

2020 年度
(令和 2 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	4
3. 理数教育研究センターの概要と構成	6
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	8
4-2. 各部門の活動報告	
4-2-1. 数学教育研究部門	9
4-2-2. 事業推進部門	13
4-2-3. 理科教育研究部門	15
4-3. 数学体験館	27
5. 関連規程	
5-1. 東京理科大学教育支援機構規程	30
5-2. 東京理科大学理数教育研究センター規程	33
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	35
6-2. 理数教育研究センター併任教員	35
6-3. 理数教育研究センター客員教員	36
6-4. 理数教育研究センター運営委員会委員	36
7. 理数教育研究センター構成員の自己評価（研究業績）	37
8. 理数教育研究センター客員教員による研究紹介	58
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 2020 年度の活動報告

カッコイイ先生に憧れて

理数教育研究センター長
秋山 仁

先日、スマホでネットニュースをザッピングしていたとき、「プロデューサーが明かすスーパースター沢田研二『勝手にしやがれ』誕生秘話」という見出しが目にとまった。読み進めていくと、この楽曲に関わったジュリー、作詞家の阿久悠、作曲の大野克夫をはじめ、松任谷正隆、ユーミン、井上陽水、吉川晃司、加瀬邦彦、山下久美子・・・と J ポップス界の錚々たる面々との逸話に混じって、次のような下りがあった。

「人は、ギャップや多面性を感じさせるものの方が魅力的に思うんだと思います。それを最初に思ったのは高校生のとき。音楽室で騒いでいたとき、数学の先生が様子を見に来てピアノを弾いてくれた。先生は思いのほか上手に弾いたんですね。僕はその姿を見て、なんてカッコいいんだろうと思いました。」

これを読んで、私の高校時代の数学の福地先生もピアノが上手だったことを思い出とともに「あれ、そういえば高校の同級生の中に有名な音楽プロデューサーになった人物がいたよなあ」とピンと来るものがあった。記事の冒頭の部分に戻って、このプロデューサーの名前を確認すると、案の定、同窓生の木崎賢治君だった。

このネットニュースは、木崎君の新刊「プロデュースの基本」(集英社)の紹介を兼ねたものだった。そこで、早速、この本を取り寄せた。数々のヒット曲が生み出されるまでの煌びやかなクリエイターたちとの協働と葛藤、創作の上で決め手になったアイディア等、興味深い話が満載だが、私の心に刺さったのは福地先生のピアノ演奏の話だった。高校の頃の思い出を聞かれて答えているならいざ知らず、沢山のトップミュージシャンとの音楽体験を語る中で自然と、福地先生の思い出が並列して語られているのだ。

血気盛んで十人十色のティーンエイジャー相手に、先生が自分の全能力・全感性を振り絞って真剣に向き合った証しのひとつが木崎君の心の中に、また別の証しが私の心の中に、さらに他の証しが多くの教え子の心の中に 50 年以上たっても生き活きと生き続けていることに、感激せずにはいられなかった。

実際、私が進学先に理科大を選んだのも福地先生の影響が大きく、将来、この先生みたいになりたいと思ったからだ。福地先生は物理学校の最後の卒業生であり、学生当時、軽音楽同好会で、構内にあったピアノを毎日のように弾いていたそう。

先生にとっての真の勲章は、人生経験を積んでも教え子たちの心の中に宝物として残り続ける「先生の真剣な姿」や「先生みたいにカッコいい人になりたいという憧憬(しょうけい)」だと思った。

追記

この記事を書いた後、急に福地先生が懐かしくなり、旧友などの伝手を辿り、福地先生に連絡を取ってみた。先生は現在 91 才であったが、すこぶるお元気に過ごしていらした。先生を直接訪ねたいと思ったが、コロナの件でそれは思いとどまることにし、その後、手紙で何度もやり取りをした。理大の各キャンパスにピアノを置く活動をこれから始めたいと考えています。賛同していただける方は、どうぞ、応援してください。

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ほ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。

3. 理数教育研究センターの概要と構成

3-1. 目的と活動内容

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

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

3-2. 部門の設置

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

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

「事業推進部門」では、センターにおける活動成果を学内外に広く発信、普及させ、社
会に還元することを主たる活動としており、そのための機関紙の発行等を行っている。ま
た、才能ある若者を鍛えるために、文部科学省の高等学校の新カリキュラムにおいても、“数
学活用”として大いに取り入れられている離散数学の国際会議（JCDCG³）を一年に一度
開催している。

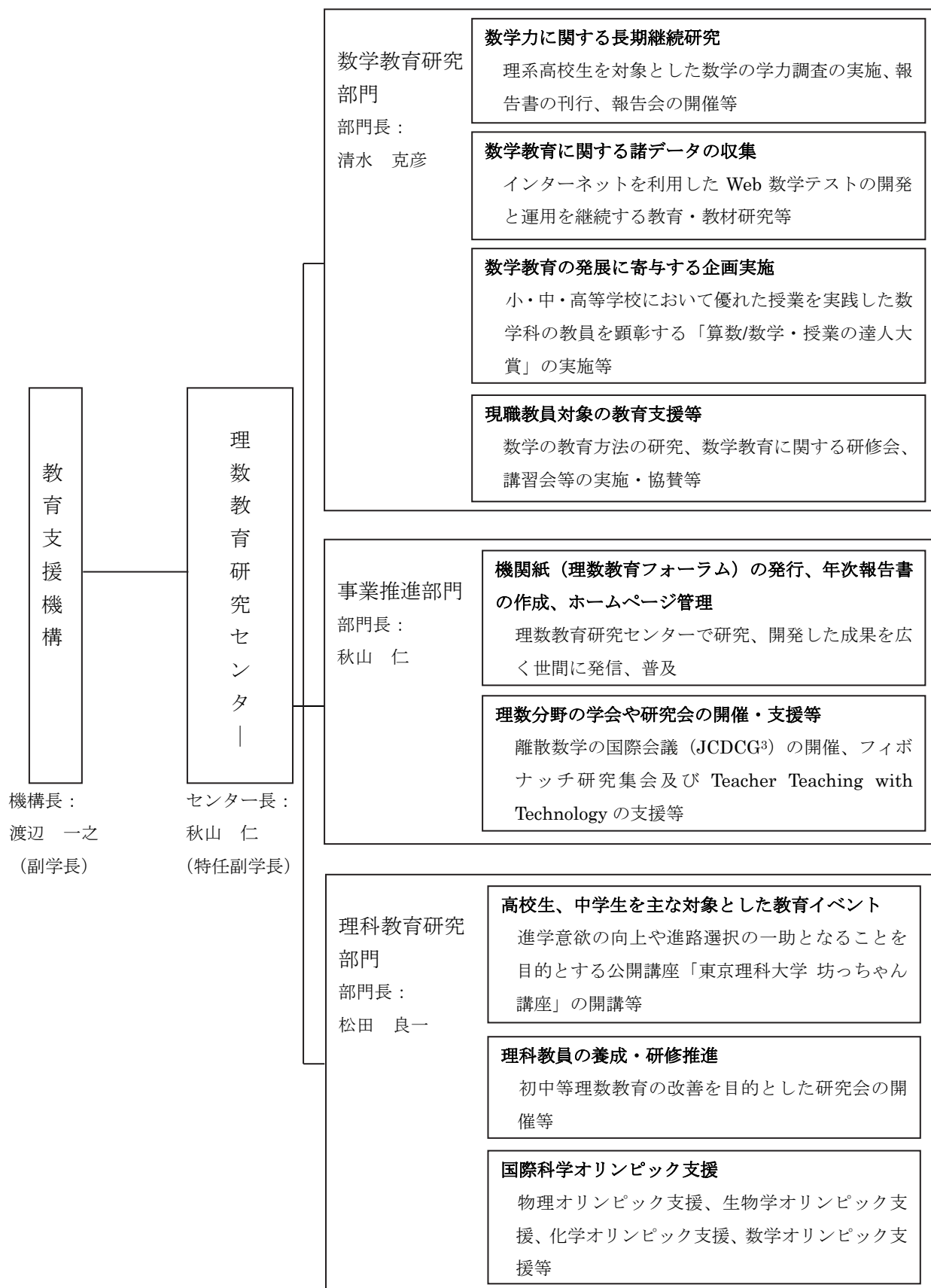
「理科教育研究部門」は、2013年度に部門化され、将来の理数教育の更なる発展に資す
ること、また、学内外の中等高等学校教員等を始めとする多くの理数教育関係者へ広く情
報発信することを主たる活動としている。我が国の科学的才能の育成及び開発の一助とし
て、高校生、中学生を主な対象とした教育プログラムの開講や、理科教員の養成・研修推
進（教員養成研究会等）を行っている。

