

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

その41

なるほど納得ゼミナール

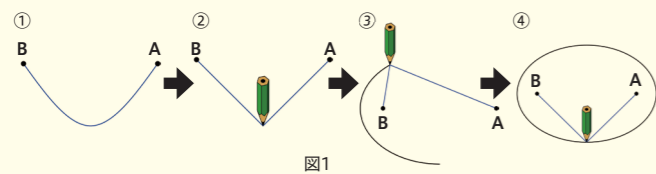
本センターで制作された新作品をひとつずつ本コラムにて紹介します。



結石は切らずに治る (ESWL)

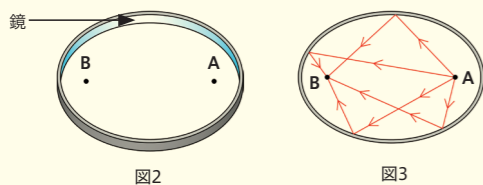
体の中に結石(尿路結石や腎結石など)ができると、ときには激痛におそわれることがあります。結石は、尿に含まれるカルシウムなどの成分が結晶化する疾患ですが、結石が尿管に詰まって尿の流れが悪くなることで、尿が尿管や腎臓を圧迫するために強い痛みが生じると考えられています。そこで今回は、体の中にできた結石を、**楕円**の性質を利用して取り除く装置についてお話しします。

その装置は、体外衝撃波結石破碎装置(ESWL: Extracorporeal Shock Wave Lithotripter)と呼ばれるものですが、この装置がどのように結石を取り除くのか説明します。

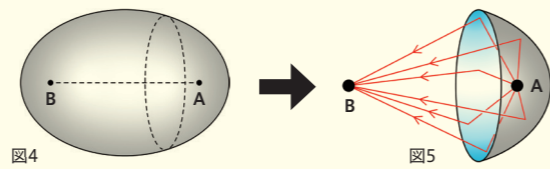


まず中学校のときに楕円の描き方を習ったように作図してみましょう。図1①のように、2点間ABの距離より長く伸びない糸を用意し、糸の両端をそれぞれの点A、点Bにつなげます。次に鉛筆を糸に絡ませて、糸が弛まないようにピンと張らせます(図1②)。糸がピンと張った状態で鉛筆を移動させます(図1③)。すると楕円を描くことができます(図1④)。このとき糸の両端の2点A、Bは楕円の**焦点**になります。

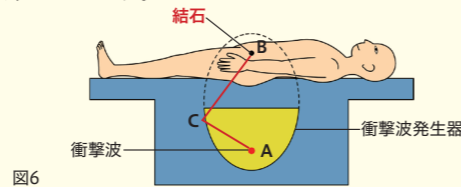
次に、このように描かれた楕円の内側が鏡になっている壁(図2)があるとします。2つの焦点をそれぞれ焦点A、焦点Bとします。焦点Aからレーザー光線を発射させて、鏡に反射させたとすると、どの方向にレーザー光線を発射したとしても、必ず焦点Bに到達します(図3)。これは、楕円の特徴の一つです。



次に、楕円の2つの焦点A、Bを結ぶ線分を軸として楕円を回転させると、図4のようにラグビーボールのような立体(回転楕円体)になります。その一部分を切り取ると、図5のようなオワンのような形になります。このオワンの内側が鏡になっているとすると、上記と同様に、焦点Aからレーザー光線を発射すると、焦点Bに光線が集まります。



体外衝撃波結石破碎装置は、この仕組みを利用しています。まず結石のある患者をベッドに仰向けに寝かせます(図6)。ベッドの下には衝撃波発生器があり、それはオワン形(回転楕円体の一部)になっていて、内部の焦点Aの位置から衝撃波を放ちます。もう一方の焦点Bには、患者の結石のある位置に合わせます。衝撃波は、発射地点(焦点A)から四方八方の方向へ進みますが、オワン形の壁にぶつかり、結石のある焦点Bに集まり、結石を粉砕します。ちなみに、焦点Aから回転楕円体面上のある点Cまでの線分の長さ、その点Cともう一方の焦点Bまでの線分の長さの合計は、点Cが回転楕円体面上のどこにあっても常に一定です。そのことから、焦点Aから発射された衝撃波は、どの方向に向かっても、オワン形の壁にぶつかった衝撃波は、もう一方の焦点Bに**同時に**到達するので、とても強力な力で結石を粉砕します。しかも衝撃波は、焦点の位置以外では、他の臓器や筋肉には傷をつけずに通り抜けてしまうので安全です。そして粉砕されて粉々になった結石は、尿と一緒に体外に出てきます。この施術は、全身麻酔をしなくて良いので、上手くいけば、入院せずに1日で終わって帰宅できます。



