



#### なるほど納得ゼミナール

-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。

#### 対数螺旋

オウムガイやサザエなどの巻貝や、台風のときの渦を巻いた雲の形など、 自然界を観察しているとよく見る螺旋(らせん)がありますが、これらの螺旋を 「対数螺旋」と呼びます。今回は対数螺旋がどのような螺旋なのか説明しま

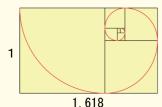




まず、具体的な形で考えてみましょう。円錐を用意します。円錐面の裾部から 頂点に向かって、一定の勾配で登る坂道を描きます。坂道の勾配は一定です が、だんだん頂点に近づくに従って、カーブは急になっています。そしてこの坂 道を円錐の真上から見たとき、対数螺旋になります。

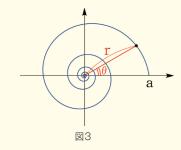


17世紀のスイスの数学者、ヤコブ・ベルヌーイ(1654~1705)によって対 数螺旋の研究が行われ、図2のように、黄金比(1:1.618)をもつ長方形を等 比的に縮小させながら回転させることで描かれる螺旋を、ベルヌーイ螺旋と呼 びますが、たんに、対数螺旋のことをベルヌーイ螺旋と呼ぶこともあります。



r=ae<sup>bθ</sup> (ただしa>0) という指数関数で表し、グラフにすると図3のようになります。

極座標平面上では、

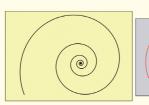


b>0のときは $\theta$ が増加するとrも増加し、b<0のときは $\theta$ が増加するとrは減 少します。つまりbの符号によって渦の向きが右まわりか左まわりに決まります。 図3の場合はb<0になっています。

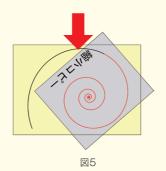
因みに、対数螺旋は指数関数で表しますが、歴史的に指数関数よりも対数の方 が先に認知されていたので、「対数螺旋」と呼ばれるようになりました。 対数螺旋の特徴としては、図4のように、中心点から引いた半直線と接線との なす角度が常に等しくなるので、「等角螺旋」とも呼ばれています。



また、完全な自己相似形です。ある一定の倍率だけでなく、任意の倍率で縮 小または拡大したものを、適当に回転させることで元の螺旋と一致します(図 5)。







対数螺旋を円盤に描き、回転させると回転しているようには見えず、螺旋が 連続的に拡大(または縮小)していくように見えます。床屋さんの回転看板にも この特徴が活用されています。



(文書・制作 数学体験館 川口康之)

#### ●お問合せ先

東京理科大学 理数教育研究センター(事務局: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/

# 数数盲フォ

## Renovate Math & Science Education

## 第27号

発行:理数教育研究センター

# Contents

- 「東京理科大学 坊っちゃん講座 | の開講
- ドミニカ共和国 数学支援プロジェクト
- 公開シンポジウム 「国際化学オリンピック ―メダリストに学ぶ」 開催報告
- The 21st Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games (JCDCG3)が Ateneo大学で開催
- なるほど納得ゼミナール 対数螺旋



