



## 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。

### メビウスの輪の不思議と応用

細長い紙テープを1枚準備してください。その一端を180°ひねって両端を糊付けした輪をメビウスの輪と呼びます(図1)。

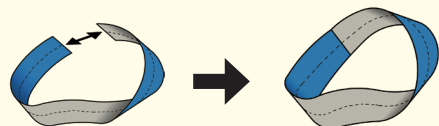
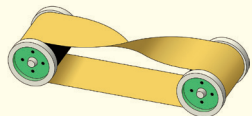


図1

メビウスの輪には裏と表がなく、端が一つしかありません。この特徴を応用し、2倍の寿命をもつベルトコンベア、カセットテープ、インク・リボンが実際に作られています。



さて、メビウスの輪を、その中心線(図1の点線)に沿って切るとどのような形になるでしょうか?

多くの人は、幅が半分になったメビウスの輪が2本できると考えるようですが、実際にやってみると、不思議なことに、ひとつながりの輪で、360°のひねりが2回(720°)入った輪ができます(図2)。

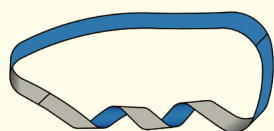
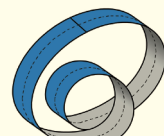
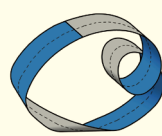


図2

次に、180°ひねりを2回、3回、...、n回施した後に、その両端を糊付けした輪を「n-ひねりの輪」と呼ぶことにしましょう(図3)。



2-ひねりの輪



3-ひねりの輪

図3

n-ひねりの輪を中心線(図の点線)に沿って切ったらどんな形になるでしょうか?

2-ひねりの輪や3-ひねりの輪を切ってみるとわかりますが、実はnが偶数のときに奇数のときに得られる形が変わります(図4)。

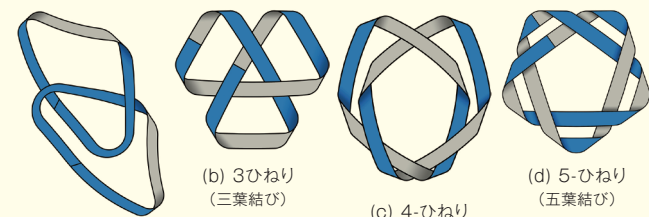


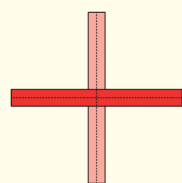
図4

特筆すべきは、n=奇数のときは、「n葉結び」になることです(図4)。

さて、話は少し変わりますが、「正方形フレームのバズル」というバズルの本などで度々紹介される問題があります。

#### 正方形フレームバズル

十文字状に貼り付けられた2枚の帯(図5(a))のそれぞれの端を貼り合わせて、2つの輪が底面でくっつき、上面では上下に交差する物体をつくります(図5(b))。それを2-budと呼ぶことにします。さて、この物体を各帯の中央線(図5(b)の点線)に沿って切り開いたら、どのような形ができるでしょうか?



(a)



(b)

図5

答は、図6のようなプロセスを経てピンクと赤の帯が交互に現れる正方形フレームが得られます。

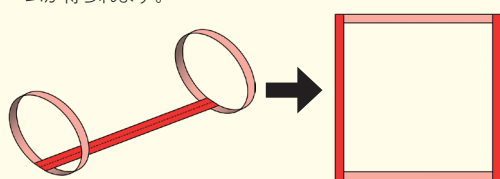
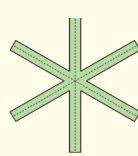
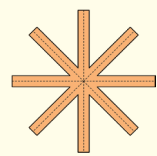


図6

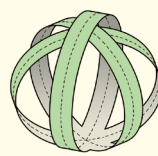
帯の本数を2枚ではなく、3枚、4枚、...、n枚にしてそれらの中央部を等間隔で貼り付けたものを、3-star、4-star、...、n-star と呼ぶことにします(図7(a)、(b))。n-star のn枚の帯を輪にしてできた形をn-budと呼ぶことにします(図7(c)、(d))。



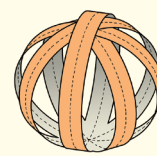
(a)3-star



(b)4-star



(c)3-bud



(d)4-bud

図7

さて、n-budを各輪の中心線に沿って切り開いたら、どのような形になるでしょうか?

