

2022 年度
(令和 4 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	8
4-2-2. 事業推進部門	12
4-2-3. 理科教育研究部門	19
4-3. 数学体験館	49
5. 関連規程	
5-1. 東京理科大学教育支援機構規程	55
5-2. 東京理科大学理数教育研究センター規程	58
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	60
6-2. 理数教育研究センター併任教員	60
6-3. 理数教育研究センター客員教員	61
6-4. 理数教育研究センター運営委員会委員	61
7. 理数教育研究センター構成員の自己評価（研究業績）	62
8. 理数教育研究センター客員教員による研究紹介	84
8-1. 2022年度の研究活動報告 松永 清子	
8-2. 経過報告－ $k+l$ -Moulton Con-figuration－ 吉見 奈緒子	

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 2022 年度の活動報告

— はじめに —

「数学や科学を勉強すること」

理数教育研究センター長
伊藤 稔

私が、カウンセリングの勉強を始めて約半世紀の時間が過ぎようとしています。その起点は、「自分とは何者か?」という疑問でした。その疑問に自分自身に取り組んで、そして、その疑問に対する解答を自分で出してゆくプロセスが「カウンセリング」という言葉で呼んでいる営みに、そのままつながってくるということに最近ようやく気づき始めています。

昨年、東京理科大学神楽坂キャンパスの地元新宿区との地域連携事業の1つに「漱石山房記念館」主催の中学生や高校生による夏目漱石の読書感想文コンクールがありました。その審査員を務めました。高校生の作品の1つに漱石の「硝子戸の中(うち)」の(7)を取り上げたものがありました。そこでは、人間の「生き死に」をめぐる漱石と女性のやりとりが紹介されています。その短編は、夏目漱石がその没(1916 大正 5)年のほぼ2年前に面会した女性との会話の様子です。今日で言えば、まさにカウンセリングの場面を描き出したものです。この作品を取り上げた高校生の感性に驚きました。さらに(11)では、次のように漱石は綴っています。

「これは社交ではありません。御互に体裁の好い事ばかり云い合っているは、いつまで経ったって、啓発されるはずも、利益を受ける訳もないのです。あなたは思い切って正直にならなければ駄目ですよ。自分さえ充分に開放して見せれば、今あなたがどこに立ってどっちを向いているかという實際が、私によく見えて来るのです。そうした時、私は始めてあなたを指導する資格を、あなたから与えられたものと自覚しても宜(よろ)しいのです。だから私が何か云ったら、腹に答えべき或物を持っている以上、けっして黙ってはいけません。こんな事を云ったら笑われはしまいか、恥を掻きはしまいか、または失礼だといって怒られはしまいかなどと遠慮して、相手に自分という正体を黒く塗り潰した所ばかり示す工夫をするならば、私がいくらあなたに利益を与えようと焦慮(あせつ)ても、私の射る矢はことごとく空矢(あだや)になってしまうだけです。」さらに「これは私のあなたに対する注文ですが、その代り私の方でもこの私というものを隠しは致しません。ありのままを曝(さら)け出すよりほかに、あなたを教える途(みち)はないのです。だから私の考えのどこかに隙があって、その隙をもしあなたから見破られたら、私はあなたに私の弱点を握られたという意味で敗北の結果に陥るのです。教を受ける人だけが自分を開放する義務をもっているのは間違っています。教える人も己れをあなたの前に打ち明けるのです。双方とも社交を離れて勘破(かんぱ)し合うのです。」

当時の夏目漱石は、数学や科学を勉強することは、自分自身を知ることの1つの道に通じているという思いがあったかもしれません。漱石が学生時代、数学や物理にも関心が高かったことも記録に残っています。現在の東京理科大学のマスコット・キャラクターになっている『坊っちゃん』が生まれたのも、偶然ではないかもしれませんね。

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 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く。

2020 年 1 月より世界的に流行している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ている。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ている。

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を行い、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（JCDCG³）を一年に一度開催している。

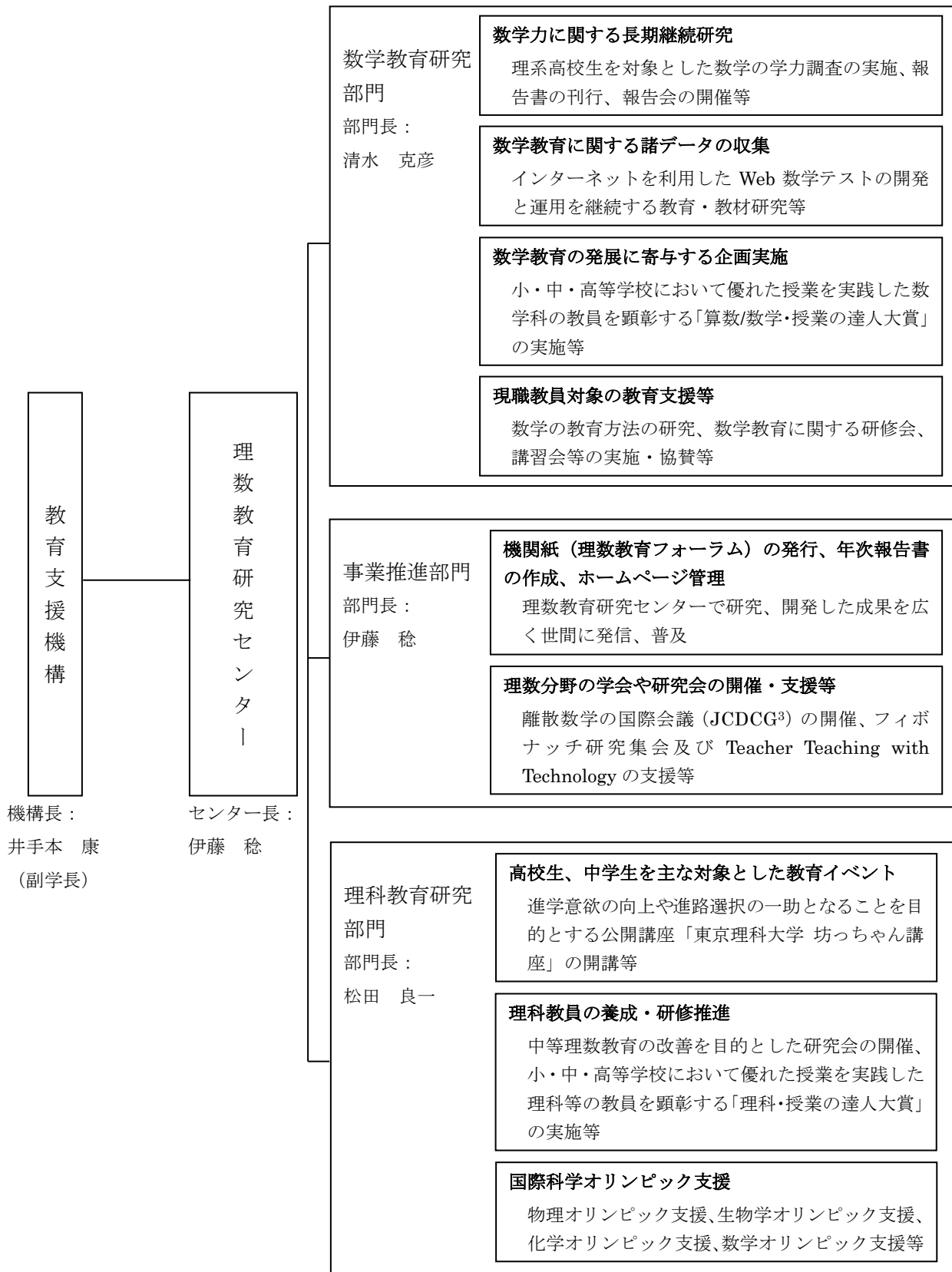
「理科教育研究部門」は、2013年度に部門化され、将来の理数教育の更なる発展に資すること、また、学内外の中等高等学校教員等を始めとする多くの理数教育関係者へ広く情報発信することを主たる活動としている。我が国の科学的才能の育成及び開発の一助として、高校生、中学生を主な対象とした教育プログラムの開講や、理科教員の養成・研修推進（教員養成研究会等）を行っている。

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

2022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
2022年5月16日	審議	1	理数教育研究センター2021年度決算及び2022年度予算について
	審議	2	2023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/数学及び理科・授業の達人大賞取扱要項の改正について
	審議	5	理科・授業の達人大賞の開催について
	審議	6	理科実験講習会の開催について
	報告	1	2022年度会議開催日程について
	報告	2	各部門の2022年度活動計画について
	報告	3	理数教育フォーラム第38号について
	報告	4	2022年度坊っちゃん講座の開講について
2022年7月19日	報告	5	2022年度東京都教職員研修について
	審議	1	理数教育研究センター2023年度予算申請について
	審議	2	現職理科教員を対象とした研究会の開催について
	審議	3	科学コミュニケーションワークショップの開催について
	報告	1	科学ジャーナリストによる伝える文章の書き方について
	報告	2	理数教育フォーラム第39号について
2022年11月21日	報告	3	各部門の活動内容の中間報告について
	審議	1	2022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40号について
	報告	2	2022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ワークショップ開催報告について
	報告	4	研究会「思考力を育む」の開催について
	報告	5	高校生と高校理科教員のための「細胞培養講習会」及び高校生と高校理科教員のための「微生物学実験」の開催について
報告	6	第15回算数/数学・授業の達人大賞及び第1回理科・授業の達人大賞の開催について	
2023年1月16日	審議	1	2023年度会議日程 候補日について
	審議	2	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41号について
	報告	2	各部門の2022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 清水克彦

部門メンバー

清水克彦、伊藤稔、加藤圭一、功刀直子、眞田克典、横田智巳、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、渡辺雄貴、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2022年度の活動内容を掲載する。

1. 2022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18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1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71校、参加者5,128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。調査で設けている解答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となるものと思われる。

これらの結果は「高校生の数学力 NOW XVIII」として2023年10月に刊行される予定である。

今回は、本基礎学力調査に付随して、教師アンケート「【仮説検定の考え方】の指導について」をWeb上で実施した。調査対象は本調査協力校及び理数研会員教員とし、101名からの回答があった。

また、2021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 XVII」を、2022年10月に刊行した。



2. 第15回 算数/数学・授業の達人大賞

開催日時：2022年12月4日（日）13:00～15:00

開催形式：オンライン

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15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。

今年度は、多くの応募の中から厳正なる審査の下、最優秀賞1名、優秀賞1名、優良賞1名の受賞者を決定した。

<最優秀賞>

- ・北海道教育大学附属釧路義務教育学校 赤本 純基 先生

題名：NHK Eテレ「アクティブ10マスと！」放送リスト第3回「一次関数」の活用

単元：一次関数

<優秀賞>

- ・秋田県湯沢市立稲川小学校 山口 絢子 先生

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

単元：小学3年生「分数」

<優良賞>

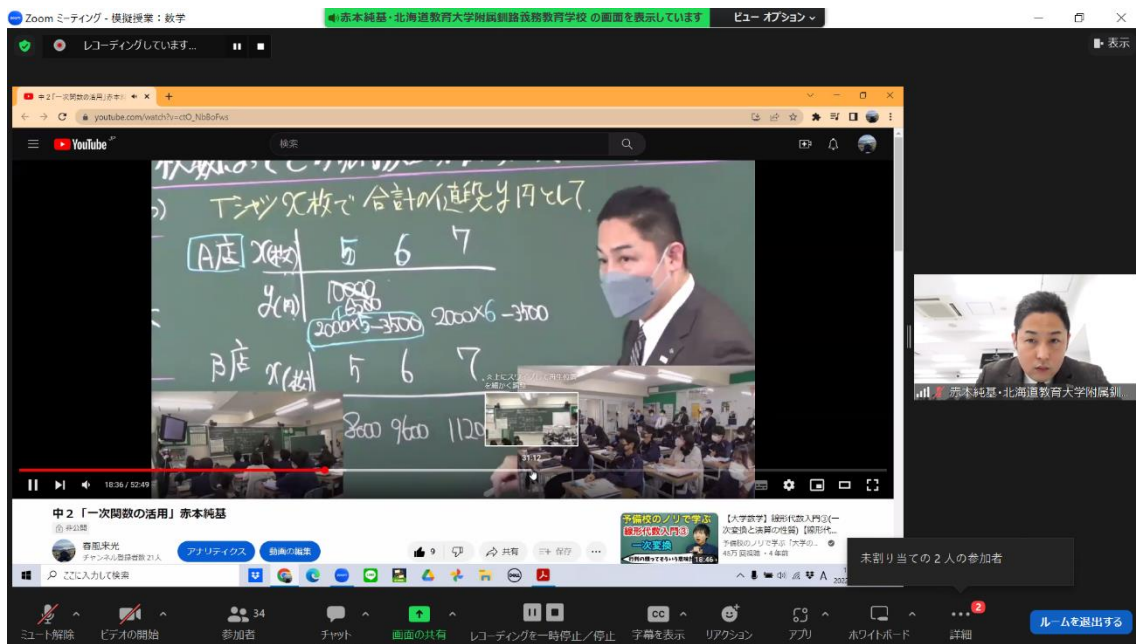
- ・山形大学附属中学校 齋藤 太一 先生

題名：円周角の定理の利用 写真を撮った位置を特定することができるだろうか

単元：中学3年 円：円周角の定理の利用

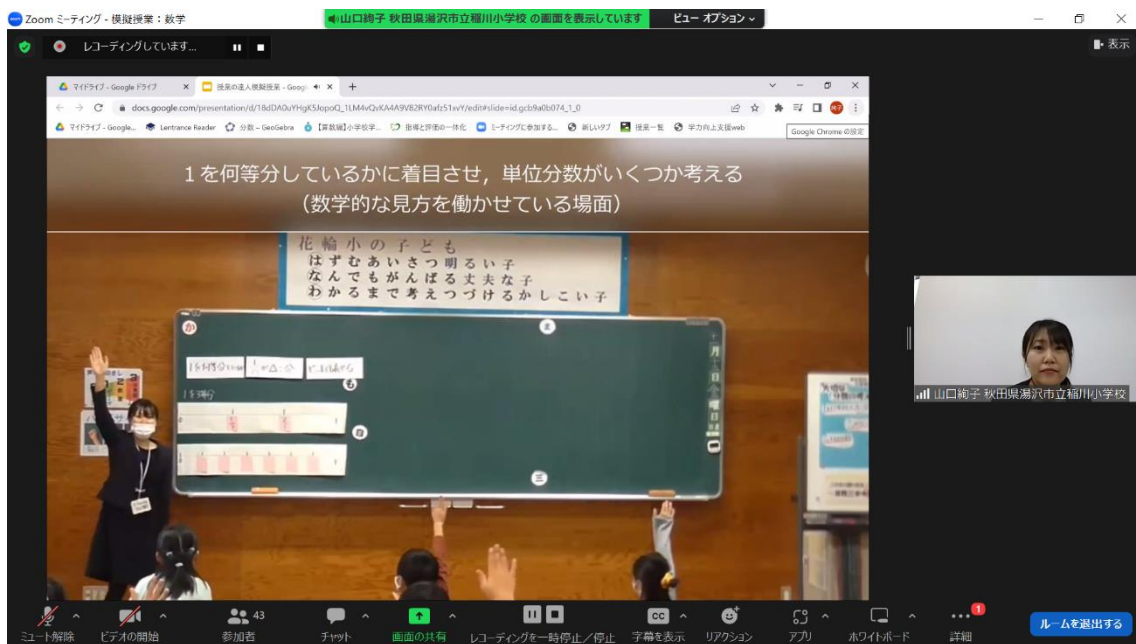
表彰式はオンライン開催とし、当日は最優秀賞を受賞した赤本純基先生、優秀賞を受賞した山口絢子先生による模擬授業が行われ、教員を目指す大学生・大学院生も多数参加した。

2022年度から「理科・授業の達人大賞」も開始したため、授賞式は合同で実施した。



赤本純基先生の授業

「NHK Eテレ「アクティブ10マスと！」放送リスト第3回「一次関数」の活用」



山口絢子先生の授業

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

3. 東京都教職員研修センター専門性向上研修（数学Ⅲ）

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連携のもと、専門性向上研修を神楽坂キャンパスAI教室および数学体験館で実施した。

日時：2022年8月25日（木）・8月26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）

主催：東京都教職員研修センター

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

研修名：専門性向上研修 数学Ⅲ（中・高・特）

「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－」

講師：東京理科大学 栄誉教授 秋山 仁

東京理科大学 理学部第一部数学科 教授 清水 克彦

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

スケジュール：

番号	時刻	12:45～	集合	13:30～	13:35～	13:40～	13:45～	14:50～	14:55～	15:05～	15:10～	16:15～	16:20～	16:25～
1～13	A	受付	AL教室	事務連絡説明	準備	AL教室にて講義・演習		準備	移動	数学体験館の見学・講義		移動	アンケート入力	
14～25	B				準備	移動	数学体験館の見学・講義		準備	移動	AL教室にて講義・演習			振り返り

4. 「理数系高校生のための数学基礎学力調査」Webテスト試行

学校現場において今後ますますICT化が進み、CAT（Computer Adaptive Testing：コンピューター支援型テスト）が増加していくことが予想されるため、数学基礎学力調査のWeb実施の可能性を検討するため、学内学習管理システム（LETUS）と同環境の「数学基礎学力調査LETUS」を用意し、CATの試行を行った。

2022年度の試行では、都内の高校に協力してもらい、約120名の高校生に解答の協力を得た。今後も継続して試行を行っていく。

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、松田良一、眞田克典、清水克彦、岡田紀夫、瀬尾隆、伊藤弘道、佐古彰史、佐藤隆夫、宮岡悦良、興治文子、渡辺雄貴、矢部博

1. 第 24 回 JCDCG³ 2022 の開催

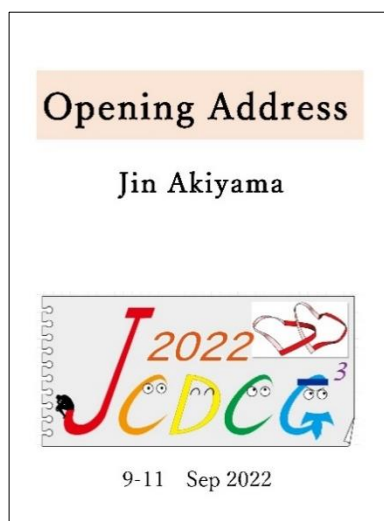
第 24 回 日本計算・離散幾何学国際会議 (JCDCG³ 2022) が神楽坂キャンパスにおいて、東京理科大学理数教育研究センターの共催で 2022 年 9 月 9 日 (金) ~11 日 (日) に行われた。この会議は 1997 年から、ほぼ毎年開催されてきたが、2020 年はコロナ禍のため延期され、2021 年はタイ側の強い要望でオンラインで再開された。そして本年は、下記の 6 名の招待教授より発表があった。

Invited Talks

1. Joseph O'Rourke:
Reshaping Convex Polyhedra
2. Carol T. Zamfirescu:
Counting cycles in regular and planar graphs
3. Erik D. Demaine:
Pushing Block Puzzles
4. Xueliang Li:
Rainbow cycles in edge-colored graphs
5. Edy Tri Baskoro:
On the existence of almost Moore digraphs
6. János Pach:
Enumeration of intersection graphs of geometric objects



今までこの学会に於いて、多大な貢献をされた故き教授方、Prof. Gisaku Nakamura, Frank Harary, Jiří Matoušek, Godfried Toussaint, Narong Punnim, Ferran Hurtado, Michel Deza を偲び、感謝の意を表すると同時に、思い出深いエピソードをオープニングアドレスにて披露した。



オープニングアドレス配布冊子

Gisaku Nakamura, Frank Harary, Jiří Matoušek, Godfried Toussaint, Narong Punnim, Ferran Hurtado and Michel Deza

Prof. Gisaku Nakamura

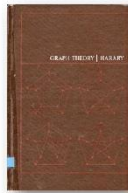


★ He was an all-rounder in mathematics and had a detailed knowledge of number theory, probability theory, statistics, graph theory, geometry, and particularly games and mathematical puzzle. He was known by the name of Japanese Martin Gardner.

★ He made it a principle to read the originals, for example, theses of Gauss in German, Pontryagin in Russian, Poincaré in French and so on. He did so because he thought that coming in touch with the original ideas of discoverers is much more important than just mastering the latest theories in a refined style.

★ He went his office by motorbike, even when he was around 80 years old. He often grilled fish in his office in the university for his lunch and sometimes caused a commotion since fire alarms in the building would go off. It is one of the memories dear to me.

Prof. Frank Harary



★ Frank was called an ambassador of graph theory and he spread graph theory all over the world. He published about 600 papers on graph theory.

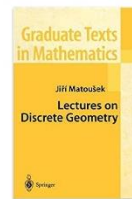
His motto was **"Another day, another paper"**.

★ The standard text on graph theory, "Graph Theory", was one of his works and it was translated into many languages (I am one of those who was led to graph theory by this book). He was also known for founding the JCTB with W.T.Tutte, and the JGT.

★ He was a practical-minded person. The university cafeteria offered as much as one can dish up on a plate for a standard charge. Whenever he had lunch there, he heaped up so much food on his plate that every eyewitness burst into laughter! And Frank always demanded me to do the same, so my dish was also heaped up and I was very embarrassed.



Prof. Jiří Matoušek



★ Jirka was a mathematician, computer scientist and full professor at Charles University, Prague, and ETH Zurich.

★ He was an active writer and published eight books, including "Invitation to Discrete Mathematics" with Jarik Nešetřil (1998), "Lectures on Discrete Geometry" (2002), and "Thirty-three miniatures" (2010); those books have been translated into Japanese.

★ I heard the following anecdote from Yoshio Okamoto: Jirka liked to spend his summer semesters in Switzerland, and liked to hike in the Swiss mountains. Whenever there are choices of hiking trails, he tended to select a challenging one.



Prof. Godfried Toussaint



★ Godfried loved music with all his heart. He led the band called "Algorithm" and played the drums.

★ Yasuko Matsui studied at McGill University for a period of time and she told me the following anecdotes. On the door of his office he put up a poster of his band. His drum-playing was as professional as his mathematics. She experienced the sight of his playing the drum at a campus festival as a dramatic scene in a film.

★ At the food court one day, someone asked him to act as a model for a luxury retirement homes. Yasuko guessed it is because he was a fine gentleman with graying hair.



Prof. Narong Punnim



★ Narong had perfect attendance in JCDGC³ from 1997 to 2015. He was the Co-chair of TJJCCGG with Wanida Hemakul (The Thailand-Japan Joint Conference on Computational Geometry and Graphs) 2012.

★ He was given a royal decoration from The king Rama 10 (on behalf of the king Rama 9), since he contributed a lot to the math society in Thailand.

★ Narong was always the idol of his students, especially girls.



Prof. Ferran Hurtado



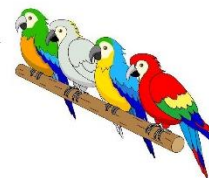
- ★ Ferran had a very varied career. He was a painter before he became one of the leading mathematicians in Spain.
- ★ When he first came to Japan, he lost his passport and wallet. The staffs in the office of JCDCG were thrown into utter confusion. My secretary went to the office of American Express in a suburb of Tokyo to report a loss and prevent the usage of his credit card. Ferran bought a bouquet of cluster-amaryllis and he gave it to her as a token of his gratitude. A cluster-amaryllis looks very lovely, but most Japanese associate it with flowers in cemeteries. She wore an expression showing her mixed feelings.



Prof. Michel Deza



- ★ My friendship with Michel dates back to 1980. Over the 40 years, there were many occasions to meet him in conferences in Asia and Europe on my visits to Paris and his visits to Tokyo.
- ★ Antoine, his son, is a frequent speaker in JCDCG³, Michel himself may not have given lectures in JCDCG³ conferences; Michel had often visited the conference venue and spent time drinking and eating with us.
- ★ Whenever I visit him in Paris, I stayed in his house. He had four big parrots in his house. They squawked loudly every morning so that I felt as if I was in a tropical island. And they spoke in three different languages in one sentence (French, Russian and English) because their master Michel did so.



