楽部

協賛

アジレント・テクノロジー　Z 会

協力

シュプリンガー・ジャパン　丸善出版　岩波書店　講談社サイエンティフィク　ミツトヨ　電気通信大学ものつくりセンター　はるやま商事

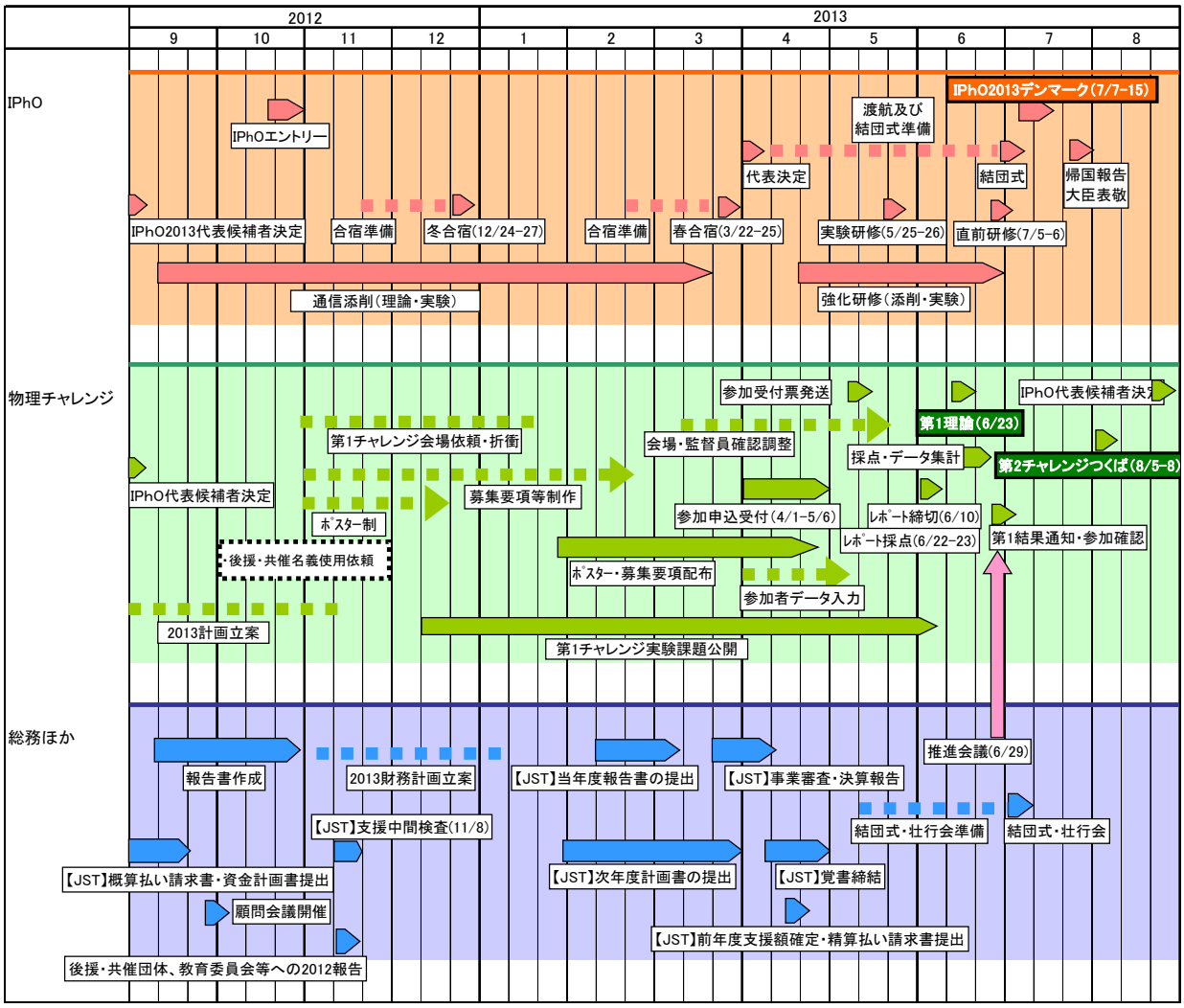
後援

文部科学省

I.3　活動経過

今期（2012 年 9 月～2013 年 8 月）の活動経過を表 I.3 に示す。

表 I.3　第 9 期 物理チャレンジ・オリンピック日本委員会 活動経過



I.4　広報活動

(1)　募集要項・ポスターの配布

全国のすべての高等学校および高専，さらに一部の中学校や都道府県・政令指定都市教育委員会，各地の科学館，共催・協賛団体等に物理チャレンジ 2013 の募集要項およびポスター，2012 年度活動報告書を配布した。また，過去に応募者の多い重点校および第 1 チャレンジ会場校には，募集開始直前の 3 月下旬に再び配布した。

表 I.4　物理チャレンジ 2013 のポスター・募集要項等の配布状況

送付時期	相手先		方法	件数	ポスター		募集要項		報告書	
					部数	計	部数	計	部数	計
1月下旬送付	中等教育学校・中高一貫校		共通	5,371	2	10,742		0		
	高等学校、高等専門学校							0		
	中学校									
	教育委員会等									
	教育委員会等　（第１チャレンジ会場推薦依頼）			47	1	47				
	ＪＳＴ			1	10	10				
	JPhO 事務局			1	100	100				
	筑波大学（現地実行部会）			1	100	100				
	茨城県教育委員会			1	5	5				
	岡山県			1	100	100				
2月	第１チャレンジ会場依頼			61	1	61				
	長崎大学（呉屋委員）			1	200	200				
3月下旬送付	高等学校、高等専門学校		共通	2,049			3	6,147		
	中等教育学校・中高一貫校			1,036			3	3,108		
	中学校						3	0		
	教育委員会等			218			3	654		
	教育委員会 (都道府県)		博秀	47	2	94	10	510	1	47
	教育委員会 (政令市)		博秀	19	2	38	10	230		
	重点校（高校）		博秀	132	4	528	50	6,600	0	0
	会場校（高校）		博秀	52	4	208	50	2,600	1	52
	会場校（大学）		博秀	10	4	40	20	200	1	10
	愛知県理科教育研究会			1	1	1	2	2	0	0
	科学館		博秀	345	2	690	10	3,450	0	0
	文部科学省			1	10	10	10	10	1	1
	ＪＳＴ			1	1		10	10	1	1
	3月春合宿			1	50	50	50	50	0	0
	共催	物理学会シンポジウム用		1	0	0	200	200	0	0
		茨城県		1	100		100	100	1	1
		岡山県		1	100		100	100	1	1
		全国高等学校文化連盟自然科学専門部(札幌北陵高校)	八重樫氏	1	50	50	50	50	1	1
		他、共催団体		20	1	20	1	20	1	20
	助成	東京倶楽部		1		0		0	1	1
	協賛	Z会		1	20	20	200	200	1	1
		丸善出版		1		0	10	10	1	1
		シュプリンガー・ジャパン		1		0	10	10	1	1
		岩波書店		1		0	10	10	1	1
	プレチャレンジ				1	100	1	100		0
	科学の甲子園			400	1	10	1	300		0
	JPhO 事務局			1	200	200	200	200	50	50
合　　計						13,424		24,871		189

作成部数	ポスター	13,500	募集要項	25,000	報告書	200

(2) その他の広報活動

・平成２５年3月23日，「科学の甲子園」会場のブースで，物理オリンピックに関する説明，実験を行った。

・平成２５年3月28日，日本物理学会年会（広島大学）において，領域13シンポジウム「物理オリンピックと物理教育」を開催した。

I.5 プレチャレンジ

プレチャレンジ委員会は，2012 年 10 月より各地で「プレチャレンジ in ○○」に組織的に取り組み始めた。2012 年 10 月より 2013 年 8 月までのプレチャレンジ活動（高校生対象；新潟など 8 か所，教員対象；福井など 3 か所）について，ここに報告する。

この活動の企画などに携わったプレチャレンジ委員は以下のとおりである。

榎本成己（東京理科大），興治文子（新潟大），近藤一史（埼玉大），近藤泰洋（元東北大），並木雅俊（高千穂大），長谷川修司（東大），原田　勲（岡山大），味野道信（岡山大）

物理チャレンジ・国際物理オリンピック経験者の多くは，大学院に籍を置き，研究に従事している。プレチャレンジ活動は彼らとも連携して運営され，彼らの経験談や今感じていることを示すことにより，参加者が物理チャレンジから国際物理オリンピック，さらには創造的な物理研究者へ飛躍する動機となることを願っている。

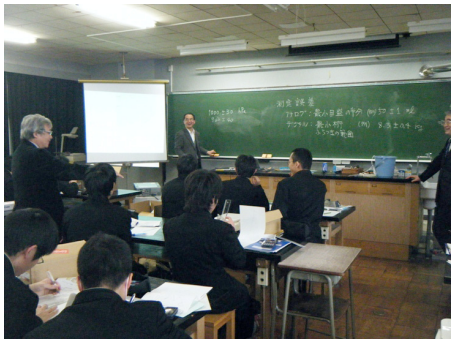


図 I.1 プレチャレンジ in 宇都宮（3 月 16 日）

今年度に行われたプレチャレンジは次のとおりである。

1) プレチャレンジ　in 新潟

2012.10.28　12:30-17:30　於：県立新発田高校

参加生徒：新発田高校　15 名，村上高校　4 名，村上中学　16 名

担当者：近藤泰洋，近藤一史，興治文子，山村篤志（OP）

2) プレチャレンジ　in 大阪

2012.12.20　13：00-17：00　於：大阪星光学院

参加生徒：中学生（1 年生　16 名，2 年生　23 名），教員　3 名

担当者：原田　勲，長谷川修司，味野道信，西口大貴（OP）

3) プレチャレンジ　in 福島

2013.01.14　於：福島高校

参加生徒　19 名，教員　4 名

担当者：北原和夫，近藤泰洋，蘆田佑人（OP）

4) プレチャレンジ　in 福井

2013.02.22　13：00-16：00　於：福井県教育研究所

参加高校教員　13 名

担当者：原田　勲，長谷川修司

5) プレチャレンジ　in 福岡

2013.03.09　13：00-16：10　於：九州電力九州エネルギー館

参加生徒：15 名　（内小学生　1 名），教員　1 名

担当者：北原和夫，横田猛（OP），瓜生芳郎（九州エネルギー館），
中野政昭（福岡県教育庁），副島雄児（九州大学基幹教育院），
塩野正明（西南学院大学），田尾周一郎（九州大学基幹教育院），
小島健太郎（九州大学基幹教育院）

6) プレチャレンジ　in 栃木

2013.03.16　於：宇都宮高校

参加生徒：宇都宮高校　1，2 年　20 名，栃木高校　1，2 年　8 名　教員　4 名

担当者：北原和夫，長谷川修司，渡邊正（理科大），小川浩昭（宇都宮高等学校）

7) プレチャレンジ　in 神奈川

2013.03.31　13：30-16：30　於：県立柏陽高校

参加生徒 7 名，教員 3 名

担当者：江尻有郷，近藤一史，波田野彰，右近修治，真野絢子

8) プレチャレンジ　in 秋田

2013.04.27　13：00-16：30　於：県立横手清陵学院中・高等学校

参加生徒 19 名，教員 9 名

担当者：近藤泰洋，興冶文子，村下湧音，福原克弘（県立横手清陵学院中・高等学校）

9) プレチャレンジ　in 千葉

2013.05.6,12,19　於：千葉市科学館

参加生徒：25 名

担当：近藤泰洋，大高一雄(千葉市科学館長)，松元亮治(千葉大学教授)，
中山隆史(千葉大学教授)，実験 TA　5 名(千葉大学物理学コース大学院生)

10) プレチャレンジ　in 埼玉

2013.08.09　於：埼玉県国立女性教育会館

参加女子中学生 4 名，保護者 2 名，大学教員 2 名，大学生 2 名

担当者：長谷川修司，国立女性教育会館(埼玉県比企郡)：　森初果，小田原厚子，(興冶文子)

11) プレチャレンジ　in 茨城

2013.08.19　水戸第一高等学校

高校教員研修　参加教員：26 名

担当者：北原和夫，近藤泰洋，岸澤真一，大西武彦（茨城県立竜ヶ崎第一高等学校）

I.6　フォローアップ研修

今年度より，第 2 チャレンジ参加者で，国際物理オリンピック代表候補にならなかった高校生 88 名を対象にしたフォローアップ研修が始まった。研修に参加することによって何かの資

格を得ることができるということがないため，どの程度の参加申し込みがあるか心配したが，46 名の申し込みがあった。

2012 年 9 月末に全 8 問の問題を申込者に送り，答案は，第 1 問，第 2 問を 10 月末，第 3 問，第 4 問を 11 月末，第 5 問，第 6 問を 12 月末，第 7 問を 1 月末，第 8 問を 2 月末締め切りで提出してもらった。各問題提出者数と平均点は，次の通りであった。

	1 問	2 問	3 問	4 問	5 問	6 問	7 問	8 問
答案提出者数	36	35	32	32	25	25	24	18
平均点 （50 点満点）	43.5	34.5	33.9	45.6	44.2	31.6	40.7	24.1

第 1 問の答案提出者 36 名中に，大学受験を控えた高校 3 年生（既卒性を含む）が 18 名含まれており，後半では，彼らからの答案提出が減少すると予想されたが，彼らの中の 7 名が最後の第 8 問を提出した。

出題問題は，過去の IPhO 代表候補者への添削問題の中から，力学から電磁気まで分野ごとにやさしいと思われる問題を選んで出題した。

第 1 問は，「関数の展開と微分」で，物理で使う微分法に関する解説と関連する演習問題であった。この問題は最もやさしかったようであり，よくできていた。

第 2 問は，「燃料を噴射するロケットの運動」で，質量の変化する物体の運動に関する問題であった。問題文の誘導にしたがって立式すれば，比較的容易に解答することが可能である。

第 3 問は，「ゴムひものついた剛体棒の微小振動」で，高校課程の範囲外の剛体の運動に関する問題であった。それでも，確実に解答している答案が多く，安心した。

第 4 問は，「打撃の中心」で，剛体の回転に関する問題であったが，誘導が丁寧であり，高得点を得ることができたようである。

第 5 問は，「エントロピー」で，高校課程の範囲外ではあった。答案提出者は減少したが，丁寧な誘導の付いた熱力学の基礎的な問題であったため，高得点となった。

第 6 問は，「円孔による回折」で，高校課程内の問題であったが，やや考えにくかったためか，平均点は下がった。

第 7 問は，「電気双極子」で，問題内容としては高校課程の範囲内の知識で解ける問題であった。ベクトルを用いた表現を必要としたため，点数が下がることが予想されたが，心配する必要のない結果になった。

第 8 問は，「地球磁場中での円形コイルの回転」で，IPhO の過去問であった。IPhO の問題は誘導が少なく難しかったようで，答案提出者と平均点がともに下がった。

以上のように，第 8 問はやや難しかったようであるが，それまではある程度の点数を獲得しており，安心した。しかし，IPhO の代表候補者に比べると，動機付けが弱く，難問でも粘って何とか答案を完成させようとする意欲が足りないように感じられた。この点は，今後の課題であろう。

実際の採点には，濱崎立資，山村篤志，佐藤遼太郎の各 OP 委員に担当して頂いた。丁寧な採点・添削に感謝したい。

第 II 部　物理チャレンジ 2013

II.1　物理チャレンジ 2013 概要

第 9 回全国物理コンテスト物理チャレンジの準備は 2012 年 10 月に第 1 チャレンジ部会，第 2 チャレンジの理論問題，および実験問題部会，第 2 チャレンジ現地実行部会の各部会の構成委員の決定から始められた。第 1 チャレンジの実験レポート問題が 2013 年 1 月に提示され，4 月 1 日から 5 月 6 日までの募集期間内に 1460 名の応募者があった。内訳は小学生以下 2 名，中学生 32 名，高校 1 年生 315 名，高校 2 年生 663 名，高校 3 年生 446 名，既卒者 2 名である。6 月 10 日に実験レポートを締め切り，レポート提出者は 1180 名であった。さらに，6 月 23 日に全国 76 会場においてマークシート方式による理論試験を行い，参加者は 1222 名であった。これと並行して 6 月 22，23 日に実験レポートの採点を行った。6 月 29 日に理論試験，実験レポート提出の両方の条件を満たす 1117 名の総合評価を行い，第 1 チャレンジ通過者 103 名を選出したが，後ほど 3 名が辞退したので，第 2 チャレンジ参加者は 100 名となった。内訳は中学生 1 名，高校 1 年生 12 名，高校 2 年生 37 名，高校 3 年生 50 名である。昨年と比較すると，申し込み者数で 142 名増，実質第 1 チャレンジ参加者（理論試験＆実験レポート提出）数で 63 名の増加であった。理論試験の参加者数よりも実験レポート提出者数が少ないことから実験課題が参加者数増を少し抑えているとも考えられるが，逆に，第 2 チャレンジに進めなかった参加者にとっては，実験課題を考え，実験を構成するという経験をする良い機会となったのではないかと考えている。

第 2 チャレンジは，8 月 5 日から 8 日まで 3 泊 4 日の日程で筑波大学にて行い，宿泊所は筑波研修センターとした。会場設営，参加者の案内，スケジュール作成等に関しては筑波大学，つくば市，茨城県のスタッフからなる現地実行委員会により準備，運営が行われ，理論，実験試験はそれぞれの部会委員が中心となって行った。茨城県高校教員の助力もあり，予定通り順調に行うことができた。御協力頂いたこれらのスタッフの皆様には大変感謝，御礼を申し上げます。

8 月 5 日に筑波大学会館にて開会式を行い，筑波大学の中山直正教授による講演「太陽系外の惑星の探査」と茨城県立土浦第二高等学校と筑波高等学校の生徒によるアトラクションの後，筑波研修センターにて宿泊した。8 月 6 日は 5 時間の理論試験を行い，終了後サイエンスツアーとして筑波大学内のサイバニクス研究センター，計算科学研究センター，プラズマ研究センターを見学した。さらにその後，多数のグループからのデモ実験を含むフィジックスライブと終了後の研究者との交流会を行ったが，大変啓発されたようである。7 日は 5 時間の実験試験の後，物質・材料研究機構（NIMS）と宇宙研究開発機構（JAXA）を見学，終了後に研究者との交流のための懇親会を開いた。チャレンジ終了後のアンケートで見ると理論，実験の課題もさることながら，参加者同士の交流，見学先での研究者との懇談等が参加者にはかなりの刺激となっていることが伺われた。

最終日の 8 月 8 日に筑波大学会館にて表彰式を行って閉会式とし，選出者の意思確認のための数日をおいた後，高校 2 年以下の成績優秀な学生 14 名を 2014 年の国際物理オリンピック日本代表選手候補として選出した。

II.2　第 1 チャレンジ（予選コンテスト）

II.2.1　実施体制

(1)　広報

私たちは，JST が取りまとめる 7 つの国際科学オリンピック共同の広報パンフレットの作成に協力した。1 月下旬，JST がこのパンフレットを全国のおよそ 5,000 余の高校・中等教育学校・高専・中学校等に配布する際に，物理チャレンジのポスターを同封して貰った。3 月下旬，物理チャレンジの募集要項は，数学，化学，生物の募集要項といっしょに JST から 3,000 校余の高校等に送付された。同じ時期に，物理チャレンジの募集要項を，過去の応募実績に照らして選定した重点校 132 校と会場校，各都道府県・政令指定都市の教育委員会ならびに各地の科学館に，別途送付した。詳しくは表 I-4 に示した。

(2)　第 1 チャレンジ理論問題コンテスト会場の設営

理論問題コンテスト会場は，例年通り日本委員会が各都道府県教育委員会を通じて公立高校等に依頼したり，直接高校・高専・大学に依頼して設営された。これら 61 会場に加えて高校などから申請のあった特設会場を理論問題コンテスト会場とした。

なお，表 II.1 に都道府県別応募者数と実際の受験者数などを示す。

(3)　実験課題レポートの課題公開と採点

第 1 チャレンジ実験課題は，前年同様に，募集要項に掲載するほか，早期に周知を図るため，1 月に配布する物理チャレンジのポスターの裏面にも印刷し，同時に 1 月初めにはホームページ上にも公開した。

