2023 年度

（令和 5 年度）

東京理科大学 教育支援機構
理数教育研究センター

活動報告書

東京理科大学 教育支援機構

理数教育研究センター

目　次

1. 巻頭言
　理数教育研究センター長挨拶 …… 2

2. 理数教育研究センターの沿革 …… 3

3. 理数教育研究センターの概要と構成 …… 5

4. 理数教育研究センター活動報告
　4-1. 理数教育研究センター運営委員会開催日程・議案 …… 7
　4-2. 各部門の活動報告
　　4-2-1. 数学教育研究部門 …… 9
　　4-2-2. 事業推進部門 …… 13
　　4-2-3. 理科教育研究部門 …… 26
　4-3. 数学体験館 …… 45

5. 関連規程
　5-1. 東京理科大学教育支援機構規程 …… 66
　5-2. 東京理科大学理数教育研究センター規程 …… 69

6. 理数教育研究センター構成員
　6-1. 理数教育研究センター本務教員 …… 71
　6-2. 理数教育研究センター併任教員 …… 71
　6-3. 理数教育研究センター客員教員 …… 72
　6-4. 理数教育研究センター運営委員会委員 …… 72

7. 理数教育研究センター構成員の自己評価（研究業績） …… 73

8. 理数教育研究センター客員教員による研究紹介 …… 95
　8-1. 2023 年度活動報告　松永 清子
　8-2. $k+l$ モールトンコンフィギュレーション　－質量ゼロの解と質量正の解－
　　吉見 奈緒子
　8-3. 2023年度活動報告　Johannes.Schoenke

1. 巻頭言

東京理科大学教育支援機構　理数教育研究センター
2023 年度の活動報告

― はじめに ―

「一年を振り返って」

理数教育研究センター長
眞田　克典

理数教育研究センター長を伊藤稔先生から引き継いで一年が経とうとしています。私としては、本センターの要である、数学教育研究部門、事業推進部門、理科教育研究部門の 3 部門の各種活動が今年度も引き続き滞りなく運営されることを第一に考えてきました。

振り返ると、主なものとして、数学教育研究部門の「理数系高校生のための数学基礎学力調査」「算数/数学・授業の達人大賞」「東京都教職員研修センター専門性向上研修」があり、事業推進部門においては、「理数教育フォーラムの発行」のほか、初となる「ドミニカ共和国の数学教師に対する研修（JST さくらサイエンスプログラム)」などがありました。理科教育研究部門は、公開講座「坊っちゃん講座」、科学技術コミュニケーションセミナー「研究者に聞く仕事と人生－アエラドットの連載から学ぶ」、「理科・授業の達人大賞」、シンポジウム「国際科学オリンピックの主催と日本の理数教育」、高校生と高校理科教員のための「細胞培養講習会」・「微生物培養講習会」等々、いずれも盛会でした。加えて、「高校生のためのサイエンスプログラム～あなたも 1 日大学生～」も 2019 年から 4 年ぶりの開催となりましたが、高校生に大学での学びに少しでも触れてもらえる機会になったと思います。これらは、本センターの関係教員をはじめとする学部学科の教員のみなさん、事務局の支援があって実現したものであり、この場をお借りして関係された皆様にお礼を申し上げます。

上に挙げた様々のイベントは、正に、本学の建学の精神「理学の普及を以て国運発展の基礎とする」に基づくものであり、子どもたちが自身の興味関心を大学での学びに繋げる一助となることを願ってやみません。

本年度の理数教育研究センター 活動報告書は、これらの活動をすべて網羅したものであって、加えて、センター構成員の教育研究活動、センター客員教員による研究紹介が掲載されています。本センターの活動全般を紹介する資料としてご活用いただければ幸いです。

次年度においても、これらの活動をさらにレベルアップしていきたいと考えていますので、よりいっそうのご協力を賜りたく存じます。どうぞよろしくお願い申し上げます。

2. 理数教育研究センターの沿革

理数教育研究センターは、「中等教育における理数教育に関する調査及び研究を総合的に行い、中等教育と高等教育との間にある各種課題に取り組み、その成果を学内外に広く発信すること」を目的とした組織として 2011 年 10 月 1 日付で設置された。それまで本学には、教育支援に係る組織として、教育開発センター及び教職支援センターが設置されていたが、それぞれ個別・独立して発足した経緯があり、相互に有機的な連携が必ずしも図られてこなかった。教育開発センターは「高等教育」の範疇における教育の支援（教育活動の改善・改革：FD 活動）に、教職支援センターは「中等教育」までの範疇における教育の支援（数学又は理科の中高教員免許取得・教員志望学生への支援）に、それぞれ関係する組織であるが、この 2 つの教育の範疇を円滑に接続する必要があった。また、理数系分野の教育方法について研究し、実践の場に還元する機能を充実させることで、近年の「理科離れ」に伴う学力の多様化や、新学習指導要領の実施等といった今日的課題に対して、本学がその特色を活かして取り組んでいくことが求められていた背景もあり、理数教育研究センターが設置されることとなったのである。

同時に、本学における組織的な教育活動の支援、活性化及び質的向上を図るとともに、理数系分野の教育方法及び教育指導方法に関する研究とその実践及び成果の発信を通じて、我が国の科学技術知識普及の進展に寄与することを目的に、「総合教育機構」が設置された。その組織下に、理数教育研究センターのほか、教育開発センター、教職支援センター及び情報教育センター（2012 年年 4 月情報科学教育・研究機構より改組）が配置され、本学における教育の支援を横断的、総括的に集約することで、他の教育支援関係の組織とも、同一の機構内で有機的に連携できる体制を整備したのである。

なお、理数教育研究センターの設置にあたって、その前身となった組織が、総合研究機構内の「数学教育研究部門」（2004 年 10 月設置）であった。これは、2004 年 6 月に「数学理科教育研究所に係る検討委員会」が組織され、数学教育の研究を行い、その成果を中学・高等学校あるいは本学の教育現場に還元することを活動目的とした「東京理科大学数学理科教育研究所」の設置について検討した結果として、設置されたものである。しかし、その活動内容は、教育の研究が主たるものであり、本学における研究組織の活性化を図ることを目的とする総合研究機構に所属していることは馴染まなかったため、独立したセンター組織となる必要性があった。そのこともあり、数学教育研究部門を発展的に改組するとともに、上記のようにその活動内容を広げる形で理数教育研究センターの設置に至ったのである。

2013 年 10 月には、理数教育研究センターに中核的な教育施設として数学体験館が設置された。数学体験館の目的は、高校までの理解不足を補う補習教育の強化、大学での数学の初年次教育の充実、そこから能動的な学習意欲を引き出すための独自の教育活動を実践することにある。これらを通して、本学学生の大学入学後の数学への学習意欲を一層高め、特に数学教員を志望する学生たちに豊かな教育力を身につけてもらうことを期待している。また、中学生及び高校生や、現職の中学校及び高等学校教員などを対象とし、体験的学習を通して、算数や数学の抽象的概念を分かりやすく伝えるための教具・教材等を開発し、その成果を学内外に広く発信する機能を持っている。

また、理数教育研究センターにおいて、文部科学省の 2012 年度私立大学教育研究活性化設備整備費補助金事業に採択され、数学体験館に NC ルーターを始めとする、約 1,500 万円の機器・備品が整備された。このことにより、専門の技術員が数学体験館の作品物を制作する以外にも、中学校や高等学校の授業で使用する教具をつくりたいと希望する全国各地の現職数学教員等に、専門の技術員の指導のもとで作品づくりが可能となった。本学で実施する教員免許更新講習や各種数学教育研究会においても、数学教具の作り方を解説しており、現職数学教員はその教具を学校現場の教育に役立てている。

2014 年度には、独立行政法人科学技術振興機構（JST）が実施する事業「グローバルサイエンスキャンパス（GSC)」に本学が採択され、2017 年度までの 4 年間に亘って実施した。本学では、自然科学の主要な分野である「数学」「情報」「物理」「化学」「生物」の 5 分野について、各分野の繋がりや関わりを理解させる分野融合を基礎とした、受講生の個性や志向を重視する対話型の学習を重視した教育プログラムを実施して、国際レベルの理数力を育成することを目的とした。本センターにおいては、構成員の半数以上が GSC で開講された 5 教科の講義及び実験等において中心的な役割を担い、高大連携のための企画、立案及び運営に携わった。また、理科教育研究部門が主催するシンポジウムでは、GSC 受講生が国際科学オリンピックメダリストの生の声を聴くことができ、本学 GSC が目標とする「受講生が創出する成果」における目標達成の契機とすることができた。

2019 年 4 月には、本学が各キャンパスに有する教育施設を連携させることを目的として組織改編が行われ、これまで理数教育センターの付置施設であった数学体験館は、大学直下の組織である近代科学資料館の下に位置付けられることとなった。数学体験館は、近代科学資料館、サイエンス道場、並びに、2019 年 6 月に野田キャンパスに新設されたなるほど科学体験館と連携し、社会貢献のためにより一層の活用が進められた。理数教育研究センターにおいては、引き続きこれらの施設との連携をとり、理数教育の推進に寄与している。

2020 年 1 月より世界的に流行した新型コロナウイルス感染症の影響により、理数教育研究センターの活動についても中止や延期を余儀なくされた。そのような中、2020 年 7 月以降は、Zoom ウェビナー等のオンラインシステムを活用し、公開講座「坊っちゃん講座」や現職教員向け研究会を開催することで活動を継続した。オンライン開催により、今まで参加できなかった地域からの参加もあり、全国や海外から参加者を集めた。

2023 年 9 月、理数教育研究センターが中心となり、国立研究開発法人科学技術振興機構事業「さくらサイエンスプログラム」により、ドミニカ共和国から 10 名の数学教育関係者(共和国児童・青少年図書館数学体験館部、教皇庁カトリカ・マドレ・マエストラ大学、サロメ・ウレーニャ教員養成大学、ドミニカ共和国教育省数学オリンピック委員会の教員・研究者)を招へいし、「数学教育インストラクター養成研修～数学のおもしろさを分かりやすく伝える～」を実施した。これは 2017 年に東京理科大学の協力により創設したドミニカ共和国の数学体験館を中心として、同国の数学レベルの更なる向上を図ることとあわせて、数学教育を積極的に進めたい意向を持っていることから実現した。

3. 理数教育研究センターの概要と構成

3-1. 目的と活動内容

理数教育研究センターは、「中等教育における理数教育に関する調査及び研究を総合的に行い、中等教育と高等教育との間にある各種課題に取り組み、その成果を学内外に広く発信すること」を目的としており、以下 4 点を主な活動内容としている。

（1）理科、数学等の教科（以下「理数教科」という。）の教育方法の研究
（2）理数教科の教科書、教材等の研究及び開発
（3）理数教科の学力測定に関する調査及び研究
（4）理数教科の教育方法に関する研修会、講習会その他の実施

3-2. 部門の設置

前 1 の内容を推進するため、センターのもとに「数学教育研究部門」、「事業推進部門」及び「理科教育研究部門」の 3 部門を設置している。

「数学教育研究部門」では、中学・高等学校の現職数学教員と本学教員の数学教育に関する情報交換の場として、共同研究を通して教育方法の調査研究及び教材開発や数学の学力調査等を行い、その成果を中学・高等学校に提供している。中でも高校生の理数系進学希望者に対して行う数学の基礎学力調査については、センター発足前（総合研究機構所属時）の 2005 年度から毎年実施している。

「事業推進部門」では、センターにおける活動成果を学内外に広く発信、普及させ、社会に還元することを主たる活動としており、そのための機関紙の発行等を行っている。また、才能ある若者を鍛えるために、文部科学省の高等学校の新カリキュラムにおいても、“数学活用”として大いに取り入れられている離散数学の国際会議（JCDCG[3]）を一年に一度開催している。

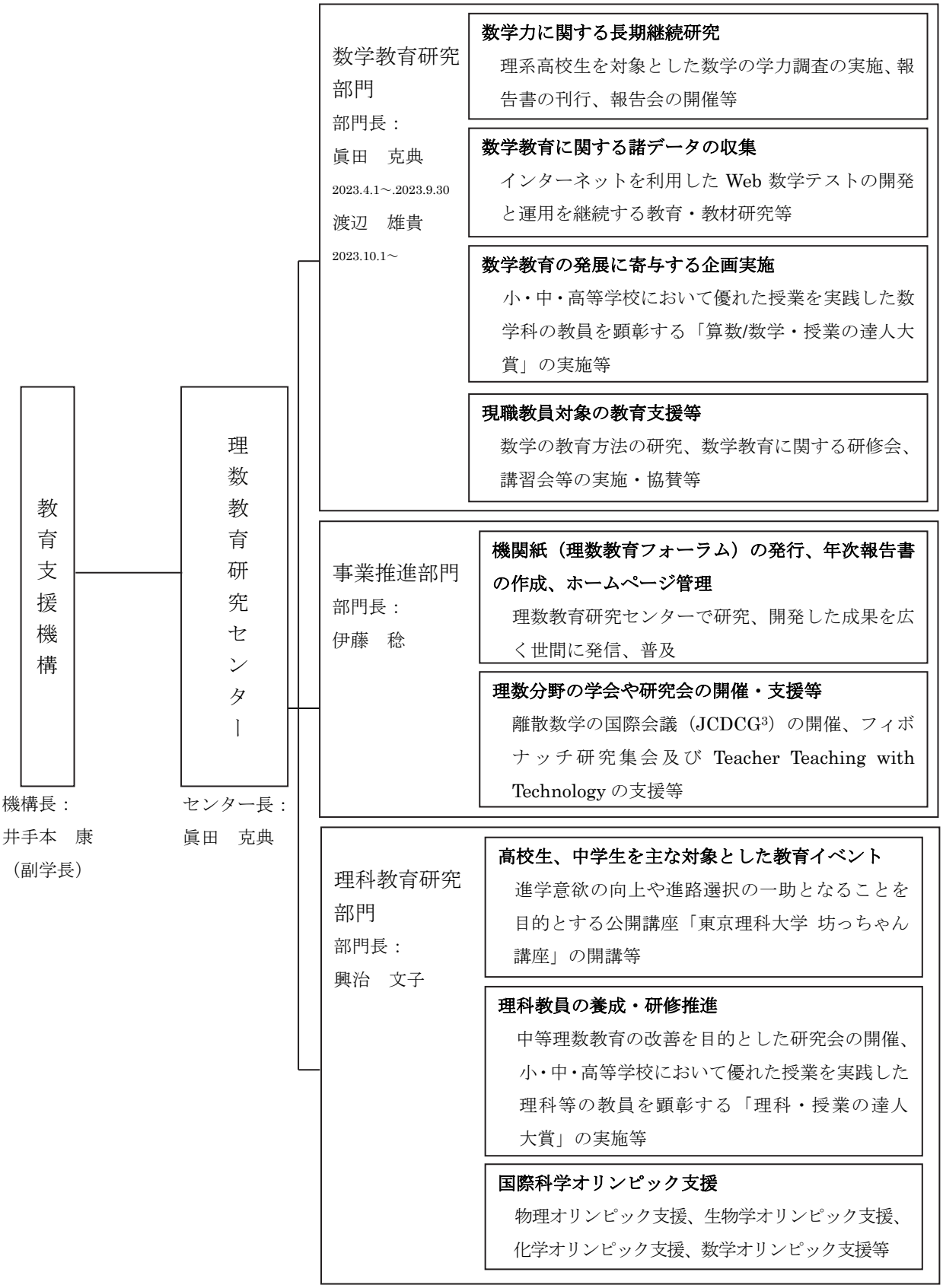
「理科教育研究部門」は、2013 年度に部門化され、将来の理数教育の更なる発展に資すること、また、学内外の中等高等学校教員等を始めとする多くの理数教育関係者へ広く情報発信することを主たる活動としている。我が国の科学的才能の育成及び開発の一助として、高校生、中学生を主な対象とした教育プログラムの開講や、理科教員の養成・研修推進（教員養成研究会等）を行っている。

3-3. 運営委員会の設置

理数教育研究センターに、以下のメンバーをもって組織される「理数教育研究センター運営委員会」を置き、センターの運営方針の企画及び立案に関する事項、センターの活動に関する事項、各部門において検討した事項についての連絡調整に関する事項、その他センターの運営に関する重要事項等について審議することとしている。

（1）理数教育研究センター長
（2）部門長
（3）センター所属（本務教員又は併任教員）の専任の教授、准教授又は嘱託（非常勤扱いの者を除く）の教授及び専門職員のうちからセンター長が学長との協議の上指名した者若干人

3-4. 理数教育研究センター構成図



4. 理数教育研究センター活動報告

4-1. 理数教育研究センター運営委員会開催日程・議案

2023 年度の理数教育研究センター運営委員会の開催日程及び議案は下表のとおりである。

開催年月日			議題
2023 年 5 月 15 日	審議	1	理数教育研究センター2022 年度決算及び 2023 年度予算について
	審議	2	2024 年度理数教育研究センター予算申請について
	審議	3	理数教育研究センターにおける併任教員の採用候補者について
	審議	4	算数/数学、理科・授業の達人大賞の開催について
	審議	5	科学ジャーナリストによる「伝える文章の書き方」講座
	審議	6	理科実験講習会の開催について
	報告	1	2023 年度会議開催日程について
	報告	2	各部門の 2023 年度活動計画について
	報告	3	理数教育フォーラム第 42 号について
	報告	4	2023 年度坊っちゃん講座の開講について
	報告	5	2023 年度東京都教職員研修について
	報告	6	JST 国際青少年サイエンス交流事業（さくらサイエンスプログラム）ドミニカ数学体験館研修について
	報告	7	高校生のためのサイエンスプログラムーあなたも 1 日大学生ーについて
2023 年 7 月 19 日	審議	1	理数教育研究センター2024 年度予算申請について
	審議	2	理数教育研究センターにおける併任教員の選出について
	審議	3	理数教育研究センター運営委員会委員の選出について
	審議	4	数学教育研究部門長の選出について
	報告	1	理数教育フォーラム第 43 号について
	報告	2	細胞培養講習会、微生物学実験の日程について
	報告	3	科学オリンピックシンポジウムについて
	報告	4	高校生のためのサイエンスプログラムの日程について
	報告	5	科学ジャーナリストによる「伝える文章の書き方」講座について
	報告	6	さくらサイエンスプログラム ドミニカ共和国研修生との交流会の実施について
	報告	7	各部門の活動内容の中間報告について

2023 年 11 月 20 日	審議	1	2023 年度活動報告書の作成について
	報告	1	理数教育フォーラム第 44 号について
	報告	2	2023 年度予算の執行状況について
	報告	3	科学技術コミュニケーションセミナー開催報告について
	報告	4	高校生のためのサイエンスプログラム開催報告について
	報告	5	シンポジウム「国際科学オリンピックの主催と日本の理数教育」の開催について
	報告	6	第 16 回 算数/数学・授業の達人大賞、第 2 回 理科・授業の達人大賞 授賞式&模擬授業の開催について
	報告	7	高校生と高校理科教員のための「細胞培養講習会」、高校生と高校理科教員のための「微生物培養講習会」の開催について
	報告	8	中高生のための理科大探検プログラムの実施について
2024 年 1 月 17 日	審議	1	2024 年度会議日程について
	審議	2	理数教育研究センター併任教員の委嘱について
	審議	3	理数教育研究センター運営委員会委員の委嘱について
	審議	4	教育支援機構客員研究員の委嘱について
	報告	1	理数教育フォーラム第 45 号について
	報告	2	各部門の 2023 年度活動報告について

4-2. 各部門の活動報告

4-2-1. 数学教育研究部門

数学教育研究部門長
眞田克典（2023.4.1～2023.9.30）
渡辺雄貴（2023.10.1～）

部門メンバー
眞田克典、渡辺雄貴、伊藤稔、加藤圭一、功刀直子、清水克彦、横田智巳、大山口菜都美、中川裕之、岡田紀夫、瀬尾隆、伊藤弘道、佐古彰史、佐藤隆夫、宮岡悦良、下川朝有、赤倉貴子、馬場蔵人、大浦弘樹、矢部博

数学教育研究部門は、中学・高等学校の現場教員と本学教員の数学教育に関する情報交換の場として、共同研究を通して教育方法の調査研究及び教材の開発や数学の学力調査などを行い、その結果を中学・高等学校に提供するとともに大学初年次教育に役立て、我が国の学校教育に寄与することを目的としている。以下に 2023 年度の活動内容を掲載する。

1. 2023 年度「理数系高校生のための数学基礎学力調査」

本調査は 2005 年度から毎年実施しており、今年度で第 19 回になる。問題作成・評価委員会には、本学教員とともに、本学名誉教授 2 名、現職及び元高等学校教員 7 名、他大学の教員 1 名が参加し、教育現場の実態に合わせた調査を行っている。毎回の調査結果は、おおよそ 2 月に「理数系高校生のための数学基礎学力調査」報告書（中間）として報告される。

調査は 9 月下旬から 10 月上旬にかけて実施し、昨年度に引き続き新型コロナウイルス感染症の影響はあったものの、参加校 61 校、参加者 4,779 名にご協力いただき、重要なデータを得ることができたと考えている。

今回も引き続き、教師に対する質問紙を設け、教師の数学教育に対する考え方や価値観を調査し、今後の指導に対する示唆を得ることとした。解答の正誤と解答に対する自信の程度（1. 自信がある　2. あまり自信がない　3. 全く自信がない）の関係は、学力の定着度を探る指標として重要な手がかりになるものと思われる。

これらの結果は「高校生の数学力 NOW XIX」として 2024 年 10 月に刊行される予定である。

また、2022 年度に実施した「理数系高校生のための数学基礎学力調査」の報告をまとめた「高校生の数学力 NOW　XⅧ」を 2023 年 10 月に刊行した。

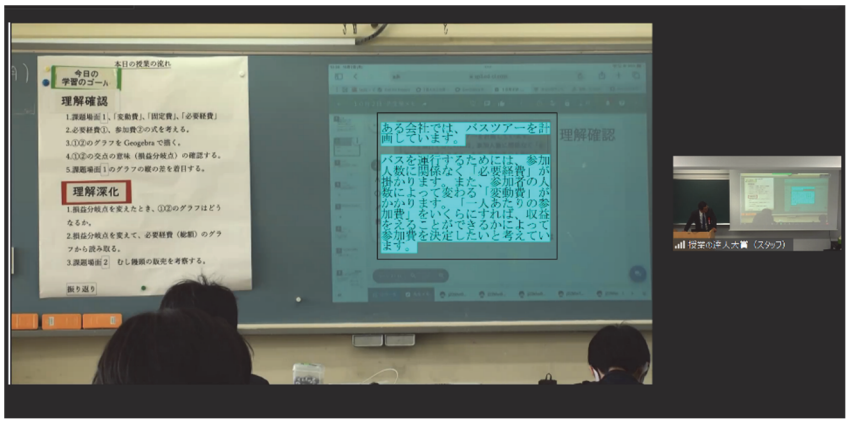
2. 第 16 回　算数/数学・授業の達人大賞

開催日時：2023 年 12 月 10 日（日）14:00～17:00
開催形式：ハイフレックス形式
主催：理数教育研究センター数学教育研究部門

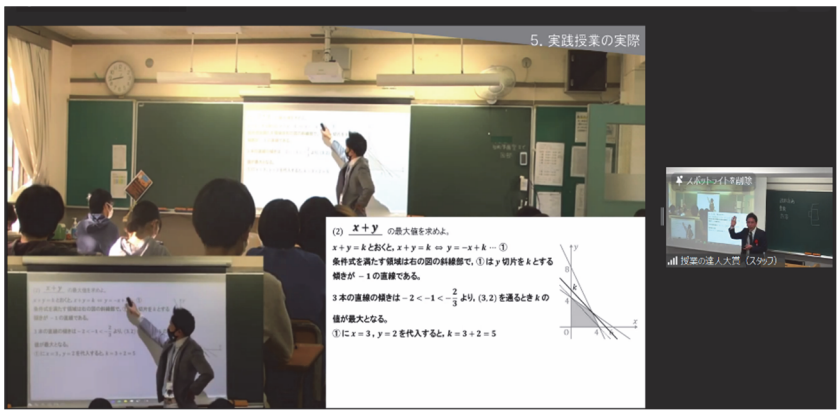
今年度で第 16 回となる「算数/数学・授業の達人大賞」は、小・中・高等学校において、意欲的な実践・研究や創意あふれる指導により優れた授業を実践した数学科の教員を顕彰するものである。

多くの応募の中から最優秀賞 2 名、優秀賞 1 名を決定し、授賞式・講評を行い、最優秀賞受賞者による模擬授業を行い、教員を目指す大学生・大学院生や中学校・高等学校の先生も多数参加した。

＜最優秀賞＞
港区立港南中学校　高山 琢磨 先生
題名：損益分岐点を求める活動を通してグラフの交点の意味を理解する
単元：1 次関数の利用



＜最優秀賞＞
筑波大学附属高等学校　三輪 直也 先生
題名：線形計画法
単元：数学Ⅱ・図形と方程式



＜優秀賞＞

北海道教育大学附属旭川中学校　菅原 大 先生

題名：分数を含む方程式

単元：　中１・方程式

3. 東京都教職員研修センター専門性向上研修「数学【Ⅱ】（東京理科大学で学ぶ数学の世界）」

教員が数学の専門的知識・理解を深め、数学的に考える資質・能力の育成に向けた指導力の向上を図ることを目的として、東京都教職員研修センターからの依頼を受け、東京理科大学との連携のもと、専門性向上研修を神楽坂キャンパスAL教室および数学体験館で実施した。

研修名：専門性向上研修　数学Ⅱ（中・高・特）

タイトル：数学体験館ってどんなところ？

－数学的に考える資質・能力を育成する指導の充実－内容

主催：東京都教職員研修センター

協力：東京理科大学 教育支援機構 教職教育センター・理数教育研究センター

事前動画：・データサイエンスの最新事情

・大学教育で学ぶデータサイエンスの基本

視聴期間：7月・8月

講師：東京理科大学 創域理工学部 情報計算科学科 教授 田畑 耕治

日時：2023年8月24日（木）・8月25日（金）13：30～16：30

対象：東京都の現職教員　各日25名（中学校・高等学校・特別支援学校教員）

講師：東京理科大学 栄誉教授 秋山 仁

東京理科大学 理数教育研究センター 教授、近代科学資料館長 伊藤 稔

東京理科大学 理学部第一部 数学科 嘱託教授 清水 克彦

東京理科大学 数学体験館 テクニカルディレクター 山口 康之

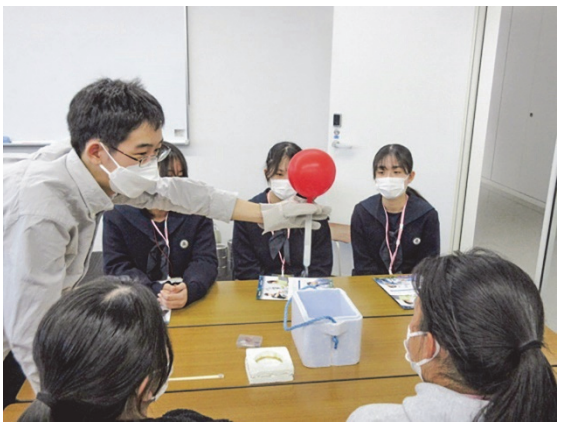
内容：・数学教育が担うべき役割について

・数学と実社会の関わりについて

4. 「中高生のための理科大探検プログラム」試行

高大連携の取り組みの一環として、中学生・高校生を対象としたキャンパス見学の試行的取り組みを実施した。本センターでは、高校生を対象とした「高校生のためのサイエンスプログラム」を 2019 年から実施しており、参加者には大変好評である。本年度は、これを参考にして、教職教育センター主催・理数教育研究センター共催として、中学生・高校生を対象とした「中高生のための理科大探検プログラム」を計 5 回実施した。

本プログラムは、学部・学科・研究室の協力のもと、中学生・高校生に、理科大の様々な学科や研究室の教育・研究を実際に見て、聞いて、体験してもらい、自身の興味関心を高め、将来の学びについて考えるきっかけにしてもらうための企画である。この体験に合わせて、理科大の図書館や食堂などの他、「近代科学資料館」、「数学体験館」（以上、神楽坂キャンパス）、「なるほど科学体験館」（野田キャンパス）、「理科大サイエンス道場」（葛飾キャンパス）などの施設を見学するなどして、キャンパスの雰囲気に直に触れられるようにするとともに、キャンパスで学んでいる理科大生との対話など、交流の機会も設けている。



4-2-2. 事業推進部門

事業推進部門長　伊藤稔

部門メンバー

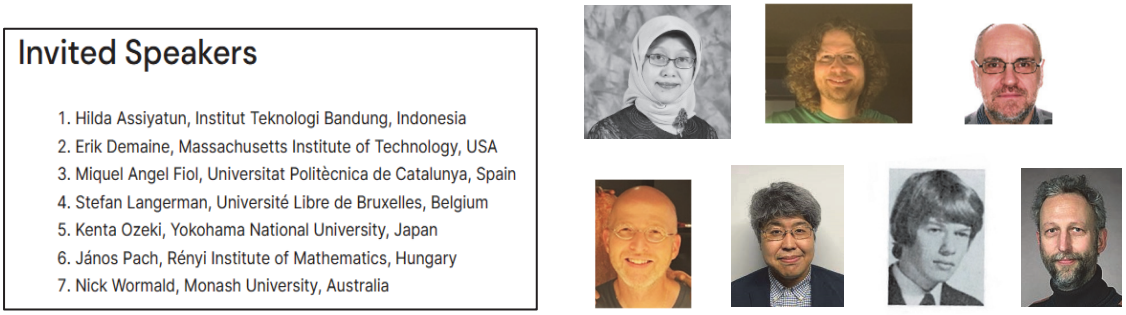
伊藤稔、眞田克典、清水克彦、大山口菜都美、中川裕之、岡田紀夫、瀬尾隆、伊藤弘道、佐古彰史、佐藤隆夫、宮岡悦良、関陽児、興治文子、渡辺雄貴、矢部博

1. 第 25 回　JCDCG^3 2023 の開催報告　　秋山　仁

第 25 回　日本計算・離散幾何学国際会議（JCDCG3 2023）がインドネシアのバリにおいて、東京理科大学理数教育研究センターの共催で 2023 年 9 月 22 日（金）～24 日（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おります。そして本年は、下記の 7 名の招待教授より発表がありました。

開催地：Marriott Bali Nusa Dua Resort, Bali, Indonesia

共催：The Combinatorial Mathematics Research Group at Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Institut Teknologi Bandung, the Indonesian Combinatorial Society (InaCombS), and Center for Research Collaboration in Graph Theory and Combinatorics, Indonesia



今までこの学会に於いて、多大な貢献をされた昨年に亡くなった教授、Mari-Jo Ruiz を偲び、感謝の意を表し、彼女の業績をオープニングアドレスにて披露しました。

Mari-Jo Ruiz

Group Photo

Committees

Program Committee

- Jin Akiyama (Tokyo University of Science, Japan) (Co-Chair)
- Edy Tri Baskoro (Institut Teknologi Bandung, Indonesia) (Co-Chair)
- Rinovia Simanjuntak (Institut Teknologi Bandung, Indonesia) (Co-Chair)
- Hiro Ito (UEC, Japan)
- Mikio Kano (Ibaraki University, Japan)
- Chie Nara (Meiji University, Japan)
- Toshinori Sakai (Tokai University, Japan)
- Hilda Assiyatun (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)
- Djoko Suprijanto (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)
- M. Salman A. N. (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)
- Saladin Uttunggadewa (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)
- Slamin (Universitas Jember, Indonesia)

Organizing Committee

- Rinovia Simanjuntak (Institut Teknologi Bandung, Indonesia) (Chair)
- Finny Oktariani, Institut Teknologi Bandung
- Pritta Etriana Putri, Institut Teknologi Bandung
- Aditya Purwa Santika, Institut Teknologi Bandung
- Suhadi Wido Saputro, Institut Teknologi Bandung
- Erma Suwastika, Institut Teknologi Bandung
- Palton Anuwiksa, Institut Teknologi Bandung
- Sigit Pancahayani, Institut Teknologi Bandung
- Faisal Susanto, Institut Teknologi Bandung
- Risma Yulina Wulandari, Institut Teknologi Bandung
- Andi Pujo Rahadi, Institut Teknologi Bandung
- Intan Sherlin, Institut Teknologi Bandung
- Maya Nabila, Institut Teknologi Bandung

最後になりましたが、いろいろな側面から絶大なる支援をしていただいた本学に心から感謝申し上げます。

Sponsored by
Tokyo University of Science

2. 広報活動

本センターの機関誌である「理数教育フォーラム」が以下のように刊行されました。

また、本学理数教育研究センターホームページに各種イベントの案内、成果を紹介し、その普及に努め、各年度末に年間の活動を報告書に纏めて発行しています。

■第 42 号　2023 年 6 月発行

■ ごあいさつ、センター紹介
理数教育研究センター長　眞田 克典

■ 2023 年度第 1 回　坊っちゃん講座「ナノって何なの？～小さな構造が機能を決める～」開催報告
先進工学部昨日デザイン工学科准教授　梅沢 雅和

■ 「坊っちゃん講座」今後の日程

■ 研究・教育活動紹介⑰数理生物モデルの数学解析
理学部第一部　数学科教授　横田 智巳

■ 研究・教育活動紹介⑱統計学習向け問題解決型シナリオ教材の開発
教育支援機構教職教育センター准教授　大浦 弘樹

■ 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その 42
『導関数描出器』
数学体験館テクニカルディレクター　山口 康之

■第 43 号　2023 年 7 月発行

■ 「伝える文章の書き方講座」から学んだ伝わる文章に必要な２つの要素」
理学研究科物理学専攻 博士後期課程　森 彩花

■ 高校生と高校理科教員のための「微生物学実験」と「細胞培養講習会」を開講
理学研究科客員教授　松田 良一
理学研究科教育専攻博士後期課程 1 年
東京学館浦安高等学校非常勤講師　坂下 丈太

