

# JPhO News Letter

Japan Physics Olympiad

No. 37 2023年7月

## CONTENTS

- 02 第23回アジア物理オリンピック(APhO)モンゴル大会参加報告
- 04 APhO2023モンゴル大会に参加して
- 06 APhO2023実験問題
- 07 APhO2023理論問題
- 08 APhO2023引率役員紀行



公益社団法人 物理オリンピック日本委員会

The Committee of Japan Physics Olympiad (JPhO)

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

## 第23回アジア物理オリンピック (APhO) モンゴル大会参加報告



物理オリンピック日本委員会派遣委員会  
松本 益明

### はじめに

2023年5月21日から29日まで、モンゴル国ウランバートル市において行われた第23回アジア物理オリンピック (APhO) に日本代表8名と同行役員6名で参加した。日本がAPhOに参加するのは第21回台湾大会、第22回インド大会に続いて3回目であったが、これらの大会はオンラインでの開催だったため、今回のモンゴル大会が初めての現地参加であった。

### APhO2023日本代表と同行役員

2022年の第2チャレンジで代表候補14名が選ばれ、秋合宿、冬合宿等を含む研修を経て、3月の春合宿 (チャレンジファイナル) において次の8名の日本代表が選ばれ参加した。

#### APhO2023 日本代表選手

揚妻慶斗	筑波大学附属駒場高等学校	3年生
石川貴士	筑波大学附属駒場高等学校	3年生
今村晃太郎	大手前丸亀高等学校	3年生
岩下幸生	市立札幌開成中等教育学校	6年生
植田靖啓	灘高等学校	3年生
角谷賢斗	開成高等学校	1年生
田中優希	灘高等学校	3年生
東川レオン	筑波大学附属駒場高等学校	3年生

日本代表8名を引率し、現地での会議や翻訳、採点等に関わる同行役員には、JPhO国際物理オリンピック派遣委員会の委員の中から、会議で投票権のあるリーダーとして松本益明、東辻浩夫の2名、翻訳等を担当するオブザーバーとして栗原進、岡部豊、佐藤誠、竹中涼 (OP) の4名、合計6名が参加した。

### 結団式から解散まで

大会の大まかなスケジュールを表1に示す。日本代表の8名は5/20 (土) の午後に東京理科大学に集合して結団式に出席した。JPhOの渡辺一之副理事長 (当時) からAPhO日本代表認定証が授与され、出席した派遣委員等から激励の言葉があった。

その後直前研修が理論・実験の順番で行われ、飯田橋駅近く

のホテルに1泊して5/21 (日) の午後の便で成田空港からウランバートル市へ向かった。空の旅は約5時間とそれほど長時間ではなかったが、座席が窮屈だったため非常に疲れた。ただ、日本との時差は1時間だけなので、時差ボケが無かった点は楽であった。空港には現地のスタッフ1名と学生スタッフ2名が出迎えてくれ、全員で市内のホテルへ向かった後、代表と同行役員は別行動となった。学生スタッフは全部で4名配置され、交代で学生のガイドをしてくれた。4名のうち、2名は日本語が上手で、モンゴル語の通訳の役割も果たしてくれたため、代表選手にとっては非常に心強かったのではないと思う。空港の周囲にはモンゴルらしい草原地帯が広がっていたが、ウランバートル市は大都市であり、市内中心部にはビルが立ち並び、日中の渋滞はかなりひどく、ほとんどのバス移動でパトカーが先導した。

翌日5/22 (月) の午前中に開会式が行われた。今大会はモンゴルで行われる初めての物理オリンピックであったため国を挙げての行事であり、開会式はモンゴルの議会議事堂で行われ、モンゴル国のオフィサー・フレルスフ大統領も出席して挨拶された。開会式の後、議事堂前のスファートル広場に移動して記念撮影をした。中央にチンギスハーンの巨大な像が座る議事堂は立派で、広場は大変広く、市民の憩いの場や活動の場となっているようであった。

昼食後、我々同行役員は理論問題の検討と翻訳を行った。理論問題は3問あり、問題毎に様々な検討が行われるため、各問題の確定には2時間ほどかかる。すべての問題が確定したのは夜遅くなってからであり、我々の翻訳と印刷、袋詰めが終了したのは翌朝の5時過ぎであった。

