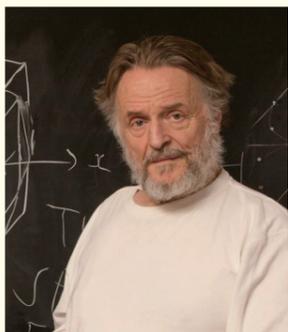




## なるほど納得ゼミナール

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。

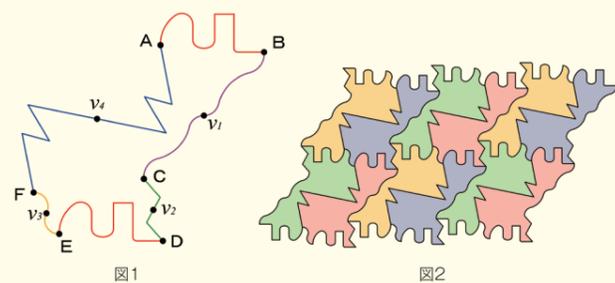
### コンウェイ・タイル



ジョン・ホートン・コンウェイ(John Horton Conway)は、1937年12月26日イギリス リバプールに生まれた天才的数学者です。残念ながら、2020年4月11日にコロナウイルスにより亡くなりました。彼は1964年に博士号を取得し、ケンブリッジのシドニー サセックス カレッジでカレッジ フェローおよび数学の講師に任命され、約20年在籍しました。その後1986年からは米国に渡り、プリンストン大学のジョン・フォン・ノイマン数学部長に任命されました。

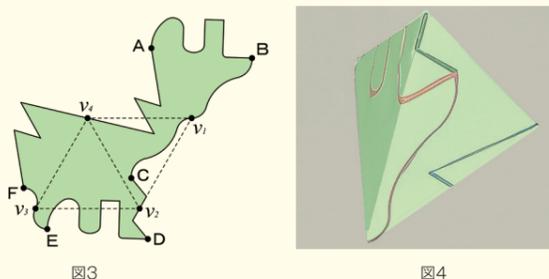
彼の研究は、24次元空間でコンウェイ群という対称性の群の発見(1968)、セルオートマトンを使って生態系を計算機上でシミュレーションするライフゲームの考案(1970)、超現実数の発明(1970)、巨大数のコンウェイ記法の発明などが特に知られています。彼の業績は多岐に亘り、数論、ゲーム理論、符号理論、群論、結び目の理論、トポロジー、確率論、代数、分析、組合せ論などの多分野で大いなる貢献をしました。

難しい数学の理論を一般の人にも理解ができるように、とことん分かりやすく説明する工夫をするのが常でした。時にはマジシャンになって手品仕立てにしたり、曲芸を演じたり、いつも遊び心があってユーモアに溢れていました。学生や一般の人を楽しませることにに関して、彼は不思議な能力を持っていました。



さて、今回は彼が研究したタイル張りする図形、コンウェイ・タイルについて紹介します。図1は、コンウェイ・タイルと呼ばれる図形の一例です。この図形は、平行移動と180°回転によって平面をタイル張りします(図2)。ある図形がコンウェイ・タイルとは、その図形の周上に時計回りまたは反時計回りの順に6点A、B、C、D、E、Fがとれて、以下の3つの条件を満たすことです：

- (1)部分ABが平行移動  $\tau$  によって部分EDに移され、かつ、 $\tau(A) = E$ 、 $\tau(B) = D$
- (2)各部分BC、CD、EF、FAはそれぞれ中心点に関し点対称
- (3)6個の点はいくつか一致しても良いが、少なくとも3点は異ならなければならない



また、各部分BC、CD、EF、FAの中心点をそれぞれv1、v2、v3、v4とすると、それらの点は、平行四辺形を形成する4頂点となります(図3)。さらに、このコンウェイ・タイルは、ある4面体の展開図となり、その四面体の4頂点にもなります(図4)。

