

物理チャレンジ・物理オリンピックによる 中高生へのはたらきかけ ～これまでとこれから～

公益社団法人物理オリンピック日本委員会
Japan Physics Olympiad



長谷川 修司
東京大学大学院理学系研究科物理学専攻

共催: 応用物理学会、日本物理学会、日本物理教育学会、東京理科大学、他
協賛: TDK, Elysium, 理研計器, 東京エレクトロン, Preferred Networks, 日立ハイテク、他
支援: 科学技術振興機構・文部科学省



プレチャレンジ

全国の高校を訪問して、物理チャレンジの紹介と実験研修（3時間程度）

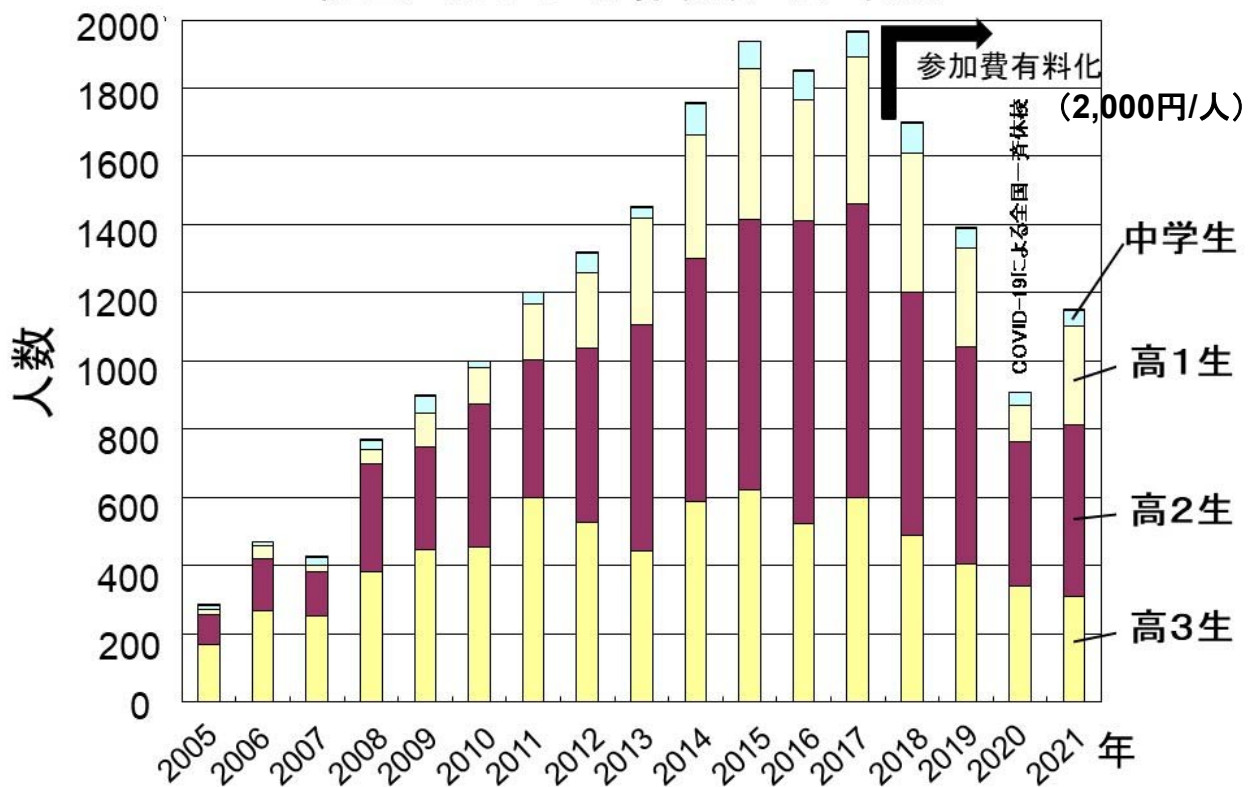


女子チャレンジ(女子中高生対象)



ジュニアチャレンジ(小学生対象)

