

第29回 国際情報オリンピック イラン大会  
金メダル・個人得点世界1位

たか や ゆう た  
高谷悠太さん [東京大学1年]

Q. 情報オリンピックをめざした  
きっかけはなんですか？

中学校で数学研究会という部活に入り、そこで初めて情報オリンピックの問題に触れました。僕は、“速くて効率のよいアルゴリズム”を考えることが好きなので、楽しみながら過去問を解いたり、オンラインのプログラミングコンテストに参加したりしているうちに、自然と情報オリンピックをめざすようになりました。

Q. 情報オリンピックの問題の  
面白さは？

情報オリンピックでは、数学的な考え方を使ってプログラミングしますが、計算に要する時間やメモリ消費量に厳しい制限があります。だから、「正しい解を出せるけれども計算に時間がかかる」という愚直な解法ではなく、「いかに速く効率的なアルゴリズムをひねり出せるか」がカギになります。そこにやりがいを感じます。

Q. 2017年のイラン大会は  
どうでしたか？

最終日は、視野を広く持とうと意識して目をつぶって瞑想（めいそう）し、開始に備えました。1位であるとわかったときは安堵と歓喜の思いでした。

日本から来ていたOBの方々や海外選手が『Congratulations!』と言ってくれたのがうれしかったです。イラン大会の問題はきれいな解法が存在する問題が多く、正しい解法がわかればすぐに満点が

とれる仕様になっていたと思います。普段から時間をかけても難しい問題に挑むという練習をするのが得策だったと感じました。

Q. 世界1位になったときの  
気持ちは？

1位は表彰式で特別表彰され、トロフィーがもらえます。ぼくがトロフィーを受け取るとスタンディングオベーションが起きました。そのとき、緊張してしまって、全体を見渡すことができなかったことをとても後悔しています。それから、英語でのスピーチを求められたのですが、全くできなくて（笑）。英語も勉強しなければいけませんね。

Q. これから情報オリンピックを  
めざす人たちにメッセージを！

世界には強いライバルがたくさんいます。勝ち抜くには、集中力と精神的な強さが必要です。苦手な問題や難しい問題にもチャレンジし、粘り強く考え抜いてほしいと思います。みなさん、がんばってください！

情報オリンピック日本委員会 理事長

かけひ かつ ひこ  
筧 捷彦 氏



情報の世界の主役は  
君たちだ！

国際情報オリンピックは、7つある科学オリンピックの一つです。情報以外の数学、物理、化学、生物学、地学、地理は昔から学校で教えられているので、みなさんにも馴染みのある教科でしょう。一方、情報は2003年に高校で必修になったものの、情報オリンピックで競われる“プログラミング”や“アルゴリズム”にまで触れる機会はほとんどないと思います。しかし、プログラム／アルゴリズムは既に社会のいろいろな場所で活躍しています。例えば「電車の乗り換え案内」。早くて安い経路を瞬時に検索できるのは、優れたプログラム／アルゴリズムがあるからです。これからの時代、自分の生活や仕事のためにどんなプログラム／アルゴリズムが必要か考えられる能力が求められるようになっていきます。情報の世界の主役はみなさん自身なのです。2018年9月に第30回大会を日本で開催できることを嬉しく思っています。これを機に日本の情報分野がますます発展することを願っています。そして、みなさんの参加をお待ちしています。



高谷さんは、  
国際情報オリンピックで  
4年連続、  
国際数学オリンピックでも  
2年連続金メダル！  
すごいびっと！

もっと情報学のことが  
知りたいときは、  
「NII Today」を読んで  
ほしいんだびっと！



情報犬ビットくん  
(NIIキャラクター)

NII Jr.  
Today  
National Institute of Informatics News

勝利のカギは効率的なアルゴリズム  
世界の中高生が「プログラミング世界一」をかけ真剣勝負！



2018年9月  
日本初開催！

めざせ、未来の  
情報オリンピックメダリスト！

みなさん、国際情報オリンピックを知っていますか？  
(IOI: International Olympiad in Informatics)

国際情報オリンピックは、世界約80カ国・地域から選抜された高校生までの生徒が一堂に会し、数理情報科学の能力を競うプログラミングコンテストです。  
数学、物理、化学に続く4番目の国際科学オリンピックとして1989年にブルガリアで始まり、30回

目を迎える2018年、初めて日本で開催されます。  
日本のメダリストの一人は、「アルゴリズムがひらめく瞬間にワクワクする！」と情報オリンピックの魅力を語っています。  
さあ、君も未来のメダリストをめざして、情報オリンピックにチャレンジしてみませんか！

情報から知を紡ぎだす。 国立情報学研究所ニュース [NII Today Jr.]