提出されたレポートは合計で 1180 通に上り，採点は，物理チャレンジ・オリンピック委員会委員の他，茨城県の高校教員約 10 名の応援を得て行われた。

(4)　理論問題コンテストの問題作成と採点

理論問題コンテストは，試験時間 90 分，マークシート方式（3〜8 択）の試験である。問題数は計 35 設問で，参考図書持ちこみ 1 冊可で実施された。採点は，JST が契約した会社のコンピュータによって一括して行われた。

表 II.1　都道府県別応募者数と第 1，2 チャレンジ参加者数等

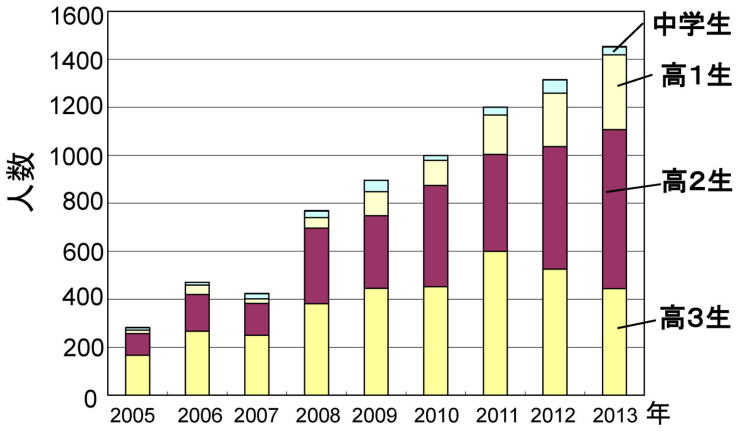
都道府県		第 1 チャレンジ			第 2 ﾁｬﾚﾝｼﾞ		国際物理オリンピック
		応募者	理論問題参加者	実験課題レポート提出者	対象者	参加者	日本代表候補者
1	北海道	50	40	35	3	3	1
2	青森県	5	5	5	0	0	0
3	岩手県	15	15	13	0	0	0
4	宮城県	19	17	16	0	0	0
5	秋田県	38	37	26	1	1	0
6	山形県	2	2	2	0	0	0
7	福島県	14	14	7	0	0	0
8	茨城県	86	80	79	2	2	0
9	栃木県	35	34	34	3	3	0
10	群馬県	30	22	18	1	1	0
11	埼玉県	76	69	73	1	1	0
12	千葉県	20	13	13	2	2	0
13	東京都	160	116	114	13	13	2
14	神奈川県	67	53	47	16	16	0
15	新潟県	27	22	22	0	0	0
16	富山県	12	9	10	1	1	0
17	石川県	57	52	43	2	2	0
18	福井県	22	22	19	0	0	0
19	山梨県	17	16	16	0	0	0
20	長野県	10	10	5	0	0	0
21	岐阜県	33	20	27	1	1	1
22	静岡県	20	20	19	0	0	0
23	愛知県	66	56	55	4	4	2
24	三重県	19	18	18	4	4	0
26	京都府	29	24	24	4	4	1
27	大阪府	67	53	57	11	11	4
28	兵庫県	31	21	19	6	6	2
29	奈良県	36	31	25	4	4	0
30	和歌山県	13	9	9	0	0	0
31	鳥取県	2	1	1	1	1	0
32	島根県	13	13	13	0	0	0
33	岡山県	95	76	80	7	5	0
34	広島県	62	53	54	2	2	0
35	山口県	4	4	4	2	2	0

36	徳島県	14	9	10	1	1	0
37	香川県	5	4	4	0	0	0
38	愛媛県	43	43	42	4	4	0
39	高知県	12	9	9	0	0	0
40	福岡県	27	17	16	0	0	0
41	佐賀県	44	40	44	0	0	0
42	長崎県	1	1	1	0	0	0
43	熊本県	22	20	21	0	0	0
44	大分県	14	9	9	0	0	0
45	宮崎県	11	10	9	3	3	1
46	鹿児島県	8	8	8	1	1	0
47	沖縄県	6	5	5	3	2	0
48	その他	1	0	0	0	0	0
合　　計		1,460	1,222	1,180	103	100	14

II.2.2　実施概要

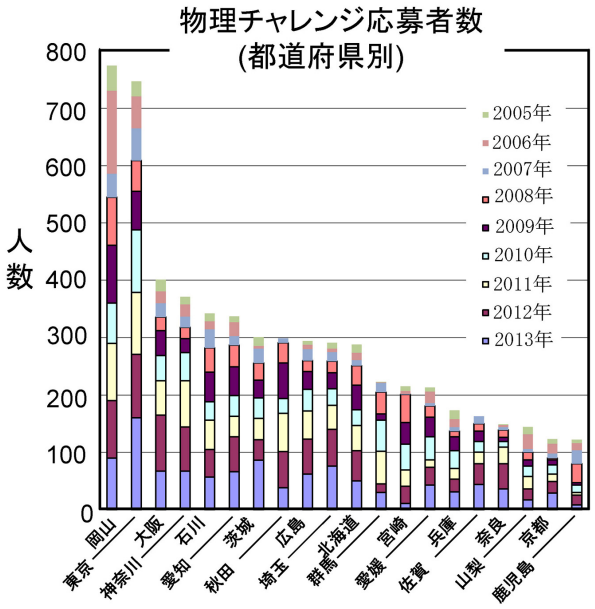
(1)　応募者数，過去最高を更新

今回で 9 回目を迎える物理チャレンジ 2013 の参加者募集が 4 月 1 日から始められ, 5 月 6 日で締め切られた。応募者数は 1460 名で，昨年に続き過去最高を更新した。応募者総数は年々「直線的に」増加し，飽和する傾向はまだ見られない。(図Ⅱ.1) また，今回も前回と同じく高校 2 年生以下の割合が増加している。国際物理オリンピックを目指す参加者が増えているという見方もできるが, 学校で物理を選択する生徒が増えたことも一因かもしれない。今回特筆すべきことは，小学生の参加があったことである。



図Ⅱ.1 物理チャレンジ応募者数の推移

都道府県別にみると，9 年間の総数では物理チャレンジ「発祥の地」岡山県と東京が断トツである（図Ⅱ.2)。また，全国各地から応募があり，空白県は無くなった。物理チャレンジの知名度が上がってきたといえるが，将来的には，各地域から東京や岡山を凌ぐほどの参加者が出ることを期待したい。



図Ⅱ.2　都道府県別物理チャレンジ応募者数

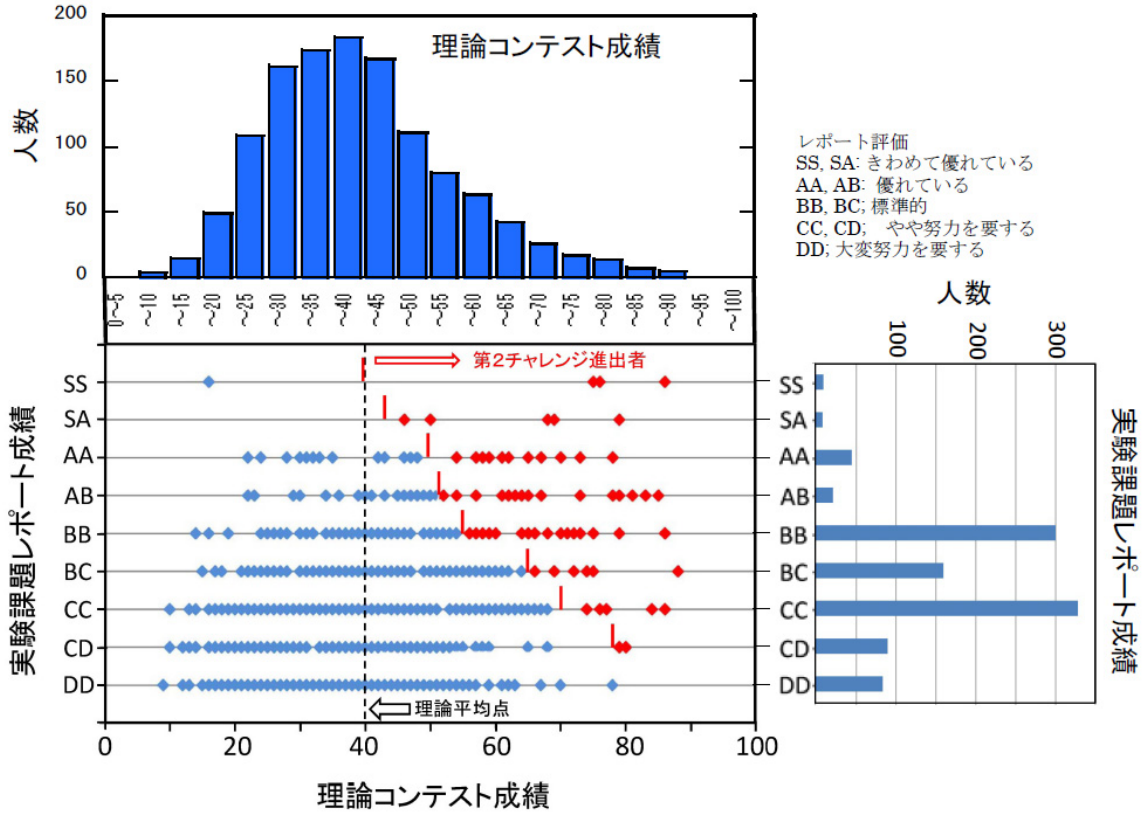
(2)　理論問題コンテストと実験課題レポート

理論問題コンテストは 6 月 23 日（日）午後 1:30～3:00 に，全国 71 か所の会場で一斉に行われ，総数で 1222 名が参加した。また，これに先立ち， 6 月 10 日（消印有効）を締め切りとして参加者に課された実験課題レポートの提出数は，合計で 1180 通であった。

理論問題コンテストは 100 点満点で採点され，実験課題レポートは 9 段階で評価される。理論および実験の総合成績によって，8 月 5 日から筑波大学で開催される全国大会 第 2 チャレンジに進出する 103 名が選抜された。今回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った。図Ⅱ.3 は理論および実験の成績の相関を表した図である。これを見ると，例年のことではあるが，実験課題レポートで素晴らしく高い評価を得ていても，理論試験がままならなかった受験者が何人か出ている。またその逆の，理論では最高に近い得点を取っていても，実験課題レポートの評価が低い受験者も出ている。しかし，実験課題レポートの成績が良いほど，第 2 チャレンジ進出に必要な理論コンテストの成績の閾値は下がる。このように，第 2 チャレンジへの選抜は，理論と実験の両方の成績を考慮して行われる。

実験課題レポートで物理を楽しむきっかけを作ってもらうことも，第 1 チャレンジの役割の一つである。その意欲をバネに物理をもっと学んで，物理現象がわかることの楽しみを感じるようになれば，学習はどんどん進んでいくであろう。そうするとかえって身の回りの物事が，わからないことばかりになってくるかもしれない。そうなればますます物理が楽しくなる。第 1 チャレンジに挑戦することによって，より多くの生徒諸君がチャンスをつかんで

実力を伸ばし，それを発揮していくことを期待している。



図Ⅱ.3　第１チャレンジ 理論問題コンテストと実験課題レポートの成績の相関

II.2.3　理論問題コンテスト

第１チャレンジ 理論問題コンテストは６月 23 日に行われ，参加者は総数 1222 名であった。第１チャレンジでは，物理に興味を持つ生徒たちに，ひろく参加を望んでいる。参加者のうち，中学生 23 名，小学生 1 名であった。

(1)　難易度が幅広い問題

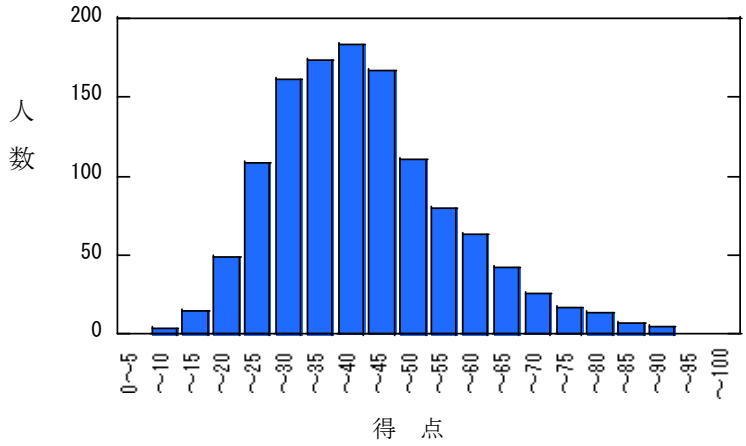
理論問題は，高等学校で物理を学習した生徒を対象に出題している。しかし，上に述べたように，物理に興味を持つ生徒たちにひろく参加を望んでいるので，中学生にも持ち込んだ参考書を使用すれば解答できるような問題作り心がけている。

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，また，教科書に載っては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る。例年，大学入試相当の問題が少ないのではないかという意見がいろいろな人から出されるので，理論問題は年々難易度が高くなっている。

(2) 結果と講評

今回の理論問題コンテストの平均点は 39.96 点で，前回より 10 点近く下がった。90 点以上はいなかった。得点の分布グラフ（図Ⅱ.4）に示すように，80 点以上も 12 名と少数であった。

平均点は低いが，正答率が 20%を下回る問題は，第 2 問の問 2 の 1 問だけで，正答率が極端に低い問題が少ないのが今回の特徴であった。難易度のばらつきが少なく，全体的に難しかったようである。正答率が 25%以下の問題は，第 1 問の問 2，問 11，第 2 問の問 1，問 2，第 6 問の問 2 の 5 題であった。



図Ⅱ.4　理論問題コンテストの得点分布

第 1 問

問 2 は，空気抵抗がある場合の最高点に達するまでの時間とそこから落下する時間を比較させる問題である。多くの生徒は，両者は同じと解答しているが，空気抵抗で速度が制限されることを考えれば，初速度に比べ手元に戻るときの速度の大きさは小さくなることが分かる。したがって，落下時間の方が長くなる。

問 11 は，棒磁石がコイルの中に侵入するときに信号が出ると考えて①を選択した生徒が多かった。棒磁石がコイル内にいる間，磁束は変化しない。入るときと出るときに電磁誘導によって信号が出る。落下速度が変化するので，信号の形も変わる。

第 2 問

問 1 は物体が板を滑り下りているので混乱した生徒が多いようだった。物体に板が及ぼす垂直抗力の反作用の垂直成分と板の重さの和が，板が床から受ける垂直抗力とつり合う。

第 6 問

問 2 は，光子のエネルギーそのままで解答した生徒が多かった。仕事関数分のエネルギーが減ることに注意したい。

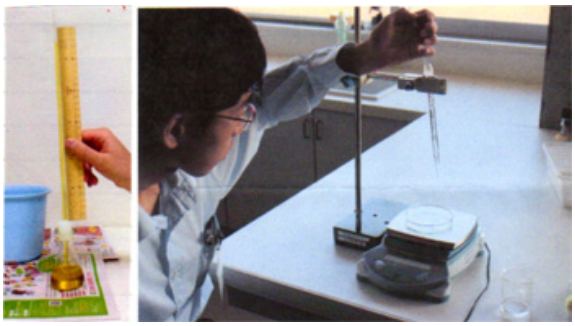
(3) 問題作りの難しさ

第 1 チャレンジ部会委員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磨き上げる作業を半年かけて行った。設問作りでは，小学生が読んで分かる文章を目標にしているが，これは極めて難題である。今回，虹の問題を作るに

あたっては大変難儀した。光は電磁波であり，横波であること，反射の際に偏光することなど，設問内で説明する難しさを再認識した。この問題の正答率は 30%程度に留まり，少し難しかったかもしれないが，この問題を経験したことで，今後はこれまでとは違った見方で虹を見ることを期待している。

II.2.4　実験課題レポート

毎回，第１チャレンジでは，自宅や学校などで簡単に実験でき，しかも，さまざまな工夫ができるテーマを実験レポート課題としている。「温度計」は日常生活でもなじみ深く，実験器具として小学校の理科実験でも良く利用されるが，実生活では温度の測定方法はさまざまである。簡単な方法で精度の高い温度計を作るためには工夫が必要となる。どのような方法を考えて工作したか，送られてくるレポートを楽しみにしていた。6 月 10 日の締め切りまでに，前回より 100 通近くも多い，1180 通が届いた。そのうち，中学生 26 通，小学生 1 通であった。



図Ⅱ.５　実験問題コンテスト：実験の様子

(1)　さまざまな方法での温度計の作製

レポートでは，さまざま方法で温度計が作られていた。それらの中からいくつかの方法を紹介する。

(A)　材料の膨張を利用する方法

もっとも多かったレポートである。多くの材料は温度が上がると膨張する。1℃の温度上では空気はおよそ 0.3%だけ膨張するから，容器に閉じ込めた空気の体積を測ることで温度計を作ることができる。水や金属では膨張の割合が小さくなる。20℃の水では 1℃の温度上昇あたり 0.02%膨張するので，精密に測るために工夫も必要となる。浮力を使った「ガリレオ温度計」のレポートもあった。金属の伸びを精度よく測ったレポートもあり，努力が分かる。また，温度が上がると縮む材料を使ったものとしては，おもりをつるしたゴムひもが縮むことを利用したゴムひも温度計もあった。

(B)　電気を利用する方法

電気の測定でも温度計を作ることができる。銅線の電気抵抗を精密に測定するレポートもあった。高等学校の教科書に出ている電気回路の素子のダイオードやコンデンサーを利用した温度計もあった。2 つの違う金属をつなぐと電圧が発生する（熱電対）。その電圧を測ることでも温度計となる。

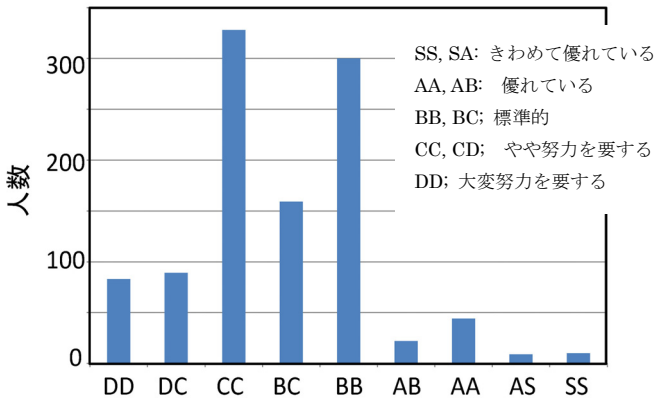
(C)　その他の方法

油の粘性も温度で大きく変化し，低い温度では流れにくい油も温度が上がると流れやすくなる。ひまし油やパラフィンなどを利用して温度計が作れる。温度により色が変わるシールを目にした人も多いであろう。溶液の色の変化を利用した温度計もあった。

他にもいろいろな方法があり，多くの生徒が温度計を作るための工作をしていた。旺盛な探究心をもって，楽しみながら，温度計を作る様子がうかがわれた。その中には精密な電子回路を自作した人もいた。

(2)　採点の結果

レポートの評価は，のべ 30 名を超える採点者が 2 日間にわたって行い，9 段階で評価した（図Ⅱ.6）。



図Ⅱ.6 第 1 チャレンジ実験課題レポートの成績分布

レポートを作成する期間は半年近くもあるので，工夫を重ねて温度計を改良しているレポートが数多くみられた。きちんと温度が測れる温度計を作ったレポートは，いきいきと文章が書かれている。一方，短い時間の実験からまとめたレポートは，もう一回，改良してチャレンジしたら良い温度計となるのでは，と思うものもあった。

授業では「合格」や「A」の評価になるレポートでも，工夫を重ねて温度計を作ったレポートと比較すると「C」や「B」という評価になってしまう。

多くの生徒は測定した結果をきちんと表でまとめていたが，グラフに表していないレポートもあった。グラフにすることで，測定の結果の様子が良くわかり，測定で読み取った数値から温度を求めることが簡単になり，温度計として使いやすくなる。

実験レポートを採点するのは物理の専門家である。そのような採点者をうならせるような工夫や努力が見られるレポートは「A」の評価が付けられる。また，特に創意と工夫が認められるレポートは「S」の評価が付けらる。今回 1180 通のレポートのうち，「SS・SA」という評価がついた実験レポートは 9 通あり，「実験優秀賞」として表彰されることになった（表Ⅱ.2)。また，この方法でも温度計が作れるのだと感心した 3 通を「アイデア賞」に選んだ。どのような内容のレポートが実験優秀賞になるのか，ホームページに掲載しているので参考にされたい。また，小学生として一名のみ提出のあったレポートに対しては，「実験奨励賞」として表彰することとした。