■ 研究・教育活動紹介⑲
「結び目理論の研究とアウトリーチ活動」
理学部第一部数学科准教授　大山口 菜都美

■ 研究・教育活動紹介⑲
「数学教育における類推研究」
理学部第一部数学科准教授　中川 裕之

■ 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その 43
『双六必勝法』
数学体験館テクニカルディレクター　山口 康之

■第 44 号　2023 年 10 月発行

■ 理科大の国際貢献が一歩前進！！
国際化推進センター長　牧内 博幸

■ 高校生のためのサイエンスプログラム
―あなたも 1 日大学生―「工学部の化学で拓く未来の『ものづくり』」実施報告
工学部工業化学科教授　杉本 裕
工学部工業化学科准教授　国村 伸祐
工学部工業化学科准教授　伊村 芳郎

■ 高校生のためのサイエンスプログラム
―あなたも 1 日大学生―「実験で知る電気電子情報工学」実施報告
創域理工学部電気電子情報工学科教授　星 伸一
創域理工学部電気電子情報工学科教授　前田 譲治

■ 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その 40
『ロータリーエンジン』
数学体験館 テクニカルディレクター 山口 康之

■第 45 号　2024 年 3 月発行

■ ソルボンヌ大学の数学博物館（La Maison Poincaré）訪問記
理数教育研究センター 教授、事業推進部門長
伊藤 稔

■ 「第 16 回 算数／数学・授業の達人大賞」開催報告
理数教育研究センター 数学教育研究部門長
渡辺 雄貴

■ シンポジウム「国際科学オリンピックの主催と日本の理数教育」開催報告
理数教育研究センター 理科教育研究部門長
興治 文子

■ 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その 45
フラクタル
数学体験館テクニカルディレクター　山口 康之

3. 数学教育支援活動

JST の主催によるさくらサイエンスプログラムとして、2023 年 9 月 2 日（土）～10 日（日）の日程でドミニカ共和国から 10 名（ドミニカ共和国教育省および本学協定カトリカマドレマエストラ大学等所属の数学研究者や教育関係者）を受け入れ、ドミニカ共和国のインストラクター養成研修が数学体験館にて行われました。本学の学生インストラクターにより教具解説が行われ、本学の教員、外部の講師を招き講義を実施しました。

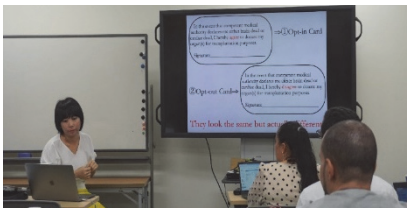
最終日にはさくらサイエンスの修了書が授与されました。

【3 日目】 9 月 4 日 （月）	9:00～10:15	坂田英明副学長の挨拶 オリエンテーション	坂田英明副学長 牧内博幸国際化推進センター長
	10:30～11:45	秋山仁栄誉教授による講義 「数学の威力を生徒に伝える実験」 ①ESWL（風船割り）、②四面体タイル ③嘘当て（誤り修正符号理論）	秋山仁栄誉教授
	13:30～14:45	竹之内芳文先生による講義 「Mathematics behind some two-player games」	竹之内芳文先生
	15:00～16:15	秋山仁栄誉教授による講義 「数学の威力を生徒に伝える実験」 ④定幅図形⑤メビウス⑥区分求積	秋山仁栄誉教授
	17:30～	歓迎会	

秋山仁先生の講義

【4 日目】 9 月 5 日 （火）	9:00～10:15	奥山勇太郎先生による講義 「初等教育に於ける楽しい算数（数学）の授業の工夫」	奥山勇太郎先生
	10:30～11:45		
	13:30～14:45	学生と教員によるプレゼンテーション プレゼン説明、面積、体積	Pauline Pfeifer 先生
	15:00～16:15	学生と教員によるプレゼンテーション 三平方の定理、円錐曲線、サイクロイド滑り台	Pauline Pfeifer 先生 学生インストラクター

インストラクターによる教具説明



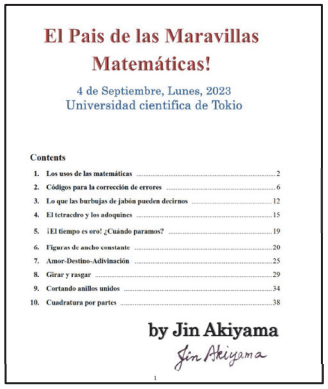
松本朋子先生の講義

【5 日目】 9 月 6 日 （水）	9:00～10:15	松本朋子先生による講義 「データ科学の力を活用することで住みやすい環境をより多くの人が享受できるルールを考えよう」	松本朋子先生
	10:30～11:45	学生と教員によるプレゼンテーション 定幅図形、GCF・LCM 算出器、確率	Pauline Pfeifer 先生 学生インストラクター
	13:30～14:45	学生と教員によるプレゼンテーション ゲーム必勝法、二項分布パチンコ	Pauline Pfeifer 先生 学生インストラクター
	15:00～16:15	学生と教員によるプレゼンテーション ディスカッション	Pauline Pfeifer 先生 鎌田斗南氏 学生インストラクター

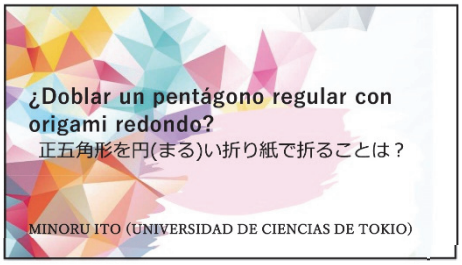
伊藤稔先生の講義

【6 日目】 9 月 7 日 （木）	9:00～10:15	伊藤稔先生による講義 「折り紙を楽しむ」	伊藤稔先生
	10:30～11:45		
	13:30～14:45	清水克彦先生による講義 「数学的現象を観察・実験するための数学ソフトウエアの活用」	清水克彦先生
	15:00～16:15		

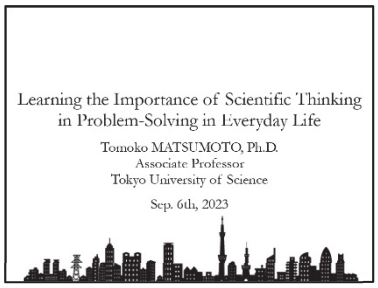
清水克彦先生の講義


El Pais de las Maravillas
Matemáticas!
4 de Septiembre, Lunes, 2023
Universidad cientifica de Tokio
Contents
1. Los usos de las matemáticas 2
2. Códigos para la corrección de errores 6
3. Lo que las burbujas de jabón pueden decirnos 12
4. El tetraedro y los adoquines 15
5. ¡El tiempo es oro! ¿Cuándo paramos? 19
6. Figuras de ancho constante 20
7. Amor-Destino-Adivinación 25
8. Girar y rasgar 29
9. Cortando anillos unidos 34
10. Cuadratura por partes 38
by Jin Akiyama
Jin Akiyama
1

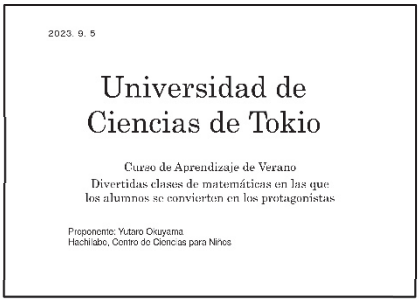
秋山仁先生の講義資料


¿Doblar un pentágono regular con origami redondo?
正五角形を円(まる)い折り紙で折ることは？
MINORU ITO (UNIVERSIDAD DE CIENCIAS DE TOKIO)

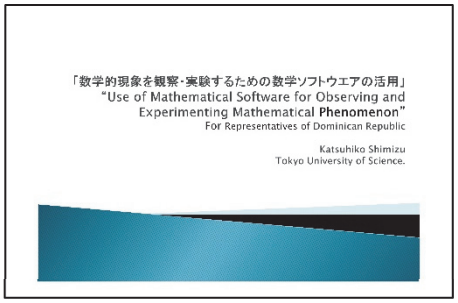
伊藤稔先生の講義資料


Learning the Importance of Scientific Thinking in Problem-Solving in Everyday Life
Tomoko MATSUMOTO, Ph.D.
Associate Professor
Tokyo University of Science
Sep. 6th, 2023

松本朋子先生の講義資料


2023. 9. 5
Universidad de Ciencias de Tokio
Curso de Aprendizaje de Verano
Divertidas clases de matemáticas en las que los alumnos se convierten en los protagonistas
Proponente: Yutaro Okuyama
Hachilabo, Centro de Ciencias para Niños

奥山勇太郎先生の講義資料


「数学的現象を観察・実験するための数学ソフトウエアの活用」
"Use of Mathematical Software for Observing and Experimenting Mathematical Phenomenon"
For Representatives of Dominican Republic
Katsuhiko Shimizu
Tokyo University of Science.

清水克彦先生の講義資料

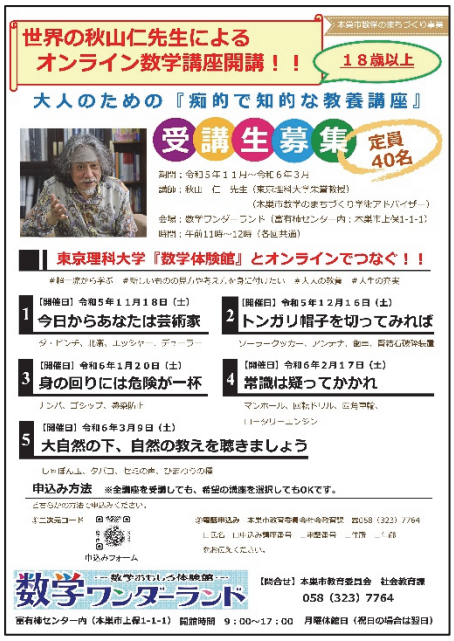
JST さくらサイエンスプログラム修了書授与

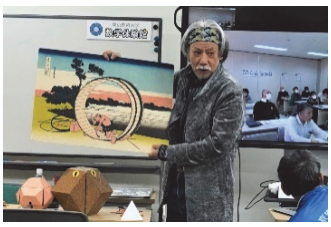
ロベルト・タカタ大使を交えての意見交換会集合写真

◆秋山先生による本巣市との共同開催「大人のための数学教養講座」計５回を実施しました。

数学体験館と岐阜県本巣市の会場をオンラインで結び、聴講する方々も会場参加され、第１回目は11/18にて開催されました。

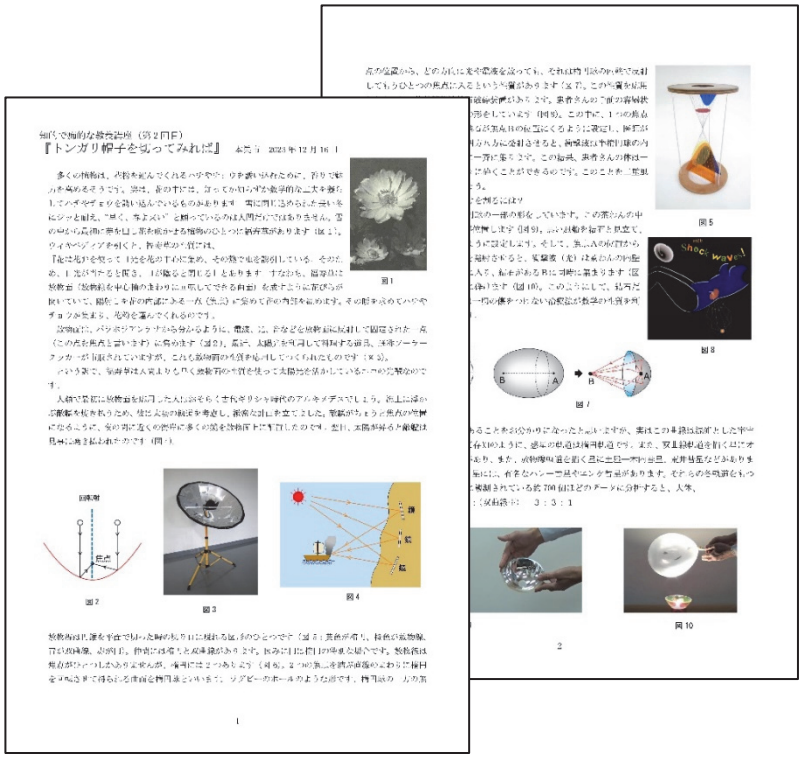
講義内容は、「今日からあなたは芸術家」と題し、配布テキストが用意され、エッシャー、北斎、ダ・ビンチの絵画について数学的観点から考察するというものや、秋山先生ご自身がつくった定理をもとに生まれた芸術作品の紹介がありました。





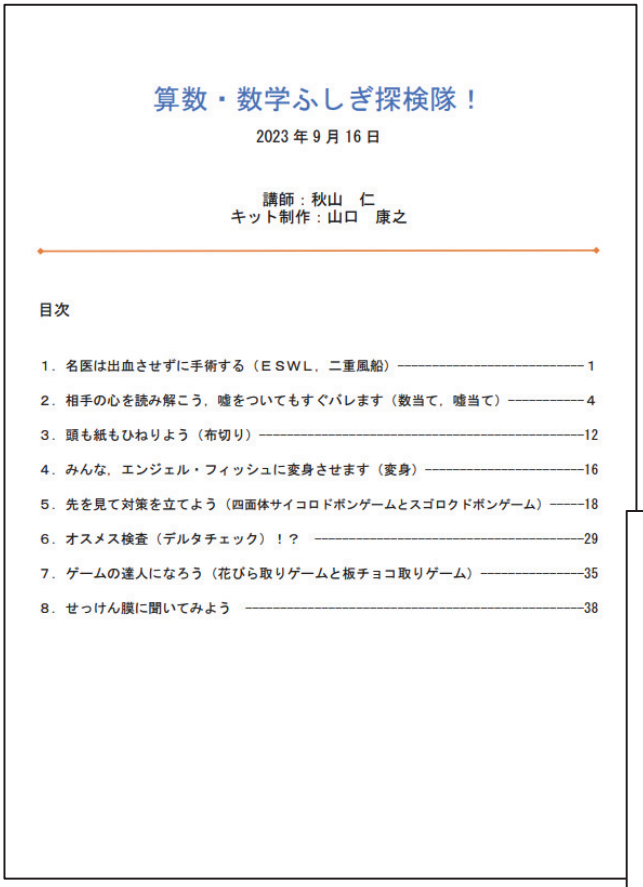
講座２回目：12/16（土）「トンガリ帽子を切ってみれば」
講座３回目：1/20（土）「身の回りには危険が一杯」
講座４回目：2/17（土）「常識は疑ってかかれ」
講座５回目：3/9（土）「大自然の下、自然の教えを聴きましょう」

◆講義テキスト



◆秋山先生による理科大オープンカレッジのワークショップが飯田橋セントラルプラザで開催されました。

9 月 16 日（土）午前 10：00～12：00、午後 13：00～15：00 の 2 回編成で、各回 20 名の受講生は大変熱心に受講され、配布キットに楽しく取り組まれていました。



算数・数学ふしぎ探検隊！

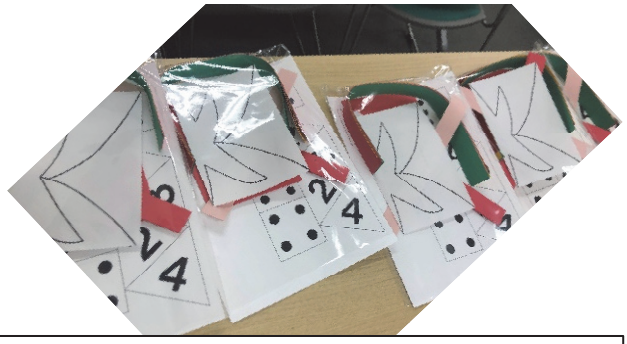
2023 年 9 月 16 日

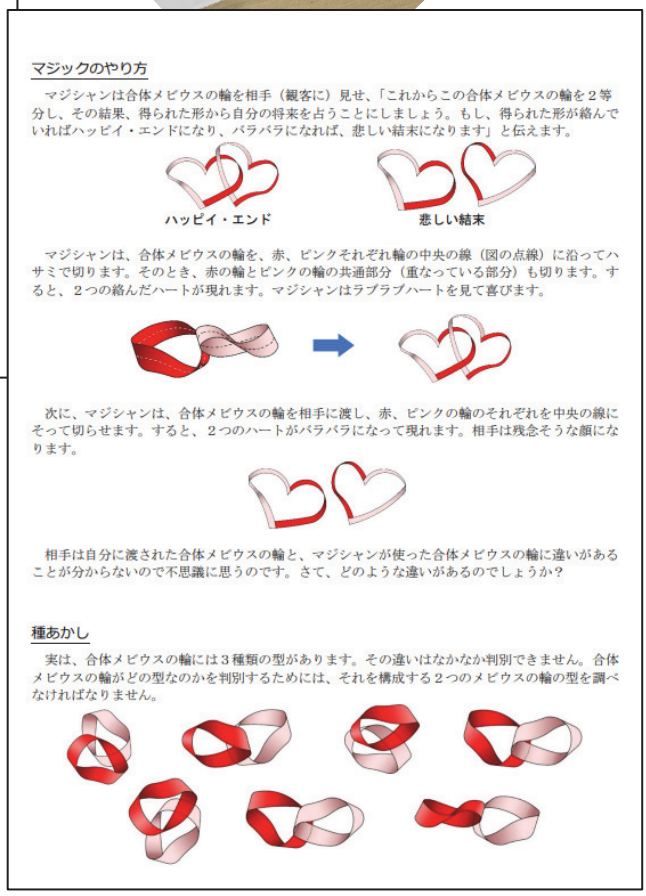
講師：秋山　仁
キット制作：山口　康之

目次

1．名医は出血させずに手術する（ＥＳＷＬ，二重風船）――――1
2．相手の心を読み解こう，嘘をついてもすぐバレます（数当て，嘘当て）――――4
3．頭も紙もひねりよう（布切り）――――12
4．みんな，エンジェル・フィッシュに変身させます（変身）――――16
5．先を見て対策を立てよう（四面体サイコロドボンゲームとスゴロクドボンゲーム）――18
6．オスメス検査（デルタチェック）！？ ――――29
7．ゲームの達人になろう（花びら取りゲームと板チョコ取りゲーム）――――35
8．せっけん膜に聞いてみよう ――――38

配布用キットの作成・準備





マジックのやり方

マジシャンは合体メビウスの輪を相手（観客に）見せ、「これからこの合体メビウスの輪を２等分し、その結果、得られた形から自分の将来を占うことにしましょう。もし、得られた形が絡んでいればハッピイ・エンドになり、バラバラになれば、悲しい結末になります」と伝えます。

ハッピイ・エンド　　悲しい結末

マジシャンは、合体メビウスの輪を、赤、ピンクそれぞれ輪の中央の線（図の点線）に沿ってハサミで切ります。そのとき、赤の輪とピンクの輪の共通部分（重なっている部分）も切ります。すると、２つの絡んだハートが現れます。マジシャンはラブラブハートを見て喜びます。

次に、マジシャンは、合体メビウスの輪を相手に渡し、赤、ピンクの輪のそれぞれを中央の線にそって切らせます。すると、２つのハートがバラバラになって現れます。相手は残念そうな顔になります。

相手は自分に渡された合体メビウスの輪と、マジシャンが使った合体メビウスの輪に違いがあることが分からないので不思議に思うのです。さて、どのような違いがあるのでしょうか？

種あかし

実は、合体メビウスの輪には３種類の型があります。その違いはなかなか判別できません。合体メビウスの輪がどの型なのかを判別するためには、それを構成する２つのメビウスの輪の型を調べなければなりません。

◆7 月 7 日～12 日に、日本で国際数学オリンピック（IMO＝International Mathematical Olympiad）が開かれました。IMO は 20 歳未満の大学教育を受けていない世界の生徒達が集まり、数学の難問を解く競技会（コンテスト）です。日本開催は 20 年ぶりの 2 回目で、コンテストは千葉の幕張メッセで行われ、終了翌日の 7 月 10 日～11 日には交流イベントがありました。

その一環として 7 月 11 日（火）に、インド、ベルギー、アルゼンチン、香港の 4 チームが数学体験館を訪れて秋山 仁先生によるレクチャーを受けました。

参加者は、数学体験館内の展示物を実際に体験し、興味深く楽しんでいました。レクチャーは、教具を用いて実演をしながら進められ、選手団の方々は熱心に秋山先生の話を聞き、ときには驚いた様子で、大盛況のうちに見学は終了しました。

インストラクターによる教具説明

秋山仁先生のレクチャー

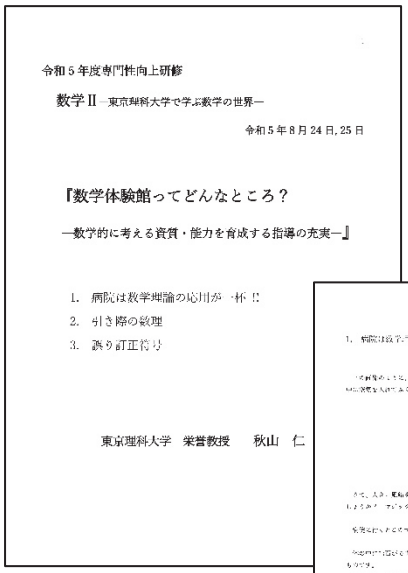
集合写真

◆8 月 24 日（木)、25 日（金）の両日に東京都教職員研修が行われ、数学体験館にて秋山先生より講義が実施されました。中学、高等学校、特別支援学校の教員が受講されました。

【参加教員の学校種及び男女の人数】

	8 月 24(木)	8 月 25 日(金)
中学校	8名	6名
高等学校	11名	14名
特別支援学校	5名	5名
合計	24名 男性:14名 女性:10名	25名 男性:21名 女性:4名

【配布テキスト】


令和５年度専門性向上研修

数学Ⅱ―東京理科大学で学ぶ数学の世界―

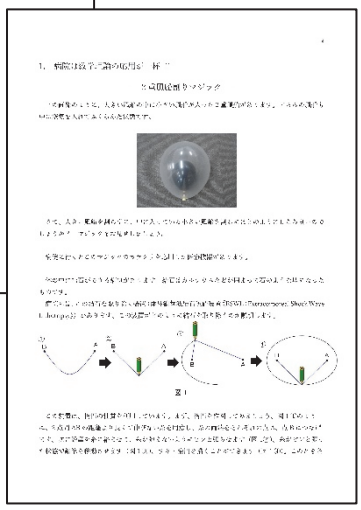
令和５年８月24日, 25日

『数学体験館ってどんなところ？

―数学的に考える資質・能力を育成する指導の充実―』

1. 病院は数学理論の応用が一杯!!
2. 引き際の数理
3. 誤り訂正符号

東京理科大学　栄誉教授　秋山　仁



【本研修の申込動機】

研修のねらいが自身のニーズと合っていたから	88.9%
数学体験館での演習があるから	72.2%
社会における数学の有用性や実用性を認識させる授業づくりを学びたかったから	55.6%
講師が東京理科大学の教授等だったから	50.0%
数学的に考える資質・能力を育成する指導の新たな視点を学びたかったから	38.9%
対象校種や研修段階が自身の校種や研修段階と合っていたから	27.8%
数学教育が担うべき役割について学びたかったから	22.2%
会場が東京理科大学だったから	22.2%
受講日が選択できたから	22.2%
東京理科大学との連携研修を受講したことがあったから	22.2%
実施日が受講しやすい時期だったから	16.7%
集合研修だったから	11.1%
その他	0%

【受講教職員によるアンケート】

令和4年度　大学連携研修　受講者アンケート　集計結果

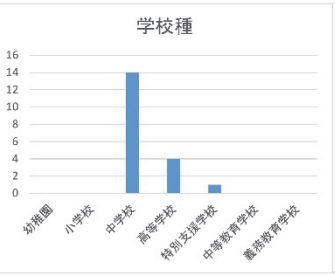
連携大学名　東京理科大学

研修番号　4281　研修名　数学【Ⅲ】(中・高・特)　第　1　回　研修日　8月24日(木)

回答数	19

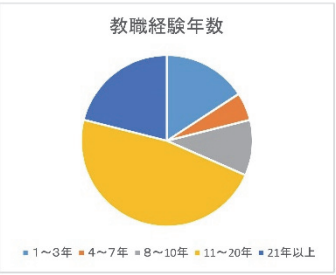
学校種

幼稚園	0
小学校	0
中学校	14
高等学校	4
特別支援学校	1
中等教育学校	0
義務教育学校	0



教職経験年数

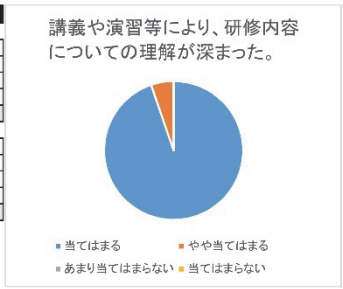
1～3年	3
4～7年	1
8～10年	2
11～20年	9
21年以上	4

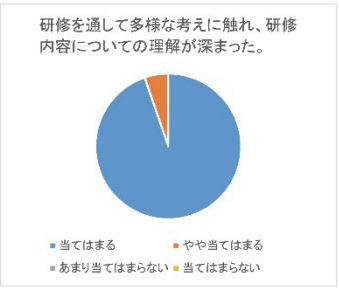


満足度	3.95

(1) 講義や演習等は、研修のねらいに即した内容だった。	
当てはまる	18
やや当てはまる	1
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.95

(2) 講義や演習等は、自分自身や校内の課題解決に役立つ内容だった。	
当てはまる	18
やや当てはまる	1
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.95

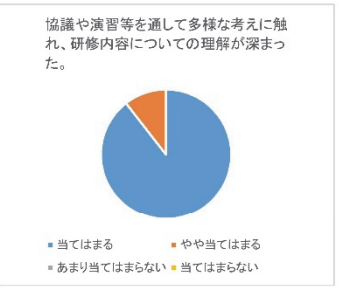




理解度	3.89

(1)講義や演習等により、研修内容についての理解が深まった。	
当てはまる	17
やや当てはまる	2
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.89

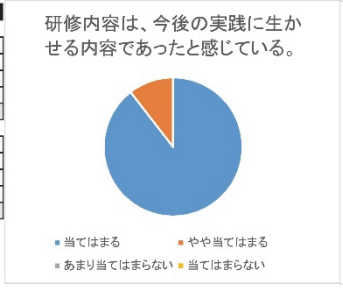
(2) 研修を通して多様な考えに触れ、研修内容についての理解が深まった。	
当てはまる	17
やや当てはまる	2
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.89



活用度	3.89

(1) 研修内容は、今後の実践に生かせる内容であったと感じている。	
当てはまる	17
やや当てはまる	2
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.89

(2) 研修内容を、今後の指導の改善に生かそうと思っている。	
当てはまる	17
やや当てはまる	2
あまり当てはまらな	0
当てはまらない	0
平均	3.89



令和4年度　大学連携研修　受講者アンケート　集計結果

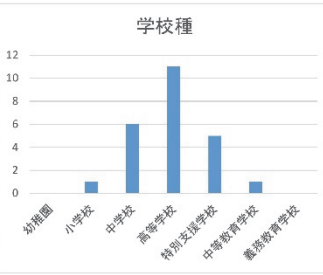
連携大学名　東京理科大学

研修番号　4282　研修名　数学【Ⅲ】(中・高・特)　第　1　回　研修日　8月25日(金)

回答数	24

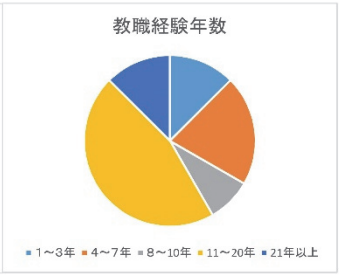
学校種

幼稚園	0
小学校	1
中学校	6
高等学校	11
特別支援学校	5
中等教育学校	1
義務教育学校	0



教職経験年数

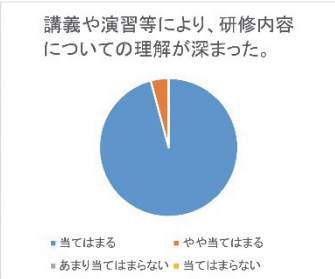
1～3年	3
4～7年	5
8～10年	2
11～20年	11
21年以上	3

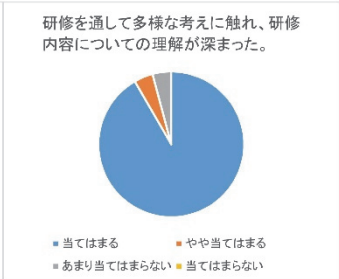


満足度　3.92

(1) 講義や演習等は、研修のねらいに即した内容だった。	
当てはまる	23
やや当てはまる	1
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.96

(2) 講義や演習等は、自分自身や校内の課題解決に役立つ内容だった。	
当てはまる	22
やや当てはまる	1
あまり当てはまらない	1
当てはまらない	0
平均	3.88

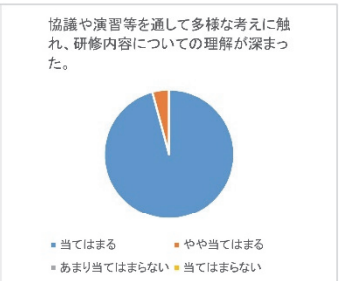




理解度　3.94

(1)講義や演習等により、研修内容についての理解が深まった。	
当てはまる	22
やや当てはまる	2
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.92

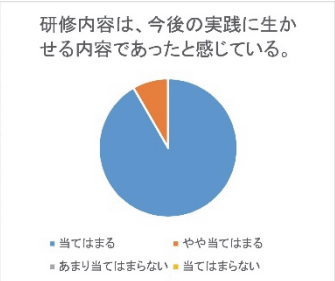
(2) 研修を通して多様な考えに触れ、研修内容についての理解が深まった。	
当てはまる	23
やや当てはまる	1
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.96

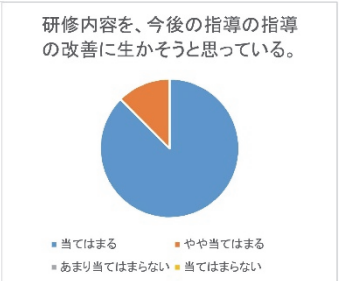


活用度　3.90

(1) 研修内容は、今後の実践に生かせる内容であったと感じている。	
当てはまる	22
やや当てはまる	2
あまり当てはまらない	0
当てはまらない	0
平均	3.92

(2) 研修内容を、今後の指導の改善に生かそうと思っている。	
当てはまる	21
やや当てはまる	3
あまり当てはまらな	0
当てはまらない	0
平均	3.88





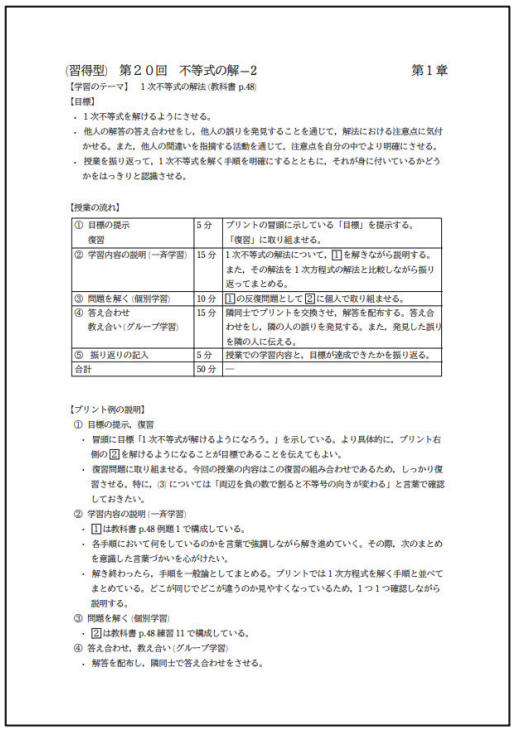
◆数学の高校教科書を数研出版より出版しました。

著作者・編集委員

秋山 仁、大矢 建正（東海大学）、桑田 孝泰（東海大学）、酒井 利訓（東海大学）他

【教科書】

【教師用の資料】



習得型　第２０回　不等式の解－2　　第１章

【学習のテーマ】　１次不等式の解法（教科書 p.48）

【目標】

- １次不等式を解けるようにさせる。
- 他人の解答の答え合わせをし、他人の誤りを発見することを通じて、解法における注意点に気付かせる。また、他人の間違いを指摘する活動を通じて、注意点を自分の中でより明確にさせる。
- 授業を振り返って、１次不等式を解く手順を明確にするとともに、それが身に付いているかどうかをはっきりと認識させる。

【授業の流れ】

① 目標の提示 復習	5 分	プリントの冒頭に示している「目標」を提示する。 「復習」に取り組ませる。
② 学習内容の説明（一斉学習）	15 分	１次不等式の解法について、1 を解きながら説明する。 また、その解法を１次方程式の解法と比較しながら振り返ってまとめる。
③ 問題を解く（個別学習）	10 分	1 の反復問題として 2 に個人で取り組ませる。
④ 答え合わせ 教え合い（グループ学習）	15 分	隣同士でプリントを交換させ、解答を配布する。答え合わせをし、隣の人の誤りを発見する。また、発見した誤りを隣の人に伝える。
⑤ 振り返りの記入	5 分	授業での学習内容と、目標が達成できたかを振り返る。
合計	50 分	—

【プリント例の説明】

① 目標の提示、復習

- 冒頭に目標「1 次不等式が解けるようになろう。」を示している。より具体的に、プリント右側の 2 を解けるようになることが目標であることを伝えてもよい。
- 復習問題に取り組ませる。今回の授業の内容はこの復習の組み合わせであるため、しっかり復習させる。特に、③ については「両辺を負の数で割ると不等号の向きが変わる」と言葉で確認しておきたい。