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

2020 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
2020 年 5 月 19 日	審議	1	理数教育研究センター2019 年度決算及び 2020 年度予算について ※コロナ禍による緊急事態宣言下で会議が開催できなかったためメール審議とした
2020 年 7 月 20 日	審議 審議 報告 報告 報告 報告 報告	1 2 3 4 5 6 7	理数教育研究センター2021 年度予算申請について 現職理科教員を対象とした研究会の開催について 理数教育フォーラムについて 2020 年度坊っちゃん講座の開講について JCDCG ³ 2020 の開催について 各部門の活動内容の中間報告について 新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえた 2020 年度の科学オリンピック開催状況について その他
2020 年 11 月 24 日	審議 審議 報告 報告 報告 報告 報告	1 2 3 4 5 6	2020 年度活動報告書の作成について 2020 年度予算の執行状況及び予定について 理数教育フォーラム第 33 号について 2020 年度坊っちゃん講座の開講状況について 研究会「心に残る理数教育－卒業後にも色あせないもの－」の開催について 第 13 回 算数/数学・授業の達人大賞の開催について その他
2021 年 1 月 19 日	審議 審議 審議 審議 審議 審議 審議 審議 報告 報告 報告 報告	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	2021 年度会議日程について 理数教育研究センターにおける併任教員の選出について 理数教育研究センター運営委員会委員の選出について 事業推進部門長及び理科教育研究部門長の選出について 教育支援機構客員研究員の委嘱について 算数/数学・授業の達人大賞取扱要項の改正について 富士見中学高等学校への坊っちゃん講座の動画提供について 第 13 回 算数/数学・授業の達人大賞の開催報告について 研究会「心に残る理数教育－卒業後にも色あせないもの－」の開催報告について 坊っちゃん講座の 2020 年度開催報告及び 2021 年度開催予定について 各部門の 2020 年度活動報告について 各部門の 2021 年度活動計画について その他

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、加藤圭一、眞田克典、岡田紀夫、瀬尾隆、矢部博、佐古彰史、宮岡悦良、伊藤弘道、齊藤功、佐藤隆夫、下川朝有、新妻弘、馬場蔵人、伊藤稔、渡辺雄貴

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2020年度の活動内容を掲載する。

1. 2020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16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、現職の高等学校教員8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。

今年度の調査は、新型コロナウイルス感染症の影響もあり例年より小規模となったものの、参加校63校、参加者4,141名にご協力いただき、重要なデータを得ることができた。これらの結果は「高校生の数学力 NOW XVI」として刊行される予定である。

さらに、基礎学力調査参加校のご協力のもと、COVID-19 緊急アンケートを実施し、公立・私立、すべての主要科目担当を網羅する33名の先生にお答えいただくことができた。アンケート結果より、ICTを活用する授業が約9割の学校で実践されるなど、学びを止めない指導が教員の意志のもと進められていることが明らかになった。その一方で、ネット環境の整備不足や先生方の準備の時間の多さを始めとする課題も浮かびあがってきており、非常に貴重なデータを得ることができた。お忙しい中ご協力いただいた先生方に、改めて感謝の意を申し上げる。

また、2019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 XV」を、10月に刊行した。



2. 第 13 回 算数/数学・授業の達人大賞

開催日時：2020 年 12 月 6 日（日）12:50～14:50

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

共催：東京理科大学数学教育研究会

今年度で第 13 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。

今年度は例年以上に多くの応募があった中から、厳正なる審査の下、最優秀賞 2 名、優秀賞 2 名、優良賞 2 名、特別賞 1 名の受賞者を決定した。

<最優秀賞>

- ・山形県山形市立第一中学校 岩田 栄彦 先生
授業タイトル「牛乳パックの体積を調べよう」
単元「空間図形」
- ・岩手県奥州市立江刺東中学校 田村 敬済 先生
授業タイトル「時差について考えよう」
単元「正負の数」

<優秀賞>

- ・兵庫県西宮市立鳴尾東小学校 久保田 健祐 先生
授業タイトル「台風の数について考えよう」
単元「表とグラフ（小学 3 年）」
- ・東京都立大江戸高等学校 今井 陽一 先生
授業タイトル「観覧車のゴンドラから地上までの高さを求めてみよう」
単元「三角関数、加法定理」