物理チャレンジ 応募者数 (学年別)



2021年 高1、2生が増加

第1チャレンジ（予選大会）

- 理論コンテスト** 2021年7月11日(日) 自宅でのオンラインIBT試験 947名
 - 多肢選択のマークシート方式の90分の試験(選択肢のランダム化)
 - 教科書・参考書などを試験会場に持ち込み可
⇒ 知識を問う試験ではない。論理的に順序よく考えられるか。
 - 中学理科から高校物理の範囲
 - 日常の体験やよく目にする自然現象に基づく物理
- 実験課題レポート** 6月14日(月)締切 PDFをオンライン提出 1,006名
 「加える力と物体の運動の関係を調べてみよう」
 - 家庭や学校で身の回りの器具を使って実験。
 - 自分なりの興味や視点
 - レポート:セクションに区切り、グラフや図などを利用
 - 優秀実験レポート賞(理論成績に関わらず)

2021年第1チャレンジ 理論コンテスト・実験レポートの成績分布

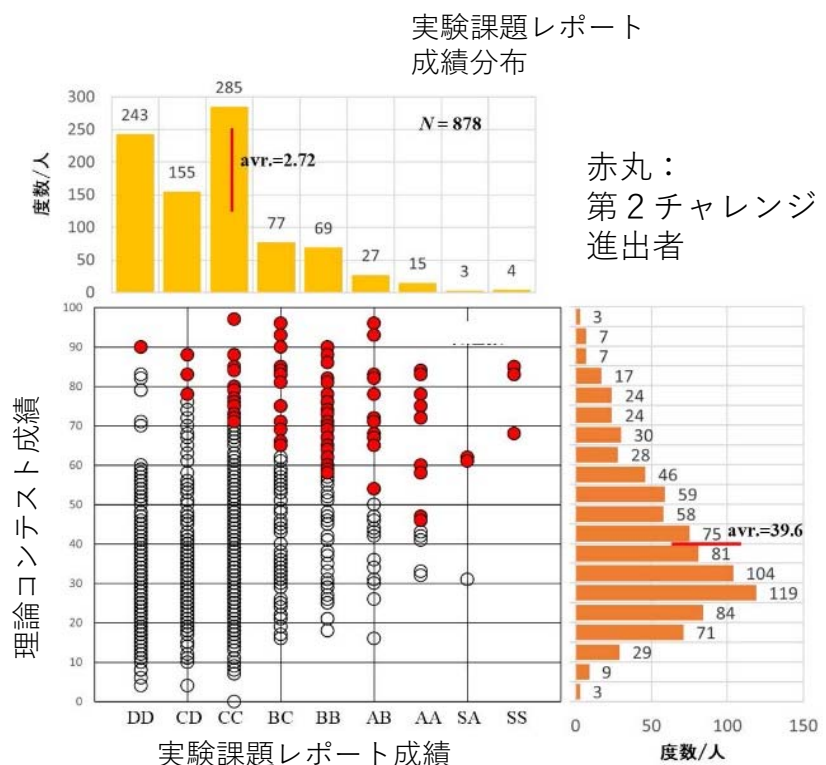
理論コンテスト

オンラインIBT試験
 →遠隔地、自然災害
 多肢選択形式
 監督者無し
 不正行為は防げたか？
 → 選択肢をランダム化
 第2チャレンジ試験の
 成績との相関
 →不正の痕跡は無い

