

国際数学オリンピック日本大会

公益財団法人数学オリンピック財団 理事 近藤宏樹

1. 20年ぶりの日本大会

世界中の数学好きな生徒が難問に挑む国際数学オリンピック (International Mathematical Olympiad, IMO) が2023年7月2日～13日に千葉県で開催されました。IMOは各国の持ち回りで毎年開催されていますが、日本で開催されるのは、2003年以来20年ぶり2回目のことです。

IMOには各国から6名以下の選手が選抜されて参加します。今年は112か国から618名の選手が参加しました。前の2003年日本大会では82か国、457名であり、近年ますます多くの国が参加するようになっていきます。



写真：会場近くに掲げられた横断幕

例年、各国の団長団は選手とは別に少し早めに到着し、開会式までの日程で、コンテストに出題する問題を最終的に決定する団長会議を行います。コンテスト後の2日間は、選手は各国のガイドとともに観光や国際交流のイベントに参加する一方、団長団はコーディネーション（採点折衝）を行い、コンテストの得点を確定させます。この結果をもとに、閉会式では金・銀・銅メダルの獲得者等が発表され、メダル授与が行われます。

今年のIMO日本大会のスケジュールはおよそ次のとおりでした。

- 7月2日(日)：大会役員到着
- 7月3日(月)：団長団到着
- 7月4日(火)～5日(水)：団長会議
- 7月6日(木)：選手団到着
- 7月7日(金)：開会式
- 7月8日(土)：コンテスト1日目
- 7月9日(日)：コンテスト2日目
- 7月10日(月)：観光・国際交流
- 7月11日(火)：観光・国際交流
- 7月12日(水)：閉会式・フェアウェルパーティ
- 7月13日(木)：帰国



写真：開会式でのパフォーマンス



写真：開会式の様子（国ごとに選手紹介）

観光・国際交流の1日目には、選手たちは東京ディズニーランドに行きました。2日目は国ごとにいくつかのグループに分かれ、企業訪問、サッカー・テニスのスポーツイベント、東京理科大学の数学体験館訪問、東京大学柏キャンパス訪問といったイベントに参加しました。

また、茶道の体験会やふろしき体験といったプログラムも用意されており、色々な国の選手が日本文化を楽しんで体験していました。フェアウェルパーティーでは盆踊りのコーナーもあり、コンテストを終えた選手たちが別れを惜しんで大いに盛り上がりました。



写真：東京ディズニーランドでの観光



写真：閉会式でのメダル授与

2. コンテストの流れ

IMOのコンテストは1日目・2日目それぞれ4時間30分で3問の問題を解き、計6問の問題の得点合計で競います。数学の問題を解くこと

に変わりはありませんが、大学入試等の数学の試験とは異なる部分もあるため、ここではコンテストの流れについて紹介します。

(1) 出題範囲と分野

IMOの出題範囲は世界各国の高等学校程度で、微積分や行列、複素数平面といった知識が明示的に求められる問題は出題されません。

出題分野は次の4つに分けられます。IMOで出題される問題は全て記述式であり、値を求める問題であっても証明が求められます。

代数 (Algebra)：方程式、不等式、関数等

組合せ (Combinatorics)：場合の数、グラフ理論等

幾何 (Geometry)：直線、多角形、円等

整数 (Number theory)：整数の性質

(2) 問題の選定

IMOに出題される問題の候補は、まず各国の提案問題という形で開催国（今年は日本）に集められます。開催国では問題選定委員会が組織され、集められた問題から30問程度の候補に絞り込む作業をIMOの期間に先んじて行います。

IMOの期間が始まると、各国の団長が参加する団長会議において最終的に出題する6題が決定されます。ここでは、上で述べた分野のバランスや、1日目・2日目それぞれにおける難易度のバランス（3問のうち1問目が易しめの問題、2問目が中難度の問題、3問目が難しめの問題）等が考慮されます。

問題が決定すると、各国団長により選手が希望する言語への翻訳が行われます。選手は最大3つの言語で問題を受け取ることができます。日本選手は多くの場合、日本語と英語の問題を受け取ります。

(3) コンテストの実施

コンテストでは前述のとおり、4時間30分で3問の問題に取り組みます。問題に関する質問は最初の30分のみ行うことができ、コンテスト会場とは離れた場所で行われている団長会議で確認された回答内容が選手に伝えられます。

解答は全て記述式です。後述するコーディネーションも念頭に入れて、たとえ完答に至らなく

でも、解答に繋がるアイデアはできるだけ答案に残すことが推奨されます。解答用紙は枚数の制限なく使うことができるため、1日のコンテストで50枚以上の解答用紙を提出する選手もいたようです。



写真：コンテスト会場

(4) コーディネーション（採点折衝）

コンテスト終了後の2日間をかけてコーディネーション（採点折衝）が行われます。コーディネーションとは、各国の団長団と開催国のコーディネーターの間で選手の答案について議論をし、各答案の得点を決定することです。

各問題は7点満点で、予め採点基準が設けられていますが、実際の答案が部分点の基準に到達しているかどうか等について、熱い議論が交わされます。

(5) メダルの決定と今年の結果

全ての選手の得点が確定すると、団長会議で各メダルを得られる得点が決定されます。メダルの総数が参加者の約半分、メダルの比率がおよそ金：銀：銅＝1：2：3が基準です。

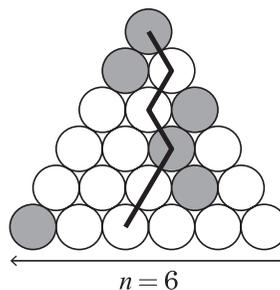
今年は金・銀・銅メダルのボーダーライン（各メダルを得られる最低点）が42点満点中それぞれ32点、25点、18点であり、ここ数年の結果と比較してもバランスの取れた難易度だといえそうです。なお、日本選手は金メダル2名、銀メダル3名、銅メダル1名で国別順位6位と、歴代

でもかなりの好成績でした。

3. コンテストの問題例

最後に、実際に出題された問題を1つ紹介します。

n を正の整数とする。「和風三角形」とは、 $1+2+\dots+n$ 個の円が正三角形状に並んでおり、各 $i=1, 2, \dots, n$ に対し、上から i 段目に並んだ i 個の円のうちちょうど1つが赤く塗られているようなものを指す。また、和風三角形における「忍者小路」とは、一番上の段にある円から出発し、今いる円のすぐ下に隣り合う2つの円のいずれかに移ることを繰り返し、一番下の段にたどり着くまでに通った n 個の円として得られる列とする。以下の図は $n=6$ における和風三角形と2つの赤い円を含む忍者小路の例である。



このとき、どのような和風三角形に対しても、少なくとも k 個の赤い円を含む忍者小路が存在するような k としてありうる最大の値を n を用いて表せ。（2023年IMO第5問）

本問は組合せ分野で、「和風三角形」「忍者小路」と、日本大会にちなんだ名称も特徴的でした。特別な知識は不要ですが、完答率は19%で6問中3番目に難しく、IMOらしい問題であるといえそうです。