表 II.2　実験優秀賞・アイデア賞・実験奨励賞

◎ 実験優秀賞

小松　丈流	愛媛大附属高校	3 年生
奥田　堯子	愛知淑徳高校	2 年生
山田　　巌	筑波大附属駒場高校	1 年生
谷口　大輔	栄光学園高校	3 年生
森　　泉	東京都立小石川中等教育学校	6 年生
村上明花里	愛知淑徳高校	2 年生
平田　祐登	聖光学院高校	3 年生
吉田　博信	大阪星光学院高校	2 年生
徐　　子健	大阪星光学院高校	2 年生

◎ 実験奨励賞

宮岡　玲奈	福岡県　福岡雙葉小学校	6 年生

◎アイデア賞

阿部　剛紀	秋田県立横手清陵学院高校	3 年生
宮崎　陽介	栃木県立宇都宮高校	1 年生
矢野　真由	作新学院高校	2 年生

II.3　第 2 チャレンジ（全国大会）

II.3.1　出場者の選考

(1)　第 1 チャレンジでの評価

第 2 チャレンジへの選抜は第 1 チャレンジの理論問題コンテストと実験課題レポートの総合評価で行なわれ，国際物理オリンピック出場者といえどもシードされることはない。

実験課題レポート評価や理論問題コンテスト得点の分布（図 II.3 第 1 チャレンジ理論コンテストと実験課題レポートの成績の相関を参照）を考慮し，事業推進会議の慎重な議論を経て，第 2 チャレンジ出場者は 103 名選ばれ，辞退者が 3 名おり，最終的に 100 名となった。

(2)　第 2 チャレンジの性格と学年分布

物理チャレンジは第 1 回以来，高校生（中学生も参加可）の国内最高の大会として設定されているので，高校 3 年生を排除するものではない。ところが，時期的にはその年の国際物理オリンピック大会は物理チャレンジ実施の前に既に終了しているため，国際物理オリンピック大会予選としては高校 2 年生以下が対象者となり，翌年の国際物理オリンピックに参加する。国内最高の大会と国際大会予選という 2 つの性格を持たせたことの結果，高校 2 年生以下の参加者が第 2 チャレンジにどれだけ残るか，委員会として毎回やきもきするところである。参加者も高校 3 年生が多いし，当然ながら成績もよい。第 2 チャレンジ出場者 100 名強のうち，第 1〜5 回大会までは 30 人内外が高校 2 年生以下であり，その中の優秀者が次年度国際大会の候補者となっていた。高校 2 年生以下の人数枠を設定し，別選考することも可能であるが，これまでは行っていない。第 6 回，第 7 回大会では第 2 チャレンジ出場者を 70 名台に絞った。しかし，第 8 回大会以降，再び，100 名強に戻した。

今回の出場者の学年分布は，高 3 生 51 名，高 2 生 37 名，高 1 生 12 名，合計で 100 名であった。表 II.3 に第 2 チャレンジ出場者の名簿を示す。

表 II.3　物理チャレンジ 2013 第 2 チャレンジ出場者（五十音順）

氏名	学校名	学年	学校都道府県名
渥美　一哉	暁高等学校	1 年生	三重県
飯田　航	茨城県立水戸第一高等学校	2 年生	茨城県
石金　周将	富山県立富山中部高等学校	3 年生	富山県
礒野　航	栄光学園高等学校	1 年生	神奈川県
伊知地　直樹	東京都立小石川中等教育学校	6 年生	東京都
今池　大	高川学園高等学校	2 年生	山口県
今村　秀明	石川県立小松高等学校	3 年生	石川県
上田　研二	洛南高等学校	3 年生	京都府
上野　爽	栄光学園高等学校	1 年生	神奈川県
内野　克哉	大阪星光学院高等学校	3 年生	大阪府

浦田　　宙明	栃木県立宇都宮高等学校	２年生	栃木県
大熊　　拓海	北海道札幌北高等学校	２年生	北海道
太田　　力文	東海高等学校	２年生	愛知県
大野　　巧作	早稲田高等学校	３年生	東京都
大野　　周平	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
大森　　亮	灘高等学校	３年生	兵庫県
岡嶋　　航太	広島学院高等学校	２年生	広島県
小川　　夏実	横浜雙葉高等学校	２年生	神奈川県
奥田　　堯子	愛知淑徳高等学校	２年生	愛知県
尾田　　直人	大阪星光学院高等学校	２年生	大阪府
小野瀬 雅穂	筑波大学附属駒場高等学校	３年生	東京都
親川　　晃一	大阪星光学院高等学校	２年生	大阪府
鍵谷　　拓海	奈良県立奈良高等学校	１年生	奈良県
加集　　秀春	灘高等学校	１年生	兵庫県
金井　　凌	群馬県立高崎高等学校	２年生	群馬県
金久　　浩大	愛媛県立今治西高等学校	３年生	愛媛県
菅野　　洋信	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
岸　　映裕	金蘭千里高等学校	３年生	大阪府
北濵　　駿太	岡山県立倉敷天城中学校	３年生	岡山県
北村　　侃	灘高等学校	２年生	兵庫県
北村　　翼	立命館慶祥高等学校	２年生	北海道
北山　　圭亮	開成高等学校	２年生	東京都
国吉　　秀鷹	昭和薬科大学附属高等学校	２年生	沖縄県
合谷木　　諒	秋田県立秋田高等学校	３年生	秋田県
小川　　草太	岡山県立津山高等学校	３年生	岡山県
小嶋 麻由佳	洛南高等学校	１年生	京都府
児玉　　知己	宮崎県立宮崎西高等学校	３年生	宮崎県
小塚　　友太	洛南高等学校	２年生	京都府
坂口　　諒	早稲田高等学校	３年生	東京都
佐々木　　捷	慶應義塾高等学校	３年生	神奈川県
佐藤 件一郎	埼玉県立川越高等学校	３年生	埼玉県
佐藤　　健史	本郷高等学校	３年生	東京都
佐野　　海士	灘高等学校	１年生	兵庫県
皿海　　孝典	白陵高等学校	２年生	兵庫県
澤岡　　洋光	大阪星光学院高等学校	３年生	大阪府
重田　　太郎	浅野高等学校	３年生	神奈川県
島田　　拓馬	神奈川県立弥栄高等学校	３年生	神奈川県

徐　　子健	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	３年生	大阪府
杉浦　康仁	開成高等学校	２年生	東京都
杉本　　哲	岡山県立岡山朝日高等学校	２年生	岡山県
鈴木　啓太	東京都立日比谷高等学校	３年生	東京都
曽我部 翔大	愛媛県立今治西高等学校	３年生	愛媛県
駄阿 也眞人	山口県立宇部高等学校	３年生	山口県
髙橋　拓豊	東京都立小石川中等教育学校	４年生	東京都
竹下　晋平	神奈川県立柏陽高等学校	３年生	神奈川県
田中　宏樹	奈良県立奈良高等学校	２年生	奈良県
棚橋　健人	神奈川県立高津養護学校生田東分教室	３年生	神奈川県
谷口　大輔	栄光学園高等学校	３年生	神奈川県
田前　麻生	大阪星光学院高等学校	１年生	大阪府
玉城　義仁	昭和薬科大学附属高等学校	２年生	沖縄県
堤　　俊輔	大阪星光学院高等学校	２年生	大阪府
寺山　智春	東京都市大学付属高等学校	３年生	東京都
鳥取　岳広	岡山県立津山高等学校	２年生	岡山県
永井　　瞭	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
中川　拓真	石川県立小松高等学校	３年生	石川県
中西　　亮	ラ・サール高等学校	２年生	鹿児島県
中野　裕章	徳島市立高等学校	２年生	徳島県
中村　昂生	北海道札幌西高等学校	３年生	北海道
中村　太一	栄光学園高等学校	３年生	神奈川県
成家　悠太	渋谷教育学園幕張高等学校	２年生	千葉県
成田　博貴	愛媛県立松山南高等学校	３年生	愛媛県
西村　勇輝	江戸川学園取手高等学校	３年生	茨城県
西脇　理巧	三重県立四日市高等学校	３年生	三重県
浜地　祐矢	三重県立四日市高等学校	３年生	三重県
濱田　一樹	灘高等学校	１年生	兵庫県
林　　達也	岐阜県立岐阜北高等学校	２年生	岐阜県
坂西　純平	神奈川県立柏陽高等学校	３年生	神奈川県
平田　祐登	聖光学院高等学校	３年生	神奈川県
福島　　理	東大寺学園高等学校	２年生	奈良県
福島　孝洋	聖光学院高等学校	３年生	神奈川県
福田　虎伯	宮崎県立宮崎西高等学校	２年生	宮崎県
舟川　一穂	京都府立洛北高等学校	３年生	京都府
堀江 真惟人	市川高等学校	２年生	千葉県

松井　　千瑛	南山高等学校	３年生	愛知県
松井　　悠亮	広島学院高等学校	３年生	広島県
松原　　卓也	鳥取県立倉吉東高等学校	３年生	鳥取県
丸山　　義輝	宮崎県立宮崎西高等学校	２年生	宮崎県
三宅　　大和	岡山県立倉敷天城高等学校	１年生	岡山県
村上 明花里	愛知淑徳高等学校	２年生	愛知県
森　　泉	東京都立小石川中等教育学校	６年生	東京都
梁木 百合香	栃木県立宇都宮女子高等学校	３年生	栃木県
山田　　巌	筑波大学附属駒場高等学校	１年生	東京都
山本　　瑛久	愛媛県立今治西高等学校	３年生	愛媛県
吉澤　　拓哉	栃木県立栃木高等学校	３年生	栃木県
吉田　　透夢	東大寺学園高等学校	２年生	奈良県
吉田　　博信	大阪星光学院高等学校	２年生	大阪府
渡邉　　葵	大阪星光学院高等学校	３年生	大阪府
渡邉　　伊吹	本郷高等学校	２年生	東京都
渡部　　さや	三重県立四日市高等学校	３年生	三重県

II.3.2　つくばでの実施体制

第２チャレンジは 2013 年８月５日～8 日の４日間，筑波大学を会場，筑波研修センターを宿泊施設として実施された。つくば市での第 2 チャレンジの開催は, 2007 年, 2009 年, 2011 年に続く４度目であり, 今回も大学のみならず, 茨城県, つくば市他の協力を得て実施された。チャレンジ実施のための現地実行部会は 2012 年 10 月に組織され，チャレンジ本番までに都合４回の会議を重ね準備を行った。準備過程での運営マニュアルの作成や県内高等学校との折衝，業者対応などは津賀宗充委員（茨城県教育庁高校教育課）の貢献がとりわけ大きかったことを特記したい。

第２チャレンジ期間中は JPhO 各部会から委員が参加し運営に当たった。そのほか，コンテストの採点, フィジックスライブへの出展などの役割を担っていただいた高校や大学の先生方, 自律的に働いてくれた学生スタッフ，歓迎イベントに出演した高校生，サイエンスツアーの各組織などの協力を忘れてはならない。また現地運営では筑波大学数理物質エリア支援室の全面的な協力があった。筑波大学は今年度から２学期制に移行したことから当初多少の懸念があったが，これらの方々の努力により大きな障害もなく開催できた。

今回の第２チャレンジの日程を表Ⅱ.４に示す。第２チャレンジは物理に興味を抱く 100 人の高校生が一堂に会する場であり，コンテストだけでなく特別講演，サイエンスツアー，フィジックスライブなどの関連行事を実施した。フィジックスライブの演示内容の一覧を表Ⅱ.５に示す。サイエンスツアーⅡではつくば市内の JAXA および NIMS の２研究機関を見学するとともに，外国人を含む研究者との交流夕食会を開いた。参加生徒のアンケートには,「もっと時間がほしかった」,「ゆっくり回りたかった」,「研究員，先生，大学生の方などとたくさん話でき

たのが，とても有意義でよかった」などの感想が多くみられ，参加生徒たちはこれらの企画を十分に楽しみよい刺激を受けたことがわかる。

表Ⅱ.4 物理チャレンジ 2013 第 2 チャレンジ日程（2013 年 8 月 5 日～8 日）

8月5日(月)	13:30～14:00	受付
	14:00～15:00	開会式　（筑波大学大学会館ホール）
	14:00～14:40	・開会宣言　・歓迎の挨拶　・挨拶
	14:40～15:00	・2013 国際物理オリンピック報告
	15:15～16:45	特別講演　筑波大学教授　中井直正 氏 「太陽系外の惑星の探査」
	16:55～17:50	歓迎アトラクション：土浦第二高校箏曲部　現代箏曲演奏 筑波高校文芸部　ガマの油売り口上
	18:00～19:00	夕食（参加者交流）
	19:00～19:30	筑波研修センターに移動
	19:30～20:30	グループミーティング
	20:30～	入浴，自由時間，就寝
6 日（火）	6:15～ 6:45	起床
	6:45～ 7:30	朝食
	7:45	筑波研修センター発
	8:30～13:30	コンテスト（理論問題）　（1H201 教室）
	13:40～14:10	昼食
	14:10～14:30	写真撮影
	物理チャレンジ 2013 サイエンスツアーⅠ	
	14:30～16:30	筑波大学研究施設見学（計算科学研究センター，プラズマ研究センター，サイバニクス研究センター）
	16:30～18:30	フィジクス・ライブ　（総合研究棟 B　ロビー他）
	18:30～19:30	夕食（研究者との懇親）　（3A 第 3 食堂）
	14:30～20:00	筑波研修センターに移動
	20:00～	入浴、自由時間、就寝
7 日（水）	6:15～ 6:45	起床
	6:45～ 7:30	朝食
	7:45	筑波研修センター発
	8:30～13:30	コンテスト（実験問題）　（1A105　第 1 食堂）
	13:40～14:15	昼食
	物理チャレンジ 2013 サイエンスツアーⅡ	
	14:15～14: 45	JAXA へ移動
	14: 45～15: 45	JAXA 研究施設見学
	15: 45～16: 00	NIMS へ移動

	16: 00～18: 00	NIMS 研究施設見学
	18: 00～19: 00	夕食（研究者との交流）　（NIMS 食堂）
	19: 00～19: 30	筑波研修センターに移動
	19: 30～	入浴，自由時間，就寝
8 日（木）	6:45～7:15	起床
	7:15～8: 00	朝食
	8:15	筑波研修センター 発
	9:00～9:45	問題解説，解答講評　（大学会館ホール）
	9:50～11:20	表彰式：　挨拶，表彰，全体講評
	11:30	解散

表Ⅱ.5　物理チャレンジ 2013 フィジックスライブ

テーマ	担当者
不思議なプラズマが拓く未来エネルギーFusion	今井剛（筑波大学）
素粒子実験―物質の究極を探る	原和彦（筑波大学）
小型バンデグラフ加速器を用いた演示実験と研究紹介	小沢顕（筑波大学）
物性実験研究と物質科学	小野田雅重（筑波大学）
南極天文学関係	中井直正（筑波大学）
ゴム風船のサッカーボール	根本和昭（佐和高校），齊藤孝通（玉造工業高校）
LED による光通信	鯨雅之（下館第一高校），塚原千秋（麻生高校）
簡易霧箱（放射線を見てみよう！）	本橋隆志(土浦第一高校)，大西武彦(竜ヶ崎第一高校)
いろんな光のスペクトルをみてみよう！	本橋隆志（土浦第一高校）
一体どうなるの？減圧実験ーキミの予想はあたるかな？ー	武士敬一（水戸第一高校）
IPhO2013　実験装置解説	物理オリンピック日本委員会

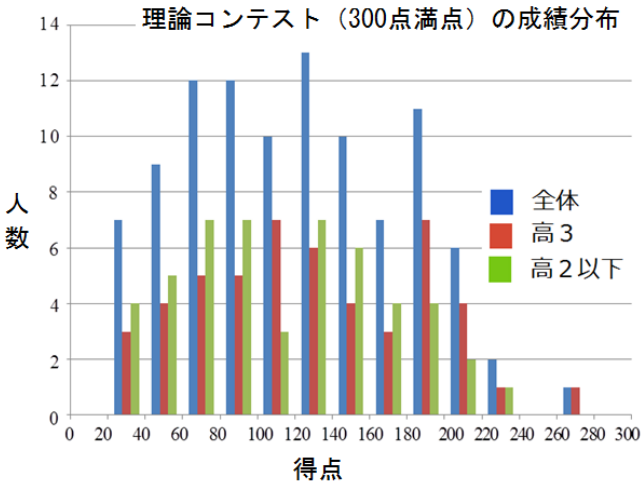
II.3.3　理論コンテスト

(1)　はじめに

今回(第９回)の第２チャレンジ理論コンテストは筑波大学にて2013年８月６日午前(8:30～13:30）に行われた。参加者総数は昨年(101 名)とほぼ同数の 100 名で，男子 93 名，女子 7 名であった（現在，女子の割合が少ないことは残念である)。そのうち，高校 3 年生が 50 名，高 2 が 37 名，高 1 が 12 名，中学 3 年生が 1 名であった。出題は，大問題 3 つで，第 1 問 A,B と第 2 問 A,B，および第 3 問からなる。配点は合計 300 点満点で，第 1 問，第 2 問が各 110 点，第 3 問が 80 点であった。5 時間 3 大問，数値電卓配布は昨年と同様に国際物理オリンピックに準じたものである。

(2) 全体の得点配分（図Ⅱ.7 参照）

300 点満点に対して，平均点は　121 点で昨年（166 点）より低かったが，主に問題数が昨年より多かったためと考えられる。それでも，参加者は良く頑張って挑戦してくれたと思う。最高点は 265 点で昨年（298 点）よりは低く，偏差値は 55 点で昨年（56.6 点）とほぼ同じであった。



図Ⅱ.7　得点分布

(3) 各問題の内容と結果の講評

第 1 問 A は，力学の慣性力の問題であった。まずはじめに，自動車が直線上を走行中にブレーキをかけたときに自動車と共に動く系での慣性力について考えてもらい，慣性力の考えを使って自動車が急ブレーキでスリップを起こさずに止まる条件を問うた。次に，自動車がすり鉢状の斜面を水平に等速円運動する場合の慣性力（遠心力）を問い，自動車が高速になり過ぎたとき，まず横転するか，それとも横滑りするか，どちらが起こるかを慣性力の考えを使って如何に判断するかを問うた。正解率は直線運動より円運動の場合の方が良かったのはやや意外で，高校生は遠心力よりもむしろ直線運動ではたらく慣性力の方が不得手のようであった。

第 1 問 B は，力学の応力，主に表面張力の問題であった。表面張力係数と接触角を与えて，シャボン玉内外の空気圧の差，毛細管内の水位上昇（または下降），液体に浸した垂直で平らな壁面に沿って液体が面上をわずかに上昇する（または下降する）高さを問うた。シャボン玉の問題は良くできたが，毛細管，平面壁になると問題が難しかったようだ。また，最後に，表面張力とは異なる応力のゴム弾性を導入し，ゴム風船の内外の空気圧の差を問うたが，難しかったようで，解けた者は少なかった。

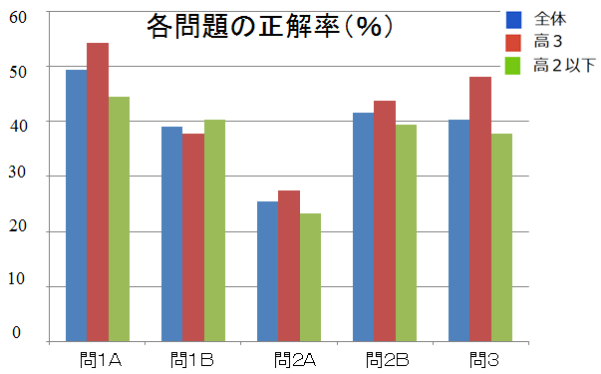
第 2 問 A は，電磁気学の電磁誘導の問題であった。磁場の変化に伴い，磁場中に置かれたコイルに生じる起電力を手掛かりに，コイルが無く，真空であっても，磁場の変化に伴い真空に電場が発生することを考えさせ，その大きさを問うている。また，応用として，二つのソレノイドを組み合わせてベータートロン加速を可能にする磁場を作る方法を問うている。

最後に，この電場が発生することと同様に，その類推を用いて，真空中で電場が変化する場合には磁場が発生することについて，磁場の大きさや向き問うた。第 2 問 A の後半は難しかったようで，特に，ソレノイドの作る磁場の大きさを求めることには大変困難があったようである。