来年度は間歇撮影による顔認証方式を予定

実験レポート

貴重な実験経験
 ルーブリック評価

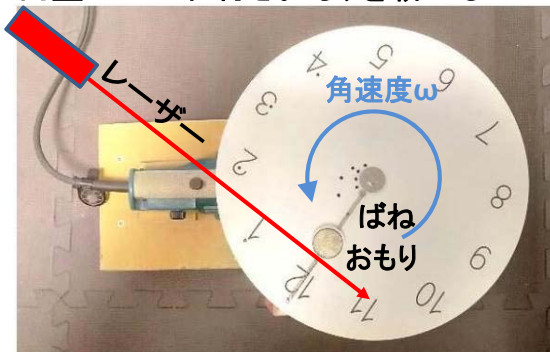


優秀実験レポート賞

窪田さん(岐阜県立大垣北高等学校1年生)
実験期間:35日

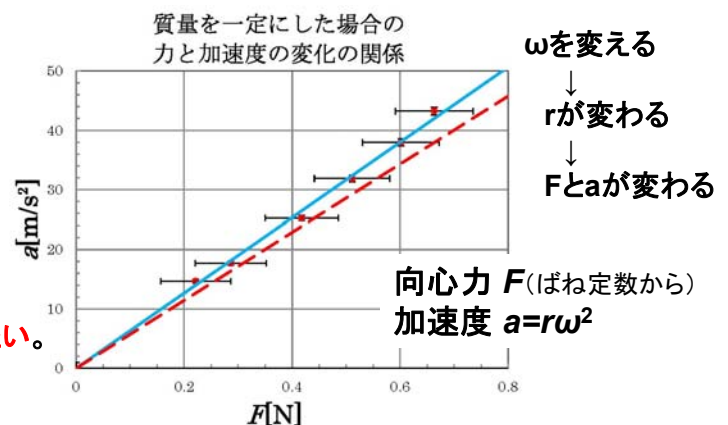
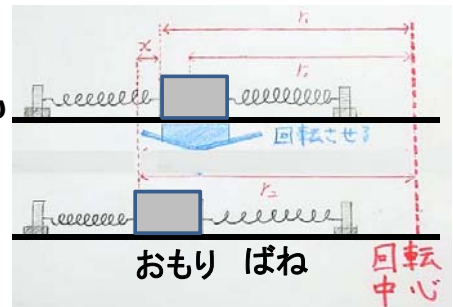
「加える力と物体の運動の関係を調べてみよう」 $F=ma$ の検証 『等速円運動を利用した運動方程式の検証』

電動ドリルに円盤をとりつけて回転
円盤上にばね付きおもりを載せる



重力は使わない——→加速度 a を可変にしたい。
おもりと円盤との摩擦:小刻みの振動によって
摩擦は無視できる。

【測定】
・円盤の角速度 ω
スマホの
ストロボ機能
・ばねの伸び
レーザー



良い実験レポートを書くには

1. セクションに分けて書く
 - (1) **実験の目的** 実験が終わってから書く。自分なりの視点。
 - (2) **実験手法** 他の人が同じ実験ができる情報。写真や図。
 - (3) **実験結果** データの羅列ではなく、グラフを活用。
 - (4) **考察** 何が分かったのか、わからなかったのか。
 - (5) **結論** 「目的」に対応した結論。「結果」とは違う。
 - (6) 参考資料、(7) 共同実験者
2. **複数回** 実験・測定する
3. **条件を変えて** 実験する
4. 失敗したら、その原因を考え、装置・手法を改良して再度トライし、**成功するまで** 実験する。
5. **異なる方法** で実験
6. **測定値の確からしさ** (誤差) を考える。

実験レポートの評価の観点

1. わかりやすいレポート

- ・図、写真、グラフの活用。
- ・実験データの一覧表は効果的でない。
- ・エクセルグラフをそのままprint out はダメ。
縦軸、横軸の量、単位、目盛をしっかりと書く。

2. あなた自身の工夫を取り入れる

- ・実験装置、手法、データ整理法...

【注意】 友達・先生と相談しながら実験しても構わないが、レポートは自分自身の考え・言葉で書く。
友達のレポートをコピーすると、コピーした者もコピーさせた者も失格。

ユニークポイント1:

第1チャレンジでの実験課題レポート

- ・友達との共同実験可
- ・先生や親からの助言・援助可

(他の科目のオリンピック予選の段階では実験を課していない。)