② 学習内容の説明（一斉学習）

- 1 は教科書 p.48 例題 1 で構成している。
- 各手順において何をしているのかを言葉で強調しながら解き進めていく。その際、次のまとめを意識した言葉づかいを心がけたい。
- 解き終わったら、手順を一般論としてまとめる。プリントでは１次方程式を解く手順と並べてまとめている。どこが同じでどこが違うのか見やすくなっているため、１つ１つ確認しながら説明する。

③ 問題を解く（個別学習）

- 2 は教科書 p.48 練習 11 で構成している。

④ 答え合わせ、教え合い（グループ学習）

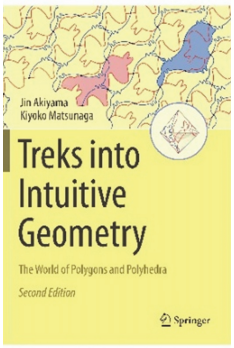
- 解答を配布し、隣同士で答え合わせをさせる。

◆ポール・エルデス：離散数学の魅力（伝説の講義）VAŠEK CHVÁTAL 著

邦訳本として、近代科学社より 8 月 31 日に出版された。

20 世紀の最も優れた数学者のひとりであり、生涯 1655 編の論文を残した、エルデスの定理は予備知識をほとんど必要とせず、深い洞察と直観があれば高校生でも理解できる、それらの中でも特に魅力的なものを、共同研究者であったフバタルが丁寧に解説している。伝説の講義として、邦訳し出版した。

原著：Vašek Chvátal、監訳：秋山 仁、翻訳：小舘崇子、酒井利訓、徳永伸一、松井泰子



◆Treks into Intuitive Geometry 第 2 版を執筆しました。

2015 年に出版された第 1 版に新たな定理も盛り込み、多角形 - 多面体に関する秋山の結果の集大成。

Springer より 2024 年 5 月に出版された。

4-2-3. 理科教育研究部門

理科教育研究部門長　興治文子

部門メンバー

興治文子、川村康文、井上正之、山口順之、太田尚孝、武村政春、関陽児

理科教育研究部門は、科学オリンピックを含む才能開発の推進、中高生、大学生及び一般社会人向けの公開講座の開講、高校「科学と人間生活」、「理数探究」に導入可能な実習教材開発のための実験講習会の実施、さらに学校教育を支援する理科才能開発、持続可能な開発のための教育の推進、科学リテラシーの推進などを目標に活動を行っている。以下に 2023 年度の活動内容を述べる。

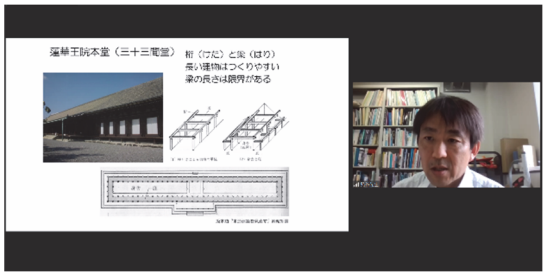
1. 公開講座「坊っちゃん講座」

2023 年度も Zoom ウェビナーによるオンラインで実施し、参加者は全国や海外に広がっている。

また、本講座開始から 6 年が経過し、60 回実施・累計参加者数 8,419 名になり、幅広い層から支持を得ている。

	日程	担当講師、タイトル	場所	参加者数
1	4 月 22 日(土)	先進工学部機能デザイン工学科　准教授 梅澤雅和 「ナノって何なの？　小さな構造が機能を決める」	自宅から配信	190
2	5 月 20 日(土)	理学部第一部数学科　教授　木田雅成 「$\sqrt{2}$ が無理数であること」	神楽坂キャンパス 研究室から配信	154
3	6 月 10 日(土)	創域理工学部社会基盤工学科　教授 菊池喜昭 「土はどうして構造物を支えられるのか, その原理と応用」	野田キャンパス 研究室から配信	154
4	6 月 24 日(土)	工学部建築学科　准教授　熊谷亮平 「建物はなぜそのようなかたちをしているか？」	葛飾キャンパス 研究室から配信	163
5	7 月 22 日(土)	先進工学部生命システム工学科　教授 瀬木（西田）恵里 「脳のしくみから考える心の病気とその治療」	葛飾キャンパス 研究室から配信	246
6	9 月 16 日(土)	創域理工学部数理科学科　講師　側島基宏 「数学から現象を眺める」	野田キャンパス 研究室から配信	171
7	10 月 7 日(土)	理学部第二部物理学科　教授　堺和光 「量子コンピュータって何だろう？」	神楽坂キャンパス 研究室から配信	154

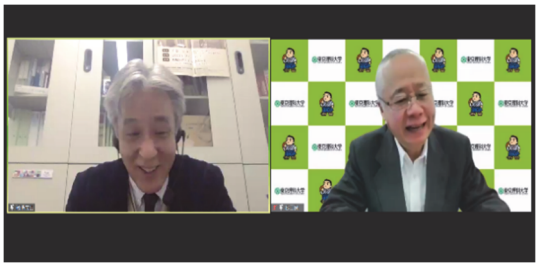
8	10月28日(土)	経営学部国際デザイン経営学科　教授 中野嘉子 「理科大で、なぜか日本食のグローバル化を考える」	神楽坂キャンパス （富士見校舎） 研究室から配信	98
9	11月11日(土)	創域理工学部先端物理学科　教授　澤渡信之 「ソリトン・非線形数理の楽しみ　～スケール不変な自然現象たち～」	野田キャンパス 研究室から配信	94
10	12月16日(土)	公立諏訪東京理科大学工学部情報応用工学科 助教　深谷将 ※理学部第一部化学科卒業生、理窓博士会 第16回学術奨励賞受賞者 「アメーバの健康診断アプリを開発する」	自宅から配信	104
11	1月27日(土)	薬学部薬学科　教授　礒濱洋一郎 「漢方薬の科学～漢方薬にはノーベル賞テクノロジー？」	野田キャンパス 研究室から配信	169
12	3月23日(土)	工学部情報工学科　准教授　中村和晃 「AI も攻撃される！？　～安全な運用を目指して」	葛飾キャンパス 研究室から配信	122



熊谷亮平先生

瀬木（西田）恵里先生

中野嘉子先生と伊藤稔先生



礒濱洋一郎先生と松田良一先生

2. 研究会の開催・企画

「国際科学オリンピックの主催と日本の理数教育」と題したシンポジウムが、2023年12月9日（土）13時から16時の日程で、神楽坂キャンパスにてハイフレックス形式で行われ

た。このシンポジウムでは後半に参加者との質疑応答のパネルディスカッションの時間を設け、例年行っている研究会を兼ねた。

国際科学オリンピックのうち、生物学は 2020 年のコロナ禍中に国際大会を日本で開催、数学と物理学は 2023 年に国際大会を日本で開催したことを受け、関係者にその成果を共有していただき、これからの日本の理数教育を再考することを目的とした。対面、オンラインともに、多くの教育関係者に参加いただき、シンポジウム終了後にも熱心に質疑応答がされる様子がうかがえた。

シンポジウムは、興治文子・東京理科大学教授の趣旨説明で始まった。北原和夫氏（東京工業大学名誉教授、国際基督教大学名誉教授、東京理科大学元教授、日本科学オリンピック委員会元運営委員長）からは、国際科学オリンピックの目的や参加の意義、日本の参加の歴史（初参加は、数学 1990 年、地学 2002 年、化学 2003 年、情報 2004 年、生物学 2005 年、物理 2006 年、地学 2008 年）、各科学オリンピックの国内の選抜状況について述べられた。また、2018 年には 7 つの分野の横のつながりを強化する目的での日本科学オリンピック委員会を結成し、国内で組織的に推進していることについて紹介があった。

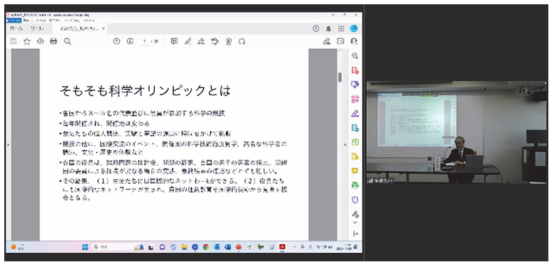
秋山仁氏（東京理科大学栄誉教授）からは、数学オリンピックのメリット、デメリットの紹介があり、研究者にとって大切な能力、これからの時代が求める能力、そのために必要な教育と幅広い視点からのご講演をいただいた。

家泰弘氏（中部大学総長、東京大学名誉教授、国際物理オリンピック 2023 組織委員会実行委員会委員長）からは COVID-19 と共存している状況で、どのように国際物理オリンピック開催に向けて準備してきたのか、また開催中はどのような内容が行われたのかについてご紹介があった。

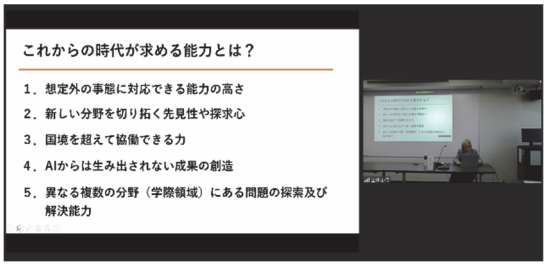
渡辺一之氏（東京理科大学名誉教授、物理オリンピック日本委員会理事長）からは、国際物理オリンピックに送り出す立場から、国内選抜の様子や、2023 年に日本で開催された国際大会の記録をまとめた映像資料を用いたご説明があった。

松田良一氏（東京大学名誉教授、東京理科大学元教授、国際生物学オリンピック元議長）からは、国際生物学オリンピックの組織委員長としてコロナ禍中にどのように運営してきたのか、また会期中に行われる教育セッションでの各国の教育事情についてご紹介があった。特に生物教育において、オランダの教科書では性感染症についての記述もあるなどヒトを対象とした教育内容の違いと、日本の今後の教育に向けたご意見があった。

パネルディスカッションでは、ジェンダーやダイバーシティの問題、トップ層の育成と理科好きの裾野の拡大、Science English についてなど、幅広い内容について議論が交わされました。なお、シンポジウムの司会は教職教育センターの興治文子教授が務めました。

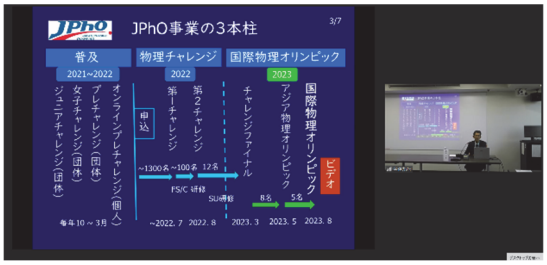


北原和夫先生

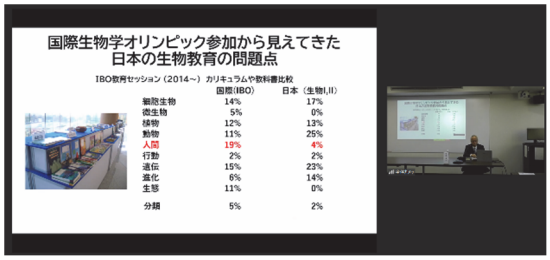


秋山仁先生

家泰弘先生



渡辺一之先生



松田良一先生

パネルディスカッション

3. 国際科学オリンピック支援

・国際物理オリンピック

物理オリンピック事業は、神楽坂キャンパス 1 号館 13 階に事務局を置く公益社団法人物理オリンピック日本委員会によって推進されている。運営には、2023 年 6 月までは副理事長として本学理学部第一部物理学科の満田節生教授（渉外担当）、渡辺一之名誉教授（渉外・将来計画担当理事）、常務理事として教職教育センターの興治文子教授（財務担当）がかかわった。2023 年 6 月以降は、理事長として渡辺一之名誉教授、副理事長として教職教育センターの興治文子教授（財務担当）がかかわっている。

また、2022 年の国際物理オリンピックの日本開催に向けて、2018 年 4 月に発足した「一般社団法人国際物理オリンピック 2023 協会（略称 IPhO2023 協会）」（代表理事 会長 小林誠）の事務局は同 1 号館 13 階にある。国際物理オリンピックが 2023 年に延期されたことに伴い、組織が一般社団法人国際物理オリンピック 2022 協会から名前が変わった。本組織で、2023 年 7 月に国際物理オリンピックが無事に開催された。

さらに、2018 年 3 月に発足した、科学オリンピックを推進する 7 つの団体の横断的な広報活動を担う「日本科学オリンピック委員会」の運営委員には、渡辺一之名誉教授が就任している。

2023 年度は、2023 年 5 月 8 日から新型コロナウイルス感染症が 5 類感染症に位置付けられたことにより、多くの行事を対面で実施したが、引き続きオンラインの利点も生かした活動を実施した。

・国内選抜「物理チャレンジ」について

物理オリンピック事業の国内選抜「物理チャレンジ」は、2005 年に始まって以来毎年開催されている。

2023 年の第 19 回物理チャレンジは、応募数は 1,125 名（昨年は 1,354 名）であり、男子 917 名、女子 208 名であった。昨年より約 200 名減少した。

実験レポートの題目は「振り子の周期を、振れ幅を変えて調べてみよう」であり、988 名（昨年は 1,197 名）からの提出があった。

理論試験は 2020 年度に自宅でのオンライン試験へと変更し、今年度もオンライン試験を行った。マークシート方式であり、理論試験の参加者は 950 名（昨年は 1,064 名）、理論・実験ともに参加した者は 901 名（昨年は 1,022 名）であった。総合成績をもとに 108 名を「第 2 チャレンジ参加者」として選出した。実験レポートは例年通り、内容について詳細な評価を付して成績の通知を行った。

例年 3 泊 4 日で行っている「第 2 チャレンジ」は、8 月 19 日から 22 日の日程で実施した。会場は岡山県の岡山国際交流センターであり、105 名の参加者と委員はホテルの個室に宿泊した。期間中の体調不良者は出なかった。

8 月 19 日には従来通り 5 時間の実験問題コンテスト、8 月 20 日には 5 時間の理論問題コンテストを行った。8 月 21 日にはサイエンスツアーとして SPring-8 を訪問し、施設の見学と研究者の交流が行われた。また、本学の理学部第一部物理学科川村康文教授の出展も含む物理実験のブース（フィジックスライブ）などの物理普及のイベントも行われた。最終日の 8 月 22 日には表彰式が行われた。

参加者 105 名の構成は、中学生 0 名（昨年 5 名）、高校 1 年生 9 名（昨年 6 名）、2 年生 29 名（昨年 36 名）、3 年生 67 名（昨年 54 名）、既卒生 0 名（昨年 0 名）だった。高校 2 年生以下の成績優秀者 12 名（昨年 14 名）を 2024 年のアジア物理オリンピック・マレーシア大会および物理オリンピック・イラン大会の日本代表候補に選出した。内訳は中学生 0 名（昨年 3 名）、高校 1 年生 5 名（昨年 2 名）、2 年生 7 名（昨年 9 名）。12 名のうち、7 名が私立高校、5 名が国公立高校の在校生だった。今年度は、女子生徒は選抜されなかった。

・国際物理オリンピック派遣事業について

2022 年 8 月の「第 2 チャレンジ」で選出された代表候補 14 名に対し、2023 年 3 月 24 から 27 日に大学セミナーハウス（東京都八王子市）において開催されたチャレンジファイナル（春合宿）で最終試験を実施し、8 名のアジア物理オリンピックの日本代表選手、5 名の国際物理オリンピック日本代表選手を選抜した。

・第 23 回アジア物理オリンピックについて

2023 年 5 月 21 日から 29 日の日程で、アジア物理オリンピック（主催国モンゴル）が開催された。参加国数は 28 か国・地域であり、参加選手は 196 名であった。日本代表選手 8 名と問題翻訳等を行う役員 6 名が参加した。結果は、金メダル 1 個、銀メダル 1 個、銅メダル 3 個、優秀賞 2 名、入賞 1 名であった。

・第 53 回国際物理オリンピックについて

2023 年 7 月 10 日から 17 日に、国際物理オリンピック・日本大会の実験試験と理論試験が行われた。80 か国・地域から 387 名（昨年 75 か国・地域から 368 名）の代表選手が参加し、日本チームは金メダル 2 個、銀メダル 3 個と全員が銀メダル以上を受賞する好成績を収めた。この成果に対し、文部科学大臣から表彰も受けた。

・第 54 回国際物理オリンピックについて

2023 年 8 月に開催された「第 2 チャレンジ」で選出された 2024 年アジア物理オリンピックおよび国際物理オリンピック代表候補者 12 名が集まり、9 月 16 日から 18 日に軽井沢研修所にてキックオフミーテイングを実施した。以後、候補者に対し通信教育を行っている。12 月 22 日から 25 日まで八王子セミナーハウスでの冬合宿で実験研修と講義を行い、

2024 年 3 月 23 日から 26 日の春合宿（チャレンジファイナル）で日本代表選手を決定する予定である。

・普及活動について

ジュニアチャレンジの実施 : 小学生と父母を対象に物理の楽しさを伝える活動「ジュニアチャレンジ」を、7 月 29 日に人と科学の未来館サイピア（岡山市）において実施した。

プレチャレンジの実施：高校生と教員に対する研修「プレチャレンジ」を、2023 年 2 月 12 日に大阪星光学院主催で開催した。また、昨年度よりオンラインでのプレチャレンジを本格的に実施し、9 月 24 日、10 月 8 日、11 月 12 日、12 月 10 日、2024 年 1 月 14 日の 5 回行った。

女子チャレンジの実施：2024 年 2 月 3 日に宇都宮女子高校で実施した。

ファーストステップ研修 :「第 1 チャレンジ」に参加したが、「第 2 チャレンジ」に選抜されなかった参加者を対象に、通信教育による研修の機会を与えている。85 名（昨年 97 名）が参加している。

ステップアップ研修 :「第 2 チャレンジ」に参加したが、物理オリンピック代表選手候補者なれなかった生徒に対し、通信教育による研修の機会を与えている。20 名（昨年 29 名）が参加している。

チャレンジ研修：来年の第 2 チャレンジ参加を目指すという趣旨で第 1 チャレンジの成績等から、高校 1 年生以下 26 名を選抜しそのうち 17 名（昨年は 21 名を選抜し 14 名）から申込があった。ファーストステップ研修は選択式だが、チャレンジ研修は記述式である。

出版活動：News Letter 37 から 38 号、年次報告書を刊行。

4. 第 2 回　理科・授業の達人大賞

開催日時：2023 年 12 月 10 日（日）14:00～1700

開催形式：ハイフレックス形式

主催：理数教育研究センター 理科教育研究部門

小・中・高等学校において、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た理科の教員を顕彰するものである。

2022 年度から、従来の「算数/数学・授業の達人大賞」に加え、理科系にも拡げ、「理科・授業の達人大賞」を新設した。

多くの応募の中から最優秀賞 1 名、審査員特別賞 2 名（連名）を決定し、授賞式・講評を行い、最優秀賞受賞者による模擬授業を行い、教員を目指す大学生・大学院生や中学校・高等学校の先生も多数参加した。

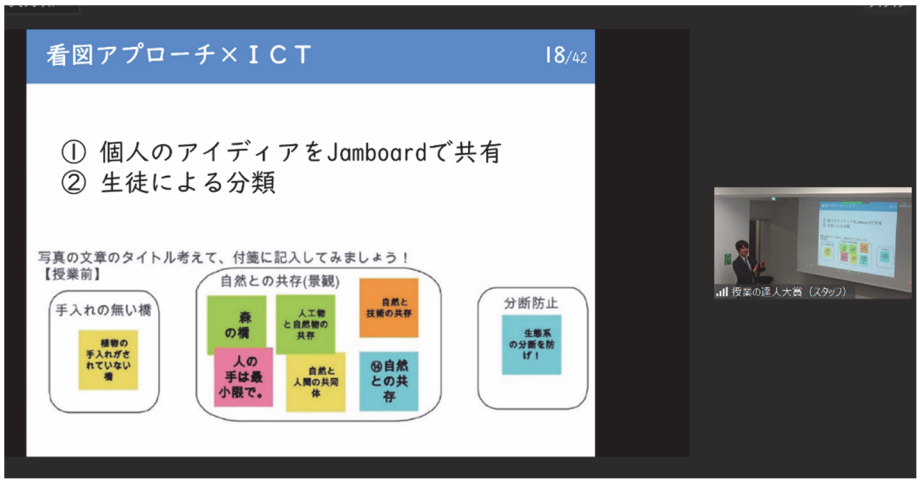
また、本学教職教育センター 興治文子教授による宇宙教育プログラム特別講演も行われた。

＜最優秀賞＞

熊本県立熊本北高等学校　溝上 広樹 先生

題名：一人一台端末を利用した高校生物における看図アプローチ授業実践

単元：生物多様性を減少させる要因



＜審査員特別賞＞

聖学院中学校高等学校　山本 周 先生、諸橋 陸 先生

題名：「音」をテーマとした STEAM 授業　～音のかんかくストレッチと Ablton で楽曲作成～

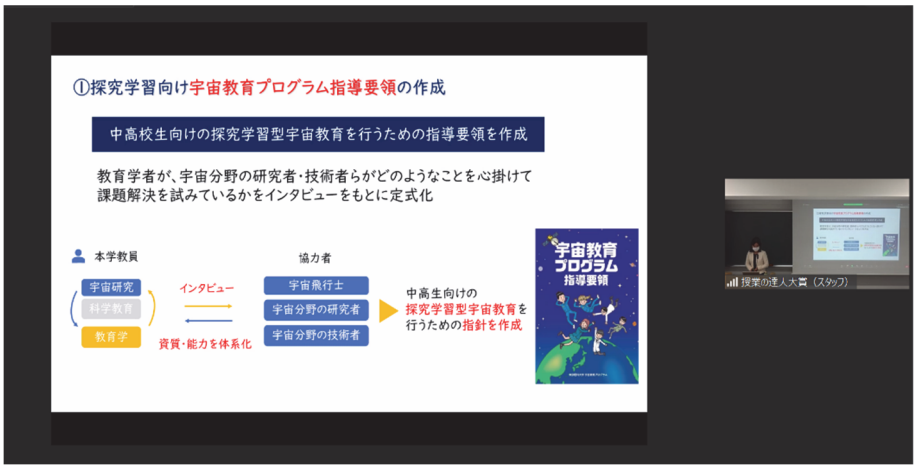
単元：ー

［宇宙教育プログラム特別講演］※

東京理科大学 教職教育センター 興治 文子 教授

タイトル：生徒の探究を促す宇宙を題材とした STEAM 教育

※宇宙教育プログラムは、文部科学省の委託事業（宇宙航空科学技術推進委託費）「探究学習向け『宇宙教育プログラム』の開発と実践」によって実施されるプログラムです。



5. 理科実験の開発を目的とした教員と生徒向けの実験講習会の企画・開催

1）高校生と理科教員のための細胞培養講習会

日時：2023 年 8 月 22 日（火）と 24 日（水）各日 13 時～17 時

場所：神楽坂キャンパス

対象：高校 1～3 年生　20 名

　　高校理科教員　10 名　合計 30 名

講師：松田良一元教授

　　坂下丈太（科学教育専攻博士課程 1 年、東京学館浦安高校非常勤講師）

夏期休暇を利用して、高校生と高校理科教員を対象に細胞培養講習会を開催し、高校生 19 名、高校理科教員 4 名の参加があった。

1 日目の 8 月 22 日は、細胞培養の条件（栄養、無菌状態の維持、温度、pH 等）について説明をした。次に、予め 2 日前に培養していた細胞皿を配り、細胞をトリプシン処理して細胞同士の接着たんぱく質を分解することで、細胞がバラバラに乖離する様子を倒立位相差顕微鏡で観察した。さらにこのバラバラになった細胞に培養液を加え、培養を続行した。

2 日目の 8 月 24 日は、1 日目に培養を続行した細胞の様子を観察した。筋細胞は筋細胞同士の接着が回復し、一部の筋細胞は融合し、多核筋管細胞に分化していることを確認した。また、レーベンフックの顕微鏡を参考に単レンズ顕微鏡を各自が作り、セルフィー撮影モードにしたスマホのレンズの前に単レンズ顕微鏡を接着し、その上に培養皿を置くことで、培養筋細胞が見えることを各自で確かめた。終了後は培養細胞をアルコール固定し、ギムザ色素液により染色したものと単レンズ顕微鏡を持ち帰り、自宅でも細胞の観察を続けるよう説明があり、倒立位相差顕微鏡がなくても代用の物で観察できることが分かった。

参加した生徒からは、「細胞培養自体も面白かったが、講義の時間も初めて聞くことが多く、とても学びある実習であった。もっと学習し、どんな反応を起こしているのか、どんなメカニズムなのか理解できるようになりたいと思った。」、「普段、高校では経験できないような実験を初めて会う高校生と協力して実験をすることが新鮮な体験でとても楽しかった。」などの感想が寄せられた。

2）高校生と高校理科教員のための微生物学実験

日時：2023 年 8 月 23 日（水）と 25 日（金）各日 13 時～16 時

場所：神楽坂キャンパス

対象：高校 1～3 年生　20 名

高校理科教員　10 名　合計 30 名

講師：松田良一元教授

坂下丈太（科学教育専攻博士課程 1 年、東京学館浦安高校非常勤講師）

夏期休暇を利用して、高校生と高校理科教員を対象に微生物学実験を開催し、高校生 27 名、高校理科教員 4 名の参加があった。

1 日目の 8 月 23 日は、実験Ⅰ「身近な微生物を確認してみよう！」、実験II「薬味の殺菌作用を乳酸菌で調べる」、実験Ⅲ「乳酸菌で太陽光の殺菌作用を調べる」の実験を班（3 名）に分かれて行った。

2 日目の 8 月 25 日は、各班で実験結果に対する考察等の探究活動を行い、その成果を発表してもらった。

最後に、講師の坂下丈太氏から実験の解説があり、客員教授 松田良一教授から講評があった。

参加した生徒からは、「他校の生徒達の発表などを聞けてとても刺激的でした。高校ではできない実験や講習の内容だったので受けてよかったです。」、「高校ではこれから習うようなことを学び、非常に有意義な時間となりました。また、他校の方との交流により、自分自身の考えを練ることができ、とても成長出来る時間だったと思います。またこのような機会があれば参加したいと思います。」、「最初は知らない人と一緒に実験をするのが不安でしたが、徐々に楽しいと感じられるようになりました。 また、先生の補助もありましたが、自分たちで実験のやり方を考えたり、考察したのが、学校でやる実験と違って面白かったです。」などの感想が寄せられた。

微生物（乳酸菌）を実験に活用し、生徒自らが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た。

3）高校生と理科教員のための細胞培養講習会

日時：2023 年 12 月 25 日（月）と 27 日（水）各日 13 時～16 時

場所：神楽坂キャンパス

対象：高校 1～3 年生　20 名

高校理科教員　10 名　合計 30 名

講師：松田良一元教授

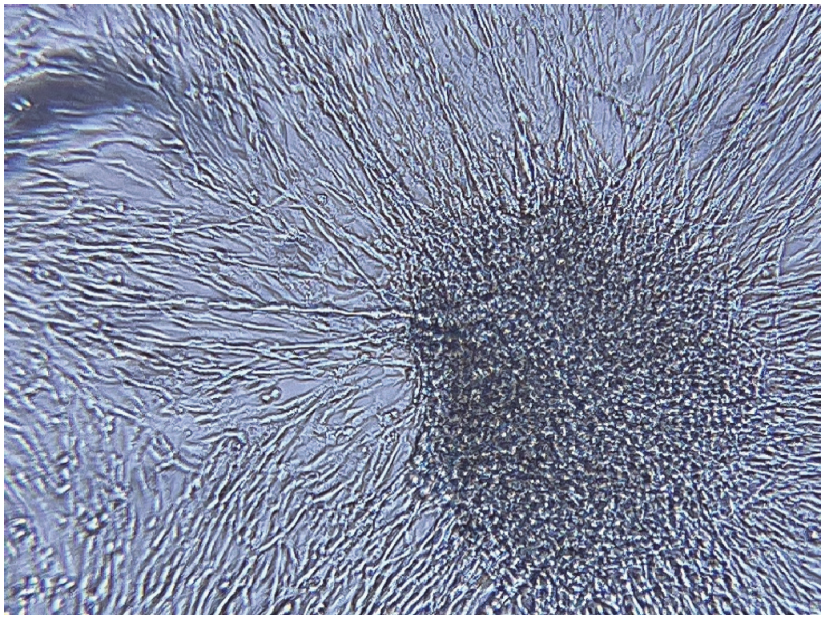
坂下丈太（科学教育専攻博士課程 1 年、東京学館浦安高校非常勤講師）

細胞は生物体の基本単位だ。生きた細胞を見てみたい、細胞を培養したいと思う高校生は多いと思われる。しかし、細胞の姿は教科書に載った写真や図で見るのみで、高校の教育現場で生きている細胞を培養し、その増殖や分化の様子を観察することは行われていない。培養や観察に高額な炭酸ガス培養恒温器や倒立顕微鏡が必要で、高校ではそれらが揃えられ

ないからである。そこで、私たちは特殊な恒温器を用いずに細胞を培養し、高校生にとって身近な携帯電話に DVD レーザーレンズを貼り付けるだけで簡単に細胞を観察・撮影できる方法を開発した。その方法を普及させることを目指して、2023 年 12 月 25 日（月）・27 日（水）の両日 13:00～16:00 に神楽坂キャンパスにて、理数教育研究センター主催「高校生と高校理科教員のための細胞培養講習会」を開催した。

インフルエンザの流行期であったが、21 名の中高生と 9 名の教員が参加した。以下の写真は参加した高校生が講習会で実際に培養し、配付した DVD レーザーレンズを自分の携帯電話に貼り付けてスマホ倒立顕微鏡を作り、それを用いて撮影したニワトリ胚の骨格筋細胞の様子である。筋組織片（画面右側の暗い部分）から骨格筋細胞が放射状に這い出し、直列して筋フィバーを形成しつつある様子が見える。培養はプラスチック製の瓶の中で行ったので、講習会終了後、その瓶を自宅に持ち帰り、さらに観察を続けることができた。受講した生徒から次の感想が寄せられた。

・「今回、ずっと前からやってみたいと思っていたニワトリ胚の解剖を行い、培養した筋肉の細胞を観察したことで、実際の細胞の成長の速さを実感できとても感動しました。また、家でもスマホ顕微鏡を使って観察でき、とても楽しかったです。」
・この方法が普及することで、「絵に描いた餅であった細胞」が「実物の生きた細胞」になり、より多くの中高生が生命科学の面白さを実感できるようになればよいと願います。



スマホ倒立顕微鏡で撮影したニワトリ胚の骨格筋細胞の様子

松田良一先生

細胞培養講習会の様子

4）高校生と高校理科教員のための微生物学実験

日時：2023 年 12 月 26 日（火）と 28 日（金）各日 13 時～16 時

場所：神楽坂キャンパス

対象：高校 1～3 年生　20 名

高校理科教員　10 名　合計 30 名

講師：松田良一元教授

坂下丈太（科学教育専攻博士課程 1 年、東京学館浦安高校非常勤講師）

2023 年 12 月 26 日（火）・28 日（木）の両日 13:00～16:00 に神楽坂キャンパスにて、理数教育研究センター主催「高校生と高校理科教員のための微生物培養講習会」を開催した。受講者は 22 名（高校 1 年生 7 名、高校 2 年生 6 名、教員 7 名、その他 2 名）であった。

1 日目は、班分け（3 名で班を構成）をし、実験Ⅰ「身近な微生物を確認してみよう！」実験Ⅱ「薬味の殺菌作用を乳酸菌で調べる」もしくは「金属の殺菌作用を調べる」　実験Ⅲ「乳酸菌で太陽光の殺菌作用を調べる」の三つのテーマを各班でそれぞれに実験した。

2 日目は、各班で実験結果に対する考察・仮説等をディスカッションし、その結果を発表した。ディスカッションに際しては、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を驚きをもって理解したと思う。

実験Ⅱの結果から、薬味として市販のチューブ入り生にんにく、生しょうが、本わさびの、また金属として Al、Cu、Fe の殺菌作用の強弱を、乳酸菌のコロニー数をパラメータとすることで明確に可視化できた。この実験で生徒たちは薬味や金属の殺菌力に興味・関心を示し、自発的な探究を誘起するきっかけになったと思う。

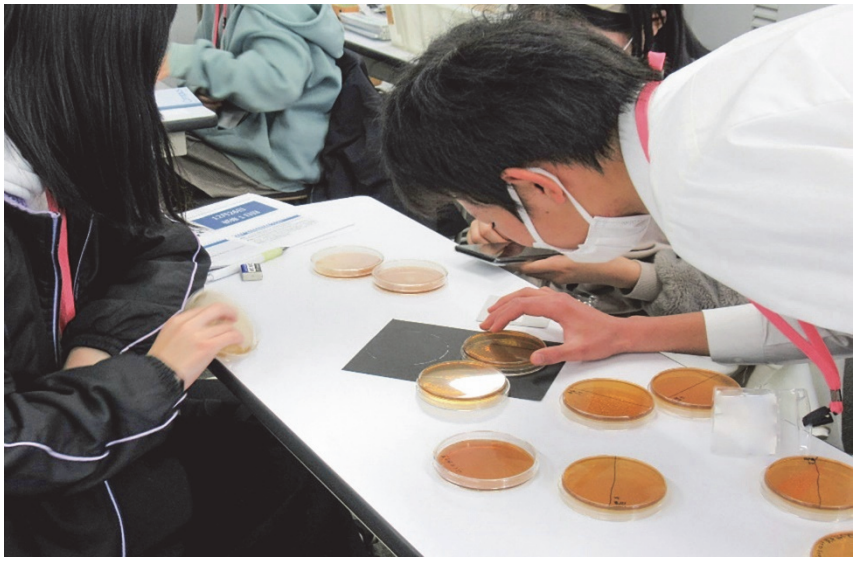
実験Ⅲの結果から、太陽光の紫外線による殺菌作用を、乳酸菌のコロニー数の増減の可視化で知ることができました。この実験で生徒たちは太陽光が主に紫外線、可視光線、赤外線からなり、特に殺菌作用がある紫外線は UV-A、UV-B、UV-C から構成されていることを学べた。これをきっかけに、紫外線の有効性と有害性に関して興味・関心を持つようになったと思う。