発行 | 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所  
〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋2丁目1番2号 学術総合センター  
発行人 | 喜連川 優 編集長 | 佐藤 一郎  
制作 | 株式会社マツダオフィス / サイテック・コミュニケーションズ  
本誌についてのお問い合わせ | 総務部企画課 広報チーム  
TEL | 03-4212-2028 FAX | 03-4212-2150 e-mail | kouhou@nii.ac.jp

<http://www.nii.ac.jp/about/publication/today/>





# 国際情報オリンピックって どんな大会?

参加するのは、世界約 80 カ国・地域を代表する 300 人以上の高校 3 年生までに相当する生徒たち。いずれも各国の厳しい予選を勝ち抜いた強者ぞろいだ。

大会期間中、競技を行うのは 2 日間。両日も競技時間は 5 時間で、数理情報科学の問題解決能力を問われる課題 3～4 問に挑む。ほとんどの課題は、「与えられた入力に対して想定される出力を計算するプログラムを作成する」というもの。ポイントは、性能の良いアルゴリズム（問題の解き方）を設計することだ。そうしないと使用メモリ量や実行時間の厳しい制限をクリアするプログラムを書くことができない。

個人戦だから、頼れるのは自分だけ。どんな課題が出されるか、ぜひ右ページの問題にチャレンジしてほしい。

競技終了後に採点が行われ、出場者の上位約 8% に金メダル、次の約 17% に銀メダル、約 25% に銅メダルが授与される。

競技がない日は、世界中から集まった選手同士が話をしたり、情報交換したりして交流を深めることができる。



## 第31回国際情報オリンピック アゼルバイジャン大会 (2019年) に出るには?

日本代表選手になるために、「第18回 日本情報オリンピック」に参加しよう!

1 2018年10月9日(火)～12月6日(木) 24時  
参加申し込み

2 12月9日(日) 13時～16時  
ウェブ上のオンラインで予選に参加

インターネットに接続された PC とその PC 上でプログラミングができる環境があれば、自宅や学校からでも参加できる。3 時間で 6 つの課題に取り組む。例年、日本全国の中高生約 1000 人が参加。中には小学 6 年生もいる。

3 2019年2月9日(土)・10日(日)  
本選

予選を通過した約 80 人が挑む。日本代表選手候補者として次に進めるのは約 20 人。

4 3月19日(火)～25日(月)  
春季トレーニング合宿

日本代表選手候補が、1 週間の合宿。本番さながらの競技に取り組んだり、プログラミングやアルゴリズムについて講義を受けたりする。

● 9月予定

## 代表選手(最大4人)が 「国際情報オリンピック」へ

参加費: 無料

詳しくは WEB で! ▶▶▶▶▶



高谷悠太さん (たかやゆうた)

川崎理玖さん (かわさきりく)

河原井啓さん (かはらいいさとる)

坂部圭哉さん (さかべけいや)

日本は、2017 年の第 29 回イラン大会で、金メダル 3 個、銀メダル 1 個と代表選手 4 名全員がメダルを獲得。さらに、日本の国別順位はメダル獲得数・総得点ともに世界 1 位になったのだびっと。



## 国際情報オリンピック日本大会に 国立情報学研究所も 協力するのだびっと!

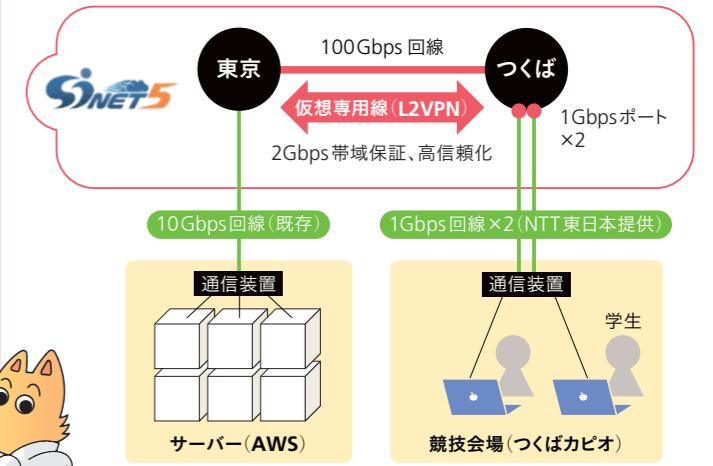
### 第30回国際情報オリンピック 日本大会

開催日時: 2018年9月1日(土)～8日(土)

場所: 茨城県つくば市(つくばカピオ)



国立情報学研究所 (NII) が構築・運用する学術情報ネットワーク「SINET5」を使って、つくば市の競技会場と、東京のサーバーをつなぐのだびっと。SINET5 の中に、仮想の専用線 (L2VPN) をつくるから、通信が切れたり遅れたりすることがなくて安心なのだびっと。万が一に備えて、予備経路が三つもあるのだびっと。



## 過去問題にチャレンジしてみよう!

### バームクーヘンを切り分ける問題

第13回日本情報オリンピック 2013 / 2014  
本選の問題 (2014年2月9日・東京)