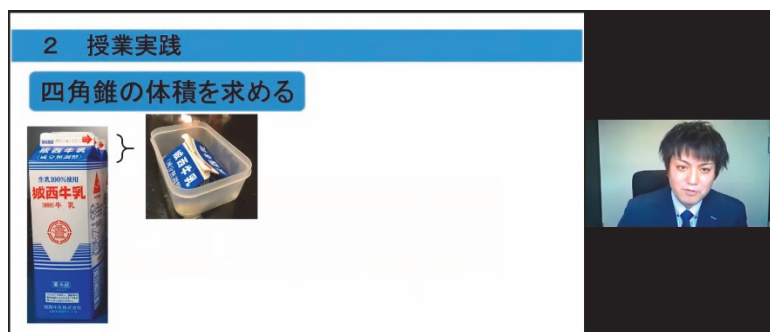
<優良賞>

- ・秋田県東成瀬村立東成瀬小学校 三浦 裕子 先生
授業タイトル「180 度より大きい角度の求め方」
単元「角の大きさの表し方」
- ・秋田県東成瀬村立東成瀬小学校 長瀬 亜希子 先生
授業タイトル「四角形の 4 つの内角の和」
単元「図形の角」

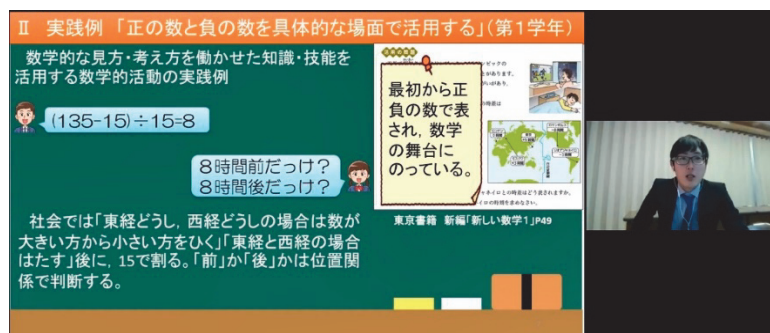
<特別賞>

- ・田園調布学園中等部・高等部 中島 熙人 先生
授業タイトル「オンラインで協同して極限值としての確率に対する理解を深める授業」
単元「確率と標本調査（中学 2 年）」

表彰式は初のオンライン開催となった。当日は、最優秀賞を受賞した岩田栄彦先生、田村敬済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。



岩田栄彦先生の授業「牛乳パックの体積を調べよう」



田村敬済先生の授業「時差について考えよう」

3. 東京都教職員研修センター専門性向上研修（数学Ⅲ）

例年は東京理科大学を会場としていたが、2020年度は新型コロナウイルス感染拡大のリスクを低減するため、会場を東京都教職員研修センターに変更し開催時間を短縮した上で、感染対策を充分にとり実施した。

開催日時：2020年12月9日（水）13:30～16:30

開催場所：東京都教職員研修センター（水道橋）

主催：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
東京都教職員研修センター

研修名：専門性向上研修 数学Ⅲ

「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—」

ねらい：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

講師：特任副学長・理数教育研究センター長 秋山 仁
理学部第一部数学科 教授 清水 克彦

対象：東京都の現職教員 50人（中学校・高等学校・特別支援学校教員）

研修スケジュール：

時間	内容	担当者
13:30～16:30	【講義・演習】 数学教育が担うべき役割 数学と実社会の関わりについて	秋山 仁 研修補助者
	【演習・協議・発表】 数学的事象についての探求過程を通して、課題を 解決するための思考力・判断力・表現力を育成す る指導について	清水 克彦

※研修補助者は、本学大学院生

4-2-2. 事業推進部門

事業推進部門長 秋山仁

部門メンバー

秋山仁、眞田克典、清水克彦、岡田紀夫、瀬尾隆、矢部博、佐古彰史、宮岡悦良、伊藤弘道、佐藤隆夫、新妻弘、伊藤稔

1. 第23回 JCDCG³2020の開催

第23回 離散・計算幾何学国際会議(The 23th JCDCG³)は、新型コロナウイルス感染症の影響により、2021年度に開催延期となった。

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」の第33号が2021年3月に刊行され、関係者に配布された。

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33号 2021年3月発行



- 東京理科大学坊っちゃん講座 第4回講師からの開催報告 薬学部 薬学科 教授 高橋 秀依
- 「第13回 算数／数学・授業の達人賞」開催報告 理学部第一部 数学科 助教 岡田 紀夫
- 数学体験館がサントドミンゴにオープン 理数教育研究センター長 秋山 仁
- 研究会「心に残る理数教育―卒業後にも色あせないもの―」開催報告 理数教育研究センター 理科教育研究部門長 理学研究科 科学教育専攻 教授 松田 良一
- 連載企画「なるほど納得ゼミナール」その33 『正方形の車輪』科学啓発室(数学体験館) 山口 康之

3. 数学体験館の設立による数学普及活動

【国内】

2020年10月 本巣市講演(Zoom)「数学ワンダーランド」

現在交渉中 ・和歌山県橋本市“岡潔記念館”，橋本市教育委員会と文化交流協定の締結 準備中

【海外】

2018年8月 ドミニカ共和国サントドミンゴ市“Museo de Matemática”設立

2020 年 12 月 ドミニカ共和国サントドミンゴ市 “Sala de la Experiencia Matemática Dr. Jin Akiyama” リニューアル・オープン

4. 近代科学資料館リニューアル事業と創立 140 周年記念事業

- ・近代科学資料館リニューアル・オープン式典 2020 年 12 月 1 日
- ・『東京理科大学誕生の歴史』（全 24 ページ）の出版
- ・「The History of Tokyo University of Science」, Museum of Science, TUS 2020 年 2 月
- ・ステンド・グラスの完成（山ロー城 作）
- ・懸賞論文“東京理科大学の実力主義とは”（学長室主催） 2021 年 3 月
- ・パンフレット「近代科学資料館」2020 年 11 月
- ・パンフレット「Museum of Science, Futamura Memorial Hall」 2020 年 11 月

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、太田尚孝、武村政春、川村康文、井上正之、渡辺正、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、中学・高校生、大学生及び一般向けの公開講座の開講、さらに学校教育（初等教育～高等教育）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 2020 年度の活動内容を述べる。

1. 東京理科大学 坊っちゃん講座の開講

新型コロナウイルス感染症の影響によるキャンセルの発生

2020 年 4～6 月の講座は、対面授業形式による開講を予定していたが、新型コロナウイルス感染症拡大防止における大学の方針により、全てキャンセル（延期）となった。

