



### なるほど納得ゼミナール

本学で制作された数学教具等の新作品をひとつずつ本コラムにて紹介します。

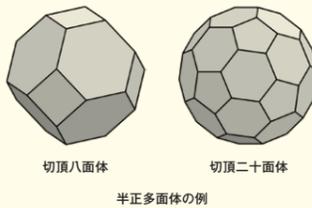
## ジョンソン・ザルガラー多面体

すべての面が正多角形であるような凸多面体は、一体、どのくらい存在するのでしょうか？ また、正三角形、正方形、正五角形、正六角形の4種類の正多角形だけを面にもつ凸多面体は存在するのだろうか？

5種類以上の正多角形だけを面にもつ凸多面体は存在するのだろうか？  
多面体は古代ギリシャ時代から、プラトン、アルキメデス、ユークリッドなどの多くの数学者の興味の対象となった研究分野ですが、現在でも未解決問題が多く残っている未知の宝庫です。そこで、今回は正多角形だけを面にもつ凸多面体について紹介しましょう。

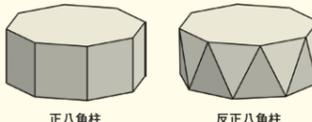
全ての面が正多角形からなる凸多面体のことを、**整凸多面体**(regular-faced convex polyhedron)といいます。ちなみに、正多面体、半正多面体、正角柱、反正角柱は、いずれも整凸多面体です。

**正多面体**とは、すべての面が同一の正多角形からなり、頂点形状が合同(頂点に集まる正多角形の種類と順序が同じ)な多面体(5種類)です。**半正多面体**とは、すべての面が正多角形(同一でなくても良い)で、頂点形状が合同な正多面体以外の凸多面体(13種類)です。



半正多面体の例

**正角柱**は、2枚の合同で平行な正多角形の間に四角形(整凸多面体の場合は正方形)を立たせた多面体です。**反正角柱**は、正角柱をねじって側面の四角形を三角形(整凸多面体の場合は正三角形)にした多面体です。正角柱も反正角柱も、正多角形に厚みをもたせた形状なので、その種類は無数にあります。



角柱や反角柱の例

正多面体、半正多面体、正角柱、反正角柱は、対称性や規則性のある整凸多面体ですが、それら以外の整凸多面体については、1966年、アメリカの数学者ノーマン・ジョンソン(Norman Johnson)が全92種類を発表しました。その時点で92種類が全てであるという証明はされていませんでしたが、その3年後の1969年、ロシアの数学者ヴィクター・アブラモヴィッチ・ザルガラー(Victor Abramovich Zalgaller)がコンピュータを駆使して証明しました。これら92種類の整凸多面体は、2人の数学者の名前をとって、**ジョンソン・ザルガラー多面体**(以下、簡単に**JZ多面体**と記す)と呼ばれています。

JZ多面体の92種類のうち、17種類は**単位立体**といって、2つ以上の整凸多面体に分解できない立体です。それら以外のJZ多面体は、複数の整凸多面体を組合わせた立体になっています。

JZ多面体には、例えば、J1:正四角錐、J2:正五角錐、J3:正三角台塔、...と、このように番号と名前が与えられています。さらに番号順に分類もされています。JZ多面体を大きく分類すると3つに分けることができます。

- J1~J48(48種類)**:角錐、台塔、丸塔(J1~J6)は、それぞれ単位立体で、それら同士や、あるいは、それらと角柱、反角柱を組み合わせたもの
- J49~J83(35種類)**:角柱、正多面体、半正多面体の面に、角錐あるいは台塔を取り付けたり、取り除いたり、回転させたりしたもの
- J84~J92(9種類)**:他のJZ多面体とは無関係のもの。ただしJ87は、J86に角錐を取り付けたもの。J84~J86、及びJ88~J92は単位立体。