第 2 問 B は，ボーアの原子模型の応用問題であった。宇宙には特殊な環境に置かれた炭素原子があり，その環境では，炭素原子の一番外側の電子は主量子数が高い準位に励起され（Rydberg 原子と呼ばれる），中には主量子数が数百から千に達するものがある。これらの高 Rydberg 原子の遷移よる電波の輝線スペクトルが地上の電波望遠鏡で観測され，その環境が研究されているが，この問題では，その Rydberg 原子のエネルギー準位と，遷移によって生じる電波の振動数と波長を水素原子に準じて求めることを問うている。参加者は原理はほぼ理解しているようだが，冪の絶対値が大きな数の数値計算に慣れていない者が多かったのは惜しかった。桁を間違えずに正しく数値計算してほしいものである。

第 3 問は，光学で「白い虹」を扱う問題である。光学では幾何光学で解ける問題と，波動光学を必要とする問題があるが，この問題では両方が必要になる。まず，幾何光学を用いて，太陽光が水滴に当たって後方に散乱される散乱角を，水滴の中心と入射光線のインパクトパラメーターの関数として問う。ここまでは易しかったようだ。次に，なぜ，虹では約 42 度という特殊な角度の散乱（虹散乱）が強く起こるかを考えるため，グラフに散乱角と散乱光の強度を描くことを問うたが，この問題はかなり難しかったようだ。次に，水の屈折率のわずかな波長依存性から，虹散乱の角度が 42 度の近辺で波長にわずかに依存して，虹の色が分かれる現象を問う。さらに，光の波動性による回折を問う。光の波長の大きさに対して，それを無視できないほど水滴の半径が小さくなると，虹散乱の散乱角が回折によって広がる幅が生じるので，その幅を求めさせ，最後に，屈折率の波長依存性による虹散乱の角度の色による広がりと回折による角度の広がりが同程度になると，虹の色が混ざり合って白い虹に見えることが想像できるかを問うている。後半は難しかったようで，最後まで到達できた割合は約 3 割であった。

得点分布は図Ⅱ.8 のようになった。高校 2 年生以下だけで見ると点数は全体平均よりやや低いが，まだ習っていないこともある中でよく健闘していることが判る。



図Ⅱ.8　正解率

II.3.4　実験コンテスト

(1)　はじめに

熱に関わる現象は身近にたくさんあるにも関わらず，高校物理では熱に関する定量的な実験は少ない。実験中，熱によるエネルギーの散逸がどうしても避けられないことがその一因と考えられる。物理チャレンジの実験問題でも，これまで熱に関する課題は取り上げられなかった。ただ，熱に関わる現象を物理的な目で見ることも大切であろうとの観点から，今回の実験コンテストでは熱をテーマに取り上げた。

熱の伝わり方の伝導，対流，放射（輻射）の 3 種類のうち，今回の課題では伝導および放射を取り上げた。伝導，放射とも，電気ヒーターで暖めた物体を高温部とし，氷水で冷やした物体を低温部として，高温部から低温部へ流れる熱流を測定した。このことにより，熱とはエネルギーの流れの一種であるということを理解してもらうことを目標の一つに掲げた。この課題で必要な知識は高校の「物理Ⅰ」もしくは「物理基礎」程度であり，教科書に出てこない熱伝導度の定義などは，ていねいな説明を加えることにより，学年による差はでないように心がけた。

実験手順は図や写真を入れてある程度詳しく記述した。一方，得られたデータのまとめ方やグラフ化，およびその読み方など，データの解析に関わる部分は参加者自身が考えるように設定した。

以下に実験課題の内容と，採点結果について報告する。

なお，実験器具作成に関して，「電気通信大学ものつくりセンター」に多大なる協力をいただきました。

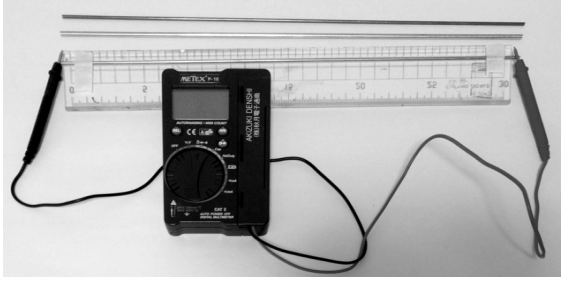
(2)　実験課題の内容

課題 1

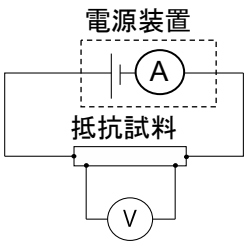
銅，アルミ，真鍮の 3 種類の金属棒を試料とし，課題 1-1 で電気伝導度の測定，課題 1-2 で熱伝導度の測定，課題 1-3 で両者の関係の考察を行う。

課題 1-1

図Ⅱ.9 のような二端子法と，図Ⅱ.10 のような四端子法で，試料の電気抵抗を測定し，二端子法では表示が安定しない，または試料による差がでないことを確認する。四端子法によって得られた抵抗値から試料の電気伝導度を求める。



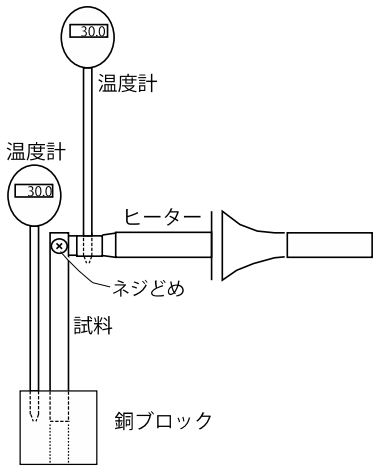
図Ⅱ.9　二端子抵抗測定法



図Ⅱ.10　四端子抵抗測定法

課題 1-2

図Ⅱ.11 のように，試料の一端をヒーターに接続して高温部とし，他端を氷水で冷やされている銅ブロックに接続して低温部とする。はんだごてを利用したヒーターは直流電源装置に接続し，ヒーターにかかる電圧と流れる電流を測定する。ヒーターに供給される電力が試料を流れる熱流に等しいという仮定をもとに，試料の熱伝導度を測定する。外部との熱の出入りをなるべく少なくするため，高温部を室温程度に設定する。測定装置全体の写真を図Ⅱ.12 に示す。



図Ⅱ. 11　熱伝導率の測定装置



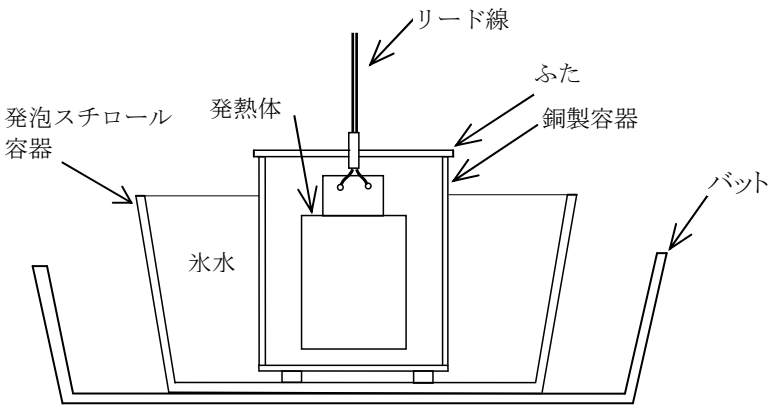
図Ⅱ. 12　熱伝導率の測定装置全体の写真

課題 1-3

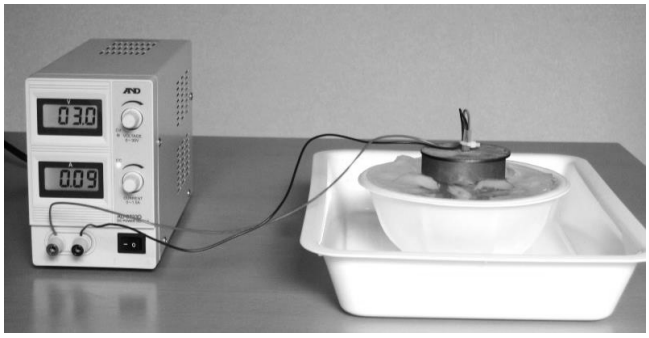
課題 1-1 および 1-2 で求めた 3 種類の金属の電気伝導度と熱伝導度の関係をグラフ化し，両者の間にどのような関係が成り立つかを推定する。

課題 2

図Ⅱ.13 のような装置を使い，電流を流した発熱体と，氷水で冷やされた銅製容器との間での放射エネルギーのやりとりを考えることにより，放射エネルギーが絶対温度の 4 乗に比例するかどうかを検証する。装置全体の写真を図Ⅱ.14 に示す。



図Ⅱ.13　熱放射の測定装置



図Ⅱ.14　熱放射の測定装置全体の写真

課題 2-1

発熱体および銅製容器内壁の温度の測定に放射温度計を使用するため，その使い方の学習をかねて，身の回りにある物体の温度を測定する。

課題 2-2

発熱体に電流を流し，発熱体の温度がほぼ一定になった時点，すなわち熱流が定常的になった時点で,発熱体と銅製容器内壁の温度を測定する。発熱体に印加する電圧を５Ｖから 17V まで，4V 間隔で変化させ，そのときどきの電圧と電流を記録する。この間，発熱体の温度は約 20℃から 140℃程度まで変化する。

課題 2-3

高温部から低温部への熱の流れは放射のみであると仮定し，発熱体に投入した電力および発熱体と容器内壁の温度データから，物体から放射されるエネルギーが物体の絶対温度の 4 乗に比例することを検証するにはどうすればよいかを考察する。

課題 2-4

シュテファン＝ボルツマンの法則を示し,この法則による計算結果と実験結果と比較して，発熱体から容器内壁に運ばれたエネルギーのうち，放射によって運ばれたエネルギーの割合を見積もる。これはボーナス課題である。

(3)　採点結果

課題別の正解率を表Ⅱ.6 に示す。

表Ⅱ.6　各課題の正解率

課題	配点	正解率（%）
課題 1-1　電気伝導度	98	67
課題 1-2　熱伝導度	27	58
課題 1-3　電気伝導度と熱伝導度の関係	8	30
課題 2-1,2　熱放射	37	64
課題 2-3　T の 4 乗則の検証	30	13
課題 2-4　シュテファン=ボルツマン	4(ボーナス点)	1

課題 1-1，1-2 とも，測定まではほとんどの参加者ができていたが，そのデータを使って電気伝導度，熱伝導度を求めるところでのつまずきが目立った。電気伝導度，熱伝導渡の定義は示されているものの，測定データと定義とを結びつける部分が難しかったようである。その結果，課題 1-3 では参加者の 4 分の 1 しか電気伝導度と熱伝導の関係を正しくグラフに書けなかった。なお，このグラフは原点を通らない直線となるが，無理に原点を通る直線を引こうとする答案が目立った。電気伝導度と熱伝導度は比例するはずだ，だから原点を通るはずだという思いこみが強かったようである。

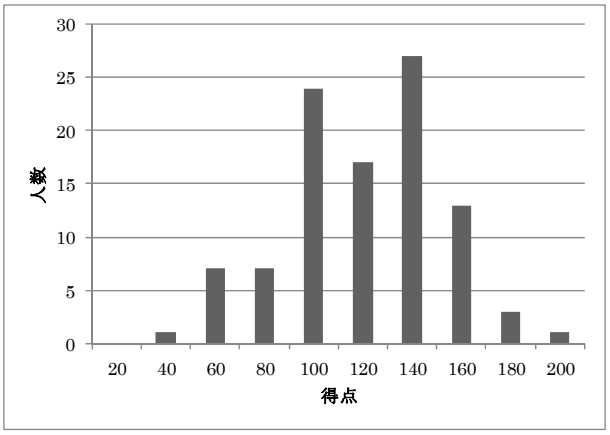
課題 2-2 では，発熱体の温度が安定するまでに時間がかかるため，課題 1 に時間をかけすぎると，最後まで測定が終わらない。測定途中で終了時間になってしまった者が 3 分の 1 程度いた。課題 2-3 では「発熱体，容器内壁それぞれの温度の 4 乗の差」と「発熱体に投入された電力」とが比例関係にあることを示せばよいのだが，発熱体の温度の 4 乗と電力との関係を比べていた解答が大部分だった。問題文には，物体はまわりの物体とエネルギーのやりとりがあると書いておいたのだが，低温部からエネルギーを受け取るという考え方は難しかったようである。この課題 2-3 の正解率は 13%であった。課題 2-4 はボーナス課題であり，1 人しかできなかった。

例年，問題が多すぎて最後の課題まで到達できない者が大部分であったので，今回は問題の量を減らした。そのため課題 2 に全く手がつけられなかった者はほとんどいなかった。ただ課題 1-1 の電気抵抗の測定項目が多すぎ，ここでかなりの時間が費やされてしまったので，この部分はもう少し簡略化すべきであったのかもしれない。

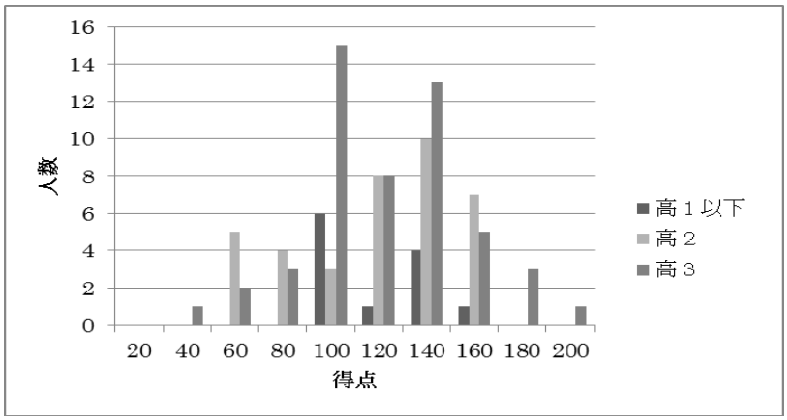
実験課題の平均点を表Ⅱ.7 に示す。また全体の得点分布を図Ⅱ.15 に，学年別の得点分布を図Ⅱ.16 に示す。これから分かるように，学年による差はほとんど生じなかった。ただし，高得点をとれたのはほとんどが高 3 生であった。

学年	平均点（200 点満点）
全体	111.1
高 1 以下	111.2
高 2	109.4
高 3	112.3

表Ⅱ.7　全体および学年別平均点



図Ⅱ.15　全体の得点分布



図Ⅱ.16　学年別の得点分布

(4)　参加者のアンケートより

難易度に関しては「難しい」,「やや難しい」が大多数を占めた。熱は力学や電磁気，波と比べてなじみが薄いだけに難しく感じたのであろうか。内容に関しては「とても興味深い」,「興味深い」が大多数であった。電気伝導度と熱伝導渡を比較したり，熱放射を測定したりすることが新鮮に映ったのかもしれない。

自由記述では好意的な回答が多かった。その一部を以下に示す。

- 実験グラフを作る問題があっておもしろかった。考察に重点が置かれた問題があり，考えるのが楽しかった。熱力学の問題が出題されることに驚いた。
- この装置で放射を計測できるのが興味深かった。実験は方法が詳しく書いてあったので，実験をうまく行えたと思う。あまり実験の経験がないので，おもしろかった。データの処理や計算に時間がかかり，難しかった。
- 実験もこんなに楽しいものなら，もっと日常的にやりたいと思った。しかし個人でやるのには限度があるので，物理オリンピック日本委員会の皆様には，そういう機会をもっと作ってほしいです。
- 今まで熱伝導と電気伝導を別々に考えていたので新鮮でした。

II.3.5　成績と表彰

閉会式において，始めに第１チャレンジの実験課題レポート優秀賞（9 名），実験課題レポート奨励賞（1 名），実験課題レポートアイデア賞（3 名）を授与した（表 II.2　実験優秀賞・アイデア賞・実験奨励賞 参照)。

ついで，第２チャレンジにおける理論，実験の総合成績により上位６名に金賞を，それに次ぐ 12 名に銀賞を，次の 12 名に銅賞，平均以上の成績を示した 17 名に優良賞を授与した。さらに総合の最優秀成績者に茨城県知事賞，高校２年生以下で最優秀成績者につくば市長賞，最も発想豊かな解答者に筑波大学江崎玲於奈賞，実験問題コンテストで最優秀成績者につくば科学万博記念財団理事長賞を，それぞれ各１名に授与した。表Ⅱ.６に受賞者の名前を記す。

さらに，第２チャレンジで優秀な成績を収めた高校２年以下の生徒の中から，国際物理オリンピック 2014 カザフスタン大会の代表候補者が 14 名選ばれた（表Ⅱ.7)。

表Ⅱ.８　第２チャレンジ受賞者

☆金 賞

大森　　亮	兵庫県	灘高等学校 ３ 年
小野瀬 雅穂	東京都	筑波大学附属駒場高等学校 ３ 年
澤岡　洋光	大阪府	大阪星光学院高等学校 ３ 年
白井　秀和	大阪府	大阪星光学院高等学校 ３ 年
杉浦　康仁	東京都	開成高等学校 ２ 年
谷口　大輔	神奈川県	栄光学園高等学校 ３ 年

☆銀 賞

上田 研二	京都府	洛南高等学校 ３ 年
大野 巧作	東京都	早稲田高等学校 ３ 年
奥田 堯子	愛知県	愛知淑徳高等学校 ２ 年
小塚 友太	京都府	洛南高等学校 ２ 年
重田 太郎	神奈川県	浅野高等学校 ３ 年
鈴木 啓太	東京都	東京都立日比谷高等学校 ３ 年
寺山 智春	東京都	東京都市大学付属高等学校 ３ 年
林　達也	岐阜県	岐阜県立岐阜北高等学校 ２ 年
平田 祐登	神奈川県	聖光学院高等学校 ３ 年
福島 孝洋	神奈川県	聖光学院高等学校 ３ 年
丸山 義輝	宮崎県	宮崎県立宮崎西高等学校 ２ 年
山田　巌	東京都	筑波大学附属駒場高等学校 １ 年

☆銅 賞

大熊 拓海	北海道	北海道札幌北高等学校 ２ 年
太田 力文	愛知県	東海高等学校 ２ 年
尾田 直人	大阪府	大阪星光学院高等学校 ２ 年
親川 晃一	大阪府	大阪星光学院高等学校 ２ 年
加集 秀春	兵庫県	灘高等学校 １ 年
合谷木 諒	秋田県	秋田県立秋田高等学校 ３ 年
児玉 知己	宮崎県	宮崎県立宮崎西高等学校 ３ 年
徐　子健	大阪府	大阪星光学院高等学校 ２ 年
堤　俊輔	大阪府	大阪星光学院高等学校 ２ 年
永井　瞭	神奈川県	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 ３ 年
濱田 一樹	兵庫県	灘高等学校 １ 年
渡邉　葵	大阪府	大阪星光学院高等学校 ３ 年

☆優良賞

石金 周将	富山県	富山県立富山中部高等学校 3 年
今池　大	山口県	高川学園高等学校 2 年
今村 秀明	石川県	石川県立小松高等学校 3 年
内野 克哉	大阪府	大阪星光学院高等学校 3 年
小川 夏実	神奈川県	横浜雙葉高等学校 2 年
北村　侃	兵庫県	灘高等学校 2 年
北山 圭亮	東京都	開成高等学校 2 年
佐藤 件一郎	埼玉県	埼玉県立川越高等学校 3 年
佐藤 健史	東京都	本郷高等学校 3 年
皿海 孝典	兵庫県	白陵高等学校 2 年
曽我部 翔大	愛媛県	愛媛県立今治西高等学校 3 年
棚橋 健人	神奈川県	神奈川県立高津養護学校生田東分教室 3 年
中村 太一	神奈川県	栄光学園高等学校 3 年
松原 卓也	鳥取県	鳥取県立倉吉東高等学校 3 年
森　泉	東京都	東京都立小石川中等教育学校 3 年
吉田 博信	大阪府	大阪星光学院高等学校 2 年
渡邉 伊吹	東京都	本郷高等学校 2 年