以上より、本講習会では微生物（乳酸菌）をバイオアッセイとして活用することで、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た。

最後に参加者からの感想の一部を抜粋して紹介する。

- 「本当に楽しい 2 日間でした。他の学校や学年の人から様々な刺激を受けました。この経験は間違いなく今後の勉強へのモチベーションになるし、生徒の中でも年長者だった自分自身は、もっと精進しなきゃいけないなと思いました。今後も機会があればよろしくお願いします。」
- 「微生物の培養を行なって、微生物が不思議でとても奥が深いものだと感じ、もっと知りたいと思った。また、微生物だけでなく太陽光の影響についても知ることができ、全体を通してとても有意義だったと思う。 普段の生活で学校外の人と話すことがないので、いろんな年齢の人達と交流できたのも良かった。 2 日間ありがとうございました。」
- 「非常に興味深い実習だと思いました。特に考察の発表機会を設けたのがとても良かったと思います。」（教員）
- 「微生物を環境センサとして用いるという発想は自分には全くなかった。しかも、生物分野だけでなく、物理など応用範囲がかなり広い。1＋1 が 2 以上になっている好例である。」（教員）

微生物培養講習会の様子①



微生物培養講習会の様子②

坂下丈太先生

6. 高校生のためのサイエンスプログラム －あなたも１日大学生－

本プログラムは、高校生に世の中にある様々な事象を扱う研究に目を向ける機会を提供し、大学での「学び」を体験するプログラムで、参加した高校生は、体感した分野の「なぜ？」に触れ、今後の進路選択の材料、ヒントを見つけてもらうことを目指して開催した。

1)10 月 28 日（土）に葛飾キャンパスで、［工学部の化学で拓く未来の『ものづくり』」というタイトルで、工学部工業化学科の教員が講義や実験を体験するプログラムを提供した。

※プログラムの内容

①「電磁波を使ってものの情報を得る方法を役立てよう！～さまざまなものの起源を見分ける～」国村 伸祐 准教授

②「化学×ナノで組み合わせたものづくりを学ぼう！」伊村 芳郎 准教授

③ 研究室見学ツアー

④「不思議なポリマーを作ってみよう！」杉本 裕 教授

参加者からは、「高校ではできないような実験や、踏み込んだ内容の講義がありとても面白かった。」「実験を先生方や大学生の方に全てやってもらうのではなく、自分たちで出来るという事が、とても楽しかった。」「実際の大学生の一日に近いものを体験できたことで、大学生活の具体的なイメージが分かった。」などの感想が寄せられた。

研究室見学ツアーの様子

模擬実験の様子

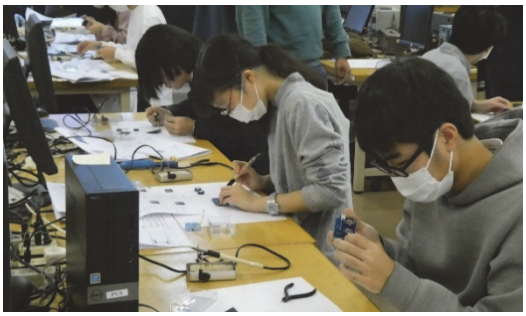
2）11 月 12 日（土）に野田キャンパスで、「実験で知る電気電子情報工学」というタイトルで、創域理工学部電気電子情報工学科の教員が講義や実験を体験するプログラムを提供した。

※プログラムの内容

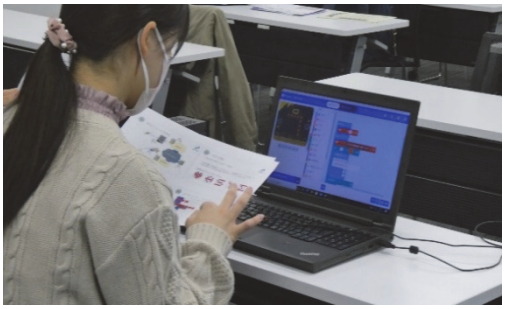
①「電気をためて、つかおう！」星 伸一 教授

②「光通信してみよう！」前田 譲治 教授

参加者からは、「初めてのはんだごては緊張しましたが、何とか作ることができて楽しかったです！午後のプログラミングは最後の方が難しかったですが、他の参加者と協力したり先生に教わりながら完成して良かったです！貴重な体験となりました。」「今回のイベントに参加して良かったことは、実験やプログラミングを実際にやってみるなどの作業を通して、より深く分野を学べました。」などの感想が寄せられた。



実習の様子



プログラミングの様子

7. その他

1）科学ジャーナリストによる「伝える文章の書き方講座」

2023 年 6～7 月、本学大学院生を対象に 3 回講座として、科学ジャーナリストによる「伝える文章の書き方」講座を開催しました。

本講座は、国立研究開発法人科学技術振興機構 次世代研究者挑戦的研究プログラム「イノベーティブ博士人材育成プロジェクト～壁を越えて『価値』『アイデア』を創造」の採択を受けて、イノベーティブ博士人材育成プロジェクトと理数教育研究センターが共催しました。

16 名の大学院生が参加し、科学ジャーナリスト・理数教育研究センターアドバイザーの高橋真理子先生による「伝える文章とは」（オンライン非同期）の動画を視聴し、

課題に取り組んだうえで、対面での第 2 回の講座を実施しました。課題とは、理大祭実行委員長になったと仮定し、メインとなる講演を誰に依頼するかを考え、その依頼文を作成するというものです。タイムマシンが使えるという条件が加わり、過去や未来から講演者を招くことも可能となったことで参加学生のオリジナリティあふれる文書ができました。

これをもとに神楽坂キャンパスでグループワークを行い、議論、発表を行いました。

第 3 回講座は、「自分の研究を中高生にわかるように書く」という課題を作成して持ち寄り、グループワークを行いました。A4 用紙 1 枚に収まるようにわかりやすく書くことは、用語の使い方や見出しのつけ方にも気を遣います。

グループごとの発表では、「トピックセンテンスは何か？」、「○○の用語は中高生にはわからないのではないか」との指摘が多くありました。専門用語を学ぶのは研究を進める第一歩ですが、中高生や分野が違う人はそうした用語を知らないわけで、わかるように伝えることの難しさを感じる課題となったようです。

参加者からは、「これまでに学校で学んできた作文の授業では、文字数に気にかけてばかりで、読み手のことを考える機会が全く無かった。この講座で読み手のことを考えることの大切さがよくわかった」、「対象の人に向けて、いかにわかりやすく的確に伝えることができるか、ということを詳しく学ぶことができた。レイアウトを意識することや、トピックセンテンスをはじめに持ってくることで、相手に読んでもらえる文章になるのだと実践を通して感じた」、「推敲がグループワークで行われるため、他人の意見を取り入れることが出来た。トピックセンテンスという存在について初めて知った。伝えたいことを一文にし、文章の頭にそれがあることで伝わりやすくなることを肌で体感した」といった感想が寄せられました。

※本講座で、取り組んだ「自分の研究を中高生にわかるように書く」の課題を紹介

東京理科大学大学院　理学研究科　森彩花

光を使った成分分析

皆さんは、物質に光を当てるだけで、その物質の成分を調べられることはご存知でしょうか？私は、物質が光を吸収する量から物質の成分を分析する「吸収測定」の装置を開発しています。特に吸収測定が難しい「光を散らす」性質を持つ物質の吸収を正確に測ることを目指しています。これから、光を使った成分分析の仕組みと私の研究についてご紹介します。

■光を使った成分分析の仕組みと強み：光の吸収量から成分がわかる！

光は、赤、青、緑といったたくさんの色があり、太陽の光は、いろんな色の光が集まってできています。植物が緑色なのは、細胞に含まれるクロロフィルが太陽光の赤と青の光をよく吸収し、残った緑の光が私たちの目に入るからです。一方、人参に含まれるカロテンは赤い光をあまり吸収しないので、人参は赤に見えます。このように、物の種類によってどの色の光をよく吸収するかが変わります。

この原理を使うと、光を当てるだけで物の成分を調べることができます。例えば、赤い光を 1%だけ吸収する物質 A と青い光を 2%だけ吸収する物質 B があったとします。この２つを混ぜてできた物質 C に光を当てて、出てきた光の赤と青の吸収量を調べると、AとBがどのくらいの割合でCに入っているかがわかります。

光を使った成分分析の強みは、物を破壊せずに調べられることです。例えば、細胞にどのようなタンパク質がどのくらい含まれているか調べたいとき、薬品を使う方法では細胞が壊されてしまいますが、光を使えば細胞やタンパク質を壊さずに検出できます。

■光を使った成分分析の弱点：光を散らす物は吸収量が測りづらい！

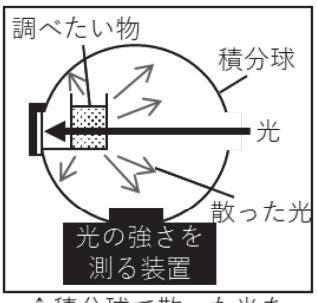
この方法の弱点は、光を散らす物の吸収量を正確に測れないことです。光を散らす物の身近な例は牛乳です。牛乳に含まれるタンパク質が光を散らすため、白く濁って見えるのです。

光の吸収量は、光の強さが物を通過する前と後でどのくらい小さくなったかを調べることで得られます。しかし、光を散らす物の場合、光の強さは吸収された分だけでなく、散っていた分も小さくなります。そのため、「散らされた」光が「吸収された」ように見え、実際よりも吸収される量を多く見積もってしまうのです。先程、例に挙げた細胞やタンパク質は、光を散らす性質を持つため、光を使って成分分析するのは難しいです。せっかく、光を使えば細胞やタンパク質を壊さないで測定できるのに…もったいないですね。

■私の研究：散った光を集めて正確な吸収量を測る

そこで、私たちは光を散らす物質でも、吸収量を正確に測れる装置を開発しています(右)。積分球という装置の中に調べたいものを入れて、散っていった光を積分球で回収することで、散った光を吸収されたとみなさずに吸収量を測っています。

積分球を用いた吸収分光測定の開発が進めば、微生物を殺さずに水の中に生息している微生物の量知りたい、食品を販売する物となるべく同じ状態で品質(例えば果物に含まれる糖の量)を調べたいといった場面で応用できると考えています。



↑積分球で散った光を集めることができる

2）科学技術コミュニケーションセミナー「研究者に聞く仕事と人生－アエラドットの連載から学ぶ」

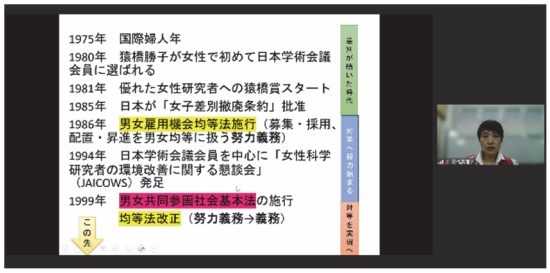
オンラインによる科学技術コミュニケーションセミナー「研究者に聞く仕事と人生－アエラドットの連載から学ぶ」が 11 月 11 日（土）13:30～15:40 に開催されました。アエラドットで 2023 年 1 月から始まった女性研究者インタビューシリーズ（https://dot.asahi.com/list/column/takahashi_m）を踏まえて、研究者として生きる人たちのリアルな姿を語り合おうという企画で、東京理科大学理数教育研究センターが主催しました。さまざまな年代から 70 人を超える申し込みがあり、終了後のアンケートでは「女性研究者をとりまく環境の変化がよくわかった」「ざっくばらんな体験談に共感した」といった声が寄せられました。

セミナーは、興治文子・東京理科大学教職教育センター教授の挨拶で始まり、次にシリーズの筆者である科学ジャーナリストの高橋真理子・理数教育研究センターアドバイザーが登場しました。約 40 分の講演では、さまざまな専門分野・年代の女性研究者たちの自然な語りから見えてきた「時代の変化」を歴史上の出来事と合わせて分析し、「差別の時代」「努力の時代」「対等を実現への時代」と 3 区分する考え方を提示しました。さらに、こうした歴史変化の背景には「家庭でのタスク分担の男女平等化」という「意識革命」があったことを指摘しました。

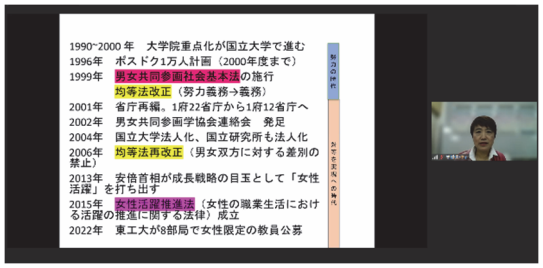
続いて瀬木恵里・東京理科大学先進工学部生命システム工学科教授が「未知の領域への探検－研究と人生の相互作用」と題して研究者になるまでの心の葛藤やそれをどう乗り越えたかを披露、最後に栗原綾佑・東京理科大学創域理工学部先端物理学科助教が「PHYSICIST × FAMILY : パパ研究者と 2 回の育休」というタイトルで妻の 2 回の出産に合わせて育児休業を 2 回とったときの体験を語りました。

パネルディスカッションでは、3 人の講演者が自由に質問し合いました。「なぜ育休を取ったのか」と尋ねられた栗原先生が「僕にとっては当たり前なことで、自然に、としか言いようがない」と答え、高橋氏が指摘した「家庭でのタスク分担の意識革命」がまさに若い世代では起きていることが実感できる展開になりました。とはいえ、育児によって仕事に支障がでることもあると栗原先生は不安も漏らしました。それには、瀬木先生の留学体験が一つの方向性を示しました。海外では、夕食は必ず家で家族と食べるといったような、家族を大事にする研究者に何人も出会ったと言うのです。それを目の当たりにして、瀬木先生自身が研究者として生きていく気持ちが固まったのでした。3 人は、家庭での意識革命と同時に、日本社会の「研究ひとすじ」や「一直線」を良しとする発想を変えていく必要があるという点で意見が一致しました。

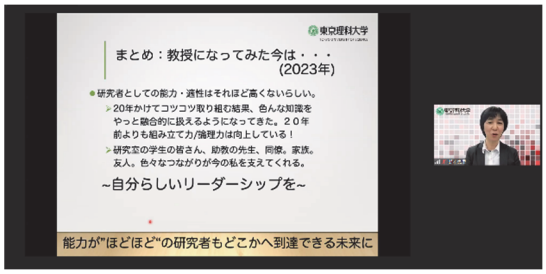
最後に眞田克典・東京理科大学理数教育研究センター長が閉会の挨拶として、自身が経験した保育園の送り迎えや近くにあるこども園に朝自転車で子供を送るお父さんの数がここ数年で増えたエピソードを語り、和やかな雰囲気の中でセミナーが終了しました。



高橋真理子先生の講演①



高橋真理子先生の講演②



瀬木恵里先生の講演

栗原綾佑先生の講演

パネルディスカッション

眞田克典センター長の閉会挨拶

4-3. 数学体験館

数学体験館館長　伊藤　稔
数学体験館テクニカルディレクター　山口　康之

はじめに

2023 年 10 月に、数学の理論を五感を通じて体験できる「数学体験館」が、近代科学資料館地下 1 階に建設されて 10 年が経過した。開設以降、来館者は毎年 1 万人以上で推移していたが、新型コロナウイルス感染症防止の影響で、2020 年 2 月～2021 年 11 月までは臨時休館、2021 年 11 月～2023 年 5 月までは事前予約制での見学となった。そのため上記期間中は来館者が例年と比べ減少した。

しかし、2023 年 5 月から通常の開館となり、来館者数が大幅に増加した。そして 2023 年 7 月 29 日（土）には来館者数が 9 万人を超えた。

以下の項目順に、数学体験館の 2023 年度の活動報告を掲載する。

1. 総論
2. 日ごとの入館者数、累計、来館者内訳
3. 来館した団体（2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日迄）
4. 本年度の活動について

4.1 出張講演補助
4.2 岐阜県本巣市における「数学まちづくり」の協力
4.3 渋谷区こども科学センター・ハチラボの展示物に関する協定

5. 報道された新聞、雑誌、TV
6. 図録販売状況
7. 数学工房

1. 総論

2. 日ごとの入館者数と累計、種別

4 月	786	名
5 月	303	名
6 月	667	名
7 月	1063	名
8 月	1706	名
9 月	433	名
10 月	704	名
11 月	1016	名
12 月	438	名
1 月	343	名
2 月	241	名
3 月	874	名

種目別人数(2023 年 4 月～2024 年 3 月)

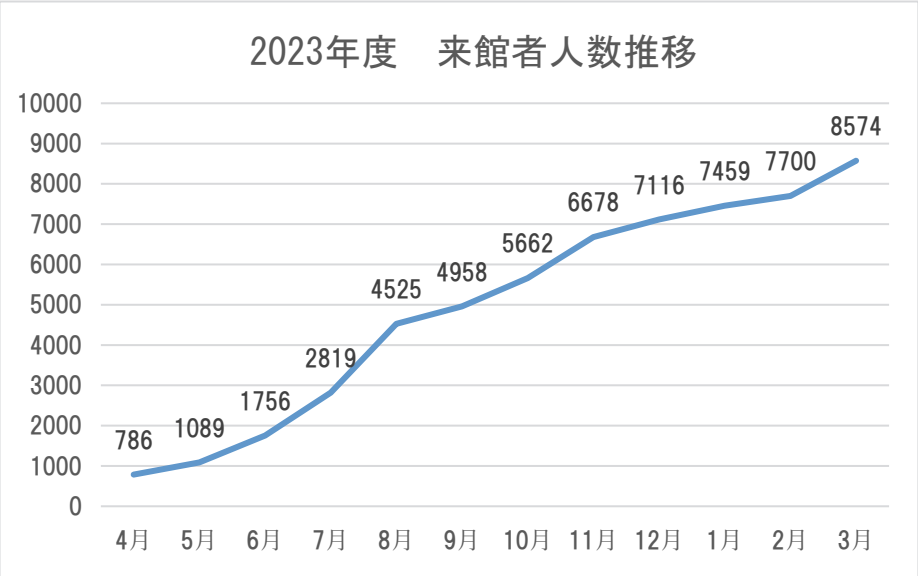
計：8,574 名

一般	3,836 名
同窓生	40 名
理大教職員	25 名
教員	256 名
小学生・乳幼児	1,414 名
中学生	976 名
高校生	1,515 名
理大生	262 名
大学・短大・専門	250 名

来館者累計（2023 年 4 月～2024 年 3 月まで）

（来館者累計/月別）

4 月	786 名
5 月	1,089 名
6 月	1,756 名
7 月	2,819 名
8 月	4,525 名
9 月	4,958 名
10 月	5,662 名
11 月	6,678 名
12 月	7,116 名
1 月	7,459 名
2 月	7,700 名
3 月	8,574 名



※新型コロナウイルス感染防止のため、当面の間、土日・祝日の自由見学を中止していたが、2023 年 5 月 20 日（土）より、土日・祝日の事前予約制での見学を自由見学制に変更した。

3. 来館した団体（2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日迄）

4/15	東京理科大学理学部第二部学生	148 名
4/21	茨城高等学校	40 名
4/27	所沢北高等学校	14 名
5/24	横浜国際高等学校	27 名
5/26	杉戸高等学校	44 名
5/31	三輪田学園中学校	26 名
6/ 1	昭和高等学校	15 名
6/ 2	田園調布学園高等学校	24 名
6/17	国際学院中学校	20 名
6/17	放送大学	15 名
6/17	東京理科大学理学部第二部学生	60 名
6/21	加藤学園高等学校	28 名
6/23	東京成徳大学深谷高等学校	15 名
6/23	東京都立戸山高等学校	20 名
6/29	香港のカトリック中学校	46 名
7/ 6	都立立川高等学校	20 名
7/ 6	聖ウルスラ学園英知高等学校	18 名
7/ 7	昭和女子大学附属中学校	12 名
7/ 7	ドルトン東京学園中学校	20 名
7/11	国際数学オリンピック代表団	29 名
7/12	啓明学園中学・高等学校	37 名
7/13	仙台第一高等学校	42 名
7/20	芝中学・高等学校	33 名
7/21	サレジアン国際学園中学校	10 名
7/22	芝中学・高等学校	10 名
7/27	大妻中学校	43 名
7/28	渋谷教育学園幕張中学校	113 名
8/ 1	さくらサイエンスハイスクールプログラム一行	102 名
8/ 2	不二聖心女子学院高等学校	27 名
8/ 2	星瑳教育研究所関係者	12 名
8/ 3	江戸川区小松川中学校	18 名
8/ 4	板橋区西台中学校	8 名
8/ 9	逗子市逗子中学校	19 名
8/22	延岡中学校	12 名
8/23	渋谷教育学園幕張中学校	68 名
8/24	東京都教員	28 名
8/25	東京都教員	28 名
8/30	城東高校サイエンス部	17 名
8/31	東京大学　教育学部　数学科教育法の授業	26 名

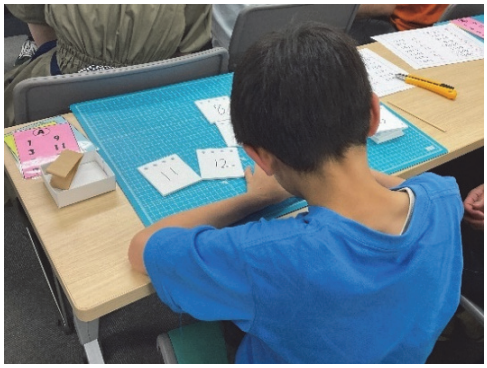
9/4～9/7	さくらサイエンスプログラムドミニカ共和国研修生	10 名
9/ 9	品川翔栄中学校	20 名
9/20	筑波大学附属中学校	26 名
10/13	中京高等学校（岐阜県）	25 名
10/14	和光高等学校	15 名
10/18	山村国際高等学校	10 名
10/28	タイのテレビ局関係者	14 名
10/28	栄光サイエンスラボ	17 名
11/ 1	大森学園高等学校	20 名
11/ 1	理科大 OB の団体	13 名
11/ 2	中国人の留学生	20 名
11/ 2	銚子市銚子高等学校	40 名
11/ 8	横浜清風高等学校	20 名
11/ 9	東海大学菅生高等学校	10 名
11/10	川崎市立南河原中学校	11 名
11/11	東日本国際大学附属昌平中学校	13 名
11/11	清泉女学院中学・高等学校	23 名
11/22	女子聖学院中学・高等学校	17 名
11/22	大妻中学・高等学校	19 名
11/25	外国人教員団体	10 名
12/22	湘南白百合学園中学校	19 名
1/18	大連理工大学	35 名
1/19	東京風景印歴史散歩の会	40 名
1/20	江戸歴史ガイドの方	10 名
1/24	内モンゴルの教員・学生	24 名
1/25	川崎市立菅中学校	12 名
1/25	台湾・台東大学・大学院	18 名
1/26	桐朋女子中学・高等学校	10 名
1/27	東京都立青井高等学校	11 名
2/22	新宿区津久戸小学校	25 名
2/29	新宿区津久戸小学校	25 名
3/ 2	栃木県支部	20 名
3/ 8	神奈川県相洋中学校・高等学校	21 名

4. 本年度の活動について

・5 月 20 日(土)　通常開館の開始と予約なしでの見学への変更

5 月 20 日（土）から通常開館となり、予約なしで見学可能となった。

また同日、数年ぶりにワークショップを開催し、2 進数を用いたマジカルカードを作成した。5/27(土)からのワークショップは学生が主導となってワークショップを行った。



・ 6 月 21 日(水)　数学体験館ワークシート企画の実施

6 月 21 日（水）から数学体験館内でワークシート企画がスタートした。

数学体験館内の教具を体験しながら、ワークシートに取り組まれる方が多く様々な年代層の方が挑戦してくださった。ワークシート企画は現在も継続中である。

・7 月 11 日(火)　国際数学オリンピック（IMO）の選手団が来館

7/11(火)国際数学オリンピック（IMO）の選手団が数学体験館に訪問された。

インド、ベルギー、アルゼンチン、中国の 4 つのチームが参加され、数学体験館の展示物を実際に体験しながら興味深く楽しんでいた。

その後、秋山仁栄誉教授のミニレクチャー、学生インストラクターによる教具説明が行われ、大盛況のうちに見学は終了となった。

関連リンク：https://imo2023.jp/ja/news/detail.php?id=66（IMO2023 ホームページより）

・7 月 29 日（土）　数学体験館の来館者が累計 9 万人を達成

7 月 29 日(土)に数学体験館の来館者が累計 9 万人を達成した。
当日はセレモニーが行われ、ちょうど 9 万人目の高校生の方に認定書が贈られた。

・8 月 1 日（火）　さくらサイエンスハイスクールプログラムのご一行が来館

8 月 1 日（火）に本学にさくらサイエンス・ハイスクールプログラムの一行が訪れた。
インドネシア、タイ、フィリピン、シンガポール、ラオスから計 96 名の高校生が参加した。
午前中は、秋山仁栄誉教授による講義が行われ、午後には数学体験館の見学となった。
見学は終始賑やかな様子で、盛況のうちに見学は終了した。

・9 月 2 日(土)～9 月 10 日(日)　「数学教育インストラクター養成研修」を実施

数学体験館では、9 月 2 日（土）から 9 月 10 日（日）までドミニカ共和国から 10 名（ドミニカ共和国教育省及び本学協定校カトリカマドレマエストラ大学等所属の数学教育者や教育関係者）を受け入れ、『「数学教育インストラクター養成研修」～数学のおもしろさをわかりやすく伝える～』（JST さくらサイエンスプログラム）を開催した。

今回の開催は、ドミニカ共和国の数学体験館のインストラクターを中心とした数学教師などの能力の向上を通じて、同国の児童・生徒・学生の数学学力の向上を図り、ドミニカ共和国の発展に寄与することが目的である。

研修初日の 9 月 4 日（月）は本学の坂田英明副学長による挨拶の後、牧内博幸国際化推進センター長とドミニカ共和国の教員による自己紹介等のオリエンテーションが行われた。その後、秋山仁栄誉教授、グアム大学の竹ノ内芳文先生の講義が行われた。

研修 2 日目の 9 月 5 日（火）は渋谷区のこども科学センター・ハチラボ講師の奥山勇太郎先生の講義が行われた。午後には、数学体験館で本学学生による数学教具のインストラクションが行われた。

研修 3 日目の 9 月 6 日（水）は本学准教授の松本朋子先生によるデータサイエンスの講義が行われた。また、午後には、北陸先端技術大学院大学の鎌田斗南氏のレクチャーと奈良女子大学の Pauline　Pfeifer 先生、本学学生によるインストラクションが行われた。

研修 4 日目の 9 月 7 日（木）は数学体験館館長の伊藤稔先生の「折り紙を楽しむ」の講義のあとに、清水克彦先生による数学ソフトウエアの活用方法についての講義が行われた。
また、講義後、駐日ドミニカ共和国大使館への表敬訪問が行われた。

研修 5 日目の 9 月 8 日（金）は、ドミニカ共和国の教員と本学教員、職員、学生による意見交換会が行われ、JST さくらサイエンスプログラムの修了書が秋山仁栄誉教授から各研修生へ授与された。

研修最終日の 9 月 9 日（土）は、日本科学未来館、東京スカイツリーの視察を行った。

参加したドミニカ教員はプログラムに対して総じて満足とのことで、本プロジェクトがドミニカ共和国と日本の懸け橋になることを祈願する声も多く聞かれた。また、本プロジェクトのような開催をまた検討する声も多く聞かれた。

関連リンク：JST さくらサイエンス　活動レポート　第 38 号：東京理科大学
https://ssp.jst.go.jp/report/2023/k_vol038.html

初日の集合写真

風船割実験

学生インストラクターによる教具説明

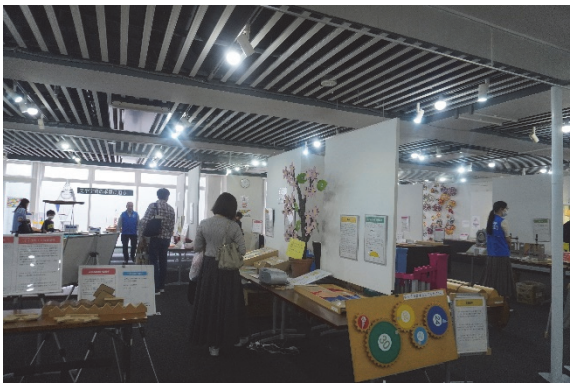
意見交換会　集合写真

JST さくらサイエンスプログラム修了書授与

・10 月 8 日（日）サイエンスフェアにあわせて開館

10 月 8 日（日）に本学で科学体験教室「2023 年度サイエンスフェア『～科学へのトビラ～』」が開催され、それに伴い数学体験館も開館となった。

当日は幅広い年代層の方が来られ、賑わいを見せていた。



・10 月 20 日（金）～10 月 22 日（日）　葛飾区産業フェアに参加

10 月 20 日（金）～10 月 22 日（日）に葛飾区産業フェアが開催された。

第 39 回葛飾区産業フェア・工業・商業・観光展（会場：テクノプラザかつしか）において本学のブース内に「数学体験コーナー」が設けられた。

本学には葛飾キャンパスがあり、葛飾区の産業に深く関わりがあることから、広報活動の一環で葛飾区産業フェアには毎年参加している。

今回は、二項分布パチンコ、数当てマジック、一刀切り問題、リバーシブルな四角柱の筒などの展示を行った。大勢の方々に実際に教具を使いながら数学に触れる体験をして頂いた。

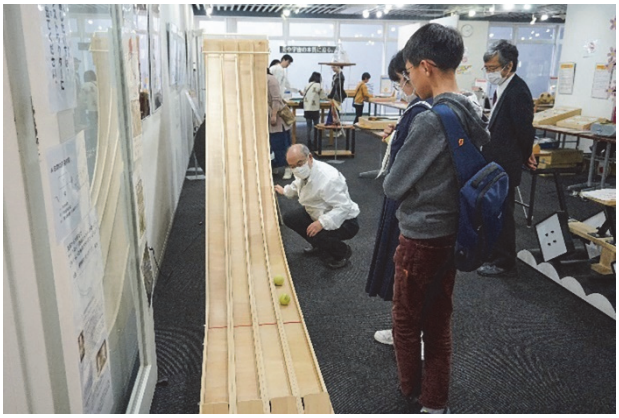
・10 月 28 日（土）タイのテレビ局関係者の方々が来館

10 月 28 日（土）にタイから公共放送局の関係者と小学校の教員あわせて 12 名の方々が数学体験館の取材に訪問した。前半は秋山仁本学栄誉教授によるミニ講演、後半は学生インストラクターによる教具の説明が行われた。

・10 月 29 日（日）本学の第 18 回ホームカミングデー
11 月 5 日　（日）卒業 50 周年記念祝賀会の開催により数学体験館が臨時開館

10 月 29 日（日）に、東京理科大学・理窓会共催のホームカミングデー、11 月 5 日（日）に卒業 50 周年記念祝賀式典が 2 週にわたり開催された。両日とも 100 名以上の様々な年代層の方にお越し頂いた。

また、卒業 50 周年記念祝賀会には本学の OB、OG の方が多く訪れた。



・11 月 24 日（金）～11 月 25 日（土）　本学の「理大祭」開催に伴い、数学体験館が開館

東京理科大学の学園祭「理大祭」が 11 月 24 日（金）～11 月 25 日（土）の 2 日間で開催され、それにあわせて数学体験館も開館となった。

25 日（土）には、お子様連れから高校生、大学生の方など様々な年代層の方々、総勢 300 名以上の方が見学に来られ数学体験館内は盛況だった。

・3 月 7 日（木）　NHK の関係者が取材に来館されました。

3 月 7 日（木）に本学栄誉教授の秋山仁先生と横山明日希先生、よびのりたくみ先生が出演される算数の番組の取材が行われた。当日は多くの NHK の関係者の方が来館された。

今回収録された番組は 6 月下旬ごろに NHK の番組にて放送される予定となっている。

・ワークショップの開催（全 6 回）

実施日：5 月 20 日（土）、5 月 27 日（土）、6 月 3 日（土）、6 月 10 日（土）、
6 月 17 日（土）、6 月 24 日（土）
（内 5 回は学生インストラクター主導のワークショップとなった。）

2 進数を用いたマジカルカード（ものづくり教室「Math×2 興味がワク×2 ワークショップ」
相手が選んだ数を当てたり、ばらばらになったカードを整列させたり、不思議なマジックができるもの。
（いずれの回も参加者満員となり、盛況となった）

・数学体験館ニュース投稿数（全 17 回）

5/25	久々にワークショップを開催しました！
6/ 3	中学校・高等学校の団体の方が多く来館されています！
6/13	学生インストラクター主導のワークショップを行っています！
6/22	ワークシート企画を始めました！
7/ 1	インストラクターの英文での説明を強化しています！
7/15	国際数学オリンピック（IMO）の選手団が来館されました。
8/ 3	来館者数が 9 万人に達成しました！
8/ 9	さくらサイエンスハイスクールの一行が来館されました。
9/20	数学教育インストラクター養成研修が行われました。
10/10	サイエンスフェアにあわせて開館しました。
10/26	葛飾区産業フェアに参加しました！
11/ 2	数学体験館にタイのテレビ局の取材がありました！
11/ 8	本学第 18 回ホームカミングデー、卒業 50 周年記念祝賀会の開催により数学体験館が臨時開館！
11/24	秋山仁先生のオンライン講座が開催されました！
12/ 2	本学の「理大祭」開催に伴い、数学体験館が開館となりました！
1/27	中国の大連理工大学の学生さんたちが来館しました。
3/30	岐阜県本巣市の「数学ワンダーランド」に新たな展示が加わりました。