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理数教育研究センターに心から感謝申し上げます。

Group Photo (On line)



Conference Chair

Jin Akiyama (Tokyo University of Science, Japan)

Program Committee

Wanida Hemakul (Chulalongkorn University, Thailand)
Takashi Horiyama (Hokkaido University, Japan)
Hiro Ito (UEC, Japan; Chair)
Mikio Kano (Ibaraki University, Japan)
Michael Lampis (Universite Paris Dauphine, France)
Stefan Langerman (ULB, Belgium)
Chie Nara (Meiji University, Japan)
Yoshio Okamoto (UEC, Japan)
Hiroataka Ono (Nagoya University, Japan)
Kenta Ozeki (Yokohama National University, Japan)
Toshinori Sakai (Tokai University, Japan)
Shin-ichi Tokunaga (Tokyo Medical and Dental University, Japan)
Ryuhei Uehara (JAIST, Japan)
Aaron Williams (Williams College, USA)

Organizing Committee

Hiro Ito (UEC, Japan)
Mikio Kano (Ibaraki University, Japan)
Takako Kodate (Tokyo Woman's Christian University, Japan)
Yasuko Matsui (Tokai University, Japan)
Atsuki Nagao (Ochanomizu University, Japan)
Toshinori Sakai (Tokai University, Japan; Chair)
Akifumi Sako (Tokyo University of Science, Japan)
Xuehou Tan (Tokai University, Japan)
Shin-ichi Tokunaga (Tokyo Medical and Dental University, Japan)

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る。

■ 第 38 号 2022 年 6 月発行



- ごあいさつ
理数教育研究センター長 伊藤 稔
- 「理数教育研究センターアドバイザーとして記者時代の多様な経験を若者のパワーアップに活かしたい」
理数教育研究センターアドバイザー 高橋真理子
- 「創造性の民主化時代：Playful STEAM の可能性と意味」
数学体験館副館長 中島さち子
- 2022 年度「坊っちゃん講座」今後の開催日程
- 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その 38
『リンク機構』 数学体験館テクニカルディレクター 山口康之

■ 第 39 号 2022 年 10 月発行



- 「キャプテン秋山、カリブの国に数学文化の贈り物」
国際化推進機構 国際化推進センター長 牧内 博幸
- 第4回坊っちゃん講座「データとデジタルのちから」
開催報告 経営学部 国際デザイン経営学科 教授 柿原 正郎
- 研究・教育活動紹介⑩
「未来の教室・エネルギー教育 STEAM 教材の制作」
工学部 電気工学科 准教授 山口 順之
- 「科学ジャーナリストによる『伝える文章の書き方』
講座を受講して」
理工学研究科電気工学専攻修士課程 2 年 河原崎 慶太郎
- 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その 39
『タイル張り作品を創ろう!』
数学体験館テクニカルディレクター 山口 康之

■ 第 40 号 2023 年 1 月発行



- 「えっ、パンデミック?」「えっ、戦争?」 国際生物学オリンピック議長奮闘記 理数教育研究センター 教授・理科教育研究部門長 松田 良一
- 「食品の無添加表示をめぐる体験を披露し合い、活発に議論 全3回の科学コミュニケーションワークショップ開催」理数教育研究センター アドバイザー 高橋 真理子
- 第 27 回 ATCM (27th Asian Technology conference in Mathematics) に参加して 理数教育研究センター長 伊藤 稔
- 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その 40 『最適停止問題』 数学体験館 テクニカルディレクター 山口 康之

■ 第 41 号 2023 年 3 月発行



- 研究会「思考力を育む」開催報告 理数教育研究センター長 伊藤 稔
- 「第 15 回 算数/数学・授業の達人大賞」・「第 1 回 理科・授業の達人大賞」開催報告 理学部第一数学科 助教 岡田 紀夫
- 「坊っちゃん講座」開講 5 周年を振り返って 理数教育研究センター 教授・理科教育研究部門長 松田 良一
- 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その 41 『結石は切らずに治る (ESWL)』 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

■ ドミニカ共和国ゴメス外務次官が表敬訪問

2022年11月30日（水）、ドミニカ共和国二国間外交政策副大臣であるゴメス外務次官が、ロベルト・タカタ大使一行6名を伴って本学を訪問された。ドミニカ共和国の「数学体験館」の活動及び数学教育振興に、本学が協力してきたことへの表敬だった。

石川正俊学長に対し「ドミニカ共和国の数字教育に変化をもたらした東京理科大学の活動に感謝する」旨の謝辞を述べられ、坂田英明副学長と意見交換し、既に協定関係にあるカトレカ・マドレ・マエストラ大学（PUCMM）と本学間の学術研究交流及び学生交流をより促進させる方向性で合意が交わされた。その後、「数学体験館」にて、秋山栄誉教授より展示されている教具類を使ってデモンストレーションが行われた。デモンストレーションは終始和やかな雰囲気の中で進められた。2023年に実施予定されているドミニカ共和国「数学体験館」インストラクター育成研修運営に本学が協力する予定である。



数学体験館での秋山仁栄誉教授によるデモンストレーション



ゴメス外務次官と秋山仁栄誉教授

■ 算数講座のテキスト作成

本年は岐阜県本巣市の算数・数学講演や本学の公開講座オープンカレッジなど、幾つかの国内開催の数学講義に於いて、受講者が算数・数学を楽しく理解できるよう、テキスト作りに力を注いだ。都度、講座に合わせ、内容も変え、教材も揃えてキットを作成した。現在は算数マジックの本の編集も進めている。対面で講義できるようになりつつあるので、大変楽しみである。

東京理科大学 オープンカレッジ
秋山先生の講座

今日からあなたは算数マジシャン！

1. どんな形でもエンゼル・フィッシュに変身させます！	2
2. エッシャーの方法でタイルをつくろう	3
3. 封筒（ふうとう）を使って不思議な形のタイルを（タイル・メーカー）	5
4. 変身図形をつくろう	7
5. キツネ ⇄ ヘビ	9
6. 2進ソーター	12
7. 引き裂かれた輪は？！（布切りマジック）	15
8. 2重風船割り	19

講師 秋山 仁（数学者）

キット制作 山口 康之
（数身体験館テクニカル・ディレクター）



2023年3月4日（土）13:00~15:00

1

目次

サイは投げられた	1
左々立て	2
閉じ込めちゃうぞ	4
虫喰いカードを重ねてみれば？（数当てマジック）	6
食べたい物をズバリ当てます（嘘発見マジック）	9
目次字（めつけじ）	17
まわりを傷つけず、中味だけをスッポリと（抜き出しマジック）	18
錐体鏡 サッカーボール	21
引き裂（さ）かれた輪は？！（布切りマジック）	23
恋占い、自画像	28
エッシャーの方法でタイルをつくろう	30
封筒を使って不思議な形のタイルをつくろう（タイル・メーカー）	32
四面体タイル	34
カゴの中の鳥になってしまった王様	36
エンゼル・フィッシュへ変身！	39
変身図形をつくろう	41
キツネがヘビに食べられた！（立体変身マジック）	43
2進数ソーター	47

3/4 オープンカレッジ配布テキスト

算数マジック テキスト（編集中）

4-2-3. 理科教育研究部門

理科教育研究部門長 松田良一

部門メンバー

松田良一、川村康文、井上正之、山口順之、太田尚孝、武村政春、関陽児、興治文子

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、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 2022 年度の活動内容を述べる。

1. 公開講座「坊っちゃん講座」の開講

2022 年度も新型コロナウイルス感染症の影響により、2020～2021 年度と同様、Zoom ウェビナーによる遠隔配信によって開講した。受講者は全国に広がり、インドネシア在住の高校生もいた。また、海外出張中の講師がベトナムから講義を行うなど、対面講義での迫力は薄れたが、オンラインならではのメリットもあった。

また、本講座開始から 5 年が経過し、計 48 回（累計参加者数 6,600 名）の講座を開講してきた。そこで、各回の概要とアンケートの集計結果をまとめた報告書、『公開講座「坊っちゃん講座」の歩み（2018 年～2022 年）』（481 頁）を刊行した。

	日程	担当講師、タイトル	場所	参加者数
1	4 月 23 日(土)	理学部第一部応用数学科 黒沢 健 准教授 「確率的にお得な選択をしましょう」	自宅から配信	232
2	5 月 14 日(土)	理学部第二部化学科 秋津 貴城 教授 「化学受験術指南～教授が読み解くメッセージ」	神楽坂キャンパス 233 教室から配信	244
3	6 月 4 日(土)	理学部第一部応用物理学科 樋口 透 准教授 「人間の脳の記憶形態を模倣する脳型メモリー素子」	葛飾キャンパス 研究室から配信	247
4	6 月 25 日(土)	経営学部国際デザイン経営学科 柿原 正郎 教授 「データとデジタルのちから」	神楽坂キャンパス (富士見校舎) 研究室から配信	203
5	7 月 23 日(土)	理工学部先端化学科 中山 泰生 准教授 「物質の性質を決める電子の振舞い」	野田キャンパス 研究室から配信	222
6	9 月 17 日(土)	工学部工業化学科 杉本 裕 教授 「工学部の化学 CO ₂ から作る高分子で地球を救う！」	葛飾キャンパス 研究室から配信	141
7	10 月 8 日(土)	薬学部薬学科 東 恭平 准教授 「糖鎖は細胞の顔～糖鎖からみる病気のメカニズム」	野田キャンパス 研究室から配信	110
8	10 月 29 日(土)	理工学部建築学科 山名 善之 教授 「ギリシア・ローマの建築の教え」	ベトナムから配信	101

9	11月12日(土)	工学部機械工学科 元祐 昌廣 教授 「いのちを支える水・空気 ～人や生物と流体との深い関わり～」	国内出張先から配信	101
10	12月17日(土)	先進工学部マテリアル創成工学科 勝又 健一 准教授 「光を利用した環境浄化～地上から宇宙まで～」	自宅から配信	99
11	1月21日(土)	理工学部電気電子情報工学科 星 伸一 教授 「各種電気自動車の仕組みと未来」	野田キャンパス研究室から配信	109
12	3月11日(土)	東芝エネルギーシステムズ株式会社 エネルギーシステム技術開発センター 材料技術開発部 松崎 栄仁 氏 ※理学部第二部化学科卒業生、理窓博士会第15回学術奨励賞受賞者 「“電気絶縁材料”とは？」	会社から配信	95



第8回講演の様子



第11回講演の様子

2. 研究会「思考力を育む」の開催

12月11日(日)に理数教育研究センター主催研究会「思考力を育む」をオンラインで開催した。

本研究会は、日本の理数力強化に資するべく、中学・高等学校の現職理数教員、教員を目指す学生、教員養成を担当される方や大学教員を主な対象として開催する合同研修として開催し、全国から130人を超える参加があった。

まず、浅沼 茂 東京福祉大学 特任教授から「思考力のカリキュラムの実践」について、新学習指導要領における思考力の目標についての実践的探究として、中学校数学の図形の単元での実践例を紹介した。つまようじを電気糊で貼り合わせて正多面体をつくる授業では、教師が教えるのではなく、生徒たち自ら「発見」する授業であり、教えないという方法が重要だとお話があった。

続いて、松原憲治 国立教育政策研究所 総括研究官から「思考力の育成とSSH等における探究活動」について、SSHや新科目「理数探究基礎」や「理数探究」について確認をした後にSSH校である愛知県立一宮高校の実践例として、紙コップに熱湯を注ぐとコップの下が机面が曇る原因を解明する探究活動の紹介があった。また、国立教育政策研究所で実施した高校生科学の本質に関する認識についての調査研究結果についてもお話があった。

3人目の講演者は、柴田祥彦 東京都立三鷹中等教育学校 指導教諭から「地理総合で育む思考力」について、地理総合の授業で実践している例をあげて、平野部では地下水の過剰揚水で地盤沈下が発生するという事実を“問い”に変換することで、どうして地盤沈下の原因が地下水だとわかったのだろうか？と投げかけ、グーグルアースや地理院地図ツールを活用する例も紹介があった。また柴田先生は地理教材共有サイトを作成し教材の無料共有やオンラインセミナーを開催し、良き地理授業の普及を目指していることの紹介もあった。

その後、前田智大 株式会社 Mined 代表取締役から「子どもたちの思考力を奪う方法」について、ベンチャー企業を立ち上げ、小中学生向けライブオンライン授業のプラットフォームの運営している中で、取り組んでいる事例の紹介がありました。オンラインで先生と生徒（児童）をつなぐことで、コンテンツが増え、生徒が増えることを目指して実践しているとお話があった。

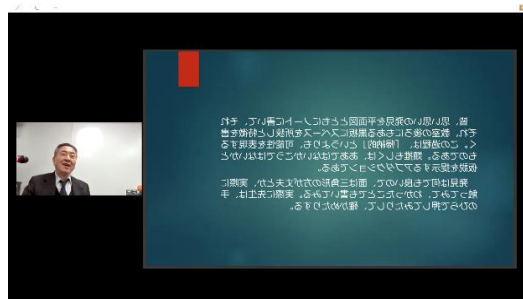
最後に、秋山 仁 本学栄誉教授から「培いたい思考力とは？」について、定義するとすれば、思考力≒問題発見能力+問題解決能力なのかと講演が始まり、思考力を育む教育は、疑問や不思議に思う感性を持つことで、真の思考力とは、新たなものを産み出す力であるとお話があった。最後に教具を使って「三平方の定理」を説明し、生徒の興味を掴む一例を紹介した。

休憩後、パネルディスカッションでは、参加者から寄せられた数々の質問を取り入れ、思考力を育む教育に必要なことについて議論した。

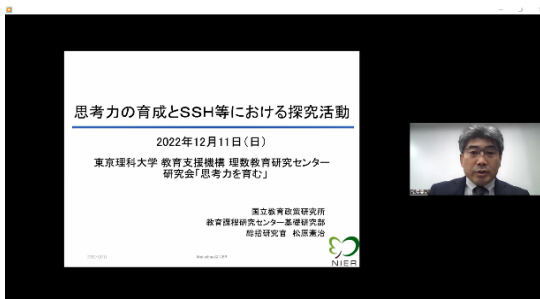
参加者からは、

- ・高等学校における探究について、考える機会を得ることができた。新しいことが入ってきたというより、探究を楽しむこと（本来、教員はそれぞれの教科の探究を楽しんでいたはずで）が大切であり、教師が楽しまないと生徒も楽しめないと、改めて思った。
- ・様々な立場（理論、施策、現場の教員、オンライン塾、研究者）で思考力を持った次世代を育てたいと真摯に取り組んでおられる方々から、メリハリのあるお話を伺うことができ、勉強になった。優秀な人材を抜擢して育てるだけでなく、思考力を持った普通の市民を育てることが、いま求められていると思った。
- ・探究活動についてのヒントを得られた点、今回は柴田さんや前田さんのように理数系に限定されない内容だったので良かったと思った。最近は教科横断型授業なども話にですが、地理（社会）と物理のコラボも可能なのだと感じた。

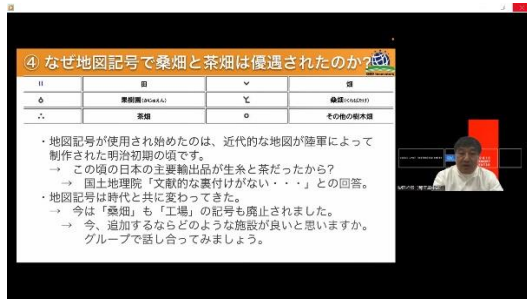
などの感想が寄せられた。



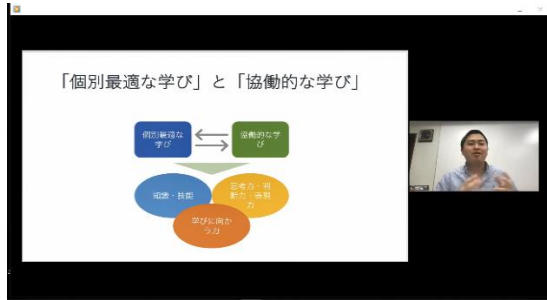
東京福祉大学 浅沼茂氏



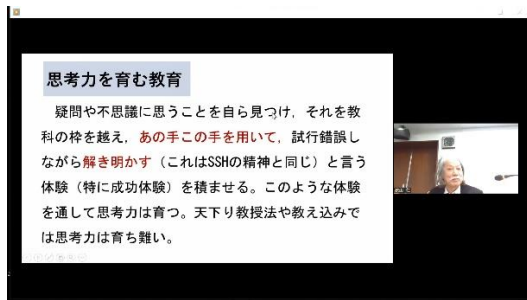
国際教育政策研究所 松原憲治氏



東京都立三鷹中等教育学校 柴田祥彦氏



株式会社 Mined 前田智大氏



東京理科大学名誉教授 秋山仁



パネルディスカッション

3. 理科実験教育講習会の開催

①小学生のための生物実験「プラナリアの再生実験をしよう」

本学に勤務する親と子（小学生）を対象に、夏期休暇を利用して生物実験「プラナリアの再生実験をしよう」を開催し、7家族19名の参加があった。

実験は2日にわたって行い、1日目の8月17日（水）は、講師の理数教育研究センター松田教授による生き物の再生とプラナリアの解説があり、参加者はカメラで映し出されたプラナリアを見ながら、プラナリアの生態の話真剣に聞いていた。

プラナリアの生態を知った後に、シャーレに取り出したプラナリアを手術用のメスを使って切断した。プラナリアが再生する様子を観察するため、細胞培養のケースに入れて、4日間置き、実験2日目の8月21日（日）に顕微鏡を使って観察した。4日経つと切断した胴体の部分にも、目ができていることが確認でき、参加者からは歓声が上がった。

また、プラナリアが餌のアカムシを食べる様子も観察し、消化管から栄養を取るとプラナリアが赤くなることも確認できた。家でも観察を続けられるよう皆プラナリアを持ち帰った。

参加者からは、「実験は楽しかった。プラナリアは不思議でおもしろい。」「プラナリアを切って4日後に頭がはえる実験が楽しかったです。メスでプラナリアを4つに切るのがむずかしかったです。」「プラナリアは切断しても再生することがわかってびっくりした。そしておもしろかった。」などの感想が寄せられた。

※実験の様子



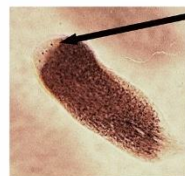
切断前のプラナリア



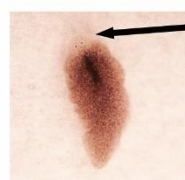
切断直後



尾部再生



頭部と両目再生



頭部と両目再生

切断4日後

②高校生と高校理科教員のための微生物実験

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 21 名、高校理科教員 7 名の参加があった。

1 日目の 8 月 18 日（木）は、実験 1「身近な微生物を確認してみよう！」として、身の回りに数多く生息している微生物を確認し、殺菌・消毒について効果を調べる実験を行った。また、実験 2 として、「大腸菌株のコロニー形成をパラメータとした『簡易センサ』を利用した殺菌効果を調べる実験」も行った。

2 日目の 8 月 19 日（金）は、グループに分かれ実験結果を考察し、発表を行った。最後に、講師の坂下丈太氏から実験の解説があり、理数教育研究センター 松田教授から講評があった。

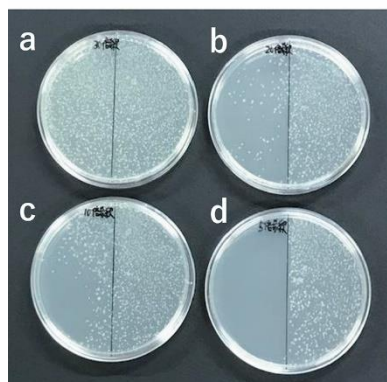
参加した生徒からは、「殺菌、除菌、抗菌の違いがよくわかった。私たちの身の回りには多種多様な微生物が生息していることに驚いた。もっと微生物について学んで有用微生物の研究をしたいと思う。」、参加した高校教員からは「微生物のコロニーと生育状況をパラメータとすることで、生物だけでなく化学や物理そして家庭科などへの応用が広がり、理数探究に活用したい。今回の研修会のように生徒に主体的に探究させて、それについてディスカッションし、結果を発表する指導法は理数探究を実践していると思った。」などの感想が寄せられた。

参加した生徒の多くは、微生物に対する探究心が芽生えた様子で、教育現場における理数探究の授業の一つの事例を体験する機会になった。

※実験の様子



イソジンの殺菌効果



大腸菌懸濁液をスプレーした培養用寒天シャーレの左半分に、更にイソジンゲル7%液（明治製菓）を希釈しスプレーした。24時間培養後の様子。

a, 50倍希釈
b, 20倍希釈
c, 10倍希釈
d, 5倍希釈

③ 高校生のための細胞培養実験

2022年12月25、26日の両日、本学神楽坂キャンパスにて、理科教育研究部門活動の一環として、『高校生のための細胞培養実験』を行った。受講者は21名であった。

12月25日

- 1) まず、あいさつの後、2名一組のチームを作り、ニワトリ胚についての説明を行った。
- 2) 細胞培養方法を示すビデオ（あらかじめ参加者にURLを配布済）を見せながら、手技の確認。
- 3) 有精卵を70%アルコールで清拭後、ニワトリ胚を取り出し、滅菌生理食潜水の中で解剖。摘出した胸筋と心筋を個別に細切し、生理食塩水で洗浄後、0.5%トリプシン溶液で37°C30分間のタンパク分解を行い、細胞接着タンパク質を分解後、ピペッティングにて細胞を浮遊させ、4 μ mのフィルターで大きな組織片を除去後、50mm培養用ゼラチンコートディッシュ内に播種。38°Cの5%CO₂インキュベーター内で培養を開始した。

12月26日

- 1) 前日培養を開始した培養ディッシュを倒立位相差顕微鏡を用いて観察。参加者全員が生きた細胞に興味深く観察していた。
骨格筋細胞は融合を開始している細胞が見られ、心筋細胞は拍動が認められた。
<https://youtube.com/shorts/gIU6Z-1I8r8>
<https://youtu.be/6gUkcXuTkuQ>
- 2) 細胞培養技術の歴史について概説し、質疑応答を行った。皆、生まれて初めてみる生きた細胞に感嘆の声を上げていた。



講習会の様子



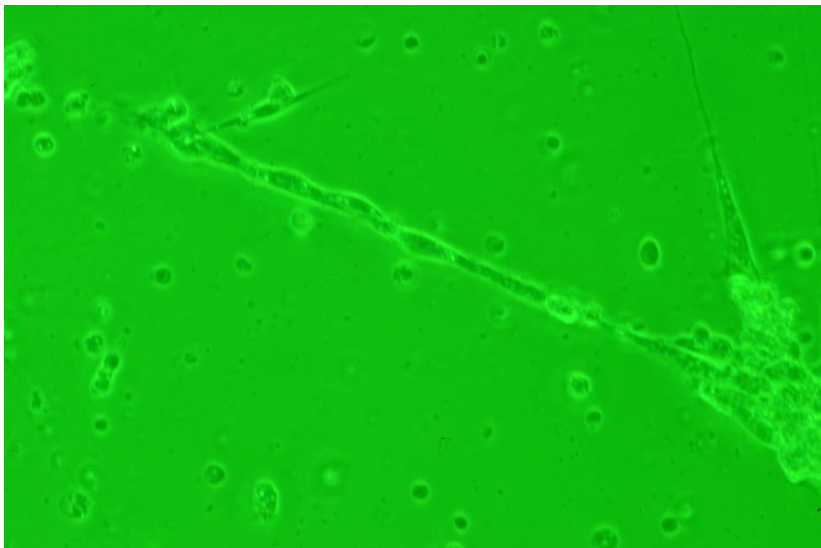
書画カメラ下でのニワトリ胚の解剖



ニワトリ胚の解剖と組織の摘出

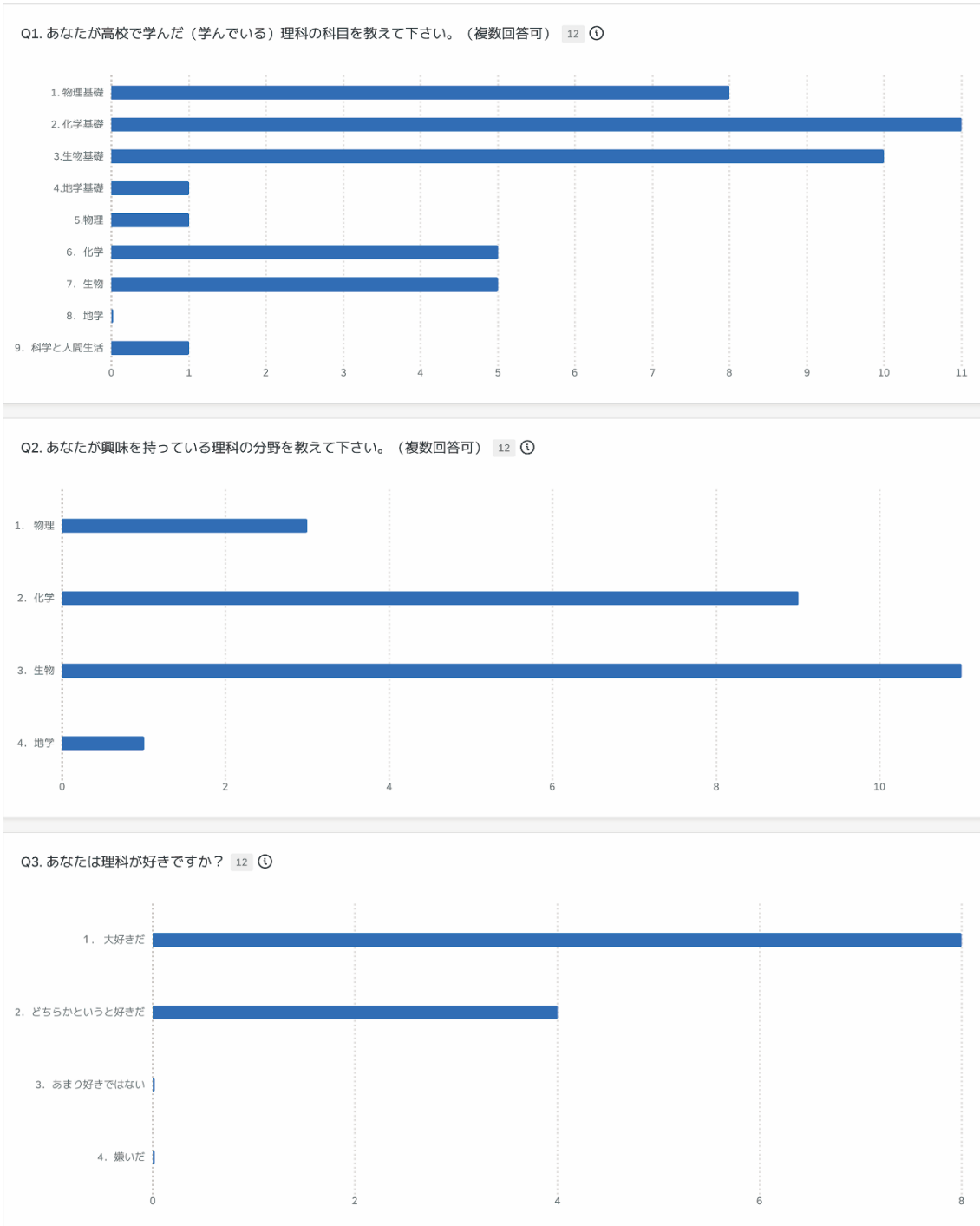


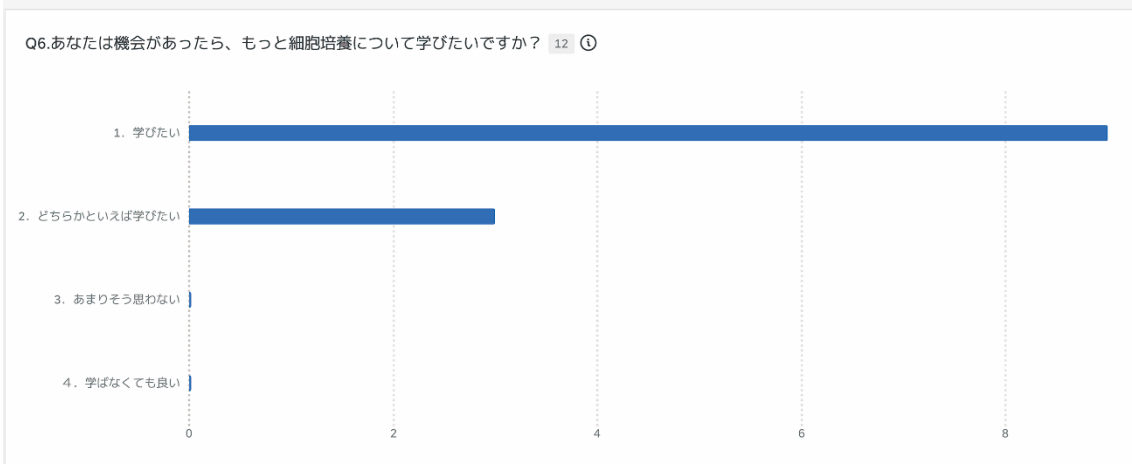
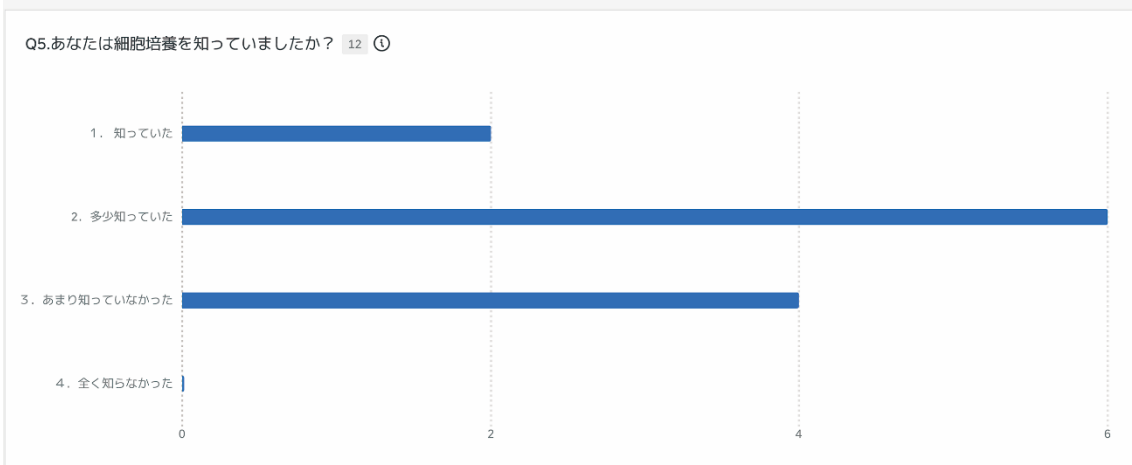
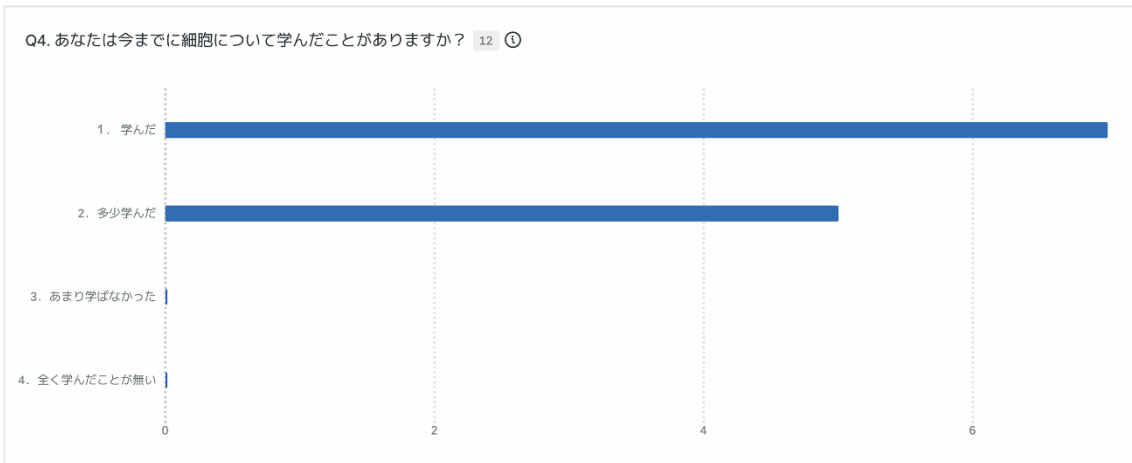
倒立位相差顕微鏡を用いた細胞の観察