☆ 茨城県知事賞

理論および実験コンテストを総合して最高成績を修めたチャレンジャー

大森　亮	兵庫県	灘高等学校 3 年

☆ つくば市長賞

高校2生以下で最優秀の成績を修めたチャレンジャー

杉浦 康仁	東京都	開成高等学校 2 年

☆ 筑波大学江崎玲於奈賞

もっとも発想豊な解答をしたチャレンジャー

奥田 堯子	愛知県	愛知淑徳高等学校 2 年

☆ つくば科学万博記念財団 理事長賞

実験問題コンテストで最優秀の成績を修めたチャレンジャー

谷口 大輔	神奈川県	栄光学園高等学校 3 年

表Ⅱ.7　IPhO 2014 カザフスタン大会代表候補者（五十音順）

大熊　拓海	北海道札幌北高等学校	２年生	北海道
太田　力文	東海高等学校	２年生	愛知県
奥田　堯子	愛知淑徳高等学校	２年生	愛知県
尾田　直人	大阪星光学院高等学校	２年生	大阪府
親川　晃一	大阪星光学院高等学校	２年生	大阪府
加集　秀春	灘高等学校	１年生	兵庫県
小塚　友太	洛南高等学校	２年生	京都府
徐　子健	大阪星光学院高等学校	２年生	大阪府
杉浦　康仁	開成高等学校	２年生	東京都
堤　俊輔	大阪星光学院高等学校	２年生	大阪府
濱田　一樹	灘高等学校	１年生	兵庫県
林　達也	岐阜県立岐阜北高等学校	２年生	岐阜県
丸山　義輝	宮崎県立宮崎西高等学校	２年生	宮崎県
山田　巌	筑波大学附属駒場高等学校	１年生	東京都

第 III 部　第 44 回国際物理オリンピック（IPhO2013 デンマーク大会）

III.1　国際物理オリンピックへの参加派遣の概要

2012 年 8 月，岡山県で開催された物理チャレンジ 2012 第 2 チャレンジで優秀な成績を収めた高校 2 年以下の生徒の中から，国際物理オリンピック 2013 デンマーク大会の代表候補者が 11 名選ばれた（表 III-1）。

代表候補者に対して，2012 年 9 月から通信添削による研修を開始し，冬合宿を経て，2013 年 3 月の春合宿終了後，代表者を 5 名選んだ。その後，代表者に対して，通信添削による研修を開始し，実験合宿，直前合宿が行われた。

代表5名は，引率役員とともに日本代表団結団式を経て，2013年7月7日デンマークに向けて出発した。デンマーク大会から帰国後，2013年7月16日文科省へ国際物理オリンピックの報告を行った。

表 III.1　IPhO 2013 デンマーク大会代表候補者（五十音順）

上田　研二	洛南高等学校（京都府）	2 年生
榎　　優一	灘高等学校（兵庫県）	2 年生
江馬　英信	灘高等学校（兵庫県）	2 年生
大平　俊介	筑波大学附属駒場高等学校（東京都）	2 年生
大森　　亮	灘高等学校（兵庫県）	2 年生
阪口　洋至	慶應義塾高等学校（東京都）	2 年生
真田　兼行	灘高等学校（兵庫県）	1 年生
澤岡　洋光	大阪星光学院高等学校（大阪府）	2 年生
白井　秀和	大阪星光学院高等学校（大阪府）	2 年生
谷口　大輔	栄光学園高等学校（神奈川県）	2 年生
吉川　成輝	開成高等学校	2 年生



図 III-1　IPhO2013 代表候補者と委員

III.2　日本代表選手候補者の研修

III.2.1　研修スケジュール

1．添削問題

2012 年 9 月：第 1 回添削問題「力学」

10 月：第 2 回添削問題「振動・波動」,「実験基礎Ⅰ」

11 月：第 3 回添削問題「流体・熱」

12 月：第 4 回添削問題「電磁気」,「実験基礎Ⅱ」

2013 年 1 月：第 5 回添削問題「現代物理」

2 月：第 6 回添削問題「総合問題」,「実験基礎Ⅲ」

2．冬合宿：2012 年 12 月 24 日～27 日，東京工科大，八王子セミナーハウス

24 日，26 日，27 日は実験研修，25 日は理論研修を実施

3．春合宿（チャレンジ・ファイナル）：2013 年 3 月 22 日～25 日

東京工科大，八王子セミナーハウス

実験研修に加えて，理論試験を 2 回，実験試験を 2 回実施し，理論試験の解説講義，OP の研究紹介を実施した。

日本代表選手 5 名を選抜

III.2.2　通信添削による研修

(1)　理論研修

2012 年 9 月から 2013 年 2 月まで，IPhO2013（デンマーク大会）日本代表候補者の通信添削による理論研修を次の内容で実施した。

2012 年 9 月 15 日提示，10 月 15 日提出締切「力学」添削課題　担当：田中忠芳

添削問題 A　空気抵抗がある場合の鉛直投げ上げ運動（新作）

添削問題 B　中心力による質点の運動（新作）

添削問題 C　ヨーヨーの力学（新作）

2012 年 10 月 15 日提示，11 月 15 日提出締切「振動・波動」添削課題　担当：田中忠芳

添削問題 A　角振幅が大きい単振り子の周期（新作）

添削問題 B　空気抵抗を受ける単振り子の減衰振動（新作）

添削問題 C　水の波（長波と表面波）（新作）

2012 年 11 月 15 日提示，12 月 15 日提出締切「流体・熱」添削課題　担当：蘆田祐人

添削問題 A　エントロピー（新作）

添削問題 B　ベンチュリ管（新作）

添削問題 C　2 種類の液体の気化（IPhO 1989 第 1 問）

2012 年 12 月 15 日提示，1 月 15 日提出締切「電磁気」添削課題

担当：難波博之・安藤孝志

添削問題 A　電気回路の解析（新作）

添削問題 B　磁場中の荷電粒子（IPhO 1975 第 3 問）

添削問題 C　磁気双極子モーメント（新作）

2013 年 1 月 15 日提示，2 月 15 日提出締切「現代物理」添削課題　担当：東川翔

添削問題 A　　ポジトロニウムの物理（新作）

添削問題 B1　コンプトン散乱（2011 年度作）

B2　ガスを噴射するロケットの相対論的運動（2007 年度作）

添削問題 C　2 原子分子の量子力学（新作）

2013 年 2 月 15 日提示，3 月 15 日提出締切「総合問題」添削課題　担当：村下湧音

添削問題 A　小問集合（新作）

添削問題 B　振動板を用いた粘性率の測定，超流動 ^{4}He の発見（新作）

添削問題 C　マクスウェルの悪魔（新作）

なお，冬合宿（2012 年 12 月 24 日（月）～12 月 27 日（木））の理論研修において，「力学」，「振動・波動」，「流体・熱」，「電磁気」，「現代物理」，「総合問題」の解説講義と追加問題演習を，それぞれの添削担当者が実施した。春合宿／チャレンジファイナル（2013 年 3 月 22 日（金）～3 月 25 日（月））の理論研修では，「電磁気」，「現代物理」，「総合問題」の答案返却と解説，追加問題演習を，それぞれの添削担当者が実施した。

(2)　実験研修

2012 年 10 月から 2013 年 3 月まで，IPhO2013（デンマーク大会）日本代表候補者の通信添削による実験研修を次の内容で実施した。

第 1 回実験添削：2012 年 10 月 15 日（月）提示，2012 年 11 月 15 日（木）提出締切

内容：有効数字と測定誤差，担当：真梶克彦

第 2 回実験添削：2012 年 12 月 15 日（土）提示，2013 年 1 月 15 日（火）提出締切

内容：間接測定の誤差，担当：江尻有郷

第 3 回実験添削：2013 年 2 月 15 日（金）提示，2013 年 3 月 15 日（金）提出締切

内容：IPhO2011 タイ大会実験問題 2 のデータ解析，担当：真梶克彦

なお，第 3 回で扱った IPhO2011 タイ大会の実験問題は，冬合宿（2012 年 12 月 24 日（月）～12 月 27 日（木））の実験研修において候補者全員が実際に取り組んでいる。限られた時間でデータの解析が不十分であったことを踏まえ，冬合宿研修内容の定着を意図して設定した。

III.2.3　冬合宿における研修

(1)　冬合宿 の日程

冬合宿は 2012 年 12 月 24 日（月）～27 日（木）の 3 泊 4 日で，八王子セミナーハウス

および東京工科大学にて行われた。代表候補選手は，第 2 チェレンジで選抜された 11 名の内，1 名が辞退し，10 名が参加した。10 名の内，3 名が昨年度も代表候補選手で合宿経験があり，また，エストニア大会のメダリストが 2 名であったため，皆を平等に扱うと同時に，教育効果のある研修内容とするために，注意する必要があった。冬合宿の参加委員は，表 III.2 の通りである。

表 III.2　2012 年 12 月冬合宿参加委員

北原　和夫（東京理科大学）	光岡　　薫（産業技術総合研究所）
田中　忠芳（金沢工業大学）	真梶　克彦（筑波大学附属駒場中学校・高等学校）
毛塚　博史（東京工科大学）	伊東　敏雄（元電気通信大学）
上田　悦理（東京都立調布北高等学校）	江尻　有郷（元琉球大学）
坂田　英明（東京理科大学）	杉山　忠男（河合塾）
鈴木　　功（産業技術総合研究所）	東辻　浩夫（JAXA）
中屋敷　勉（岡山県立笠岡高等学校）	長谷川修司（東京大学大学院）
谷崎　佑弥（東京大学大学院修士 2 年）	村下　湧音（東京大学理学部 4 年）
蘆田　祐人（東京大学教養学部 3 年）	難波　博之（東京大学理学部 3 年）
東川　　翔（東京大学教養学部 3 年）	

冬合宿のスケジュールについては，表 III.3 に示す。基本的に昨年度のスケジュールと同様となった。このスケジュールにしたがって，ほぼ予定通りに研修を行うことができた。また例年同様，候補選手間や OP らとの交流も進んだと考えている。

表 III.3　2012 年 12 月冬合宿スケジュール

日　付	行事・活動等		内容・会場等
2012 年 12 月 24 日 （月・振）	13:00	参加者集合	JR 横浜線八王子みなみ野駅
	13:10	出発（JR 八王子みなみ野駅→東京工科大学）	東京工科大学学バス
	13:40	東京工科大学着	
	13:50	セレモニーと案内	東京工科大学 ・参加者とスタッフの確認 ・激励のことば
	14:30	実験研修 1（2h）	東京工科大
	17:00	セミナーハウスへの移動	東京工科大学学バス，チェックイン
	18:00	夕食	八王子セミナーハウス　本館 4 階　食堂
	19:00	実験研修 2（2h）	八王子セミナーハウス　交友館セミナー室
	21:00	入浴，自由時間	各部屋
	23:00	消灯，就寝	各部屋
2012 年 12 月 25 日	7:30	起床	各部屋
	8:00	朝食	八王子セミナーハウス　本館 4 階　食堂

	9:00	理論研修 1（3h）	八王子セミナーハウス　交友館セミナー室
	12:00	昼食	八王子セミナーハウス　本館 4 階　食堂
	13:20	理論研修 2（2h）	八王子セミナーハウス　交友館セミナー室
	15:40	理論研修 3（2h）	八王子セミナーハウス　交友館セミナー室
	18:00	夕食	八王子セミナーハウス　本館 4 階　食堂
	19:00	理論研修 4（2h）	八王子セミナーハウス　交友館セミナー室
	21:00	入浴，自由時間	各部屋
	23:00	消灯，就寝	各部屋
2012 年 12 月 26 日 （水）	7:30	起床	各部屋
	8:00	朝食	八王子セミナーハウス　本館 4 階　食堂
	8:40	東京工科大に移動	東京工科大学学バス
	9:15	実験研修 3（140m）	東京工科大学
	11:40	昼食	東京工科大学
	12:40	実験研修 4（140m）	東京工科大学
	15:15	実験研修 5（140m）	東京工科大学
	17:40	夕食	東京工科大学
	18:40	実験研修 6（140m）	東京工科大学学バス
	21:00	セミナーハウスへの移動	各部屋
	21:30	入浴，自由時間	各部屋
2012 年 12 月 27 日 （木）	7:30	起床	各部屋
	8:00	朝食	八王子セミナーハウス　本館 4 階　食堂
	8:40	東京工科大に移動	東京工科大学学バス
	9:15	実験研修 7（140m）	東京工科大学
	11:30	昼食（交流会）（2h）	東京工科大学
	13:30	移動（八王子セミナーハウス→JR 八王子みなみ野駅）	東京工科大学学バス
	14:00	解散	JR 八王子みなみ野駅

(2)　実験研修

★実験研修 1：2012 年 12 月 24 日（月）14:30～17:00（150 分）

内容：① オシロスコープによる交流波形測定，② LED 特性と整流回路

担当：毛塚博史，沼澤陽一郎，上田悦理

★実験研修 2：2012 年 12 月 24 日（月）19:00～21:00（120 分）

内容：① データ解析，② 誤差解析

担当：長谷川修司

★実験研修 3：2012 年 12 月 26 日（水） 9:15～11:35（140 分）

内容：IPhO タイ大会実験問題 1，2；IPhO エストニア大会実験問題 1，2

担当：光岡　薫，鈴木　功，坂田英明，中屋敷　勉，真梶克彦

★実験研修 4：2012 年 12 月 26 日（水）12:40～15:00（140 分）

内容：IPhO タイ大会実験問題 1，2；IPhO エストニア大会実験問題 1，2

担当：光岡　薫，鈴木　功，江尻有郷，坂田英明，中屋敷　勉，真梶克彦

★実験研修 5：2012 年 12 月 26 日（水）15:15～17:35（140 分）

内容：IPhO タイ大会実験問題 1，2；IPhO エストニア大会実験問題 1，2

担当：光岡　薫，鈴木　功，江尻有郷，坂田英明，中屋敷　勉，真梶克彦

★実験研修 6：2012 年 12 月 26 日（水）18:40～21:00（140 分）

内容：IPhO タイ大会実験問題 1，2；IPhO エストニア大会実験問題 1，2

担当：光岡　薫，鈴木　功，坂田英明，中屋敷　勉，真梶克彦

★実験研修 7：2012 年 12 月 27 日（木）　9:15～11:35（140 分）

内容：ボルダの振り子による重力加速度と平均誤差算出

担当：毛塚博史，鈴木　功，沼澤陽一郎

※　実験研修Ⅲ～Ⅵについては，タイ大会の実験 2 問，エストニア大会の実験 2 問，計 4 問を採用し，実験器具は各々3 セット用意した。また，時間帯を 4 等分し，生徒はローテーションで各実験に取り組んだ。





図Ⅲ.2 実験研修

(3)　理論研修

★理論研修 1「力学，振動・波動」9:00～12:00（180 分）

担当：田中忠芳，谷崎佑弥（杉山忠男，伊東敏雄，東辻浩夫）

★理論研修 2「流体・熱」13：20～15：20（120 分）

担当：蘆田祐人（田中忠芳，杉山忠男，伊東敏雄，東辻浩夫）

★理論研修 3「電磁気」15：40～18：00（140 分）

担当：難波博之（田中忠芳，杉山忠男，伊東敏雄，東辻浩夫）

★理論研修 4「現代物理，総合問題」20：00～21：30（90 分）

担当：東川翔，村下湧音（蘆田祐人，田中忠芳，杉山忠男，伊東敏雄，東辻浩夫）

理論研修 1，理論研修 2 では，添削問題解説後，追加問題演習を行った。また，理論研修 3，理論研修 4 では，解説後，問題演習を行った。

また，12 月 25 日（火）19:00～20:00，八王子セミナーハウス交友館セミナー室にて，OP との交流会を実施した。東川翔，村下湧音，蘆田祐人，難波博之の 4 名の OP が参加し，

代表候補者にとって，たいへん有意義な情報交換の機会となった。

III.2.4　春合宿における研修

(1)　春合宿（チャレンジファイナル）の日程

春合宿は 2013 年 3 月 22 日（金）～25 日（月）の 3 泊 4 日で，冬合宿と同様に，八王子セミナーハウスおよび東京工科大学にて行われた。代表候補選手 9 名が参加した。参加委員は表 III.4 の通りである。

表 III.4　2013 年 3 月春合宿参加委員

北原　和夫（東京理科大学）	光岡　　薫（産業技術総合研究所）
田中　忠芳（金沢工業大学）	真梶　克彦（筑波大学附属駒場中学校・高等学校）
毛塚　博史（東京工科大学）	伊東　敏雄（元電気通信大学）
江尻　有郷（元琉球大学）	川村　　清（元慶應義塾大）
杉山　忠男（河合塾）	鈴木　　功（産業技術総合研究所）
東辻　浩夫（JAXA）	中屋敷　勉（岡山県立笠岡高等学校）
並木　雅俊（高千穂大）	長谷川修司（東京大学大学院）
波田野　彰（放送大学）	谷崎　佑弥（東京大学大学院修士 2 年）
村下　湧音（東京大学理学部 4 年）	蘆田　祐人（東京大学教養学部 3 年）
難波　博之（東京大学理学部 3 年）	東川　　翔（東京大学教養学部 3 年）
佐藤遼太郎（東京大学教養学部 1 年）	山村　篤志（東京大学教養学部 1 年）

スケジュールを，表 III.5 に示す。昨年度の理論試験は 3 問であったが，今年度は，理論試験，実験試験ともに 2 問行った。

表 III.5　2013 年 3 月春合宿スケジュール

日　付	行事・活動等		内容・会場等
2013 年 3 月 22 日 （金）	13:00	参加者集合	JR 横浜線八王子みなみ野駅
	13:10	出発（JR 八王子みなみ野駅→東京工科大学）	東京工科大学学バス
	13:40	東京工科大学着	
	13:50	セレモニーと案内	東京工科大学 ・参加者とスタッフの確認 ・激励のことば
	14:30	実験研修	東京工科大
	17:00	セミナーハウスへの移動	東京工科大学学バス，チェックイン
	18:00	夕食	八王子セミナーハウス 本館 4 階　食堂
	19:00	理論研修 1（2h）	八王子セミナーハウス 交友館セミナー室
	21:00	入浴，自由時間	各部屋
	23:00	消灯，就寝	各部屋
2013 年	7:30	起床	各部屋

3 月 23 日（土）	8:00	朝食	八王子セミナーハウス 本館 4 階　食堂
	8:40	東京工科大に移動	東京工科大学学バス
	9:30	実験試験 1（3h）	東京工科大学
	12:30	昼食	東京工科大学
	13:30	実験試験 2（3h）	東京工科大学
	16:30	実験試験 1 解説	東京工科大学
	17:30	セミナーハウスへの移動	東京工科大学学バス
	18:00	夕食	八王子セミナーハウス 本館 4 階　食堂
	19:00	実験試験 2 解説	八王子セミナーハウス 交友館セミナー室
	21:00	入浴，自由時間	各部屋
	23:00	消灯，就寝	各部屋
2013 年 3 月 24 日（日）	7:30	起床	各部屋
	8:00	朝食	八王子セミナーハウス 本館 4 階　食堂
	9:00	理論試験 1（3h）	八王子セミナーハウス 交友館セミナー室
	12:00	昼食	八王子セミナーハウス 本館 4 階　食堂
	13:00	理論研修 2（2h）	八王子セミナーハウス 交友館セミナー室
	15:00	OP 研究紹介（3h）	八王子セミナーハウス 交友館セミナー室
	18:00	夕食	八王子セミナーハウス 本館 4 階　食堂
	19:00	OP との座談会（1h）	八王子セミナーハウス 交友館セミナー室
	20:00	理論試験 1 解説（1.5h）	八王子セミナーハウス 交友館セミナー室
	21:30	入浴，自由時間	各部屋
	23:00	消灯，就寝	各部屋
2013 年 3 月 25 日（月）	7:30	起床	各部屋
	8:00	朝食	八王子セミナーハウス 本館 4 階　食堂
	9:00	理論試験 2（3h）	八王子セミナーハウス 交友館セミナー室
	12:00	昼食（交流会）	八王子セミナーハウス 本館 4 階　食堂
	13:30	移動（八王子セミナーハウス→JR 八王子みなみ野駅）	東京工科大学学バス
	14:00	解散	JR 八王子みなみ野駅