5/23 (火) に、代表は午前中からShine Mongol Harumafuji School (新モンゴル日馬富士学園) において理論試験に臨んだ。会場となった学校は、名前からわかるように、日本で横綱として活躍した日馬富士が母国に戻って設立し2018年に開校した中高一貫教育の学校であり、日本の教育の良い点を取り入れようとしているとのことである。試験終了後には、その学校の生徒たちと代表選手たちとの交流も行われた。夜には同行役員の滞在

表1 APhO2023のスケジュール

日付	代表	同行役員 (リーダー・オブザーバー)
5/20 (土)	結団式・直前講習	
5/21 (日)	成田からウランバートルへ。バスでウランバートル市内へ移動。登録	
5/22 (月)	開会式 (議事堂) エクスカーション (チンギスハーン美術館)	開会式 (議事堂) 理論試験問題検討・翻訳 (翌日5時まで)
5/23 (火)	理論試験 (5時間) 現地の学生と交流	エクスカーション (ザナバザル美術館)・休息
5/24 (水)	エクスカーション (テレルジ国立公園)	実験試験問題検討・翻訳 (翌日3時まで) 理論問題採点
5/25 (木)	実験試験 (5時間)	エクスカーション (テレルジ国立公園) 理論問題採点結果登録
5/26 (金)	エクスカーション (ガンダン寺)・文化交流	実験問題採点・採点結果登録
5/27 (土)	ノーベル賞受賞者の講演聴講	モデレーション、講演聴講、成績判定会議
5/28 (日)	閉会式・ディナー	
5/29 (月)	ウランバートルから成田へ帰国・解散	

するホテルを代表が訪れて一緒に食事をとったが、試験については口が重く、かなり難しかったと感じていたようだった。

5/24(水)に代表たちはテレルジ国立公園等へエクスカージョンに出掛け、同行役員は朝10時から実験試験の検討・翻訳を行った。代表の理論試験の答案が配布されたため、その採点も並行して行った。実験装置が会議室に持ち込まれ、実際に触ることができたため、翻訳の手助けになったが、解答の配布が行われなかったため、微妙な表現で何を問われているのか分かりにくい箇所があるなど、結構時間がかかったため、印刷と袋詰めが終了したのは翌日の午前3時頃であった。

5/25(木)には、代表は実験試験に臨み、同行役員はテレルジ国立公園等へエクスカージョンに出掛けた。テレルジ国立公園は、一流のホテルやモンゴルらしいゲルなどに宿泊して高原の美しい風景に触れることのできるリゾートであり、馬やラクダに乗ったり、巨大なチンギスハーンの乗馬像の展望台で草原を眺めたりして、モンゴルらしい風景を楽しむことができた。

同行役員の理論試験及び実験試験の採点結果をアップロードすると、すぐにオフィシャルの採点結果が開示され、両者を比較して5/27(土)午前中の得点交渉(モデレーション)に臨んだ。我々の採点とオフィシャルの採点で、多くの得点は一致していたが、一部の問題についてオフィシャルの採点におかしな点があり、同行役員の交渉により、ある程度の得点を獲得することができた。5/27の午後には、グラフェンの研究で2010年にノーベル賞を受賞したコンスタンチン・ノボセロフ博士による特別講演が行われ、未来の科学者に対してエールが送られた。(図1)

5/28(日)には閉会式と特別ディナーが開催された。閉会式では金、銀、銅のメダルや各賞の賞状授与が行われた。特別ディナーはウランバートル郊外のスキー場で行われ、日本代表たちは、各国の代表や学生スタッフ達と語り合い、歌ったり踊ったりして、ウランバートル最後の夜を満喫していた。

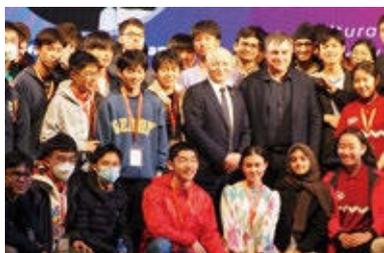


図1 ノボセロフ博士と

5/29(月)の朝4時に代表と合流してホテルを出発して空港へ向かい、帰国の途についた(図2)。その後、全員無事入国した後、成田空港で解散となった。

現地のスタッフや同行役員、JPhOの委員の努力のおかげで全ての予定を無事終えることができたことに心から感謝する。



図2 帰国時空港にて、学生ガイド2名と一緒に

## 結果と今後のAPhO

今回のAPhOには28の国と地域から196名の代表が参加した。最高得点は理論23.6点、実験13.4点、総合33.5点、平均点は、それぞれ、7.0点、4.5点、11.6点であった。満点がそれぞれ、

