

なるほど納得ゼミナール

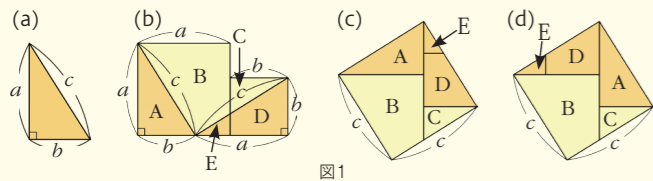
本センターで制作された新作品をひとつずつ本コラムにて紹介します。

2つの折り紙を裁ち合わせて1つの正方形を作ろう

三平方の定理の証明方法は、数百通りあると言われるくらい、実にたくさんあります。その中でも「2つの異なる正方形をいくつかの断片に切り分け、それを並べかえて1つの正方形を作る」といった「裁ち合わせ」の証明方法もたくさん存在します。今回はその「裁ち合わせ」の証明方法を紹介します。

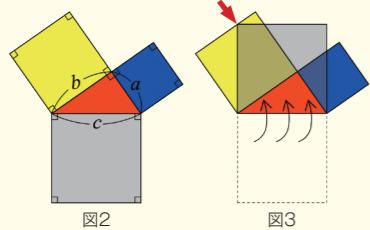
三平方の定理は、江戸の和算家たちは「裁ち合わせ」の問題として扱うことが多かったようです。例えば、以下の方法が良く知られている方法です。

直交する2辺の長さが a, b ($a > b$)、斜辺の長さが c である直角三角形(図1(a))をもとにして、図1(b)のように、1辺の長さが a である正方形と、 b である正方形を作ります。そのとき2つの正方形は、直角三角形の斜辺に沿って裁断されて5つの断片A、B、C、D、Eになります。それらを並べかえることにより、図1(c)、(d)のような1辺の長さが c の正方形を作ることができます。



次に、和算家の建部賢弘(1664-1739)の三平方の定理の証明方法を用い、正方形の裁ち合わせを試みましょう。

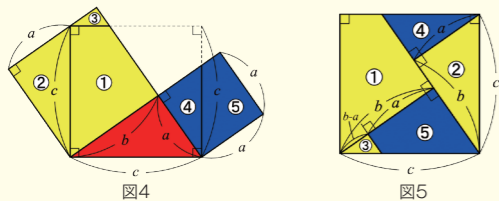
紙を用意して、3辺の長さ a, b, c 、が異なる直角三角形を描き、各辺を1辺とする正方形(大正方形、中正方形、小正方形)を描いた図形があります(図2)。この図形全体を切り抜きます。



斜辺を1辺とする正方形(大正方形)を、斜辺を折り目として折り曲げると、折り曲げた正方形の1頂点が、他の2つの正方形のうち大きい方(中正方形)の1辺の上に必ず乗ります(図3)。

中正方形と小正方形を、折り曲げた大正方形の辺に沿って裁断すると、中正方形は3つの断片①、②、③に分割され、小正方形は2つの断片④と⑤に分割されます(図4)。

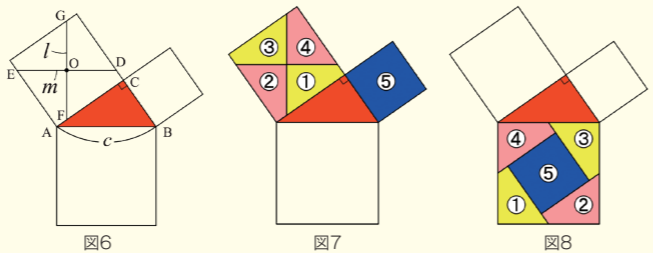
裁断された5つの断片①-⑤を並べかえると、1辺の長さ c の大正方形になります(図5)。これで中正方形と小正方形の面積の合計 $a^2 + b^2$ と、大正方形の面積 c^2 が同じであることが証明できました。



他にも、古くから知られている5つの断片を使った裁ち合わせ法による三平方の定理の証明を紹介しましょう。これはイギリスの数学者ヘンリー・ペリガル(Henry Perigal:1801-1898)によって証明されたものです。彼にとっては、この裁ち合わせの図を自分の墓石に刻むほど重要なものでした。