4.1　出張講演補助

9/16　オープンカレッジ（RAMLA）
9/23　秋山先生の出張講演（岐阜県本巣市）
11/25　Tokyo サイエンスフェア（東京ビックサイト）
12/14　ロータリー倶楽部講演（調布）

9/23 秋山仁先生の講義（岐阜県本巣市）

4.2　岐阜県本巣市における「数学まちづくり」の協力

・本巣市との大人のための数学オンライン講座（全 5 回実施）

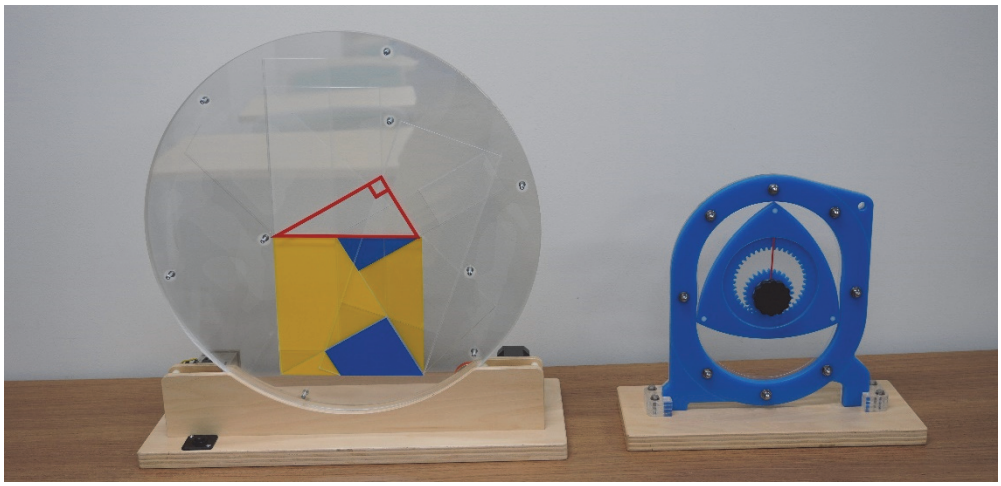
・11/18（土）今日からあなたは芸術家（ダ・ビンチ、北斎、エッシャー、デューラー）5 名
・12/16（土）トンガリ帽子を切ってみれば（ソーラークッカー、アンテナ、歯車、腎結石破砕装置）　10 名
・1/20（土）身の周りには危険が一杯（ナンパ、ゴシップ、感染防止）　8 名
・2/17（土）常識は疑ってかかれ（マンホール、回転ドリル、四角車輪、ロータリーエンジン）　6 名
・3/9（土）大自然の下自然の教えを聴きましょう（しゃぼん玉、タバコ、セミの声、ひまわりの種）　15 名

11/18（土）　初回講演時の写真

3/9（土）　全講座終了後　集合写真

・本巣市へ展示物提供

2024 年 3 月 1 日（金）に「数学まちづくり」の地域連携の一環で岐阜県本巣市に展示物提供を行った。提供した教具は、三平方スライド、ロータリーエンジン、錐体鏡、角度付き合わせ鏡、四角ドリルの 5 種類である。



三平方スライドとロータリーエンジン

4.3　渋谷区こども科学センター・ハチラボの展示物に関する協定

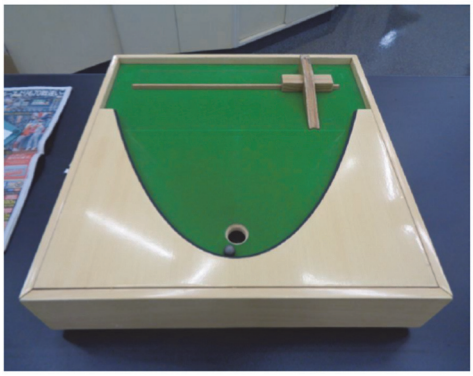
2019 年に渋谷区こども科学センター・ハチラボに展示品（二項分布パチンコ）を提供したときに展示物物品契約を結び、その契約が 2024 年 3 月で期限をむかえるので、更新手続きを行うことになった。その際、2019 年以前に数学体験館の協力で作られてハチラボに展示されていた 12 点の教具に対しても、協定を結ぶことになった。（協定書締結日：2024 年 4 月 1 日：球の体積、放物線集球器、正方形の詰込み、円の面積（のこぎり型)、円の面積（円環型)、三平方の定理パズル、楕円ビリヤード、定幅車輪ワゴン、パラボラ、コロコロリング、りんご取りゲーム、四角いタイヤの 12 点について締結。）

それらの教具に関しては、作られた当時、契約や協定が結ばれていなかったが、今回協定を結ぶことで、数学体験館とハチラボとの双方向の協力関係を安全かつ発展的に築くことが可能になった。

二項分布パチンコ

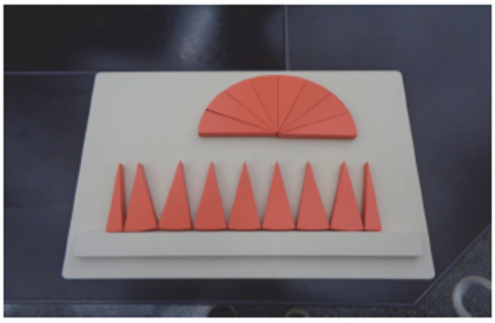
楕円ビリヤード

集球器



定幅車輪ワゴン

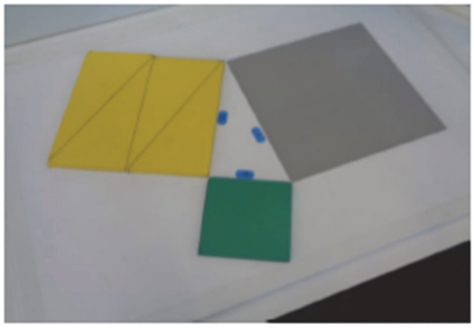
円の面積



スイカ

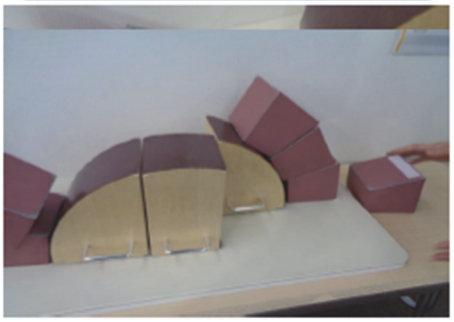
荷物の詰め込み

三平方の定理1



バラボラ

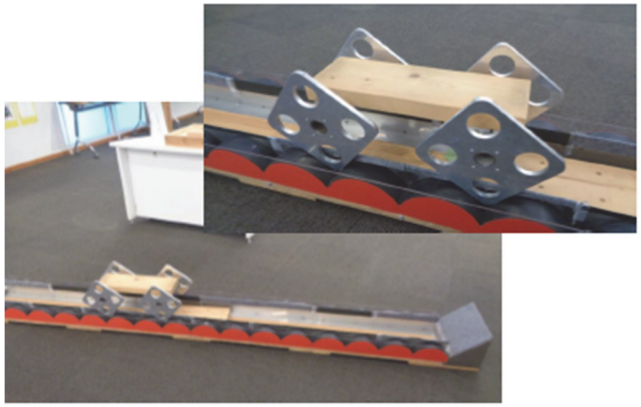
アーチ橋 1



コロコロリング

りんご取りゲーム

四角いタイヤ



5. 報道された新聞、雑誌、TV

1.「朝日 Think キャンパス」

【大学トレンド】学べる「0 円スポット」学生参加型のユニークな大学のミュージアム

数学を楽しんで学ぶ体験型ミュージアム

東京理科大学神楽坂キャンパスの近代科学資料館地下1階にある**数学体験館**は、子どもから大人まで数学を楽しく学べるミュージアムです。数学者の秋山仁・東京理科大学栄誉教授による指導のもと、13年にオープンしました。メインとなる「数学体験プラーザ」には、**算数・数学の定理や公式、抽象的な概念を具現化した装置や教具が並びます。**館内には本格的な工作機械を備えた「数学工房」も併設されており、専門技術スタッフが作品制作を行います。

（写真＝東京理科大学数学体験館提供）

高校数学で学ぶ「二項分布」を目の前で確かめられるパチンコ台のような装置や、「ピタゴラスの定理（三平方の定理）」を視覚的に証明する作品など、どれも体験を通して理解できるように工夫がなされており、算数や数学が苦手でも大丈夫です。**学生インストラクターが常駐**しているので、わからないことや気になることがあれば直接質問することもできます。数学が苦手な人こそ行ってみると、数学の楽しさや美しさに気づくことができるかもしれません。

（写真＝東京理科大学数学体験館提供）

【施設概要】

数学体験館

場所：東京都新宿区神楽坂1-3　東京理科大学・神楽坂キャンパス　近代科学資料館　地下1階

開館時間：水曜・木曜・金曜12時～16時、土曜10時～16時

休館日：日曜、月曜、火曜、祝日、大学の休業日（8月中旬及び年始年末の一斉休業期間を含む）

入館料：無料

2. 週刊ダイヤモンド（12 月号）

大人のための
最先端
理科
第 427 回
天文 脳 地球 量子 数学 恐竜 生命
数学
加藤文元（かとう・ふみはる）
東京工業大学名誉教授

フランス初の「数学博物館」
五感を刺激する〝生きた数学〟

日本の魅力的な展示

写真1 メゾン・ポアンカレ
フランスでは初となる、数学に特化した博物館「メゾン・ポアンカレ」が9月にオープンした

写真2 結び目の数学

写真3 日本の数学の博物館

日常生活の隠れた数学

（その他掲載記事等）

・7/11(火)選手団ツアーで東京理科大学　数学体験館を訪問（国際数学オリンピック委員会 IMO）

https://imo2023.jp/ja/news/detail.php?id=66

・9/2(土)～9/10（日）数学教育インストラクター養成研修

ドミニカ共和国大使館　Facebook

https://www.facebook.com/embadomjp/?locale=ja_JP

・信濃毎日新聞 2023 年 9 月 23 日

教育コンパス「数学教育　日本で教員が国際交流　興味引き出す工夫　勉強に」

・タイ PBS テレビ局の取材（10/28(土)）

・国立研究開発法人科学技術振興機構 2023 年度活動レポート第 038 号（C コース）（一般公募プログラム）

https://ssp.jst.go.jp/report/2023/k_vol038.html

・1/23（火）　NHK による取材

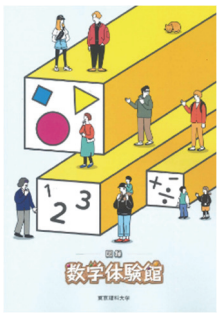
大人の教養・新番組！「3 か月でマスターする」シリーズ

https://www.nhk.jp/p/ts/M8M9G5P4NL/episode/te/M2VYVKPQJ6/

NHK 教育テレビで 3 か月ずつ世界史、数学、ピアノの順番で放送。数学は 6 月下旬から放送予定。

6. 図録販売状況（2023 年 4 月～2023 年 3 月末迄）

売り上げは本学会計に入金している。



（2024 年 3 月まで販売図録：単価 500 円）　（2024 年 4 月～販売図録：単価 1,000 円）

・図録関係費用

●図録	：180 冊	（単価：500 円）	総額：90,000
●英文図録：12 冊		（単価：1,000 円）	総額：12,000
合計	192 冊		総額：102,000

・ワークショップ 3 回開催

※一般に募集したワークショップではなく、城東小学校サイエンス部より個人的に依頼があったもの。

城東小学校サイエンス部（2 進法を用いた数当てマジック、正四面体タイル）

・8/30（水）ワークショップ 9 名　（単価：300 円）　総額：2,700 円（2 進数を用いた数当てマジック）

・12/16（土）ワークショップ 7 名（単価：300 円）　総額：2,100 円（正四面体タイル）

・3/29（金）ワークショップ 14 名（単価：500 円）　総額：7,000 円（ディスプレイの表示について）

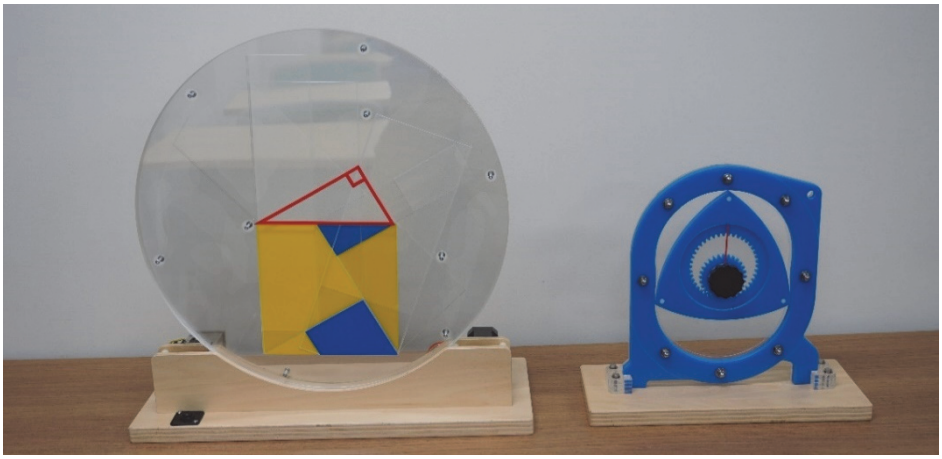
・月別販売量

日本語版図録		英語版図録	
4 月：	17 冊-	7 月：	1 冊
5 月：	2 冊	8 月：	3 冊
6 月：	10 冊	10 月：	1 冊
7 月：	21 冊	1 月：	4 冊
8 月：	42 冊	3 月：	3 冊
9 月：	11 冊	計	12 冊
10 月：	16 冊		
11 月：	14 冊		
12 月：	12 冊		
1 月：	8 冊		
2 月：	15 冊		
3 月：	12 冊		
計	180 冊		

7. 数学工房

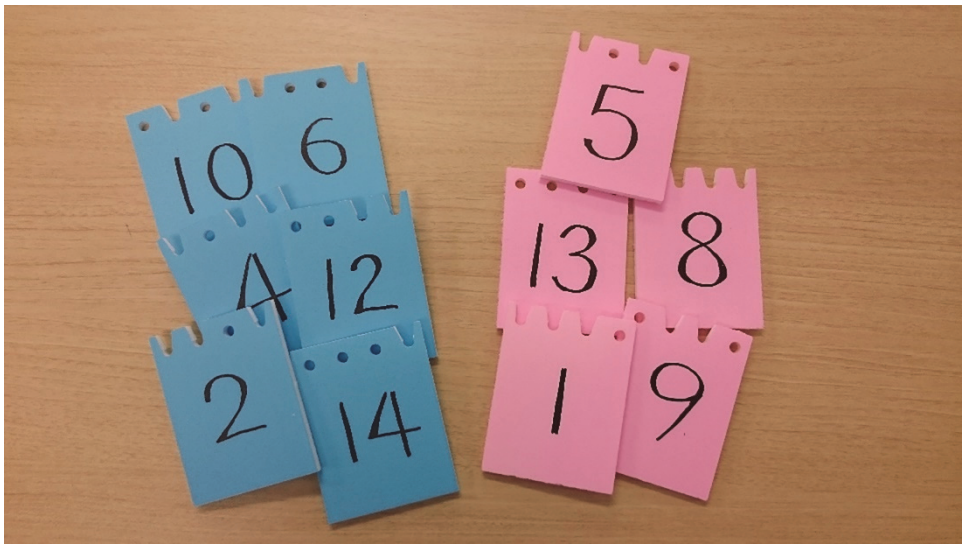
（展示品）導関数作図器

本巣提供用教具　三平方スライド、ロータリーエンジン



三平方スライドとロータリーエンジン

ワークショップの開催：2 進数を用いたマジカルカード、四面体タイルの定理



2 進数を用いたマジカルカード

5. 関連規程

5-1. 東京理科大学教育支援機構規程

平成 23 年 11 月 10 日
規程第 82 号

（趣旨）

第 1 条　この規程は、東京理科大学学則（昭和 24 年学則第 1 号）第 62 条第 4 項の規定に基づき、東京理科大学教育支援機構（以下「機構」という。）に関し必要な事項を定めるものとする。

（目的）

第 2 条　機構は、全学的な教育方針の策定並びに教育施策及び教育課程の企画を行うことで、東京理科大学（以下「本学」という。）の学長（以下「学長」という。）の教育に係る政策の決定及び推進を支援するとともに、各学部及び研究科における教育の充実に寄与すること、また、本学における学修・教育活動の支援、デジタル技術を活用した教育への変革による質的転換並びに理数系分野の教育方法及び教育指導方法に関する教育研究とその実践及び成果の発信を通じて、我が国における科学技術知識の普及の進展に寄与することを目的とする。

（センター）

第 3 条　機構に、次に掲げるセンター（以下「センター」という。）を置く。

（1）教育 DX 推進センター
（2）教職教育センター
（3）理数教育研究センター

2　センターに関する事項は、この規程に定めるもののほか、別に定める。

（機構長）

第 4 条　機構に、東京理科大学教育支援機構長（以下「機構長」という。）を置き、機構長は、本学の学長の命を受けて、機構の運営に関する事項を掌理する。

2　機構長は、本学の副学長のうちから学長が決定し、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。

（センター長）

第 5 条　センターに、それぞれセンターの長（以下「センター長」という。）を置き、センター長は、機構長の命を受けて、センターに関する事項を掌理する。

2　センター長の資格、任期等については、別に定める。

（会議）

第 6 条　機構に、機構の運営に関する事項を審議するため、教育支援機構会議（以下「会議」という。）を置く。

2　会議は、次に掲げる事項を審議する。

（1）教育方針の策定に関する事項
（2）教育施策及び教育課程の企画に関する事項
（3）教育に関する全学的な調整に関する事項
（4）図書館の教育的活用に係る方針に関する事項
（5）センターの設置及び改廃に関する事項

(6) センターの事業計画に関する事項
(7) 機構及びセンターの人事に関する事項
(8) 機構及びセンターの予算及び決算に関する事項
(9) 機構及びセンターに関する諸規程等の制定及び改廃の発議に関する事項
(10) その他機構及びセンターの管理・運営に関する事項

3　会議は、次に掲げる委員をもって組織し、学長がこれを委嘱する。
(1) 機構長
(2) 副学部長又は学科主任のうちから各学部の学部長が指名する者　各１人
(3) 副院長又はキャンパス教養部長のうちから教養教育研究院の院長が指名する者　１人
(4) 各センター長のうちから機構長が指名する者
(5) 大学図書館長
(6) 本学の専任教授のうちから学長が指名する者　若干人

4　前項第 6 号に規定する委員の任期は、2 年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

5　会議は、機構長が招集し、その議長となる。ただし、議長に事故のあるときは、議長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。

6　議長が必要と認めたときは、会議に委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

7　会議の議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

（小委員会の設置）

第 6 条の 2　会議の下に、前条第 2 項に規定する審議事項を専門的に検討するため、必要に応じて、小委員会を設けることができる。

2　小委員会の運営に関して必要な事項は、別に定める。

（本務教員）

第 7 条　機構に、センターを本務とする専任又は嘱託の教育職員（以下「本務教員」という。）を置くことができる。

2　本務教員は、機構長が会議に諮って学長に推薦し、学長の申出により理事長が委嘱する。

（併任教員）

第 8 条　センターに、併任の教育職員（以下「併任教員」という。）を置くことができる。

2　併任教員は、本学の専任又は嘱託の教授、准教授、講師及び助教のうちから充てる。

3　併任教員は、センター長が前項の教育職員が所属する学部等の学部長等の同意を得て機構長に申し出、機構長は会議に諮って学長に推薦し、学長の申出により、理事長が委嘱する。

4　併任教員の任期は、2 年とし、再任を妨げない。ただし、嘱託である者については、嘱託としての委嘱期間内とする。

（専門職員）

第 9 条　機構に、センターを本務とする専任又は嘱託の専門職員（以下「専門職員」という。）を置くことができる。

2　専門職員は、センター長が機構長に申し出、機構長は会議に諮って学長に推薦し、学長の申出により理事長が委嘱する。

（客員教授等）
第 10 条　センターに、学外の教育研究機関等から招へいする客員教授、客員准教授及び客員研究員（次項において「客員教授等」という。）を置くことができる。
2　客員教授等の資格、選考手続等は、東京理科大学客員教授等規則（昭和 53 年規則第 5 号）の定めるところによる。
（受託研究員及び共同研究員）
第 11 条　センターに、受託研究員及び共同研究員を受け入れることができる。
2　受託研究員及び共同研究員は、学外の教育機関等を本務とする者につき選考するものとし、その手続等は、東京理科大学受託研究員規程（昭和 43 年規程第 7 号）及び学校法人東京理科大学共同研究契約取扱規程（平成 21 年規程第 7 号）の定めるところによる。
（報告義務）
第 12 条　センター長は、当該年度における活動経過及び次年度における事業計画を機構長に報告しなければならない。
（事務）
第 13 条　機構の運営に関する事務は、学務部学務課において処理する。
2　センターの運営に関する事務は、それぞれのセンターに関する規程において定める。

附　則

この規程は、平成 23 年 11 月 10 日から施行し、平成 23 年 10 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成 24 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、平成 25 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

（施行期日）
1　この規程は、平成 26 年 1 月 1 日から施行する。
（経過措置）
2　第 4 条第 3 項の規定にかかわらず、この規程の施行日以降に初めて就任する教育機構長の任期については、平成 26 年 9 月 30 日までとする。

附　則

この規程は、平成 27 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、平成 28 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、平成 30 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、令和 3 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、令和 4 年 4 月 1 日から施行する。

5-2. 東京理科大学理数教育研究センター規程

平成 23 年 11 月 10 日
規程第 83 号

（趣旨）

第 1 条　この規程は、東京理科大学教育支援機構規程（平成 23 年規程第 82 号）第 3 条第 2 項の規定に基づき設置する東京理科大学理数教育研究センター（以下「センター」という。）に関し必要な事項を定める。

（目的）

第 2 条　センターは、中等教育における理数教育に関する調査及び研究を総合的に行い、中等教育と高等教育との間にある各種課題に取り組み、その成果を学内外に広く発信することを目的とする。

（活動）

第 3 条　センターは、前条の目的を達成するために、次の活動を行う。

（1）理科、数学等の教科（以下「理数教科」という。）の教育方法の研究に関すること。

（2）理数教科の教科書、教材等の研究及び開発に関すること。

（3）理数教科の学力測定に関する調査及び研究に関すること。

（4）理数教科の教育方法に関する研修会、講習会その他の実施に関すること。

（部門）

第 4 条　センターに、前条の活動を実施するため、必要に応じて部門を置くことができる。

（センター長）

第 5 条　センターに、センター長を置く。

2　センター長は、東京理科大学教育支援機構長（以下「機構長」という。）の命を受けて、センターに関する事項を掌理する。

3　センター長は、東京理科大学（以下「本学」という。）の学長（以下「学長」という。）が本学の専任又は嘱託（非常勤扱の者を除く。）の教授のうちから機構長と協議の上選出し、東京理科大学教育研究会議の議を経て決定し、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。

4　センター長の任期は、2 年とし、再任を妨げない。ただし、補欠による任期は、前任者の残任期間とする。

（部門長）

第 6 条　第 4 条に規定する部門（以下「部門」という。）それぞれに、部門長を置く。

2　部門長は、部門の活動を統括する。

3　部門長は、センター長がセンター所属（本務教員又は併任教員）の専任の教授、准教授又は嘱託（非常勤扱いの者を除く）の教授のうちから選出した候補者について、第 7 条に規定する東京理科大学理数教育研究センター運営委員会（以下「運営委員会」という。）に諮って決定し、学長がこれを委嘱する。

4　部門長の任期は、2 年とし、再任を妨げない。ただし、補欠による任期は、前任者の残任期間とする。

（運営委員会）

第 7 条　センターに運営委員会を置き、次の事項について審議する。

（1）センターの運営方針の企画及び立案に関する事項

(2) 第3条に規定するセンターの活動に関する事項
(3) 各部門において検討した事項についての連絡調整に関する事項
(4) その他センターの運営に関する重要事項

2　運営委員会は、次に掲げる委員をもって組織する。
(1) センター長
(2) 部門長
(3) センター所属（本務教員又は併任教員）の専任の教授、准教授又は嘱託（非常勤扱いの者を除く）の教授及び専門職員のうちからセンター長が学長と協議の上指名した者若干人

3　運営委員会の議長は、センター長をもってこれに充てる。

4　運営委員会が必要と認めたときは、委員以外の者の出席を求め、その意見を聴くことができる。

(事務処理)

第8条　センターに関する事務は、学務部学務課において処理する。

附　則

この規程は、平成23年11月10日から施行し、平成23年10月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成25年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成25年11月25日から施行し、平成25年10月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成27年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成28年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成30年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成31年4月1日から施行する。

6. 理数教育研究センター構成員

6-1. 理数教育研究センター本務教員

所　　属	職名	氏　名	選出区分	任期	備考
教育支援機構 理数教育研究センター	教　授	伊藤　稔	第７条	2023年4月1日～2024年3月31日	事業推進部門長 数学

「選出区分」は東京理科大学教育支援機構規程による。

6-2. 理数教育研究センター併任教員

所　　属	職名	氏　名	選出区分	任期	備考 (担当部門)
教育支援機構 教職教育センター	教　授	眞田　克典	第８条	2023年4月1日～2024年3月31日	理数教育研究センター長 数学教育研究部門長 （～2023.9.30） 事業推進
理学部第一部 数学科	教　授	加藤　圭一	第８条	2021年10月1日～2023年9月30日 2023年10月1日～2025年9月30日	数学
理学部第一部 数学科	教　授	功刀　直子	第８条	2022年4月1日～2024年3月31日	数学
理学部第一部 数学科	嘱託教授	清水　克彦	第８条	2023年4月1日～2024年3月31日	数学 事業推進
理学部第一部 数学科	教　授	横田　智巳	第８条	2022年4月1日～2024年3月31日	数学
理学部第一部 数学科	准教授	大山口　菜都美	第８条	2023年7月1日～2025年3月31日	数学 事業推進
理学部第一部 数学科	准教授	中川　裕之	第８条	2023年7月1日～2025年3月31日	数学 事業推進
理学部第一部 数学科	助　教	岡田　紀夫	第８条	2023年4月1日～2024年3月31日	数学 事業推進
理学部第一部 物理学科	教　授	川村　康文	第８条	2022年4月1日～2024年3月31日	理科
理学部第一部 化学科	教　授	井上　正之	第８条	2022年4月1日～2024年3月31日	理科
理学部第一部 応用数学科	教　授	瀬尾　隆	第８条	2021年10月1日～2023年9月30日 2023年10月1日～2025年9月30日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	教　授	伊藤　弘道	第８条	2021年10月1日～2023年9月30日 2023年10月1日～2025年9月30日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	教　授	佐古　彰史	第８条	2021年10月1日～2023年9月30日 2023年10月1日～2025年9月30日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	教　授	佐藤　隆夫	第８条	2023年4月1日～2025年3月31日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	嘱託教授	宮岡　悦良	第８条	2023年4月1日～2024年3月31日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	准教授	下川　朝有	第８条	2023年4月1日～2025年3月31日	数学
工学部 電気工学科	教　授	山口　順之	第８条	2022年7月1日～2024年3月31日	理科
工学部 情報工学科	教　授	赤倉　貴子	第８条	2023年4月1日～2025年3月31日	数学
創造理工学部 数理科学科	准教授	馬場　蔵人	第８条	2023年4月1日～2025年3月31日	数学
教養教育研究院 神楽坂キャンパス教養部	教　授	太田　尚孝	第８条	2022年4月1日～2024年3月31日	理科
教養教育研究院 神楽坂キャンパス教養部	教　授	武村　政春	第８条	2022年4月1日～2024年3月31日	理科
教養教育研究院 野田キャンパス教養部	教　授	関　陽児	第８条	2023年4月1日～2025年3月31日	理科 事業推進
教育支援機構 教職教育センター	教　授	興治　文子	第８条	2022年4月1日～2024年3月31日	理科教育研究部門長 事業推進
教育支援機構 教職教育センター	教　授	渡辺　雄貴	第８条	2022年4月1日～2024年3月31日	数学教育研究部門長 （2023.10.1～） 事業推進

教育支援機構 教職教育センター	准教授	大浦　弘樹	第 8 条	2023年4月1日～2025年3月31日	数学
データサイエンスセンター	教　授	矢部　博	第 8 条	2023年4月1日～2024年3月31日	数学 事業推進

「選出区分」は東京理科大学教育支援機構規程による。

6-3. 理数教育研究センター客員教員

所　　属	職名	氏　名	選出区分	任期	備考
教育支援機構 理数教育研究センター	客員研究員	Johannes Schoenke	第 10 条	2023年4月1日～2024年3月31日	
教育支援機構 理数教育研究センター	客員研究員	松永　清子	第 10 条	2023年4月1日～2024年3月31日	
教育支援機構 理数教育研究センター	客員研究員	吉見　奈緒子	第 10 条	2023年4月1日～2024年3月31日	

「選出区分」は東京理科大学教育支援機構規程による。

6-4. 理数教育研究センター運営委員会委員

所　　属	職名	氏　名	選出区分	任期	備考 (担当部門)
教育支援機構 教職教育センター	教　授	眞田　克典	第7条第2項第1号	2023年4月1日～2024年3月31日	理数教育研究センター長 数学教育研究部門長 （～2023.9.30） 事業推進
教育支援機構 理数教育研究センター	教　授	伊藤　稔	第7条第2項第2号	2023年4月1日～2024年3月31日	事業推進部門長 数学
理学部第一部 応用数学科	教　授	瀬尾　隆	第7条第2項第3号	2021年10月1日～2023年9月30日 2023年10月1日～2025年9月30日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	教　授	伊藤　弘道	第7条第2項第3号	2021年10月1日～2023年9月30日 2023年10月1日～2025年9月30日	数学 事業推進
理学部第一部 数学科	准教授	大山口　菜都美	第7条第2項第3号	2023年10月1日～2025年9月30日	数学 事業推進
理学部第一部 数学科	准教授	中川　裕之	第7条第2項第3号	2023年10月1日～2025年9月30日	数学 事業推進
教養教育研究院 神楽坂キャンパス教養部	教　授	武村　政春	第7条第2項第3号	2023年10月1日～2025年9月30日	理科
教養教育研究院 野田キャンパス教養部	教　授	関　陽児	第7条第2項第3号	2023年4月1日～2025年3月31日	理科 事業推進
教育支援機構 教職教育センター	教　授	興治　文子	第7条第2項第2号	2022年4月1日～2024年3月31日	理科教育研究部門長 事業推進
教育支援機構 教職教育センター	教　授	渡辺　雄貴	第7条第2項第2号	2022年4月1日～2024年3月31日	数学教育研究部門長 （2023.10.1～） 事業推進

「選出区分」は東京理科大学理数教育研究センター規程による。

7. 理数教育研究センター構成員の自己評価（研究業績）

伊藤　稔【教育支援機構理数教育研究センター　教授】

① 招待講演

・Minoru Itoh ‘Workshop on Mathematical Modelling and Problem Solving’ (SEAMEO Regional Centre for QITEP in Mathematics, February 5-7, 2024；ASEAN アセアン東南アジア諸国教育大臣会議主催のワークショップ研修会実施）2024 年 2 月 5-7 日（3 日間)、インドネシア、ジョゴジャカルタ市

② 社会活動

・科学教育に関する講演等

・Minoru Itoh ‘Folding a regular pentagon with round origami’, Workshop for Representatives of Dominica Republic in Tokyo University of Science, Sep. 7th, 2023.

・伊藤稔、 東京理科大学野田キャンパスと野田市との地域連携事業（2023 年 10 月 14 日、野田キャンパス「なるほど科学体験館」で野田市内の 11 の郷土資料館や博物館と連携協力）

・伊藤稔、野田市立みずき小学校出前授業（2023 年 12 月 7 日、みずき小学校体育館、小学 1 年生全員 123 名を対象に「地球と宇宙のひろさのお話」）

・伊藤稔、千葉県袖ケ浦市立中川小学校出前授業（2024 年 1 月 19 日、理窓会後援、小学 1 年生 50 名へ「理数探究」のお話）

・伊藤稔、戸田市算数数学フェステバル講演会（2024 年 2 月 3 日、戸田市教育委員会主催、戸田市内の小学生約 60 名参加）

・伊藤稔、茨城県立竜ケ崎第一高等学校・付属中学校 MATH ポスター発表会（2024 年 2 月 25 日、茨城県立竜ケ崎第一高等学校・付属中学校におけるスーパーサイエンス SSH での講演会、茨城県内の高校生 27 名参加）

・伊藤稔、台東科学クラブ講演会、「自分の大きさ・宇宙の大きさ」東京都台東区生涯学習センター（2024 年 3 月 8 日午後、参加者約 50 名）

③ その他

2023 年度千葉県社会福祉法人青葉会監事

2023 年度千葉県野田市教育委員会教育長職務代理者

2023 年度日本数学教育学会理事

眞田　克典【教育支援機構教職教育センター　教授】

① 学術論文

1. Yuta Shiba, Katsunori Sanada and Ayako Itaba:
   Symmetric cohomology and symmetric Hochschild cohomology of cocommutative Hopf algebras,

JOURNAL OF ALGEBRA AND ITS APPLICATIONS, （査読あり）, July 2023

② 著書

1. 大浦宏樹、岡田憲治、荻野大吾、金森千春、小林徹也、眞田克典、澤田利夫、清水克彦、下川朝有、須田学、新井田和人、半田真、牧下英世、渡邉博史、渡辺雄貴：
高校生の数学力 NOW XVIII、
科学新興新社／フォーラム・A、2023 年 10 月

③ 学会活動

日本数学教育学会代議員

加藤　圭一【理学部第一部数学科　教授】

① 学術論文

1. Estimates on modulation spaces for Schrödinger operators with time-dependent sub-linear vector potentials, Keiichi Kato and Ryo Muramatsu, Hokkaido Math. J. 53 (2024), no. 1, 51–69.
（査読有）

② 招待講演

1. 「Construction of solutions to Schrödinger equations with potentials of uadratic or sub-quadratic growth」, 加藤圭一, International workshop Regularity and Singularity for Geometric PDE　and related topics, 熊本, 2024.