さて、この体外衝撃波結石破碎装置の原理を説明しましょう。数学体験館では風船を使った実験で再現できます。画像1は、大きな透明な風船(人体)の中に、小さい黒い風船(結石の一部)が入っている2重の風船です。画像2は、回転楕円体の一部でできた形の鏡です。その鏡の焦点の位置でハロゲン球を点灯させ、もう一方の焦点の位置に画像1の小さい黒い風船を合わせると、大きな透明な風船は無傷の状態、中の黒い風船だけを割ることができるのです(画像3)。体外衝撃波結石破碎装置のように、医療機器には、多くの数学の理論が活用されています。



画像1: 2重の風船 画像2: 回転楕円体の鏡 画像3: 中の風船が割れた瞬間

(文責・制作 数学体験館テクニカルディレクター 山口康之)

第41号

2023.3

発行: 理数教育研究センター

Contents

- 研究会「思考力を育む」開催報告
- 「第15回 算数/数学・授業の達人賞」・「第1回 理科・授業の達人賞」開催報告
- 「坊っちゃん講座」開講5周年を振り返って
- なるほど納得ゼミナール 結石は切らずに治る (ESWL)

研究会「思考力を育む」開催報告

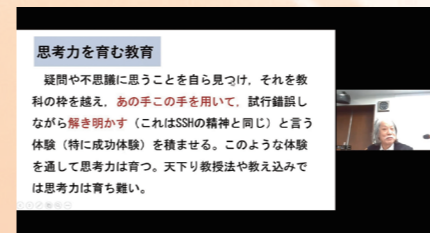
理数教育研究センター長
伊藤 稔



2022年12月11日(日)、理数教育研究センター主催の研究会が「思考力を育む」をテーマにオンラインで開催されました。登壇者は、教育研究者の視点から、長年デュイの教育哲学や教育方法論の研究に携わってこられた元東京学芸大学教授の浅沼茂先生、日本の教育行政の視点から、文部科学省の国立教育政策研究所総括研究官の松原憲治先生、教育現場からは東京都立三鷹中等教育学校指導教諭の柴田祥彦先生、さらに教育産業界の観点から教育メディア開発企業の株式会社Mined代表取締役の前田智大先生、この議論を理数教育の視点でより深めるために、本学からは数学者秋山仁栄教授、司会は理数教育研究センター教授で東京大学名誉教授の松田良一先生により行われました。

このシンポジウムを通して夏目漱石の小説が心に浮かびました。漱石は『吾輩は猫である』の後半部分で、デカルトの言葉を引用して「余は思考す、故に余は存在す」(デカルトの『方法序説』(1637)第4部の言葉で仏語; Je pense, donc je suis. のラテン訳 Ego cogito, ego sum. この「cogito(コギト; 英語の「cogitate; 熟考する」の語源)とは、単なる「考える」という意味だけでなく今回のシンポジウムのテーマ「思考力」という意味につながります。その理由を漱石は続けて、デカルトが「思考力」を生み出すまでに「三つ子にでも分かる様な真理を考え出すのに十何年か懸ったそうだ。」と書いています。漱石が引用したデカルトの「考える」ことを、当時の日本人の「思考力」として捉えると、「凡て考え出すときには骨の折れるものである」と追加説明を加えて終盤では「吾人は自由を欲して自由を得た。自由を得た結果不自由を感じて困って居る。」と続けています。現在の日本の学校教育カリキュラムと重なるようです。「それだから西洋の文明などは一寸いいようでもつまり駄目なものさ。これに反して東洋ぢや昔から心の修行をした。その方が正しいのさ。見給え個性発展の結果みんな神経衰弱を起して、始末がつかなくなった時、王者の民蕩々たりと云う句の価値を始めて発見するから。無為にして化すと云う語の馬鹿にできない事を悟から。」と書いています。明治維新後、西洋のカリキュラムのコピーからスタートした近代日本の学校教育カリキュラムの行く末を、漱石はすでに100年以上前に予言していたと思いませんか？

