

NII Today

76
June. 2017

National Institute of Informatics News

国際情報オリンピック 日本大会への期待

寛 捷彦氏 [情報オリンピック日本委員会 理事長]

対談 仕事の意義と内容が理解される好機

木谷 強氏 [NTTデータ 取締役常務執行役員]

田中里沙氏 [事業構想大学院大学 学長]

対談 経験から語るプログラミングコンテスト攻略法

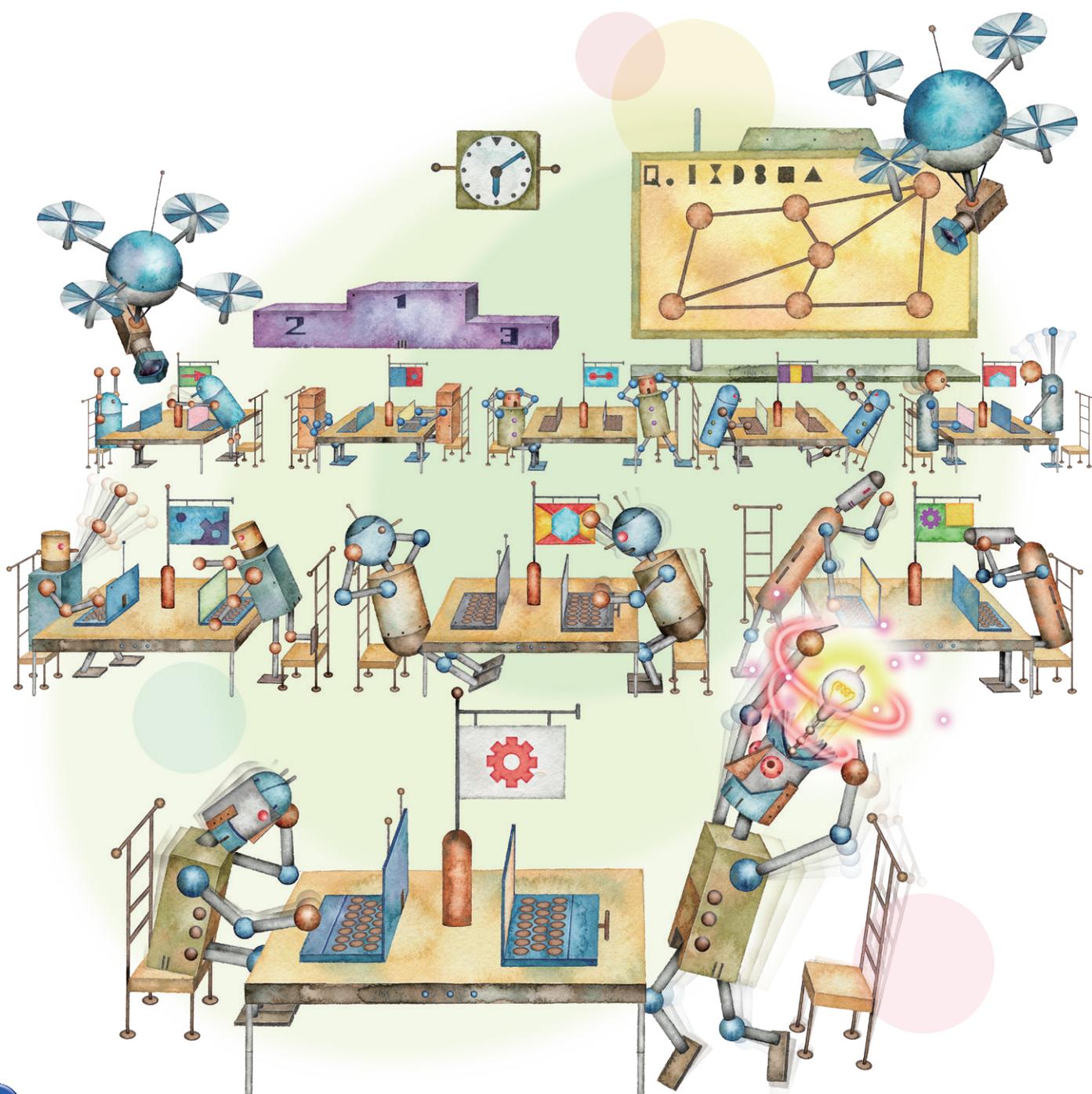
インタビュー 出場者に聞く

Let's try! 日本情報オリンピック本選の問題

Feature

情報オリンピック

若きプログラマーの発掘・育成のために



国際情報オリンピック 日本大会への期待

数理情報科学の次世代を担う若手育成のために

笥 捷彦氏 情報オリンピック日本委員会 理事長

聞き手：滝田恭子氏 読売新聞東京本社 科学部長

世界の高校生たちが数理情報科学の問題解決能力を競う「国際情報オリンピック」が2018年9月、茨城県つくば市で開かれる。初の日本開催となる大会に、国内からは4人の選手が参加する予定だ。情報オリンピックの意義と日本における課題について、情報オリンピック日本委員会理事長の笥捷彦・早稲田大学名誉教授に聞いた。



笥 捷彦

Katsuhiko Kakehi

1970年東京大学工学系大学院修了。工学修士。東京大学工学部助手、立教大学理学部助教授、早稲田大学理工学部教授などを経て、現在、早稲田大学名誉教授。ACM-ICPC日本ICPC Board 議長、パソコン甲子園プログラミング部門審査委員長、NPO 情報オリンピック日本委員会理事長、公益財団法人情報科学国際交流財団理事長を兼職。