このように、コンウェイ・タイルにはとても興味深い特徴があります。そこで今回は、コンウェイ・タイルが容易に作図できるような「作図器」を紹介します。コンウェイ・タイルを描くときに、平行移動や、点対称の作図が必要になります。

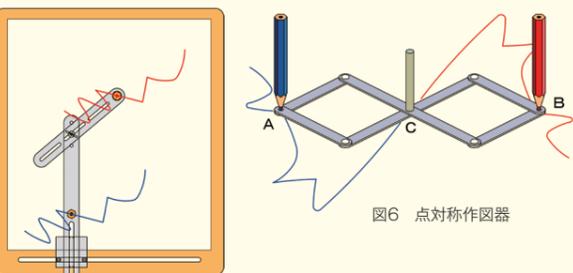


図5は平行移動作図器です。赤ペンを器具に固定して、青ペンを手でつかんで線を描きます。すると青ペンの動きに連動して赤ペンも動きます。

図6は点対称作図器です。赤ペンを器具のBの位置に固定して、青ペンを手でつかみ、さらに中心点Cを固定します。青ペンで線を描くと赤ペンは連動して、青ペンの描く図形の点対称になる赤い図を作図ができます。

現在、この二つの作図器を合体させて「コンウェイ・タイル作図器」を考案しているところです。もしコンウェイ・タイル作図器が完成すれば、それは「4面体製造器」とも呼べます。完成したら数学体験館に展示しますので、是非、実際に4面体を作ってみてください。

(文責・制作 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：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://www.tus.ac.jp/mse/> 数学体験館ホームページ <https://www.tus.ac.jp/mse/taikenkan/>

# 理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

## 第36号

2022.1  
発行：理数教育研究センター

### 数学文化を通じた国際交流

## Contents

1 数学文化を通じた国際交流

2 科学技術コミュニケーションセミナー 第2回 開催報告

3 第23回 TJCD CG3 2020+1 開催報告

4 なるほど納得ゼミナール コンウェイ・タイル

理学研究科応用数学専攻 奨励研究員

西田 修斗



2020年12月、ドミニカ共和国の首都サント・ドミンゴの児童・青年図書館に数学体験館がオープンしました。秋山仁先生を始めとする両国の多くの方々のご尽力によって実現した、人類にとっての偉大な一歩であると私は認識しています。私はこのドミニカ共和国への数学教育支援の一翼を微力ながらも担いたいと考え、来年以降ドミニカ共和国に出向することを目指して語学等の準備を進めています。

サント・ドミンゴの数学体験館で教具の説明をしているインストラクターの一人に、ジャックニエルさんという方がいます。私はその方と英語でチャットやビデオ通話をして、交流を時折しています。彼は数学を専門として学んだ経験はないものの、数学がとても好きなお方です。

「ドミニカ共和国の人々は数学に対する抵抗感が強い」と彼は言います。始めは数学に抵抗を感じている来館者も実際に教具を見て触って動かして、さらに解説も聞くことでも喜ぶということ、彼は楽しそうに私に語ってくれます。そして、解説をもっとできるようになりたい、特に子どもたちにわかりやすく教えてあげたいとまっすぐな目で言います。私自身も本学の数学体験館で3年間インストラクターを務めていたので、彼が感じている手応えや向上心には共感できます。

交流し始めた当初から、彼の教具に関する疑問を聞き、それを教えることを少しばかりではありますがしてきました。始めは、事前に聞いていた疑問に答える解説のスライドを作りビデオ通話上で画面共有しながら彼の質問に答えました。しかし相手のインターネット環境が時々不安定になることからこのやり方は難しいと判断し、最近は10~20分の解説動画をPC上で撮影して送ることを少しずつですが始めました。

しかし数学を解説する点において、オンラインでのやり取りには限界を感じます。相手が何をどこまで理解しているかを正しく捉えることが非常に難しいからです。お互い第二言語でコミュニケーションしていて、さらにドミニカ共和国の数学教育を受けたことがない私にとってどれくらいの知識を前提としてよいかかわりにくいです。