30点、20点、50点であることを考えると、極めて難しい問題だったことが分かる。メダルの基準は多少複雑で、「上位3名の得点の平均もしくは全参加者の成績の中央値(メジアン)の2倍のどちらか低い方を基準点とし、基準点の90%以上に金メダル、78%以上に銀メダル、65%以上に銅メダル、50%以上に優秀賞(境界の得点の小数点以下は切り捨て)」というものであった。今回の結果では上位3名の得点の平均が30.4点、メジアンの2倍が21.6点となったため、金、銀、銅、優秀賞(Honorable Mention)の人数(最低点)は、それぞれ33名(19点)、17名(16点)、23名(14点)、34名(10点)となった。昨年のインド大会は218名の参加で、それぞれ11名、13名、34名、64名だったことを考えると金、銀が大幅に増えて、銅と優秀賞の数が大幅に減った形となった。この理由は、難問だったために基準点が48.8点から21.6点に大幅に下がり、狭い得点領域に多くの人数が集中したためと思われる。上位国のメダル数を表1にまとめたが、日本は金1、銀1、銅3、優秀賞2という結果であった。優秀賞以上の人数が昨年より大幅に減ったことを考えると大健闘であったと思う。代表の努力を称えたい。

なお、今回の会議において、メダルの基準の変更が提案され、来年度からは、金、銀、銅、優秀賞の境界が全参加者の12%、29%、51%、70%となる(全て切り上げ)ことが承認された。この基準を今年の参加者数に適用すると、それぞれ24名、33名、43名、38名に与えられることになるため、メダル獲得者数は、金メダルを除いて大幅に増えると期待される。

表2 上位国の獲得メダル数

国名	中国	ロシア	台湾	韓国	イスラエル	ルーマニア	日本
金	8	8	6	2	2	2	1
銀	0	0	1	4	2	1	1
銅	0	0	0	1	1	1	3

来年のAPhOはマレーシアのクアラルンプールの150 km程北方にあるKamparの大学キャンパスで開催される予定である。マレーシアのリーダーに話を聞いたところ、APhOに対しては国の援助が無く、企業などからの寄付に頼っているが、その分自由度は高いということであった。ただ、経済的な事情により今回は代表の派遣を見送ったとのことであり、科学オリンピック事業に関する事情も国によって様々であると感じた。

今回現地開催に参加して、やはり交流という面では対面開催はオンラインよりも遥かに優れていると実感した。英語が多少おかしくてもお互いに身振り手振りも交えながら楽しそうに話をしている様子を見ると、今回ようやくCOVID-19を乗り越えて現地開催が実現できて本当に良かったと感じる。政治や宗教を巡る国家間の争いが物理オリンピックにも影を落としており、ロシアはIPhOに国として参加することができない状況にある。APhOにはほとんどヨーロッパの国が参加せず、旧ソ連の国々も多く参加しているため、ロシアに対する風当たりが弱く、今回の大会にロシアは正式に参加し、表2にあるように大変素晴らしい成績を残した。同行役員の中には距離を取っていた国があったことは否めないものの、代表同士は、比較的親しく話ができているように思う。色々な意見はあると思うが、ロシア代表の子どもたちもある意味では被害者であると思うので、早く戦争が終結し、さらには政治的、宗教的な対立が緩和され、科学オリンピックの活動に影響しなくなることを願っている。

## APhO2023モンゴル大会に参加して

### 揚妻慶斗

今回大会は日本チーム初の現地参加で、自分としても初の国際大会への現地参加となりました。試験そのものはこれまでにない難しさで、銅メダルという伸び代の残る結果に終わりましたが、大会全体を通して最も印象的なのは、開催国モンゴルの自然と文化、各国代表との交流です。