オンラインによる開講

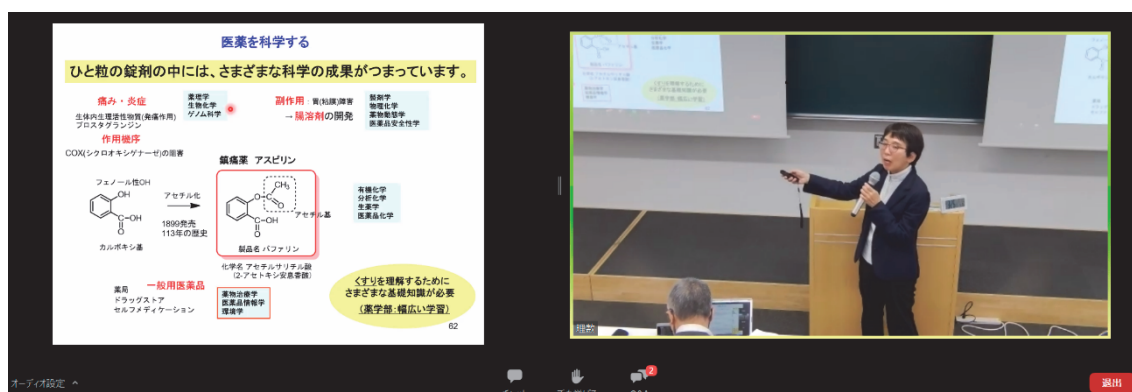
2020 年 7 月以降の講座は、全てオンライン形式で開講した。基本的には神楽坂キャンパスの教室から Zoom ウェビナーによる同期遠隔型で配信を行ったが、第 3 回は葛飾キャンパスにある講師の研究室からの同期遠隔型、第 6 回は講師が事前収録した動画による非同期遠隔型（オンデマンド）で実施した。質問はチャットで受け付け講師が口頭で答えたが、第 6 回のみ講師はメールで回答した。オンライン形式は受講生の移動を伴わない点が好評であり、また、非同期遠隔型（オンデマンド）の場合は掲載期間内であれば動画を繰り返し聴講できる点も好評であった。一方、オンライン形式は茶話会等による受講者と講師の会話が出来ず、進学等の個人的質問が出来ないといった指摘もあった。今後は、人的・設備的条件が許せば、対面とオンラインの複合型の講座開講が望ましいと思われる。

	開催日	タイトル、担当講師	場所	参加者数
1	7 月 18 日(土)	理学部第二部物理学科 目黒多加志 教授 「光の不思議」	神楽坂キャンパス 132 教室から配信	290
2	9 月 19 日(土)	東京理科大学 元教授、東京工業大学 名誉教授、国際基督教大学 名誉教授 北原和夫氏 東京大学大学院 理学系研究科物理学専攻 長谷川修司 教授 国際物理オリンピックメダリスト 村下湧音氏、西口大貴氏 「国際科学オリンピックに参加しよう！物理オリンピック参加に始まる大飛躍」	神楽坂キャンパス 1 号館 17 階大会議室から配信	137
3	10 月 24 日(土)	工学部情報工学科 寒水孝司 教授 「医療を発展させる統計学のチカラ」	葛飾キャンパス 寒水研究室から配信	167

4	11月7日(土)	薬学部薬学科 高橋秀依 教授 「埋もれたキラリティーを探してー大学でできる創薬化学ー」	神楽坂キャンパス 362 教室から配信	115
5	11月28日(土)	基礎工学部電子応用工学科 安藤格士 講師 「数学+物理+化学+生物=先端研究」	神楽坂キャンパス 362 教室から配信	99
6	12月19日(土)	経営学研究科技術経営専攻 宮永雅好 教授 「21 世紀の資本主義と株式会社とは？ー生きがいを持って働くには？ー」	期間限定して YouTube に限定公開	155
7	1月23日(土)	理工学部情報科学科 桂田浩一 准教授 「人工知能入門」	野田キャンパス 桂田研究室から配信	149
8	3月13日(土)	理工学部数学科 馬場蔵人 講師 「数学のレンズを通して自然界のカタチを見てみよう」	神楽坂キャンパス 362 教室から配信	192
2020 年度 合計				1,304



第 2 回の様子



第 4 回の様子

参加者からの感想

【第1回：「光の不思議」】

- ・「情報テレポーテーションなどあまり聞いたことがなかったのでおもしろかった。」
- ・「まだ学校などで学んでいないことも多かったけれど、物理の世界はとても奥が深いということを実感できて、とても良かったです。」
- ・「中学1年生で光のことにあまり詳しくありませんでしたが、これから段々と学年が上がっていくにつれて、そんなことも知ることができるんだなとこれからの学びが一層楽しみになりました。」

【第2回：「国際オリンピックに参加しよう！物理オリンピック参加に始まる大飛躍」】

- ・「物理オリンピックや物理チャレンジに参加することで、新たな可能性が広がるのが知れて良かった。」
- ・「今年も物理オリンピックに参加したが、予選で落ちてしまったので、今日教わったことを参考にして、来年も参加したい。」
- ・「今までは、学校の授業に参加し学校の定期テストで良い点をとるだけで満足していましたが、これからはもっと色々なことに挑戦してみようと、やる気をもらえました。」

【第3回：「医療を発展させる統計学のチカラ」】

- ・「進路に迷っていましたが、医療統計学に大変興味を持ちました。」
- ・「新型コロナウイルスに絡ませて説明をしてくださったので、身近な話として捉えることができました。」
- ・「統計学において基本となるデータを様々な視点から観察するということの大切さを具体的に知ることができて、学校の課題研究でも活用できると思いました。」

【第4回：「埋もれたキラリティーを探して—大学でできる創薬化学—」】

- ・「高校で接することのできない研究の話や科学の流れ、研究課題などについて勉強できる点が非常に良かったです。」
- ・「製薬業界のことなどよくわかりました。終わった後の質疑応答も参考になることがたくさんありました。」
- ・「本格的に薬剤師を目指したいなと思いました。あまり薬学部について詳しくなかったので、詳細が知れました。キラルに関しての話の内容は難しかったが、面白そうだなと思いました。」

【第5回：「数学+物理+化学+生物=先端研究」】

- ・「苦手な科目も好きな科目をより専門的に勉強するために、頑張る必要があると感じました。安藤先生のQ&Aでより集中して受講できました。ありがとうございます。」
- ・「生物学に対するイメージが大きく変わった。全ての学問（専門分野）が繋がっているということ意識してこれから学んでいきたいと思った。」

【第 6 回：「21 世紀の資本主義と株式会社とは？ 一生きがいを持って働くには？ー」】

- ・「現在の資本主義社会の問題点がよく分かった。また、過去のデータからみる経済の発展が面白かった。」
- ・「今私たちが直面している問題につながったところで、考えが深まりとてもよかったです。」

【第 7 回：「人工知能入門」】

- ・「人工知能の学習の仕方には人間の脳の仕組みを発展させたものがありすごいと思いました。最近微分を習ったので今学んでいる数学がそうした技術に深く関わっていることが実感できました。」
- ・「人工知能について詳しく知らない事が多かったので、どのような仕組みで人工知能が働いているのか分かったことや、大学の先生の講義を初めて受けたので雰囲気分かりました。」

【第 8 回：「数学のレンズを通して自然界のカタチを見てみよう」】

- ・「普段、数学を勉強していて得られない視点を先生から感じられてよかったです。」
- ・「数学にはこんな世界もあるんだと未知の世界を知れました！ また、自然界と数学がこんなにも繋がっているのだと知れてよかったです！」