⇔生徒一人ひとりの実力を測っていない。
選抜の目的から外れている。

⇒じっくり実験を経験させる貴重な機会

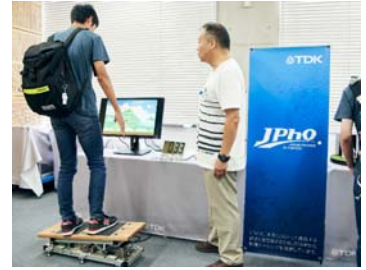
【JPhO】予選の段階での実験課題を継続

第2チャレンジ(全国大会)

3泊4日の合宿形式

このような状況を復活させたい！来年は姫路で！

Physics Live



試験会場

理論試験
実験試験
各5時間

第2チャレンジ(全国大会) オンライン形式

2021年8月17日13:00-18:00 理論試験

18日13:00-18:00 実験試験

19日 10:00-16:00 講演会・問題解説会

113名の選手が自宅・所属校で受験

Zoomによる監視付

試験開始直前に問題冊子をdownload・印刷

試験終了直後、各選手は手書きの答案をスキャンしてPDF化、upload



8/19 オンライン講演会
澤岡洋光 (ハーバード大学大学院)



実験試験: コンピュータシミュレーションによる模擬実験

実験課題 1 液体の比熱 c (J/gK) の測定

実験課題 2 光電効果によるプランク定数の測定

実験課題 3 電気ブラックボックス

$$Q = c \cdot M \cdot (T - T_0)$$

熱エネルギー

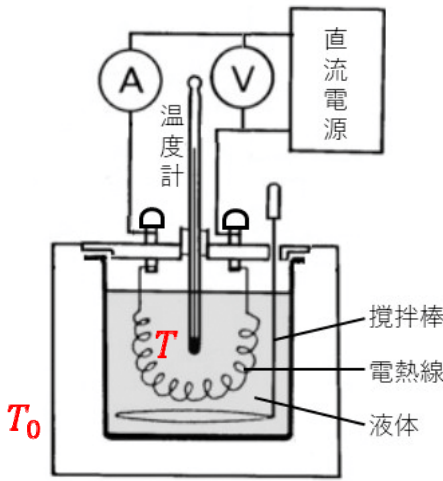
温度上昇 ΔT

実際の実験の注意点

○ 電熱線からの熱は、液体だけでなく
容器や攪拌棒や温度計も温める。⇒ B (余分な熱容量)

○ 熱が外に逃げる。⇒ $W_{out}(t) = \alpha \cdot (T(t) - T_0)$

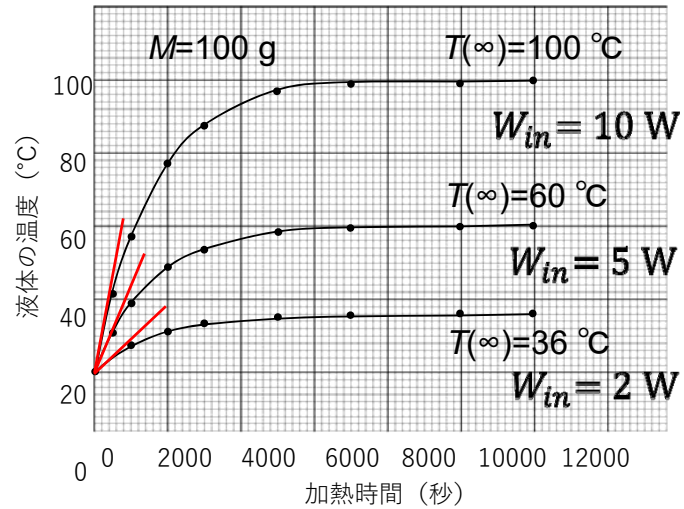
$$\{W_{in} - W_{out}(t)\} \cdot \Delta t = (c \cdot M + B) \cdot \Delta T(t)$$



入力パラメータ

- 電熱線の電力 (W) W_{in}
- 液体の質量 (g) M
- 加熱時間 (s) t

出力 液体の温度 $T(t)$



オンライン表彰式 2021年9月19日10:00-12:00



(冠賞受賞者: 後日、自宅で撮影)

物理チャレンジ大賞 理論・実験コンテストを総合して最高成績

楠元康生 久留米大学附設高等学校(3年生)