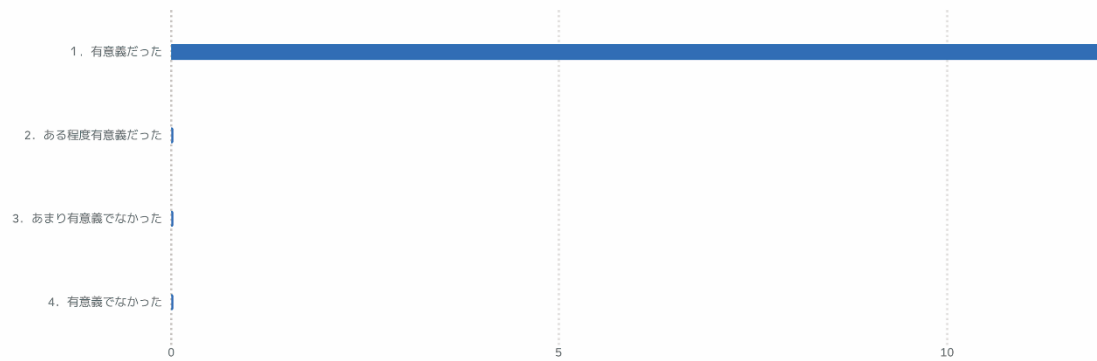
ニワトリ胚の胸筋由来の筋細胞（培養1日目）。筋芽細胞が直列に並び、融合して多核筋管細胞を形成しつつある。

※実習後に回収したアンケート結果





Q7. 今回の細胞培養実習はあなたにとって有意義でしたか？ 12 ①



Q8. 今回の細胞培養実習を何で知りましたか？ ①

- 学校の先生から教えてもらった。 ...
- 父親 ...
- メールの受信 ...
- 坊ちゃん講座を受講した人に送られるメールで知りました。 ...
- 学校の案内 ...
- 学校からの連絡 ...
- 学校の先生のメール ...
- 東京理科大学からいただいたメール ...
- ネット上で。 ...
- 先生から ...

Q9.今回の細胞培養実習に参加したきっかけや理由を教えてください。①

将来に役立つと感じたから。

...

父親に勧められたから。

...

大学で生物について学びたいと思っているから

...

細胞培養がどのようなことに役に立つのか、どのようなことが分かるのかを実際に経験することで知りたかったからです。

...

冬休みに大学が主催するイベントに参加してみたかったから。

...

東京理科大の講義に興味があったから

...

面白そうだったから。

...

面白そうだと思ったから。新しいことを知ることができそうだったから。

...

高校では全く実験が無かったためです。

...

大学で実験したかったから。

...

Q10.今回の細胞培養実習に参加した感想を聞かせてください。①

ニワトリのひなの解剖という貴重な体験をする事ができ良かったです。また、初めて培養を行いました、分かりやすく教えていただけたおかげで、成功でき充実した時間を送ることができました。

生物は取っていなかったが、今回の実習で実験の楽しさや細胞培養の奥深さを知ることができて良かった。...

普段ではできないエンブリオの解剖などができ、また貴重なお話が聞けて、とても有意義な時間でした。...

初めて知ることが沢山あり、とても楽しかったです。これからもっと勉強してもっと楽しめるようになります。...

2日間かけて細胞を培養するのは初めてで楽しかったです。ニワトリの卵を2回も解剖できたこともとても貴重な経験でした。...

初めは予習のためのムービーで思ったより重い授業だと身構えてしまっていたのですが、講義の雰囲気や2人1組で行う形で安心して実習をすることができました。二回にわたる解剖で細胞培養以外にも胚の構造などを探求することができ、胚から取り外した心臓が動いているなど新しい発見が多々ありました。この場での疑問を忘れずに、またさらに新しい発見を見つけ知識の蓄積が出来るようにインターネットなどを使って沢山調べ学習したいと思います。

高校ではできない経験ができて、楽しかった。...

とても面白かったです。楽しく学ぶことができました。次回も開催されるのであれば、ぜひ参加したいです。...

実験の最中に聞いた話や、詳しい器具の使い方など、とてもためになりました。より生物分野に興味を持つことができました。...

教授の話や、卵の解剖は興味深かくて貴重な体験だった。...

Q11.あなたは東京理科大学で実施している高校生向けの公開講座「坊っちゃん講座」をご存知ですか？ <https://www.tus.ac.jp/event/entry/pr/bocchan2022/>
①

知らないです。 ...

知っている ...

はい ...

知っています。参加させて頂きました。 ...

はい ...

この講座で配られた資料で知りました。電気絶縁体についての講座に興味を惹かれています。 ...

細胞培養実習のときに知った。 ...

はい。何回か試聴しました。 ...

知りませんでした ...

はい。 ...

④ 高校生のための微生物学実験

2023年1月5、6日の両日、本学神楽坂キャンパスにて、理科教育研究部門活動の一環として、「高校生のための微生物学実験」の研修を行った。受講者は17名（高校1年生13名、高校2年生2名、高校3年生2名）であった。

1日目（1月5日）は、あいさつの後、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」 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（1月6日）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、その結果を発表してもらった。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に、驚きをもって理解できたと思う。

実験Ⅱの結果から、市販のチューブ入り生にんにく、生しょうが、本わさび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の殺菌力に興味・関心を示し、自発的な探求を誘起するきっかけになったと思う。

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（R-1、ヤクルトを使用）のコロニー数の増減の可視化で知ることができた。この実験で生徒たちは太陽光が主に紫外

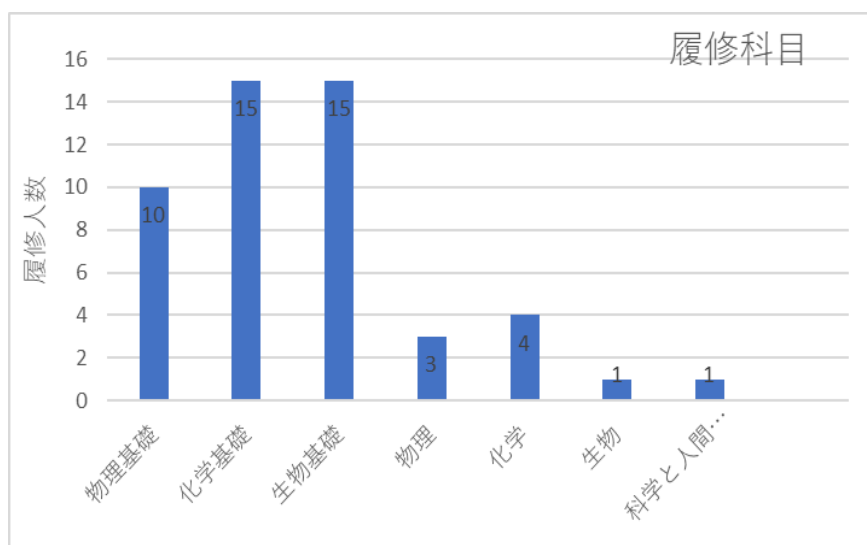
線、可視光線、赤外線からなり、特に殺菌作用がある紫外線はUV-A、UV-B、UV-Cから構成されていることを学べた。これをきっかけに、皮膚の日焼け等に興味・関心を持つようになったと思う。

以上より、本研修では微生物（乳酸菌）を実験に活用し、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。

※アンケート結果

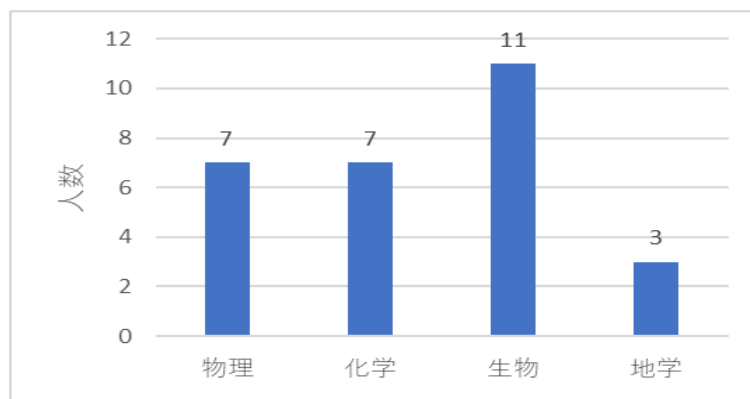
Q1 あなたが高校で学んだ（学んでいる）理科の科目を教えてください。

- 1 物理基礎
- 2 化学基礎
- 3 生物基礎
- 4 地学基礎
- 5 物理
- 6 化学
- 7 生物
- 8 地学
- 9 科学と人間生活



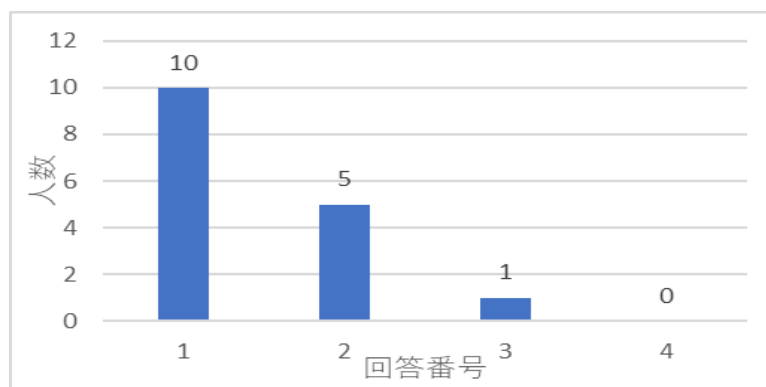
Q2 あなたが興味をもっている理科の分野を教えてください。

- 1 物理
- 2 化学
- 3 生物
- 4 地学



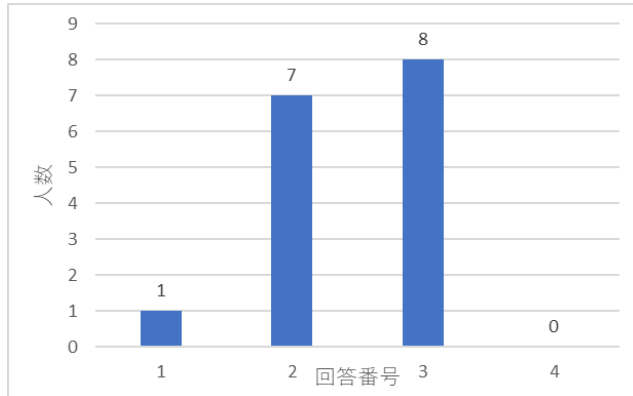
Q3 あなたは理科が好きですか？

- 1 大好きだ
- 2 どちらかと言うと好きだ
- 3 あまり好きではない
- 4 嫌いだ



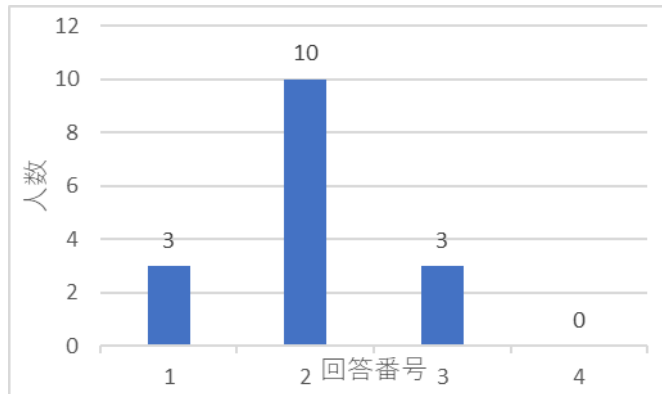
Q4 あなたは今までに微生物について学んだことがありますか？

- 1 学んだ
- 2 多少学んだ
- 3 あまり学ばなかった
- 4 まったく学んだことが無い



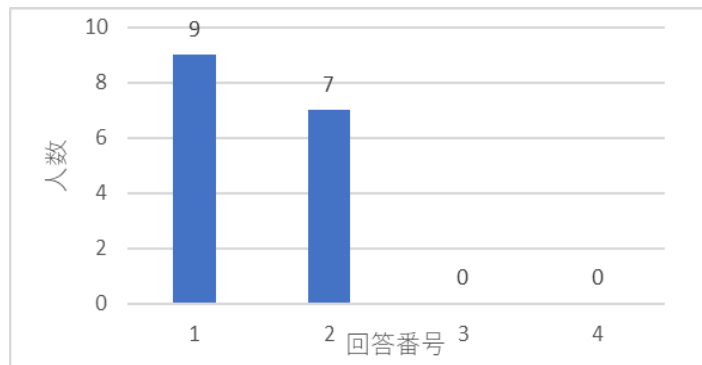
Q5 あなたは微生物に関心がありますか？

- 1 とてもある
- 2 多少はある
- 3 あまり無い
- 4 まったく無い



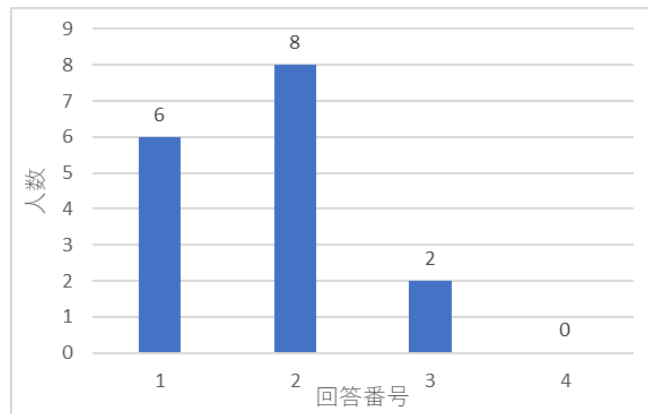
Q6 あなたは機会があったらもっと微生物について学びたいですか？

- 1 ぜひ学びたい
- 2 多少学びたい
- 3 あまり学びたくない
- 4 学ばなくてよい



Q7 高校の理科教育で微生物に関する分野を増やすべきだと思いますか？

- 1 そう思う
- 2 どちらかと言えばそう思う
- 3 あまりそう思わない
- 4 思わない

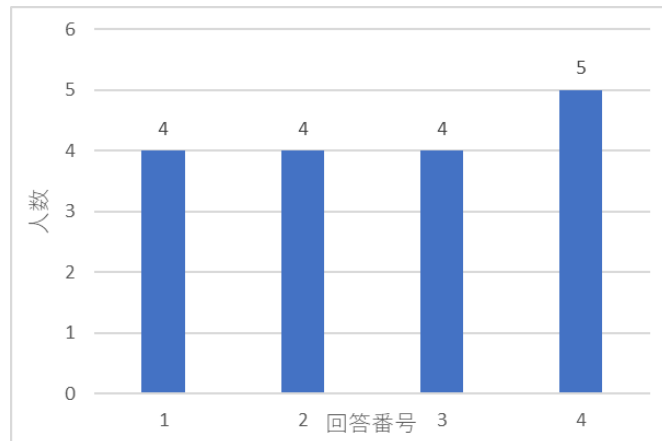


Q8 今回の微生物研修会はあなたにとって有意義でしたか？

- 1 有意義だった 2 ある程度有意義だった
3 あまり有意義でなかった 4 有意義でなかった
1 有意義だった→100%

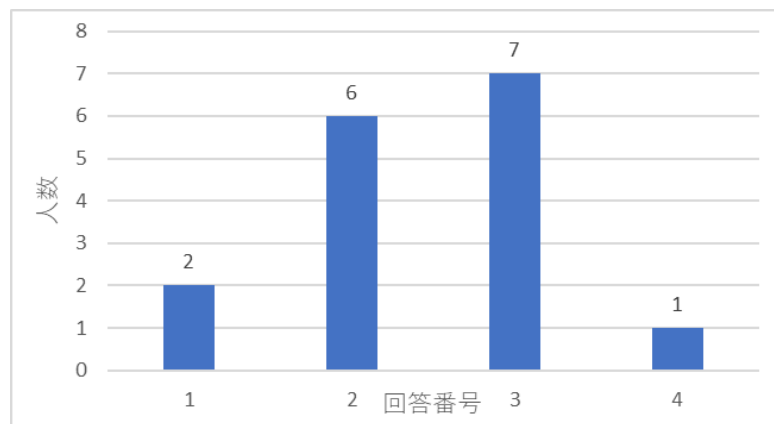
Q9 今回の微生物研修会を何で知りましたか？

- 1 坊っちゃん講座
2 理科大 HP
3 理科大からのメール
4 親からの情報



Q10 今回の微生物研修会に参加した理由を教えてください。

- 1 親のすすめ
2 面白そうだから
3 微生物に興味があるから
4 大学の研究を知るため



Q11 今回の微生物研修会に参加した感想を聞かせてください。

- ・微生物学実験のみならず、班でのディスカッション、考察をすることで主体的に取り組むことができた。(高1男子)
- ・科学事象に対する考察を自分でする楽しさを知れた。理科の全ての科目に興味をいっそもったので、受験後にすべての科目を学びたいと思った。(高3男子)
- ・とても楽しかった。普段学べないことを学べる機会は貴重だった。同世代の友達もつくれてとても良かった。また参加したい。(高1女子)
- ・深く微生物に関わる事が無かったから新鮮だった。他の班の発表から自分たちにはない考察が沢山あり、興味深かった。今は様々な分野に興味があり、理科の科目選択に迷っていたが、物化の基礎を学んでから生物を学んでみたいと思った。(高1女子)
- ・培養や生徒同士のディスカッションができてとても楽しかった。時間があったら実験計画を自分で考えて試したいと思った。(高1女子)
- ・今まで微生物についてあまり学んだことが無く、細菌と菌類の違いなども全く知らなかったのですが、今回の講義と実験で基礎的なことも応用的なことも学べた。また、学校と違

って、考察のときにスマホを使って調べながら考えたことで、より理解が深まった。(高1女子)

- ・実験結果から考察の共有まででき、とても有意義な時間だった。自分の興味をひかれる分野の授業でなくても、深く興味を持てる魅力的な授業だった。(高1女子)
- ・私は微生物とかまったく知る機会が無く、今回の講座で知ることができてとても良かった。班のメンバーともう少しコミュニケーションがとれればよかったなと思った。他班の発表も聞いていてとても楽しかった。似たような講座があればまた参加したい。(高1女子)
- ・普段、生物の実験をすることがあまりないので、良い経験になった。(高2女子)
- ・同学年や年下の生徒の発表を聞いて、同じ実験をしても考察の角度や感じ方が人それぞれで面白く興味深かった。自分も頑張っって色々な知識を得たいと思った。(高2女子)
- ・身の回りの微生物がどのように関わっているかが知れて面白かった。また、ほかの人の発表を聞いて新しい視点が持てそう。 (高1男子)
- ・学校で生物の実験を一度もやったことが無かったので、新鮮な経験になった。2日ではあまり実験結果がわからなかったが、それなりにわかって良かった。(高1男子)
- ・興味深い実験だった。薬味のほかに醤油についても興味を持った。AIを用いて菌の同定などを今後やってみたいと思った。(高3男子)

※総括

本講習会も今回で3回目となった。今回の試みは過去2回と違い、実験に使用する微生物を大腸菌から身近な乳酸菌(R-1とヤクルト400より分離)に変えた。また「高校生のための微生物学実験」とし、参加対象を原則高校生限定にした。参加した高校生は17名(男子7名、女子10名)で、学年別では、1年が13名、2年が2名、3年が2名でした。また、全員が個人参加のため、所属高校も17高校と多様化した点が大きな特徴でした。アンケート結果を見ると、参加生徒たちは全員が理科好きで、機会があればもっと微生物について学びたいという理科的意識の高い生徒達でした。

今回も班(3人)を構成し、班員同士で実験結果を積極的にディスカッションすることで理科的洞察力の育成とコミュニケーション能力の向上を実践し、生徒自ら主体的に探究し学ぶ姿勢の構築を目標とする指導法を実践した。その評価は、アンケート結果から概ね目標とした成果が出たと判断できると確信した。特にQ8の「今回の微生物研修会はあなたにとって有意義でしたか?」の回答では「有意義だった」と回答した生徒が100%だったことも評価判断の根拠とした。

今後は機会があれば現職の教師を対象にした講習会を企画して、多くの教育現場で本講習会の指導法を拡散していきたいと考える。

※講習会の様子



4. 国際科学オリンピック活動への支援

①国際生物学オリンピック

文責 松田良一

2022年国際生物学オリンピック エレバン（アルメニア）大会報告



開会式での議長挨拶



Bioinformatics 試験



参加生徒たちのエクスカージョン

松田は2018年の8月から2022年7月までドイツにある国際生物学オリンピック (IBO) 法人本部の議長になった。日本人としては初めてだった。その任期中に起きた国名と国旗問題や新型コロナウイルスのパンデミックとロシアのウクライナへの侵攻に頭を抱えた。

国旗問題と国（領域）名の呼称問題： IBO は規約上、全ての政治的バイアスを排除している。しかし、中国は台湾の国名と国旗の IBO での使用に異議を唱え、紆余曲折の末、台湾を Chinese Taipei という一領域、国旗を使わず、IBO 旗を使うことで決着した。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のパンデミックの影響： 2020年初頭から新型コロナウイルスのパンデミックが始まり、2020年に2度目の IBO 大会の開催を予定していた日本本部は4月にインターネットを用いたリモート開催を決断。ネット投票で可決された。IBO 大会のリモート開催は IBO 史上初だったが、大過なく開催できた。その後も COVID-19 は終息せず、2021年に予定されていたリスボン大会も再びリモート開催となった。2022年のアルメニア（エレバン）大会でようやく、対面に戻った。生徒どうしの国際親善には対面が圧倒的に望ましいと感じた。

地政学的問題と来年の IBO 開催地の変更： 2022年2月に勃発したロシアのウクライナへの侵攻により、IBO に加盟する多くの国・領域が IBO2022年大会へのロシアとベラルーシチームの参加に懸念を示し、2023年ロシア（ソチ）大会への不参加を表明し始めた。そこで、初めての zoom による緊急 IBO 総会（65か国が参加）を開き、この問題を議論・電子投票を行った。その結果、ロシアとベラルーシの IBO2022アルメニア大会参加は認めず、無縁の個人団体として IBO 旗のもとでの参加のみを可とした。さらにソチでの IBO2023年大会の開催を白紙化し、代替開催国を募集することを可決した。IBO2023年大会の開催国として数か国が候補として名乗りを上げたが、結局、断念。6月に議長である私は渋谷にある UAE 大使館を訪れ、大使に対して IBO 開催の意義を説明し、2023年大会の開催を要請した。それから1か月後のアルメニア大会の会期中、ようやく、UAE 文科省からの正式受諾の回答をもらった。これを受けて総会に報告し、審議の末、満場一致で IBO2023年大会の UAE（ドバイ）開催が決まった。