滝田 国際情報オリンピックとは、どんな大会ですか。

笥 世界の約80カ国・地域からそれぞれ選ばれた4人ずつの代表が、与えられた課題を解決するアルゴリズムを考え、プログラムを書く能力を競います。ブルガリアのブラゴベスト・センドフ氏の提案で、1989年に始まりました。知的活動の重要な柱になりつつある情報科学の分野で、天才の原石を見つけ、手をかけて磨こうという発想でした。センドフ氏は数学者ですが、駐日大使を務めたこともあります。国際大会は毎年行われ、今年の夏はイランのテヘランで開かれます。

滝田 日本代表は国内大会で選ばれるのですか。

笥 日本ではまずオンラインで予選を実施します。参加者は1000人ほどで、小学校6年生もいますよ。本選に進んだ80人ほどの候補者から約20人を選び、春休みに合宿をします。国際大会と同じレベルの問題で競技を行い、その解説と関連の勉強をしてもらうことを数回繰り返して4人の選手を選抜します。国際大会が終わると、翌年に向けて合宿形式の勉強会も開いています。こうした勉強では、国際大会経験者がチューターを務め、大学院生にとっても難しいくらいレベルの高い教科書を使います。日本は1994年から96年まで3回参加した後、2006年に参加を再開したので、国際大会の経験者の多くはまだ大学院生や学部生です。

滝田 数学オリンピックなどに比べると、あまり知られていません。

笥 数学オリンピックとどこが違うのかと聞かれることもあります。数学では一般的に証明できるかどうか問われるのに対し、情報学はデータの個数を制限するなどの一定の制約の中で、最も効率のよいアルゴリズムを考えることが求められます。実際にコンピュータの上でプログラムを走らせて、正しい答えが出るかをテストするわけです。コンピュータの性能上、不可能だったり、時間がかかってしまったりしてはだめです。科学オリンピックにはほかに、物理、化学、生物学、地学、地

理もありますが、これらはみな昔から学校で教えられてきた教科です。それに対して、情報科が高校で必修になったのは2003年。大学入試に関係がないから学校でも力が入らず、専任教員がない所も多い。情報科の授業ではコンピュータの使い方から情報セキュリティや著作権まで広く扱っており、アルゴリズムに触れる機会も少なく、情報オリンピックの内容とはまったく違います。

滝田 「情報」という言葉も、概念がわかりにくいように思います。

笥 アメリカでは、コンピュータサイエンスと言います。でも、ヨーロッパではサイエンスというのは自然の摂理を考えるものだから、人間が考えたコンピュータをサイエンスの対象にするのはおかしいという発想が根強い。だから、インフォマティクスと呼びます。ヨーロッパ発祥の情報オリンピックも英語では“International Olympiad in Informatics”で、インフォマティクスを使います。

滝田 2020年度から小学校で実施される学習指導要領では、プログラミング教育が必修化されます。

笥 子どもたちが、電車の乗り換え案内のように一番速い方法や安い方法の検索にアルゴリズムが働くということを知るの、とても大事です。情報オリンピック日本委員会では、アルゴリズムの基本的な考え方に触れてもらうという目的で、主に小中学生を対象にした「ビバーチャレンジ」というコンテストも行っています。

滝田 学校教育で裾野が広がることは、情報オリンピックにとって追い風ですね。

笥 アルゴリズムを究めてオリンピックに出る人はごく少数ですが、そういう人を応援する社会になるのではないかと期待しています。社会全体を変えようとするごいアルゴリズムを考えるのはメダリスト級の超天才ですが、仕事のためのプログラムを書く力はリテラシーとして多くの人が持つべきだと思います。産業界は今、IoT（モノのインターネット）やAI（人工知能）の

専門家に仕事を発注したら、何か素晴らしいことが起きると思っていますが、そんなことはありません。自分たちの仕事を合理化するプログラムを自分たち自身で考えられなければ、いくらお金を積んでもよい結果は得られません。プログラムが書けるくらいの力のある人たちが機械工学や農林業などさまざまな分野で活躍し、社会的な対話が生まれてくるのが大切だと思います。

滝田 先生ご自身は長くプログラミングの研究・教育に携わってこられました。

笥 私は工学部計数工学科の出身ですが、当時、師事した教授は、情報学は非常に大事だけれど、学部で



は数学でも、機械、電気でもよいので、何かバックグラウンドとなる勉強をしっかりした上で、大学院でコンピュータをマスターすべし、という考えでした。それも一理あるのです。どの学科であろうと、プログラムをうまく使って、機械や電気という対象分野を研究することが必要ですからね。ロボットも機械とプログラムの両方を知らなければ動かせません。私自身はプログラミング中心の研究をしてきて、それはとてもおもしろかったけれど、もっと外部と連携すればよかったという思いもあります。工学部の各学科で情報科学・情報工学出身の先生が教えたり、逆に情報科学・情報工学の学科に機械や電気出身の先生が入ったりすることが必要だと思います。

滝田 来年の日本大会では、世界から優秀な若者が集まりますね。

笥 1週間の大会中は競技だけでなく、エキスカージョンの時間もあります。つくば市での開催なので、高エネルギー加速器研究機構や宇宙航空研究開発機構などで、アルゴリズムはさまざまな分野で重要だということを話してもらえるといいなと思っています。何よりもこの大会を通して親しくなった若い人たちが、20年後に世界の各界のトップとして交流してほしいですね。

(写真=佐藤祐介)

インタビューからのひとこと

科学オリンピックの多くは、冷戦下の東欧諸国で始まった。早い段階でエリートを選抜し、国を担う人材に育て上げるという発想は、旧共産圏のスポーツ選手育成に通じる。

情報オリンピックのメダル獲得数ランキングで近年、上位を占めるのは米国、中国、ロシアだ。東欧諸国も力を発揮している。

今の日本に必要なのは、教育制度の異なる海外勢と競って、メダルを獲得することだけではない。情報オリンピックの存在感を高め、挑戦する生徒の裾野を広げることが大切だ。そのためには、高校の情報科のカリキュラムを充実させ、専任の教員が生徒の興味を引き出すような授業ができるようにするべきだろう。