2. 研究会「心に残る理数教育—卒業後にも色あせないもの—」の開催

12 月 13 日（日）に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・高等学校の現職教員や教員を目指す学生、教員養成を担当される方や大学教員を主な対象とする合同研修で、全国から 150 人を超える参加があった。

基調講演：秋山仁理数教育研究センター長（本学特任副学長）が、まずアインシュタインの「教育とは学校で学んだことを忘れた時に残ることである」を引用し、教科書中心ではなく、教師の自然に対する興味に忠実な宮澤賢治の教育方法を紹介した。賢治は生徒たちを神社に連れて行き、「しめ縄」（雲、雨、稲妻を表すシンボル）を指しながら、稲妻による大気の窒素固定が肥料効果をもたらすと語った。この郷土の文化と農業や理科、特に窒素と肥料の関係までを論じた授業は卒業後何十年たっても多くの生徒の心に残っていたそう。ドナルド・キーンは、日本では日本文学の面白さを伝える前に文法の規則的なことをドッとやらせるが、苦行から始めるのではなく、まずは楽しさや魅力を伝え、習い手自らやってみたいという気持ちを起こさせることが肝心だと述べていたそうである。秋山センター長は、この研究会では生徒の心に定着する理数教育とは何かについて考えていきたいと結んだ。

講演 1：北原和夫氏（本学元教授、国際基督教大学名誉教授）は、物理の学習は、世界の認識の仕方や世界への関与の仕方を教育のゴールとするべきだと話し、答えの分かっている問いしか許さないならば、発見や理解の喜びを阻害することになるのではないかと指摘した。

講演 2：渡辺正氏（本学嘱託教授）は、原子や分子が如何に小さく、その数が多く、如何に素早く動いているかについて説明することの重要性や、意外性に驚いた体験が、本物の化学の理解につながることにについて語った。さらに、自然を理解するためには、物理・化学・生物・地学に分断せず、4 分野横断型の教育に戻すべきであると強調した。

講演 3：田代直幸氏（常葉大学教授）は、生物分野には、生まれる、死ぬ、病気、性、脳、健康など人生にかかわるテーマが多くあり、それらを導入として使うことが有効であること、さらに好奇心が生まれれば生徒が主体になって学習を進めることが出来ることを指摘した。

講演 4：久田健一郎氏（日本地学教育学会会長）は、自然界がどのような時間的、空間的なひろがりをもっているかを理解することにより、正しい自然観がうまれてくると指摘した。さらに、近年の日本を襲う地震、台風、自然災害の激甚化、疫病の蔓延等を乗り越えるためには、物理・化学・生物・地学に分断せず、「生存のための理科教育」を構築する必要があると語った。

講演 5：石井裕基氏（香川県立観音寺第一高校数学教諭）は、生徒たちが主体となって進めてきたデータサイエンス研究「無難に外角一辺倒」について紹介した。生徒たちは受動的に「やらされる」のではなく、生活の中にあるテーマを主体的に選び、先輩や大学の研究者から確率論や統計学のアドバイスを受けながら、主体的・能動的に学ぶ「自走する学習者集団」を形成し、その研究成果は SSH 全国大会において高く評価された。生徒たちが「学びって面白い」、「考えるって楽しい」と実感し、教師の役割は「学びとの出会い」のプロデューサーに徹したことについても話された。

講演 6：佐野寛子氏（東京都立小石川中等教育学校生物教諭、獣医師）は、生徒主体の授業運営の実践例として「人間活動と経済—国産部材の魅力を伝える」、「中絶、差別、優生思想—ゲノム情報と人権」、「治療の選択、生と死の捉え方—医療」を紹介した。授業枠は「生物基礎」を使い、生徒が自分たちでテーマを考え、調査と体験を蓄積して成果の活用までを目指しており、「高校生による社会貢献プロジェクト SAGE」の日本大会および国際大会で高く評価された。この授業の影響で、進路を変えた生徒たちが続出したそうである。

パネルディスカッション：参加者から寄せられた質問に関して討論が行われた。

- 1) かつての物理・化学・生物・地学の 4 科目必修に戻さないと日本の理科教育は立ちいかなくなる（渡辺）。
 - 2) 一度、学校で学んだ分野は、内容を忘れた後からでもキャッチアップしやすい（と思わせる）。その意味でも若い時に広く学ぶことは望ましい（秋山）。
 - 3) 「科学と人間生活」枠を活用して「生存のための理数的ノウハウ」だけは伝える必要がある（久田）。
 - 4) 探究では、生徒を主体に教師との会話も加えて課題を決め、評価は生徒個人の成長を重視している（石井、佐野）。
-

5) 大学の教職養成課程においても、広く分野をまたいで教えられる教員を輩出するために努力する必要がある（北原、渡辺）などの点が議論された。

まとめ：参加者からは、

- ・「生徒の学校生活へのモチベーションを上げる方法にさらに興味を持った。彼ら自らが楽しい学校活動ができるように、教職員はコーディネートしなければならない。」
- ・「教員を目指す者として何が重要であるかの全体像がつかめた。生徒が自ら学べる仕掛けをいかに作るか、今日参加していた先生方のお話を基に自分で学びながら考えていきたい。」
- ・「オンラインとはいえ、登壇者のみなさまそれぞれが強く訴えたいと思っているところに、直に触れることができたことが何より良かったと思います。」

などの感想があった。今年度は新型コロナウイルス感染症拡大により、初めてオンラインで研究会を開催し、「心に残る理数教育」と題して、試験のためではない真の理数教育とは何か、何が必要かを考え、参加者の皆さまと議論できるよう開催した。

終了後、参加者から今後取り上げてほしいテーマを数多くいただいたので、それらを参考に来年度も継続して開催していく。



パネルディスカッションの様子 1（配信画面）



パネルディスカッションの様子 2（配信会場）

3. 国際生物学オリンピック 2020 長崎大会の支援

長崎大会の実施目的と概要

第 31 回国際生物学オリンピック 2020 長崎大会は、2020 年 7 月に、世界 80 の国と地域からそれぞれの代表選手（多くが 4 名）と、選手とともに各国のジュリーと呼ばれる大学教員や高校教員が帯同するため、全体としては参加者数 700 名弱の大会となるはずだった。大会は、下記の生物学の試験、国際交流、文化体験で構成されていた。

- ・生物学の試験の実施（実験試験 3 題、理論試験約 200 題）
- ・国際交流→佐世保市の磯を使って、生物観察を行い議論するグループワーク
- ・文化体験→ワークショップ形式で、茶道・座禅・書道・着付け・日本語講座など