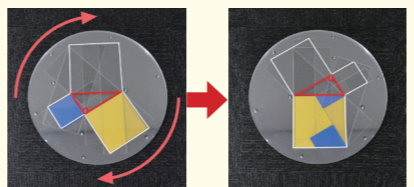
中正方形の中心Oを通り、大正方形の縦、横の辺に平行な2本の線分 l, m を引き、中正方形を4つの断片に分割します(図6)。

このとき、四角形ABDEは平行四辺形となり、 $ED = AB = c$ です。(また、 $FG = c$) (図7)。5つの断片①-⑤を並べかえると、大正方形になります(図8)。



ちなみに、数学体験館には、建部賢弘とペリガルの証明方法を使った模型がそれぞれ展示されています。双方とも、実際に動きを見たときに驚きと感動を味わえるほど見応えがあります。

建部賢弘の証明方法を使った模型「三平方スライド」は、円盤が回転しながら、小正方形は2つの断片、中正方形は3つの断片に分かれて、重力でスライドし、大正方形をつくります。



ペリガルの証明方法を使った模型「歯車式三平方」は、複数の歯車を使った機構に5つの板の断片が取り付けられています。それらの板は、最初は小正方形と中正方形になるように配置されていますが、レバーを動かすと、連動しながらバラバラに動き、大正方形に変身します。



さて、今回の建部賢弘やペリガルの証明方法は、小正方形と中正方形を5つの断片に切り分けて大正方形に裁ち合わせましたが、実は、これら以外の証明方法も、5つの断片で大正方形を裁ち合わせる場合が多いです。では、4つ以下の断片で大正方形を裁ち合わせる証明方法は他に存在するのでしょうか？ その(あるか否かの)問題については、単純そうでも意外にも奥が深く、現在のところ未解決となっています。

(文責・制作 数学体験館テクニカルディレクター 山口康之)

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

第47号

2024.10
発行：理数教育研究センター

Contents

- 1 女子中高生の理工系進学支援「夏学」と女子学部生の大学院進学支援「サマーキャンプ」について
- 2 数学体験館の来館者が10万人を突破！！
- 3 なるほど納得ゼミナール 2つの折り紙を裁ち合わせて1つの正方形を作ろう

女子中高生の理工系進学支援「夏学」と女子学部生の大学院進学支援「サマーキャンプ」について

理学部第一部 数学科 准教授
理数教育研究センター併任教員

大門口 菜都美



「夏学」2024年8月10日(土)~12日(月)

「女子中高生夏の学校～科学・技術・人との出会い～」(以下、夏学)は、女子中高生が理工系の研究者や技術者、大学生・大学院生との交流を通じて理工系分野への興味や関心を高め、進路選択やキャリア形成について考えを深める2泊3日の合宿型プログラムです。会場は埼玉県嵐山町の国立女性教育会館で、今年は8月10日(土)から12日(月)にかけて開催されました。女子大学生・大学院生のTA(以下、学生TA)40名と、理工系分野の学会や企業から集まった220名以上のスタッフが運営に携わり、全国25の都府県から参加した116名的女子中高生に対して、理工系の魅力を伝えました。

主なプログラムとして、理工系で活躍する女性達が自身のキャリアパスや現在の仕事内容を紹介し進路選択のアドバイスをする「キャリア講演」、各学会や企業による「実験・実習」と「ポスター展示」、さらに、自由な対話形式で参加生徒が進路の悩みなどを個別に相談できる「進路・キャリア相談カフェ」があります。そして、夏学を通して触れた理工系の魅力を踏まえ、今後どの分野に進みたいか、どのような人生を歩みたいかを具体的に考え、発表する「キャリアプランニング」を最終日に行います。今年は「キャリア講演」に先立ち、先日、本学と中高生女子向けの理工系選択支援プログラムに関する連携協定を締結した「公益財団法人山田進太郎D&I財団」のCOO、石倉秀明様から、生徒へ向けて「好きなことをやろう」というタイトルのビデオレターをいただきました。今後の本学との連携にも期待しています。

