



国際情報オリンピックと 日本情報オリンピック

基
般

情報オリンピックの概要

中高生を対象とした国際科学オリンピックが、数学、物理、化学、生物、地理、地学といった分野で実施されている。それらの1つに国際情報オリンピック (International Olympiad in Informatics, 以下では IOI と省略) がある。IOI の目的は、高校生までの生徒を対象に、数理工学の問題解決能力に秀でた生徒を見出し、彼らが才能を伸ばすのを助け、また、各国の選手・教育者同士の国際交流を図ることにある。

競技は個人戦で、大会期間中に、5 時間で 3 問の課題に挑戦する競技が 2 回行われる。競技結果に基づき、金メダルが参加者の約 12 分の 1 に、銀メダルが同 12 分の 2 に、銅メダルが同 12 分の 3 に与えられる。競技では、与えられた課題を解決するアルゴリズムを考え、そのアルゴリズムの性能 (効率や解の質) を競う。選手には、課題を解析し良いアルゴリズムを設計するための高い数理工学的能力が要求される。ただし、考案したアルゴリズムを実装したプログラムを解答として提出する。つまり、アルゴリズム系競技プログラミングの一種といえる。IOI の大会の様子については、本小特集の「2. IOI 2014 台湾大会に参加して」¹⁾を参照されたい。

解答の評価は、事前に用意された複数のテストデータを入力として与え解答プログラムを実行することで行う。どの課題にも実行時間の制限があり、制限時間内に条件を満たす出力をすると、採点基準に従い得点が与えられる。アルゴリズムの実行速度を競う課題の場合、考えたアルゴリズムを適切に実装するとアルゴリズムの性能に応じた得点が与えられるようにテストデータが用意されている。最悪時間計算量が $O(2^n)$, $O(n^2)$, $O(n \log_2 n)$ の 3 種類の解法が想定されるとすると、たとえば、 $O(2^n)$ 時間アルゴリズムには 10 点、 $O(n^2)$ 時

谷 聖一

(日本大学 / (特非) 情報オリンピック日本委員会専務理事)

間アルゴリズムには 30 点、 $O(n \log_2 n)$ 時間のアルゴリズムには 100 点が与えられる。どのような問題が出題されるかについては、本小特集の「3. 情報オリンピックの問題」²⁾を参照されたい。

以下では IOI の歩みや運営について説明した後、IOI に対応する日本の選抜大会である日本情報オリンピック (The Japanese Olympiad in Informatics, JOI) とその運営、情報オリンピックの意義について述べる。

国際情報オリンピックの歩みと運営

■ IOI の歩み

IOI は、1987 年の第 24 回ユネスコ総会におけるブルガリアの Sendov 氏による提案が契機となり³⁾、1989 年 5 月に第 1 回大会がブルガリアで開催された。第 1 回大会には、13 カ国が参加し、各チームの選手数は 3 名までであった。日本が最初に参加したのは 1994 年にスウェーデンで開催された第 6 回大会であったが、参加国・地域数は 49 に、参加選手数は 189 に増えていた。2014 年に台湾で開催された第 26 回大会では、参加国・地域数は 81 に、参加選手数は 311 名にまで増えている。第 1 回大会 (1989 年) ~ 第 30 回大会 (2018 年) の開催国・地域、都市の一覧を表 -1 に示す。

■ IOI の運営

IOI がどのように運営されるかは、規則で規定されている⁴⁾。IOI の最高機関は各参加国・地域が 1 票の投票権を持つ総会 (General Assembly) である。ただし、総会は IOI 期間中にしか開催されないため、運営は実質的に、代表 (President)、国際委員会 (International Committee)、国際科学委員会