実施内容 リモート大会への移行

しかしながら 2 月中旬から世界的なコロナウイルス感染症の拡大にともない、3 月末には長崎でのオンサイト大会は中止とし、リモートでの開催検討を開始した。4 月初旬には緊急事態宣言がでたが、リモート開催にむけて計画を立て直し、国際本部との話し合いを経て 4 月末にはリモート大会開催概要を世界に向けて情報発信できた。これらの動きがスムーズに行えたのは、国際生物学オリンピック本部のトップが松田良一教授であることが大きい。早い段階からリモート大会の可能性を議論することで、本部にもその意思が予め伝わっていたことも大きいと感じている。

リモート大会の概要

国際生物学オリンピックは生物学の試験と国際交流を通した若手の人材育成である。リモート大会では、2 つの要素について時期をずらして体験できるよう、試験の実施と国際交流を第一部と第二部に分けて行い、開催側・参加側の両者に対して負荷を下げた。また、選手にとっては将来を決める重要な大会である場合が多いので、多くの国と地域が参加できるよう、参加費を下げる・高度なネット環境を求めないなどの工夫をした。大会正式名称は「IBO Challenge 2020 – A Substitute for The 31st IBO 2020 Nagasaki, JAPAN」。

実施内容と実施結果

第 1 部：試験実施

8 月 1 日から 8 月 24 日（試験実施日 8 月 11 日 12 日・結果発表 8 月 24 日）

第 2 部：国際グループプロジェクト

8 月 13 日から 12 月 20 日（成果物締切り 10 月 31 日・結果発表 12 月 20 日）

リモート大会の結果概要

参加国 53 か国 （南ヨーロッパと南米からの参加がゼロだったことが特徴）

参加者数 選手 202 名 ジュリー 202 名 試験監督 45 名

海外ボランティア 37 名

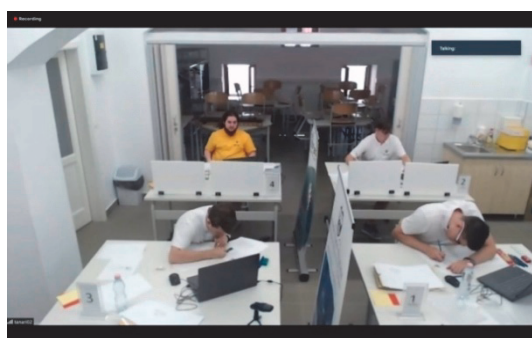
NHK 長崎のお昼のニュースでリモート大会の開催について流れた。松田 良一議長はオープニングの冒頭にて選手へのメッセージと長崎について触れており、NHK ニュース長崎に取り上げられた。



第1部：試験実施

試験は事前問題検討、ジュリーによる問題検討会議、試験実施にわたりすべてリモートで行った。参加国もコロナウイルス感染状況に合わせて、1箇所集まる・自宅で受験など、状況に合わせた試験実施を認めた。選手全員が集まり試験実施したのは65%、全ての選手が自宅受験したのは16%、選手の状況に合わせて組み合わせ実施したのは19%だった。また開催側に試験実施の監視動画を提供した国は66%。監視動画の提供は、ネット環境の違いを考慮し、必須としなかったが、多くの国が提供してくれた。今後は試験監視動画を必須としても良いのではないかなと思う。

試験はオンサイト実施予定のうち、実験試験の植物分野のみが取りやめとなり、残りはすべて形を変えて実施することができた。リモートに向けて、内容の改変、問題提供のインフラ整備等を行った。長崎県の高校教員3名、全国の大学教員46名が2年前から準備していた問題はすべて採択され、選手が解くことになった。日本の生命科学者の力を世界に示すことができた。日本選手は金メダル1、銀メダル3で、参加選手4名がメダルを取れたことも嬉しいニュースである。



試験監視画像

左：ハンガリー（1ヶ所に集まって受験） 右：香港（全て自宅受験）

第2部：国際グループプロジェクト

国際グループプロジェクトでは、4つのトピック（感染症・多様性と海洋・ゲノム編集・進化）から興味のあるものを選び、選手4名とファシリテーター1名の5人1組で、2ヶ月間オンラインで議論を交わし、その結果をポスターにまとめた。4名の選手は異なる国、ファシリテーターは国際生物学オリンピックに出場経験のある世界の大学生 OBOG に協力を仰いだ。期間が2ヶ月以上に亘ったため、49グループでスタートしたが、成果物提出

までたどり着いたチームは 39 チーム。9 月に入り、大学へ進学し多忙になる、高校の授業が始まり時間がとれないなどをはじめとして、英語のコミュニケーション能力の差、時差、ネット環境の差など、壁は多かった。しかしながら提出されたポスターは世界トップレベルの若者らしいものが多く、評価者も楽しむことができた。トピックごとに優秀作品を 1 もしくは 2 つ（合計 6 チーム）、特別賞として 5 チームを選んだ。

4. 国際物理オリンピックの支援

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。なお、2020 年 4 月より組織が特定非営利活動法人から公益社団法人へと変更された。

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 2022 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 6 階にある。

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推進目的の「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。

2020 年度は、世界的に流行した新型コロナウイルス感染症の影響を受けた 1 年であった。まず、2022 年に日本で開催が予定されていた国際物理オリンピックについては、2023 年に延期されることとなり、組織も一般社団法人国際物理オリンピック 2023 協会へと名前を変えた。ただし、事務局は変わらずに 1 号館 6 階にある。

・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。

2020 年の第 16 回物理チャレンジは、当初 2020 年 4 月 1 日～5 月 18 日までの応募期間を予定していた。新型コロナウイルス対策の特別措置法に基づく措置として、2020 年 4 月 7 日に 7 都府県に緊急事態宣言が出され、4 月 16 日に対象が全国と拡大された。最終的に、5 月 25 日に全国での緊急事態宣言が解除に至ったため、応募期間を郵送の場合は 5 月 25 日、オンラインの場合は 6 月 7 日へと延期された。応募数は 909 名（昨年は 1,388 名）であり、男子 744 名、女子 165 名であった。

実験レポートも締め切りを 6 月 15 日から 6 月 26 日へと延長し、最終的に 790 通（昨年は 1,194 通）届いた。レポートの題目は「鉄、銅、アルミニウムなどの金属の比熱を測ってみよう」であり、生徒によっては自粛期間中に家庭で実験を行っていた。

理論試験も 7 月 12 日に全国 79 会場（昨年は 79 会場）で実施を予定していたが、自宅でのオンライン試験へと変更した。マークシート方式であり、理論・実験ともに参加した者は 734 名（昨年の理論試験参加者は 1,194 名、理論・実験ともに参加した者は 1,112 名）であった。オンライン試験の公平性については危惧されたが、総合成績をもとに 119 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、実験試験は断念し、当初は参加者が日帰りできるように、全国 3 か所での対面での理論試験を計画し、実施時期を 9 月 20 日