現在、中高生が理工系分野の魅力に触れる機会は、各大学のオープンキャンパスや出前授業などを通じて増えています。また、ロールモデルとの交流を通じて自身のキャリアパスをイメージしやすくするための、女子生徒を対象としたイベントも各地で行われています。その中でも、夏学ならではの大きな特徴は「キャリアプランニング」です。このプログラムでは、生徒が自分の将来と向き合い、現時点でのキャリアプランを立て、これからどのように過ごしていくかという決

(次ページに続く→)



「夏学」集合写真



「夏学」参加生徒と学生TA



意を、3日間を共に過ごした友人や学生TA、スタッフへ自分の言葉で伝えます。もちろん、今後興味のある対象が変わることもあれば、夢や将来像が変化する可能性もあります。そのような心の変化や方向転換自体も、自分の成長の軌跡として大切にしてほしいというメッセージを伝えています。

今年の参加生徒が書いた「他の人の目標や夢を追う姿に勇気づけられたし、友達もたくさんできたし、生き生きしている大学生や大人の方々を見て自分もそのようになりたいと思えました。社会に出ることに不安を感じていたけど今は少し楽しみです。」という感想に、夏学の意義がよく表れていると感じました。

歳の近い大学生や大学院生、そして企業や大学で働く女性研究者・技術者の姿を間近に見ることで、生徒は自分の将来の具体的な姿を掴みやすくなります。特に、学生TAの存在は夏学には欠かせないもので、参加生徒を少人数に分けた班にそれぞれ担当の学生TAがつき、3日間を共に過ごします。夏学で出会った、好きな勉強を楽しみながら充実した学生生活を送る大学生・大学院生の姿に憧れ、将来は学生TAとして夏学に戻りたいと希望する生徒も複数います。実際に、夏学に参加した生徒が理工系大学へ進学し、学生TAとして夏学に戻ってきた後、社会人となってからは出展企業のスタッフとして運営に参画する例もあります。このように、夏学に魅せられたメンバーによって毎年その想いが引き継がれています。

私は、博士課程の学生の時に、日本数学会による実験・実習のTAとして初めて夏学に参加しました。その際、自分の分野の魅力を生き生きと語るスタッフや、目を輝かせて質問を投げかけ、真剣な眼差しで向き合う生徒、そして生徒に温かく声をかけてサポートする学生TAの姿に、自分が生徒を支援するために来ているということをおぼろげに思い出さず、私自身がすっかり夏学の魅力に取り憑かれてしまいました。さまざまな分野の学会や企業から集まったスタッフ同士の交流も夏学の魅力の一つで、それまで全く知らなかった知識に触れることができ、自由時間には、互いの専門分野について語り合う姿が至るところで見られます。

その後、私は教員となってからも日本数学会の男女共同参画社会推進委員や夏学実行委員として夏学に携わり、今年の実行委員長を務めました。理数教育研究センターの協力のもと、夏学実行委員会や学生TAの研修会を本学の神楽坂キャン



「サマーキャンプ」集合写真

パスで複数回開催し、本学からも複数名の女子学部生・大学院生が学生TAとして夏学に参加してくれました。また、本学ご出身で、埼玉県立草加高等学校長の田邊広昭先生には、外部評価委員としてご協力いただき、夏学の今後の運営について多角的な視点からの有益なアドバイスをいただきました。

生徒だけでなく、学生TAやスタッフを含むすべての参加者にとって、夏学で経験したことや、出会った人たちとの思い出が、その時に感じたワクワクやときめきと共に心に残り、今後の人生において少しでも勇気づけられたり、背中を押されるようなきっかけとなることを願っています。

「サマーキャンプ」2024年9月9日(月)～11日(水)

ところで、女子中高生へ理工系進路の魅力を伝える「夏学」に対して、すでに数理情報系の大学に所属する女子学部生を対象に、大学院進学やその先のキャリアについて考える機会を提供する2泊3日の「数理情報系 女子学部生サマーキャンプ」(以下、サマーキャンプ)が、9月9日(月)から11日(水)にかけて東京都八王子市の大学セミナーハウスで開催されました。