IBO2022エレバン大会の開催は COVID-19 のパンデミックは完全には終息していない段階であった。会期中および会期後、COVID-19 を発症した生徒や教員は数%にのぼった。松田も帰国後に発症し、4か月間にわたり、後遺症を患った。しかし、幸いにも大規模な感染クラスターの発生は起こらず、重症化あるいは死亡した参加者はいなかった。

この場を借りて、4年間にわたり IBO2020年長崎大会の事務局として理事長管理スペー

スをご提供くださった東京理科大学理事長および関係者の皆様に深く感謝したい。

②国際物理オリンピック

文責 興治文子

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、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 IPhO2022 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。

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」の運営委員長には、北原和夫（元本学教授）が就任している。

2022 年度は、新型コロナウイルス感染症流行の影響を受けたが、オンラインに加えて対面での実施も含めて多くの事業を実施した。

・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。

2022 年の第 18 回物理チャレンジは、応募数は 1,354 名（昨年は 1,153 名）であり、男子 1,091 名、女子 263 名であった。昨年より約 200 名増加した。

実験レポートの題目は「お湯の冷め方を調べ、そのしくみを考えてみよう」であり、1,197 名（昨年は 1,006 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 1,064 名（昨年は 947 名）、理論・実験ともに参加した者は 1,022 名（昨年は 906 名）であった。総合成績をもとに 110 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、今年度は 3 年ぶりに 8 月 23 日から 26 日の日程で対面で実施した。会場は兵庫県のアクリエひめじであり、101 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 23 日には従来通り 5 時間の実験問題コンテスト、8 月 24 日には 5 時間の理論問題コンテストを行った。8 月 25 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 26 日にはハイフレックスで表彰式が行われ、YouTube で配信も行われた。

参加者 101 名の構成は、中学生 5 名（昨年 7 名）、高校 1 年生 6 名（昨年 20 名）、2 年生 36 名（昨年 32 名）、3 年生 54 名（昨年 56 名）、既卒生 0 名（昨年 1 名）だった。高校 2 年生以下の成績優秀者 14 名を 2023 年のアジア物理オリンピック・モンゴル大会および物理オリンピック・東京大会の日本代表候補に選出した。内訳は中学生 3 名（昨年 1 名）、高校 1 年生 2 名（昨年 3 名）、2 年生 9 名（昨年 8 名）。14 名のうち、9 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

2021年8月の「第2チャレンジ」で選出された代表候補12名に対し、2022年3月22日から23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22回アジア物理オリンピックについて

2022年5月23日から31日の日程で、アジア物理オリンピック（主催国インド、オンライン大会）が開催された。参加国数は28か国・地域であり、参加選手は218名であった。日本代表選手8名と問題翻訳等を行う役員約10名が東京に集まり、インドとオンラインで結んで参加した。Supervisor（試験監督）として、本学渡辺一之名誉教授の他3名が常時付き添い、試験の公平性を保証した。結果は、銅メダル1個、入賞7名であった。

・第52回国際物理オリンピックについて

第52回国際物理オリンピックは、ベラルーシが開催国であった。2022年2月のロシアによってウクライナ侵略がなされ、ベラルーシはロシアに協力するとの立場を表明したことから、多くの国で国際大会へのボイコットの意思表示が行われる事態となった。

日本は、3月22～23日にかけて行われたチャレンジファイナルにおいて国際物理オリンピック（IPhO）およびアジア物理オリンピック（APhO）に派遣する日本代表選手を選抜する最終試験を行い、それぞれの国際大会の日本代表選手5名と8名を決定したが、国際物理オリンピックベラルーシ大会を認めないことと、日本は参加しないことも決定した。

その後、4月3日にIPhO臨時国際役員会がオンラインで開催され、ベラルーシ大会の是非について議論した。55か国からの参加があり、政治的な議論はしないという約束のもと、まずIPhO本部がベラルーシ組織委員会に対して、オンライン大会に必要なインターネット環境、実験キットを各国に配送する国際宅配便の状況、参加登録費を世界中からベラルーシに送金するための国際的な銀行送金の状況などについて議論され、大会を実施できる状況にないことが報告された。議論のあと採決が行われ、ベラルーシ大会中止に賛成68票、反対22票、棄権18票となり、中止が決定された。そのあと、代替大会を他の国で開催するか議論し、スイス主催で代替大会を開催することが決定された。

2022年7月10日から17日に、国際物理オリンピック代替大会（主催スイス、オンライン大会）の実験試験と理論試験が行われた。75か国・地域から368名（昨年76か国・地域から368名）の代表選手が参加し、銀メダル3個、銅メダル2個と全員がメダルを受賞する好成績を収めた。なお、参加選手のうち10名は個人参加という立場での参加であった。この成果に対し、文部科学大臣から表彰も受けた。

・第53回国際物理オリンピックについて

2022年8月に開催された「第2チャレンジ」で選出された2023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14名に対して、9月17日から18日にオンラインにてキックオフミーティングを実施した。以後、候補者に対し通信教育を行っている。12月23日から26日までの対面での冬合宿で実験研修と講義を行い、2023年3月24日から27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した。

・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30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、6月2、3日に千葉大学先端科学センター主催で開催、9月25日には栃木、10月15日には鳥取で実施した。

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。97名（昨年83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。29名（昨年30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21名を選抜しそのうち14名（昨年は21名を選抜し13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 34から35号、年次報告書を刊行した。

5. 第1回 理科・授業の達人大賞

開催日時：2022年12月4日（日）13:00～15:00

開催形式：オンライン

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厳正なる審査の下、最優秀賞3名（連名）、審査員特別賞1名の受賞者を決定した。

<最優秀賞>

- ・田園調布学園中等部・高等部 入英樹 先生、長岡敬佑 先生、山口和弘 先生
題名：フェルマー点 ～物理・数学・地理・化学の視点で捉える～
単元：理科（物理） 剛体、力のつり合い
数学 三角形の合同条件、1次不等式、平面・空間ベクトル
地理歴史（地理） 世界を結ぶ交通・通信
理科（化学） 脂肪族炭化水素（分子構造）

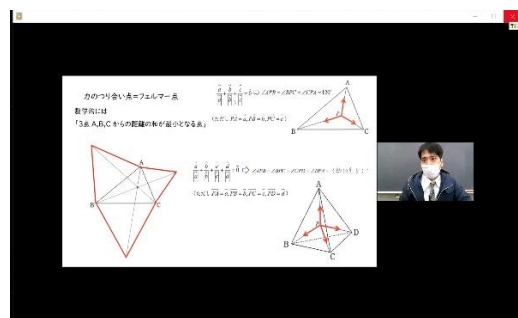
<審査員特別賞>

- ・東京学芸大学附属世田谷中学校 高田太樹 先生
題名：イオンへのなりやすさを基にダニエル電池を探究する
単元：化学変化と電池

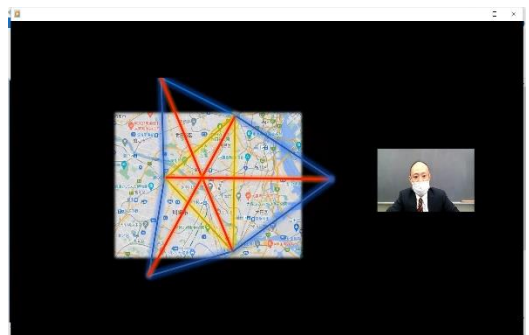
表彰式はオンライン開催とし、当日は最優秀賞を受賞した入英樹先生、長岡敬佑先生、山口和弘先生、審査員特別賞を受賞した高田太樹先生による模擬授業が行われ、教員を目指す大学生・大学院生も多数参加した。



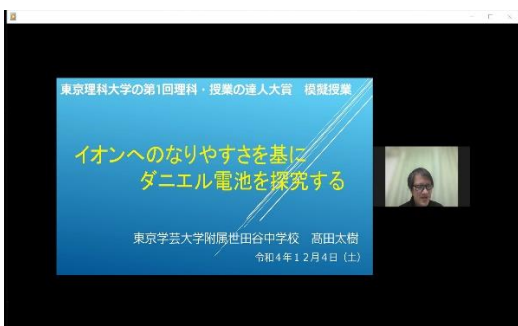
入英樹先生の授業「フェルマー点
～物理・数学・地理・化学の視点で捉える～」



長岡敬佑先生の授業「フェルマー点
～物理・数学・地理・化学の視点で捉える～」



山口和弘先生の授業「フェルマー点
～物理・数学・地理・化学の視点で捉える～」



高田太樹先生の授業「イオンへのなりやすさを基にダニエル電池を探究する」

6. 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」開催報告

2022年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「イノベーション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、イノベーション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た。

第1回の講座は、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、第2回の講座（対面）に20名の大学院生が参加した。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。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、発表を行った。最後に、講師の高橋先生から「伝わる文章のための必須3大ポイント」の復習があった。

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った。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った。

グループごとの発表では、「〇〇の用語は中高生にはわからないのではないか」との指摘が多くあった。専門用語を学ぶのは研究を進める第一歩であるが、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だ。

参加者からは、「自分の書いた文章が『伝わる文章』かどうかを批評・添削してもらう機会は、今までありそうでなかったのも、とても勉強になる講座だった。依頼文の執筆や中高生に向けた記事の作成を通して、『伝わる文章』を書くことがいかに難しいかを実感した。レクチャーしてもらったポイントを意識しながら、今後も修行していきたいと思う。また、受講された他の学生の方々がどのような研究をしているのかを記事の発表を通して知ることができたのも良い刺激になった。」「『エンパシー』を意識することが大変難しいと感じた。特に、私はこれまで中高生向けに文章を作ったことがありません。他の人の課題を読み、今回の課題を他の人に評価してもらったことにより、伝える上での情報選択の重要性を学ぶことができた。講座内容について振り返り、より伝わる文章が書けるように努めていきたいと考えている。」などの感想が寄せられた。

※講座の様子



※「自分の研究を中高生にわかるように書く」の課題紹介

大学院薬学研究科 博士課程 1 年生 竹中洋平

うつ病の薬の新たな可能性！ 「感染症」から人類を守れる！？

東京理科大学大学院 薬学研究科 竹中 洋平

私たちの生活に欠かせない「薬」。皆さんも風邪を引いた時などに薬を飲んでいると思います。私は「薬の可能性を広げる研究」をしています。具体的には「うつ病の薬を感染症に使う」ことを目指しています。一体どういうことなのか、私の研究の意義と内容をご紹介します。

■ 「薬の可能性を広げる」とは

薬にはそれぞれ「役割」があります。例えば、薬 A はインフルエンザを治す、薬 B はコロナを治す、といった具合です。薬の可能性を広げるとは、薬に新たな役割を与えることです。薬 A にコロナの治療効果もあることがわかったので、コロナの治療にも使おうといった感じです。

では、薬の可能性を広げる意義はどのようなものなのでしょう？それを理解するには、薬を開発する大変さを知る必要があります。薬の開発には 10 年以上の時間と、数百億円の費用がかかります。また、必ずしも成功するわけではなく、数十万個の候補から 1 つの薬ができるかどうかです。そのため、既に使用されている薬に新たな役割

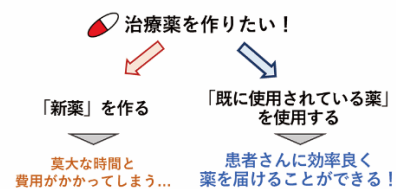


図1. 薬の可能性を広げる意義

を与える方が時間と費用の節約になり、患者さんに効率良く薬を届けることができるのです。

■ 「うつ病の治療薬」に炎症を抑える効果があった

「免疫」とは、体内に入ってきたウイルスなどの異物を攻撃する「炎症」を引き起こし、身体を正常に保つシステムです。風邪を引いた時に熱が出るのは、炎症の 1 つです。しかし、炎症が起こり過ぎると、自分の身体を傷つけてしまいます。これは免疫がコントロールを失った時に起きます。感染症による死亡の多くは、このような「免疫の暴走」によってもたらされます。

免疫の暴走が起こる原因の 1 つに、免疫細胞が「インターロイキン-6 (IL-6)」と呼ばれる物質を作り過ぎてしまうことが挙げられます。うつ病の治療に広く使われる薬に「選択的セロトニン再取り

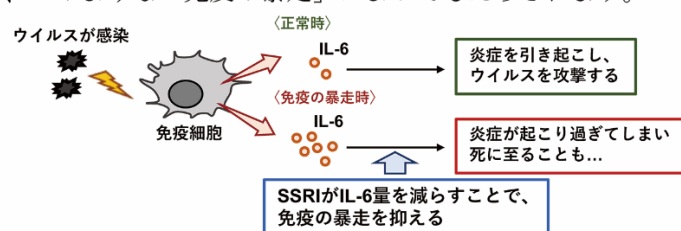


図2. SSRIの感染症に対する治療薬としての期待

込み阻害薬 (SSRI)」と呼ばれる一群があります。これらは、血液中の IL-6 量を減らすことがわかっていました。私は、5 種類の SSRI 全てが、ウイルス性の刺激を受けた免疫細胞が作る IL-6 量を強力に抑えることを明らかにしました。さらに 5 種類の中で、「フルオキセチン」が最適な炎症を抑える薬になる可能性があることがわかりました。

現在、SSRI の炎症を抑える効果を詳しく検証することに加え、既に使用されている他の薬にも炎症を抑える効果があるのかを検討しています。感染症との闘いに備えるために、私は薬の新たな可能性を見出す研究を今後も続けていきます。

研究紹介

EVを“エコ”でなく“価値”で買う

東京理科大学 電気工学専攻
星研究室 河原崎 慶太郎

車を買うすることを想像してほしい。CO₂の排出量で買うがどれだけのいるだろうか。多くの人は「性能」と「価格」で選ぶだろう。著者は、モータ制御によって電気自動車(EV)の高性能化を実現し、**EVを環境問題の観点でなく「性能」と「価格」で選ばれる未来を創りたい**と考える。

EVとガソリン車の違いは？

ガソリン車の動力はガソリンをエネルギー源とするエンジンであり、EVの動力は電気をエネルギー源とするモータである。従来の「車の性能はエンジンで決まる」とされていたことは、EV時代においては「車の性能はモータで決まる」と変換される。よって、高性能なモータ制御を実現することで、EVの価値を向上させることが本研究の狙いである。

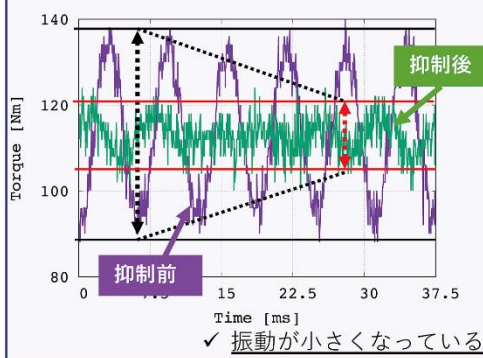
なぜモータ制御なのか

モータ制御によるモータ高性能化のアプローチの大きな特徴として、完成後のアップデートが可能であることがある。部品の開発などによるEVの高性能化のアプローチでは開発段階で組み込まなければならないため、ファミコンのように不具合(バグ)に対してアップデートすることができない。しかし、**モータ制御は「スマホゲームのアップデート」**のように完成した車体に対しての性能の更新が可能となる。

モータ制御による「2つの性能」の向上

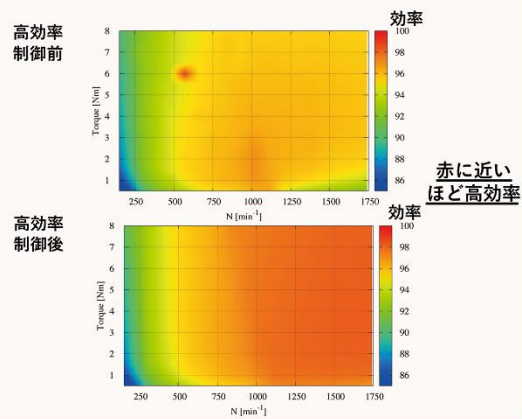
低騒音・低振動化

EVの高性能化の一つにモータの低振動・低騒音がある。モータの主な振動の原因は「トルク脈動」である。本研究では、トルク脈動を予測し脈動を打ち消すように電流を制御することで、モータの低騒音・低振動に取り組んでいる。下図の波形から分かるように、本研究の制御を行うことで大幅に振動を抑制可能であり、**最大90%の抑制効果を確認した**。



高効率化

モータ制御の高効率制御はEVの高性能化だけでなく**低価格化にも貢献する**技術である。高効率制御は電費に直結し、1回の充電での走行距離に大きな影響を与える。よって、電気代の節約となり**車の維持費が減少し**低価格化に繋がる。実際に、下図のように制御方式を変えるだけで高効率化が実現できることが確認できる。



パワーエレを学ぼう

本研究はパワーエレクトロニクス(パワーエレ)という学問に分類され現代社会の他分野で応用されている。以下の分野で就職・研究したい人は是非進路の参考にしてほしい。

パワーエレが使われている分野

自動車・鉄道・電気製品
発電・宇宙開発

必要な学問

電気回路・電磁気・熱力学・材料力学
AI技術・無機化学

星研究室QR



②科学コミュニケーションワークショップ「暮らしの中の科学：食品の無添加表示をめぐって」開催報告

本学学生を対象に3回講座の科学コミュニケーションワークショップ「暮らしの中の科学：食品の無添加表示をめぐって～いま起きている社会の動きを『自分ごと』として考えよう」を開催した。

第1回は、科学ジャーナリストで本学理数教育研究センターアドバイザー高橋真理子先生によるオンライン非同期講座「食品表示制度の概要と食品添加物の表示について」であった。第2回は、野田と葛飾キャンパスで、それぞれ「無添加」や「不使用」表示の実例をもとにグループ討論を中心とするワークショップを実施。第3回は、一般社団法人食品添加物協会顧問の上田要一氏、日本生活協同組合連合会コープこうべ元理事の伊藤潤子氏のお二人をお招きし、これまでの取り組みやお考えについてお話を聴き、質疑応答をした。

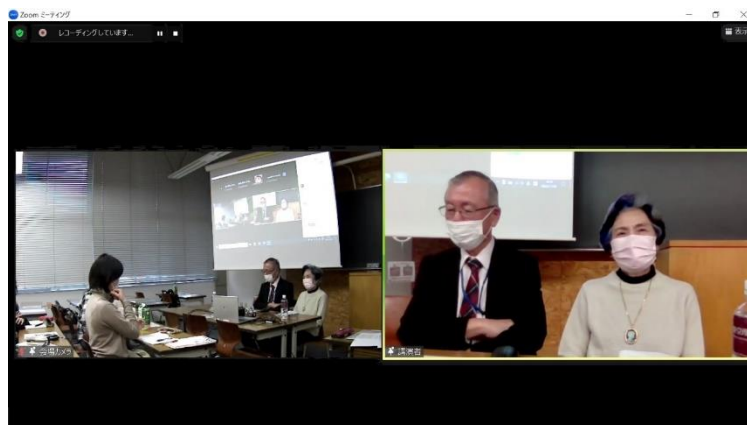
学生からは

- ・インターネットで食品を購入する際に気を付けている点はあるか。
- ・食塩無添加と食塩不使用の違いは何であるか。
- ・粉ミルクの作り方は「溶かす」と表示されているけれど、科学用語では粒子の大きさから「混ぜる」と表現するのが正しいと思う。

など多くの質問があり、講演者と活発な意見交換が行われた。

「研究者の役割」も議論の的となり、高橋真理子先生は「科学用語や学術用語が一般用語とどう違うかを常に意識しておく必要があり、一般社会で使っている用語を使って説明すべきである。誤解しないように説明できるのは研究者側であり、研究者に求められるコミュニケーション力だ」と締めくくった。

※講座の様子



③日本食品添加物協会主催メディアフォーラム

一般社団法人日本食品添加物協会が 2023 年 2 月 28 日に東京・大手町で開いた第 45 回食品添加物メディアフォーラムで、東京理科大学理数教育研究センターアドバイザーの高橋真理子が「若者と考える食品添加物不使用表示ガイドライン～東京理科大での実践から～」と題して講演した。後半では東京理科大学の学部生、大学院生あわせて 3 人が登壇し、消費者庁「食品添加物の不使用表示に関するガイドライン」の啓発ポスター（2022 年 11 月公表）をめぐって率直な意見を述べ合った。

メディアフォーラムでは、講座の狙いと実際の様子を高橋アドバイザーが説明したあと、講座に参加した理学研究科科学教育専攻博士 1 年田中秀志さん、理工学研究科応用生物科

学専攻修士2年山内つぐみさん、経営学部国際デザイン経営学科1年吉井瞳さんが登壇し、消費者庁が作成したポスターの一つひとつの記述について忌憚のない意見を述べた。

会場に集まったのは、食品関係に造詣の深い記者・編集者とメーカー関係者あわせて50人ほど。学生たちの見解が一致しないこともありましたが、それぞれが理由を明快に述べたので参加者たちには大いに参考になったようだ。

主催者からは「食品表示について勉強された若者から直接意見を聞いたのは大変貴重な機会だった」と感謝された。



理学研究科科学教育専攻博士1年
田中秀志さん



理工学研究科応用生物科学専攻修士2年
山内つぐみさん



経営学部国際デザイン経営学科1年
吉井瞳さん



4-3. 数学体験館

数学体験館館長 伊藤 稔
数学体験館 山口 康之

はじめに

2013年10月に、数学の定理や理論をハンズオン型式で学ぶことができる「数学体験館」が、近代科学資料館地下1階に建設されて9年が経過した。開設以来の6年間、来館者数は毎年1万人以上で推移し、2019年10月26日には入館者数が8万人を超えた。しかし2020年2月より国内において新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が蔓延し、感染拡大防止のため、2020年3月から2021年9月末まで数学体験館を開館することができない状態が続いていた。その後、新型コロナウイルス感染症蔓延が落ち着いたため、同年10月より、予約制や入館人数の上限を設けるなど、感染防止対策を講じた上で、開館することにした。2022年度も予約制による開館を実施している。

以下の項目順に、数学体験館の2022年度の活動報告を掲載する。

1. 総論

1. 1 来館者数（2022年4月1日～2023年3月31日迄）
1. 2 来館した団体
1. 3 出張講演
1. 4 和歌山県橋本市における「岡潔数学体験館」の協力
1. 5 岐阜県本巣市における「数学のまちづくり」の協力
1. 6 葛飾産業フェア
1. 7 新宿区連携事業における小学校の受け入れ
1. 8 ドミニカ共和国ゴメス外務次官の表敬訪問
1. 9 メディア

2. 数学工房

1. 総論

1. 1 来館者数（2022年4月1日～2023年3月31日迄）

2021年度に引き続き、2022年度も新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染防止対策を講じた上で予約制による開館をしている。

4月	580名
5月	216名
6月	361名
7月	414名
8月	427名
9月	260名
10月	481名

11月	461名
12月	272名
1月	222名
2月	182名
3月	609名
2022年度合計	4485名
開設累計	87699名

1. 2 来館した団体 (10名以上)

- 5/13 ドルトン学園・中学校 22名、高校 10名
- 5/25 岐阜県安八町登竜門中学校 20名 引率 2名
- 5/25 市川学園 12名
- 6/ 7 埼玉県吉見町立西小学校 6年生 24名 引率 3名
- 6/10 東京理科大学 経営学部 学生 19名
- 6/18 放送大学 16名
- 6/30 岡山大学教育学部附属中学校 40名
- 7/ 7 市川学園 27名
- 7/ 8 東京学芸大附属中学校 17名
- 7/14 三田国際学園中学校 16名
- 7/14 日本学園中学校 19名
- 7/16 横浜サイエンスフロンティア中学校 24名
- 7/27 東京成徳大学中学校 10名
- 7/30 渋谷教育学園幕張中学校 23名
- 8/ 4 江戸川区立松江第二中学校 15名
- 8/10 福岡県立明善高等学校 1年生 31名
- 8/24 芝浦工業大学柏附属中学高等学校 26名
- 8/25 都教育委員会研修 20名
- 8/26 渋谷教育学園幕張中学校 22名
- 8/26 都教育委員会研修 23名
- 8/27 渋谷教育学園幕張中学校 24名
- 9/ 1 東京大学 14名
- 9/14 千葉大学附属中学校 17名 引率 3名
- 9/24 南山高等学校中学校女子部 14名 引率 2名
- 10/13 宮城野高等学校 12名
- 10/19 さくらサイエンス 高校生 9名 引率 6名
- 10/28 新宿区立富久小学校 43名 引率 4名
- 11/ 5 筑波大学附属視覚特別支援学校 中学生 9名 引率 4名
- 11/10 新宿区立津久戸小学校 27名 引率 2名
- 11/11 新宿区立津久戸小学校 26名 引率 2名
- 11/17 新宿区立津久戸小学校 24名 引率 2名

-
- 11/18 共立女子中学校・高等学校 中学生 7 名 高校生 4 名 引率 3 名
11/18 鶴沼高等学校 48 名 引率 3 名
11/24 清水克彦先生の授業 本学学生 53 名
11/26 こうよう会神奈川県支部 10 名
11/29 栃木県大田原市立若草中学校 24 名 引率 2 名
12/ 1 普連土学園高等学校 47 名 引率 3 名
12/ 8 あずさ高等学校 19 名 引率 2 名
12/ 9 新宿区立津久戸小学校 21 名 引率 2 名
12/16 横浜国立大学 11 名 引率 1 名
12/22 佐倉高等学校 39 名 引率 3 名
1/12 総務省統計局 15 名
1/19 New International School 高校生 18 名 引率 2 名
1/21 筑波大学附属中学校 26 名 引率 2 名
1/21 こうよう会群馬県支部 17 名
1/28 こうよう会千葉県支部 25 名
2/24 川崎市立川崎高等学校 14 名 引率 1 名
2/25 こうよう会東京都支部 64 名
2/26 江戸川区子ども未来館 38 名
3/10 大妻嵐山高等学校 14 名 引率 1 名
3/11 こうよう会神奈川県支部+本部役員 60 名
3/22 群馬県伊勢崎清明高等学校 40 名 引率 1 名
3/24 静岡県加藤学園高等学校 32 名 引率 4 名

1. 3 出張講演

衆議院会館 (4/27)、横浜キッズコンサート 2 回 (6/28、10/4)、富山 (7/26)、
札幌 (9/17)、千葉県流山市 (10/17)、渋谷区ハチラボ (10/23)、早稲田大 (11/26)、
柏の葉カンファレンス (2/11)

1. 4 和歌山県橋本市における「岡潔数学体験館」の協力

和歌山県橋本市「岡潔数学体験館」開設のため展示に関する協力を行うことになった。8
月 20 日に現地で数学体験館がどのようなものなのかを伝えるために、「数学モノづくり教
室」を行った。展示に関する協力は、現在停止中。