(2)　実験研修と実験試験

初日の午後に実験研修を行い，2 日目に，実験試験を行った。実験試験終了後，解説を行った。詳細は次のとおりである。

★実験研修：2013 年 3 月 22 日（金）14:30～16:30（120 分）

内容：① 音叉による固有振動数測定，② レーザの回折と干渉実験

担当：毛塚博史，長谷川修司，光岡薫，鈴木功，江尻有郷

TA（中村悟士，中村峰大，富岡成矢）

★実験試験 1：2013 年 3 月 23 日（土） 9:30～12:30（180 分）

内容：連成振り子の共振周期

担当：毛塚博史，長谷川修司，光岡薫，鈴木功，真梶克彦

TA（中村悟士，富岡成矢）

★実験試験 2：2013 年 3 月 23 日（土）13:30～16:30（180 分）

内容：電気回路と素子の特性

担当：毛塚博史，長谷川修司，光岡薫，鈴木功，真梶克彦

TA（中村悟士，富岡成矢）

★実験試験 1 解説：2013 年 3 月 23 日（土）16:30～17:30（60 分）

内容：実験問題 1（連成振り子の共振周期）の解説

担当：光岡薫

★実験試験 2 解説：2013 年 3 月 23 日（土）19:00～20:00（60 分）

内容：実験問題 2（電気回路と素子の特性）の解説

担当：真梶克彦

(3) 理論研修と理論試験

理論研修 1，2 および理論試験 1，2 を次の通り実施した。

★理論研修 1（電磁気，現代物理） 2013 年 3 月 22 日（金）19:00～21:00（120 分）

担当：難波博之，東川翔

（蘆田祐人，佐藤遼太郎，山村篤志，田中忠芳，杉山忠男，東辻浩夫）

内容：①「電磁気」添削問題ＡＢ解説＋追加問題演習 担当：難波博之

②「現代物理」添削問題解説＋追加問題演習 担当：東川翔

★理論研修 2 2013 年 3 月 24 日（日）13:00～15:00（120 分）

担当：谷崎佑弥，村下湧音（蘆田祐人，東川翔，佐藤遼太郎，山村篤志，杉山忠男，伊東敏雄，川村清，波田野彰，東辻浩夫，並木雅俊，田中忠芳）

内容：「総合問題」添削問題解説＋追加問題演習 担当：谷崎佑弥，村下湧音

★理論試験 1 2013 年 3 月 24 日（日）9:00～12:00（180 分）

担当：田中忠芳，佐藤遼太郎，山村篤志，伊東敏雄，東辻浩夫，杉山忠男

作題：蘆田祐人（第 1 問），川村清（第 2 問），東川翔（第 3 問）

採点：蘆田祐人，佐藤遼太郎（以上，第 1 問），川村清，波田野彰，東辻浩夫，伊東敏雄（以上，第 2 問），東川翔，村下湧音，谷崎佑弥，山村篤志（以上，第 3 問）

★理論試験 1 解説 2013 年 3 月 24 日（日）20:00～21:30（90 分）

担当：蘆田祐人（第 1 問），川村清（第 2 問），東川翔（第 3 問）

★理論試験 2 2013 年 3 月 25 日（月）9:00～12:00（180 分）

担当：田中忠芳，川村清，波田野彰，東辻浩夫，村下湧音，蘆田祐人，佐藤遼太郎，山村篤志，杉山忠男

作題：濱崎立資（第 1 問），濱崎立資（第 2 問），佐藤遼太郎（第 3 問），山村篤志（第 4 問）

採点：村下湧音，波田野彰（以上，第 1 問），東川翔，蘆田祐人（以上，第 2 問），佐藤遼太郎，川村清（以上，第 3 問），山村篤志，東辻浩夫（以上，第 4 問）

OP の研究紹介，OP との座談会を次の通り実施した。

★OP 研究紹介，OP との座談会 2013 年 3 月 24 日（日）15:00～20:00（240 分）

参加者：谷崎佑弥，西口大貴，疋田辰之，増田賢人，青木和哉，村下湧音，蘆田祐人，

東川翔，佐藤遼太郎，山村篤志（田中忠芳，杉山忠男）

OP の谷崎佑弥君が調整して，物理学，数学，医学の各分野で活躍する，西口大貴，疋田辰之，増田賢人，青木和哉の各 OP から，いま取り組んでいる研究や，これから取り組みたい研究などが紹介された。その後の OP との座談会において，とても有意義な交流ができた。物理学分野だけでなく，数学や医学など他の分野でも活躍している OP の姿が印象的であった。

III.3　日本代表選手の最終選考とその後の研修，および，結団式

III.3.1　代表選手の最終選考

春合宿で行われた理論および実験試験の答案は終了後直ちに採点され，3 月 25 日（月），合宿終了後に開かれた国際物理オリンピック派遣委員会において，候補者に対するこれまでの研修結果を総合して，IPhO2013 デンマーク大会の日本代表 5 名を決定した。（表 III.6）

表 III.6　IPhO2013 デンマーク大会の日本代表

上田　研二	洛南高等学校（京都府）	2 年生
榎　　優一	灘高等学校（兵庫県）	2 年生
江馬　英信	灘高等学校（兵庫県）	2 年生
大森　　亮	灘高等学校（兵庫県）	2 年生
澤岡　洋光	大阪星光学院高等学校（大阪府）	2 年生

III.3.2　研修スケジュール

1. 代表 5 名に対する IPhO，APhO の過去問による理論実践演習問題の提示，採点添削
   2013 年 4 月～6 月，各回，大問 3 問で 5 回実施，自習問題も提示
2. 実験合宿：2013 年 5 月 25（土）～26 日（日），大阪大学，ビジネスホテルやさか
   実験研修と講評
3. 直前合宿：2013 年 7 月 5 日，6 日，
   東京理科大学 6 号館理科実験室，1 号館 3 階 135 教室
   5 日 13：30　　東京理科大学 1 号館 13 階 NPO 事務局に集合
   13：40～20：30 夕食を挟んで，理科実験室で実験研修
   6 日　9: 00～12 :30　昼食を挟んで，1 号館 3 階 135 教室で理論研修

III.3.3　通信添削による理論研修

春合宿で選抜された IPhO 2013（デンマーク大会）日本代表選手 5 名に対して，理論実践演習を次の通り実施した。

★2013年4月14日（日）提示，4月28日（日）提出締切　担当：田中忠芳
　第1問 透明プリズムにおけるレーザー光の力（IPhO 1993第2問）
　第2問 傾いた道路上を動く重い車（IPhO2002）
　第3問 2気体系の圧縮と膨張（APhO2004第3問）
　自習問題　原子のレーザー冷却（APhO2006第1問）
　　レーザーと鏡（IPhO1995第4問）

★2013年4月28日（日）提示，5月12日（日）提出締切　担当：蘆田祐人
　第4問 光ファイバー（APhO2004第2問）
　第5問 空中電気（IPhO1993第1問）
　第6問 電子線の干渉（IPhO1993第3問）
　自習問題　回転する中性子星（IPhO1990第3問）
　　液体で満たされた球の回転（APhO2007第1問）

★2013年5月12日（日）提示，5月26日（日）提出締切　担当：谷崎佑弥
　第7問 月はいつ静止衛星になる？（APhO2001第1問）
　第8問 V 字型導線を流れる電流による磁場（IPhO1999第2問）
　第9問 超高速？（IPhO1998第3問）
　自習問題　結晶による X 線回折（IPhO1990第1問）
　　電気信号の感知（IPhO2002第2問）
　　小問集合（APhO2006第3問）

★2013年5月26日（日）提示，6月9日（日）提出締切　担当：中屋敷勉
　第10問 レールガン（APhO2002第2問）
　第11問 ニュートリノの質量と中性子崩壊，光線による浮揚（IPhO2003第3問）
　第12問 小問集合（IPhO2006第3問）
　自習問題　上昇する気球（IPhO2004第2問）
　　地球のまわりを回る宇宙船アトランティス（IPhO1990第2問）

★2013年6月9日（日）提示，6月23日（日）提出締切
　直前演習第1問　APhO2013インドネシア大会理論　　翻訳・出題担当：杉山忠男
　直前演習第2問　APhO2013インドネシア大会理論　　翻訳・出題担当：蘆田祐人
　直前演習第3問　APhO2013インドネシア大会理論　　翻訳・出題担当：谷崎佑弥

日本代表候補者5名に対する理論実践演習では，過去に IPhO や APhO で出題された問題を中心に出題した。各代表選手は，規定の制限時間を設けて答案作成にあたった。直前問題演習では，直近に実施された APhO の理論問題を引率委員が翻訳して出題した。返却された答案を添削および採点し，直前合宿で，それらの答案を返却，出題内容の解説講義と講評を行った。

IPhO2013の理論研修を終え，理論研修を総括する会議において，委員から次の指摘があっ

た。

・代表的なテキストを代表候補者全員が所持して，自習してもらうのがよい。
・代表選手5名の到達点を，研究者としての素養を多少なりとも備えることができるところまでと設定し，研修を改善する必要を感じた。
・候補者の添削答案を委員で共有するのがよい。
・冬合宿の理論研修で「相対論」,「量子論」の講義があったほうがよい。
・冬合宿で IPhO の過去問の難問を解いた後，議論して理解を深めるのがよい。
・先輩の代表者が勉強に使った本（解説本や演習書など）を冬合宿で紹介するとよい。

これらを踏まえて IPhO2014の理論研修の実施計画を検討することを申し合わせ，申し送り事項とした。

III.3.4 実験合宿における研修

2013 年 5 月 25 日（土），26 日（日），大阪大学全学教育推進機構物理学実験室およびビジネスホテルやさかで，IPhO2013（デンマーク大会）日本代表選手実験研修開催された。実験合宿の参加委員および大阪大学の協力者は表 III.7 の通りである。

表 III.7　2013 年 5 月実験合宿参加委員など

光岡　　薫（産業技術総合研究所）	中屋敷　勉（岡山県立岡山一宮高等学校）
谷崎　佑弥（東京大学大学院修士 2 年）	吉岡　伸也（大阪大学）
山中　　卓（大阪大学）	山中　千博（大阪大学）

実験合宿のスケジュールを表 III.8 に示す。

表 III.8　2013 年 5 月実験合宿スケジュール

日　付	行事・活動等		内容・会場等
5 月 25 日（土）	13：00	参加者集合	大阪大学豊中キャンバス大学会館玄関
	13：05	実験室着	
	13：10	開校式，委員紹介など	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室
	13：15	実験研修 1-1	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室
	15：00	休憩	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室
	15：15	実験研修 1-2	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室
	19：00	夕食	
	20：00	宿泊場所着	チェックインなど
	20：30	実験講評	ビジネスホテルやさか
	21：00	入浴、自由時間	各部屋
	23：00	消灯、就寝	各部屋
5 月 26 日	7：30	起床	各部屋

（日）	8：00	朝食	
	9：00	委員紹介など	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室
	9：05	実験研修 2-1	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室
	11：40	昼食	
	12：45	実験研修 2-2	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室
	15：30	実験講評	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室
	16：00	解散	大阪大学全学教育推進機構物理学実験室

実験合宿では，次の実験を行った。

★実験研修１：2013 年 5 月 25 日（土）13:15～19:00（330 分，休憩 15 分）

内容：分光計を用いた屈折率の波長依存性測定

担当：吉岡伸也，山中卓，光岡薫，中屋敷勉，谷崎佑弥

★実験研修１の講評：2013 年 5 月 25 日（土）20:00～21:00（60 分）

内容：① 実験研修１の解説と講評、② 実験研修２の説明

担当：吉岡伸也，山中卓，山中千博

★実験研修２：2013年5月26日（日）09:00～15:30（330分，昼食60分）

内容：マイケルソン干渉計

担当：山中千博，山中卓，光岡薫，中屋敷勉，谷崎佑弥

★実験研修２の講評：2013年5月26日（日）15:30～16:00（30分）

内容：実験研修２の解説と講評

担当：山中千博，山中卓

III.3.5 直前合宿における研修

代表選手５名に対して IPhO デンマーク大会の直前の７月５日（金）～6 日（土）に１泊２日で東京理科大学神楽坂キャンパスにて昨年と同様に直前合宿（強化合宿）を実施した。参加委員は表 III.9 の通りである。

直前合宿のスケジュールを表 III.10 に示す。初日に実験研修，２日目に理論研修を行った。

表 III.9　2013 年 7 月直前合宿参加委員

北原　和夫（東京理科大学）	光岡　　薫（産業技術総合研究所）
田中　忠芳（金沢工業大）	中屋敷　勉（岡山県立岡山一宮高等学校）
杉山　忠男（河合塾）	谷崎　佑弥（東京大学大学院修士２年）
蘆田　祐人（東京大学教養学部３年）	

表 III.10　2013 年 7 月直前合宿スケジュール

日　付	行事・活動等		内容・会場等
7 月 5 日（金）	13：30	参加者集合	東京理科大学内物理オリンピック事務局
	13：35	実験室着	

	13：35	開校式，委員紹介など	東京理科大学実験室
	13：40	実験研修 1	東京理科大学実験室
	15：40	休憩	東京理科大学実験室
	15：45	実験研修 2	東京理科大学実験室
	17：45	夕食	東京理科大学学食
	18：30	実験研修 3	東京理科大学実験室
	20：30	ホテルへ移動	チェックインなど
	21：00	入浴、自由時間	各部屋
	22：00	消灯、就寝	各部屋
7 月 6 日（土）	7：30	起床	各部屋
	8：00	朝食	
	9：00	理論研修	東京理科大学
	12：30	移動	
	12：30	昼食	東京理科大学内物理オリンピック事務局

直前合宿では，7 月 5 日（金）に，夕食を挟んで，次の通り実験研修を行った（図Ⅲ.3）。

内容：IPhO クロアチア大会実験問題 1，2

担当：光岡薫，中屋敷勉，谷崎佑弥，蘆田祐人，真梶克彦，東京理科大学スタッフ

ここで，実験研修全体についての検討事項を記す。

「冬合宿および春合宿の実験研修」については，過去のノウハウが蓄積されていること，IPhO 実験装置の種類・数も増えたことによって，研修内容は充実してきている。今後，ブラッシュアップを行い，さらに洗練されたものになることが望まれる。

「春合宿の実験試験」については，問題作成の着手が遅れ，委員による検討の場を十分に設けることができなかった。原案の早期提示，関係委員全員による検討が望まれる。

代表選手５名が決定した後の研修機会となる「大阪大学における実験研修」「直前合宿における実験研修」については，次年度以降も実施していくことが望ましい。その方法・内容については，これまでの実施例を踏まえた議論を重ねながら計画してくことが必要である。





図Ⅲ.3 実験研修

7月6日（土）午前中には，理論研修を次のとおり実施した。

★第5回実践問題演習（直前演習第1問～第3問）の答案返却とその解説

直前演習第1問　APhO2013インドネシア大会理論問題第1問　　採点・解説担当：杉山忠男

直前演習第2問　APhO2013インドネシア大会理論問題第2問　　採点・解説担当：蘆田祐人

直前演習第3問　APhO2013インドネシア大会理論問題第3問　　採点・解説担当：谷崎佑弥

III.3.6　結団式

7月6日（土）午後，結団式を行って成田に向かった。成田で宿泊後，7日午前，成田空港からデンマークへ向けて出発した（表 III.11，図Ⅲ.4，5）。

表 III.11　結団式からデンマークへ出発までのスケジュール

日	時間	スケジュール	場所
2012.7.6（土）	15:30～16:30	日本代表選手団結団式	東京理科大学 8 号館 832 教室
	16:30～17:00	日本代表選手団交流会	東京理科大学 8 号館 832 教室
	17:30～	専用バスにて成田空港へ	
	19:30～	夕食	成田東武ホテル
2012.7.7（日）		成田空港からタリンへ出発	



図Ⅲ.4　結団式
（後列左より，JST，文部科学省，物理教育学会，東京理科大学長が激励）



図Ⅲ.5 デンマークへ出発
（成田空港）

III.4　国際物理オリンピックへの参加・派遣

III.4.1　デンマーク大会の概要

(1)　はじめに

国際物理オリンピックとは，高等教育機関に就学前の生徒を対象として行われる国際的な物理コンテストである。各国最大５名の代表選手が大会役員とともに参加している。1967年に第１回がポーランドで行われてから今回で44回目である。日本は，2006年のシンガポール大会から参加している。

約10日間の期間中，選手が参加する試験競技は，理論問題（5時間）と実験問題（5時間）で，どちらも各国の引率役員が自国語に翻訳したものを用いて行われる。選手は試験競技以外の時間は開催国が用意した様々なイベントやエクスカーションに参加し，他国代表との交流や開催国の文化などに触れる機会をもてるようになっている。一方，役員は試験問題の検討会と翻訳作業以外に試験結果の調整も担っており，それらに関する会議や作業も例年深夜まで行われる。

(2)　会期と大会

会期：2013年7月7日(日)～7月15日(月)
開催場所：コペンハーゲン（デンマーク）
参加国・地域数：82 ，参加選手数：374名

第44回国際物理オリンピック2013 デンマーク大会(IPhO2013) が，2013年7月7日から15日までの期間，デンマークの首都コペンハーゲンを中心に開催された（図Ⅲ.6)。デンマークはニールス・ボーアゆかりの国であり，2013年は，ボーア理論が提唱されてから100年目にあたるということで，今大会のロゴマークは図Ⅲ.7のようなものであった。参加国・地域は以下のとおりである。



図Ⅲ.6　デンマーク



図Ⅲ.7　IPhO2013Denmark のロゴ

Armenia,Australia,Austria,Azerbaijan,Bangladesh,Belarus,Belgium,Bolivia,Bosnia & Herzegovina,Brazil,Bulgaria,Canada,China, Colombia,Croatia,Cuba,Cyprus,CzechRepublic, Denmark,Ecuador,ElSalvador,Estonia,Finland, France,Georgia,Germany,Greece,HongKong, Hungary,Iceland,India,Indonesia,Iran,Ireland,Israel,Italy,Japan,Kazakhstan,Kuwait Kyrgyzstan,Latvia,Liechtenstein,Lithuania,Macau,Macedonia,Malaysia,Mexico, Moldova,Mongolia,Montenegro,Netherlands,Nigeria,Norway,Pakistan,Peru*,Poland, Portugal,PuertoRico,Republic of Koria,Romania,Russia,Saudi Arabia,Serbia,Singa-

Pore,Solvakia,Solvenia,SouthAfrica,Spain,SriLanka,Suriname,Sweden,Switzerland, Syria,Taiwan, Tajikistan, Thailand, Turkey, Turkmenistan, Ukraine, United Kingdom, Vietnam.　(*：リーダーのみで生徒参加なし)

この大会に，日本代表選手 5 名と物理オリンピック日本委員会(JPhO) 派遣委員会から役員 6 名が参加した (表Ⅲ.12)。日本からの選手団参加は今回で 8 回目である。日程は表Ⅲ.13 のとおりである。

表 III.12　IPhO2013 日本代表団のメンバー

役 割	氏　名	所　　属	担　　当
代表選手	上田　研二	洛南高等学校（京都府）3 年	
代表選手	榎　　優一	灘高等学校（兵庫県）3 年	
代表選手	江馬　英信	灘高等学校（兵庫県）3 年	
代表選手	大森　　亮	灘高等学校（兵庫県）3 年	キャプテン
代表選手	澤岡　洋光	大阪星光学院高等学校（大阪府）3 年	
大会役員	北原　和夫	東京理科大学	リーダー
大会役員	中屋敷　勉	岡山県立岡山一宮高等学校	サブリーダー
大会役員	光岡　　薫	産業技術総合研究所	オブザーバー
大会役員	杉山　忠男	河合塾	オブザーバー
大会役員	二宮　正夫	岡山光量子科学研究所	オブザーバー（招致担当）
大会役員	谷崎　佑弥	東京大学大学院博士 1 年	オブザーバー
大会役員	蘆田　祐人	東京大学理学部 4 年	オブザーバー

表Ⅲ.13　日本代表団の日程

日	代表選手	大会委員
7	成田発，コペンハーゲン着，参加登録	
8	開会式	
9	大学見学	
	理論試験	理論問題･採点基準検討, 問題翻訳
10	ニールス・ボーア研究所	エクスカーション （ニールス・ボーア研究所など）
	エクスカーション	
11	**実験試験**	実験問題･採点基準検討, 問題翻訳
12	中間パーティー	エクスカーション
	エクスカーション	
13	コペンハーゲン市ホールにてレセプション	休　　息

	エクスカーション	
14	エクスカーション	理論答案，実験答案の採点交渉
15	閉会式，さよならパーティー	国際会議（成績決定）
	出発	
16	成田着　文部科学省成果報告	

IPhO2013 デンマーク大会詳細，問題・解答：
http://www.jpho.jp/2013/IPhO2013/IPhO2013Sokuho/index.htm
および，http://ipho2013.dk/

