

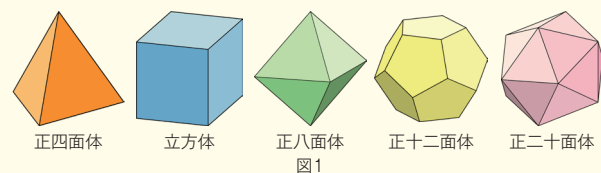


なるほど納得ゼミナール

本センターで制作された新作品をひとつずつ本コラムにて紹介します。

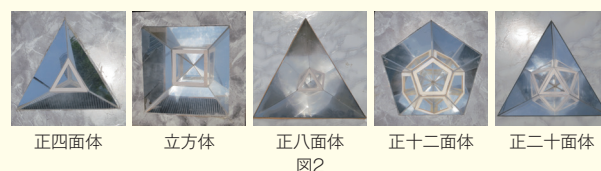
錐体鏡を作ってみよう

今回は鏡の反射を利用し、正多面体の像を一瞬にして作ってみせましょう。ご存知のように、正多面体は図1のように5種類あります。



それぞれの正多面体を作るには、その面の個数だけの正多角形が必要になります。例えば、正二十面体は20個の合同な正三角形が必要です。ところが、鏡の性質をうまく使うことで、たった一つの正多角形を用いて、これらの5つの各正多面体を映し出すことができます。

鏡をいくつかの合同な二等辺三角形に切り、それらを組み合わせて内側が鏡になるようにして、底面のない錐体を作ります。この錐体を**錐体鏡**と呼ぶことにします。そしてこの錐体鏡の中に、正三角形や正方形、正五角形の板を一枚入れるだけで、図2のような正多面体を見ることができます。



まず、正二十面体を映し出す錐体鏡について、その構造と作り方を説明します。図3は正二十面体で、Oはその中心(正二十面体の内接球、外接球の中心)です。面は合同な正三角形で、20個あります。その正三角形の一つを△ABCとします。Oを頂点とし、△ABCを底面とする正三角錐に着目します(図4)。

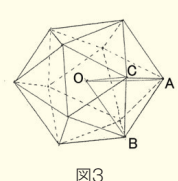


図3



図4

図4の正三角錐の側面の三角形の内部を鏡にします。これが正二十面体を映し出す錐体鏡となります。この錐体鏡の内部に△ABCより小さな正三角形の板を、錐体の軸に垂直に入れます。すると、この正三角形の板の鏡像が3枚の鏡に映し出され、その鏡像がさらに、鏡像となって映されます。これら鏡像は正二十面体の対称的な構造とピッタリと一致して、正二十面体が映し出されます。

図4の錐体鏡の側面の3つの三角形は、図5のような各辺の長さの比が次のような二等辺三角形となっています。つまり、3辺の比がこの二等辺三角形と同じ合同な三角形の鏡3枚を内部が鏡になるように錐体状に組めば、正二十面体を映し出す錐体鏡ができます。

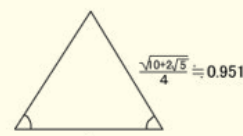


図5

同様に、それぞれの正多面体の中心(内接球、外接球の中心)を頂点とし、正多面体の一つの面を底面とする正多角錐に着目し、その内側を鏡にした錐体鏡を作り、その中に正三角形か正方形か正五角形の板を入れると、正多面体が映し出されます。

各多面体ごとに、錐体鏡の側面を構成している二等辺三角形の形を表1に示します。正二十面体以外の正多面体を映し出す錐体鏡の形と、中に入れる正多角形の板の関係を表にすると次のとおりです。

映し出す正多面体	錐体鏡の形	側面の二等辺三角形の鏡の形	
		底辺を1としたときの等辺の比	内角の大きさ
正四面体	正三角錐	$\frac{\sqrt{6}}{4} \approx 0.612$	109°28' 35°16' 35°16'
正六面体	正四角錐	$\frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0.866$	70°32' 54°44' 54°44'
正八面体	正三角錐	$\frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.707$	90° 45° 45°
正十二面体	正五角錐	$\frac{\sqrt{3}(1+\sqrt{5})}{4} \approx 1.401$	41°48' 69°06' 69°06'
正二十面体	正三角錐	$\frac{\sqrt{10+2\sqrt{5}}}{4} \approx 0.951$	63°26' 58°17' 58°17'