一方、才能ある子どもたちにとって、オリンピックはその能力を切磋琢磨する素晴らしいステージだが、人生のワンステップに過ぎない。この経験をもとに、参加者が将来、学術の世界や産業界で情報科学・情報工学の新しい地平を切り開いていけるか。普遍的な価値の創造が、情報オリンピックに求められていると思う。



滝田 恭子 Kyoko Takita

読売新聞東京本社 科学部長

1989年上智大学外国語学部卒業、読売新聞社入社。2000年カリフォルニア大学パークレー校ジャーナリズム大学院修了。メディア局を経て2002年より科学部で科学技術政策、IT、宇宙開発、環境、災害などを担当。2014年に科学担当の論説委員、2015年より現職。

仕事の意義と内容が 理解される好機

情報人材の育成で、産業界活性をめざす

木谷 強氏

NTT データ 取締役常務執行役員



田中里沙氏

事業構想大学院大学 学長

次世代人材の育成は社会共通の課題。特に、あらゆる産業の基礎となる「情報」を重視し、担い手を見出し、成長させていくには、産官学の理解と連携による具体的な取り組みが必要不可欠だ。情報オリンピックのスポンサーとして、多彩な支援を提供する NTT データの木谷強常務に、日本の科学技術の進展や CSR の観点を踏まえた協賛の意義、情報科学分野における人材育成への展望、日本で開催される第 30 回大会への期待を聞いた。

日本の情報力向上に寄与

田中 NTT データは、情報技術で新しい仕組みや価値を創造する会社です。情報オリンピックのスポンサーとして参加されることになった経緯と理由を聞かせていただけますか。

木谷 「情報」は日常的にあらゆる場面で使われる言葉であり、当社も情報を扱って IT システムをつくり、提供する事業を展開しています。エンドユーザーが直接手にする商材を販売する仕事ではないため、仕事の内容が一般的に伝わりにくく、理解が得にくいという現実があります。そこで、少しずつでも

世の中の皆様に仕事の意義や内容を理解してもらいたいという思いがあります。情報オリンピックは、高校生・中学生に情報について興味を持ってもらい、勉強してもらい、理解してもらおう活動です。当社の思いに合致するところで、若い世代の人たちに情報に楽しみながら触れてもらう機会をよりよい形で提供したいと考えました。CSR(企業の社会的責任)として社会に貢献したいと思いますし、当社の特性を活かす形で日本の科学技術力の向上にも寄与することをめざしています。

田中 確かに情報は目に見える部分が少ないですね。それゆえ、体験してもらうことに意味があるのでしょうか。

木谷 情報の神髄は、アルゴリズムとデータ構造を考えることにあります。コンピュータ上にデータをどのような形で保持しておくときより速く処理ができるか、メモリをより少なく使って処理できるかを考える点に面白さと醍醐味があります。数学とは少し異なる世界で、きれいに解けると本当に楽しく、アルゴリズムを発見して実際に動かしてみて、スムーズに美しく動く気持ちのよいものです。

情報オリンピックの選手の中には、大人顔負けのアイデアを考え、実行する人がいます。出される問題はその分野の研究者にとっても難解で、いろいろな角度から多様な切り口を考えないと効率的に解けません。勉強してきた基礎知識や学問の積み



株式会社 NTT データ
取締役常務執行役員 技術革新統括本部長

木谷 強

Tsuyoshi Kitani

日本電信電話公社に入社後、横須賀電気通信研究所に所属。NTT データでは、1991 年米国カーネギーメロン大学客員研究員を経て、研究開発に従事。1999 年には米国現地法人社長として技術調査、共同研究等を実施。その後も、研究開発部門を率い、2016 年より取締役常務執行役員を務める。

重ねに加えて、新しいアイデアを加えることが求められるので、手強いと同時に非常に面白いのです。選手たちは互いに刺激し合い、先輩が後輩のコーチを務めます。協力をして問題にあたる姿など、たいへん素晴らしいものがあります。

田中 中高生という多感な時期に情報の本質に触れると、創造力が刺激され、高まるのかもしれませんが。総合的に見て、情報オリンピックの意義をどのようにお考えですか。

木谷 情報科学は、純粋なサイエンスというよりもビジネスに近い。情報を切り口として問題を解いていくこと自体が楽しいと感じる中高生が増えることで、ひいては情報を扱う産業が活性化していきます。IT産業、ソフトウェア産業は、辛い仕事だと言われる面もありますが、同時に楽しさもあることを理解してもらえると期待しています。

未来に大きな価値を生み出す

田中 事業を通した社会貢献には意義がありますが、ITは裾野が広く、今日ではあらゆる産業が関わりを持っています。他分野の企業も多く参加されるとよいですね。

木谷 スポンサーには費用面の協賛がありますが、それ以外のファシリティの活用、レクチャーなど関わり方はたくさんあります。企業の実際の事業内容を中高生に伝える機会を得ることはたいへん有意義です。企業内の活動を感覚的につかんでもらい、アルゴリズムやデータ構造が企業や社会でどう役立つかをイメージしてもらうことで、未来に大きな価値が生み出されることでしょう。

田中 社会人と学生が情報に向き合い、共に時間を過ごす交流の素晴らしさもあるのではないのでしょうか。

木谷 例えば、企業の社員が中高生に何かを伝える・教えるということは、お客様や社内で話をするのとは全く別の世界です。どうすれば興味を持ってもらい理解をしてもらえるか、そのためにはどのような話し方をすべきか、考えて工夫をするようになります。また、情報オリンピックを通じて、「情報科学」という共通概念を持つ学生、アカデミア、産業界の三者が出会うことで、それぞれに気づきを得たり、新たな価値創出のきっかけになったりすることも期待できるのではないのでしょうか。