功刀　直子【理学部第一部数学科　教授】

① 学術論文

1. Relative stable equivalences of Morita type for the principal blocks of finite groups and relative Brauer indecomposability, Naoko Kunugi and Kyoichi Suzuki, Journal of Group Theory, Vol.26, No.6, pp.1157-1184 (2023) (査読有)
2. Splendid Morita equivalences for the principal 2-blocks of 2-dimensional general linear groups in non-defining characteristic, Naoko Kunugi and Kyoichi Suzuki, SUT Journal of Mathematics, Vol.59, No.2, pp.117-135 (2023) (査読有)

清水　克彦【理学部第一部数学科　嘱託教授】

① 学術論文

松本昌也，清水克彦，ヴァンオーベルの定理を題材にした四角形の性質の探究 -図形の対

応表を用いた実験数学教材，日本科学教育学会研究会研究報告 38(2) 295-300 2023 年 12 月 （査読なし）
松本昌也，清水克彦，Google Colaboratory を用いる実験数学教材の開発−完全数を題材に実験のプロセスに焦点を当てて−, 日本数学教育学会誌「数学教育」 105(11) 14-26 2023 年 11 月（査読あり）
中島さち子，秋山仁，清水克彦，結び目理論とアートを融合した結び目 STEAM 活動の開発と実践検証，日本数学教育 学会誌，数学教育 77(3) 4-14 2023 年 5 月（査読あり）

② 招待講演・学会発表
田巻公貴，清水克彦，渡辺雄貴，情報科における問題解決に対する指導方略の違いが 学習者の問題解決行動へ与える効果，日本教育工学会秋季全国大会 2023 年 9 月 17 日（学会発表）
松本昌也，清水克彦，GeoGebra Classroom を用いた実験数学教材の検討 – ヴァンオーベルの定理を題材にした探究活動を通して –，京都大学数理解析研究所 RIMS 研究集会「数学ソフトウエアとその効果的利用」 2023 年 8 月 30 日（招待講演）
清水克彦，松本昌也，安部瞭冴，数学ソフトウエアを用いた実験数学の実践，京都大学数理解析研究所 RIMS 研究集会「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究 2023」 2023 年 8 月 30 日（招待講演）

③ 広報
清水克彦，情報科教育のヒント : 普通教科「情報」のなりたちと目標，理科大科学フォーラム，2023,Vol.431,58-59

④ その他
神奈川県教員研修「数学」講師，2023 年 7 月 28 日
東京都教員研修「数学Ⅲ」講師，2023 年 8 月 24 日 25 日
さくらサイエンスプログラム，ドミニカ共和国教員研修，講義講師，2023 年 9 月 11 日

横田　智巳【理学部第一部数学科　教授】

① 学術論文
1. Stability of constant equilibria in a Keller-Segel system with gradient dependent chemotactic sensitivity, Shohei Kohatsu, Tomomi Yokota, Le Matematiche, 78, No.1, 213-237, 2023（査読有）
2. Behavior in time of solutions of a Keller-Segel system with flux limitation and source term, Monica Marras, Stella Vernier-Piro, Tomomi Yokota, NoDEA Nonlinear Differential Equations and Applications, 30, No. 5, Paper No. 65, 27 pages, 2023（査読有）
3. Boundedness and weak stabilization in a degenerate chemotaxis model arising from tumor invasion, Sachiko Ishida, Tomomi Yokota, Journal of Differential Equations,

371, 450–480, 2023（査読有）

4. Application of weak stabilization theory for degenerate parabolic equations in divergence form to a chemotaxis model for tumor invasion, Sachiko Ishida, Tomomi Yokota, Discrete and Continuous Dynamical Systems. Series B, 28, No.10, 5296–5306, 2023（査読有）
5. Avoiding critical mass phenomena by arbitrarily mild saturation of cross-diffusive fluxes in two-dimensional Keller-Segel-Navier-Stokes systems, Michael Winkler, Tomomi Yokota, Journal of Differential Equations, 374, 1-28, 2023（査読有）

② 招待講演

1. Boundedness and blow-up of solutions to a quasilinear chemotaxis system, Tomomi Yokota, Seminary on Parabolic Problems and Applications, University of Cagliari (Italy), 2023 年 9 月 1 日
2. A Boundedness in a Degenerate Chemotaxis System for Tumor Invasion, Tomomi Yokota, Nonlinear Phenomena in Biology, Ecology, Physics and Mechanics, Azerbaijan State University of Economics, Baku, 2023 年 10 月 25 日

大山口　菜都美【理学部第一部数学科　准教授】

① 学術論文

Milnor's triple linking number and Gauss diagram formulas of 3-bouquet graphs, Noboru Ito and Natsumi Oyamaguchi, Journal of Knot Theory and Its Ramifications, 2350064, 24 pp, 2023（査読有）

② その他

めくるめく数学、嶽村智子・大山口菜都美・酒井祐貴子、明日香出版、2023

中川　裕之【理学部第一部数学科　准教授】

① 学術論文

1. 数学の授業における類推で適応を促す方法に関する理論的考察－再表象による適応に焦点を当ててー,中川裕之, 日本数学教育学会秋期研究大会発表集録,56 巻 pp.65-72,2023（査読有）
2. 小学校における教科に固有な非認知能力と認知能力の関係―国語科と算数科での教師による評価に着目して―, 宮﨑 樹夫, 島田 英昭, 吉川厚, 西一夫, 永田潤一郎, 中川裕之, 日本教科教育学会全国大会論文集,49 巻 pp. 105-106,2023（発表審査有）
3. 数学教育研究における装置とは何か：回折的方法論の視座から, 中川裕之, 和田信哉, 影山和也, 上ヶ谷友佑, 日本科学教育学会年会論文集, 47 巻 pp. 443－444, 2023（査読無）

川村　康文【理学部第一部物理学科　教授】

① 学術論文

1. 浮体式洋上風力発電への理解を深めることを目的とした小学生向けエネルギー教材の開発および実践，五十嵐美樹・佐藤郁・川村康文，応用物理教育学会，第 47 巻 2 号 pp 33-41,2023（査読有）

② 著書

1. 読売中高生新聞【風車が発電できるワケ】掲載　2023．6．2
2. 食べるのだいすき読み聞かせ絵本やさいのプールびらき，協力　川村康文, 32，講談社 2023.6.8
3. くらべるためすサイエンス 100，監修　川村康文, 新星出版社,160,2023.7.13
4. かがくのふしぎ 100-みのまわりのなぜ？なに？を楽しもう！共著　川村康文・小林尚美，世界文化社,224,2023.7.14
5. うかぶかな？しずむかな？文　川村康文・写真　遠藤　宏，岩崎書店，32，2023.8.3
6. 読売中高生新聞【水力発電の物理】掲載,2023.9.15
7. スーパー理科事典〔五訂版〕監修　川村康文　増進堂・受験研究社，768　2021.10.16
8. 読売中高生新聞　【遠くで汽笛を聞きながら】掲載　2023.12.29
9. 理科の力で考えよう！わたしたちの地球環境　水を守ろう, 著・文 川村康文, 岩崎書店,48,2024.1.31

③ 招待講演（学会発表）

1. (株)世界文化社ホールディングス「幼児期に科学的思考を育む」講演　2023.5.11，5.12
2. 山口県高等学校家庭クラブ 70 周年記念講演「分光つつで SDGS を考える」講演 2023.8.17
3. 墨田区私立保育園協会「科学教育の変化とおもしろさ！」講演　2023.9.7
4. 愛知県仏教保育協会　教員研修会「園児と楽しむおもしろ実験」 講演　2023.9.9
5. こうよう会本部主催行事　大阪開催「分光つつで SDGS を考える」講演　2023.12.2

④ 広報

1. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「音の速さ」2023.4.6
2. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「音の速さ」2023.4.13
3. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「モーターの仕組み」2023.4.20
4. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「あの鐘を鳴らすのはパラボラ」2023.5.4
5. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「空気の力持ち～大気圧～」2023.5.11
6. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「熱気球を飛ばそう」2023.5.18
7. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「壁を倒せ！～重心～」2023.5.25
8. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「ジャンプで列車を動かせ！」2023.6.1
9. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「コップのタワーの大回転」2023.6.8
10. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「滑車でかるがる！」2023.6.15

11. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「温かいお弁当が食べたい！」2023.6.22
12. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「振り子で時速１００㎞！」2023.6.29
13. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「どうして？ボールの空中浮遊」2023.7.6
14. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「でこ　怪力の正体」2023.7.13
15. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「サイエンスヒストリー」2023.7.20
16. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「雷の科学」2023.7.27
17. テレビ東京「ありえへん世界」2023.8.22
18. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「やじろべえの科学」2023.8.31
19. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「不思議な水の大冒険！」2023.9.7
20. NHK 総合「チコちゃんに叱られる」2023.9.9
21. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「近づく音は高い音？」2023.9.14
22. 日本テレビ「ヒルナンデス」2023.9.15
23. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「科学の大運動会！」2023.9.21
24. BS フジテレビ「なるほどなっとく塾」2023.9.24
25. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「高速のボールの正体」2023.9.28
26. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「着地をするのはどこ？」2023.10.5
27. テレビ東京「ソレダメ！」2023.10.11
28. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「モノは動きたくない！？」2023.10.12
29. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「重さって何？」2023.10.19
30. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「必ず当たる射的？」2023.10.26
31. TBS テレビ「リトルエジソン」2023.10.29
32. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「パンのようなものを作ろう！」2023.11.2
33. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「果物で電気を起こせ！化学変化と電池」2023.11.9
34. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「音色ってなに？」2023.11.16
35. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「浮いた？沈んだ？量った！」2023.11.23
36. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「鉄をつぶす怪力」2023.11.30
37. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「地球は回ってるの？！」2023.12.7
38. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「サイエンスヒストリーニュートンの物語」2023.12.14
39. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「サイエンスマジックショー化学変化」2023.12.21
40. NHK 総合「チコちゃんに叱られる」2024.1.8
41. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「１番速いモノは？」2024.1.11
42. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「虹を作ろう！」2024.1.18
43. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「浮いたり沈んだり」2024.1.25
44. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「磁石で電流をながす？」2024.2.1
45. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「動けば熱くなる」2024.2.8
46. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「サイエンスヒストリー原子の物語」2023.1.11
47. NHK E テレ高校講座 ベーシックサイエンス「回転力で電気を起こせ！」2023.1.11

48. NHK 総合「チコちゃんに叱られる」2024.1.8

井上　正之【理学部第一部化学科　教授】

① 著書

1. 2023 セミナー化学基礎（総ページ数 144 ページ），第一学習社　（共著）
2. 2023 セミナー化学　　（総ページ数 264 ページ），第一学習社　（共著）
3. 六訂版　スクエア最新図説化学（総ページ数 353 ページ），第一学習社（共同監修）

② 論文

1. 糖類の還元性の原因となる構造の究明(2)，今野貴幸，松原朱里，井上正之，化学と教育，71 巻(2)，pp 64-68.（査読有）
2. 硫酸鉄（Ⅲ）と含水シリカゲルを用いるヨウ素の発生，四元一輝，井上正之，化学と教育，71 巻(10)，pp 444-447.（査読有）

③ 学会発表

1. 井上正之，糖類の還元性の原因となる構造　―高等学校「化学」の教科書への提言―（招待講演），"日本化学会東北支部化学教育研究協議会" in International Symposium for the 80th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan, 2023 年 9 月 10 日

④ 社会活動

1. 私立大妻嵐山高等学校模擬授業と学生との懇談会，東京理科大学，2023 年 3 月 11 日
2. サイエンコンサート「右脳・左脳　－音の実験室 Vol.4－」2023 年 5 月 20 日，ドルチェ楽器東京店ホール（東京都）
3. 都立大泉中学校実験講座，東京理科大学，2023 年 8 月 1 日
4. 出張授業　私立関東学院高等学校，2023 年 11 月 9 日，11 月 25 日
5. 実験講座講師　国立科学博物館 2023 年化学実験講座　アルキンへの水の付加反応，2023 年 11 月 11 日
6. 東京都私立中学高等学校協会　理数系教科研究会（理科・化学）指導講師，2023 年 12 月 22 日

⑤ その他

1. 東京理科大学神楽坂キャンパスオープンキャンパス模擬授業，2023 年 8 月 10 日

瀬尾　隆【理学部第一部応用数学科　教授】

① 学術論文

1. Testing parallelism and confidence intervals of level difference in an intraclass correlation model with monotone missing data, Yuichiro Saeki, Takashi Seo, Hiroto

Hyakutake, Communicaions in Statistics-Theory and Methods, 52, 6147-6160, 2023（査読有）

2. Testing equality of two mean vectors with monotone incomplete data, Ayaka Yagi, Takashi Seo and Zofia Hanusz, Communications in Statistics-Simulation and Computation, 52, 506-522, 2023（査読有）

② 学会発表

1. 3-step 単調欠測データにおける T^2 型検定統計量を用いた平均ベクトルの検定, 森本 直紀, 八木 文香, 瀬尾 隆, 科学研究費シンポジウム「統計科学・機械学習・情報数学の最前線」, 東北大学, 2024 年 1 月 26 日
2. An Asymptotic Expansion of the Null Distribution for Sphericity Test Statistic with Monotone Missing Data, 佐藤 哲也, 八木 文香, 瀬尾 隆, 東京理科大学 研究推進機構 総合研究院（RIST）データサイエンス医療研究部門・デジタルトランスフォーメーション研究部門合同シンポジウム, 東京理科大学野田キャンパス, 2023 年 10 月 14 日
3. 多次元データにおける多変量歪度検定について, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 東京理科大学 研究推進機構 総合研究院（RIST）データサイエンス医療研究部門・デジタルトランスフォーメーション研究部門合同シンポジウム, 東京理科大学野田キャンパス, 2023 年 10 月 14 日
4. Multivariate kurtosis test for multivariate normality with monotone missing data, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 日本数学会, 東北大学, 2023 年 9 月 22 日
5. Modified multivariate Jarque-Bera test statistics for multivariate normality test, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 統計関連学会連合大会, 京都大学, 2023 年 9 月 5 日
6. On the asymptotic distribution of mean slippage test statistic in multivariate normal data, Tamae Kawasaki, Takashi Seo, The 2023 Joint Statistical Meetings（JSM2023）, Metro Toronto Convention Centre（カナダ）, 2023 年 8 月 9 日
7. 多変量歪度に対する検定統計量の分布のカイ二乗近似, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会 第 37 回大会, とかちプラザ（北海道）, 2023 年 6 月 2 日
8. 成長曲線モデルにおける平均構造の適合性検定, 松尾 直紀, 八木 文香, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会 第 37 回大会, とかちプラザ（北海道）, 2023 年 6 月 2 日
9. An Asymptotic Expansion of the Distribution for Sphericity Test Statistic with Monotone Missing Data, 佐藤 哲也, 八木 文香, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会 第 37 回大会, とかちプラザ（北海道）, 2023 年 6 月 2 日
10. 2-step 単調型欠測をもつ 2 つのタイプの部分平均ベクトルの検定について, 細沼 璃玖, 川崎 玉恵, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会 第 37 回大会, とかちプラザ（北海道）, 2023 年 6 月 2 日

伊藤　弘道【理学部第二部数学科　教授】

① 学術論文

1. Well-posedness of the governing equations for a quasi-linear viscoelastic model with

pressure-dependent moduli in which both stress and strain appear linearly, Hiromichi Itou, Victor A. Kovtunenko, Kumbakonam R. Rajagopal, Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik, Volume 75 (2024), 22（査読有）

2. A generalization of the Kelvin-Voigt model with pressure-dependent moduli in which both stress and strain appear linearly, Hiromichi Itou, Victor A. Kovtunenko, Kumbakonam R. Rajagopal, Mathematical Methods in the Applied Sciences, Volume 46 (2023), pp. 15641-15654（査読有）
3. Poroelastic problem of a non-penetrating crack with cohesive contact for fluid-driven fracture, Hiromichi Itou, Victor A. Kovtunenko, Nyurgun P. Lazarev, Applications in Engineering Science, Volume 15 (2023), 100136（査読有）

② 招待講演

1. 囲い込み法を用いたき裂の再構成の逆問題について，伊藤弘道，東京都立大学・数理解析セミナー，東京都立大学，2023 年 12 月 14 日

③ その他

1．国際研究集会 International Congress on Industrial and Applied Mathematics ICIAM2023 プログラム委員会委員
2．日本応用数理学会　代表会員
3．日本応用数理学会 JSIAM Letters の編集委員（論文担当）（英文担当）
4．国際雑誌 Mathematical notes of NEFU の編集委員
5．国際雑誌 Mathematical Inverse Problems の編集委員
6．国際雑誌 Applications in Engineering Science の編集委員
7．国際雑誌 SUT Journal of Mathematics の編集委員

佐古　彰史【理学部第二部数学科　教授】

① 論文

1．"Category of quantizations and inverse problem" Akifumi Sako, NUCLEAR PHYSICS B, 989,116146- 1-38 (2023)
2．"The Effectiveness of Blackboard Writing in Higher Mathematics Education - Is the lecture using blackboard more proactive than the lecture by slide? -" Mayura Machida, Akifumi Sako, 2023 Conference Proceedings of Hawaii International Conference on Education, pp226 - 238
3．"Teaching Focusing on Tables, Equations, and Graphs of Linear Functions Incorporating the Knowledge-based Jigsaw Method" Takahiro Inoue, Akifumi Sako, 2023 Conference Proceedings of Hawaii International Conference on Education, pp146 - 158
4．"Explicit formula of deformation quantization with separation of variables for complex two-dimensional locally symmetric Kähler manifold" Taika Okuda,

Akifumi Sako, INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOMETRIC METHODS IN MODERN PHYSICS, 20, 07, pp2350109-1-39 (2023)

5. "Exact Solutions v.s. Perturbative Calculations of Finite Φ3-Φ4 Hybrid-Matrix-Model" Naoyuki Kanomata, Akifumi Sako, NUCLEAR PHYSICS B, 992, 116249-1 -35 (2023)
6. "Real symmetric Φ4-matrix model as Calogero–Moser model" Harald Grosse, Naoyuki Kanomata, Akifumi Sako, Raimar Wulkenhaar, LETTERS IN MATHEMATICAL PHYSICS, 114, 25, pp1-16 (2024)
7. "Integrability of Φ4 matrix model as N-body harmonic oscillator system" Harald Grosse, Akifumi Sako, LETTERS IN MATHEMATICAL PHYSICS, 114, 48, pp1-19 (2024)

② 招待講演

1. "Matrix models as scalar field theories on noncommutative spaces" Akifumi Sako, Mathématique-Physique Séminaires, Université de Bourgogne, Dijon, Université de Bourgogne, 2023 年 7 月 3 日

佐藤　隆夫【理学部第二部数学科　教授】

① 学術論文

1. Presentations of Schur covers of braid groups, Toshiyuki Akita, Rikako Kawasaki and Takao Satoh, Journal of Group Theory, de Gruyter, 1-16, 2023.（査読有）

② 著書

1. 基本群と被覆空間, 佐藤隆夫, 裳華房, 2023

③ 招待講演

1. On the Johnson homomorphisms of the McCool groups, 佐藤隆夫, 新潟代数セミナー, 新潟大学理学部数学科, 2023.11.28

宮岡　悦良【理学部第二部数学科　嘱託教授】

① 学術論文

1. Shukuya T, Takahashi K, Shintani Y, Miura K, Sekine I, Takayama K, Inoue A, Okamoto I, Kiura K, Kawaguchi T, Yamamoto N, Miyaoka E, Yoshino I, Date H. (2023)
   “Epidemiology, risk factors and impact of cachexia on patient outcome: Results from the Japanese Lung Cancer Registry Study”,
   J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2023 Jun;14(3):1274-1285. doi: 10.1002/jcsm.13216.

Epub 2023 Mar 10. PMID: 36905129

2. Matsuura Y, Mun M, Shintani Y, Okami J, Ito H, Ohtsuka T, Mori T, Watanabe SI, Chida M, Endo S, Nakanishi R, Kadokura M, Suzuki H, Miyaoka E, Yoshino I, Date H; (2023)
   "Features of anaplastic lymphoma kinase rearrangement in early - stage lung cancer: Analysis of a nationwide Japanese database",
   The Journal of Surgical Oncology. 2023 July. doi: DOI: 10.1002/jso.27384.
3. Adachi H, Saito A, Shintani Y, Okami J, Ito H, Ohtsuka T, Mori T, Watanabe SI, Chida M, Endo S, Nakanishi R, Kadokura M, Suzuki H, Miyaoka E, Yoshino I, Date H.,(2023),
   " Is adjuvant chemotherapy for completely resected p-stage IA (>2 cm) and stage IB non-small-cell lung cancer beneficial for elderly patients? A large, retrospective cohort study based on real-world data from Japan",
   Japanese Journal of Clinical Oncology, 2023; Dec 7;53(12):1191-1200. doi: 10.1093/jjco/hyad116. PMID: 37626449
4. Adachi H, Morohoshi T, Shintani Y, Okami J, Ito H, Ohtsuka T, Mori T, Watanabe SI, Chida M, Endo S, Nakanishi R, Kadokura M, Suzuki H, Miyaoka E, Yoshino I, Date H; (2023)
   " Benefit of Adjuvant Chemotherapy for Patients Older Than 75 Years With Completely Resected p-Stage II-IIIA Non–Small-Cell Lung Cancer: A Retrospective Cohort Study Using Japanese Nationwide Real-World Data",
   Clin Lung Cancer. 2024 Jan;25(1):61-71.e1. doi: 10.1016/j.cllc.2023.10.001. Epub 2023 Oct 12. PMID: 37914595

下川　朝有 【理学部第二部数学科　准教授】

① 学術論文

1. Comparison of Two Group Comparative Methods for Genomic Data, Yuki Ando, Asanao Shimokawa, Etsuo Miyaoka, Advances and Applications in Statistics, 88 巻 (2), pp 139-158, 2023（査読有）
2. Comparative Study on Estimation Methods of Proportional Hazard Models for Interval-Censored Data, Keita Sonobe, Asanao Shimokawa, Etsuo Miyaoka, International Journal of Medical Research, 12 巻, pp 233-239, 2023（査読有）

② 著書

1. データ解析のための線形回帰, Sanford Weisberg（著），宮岡 悦良（監訳），下川 朝有（訳），黒澤 匠雅（訳），共立出版 株式会社, 384 ページ, 2024.

山口　順之【工学部電気工学科　教授】

① 学術論文

1. 茶木原 滉平・山口 順之：「マルチエージェントシミュレーションによる電力前日市場のリンクブロック入札の影響」，電気学会論文誌 B，144 巻 2 号，DOI: 10.1541/ieejpes.144.101 （2024）（査読有）

② 国際会議

1. Chakihara Kohei, Nobuyuki Yamaguchi, “Effect of Linked Block Orders on Day-Ahead Energy Market Using Multi-Agent Simulation,” 2023 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia), Auckland, DOI: 10.1109/ISGTAsia54891.2023.10372703, Nov., 2023. （査読有）
2. Shoki Okawara, Yusuke Manabe, Nobuyuki Yamaguchi, “Electricity Exchange between Control Areas Due to Tie Line Expansion and Demand Shifting Using Unit Commitment in Japan,” 2023 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia), Auckland, DOI: 10.1109/ISGTAsia 54891.2023.10372800, Nov., 2023. （査読有）
3. Yuta Kimura, Nobuyuki Yamaguchi, Fuyuki Sato, Takuma Mineyuki, Hiroki Kawano, “Building Energy Management Considering Nonlinearity of Electric Equipment with PV-Battery Systems during Power Outage,” 2023 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia), Auckland, DOI: 10.1109/ISGTAsia54891.2023. 10372762, Nov., 2023. （査読有）
4. Takuto Komuro, Nobuyuki Yamaguchi, Yusuke Manabe, Hideaki Ohtake, “Evaluation of PV Output Prediction Errors Due to Snow Coverage on Unit Commitment Using a Time-Varying Mean Reversion Model,” 2023 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia), Auckland, DOI: 10.1109/ISGTAsia54891.2023. 10372715, Nov., 2023. （査読有）

③ 受賞

1. IEEE PES ISGT ASIA 2023 best student paper award, Presented by Yuta Kimura, “Building Energy Management Considering Nonlinearity of Electric Equipment with PV-Battery Systems during Power Outage,” Authored by Yuta Kimura, Nobuyuki Yamaguchi, Fuyuki Sato, Takuma Mineyuki, Hiroki Kawano.

④ その他

1. 実践授業：山口順之・茶木原滉平：「エネルギーの未来を描く：カーボンニュートラル社会の実現と働くこと」，世田谷区立深沢中学校 キャリア教育 令和 5 年『探求的な学び』に関する授業，2023 年 12 月 11 日.

赤倉　貴子【工学部情報工学科　教授】

① 学術論文

1. 多肢選択式の Web テストにおける話者照合を用いた受験者認証,川又泰介，服部翼，加納徹，赤倉貴子,電子情報通信学会論文誌，Vol.J107，No.3，pp.133-137，2024（査読有）
2. 特許侵害訴訟判例文を対象としたフィッシュボーン図による可視化システムの開発と評価，田中奏一郎，赤倉貴子，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.123，No.406，pp.57-60，2024（査読無）
3. アバターを用いた培地交換の VR 教育システムの開発，中島彰彦，赤倉貴子，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.123，No.254，pp.47-50，2023（査読無）
4. 特許侵害訴訟判例の読解支援に向けたシステムの開発，田中奏一郎，赤倉貴子，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.123，No.254，pp.8-11，2023（査読無）
5. オンラインプログラミング演習環境の基盤構築と学習者の行動分析，加納徹，赤倉貴子，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.123，No.226，pp.7-14，2023（査読無）
6. ChatGPT を利用した知的財産管理技能検定試験の正答率に関する検証, 加藤浩一郎，赤倉貴子，情報処理学会研究報告，2023-EIP-101，No.9，pp.1-6，2023（査読無）

② 国際学会プロシーディングス

1. OPTIMIZING LEARNING SUPPORT SYSTEM BASED ON THE MULTI-DIMENSIONAL STUDENT LEARNING STYLE MODEL，Takako Akakura，Proceedings of 18th International Technology, Education and Development Conference(INTED2024)，pp.6210-6219，2024（査読有）
2. Evaluation of an Automatic Generation System for Tracing Tasks Based on Textbook Programs，Tomohiro MOGI，Yuichiro TATEIWA，Takahito TOMOTO，Takako AKAKURA, Proceedings of the 31st International Conference on Computers in Education (ICCE2023)，pp.327-332，2023（査読有）
3. METHODS FOR ADAPTING LEGAL TEXT LEARNING SUPPORT SYSTEM TO A TWO-DIMENSIONAL LEARNING STYLE MODEL，T.Akakura，T.Kano，Proceedings of 16th annual International Conference of Education. Research and Innovation(iCERi2023)，pp.1920-1927，2023（査読有）
4. New concept of Innovation management education at graduate school，Koichiro Kato，Megumi Sako，Takako Akakura，Proceedings of 2023 IEEE ASEE Frontiers in Education Conference(FIE2023)，WIP-6-2，2023（査読有）
5. Writer Alternation Detection by Sequential Hotelling's Theory for e-Testing，Taisuke Kawamata，Takako Akakura，Proceedings of 2022 IEEE 12nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2023)，pp.104-105，2023（査読有）
6. Proposal for Writing Authentication Method Using Sequential Characters in e-Testing，Riku Tatsukawa，Toru Kano，Taisuke Kawamata，Takako Akakura，Proceedings of 2022 IEEE 12nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2023)，pp.842-843，2023（査読有）

7. Analysis of Learning Support Systems Adapted to Students' Learning Styles, Takako Akakura, Toru Kano, Proceedings of 2022 IEEE 12nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2023), pp.451-453, 2023（査読有）
8. Proposal for Automatic Problem and Feedback Generation for Use in Trace Learning Support Systems, Tomohiro Mogi, Yuichiro Tateiwa, Takahito Tomoto, Takako Akakura , Human Interface and the management of Information: LNCS14016, HIMI 2023 Held as Part of the 25th HCI International Conference HCII 2023, Proceedings PartⅡ, pp.310-321, 2023（査読有）
9. Comparative Analysis of Manipulation Skills of Experts and Non-experts in Cell Culture Using CR Gloves, Satoru Osada, Toru Kano, Takako Akakura, Human Interface and the management of Information: LNCS14016, HIMI 2023 Held as Part of the 25th HCI International Conference HCII 2023, Proceedings PartⅡ, pp.533-544, 2023（査読有）
10. Development of VR Education System for Media Exchange in Cell Culture Operation, Akihiko Nakajima, Toru Kano, Takako Akakura, Human Interface and the management of Information: LNCS14016, HIMI 2023 Held as Part of the 25th HCI International Conference HCII 2023, Proceedings PartⅡ, pp.343-353, 2023（査読有）

③ 国内学会

1. 擬似的ペアプログラミングを用いたプログラミング学習における内省支援システム，高倉伶奈，赤倉貴子，電子情報通信学会 2024 年総合大会ジュニア＆学生ポスターセッション予稿集，p.74，2024
2. 造影剤使用の CT 画像を用いた粘膜付き 3D 顎骨モデルの作成，田村千都，竹林晃，山本祐明，加納徹，赤倉貴子，電子情報通信学会 2024 年総合大会ジュニア＆学生ポスターセッション予稿集，p.170，2024
3. テキストマイニングを用いた統合報告書 ESG 関連情報の可視化，中村美月，赤倉貴子，電子情報通信学会 2024 年総合大会ジュニア＆学生ポスターセッション予稿集，p.75，2024
4. RPG により情報通信の仕組みを科学的に理解する学習支援システムの開発，高野佑哉，赤倉貴子，電子情報通信学会 2024 年総合大会ジュニア＆学生ポスターセッション予稿集，p.168，2024
5. Web カメラによる顔画像認識を利用したゲーム性のある暗算学習システムの開発，湊祐太郎，赤倉貴子，電子情報通信学会 2024 年総合大会ジュニア＆学生ポスターセッション予稿集，p.169，2024
6. AR を用いた細胞培養学習支援システムにおける熟達者の手指モデルの開発と表示内容の評価，長田慧，櫻井信豪，赤倉貴子，日本教育工学会 2024 年春季全国大会（第 44 回大会）講演論文集，pp.449-450，2024
7. 理系学生に対する ICT 教育の効率的・効果的実施，村田貴司，矢部博，吉澤敦子，赤倉貴子，他 6 名，大学 ICT 推進協議会 2023 年度年次大会予稿集，pp.543-550，2023
8. ChatGPT を利用した弁理士試験の正答率に関する検証，加藤浩一郎，赤倉貴子，日本

知財学会第 21 回年次学術研究発表会予稿集，1A-16，pp.1-4，2023
9. GMP 教育に必要な細胞培養での手指動作の分析と AR 教育システムの提案, 長田慧, 加納徹，櫻井信豪，赤倉貴子，日本教育工学会 2023 年秋季全国大会（第 43 回大会）講演論文集，pp.161-162，2023
10. プログラムトレース課題を自動生成するシステムを用いたトレース学習の実現可能性に関する調査，茂木誠拓，立岩佑一郎，東本崇仁，赤倉貴子，教育システム情報学会第 48 回全国大会，pp.149-150，2023
11. プログラムトレース課題を自動生成可能な学習支援システムに対する予備的評価，茂木誠拓，立岩佑一郎，東本崇仁，赤倉貴子，第 37 回人工知能学会全国大会，1R4-OS-10a，4Pages，2023

④ 広報
1. 加藤浩一郎，赤倉貴子，生成 AI が弁理士試験に挑戦　知財業務への活用に可能性，NIKKEI Tech Foresight　2024 年 2 月 20 日

⑤ 受賞
1. Takako Akakura, Toru Kano, IEEE GCCE 2023 Excellent Poster Awards Silver Prize，IEEE
2. Taisuke Kawamata, Takako Akakura，IEEE GCCE 2023 Excellent Poster Awards Outstanding Prize，IEEE

⑥ 学生受賞
1. 長田慧（上記、国内学会発表 6 に対して「学生セッション優秀発表賞」）
2. 湊祐太朗（上記、国内学会発表 5 に対して「ジュニア奨励賞」）

馬場　蔵人【創域理工学部数理科学科　准教授】

① 学術論文
1. Revisting Atiyah-Hitchini manifold in the generalized Legendre transform, Masato Arai, Kurando Baba, Radu A Ionas, Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2023, Issue 6, June 2023, 063A03 (with referee)
2. Reconstructing Atiyah-Hitchin manifold in the generalized Legendre transform, Masato Arai1, Kurando Baba and Radu A. Ionas, Journal of Physics: Conference Series, Volume 2667, XII International Symposium on Quantum Theory and Symmetries (with referee)

② 招待講演
1. コンパクト対称三対の標準形と二重佐武図形、RIMS 共同研究（公開型）「部分多様体と群作用の幾何学」、2022 年 12 月 23 日
2. On instability of F-Yang-Mills connections, 7th International Colloquium on

Differential Geometry and its Related Fields, 8 September, 2023
3. On instability of F-Yang-Mills connections, Workshop ``Global Analysis and Geometry'', 19 October, 2023
4. F-Yang-Mills 接続の不安定性について、部分多様体幾何とリー群作用 2023〜小池直之先生還暦記念研究集会〜、2023 年 11 月 20 日
5. Geometry of symmetric triads, ``Knot Theory, Geometric Lie Group Theory and Its Application 2023'', March 14, 2024.