TDK賞 実験コンテストで最優秀の成績

粟野稜也 筑波大学附属駒場高等学校(3年生)

エリジオン賞 理論コンテストで最優秀の成績

楠元康生 久留米大学附設高等学校(3年生)

東京エレクトロン賞 女子参加者で最優秀の成績

伊藤陽莉 白陵高等学校(3年生)

理研計器賞 高校2年生以下で最優秀の成績

三宅智史 東海高等学校(2年生)

金賞 6名

銀賞 12名

銅賞 12名

来年の物理オリンピック国際大会の日本代表選手候補者 12名

(高校2年生以下で成績優秀者)

ユニークポイント2： 物理好きの仲間を作る貴重な機会

第2チャレンジ(全国大会)3泊4日の合宿形式

試験だけでなく、さまざまなイベントに参加し、参加者どうしが仲良くなり、大学進学後も続く物理友達ができる。



Physics Live (実験デモ屋台)



Science Tour・講演会
(研究所見学+研究者との懇談)
⇒最先端の研究に触れる

ユニークポイント3： 選抜されなかった生徒たちへの研修

プレチャレンジ

プレチャレンジ研修会(各高校訪問)

第1チャレンジ

← 第1チャレンジ準備学習

→ **ファーストステップ研修**(通信添削:多肢選択式)

第2チャレンジに進出できなかったが来年も参加を目指す者を対象とする研修。今年の受講者95名。

チャレンジ研修(通信添削:記述式)

来年も参加を目指す者を対象とするアドバンス研修。今年の受講者13名。

第2チャレンジ

← 第2チャレンジ準備学習

→ **ステップアップ研修**(通信添削:記述式)

日本代表選手候補者に選ばれなかったが、来年も目指す参加者を対象とする研修。今年の受講者30名。

各種テキスト・過去の第2チャレンジ実験キットの頒布

[物理オリンピックを目指す中学生高校生のための数学](#)(大原仁著、JPhO監修)

[物理チャレンジ独習ガイド](#)(丸善出版)(杉山忠男著、JPhO監修)

[物理チャレンジ過去問解説解答集、IPhOテキスト](#)

国際物理オリンピック(IPhO)日本代表選手候補者12名の研修

国際物理オリンピック・アジア物理オリンピックの出題範囲(シラバス)は、
大学1, 2年生程度 ⇒強化研修が必要

- 秋合宿** 9月 2泊3日 → **オンライン秋研修** 9月18~19日
 IPhOに向けた準備勉強の仕方と研修 テキスト・参考書・実験キットを事前送付
- 冬合宿** 12月22~25日 3泊4日(八王子大学セミナーハウス)
 IPhO実験問題を使った研修
- 春合宿** 3月21~24日 3泊4日
 日本代表選手8名/5名の最終選抜試験
- 通信添削** 10月~3月 毎月
 理論問題および実験データ処理

冬合宿での理論ゼミ(2006年)



オンライン秋研修



アジア物理オリンピック2021 台湾大会(オンライン形式)

日本は、今年初参加。 昨年の物理チャレンジ2020で選抜された代表選手
 ヨーロッパ物理オリンピックとならび、7月に行われる国際物理オリンピックの前哨戦となる
 地域限定の国際大会。 参加国数：23か国・地域 日本、香港、マカオ、モンゴル、台湾、
 2021年5月17日~24日 マレーシア、シンガポール、インドネシア、タイ、ベトナム、
 参加選手：181名 バングラデッシュ、カザフスタン、キルギスタン、ウズベキスタン、
 タジキスタン、アゼルバイジャン、アラブ首長国連邦、ロシア、
 サウジアラビア、トルコ、イスラエル、
 ルーマニア、モルドバ



選手役員は神楽坂からオンライン参加
 台湾からの留学生が試験監督

実験試験:コンピュータシミュレーション



オンライン表彰式では、台湾の
 科学技術副大臣からメダルが授与

アジア物理オリンピック2021 日本代表選手 (8名)