クリスマス講義で聴衆に実験講義をする



「東京理科大学 坊っちゃん講座」で実験講義をする 秋山 仁先生

### 「東京理科大学 坊っちゃん講座 | の開講

理数教育研究センター 理科教育研究部門長 松田良



去る9月、私はロンドンの英国王立研究所を訪問した。そこは、かのハンフリー・デー ビーやマイケル・ファラデーが活躍した場所。ファラデーは十代の頃、製本屋に奉公しなが らこの研究所でデービーの公開講演を聞く機会を得た。その講義にinspireされたファラ デーは、清書した講義ノートを製本してデービーに献上し、彼の実験助手を申し出た。デー ビーは電気分解を用いて6種類の元素を発見した19世紀初頭の花形科学者。講義もう まく、公開講座も盛況だった。彼にinspireされたのはファラデーだけではなかった。デー ビーは電気刺激で死んだ蛙の筋肉が動くことを話し、それにinspireされた少女メアリー・ シェリーは後に「フランケンシュタイン」を書いた。1825年、ファラデーは「クリスマス講 義」という子供向けに科学の実験講義を始めた。この講義は毎年行われ、現在も続いて いる。19世紀の英国の科学者の多くは子供時代に聞いた「クリスマス講義」にinspireさ れた記憶を持つという。その後、頻繁に開講する「金曜講座」も加わった。そのお陰で科 学者が子供たち向けに公開の場で科学を語るスタイルが定着し、その後の英国社会の発 展に大きく影響した。今も王立研究所にはデービーやファラデー直筆のノート、自作の実 験器具などが展示されている。この公開講座なくして、電磁誘導を見つけたマイケル・ファ ラデーや「フランケンシュタイン」を書いたメアリー・シェリーは生まれなかっただろう。

このロンドンで始まった「クリスマス講義」や「金曜講座」を本学でも始めたい。高い 感受性をもつ中高生に積極的に科学の面白さを伝えたい。そのような思いを実現すべ く、本学理数教育研究センター主催、理窓博士会共催の公開講座「東京理科大学 坊っ ちゃん講座 | をスタートした。その初回 (本年9月22日(土)) は、秋山 仁先生 (本学特 任副学長、理数教育研究センター長)の「やりたいこと、それがあなたの天職!-学問に 国境なし一」。150名を超える聴講者は、秋山先生の数学人生の歩みに耳を傾け、平面 や空間充填というグラフ理論の一端を示す様々な教具を駆使した実験講義にinspire された。講義終了後も質問とサインを求める生徒たちの長い列が続いた。10月13日 (土)、渡辺 正嘱託教授は「化学(科学)のチカラー常識を疑う心」について語り、中 高生や大学生も議論に加わった。今年度の坊ちゃん講座は、12月8日(土)、12月22日 (土)、1月12日(土)にも開講される。今後、この講座をインターネットで全国(いや、世 界中)の青少年向けに発信していきたい。この「東京理科大学 坊っちゃん講座」を聞い た中高生の中から、科学の話にinspireされ、その生涯を科学に捧げ、人類に幸福をも たらす人材が生まれてくることを期待したい。



第I期(2017年度)、第I期(2018年度)の活動の成果と、第Ⅲ期(2019年度)の活動に向けての計画と課題について報告しましょう。

第I期では、ドミニカ共和国 (DR) の国民に対し数学の重要性 (有用性や面白さ)を伝える活動を主に行いました。そのために 首都サントドミンゴの国家通信庁 (INDOTEL) に数学博物館を 創設し、また、DR各地で学生 (大学生・高校生・中学生・小学生) や市民を対象とする講演会を多数行いました。また、テレビや新聞の取材を積極的に受け、数学教育の改革がDRの将来にとて も重要であることを訴えてまいりました。

第Ⅲ期の今年度は、主に数学教員の指導力を強化する目的で全国の5つの主要都市(サントドミンゴ、アスア、サンティアゴ、ラ・ベガ、ラ・ロマーナ)を巡回訪問しました。各地区では、数学教員対象の研修会を行い、生徒が算数・数学に関心を抱き、深く考える習慣を育成するための模擬授業を行いました。また、研修会の最後に教育委員会や主要な数学教員との討論会を行いました。地区によって教員の取組みの熱意に差がありましたが、概ね積極的でした。多くの教員達から、このような研修会を定期的に行って欲しいとの要望がありました。

また、DR滞在中、ナバーロ教育大臣、ゴメス高等教育次官、メルセデスINAFOCAM総裁、デ・ラ・クルスPUCMM大学学長等と何度も会議を持ち、教員資質向上のための方策について話し合うと共に、第Ⅲ期の支援活動について協議しました。その結果、以下のことが確認されました。