5人の各界からの教育実践・研究者や数学者との交流を通して、実りある3時間がアツという間に過ぎたシンポジウムでした。最後までご参加、ご視聴された皆様に感謝申し上げます。



秋山仁栄教授の講演



パネルディスカッションの様子

●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/>

「第15回 算数/数学・授業の達人大賞」・
「第1回 理科・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 教育支援機構 理数教育研究センター 数学教育研究部門では、毎年、小・中・高等学校等において、意欲的な実践・研究や創意あふれる指導により、優れた授業を実践している算数・数学の教員を表彰しています。さらに、2022年度からは、理科系にも対象者を広げるために「理科・授業の達人大賞」を新設しました。

授賞式・模擬授業は、2022年12月4日(日)に神楽坂キャンパスにおいて、オンライン形式で行われました。受賞された先生方は以下のとおりです。

算数・数学

■最優秀賞

- 北海道教育大学附属釧路義務教育学校

赤本純基 先生

題名: NHK Eテレ「アクティブ10マスと！」

放送リスト第3回「一次関数」の活用

単元: 一次関数

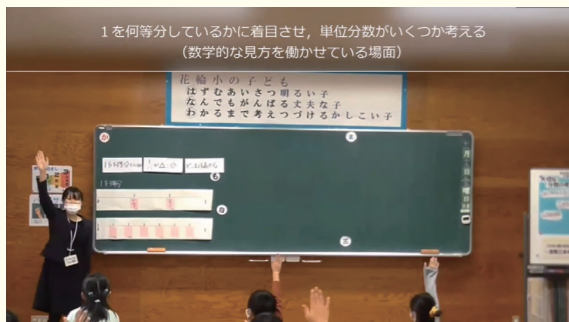


■優秀賞

- 秋田県湯沢市立稲川小学校 山口絢子 先生

題名: 数学的な見方・考え方を働かせながら、主体的に学習に取り組む児童の姿を目指して

単元: 小学3年生「分数」



■優良賞

- 山形大学附属中学校 齋藤太一 先生

題名: 円周角の定理の利用 写真を撮った位置を特定することができるだろうか

単元: 中学3年 円: 円周角の定理の利用

理科

■最優秀賞

- 田園調布学園中等部・高等部

入 英樹 先生、長岡敬佑 先生、山口和弘 先生

題名: フェルマー点 ~物理・数学・地理・化学の視点で捉える~

単元: 理科(物理) 剛体、力のつり合い

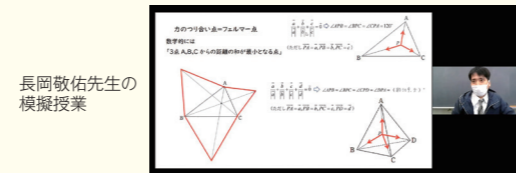
数学 三角形の合同条件、1次不等式、平面・空間ベクトル

地理歴史(地理) 世界を結ぶ交通・通信

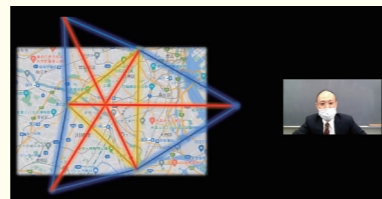
理科(化学) 脂肪族炭化水素(分子構造)