栗野 稜也	筑波大学附属駒場高等学校	3年生	銅メダル
伊藤 陽莉	白陵高等学校	3年生	参加賞
糸永 泰樹	久留米大学附設高等学校	3年生	銅メダル
楠元 康生	久留米大学附設高等学校	3年生	金メダル
黒田 優人	大阪府立北野高等学校	3年生	入賞
佐藤 颯真	灘高等学校	3年生	入賞
林 健介	愛光高等学校	3年生	銅メダル
村山 一央	東京都立武蔵高等学校	3年生	銀メダル

国際物理オリンピック2021 リトアニア大会(オンライン形式)

2021年7月17日~24日

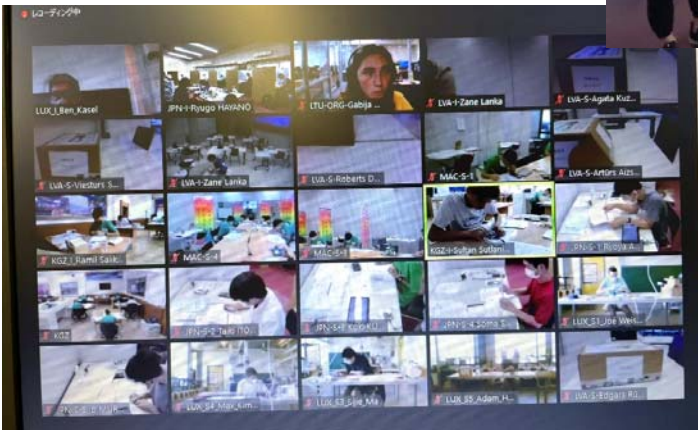
参加選手：368名 参加国数：76か国・地域
 選手は八王子セミナーハウス、役員は神楽坂からオンライン参加
 Webカメラ6台によるリトアニアからのオンライン監視
 実験試験：実験キットがリトアニアから送付。リアルな実験。
 試験監督：JPhO以外の者



リトアニアからの監視のもと、実験キットを開梱



リトアニア
ダンスに挑戦



IPhO2021 日本代表選手(5名)

楠元 康生	久留米大学附設高校	金メダル
粟野 稜也	筑波大学附属駒場高校	銀メダル
村山 一央	東京都立武蔵高校	銀メダル
糸永 泰樹	久留米大学附設高校	銀メダル
佐藤 颯真	灘高校	銅メダル