モンゴルは日本人にはなかなか馴染みのない国ですが、雄大な自然と、大陸での遊牧を背景に育まれた文化には、強く親しみを感じました。各国代表との交流で得られた最も大きいものは、(もっとも、物理という文脈を共有していたことも重要ですが)、日常生活では会うことのできない外国の選手と対面で交流できたことそのものだと思います。日本に身を置いていると、他国に対しイメージや知識を持っていても、実際にその国の人と話す機会というのは殆ど持ってません。この大会で、少数ではありますが多様な国の、同年代の話しやすい知り合いを作れたことは人生において貴重な経験になると思います。

### 石川貴士

初めての海外であるAPhOモンゴル大会には、大いなる期待を胸に抱いて参加しましたが、飛行機から見えた草原の広がりには私の期待をはるかに上回る驚きでした。これほど広大な自然を目にしたことはありませんでした。写真に写っている通り、丘を駆け上がって見下ろす風景は、さらに素晴らしいものでした。

外国の選手たちとの交流では、異文化や言語の違いを実感することが多くありました。イスラエルの選手たちからは、高校の単位を早々に取得するなど、興味深い生活の一端を聞くことができました。

様々な経験をしましたが、その中でも教科書やニュースでは得られない、他国の友人とのつながりが最も貴重だったと感じました。現在、ロシアは侵略国として世界中から非難を浴びていますが、私はその国にも素晴らしい人々が住んでいることを強く実感し、より包括的な視野を持てるようになりました。

この貴重な経験を無駄にしないように日々努力しようと思います。



### 今村晃太郎

私はAPhO2023モンゴル大会に出場して、物理学への興味が深まり、また異なる国、異なる文化の人々と話す楽しさを知ることができました。多くの国から物理が得意な人が集まり、競い合ったり、交流したりしたのは、貴重な経験であったと思います。特に、タイの選手がゲームを持ってきていて、一緒に楽しむことができたことは、強く印象に残っています。他国の人とは英語で話す必要があり、流暢に話すことは難しかったですが、英語でコミュニケーションする良い練習になりました。私はIPhO2023にも出場する予定なので、それまでに英語の勉強をしておきたいと思いました。

また、試験問題は、難易度が高く興味深い内容のものでした。問題として解くだけでなく、それぞれの問題のテーマについて詳しく知りたいと感じました。私は銀メダルを獲得することができたので、この結果をモチベーションにして、今後も努力していきます。

### 岩下幸生

APhOに無事に参加し、金メダルを獲得することができてよかったです。今回のAPhOは私にとってはあまり馴染みのない国であるモンゴルで開催されるということで、参加前には食事やホテルなどに不安がありました。しかし、実際に行ってみると危惧していたようなことは全くなく、万全の体調で試験に臨むことができました。また、モンゴルでの生活基盤が安定していたことで、他国代表と国際交流をしたり、モンゴルの観光を楽しんだりする余裕も生まれました。

試験自体はとても難しかったのですが、理論・実験ともに試験終了間際まで諦めず、少しでも多くの点数を稼げるように奮闘したことが、金メダルという結果につながったと思います。また、メダルを取ることができたのは、APhO参加に向けて添削や合宿を含む様々な支援を行ってくださったJPhO委員会の方々、家族のおかげだと思うので、皆様に感謝したいと思います。

最後に、APhOで金メダルを取れたのは運がよかった側面もあると思うので、油断せず、IPhOでも良い結果が出せるように準備していきたいと思っています。



他国の選手と集合写真

## 植田靖啓

今回のAPhOモンゴル大会出場はとても楽しく、本当に貴重な経験でした。特に各国の選手との交流は貴重で、バスの中や、食事、ホテルでの何気ない会話の中で各国の選手や文化について理解できたこともさることながら、単純に国際交流することの楽しみを知ることができました。交流は専ら英語であり、どんな国の人とも会話をすることができる英語の威力を身をもって知り、英語を学ぶモチベーションにもなりました。もちろんそれ以上に物理に対する興味も高まりました。世界にはたくさんの優秀な人がいて、自分も負けてはいられないと強く思いました。また、モンゴルもとても良いところで、雄大な自然と豊かな文化などはすばらしく、また機会があれば訪れてみたいと思います。