田中 今回は日本で初開催される特別な大会となります。出

場者にはどのような期待を寄せていますか。

木谷 選手には、情報科学の分野で世界をリードする人間になってほしいと思います。ITにおいて、現在の日本は残念ながら米国や東欧の国々に追随する立場です。日本のレベルを上げることが必須であり、ぜひ世界に出て仕事をしてもらいたいと期待しています。

田中 情報リテラシーの高い若者が産業界で活躍するようになると、日本はたいへん活性化します。情報は若者をはじめ世の中の高いAI、IoTの入り口でもありますから。

木谷 まさにそうです。日本で開催をしっかりとアピールし、幅広い方々に興味を持ってもらうために、企業も国も挙げて支援をして活性化させていくことが大切です。日本からの出場選手がよい成績をあげることへの期待もありますが、海外から集まる選手の皆さんにも、しっかりした環境で情報オリンピックの競技の場を提供したい。我々のおもてなしの力が問われています。本大会をきっかけに、情報に関する価値や意義への理解者が増え、IT産業全体がレベルアップすることを期待しています。関わるアカデミアの先生方も尽力されていますが、事務局の運営体制が大きくない中、日本がホスト国になるのは大変で、さらなる支援の仕組みが必要です。我々もご支援させて頂いておりますが、すでにITはほとんど全ての産業に関わってきており、IT産業のみならず、他の産業の皆様も含めて広く参画されることを強く期待しています。

田中 産業界も連携し、各方面からの多様な支援が重要ですね。ありがとうございました。（取材・文=田中里沙 写真=佐藤祐介）

事業構想大学院大学学長／宣伝会議取締役

田中里沙

Risa Tanaka

マーケティング専門誌『宣伝会議』の編集長を経て、取締役編集室長としてメディアを統括しデジタルメディアを創刊。2016年より現職で新事業創出、地域活性人材の育成と研究を行う。東京2020エンブレム委員、国の審議会委員、テレビコメンテーター等も務める。



経験から語る プログラミングコンテスト攻略法

知識とそれを柔軟に応用する力、数理的思考力を磨こう

吉田悠一

国立情報学研究所
情報学プリンシプル研究系 准教授/
総合研究大学院大学 複合科学研究科 准教授



岩田陽一

国立情報学研究所
情報学プリンシプル研究系 助教/
総合研究大学院大学 複合科学研究科 助教

IT が社会基盤として発展する中で、コンピュータプログラミングの能力に優れた人材の発掘や育成につなげようと、政府や企業などが主催するさまざまなプログラミングコンテストが開催され、関心を集めている。国際情報オリンピックをはじめ、それらのプログラミングコンテストで結果を残すには、どんな対策が有効なのだろうか。数々のプログラミングコンテストに出場した経験を持ち、現在は高速アルゴリズムの開発など情報科学の先端研究に取り組む、情報学プリンシプル研究系の吉田悠一准教授と岩田陽一助教が語り合う。

アルゴリズムとの出会い

吉田 コンピュータプログラミングの能力を競うコンテストにはいろいろなジャンルがありますが、なかでもアルゴリズムに関するものは数多く、私もこれまでたくさん挑戦してきました。ただ残念なことに、国際情報オリンピックには、日本が参加していなかった1997年から2005年の間にちょうど高校生だったので、出場機会がありませんでした。

岩田 私もそうです。日本が参加を再開した2006年は高校3年生でしたが、当時はそのような大会があることすら知りませんでした。

吉田 プログラミングを始めたのはいつ頃ですか。

岩田 高校2年生です。総合的な学習の時間にプログラミングを独学で勉強し始めて、最初はオセロゲームのプログラムを作りました。コンテストに出るようになったきっかけは、大学にACM-ICPC (ACM 国際大学対抗プログラ

ミングコンテスト)に参加するゼミがあり、国際情報オリンピックに出場経験があるクラスメートから、一緒に参加しようと強く誘われたことです。コンテストには、そのゼミの中でさらに複数のチームに分かれて参加しました。コンテスト向けの勉強を始めたことで、それまで書いていたプログラムの未熟さとアルゴリズムの大切さを知り、その世界にはまってしまいました。

吉田 私は中学1年生の頃に、父からお下がりのパソコンをもらって始めました。私も最初はゲームばかり作っていて、アルゴリズムなんて考えたこともなかったですね。高校2年生のとき、東京工業大学が主催している「SuperCon」という、スーパーコンピュータを使ったプログラミングコンテストに出場したのですが、予選は通過できても本戦では結果が出せませんでした。それはアルゴリズムというものをよく理解していなかったためだとわかり、プリンストン大学のロバート・セジウィック教授が書いた『アルゴリズムC++』という分厚い専門書を買って独学で勉強を始めました。情報学の道に進んだのも、そのときにアルゴリズムと出合って衝撃を受けたことがきっかけです。

岩田 最近はオンラインで気軽に参加できるコンテストも増え、グローバルに競い合える環境があるのはいいことです。レベルもどんどん上がっていると感じます。

自分の中で知識を体系化しておく

吉田 岩田さんは、プログラミングコンテストの対策本を書かれていますね。

吉田悠一

Yuichi Yoshida



岩田 大学2年生の時に出版社から声をかけていただき、ACM-ICPCに出場した同じゼミの3人の共著として『プログラミングコンテストチャレンジブック～問題解決のアルゴリズム活用力とコーディングテクニックを鍛える～』（マイナビ）を出しました。当時は、プログラミングコンテストのテキストのようなものではなく、アルゴリズムを勉強しようとしても、難しい専門書しかない。そこで、コンテストの問題を1000問以上解いていた自分たちの経験を活かして、アルゴリズムの基礎が一通り学べるような構成としました。それぞれのアルゴリズムがどのような場面で使えるのか、基本と応用の例も示してありますから、コンテスト対策だけでなくアルゴリズムの学習にも活用できると思います。