どのようなものなのか、参考のためにいくつか図で紹介いたします。

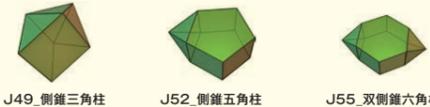
### J1~J6:角錐・角台塔・角丸塔



### J7~J48:角錐柱・角錐反柱



### J49~J57:側錐角柱



### J58~J83:正多面体の変形



### J84~J92:その他



92種類のJZ多面体を観察すると、各面は、正三角形、正方形、正五角形、正六角形、正八角形、正十角形の6種類の多角形のみで構成されています。JZ多面体は、正多面体などは違って、規則性や対称性があまりなく、頂点ごとに形状が異なるため、一方向から見ただけでは、見えない部分がどうなっているのかが分かり難いので、立体の実物を多方向から見て確かめることが重要です。数学体験館には、JZ多面体を実際に見て確かめられるように、図形学習用教具のポリドロンで作ったものが展示されています。



(文責・制作 数学体験館 山口康之)

# 理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

## 第29号

2019.7  
発行: 理数教育研究センター

## Contents

- 1 なるほど科学体験館のオープンについて
- 2 ノーベル平和賞受賞者 マララ・ユスフザイ氏が 数学体験館を訪問
- 3 2019年度 坊っちゃん講座 第1回開催報告
- 4 なるほど納得ゼミナール ジョンソン・ザルガラー多面体

### なるほど科学体験館のオープンについて

学長  
松本 洋一郎



去る2019年6月13日(木)、野田キャンパス20号館に、小学校高学年の児童から中学校・高等学校の生徒や一般の方々を対象とした「なるほど科学体験館」をオープンしました。

同施設は、昨年度より進めている「近代科学資料館の発展的方策」の一つとして、東京理科大学の建学の精神である「理学の普及をもって国運発展の基礎とする」を具現化する施設です。

館名の「なるほど」は、来館者、特に児童・生徒たちが、「原理や本質が分かった」というような納得感や、何かを発見し自然科学に対する興味を引き出すことができる施設であること。「科学」は、算数・数学のほかに理科の分野も範囲としていること。「体験館」は、ハンズオンで学ぶことができる展示物・展示方法を数多く用意していくこと。このようなコンセプトを基に命名しました。この名称が、広く愛されていくことを期待しています。

建物の1階は、神楽坂キャンパスの「数学体験館」と同様に、算数・数学の教具・教材が多数配置されています。2階は、近代科学資料館から移設した計算機コレクションの中から厳選して年代順に展示し、仕組みや原理が分かるよう、説明に工夫が施されています。また、様々な興味深い理科の実験教材が並べられ、児童・生徒たちだけでなく、学生や一般の方々も魅了する展示室となっています。館内には、インストラクターを配置し、来館者がその解説の下、ハンズオン形式で発見を体感できる工夫もされています。今後は、野田キャンパスで活発に行われている研究活動についても紹介していきたいと考えています。

オープン当日の開所式・内覧会には、来賓として文部科学省 視学官の長尾篤志氏、野田市教育委員会 教育長の佐藤裕氏、本巣市教育委員会 教育長の川治秀輝氏をお招きし、本山和夫理事長をはじめ法人役員、学長室関係者と、野田キャンパスの学部長・学科主任等が出席し、今後のより有効な活用などについて活発な意見交換を行いました。この施設によって、地域に根ざした野田キャンパスならではの特色ある教育活動、社会貢献活動を促進し、「理学の普及を以って国運発展の基礎とする」を伝えていきたいと考えています。



なるほど科学体験館



東京理科大学 なるほど科学体験館 開所式 2019年6月13日

テープカット



肖像画廊開式



物理学講習所を創設した21人の理学士らの肖像画

●お問合せ先  
東京理科大学 理数教育研究センター(事務局:学務部 学務課)