表1

正二十面体の各辺を3等分し、各頂点の周りで、これらの点を結んだ平面で頂点を含む部分を取り去ると、正二十面体の各面の正三角形は正六角形に変わります。このようにして得られる多面体は、正五角形と正六角形で作られる準正多面体でサッカーボール状の形になります(図6)。

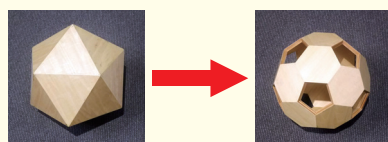


図6

このことは錐体鏡でも確かめることができます。実際、正二十面体を映し出す錐体鏡に入れた正三角形の上にさらに正六角形の板を入れると、図7のようにサッカーボール状の多面体が映し出されます。

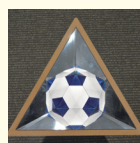


図7

(文責・制作 科学啓発室(数学体験館) 山口康之)

●お問合せ先

東京理科大学 理数教育研究センター(事務局：大学企画部 学事課理数教育推進室)

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3

TEL. 03-5228-7329 FAX. 03-5228-7330

理数教育研究センターホームページ <https://oae.tus.ac.jp/mse/>

数学体験館ホームページ <https://oae.tus.ac.jp/mse/taikenkan/>

その23

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

第23号

2017.12

発行：理数教育研究センター

Contents

- 1 公開シンポジウム「国際科学オリンピックーメダリストの心」開催報告
- 2 第20回JCDCG³を神楽坂キャンパスで開催
- 3 秋山仁先生著作コーナー「夢追い文庫」の新設
- 4 研究・教育活動紹介⑩
- 5 なるほど納得ゼミナール 錐体鏡を作ってみよう

公開シンポジウム 「国際科学オリンピックーメダリストの心」 開催報告

理数教育研究センター 理科教育研究部門長

渡辺 正



標記の公開シンポジウムを2017年10月22日(日)の午後、神楽坂キャンパス1号館17階の記念講堂で行いました。公開シンポジウムは今年度で6回目になります。

例年どおりグローバルサイエンスキャンパス(GSC)プログラムの一環で出席した受講生33名(高校生)のほか、中学生11名、小中高校教員13名、本学教員8名、他大学教員5名、本学学生8名、他大学学生8名、科学技術振興機構(JST)3名、企業等職員7名、本学事務系職員8名、その他9名も合わせた参加者は113名と盛況でした。事前の準備と当日の運営にご尽力いただいた学事課理数教育推進室の皆様にご挨拶申し上げます。

まずは浅島 誠副学長と秋山 仁センター長より、それぞれ生物学と数学オリンピックの運営経験も踏まえ、「チャレンジは若者を伸ばす」を主眼とするご挨拶があったあと、文部科学省科学技術・学術政策局人材政策課の米田 梓課長補佐から、教育再生会議の動向や、科学オリンピックに関係する政府施策の紹介、世界で活躍する人材の行動特性など、示唆に富むお話をいただきました。

続いてメダリストの登壇となり、数学の早川 知志君(東大3年。写真①)、情報の井上 卓哉君(東大1年)、物理の佐藤 遼太郎君(東大修士2年。写真②)、化学の正田 浩一朗君(東大3年)、生物学の村上 侑里夏さん(東大1年。写真③)、地学の宇野 慎介君(東大3年)、地理の佐藤 剛君(東大1年。写真④)に体験談を伺いました。予選に参加しようと思ったきっかけ、世界の仲間と競う意義と楽しさ、後輩へのアドバイスなどが要点です。「やる気になれば1年間でも成長できる」「仲間との交流はたいへん貴重」「問題を解くのと問題を見つけるのはまったく違う」「参加する勇気を持つ」となど、体験者ならではの言葉が印象に残っています。

以後はJST・ラオチぐさ氏の司会でメダリスト7名をパネリストとしたパネルディスカッションとなり、各科目の「勉強のしかた」や「進路選択への影響」などを語っていただき、参加者からの質問にも応える形で議論を深めました(写真⑤)。当日、関東に迫りくる台風21号の影響で、当初の予定時間を短縮することとなったのはやや心残りです。