へと延期した。しかし、全国の感染症の状況が落ち着かないため、試験の公平性という観点から、ウェブカメラを用いた監督付きのオンライン試験に切り替えた。試験を滞りなく実施するために、事前に参加者には zoom 接続の練習をしたり、pdf ファイルをアップロードする練習の機会を設けた。参加者 119 名の構成は、中学生 6 名（昨年 1 名）、高校 1 年生 7 名（昨年 6 名）、2 年生 42 名（昨年 34 名）、3 年生 61 名（昨年 56 名）、既卒生 3 名（昨年 3 名）だった。実験、理論各 5 時間の試験を行い、高校 2 年生以下の成績優秀者 12 名を 2021 年の物理オリンピック日本代表候補に選出した。内訳は中学生 0 名（昨年 0 名）、高校 1 年生 1 名（昨年 1 名）、2 年生 11 名（昨年 11 名）。12 名のうち、8 名が私立高校、4 名が国公立高校の在校生だった。今年度は、初めて女子生徒が 2 名選抜された。

・国際物理オリンピック派遣事業について

2019 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、2020 年 3 月 25～26 日の 1 泊 2 日に短縮した「春合宿」で最終試験を実施し、5 名の代表選手を選出した。例年は 3 泊 4 日で行っている。代表選手には例年は通信教育を行っているが、2020 年 5 月に国際物理オリンピックリトアニア大会中止を受け、添削教育を中止した。

・ヨーロッパ物理オリンピックについて

前述の通り、リトアニア大会は中止されたが、ヨーロッパ地域で開催されているヨーロッパ物理オリンピックがオンラインで開催されることになり、ヨーロッパ圏外の生徒に対しても参加を認めるという措置が取られたことから、第 51 回国際物理オリンピック日本代表選手に参加の意向を確認し、5 人全員が参加した。参加にあたっては、ウェブカメラ監視の下、代表選手と試験監督者が同室にいて、試験終了後は速やかに解答をスキャンして電子的に開催国へ送ることが条件となっていた。そこで、本学の教室を利用して試験を受けることを検討し、使用許可もいただいていた。しかしながら、日本代表選手の居住地は中部地方が多かったことと、本学までの公共交通手段での移動のリスクを考え、最終的には名古屋の貸会場を借りての参加となった。

7 月 20～21 日に開催されたヨーロッパ物理オリンピックには、53 か国から 260 名の代表選手が参加し、金メダル 2 個、銀メダル 3 個と全員がメダルを受賞する好成績を収めた。この成果に対し、文部科学大臣から表彰も受けた。

・第 52 回国際物理オリンピックについて

2020 年 9 月 20 日のオンライン開催の「第 2 チャレンジ」で選出された 2021 年国際物理オリンピック代表候補者 12 名に対して、10 月 25 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のほか 12 月 26～29 日にオンラインで冬合宿を行い、実験研修と講義を実施した。実験装置は、代表候補者の自宅へ事前に郵送した。

・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 26 日にサイピア（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、京都府（11

月 7 日) において開催した。

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。83 名(昨年 114 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。39 名(昨年 27 名)が参加している。

さらに、2020 年度からは「チャレンジ研修」も開始した。

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 20 名を選抜しそのうち 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。

また、出版活動として、News Letter 27~29 号、年次報告書を刊行した。

5. 坊っちゃん講座の動画の提供

2020 年 10 月に本学と富士見中学高等学校との間で、教育に係る連携協定を締結したことにより、過去の坊っちゃん講座の動画提供の依頼があった。提供した動画は、以下のとおり。

開催年度	タイトル・担当講師	動画提供期間	視聴方法	視聴者数
2018	東京理科大学特任副学長・ 理数教育研究センター長 秋山仁 教授 「やりたいこと、それがあ なたの天職! -学問に国境 なし-	2021 年 1 月 20 日(水) ~ 2 月 2 日(火) ※1 月 30 日(土)Zoom で視聴	講座の前半部分を文理選 択を問わず高校 1 年生に視 聴させ、後半部分は自宅で 視聴した (Zoom による配 信)。	25
2019	理学部第一部化学科 井上正之 教授 「高等学校の“教科”を横 断した化学のはなし」	2 月 3 日(水) ~ 2 月 16 日(火) ※2 月 13 日(土)Zoom で視聴	講座の後半「油脂」の話の 部分を高校 1 年生の基礎化 学の授業中に視聴し、前半 部分は自宅で視聴した (Zoom による配信)。	63
2019	基礎工学部生物工学科 西山千春 教授 「免疫が丸ごと分かる 90 分」	3 月 16 日(火) ~ 3 月 23 日(火) ※2 月 13 日(土)Zoom で視聴	自宅で視聴 (Zoom による 配信)。	46
2019	理工学部土木工学科 木村吉郎 教授 「『風』を工学するータコマ 橋事故から大型風車までー」	3 月 27 日(土) ~ 3 月 30 日(火) ※3 月 30 日(火)教室 で視聴	希望者を集めて教室で視聴 (参加者内訳: 物理・化学 選択者 6 名、 生物・化学選択者 1 名)	7

当初、教室に生徒を集めて視聴する予定だったが、緊急事態宣言が発令されたため、第1回～第3回は高校が Zoom を使って生徒に配信し、第4回は、教室に集合して視聴した。

視聴した生徒からの感想

【第1回「やりたいこと、それがあなたの天職！-学問に国境なし-」秋山仁特任副学長】

- ・すぐに諦めるのではなく、好きなことを諦めずに長く続けることが大切だと分かった。
- ・本当の意味で頭がいいというのは成績ではないと思いました。自分の考え方があることの方が、大事だと思います。
- ・何事も失敗を恐れずに挑戦することが大切だと分かりました。また自分の興味のあることを追求していくと、より充実した学びを得られると知ることが出来ました。

【第2回「高等学校の“教科”を横断した化学のはなし」井上正之教授】

- ・化学原子の分布で日本列島の成り立ちがわかるということ。周期表の成り立ちなども勉強になった。
- ・化学が地理と密接に関わっていることです。(特に、ほうれん草の成分調査が面白かったです。)メンデレーエフの周期表の後にできた短周期表があったことも驚きました。
- ・何気なく目にしていない日用品が化学の性質を利用して作られていることが分かりました。家庭科と化学という無関係と思われがちな科目でも繋がっていることが分かり驚きました。

