

全国物理コンテスト「物理チャレンジ」から 国際物理オリンピックへ



東京大学大学院理学系研究科 教授
(公社)物理オリンピック日本委員会 理事長
長谷川 修司

1. はじめに

2005年の世界物理年を契機に始まった全国物理コンテスト「物理チャレンジ」は、2022年で18回目となりました。そこで選抜された日本代表選手を国際物理オリンピックに派遣することも2006年以降、毎年行われています（2020年はコロナ禍のために中止になりましたが）。

全国から、物理好きの中学生や高校生たちが集い、予選（第1チャレンジ）を勝ち抜いた約100名が一か所に集まり、3泊4日の合宿形式で物理チャレンジ全国大会（第2チャレンジ）を毎年8月に開催しています。ここでは、国際物理オリンピックに倣って、試験時間が5時間の実験試験と理論試験を2日かけて実施します（図1）。さらに、大会期間中には試験だけでなく、研究所の見学や最先端の研究を進めている物理学者の講演会、さらには若手研究者との交流会、協賛

企業などによる実験デモ展示会なども行われ、「勉強としての物理」の先にある「研究としての物理」の一端に触れられるプログラムとなっています。選手たちの所属する学校では体験できないイベントや選手どうしの交流が選手たちを大いに刺激し、自身の将来のキャリアを考えるヒントとなっているようです。実際、18年間で延べ2万人を超える中高生が予選に参加し、約1,800人の全国大会出場者たちは、その後大学や大学院に進学し、さらに社会人となって、アカデミアだけでなく様々な業種の産業界に就職し、日本の科学技術を支える気鋭の科学者・技術者・教育者になっています。若手研究者となった元日本代表選手が、国際学会で他国の国際物理オリンピック出場者と再会したという話も時々聞きます。高校時代に築いた物理好きどうしのネットワークは、国内にとどまらず世界的な広がりを持ち、卒業後も人脈作りで大いに役立っている



図1 物理チャレンジ2022全国大会（第2チャレンジ）の試験会場の様子 右下：実験デモ展示会（2015年）

カラーデータ Web ページで公開中。小社 Web ページより [ダウンロード] → [理科] → [じっきょう資料]

ようです。

本稿では、物理チャレンジと国際物理オリンピック・アジア物理オリンピックの概略を紹介します。少しでも多くの中高校生やその先生方、親御さんたちに興味を持っていただけたら幸いです。

2. 全国物理コンテスト「物理チャレンジ」

4月1日から5月末日まで物理チャレンジ参加者を募集します。図2に示すように、応募者は年々増加し、2017年には2,000名近くになりましたが、2018年から参加を有料(2,000円)にした後は減少に転じ、コロナ禍の追い打ちがあって2020年には1,000人を割ってしまいました。しかし、その後、順調に回復傾向にあります。全国約5,000校に上る高校にポスターと募集要項を配布していますので、徐々に知名度が向上していると思います。また、高校3年生は、翌年の国際大会の日本代表選手にはなれませんが、国内大会の物理チャレンジだけでも楽しみたいと多数が参加してくれます。さらに、高校生に交じって中学生も果敢に参加しています。実は、全国大会でもメダルを獲得するほど優秀な成績を修める中学生も、毎年のように出てきます。全国大会での理論問題の一部は、高校3年で習う微分積分を使う問題も出題されるのですが、中学生がそのような問題に臆せず挑戦して、しかも良い成績を修めているのは驚きです。

予選(第1チャレンジ)では、理論試験と実験レポートが課せられます。理論試験は、毎年7月上旬の日曜日に、90分の多肢選択方式で、インターネットを使ったオンライン試験で行います。もちろん、最新

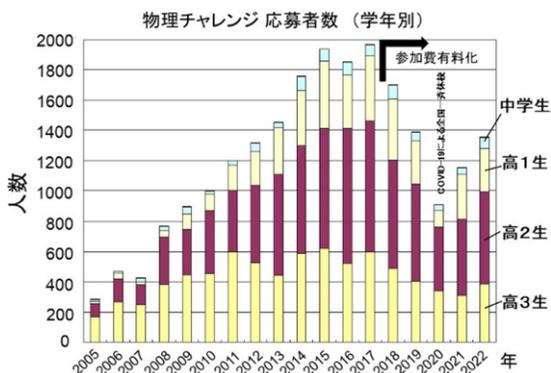


図2 物理チャレンジ応募者数の推移

のIT技術を活用した不正防止対策を施して実施しています。この試験のユニークな特徴として、教科書や参考書を手元において参照しながら試験に臨んでも構わないというルールになっています。第1チャレンジ理論試験では、知識を問う問題ではなく、知識をうまく組み合わせて、論理的な思考を重ねて答えにたどり着けるかどうかを問うているので、大学入試の問題と一味も二味も違う問題だと自負しています。