GSC受講生を始めとする参加者からは、「メダリストの生の声を聞いて勉強する意欲が湧いた」「科学オリンピックの内容を具体的に知ることができた」「英語の大切さがわかった」「将来に向け、今からやれることがたくさんあると感じた」「もう少し話の内容を絞ってもよい」など、企画側の参考になる数々の感想が寄せられました。



(写真①) 数学 早川 知志 氏



(写真②) 物理 佐藤 遼太郎 氏



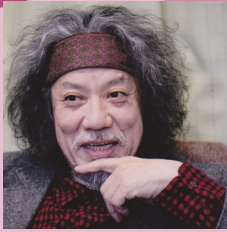
(写真③) 生物学 村上 侑里夏 氏



(写真④) 地理 佐藤 剛 氏



(写真⑤) パネルディスカッション

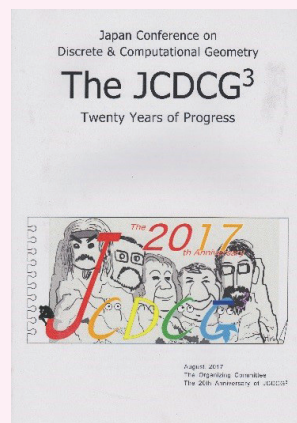
第20回JCDCG³を神楽坂キャンパスで開催理数教育研究センター長
秋山 仁

計算・離散幾何学の国際会議(JCDCG³)が2017年8月29日(火)～9月1日(金)の4日間、本学神楽坂キャンパスにて開催されました。本会議は1997年以来毎年(2008年を除く)開かれており、今回が丁度20回目の節目の大会となりました。今まで20回のこの国際会議の足跡を辿った小冊子“The JCDCG³ Twenty Years of Progress”が出版され、各参加者に配付されました。20回目の開催を記念して、この大会はこの分野で多大な貢献をしたVašek Chvátal教授、János Pach教授、Jorge Urrutia教授などに捧げられました。また、昨年亡くなったタイを代表する数学者の一人であったNarong Punnim教授の生前のご活躍を偲んで、特別セッションが開かれました。

招待講演者は以下の9人で、それぞれ50分のプレナリー講演を行いました。

Vašek Chvátal (Concordia University, Canada)
Erik Demaine (MIT, USA)
David Eppstein (University of California, Irvine, USA)
Mikio Kano (Ibaraki University, Japan)
Naoki Katoh (Kwansei Gakuin University, Japan)
Evangelos Kranakis (Carleton University, Canada)
János Pach (EPFL, Switzerland and Renyi Institute, Hungary)
Jorge Urrutia (UNAM, México)
Jin Akiyama (Tokyo University of Science, Japan)

また、80件を超える一般講演があり、内容別(幾何関係とグラフ、ゲーム関係)で大きく2つに分けて、パレルで25分講演を行いました。なお、本学会で発表された結果は厳正な査読の後、Springer社の“Graphs and Combinatorics”の特集号から来年、出版される予定です。

JCDCG³ 20年記念誌

本大会のプログラム委員、実行委員は、以下の方々に活躍していただきました。

Conference Chair

Toshinori Sakai (Tokai University, Japan)

Program Comittee

Jean Cardinal (ULB, Belgium)

Ruy Fabila-Monroy (Cinvestav, México)

Takashi Horiyama (Saitama University, Japan)

Hiro Ito (UEC, Japan; Chair)

Matias Korman (Tohoku University, Japan)

Stefan Langerman (ULB, Belgium)

Chie Nara (Meiji University, Japan)

Yoshio Okamoto (UEC, Japan)

Hiroataka Ono (Kyushu University, Japan)

Vera Sacristán (UPC, Spain)

Toshinori Sakai (Tokai University, Japan)

Tomohiro Tachi (The University of Tokyo, Japan)

Ryuhei Uehara (JAIST, Japan)

Yushi Uno (Osaka Prefecture University, Japan)

Aaron Williams (Bard College at Simon's Rock, USA)

Organizing Committee

Hiro Ito (UEC, Japan)

Takako Kodate (Tokyo Woman's Christian University, Japan)

Keiko Kotani (Tokyo University of Science, Japan; Co-chair)

Yasuko Matsui (Tokai University, Japan)

Atsuki Nagao (Seikei University, Japan)

Toshinori Sakai (Tokai University, Japan; Co-chair)

Kazuhisa Seto (Seikei University, Japan)