〒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/>

## ノーベル平和賞受賞者マララ・ユスフザイ氏が数学体験館を訪問



理数教育研究センター長  
秋山 仁

2014年にノーベル平和賞を受賞したマララ・ユスフザイ氏が、2019年3月24日(日)に東京理科大学数学体験館を訪問しました。マララ氏は、「女性が輝く社会」の実現に向け日本政府が2014年から毎年開催している国際女性会議WAW!／W20(3月23日、24日に都内で開催)で基調講演を行うため、初来日されました。

マララ氏の本学訪問は、女性のSTEM教育(科学[Science]・技術[Technology]・工学[Engineering]・数学[Mathematics]の教育分野の総称)の増進について本学の取り組みを視察するとともに、向井千秋特任副学長と対談することを目的として実施されました。

当日は、まず向井特任副学長と木村真一教授(理工学部電気電子情報工学科)から、大学生・高校生に本物の宇宙科学技術を学ばせる「宇宙教育プログラム」と、宇宙滞在技術の研究開発拠点である「スペース・コロニー研究センター」の取り組みについて紹介しました。さらに、事例紹介として、宇宙教育プログラム受講生の代表2名(本学学生及び高校生)が、宇宙教育プログラムの実験チームで製作した微小重力実験装置につい

て発表しました。

その後、筆者から、数学を五感で体感できる「数学体験館」の取り組みについて紹介しました。マララ氏は数学体験館に展示してある作品に大変興味を抱いた様子で、数学的帰納法の仕組みを伝える教具(コロコロ・リング)を手に取り、「まるでマジックのようだ」と感想を述べられ、何度もご自身で実験していました。コロコロ・リングがとても気に入った様子なので、一式プレゼントいたしました。

マララ氏からは、「現在、世界の1億3,000万人に上る女性に教育を受ける機会が与えられていない。この事実の世界の多くの人々が関心を持ってほしい」、「ここにいる皆さんが成し遂げたことを世界へ発信し、若い女性たちが自分たちも教育を受け、努力をすればいろいろな可能性が拓けるということを伝えていただきたい」とのコメントをいただきました。そして、数学体験館の壁に「One child, one teacher, one book and one pen can change the world.」とメッセージをいただきました。



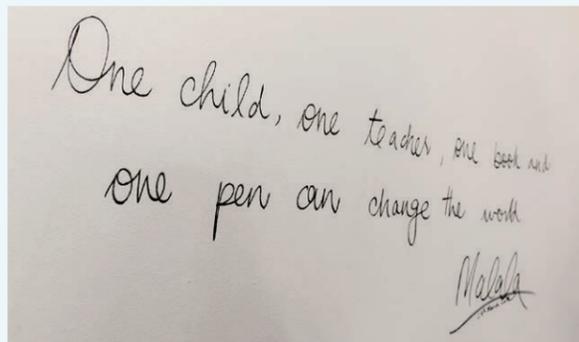
左から向井特任副学長、マララ氏、筆者



マララ氏と宇宙教育プログラム受講生の記念撮影



木村教授による本学の取り組みの紹介



マララ氏からのメッセージ

## 2019年度坊っちゃん講座 第1回開催報告



基礎工学部 生物工学科 教授  
西山千春

「坊っちゃん講座」は、高校生や中学生を対象としながら、その保護者や教育関係の方々、科学に興味をお持ちの一般の方など、年齢も興味の方も多様な皆様聴衆として参加して下さる会です。事務局より、事前にそのような幅広い聴衆層であるという情報と、さらに、自身の中高時代の話も含めてとのリクエストをいただきました。もとより中高生向けにお話ししたいと日頃から願っていたこともあり、些か気合いが入り過ぎた結果、90分には過剰量のスライドを用意して神楽坂へと馳せ参じることになりました。

免疫は、血球系細胞を中心に様々な細胞が、時に体の中を動き回りながら多彩な働きをしており、日々の生活の中で人知れず感染やがんから私たちを守っています。一方、バランスが崩れると自己免疫疾患やアレルギー疾患を引き起こすことにもなる複雑な現象です。免疫学はライフサイエンスの中でも難解な分野というイメージがあるようで、学生達からは面白いけど難しい、好きな科目だけど勉強が大変、といった声が聞かれます。日本免疫学会では、一般の方々に免疫学を身近に感