それを踏まえると、やはり現場に赴いて自らが解説を行うとともに現地のインストラクターの養成をしたいと感じます。数学を伝えることを突き詰めていけば、相手の国の文化、生活様式、教育、人々の関心事などを肌感覚で理解する必要があると私は思います。

私が現地に行ったところでいかにどの貢献ができるのかは定かではありません。その私を突き動かしているのは、質の高い教育環境を与えてくれた東京理科大学ひいてはこの国に対する感謝です。私はこの140年の歴史を持つ理科大で学部と大学院の合計9年間、数学を学ぶ機会を得られました。それは私自身の努力で得たものではなく、現職の教職員の方々のお力添えと創立者21人の先生方を始めとする多くの先人たちが築き上げてきた環境があったからこそだと感じています。理学の普及によって世の中を豊かで幸せなものにするという建学の精神を胸に刻んで、勇気を持って挑戦したいと思います。

## 科学技術コミュニケーションセミナー第2回 開催報告

教育支援機構 教職教育センター 准教授 興治 文子

オンラインで行われた本セミナーでは、秋山仁・理数教育研究センター長のあいさつに続いて中村桂子先生(JT生命誌研究館)、横山広美先生(東京大学)、興治の講演があり、その後質疑応答が行われました。事後アンケートによると学生37人、高校生4人、教員23人、一般56人、本学教職員13人、その他17人の計150人の参加がありました。対面で話をする場合、参加者の年齢や表情を参考にしながら話を変えますが、オンラインだったのでそれが出来なかったことは少し残念でした。参加地域は関東が59人と最も多く、東北や九州など遠方からの参加もあり、オンラインの良さもありました。理系には女性が少ないのですが、今回は講師が3人も女性だったので、質疑応答ではジェンダーの話題もありました。今はダイバーシティ&インクルージョンの考え方は科学に限らず重要なので、多様な背景を持つ人が各々の個性を発揮できる環境が科学や科学コミュニケーションの分野でもはや整うことを期待しています。

セミナーの内容はHPにまとめられているので、そちらもぜひご覧ください<sup>1)</sup>。

中村先生は、著書はたくさん読んだことはあったのですが直接お話を伺ったのは初めてで、生命誌という世界観にとっても感銘を受けました。科学者が、科学者ではない人とともに自然をみることの重要性について述べられていました。

横山先生は、中学・高校の同級生です。中学2年生のときに同じクラスで物理学の楽しさについて語り合った中で、本

セミナーで一緒に出来たことを嬉しく思いました。現在は科学技術社会論を専門として、ビックサイエンス、コロナ禍や理数における女子の少なさの要因など社会と科学の在り方について研究しています。

私は学校教育を例として、伝えたい相手は何か分かっている、何を知りたいと思っているのか、相手を知ることの大切さについて紹介しました。

双方向のコミュニケーションは難しかったのですが、そのフィードバックとして、参加された皆様から沢山のアンケートをお寄せいただきました。参加理由については、「講演内容に興味があるから」が回答者の半数を超え、自由記述でも沢山の声寄せられました。今後の企画のアイデアなどもご意見が寄せられましたので、次回以降の参考にさせていただきますと思います。

1) <https://www.tus.ac.jp/mse/20211113/> (2021.12.5閲覧)



講演「科学の魅力を伝える楽しさと難しさ」

### ◆ 科学技術コミュニケーションセミナー「科学を社会に伝える」とは ◆

理工系の学問を学ぶ学生は、専門分野の知識を身につけることはもとより「科学技術を社会に伝えるスキルを学び、伝えることで社会の安全・安心と発展につなげる」ことが重要だと考え、本センターでは科学技術コミュニケーションについて考えるセミナーを開催しました。