③ その他

1. 理工系における基礎教育としての数学教育、八森祥隆、馬場蔵人、数理解析研究所講究録、2024 年 1 月
2. 城県立竜ヶ崎第一高等学校・附属中学校主催の SSH にて、講師および指導助言 2023 年 8 月 21 日〜8 月 22 日
3. 我孫子市教育委員会の研修にて、講師、2023 年 8 月 23 日

太田　尚孝【教養教育研究院神楽坂キャンパス教養部　教授】

① 論文

1. ベジタリアンのためのマイクロスケール実験 -食材を扱う化学実験におけるヘンプミルクを用いた豆腐様食品作り- ，佐藤陽子,太田尚孝,
   Vegetarian Research，23(1-2)，9-11，2022
2. マイクロスケール法による野菜の廃棄部位からのデンプンの抽出実験,
   佐藤陽子,太田尚孝,
   鎌倉女子大学紀要，31，115-119，2024

② 学会発表

1. キッチンサイエンスによる溶けないミニアイスキャンデー作り -サイリウムを用いた熱源不要型実験の提案- ,
   佐藤 陽子, 太田 尚孝,
   日本化学会第 103 春季年会（東京理科大学野田キャンパス），2023
2. キッチンサイエンスへの小型調理家電の活用 -ストロベリーパウダーを用いた科学的なミニジャム作り-
   佐藤陽子,太田尚孝,
   日本理科教育学会第 73 回全国大会（高知大会），2023
3. キッチンサイエンスによるマイクロスケール実験 -緑茶葉と梨からのミニ乾燥梨紅茶作り-,
   佐藤 陽子, 太田 尚孝,
   日本化学会第 104 春季年会（日本大学理工学部船橋キャンパス），2024

武村　政春【教養教育研究院神楽坂キャンパス教養部　教授】

① 学術論文

1. イネの胚乳を題材とした突然変異のパターンを学ぶ実験教材の開発. 内山智枝子, 宇田川麻由, 青木啓太, 深谷将, **武村政春**. 生物教育 64, 177-184, 2023.
2. Analysis of morphological changes in the nucleus and vacuoles of Acanthamoeba castellanii following giant virus infection. Sho Fukaya, Lisa Masuda, **Masaharu Takemura**. Microbiol. Spectrum 11, e04182-22, 2023.

② 著書

1. 図解　身近にあふれる「細胞・遺伝子」が 3 時間でわかる本. **武村政春**. 明日香出版社, 2023.

③ 招待講演

1. **Masaharu Takemura**, Akifumi Higashiura, Kazuyoshi Murata. Role of medusavirus-encoded histones in viral replication in host cells. 日本生物物理学会第 61 回年会シンポジウム「生命と物質の境界探査」, 名古屋, 2023.11.15.

④ その他

1. （雑誌取材）高橋秀実「ことばの番人」最終回「校正される私たち」, kotoba 2024 冬号（No. 54）, pp.184-189.
2. （雑誌監修）ニュートン 500 号大全史, Newton 2023 年 3 月号, pp.14-47.
3. （雑誌監修）ゼロからわかる分子生物学, Newton 2023 年 2 月号, pp.14-33.

関　陽児【教養教育研究院野田キャンパス教養部　教授】

① 学術論文

1. 神楽坂キャンパス徒歩圏での地学実験授業の野外実習コース、関陽児・武田康男・青木正博、東京理科大学教職教育研究、9，69-78
2. 利根運河の河床堆積物全層の特徴 : 孔底深度 640cm のハンドオーガー掘削の結果、関陽児、東京理科大学教養教育研究院紀要、2，26-41

② 学会発表

1. 利根運河の有機物汚濁に対する底質の寄与、坂本洸也・関陽児、日本陸水学会第 87 回大会ポスター

③ 広報

1. 火山地形の形成過程をみる、関陽児、東京理科大学科学フォーラム、438、52-53

興治　文子【教育支援機構教職教育センター　教授】

① 論文

1. 鉛直投げ上げ運動の多様な表現を生徒はどう一貫して理解しているか，尾崎龍之介，長谷川大和，興治文子，物理教育，71, 103-106,（2023）（査読有）.
2. 放物面鏡と球面鏡の違いを生徒に考えさせる，長谷川大和，永原健大郎，興治文子，物理教育，71, 101-105（2023）（査読有）.
3. 学制 150 年初期の授業記録で読み解く日本的理学教育の特徴と ICT 活用的再創生，小林昭三，興治文子，2023PC カンファレンス論文集，（2023）（査読無）

② その他

1. 新潟県立新発田高等学校 SSH 運営指導員
2. 公益社団活動法人　物理オリンピック日本委員会　副理事長/常務理事
3. コンピュータ利用教育学会　副会長理事
4. 日本物理学会「大学の物理教育」編集委員
5. 日本物理学会 代議員
6. 日本物理学会 次世代人材育成・社会連携委員会委員
7. 東京理科大学生協　理事長
8. 新潟県の高校教員研修

渡辺　雄貴【教育支援機構教職教育センター　教授】

① 学術論文

1. Learning Visualization System to Improve the Community Sense and Learning Behavior in Class, Takaki Kondo, Tadashi Misono, Rieko Inaba, Yuki Watanabe, International Journal for Educational Media and Technology, 17:1, pp1-14（査読有）
2. Effect of Information Utilization Action on Engineering Design Based Problem Solving, Koki Tamaki, Yuki Watanabe, International Journal for Educational Media and Technology, 17:1, pp1-13（査読有）
3. 自己主導学習レディネスが学習予定・状況記録システムの継続使用に与える影響，松田岳士，近藤伸彦，岡田有司，重田勝介，渡辺雄貴，加藤浩，日本教育工学会論文誌，47：4，pp639-653（査読有）

② 国際会議

1. A Suggestion of A Framework to Capture The Structure of Regional Problems and Its Meta Problem, Tadashi Misono, Yuki Watanabe, The 21th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications Conference Booklet, pp136-136
2. Development of Secondary Mathematics Instructional Strategy for Acquiring Conceptual Knowledge, Shota Higuchi, Yuki Watanabe The 21th International

Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications Conference Booklet, pp50-50

大浦　弘樹【教育支援機構教職教育センター　教授】

① 学術論文

1. 深見俊崇, 森本康彦, 泰山裕, 山田政寛, **大浦弘樹**, 益川弘如(2024)教育工学における新たな学習評価研究の創出に向けて.日本教育工学会論文誌,47(4),579-592.

② 学会発表（国際）

1. **Hiroki Oura**, Toshio Mochizuki, Clark Chinn, & Etsuji Yamaguchi (2023). Developing Undergraduate Students' Competence in Reasoning about Bodies of Evidence. Proceedings of 17th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2023, pp.1882-1883, Montreal, Canada.

③ 学会発表（国内）

1. 伏木田稚子, **大浦弘樹**, 光永文彦, 吉川遼, 加藤浩 (2024) ハイブリッド授業におけるオンライン受講の選択要因. 日本教育工学会 2024 年春季全国大会講演論文集, pp.613-614：熊本大学.
2. **大浦弘樹**, 吉川遼, 光永文彦, 伏木田稚子, 加藤浩 (2023) ハイブリッドなグループワークにおける紙媒体資料への共同注視を支援する画像・カーソル共有機能の開発. 日本教育工学会 2023 年秋季全国大会講演論文集, pp.463-464：京都テルサ.
3. 望月俊男, クラーク A. チン, **大浦弘樹**, 山口悦司（2023）人はエビデンスのチェリーピッキングに気づくことができるのか：科学的な情報に取り上げられるエビデンスの包括性に関する実験の予備的分析. 日本科学教育学会第 47 回年会
4. 山口悦司, クラーク A. チン, **大浦弘樹**, 望月俊男（2023）人は一様なエビデンスよりも多様なエビデンスを重視するのか：科学的エビデンスの多様性に関する実験結果の試験的分析. 日本科学教育学会第 47 回年会
5. 光永文彦, **大浦弘樹**, 吉川遼, 伏木田稚子 (2023)「仮説検定」への接続を目指した「仮説検定の考え方」の授業設計と実践. 第 105 回全国算数・数学教育研究（青森）大会発表要旨集, 468：オンライン.

矢部　博【データサイエンスセンター　教授】

① 査読付き学術論文

1. Memoryless quasi-Newton methods based on the spectral-scaling Broyden family for Riemanian optimization,
   Yasushi Narushima, Shummin Nakayama, Masashi Takemura and Hiroshi Yabe, Journal of Optimization Theory and Applications, 197 (2023), pp.639-664.

2. Inexact proximal DC Newton-type method for nonconvex composite functions,
   Shummin Nakayama, Yasushi Narushima and Hiroshi Yabe,
   Computational Optimization and Applications, 87 (2023), pp.611-640.

② 講演

1. Proximal structured quasi-Newton method for nonlinear least squares with nonsmooth regularizer,
   中山舜民、成島康史、矢部博
   The 10th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM2023)、
   早稲田大学, 東京、日本、2023 年 8 月 21 日. (国際会議)
2. Nonmonotone proximal structured quasi-Newton methods based on the Broyden family,
   成島康史、中山舜民、矢部博
   The Third Pacific Optimization Conference、
   Sunway Resort Hotel, Kuala Lumpur、Malaysia、2023 年 12 月 10 日. (国際会議)
3. 連続最適化とその周辺－雑感－、
   矢部博、
   最適化の理論とアルゴリズム：未来を担う若手研究者の集い 2023、
   筑波大学、2023 年 5 月 20 日. (招待講演)
4. 構造化 Broyden 公式族に基づいたニュートン型近接勾配法の大域的収束性、
   矢部博、中山舜民、成島康史、
   共同研究（公開型)「数理最適化：理論と実践」、京都大学数理解析研究所、2023 年 8 月 29 日.
5. 構造化 Broyden 公式族に基づいたニュートン型近接勾配法、
   中山舜民、成島康史、矢部博、
   日本 OR 学会、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2023 年 9 月 14 日.
6. 理系学生に対する ICT 教育の効率的・効果的実施、
   村田貴司、矢部博、吉澤敦子、赤倉貴子、小栗映理、山崎涼、加古達也、鈴木聡介、久保田洋一、吉川昌吾、
   大学 ICT 推進協議会 2023 年度年次大会、名古屋国際会議場、2023 年 12 月 15 日.
7. 二段階最適化問題に対する最適値関数を用いた内点法、
   山本聖真、矢部博、成島康史、
   日本応用数理学会第 20 回研究部会連合発表会､長岡技術科学大学､2024 年 3 月 4 日.
8. 構造化 Broyden 公式族に基づいたニュートン型近接勾配法の局所的収束性、
   中山舜民、成島康史、矢部博、
   日本応用数理学会第 20 回研究部会連合発表会､長岡技術科学大学､2024 年 3 月 4 日.

③ 学会関係

1. 日本オペレーションズ・リサーチ学会　代議員
2. 国際会議 ICIAM2023Tokyo　プログラム委員

3. Optimization and Engineering (Kluwer Academic Publishers) 編集委員
4. Mathematical Reviews (アメリカ数学会)の reviewer

高橋　真理子【嘱託専門員、理数教育研究センター　アドバイザー】

① 講演等

1. 米国土木学会日本支部 2024 年度講演会で講演「女性研究者と日本社会」(2023 年 12 月 6 日、ZOOM 開催)
2. 国際リニアコライダー (ILC) 推進議員連盟総会で講演「ILC の今後を考える」(2023 年 4 月 27 日、衆議院議員会館会議場)
3. 科学ジャーナリスト世界会議 (2023 年 3 月 27 日～31 日、コロンビア・メデジン) に参加
4. 21 世紀構想研究会・25 周年記念シンポジウム「日本の科学立国の実像―復活か失速か徹底討論―」(2023 年 10 月 25 日、プレスセンタービル 10 階) でパネリスト
5. 食品添加物メディアフォーラム「若者と考える不使用表示ガイドライン―東京理科大での実践から」(2023 年 2 月 28 日、大手町サンケイプラザ 3 階) で講演・パネル討論モデレーター

② 執筆記事

1. 「アエラドット」の連載記事「科学に魅せられて～女性研究者に聞く仕事と人生」
   進化生物学者　長谷川真理子さん (2023 年 1 月 3 日)
   数学者　石井志保子さん (2023 年 1 月 17 日)
   都市工学者　小野悠さん (2023 年 2 月 7 日)
   細胞生物学者　粂昭苑さん (2023 年 2 月 21 日)
   実験物理学者　市川温子さん (2023 年 3 月 7 日)
   生命科学者　野口範子さん (2023 年 3 月 21 日)
   都市環境学者／環境デザイナー　石川幹子さん (2023 年 4 月 4 日)
   神経科学者　森郁恵さん (2023 年 4 月 18 日)
   物理学者　大竹淑恵さん (2023 年 5 月 2 日)
   神経科学者　村松里衣子さん (2023 年 5 月 23 日)
   植物分子生理学者　篠崎和子さん (2023 年 6 月 6 日)
   経済学者　小林佳世子さん (2023 年 6 月 20 日)
   感性工学者　大倉典子さん (2023 年 7 月 4 日)
   公衆衛生学者　堀口逸子さん (2023 年 7 月 18 日)
   化学者　西川恵子さん (2023 年 8 月 1 日)
   物理学者　御手洗菜美子さん (2023 年 8 月 15 日)
   数学者　佐々田槙子さん (2023 年 9 月 5 日)
   植物細胞生物学者　西村いくこさん (2023 年 9 月 19 日)
   眼科医・ビジョンケア社長　高橋政代さん (2023 年 10 月 3 日)
   材料科学者　桂ゆかりさん (2023 年 10 月 17 日)

地球物理学者　坂野井和代さん（2023 年 11 月 7 日）
地球生命科学者　鈴木志野さん（2023 年 11 月 21 日）
心理学者　仲真紀子さん（2023 年 12 月 5 日）
金属学者　梅津理恵さん（2023 年 12 月 19 日）
熱帯病対策専門家　一盛和世さん（2024 年 1 月 2 日）
性差薬学者　黒川洵子さん（2024 年 1 月 16 日）
数学者　小谷元子さん（2024 年 1 月 30 日）

2. 「学術の動向」JULY2023　第 28 巻第 5 号
「持続可能な発展のための国際基礎科学年」の意義は何だったのか――日本にとっての意味合いを考える
3. NII　Today　Mar.2023　　第 98 号
大阪大学総長　西尾章治郎氏インタビュー

③　社会活動

1. 令和 6 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰委員
2. 日立財団評議員（2021 年 11 月～）
3. 公益財団法人仁科記念財団評議員
4. 自然科学研究機構経営協議会委員
5. 情報・システム研究機構経営協議会委員
6. 一般社団法人大学共同利用研究教育アライアンスアドバイザリーボード委員
7. JST 社会技術研究開発センター（RISTEX）運営評価委員
8. 日本科学技術ジャーナリスト会議（JASTJ）副会長
9. JASTJ 第 21 期科学ジャーナリスト塾長（2023 年 9 月～2024 年 3 月）
10. 第 65 回科学技術映像祭審査副委員長
11. ミレニアム・サイエンス・フォーラム運営委員
12. 一般財団法人 INSTeM 理事
13. 国際数学オリンピック日本大会広報委員

④　学内活動

1. 科学ジャーナリストによる「伝える文章の書き方」講座全 3 回　春学期
2. 科学技術コミュニケーションセミナー「研究者に聞く仕事と人生－アエラドットの連載から学ぶ」（2023 年 11 月 11 日）の企画および登壇

8. 理数教育研究センター客員教員による研究紹介

8-1. 2023 年度活動報告

松永　清子

2023 年度に行いました研究に関して、特に、以下の 2 件につき御報告致します。

1.　秋山先生との共著「Treks into Intuitive Geometry」の第 2 版（改訂版）を執筆・作成。改定した箇所の概要を英文で以下に記します：

(a) In the new Chapter2: Not only polyhedral and dihedra tile-makers presented in the first edition, but also closed surface tile-makers by Stefan Langerman and Andrew Winslow are fully explained in the present book. A detailed explanation of the ways of making tiles from closed surface tile-makers is also given, so that readers can enjoy making more and various odd tiles from tile-makers for themselves.　And the proof for polyhedral tile-makers was done via the Stamper theorem in the first edition, but the technique "Star-cutting" enables us to directly prove it without using the Stamper theorem.

(b) In the new Chapter3: In the new sections (for closed surface tile-makers) of Chapter2, we used Mobius strip and torus in order to study the closed surfaces, so we decided to newly establish this chapter for playing with Mobius strips and tori, that is, in this chapter we introduce the latest theorems for interlocking, or knots of rings, created from conjoined rings, or Mobius strips derived from the famous brain-teasers in puzzule books.

(c) In the new Chapter5: In Chapter4 of the first edition, we mainly explained reversible pairs of figures that are obtained by "drawing a pair of inscribed regions method", devised from scrutinizing the Haberdasher's puzzule by Henry E.Dudeney. After the first edition was published, the fact "Any pair of non-crossing nets of every polyhedron is reversible" was shown, and the converse was also proved. By proving these two facts, the theory of reversible figures was almost fully explained. These facts also identify the true character of a pair of figures in Haberdasher's puzzle, which is illustrated in the present book.　In the second edition, we tried to show the whole evolution of this theory by making use of as many figures as possible, from the envelope magic (i.e., the level of enjoying a simple magic of reversible figures) to the final theorems, via several discoveries. We hope the readers enjoy observing and discovering facts one by one, progressing little by little in the theory of reversible figures.　Furthermore, the superimposition method has been known as one of a few techniques to find pairs of reversible figures, and this book makes clear the conditions under which the superimposition-method works well. Still more, in the beginning of this chapter, we give

the illustrative explanation for the famous result in general hinge-transformation theory by T.Abbot, Z.Abel, D.Charlton, E.Demaine, M.Demaine, and S.Kominers, taking the pair of figures in Haberdasher's puzzle as an example.

(d) In the new Chapter6: One big progress during these six years is to reveal the connection among the Tile-maker theorem, Reversible figures theorem and foldings. Conway tiles are embodied in such connections. We newly established this chapter, which exclusively features the Conway tiles, so that the readers may experience the real pleasure of the fusion of theories which were thought to be independent from each other.

2. 論文「Determination of all graphs whose eccentric graphs are clusters」を J.Akiyama, T.Kodate と共同で執筆し、グラフ理論の国際専門誌に投稿しました。この研究の概要を以下、英文で記します：

A disconnected graph G is called a cluster if G is not union of 1-factors but union of complete graphs of order at least two. J.Akiyama, K.Ando, and D.Avis showed in Lemma 2.1 of "Eccentric Graphs (Discrete Mathematics. 56,No.1, page 1-6, 1985) that G is ezui-eccentric if its eccentric graph is a cluster or union of 1-factors. And they aksi characterized all graphs whose eccentric graphs are complete graphs and union of 1-factors in the above paper. In our paper, we determined all graphs whose eccentric graphs are clusters, which is an extension of the Lemma 2.1 in the above paper.

8-2. $k+l$ モールトンコンフィギュレーション　ー質量ゼロの解と質量正の解ー

吉見　奈緒子

1　はじめに

天体力学の一分野に**セントラルコンフィギュレーション**（以下 c.c. とする）というものがある。いくつかの天体が系全体の重心を中心に、互いの距離の比を全く変えずにそれぞれの運動を続けるものをいう。仮に 3 つの天体が正三角形の頂点に位置していたとすれば、運動中もその正三角形を保ったまま回転していく。物体の運動は、（加速度）×（質量）＝（物体に働く力）という微分方程式で表される[1]。面白いことに、n 体問題における**ニュートンの運動方程式**に $\mathbf{q}(t)=\mathbf{c}+\phi(t)(\mathbf{q}-\mathbf{c})$ という式[2]を代入して計算すると、$\phi(t)$ に関する微分方程式と $\mathbf{q}$ に関する一般の代数方程式に分離することができる。c.c. は、この代数方程式を使って天体の配置について考えていく問題である。

c.c. の代表格は、**オイラーの 3 体直線解** (1767) と**ラグランジュの正三角形解** (1772) だ。ニュートンの運動方程式を満たす 3 つの天体が直線上に並び得ることをオイラー（1707-1783）が計算で示し、ラグランジュ（1736-1813）はそれに加えて正三角形の頂点に 3 体が位置することを示した。後にこの正三角形解を応用して発見されたのがトロヤ群と呼ばれる小天体の一群である。太陽、木星、トロヤ群が正三角形を成し、それを保ったままそれぞれの運動を続けている。1910 年にはモールトン（1872-1952）がオイラーの 3 体による直線解を拡張し、**n 体直線解**の存在を示した。これが筆者の研究の土台になっている。以下の節で筆者のこれまでの研究の結果を紹介したい。

本稿第 2 節では $k+l$ モールトンコンフィギュレーションの定義と結果（定理 1）を、第 3 節では $k+l$-M.c. の方程式を、第 4 節ではこの方程式からどのように定理 1 を導いたかの概要を述べる。数学を専門にしないかたにも読んでいただけるような内容にしたため、逆に数学に精通しているかたは不満を感じられることであろう。より詳細な内容を求めるかたは、近く出版予定の拙著『Positive Mass of $k+l$-Moulton Configuration』[3]を参考にしていただきたい。

[1]加速度は、位置ベクトルを時間 t で 2 回微分することで得られる。

[2]t は時間、$\mathbf{q}(t)$ は t による位置ベクトル、$\mathbf{c}$ は系の重心、$\phi(t)$ は t による実数値関数、$\mathbf{q}$ は定ベクトルを表す。

[3]Yoshimi, N.: *Positive Mass of $k+l$-Moulton Configuration.* Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, Springer

2　k + l モールトンコンフィギュレーション

モールトンが導き出したことから、n 体直線解を**モールトンコンフィギュレーション** (Moulton configuration, 以下、M.c. とする）と呼ぶ。筆者はこれを使って新たな問題 **k + l モールトンコンフィギュレーション**（以下、$k+l$-M.c. とする）を考えた。すなわち、初めに k 個の天体がセントラルコンフィギュレーションとなるように直線上に配置されているとする。この直線上に別の l 個の天体を加える。直線解に新たな天体を加えれば、全体のバランスを保つために初めの k 個の天体が左右に移動するか、あるいはバラバラに離散することが想像できる。が、この初めの k 体の配置とその運動を全く変えることなく新たに l 体を加えることが、果たしてできるだろうか。これが筆者がたてた問いである。

これに対して、l が $k+1$ 以下の場合で次のことが明らかになった。

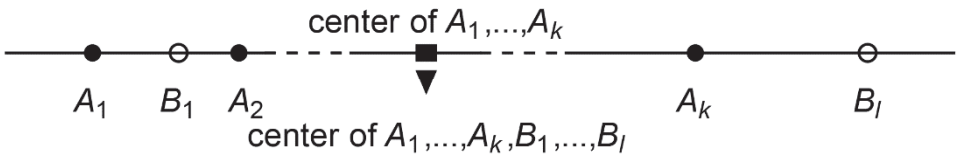


図 1: $k+l$ Moulton configuration

定理 1 初めに与えられた k 体の M.c. に対して、

(I) $l < k+1$ の場合、 **質量ゼロの解**、つまり加えられた l 体全ての質量がゼロである解だけが存在し、

(i) k 体で区切られたそれぞれの区間に加えられる数は、最大で 1 体であり、

(ii) 加えられた l 体の位置はそれぞれ一意に決まり、その一つひとつを別のものと見なせば、$k+l$ M.c. は全部で $(k+1)k(k-1)\cdots(k+2-l)$ 通りある。

(II) $l = k+1$ の場合、質量ゼロの解のほかに**質量正の解**、つまり加えられた l 体の質量が全て正である解が存在し、

(i) その配置は、初めに与えられた k 体と後から加えた l 体が交互に並んだもののみであり、

(ii) 加えられた l 体のそれぞれの位置が一意に決まり、

(iii) それぞれの質量はパラメータ $t \geq 0$ に比例する。

(III) 質量ゼロの解において加えられる天体の最大数は、$k+1$ である。

ここで言う「質量ゼロ」とは「無限小のゼロ」ということで、同じ系の他の天体に比べて極端に質量が小さいことを指す。例えば、太陽と比べて地球の質量は 30 万分の 1 であり、地球の質量が太陽の運動に影響を及ぼすことはない。このような場合の質量をゼロとして扱う。

質量ゼロの解の場合、無限個の天体を置くことができるのではないかと想像するが、実はその数には上限があり、その最大値は $k+1$ である。なぜなら、初めに与えられた直線上の k 体によって区切られる $k+1$ のそれぞれの区間に置けるのは、ただ 1 体だからだ。このことは、4.1.2 で証明する。

一方、質量が正となる解は $l = k+1$ の場合である。l が $k+1$ より小さいときにはこの解は存在しない。なぜなら、正の質量の解の存在には、$k+1$ の区間の全てに新たな天体を加えることが必要条件だからだ。つまり、全ての区間に一体ずつ加えるときだけ、その質量の全てが正であることが許される。ただし、l が $k+1$ より大きい場合については今後の研究課題である。

ここで、話を進めやすくするために記号を定義する。初めに与えられた天体の一つひとつを $A_1, A_2, \cdots, A_k$ で表し、それを一括りにして集合 $\mathcal{A}$ とする。一方、後から加える天体を $B_1, B_2, \cdots, B_l$ で表し、その集合を $\mathcal{B}$ とする。また、それぞれの天体の位置を $q_{A_1}, q_{A_2}, \cdots, q_{A_k}, q_{B_1}, q_{B_2}, \cdots, q_{B_l}$, その質量を $m_{A_1}, m_{A_2}, \cdots, m_{A_k}, m_{B_1}, m_{B_2}, \cdots, m_{B_l}$ で示し、例えば $\mathbf{q}_A$ と書いたときには、ベクトル $(q_{A_1}, q_{A_2}, \cdots, q_{A_k})$ を表す。配置に関しては、常に $q_{A_1} < q_{A_2} < \cdots < q_{A_k}$ が成り立ち ($\mathbf{q}_B$ についても同じ)、集合 $\mathcal{A}$ の元の質量はどれも正、一方、集合 $\mathcal{B}$ の元の質量はどれも非負とする。また、場面に応じて $k+l$ 体を A や B の区別をつけずに左から番号を振って、その位置や質量を $\mathbf{q} = (q_1, q_2, \cdots, q_{k+l})$, $\mathbf{m} = (m_1, m_2, \cdots, m_{k+l})$ と表す。これらを使って、$k+l$-M.c. の定義を以下に述べる。

定義 1 ($k+l$-Moulton configuration) $k+l$-M.c. とは、M.c. を成す k 体の集合 $\mathcal{A}$ に対して新たに l 体の集合 $\mathcal{B}$ を加えたとき、以下の条件を満たすものをいう。

(i) $\mathbf{q}$ と $\mathbf{m}$ が M.c. であり、このときの $\mathbf{q}_A$ が集合 $\mathcal{B}$ を加える前と等しい。

(ii) 集合 $\mathcal{A}$ の運動が集合 $\mathcal{B}$ を加える前の運動と全く変わらない。

注意 1 M.c. の運動は、系の重心とその角速度[4]で決まる[5]。よって、上の (ii) は、集合 $\mathcal{B}$ を加えた時の系の重心と角速度が集合 $\mathcal{A}$ だけの時のそれと同じであることを意味している。

3 k + l-モールトンコンフィギュレーションの方程式

3.1 モールトンコンフィギュレーションの方程式

まず、M.c. の方程式を示す。直線上に n 個の天体が並んでいるとする。左から i 番めの天体の位置を q_i, その質量を m_i とする。さらに $q_1 < q_2 < \cdots < q_n$ と $m_i > 0$, $i = 1, \cdots, n$, を仮定する。系の重心 c は、$c = (m_1 q_1 + \cdots + m_n q_n)/(m_1 + \cdots + m_n)$ で求められる。

n 体の M.c. の場合、先に述べた $\mathbf{q}$ に関する代数方程式が n 本できる。例えば、一番左端の天体に着目した式は、

$$\frac{m_2}{(q_1 - q_2)^2} + \frac{m_3}{(q_1 - q_3)^2} + \cdots + \frac{m_n}{(q_1 - q_n)^2} + \lambda(q_1 - c) = 0$$

となる。初めの項は、一番左端の天体と 2 番目の天体との引力の計算から生まれる項で、第 2, 第 3, $\cdots$, 第 $n-1$ 項までは同様であり、最後の項の λ は系全体の角速度の正の平方根、$q_1 - c$ は左端の

[4]物体が回転運動をするときの回転の速さを、単位時間の回転角で表したもの

[5]Moulton, F. R.: *The Straight Line Solutions of the Problem of N Bodies.* Annals of Mathematics **2**(12), 1-17 (1910),

Albouy, A., Moeckel, R.: *The Inverse Problem For Collinear Central Configurations*, Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy **77**, 77-91 (2000) を参照

天体と系の重心との差を表している。続いて、左から 2 番目の天体に着目した時の方程式は、

$$-\frac{m_1}{(q_2-q_1)^2}+\frac{m_3}{(q_2-q_3)^2}+\cdots+\frac{m_n}{(q_2-q_n)^2}+\lambda(q_2-c)=0$$

となる。先の式の q_1 が q_2 に、m_2 が m_1 に代わっている点と第 1 項の符号がマイナスになっていることに注意する。マイナスとなる理由は、ある基準点から右方向を正、左方向を負と決めたからだ。つまり、基準になる天体がひとつ右にずれるごとにマイナスの項が増えていく。従って、n 番目の方程式は、$\lambda(q_n-c)$ の項以外は全て負だ。こうしてできる n 本の方程式の全てを同時に満たすことができれば、この $\mathbf{q}$ と $\mathbf{m}$ の組みを n 体 M.c. と呼ぶ。

3.2 k + l モールトンコンフィギュレーションの方程式

上の方程式から $k+l$-M.c. の方程式を導く。簡単のために、$3+2$-M.c. を例にして考える。M.c. をなす天体の集合 $\mathcal{A}=\{A_1,A_2,A_3\}$ に別の天体の集合 $\mathcal{B}=\{B_1,B_2\}$ を加えたとする。$\mathcal{B}$ を加える前の $\mathcal{A}$ の各元の方程式は、

$$\begin{aligned}
&\frac{m_{A_2}}{(q_{A_1}-q_{A_2})^2}+\frac{m_{A_3}}{(q_{A_1}-q_{A_3})^2}+\lambda(q_{A_1}-c)=0,\\
-&\frac{m_{A_1}}{(q_{A_1}-q_{A_2})^2}+\frac{m_{A_3}}{(q_{A_2}-q_{A_3})^2}+\lambda(q_{A_2}-c)=0,\\
-&\frac{m_{A_1}}{(q_{A_1}-q_{A_3})^2}-\frac{m_{A_2}}{(q_{A_2}-q_{A_3})^2}+\lambda(q_{A_3}-c)=0
\end{aligned}\tag{1}$$

となる。この 3 体に $\mathcal{B}$ の元の 2 体を加えるが、仮にその並び順を B_1,A_1,A_2,B_2,A_3 とするとこの 5 体の方程式は、

$$\begin{aligned}
&\frac{m_{A_1}}{(q_{B_1}-q_{A_1})^2}+\frac{m_{A_2}}{(q_{B_1}-q_{A_2})^2}+\frac{m_{B_2}}{(q_{B_1}-q_{B_2})^2}+\frac{m_{A_3}}{(q_{B_1}-q_{A_3})^2}+\lambda(q_{B_1}-c)=0,\\
-&\frac{m_{B_1}}{(q_{A_1}-q_{B_1})^2}+\frac{m_{A_2}}{(q_{A_1}-q_{A_2})^2}+\frac{m_{B_2}}{(q_{A_1}-q_{B_2})^2}+\frac{m_{A_3}}{(q_{A_1}-q_{A_3})^2}+\lambda(q_{A_1}-c)=0,\\
-&\frac{m_{B_1}}{(q_{A_2}-q_{B_1})^2}-\frac{m_{A_1}}{(q_{A_2}-q_{A_1})^2}+\frac{m_{B_2}}{(q_{A_2}-q_{B_2})^2}+\frac{m_{A_3}}{(q_{A_2}-q_{A_3})^2}+\lambda(q_{A_2}-c)=0,\\
-&\frac{m_{B_1}}{(q_{B_2}-q_{B_1})^2}-\frac{m_{A_1}}{(q_{B_2}-q_{A_1})^2}-\frac{m_{A_2}}{(q_{B_2}-q_{A_2})^2}+\frac{m_{A_3}}{(q_{B_2}-q_{A_3})^2}+\lambda(q_{B_2}-c)=0,\\
-&\frac{m_{B_1}}{(q_{A_3}-q_{B_1})^2}-\frac{m_{A_1}}{(q_{A_3}-q_{A_1})^2}-\frac{m_{A_2}}{(q_{A_3}-q_{A_2})^2}-\frac{m_{B_2}}{(q_{A_3}-q_{B_2})^2}+\lambda(q_{A_3}-c)=0.
\end{aligned}$$

$k+l$-M.c. の定義より、この 5 本の式の λ と c は、(1) 式の λ と c に等しい。ここで、上式を簡略化する。まず、

$$\begin{aligned}
&(q_{B_1},q_{A_1},q_{A_2},q_{B_2},q_{A_3})=(q_1,q_2,q_3,q_4,q_5),\\
&(m_{B_1},m_{A_1},m_{A_2},m_{B_2},m_{A_3})=(m_1,m_2,m_3,m_4,m_5)
\end{aligned}$$

を上式に代入した上で、$h_{ij}=\dfrac{1}{(q_i-q_j)}$, $1\le i<j\le 5$, と新しい記号を導入する。例えば、第 1 式第 1 項であれば、$\dfrac{m_{A_1}}{(q_{B_1}-q_{A_1})^2}=\dfrac{m_2}{(q_1-q_2)^2}=h_{12}m_2$ のように置き換える。次にこの 5 本の式と各項の順序を入れ替える。すなわち、$\mathcal{B}$ の元に関する 2 本の式を上に、そのほかの 3 本の式を下に置