吉田 プログラミングコンテストで問われる能力の一つは、与えられた課題を解決するアルゴリズムを考え、それをプログラムとして正確に実装できる力です。もう一つは、よいアルゴリズム、つまり、より短い時間で正しくコンピュータ上での計算処理ができる、効率的なアルゴリズムを考える能力ですね。

岩田 情報オリンピックでは、出された問題を解くためのプログラムを作成し、それにデータを入力して、決められた時間内に全ての入力に対して正しい出力を返さなければいけません。各問題は100点満点で、入力サイズ上限などによる部分点が設定されており、合計点を競います。コンピュータの計算資源は有限なので、入力データが大きくなって計算が複雑になると、処理に時間がかかってしまいます。効率のよい計算方法でなければ、入力データが大きくなったときに、制限時間内に計算処理が終わらないこともあります。そうしたことから、情報オリンピックの問題は、入力データが大きくなっても時間内に正しく計算できる、つまり、よいアルゴリズムに基づいたプログラムほど、高い得点が得られる仕組みになっているのです。

吉田 よいアルゴリズムを考えるためには、知識とそれを柔軟に応用する力や数理的な思考力が必要です。それらを鍛えるには、受験勉強と同じように、まずはできるだけたくさん問題を解くことが基本です。

岩田 コンテストの問題は、試験問題と同様に、過去に解いた方法と似たアプローチが使えるケースが結構あるので、まずは知識を自分の中で体系化しておくことが大切ですね。

ライバルとの交流も刺激に

吉田 計算資源を節約できるようなアルゴリズムを設計する能力は、研究者だけでなく、職業プログラマーをめざす人にも必要だと思います。プログラムを書くこと自体はそれほど難しくありませんが、よいアルゴリズムを設計する力は、ほかのよ

いアルゴリズムを学習することで磨かれますから、そのためにもコンテストの機会を活用してほしいですね。

岩田 コンテストはモチベーションになりますね。今の高校生は、基本的に授業ではプログラミングを習っていないでしょうし、私もそうだったように、周りに同好の士も少ないのではないかと思います。コンテストを通じて、プログラミングやアルゴリズムに関心を持つ仲間と知り合えることも大切です。

吉田 私も、コンテストで国内や海外の強豪と力を競ったことで世界が広がりました。情報オリンピックでは、最終的に4人の日本代表を選抜するために本選の上位成績者約20名による合宿も行われるので、そこでの交流もよい経験になるはずですよ。

岩田 2018年に「国際情報オリンピック日本大会」が開かれることで、プログラミングへの関心がさらに高まり、裾野が広がることを期待しています。私は、プログラミングコンテストの経験を通じて、誰も思いつかないようなアルゴリズムを開発したくなって研究の道に進みましたが、アルゴリズム研究は、社会のさまざまな計算処理をスピードアップし、効率化することにも貢献できると思います。

吉田 アルゴリズムというのはある意味で芸術作品のようなところがあり、私は自分の納得のいく作品を作りたくて研究者になりました。一方で、ITが社会の基盤となっていく中で、特にアルゴリズムがわかるプログラマーは産業界からも必要とされています。プログラミングやアルゴリズムに関心のある皆さんは、社会から期待される人材ですから、ぜひコンテストの上位をめざしてがんばってください。

(取材・文＝関亜希子 写真＝佐藤祐介)



岩田陽一

Youichi Iwata

国際情報オリンピック 出場者インタビュー

2016年8月の第28回国際情報オリンピック (IOI) ロシア大会で、金メダルを獲得した高谷悠太さん（開成高校3年）と銀メダルの川崎理玖さん（筑波大学附属駒場高校3年）。2人は、昨年に続き今年の第29回イラン大会にも日本代表選手として出場します。さらなる活躍が期待される2人に、勉強のコツや大会への抱負などについて聞きました。高谷さんは、これまで3年連続で情報オリンピック金メダルに輝くとともに、昨年の国際数学オリンピックでも金メダルという快挙を達成しています。

速くて効率的なアルゴリズムをひねり出す

情報オリンピックでは、数学的な考え方を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ー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。これが情報オリンピックの面白さです。

昨年のロシア大会では、1日目は思うように問題が解けず26位のスタートでしたが、2日目は気持ちをうまく切り替え、順位を10位上げて金メダルを獲得することができました。世界には強いライバルがたくさんいるので、勝ち抜くには、集中力と精神的な強さが必要です。今年は最後の大会になるので、自己最高の5位以内に入りたいと思います。

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、速くて効率的な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ました。情報オリンピックをめざす人たちは、まずは日本予選の問題にチャレンジしてみるとよいと思います。

大学生になったら、今度は、ACM-ICPC (ACM 国際大学対抗プログラミングコンテスト) に出場してみたいと思っています。どんな問題に出合えるか今からとても楽しみにしています。



たかやうた
高谷悠太さん

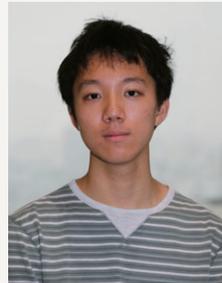
“ひらめく瞬間”にワクワクする

情報オリンピックの日本予選前の夏休みは、「起きている時間はずっと問題を考えている」というくらい集中して取り組んでいました。何をしても、問題を解くためのアイデアが浮かんだら、メモに残しておきます。この“ひらめく瞬間”がすごくワクワクします。一番印象に残っている問題は、中学3年生の夏に出合った「2人の星座」(第13回日本情報オリンピック 春季トレーニング合宿課題) という問題です。なかなか解けずいたのですが、高校2年生の冬のある日、「これだ!」と解法がひらめきました。手ごわい問題ほど、解けたときの喜びは大きいものです。