入 英樹先生の
模擬授業



長岡敬佑先生の
模擬授業



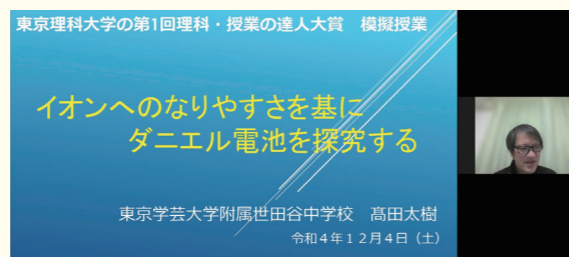
山口和弘先生の
模擬授業

■審査員特別賞

- 東京学芸大学附属世田谷中学校 高田 太樹 先生

題名: イオンへのなりやすさを基にダニエル電池を探究する

単元: 化学変化と電池



「坊っちゃん講座」開講5周年を振り返って



理数教育研究センター
理科教育研究部門長
松田 良一

中高生やその先生方に東京理科大学で進められている研究の内容を分かりやすく伝えたい。その研究から垣間見える未来について夢を語り、それを共有したい。これが理数教育研究センター主催「坊っちゃん講座」開講の動機でした。開講は土曜日の午後2時から。5年間で48回開講されました。当初は対面講義でしたが、2020年度からはコロナ禍の影響でZoomウェビナーによる遠隔講義となりました。そのため、対面講義の迫力は薄れたかもしれませんが、受講可能者が北海道から沖縄、あるいは海外まで広がったのは逆に大きなメリットとなりました。

この講座では冒頭に各講師に自分の専門分野に進んだ「きっかけ」について話していただきます。すると興味深いことに、多くの講師が高校で熱心な先生に出会い、その学問に関する興味を共有できたことが「きっかけ」だったと語りました。これは受講している生徒たちに限らず、現役の先生方にも大きなヒントと励ましになったと思います。予備知識が少ない中高生たちに研究の面白さを語ることは講師にとっても大きな挑戦です。しかし、講義の後につづくQ&Aコーナーで驚くような鋭い質問が飛び込み、頼もしい生徒たちに講師も刺激されることが多々ありました。受講した高校生からは「現在、高校で学んでいる内容を実際に身近に使われている内容と結びつけることができ良かった」、「高校に入ってから、理科系科目に苦手意識を持つようになっていたので、この講座で興味を持つことができるようになって良かった」といった感想がたくさん寄せられました。この講座は本学の学生・卒業生や多くの一般市民の皆さんも聴講しておられ

ます。きっと本学で遂行されている科学研究の一部をわかりやすく社会にお伝えできたのではないのでしょうか。アメリカでは大学の使命は「教育」、「研究」と「社会連携」にあると言われます。それを理科大で共有できたことも大きな成果でした。

話は変わりますが、1812年に6つの元素を発見した自然哲学者(科学者)であり詩人であったHumphry Davyは英国王立研究所で最後の公開講座を4回行なったそうです。当時、製本職人だった21歳のMichael Faradayは理解者から講座聴講のチケットをもらい、その4回とも聴講しました(「ファラデー 王立研究所と孤独な科学者」島尾永康著 岩波書店2000年刊)。一方、英国の伝記作家Richard Holmesによると、同じ1812年の講義を14歳のMary Wollstonecraft Godwin(その4年後に「フランケンシュタイン」を発表)も父親に連れられて聞いていたのです。なんと若い二人とも同じ会場で同時にDavyによるガルバニ電気(死体に電流を流すと動く現象)の話聞いたのです。これがFaradayにはDavyのもとで科学研究を始める道に導き、Maryには「フランケンシュタインあるいは現代のプロメテウス」を着想する道に導きました。この偶然は、方向性がまだ定まっていない時期の若者たちに一流の科学者が語りかけることがどんなに重要かを示す好例です。理科大「坊っちゃん講座」もそうあって欲しいものだと思います。

末筆になりましたが、「坊っちゃん講座」の開講をご支持くださいました秋山仁栄誉教授(元理数教育研究センター長)、土曜日の午後に快く講師としてご登壇くださいました多くの先生方、運営とネット配信にご協力いただきました本学学務課の皆様、さらにご寄付いただきました東京理科大学理窓ビジネス同友会に深く感謝いたします。

この「坊っちゃん講座」が今後も永く続き、「理学の普及を以て国運発展の基礎とする」という本学の建学の精神を具現化する一助になることを願います。



Faradayを記念して1991年に発行された20ポンド紙幣 左側には公開講座で講義をしているFaradayが描かれている。