く。そして、$h_{ij}m_j$ の形をした項のうち、$\mathcal{B}$ の元に関する項を左側に置き、そうでないものはその右に置く。よって、上の 5 本の式は以下のように書き換えられる。

$$
\begin{aligned}
h_{14}m_4 + h_{12}m_2 + h_{13}m_3 + h_{15}m_5 + \lambda(q_1 - c) = 0,\\
-h_{14}m_1 - h_{24}m_2 - h_{34}m_3 + h_{45}m_5 + \lambda(q_4 - c) = 0,\\
-h_{12}m_1 + h_{24}m_4 + h_{23}m_3 + h_{25}m_5 + \lambda(q_2 - c) = 0,\\
-h_{13}m_1 + h_{34}m_4 - h_{23}m_2 + h_{35}m_5 + \lambda(q_3 - c) = 0,\\
-h_{15}m_1 - h_{45}m_4 - h_{25}m_2 - h_{35}m_3 + \lambda(q_5 - c) = 0.
\end{aligned}
$$

さらにこれを行列とベクトルを使って表すと、

$$
\left(\begin{array}{cc|ccc}
0 & h_{14} & h_{12} & h_{13} & h_{15}\\
-h_{14} & 0 & -h_{24} & -h_{34} & h_{45}\\
\hline
-h_{12} & h_{24} & 0 & h_{23} & h_{25}\\
-h_{13} & h_{34} & -h_{23} & 0 & h_{35}\\
-h_{15} & -h_{45} & -h_{25} & -h_{35} & 0
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{c}
m_1\\ m_4\\ \hline m_2\\ m_3\\ m_5
\end{array}\right)
+\lambda
\left(\begin{array}{c}
q_1 - c\\ q_4 - c\\ \hline q_2 - c\\ q_3 - c\\ q_5 - c
\end{array}\right)
= \mathbf{0}. \tag{2}
$$

そして、括弧内の実線を堺にして下記のように表すことにする。[6]

$$
\begin{pmatrix}
\mathbf{H}_1 & \mathbf{H}_2\\
\mathbf{H}_3 & \tilde{\mathbf{H}}
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix}
{}^t\mathbf{m}_B\\ {}^t\mathbf{m}_A
\end{pmatrix}
+\lambda
\begin{pmatrix}
{}^t(\mathbf{q}_B - \mathbf{c})\\ {}^t(\mathbf{q}_A - \mathbf{c})
\end{pmatrix}
= \mathbf{0}. \tag{3}
$$

付言すれば、$\tilde{\mathbf{H}}$ は $\mathbf{q}_A$ のみから、$\mathbf{H}_1$ は $\mathbf{q}_B$ のみからできている。この 2 つが歪対称行列[7]である一方、$\mathbf{H}_2$ と $\mathbf{H}_3$ は $\mathbf{q}_A$ と $\mathbf{q}_B$ の両方の成分から成り、$\mathbf{H}_3 = -{}^t\mathbf{H}_2$ が成り立つ。(1) 式より $\mathbf{H}_A{}^t\mathbf{m}_A + \lambda\,{}^t(\mathbf{q}_A - \mathbf{c}) = \mathbf{0}$ なので、(3) 式は以下のように書き直せる。

$$
\mathbf{H}_1{}^t\mathbf{m}_B + \mathbf{H}_2{}^t\mathbf{m}_A + \lambda^t(\mathbf{q}_B - \mathbf{c}) = \mathbf{0}, \tag{4}
$$

$$
\mathbf{H}_3{}^t\mathbf{m}_B = \mathbf{0}. \tag{5}
$$

この 2 つが $3+2$-M.c. の方程式であるが、この表し方は一般の $k+l$-M.c. の場合でも使える。そして、この式を満たす $\mathbf{q}_B$ と $\mathbf{m}_B$ の存在の有無が、本研究の問いに対する答えである。

4　定理 1 の証明

ここからは、定理 1 の証明の概要を示す。$l < k+1$ の場合と $l = k+1$ の場合とに分けて考えるが、これはそれぞれの場合で行列 $\mathbf{H}_3$ の行と列の数が違うからだ。l が $k+1$ より小さい場合 $\mathbf{H}_3$ は縦長または正方の行列になり、逆に $l = k+1$ の場合は横長の行列になる。実際、$l < k+1$ のときには $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$, $l = k+1$ のときには $\mathbf{m}_B = \mathbf{m}_{B_0}t$, $t \geq 0$, とそれぞれ別の解が得られる。どちらの場合もまずは $\mathcal{B}$ の元の質量について考察し、その後それぞれの位置が一意に決まることを示す。

[6] 行列やベクトルの左肩の t は転置を表し、横ベクトルを縦ベクトルにしたり、行列の行と列を入れ替えたりする。

[7] 行列 A が $-{}^tA$ と等しいとき、A を歪対称行列、または交代行列と呼ぶ。

4.1 $\mathbf{l < k + 1}$ の場合

読者の理解を得やすいように具体例を使って述べていくが、一般の場合の $k + l$ でも同様に考えてよい。

4.1.1 質量に関する考察

配置行列. 質量についての考察のために**配置行列**を定義し、その性質を考える。

定義 2 n 次正方行列が以下の条件を満たすとき、それを配置行列と呼ぶ。

a) 対角成分[8]より上がわの成分は全て正である。

b) 対角成分より下がわの成分は全て負である。

c) 対角成分は、(i) その全てが正、(ii) 全てが負、(iii) 上から i 番めまでが負でそれ以外は正、のいずれかである。

d) 上下の成分の符号が同じであれば、下の成分の方が大きい。□

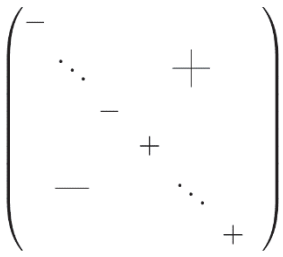


図 2: 配置行列における各成分の符号の例

このことから、以下の命題が得られる。

命題 1 配置行列の行列式の符号は、対角成分の符号の数によって決まる。すなわち、対角成分のうち、負の成分の数が奇数のときその行列式は負であり、偶数のときは正になる。□

つまり、配置行列は必ず逆行列[9]を持つ。証明は紙幅の関係上割愛する。

$\mathbf{m}_B = 0$ を示す. 例えば各天体が

$$B_1, A_1, A_2, A_3, B_2, A_4, A_5, B_3 \tag{6}$$

[8] n 次正方行列の成分のうち、$(1, 1)$ 成分から (n, n) 成分までの対角線上の成分をいう。

[9] ある行列 A に対して、$AB = BA = I$（I は単位行列）となるような行列 B のことを A の逆行列という。A^{-1} と書いて、A の逆行列であることを表す。A の行列式がゼロでなければ、逆行列がただ一つ存在する。

のように並んでいるとする。この時 (5) 式を詳細に書くと

$$
\begin{aligned}
-(q_{A_1}-q_{B_1})^{-2}m_{B_1}+(q_{A_1}-q_{B_2})^{-2}m_{B_2}+(q_{A_1}-q_{B_3})^{-2}m_{B_3}&=0,\\
-(q_{A_2}-q_{B_1})^{-2}m_{B_1}+(q_{A_2}-q_{B_2})^{-2}m_{B_2}+(q_{A_2}-q_{B_3})^{-2}m_{B_3}&=0,\\
-(q_{A_3}-q_{B_1})^{-2}m_{B_1}+(q_{A_3}-q_{B_2})^{-2}m_{B_2}+(q_{A_3}-q_{B_3})^{-2}m_{B_3}&=0,\\
-(q_{A_4}-q_{B_1})^{-2}m_{B_1}-(q_{A_4}-q_{B_2})^{-2}m_{B_2}+(q_{A_4}-q_{B_3})^{-2}m_{B_3}&=0,\\
-(q_{A_5}-q_{B_1})^{-2}m_{B_1}-(q_{A_5}-q_{B_2})^{-2}m_{B_2}+(q_{A_5}-q_{B_3})^{-2}m_{B_3}&=0.
\end{aligned}
$$

である。$m_{B_1}=m_{B_2}=m_{B_3}=0$ がこの 5 本の方程式全てを満たすことは明らかだ。が、果たしてほかに解はないのだろうか。それを探るために、5×3 行列 $\mathbf{H}_3$ を調べる。この場合、位置ベクトルは

$$
\begin{aligned}
(q_{A_1},q_{A_2},q_{A_3},q_{A_4},q_{A_5})&=(q_2,q_3,q_4,q_6,q_7),\\
(q_{B_1},q_{B_2},q_{B_3})&=(q_1,q_5,q_8).
\end{aligned}
$$

となるので、(5) 式の $\mathbf{H}_3$ の成分を並べて書くと、

$$
\begin{array}{c|ccc}
 & q_{B_1} & q_{B_2} & q_{B_3}\\ \hline
q_{A_1} & -h_{12} & h_{25} & h_{28}\\
q_{A_2} & -h_{13} & h_{35} & h_{38}\\
q_{A_3} & -h_{14} & h_{45} & h_{48}\\
q_{A_4} & -h_{16} & -h_{56} & h_{68}\\
q_{A_5} & -h_{17} & -h_{57} & h_{78}
\end{array}
\tag{7}
$$

のようになる。$\mathbf{H}_3$ から 2 行を除いて、$\mathbf{H}'_3=\begin{pmatrix}-h_{12} & h_{25} & h_{28}\\ -h_{14} & h_{45} & h_{48}\\ -h_{17} & -h_{57} & h_{78}\end{pmatrix}$ として、先の方程式を $\mathbf{H}'_3\mathbf{m}_B=\mathbf{0}$ と書いても問題ない。実は、$\mathbf{H}'_3$ は先に定義した配置行列の条件を全て満たしている。よって、$\mathbf{H}'_3$ が逆行列を持つことから、解は $\mathbf{m}_B=\mathbf{0}$ しかないことがわかる。

一般の $k+l$ の場合（ただし、$l<k+1$）を考えると、$\mathcal{A}$ の元と $\mathcal{B}$ の元との配置にはその元の数に応じて様々な組み合わせがあり、その一つひとつに応じた $\mathbf{H}_3$ ができる。が、$\mathbf{q}_B$ と $\mathbf{m}_B$ の組が $k+l$-M.c. の解であれば、$\mathbf{H}_3$ から適当な行を選び出して次数 l の配置行列 $\mathbf{H}'_3$ をつくることができる。よって、$l<k+1$ の場合、常に $\mathbf{m}_B=\mathbf{0}$ である。

4.1.2　位置は定まるのか

$B_1,B_2,\cdots,B_l$ のそれぞれの位置について、先の (6) 式を例にとって考える。例えば、B_2 は A_3 と A_4 の間にあり、A_3 や A_4 を飛び越えてその外側に出ていくことは考えない。つまり、B_2 については A_3 と A_4 の区間の中だけを調べればよい。$\mathbf{m}_B=\mathbf{0}$ を前節で示したので、(4) 式は $\mathbf{H_2}^t\mathbf{m_A}+\lambda^t(\mathbf{q_B}-\mathbf{c})=\mathbf{0}$

となる。これを (6) 式の場合について書き下すと、

$$
\begin{aligned}
&(q_{B_1}-q_{A_1})^{-2}m_{A_1}+(q_{B_1}-q_{A_2})^{-2}m_{A_2}+(q_{B_1}-q_{A_3})^{-2}m_{A_3}\\
&\qquad+(q_{B_1}-q_{A_4})^{-2}m_{A_4}+(q_{B_1}-q_{A_5})^{-2}m_{A_5}+\lambda(q_{B_1}-c)=0,\\
&-(q_{B_2}-q_{A_1})^{-2}m_{A_1}-(q_{B_2}-q_{A_2})^{-2}m_{A_2}-(q_{B_2}-q_{A_3})^{-2}m_{A_3}\\
&\qquad+(q_{B_2}-q_{A_4})^{-2}m_{A_4}+(q_{B_2}-q_{A_5})^{-2}m_{A_5}+\lambda(q_{B_2}-c)=0,\\
&-(q_{B_3}-q_{A_1})^{-2}m_{A_1}-(q_{B_3}-q_{A_2})^{-2}m_{A_2}-(q_{B_3}-q_{A_3})^{-2}m_{A_3}\\
&\qquad-(q_{B_3}-q_{A_4})^{-2}m_{A_4}-(q_{B_3}-q_{A_5})^{-2}m_{A_5}+\lambda(q_{B_3}-c)=0.
\end{aligned}
\tag{8}
$$

これらを満たす q_{B_1}, q_{B_2}, q_{B_3} がそれぞれ存在するのか、存在した場合その解はいくつあるのかを考える。

数学の授業でグラフを描いたことを覚えておられるだろうか。2 次方程式や 3 次方程式 $f(x)=0$ で $y=f(x)$ のグラフを描いたときに $y=0$ の直線、つまり x 軸を何回超えるかで解の数を判断した。直線を越えるたびに解が 1 つ判明する。グラフが x 軸に接したときには重解と呼ばれる。ここでもその手法を取る。

(8) 式の 3 つの式の左辺を上から順に f_1, f_2, f_3 と名付ける。まずは、変数 q_{B_1}, q_{B_2}, q_{B_3} のそれぞれの定義域に対して f_1, f_2, f_3 がどのような値域をとるのかを調べる。例えば、A_3 と A_4 の間におかれた B_2 が A_3 に近づいて行ったとする。このとき (8) 式の第 2 式 f_2 を見ると、第 3 項の分母 $q_{A_3}-q_{B_2}$ が限りなくゼロに近づいていく。分母がゼロに近くなると、分数そのものはどんどん大きくなってやがて無限大に発散する。一方でほかの項はある一定の数でとどまり、それ以上の増減はない。よって、f_2 全体としては負の無限大に発散する。また、逆に B_2 が A_4 に近づいて行ったとき、第 4 項の分母 $q_{A_4}-q_{B_2}$ が限りなくゼロに近づいていく。上の場合と同じ理由で、今度は正の無限大に発散する。つまり、B_2 の位置が左から右へ移動するにつれて f_2 の値は負の無限大から正の無限大へ連続的に増加していく。ほかの元 B_1, B_3 でも同様に計算すると、f_1, f_3 の値がそれぞれの区間の中でマイナスからプラスへ増加することがわかる。

では、この増減の間にそれぞれのグラフは何回 $f_i=0$, $i=1,2,3$, の直線を越えるのだろうか。これを調べるために各式をそれぞれの変数で微分する。例えば、

$$
\begin{aligned}
\frac{df_1}{dq_{B_1}}=2((&q_{B_1}-q_{A_1})^{-3}m_{A_1}+(q_{B_1}-q_{A_2})^{-3}m_{A_2}+(q_{B_1}-q_{A_3})^{-3}m_{A_3}\\
&+(q_{B_1}-q_{A_4})^{-3}m_{A_4}+(q_{B_1}-q_{A_5})^{-3}m_{A_5})+\lambda>0.
\end{aligned}
$$

同様に $df_2/dq_{B_2}>0$, $df_3/dq_{B_3}>0$ が得られる。これは、(8) 式の各式が単調増加、つまり $q_{B_1}, q_{B_2}, q_{B_3}$ が増加するにつれ f_1, f_2, f_3 のそれぞれの値が一度も減少することなく、連続的に増加していくことを示している。このことから、上の 3 つの方程式を満たす $q_{B_1}, q_{B_2}, q_{B_3}$ の解は、それぞれただ一つしかないことが明らかになった。

命題 2 $\mathbf{m}_B=\mathbf{0}$ のとき、集合 $\mathcal{A}$ の各成分からできる 1 つの区間に置くことのできる天体の数は最大で 1 である。□

(証明) 上の例で、B_1 と B_2 が A_3 と A_4 の間に置かれたとする。このときの (4) 式の方程式を q_{B_1} と q_{B_2} について書き出してみる。$\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ なので、

$$\begin{aligned}
-(q_{B_1}-q_{A_1})^{-2}m_{A_1}&-(q_{B_1}-q_{A_2})^{-2}m_{A_2}-(q_{B_1}-q_{A_3})^{-2}m_{A_3}\\
&+(q_{B_1}-q_{A_4})^{-2}m_{A_4}+(q_{B_1}-q_{A_5})^{-2}m_{A_5}+\lambda(q_{B_1}-c)=0,\\
-(q_{B_2}-q_{A_1})^{-2}m_{A_1}&-(q_{B_2}-q_{A_2})^{-2}m_{A_2}-(q_{B_2}-q_{A_3})^{-2}m_{A_3}\\
&+(q_{B_2}-q_{A_4})^{-2}m_{A_4}+(q_{B_2}-q_{A_5})^{-2}m_{A_5}+\lambda(q_{B_2}-c)=0
\end{aligned}$$

となる。2 つの式を見比べると、その違いは q_{B_1} と q_{B_2} だけだ。つまり、$q_{B_1},\ q_{B_2}$ がそれぞれの式を同時に満たすとき、この 2 つの値が等しくなる。これは $q_{B_1} < q_{B_2}$ という $k+l$-M.c. の条件に反する。質量ゼロの複数の天体をどの区間に置いても同じことがいえる。よって、命題 2 が得られる。□

以上で定理 1 の (I) が示せた。

4.2 $l = k+1$ の場合

次に $l = k+1$ の場合について考える。例えば、$l = 5$ のとき各天体が

$$B_1, A_1, B_2, A_2, B_3, A_3, B_4, A_4, B_5 \tag{9}$$

と並んでいるとする。このとき位置ベクトルと質量ベクトルは、

$$\begin{aligned}
(q_1,q_2,q_3,q_4,q_5,q_6,q_7,q_8,q_9) &= (q_{B_1},q_{A_1},q_{B_2},q_{A_2},q_{B_3},q_{A_3},q_{B_4},q_{A_4},q_{B_5}),\\
(m_1,m_2,m_3,m_4,m_5,m_6,m_7,m_8,m_9) &= (m_{B_1},m_{A_1},m_{B_2},m_{A_2},m_{B_3},m_{A_3},m_{B_4},m_{A_4},m_{B_5}).
\end{aligned}$$

となる。すなわち、奇数の添字は集合 $\mathcal{B}$ の元を意味し、偶数の添字は集合 $\mathcal{A}$ の元を表している。

4.2.1 質量問題

初めに、集合 $\mathcal{B}$ の各天体の質量について、その全てが正になるか、あるいは全てがゼロになるかのどちらかであることを示す。(9) 式の場合、

$$\mathbf{H}_3\mathbf{m}_B = \begin{pmatrix} -h_{12} & h_{23} & h_{25} & h_{27} & h_{29}\\ -h_{14} & -h_{34} & h_{45} & h_{47} & h_{49}\\ -h_{16} & -h_{36} & -h_{56} & h_{67} & h_{69}\\ -h_{18} & -h_{38} & -h_{58} & -h_{78} & h_{89} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1\\ m_3\\ m_5\\ m_7\\ m_9 \end{pmatrix} = \mathbf{0}.$$

上の式は、5 つの未知数 $m_{B_1},\cdots,m_{B_5}$ に対して方程式は 4 本だ[10]。そこで、5 つの未知数のうち 1 つをパラメータ t と考え、未知数の数と方程式の数を揃える。今、$m_1 = t \geq 0$ として、上の式を次のように変形する。

[10] 厳密に言えば、$q_{B_1}, q_{B_2}, \cdots, q_{B_5}$ も未知数であるが、ここでは質量について考察するので、これらを定数として扱う。

$$t\begin{pmatrix}-h_{12}\\-h_{14}\\-h_{16}\\-h_{18}\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}h_{23}&h_{25}&h_{27}&h_{29}\\-h_{34}&h_{45}&h_{47}&h_{49}\\-h_{36}&-h_{56}&h_{67}&h_{69}\\-h_{38}&-h_{58}&-h_{78}&h_{89}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}m_3\\m_5\\m_7\\m_9\end{pmatrix}=\mathbf{0}.$$

さらに第 1 項を移行すると、

$$\begin{pmatrix}h_{23}&h_{25}&h_{27}&h_{29}\\-h_{34}&h_{45}&h_{47}&h_{49}\\-h_{36}&-h_{56}&h_{67}&h_{69}\\-h_{38}&-h_{58}&-h_{78}&h_{89}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}m_3\\m_5\\m_7\\m_9\end{pmatrix}=-t\begin{pmatrix}-h_{12}\\-h_{14}\\-h_{16}\\-h_{18}\end{pmatrix}.$$

左辺の 4×4 行列は配置行列なので、その逆行列が存在する。よって、両辺に左辺の 4×4 行列の逆行列をかけると、

$$\begin{pmatrix}m_3\\m_5\\m_7\\m_9\end{pmatrix}=-t\begin{pmatrix}h_{23}&h_{25}&h_{27}&h_{29}\\-h_{34}&h_{45}&h_{47}&h_{49}\\-h_{36}&-h_{56}&h_{67}&h_{69}\\-h_{38}&-h_{58}&-h_{78}&h_{89}\end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix}-h_{12}\\-h_{14}\\-h_{16}\\-h_{18}\end{pmatrix}$$

となる。これを次数 4 の縦ベクトル $\mathbf{s}_i$ を使って表すと $\begin{pmatrix}m_3\\m_5\\m_7\\m_9\end{pmatrix}=-t(\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_4)^{-1}\mathbf{s}'$ と簡略化できる。クラメールの公式[11]を使ってこれを解くと

$$\begin{pmatrix}m_3\\m_5\\m_7\\m_9\end{pmatrix}=\frac{-t}{\det\mathbf{S}}\begin{pmatrix}\Delta_1\\\Delta_2\\\Delta_3\\\Delta_4\end{pmatrix}\tag{10}$$

のように各質量を $m_1=t$ といくつかの行列式を使って表すことができる。ここで、$\det\mathbf{S}=|\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_4|$ であり、$\Delta_1=|\mathbf{s}'\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_4|$, $\Delta_2=|\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}'\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_4|$, $\Delta_3=|\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}'\ \mathbf{s}_4|$, $\Delta_4=|\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}'|$ である。命題 1 より、$\det\mathbf{S}$ は正、$\Delta_1,\Delta_2,\Delta_3,\Delta_4$ はいずれも負である。よって、$m_1=t=0$ であれば、$m_3=m_5=m_7=m_9=0$ であり、$m_1=t>0$ であれば、$m_3,m_5,m_7,m_9>0$ となる。

4.3 位置の問題

4.3.1 1 区間に 1 体

$l=k+1$ の場合、定理 1 の (II)-(i) 「初めに与えられた k 体と後から加えた l 体が交互に並ぶ」以外に解が存在しないことを次の命題を証明して示す。

[11] 連立 1 次方程式の解を行列とベクトルを使って求める公式。行列 A が逆行列を持つとき、$A\mathbf{x}=\mathbf{b}$ であれば $\mathbf{x}=A^{-1}\mathbf{b}$.

命題 3 $m_{B_i} \geq 0,\ 1 \leq i \leq k+1,$ のとき、集合 $\boldsymbol{\mathcal{A}}$ の各成分からできる 1 つの区間に置くことのできる天体の数は最大で 1 である。□

（証明）$m_{B_i} = 0$ の場合は命題 2 と同じ方法で証明できる。

以下、$m_{B_i} > 0$ の場合について証明する。先述の (9) 式の A_3 と B_3 を入れ替えて、

$$B_1, A_1, B_2, A_2, A_3, B_3, B_4, A_4, B_5,$$

のように各元が並んでいるとする。その位置ベクトルと質量ベクトルは、

$$(q_{A_1}, q_{A_2}, q_{A_3}, q_{A_4}) = (q_2, q_4, q_5, q_8), \quad (q_{B_1}, q_{B_2}, q_{B_3}, q_{B_4}, q_{B_5}) = (q_1, q_3, q_6, q_7, q_9),$$
$$(m_{B_1}, m_{B_2}, m_{B_3}, m_{B_4}, m_{B_5}) = (m_1, m_3, m_6, m_7, m_9)$$

となる。このとき、

$$\mathbf{H}_3\mathbf{m}_B = \begin{pmatrix} -h_{12} & h_{23} & h_{26} & h_{27} & h_{29} \\ -h_{14} & -h_{34} & h_{46} & h_{47} & h_{49} \\ -h_{15} & -h_{35} & h_{56} & h_{57} & h_{59} \\ -h_{18} & -h_{38} & -h_{68} & -h_{78} & h_{89} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1 \\ m_3 \\ m_6 \\ m_7 \\ m_9 \end{pmatrix} = \mathbf{0}$$

であり、これを簡略化して $\begin{pmatrix} \mathbf{s}_1 & \mathbf{s}_2 & \mathbf{s}_3 & \mathbf{s}_4 & \mathbf{s}_5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1 \\ m_3 \\ m_6 \\ m_7 \\ m_9 \end{pmatrix} = \mathbf{0}$ のように表す。行列の第 3 行と第 4 行（つまり $\mathbf{s}_3$ と $\mathbf{s}_4$）を見比べると、その成分の符号が一致している。このことが本証明の鍵となる。上式を $m_6 = t > 0$ として各質量を求めると、

$$\begin{pmatrix} m_1 \\ m_3 \\ m_7 \\ m_9 \end{pmatrix} = -t \begin{pmatrix} \mathbf{s}_1 & \mathbf{s}_2 & \mathbf{s}_4 & \mathbf{s}_5 \end{pmatrix}^{-1} \mathbf{s}_3 = \frac{-t}{\det \mathbf{S}} \begin{pmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \Delta_3 \\ \Delta_4 \end{pmatrix}$$

となる。ただし、$\det \mathbf{S} = |\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_4\ \mathbf{s}_5|$, $\Delta_1 = |\mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_4\ \mathbf{s}_5| = -|\mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_4\ \mathbf{s}_5|$, $\Delta_2 = |\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_4\ \mathbf{s}_5|$, $\Delta_3 = |\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_5|$, $\Delta_4 = |\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_4\ \mathbf{s}_3| = -|\mathbf{s}_1\ \mathbf{s}_2\ \mathbf{s}_3\ \mathbf{s}_4|$ であり、いずれも配置行列の行列式である。ここで注目したいのは $\det \mathbf{S}$ と Δ_3 だ。両者の違いは第 3 行が $\mathbf{s}_3$ か $\mathbf{s}_4$ かというだけで、先述の通りこの 2 つの縦ベクトルの各成分の符号は全く同じである。よって命題 1 より、$\det \mathbf{S}$ と Δ_3 の各成分は明らかに同じ符号なので、$m_7 < 0$ だ。これは $k+l$-M.c. の条件に反する。□

4.3.2 位置の一意性

4.1.2 で集合 $\boldsymbol{\mathcal{B}}$ の各元の質量がゼロの場合、それらの位置がそれぞれの区間で一意に決まることを示した。そのことは、$l = k+1$ の場合でも同様に証明できる。よって、(9) 式の場合で $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ のときのそれぞれの位置を $q_1 = q_1^0$, $q_3 = q_3^0, \cdots, q_5 = q_5^0$ で表すことにする。

(10) 式を (4) 式に代入すると、

$$\frac{-m_1}{\det \mathbf{S}}\mathbf{H}_1{}^t\Delta + \mathbf{H}_2{}^t\mathbf{m}_A + \lambda({}^t\mathbf{q}_B - {}^t\mathbf{c}) = \mathbf{0} \tag{11}$$

が得られるが、ここで $\Delta = (-\det \mathbf{S}, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4)$ である。(11) 式には 5 本の方程式が隠されているのだが、その第 1 式を書き下してみると、

$$g_1 = \frac{-m_1}{\det \mathbf{S}}(\Delta_1 h_{13} + \Delta_2 h_{15} + \Delta_3 h_{17} + \Delta_4 h_{19}) + h_{12}m_2 + h_{14}m_4 + h_{16}m_6 + h_{18}m_8 + \lambda(q_1 - c) = 0.$$

今、これを $q_{B_1}, q_{B_2}, \cdots, q_{B_5}$ でそれぞれ偏微分した後に $m_1 = 0$, $\mathbf{q}_B = \mathbf{q}_B^0$ を[12]代入した値を考える。第 1 項は $m_1 = 0$ のためゼロになる。$q_{B_1} = q_1$ で偏微分すると 4.1.2 で示したように $\dfrac{\partial g_1}{\partial q_1}$ は正の値となるが、$q_{B_2}, \cdots, q_{B_5}$ で偏微分した場合は、これらの変数が g_1 に含まれていないのでその値はゼロになる。残りの 4 本の方程式も同様で、それぞれを各変数で偏微分すると対角成分は正の値になるが、その他の成分はゼロになることがわかる。これを使ってヤコビ行列式[13]を計算すると、以下のように正の値になることがわかる。

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial g_1}{\partial q_1} & \frac{\partial g_1}{\partial q_3} & \frac{\partial g_1}{\partial q_5} & \frac{\partial g_1}{\partial q_7} & \frac{\partial g_1}{\partial q_9} \\ \frac{\partial g_2}{\partial q_1} & \frac{\partial g_2}{\partial q_3} & \frac{\partial g_2}{\partial q_5} & \frac{\partial g_2}{\partial q_7} & \frac{\partial g_2}{\partial q_9} \\ \frac{\partial g_3}{\partial q_1} & \frac{\partial g_3}{\partial q_3} & \frac{\partial g_3}{\partial q_5} & \frac{\partial g_3}{\partial q_7} & \frac{\partial g_3}{\partial q_9} \\ \frac{\partial g_4}{\partial q_1} & \frac{\partial g_4}{\partial q_3} & \frac{\partial g_4}{\partial q_5} & \frac{\partial g_4}{\partial q_7} & \frac{\partial g_4}{\partial q_9} \\ \frac{\partial g_5}{\partial q_1} & \frac{\partial g_5}{\partial q_3} & \frac{\partial g_5}{\partial q_5} & \frac{\partial g_5}{\partial q_7} & \frac{\partial g_5}{\partial q_9} \end{vmatrix}_{m_1=0, \mathbf{q}_B=\mathbf{q}_B^0} = \begin{vmatrix} \frac{\partial g_1}{\partial q_1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\partial g_2}{\partial q_3} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial g_3}{\partial q_5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\partial g_4}{\partial q_7} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{\partial g_5}{\partial q_9} \end{vmatrix}_{m_1=0, \mathbf{q}_B=\mathbf{q}_B^0}$$

$$= \frac{\partial g_1}{\partial q_1}\frac{\partial g_2}{\partial q_3}\frac{\partial g_3}{\partial q_5}\frac{\partial g_4}{\partial q_7}\frac{\partial g_5}{\partial q_9} > 0.$$

よって、陰関数定理[14]により、m_1 がわずかに増加したとき $q_1 = q_1^0$, $q_3 = q_3^0$, $\cdots$, $q_5 = q_5^0$ の十分近くにこれらの方程式を同時に満たす $q_{B_1}, q_{B_2}, \cdots, q_{B_5}$ が存在する。ここまでが、定理 1 の (II) の証明である。

最後に (III) を示す。$l = k + 2$ を仮定する。$\mathcal{A}$ の元が直線上に並んだときこれらによって直線が $k + 1$ の区間に区切られるので、この区間の一つひとつに $\mathcal{B}$ の元を加えていくと 1 箇所だけ 2 つの元を置かなければならなくなる。$\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ であれば、このような場合、この二つの元の位置が一致してしまうことを 4.1.2 で示した。よって、$\mathcal{B}$ の全ての質量がゼロの場合、加えられる最大数は $k + 1$ だ。

5 結び

本研究を始めて 10 年。ようやく一つの結果を出すことができ、ひと段落ついた心持ちである。専門外であるにも関わらず、これまで私の研究を支えご指導を続けてくださった吉岡朗・東京理科大学名

[12] $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ のときに一意に決まる $\mathbf{q}_B$ を $\mathbf{q}_B^0$ と表している。

[13] n 個の未知数からなる関数を各未知数で偏微分して得られる値を成分とする行列の行列式をいう。

[14] ある関数 $f(x_1, x_2, \cdots, x_n, y)$ で $f(x_1^0, x_2^0, \cdots, x_n^0) = 0$ となる 1 点が存在するとき、恒等的に $f(x_1, x_2, \cdots, x_n, g(x_1, x_2, \cdots, x_n)) = 0$ と $y^0 = g(x_1^0, x_2^0, \cdots, x_n^0)$ を満たすものが一意に存在することを示す定理。

誉教授と、なかなか進まない研究をサイドから支援してくださる竹内司・気象大学校講師に心からの御礼を申し上げる。お二人の存在がなければ、この研究は頓挫していたかもしれない。また、理数教育研究センターの皆様にも心より御礼申し上げる。初めに筆者を迎え入れてくださった秋山仁先生、その後を引き継いでくださった伊藤稔先生、眞田克典先生のおかげで今もセンターの客員研究員という身分をいただいている。所属先があることで安心して研究に打ち込むことができ、感謝申し上げる。また、このように毎年自分の研究を発表する場をいただけることもありがたい。数学を専門にしていない方々に、何をどう説明すれば伝わるのか。それを考えながら言葉を選んでいく作業は、学術論文を執筆するときにも有用だと感じる。また、事務方の牧氏には毎回多大な労をとっていただいている。陰で支えてくださっていることに感謝申し上げる。

さて、今後の課題は $l \geq k+2$ の場合で質量が正になる解があるかどうかである。質量ゼロの解ではその数に上限があるが、質量が正の場合はどうなのだろうか。また、質量が正のものとゼロのものが混在するような解はあるのだろうか。$k+l$-M.c. の探究はもうしばらく続く。

8-3. 2023 年度活動報告

Johannes.Schoenke

Report:
In 2023 I continued work on a conjecture about the topology of closed space curves with constant torsion. Proving this conjecture would be a fundamental contribution to our understanding of three-dimensional space. I gave a talk about the conjecture at the RIMS workshop "Quasiperiodic tiling and related topics" at Kyoto University on 3 October. The talk was well received.
Since the work I earn my living with was outside the academic sector, I unfortunately had only very limited time to do research and published no papers this year.

2023 年度（令和 5 年度）東京理科大学教育支援機構
理数教育研究センター活動報告書

発行・編集 ： 東京理科大学教育支援機構理数教育研究センター
発 行 月 ： 2024 年 6 月