予選の最大の特徴は、実験レポートを課しているところで、これは他の科目の科学オリンピック国内大会ではやっていないことです。毎年、テーマを1つ決め、参加者は、そのテーマに関する実験を所属学校や家庭で実施し、その結果を論文形式のレポートにまとめて提出することを要求しています。例えば、「音速を測定してみよう」(2012年のレポート課題)では、図3に示すように、公園にあるパラボラ集音器を利用して、10m程度の間を音が往復する時間を測定したり、また他のレポートでは、遠方の花火の炸裂音の遅れから音速を測定したりと、各自がいろいろ工夫した実験をします。そのなかで、実験設定や測定の工夫、データ解析の仕方の良し悪しを評価して成績を付けます。素晴らしいレポートは、大学の卒業研究レベルのものも時々あり、実験優秀賞を授与しています。ちなみに、2023年の物理チャレンジのレポート課題はすでに公開されていて、「振り子の周期を、触れ角を変えて調べてみよう」です。ガリレオが発見した「振り子の等

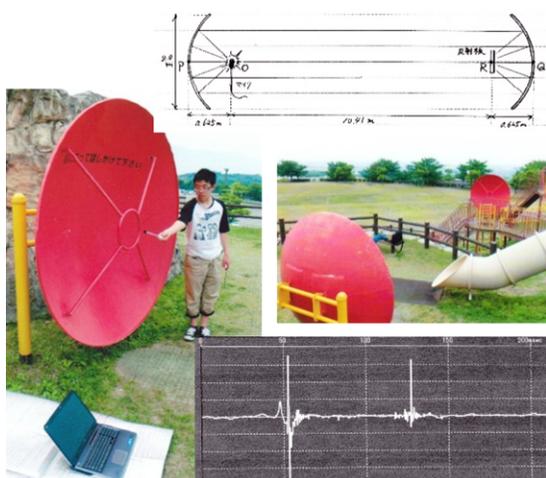


図3 実験レポートから。音速の測定。

時性」に関して、自分なりの実験をやってみて考察して欲しいとの狙いです。中高では、授業時間の制限が厳しく、試行錯誤しながら実験にじっくりと取り組むことが難しいようです。その意味で、物理チャレンジで課している実験レポートは、学校教育を補完する役割もあると考えています。実際、レポートを提出した生徒たちの感想を見ると、あれこれと方法を考えたり失敗を重ねたりしながら楽しんで実験に取り組んでいる様子が見られます。冬休みや春休みに時間をかけてじっくりと実験に取り組むことを期待しています。

国際物理オリンピックや物理チャレンジでは、理論だけではなく実験を大変重視しています。紙の上で考えたり計算したことを実際に実験したりすることは非常に重要であるにもかかわらず、学校では時間の制約のため、また、大学入試には実験試験がないために実験が軽視されがちです。物理やその他の自然科学では、実験してそこで起きる現象を実際に見ることが重要です。中高生に、その体験をする機会を与えることが物理チャレンジの大きな目的でもあります。

予選での理論試験と実験レポートの成績を総合して優秀な生徒約 100 名を選んで全国大会に招待します。全国大会の理論試験および実験試験は、予選と違って教科書や参考書を参照することはできません。また、実験試験では、一人一人に実験キットが与えられ、問題の題意に即して実験装置を組み立て、実際に実験して、その測定データを解析して答えを求めます。このような実験試験は、おそらく日本国内では他に例がないと思いますので、生徒たちにも出題する委員の先生方にも大変新鮮な経験となります。しかし、逆に、大学入試に役立たない実験試験など意味がない、という批判も時々耳にします。実験は、先述のように、大学での卒業研究や大学院での本格的な研究では必ずやる重要なことなので、高校までにそれを少しでも体験させることの重要性は論をまちません。また、理論試験では、大学入試の物理の試験問題では前提とされない微分積分の考え方を使った問題も出題されます。それは、国際物理オリンピックの出題範囲がそうなるためです。多くの国では、高校物理の段階で微分積分を使った物理の考え方を学んでいます。また、特殊相対論や流体力学のような、日本の大学の 1, 2 年生レベルの物理も出題範囲となっていますが、そのような分野の問題のときには、高校生にも理解できるよう