試験は、今回はとても難易度が高く、面白いものではありませんでしたが、あまり解くことができませんでした。メダルを取ることもできず、悔しさの残る結果とはなりましたが、この経験を糧にして、これからも勉学に励みたいと思います。

## 角谷賢斗

APhOの感想は他の人が書いていると思い、以下では自分が出会った外国選手のことを書くことにします。

オーストラリア：一番にSNSアカウントを交換してもらった。一番英語が聞き取りやすくコミュニケーションがとりやすかった。バングラデシュ：面白い写真を撮ったり、ルービックキューブを解く人を見た。中国：中国の強化、選抜制度や、大学などの事情を聞いたりした。香港：マジックを見せてもらった。イスラエル：一般相対性理論がMaxwell方程式と同様の形式で記述できる話をされたり、音階について話したり、カードゲームを教えてもらったり、コインやお菓子を交換した。カザフスタン：寺院を廻ったりしてたくさん話した。韓国：けん玉にトライしてもらったり、日本の歌を歌ったりサッカーの試合もした。マカオ：日本のミームを話したり、中国語のフレーズを教えてもらった。カップラーメンも交換した。ロシア：山を走って登ったり、民謡を一緒に歌ったりした。タイ：イスラエル選手と部屋でゲームをした。UAE：夜ロビーの床でカードゲームをした。ベトナム：アニメの話をした。マニアックだった。ガイドの人：日本語でモンゴルの事を教えてもらったり、現地の学校などに連れて行ってくれた。勉強熱心な学校だった。

数多の思い出はここに書ききれない。代表メンバーは皆面白いし、最後のパーティーで歌も歌えたので、たくさん楽しんだと思う。しかし、大会の結果と自分の実力は芳しくない。来年以降に向けて、まずは物理に真剣に向き合うことから始めたい。

## 田中優希

今年のAPhOは日本チームとしては初の現地参加で、とても

貴重な経験をさせていただきました。僕に物理チャレンジへの参加を勧めてくださった学校の先輩方、2年間答案の通信添削や研修をしてくださった委員の先生とOPの方々、僕をずっと近くで支えてくれた親、学校の先生、同級生たち…などなど、僕がこうして日本代表に選ばれAPhOに参加できたのはたくさんの方々の助けのおかげです。この場を借りて感謝申し上げます。

モンゴルでの9日間の滞在は、観光や試験、講義、交流などのイベントで充実していました。海外の選手、特にバスで同じ号車だったイスラエルやタイの選手たちはとても親しみやすく、何気ない会話の中で“magnetic elavation”や“quantum entanglement”などの物理のワードが出てきたときの盛り上がりは世界共通なんだと感じました。世界各国の物理好きな高校生との交流は本当に貴重な体験でした。

競技の結果は銅メダルで、試験中の立ち回りを含め改善の余地が大いにあると感じました。IPhOは日本開催なので日本代表の名に恥じない成績をとれるよう、残りの1か月も勉学に励みます。

## 東川レオン

APhOモンゴル大会に参加して感じた最も重要なことは、国際大会はとにかく楽しいということです。もちろん物理の問題を解くのは面白いですし、他国の人と物理の話をしたり、ただ単に遊んだりすることは日本で生活しているとできないことで、貴重な経験になりました。

様々な国の選手との交流は実地開催でこそでした。普通のおしゃべり、サッカー、写真撮影、カードゲームなど、たくさんの方で交流することができました。持って行ったけん玉を紹介したのですが、みんなやりたがって100人近くの選手に遊んでもらえました。我ながらいいアイテムを持って行ったもんだ!

競技については、問題がとても難しく、満足できる結果を残すことはできませんでした。その中でも銅メダルをいただけたことはうれしく思います。

理論試験・実験試験ともにIPhOではよりよい成績を残せるよう問題演習に励むとともに、問題を解くだけでなく背景にある物理の理解を深め楽しむことを目標にしたいと思います。