1. 5 岐阜県本巣市における「数学のまちづくり」事業への協力

予算の関係で、今年度は展示用教具の制作は行わなかった。講演は (9/23)、(11/9、11/10)
の 3 回行った。

1. 6 葛飾産業フェアの協力

10 月 14 日 (金) ~16 日 (日) の 3 日間、第 38 回葛飾区産業フェア・工業・商業・観
光展 (会場：東京都葛飾区「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、各日とも 2 人ずつの学生インストラクターによって、数学

の実験やゲーム・パズルなどの実演が行われた。当日は、葛飾区内の小学生が社会科見学会場に訪れるなど、大勢の来場者で賑わった。

1. 7 新宿区連携事業における小学校の受け入れ

新宿区及び新宿区内の公的機関等と本学との連携事業を進めることになり、まずは近代科学資料館と数学体験館が近所の小学校の見学を受け入れることになった。本学の窓口となる総務課地域連携室と協力しながら、今年度は、新宿区立津久戸小学校（11/10、11/11、11/17、12/9）と、新宿区立富久小学校（10/28）の5、6年生の見学を受け入れた。

1. 8 ドミニカ共和国ゴメス外務次官の表敬訪問

11月30日（水）、ドミニカ共和国二国間外交政策副大臣であるゴメス外務次官が、ロベルト・タカタ大使一行6名を伴って本学を訪問した。ドミニカ共和国「数学体験館」の活動及び数学教育振興に対して、本学が協力してきたことに対する表敬であった。

一行は、石川正俊学長や坂田英明副学長との会談後、数学体験館に移動し、秋山仁栄誉教授が迎えた。秋山栄誉教授が自ら外務次官一行に数学体験館を案内し、そこにある教具類を使ってデモンストレーションを行った。

1. 9 メディア

専門性の強い都内の大学、ミュージアムをさらに巡る。

日常ではなかなか触れることのない学問の扉を開けるのも、大学ミュージアムの面白さの一つ。東大関連の館を巡ったあとは、ニッチなジャンルに特化したところへ。「数学は苦手」と言うエイドリアンとともに、〈東京理科大学 数学体験館〉へ向かう。ここは数学者で東京理科大学の栄誉教授である秋山仁先生が監修した展示が多数あり、数学の定理や公式や概念を五感で学ぶことができる体験型のミュージアム。

例えば、楕円のビリヤード台は、テーブルに印された黒い2点にボールを置けば、どの角度で打っても一方のボールにぶつけられる。これは楕円の焦点の性質を利用したものだ。そして正方形車輪の四輪車はカタナリ曲線と呼ばれる曲線で作った車道なら、車輪の中心の軌道が水平移動することになり、理論上揺れることがない。ほんとは、揺れない。数学は難しいイメージがあるけど、遊びの延長で学べて楽しいですね」とエイドリアンさん。

ここには、ほかにも工作機械と専門スタッフを有した〈数学工房〉が併設。ここでは研究者が考えた数学パズルや積み木、教具などのアイデアもすぐに形にできる。

数学体験館で正方形車輪の四輪車を体験。かまぼこ形の道だと揺れない。

ハンドルを回すと図形が変形し、別の図形になる不思議なボード。

壁面に展示されていた、多面体。パズルや模型で手を動かして数学を体験。

東京理科大学 数学体験館
●東京 / 神楽坂

教員を志す学生がインストラクターとなって常駐しており、工夫を凝らした解説で数学が体験できる。
●東京都新宿区神楽坂1-3 ☎03-5228-7411。12時～16時（土10時～）。日曜・月曜・火曜・祝日・大学の休業日休、入館無料。時間帯ごとの定員予約制。

右は楕円形のビリヤード台を試し、必ずボールに当たる様子を確認するエイドリアン。左上、正方形や正三角形など正多角形の組み合わせで作られた球体モビール。左下、数学工房で作られた教具が並び。



ブルータス No.966 (2022年8月1日号)

■メモ
東京理科大学の施設で、延べ8万人以上が来館した。コロナ禍で現在は予約制。パズルなど数学を丁寧に説明し、あまたや知識の輪が広がる。見学は予約制。見学は予約制。見学は予約制。

東京理科大学 新校区神楽坂1-3
開館時間 水曜日 午前9時から午後5時、土曜日から午前10時から午後5時

入館料 無料
問い合わせ 03-6228-7411

館内状況は、ホームページなどでご確認ください

記者の「もうひとつの推し」
強さや可能性を表現

数学体験館近くの外相通りを歩くと、高さ約6mのモニュメント「切っちゃん」が見えてくる。藤原野矢の小説「切っちゃん」の主人公の彫像が、東京理科大学の附属・東京理科大学が主催した数学館と一体化して立ち立っている。開館されたのは、2014年7月に設置された。橋は、うねるように上昇する幾何学的なデザイン。「ペンタゴン」と呼ばれる五面体などを組み合わせて、未来を生き抜く強さや人々の無限の可能性を表現したという。館内だけでなく、数学の不思議な魅力を感じるモニュメントを築めるのもおすすめです。(宇)

CityLife
数学体験館
(東京新校区)

五感で理論の奥深さを学ぶ

2014年に開館した。数学の奥深さを五感で学ぶ。数学の奥深さを五感で学ぶ。数学の奥深さを五感で学ぶ。

「数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。」

「数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。」

●同じ高さからボールを転がしてどの様子が早く動くか実験できる「サイクロイド滑り台」。右から2番目がサイクロイド滑り台。

●入り口のドアに隠れた数学。数学者の彫像に込められた数学的知識を体験できる。

●数学者の彫像に込められた数学的知識を体験できる。

ミュージアム 行こう

「数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。数学は、理論の世界。しかし、数学は、五感の世界。」

読売新聞・夕刊 (2022年5月30日付)

算数大好き著名人 特別インタビュー

加藤シルビアさん TBSアナウンサー

算数は美しい!

センスがなくても努力で頑張りました

アナウンサーであり、3人のお子さんの母親でもある加藤シルビアさんは、小学校出身で算数も大好きな女子。小学校の頃から算数も大好きな女子。小学校の頃から算数も大好きな女子。小学校の頃から算数も大好きな女子。

「算数は、理論の世界。しかし、算数は、五感の世界。算数は、理論の世界。しかし、算数は、五感の世界。算数は、理論の世界。しかし、算数は、五感の世界。」

「算数は、理論の世界。しかし、算数は、五感の世界。算数は、理論の世界。しかし、算数は、五感の世界。算数は、理論の世界。しかし、算数は、五感の世界。」

プレジデント・ファミリー総集編 (インタビュー場所の提供)

2. 数学工房

展示用及び、ワークショップ用教具の制作したもの
ピックの定理（囲まれた箇所を面積を求める）、
定幅図形（コインの通路）、
モノコード、
三平方の定理（建部賢弘）、
最適停止問題（制作中）
変身立体の組立てキット

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 議長が必要と認めるときは、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	松田 良一	第 7 条	2022年4月1日～2023年3月31日	理科教育研究部門長 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。

6-2. 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)
近代科学資料館	教 授	伊藤 稔	第 5 条	2022年4月1日～2023年3月31日	理数教育研究センター長 事業推進部門長 数学
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	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	教 授	眞田 克典	第 8 条	2021年10月1日～2023年3月31日	数学 事業推進
理学部第一部 数学科	教 授	清水 克彦	第 8 条	2021年10月1日～2023年3月31日	数学教育研究部門長 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	助 教	岡田 紀夫	第 8 条	2022年4月1日～2023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	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	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	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	教 授	佐藤 隆夫	第 8 条	2021年4月1日～2023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	2022年4月1日～2023年3月31日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	講 師	下川 朝有	第 8 条	2021年4月1日～2023年3月31日	数学
工学部 電気工学科	准教授	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	2021年4月1日～2023年3月31日	数学
理工学部 数学科	准教授	馬場 蔵人	第 8 条	2021年4月1日～2023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	2021年7月1日～2023年3月31日	理科
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 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 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	2021年7月1日～2023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	2022年4月1日～2023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	大山口 菜都美	第10条	2022年4月1日～2023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	2022年4月1日～2023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	2022年4月1日～2023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)
近代科学資料館	教 授	伊藤 稔	第7条第2項第1号 第7条第2項第2号	2022年4月1日～2023年3月31日	理数教育研究センター長 事業推進部門長 数学
教育支援機構 理数教育研究センター	教 授	松田 良一	第7条第2項第2号	2022年4月1日～2023年3月31日	理科教育研究部門長 事業推進
理学部第一部 数学科	教 授	眞田 克典	第7条第2項第3号	2019年10月1日～2021年9月30日 2021年10月1日～2023年3月31日	数学 事業推進
理学部第一部 数学科	教 授	清水 克彦	第7条第2項第2号	2019年10月1日～2021年9月30日 2021年10月1日～2023年3月31日	数学教育研究部門長 事業推進
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	2019年10月1日～2021年9月30日 2021年10月1日～2023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	2019年10月1日～2021年9月30日 2021年10月1日～2023年9月30日	数学 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3号	2022年4月1日～2024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	渡辺 雄貴	第7条第2項第3号	2022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）

松田 良一【教育支援機構理数教育研究センター 教授】

① 学会発表

1. Isao Tsuzuki & Ryoichi Matsuda “Use of Mobile Microscopes in Cambodian High School Class-Potential as Inquiring Observation Tools. 28th Biennial Conference of Asian Association of Biological Education (Online). (Republic of the Philippines) 2022.4.29
2. 日本科学教育学会第 46 回年会（オンライン）
課題研究「教科『理科』の課題抽出と将来展望の構想 (II) (オーガナイザー: 縣秀彦)」
（全 5 発表中の 1 つ）
都築 功「戦後の高等学校における総合的な理科の科目の変遷」 2022.9.18
3. 日本理科教育学会第 72 回年会（オンライン）
都築 功・今井 泉・上野宗隆・縣 秀彦
「高等学校の総合的な必修理科科目設置に向けての取組と課題 ―これまでの総合的な理科科目の比較を中心として―」 2022.9.25
4. 日本生物教育学会第 107 回全国大会
都築 功・佐野寛子・岡本元達・縣 秀彦
「次期学習指導要領改定を目指して、高等学校における 4 分野を統合した必修理科科目設定の検討 (II)」 2023.3.5

② その他

1. 大学学部研究会ダイジェスト号 TOSHIN TIMES 2023: 250-251 (2022)
2. 文部科学省検定教科書「科学と人間生活―くらしの中のサイエンス」(共著)
数研出版 (2023)
3. 「えっ、パンデミック?」、「えっ、戦争?」 国際生物学オリンピック議長奮闘記
理数教育フォーラム第 40 号 (2023. 1)

伊藤 稔【近代科学資料館 教授】

① 論文

- ・ [Minoru Itoh](#) ‘Enjoy Origami in Mathematics and Science Education on STEAME’
The Electronic Research Journal of Mathematics & Technology, December, 2022.

② 国際学会発表

- ・ [Minoru Itoh](#) ‘Enjoy Origami in Mathematics and Science Education on STEAME’
(The 27th Asian Technology Conference in Mathematics (ATCM 2022), December 9-12, 2022 第 27 回アジア数学テクノロジー国際会議; 口頭発表とワークショップ) 2022 年 12 月 9 日, チェコ共和国プラハ生命科学大学於)

③ 社会活動

- ・ Minoru Itoh ‘Enjoy Science and Mathematics Education’ at Laurus International School of Science in Tokyo, Dec. 22, 2022.

④ 科学教育に関する講演等

- ・ 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（2022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の意見交換会）
- ・ 伊藤稔、野田市立みずき小学校全1年生110名対象（2022年11月10日、みずき小学校体育館、「空気の重さと凧揚げの原理」）
- ・ 伊藤稔、流山市と東京理科大学の地域連携事業（2022年11月18日、野田キャンパス新7号館で流山市内の理科・数学分野の教職員50名を対象に講演会）
- ・ 伊藤稔、戸田市算数数学フェスティバル（2022年11月26日、戸田市教育委員会主催、戸田市内の小中学生50名参加）

⑤ その他

2022年度千葉県社会福祉法人青葉会評議員

2022年度千葉県野田市教育委員会教育長職務代理者

2022年度日本数学教育学会理事

加藤 圭一【理学部第一部数学科 教授】

① 招待講演

1. 「波束変換によるシュレーディンガー方程式の解の構成」, 加藤圭一, RIMS 共同研究（公開型）「偏微分方程式の臨海現象と正則性理論および漸近解析」, 京都, 2022.
2. 「Application of wave packet transform to Schrödinger equations」(2回のサーベイ講演), 加藤圭一, 研究集会「微分方程式の総合的研究」(日本数学会函数方程式論分科会), オンライン, 2022.

功刀 直子【理学部第一部数学科 教授】

① 学術論文

Relative stable equivalences of Morita type for the principal blocks of finite groups, Naoko Kunugi and Kyoichi Suzuki, Proceedings of the 54th Symposium on Ring Theory and Representation Theory, (2023), 64--69, (査読無)

② その他

日本数学会「数学通信」非常任編集委員

眞田 克典【理学部第一部数学科 教授】

① 学術論文

1. Symmetric cohomology and symmetric Hochschild cohomology of cocommutative Hopf algebras, Ayako Itaba, Yuta Shiba and Katsunori Sanada, 第 54 回 環論および表現論シンポジウム報告集, pp.40-45, 2022 (査読無)

② 著書

1. 高校生の数学力 NOW XVII、
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、渡邊博史、渡辺雄貴
科学新興新社／フォーラム・A、2022 年 10 月

③ 学会活動

日本数学教育学会代議員

④ その他

SUT Journal of Mathematics 編集委員

清水 克彦【理学部第一部数学科 教授】

① 学術発表

1. 理数探究のための実験数学の Web 教材の開発
清水克彦、松本昌也、安部瞭牙、藤川和哉、若尾波月
京都大学数理解析研究所研究集会
数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究
2022 年 8 月 29 日
2. 数学科におけるビジュアルプログラミング Scratch の利用の検討
若尾波月、清水克彦
京都大学数理解析研究所研究集会 数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究
2022 年 8 月 29 日
3. 対面とオンラインでのソーティングアルゴリズム課題への取り組みの比較
藤川和哉、清水克彦
京都大学数理解析研究所研究集会 数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究
2022 年 8 月 29 日
4. Van Aubel's Theorem を題材にした実験数学探究教材の開発
松本昌也、若尾波月、清水克彦
京都大学数理解析研究所研究集会 数学ソフトウェアとその効果的教育利用

2022年8月29日

5. PC環境での探究活動とその実践

安部瞭冴、清水克彦

京都大学数理解析研究所研究集会 数学ソフトウェアとその効果的教育利用

2022年8月29日

6. アジアとの比較による日本の数学教育への示唆—日本の教科書比較を通して・韓国・シンガポール—

岩谷彩香、松本昌也、清水克彦

日本数学教育学会第104回大会発表要旨集（島根大会）

2022年8月5日

横田 智巳【理学部第一部数学科 教授】

① 学術論文

1. Boundedness and finite-time blow-up in a quasilinear parabolic-elliptic-elliptic attraction-repulsion chemotaxis system, Yutaro Chiyo, Tomomi Yokota, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik, 73, Paper No.61, 27 pages., 2022（査読有）
2. Weak stabilization in degenerate parabolic equations in divergence form: application to degenerate Keller-Segel systems, Sachiko Ishida, Tomomi Yokota, Calculus of Variations and Partial Differential Equations, 61, Paper No.105, 21 pages, 2022（査読有）
3. Stabilization for small mass in a quasilinear parabolic-elliptic-elliptic attraction-repulsion chemotaxis system with density-dependent sensitivity: balanced case, Yutaro Chiyo, Tomomi Yokota, Le Matematiche, 77, 203-223, 2022（査読有）
4. Global existence and boundedness in a supercritical quasilinear degenerate Keller-Segel system under relaxed smallness conditions for initial data, Tsukasa Ogawa, Tomomi Yokota, Acta Applicandae Mathematicae, 180, 1-22, 2022（査読有）
5. Boundedness in a fully parabolic attraction-repulsion chemotaxis system with nonlinear diffusion and signal-dependent sensitivity, Yutaro Chiyo, Tomomi Yokota, Nonlinear Analysis Real World Applications, 66, Paper No.103533, 23 pages, 2022（査読有）
6. Blow-up phenomena for a chemotaxis system with flux limitation, Monica Marras, Stella Vernier-Piro, Tomomi Yokota, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 515, Paper No.126376, 13 pages, 2022（査読有）

② 招待講演

1. ロジスティック項をもつ退化型走化性方程式系の弱解の有限時刻爆発, 横田智巳, 第29回非線形発展方程式セミナー@KUE, 京都教育大学, 2022年6月21日
2. Analysis of degenerate chemotaxis systems with/without logistic source, 横田智巳,

第 61 回実函数論・函数解析学合同シンポジウム, 日本大学理工学部, 2022 年 8 月 29 日

川村 康文【理学部第一部物理学科 教授】

① 学術論文

1. タイヤサイズの異なる自転車にも取り付け可能で自走可能な自転車発電機の開発と実践, 李子翥・川村康文・小林尚美, エネルギー環境教育研究, 第 16 巻 2 号 pp 13-20, 2022 (査読有)

② 著書

1. 世界はこうしてできている美しい物理のしくみ, 監修 川村康文 2022.4.7
2. 本の雑誌 5 月号, 本の雑誌社 2022.5.1
3. スカイブック: 空にひろがるいろいろなふしぎ体験えほん, アンナ・クレイボーン著 川村康文監訳, 誠文堂新光社, 64, 2022.6.10
4. 親子で楽しむ! おもしろ科学実験 12 か月 小学校に上がる前に理系アタマを伸ばそう, 川村康文・小林尚美, メイツ出版, 128, 2022.6.30
5. ワクワク! かんたん! おうち STEAM, STEAM 編集部・編 川村康文, 46-63, 68-69, 2022.6.30
6. 今と未来がわかる電気, 監修 川村康文, ナツメ社 256 2022.9.15

③ 招待講演 (学会発表)

1. 公益社団法人 京都府私立幼稚園連盟にて講演、「幼児期に科学的思考を育む」 2022.6.15
2. 日本物理学会 2022 年秋季大会にて発表, 「物理チャレンジ 2022 報告Ⅲ: 第 2 チャレンジ (実験問題部会)」 2022.9.13
3. 公益財団法人 福岡経済同友会にて講演, 「思わず話したくなる大人の科学・物理講座」講演 2022.10.21
4. 消費者庁・学研「放射線ってなあに?」講演 2022.10.23
5. (株) 世界文化社ホールディングス 「幼児期の科学的思考を育む」 2022.11.8

④ 広報

1. NHK 総合「チョコちゃんに叱られる」 2022.4.1
 2. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「音の速さ」 2022.4.7
 3. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「モーターの仕組み」 2022.4.21
 4. NHK 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～反射～」 2022.5.5
 5. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「空気は力持ち～大気圧～」 2022.5.12
 6. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「熱気球を飛ばそう～空気と温度」 2022.5.19
 7. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「壁を倒せ!～重心～」 2022.5.26
-

-
8. NHK テレビ Eテレ 「すいエンサー」 2022.5.29
 9. NHK 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！作用反作用」
2022.6.2
 10. NHK 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～遠心力～」
2022.6.9
 11. TBS「四季折々の贈り物」 2022.6.12
 12. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「滑車でかるがる！～仕事とエネルギー～」
2022.6.16
 13. 日本テレビ「あなたは小学5年生より賢いの？」 2022.6.17
 14. NHK 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！～化学変化～」
2022.6.23
 15. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「振り子で時速 100Km！力学的エネルギー」
2022.6.30
 16. NHK 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力つり合い」
2022.7.7
 17. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「てこ怪力の正体～仕事とエネルギー～」
2022.7.14
 18. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「サイエンスヒストリーガリレオの物語」
2022.7.21
 19. 日本テレビ「あなたは小学5年生より賢いの？」 2022.7.22
 20. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「雷の科学 ～静電気～」 2022.7.28
 21. NHK「すいエンサー」 2022.7.31
 22. 日本テレビ サンパリュ「できる？できない？」 2022.7.31
 23. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「雷の科学 ～静電気～」 2022.9.1
 24. NHK 総合「チョコちゃんに叱られる」 2022.9.7
 25. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「不思議な水の大冒険！ 水圧と大気圧」
2022.9.8
 26. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「近づく音は高い音？音の性質」 2022.9.15
 27. NHK 総合「チョコちゃんに叱られる」 2022.9.16
 28. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「高速ボールの正体？～合成速度～」 2022.
9.29
 29. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「着地するのはどこ？～慣性の法則（1）～」
2022.10.6
 30. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「モノは動きたくない！？慣性の法則（2）」
2022.10.13
 31. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「重さって何？重さと質量の関係」 2022.10.20
 32. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「必ず当たる射的？～運動の規則性～」
2022.10.27
 33. NHK 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！」 2022.11.3
 34. NHK 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」
2022.11.10
-

-
35. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「音色ってなに？～振動する弦～」 2022.11.17
 36. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「浮いた？沈んだ？量った！～浮力～」
2022.11.24
 37. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「鉄をつぶす怪力 ～水圧～」 2022.12.1
 38. NHK 高校講座 ベーシックサイエンス「地球は回ってるの？！フーコーの振り子」
2022.12.8
 39. TBS ラジオ「金曜ボイスログ」科学実験のテーマ生出演 2022.12.9
 40. NHK 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」
2022. 12.15

⑤ その他（出前授業・実験教室）

1. 京都府私立幼稚園連盟にて、「幼児期に科学的思考を育む」講演 2022.6.15
2. 世田谷学園中学校理科授業「分光つつで省エネハウス」 2022.6.18
3. 昭和学院中学校高等学校「分光つつで省エネハウスを考える」 2022.6.20
4. 立教新座高等学校にて、理科実験授業「サボニウス風車で風力発電 2022.6.20
5. 愛知淑徳大学にて、「分光つつで省エネハウスを考える」 2022.7.14
6. 弘前大学にて、「分光つつで省エネハウスを考える」 2022.10.5
7. 福岡経済同友会にて、「思わず話したくなる大人の科学・物理講座 2022.10.21
8. 富山大学にて、「分光つつで省エネハウスを考える」 2022.10.25
9. 京都府立桃山高校 SSH にて、色素増感太陽電池の実験 2022.10.31～11.1

井上 正之【理学部第一部化学科 教授】

① 学術論文

1. 脂肪族アルデヒドによるフェーリング液の還元 一分子構造と反応性との関係一，歌川晶子，後飯塚由香里，桂田和子，井上正之，化学と教育，70 巻 pp 210-213，2022（査読有）
2. 近紫外光による植物油の酸化と保存法を考察する実験，小林純也，井上正之，化学と教育，70 巻 pp 608-611，2022（査読有）
3. 糖類の還元性の原因となる構造の究明 (2)，化学と教育，71 巻 pp 64-68，2023（査読有）

② 著書

1. 初歩から学ぶ有機化学，井上正之（単著），東京化学同人
2. 高等学校 化学，山内馨，生田茂，井上正之，古賀信吉，田中晃二，辻康之，中島寛，菱川明栄，深瀬浩一，長谷川宗良，松岡雅忠，天野崇，小林寛和，小守直也，坂本隼也，東海林篤士，柞磨昭孝，富永克典，内藤勝也，松浦紀之，宮本憲武，第一学習社

③ 学会活動

1. 日本化学会関東支部 化学教育研究協議会副議長
-

-
2. 日本化学会関東支部, 幹事
 3. 日本理科学協会 学術名誉理事

④ 広報

1. 陽イオン界面活性剤を触媒とするエステルのかん化, 理大科学フォーラム, 429 巻 pp60-61, 2022
2. 東京理科大学オープンキャンパス模擬授業 (8月)

⑤ その他

1. 日本化学会第 102 春季年会, 口頭発表 7 件
2. 高等学校 出張授業 2 件
3. 高等学校 大学訪問模擬授業 3 件

瀬尾 隆【理学部第一部応用数学科 教授】

① 学術論文

1. Test for equality of standardized generalized variance with different dimensions under high-dimensional settings, Hiroki Watanabe, Masashi Hyodo, Takatoshi Sugiyama and Takashi Seo, Hiroshima Mathematical Journal, 52(2022), 217-233. (査読有)
2. AIC for growth curve model with monotone missing data, Ayaka Yagi, Takashi Seo, Yasunori Fujikoshi, American Journal of Mathematical and Management Sciences, 41(2022), 185-199. (査読有)

② 学会発表

1. On the test for Adequacy in growth curve model with two-step monotone missing data, 八木 文香, 尾崎 冬弥, 瀬尾 隆, 日本数学会, 中央大学, 2023 年 3 月 18 日
 2. 多変量歪度を用いた多変量正規性検定統計量の帰無分布について, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 日本数学会, 中央大学, 2023 年 3 月 17 日
 3. A Test for Adequacy in Growth Curve Model with Two-step Monotone Missing Data, 尾崎 冬弥, 八木 文香, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会第 36 回シンポジウム, 富山国際会議場 (富山), 2022 年 11 月 26 日
 4. Approximate Null Distribution of the Test Statistic for Multivariate Skewness, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会第 36 回シンポジウム, 富山国際会議場 (富山), 2022 年 11 月 26 日
 5. 2-step 単調型欠測をもつ部分平均ベクトルの検定に対する検定統計量について, 細沼 璃玖, 川崎 玉恵, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会第 36 回シンポジウム, 富山国際会議場 (富山), 2022 年 11 月 26 日
 6. 2-step 単調欠測データの下での平均ベクトルと分散共分散行列の同時検定に対する尤度比検定統計量のバートレット補正, 橋田 航平, 八木 文香, 瀬尾 隆, 日本計算機統
-

計学会第36回シンポジウム, 富山国際会議場 (富山), 2022年11月26日

7. Multivariate pairwise comparisons among mean vectors with monotone missing data, 八木 文香, 瀬尾 隆, 日本数学会, 北海道大学, 2022年9月16日
8. 3-step 単調欠測データの下での多変量尖度の検定, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 統計関連学会連合大会, 成蹊大学, 2022年9月5日
9. A test for multivariate normality based on kurtosis with three-step monotone missing data, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会 第36回大会, 愛媛県県民文化会館, 2022年5月21日
10. A modified multivariate kurtosis test statistic for multivariate normality, 栗田 絵梨, 瀬尾 隆, 応用統計学会, 東京理科大学葛飾キャンパス, 2022年5月12日

伊藤 弘道【理学部第二部数学科 教授】

① 学術論文

1. Unique solvability of a crack problem with Signorini-type and Tresca friction conditions in a linearized elastodynamic body, Takahito Kashiwabara, Huromichi Itou, Philosophical Transactions of the Royal Society A, Volume 380 (2022), 20220225 (査読有)
2. Investigation of implicit constitutive relations in which both the stress and strain appear linearly, adjacent to non-penetrating cracks, Huromichi Itou, Victor A. Kovtunenکو, Kumbakonam R. Rajagopal, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, Volume 32 (2022), pp. 1475-1492 (査読有)
3. Asymptotic series solution for plane poroelastic model with non-penetrating crack driven by hydraulic fracture, , Huromichi Itou, Victor A. Kovtunenکو, Nyurgun P. Lazarev, Applications in Engineering Science, Volume 10 (2022), 100089 (査読有)

② 著書

1. Non-smooth variational problems and applications (Philosophical Transactions of the Royal Society A, Volume 380, Issue 2236), Victor A. Kovtunenکو, Huromichi Itou, Alexander M. Khludnev, Evgeny M. Rudoy (Eds.), The Royal Society Publishing, 2022.