昨年、初めて出場した国際情報オリンピックで感じたことは、「世界には上のまた上がある」ということ。銀メダルの悔しさをバネに、今年は、何が何でも金メダルを獲りたいと思っています。国内予選や本選の過去問は全て解いてしまったので、海外の大会で出題された問題をインターネット

で探してチャレンジしています。また、ロシア大会で友達になったベトナムの高校生とは、メールで問題の解説をしたり、情報交換をしたりして互いに切磋琢磨しています。

ディープラーニング (深層学習) の理論に興味があるので、情報系の道に進みたい。情報オリンピックの経験は、将来、きっと役立つと思うので、たくさんの人にチャレンジしてもらいたいですね。



かわさきりく
川崎理玖さん

概要 | 国際情報オリンピック (IOI) とは

「国際情報オリンピック (IOI)」とは、高校生までの生徒を対象とする国際科学オリンピックの競技の一つです。世界各国から選抜された代表選手が一堂に会し、数理情報科学の問題解決能力を競います。2016年8月にロシアで開催された「第28回国際情報オリンピック」には、80の国や地域から308名の選手が参加しました。

競技は個人戦で、ほとんどの問題は「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」という形式で行われ、2日間にわたり、1日5時間、3問または4問の問題に挑みます。問題には部分点が設定されており、より

大きな入力を処理できるほど高い点数が得られます。プログラムの実行時間・使用メモリに関して制限があり、満点を獲得するには、正しいプログラムを書く能力だけでなく、アルゴリズムやデータ構造を考案する能力が求められます。使用できるプログラミング言語はC++, Java, Pascalの3つのみです。

採点の結果、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ます。

日本は昨年のロシア大会で、金メダル2個、銀メダル2個を獲得しました。



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)

Let's try!



バームクーヘンを切り分ける問題

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。

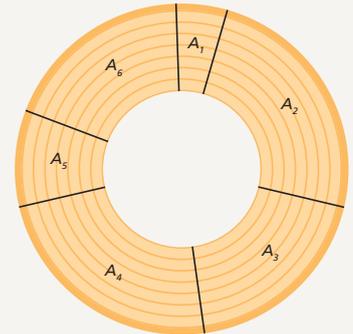


図1 | バームクーヘンの例 $N=6, A_1=1, A_2=5, A_3=4, A_4=5, A_5=2, A_6=4$

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。

・ $3 \leq N \leq 100\,000$

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



情報オリンピック日本委員会 <<https://www.ioi-jp.org/oi/2016/>> 作「第13回日本情報オリンピック IOI 2013/2014 本選競技課題」はクリエイティブ・コモンズ 表示 - 継承 4.0 国際ライセンス <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>> で提供されています。

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 $O(N^3)$ ^[1]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。

「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N3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。

「オープンハウス2017」を開催

ポスター展示やデモ、研究100連発も／NIIの研究や事業を紹介

NIIの研究成果や事業内容を広く一般の方々に知っていただくためのイベント「オープンハウス2017」を、学術総合センターで6月9日、10日の2日間の日程で開催しました。

第1日は、喜連川優所長が活動報告を行い、NIIの両輪である「研究」と「事業」の主な取り組みについて紹介しました。基調講演は、NIIのコグニティブ・イノベーションセンター（CIC）にご参加いただいている企業の方々が、「これまで聞けなかったコグニティブ活用の神髄に迫る～NII-CICだから聴ける！」と題し、コグニティブの最新技術や活用事例について説明しました。もう一つの基調講演では、今年4月に新設したNIIオープンサイエンス基盤研究センターのセンター長 山地一禎准教授が、オープンサイエンス時代の到来に向けてNIIが構築をめざす新しい学術情報基盤について紹介しました。この他、「情報学最前線：産官学連携交流会」や「研究発表会：ミクロとマクロから見るデータ解析」が行われ、NIIの研究者が、企業や学術関係者向けに研究成果や取り組みの最新

情報を発信しました。

第2日、一番の盛り上がりを見せたのは、NIIの研究者10名が、一人7分間の持ち時間の中でそれぞれ10件、合計100件の研究成果を発表する「NII研究100連発」=写真(上)。息つく暇もなく次々に繰り広げられる熱いプレゼンに、会場のお客様も圧倒された様子でした。今年はMCとして、タレントでエンジニアの池澤あやかさんが登場。武田英明教授と息の合った司会で、イベントをよりいっそう盛り上げていただきました。

今年初めて開催したSINETアイデアソンでは、昨年4月に本格運用を始めた学術情報ネットワーク「SINET5」の特性を生かした新たなイノベーションにつながるアイデアを競っていただきました。小学生のための情報学ワークショップ「くまを動かそう～楽しいプログラミング講座」では、坂本一憲助教が開発したプログラミング学習アプリを使用し、子どもたちが楽しみながら、ぬいぐるみのクマを動かすプログラミングに挑戦しました。

両日とも、ポスター展示やデモ・体験

コーナーには多くのお客様が訪れ、研究者に熱心に質問したり、研究の成果を体験したりする姿が見られました=写真(下)。



▶「学術情報基盤オープンフォーラム2017」も

オープンハウスに先立ち、6月7日から9日まで、「学術情報基盤オープンフォーラム2017」を開催しました。本フォーラムは、NIIが構築・運用する学術情報ネットワーク「SINET5」において実現する大学・研究機関での教育研究環境の具体的なイメージをいち早く関係者と共有し、利用者とともに発展させることが目的です。

3日間のプログラムでは、「認証(学認)トラック」「クラウドトラック」「SINETトラック」など7分野でセッションを行い、それぞれの会場で、学術情報基盤の未来に向けて、講演や活発な議論が続きました。