① 国際情報オリンピックと日本情報オリンピック

回	年	開催国・地域	開催都市	参加国・地域数	参加選手数
1	1989	ブルガリア	Pravetz	13	37
2	1990	ソビエト連邦	ミンスク	25	100
3	1991	ギリシャ	アテネ	23	69
4	1992	ドイツ	ボン	51	171
5	1993	アルゼンチン	メンドーサ	43	155
6	1994	スウェーデン	ハーニンゲ	49	189
7	1995	オランダ	アイントホーフェン	51	210
8	1996	ハンガリー	ヴェスプレーム	57	220
9	1997	南アフリカ	ケープタウン	63	221
10	1998	ポルトガル	セトゥーバル	68	241
11	1999	トルコ	Antalya-Belek	65	253
12	2000	中国	北京	72	278
13	2001	フィンランド	タンペレ	74	272
14	2002	韓国	龍仁(ヨンイン)	78	276
15	2003	アメリカ合衆国	ケノーシャ	69	265
16	2004	ギリシャ	アテネ	76	291
17	2005	ポーランド	ノヴィ・ソンチ	72	276
18	2006	メキシコ	メリダ	74	282
19	2007	クロアチア	ザグレブ	77	285
20	2008	エジプト	カイロ	78	283
21	2009	ブルガリア	プロヴディフ	78	301
22	2010	カナダ	ウォータールー	80	297
23	2011	タイ	パタヤ	78	303
24	2012	イタリア	シルミオーネモンティキアーリ	81	310
25	2013	オーストラリア	ブリスベン	77	299
26	2014	台湾	台北	81	311
27	2015	カザフスタン	アルマトイ		
28	2016	ロシア	カザン		
29	2017	イラン	未定		
30	2018	日本	つくば		

表-1 IOI 開催国・開催都市

(International Scientific Committee) に委ねられている。代表は、総会での選挙で選出され、国際委員会と国際科学委員会はいずれも、総会での選挙で選出された委員とその年の前後の IOI 開催国から推薦された委員で構成される。国際科学委員会は競技に係ることを担当し、それら以外を国際委員会が担当する。

また、開催国も、それぞれの国の事情に応じて、大会運営に必要な委員会を組織する。必ず、開催国科学委員会が組織され、国際科学委員会と協力して競技を実施する。国際科学委員会と開催国科学委員会の役割分担は開催年の事情により異なるが、国際科学委員会は課題の提案、評価に関する責任を負い、開催国

科学委員会は競技環境に関する責任を負う場合が多い。課題の素案は、開催年1～3月を締切として公募される。日本から提案された問題が出題されたこともある。

国際科学委員会は、公募された素案や国際科学委員が提案した問題に基づき、課題の候補を用意する。国際科学委員会は解答アルゴリズムの性能を判定できる適切なテストデータを用意する必要がある。課題の候補は競技の前日夜の総会で提示され審議されるが、課題の本質を変える変更を加えると、テストデータも作成し直す必要が生じるため、本質的な変更が行われることは少ない。ただし、提案された課題が総会で否決されることはある。そのような場合に備えて、国際科学委員会は予備の問題をテストデータも含めて用意する。

■ 代表団の構成と同行役員の責務

各国の選手団は、団長1名、副団長1名、それに、4名以下の選手で構成される。選手が4名未満や副団長なしで参加する国もある。また、翻訳の補助など、必要に応じて団長・副団長以外の役員を同行することができる。日本選手団の場合、2～3名の元日本代表選手が翻訳を補助するために随行員として同行することが多い。

IOI に選手として参加できる資格は「開催年前年の9月から12月に中等教育機関に在籍し、開催年7月1日に20歳以下」の生徒となっている。よって、IOI 期間にはすでに大学生となっている選手も参加している。ただし、日本では「IOI 開催年の2月に実施する日本情報オリンピック本選時に高校2年生に相当する学年以下である」という条件を設けているため、日本代表選手は IOI 開催時にも高校3年生に相当する学年以下である。

同行役員の主な任務は、以下の通りである。

- 総会に参加し課題の承認や改善を含む IOI の意思決定に関与する
 - 総会で決まった課題を日本語に翻訳する
 - 競技結果を確認し必要があればアピールする
- 大会によって異なるが、IOI 会期中に6～8回の総会が開催される。