③ 招待講演

1. On inverse crack problems in linearized elastic bodies by the Enclosure method, Huromichi Itou, Theoretical and numerical trends in inverse problems and control for PDE's, and Hamilton-Jacobi equation: French-Italian-Japanese conference, フランス, 2022年6月13日
2. 囲い込み法を用いた線形弾性体におけるき裂の再構成について, 池島優, 伊藤弘道, 日本応用数理学会, 北海道大学 (ハイブリッド開催), 2022年9月10日

④ その他

1. 国際研究集会 10th International Conference "Inverse Problems: Modeling and Simulation" 国際プログラム委員
2. 日本応用数学会 JSIAM Letters の編集委員 (論文担当) (英文担当)
3. 国際雑誌 Mathematical notes of NEFU の編集委員
4. 国際雑誌 Mathematical Inverse Problems の編集委員
5. 国際雑誌 Inverse Problems in Science and Engineering (IPSE)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. "Exact Solution of the Phi23 finite matrix model" Naoyuki Kanomata, Akifumi Sako, NUCLEAR PHYSICS B, 982-115892, pp1-25
2. "相対性理論における作用素, 演算子 相対性理論の始まりから曲がった時空の場の量子論のフォン・ノイマン代数まで" 佐古彰史, 数理科学 11月号 サイエンス社, 60-11, pp59-65
3. "高等数学教育における板書の効果 ～板書による能動的な数学の講義～" 町田 まゆら, 佐古 彰史, 日本科学教育学会研究会研究報告, 36 巻 7 号 (2022) pp17-20
4. "Deformaion Quantization with Separation of Variables for Complex Two-Dimensional Locally Symmetric Kähler Manifold" Taika Okuda, Akifumi Sako, Journal of Geometry and Symmetry in Physics, 64 (2022)pp39-49
5. "生徒の深い学びを目指した現物実験を行う定積分の教材の開発と実践による評価" 佐古 彰史, 小此木 千鶴, 郷原 惇平, 東京理科大学教職教育研究, 8 号 (2023) pp23-32
6. "Category of quantizations and inverse problem" Akifumi Sako, NUCLEAR PHYSICS B, 989-116146, pp1-38

② 広報

1. 佐古彰史, 東京出版・大学への数学 4月号 26-29「インタビュー・私の軌跡 佐古彰史 究極を求め, 物理と数学を旅する (前編)」
2. 佐古彰史, 東京出版・大学への数学 5月号 36-39「インタビュー・私の軌跡 佐古彰史 究極を求め, 物理と数学を旅する (後編)」

佐藤 隆夫【理学部第二部数学科 教授】

① 著書

1. 群のコホモロジー, 佐藤隆夫, 大学数学スポットライト・シリーズ第10巻, 近代科学社, 総181ページ, 2022

下川 朝有【理学部第二部数学科 講師】

① 学術論文

1. Real-world data analysis of pembrolizumab monotherapy for non-small cell lung cancer utilizing Japanese post-marketing all-case surveillance data, Hideki Terai, Kenzo Soejima, Asanao Shimokawa, 他47名, JTO Clinical and Research Reports, 3巻(11), 2022 (査読有)

② 著書

1. 世界標準MIT教科書 データアナリティクスのための機械学習入門, John D. Kelleher (著), Brian Mac Namee (著), Aoife D'Arcy (著), 宮岡 悦良 (訳), 下川 朝有 (訳), 黒澤 匠雅 (訳), 近代科学社, 472ページ, 2022.
2. 機械学習, 周 志华 (著), 大和田 勇人 (訳), 玄 光男 (訳), 下川 朝有 (訳), 郝 新厂 (訳), 張 聞強 (訳), 近代科学社, 456ページ, 2022.

山口 順之【工学部電気工学科 准教授】

① 学術論文

1. Fuyuki Sato, Nobuyuki Yamaguchi, "Power disaggregation in commercial buildings considering unmonitored facilities and multiple routines," ENERGY AND BUILDINGS, Vol. 255, 111606, DOI: 10.1016/j.enbuild.2021.111606 (2022) (査読有)
2. 湯浅 一弘・木下 創太・山口 順之・佐藤 冬樹, 大谷 晋一郎:「人員出社必要度を考慮したオフィスビルマネジメントの合理化」, 電気学会論文誌 D, 142巻12号, DOI: 10.1541/ieejias.142.879 (2022) (査読有)
3. 佐藤 冬樹・山口 順之:「設備運転状態と在室人数を考慮したビルの非日常電力需要の積み上げ推計」, 電気学会論文誌 D, 142巻12号, DOI: 10.1541/ieejias.142.907(2022) (査読有)
4. 神保 玲奈・山口 順之・真鍋 勇介:「アンモニアの国内製造割合を考慮した発電機起動停止計画モデルの検討」, 電気学会論文誌 B, 143巻2号, DOI: 10.1541/ieejias.143.205 (2023) (査読有)
5. 木下 創太・山口 順之・木村 雄太・佐藤 冬樹・大谷 晋一郎:「曇み込み積分による創畜エネルギー設備を有するビルの平常時・災害時コストの高速計算」, 電気学会論文誌 D, 143巻3号, DOI: 10.1541/ieejias.143.205 (2022) (査読有)

② 国際会議

1. Kodai Kushino, Nobuyuki Yamaguchi, “Designing Distributed Transaction System of Surplus PV Output with Congestion Management using Off-chain and Penalty Token Standard,” CIGRE 2022 Kyoto Symposium, Kyoto, Apr., 2022. (査読有)
2. Yudai Kawasaki, Nobuyuki Yamaguchi, “Unit Commitment with Network Topology Optimization Considering Flexibility,” The Proceedings of IEEE International Conference on Power Systems Technology 2022 (POWERCON 2022), DOI: 10.1109/POWERCON53406.2022.9929680, Kuala Lumpur, Sep., 2022. (査読有)
3. Ryo Yamashita, Nobuyuki Yamaguchi, Taisuke Masuta, Yusuke Manabe, “Analysis of Fast Method of Electricity Prices in Scenarios of High Penetration of Renewable Energy Resources,” The Proceedings of IEEE International Conference on Power Systems Technology 2022 (POWERCON 2022), DOI: 10.1109/POWERCON53406.2022.9929685, Kuala Lumpur, Sep., 2022. (査読有)
4. Fuyuki Sato, Nobuyuki Yamaguchi, “Power Disaggregation Considering Seasonality of Unmonitored Building Facilities,” IEEE International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology (GECOST 2022), Miri (Online), Oct., 2022. (査読有)
5. Tsubasa Nagae, Taisuke Masuta, Yusuke Manabe, Nobuyuki Yamaguchi, “Daily Generation Schedule Estimation for the Entire Power System Considering Japanese Electricity Markets,” The Proceedings of 11th International Conference on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT-Asia 2022), Singapore, Nov., 2022. (査読有)
6. Rena Jimbo, Nobuyuki Yamaguchi, Yusuke Manabe, “Expanded Hydrogen and Ammonia Power Generation for Hydrogen Storage with Unit Commitment,” The 4th IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC 2022), Perth, Dec., 2022. (査読有)

③ 受賞

1. 電気学会 2022 (令和 4) 年 電力・エネルギー部門大会 YOC 奨励賞, 受賞者 神保 玲奈, 「アンモニアの国内製造割合を考慮した発電機起動停止計画モデルの検討」(著者: 神保 玲奈, 山口 順之, 真鍋 勇介)
 2. 電気学会 2022 (令和 4) 年 電力・エネルギー部門大会 YOC 奨励賞, 受賞者 茶木原 滉平, 「スポット市場におけるブロック入札を考慮したマルチエージェントシミュレーションモデルの基礎検討」(著者: 茶木原 滉平, 山口 順之)
 3. IEEE iSPEC best student paper award, Presented by Rena Jimbo, “Expanded Hydrogen and Ammonia Power Generation for Hydrogen Storage with Unit Commitment,” Authored by Rena Jimbo, Nobuyuki Yamaguchi and Yusuke Manabe.
 4. 電気学会 電力系統技術委員会 奨励賞, 受賞者 山下 諒, 「発電機起動停止計画問題における LP 緩和を用いたスポット電力価格の精度評価」(著者: 山下 諒, 山口 順之, 益田 泰輔, 真鍋 勇介)
-

赤倉 貴子【工学部情報工学科 教授】

① 学術論文

1. DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR LEARNING PATENT ACT TEXTS WHILE DRAWING THE MODIFICATION STRUCTURE BETWEEN CLAUSES OF THE TEXTS, T.Akakura, T.Kano, Proceedings of 17th International Technology, Education and Development Conference, pp.7777-7786, 2023 (査読有)
2. プログラムトレース課題の新規導入容易な学習支援システムの開発, 立岩佑一郎, 茂木誠拓, 東本崇仁, 赤倉貴子, 情報処理学会研究報告, 2023-CLE-39, No.7, pp.1-7, 2023 (査読無)
3. 学習スタイルが「言語的」である学生の日本語読み特性に適応した特許法条文学習システムの試作, 赤倉貴子, 加納徹, 子情報通信学会技術研究報告, Vol.122, No.348, pp.29-34, 2023 (査読無)
4. オンライン教育環境における顔画像と筆記情報を用いたマルチモーダル疲労測定手法の提案, 川又泰介, 赤倉貴子, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J106-D, No.2, pp.156-160, 2023 (査読有)
5. 知財ハイフレックス講義における学生の学習スタイルと学習支援システム利用の関係, 赤倉貴子, 加納徹, 工学教育, Vol.70, No.4, pp.142-148, 2022 (査読有)
6. Writer Alternation Detection for Online Exam by Exponential Moving PCA, Taisuke Kawamata, Takako Akakura, Proceedings of 2022 IEEE 11th Global Conference on Consumer Electronics, pp.156-157, 2022 (査読有)
7. Application and Improvement of VR Content Creation Support System in Classes, Riku Koyama, Terihiko Unoki, Toru Kano, Takako Akakura, Lecture Notes in Computer Science (Springer), 13306, pp.267-279, 2022 (査読有)
8. Visualization of Judicial Precedents on Power Harassment Issues Using Relationship Chart, Soichiro Tanaka, Toru Kano, Takako Akakura, Lecture Notes in Computer Science (Springer), 13305, pp.421-434, 2022 (査読有)
9. Gaze Analysis and Modeling of Cognitive Process During Debugging for Novice Programmers' Learning, Kohei Yoshimori, Toru Kano, Takako Akakura, Lecture Notes in Computer Science (Springer), 13305, pp.528-537, 2022 (査読有)
10. ハンドサインによる 3D オブジェクトの操作が可能な VR 授業コンテンツ作成支援システムの開発, 小山陸, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.122, No.241, pp.1-4, 2022 (査読無)
11. VR 化学実験環境での GUI による危険の学習及び協働学習を促進するシステムの評価, 藤原尚志, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.122, No.241, pp.5-10, 2022 (査読無)
12. プログラミングデバッグ学習支援を目的とした動的視線フィードバックの提案, 吉森航平, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.122, No.241, pp.19-24, 2022 (査読無)
13. 特許侵害訴訟判例文の読解支援のための時系列情報の自動抽出, 田中奏一郎, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.122, No.241, pp.35-38, 2022 (査読無)

-
14. 知的財産法学習支援システムのための命題論理式生成手法の提案, 富田晟央, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.122, No.191, pp.48-51, 2022 (査読無)

② 学会発表

1. 歯列と治療器具の同時トラッキングを用いた拡張現実型歯科インプラント治療支援システムの提案, 小林拓磨, 加納徹, 竹林晃, 山本裕明, 赤倉貴子, 令和5年電気学会全国大会講演論文集, No.3, p.107, 2023
 2. 特許侵害訴訟判例文の連体詞を考慮した時系列情報の抽出, 田中奏一郎, 加納徹, 赤倉貴子, 日本教育工学会 2023 年春季全国大会 (第 42 回大会) 講演論文集, pp.351-352, 2023
 3. 音声回答による話者照合を用いたオンライン試験における受験者認証, 服部翼, 加納徹, 川又泰介, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会講演論文集情報システム 1, p.121, 2023
 4. 筆記解答式 Web テストにおける T2 を用いた筆者交代の逐次検出, 川又泰介, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会講演論文集情報システム 1, p.120, 2023
 5. e-Testing における連続した文字による筆記認証法の提案, 辰川力駆, 加納徹, 川又泰介, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, p.34, 2023
 6. 細胞培養操作における培地交換の VR システム化, 中島彰彦, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, p.94, 2023
 7. VR グローブを用いた細胞培養における熟達者と非熟達者の手指動作の比較分析, 長田慧, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, p.137, 2023
 8. 熟達者の視線パターンを動的フィードバックするデバッグ学習支援システムの提案, 吉森航平, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, p.138, 2023
 9. VR 機器を用いた協働型化学実験環境に存在する課題を解決するための GUI に着目した手法の評価, 藤原尚志, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, p.139, 2023
 10. 教師が容易に VR 授業コンテンツを作成できる支援システムの開発, 小山陸, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, p.140, 2023
 11. e テスティングにおける学習者の視線移動特徴を用いた本人認証手法の開発と評価, 徳永達, 加納徹, 赤倉貴子, 電子情報通信学会 2023 年総合大会ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, p.141, 2023 (優秀ポスター賞受賞)
 12. 特許権侵害訴訟の判例を対象とした読解支援手法の提案, 田中奏一郎, 加納徹, 赤倉貴子, 日本教育工学会 2022 年秋季全国大会 (第 41 回大会) 講演論文集, pp.53-54, 2022
-

③ 著書

1. 『教育実践ライブラリ』購読者配信コンテンツ「管理職試験（論文）直前対策講座」,
赤倉貴子, ぎょうせい, 2022

④ 広報

1. 赤倉貴子, ウェブ適性検査での不正監視技術について, 日本経済新聞 (2022年11月23日)、読売新聞 (2022年12月6日朝刊)

⑤ 受賞

1. 徳永達, (加納徹, 赤倉貴子), 優秀ポスター賞, 電子情報通信学会 2023年総合大会
ジュニア&学生ポスターセッション, 2023年

馬場 蔵人【理工学部数学科 准教授】

① 学術論文

1. Calabi-Yau structure and Bargmann type transformation on the Cayley projective plane, Kurando BABA, Kenro FURUTAN, J. Math. Soc. Japan 74 (4): 1107-1168 (October, 2022)

② 学会発表

1. コンパクト対称対の標準形と二重佐武図形, 馬場蔵人, 井川治, 日本数学科 2022年度幾何学分科会, 北海道大学, 2022年9月13日

③ その他

1. Revisiting Atiyah-Hitchin manifold in the generalized Legendre transform, Masato Arai, Kurando Baba, Radu A. Ionas, arXiv:2206.02420
2. Double Satake diagrams and canonical forms in compact symmetric triads, Kurando Baba, Osamu Ikawa, arXiv:2205.08410

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 学会発表

1. 日本理科教育学会
佐藤陽子・太田尚孝
マイクロスケール法による小麦グルテンの抽出と調理 -強力粉の廃棄率がゼロの生麩団子・浮き粉団子・とろみあん作り-
日本理科教育学会第72回全国大会
2022年
-

-
2. 日本ベジタリアン学会
佐藤陽子・太田尚孝
遠隔指導が可能なマイクロスケール実験 - 色の異なる野菜の廃棄部位からのデンプンの抽出 -
日本ベジタリアン学会第 22 回大会
2022 年
 3. 日本化学会
佐藤陽子・太田尚孝
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-
日本化学会第 103 春季年会
2023 年

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. "Mamonoviridae", a proposed new family of the phylum Nucleocytoviricota. Ruixuan Zhang, **Masaharu Takemura**, Kazuyoshi Murata, Hiroyuki Ogata. Arch. Virol. in press.
2. Particle morphology of medusavirus inside and outside the cells reveals a new maturation process of giant viruses. Ryoto Watanabe, Chihong Song, Yoko Kayama, **Masaharu Takemura**, Kazuyoshi Murata. J. Virol. 96, e01853-21, 2022.
3. 2-Dimensional Genetic Algorithm Exhibited an Essentiality of Gene Interaction for Evolution. Motohiro Akashi, Ichiro Fujihara, **Masaharu Takemura**, Mitsuru Furusawa. J. Theor. Biol. 538, 111044, 2022.
4. Genome sequence of new Candidatus Phylum Dependientiae isolate from Chiba, Japan. **Masaharu Takemura**. Microbiol. Resources Announc. 11, e01123-21, 2022.
5. 巨大ウイルスの一種メドゥーサウイルス～そのゲノムならびに粒子構造に関する特殊性～. **武村政春**, 深谷将, 緒方博之, 村田和義. 化学と生物 60(6), 290-294, 2022.

② 著書

1. ニュートン式超図解・最強に面白い!!理科. **武村政春**, 今井泉, 和田純夫, 縣秀彦 (監). ニュートンプレス, 2022.
2. ウイルスの進化史を考える～「巨大ウイルス」研究者がエヴィデンスを基に妄想ばなしを語ってみた～. **武村政春**. 技術評論社, 2022.

③ 招待講演

1. **武村政春**. ムームーウイルスと宿主アメーバの不思議な関係. 第 5 回 ExCELLS (自然科学研究機構生命創成探究センター) シンポジウム, オンライン, 2022.12.12.

④ その他

1. (雑誌取材) 市民訪問・野田で新種のバクテリアを発見 世界で4例目(日本初)の分離に成功. のだ市報 22年10月1日号.
2. (TV出演) NHK BS プレミアム「コズミックフロント」(ウイルスプラネット). 2022.7.21.
3. (TV番組監修) 地球ドラマチック「生き物の進化を活用せよ～夢の医療への最前線」 2022.6.25.

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. 利根運河主要地点における水質の分布－異なる水文条件下での比較－, 関陽児, 東京理科大学教養教育研究院紀要, 1,35-51,2023 (査読有)
2. 卓上型流動床発生装置の製作と地学教育への展開可能性, 関陽児, 東京理科大学教職教育研究, 8, 47-54

② 招待講演

1. 「リバーサイエンス」遊び, 関陽児, つくばサイエンスエッジ・サイエンスワークショップ, つくば, 2022年3月27日

③ 広報

1. 関陽児, 東京理科大学オープンカレッジ「鉱物標本セットをつくろう」, 2022
2. 関陽児, 東京理科大学オープンカレッジ「岩石標本セットをつくろう」, 2022
3. 関陽児, 東京理科大学オープンカレッジ「地層のカプセル標本をつくろう」, 2022
4. 関陽児, 東京理科大学オープンカレッジ「鉱物標本セットをつくろう」, 2022
5. 関陽児, 東京理科大学オープンカレッジ「偏光観察鏡をつくろう」, 2022
6. 関陽児, 奇石博物館ミュージアムサイエンスカフェ「おとなの地学講座」, 2022
7. 野田市立小中学校での出前授業開催 (合計6回)

興治 文子【教育支援機構教職教育センター 教授】

① 論文

1. 流体応力・波動・熱概念の能動的深い探究－学制150年の実相・教訓・再創成による－, 小林昭三, 興治文子, 2022PCカンファレンス論文集, 103-106, (2022) (査読無).
2. 小学校でのピア・インストラクション型授業における概念変容を引き起こす子どもの発話についての研究, 林康成, 興治文子, 臨床教科教育学研究, 掲載予定, (2023) (査読有).

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. 日本物理教育学会 理事
5. 日本物理学会「大学の物理教育」編集委員
6. 日本物理学会 代議員
7. 千葉県児童生徒・教職員科学作品展 審査委員
8. 東京理科大学学生協 理事長
9. 新潟県の高校教員研修, 2022年9月1日
10. 出張授業
吉見町立西小学校 2022年9月7日, 9月9日, 5～6年生対象, 50名
筑波大学附属聴覚特別支援学校高等部 2022年11月30日, 1～3年生対象, 22名

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. 他者のノートテイキング状況の可視化が授業中の相互作用に与える影響, 近藤孝樹, 横山喬一, 御園真史, 稲葉利江子, 渡辺雄貴, 日本教育工学会論文誌, 47巻1号, pp13-25, 2022 (査読有)
2. An Analysis About Factors for Enhancing, Decreasing, and Retarding Learning Experience Level in Higher Education, Hisaki Kawamoto, Yoshikazu Ishibashi, Yuki Watanabe, Information and Technology in Education and Learning, 2: 1, pp1-14 (査読有)

② 国際会議

1. Necessary Requirements of UDL Support Functions for a Lesson Designing Map Drawing Support System, Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2023, pp728-731 (査読有)
2. The Impact of Visualizing Learning Behavior on Learning Strategy Use in Class, Takaki Kondo, Kyoichi Yokoyama, Tadashi Misono, Rieko Inaba, Yuki Watanabe, 45th Annual AECT Proceedings, pp190-199, 2022 (査読有)
3. The Effectiveness of Engineering Design Based Instruction on ProblemSolving Actions in High School Information Class, Koki Tamaki, Yuki Watanabe, 45th Annual AECT Proceedings, pp307-3014, 2022
4. Impacts of Learning Instructional Design for Pre-service Teacher Education, Kento Nakamura, Tadashi Misono, Yuki Watanabe, 45th Annual AECT Proceedings, pp242-249. 2022

大浦 弘樹【教育支援機構教職教育センター 准教授】

① 学会発表

1. 大浦 弘樹, 吉川 遼, 光永 文彦, 伏木田 稚子, 加藤 浩 (2023) HyFlex オーケストレーションを支援する学習環境の構築. 日本教育工学会 2023 年春季全国大会講演論文集, 255-256 : 東京学芸大学.
2. 吉川 遼, 大浦 弘樹, 光永 文彦, 伏木田 稚子, 加藤 浩 (2023) HyFlex 型授業におけるグループワークの状況把握を目的としたダッシュボードの開発. 日本教育工学会 2023 年春季全国大会講演論文集, 555-556 : 東京学芸大学.
3. 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」の教材開発とその実践. 第 20 回統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ : 統計数理研究所.
4. 光永 文彦, 大浦 弘樹, 吉川 遼, 伏木田 稚子 (2022) 生徒がデータの分析を通して感得する統計学習が可能なゲーム教材の開発と授業実践. 2022 年度日本科学教育学会 第 4 回研究会 : 明治学院大学.
5. 大浦 弘樹, 吉川 遼, 光永 文彦, 伏木田 稚子, 加藤 浩 (2022) ハイブリッド型授業におけるグループワークの状況把握に資するデータの可視化要素と指標の設計. 日本教育工学会 2022 年秋季全国大会講演論文集, 439-440 : カルッツかわさき / オンライン.
6. 光永 文彦, 大浦 弘樹, 吉川 遼, 伏木田 稚子 (2022) 生徒がデータの分析を通して感得する統計学習が可能なゲーム教材の設計と開発. 日本教育工学会 2022 年秋季全国大会講演論文集, 371-372 : カルッツかわさき / オンライン.
7. 伏木田 稚子, 大浦 弘樹, 光永 文彦, 吉川 遼, 加藤 浩 (2022) 学部生向け同期型オンライン授業の問題認識と学習活動との関係. 日本教育工学会 2022 年秋季全国大会講演論文集, 319-320 : カルッツかわさき / オンライン.
8. 光永 文彦, 大浦 弘樹, 吉川 遼, 伏木田 稚子 (2022) 「仮説検定の考え方」を感得するゲーム教材の開発と実践. 日本数学教育学会 第 104 回全国算数・数学教育研究 (島根) 大会 : オンライン
9. 光永 文彦, 大浦 弘樹, 吉川 遼, 伏木田 稚子 (2022) カリキュラム・マネジメントによる情報 I 「データの活用」の教材開発と授業実践—地域課題と連動した「データの分析」と選挙における「統計的な推測—. 日本情報科教育学会第 15 回全国大会 : 大阪学院大学

ほか

矢部 博【データサイエンスセンター 教授】

① 学術論文

Yasushi Narushima, Shummin Nakayama, Masashi Takemura and Hiroshi Yabe, Memoryless quasi-Newton methods based on the spectral-scaling Broyden family for

Riemannian optimization, Journal of Optimization Theory and Applications, Published online: 22 March 2023. (doi: 10.1007/s10957-023-02183-7) (査読有)

Hiroshi Yabe and Hiroshi Yamashita,

Convergence to a second-order critical point by a trust-region SQP method with a nonsmooth merit function,

統計数理研究所共同研究レポート 461「最適化:モデリングとアルゴリズム 34」, pp. 103-117, 2023年3月 (査読無)

② 著書

1. 共通テスト必出 数学公式 200 (五訂版)、辻良平、矢部博、大学 JUKEN 新書、旺文社、2023年2月.