実は、3-budを中央線に沿って切ると2-ひねりの輪を2等分したのと同じ形(図4(a))が得られ、4-budを中央線に沿って切ると3-ひねりの輪を2等分した三葉結び(図4(b))が得られます。

一般に、n-budを中央線に沿って切ると(n-1)-ひねりの輪を2等分したのと同じ形が得られます。

1本のひもを交差させながら、三葉結び、五葉結び、...、(奇数)葉結びを実際につくろうとすると、結構混み入った操作に比べ、奇数回ひねりの輪やn-budを中央線に沿って切る方法はずっと簡単な操作です。実際に、「180°ひねりを奇数回施した輪を中央線に沿って分割し、n葉結びの輪をつくる」という方法で1990年頃、コロラド大学のウォルバや共同研究者のジェンが、三葉結び目状の分子を合成することに成功しています。

(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37号

2022.3

発行:理数教育研究センター

## Contents

1 「第14回 算数/数学・授業の達人大賞」開催報告

2 研究会  
「若者よ、世界に飛び出せ!」開催報告

3 「科学と人間生活」・「理数探求」に導入可能な実習教材開発のための研修会の開催報告

4 なるほど納得ゼミナール  
メビウスの輪の不思議と応用

### 「第14回 算数/数学・授業の達人大賞」開催報告



理学部第一部 数学科 助教

岡田 紀夫

東京理科大学理数教育研究センター・数学教育研究所が主催/企画し、東京理科大学数学教育研究会が共催する、第14回を迎えた算数/数学・授業の達人大賞 授賞式・模擬授業が、2021年12月5日(日)に神楽坂キャンパス8号館5階852教室から、新型コロナウイルス感染症の影響に鑑み、Zoom によるオンラインで開催されました。この企画は、小・中・高等学校において、意欲的な研究や、創意あふれる指導により、優れた授業を実践した数学科の教員を顕彰するものです。今回受賞されたのは、最優秀賞2名、優秀賞1名、優良賞1名、審査員特別賞1名の先生方です。

#### ■最優秀賞

●山形大学附属中学校 鈴木 克希 先生  
授業タイトル「**日本一の大鍋「鍋太郎」は、何人分の芋煮をつくれるのだろうか?**」

●横浜市立上星川小学校 初田 宏樹 先生  
授業タイトル「**Aの車とBの車、速いのはどっち?**」

■優秀賞 山形大学附属中学校 安孫子 正志 先生  
授業タイトル「**人間の反応速度を考察しよう!**」

■優良賞 岩手県葛巻町立葛巻中学校 清水 貴之 先生  
授業タイトル「**円周角と弧の長さの関係**」

■審査員特別賞 かえつ有明中・高等学校 佐藤 あやか 先生  
授業タイトル「**生徒による問題と授業作り**」

授賞式は、司会の渡辺雄貴先生の進行のもと、まず清水克彦数学教育研究部門長の開会挨拶で始まり、続いて共催者として、伊藤稔数学教育研究会会長の挨拶がありました。その後、最優秀賞受賞者の鈴木先生、初田先生によるオンラインでの模擬授業が、途中に選考委員長の秋山仁理数教育研究センター長の講評、賞状賞品の授与を挟んで行われました。模擬授業の概要は次のようになります。

**鈴木先生の授業の概要:**山形県の秋の風物詩として河原で行われる芋煮会のなかで、日本一の芋煮フェスティバルで使われる直径6mの大鍋(鍋太郎)と、家庭用の直径40cmの鍋が相似であることを利用して、体積比を調べ、鍋太郎では何人分の芋煮をつくることができるかを考えさせていく授業。