- 1. 教育の効果は短期間では現れないので、中・長期的視野に立ってこの活動を継続的に展開していくことが必要である。
- 2. 教員の意識を変え、力量ある教員を育てるため各地区に 於いて定期的に研修会を開催し、国家教員人材育成学院 (INAFOCAM)がそれを主導する。
- 3. 第Ⅲ期の事業として、DRの数学教員(最大10名)に東京理 科大学に来ていただき、新しい数学教育に関する研修を行な う。旅費はDRのINAFOCAMが支援し、日本での滞在費は 外務省、JICA(国際協力機構)、東京理科大学など日本側で 捻出する。
- 4. 日本側から数学教育の専門家を毎年派遣し、INAFOCAMまたは、PUCMM大学でワークショップやセミナーを行なう。
- 5. NHK数学番組164本をスペイン語に翻訳し、各学校に配布 し、授業で役立たせる。

- 6. 国家通信庁(INDOTEL)に創設した数学博物館をより便利 な場所へ移すことも、今後検討する。また、数学博物館で作 品を解説するインストラクターを育成するため、来年2月に東 京理科大学から志願する学生を約1ヶ月間、派遣し、インスト ラクター養成講座を行なう。
- 7. DRの優秀な生徒を早期に見出し、彼らの能力を伸長させる ための支援を行なう。来年6月のカリブ数学オリンピックの DRでの開催に際し、中島さち子先生を派遣し、優秀な生徒 対象に集中トレーニングを行う。
- 8. JICAでDRにおいて教育支援を行なっていた柳原氏のレポートを参考にし、子供たちの多くがつまずく概念(九九、3 桁と2桁の掛け算や割り算、分数の四則計算、比と比例、面積、通分と約分等)を整理し、それらを克服するための教材や教具を東京理科大学数学体験館で十数点開発し、DRの数学博物館に寄贈した。

例えば、その中の一つは、「"通分を行なう際、分母を最小公 倍数で揃える"という習慣がDRの生徒たちにない」との指摘 を受け、最小公倍数や最大公約数を実感できる教具を開発 した。教員たちにも大変好評だった。

9. 来年度からDRの3つの大学に数学のPhDコースが開設される予定である。その各大学において、離散数学の指導を担当できる教員を派遣する。

この事業を意義あるものにするため、理数教育研究センター を始め、本学の先生方のご理解とご協力を、この場を借りて、お 願い申し上げます。



ドミニカ共和国での研修会

## 公開シンポジウム [国際科学オリンピック―メダリストに学ぶ | 開催報告



標記の公開シンボジウムを2018年10月28日(日)の午後、神楽坂キャンバス1号館17階の記念講堂で行いました。公開シンボジウムは今年度で7回目になります。参加者は中高生13名、小中高校教員9名、本学教員5名、他大学教員2名、本学学生4名、他大学学生7名、科学技術振興機構(JST)2名、企業等職員10名、本学関係者4名、その他36名を合わせ計92名でした。準備と運営にご尽力いただいた学務課の各位に感謝申し上げます。

日本初の五輪参加(1990年)の経緯から「挑戦の意義」を訴える秋山センター長の開会挨拶に続き、文部科学省科学技術・学術政策局人材政策課の坂本修一課長(写真①)から、「リーダーの卵」育成に向けた施策の紹介など、示唆に富むお話をいただきました。

続いてメダリストが登壇し、数学の金城 翼君(東大4年)、情報の坂部圭哉君(東大1年。写真②)、物理の高橋拓豊君(東大3年)、化学の竹内 碧君(東大3

年。写真③)、生物学の中桐悠一郎君(東大1年)、地学の土井聖明君(東大3年)、日名子晃一君(広島大1年)に体験談を伺いました。「やれば面白い」「とにかく挑戦!」「海外の仲間との交流が楽しい」などが共通のキーワードだったと思います。

Renovate Math & Science Education 東京理科大学 理数教育研究センター

以後はJST・ラオちぐさ氏の司会でメダリスト7名のパネルディスカッションとなり、五輪用の勉強法、日本の高校教育と五輪シラバスの違い、自身の将来像などで盛り上がりました(写真④)。