みんなと一緒に

## APhO2023実験問題

国際物理オリンピック派遣委員会実験研修部会副部長  
佐藤 誠



### はじめに

日本チームのAPhOの参加は3年目である。過去2年はオンライン開催のため、リアルな実験装置を操作して実験問題に取り組むのは今回のモンゴル大会が初めてとなる。

実験課題は例年通り2題で構成され、第1問は金属球の衝突 (Newton's cradleの2つ玉版) で、オシロスコープを使って振り子の周期や衝突継続時間を精密に計測することが要求される問題であった。第2問はレーザー光で熱変形したアクリル板表面の構造による散乱光がつくる同心円状の干渉縞から熱変形の形状を推定する問題であった。両問とも作業量が多く、事前の検討会議では、課題数を減らす提案が各国代表から出たが主催者の意向を尊重して試験時間を30分延長し合計5時間で取り組んでもらうことになった。

扱う現象の面白さと、要求される測定やデータ解析には興味深いものがあり、良問の印象を受けた。実験装置も2つの問題を1台のフレーム上に組み直す構造で、コンパクトかつ微調整が可能な、良く考えられた実験装置であった。

### 第1問 ヘルツ接触応力 (10点)

聞きなれない用語のタイトルだが、接触力学の古典的な理論で実用上有用なツールとの説明である。金属球が衝突する際の運動量の交換をこのモデルで実験的に解析する趣旨である。そのため金属球に細い導線を接続し、電氣的に接触時間を計測する。この解析の下準備として、振り子の初期振れ角 (電磁石による金属球保持器位置で調整) と最下点での速度の関係、振り子周期の精密な測定 (偶然だが今年の第1チャレンジの実験課題レポートと同テーマ) を行うことが課される。また、2つの金属球の接触の仕方 (隙間を開ける、軸をずらすなど) により衝突させる側の玉の座標の時間変化を問う問題など興味深い問題が出題された。測定・観察を行う際に、金属球の吊り下げ位置の精密な調整が必要で、フレーム上部にあるねじを適切に操作するスキルが要求される。また、振り子の周期を $\mu$ 秒の精度で計測するため、デジタルオシロスコープのロングメモリを適切に利用することが要求された。

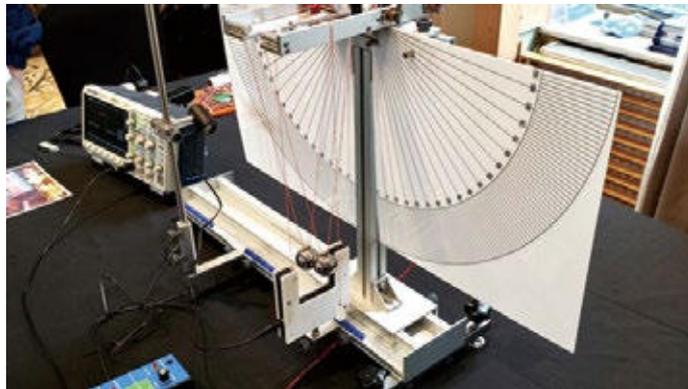


図1 第1問「ヘルツ接触応力」の実験装置

### 第2問 熱変形表面によるレーザー光干渉 (10点)

最大出力0.1 Wの赤色レーザー光を黒いアクリル板表面に照射すると熱変形により台地状の構造ができる。ある出力レベル以下では構造は可逆的に消滅するが、その閾値を超えた出力で照射すると変形が固定される。この台地状構造からのレーザー反射光の干渉縞を計測することで熱変形構造の高さや半径を求めることが課題である。

第1問と異なり自分で装置を組み上げる必要があり、第1問を終わらせないと第2問に移れない上に、干渉縞がかなり細かくて見えづらい。また可逆性の判定が難しいことなど実験上の困難さもあって、きちんとデータを取れた代表は少なく、成績も悪かった。しかし、測定さえすればある程度の得点が取れるような採点基準であったため、6点獲得できた代表もあり、第1問よりも平均的には高い得点が獲得できていた。