IOI 開催中に IOI Conference という情報オリンピッ

クやコンテストを活用した情報科学教育に関する学術会議が開催される。この会議への参加は同行役員の義務ではないが、多くの役員が参加し、新しい提案や取り組みが議論される^{4),5)}。

また、IOI 会期中に、アジア西太平洋地域の地域情報オリンピックであるアジア太平洋情報オリンピック (Asia-Pacific Informatics Olympiad, APIO) に関する会議も開催される。そこで、その年の APIO の実施報告や次年度以降の運営が議論される。例年、APIO は5月の第1か第2の土曜日に開催される。

日本情報オリンピック

■ IOI 日本代表選手選考過程

第5回大会以降の JOI では、オンラインでの予選、1つの会場に日本中から選手が集まる本選、そして、1週間の春季トレーニング合宿という形式で IOI 日本代表選手を選考している⁶⁾。予選の実施時期は、第6回以降は12月である。予選の成績優秀者は2月に開催される本選に招待される。本選の成績優秀者は3月末に開催される春季トレーニング合宿に招待され、特に優秀な成績を収めた選手には、金賞、銀賞、銅賞が授与される。また、春季トレーニング合宿中には、講義のほかに、日本代表選手選考競技が4回実施され、その上位4名が日本代表選手に選出される。

■ 春季トレーニング合宿と夏季セミナー

春季トレーニング合宿中には、4回の競技と5～6回の講義が行われる。競技日のスケジュールは、起床—朝食—競技(5時間)—昼食—解析—講義—夕食—解法解説—交流—就寝となっている。解析の時間には、競技結果とテストデータが選手に与えられ、選手は自分の解答を解析する。

春季トレーニング合宿中の講義テーマは、IOI 型の競技やプログラミングに直接関連するものと、コンピュータサイエンス研究に関連するものからなる。講師は、大学や企業の研究者、ソフトウェア開発者に協力いただいている。大学生を対象とした代表的なプログラミングコンテストである ICPC (International Collegiate

Programming Contest) の国際大会経験者が講義を行うこともある。最近では、過去の春季トレーニング合宿参加者が、講義を担当してくれることもある。

競技に直接関連しない講義があるとはいえ、春季トレーニング合宿は日本代表選手選考競技が中心となる。そこで、2007年より、競技を行わない合宿形式の夏季セミナーを開催している。夏季セミナーでは、参加者は少人数グループに分かれ、グループごとにコンピュータサイエンスの大学生向けの教科書を輪講する。最終日には、輪講した内容や、それに触発されて作成したプログラムなどを発表する。

■ 派遣前トレーニング

日本代表選手決定から IOI までの期間、代表選手に対するトレーニングとして、IOI の過去問を題材とした通信添削を行っていた。このような方法もある程度効果があったが、そのうちこれだけでは十分ではなくなった。そこで、2007年から始まったアジア太平洋情報オリンピック (APIO) をトレーニングに取り入れることにした。APIO はアジア西太平洋各国の代表選手のトレーニングを目的とした、5時間で3つの課題に取り組む IOI 型の競技で、5月に開催される。2012年の APIO は日本がホストした。

普段からオンラインジャッジやオンラインコンテストに取り組む選手が増えたこともあり、2012年より APIO と IOI の間にオンラインコンテストを開催している⁷⁾。このコンテストの目的は IOI 日本選手の強化であるが、誰もが参加できるオープンコンテンツとして開催している。

■ 他競技との連携

国内には JOI 以外にも、高校生や高専生を対象とした数理情報科学に焦点を当てたプログラミングコンテストが開催されている。JOI は、その中でも、スーパーコン (Supercomputing Contest)、パソコン甲子園 (全国高等学校パソコンコンクール) アルゴリズム部門、プロコン (全国高等専門学校プログラミングコンテスト) と提携をしている。

これらのコンテストは、それぞれ異なる競技方式を採用している。たとえば、JOI は個人戦であるが、ほか

① 国際情報オリンピックと日本情報オリンピック

のコンテストは団体戦である。JOIとパソコン甲子園アルゴリズム部門は、数時間で想定解法が存在する課題に取り組むのに対して、スーパーコンやプロコンは数日かけてオープンエンドな課題に取り組む。また、これらのコンテストは、いずれも開催時期が異なっているため、高校生は、年間を通してさまざまな課題に取り組むことができる。表-2は、提携プログラミングコンテストも含めた年間スケジュールである。