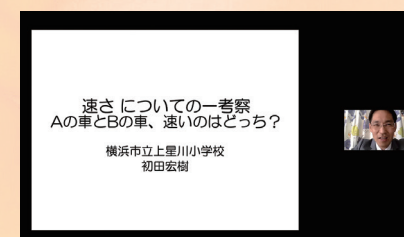
**初田先生の授業の概要:**生徒は与えられた問題を解くことはできるが、自分で情報を抜き出すことができないという理由から、「Aの車とBの車のどちらが速いか」を決定するために、それぞれの車内から撮ったまわりの風景の状況をもとに、生徒自身に情報を抜き出させて、2台の車の速さの比較を判断させる授業。

以上で閉会となりました。

ご参考までに、以下のURLもご覧ください。 <http://www.rs.tus.ac.jp/rime/>



鈴木克希先生の模擬授業



初田宏樹先生の模擬授業



## 研究会「若者よ、世界に飛び出せ!」開催報告



理学研究科 科学教育専攻 教授  
理数教育研究センター  
理科教育研究部門長  
松田 良一

内閣府の「我が国と諸外国の若者の意識に関する調査(2019)」によると、日本の若者は他の調査対象国6か国の若者と比べて、留学希望率が低く、自国に住み続けたいという希望率が最高でした。内向き志向な日本の若者に海外にも目を向けてもらうため、研究会「若者よ、世界に飛び出せ!」を2021年12月19日(日)にZoomウェビナーで開催しました。5名の講師が登壇し、参加者は学生や教育関係者など計80名でした。

## 1. 秋山仁教授

(理数教育研究センター長):

「ドミニカ共和国における数学普及活動」

「数学を通して人々を幸せにできないだろうか」という志を持ち、大学院生時代にユネスコの試験を受けてガーナのクマシ工科大学に赴任することになったが、直前に政変が起きて取り消しになってしまったというエピソードを披露しました。また、スペインでの牧内博幸氏(後の駐ドミニカ共和国大使)との出会いによって、ドミニカ共和国での「数学体験館」設立に至った経緯を述べられ、「人との出会いによって人生は変わる。皆さんにも大いに飛躍してほしい」と結びました。

## 2. 公文和子氏

(小児科医、ナイロビ「シロアムの園」園長):

「ケニアで見つけた私のミッション」

予備校生時代に秋山先生から、「世界には飢餓や病気に苦しむ人々が沢山いるのに、お前たちは何をしているのだ」と言われたことが契機になり、海外で働く小児科医になったというお話がありました。また、ケニアで障がい児に必要な医療や教育が届いていないことを受けて、ナイロビに「シロアムの園」を開設し、理学療法士、保育士、ソーシャルワーカーとともに、子どもたちの楽しい未来につながるように活動していることを紹介いただきました。

## 3. 竹之内芳文氏

(本学卒業生、グアム大学理学部数学科 Assistant Professor):

「フィリピンとグアムにおける教育活動」

学生時代にキリスト教系ボランティアの一環として取り組んだフィリピンでの教育支援活動について、貧しさから制服や用具が揃えられず小学校に通えないフィリピンの少女に就学支援を行い、学校に通うことができるようになった事例を紹介いただきました。

## 4. 矢野卓郎氏

(元JICA海外青年協力隊、埼玉県立杉戸農業高等学校生物教諭):

「ラオスにおける教育活動」

JICA 海外青年協力隊になるまでの経緯や、赴任先のラオスでの活動内容を説明いただきました。ラオスの教員養成大学中学校教員養成課程 生物科にて、実験授業の工夫や改善等に取り組まれたことや、現地の言葉で活動した苦労、人との出会いについて述べられました。帰国後も高校生達にその体験を伝えるとともに、今も派遣された同期メンバーとラオスの子どもを支援する共同活動を行っていて、「国際ボランティアは単なる自己犠牲ではなく、世界や自分を変えるきっかけになる」と締めくくりました。

## 5. 森下拓道氏

(独)国際協力機構(JICA)人間開発部基礎教育グループ次長):