図2 第2問の実験装置

1.レーザー、2.スクリーン、3.アクリル板

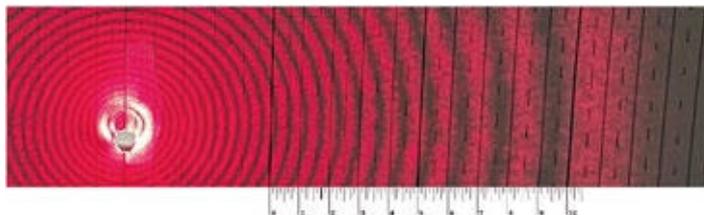


図3  
スクリーン上に現われる干渉縞の数から熱変形構造物の高さが、各縞の角度半径から構造物の半径が求まる。

## APhO2023理論問題

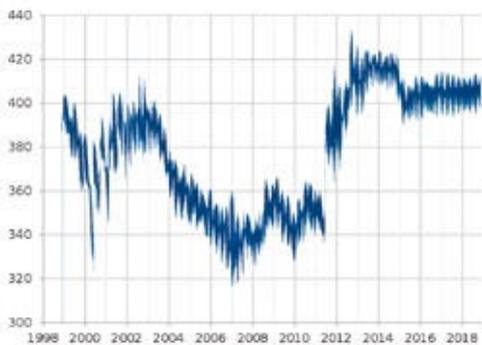


理論担当同行役員を代表して  
東辻 浩夫

理論問題は3問で、第2、3問はかなり難しかった。

### 第1問 ISSの軌道の降下(10点)

ISSは軌道運動のエネルギーが失われることにより高度が低下するという説明と、具体的な降下の例(下図、高度はkm、低下に対して対策をとっている)が示される。主な3つの原因を評価し、最後に影響の大きい順を求める。



Part Aで、重力加速度の高度変化を補正した大気圧の式(温度一定の理想気体)を導出し、以下ではそれを用いる。Part Bで、制動による低下を一般的に考察する。

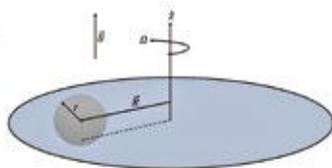
Part Cは大気分子による摩擦の制動の評価、Part Dは地球の昼側に現れるイオン化した酸素による制動の評価である(酸素イオンの数密度は与えてある)。

Part Eでは、ISS(導体)が地磁気の中を動くことに着目する。誘導起電力によりISSは分極し、一方の側(極)で周りの電子を集め、他方でイオンを集めて電子で中性化する。電流の大きさを、ISSの断面積と速さから求め、電流と地磁気による制動力(アンペールの力と呼んでいる)を評価する。

最後に、Parts C、D、Eで求めた値を表にして比較し、影響の大きな順を示す。地球の周りの衛星の円運動はよく知っている現象であり、取り組みやすかったと思われる。

### 第2問 ターンテーブル上の球(10点)

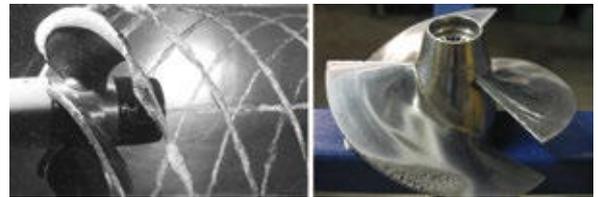
下図のように、水平なターンテーブル上を滑らずに転がる球の運動を問う。重心の運動、重心の周りの回転、(必要な場合は)ターンテーブルの回転について、方程式を立て、滑らずに転がる条件下で解く。ターンテーブルはPart Aでは一定の回転、Part Bでは力学系の一部となる。3重積の展開式は与えられているが、ベクトル積が多数現れる。



Part Cはターンテーブルの回転は一定だが鉛直方向の一樣な磁場があり、球が表面電荷をもつ場合である。球の磁気モーメントを回転の角運動量で表し、方程式を書き下すことはそれほど難しくないが、具体的な運動を得るにはかなりの計算が必要である。

### 第3問 キャビテーション(10点)

スクリューなどの周りに生じるキャビテーションの問題で、はじめに現象(下図左、右はそれによる損傷)の説明がある。



Part Aで、次元解析で気泡の崩壊の特徴的な時間を評価する。また、微小な気泡の内外の圧力の平衡から、釣り合いを保てなくなる外部の圧力(臨界圧力)を求める。これらはキャビテーションとは独立に解答できる。

Part Bで、微小な気泡の半径の動的振る舞いについての方程式を立て、外圧が突然低下したとき、および、突然増加したときの振る舞いを問う(Part Aの次元解析は前者で一定の膨張速度に達する時間)。球対称は仮定するが、方程式の導出は大学レベルの流体力学としてもかなり難しい。さらに、音波の場合から気泡が受ける力などの問いがある(音波による気泡の除去を想定)。