③ 講演

1. 非線形最適化問題に対する 2 次の最適性を与える信頼領域逐次 2 次計画法、矢部博、山下浩、日本応用数理学会、北海道大学、2022年9月。(オンライン開催)
2. 東京理科大学のデータサイエンス教育の取り組み、矢部博、東京理科大学データサイエンスセンター × SAS Institute Japan 株式会社 合同シンポジウム、東京理科大学神楽坂校舎、2022年12月。(ハイブリッド)

④ 広報

1. 矢部博インタビュー記事、データサイエンス学部開設相次ぐ、日本教育新聞、2022年8月1日

高橋 真理子【教育支援機構理数教育研究センター アドバイザー】

① 講演等

1. 「日本の医学研究力のこれまでとこれから」高橋真理子 日本医学会シンポジウム「危機にある日本の医学研究と将来展望」 日本医師会講堂で 2022年7月23日に収録、オンライン配信のみ
2. 日本学術会議主催学術フォーラム「国際基礎科学年～持続可能な世界のために」総合討論Ⅱモデレーター 日本学術会議講堂 2022年7月29日 オンライン同時配信あり
3. 「マスクをめぐる言説を振り返る」高橋真理子 食の信頼向上をめざす会講演会「マスクの科学と心理学」 2022年8月22日 オンライン配信のみ
4. 公開シンポジウム「神経科学領域の倫理的課題」総合討論パネリスト 日本学術会議基礎医学委員会神経科学分科会・同臨床医学委員会脳とこころ分科会・同委員会再生医療分科会主催、日本脳科学関連学会連合講演、オンライン配信のみ、2022年8月27日

② 執筆記事

1. 「マネジメントスクエア」誌のコラム「科学技術の『いま』を読み解く」連載
「東京栄養サミット 2021 で残念に思ったこと」(4月号)
「野生動物を『管理』する時代の自治体の役割」(5月号)
「アーキアが巻き起こした大どんでん返し」(6月号)
「走行中の EV に道路から給電する実験に山梨県が着手」(8月号) 7月号は休載。
「我々はいつ人類をやめるのか」(9月号)
『「持続可能な発展のための国際基礎科学年」で考える国際情勢」(10月号)
「鮮明な画像が続々、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のすごさ」(11月号)
「草の根国際協力で日本の空に復活したシジュウカラガン」(12月号)
「国際数学オリンピック、2023 年は千葉で開催」(1月号)
2. ENERGY for the FUTURE 誌で鈴木篤之・元原子力安全委員長のインタビュー連載
「福島第一原子力発電所事故の原因とその後」(2022 no.1)
「原子力の安全行政と日本社会」(2022 no.2)
「ウクライナ危機と原子力」(2022 no.3)
「高速増殖炉『もんじゅ』の廃炉…総責任者としての思い…」(2022 no.4)
3. 朝日新聞のウェブ言論サイト「論座」掲載記事
「ウクライナ侵攻を見て日本が考えるべきこと」(2022 年 4 月 28 日)
「科学振興のための草の根組織がついに日本でも誕生」(2022 年 6 月 28 日)
「今年のノーベル化学賞の新たな推しは『クオラムセンシング』」(2022 年 10 月 1 日)
4. 新潮社『波』掲載
書評 更科功『ヒトはなぜ死ぬ運命にあるのか 生物の死 4つの仮説』
「人はずーっと『なぜ死ぬのか』を考えてきた」高橋真理子 2022 年 4 月

③ 社会活動

1. 文部科学省・脳科学作業部会委員 (2021 年 12 月 10 日～)
2. 文部科学省・第 11 期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会委員 (2021 年 4 月～)
3. 令和 5 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰委員
4. 日立財団評議員 (2021 年 11 月～)
5. 自然科学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ーボード委員
7. 公益財団法人仁科記念財団評議員
8. 日本科学技術ジャーナリスト会議 (JASTJ) 副会長
9. JASTJ 第 20 期ジャーナリスト塾長 (2022 年 9 月～2023 年 3 月)
10. 第 64 回科学技術映像祭審査委員
11. ミレニアム・サイエンス・フォーラム運営委員

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. 科学コミュニケーションワークショップ「暮らしの中の科学：食品の無添加表示をめぐる～いま起きている社会の動きを「自分ごと」として考えよう」全 3 回 秋学期
-

-
3. TUS フォーラム「大学がつくる未来～研究成果を社会に活かす～」の座談会ファシリテーター 2022年12月9日
 4. 数学体験館 HP の改修 2022年春
 5. 理数教育フォーラム第38号に寄稿「理数教育研究センターアドバイザーとして記者時代の多様な経験を若者のパワーアップに活かしたい」
 6. 理数教育フォーラム第40号に寄稿「食品の無添加表示をめぐって体験を披露し合い、活発に議論 全3回の科学コミュニケーションワークショップ開催」

8. 理数教育研究センター客員教員による研究紹介

8-1. 2022 年度の研究活動報告

松永 清子

2022 年度の主な活動は、前年度の夏から始めていた秋山仁教授との共著「Treks into Intuitive Geometry」(Springer NY より 2015 年末に出版) の第 2 版に向けた改訂・執筆です。当書の第 1 版は、離散幾何学における 20 年近くに亘る秋山教授の研究結果を各章のテーマにした全 16 章から構成されていました。各章とも、主たる定理とその証明をハイライトにしつつ、そこに到るまでのアイディアや発想、探究の過程を、師弟の対話形式でつまびらかにしていく数学書です。

2020 年末に Springer 社より 2 版への改訂の意向伺いがあり、改訂版出版に際しても、第 1 版の時と同様に、複数の Referee の審査が入り、それが通れば出版になるということでした。

改訂のため新たに加筆もしくは書き直す章は、第 1 版の旧 2 章 Tile-maker Theorem と旧 4 章 Reversible Figures で、さらにそれらに加えて、2 章 Tile-maker の改訂で新たにメビウスの帯やトーラス等を登場させることになったので、それに関連する Conjoined-Möbius や Square-frame-puzzle の発展形に関する章を新設することになりました。

- * 旧 2 章を改訂した新 2 章 Tile-maker Theorem では、この 5 年間の間にメイン定理の証明を簡潔なものに refine することに成功していたので、その新たな証明に書き直すことにしました。また、Polyhedra 及び dihedra に関する Tile-maker Theorem の結果を、Stefan Langerman 教授らが閉曲面に拡張することに成功していたので、それらについても新たに詳しく解説を加えました。
- * 旧 4 章 Reversible Figures に関しては、この 5 年間で大幅な研究の進展があり、新 5 章、新 6 章と 2 つの章に分けて新たに書き下ろすことになりました。第 1 版では主に、“封筒マジック”と“Dudeney の Haberdasher’s puzzle と同じタイプの、ヒンジを成す 4 点がつくる平行四辺形を図形内に内包する変身図形のペア”をとりあげ、それらが Conway criterion をみたす図形のペアであることを紹介し、さらに、Conway tiles を多角形に限定したときにどのような変身が成り立つのかということあたりまでを紹介する内容でした。それに対し、今回の第 2 版では、Dudeney の Haberdasher’s puzzle タイプの変身（以下 Dudeney 変身とします）の関係にある図形のペアの集合がどのようなものであるのか、その正体（すなわち、その必要十分条件）を明らかにするところまでを詳細し、かつ「旧 2 章の Tile-maker Theorem と旧 4 章 Reversible Figures が地下水脈でどのようなつながりを持っているのか」、「Dudeney 変身のペアを見つけるための手法として知られていた“Super imposition method”で求められる変身図形のペアはどのような集合なのか」、また、「Conway criterion をみたす図形の正体がどのような図形であるのか」、さらには、「世界各地で民間工芸伝承としても知られていた“細長い平行四辺形状の帯を長方形二面体状に折る 2 種類の折り方”がどのような幾何学的な性質を持つものなのか」等の内容を解説し、Tile-maker、変身図形、Folding の理論を合体させた内容となりました。

* 新設した章(新3章)では、2章の Stefan Langerman 教授らの閉曲面に関する結果の中で、トーラスやメビウスの帯に関する内容が出てくることから、それらにつながる形で、メビウスの帯やトーラスの話題を展開していくことにしました。そして、長年、秋山教授が講演や啓発書等も紹介してきていた2つのトピック;「十文字テープの2方向の帯それぞれをメビウスの帯状に接着して2等分したときに、絡んだ2つのハートが現われるか、または、バラバラの2つのハートになるか、帯のひねり方によって2つの結果に分かれる…という“メビウス恋占い”と「十文字テープの2方向の帯それぞれをひねりのない輪状に接着して2等分すると、正方形のフレーム状の形になる…という有名な square-frame puzzle」を出発点に、2本のテープを貼り合わせた十文字テープではなく、それを n 本のテープを中心に貼り合わせたものから同様の問題を考え、その結果までを紹介する章としました。

テープの本数を4本にしたときの4つのメビウスの帯の2等分を考える際に、4本のテープをメビウスの帯にしていく順番をあれこれ変えて2等分してみると、前表のような様々な結果になります。「メビウスの恋占い(すなわち、 $n=2$ の場合)」の自然な流れから、一般の n に拡張した問題に関しての一番の関心は、“ n 本のテープをランダムな順番にメビウスの帯にしていき、それを2等分したときに、どんな法則に従ってどの輪とどの輪が絡んだり離れたりするのか”です。輪が絡むか否かを証明するために使える手法として知られているのは「2つの輪を平らにして重ねるか、あるいは、それらの射影を考えたときの2つの輪の Linking number を求めること」ぐらいしかないので、力を注ぐべき点は証明そのものというよりも、前表のような“ハートが絡んだり絡んでいなかったりする一見ランダムな結果に、どんな法則があるのか、それを突き止めること”にありました。他章と異なり、2版の本の原稿を書く段階で、まだこの法則は明らかになっていなかったため、それを解明し証明したのが2021年の12月初頭でした。

square-frame puzzle の拡張に関しては、どうやら「 n 本のテープから n 本の輪をつくらせて2等分した結果が、1本のテープを $n-1$ 回ひねって2等分した結果に等しい」という見当がついたのが、やはり2021年の12月初頭で、その証明を完成させたのが、2022年の1月末でした。2月の初旬には原稿をすべて完成させて全内容を出版社に送り、レフリーに審査していただく形となりました。7月の初めにレフリーレポートが届き、3名のレフリーから温かく励まされるポジティブなコメントをいただき、そこから秋まで英文の細かい所のブラッシュアップ、閉曲面からつくるタイル、非凸多面体からつくる変身ペアー図形、“Haberdasher’s puzzle の問題を Erik Demaine et.al が求めた求めた方法に従ってヒンジ分解させた場合”等の複雑な図の改良に取り組み、秋に最終稿を出版社に再提出し、現段階では2023年春に出版される予定です。

最後に、メビウスの恋占い、square-frame puzzle についてですが、Ateneo de Manila University の Mari-Jo Ruize 先生と秋山先生の著書「A Day’s Adventure in Math Wonderland」でそれらが紹介された際に、後者を知っている人は結構いましたが、前者を知っていた人は少なく、Mari-Jo 先生のところにも世界の各地から問い合わせがあったという話を聞きました。「十文字のテープの2本の帯をひねる向きによって、2つの輪が絡んだりバラバラになったりするということはザックリわかるのだけれど、講義等で学生たちに自由につくらせ、それを2等分する前の Conjoined-Möbius の形状を見ただけで、それを2等分した結果がどうなるのかズバリ言い当てることは中々至難の技

Results of experiment on bisecting 4-flowers

Labeled 4-star	Gluing order						
	0→1→2→3 1→2→3→0 2→3→0→1 3→0→1→2	0→1→3→2 1→3→2→0 3→2→0→1 2→0→1→3	0→2→1→3 2→1→3→0 1→3→0→2 3→0→2→1	0→2→3→1 2→3→1→0 3→1→0→2 1→0→2→3	0→3→1→2 3→1→2→0 1→2→0→3 2→0→3→1	0→3→2→1 3→2→1→0 2→1→0→3 1→0→3→2	
(a) 		Every pair of the 3 loops is interlocked.	Every pair of the 3 loops is interlocked.	Every pair of the 3 loops is interlocked.	Every pair of the 3 loops is interlocked.	Every pair of the 3 loops is interlocked.	
(b) 		Every pair of the 3 loops is interlocked.	Every pair of the 3 loops is interlocked.	Every pair of the 3 loops is interlocked.	Every pair of the 3 loops is interlocked.	Each loop is interlocked with just two others.	
(c)-1 		Pink and orange are interlocked. Every pair of all except pink is interlocked.			Orange and pink are interlocked. Every pair of all except orange is interlocked.		
(d)-1 		Green and orange are interlocked. Orange and green are interlocked. Every pair of all except green is interlocked.	Orange and green are interlocked. Every pair of all except orange is interlocked.				
(e)-1 		All pairs except a pair of pink & green are interlocked.		Orange and purple are interlocked.			
(f)-1 		Purple, green and pink interlock with orange, but not with each other.	Pink, orange and purple interlock with green, but not with each other.	Green, orange and pink interlock with purple, but not with each other.	Purple, orange and green interlock with pink, but not with each other.		

(表の説明) 左コラムのように着色された4本の長方形テープ0,1,2,3を中央で接着した”4-star”を、各テープのひねりの向きを α 又は β 方向に指定したうえで、票の右コラムのように(例えば、 $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ なら、最初にテープ0をメビウスの帯にし、次にテープ1を、更にテープ2を、最後にテープ3を)順番にメビウスの帯にしたうえで、各メビウスを2等分したときに現れる形状を、この表は示しています。

で、なんとか簡単にわかる方法はないか」という話が両先生の間で持ち上がったそうでした。それを受けて、秋山先生、数学体験館の山口康之テクニカルディレクターらと探求し、一番手軽でわかりやすい識別法として見つけたのが、各メビウスの輪を三角形状につぶしてみる“ Δ ・チェック”という方法でした。この方法を Mari-Jo 先生も大変気に入ってくださったと聞いたのがつい昨日のことのようです。長年様々な形で御指導や励ましをいただいた Mari-Jo 先生の突然の訃報が年末に届きました。個人的なことながら、この場を借りて、感謝と哀悼の意を捧げさせていただきます。

はじめに 天体力学の一分野である N 体問題の直線解において, 独自の問題, $k+l$ -Moulton Configuration を考案し, その研究に励んで8年ほどが経つだろうか. 民間企業で働きながらとはいえ, 現在もその解決への途上にいる. 2年前にも本誌に $k+l$ -Moulton Configuration について書かせていただいたが, その後の進展を中心に今までにわかったことをここにまとめてみたい.

1 研究分野の概要と研究主題

1.1 天体力学

天体力学とは, 太陽や月や星ぼしなどの運動を力学的にとらえ, それぞれの天体の軌道その他を研究する学問である. その始まりはニュートン (Isaac Newton, 1642-1727) が発見した万有引力の法則だが, これは, すべてのものが互いに引き合う力を持っていてその力の大きさは質量に比例し互いの距離の2乗に反比例するというものだ. これを数式に表すと,

$$F = G \frac{m}{r^2} \quad (F: \text{万有引力}, G: \text{引力定数}, m: \text{物体の質量}, r: \text{物体同士の距離})$$

である.

1.2 N 体問題

N 体問題の N は, 2以上の自然数をさす. 地球は太陽の周りを1年かけて1周する. 月はおよそ27.3日かけて地球を公転する. このような2つの天体の関係を調べることが2体問題である. 2体問題に関する3つの法則を導いたケプラー (Johannes Kepler, 1571-1630) の名前をとって, ケプラー問題ともいう. 1710年, ヨハン・ベルヌーイ (1667-1748) が2体問題に厳密な解を与えた¹. 上の等式から, 天体の軌道を数式で表すことに成功したのだ².

2天体に1つ増やすと3体問題となる. 例えば月と太陽と地球だ. これは, 数学者の難問であった. 2体であれば等式は2つだが, 3体になるとそれぞれに3つの項を持った等式が3本できる. これを使って各天体の軌道を導き出すことに, 多くの学者が挑戦したことだろう. しかし, これを解析的に記述するのは不可能であることを, ブルンス (Ernst Heinrich Bruns, 1848-1919) が証明 (1887) し, のちにこの証明の誤りをポアンカレ (Jules-Henri Poincare, 1854-1912) が補完した (1896).

解析的には解けないものの, 条件を絞って未知数の数を減らすことでこれまでいくつかの解が求められている. このようなものを特殊解と呼ぶが, その一つがオイラー (Leonhard Euler, 1707-1783) の導いた直線解 (1767), また別の一つがラグランジュ (Joseph Louis Comte Lagrange, 1736-1813) の解いた正三角形解 (1772) である. 直線解は3つの天体が一本の直線上に並んだ状態で運動を続

¹浅田秀樹著『三体問題 天才たちを悩ませた400年の未解決問題』講談社 (2021) 参照

²軌道の計算については齋藤利弥著『解析力学講義』日本評論社 (1991) に詳しい

けるもの、正三角形解は正三角形の頂点に3体が位置し、その形を崩すことなく運動を続けるものである。これに即して発見されたのが、トロヤ群と呼ばれる小天体の集合だ。太陽と木星とトロヤ群で正三角形を成し、今もそれぞれの軌道を廻っている。

近年では、これに加え8の字解と呼ばれるものが発見された (C. Simo, 1999³)。計算上ではあるが、3体が8の字を描きながらそれぞれの軌道をめぐり、その他、実在するかどうかは別にして、4体、5体、... と数を増やしての研究が進んでいる。

1.3 中心配置 (Central Configuration) と Moulton configuration

N 体問題の一分野に中心配置 (Central Configuration) と呼ばれるものがある。これは、 n 体が一つの系⁴をなし、その系全体の重心から n 体それぞれへの距離の比、および互いの距離の比が一定のまま、それぞれが自身の軌道を周り続けるものをいう。先に紹介したオイラーの直線解やラグランジュの正三角形解も中心配置の一つである。

1910年、モールトン (Forest Ray Moulton, 1872-1952) がオイラーの直線解を n 体へと拡張し、一般化した。すなわち、3体の直線解が $3!/2 = 3$ 通り⁵あることをもとに、 n 個の天体の直線解が $n!/2$ あることを示したのだ。よって、 n 体直線解は Moulton の名をとって Moulton configuration と呼ばれる。

1.4 $k + l$ -Moulton Configuration

私は、この Moulton configuration をもとに新たな問いを發した。いくつかの天体が系をなして同じ直線の上に並んだまま、それぞれの運動を続けていると仮定する。これらの運動に一切の影響を及ぼすことなく同じ直線上にいくつかの天体を加えて、新しい系を生み出すことはできないか？ というものだ。はじめの天体の集合を A 、後から加える天体の集合を B とする。一般に、 A に B を加えると、 B に影響されてはじめの A の位置が変化すると推測される。位置が変わるのだから、当然、運動にも影響を与えると考えられる。あるいは、それぞれが直線を離れて複雑な運動を始めるかもしれない。このような変化を全く起こすことなく B を加えることが果たして可能か？ と考え、この条件を満たす配置を $k + l$ -Moulton configuration と命名した。 k は A の天体の数を、 l は B の天体の数を表す。以下、これまでの研究の成果とその解法を紹介する。

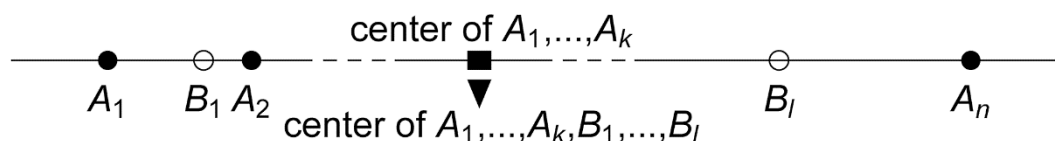


図 1: $k+l$ -Moulton Configuration

³Dynamical properties of the figure eight solution of the three-body problem, Proceedings of the Celestial Mechanics Conference dedicated to D. Saari for his 60th birthday.

⁴ここでいう系とは、太陽系などの系であり、互いに影響を及ぼし合う天体の集合を指す。

⁵! は階乗を表し、例えば $5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ である。また、 $3!/2$ は 3 の階乗割る 2 のことでスラッシュを使って分数を表している。

2 研究内容

2.1 方程式をたてる

2.1.1 Moulton configuration の方程式

初めに、本研究の基盤となる Moulton configuration の方程式を紹介する。同一直線上に天体が並んでいて、左端から $1, 2, 3, \dots$ と番号をふる。その番号に合わせてそれぞれの位置を q_1, q_2, q_3, \dots 、質量を m_1, m_2, m_3, \dots と表す。言うまでもないが、 $q_1 < q_2 < q_3 < \dots$ である。また、この系全体の重心を c で表し、その運動の角速度の平方根のうち正の値を λ とする。 c と λ は共に定数である。系の天体が n 個の場合の Moulton configuration の方程式は

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m_2}{(q_1 - q_2)^2} + \frac{m_3}{(q_1 - q_3)^2} + \dots + \frac{m_n}{(q_1 - q_n)^2} + \lambda(q_1 - c) = 0, \\ -\frac{m_1}{(q_1 - q_2)^2} + \frac{m_3}{(q_2 - q_3)^2} + \dots + \frac{m_n}{(q_2 - q_n)^2} + \lambda(q_2 - c) = 0, \\ \vdots \\ -\frac{m_1}{(q_1 - q_n)^2} - \frac{m_2}{(q_2 - q_n)^2} - \dots - \frac{m_{n-1}}{(q_{n-1} - q_n)^2} + \lambda(q_n - c) = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

と、天体の数と同じだけの方程式ができる。一見すると複雑に見えるが、添字⁶を見てわかる通り規則性がある。全てを説明すると煩雑になるので、ここでは符号についてのみ解説する。第 1 式は全ての項がプラスであるが、第 2 式、第 3 式と進むにつれてマイナスの項が増えていく。そもそもこれらの各項は、 $\frac{m_j(q_j - q_i)}{|q_i - q_j|^3}$ を⁷約分したものだ。よって、 $i < j$ の場合 $q_j - q_i > 0$ なのでその項はプラスになり、 $i > j$ の場合は反対にマイナスになる。これより、最後の n 番めの式は $\lambda(q_n - c)$ を除いた全ての項がマイナスになる。

ここからは、 $k+l$ -Moulton configuration に合わせて、 $n = k+l$ とする。本研究では $k+l$ 本の方程式を同時に満たす B の天体が存在するかどうかを調べるのだが、(1) をもう少し簡単な見やすい式にするために、新たな記号 $h_{ij} = \frac{1}{(q_i - q_j)^2}$ を取り入れる。 h という文字に特別な意味はなく、全く別のアルファベットでも良い。ただ、他の記号との重複を避けるために h を採用した。この記号を導入すると上の方程式は、

$$\left\{ \begin{array}{l} h_{12}m_2 + h_{13}m_3 + \dots + h_{1\ k+l} m_{k+l} + \lambda(q_1 - c) = 0, \\ -h_{12}m_1 + h_{23}m_3 + \dots + h_{2\ k+l} m_{k+l} + \lambda(q_2 - c) = 0, \\ \vdots \\ -h_{1\ k+l} m_1 - h_{2\ k+l} m_2 - \dots - h_{k+l-1\ k+l} m_{k+l-1} + \lambda(q_{k+l} - c) = 0 \end{array} \right.$$

のようになる。添字に $k+l$ や $k+l-1$ などが出てくるがわかりにくいのであれば、 k や l の代わりに適当な数字を入れて考えると良い。例えば、 k を 5、 l を 3 とすれば、 $k+l = 8$ で都合 8 本の連立方程式となる。

⁶記号の右上または右下に添えられている小さい文字（アルファベット、ギリシャ文字、数字など）のことをいう。記号の節約や、式の簡略化のために用いられる。

⁷添字の i や j は数字を代替している。その時々に応じて自然数が入る。

2.1.2 行列とベクトルの積

これをもう一工夫して、さらに見やすい式を作る。左辺の最後の項はどれも $\lambda(q_i - c)$ という形をしている。これを係数 λ と $q_1 - c, q_2 - c, q_3 - c, \dots$ を成分とする縦ベクトルの積と考える。残りの各項を係数 h_{ij} と縦ベクトル ${}^t(m_1, m_2, m_3, \dots)$ との積と見れば、

$$\begin{pmatrix} 0 & h_{12} & h_{13} & \cdots & h_{1\ k+l} \\ -h_{12} & 0 & h_{23} & \cdots & h_{2\ k+l} \\ \vdots & \vdots & \ddots & & \vdots \\ -h_{1\ k+l-1} & -h_{2\ k+l-1} & \cdots & 0 & h_{k+l-1\ k+l} \\ -h_{1\ k+l} & -h_{2\ k+l} & \cdots & -h_{k+l-1\ k+l} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_{k+l-1} \\ m_{k+l} \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} q_1 - c \\ q_2 - c \\ \vdots \\ q_{k+l-1} - c \\ q_{k+l} - c \end{pmatrix} = \mathbf{0} \quad (2)$$

のように行列とベクトルを用いた方程式になる。左端の $k+l$ 次の正方行列は、左上から右下に向かって零が並んでいる。さらに、この零のラインで折り返して重なる各成分の添字を比べると、どのペアも同じ添字であり、正と負の符号が全て逆であることがわかる。このような行列を、歪対称行列または交代行列と呼ぶ。等号の右側の太字の零は、これが $k+l$ 個の零を並べた縦ベクトルであることを示している。

さて、ここからはもう少し具体的に話を進めていこう。どんな自然数を使っても良いのだが、ここでは $k = 4, l = 3$ とし、4+3-Moulton configuration について考察する。つまり、4つの天体 $A = (A_1, A_2, A_3, A_4)$ が一列に並んでいるところに、別の天体 $B = (B_1, B_2, B_3)$ を配置する。その置き方は ${}_5H_3 = {}_7C_3 = 35$ 通り⁸あるが、ここでは左端の天体の両側に1つずつ、右端の天体の右側に1つ置くことにする。つまり、左から $B_1, A_1, B_2, A_2, A_3, A_4, B_3$ と並べる。したがって、それぞれの位置と質量は、

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

のように表される。これを上の方程式 (2) に当てはめると、

$$\begin{pmatrix} 0 & h_{12} & h_{13} & h_{14} & h_{15} & h_{16} & h_{17} \\ -h_{12} & 0 & h_{23} & h_{24} & h_{25} & h_{26} & h_{27} \\ -h_{13} & -h_{23} & 0 & h_{34} & h_{35} & h_{36} & h_{37} \\ -h_{14} & -h_{24} & h_{34} & 0 & h_{45} & h_{46} & h_{47} \\ -h_{15} & -h_{25} & h_{35} & -h_{45} & 0 & h_{56} & h_{57} \\ -h_{16} & -h_{26} & h_{36} & -h_{46} & -h_{56} & 0 & h_{67} \\ -h_{17} & -h_{27} & h_{37} & -h_{47} & -h_{57} & -h_{67} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{B_1} \\ m_{A_1} \\ m_{B_2} \\ m_{A_2} \\ m_{A_3} \\ m_{A_4} \\ m_{B_3} \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} q_{B_1} - c \\ q_{A_1} - c \\ q_{B_2} - c \\ q_{A_2} - c \\ q_{A_3} - c \\ q_{A_4} - c \\ q_{B_3} - c \end{pmatrix} = \mathbf{0} \quad (3)$$