「セキュリティトラック」では、「『橋渡し人材の育成に向けて』—国内サイバーセ

キュリティ全体の底上げをめざして—」を行い、今年7月から本格的にスタートさせる「サイバーセキュリティ人材育成プログラム」について、大学間連携に基づいたサイバーセキュリティ人材育成のあり方やサイバー攻撃情報共有のあり方など、大学や研究機関のセキュリティ担当者と議論を行いました。

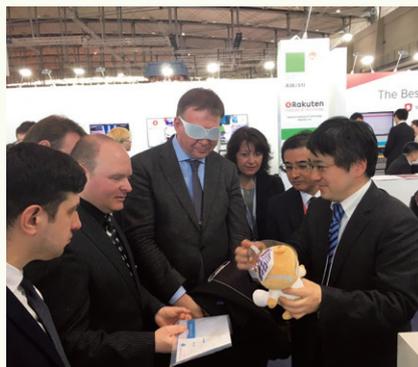
CeBIT2017に初出展

「サイバー／フィジカル境界における生体情報保護」をテーマに展示

NIIは3月20日から24日にかけて、ドイツ・ハノーバーで開催された国際情報通信見本市「CeBIT2017」に初出展しました。CeBITはIoT(モノのインターネット)やビッグデータ、人工知能(AI)、ロボットなどの先端技術を活用したB to Bソリューションの世界最大級の展示会です。

NIIが出展したのは「Life / Office / Society」のゾーンで、越前功教授が「NII-BioSec: サイバー／フィジカル境界におけ

る生体情報保護」をテーマに展示を行いました。NIIのブースでは、プライバシーを保護する技術を福井県鯖江市の眼鏡製造技術を活用して実用化した「PrivacyVisor」、指紋盗撮防止手法である「BiometricJammer」を紹介しました=写真。世界各国から訪れた来場者は、「この技術をどう社会に実装するのか」「指紋の盗撮など、自分の身におきると考えると恐ろしい。大切な問題だ」といった感想を話していました。



平成29年度 科学技術分野の 文部科学大臣表彰

SINET5 開発担当者、安達副所長、吉田准教授らに表彰状

文部科学省が科学技術に関する研究開発、理解増進等において顕著な成果を収めた者を顕彰する「平成29年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰」の表彰式が4月19日、文部科学省講堂で行われました。NIIからは、科学技術賞（開発部門）を受賞した SINET5 の開発担当者5名、科学技術賞（科学技術振興部門）を受賞した安達淳副所長、若手科学者賞を受賞した吉田悠一准教授に松野博一文部科学大臣から表彰状が授与されました＝写真。

SINET5 開発担当者は、漆谷重雄教授、阿部俊二准教授、山田茂樹リサーチ アドミニストレーター（URA）・特任教授、中村素典特任教授、合田憲人教授の5名です。

受賞者を代表して漆谷教授が「私のチームは、全国850以上の大学などが利用する超高速の通信ネットワークの研究開発を行っており、大学の皆様から多大なご支援・ご協力を得ながら運用しております。最近の開発のサイクルが早くて苦しいことも多いのですが、今回の受賞ですべて報われた思いです」などと謝辞を述べました。



文部科学大臣表彰を受賞した（左から）吉田准教授、安達副所長、SINET5の開発担当者の山田URA・特任教授、阿部准教授、漆谷教授、中村特任教授、合田教授

総研大 学位授与記念 メダルを贈呈

情報学専攻修了生 未来へ羽ばたく

国立情報学研究所は3月23日、総合研究大学院大学複合科学研究科情報学専攻生に対する学位授与記念メダル贈呈式と優秀学生表彰式を行いました。本研究所は総合研究大学院大学に参加し、複合科学研究科情報学専攻を設置。5年一貫制博士課程と3年次編入学博士課程の研究教育指導にあたっています。

平成28年度春季の学位授与対象者は、本研究所で学んだ情報学専攻修了生8人と連携大学院修了生3人の合計11人。贈呈式では、指導教員が学位授与対象者の業績紹介を行ったあと、喜連川優所長が一人ひとりにメダルを贈呈しました。また、優秀学生には井本桂右さん、TRUONG, Thao Nguyenさん、WANG, Xinさんが選ばれ、喜連川所長が記念盾を手渡しました。

▶新入生に専攻の概要説明

平成29年度4月期は、5人が入学し、4月5日に新入生ガイダンスを行いました。ガイダンスでは、専攻長の胡振江教授らが専攻の概要などについて説明し、職員が図書室など所内の施設を案内しました。

予定

平成29年度 市民講座「情報学最前線」が7月にスタート

国立情報学研究所の研究者らが、情報学に関連したさまざまなテーマについて、一般向けにその最前線を解説する市民講座「情報学最前線」の平成29年度の日程、プログラムが決まりました。プログラムの詳細、お申し込みは、NII公式サイトの以下のページをご覧ください。

<http://www.nii.ac.jp/event/shimin/>

第1回 7月12日(水)

講師：坂本 一憲（アーキテクチャ科学研究系 助教）
テーマ：やる気を引き出す人工知能—個性を活かして学習意欲を高めるAI—

第2回 8月25日(金)

講師：小坂 英男（横浜国立大学 大学院工学研究院 教授）
テーマ：ダイヤモンドと量子情報—テレポーテーションから量子認証まで—

第3回 9月12日(火)

講師：小出 哲彰（情報・システム研究機構 研究員）
テーマ：ビッグデータから見える社会—Web/Wi-Fiビッグデータの活用—

第4回 10月18日(水)

講師：岸田 昌子（情報学プリンシプル研究系 准教授）
テーマ：動きをデザインする科学—制御屋さんのモノの見方と考え方—

第5回 11月16日(木)

講師：栗本 崇（アーキテクチャ科学研究系 准教授）
テーマ：時代を映すインフラ—電話から学術情報ネットワーク—

第6回 12月12日(火)