じてもらおうとアウトリーチ活動を展開しており、当研究室でも毎年、学生達がボランティアとして参加しています。

そのような免疫を、「免疫が丸ごと分かる90分」というタイトルで分かりやすく紹介することを謳ってしまいました。はてさて、うまく伝わるかしらとスタートしましたが、皆さん、実に乗りがよく、熱心に聞き入って、講師の問いかけに素早く反応し、たくさん笑って下さって、講師にとっても大変やり易く楽しい時間となりました。

後日、事務局より当日のアンケート結果を受け取り、聴衆の皆さんから寄せられたコメントを拝見しました。「説明がわかりやすく、楽しいものだった」「疑問に思っていたことも解決できた」「興味がわいてきました」「最先端の研究を見ることができてとても良かった」「進路決定によかった」数々の素敵な言葉を頂戴して、当日の楽しかった雰囲気思い出しながら、よい経験をさせていただいたことに感謝しております。



2019年4月20日(土) 神楽坂キャンパスにて開催

## 「東京理科大学 坊っちゃん講座」とは



世界にはまだ、未解決の謎がたくさんあります。また、その謎を解き進めると素晴らしい未来、技術につながることもたくさんあります。東京理科大学では、これらの謎の解明やその応用研究において世

界をリードしている研究者が、高校生・中学生向けにわかりやすく語る公開講座シリーズ「東京理科大学坊っちゃん講座」を開講しています。9月以降も毎月開催しますので、是非ご参加ください。

	日程	講師	タイトル
第6回【神楽坂キャンパス】	9月21日(土) 14時~15時30分	松野 隼也 氏 (東芝メモリ株式会社 メモリ事業部) ※2018年度東京理科大学理窓博士会(本学同窓会)学術奨励賞受賞者	集積回路(IC)とメモリ技術で、ワクワクする未来の創りかた
第7回【神楽坂キャンパス】	10月26日(土) 14時~15時30分	小柳 潤 准教授 (本学基礎工学部材料工学科)	宇宙利用における力学の基礎
第8回【神楽坂キャンパス】	11月9日(土) 14時~15時30分	本田 暁紀 氏 (国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター 分析計測標準研究部門) ※2018年度東京理科大学理窓博士会(本学同窓会)学術奨励賞受賞者	ナノの世界を見る! プローブ顕微鏡の話
第9回【神楽坂キャンパス】	11月30日(土) 14時~15時30分	新田 泰文 講師 (本学理学部第二部数学科)	次元の話 -4次元ってどういうこと?-
第10回【神楽坂キャンパス】	12月21日(土) 14時~15時30分	木村 吉郎 教授 (本学理工学部土木工学科)	『風』を工学する -タコマ橋事故から大型風車まで-
第11回【神楽坂キャンパス】	1月11日(土) 14時~15時30分	黒崎 泰典 准教授 (鳥取大学 乾燥地研究センター 総合的砂漠化対処部門) ※理学部第一部物理学科卒業生	健康被害、気候変動を引き起こす黄砂 -その発生メカニズムの最新研究-
第12回【葛飾キャンパス】	2月22日(土) 14時~15時30分	寒水 孝司 教授 (本学工学部情報工学科)	医療を発展させる統計学のチカラ
第13回【神楽坂キャンパス】	3月7日(土) 14時~15時30分	高橋 秀依 教授 (本学薬学部薬学科)	埋もれたキラリティーを探して -大学でできる創薬化学-

### 参加申込方法

理数教育研究センターホームページよりお申込みください。当日、会場に余裕がございましたら当日受付も可能です。

<https://www.tus.ac.jp/event/entry/pr/bocchan2019/>

※上記URLへアクセスいただくか、「坊っちゃん講座 申込」でWeb検索してください。