Part Cでは、気泡の表面を通じた空気の拡散の影響を問う。孤立した気泡では、表面張力により、外部(遠方)の水に溶解した空気の濃度より気泡表面近くに溶解している空気の濃度の方が大きいから、空気は拡散して気泡は収縮する。この時間スケールを問う。また、鋭角の境界の内側に気泡が張り付くと表面張力の効果は逆になり得て、拡散では気泡が収縮することがないことに気付かせる。

動的な振る舞いについての問いは、参加者のほとんどが解いていないのではないかと。

### 難易度の違いが大きい

シラバスの範囲内であり、第3問の実用的意味も理解できるが、もし、研修に使うとすれば、第2問、第3問にはヒントを与えたい。

## APhO2023引率役員紀行

派遣委員会 OP 委員 / 東京大学工学部物理工学科 4 年  
竹中 涼



### はじめに

2023年にモンゴルで開催されたアジア国際オリンピックに参加してきました。各問題の概要については諸先生方が触れてくださっていると思うので私からは引率役員が現地でのように過ごしていたのかをお話します。

### 翻訳作業

引率役員の仕事は現地まで代表選手を引率すること以外にもいくつかあり、現地で代表選手と別れた後は主に問題の和訳と採点交渉を行なっています。試験前日に行われる全参加国の役員による会議の中で初めて試験問題の原案が役員に公開され、そこから半日ほど議論と修正を行い問題の英語版が確定します。役員はこの会議に出席しながら問題の翻訳も並行して行なってゆき日本語版を夜明け迄に完成させなければいけません。国際大会ではしばしば馴染みのないトピックが出題されるのでその説明がなされている部分をどれだけわかりやすく翻訳できるか、また問題の出題意図が汲み取りやすい日本語になっているかなどによって選手が全力を発揮できるかが左右されてしまうため役員も問題を解いてみたり役員同士で問題意図の議論をしたりしながら丁寧に翻訳を行いました。

結局日本語での最終版を現地スタッフに提出したのは理論が午前5時、実験が午前4時ごろとなりそれぞれ15時間ほどご飯の時間以外はぶっ続けの作業でした。正直ここまで過酷なものだとは当初思っていなかったのでこの業務を毎年こなしている他の先生方の予想以上のタフさに驚きました。

### モデレーション

選手が試験を受けた後、役員たちには採点交渉という業務が待っています。基本的に採点ははっきりとしたマーキングスキームをもとに現地スタッフによって行われるのですが現地スタッフによる採点のみとなると日本語での言及が見逃されているなど議論の余地が残されている場合があるため各国に採点交渉という議論の場でそれらを指摘する権利が与えられています。この採点交渉によって選手のメダルの色が変わることもしばしばあるため入念な準備をおこなって交渉に挑みました。実験問題の解答が中々上がってこなかったり交渉中に差し代わる部分があったりといくつかハプニングはありましたが限られた時間の中でやることはできたと思います。

### エクスカージョン

選手が試験を受けている間、役員は観光に連れていってもらえます。今大会では仏教関連の博物館や寺院、太古の壁画、テレルジ国立公園などに行くことができました。徹夜で翻訳作業をおこなった後朝ご飯を食べてすぐ出発だったこともあり半分くらいは眠気と戦っていた気がしないでもない、というか実際博物館のイスで寝落ちしてしまっていたりしたのですがそれでも異国の地の数々は私にとって深い印象を残す思い出となりました。モンゴルの仏教はお寺がとてもカラフルな色合いであったり曼荼羅が不気味な様子であったりと日本とだいぶ異なる文化を持っていることが感じられて興味深かったです。

観光の他にも生徒と共にノボセロフ氏の講演会なども用意していただきました。キャッチーな業績やノーベル賞受賞者であることの影響が彼は生徒からもだいぶ人気が高くまた講演も素晴らしいもので代表選手も感銘を受けていました。



### おわりに

現地でのAPhO参加は日本チームとしても初めてのことでしたが特に問題なく大会を終えることが出来て安心しました。個人的にも国内外の役員の方々や意欲的な選手との交流はとてもよい刺激となりました。一部の選手は国際大会も控えていると思いますのでそこでも十分に実力を発揮できることを陰ながら祈っております。