Xuehou Tan (Tokai University, Japan)

Shin-ichi Tokunaga (Tokyo Medical and Dental University, Japan)

最後になりましたが、本大会を支援していただいたJST CREST : Foundations of Innovative Algorithms for Big Data (ABD14)、東海大学、電気通信大学に心から感謝申し上げます。

JCDCG³ 2017 集合写真

秋山仁先生著作コーナー 「夢追い文庫」の新設

大学図書館長
三浦 和彦

2017年7月31日(月)、本学神楽坂図書館において、秋山仁先生著作コーナー「夢追い文庫」のオープニングセレモニーが開催されました。藤嶋学長、山本副学長、本間大学図書館長、主賓の秋山仁理数教育研究センター長がテープカットを行い、「夢追い文庫」は図書館第一閲覧室に新設されました。テープカットと同時に「夢追い文庫」は紅白の垂れ幕から顔を見せ、図書館利用者の夢を叶える文庫として、館外貸出も含め利用できることになりました。

秋山仁理数教育研究センター長から本学図書館に寄贈された資料の内容は、神楽坂図書館242冊(和書219冊、洋書23冊)、野田図書館215冊(和書193冊、洋書22冊)、葛飾図書館203冊(和書182冊、洋書21冊)と計600冊を超え、数学好きな本学学生の好奇心をそそる内容のものばかりです。洋書は

Springerより出版された秋山先生のご専門であるグラフ理論や離散幾何学を扱ったものが多いです。和書は表紙に秋山先生の似顔絵が描かれているものもあり、装丁そのものがユニークで、数学という難しい学問に笑いを誘ってくれています。数学のクイズや先生の失敗談、若者に贈る言葉に関する書籍も多いです。私は10月1日より本間大学図書館より大学図書館長を引き継ぎ、この「夢追い文庫」の利用促進のため、様々なことを検討しています。図書館の閲覧コーナーには、学生に関心を高めてもらおうと、オープニングセレモニーでのテープカットの写真を飾っています。秋山先生の最大の魅力は数学的思考を若い時期に発掘し、優れた才能を伸ばそうとする指導力です。この「夢追い文庫」を最大限に活用し、本学からも魅力ある数学者が育って欲しいと願っています。



「夢追い文庫」オープニングセレモニーでのテープカットの様子



「夢追い文庫」の書棚と三浦大学図書館長

研究・教育活動紹介⑩

科学教育研究科 科学教育専攻 教授
小川 正賢

私の研究分野「科学教育」には、「科学と教育」に関わる多様な研究が含まれます。学校教育での理科や理科教師養成に関する研究に限らず、総合的な学習、環境教育、防災教育などに関する研究、大学での自然科学教育、理工系人材育成に関する研究、さらに学校外では、科学博物館、科学館等での科学コミュニケーション研究なども「科学教育」という研究分野に含まれます。私自身は、キャリアの初期の20年は、国立大学の教員養成学部で、初等・中等の理科教育法や理科教育論、理科教師養成科目の教授法・カリキュラム開発といった研究や教育を行いました。次の10年は、別の国立大学で高等教育での理工系カリキュラム開発論、大学教授法開発、理工系人材開発政策といった問題に取り組みました。本学に赴任して9年目ですが、現在は、「科学技術が高度化した現代社

会において、科学と人間がうまく共存していくためにはどのような関係性を構築すればいいかという問題を『教育』という切り口から見直してみる」といった研究が主で、現在の理科教育という実践活動の背後にある暗黙の了解や前提などを問い直し、科学と人間の今後のありようについて考えています。残念ながら、このようなテーマで研究したいという学生さんはまれで、この間、修士課程2名、博士後期課程3名(1名は留学生)ほどです。ただ、国際的には、科学文明と距離のあった非西洋文化圏の大学院生は、科学文明と自分たちのアイデンティティの葛藤を含めて、このような分野の研究に積極的に取り組んでおり、彼らへの指導助言をボランティアで行うこともたびたびあります。東アジアも非西洋文化圏ですが、人間の科学との向かい合い方、距離のとり方については西洋型の価値観に馴染んでいるようで、東アジア以外の同業者からは不思議がられます。廻り道かもしれませんが、このような研究も科学技術や情報が主導する将来の日本社会での理科教育のありようを考えるうえで、何らかの役に立つのではないかと密かに思っています。