に丁寧な導入が問題文に付け加えられています。物理チャレンジで扱う物理は、文科省が定める学習指導要領に制約されない内容で、むしろグローバルスタンダードに則しています。そのため、物理オリンピック日本委員会では、生徒たちが学校の物理や数学にとらわれずに自学自習する参考書をいくつか準備して頒布しています。中学生でも微分積分を学べる『物理オリンピックを目指す中学生高校生のための数学』などで準備勉強してチャレンジして欲しいと思います。

3. 国際物理オリンピックとアジア物理オリンピック

8月の物理チャレンジ全国大会で優秀な成績を修めた高校2年生以下の約12名を、物理オリンピック国際大会の日本代表選手候補者として選抜し、9月から翌年の3月まで強化研修を行います。毎月の通信添削研修に加えて、9月半ばには秋合宿、年末には冬合宿、翌年の3月には代表選手選抜最終試験を兼ねた春合宿を、それぞれ3泊4日程度の日程で実施します。コロナ禍の期間中は、オンライン合宿でしたが、昨年から対面の合宿が再開しました。

理論試験対策としては、国際物理オリンピックのシラバスに則った内容を、オリジナルの教材で勉強します。また、実験試験対策として、過去の国際物理オリンピックで使用された実験キットを使って実習します。

3月末の春合宿での最終試験で、5月に開催されるアジア物理オリンピックの日本代表選手8名、および7月に開催される国際物理オリンピックの日本代表選手5名を決定し、4月以降は、その代表選手だけの通信添削研修を行います。ここ3年間はコロナ禍のため、国際大会といってもオンライン形式で実施されたので、海外に選手・役員団を派遣することはありませんでしたが、2023年から海外派遣が再開されると予想しています。

図4に示すように、国際物理オリンピックの出場国・地域数は現在では約80か国になっており、スポーツの冬季オリンピックの参加国数並みになっています。日本は、2006年から参加していますが、約80の国と地域から選抜された代表選手たちが一斉に集い、メダルをかけて実力を競い合う国際大会は、お祭りの雰囲気と同時に迫力ある真剣勝負の場でもあります(図5)。国によっては、国際物理オリンピックで獲得したメダルの色によって、大学に進学したときの奨学

金の額が違って来るそうです。日本では、大学の推薦・AO入試のときの評価ポイントとして大きな意味を持つ場合もあります。2023年5月のアジア物理オリンピックはモンゴルで開催され、7月の国際物理オリンピックは東京で予定されています。それに向けて、現在、14名の代表選手候補者が研修に励んでいます。

4. おわりに

物理チャレンジ予選に参加したが、全国大会に進めなかった生徒で、来年もう一度チャレンジしたいという意欲のある生徒を対象に、「ファーストステップ研修」・「チャレンジ研修」と称して、通信添削の研修を実施しています。また、全国大会には出場したが、国際大会の日本代表選手候補者に選出されなかった生徒のためにも「ステップアップ研修」という少し難しい

の通信添削研修プログラムもあります。物理チャレンジは、優秀な生徒の選抜だけでなく、翌年の再チャレンジに向けた実力アップの支援も行っています。

テレビや新聞などで、フィギュアスケートや卓球、水泳などのスポーツだけでなく、将棋や囲碁でも小学生から高校生までの若者の活躍が報道されています。世界に通じる実力をつけた子供たちに拍手喝采を送り、新しい世代の台頭に大人たちもエネルギーをもらっています。このような子供たちは、学校の外での専門のクラブやスクール、囲碁教室などで実力をつけて頭角を現してきたといいます。子供たちが多くの時間を過ごす家庭や学校と違った「第3の居場所」を作って、そこで自分の興味や得意技を思う存分追求する、という形が才能を伸ばすことにつながるようです。同好の士が集まり、情報交換をしたり、良い意味で切磋琢磨したりする場、だれからも強制されることがない、しかし「甘い」わけではなく、レベルの高い厳しい練習なりトレーニングをする、そのような雰囲気や伸び伸びと自分の才能を伸ばせる場が重要なようです。物理チャレンジが、物理好きの中高生にとって、そのような場になることを期待して18年間の活動を続けてきました。その効果は、大学に進学した後に出てくるようです。このような場を活用して、無限の可能性を追求する中高生が増えることを期待しています。



図4 国際物理オリンピックの参加国数



図5 国際物理オリンピックの様子