IPhO 2006 シンガポール大会 開会式直前

2006年7月9日

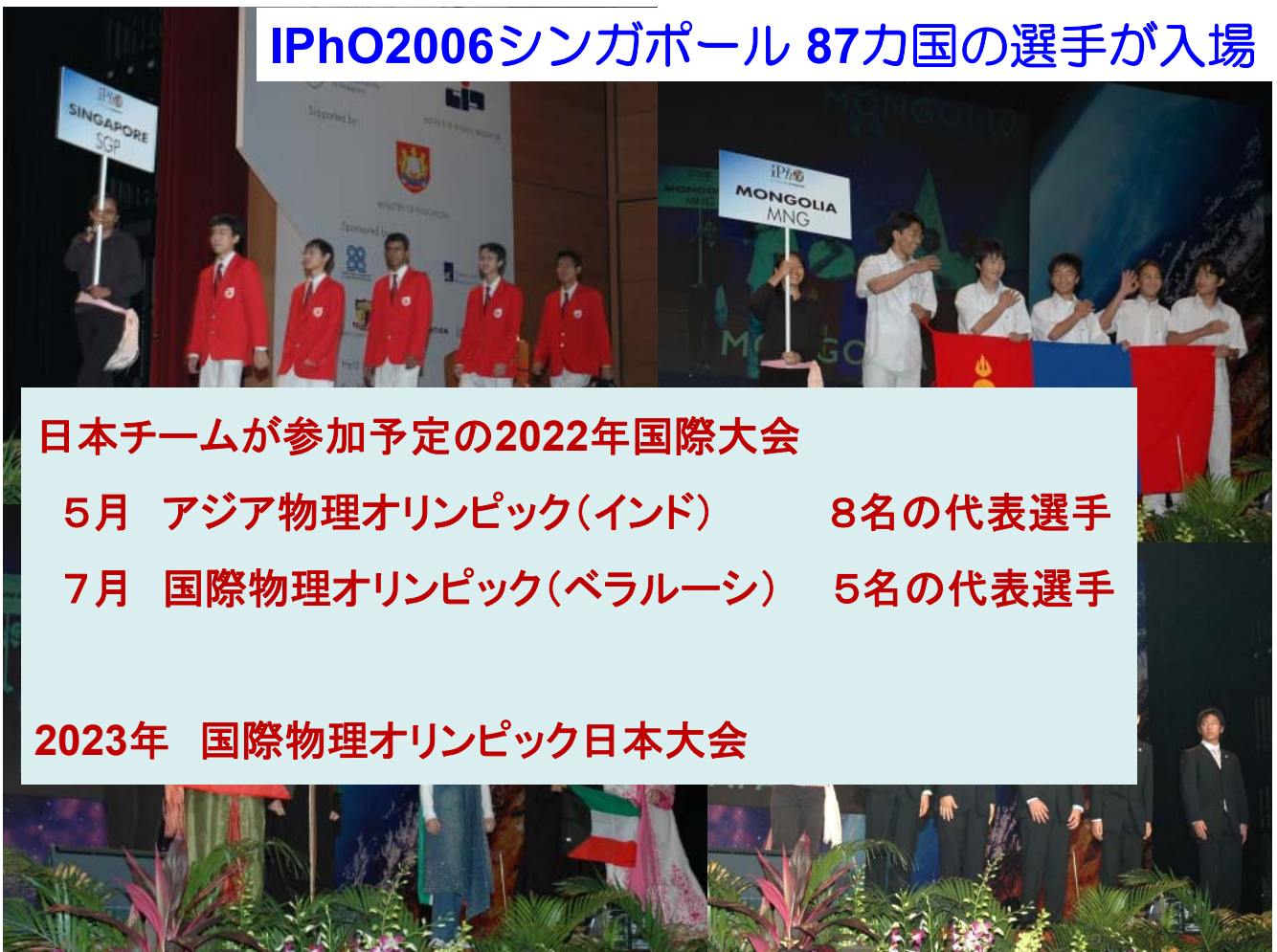
87カ国から398名物理好き高校生が集まる



IPhO2006シンガポール 87カ国の選手が入場



IPhO2006シンガポール 87カ国の選手が入場



日本チームが参加予定の2022年国際大会

5月 アジア物理オリンピック(インド) 8名の代表選手

7月 国際物理オリンピック(ベラルーシ) 5名の代表選手

2023年 国際物理オリンピック日本大会

まとめ：物理チャレンジ・オリンピック

- ・単なる選抜のプロセスではない。
- ・貴重な機会を生徒たちに提供
 - (1) じっくり実験を経験する：第1チャレンジ実験レポート、第2チャレンジ実験試験
 - (2) 物理好きの仲間を作る：第2チャレンジ3泊4日の合宿、代表候補者の研修合宿
 - (3) 物理の実力をつける：各種研修（プレチャレンジ、選拔されなかった参加者、代表候補者）
 - (4) 最先端の物理・研究に触れる：試験問題、サイエンスツアー、講演会、研究者との懇談
- ・物理チャレンジのDX ⇒ After Corona 来年度以降も継続して採用
 - (1) オンラインIBT試験（第1チャレンジ理論試験）：遠隔地参加者の掘り起こし、災害対策
 - (2) 実験レポートをPDFで提出・オンライン分散採点
 - (3) シミュレーションによる模擬実験を使った実験試験 ⇒ 新鮮な驚き
- ・これから
 - (1) 研修の充実 参加をめざす生徒たちへの継続的な研修、オンライン研修の活用
 - (2) 教材のラインアップ：中学高校の枠に囚われない物理・数学の教材の充実