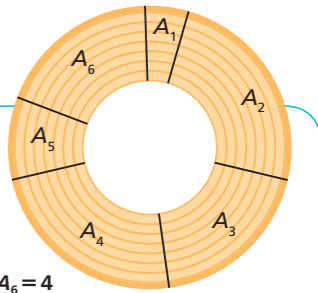


図1 バームクーヘンの例  
 $N=6, A_1=1, A_2=5, A_3=4, A_4=5, A_5=2, A_6=4$

J 君は妹の O 子ちゃんと I 子ちゃんと一緒におやつを食べようとしている。今日のおやつは 3 人の大好物のバームクーヘンだ。

バームクーヘンは右図のような円筒形のお菓子である。3 人に分けるために、J 君は半径方向に刃を 3 回入れて、これを 3 つのピースに切り分けなければならない。このバームクーヘンにはあらかじめ  $N$  個の切れ込みが入っており、J 君は切れ込みのある位置でのみ切ることができる。切れ込みに 1 から  $N$  まで時計回りに番号をふったとき、 $1 \leq i \leq N-1$  に対し、 $i$  番目の切れ込みと  $i+1$  番目の切れ込みの間の部分の大きさは  $A_i$  である。また  $N$  番目の切れ込みと 1 番目の切れ込みの間の部分の大きさは  $A_N$  である。

妹思いの J 君は、バームクーヘンを 3 つのピースに切り分けたあと、自分は最も小さいピースを選び、残りの 2 つのピースを 2 人の妹にあげることにした。一方で、J 君はバームクーヘンが大好きなので、できるだけたくさん食べたいと思っている。最も小さいピースの大きさが最大になるように切ったとき、J 君が食べることになるピースの大きさはいくらになるだろうか。

#### 解説

**[愚直な解法]** 切れ込みの入れ方を全て試し、各部分の大きさを計算し、最も小さい部分が最も大きくなるものを調べるというアルゴリズムが考えられます。切れ込みの入れ方が  $O(N^3)$  通りあり、各部分の大きさの計算に  $O(N)$  時間かかるので、全体で  $O(N^4)$  時間必要となります。この方法により確かに正しい答えを得られますが、制限時間内には  $N \leq 100$  程度までしか扱うことができず、満点は得られません。

**[満点解法]** 答えを直接求めるのではなく、「答えが  $k$  以上か?」という判定をすることを考えます。この判定ができると、次のような「二分探索」と呼ばれる手法により答えを求めることができます。

今、答えが  $a$  以上  $b$  未満であるとわかっているとします。 $b=a+1$  であれば、答えは  $a$  と判明します。そうでない場合は  $k=(a+b)/2$  (小数点以下は切り下げ) において、答えが  $k$  以上かを判定します。もし  $k$  以上であれば答えは  $k$  以上  $b$  未満であるとわかり、 $k$  以上でなければ  $a$  以上  $k$  未満であるとわかります。1 回の判定で答えの範囲を半分に絞り込むことができ、最初は答えの範囲は 1 以上、 $S=10^9 \times N$  以下であるとわかっているため、 $\log_2 S \leq 50$  回程度の判定を行うことで答えを求めることができます。

#### 課題

切れ込みの個数  $N$  と、各部分の大きさを表す整数  $A_1, \dots, A_N$  が与えられる。バームクーヘンを 3 つに切り分けたときの、最も小さいピースの大きさの最大値を出力するプログラムを作成せよ。

**入力** 標準入力から以下のデータを読み込め。

- ・ 1 行目には、整数  $N$  が書かれている。これはバームクーヘンに  $N$  個の切れ込みがあることを表す。
- ・ 続く  $N$  行のうちの  $i$  行目 ( $1 \leq i \leq N$ ) には、整数  $A_i$  が書かれている。これは  $i$  番目の切れ込みと  $i+1$  番目の切れ込みの間の部分 ( $i=N$  のときは  $N$  番目の切れ込みと 1 番目の切れ込みの間の部分) の大きさが  $A_i$  であることを表す。

**出力** 標準出力に、バームクーヘンを 3 つに切り分けたときの、最も小さいピースの大きさの最大値を表す整数を 1 行で出力せよ。

**制限** すべての入力データは以下の条件を満たす。

- ・  $3 \leq N \leq 100\,000$
- ・  $1 \leq A_i \leq 1\,000\,000\,000$  ( $1 \leq i \leq N$ )。

「答えが  $k$  以上か?」の判定は、次の考察を活用すると  $O(N)$  もしくは  $O(N \log N)$  の時間で行うことができ、二分探索と合わせて満点を取ることが可能となります。詳細については各自考えてみてください。

**考察** ある切れ込みで切ったとすると、次は大きさが  $k$  以上となる最初の切れ込みで切ればよい。

「二分探索」はソートされた列から要素を検索するなどの用途で、さまざまなプログラミング言語の標準ライブラリの内部で使われており、二分探索を知らない人でもそういった効率的なアルゴリズムを利用することが可能です。しかし、二分探索をしっかりと理解していれば、この問題のように多様な場面で応用が可能になります。

解説文作成: 吉田悠一 情報学プリンシプル研究系 准教授  
岩田陽一 情報学プリンシプル研究系 助教

注 [1] 「オーダー  $N^3$  乗」と読み、ある大きな数  $C > 0$  に対して  $CN^3$  以下という意味です。例えば  $100N^3$  や  $10000N^3$  などを略記するために使われます。 $O(N)$  や  $O(N^2)$  も同様に定義されます。