■ その他の活動

情報オリンピック日本委員会では、これからJOIへ挑戦しようという生徒のために、プログラミングとアルゴリズムの基礎的なトレーニングを行う地域密着型の学習支援講習会「レギオ」(Regional Training Centerの略称)を開講している。実践的なトレーニングを通じてプログラミングやアルゴリズムの効果的な独習方法を身につけてもらうことが目的である。

また、数理情報科学教育の普及・啓発のために、ジュニア(主として小中学生)向けの活動を行っている。その一環として、2010年からは、小中高生を対象としたジュニア向け国際情報科学コンテスト Bebras を日本でも開催している⁸⁾。

情報オリンピックの意義

科学オリンピックの主な目的は、それぞれの分野に関する才能を持つ生徒を見出し、彼らが才能を伸ばすのをサポートすること、そして、選手同士の国際交流を図ることにある。情報オリンピックでは、それらに加えて、コミュニティ形成と数理情報科学の啓蒙活動が挙げられる。

情報の場合、世界的なオンラインコンテストが頻繁に開催されており、そこで同世代のライバルたちと切磋琢磨する選手も多い。しかし、そのようなライバルたちと直接交流できる機会は少ない。IOIは交流を深める絶好の機会となる。国内大会である日本情報オリンピックでも、参加者の交流を促しコミュニティ形成を図ることを、重要な目的の1つに掲げている。そのため、JOI本選は、オンラインコンテストとはせず、1カ所の会場

8月	JOI 夏季セミナ
9月	JOI 受付開始
9月	パソコン甲子園予選
10月	高専プロコン本選
11月	パソコン甲子園
12月	JOI 予選
2月	JOI 本選
3月	春季トレーニング合宿
5月	APIO
6月～7月	通信教育(オンラインオープンコンテンツ)
8月	スーパーコン本選
7月～9月	IOI(国際大会)

表-2 年間スケジュール

に全参加者が集まるオンサイトコンテストとして実施している。

数学や自然科学の場合、高校の「数学」や「理科」といった科目を通して、それぞれの学問領域を垣間見ることができる。それに対して、情報科学・コンピュータサイエンスに関する項目は、共通教科「情報」の「情報と科学」で扱われているものの、その学問領域に触れるには十分とは言えない。情報オリンピックで競う内容は情報科学の一部に過ぎないが、それをきっかけに「情報」という学問領域に興味を持つ中高生が増えることを期待したい。

参考文献

- 1) 伊藤哲史: IOI 2014 台湾大会に参加して, 情報処理, Vol.56, No.2, pp.182-187 (Feb. 2015).
- 2) 保坂和宏: 情報オリンピックの問題, 情報処理, Vol.56, No.2, pp.188-193 (Feb. 2015).
- 3) 谷 聖一: 情報オリンピック, めざせ国際科学オリンピック! (東京理科大学出版センター編, 東京書籍 (Apr. 2014)).
- 4) IOI Regulations, <http://www.ioinformatics.org/rules/>
- 5) Olympiad in Informatics, http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/
- 6) 日本情報オリンピック (JOI) 概要と実施記録, <http://www.ioi-jp.org/joi/>
- 7) JOI Open Contest, <http://cms.ioi-jp.org/>
- 8) 谷 聖一, 兼宗 進, 井戸坂幸男: 小中高生向け国際情報科学コンテスト Bebras, 情報処理, Vol.55, No.11, pp.1290-1293 (2014).

(2014年11月1日受付)

谷 聖一 (正会員) tani.seiichi@nihon-u.ac.jp

博士(理学)。日本大学文理学部情報科学科教授。位相幾何学に現れる問題の計算の複雑さ・アルゴリズムの研究に従事。情報科学教育にも興味を持つ。