2023年に開催された日本数学会の教育シンポジウムの際、慶應義塾大学の坂内健一先生が「包括的な教育研究環境の構築と人材育成に向けて～日本の現状と課題～」と題してご講演され、数学分野では、学部での女性比率は物理学・機械工学・電気通信工学を上回っている一方、大学院進学後は減少し、特に博士課程修了時の女性比率はその中で最低水準であるというデータが示されました。

この結果を受け、研究室配属前の女子学部生に数理情報系の研究の魅力を伝え、ロールモデルとの交流により、大学院進学を含む将来のキャリアを考える機会を提供するため、東京科学大学の谷田川友里先生を中心とした数理情報系出身の教員・研究者たちが企画したのが今回のサマーキャンプです。

本学からは経営学部ビジネスエコノミクス学科の今村悠里先生と私が企画段階から関わり、当日も進行役として参加しました。全国から集まった38名の女子学部生、17名の大学院生メンター、そして20名以上の教員・社会人が一堂に会し、大変有意義な企画となりました。今後もこのサマーキャンプが継続して開催されるよう、私も微力ながらサポートしてまいります。本学からも学生や大学院生メンターがたくさん参加してくれるよう期待しています。



「サマーキャンプ」学部生による発表の様子

数学体験館の来館者が10万人を突破!!



理数教育研究センター 教授
数学体験館 館長
伊藤 稔

2024年8月3日、数学体験館の来館者が10万人を超えました。そこで、オープンキャンパスで賑わう神楽坂キャンパスの数学体験館で10万人目の来館者に認定証を贈呈するセレモニーが8月9日午後1時に開催されました。今から11年前の2013年10月2日に数学体験館は東京理科大学近代科学資料館地下1階にオープンしました。数理学に関心の高い本学の学部生や大学院生による解説を聞きながら、さまざまな数理模型や装置で「数学を体験」できる場として、国内外で大変人気を集めてきました。



来館者10万人突破記念セレモニー

セレモニーでは、本学の石川正俊学長と浜本隆之理事長からお祝いの言葉がありました。栄えある10万人目の来館者となった矢ヶ崎葵さん(山脇学園高校2年)に伊藤館長が認定証と記念品を贈呈しました。セレモニー終了後、本学が世界的に誇る数学体験館の創始者である秋山仁栄教授から、「数学体験館10年の歩みと未来への展望」と題するご講演を頂きました。



数学体験館創始者の秋山仁栄教授

東京理科大学「数学体験館」は、数学の楽しさやその美しさを体験しながら学ぶ場所としての役割を担ってきました。例えば、料理が下手で苦手な人でも、美味しい料理に舌鼓を打つことができます。ピアノや楽器が出来ない人でも、素晴らしい名曲を楽しむことができます。また、絵筆を握って絵を上手に描けなくても、世界の名画を鑑賞することができます。

数学は、すべての人間にとって、楽しくて、美しいものとして感じることができる、人類が生み出した宝物の一つです。私たちの暮らしの中で身近に活かされている科学技術の成果、そのテクノロジーの根本には、すべて数学理論が活用されています。人類の共通の英知である数学は、普段の日常生活の中で、目には見えないところで活躍しています。

その数学の楽しさや美しさを体験できる場所として、東京理科大学は、神楽坂キャンパスに「数学体験館」、野田キャンパスに「なるほど科学体験館」、葛飾キャンパスに葛飾区科学教育センター「未来わくわく館」等の施設を備えています。

さらに2019年9月、日本の近代数学の祖である高木貞治(1875～1960)のふるさと岐阜県本巣市に、「数学ワンダーランドー数学おもしろ体験館ー」が秋山栄誉教授の監修のもとで誕生しました。翌年2020年12月には、ドミニカ共和国の首都サントドミンゴに「秋山仁数学体験館」がオープンしました。

このように、本学の建学の精神(理学の普及)を具現化した施設として、世界に開かれている施設です。ぜひ一度訪ねて、数学や科学の楽しさを体験してみたいでしょうか。



数学体験館の館内