となる。本来なら h の添字も書き換えるところであるが、例えば $h_{B_1\ A_1}$ と表記するのは返って煩わしくなるので元のままにしてある。

ここで、 q_{A_i}, m_{A_i} は初めに与えられた定数、 q_{B_i}, m_{B_i} は未知数（あるいは変数）だ。 m_{B_i} は零または正の実数、 q_{B_i} はそれが配置された区間内の実数である。この条件を満たす未知数が実際にあるのかを検証して、Bの天体の存在を調べる。

⁸一般に ${}_nH_r = {}_{n+r-1}C_r = (n+r-1)!/r!(n-1)!$ は重複組み合わせと呼ばれる。

2.1.3 ～を1と見る

話は変わるが、小学校の算数で「十を1と見る」という手法を学ぶ。いわゆる、10進法である。十のものをさらに10集めたものが百、百を10集めると千である。この「～を1と見る」という考え方が数学を発展させてきた。例えば、多項式 $(a+b+c)(a+b+d)$ を展開する時に両方の括弧内にある $a+b$ に着目してこれを1つの塊と見る。これに X という記号を与え、 $(a+b+c)(a+b+d) = (X+c)(X+d)$ として計算すると、

$$\begin{aligned} (a+b+c)(a+b+d) &= (X+c)(X+d) \\ &= X^2 + (c+d)X + cd \\ &= (a+b)^2 + (a+b)(c+d) + cd \\ &= a^2 + b^2 + 2ab + ac + ad + bc + bd + cd \end{aligned}$$

というふうに、計算の見通しを立てやすく間違いを防ぐことができる（と考えるのは、数学が得意な人々だけなのかもしれない）。

そこで、この「～を1と見る」という考え方を本研究にも取り入れる。つまり、初めに与えられた k 個の天体 A の位置を表す縦ベクトル ${}^t(q_{A_1}, q_{A_2}, \dots, q_{A_k})$ と質量を表すそれ ${}^t(m_{A_1}, m_{A_2}, \dots, m_{A_k})$ をそれぞれ1つの塊と考えて $\mathbf{q}_A, \mathbf{m}_A$ で表す。こうすると、表記が簡単になると共に k にどんな自然数が入ってもいつも同じ記号で表すことができる。同様に、後から加える天体 B の位置を表す縦ベクトル ${}^t(q_{B_1}, q_{B_2}, \dots, q_{B_l})$ と質量を表すそれ ${}^t(m_{B_1}, m_{B_2}, \dots, m_{B_l})$ をそれぞれ $\mathbf{q}_B, \mathbf{m}_B$ とする。これを (3) で用いるために、 $m_{B_1}, m_{B_2}, m_{B_3}$ を上段に、 $m_{A_1}, m_{A_2}, m_{A_3}, m_{A_4}$ を下段にくるように行列内の列（縦の並び）を入れ替える。続いて $q_{B_1}, q_{B_2}, q_{B_3}$ が上段に、 $q_{A_1}, q_{A_2}, q_{A_3}, q_{A_4}$ が下段に来るように行（横の並び）全体を入れ替える。すると、(3) は

$$\begin{pmatrix} 0 & h_{13} & h_{17} & | & h_{12} & h_{14} & h_{15} & h_{16} \\ -h_{13} & 0 & h_{37} & | & -h_{23} & h_{34} & h_{35} & h_{36} \\ -h_{17} & -h_{37} & 0 & | & -h_{27} & -h_{47} & -h_{57} & -h_{67} \\ \hline -h_{12} & h_{23} & h_{27} & | & 0 & h_{24} & h_{25} & h_{26} \\ -h_{14} & -h_{34} & h_{47} & | & -h_{24} & 0 & h_{45} & h_{46} \\ -h_{15} & -h_{35} & h_{57} & | & -h_{25} & -h_{45} & 0 & h_{56} \\ -h_{16} & -h_{36} & h_{67} & | & -h_{26} & -h_{46} & -h_{56} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{B_1} \\ m_{B_2} \\ m_{B_3} \\ \hline m_{A_1} \\ m_{A_2} \\ m_{A_3} \\ m_{A_4} \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} q_{B_1} - c \\ q_{B_2} - c \\ q_{B_3} - c \\ \hline q_{A_1} - c \\ q_{A_2} - c \\ q_{A_3} - c \\ q_{A_4} - c \end{pmatrix} = \mathbf{0}$$

と書き直すことができる。こうして左辺の行列の点線で区切られた部分を一つの塊と考えてこれを

$$\begin{pmatrix} H_1 & H_2 \\ H_3 & \tilde{H} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{m}_B \\ \mathbf{m}_A \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} \mathbf{q}_B - \mathbf{c} \\ \mathbf{q}_A - \mathbf{c} \end{pmatrix} = \mathbf{0} \quad (4)$$

のように書き換えると、実にシンプルな方程式が出来上がる。ここからは、この方程式を利用して問題の解決に向かおう。

計算を始める前に、行列 $\begin{pmatrix} H_1 & H_2 \\ H_3 & \tilde{H} \end{pmatrix}$ について少し、解説をする。それぞれの成分の数を（縦の数）掛ける（横の数）で書くと、 H_1 は 3×3 、 H_2 は 3×4 、 H_3 は 4×3 、 \tilde{H} は 4×4 である。もともと、 k を 4、 l を 3 にしたのだからこれを文字に戻すと、 H_1 は $l \times l$ 、 H_2 は $l \times k$ 、 H_3 は $k \times l$ 、 \tilde{H} は $k \times k$ の小行列である。さらに、それぞれの小行列の成分を見てみよう。 H_1 の成分の添字は 1 と 3 と 7 であるが、1 は q_{B_1} のことであり 3 は q_{B_2} 、7 は q_{B_3} のことである。つまり、 H_1 は B の天体の

位置を表す記号だけでできている。同様に、 H_2 と H_3 は A と B , \tilde{H} は A 天体の位置を表す記号でできている。また、 H_1 と \tilde{H} はそれぞれが歪対称行列である一方、 H_2 と H_3 は転置（行と列を入れ替えること）してマイナス 1 を掛けた関係である。

2.2 第 2 式を考える

方程式 (4) の 2 行めを計算すると、

$$H_3 \mathbf{m}_B + \tilde{H} \mathbf{m}_A + \lambda(\mathbf{q}_A - \mathbf{c}) = \mathbf{0}$$

となるが、左辺の第 2, 第 3 項は、 A に関する記号だけでできている。ここにある λ と c は 7 つの天体から生じる定数であるが、この式が 4+3-Moulton configuration であるためには、この λ と c は初めの 4 体から生じるそれと等しくなることが条件である。したがって、この 2 項は初めに与えられた既存の式に等しいので $\tilde{H} \mathbf{m}_A + \lambda(\mathbf{q}_A - \mathbf{c}) = \mathbf{0}$ 。よって上式は、

$$H_3 \mathbf{m}_B = \mathbf{0}$$

となる。これより、 $\mathbf{m}_B = {}^t(m_{B_1}, m_{B_2}, m_{B_3}) = {}^t(0, 0, 0)$ が解の一つであることは明解である。このように一目瞭然の解を「自明の解」と呼ぶ。

質量が零の天体とは、他の天体に比べて十分小さいことをいう。例えば、地球の質量は太陽の 30 万分の 1 である。これでは地球が太陽の運動に影響を与えることはないと言ってよい。そうかと言って地球が存在しないということではない。このような零と考えても差し支えない質量を「無限小の質量」と呼ぶ。

さて、 $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ のほかに何か解と言えるものはないだろうか。上式を行列とベクトルの式に戻すと

$$\begin{pmatrix} -h_{12} & h_{23} & h_{27} \\ -h_{14} & -h_{34} & h_{47} \\ -h_{15} & -h_{35} & h_{57} \\ -h_{16} & -h_{36} & h_{67} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{B_1} \\ m_{B_2} \\ m_{B_3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

である。零以外の解を見つけるために行列のランクを考える。

例えば、 $2x - 3y = 0$ と $4x - 6y = 0$ を連立方程式とした時、一つめの式の両辺を 2 倍すると、2 つめの式と全く同じになる。つまり、2 本に見える方程式も、実質的には 1 本なのだ。よって、解は、 $x = 3y/2$ あるいは $y = 2x/3$ と表す⁹ことしかできない。このような場合を、ランク 1 という。一方、 $2x - 3y + 1 = 0$ と $10x - y - 2 = 0$ を連立させると、ランクは 2 であり、 $(x, y) = (1/4, 1/2)$ が得られる。

では、 H_3 のランクはいくつだろうか。ここで H_3 は 4×3 行列なので、ランクは最大で 3 である。もし、ランクが 3 であれば解は自明の解のみ、それより小さければ、何か別の解が存在する。結論を先に述べれば、 H_3 のランクは 3 であり、よって解は $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ 以外にない。

行列のランクを調べる方法はいくつかあるが、代表的なのが掃き出し法と行列式の値を求める方法である。掃き出し法とは、行基本変形¹⁰を繰り返して目的の行列を階段行列に変形することである。この操作を行なって階段行列の階数が元の行列と同じであれば、そのランクは最大値をとる。行列の次数より、階段行列の階数が小さいと、階段行列の階数がランクの大きさになる。一方、行列式

⁹ $3y/2$ は $\frac{3y}{2}$ と同じである。

¹⁰ある行に 0 でない定数をかける、ある行に別の行の定数倍を加える、2 つの行を入れ替える操作のことを言う。

を使う場合、行列式の値が零かどうかは鍵になる。行列式が零でなければランクは最大値、零であればランクはそれより小さいということになる。 H_3 のランクを求める場合、4 行あるうちのいずれか 1 つを除いて 3 次の正方行列にする必要がある。

2.3 第 1 式を考える

前節で B の天体の質量が明らかになったので、次に B の天体の位置が決まるかどうかを調べる。 $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ のとき、方程式 (4) の第 1 式は、

$$H_2 \mathbf{m}_A + \lambda(\mathbf{q}_B - \mathbf{c}) = \mathbf{0}$$

となる。ここには 3 本の方程式が隠れているのだが、このうちの 1 つを書き下すと、

$$h_{12}m_2 + h_{14}m_4 + h_{15}m_5 + h_{16}m_6 + \lambda(q_{B_1} - c) = 0$$

である。 $h_{ij} = 1/(q_i - q_j)^2$ なので更に上式を書き直すと、

$$\frac{m_2}{(q_1 - q_2)^2} + \frac{m_4}{(q_1 - q_4)^2} + \frac{m_5}{(q_1 - q_5)^2} + \frac{m_6}{(q_1 - q_6)^2} + \lambda(q_{B_1} - c) \\ = \frac{m_{A_1}}{(q_{B_1} - q_{A_1})^2} + \frac{m_{A_2}}{(q_{B_1} - q_{A_2})^2} + \frac{m_{A_3}}{(q_{B_1} - q_{A_3})^2} + \frac{m_{A_4}}{(q_{B_1} - q_{A_4})^2} + \lambda(q_{B_1} - c) = 0$$

である。下段の式から解るように $q_1 = q_{B_1}$ を除いた全ての記号は定数なので、これは q_1 だけを変数に持つ方程式だ。仮定 $q_{B_1} < q_{A_1}$ より、 q_1 の値を、 B_1 が配置された区間 $(-\infty, q_2 (= q_{A_1}))$ の中¹¹だけで考える。

まず、 q_1 が $(-\infty, q_2)$ の中を動くとき、左辺がどのような値を取りうるのかを見る。 q_1 の値をどんどん小さくしていくと初めの 4 項は分母がどんどん大きくなるのでそれぞれの値は零に近づき、最後の項 $\lambda(q_1 - c)$ だけはどんどん小さくなり $-\infty$ に近づいていく。また逆に q_1 の値を q_2 に近づけると、第 1 項の分母がどんどん小さくなるのでその値は $+\infty$ へと発散する。第 2 項から第 4 項は正の実数、そして最後の項は負になるが、無限大に比べたらごくわずかな量である。つまり、 q_1 が $(-\infty, q_2)$ の間で動く時、上式の左辺は $-\infty$ から ∞ までのどこかの値をとる。マイナスからプラスへと連続的に（滑らかに）動くのだから、当然左辺が零になるような q_1 の点がある。その区間内に必ずある。

次に、方程式を満たす q_1 の解が 1 つなのか、それとも複数あるのかを知りたい。そこで、この式の増減を調べるために、左辺を q_1 で微分する。すると、

$$-\frac{2m_2}{(q_1 - q_2)^3} - \frac{2m_4}{(q_1 - q_4)^3} - \frac{2m_5}{(q_1 - q_5)^3} - \frac{2m_6}{(q_1 - q_6)^3} + \lambda.$$

各項の分母はマイナスの数の 3 乗なので、各項の符号のマイナスと掛け合わせて正の値になる。よって、この式は q_1 が q_2 未満のどの値であっても必ず正となることがわかる。これは、左辺が狭義単調増加¹²であることを意味している。よって、左辺が零になる回数は、ただ 1 度である。このことから、上式を満たす $q_1 = q_{B_1}$ は、ただ 1 つしかないことがわかる。このような場合を「一意に決まる」という。同様に、残りの 2 本の方程式を満たす $q_3 = q_{B_2}$ 、 $q_7 = q_{B_3}$ が一意に決まることを導くことができる。

¹¹ a より大きく b より小さい区間のことを (a, b) と表す。

¹² q_1 が増加すれば左辺全体の値も必ず増加し、これが同じままだったり減少したりすることがない。

2.4 1つの区間に2天体を置く

ところで, B_1 と B_2 が同じ区間, 例えば A_1 と A_2 の間にある場合もそれぞれの位置がピッタリと決まるのだろうか. 結論から言うと, $m_{B_1} = m_{B_2} = 0$ の場合, q_{B_1} と q_{B_2} は全く同じ値を示す. つまり, 2天体 B_1 と B_2 が衝突してしまうのだ. 天体同士の衝突についての研究分野もあるが, 本研究では $q_i \neq q_j$ を仮定しているので, 上の結果から q_{B_1} と q_{B_2} を同じ区間に配置することはできないとい. つまり, $m_{B_i} = 0$ の場合, $k+l$ -Moulton configuration であるためには1区間に配置できるのは1体のみである.

ここまでの考察をまとめると, $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ の場合,

1. 1つの区間に配置できる天体の数は1
2. 加えられた天体の位置はそれぞれ一意に決まる
3. 加える天体の数の最大値は $k+1$
4. 加える天体が全て別々のものだと考えたとき, その配置の仕方は

$${}_{k+1}H_l = {}_{k+l}C_l = (k+l)!/k!l! \text{ 通り}$$

である.

3 $m_{B_i} > 0$ となる解

前節は $k > l$ であったので, ここからは $k < l$ の場合を考えてみたい. ちなみに, $k = l$ の時は前節と同様の結果が得られる. 簡単のために少し次数を落として $k = 2, l = 3$ とし, 天体を左から B_1, A_1, B_2, A_2, B_3 と並べる. したがって, それぞれの位置と質量は,

$$\begin{aligned} (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5) &= (q_{B_1}, q_{A_1}, q_{B_2}, q_{A_2}, q_{B_3}), \\ (m_1, m_2, m_3, m_4, m_5) &= (m_{B_1}, m_{A_1}, m_{B_2}, m_{A_2}, m_{B_3}) \end{aligned}$$

となる. 2.2節の場合と同じように, $H_3\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ が得られるが, これを詳細に書くと

$$\begin{pmatrix} -h_{12} & h_{23} & h_{25} \\ -h_{14} & -h_{34} & h_{45} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_{B_1} \\ m_{B_2} \\ m_{B_3} \end{pmatrix} = \mathbf{0} \quad (6)$$

となる. ここでも, $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ が解の一つであるが, 上の行列を見るとランクは2, 未知数は3である. このような場合, 未知数のうちの1つをパラメータ (媒介変数) とするとよい. m_{B_1} をパラメータ $t > 0$ とし, 上式を変形すると,

$$\begin{pmatrix} m_{B_2} \\ m_{B_3} \end{pmatrix} = \frac{t}{h_{23}h_{45} + h_{25}h_{34}} \begin{pmatrix} h_{12}h_{45} - h_{14}h_{25} \\ h_{12}h_{34} + h_{14}h_{23} \end{pmatrix} \quad (7)$$

となる. これは, $m_{B_1} = t$ が零であれば, m_{B_2}, m_{B_3} も零であり, m_{B_1} が正であれば, m_{B_2}, m_{B_3} も共に正であるような解があり得ることを示している.

ここで, 上式についてもう少し考えたい. (7)の右端の縦ベクトルの各成分は, それぞれ

$$h_{12}h_{45} - h_{14}h_{25} = - \begin{vmatrix} -h_{12} & h_{25} \\ -h_{14} & h_{45} \end{vmatrix}, \quad h_{12}h_{34} + h_{14}h_{23} = \begin{vmatrix} -h_{12} & h_{23} \\ -h_{14} & -h_{34} \end{vmatrix}$$

である。これらの行列式は、(6) の 2×3 行列から、それぞれ第 2 列、第 3 列を除いてできる行列の行列式であることがわかる。ちなみに、(7) の分母の $h_{23}h_{45} + h_{25}h_{34}$ は、この行列から第 1 列を除いてできる行列の行列式である。そこで、 $H_3 = \begin{pmatrix} -h_{12} & h_{23} & h_{25} \\ -h_{14} & -h_{34} & h_{45} \end{pmatrix}$ の第 i 列を除いてできた行列の行列式を Δ_i と表すと、(7) を使って、

$$\begin{pmatrix} m_1 \\ m_3 \\ m_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{B_1} \\ m_{B_2} \\ m_{B_3} \end{pmatrix} = -\frac{t}{\Delta_1} \begin{pmatrix} -\Delta_1 \\ \Delta_2 \\ -\Delta_3 \end{pmatrix} \quad (8)$$

と表すことができる。

3.1 第 1 式を考える

さて、 $H_3 \mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ から 2 つめの解の存在の可能性が出てきたので、これを (4) の第 1 式に適用してみる。(4) の第 1 式に (8) を代入すると、

$$-\frac{m_{B_1}}{\Delta_1} H_1 \begin{pmatrix} -\Delta_1 \\ \Delta_2 \\ -\Delta_3 \end{pmatrix} + H_2 \mathbf{m}_A + \lambda(\mathbf{q}_B - \mathbf{c}) = \mathbf{0} \quad (9)$$

となる。このときに、これを満たす $q_{B_1}, q_{B_2}, q_{B_3}$ の存在を示すことができれば、 $m_{B_i} > 0$ も解の 1 つと言える。これを調べるために陰関数定理を使う。この定理を xy -平面上の一階連続微分可能な関数 $f(x, y)$ を使って説明すると次のようになる。

Theorem 1 (陰関数定理). xy -平面上の一階連続微分可能な関数 $f(x, y)$ に対して $f(x, y) = 0$ を満たす点 (x^0, y^0) が存在し、関数 $f(x, y)$ を y で偏微分¹³したものに $(x, y) = (x^0, y^0)$ を代入した値が零でなければ、 x^0 の近傍で定義される一階連続微分可能な関数 $g(x)$ で、恒等的に $f(x, g(x)) = 0$, $y^0 = g(x^0)$ を満たすものが一意に存在する。

このことを、この間に即して述べると、 $f(x, y)$ にあたるのが (9) でこの左辺を書き下すと、

$$\begin{aligned} f_1(q_1, q_3, q_5, m_1) &= -\frac{m_1}{\Delta_1} (h_{13}\Delta_2 - h_{15}\Delta_3) + h_{12}m_{A_1} + h_{14}m_{A_2} + \lambda(q_{B_1} - c), \\ f_3(q_1, q_3, q_5, m_1) &= -\frac{m_1}{\Delta_1} (h_{13}\Delta_1 - h_{35}\Delta_3) - h_{23}m_{A_1} + h_{34}m_{A_2} + \lambda(q_{B_2} - c), \\ f_5(q_1, q_3, q_5, m_1) &= -\frac{m_1}{\Delta_1} (h_{15}\Delta_1 - h_{35}\Delta_2) - h_{25}m_{A_1} - h_{45}m_{A_2} + \lambda(q_{B_3} - c) \end{aligned}$$

である。これらの式がある 1 点 $(q_1^0, q_3^0, q_5^0, m_1^0)$ で $f_i(q_1^0, q_3^0, q_5^0, m_1^0) = 0$ を満たし、 f_i を q_1, q_3, q_5 で偏微分したあと $m_1 = m_1^0$ を代入した値が零でなければ、 $m_1 = m_1^0$ の近傍で定義された一階微分可能な関数 $g(q_1, q_3, q_5)$ で、恒等的に $f_i(q_1, q_3, q_5, g(q_1, q_3, q_5)) = 0$, $m_1^0 = g(q_1^0, q_3^0, q_5^0)$ を満たすものが一意に存在する ($i = 1, 2, 3$)。

2.3 節で $m_1 = 0$ のときに $f_i = 0$ を満たす q_1^0, q_3^0, q_5^0 が一意に存在することを示したので、 f_i を q_1, q_3, q_5 で偏微分したあと $m_1 = 0$ を代入した値が零でないことを示せば、(9) を満たす $g(q_1, q_3, q_5)$ が存在し、よって、 $f_i = 0$ を満たす q_1, q_3, q_5 が一意に決まることを証明できる。

¹³ 偏微分とは変数が複数ある場合、その中の 1 つだけを変数と見てほかの変数を定数扱いして微分することをいう、 ∂ は偏微分を表す記号

また、「 f_i を q_1, q_3, q_5 で偏微分したあと $m_1 = 0$ を代入した値」をヤコビ行列式を使って計算する。ヤコビ行列式とは、 n 本の式をそれぞれ n 個の未知数で偏微分したものを行列の成分とし、そこから求めた行列式のことをいう。(9) の左辺を構成する 3 式をそれぞれ q_1, q_3, q_5 で偏微分した後、 $m_1 = 0$ を代入する。これを

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial q_1} & \frac{\partial f_1}{\partial q_3} & \frac{\partial f_1}{\partial q_5} \\ \frac{\partial f_3}{\partial q_1} & \frac{\partial f_3}{\partial q_3} & \frac{\partial f_3}{\partial q_5} \\ \frac{\partial f_5}{\partial q_1} & \frac{\partial f_5}{\partial q_3} & \frac{\partial f_5}{\partial q_5} \end{vmatrix}_{m_1=0}$$

のように並べて計算する。各式 f_i の初めの項は、それぞれを q_1, q_3, q_5 で偏微分した後、 m_1 に零を代入するので、結局は消滅する。また、例えば

$$\frac{\partial f_1}{\partial q_1} \Big|_{m_1=0} = \frac{\partial}{\partial q_1} (h_{12}m_{A_1} + h_{14}m_{A_2} + \lambda(q_{B_1} - c)) = -\frac{2m_{A_1}}{(q_1 - q_2)^3} - \frac{2m_{A_2}}{(q_1 - q_4)^3} + \lambda > 0$$

だが、 f_1 の第 2 項以下は独立変数 q_3, q_5 が含まれていないので、 $\partial f_1 / \partial q_3 = \partial f_1 / \partial q_5 = 0$ である。

第 2 行、第 3 行も同様で、ヤコビ行列の各成分のうち、正の値をとる対角成分だけが残り、ほかは全て零である。よって、ヤコビ行列式は $\frac{\partial f_1}{\partial q_1} \frac{\partial f_3}{\partial q_3} \frac{\partial f_5}{\partial q_5}$ となり常に正である。つまり、 $m_1 = m_{B_1} > 0$ の場合、 m_{B_2}, m_{B_3} も正の値をとり、 $q_{B_1}, q_{B_2}, q_{B_3}$ の位置がそれぞれ一意に決まることが確認できた。

3.2 1つの区間に零でない質量を持つ 2 天体を置く

2.4 節で、 $\mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ の場合、1つの区間に 2つの天体を置けないことを示した。では、 \mathbf{m}_B が正の値をとるときはどうだろうか。そのことを検証したい。

前節の例を少しアレンジして、天体の並び方を左から A_1, B_1, B_2, A_2, B_3 とする。したがって、それぞれの位置と質量は、

$$\begin{aligned} (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5) &= (q_{A_1}, q_{B_1}, q_{B_2}, q_{A_2}, q_{B_3}), \\ (m_1, m_2, m_3, m_4, m_5) &= (m_{A_1}, m_{B_1}, m_{B_2}, m_{A_2}, m_{B_3}) \end{aligned}$$

となり、 H_3 は

$$\begin{pmatrix} h_{12} & h_{13} & h_{15} \\ -h_{24} & -h_{34} & h_{45} \end{pmatrix}$$

である。よって、 $H_3 \mathbf{m}_B = \mathbf{0}$ の第 1 式は、 $h_{12}m_{B_1} + h_{13}m_{B_2} + h_{15}m_{B_3} = 0$ となる。 h_{ij} も m_{B_i} も共に正の値なので、この方程式は成り立たない。よって、 $m_{B_1} > 0$ の場合も、1 区間に 2つの天体を置けないことが検証できた。この結果は、 $(k, l) = (2, 3)$ の場合から導き出されたものであるが、 $l = k + 1$ であればどんな大きな自然数であっても成り立つことが十分に予想される。以上の考察をまとめると、 $l = k + 1$ で B の質量が全て正の場合、

1. 1つの区間に配置できる天体の数は 1
2. 加えられた天体の位置がそれぞれ一意に決まる
3. $k + l$ -Moulton configuration はただ 1 通り

4 終わりに

長くかかった $k+l$ -Moulton configuration の研究も $l \leq k+1$ の場合については大筋のところでは到達点にたどり着くことができた。が、まだいくつか細かいところで疑問に思うことが残っているので今後それを一つずつ解明していきたい。

一方で、 $l > k+1$ となるような $k+l$ -Moulton configuration は存在しないのではないかと推察できるが、それを証明できる段階ではない。またこれまで質量は零または正の値として計算してきたが、負の値も許すことにすると $k+l$ -Moulton configuration の存在の可能性がさらに広がる。これらのことは、今後の研究課題である。

最後にこれまで本研究をご指導くださった吉岡朗東京理科大学名誉教授に感謝を申し上げる。吉岡先生には学部生の頃から懇切丁寧に指導していただき、陰に陽に私の研究を支援していただいた。先生のご指導なくしては、本研究の成果はありえない。幾重にも重ねて御礼申し上げます。また、客員研究員として遇し、このように発表の場を提供してくださる東京理科大学理数教育研究センターの皆様にも御礼申し上げます。

2022 年度（令和 4 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：2023 年 6 月