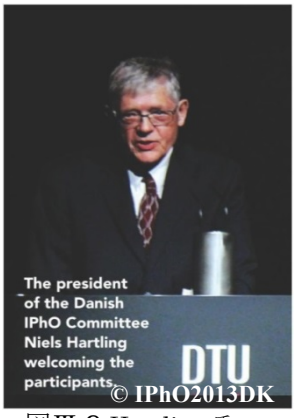
(3)　大会セレモニーと試験会場

今大会のセレモニーは，ほとんどがコペンハーゲンから北に 15km ほどのリンビー にある大学 DTU（デンマーク工科大）で行われた。



図Ⅲ.8

まず，7 月 8 日，会場前でチボリ衛兵 4 名による演奏（図Ⅲ.8）が行われ，9:30 Flemming Enevold と Sofie Lassen-Kahlke の司会，Martin Schmidt の開会宣言で開会式が始まった。バイオリンや古楽器の演奏に続き，Anders O. Bjarklen 教授，ニールス・ボーア研究所の Robert K. Feidenhans'l 教授の挨拶が行われた。幾つかのショーと，リンビー市長，デンマーク IPhO 実行委員長の Niels Hartling 氏（図Ⅲ.9），IPhO 会長の Hans Jordens 氏の挨拶が行われた後，各国の競技選手が紹介された。



図Ⅲ.9 Hartling 氏

開会式後は皆で昼食をとり，その後，試験終了後の中間パーティーまで，選手と大会役員とは全く別プログラムとなる。大会 2 日目の理論試験は，図Ⅲ.10 のような円形ホールで行われた。



図Ⅲ.10　理論試験会場

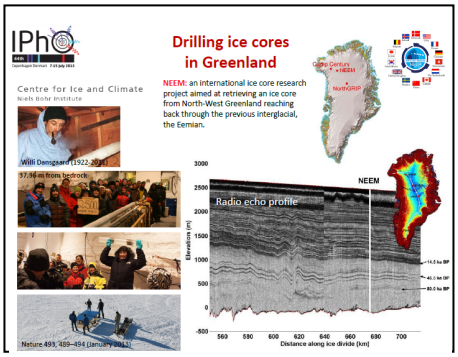
一方，大会 4 日目の実験試験は，自分で問題文を読んで，実験装置の組み立てから測定・解析までを行う必要があるため，選手間で装置や操作が見えないようにする必要がある。そのため，図Ⅲ.11 のように各人の机が高いパーティションで区切られたスペースの中で行われた。



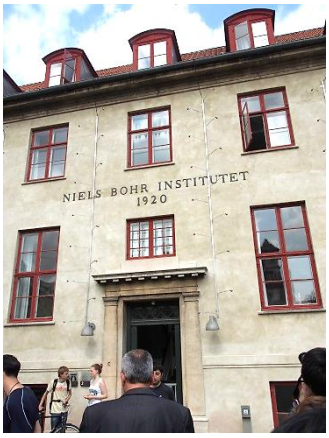
図Ⅲ.11　実験試験の様子

(4) IPhO2013 デンマーク大会の感想

デンマーク大会においては，ボーア理論 100 年ということもあり，ニールス・ボーア研究所（図Ⅲ.12）が IPhO の問題作成に参加した。同研究所見学時のプレゼンテーション（図Ⅲ.13）でも，理論問題の一部の解説が行われ，意気込みが感じられた。



図Ⅲ.13 プレゼンの一部



図Ⅲ.12 ボーア研究所

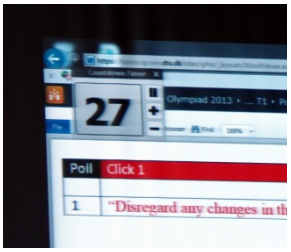
期間中，選手や各国役員の世話をしてくれた担当学生も，明るく親切な人ばかりでたいへん好感が持てた。

その他，運営システム，セレモニー等々コンパクトながら充実しておりよい大会であった。

問題検討の会議（図Ⅲ.14）では，理論問題の検討は初日の 8 日の開会式後 13:30 に始まり，3 問中第 1 問が配布され，まず出題意図のプレゼンテーションが行われた後，協議に入り一問ずつ仮決定していくという形で行われたが，なかなかまとまらず，第 3 問まで確定したのは 23:30 であった。しかし，実験問題の方は議長の議事進行がうまく，早めに確定できた。しかし，どちらも翻訳完了は明け方となった。修正案等の採決にあたっては，ARS（Audience Response System，図Ⅲ.15）が用いられ，各国リーダーがボタンを押すことにより，瞬時に前方スクリーンに結果が映し出される（図Ⅲ.16）ため集計時間が節約できていた。


図Ⅲ.14 会議風景


図Ⅲ.15 ARS 端末



図Ⅲ.16 ARS 集計画面

また，問題の最新バージョンの配布やファイル提出は，クラウドを利用して行われていたため，リーダーに配布された ID と Password を用いれば，WiFi の環境があればどこからでもアクセスできて大変便利であった。

III.4.2 理論コンテスト

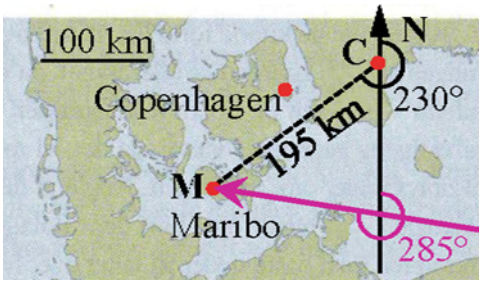
理論試験は大きく分けて 3 つの問題からなり，生徒たちは 5 時間かけて 30 点満点のコンテストに取り組んだ。どの問題も実際に起こった現象の解明，現在開発されている技術の発展にどのように物理がかかわっているのかを体験させるようになっており，非常に刺激的だったのではないだろうか。その一方で，多くの問題を解く中で注意深い計算，本質をとらえる大胆な

近似，物理法則の正確な知識を問われ，生徒たちは大変苦労したようだった。

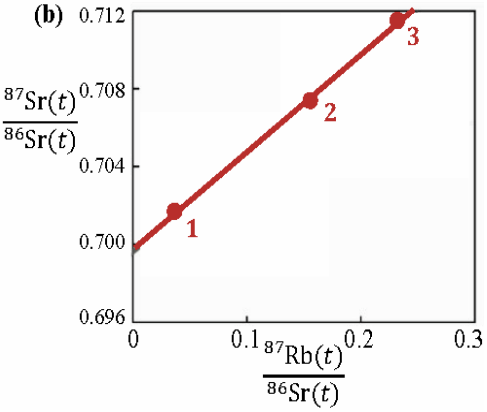
第 1 問　マリボー隕石

2009 年にデンマークの南に位置する町マリボーに落下した隕石に関する問題である。隕石の軌道をもとにその速さを決定し，大気から受ける摩擦力を考慮することで力学的エネルギーが熱エネルギーに変換する様子を調べた。一見するとその巨大な熱エネルギーによって隕石が溶けてしまいそうだが，熱伝導の様子を調べることで隕石が確かに地球に衝突することが見て取れる。

次に，隕石の年代測定が待っている。放射性同位体の化学的性質が異なるために，隕石の鉱物によって放射性同位体の含有量は異なる。この問題では，放射性同位体 Rb^{87} が Sr^{87} に崩壊する過程を通じて，Sr^{87} と Sr^{86} の同位体比から隕石内の鉱物が結晶化した年代を算出している。隕石がエンケ彗星からのものであると推定した後，一般に巨大な隕石が地球に衝突するとどのような影響が出るかを考えさせる問題だった。



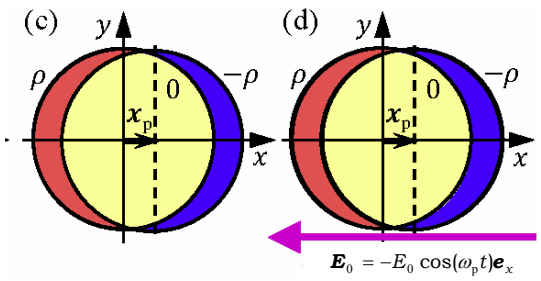
図Ⅲ.17　監視カメラ（C）に示されたマリボーの経路（赤紫色の矢印）の北（N）からの方角とデンマークの落下地点（M）の略図。



図Ⅲ.18　隕石から得られた 3 つの異なる鉱物サンプルに対するその後の時刻の同位体比。

第 2 問　プラズモニック蒸気発生器

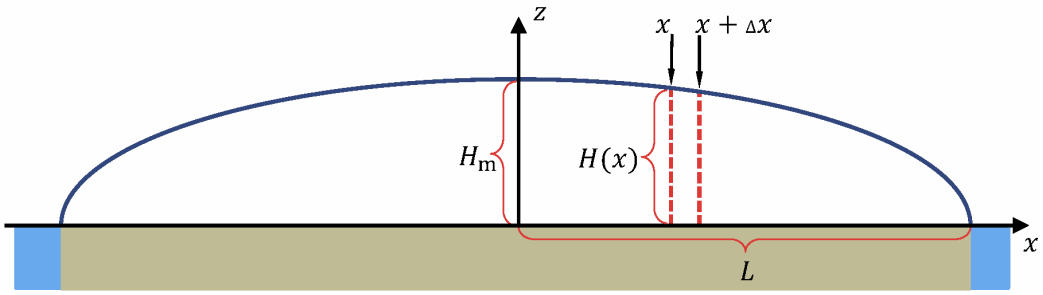
プラズモン共鳴を応用した蒸気発生装置に関する問題である。金属で薄く表面を覆ったナノ粒子たちを水に溶かし，そこに特定の光を当てることで金属表面に電子の集団運動を励起させる。これをプラズモン共鳴と呼び，そのエネルギーを用いて蒸気を効率よく発生させる装置である。このような複雑な現象を解析するために，ナノ粒子の電場に対する応答を馴染み深い電気回路でモデル化することがこの問題のポイントである。ナノ粒子が定常電場のもとでエネルギーを蓄える様子はコンデンサー，振動電場により電流が生じる様子はコイル，そして蓄えたエネルギーが電子と金属原子の衝突で失われる様は抵抗に他ならない。終盤はそのモデル化による計算を応用して，いよいよこの蒸気発生装置の効率を求めることになる。



図Ⅲ. 19　(c) 中心が座標原点に位置する一定の正電荷密度 ρ で帯電した銀イオンナノ粒子と，中心が x_{P} に位置する負電荷密度 $-\rho$（青）で帯電した電子雲（ただし，$x_{\mathrm{P}} \ll R$ が成り立つ）(d) 一様な外場 $\boldsymbol{E}_0 = -E_0 \cos(\omega_{\mathrm{p}} t)\boldsymbol{e}_x$，$\boldsymbol{E}_0$ が時間に依存するときには電子雲は速度 $\boldsymbol{v} = \mathrm{d}\boldsymbol{x}_{\mathrm{p}} / \mathrm{dt}$ で運動する

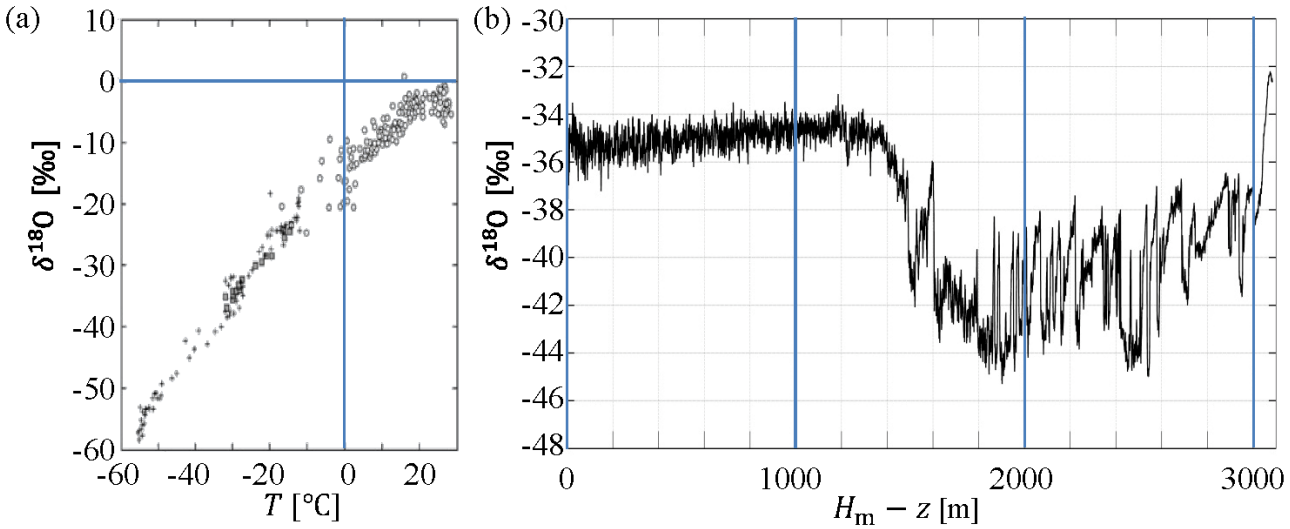
問題３　グリーンランドの氷床

グリーンランドを覆う氷河に関する問題である。前半の問題では，流体力学を応用して氷床の高さの分布を調べ，さらに氷床の中を氷の粒子がどのように移動するかを計算する。



図Ⅲ.20　(c) 氷床の断面図（xz 平面）で，$H(x)$ の高さ分布（青線）を表す。$H(x)$ は $0 < y < 5L$ の範囲で y に依存しないが，$y = 0$ と $y = 5L$ のところで急激にゼロに落ちる。図を見やすいように，垂直方向の高さは水平方向に比べ引き伸ばしている。氷の密度 ρ_{ice} は一定である。

この結果を利用して，氷河期と間氷期で氷の堆積率が変化する様子を調べることがこの問いの主目的の一つである。ドリルで掘り出した氷柱のどの情報が一体いつの時代のものであるかが，氷の粒子の移動を逆算することで分かる。そして，各部分の氷に含まれる２つの安定な酸素同位体の存在比から現在の間氷期がいつ始まり，さらにひとつ前の氷河期が何年間つづいたのかが計算できる。最後に，このグリーンランドの氷河がすべて溶けたとしたら，海面にどのような変化があるのかを詳しく調べた。



図Ⅲ.21　(a) 雪の中の δ^{18}O と年間平均表面温度 T の関係。 (b) δ^{18}O と深さ $H_m - z$ の関係。グリーンランドの氷の分氷嶺上の特定の場所($H_m = 3060$ m)で氷柱をドリルで採ったものから測定。

このように，今回の問題は物理の知識をいかに応用するかに主眼が置かれていた。そのためには論理的な考察に加え，考えている状況を記述する適切なモデルを作る必要がある。このモデル化によって物理現象をより簡単な例を通じてとらえることができるようになる。日本の生徒たちは，この一般的に困難だと思われる部分に諦めることなく挑戦しており，幅広い問題によく答えていた。その一方で，（特に電磁気学関連の）基本的な公式を覚えていなかったり，不注意な計算ミスが重なったりしたために本来の出来に比べて点数が伸び悩んだように思える。実際，今回の問題は 3 問とも総じて計算量が多く，時間内に多くの計算をミスなくやりきることが求められる問題設定であった。

III.4.3　実験コンテスト

例年通り，試験時間は 5 時間で 2 題が出題された。配点は第 1 問が 8 点，第 2 問が 12 点の計 20 点満点であった。“光の速さ”と題された第 1 問は，レーザー距離計を用いて光ファイバーや水などの媒質中を伝わる光速を測定する問題であった。“太陽電池”と題された第 2 問は，LED を光源に用いて太陽電池の特性を調べ, 次に太陽電池を光度計として用いる事で光の屈折率を求める問題であった。どちらの問題もこなすべき分量が非常に多く，スピーディーに作業を行う事が要求された。配点の大きい第 2 問に難問が多く，時間配分を間違えると高得点をとるのが難しい試験であった。

第 1 問　光の速さ

テーブルの高さを測定する最初の問 1.1 はレーザー距離計の取り扱いに慣れるための問題である。以降の問題では全てレーザー距離計を用いた測定を行うため，ここで扱い方をマスターできるかが一つのポイントとなった。

問 1.2 は異なる長さの光ファイバーを用いてファイバー中の光速を求める問題である。距離計の使い方さえ心得ていれば容易であり，多くの選手が正しく解答していた。

問 1.4 は水槽にレーザー光を入射させることで水中の光速を測定する問題である。水中にレーザーが入射する際の屈折，水槽底面での反射・散乱を正しく考慮して光路長を計算できるかがポイントである。計算自体はシンプルなものの，考えるべき要素が多くハードルの高い問題となった。

全体として，レーザー距離計（図Ⅲ.22）を用いた測定にさえ慣れてしまえば，その後の測定・解析はシンプルなものが多く，高得点をとっている選手も多かった。ただ，配点が大きくかつ難問の多い第 2 問にかける時間を考えると，第 1 問に多く時間を割くわけにはいかず，スピーディーに実験を行う事が要求された。



図Ⅲ.22　矢印を付したラベル（A,B,D,E）以外の 6 つのボタンは使わない（それらは，面積や体積を計算する時に使う）。ここで使うボタンは以下のとおりである：

A: オン／オフ

B: 計測する距離を，前面からにするか後面からにするかを切り替えるスイッチ。

C: 前面からの計測か，後面からの計測か表示する

D: レーザー照射／計測開始

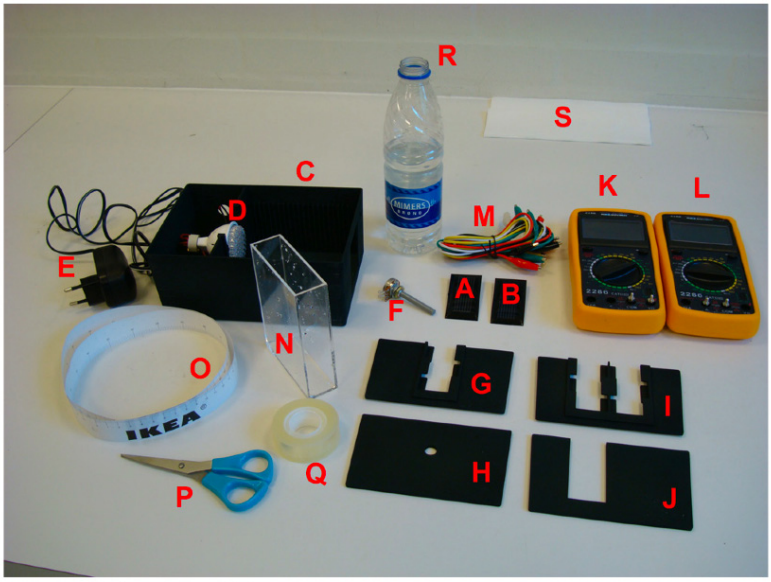
E: 連続計測

F: 連続計測中の表示

第 2 問　太陽電池

問 2.1 は太陽電池の発生電流に対する光源の距離依存性を求める実験である。ここで得た結果は後の問で，水の屈折率を求める際に必要となる。引き続く問では，太陽電池の電圧-電流特性を求める。回路の配線やマルチメーターの扱いを正しく行うことがポイントとなった。2 つの太陽電池を用いて得られる最大出力を求める問 2.6 は，自ら様々な配線を考えることが要求される難問であった。

問 2.7 では太陽電池と光源の間に水槽を置き，その水位を変化させたときの発生電流を調べる。水位を上げていき，光源と同程度の高さにさしかかると発生電流は減少した後に増加する。この特徴的な振る舞いをまずは正しい実験により自ら見つけ，さらにその理由を図と記号のみを用いて幾何的に説明する事が要求された。光路に対する深い洞察力が必要で，ハードルの高い問題であった。



図Ⅲ.23 実験問題第 2 問に用いる装置
A: 太陽電池　　B: 太陽電池
C: 光源や太陽電池などを置く溝（スロット）が付いた箱
D: LED 光源を取り付けたホルダー（U 字型の切込みを持つ）
E: 光源 D の電源
F: 可変抵抗（軸を回すと端子間の電気抵抗値が変化する）
G: 箱 C へ太陽電池一つを配置するためのホルダー
H: 箱 C 中で用いる円形絞り
I: 箱 C へ太陽電池二つを配置するためのホルダー

全体を通して，第 1 問で高得点をとれても配点の大きい第 2 問が時間不足となり，結果として得点が伸び悩んでしまった選手が多かった。

III.4.4　成果と教訓

(1)　成果

今回の大会の結果，日本の選手は全員メダルを獲得した（表Ⅲ.14）。メダルを獲得した者のメダル別の名前と国名を表Ⅲ.15 に示す。さらに，国別メダル数を表Ⅲ.16 に示す。

表Ⅲ.14　IPhO2013 日本選手の成績

榎　　優一	灘高等学校（兵庫県）3 年	銀メダル
大森　　亮	灘高等学校（兵庫県）3 年	銀メダル
上田　研二	洛南高等学校（京都府）3 年	銅メダル
江馬　英信	灘高等学校（兵庫県）3 年	銅メダル
澤岡　洋光	大阪星光学院高等学校（大阪府）3 年	銅メダル

表 Ⅲ.15　IPhO2013 デンマーク大会　メダリスト一覧

GOLD

S. Attila Hungary
Z. Chengkai China
Z. Zhengxing China
S. S. Xiang En Singapore
K. Zhou United States
W. Chang Taiwan
D. Kalinov Russian F.
C. Lin Huang United States
Y. Yue China
B. Quang Tu Viet Nam
D. M. Keat Kay Singapore
J. Supel Poland
L. Jeck Singapore
A. Zare Iran
D. Kavolis Lithuania
B. Siripanthong Thailand
T. W. Liang Bvorn Singapore
K. M. Naydenova Bulgaria
C. Lee Rep. of Korea
J. Kim Rep. of Korea
N. Phi Long Viet Nam
P. Sae-Ung Thailand
W. Sizhen China
J. Yan United States
K. Poopong Thailand
D. Kim Rep. of Korea
J. Jiaqi China
Y. Lo Taiwan
J. Lee Rep. of Korea
I. Maslov Russian Fed.
M. Lotfinamin Iran
S. Jeong Rep. of Korea
K. Rezaiezadeh Iran
K. Áron Dániel Hungary
D. Andronic Romania
P. Susil Dhariwal India
M. Velikanov Russian Fed.
C. Frunza Romania
I. Fradkin Russian Fed.