講師：ユ イ（コンテンツ科学研究系 助教）
テーマ：ウェブ上の膨大な画像・映像・音楽からの知識発見—マルチメディア情報で暮らしをもっと楽しく—

第7回 平成30年 1月30日(火)

講師：古川 雅子（情報社会相関研究系 助教）
テーマ：オンライン教育の可能性—学習ログ分析を学びに活かす—

SNS

「これいいね！」

Facebook、Twitterアカウントの最も注目を集めた記事（2016年12月～2017年5月）

国立情報学研究所NII(公式) www.facebook.com/jouhouken/

▶ CiNii Articles 論文ダウンロード機能の継続について

利用者みなさまにご不便をおかけしておりますことお詫び申し上げます。NII-ELSの終了にともない学協会との調整が必要な論文を除き、従前通りのサービス（ダウンロード機能を含む）を再開しました。詳細につ

いては下記のウェブページをご覧ください。
<http://www.nii.ac.jp/news/2017/0410>

(2017/04/10)

国立情報学研究所NII(公式) @jouhouken

CiNii Articles 論文ダウンロード機能の継続について

(2017/04/10)

つぶやくビット君 @NII_Bit

NII Todayのためのインタビューを終えた池澤あやかさん (@ikeay) が、広報チームのデスクに遊びに来てくれたびっと！

(2017/01/26)

*記事の本文は一部編集・省略しています。

情報 オリンピック と日本のIT

河原林 健一

Kenichi Kawarabayashi

国立情報学研究所
情報学プリンシプル研究系 教授

現在、世界を席巻している巨大 IT 企業 Google、Amazon、Microsoft、Apple、Facebook などを支えているのは、世界一流のエンジニアと研究者である。彼らは、スタンフォード大学、マサチューセッツ工科大学 (MIT)、カーネギーメロン大学 (CMU) などの超一流大学で Ph.D. を取得後、日本の企業が太刀打ちできないような「高給」を稼ぎ、世界の IT の潮流を作っている。

では、このような最高頭脳軍団はどのようにして作られるのか？ 日本では「天才プログラマー」が上記の人材を担っているように考えられているようである。確かにメモリ、スペースなどを最適化するようなプログラムを組む能力は重要だが、一番重要なのは G (ギガ) ~ T (テラ) サイズのデータサイズでも動作するような効率的な「アルゴリズム」を作成する能力である。アルゴリズムが悪ければ、どんなにプログラムを最適化しても、巨大データでは動作しない。

この能力は、プログラミング能力を鍛えるだけでは身につけることはできない。巨大データで動作するアルゴリズムを作成するためには、「計算回数」「スペース使用量」「コミュニケーションコスト」などの基本的な「コンピュータサイエンス」を理解する必要がある。離散数学、グラフ理論、グラフアルゴリズム、離散最適化、データ構造、データマネージメントなどの「数学」の能力が必要になってくる。

情報オリンピックは、決して「プログラミング能力」を問うコンテストではなく、「効率のよいアルゴリズムを作成する能力」を問うコンテストである。したがって、情報オリンピック参加者は、数学オリンピック参加者との重複が非常に多い。

私が研究総括を務める「ERATO 河原林巨大グラフプロジェクト」^[1]でも、最も即戦力になっている人材は、効率的なアルゴリズムを開発する能力に秀でていて、かつプログラミングできる若手（大学院生など）である。ここで重要なのは、効率的アルゴリズムを開発する能力の方がはるかに重要で、しかも、マスターすることが非常に難しいということだ。情報オリンピック参加者は、まさにこの能力の基本的な部分を大学入学以前に身につけているので、大学入学後、線形代数、離散数学、グラフ理論、データ構造、組合せ最適化などの基本的な数学・コンピュータサイエンス履修後、即戦力で世界最先端の研究に取り組むことができる。

日本の情報オリンピックでの成績は、世界でもトップクラスである。これは高校生レベルの年代は、世界でもトップクラスであることを意味している。残念ながら、そのような人材が情報分野で世界のトップクラスに成長した例はそれほど多くはない。おそらく大学入学後の早い段階で世界最先端の研究に触れずにいたので、追い抜かれてしまったのだろう。高校時代に世界トップクラスの人材を、情報分野の世界トップクラスの人材に引き上げることができれば、日本の IT 分野の未来は明るい。これこそが NII を含め日本の情報分野に突き付けられた大きな課題である。自分の ERATO を含め、NII として何とかこの課題に貢献したい。

[1]：国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST) が推進する戦略的創造研究推進事業・総括実施型研究 (Exploratory Research for Advanced Technology: ERATO) プロジェクトの一つ。

今後の予定

7月22日 | 平成29年度 軽井沢土曜懇話会 第1回「やれる理由こそが着想を生む『はやぶさ式思考法』」(講師：川口淳一郎 JAXA シニアフェロー) = 詳細は、NII 公式サイト以下のページで。

<http://www.nii.ac.jp/event/karuizawa/>

9月下旬 | 平成29年度 第1回産官学連携塾(講師:アーキテクチャ科学研究系 坂本一憲助教) = 詳細は、NII 公式サイト以下のページで。

<http://www.nii.ac.jp/research/iga/index.html#event>

表紙の言葉

世界各国から集まった高校生らが、アルゴリズムやプログラミングの能力を競い合う情報オリンピック。未来を担う天才たちの息づかい、活気あふれる試合の様子を、さまざまな表情のロボットで表現しました。

情報から知を紡ぎだす。

国立情報学研究所ニュース [NII Today] 第76号 平成29年6月

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

表紙画 | 城谷俊也 編集 | 田井中麻都佳

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

「NII Today」で
検索!



情報犬ビットくん
(NII キャラクター)

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