「教育分野におけるJICAの国際協力」

JICAとして、アフリカのセネガルとブルキナファソにおいて、人々のニーズに応じた質の高い「途切れない学び」を実現するための支援活動に携った経験について述べられました。また、JICA 海外青年協力隊の活動分野や、現地で求められている職種、さらにJICAによるサポートのしくみについて詳しく説明いただきました。

## 6. パネルディスカッション

最後にチャットで質問を受け付け、議論を行いました。参加者からは、「海外での多様な活動経験の中で、ヒトとの出会いがいかに大事分かった」、「新しいことを始めるには、不安を感じて躊躇する前に、まず行動してみようという気持ちが大事であると学んだ」等の感想が寄せられました。

今後、日本からさらに多くの若者が世界に飛び出し、人類社会に貢献することを期待するとともに、海外からももっと容易に日本に飛び込んで来られる国になって欲しいと感じました。



パネルディスカッションの様子  
※左上:松田、右上:会場(左から松田、秋山教授、矢野氏、森下氏)  
左下:竹之内氏、右下:公文氏

「科学と人間生活」・「理数探求」に導入可能な  
実習教材開発のための研修会の開催報告

理学研究科 科学教育専攻  
修士2年  
坂下 丈太

2021年12月25日(土)、26日(日)の両日、本学神楽坂キャンパスにて、理科教育研究部門活動の一環として、「微生物教材による科学と人間生活の実践例」の研修を行いました。受講者は20名(高等学校教員5名、教育委員会1名、高校1年生10名、高校2年生2名、高校3年生2名)でした。

1日目(12月25日)は、理数教育研究センター長の秋山 仁教授、理科教育研究部門長の松田 良一教授の挨拶の後、実験Ⅰ「身近な微生物を確認してみよう!」、実験Ⅱ「大腸菌株の生育をパラメータとした「簡易センサー」を利用した殺菌効果を調べる実験例」の二つのテーマで実験を行いました。

2日目(12月26日)は、前日の実験結果に対する考察・仮説等を生徒一人一人に自由に発表してもらいました。発表に際して、生徒自身がインターネットで検索したり、生徒同士で話し合う時間を十分に設定しました。

実験Ⅰの結果から、生徒たちは目に見えない微生物の可視化で、身近な環境に多種多様な微生物が存在していることに、驚きをもって理解できたと思います。

実験Ⅱの結果から、「簡易センサー」の大腸菌コロニー数の違いが明確に表れたことで、身近な太陽光・ニンニク・イソジン・グルーが殺菌効果の違いが明確に可視化できました。その可視化により生徒たちは殺菌力に興味・関心を示し、自発的な探求を誘起するきっかけになったと思います。

本研修では生徒自ら積極的に探究し学ぶ姿勢を養い、測定結果を積極的にディスカッションすることで科学的洞察力の

育成とコミュニケーション能力の向上への実践ができました。また研修に参加した6名の教職員からは、研修内容に関してこれからの生徒たちには是非とも学ばせたいという意見を得ることができました。

今後は「簡易センサー」の普及システムの構築と、40人規模での実験の円滑化などを課題として研究をさらに進める考えです。同時に「簡易センサー」は「理数探求基礎」、「理数探求」の実験計画に探求教材として十分に活用できると確信しました。

最後に、参加生徒のアンケートの一部を紹介して報告いたします。

Q. 今回の研修に関してあなたの感じたことを聞かせてください。

- 微生物が身近に存在することを実感できた。
- 日常の中で太陽光やニンニクの殺菌効果について知っていたけど、実際に菌が無くなっているのを見られておもしろかった。
- 実験を行う条件、材料によって結果が変わってくることがわかりました。そして、少しずつ条件を変えることで、より細かい考察ができることを学びました。
- 太陽光の殺菌作用を可視化することができたので、布団などを干すことにちゃんと意味があったのだと確かめることができました。可視化することは大切だなと思いました。
- 最近理科の実験をたくさんしているのですが(共通テスト対策)それは全部決まったことをやっているの、今回は自由にできて楽しかった。考察も大変でしたが、なんとか自分で考えられて良かったです。私もいつか高校の教員になったら目で見えて楽しく感じられる授業をしていきたいと思います。



研修会の様子