#### 第1回 10月9日(土)

- 趣旨説明 秋山仁 東京理科大学特任副学長・理数教育研究センター長
- 高橋真理子氏 科学ジャーナリスト「伝える技術のABC」
- 武村政春 東京理科大学 教養教育研究院 神楽坂キャンパス教養部 教授「ウイルスの真実を知ろう ～ウイルスリテラシーの重要性～」



第1回セミナーの様子

#### 第2回 11月13日(土)

- 趣旨説明 秋山仁 東京理科大学特任副学長・理数教育研究センター長
- 中村桂子氏 JT生命誌研究館名誉館長「今 重要なのは世界観 —科学と日常を重ねて—」
- 横山広美氏 東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 教授「私と科学と社会：研究の立ち位置と具体例」
- 興治文子 東京理科大学 教育支援機構 教職教育センター 准教授「科学の魅力を伝える楽しさと難しさ」



第2回セミナーの様子

## 第23回 TJCDG<sup>3</sup> 2020+1 開催報告



理数教育研究センター長 秋山 仁

第23回 日本計算・離散幾何学国際会議(TJCDG<sup>3</sup> 2020+1)がタイ国のチェンマイ大学において、チェンマイ大学、東京理科大学理数教育研究センター、タイ数学会の共催で2021年9月3日~5日に行われました。この会議は1997年から、ほぼ毎年開催されてきましたが、去年はコロナ禍のため延期されました。しかし、今年はタイ側の強い要望もあり、オンラインで行われました。この分野において活発に研究をしている6人の研究者が招待講演を行い、世界の30を超える国から約80件の一般講演がありました。

時差の関係で、プログラムを作成する係の人たちは随分苦労をしたようです。チェンマイ大学の実行委員の方々は無味乾燥になりがちなオンライン会議をなんとか臨場感溢れるも

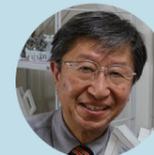
のにしようと工夫され、多くの参加者が現地にいるような錯覚に陥るぐらいでした。

チェンマイお寺巡り、オンライン飲み会、参加者の器楽演奏やのど自慢などが繰り広げられ、とても楽しい時間を過ごせました。

筆者は中島さち子さん、大山口菜都美さん、松永清子さんと共同で、数学体験館にて、「Möbius Flowers and Buds」というタイトルで発表を致しました。発表では、Möbius Flowerを2等分して、ハートの五輪マークを披露しました。

最後になりましたが、本大会を支援していただいた東京理科大学、チェンマイ大学、タイ数学会に心から感謝申し上げます。

### Invited Speakers



**Kokichi Sugihara**  
Meiji University  
(Distinguished Professor Emeritus),  
Tokyo, Japan



**Stefan Langerman**  
Algorithms Research Group,  
Université Libre de Bruxelles, Belgium



**János Pach**  
Rényi Institute of Mathematics,  
Budapest, Hungary



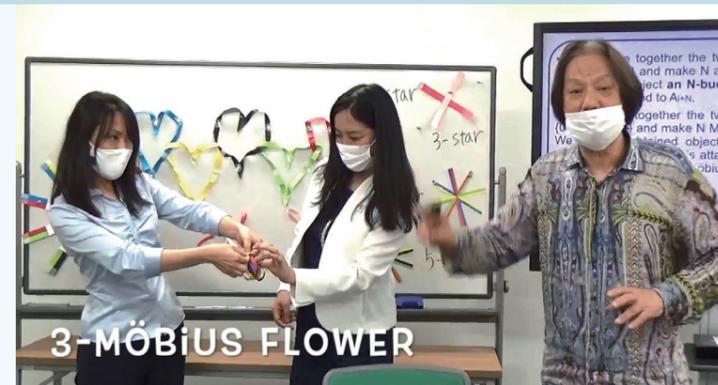
**Jittat Fakcharoenphol**  
Theory Research Group,  
Kasetsart University, Thailand



**Erik Demaine**  
Massachusetts Institute of Technology,  
USA



**Daniel Horsley**  
Monash University,  
Australia



9月4日 講演  
"Möbius Flowers and Buds"