参加者からは好意的な評価をいただきましたが、GSCが昨年度で終了したこともあり、肝心な中高生の参加が少なめだったのは心残りです。第8回となる来年は、中高生に参加を呼びかける事前PRの工夫が必要でしょう。



# The 21st Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games (JCDCG3)がAteneo大学で開催



# 理学部第二部 数学科 教授 佐古 彰史

計算・離散幾何学の国際会議(JCDCG³)が、2018年9月1日から3日の間にフィリビンの首都マニラにあるケソン市で行われました。会場となったのはAteneo大学(Ateneo de Manila University)でフィリビン有数の伝統をもつ大学です。キャンパスも広大で緑が豊かであり、校舎やブレナリー講演が行われるホールも美しく、研究や教育の環境としては申し分が無いように感じられました。会議の期間中のコーヒーブレイクにはアイスクリームや揚げバナナといった気候や土地柄にあったものが提供され、バンケットでもハロハロ(フィリビンの氷菓子)や南国フルーツはもちろん子豚の丸焼きなどの郷土料理なども振る舞われ、おもてなしの細やかな気配りに感激しました。また、9月初頭のフィリビンはさぞかし暑かろうと覚悟をして行ったのですが、実際は東京の方が気温も湿度も高く、非常に過ごしやすく快適でした。これは今年だけ特別だというわけではなく、例年ネのようです

自分の専門は数理物理及び微分幾何なので、研究に離散幾何を使うことはあっても研究会にまでは参加したことが無く、今回初めてJCDCG³に参加し、研究室で指導している大学院生(博士課程)とともに、トークセッションを行いました。その講演分野の広さに驚きを感じました。また、参加者の年齢層が幅広く、秋山先生のような重鎮から下は高校生に至るまで幅広い年齢層の講演者がいて、健全に発展している分野である印象を受けました。プレナリー講演は、次の6人により行われました。

#### Plenary Speakers:

János PACH (Combinatorial Geometry EPFL, Switzerland), David EPPSTEIN (University of California, Irvine, USA), Erik D. DEMAINE (MIT, USA), Kenta OZEKI (Yokohama National University, Japan), Jorge URRUTIA (Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico), Stefan LANGERMAN (Université Libre de Bruxelles, Belgium)

どの講演でも活発な議論が行われ、必ずしも専門ではない講演からも刺激が得られました。また、パラレルセッションでは約60件にも及ぶ一般公演が行われ、幅広い分野で活発な議論が生まれ、この会議を発端に国際共同研究に発展しているケースも見受けられました。

このように素晴らしい会議を企画運営維持されている委員のメンバーは以下 の通りです。

#### ORGANIZING COMMITTEE

Conference Chairs: Jin Akiyama (Tokyo University of Science, Japan), Mari-Jo Ruiz (Ateneo de Manila University)

Organizing Committee Members: Hiro Ito (The University of Electro-Communications, Japan), Mikio Kano (Ibaraki University, Japan), Toshinori

Sakai (Tokai University, Japan), Yushi Uno (Osaka Prefecture University, Japan), Ian June Garces (Ateneo de Manila University, Philippines), Agnes Garciano (Ateneo de Manila University, Philippines), Reginaldo Marcelo (Ateneo de Manila University, Philippines), Jumela Sarmiento (Ateneo de Manila University, Philippines)

また、現地で献身的に貢献してくれた Ateneo大学のスタッフと学生の皆様には 大変お世話になりました。また、スポンサー である東京理科大学、Ateneo大学、accenture, PhilEquity, Sun life, PHINMA, COBENA, Gregory Domingo, Kenneth Lingan, Albert Yeo に感謝い たします。



JCDCG<sup>3</sup> 2018 バンケットで 振る舞われた子豚の丸焼き



JCDCG<sup>3</sup> 2018 集合写真