SILVER

A. Venkidachalam Singapore
D. Karliner Israel
J. Péter Hungary
T. Ciobanu Romania
S. Chakrabarti India
A. Lavania India
Z. Luo Taiwan
Y. Gupta India
A. Anand India
S. F. Dumitru Romania
O. M. Kopelevitch Israel
Y. S. Yordanov Bulgaria
J. Doucot France
A. Põldaru Estonia
M. Siu Hang Hong Kong
S. Zbarsky United States
Y. Enoki Japan
T. Omori Japan
N. Mostaan Iran
M. Kurenkov Russian Fed.
C. Hsueh Taiwan
S. Wathanapenpaiboon Thailand
S. Ming Tony Hong Kong
T. Pok Man Hong Kong
M. D. Hoang Long Viet Nam
O. Edtmair Austria
S. Chevalevre France
K. Ment Estonia
J. Cai United States
M. Rochemonteix France
A. Hancharuk Belarus
D. Brizhinev Australia
A. Krasuski Poland
I. Mitskovets Belarus
K. Aare Saar Estonia
C. Zanoci Rep. of Moldova
A. Gosset France
G. Segall Israel
A. C. Sengul Turkey
M. Raiamov Kazakhstan
A. Zhetessov Kazakhstan
S. Lill Germany
M. Krstajić Serbia
A. Bralin Kazakhstan
C. Man Sou Macao
J. Mrożek Poland
M. Filip Mandache United Kingdom
C. Viry France
L. Grund Czech Republic
J. Márk Hungary
F. Kenji Arai Brazil
V. Biloshytskyi Ukraine
H. Wu Canada
Y. Li United Kingdom
F. Serdar Saglam Turkey
D. Yeelun Hu United Kingdom
N. Tursynbek Kazakhstan
N. Ilamanov Turkmenistan
N. Colibaba Rep. of Moldova
L. Rettenmeier Germany
C. Yen Taiwan
D. Turcu Romania
M. Litskevich Belarus
G. Ad Kishony Israel
K. Ruavtae Thailand
L. Dehlwes Germany

BRONZE

H. Ema Japan
I. M. G. Narendra Kumara Indonesia
K. G. Metodiev Bulgaria
K. Ueda Japan
I. Tanasijević Serbia
U. Ristivojević Serbia
L. Bojović Serbia
L. Hayes Australia
H. Sawaoka Japan
M. Sonner Germany
G. Kamuntavičius Lithuania
P. Tadic Montenegro
A. Duduk Belarus
P. Turzák Slovakia
D. Schmidt Germany
N. Selimović Bosnia and Herzegovina
K. Kongas Estonia
D. Nurbek Kazakhstan
A. Bjelčić Croatia
P. A. Halim Indonesia
W. Yiu Man Hong Kong
E. Madhivanan United Kingdom
V. K. Markevičiūtė Lithuania
L. Kai Chun Hong Kong
F. Belliardo Italy
B. Gu Canada
O. Lubvnets Ukraine
I. Sholom Ukraine
M. H. Subianto Indonesia
D. Amanov Turkmenistan
E. Akyurek Turkey
A. Oliinyk Ukraine
M. Hanzelka Czech Republic
M. Seržāns Latvia
G. T. Fortune United Kingdom
J. S. Joshoa Israel
A. Zivari Iran
J. C. Nathanael Indonesia
L. Lang Liechtenstein
L. Duy Anh Viet Nam
I. Popanu Rep. of Moldova
F. F. Junior Brazil
A. Christianen Netherlands
P. Roland Hungary
T. Gonda Slovakia
C. Schuster Austria
A. Jeims Ave Belarus
T. Baanen Netherlands
C. Lok Lei Macao
Ž. Krainik Slovenia
G. Martirosyan Armenia
S. Efthymiou Greece
Y. Chin Vern Malaysia
K. Oreszczuk Poland
L. Fiore Italy
K. O. Darmonev Bulgaria
J. Guth Czech Republic
H. A. Gunduz Turkey
T. Antoshchuk Ukraine
O. Yaghi Syria
F. R. Klausen Denmark
F. Hendriks Netherlands
J. Ondráš Slovakia
S. Blakunovs Latvia
D. Budmonde Mongolia
S. Bosch Croatia
A. Vasilyan Armenia
M. Fava Italy
H. Z. Sheng Canada
A. Rossier Switzerland
J. Spilecki Australia
T. Mäkinen Finland
T. Thi Thu Huong Viet Nam
J. A. D. Espinosa Mexico
J. Kvorka Slovakia
R. Albesiano Italy
S. Swan Australia
V. Mambrevan Armenia
E. Huang Australia
H. M. K. S. Herath Sri Lanka
V. Čepaitis Lithuania
B. Cark Turkey
J. Kalda Estonia
E. I. A. Reynoso Mexico
I. K. Porvazov Bulgaria
S. Maludze Georgia
G. R. M. Unzer Brazil
A. Petrosyan Armenia
M. Adamič Slovenia
J. L. De M. Neto Brazil
M. Alhejji Saudi Arabia
T. M. D. Reis Portugal
L. Pagano Italy
I. Burić Serbia
A. Alhulaymi Saudi Arabia
N. Van Den Broeck Belgium
A. Stavrou Cyprus
M. C. Castro Brazil
W. Borgeaud Switzerland
G. Cassiers Belgium

表 Ⅲ.16　IPhO2013 デンマーク大会　国別メダル数

国　　名	金	銀	銅	H.M.
China	5			
Republic of Korea	5			
Russian Federation	4	1		
Singapore	4	1		
Thailand	3	2		
Taiwan	3	2		
United States	3	2		
Iran	3	1	1	
Romania	2	3		
Hungary	2	2	1	
Viet Nam	2	1	2	
India	1	4		
Israel	1	3	1	
Poland	1	2	1	1
Bulgaria	1	1	3	
Lithuania	1		3	1
France		5		
Kazakhstan		4	1	
Belarus		3	2	
Germany		3	2	
Estonia		3	2	
United Kingdom		3	2	
Hong Kong		3	2	
Japan		2	3	
Turkey		2	3	
Republic of Moldova		2	1	1
Australia		1	4	
Brazil		1	4	
Serbia		1	4	
Ukraine		1	4	
Canada		1	2	2
Macao		1	2	2
Czech Republic		1	2	1
Austria		1	1	3
Turkmenistan		1	1	2
Italy			5	

国　　名	金	銀	銅	H.M.
Armenia			4	1
Indonesia			4	
Slovakia			4	
Netherlands			3	2
Switzerland			2	3
Mexico			2	3
Latvia			2	2
Saudi Arabia			2	2
Belgium			2	1
Croatia			2	1
Slovenia			2	1
Finland			1	4
Bosnia and Herzegovina			1	3
Georgia			1	3
Denmark			1	2
Mongolia			1	2
Malaysia			1	1
Syria			1	1
Cyprus			1	
Greece			1	
Liechtenstein			1	
Sri Lanka			1	
Montenegro			1	
Portugal			1	
Spain				4
Sweden				3
Iceland				2
Colombia				2
Nepal				2
Bangladesh				1
Kyrgyzstan				1
Nigeria				1
Puerto Rico				1
El Salvador				1
Tajikistan				1



図Ⅲ.24　パーティで



図Ⅲ.25　IPhO で記念撮影

(2)　教訓と改善案

今回の理論問題は，現実の問題に物理をどう活用するかという応用力が試されるものであった。特に，複雑な現象について単純で等価なモデルを用いて注意深く計算を行い，どのように理解し本質に迫るかという，単に物理の知識があるかどうかだけでなく，真理に迫る思考力とセンスがあるかどうかが問われる問題であった。このような問題は，日本の高校生は苦手である。物理現象の単純化やモデル化を行い，本質を捉えさせる問題を，決まった時間内に解決するのはなかなか大変だったと思われる。

一方，実験問題では，市販のレーザー距離計を使う問題があったが，取り扱いは難しくなく他の機器も特殊なものはなかった。ただし，第２問では，機器の配置を自分で工夫し，接続を考えて測定を行うことが必要で，問題文をよく読み注意深く組み上げることを求められた。さらに，水槽の中の水位による光路の変化を正確に把握し，的確に測定することを要求された。したがって，第２問を時間内に熟考し，その測定を行うのはなかなか大変であっただろうと思われる。

理論問題，実験問題ともに，深い洞察力とセンスが問われる問題であった。そのような問題に対処する力を付けさせることに重点を置くように現在の高校（あるいは中学も含めて）のカリキュラムを変えていくことは，不可能ではないが，それが必ずしも学校教育にとって良いとも思えない。しかしながら，IPhO 経験者が大学に入学して伸びているということは，物理の基本を身に付けているからとも考えられる。

理系の大学生であっても数量概念や次元の概念が現実と結びつかない学生が多くなってきている中，IPhO に向けての訓練法などのうち効果的なメソッドは，高校教育から大学初年度の基礎教育課程にフィードバックできるのではないだろうか。

おわりに

2005 年度から始まった物理チャレンジは今年度で 9 回目の実施となり，来年度の 2014 年度にはちょうど 10 周年記念となる。その記念行事として小中学生を対象とした「ジュニアチャレンジ」開催の計画が進んでおり，チャレンジ活動の拡がりをさらに推し進めようと目論んでいる。これは，2022 年に日本で開催予定の国際物理オリンピック（IPhO）に向けた長期的な準備と国内の意識を高めようとする活動の始まりとも位置づけている。2005 年からの最初の 10 年間を，物理チャレンジの活動が安定して軌道にのった「創成期」と呼ぶならば，次の 10 年間は，2022 年の IPhO 日本開催を目玉とする「拡充期」といえるよう活動の継続と拡充をはかっていきたいと願っている。そのためには，今までのやりかたを振り返り，改善すべきところは改善し，さらに裾野拡大のためにエネルギーを注ぎ込む覚悟をもって，物理オリンピック日本委員会（JPhO）では，毎年の物理チャレンジの運営とともに，将来を見据えたさまざまな議論を展開している。

改善すべき点の一つとして，国内選抜のやり方を，現在の「振り落とし型」から「育成型」に変えられないかと議論している。これは，物理チャレンジが単に IPhO 日本代表選手 5 名を選抜するだけの活動ではなく，物理の面白さや大切さを広く伝えることをも目的にしているからである。現在のように，第 1 チャレンジで千数百人から 100 人に絞り，さらに第 2 チャレンジでその 100 人から十数人に絞って IPhO 日本代表選手候補者を選ぶ方式は，（実験課題レポートも含めて）単に試験をして絞っていくだけの「振り落とし型」と言える。つまり，JPhO は参加者に対して何も教育をしていない。試験問題や実験レポートの課題自体が教育的効果のあるメッセージ性を持つと期待しており，問題を解くことによって物理の面白さを味わってもらえるよう工夫をしているが，もっと効果的なやりかたがあるのではないかと模索している。韓国では，千数百人の参加者がインターネットで物理の教育を少しずつ受けながら，複数回の課題レポート提出と試験で次第に絞っていくというやり方をとっている。日本でもそのような方式を考えてもいいのかしれない。しかし，そのためにはスタッフ側の負担が極めて大きくなり，組織力の拡充が前提となるだろう。

このように「教えながら選抜」する方法として，その他にもいろいろな工夫が考えられるかもしれない。アイディアをお持ちの方は JPhO までご連絡いただければ幸いである。少年野球や少年サッカークラブのように，学校外で（学校で習う理科や物理より少し進んだ）物理を学び楽しむという全国的な仕組みを，物理チャレンジを核として実現できないかと夢想しているが，長期的な展望と戦略をもって取り組んでいきたいと考えている。

物理チャレンジの実施には JPhO の委員だけでなく，第 1 チャレンジ理論コンテストの会場校や IPhO 代表選手の訓練等で多くの関係者にご協力いただいています。そのうちのどれ一つを欠いても全体のシステムが動かなくなってしまいます。関係者のみなさまのご協力に感謝するとともに，これからもご支援ご協力をよろしくお願いいたします。

第 IV 部　資料編

A　出版

1. 中屋敷勉：「第 44 回国際物理オリンピックの報告と物理教育」
大学の物理教育, **19**, No.3, (2013.11).

2. 田中忠芳：　「領域 13 シンポジウム 物理オリンピックと日本の物理教育」
大学の物理教育, **19**, No.2, (2013.7).

B　掲載新聞・雑誌記事等

日本代表高校生　銀2人・銅3人　物理五輪

2013/07/15 愛媛新聞 6ページ 262文字 PDF有 書誌情報

文部科学省は14日、世界の高校生らが参加してデンマークのコペンハーゲンで開催された「国際物理オリンピック」で、日本代表5人のうち、2人が銀、3人が銅メダルを獲得したと発表した。

銀メダルはいずれも灘高（兵庫）3年の榎優一さん（18）と大森亮さん（18）の2人。銅メダルは、洛南高（京都）3年の上田研二さん（17）、灘高3年の江馬英信さん（17）、大阪星光学院高（大阪）3年の沢岡洋光さん（17）の3人。

同オリンピックは7月7日から開かれ、81の国と地域から374人が参加し、物理の試験と実験の成績を競った。（共同通信社）

物理五輪で銀２、銅３

2013/07/15 長崎新聞 23ページ 202文字

文部科学省は14日、世界の高校生らが参加してデンマークのコペンハーゲンで開催された「国際物理オリンピック」で、日本代表5人のうち、2人が銀、3人が銅メダルを獲得したと発表した。

銀メダルはいずれも灘高（兵庫）3年の榎優一さん（18）と大森亮さん（18）の2人。銅メダルは、洛南高（京都）3年の上田研二さん（17）、灘高3年の江馬英信さん（17）、大阪星光学院高（大阪）3年の沢岡洋光さん（17）の3人。

■物理五輪で高校生　銀２銅３

文部科学省は14日、世界の高校生らが参加してデンマークのコペンハーゲンで開催された「国際物理オリンピック」で、日本代表５人のうち、２人が銀、３人が銅メダルを獲得したと発表した。銀メダルはいずれも灘高（兵庫）３年の榎優一さん（18）と大森亮さん（18）の２人。銅メダルは、洛南高（京都）３年の上田研二さん（17）、灘高３年の江馬英信さん（17）、大阪星光学院高（大阪）３年の沢岡洋光さん（17）の３人。

国際物理オリンピックは1967年に始まり、日本は2006年から参加。今回は７月７日から開かれ、81の国と地域から374人が参加し、物理の試験と実験の成績を競った。

北海道新聞

2013 年 7 月 15 日

C　講演

1. 増子　寛：
「第 1 物理チャレンジにみる実験課題レポートの評価」
　第 74 回応用物理学会秋季学術講演会，同志社大学，2013 年 9 月 16-20 日

日本物理学会 2013 年秋季大会，徳島大学，2013 年 9 月 25-28 日

2. 光岡薫，蘆田祐人，谷崎佑弥，杉山忠男，中屋敷勉，北原和夫：
「国際物理オリンピック・デンマーク大会報告」

3. 原田勲，右近修治，岸沢眞一，江尻有郷，興治文子，北原和夫，近藤一史，近藤泰洋，
　長谷川修司，波田野彰：
「物理チャレンジ 2013 報告：Ⅰ．プレチャレンジ活動」

4. 増子寛，荒木美菜子，五十嵐靖則，榎本成己，江尻有郷，興治文子，呉屋博，近藤一史，
　佐藤誠，鈴木亨，鈴木勝，田中忠芳，中野公世，中屋敷勉，並木雅俊：
「物理チャレンジ 2013 報告：Ⅱ．第 1 チャレンジ（実験課題と理論問題)」

5. 荒船次郎，赤井久純，伊東敏雄，川村清，佐貫平二，杉山忠男，鈴木亨，鈴木直，
　高須昌子，竹中達二，田中皓，田中忠芳，東辻浩夫，中村淳，波田野彰，松澤通生，
　三間圀興，北原和夫，近藤泰洋：
「物理チャレンジ 2013 報告：Ⅲ．第 2 チャレンジ理論問題」

6. 岸沢眞一，浅井吉蔵，右近修治，江尻有郷，大嶋孝吉，大塚洋一，毛塚博史，小牧研一郎，
　近藤泰洋，下田正，真梶克彦，鈴木功，瀬川勇三郎，武士敬一，遠山濶志，長谷川修司，
　深津晋，味野道信：
「第 9 回全国物理コンテスト・物理チャレンジ 2013 実験問題」

7. 近藤泰洋，北原和夫，原田勲，増子寛，荒船次郎，岸沢眞一，大塚洋一，東山和幸：
「物理チャレンジ 2013 報告：Ⅴ．物理チャレンジ全体報告」

日本物理学会 第 68 回年次大会　広島大学，2013 年 3 月 26-29 日

8. 領域 13 シンポジウム「物理オリンピックと物理教育」
　1　家　　泰弘：「物理オリンピックに寄せる期待」
　2　植木　　勉：「物理オリンピックの支援」
　3　三沢　和彦：「物理オリンピックと物理教育」
　4　北原　和夫：「物理オリンピック・物理チャレンジ事業」

5　杉山　忠男：　「物理オリンピック理論問題の趣旨」
6　光岡　　薫：　「物理オリンピック実験問題の趣旨」
7　長谷川修司：　「物理オリンピックのシステム」
8　総合討論

D　（参考）2012 年度収支決算

平成24年度 国際物理オリンピック（物理チャレンジ2012）収支決算

（千円）

区分	費　目	予算額	決算額
収入	独立行政法人科学技術振興機構支援	34,600	34,600
	民間企業等からの寄付・協賛金	1,000	1,000
	合　計	35,600	35,600
支出	国際大会参加関係経費	5,355	5,024
	代表及び代表候補者教育研修関係経費	3,551	4,401
	一次選考関係経費	4,567	5,434
	代表候補者選抜関係経費	9,315	10,742
	広報・普及等関係経費	2,747	2,531
	人件費・一般管理費	10,065	7,468
	合　計	35,600	35,600
収支差額			

物理チャレンジ・国際物理オリンピック　2013 年度報告書

平成 26 年（2014 年）2 月 28 日発行

編　　集：特定非営利活動法人物理オリンピック日本委員会

発 行 者：特定非営利活動法人物理オリンピック日本委員会

〒162‐8601　東京都新宿区神楽坂 1-3　東京理科大学内

特定非営利活動法人物理オリンピック日本委員会事務局

TEL 03-5228-7406　FAX 03-3268-2345

E-mail　info@jpho.jp

URL　http://www.jpho.jp/