【第3回「免疫が丸ごと分かる 90 分」西山千春教授】

- ・生物の授業でやった内容のさらに詳しいことを知れてよかったです。インフルエンザの時の鼻水には、好中球の死骸が混ざっているということに驚きました。普段から免疫機能が働いているおかげで、健康を維持できているのだと改めて感じました。
- ・免疫がどのようなもので体の中に菌が入ってきたときに体の中でどのようなことが行われているのかを深く知ることが出来ました。また、理系についても聞くことが出来よかったです。
- ・今までに習ってきた生物基礎の復習をすることができて良かったです。また、専門的な言葉もあって難しかったけれど、初めて聞くことや知ることがたくさんあり、とても充実した時間を過ごすことが出来ました。IgE 抗体の量でアレルギーの診断基準となると知ることが出来たけれど、何種類もあるアレルギーの全てを抗体の量で決めることができるのかと疑問に思いました。内容とは関係ないけれど、医師の国家試験は難しいのだなと思いました。

4-3. 数学体験館

数学体験館館長 秋山 仁
数学体験館技術員 山口 康之

はじめに

2013年10月に、数学の理論を五感を通じて体感できる「数学体験館」が、近代科学資料館地下1階に建設されて7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年度は数学体験館を開館することができない状態が続いている。以下の項目順に、数学体験館の2020年度の活動報告を掲載する。

1. 総論

1. 1 来館した団体（2020年4月1日～2021年3月31日迄）
1. 2 冊子「数学体験館7年の歩み」発行
1. 3 ドミニカ共和国サントドミンゴ数学体験館が正式にオープン
1. 4 オンライン講演、出張講演
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 動画の作成

2. 数学工房

1. 総論

1. 1 来館した団体（2020年4月1日～2021年3月31日迄）

10月20日 玉川大学小原芳明総長、他2名が数学体験館を視察

1. 2 冊子「数学体験館7年の歩み」発行

設立7周年を記念して、数学体験館を開設してから7年間の活動記録を冊子にまとめた。2020年10月2日発行。



1. 3 ドミニカ共和国サントドミンゴ数学体験館が正式にオープン

2020 年 12 月 14 日、ドミニカ共和国青少年児童図書館内に、五感で数学を体感することを目的に本学数学体験館より寄贈された教具を展示した「数学体験館（Sala de la Experiencia Matemática）」が正式にオープンした。

開館式には日本を代表して牧内駐ドミニカ共和国大使が出席し、ドミニカ（共）からはアビナデル大統領、アルバレス外務大臣等が出席した。



1. 4 オンライン講演、出張講演

2020 年度は、4 月より、コロナウイルス（COVID-19）感染防止のため、オンライン講演や見学を行った。それ以外にも、出張による講演も行った。

2020 年 11 月 24 日 オンライン講演（岐阜県本巣市教育委員会）

2020 年 11 月 26 日 オンライン講演（栃木県足尾中学校）

2020 年 11 月 29 日 オンライン講演（韓国慶尚数学文化フォーラム）

2020 年 12 月 9 日 東京都専門性向上研修（教員対象）における出張講演

2021 年 1 月 15 日 オンライン見学（三田国際学園中学校）

2021 年 1 月 18 日 玉川大学 Consilience Hall 2020 竣工式における出張講演

1. 5 岐阜県本巣市における「数学のまちづくり」の協力

岐阜県本巣市における「数学のまちづくり」の取り組みの一つとして、同市の富有柿センター内にある「数学ワンダーランド」に今年度も引き続き、数学体験館が展示作品の制作を行った。

今年度、新たに制作された教具は、平行多面体、ペンタドロン、内外逆転図形、表裏逆転立体、四角車輪、定幅コロ。

1. 6 動画の作成

オンライン講演や講義で撮影した動画や過去に撮影した動画などを再編集し、数学体験館に展示されている各種教具個別の解説動画を作成した。これらの動画は、館内にタッチパネルモニターを設置し、そこで映像による教具の解説を行うことに使用する予定である。

2. 数学工房

今年度の岐阜県本巣市における「数学のまちづくり」の協力では、同市の富有柿センターの数学体験コーナーに数学教具を納めたが、そのうち3つの教具（定幅コロ、四角車輪、内外変身図形）は、数学体験館で製作した。

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) 教育開発センター
- (2) 教養教育センター
- (3) 教職教育センター
- (4) 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) 各センター長のうちから機構長が指名する者
 - (4) 大学図書館長
 - (5) 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 5 号に規定する委員の任期は、2 年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。
- 5 会議は、機構長が招集し、その議長となる。ただし、議長に事故のあるときは、議長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。
- 6 議長が必要と認めたときは、会議に委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。
- 7 会議の議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。
- (小委員会の設置)
- 第 6 条の 2 会議の下に、前条第 2 項に規定する審議事項を専門的に検討するため、必要に応じて、小委員会を設けることができる。
- 2 小委員会の運営に関して必要な事項は、別に定める。
- (本務教員)
- 第 7 条 機構に、センターを本務とする専任又は嘱託の教育職員（以下「本務教員」という。）を置くことができる。
- 2 本務教員は、機構長が会議に諮って学長に推薦し、学長の申出により理事長が委嘱する。
- (併任教員)
- 第 8 条 センターに、併任の教育職員（以下「併任教員」という。）を置くことができる。
- 2 併任教員は、本学の専任又は嘱託の教授、准教授、講師及び助教のうちから充てる。
- 3 併任教員は、センター長が前項の教育職員が所属する学部等の学部長等の同意を得て機構長に申し出、機構長は会議に諮って学長に推薦し、学長の申出により、理事長が委嘱する。
- 4 併任教員の任期は、2 年とし、再任を妨げない。ただし、嘱託である者については、嘱託としての委嘱期間内とする。
- (専門職員)
- 第 9 条 機構に、センターを本務とする専任又は嘱託の専門職員（以下「専門職員」という。）を置くことができる。
- 2 専門職員は、センター長が機構長に申し出、機構長は会議に諮って学長に推薦し、学長の申出により理事長が委嘱する。
-

(客員教授等)

第 10 条 センターに、学外の教育研究機関等から招へいする客員教授、客員准教授及び客員研究員(次項において「客員教授等」という。)を置くことができる。

2 客員教授等の資格、選考手続等は、東京理科大学客員教授等規則(昭和 53 年規則第 5 号)の定めるところによる。

(受託研究員及び共同研究員)

第 11 条 センターに、受託研究員及び共同研究員を受け入れることができる。

2 受託研究員及び共同研究員は、学外の教育機関等を本務とする者につき選考するものとし、その手続等は、東京理科大学受託研究員規程(昭和 43 年規程第 7 号)及び学校法人東京理科大学共同研究契約取扱規程(平成 21 年規程第 7 号)の定めるところによる。

(報告義務)

第 12 条 センター長は、当該年度における活動経過及び次年度における事業計画を機構長に報告しなければならない。

(事務)

第 13 条 機構の運営に関する事務は、学務部学務課において処理する。

2 センターの運営に関する事務は、それぞれのセンターに関する規程において定める。

附 則

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

附 則

この規程は、平成 24 年 4 月 1 日から施行する。

附 則

この規程は、平成 25 年 4 月 1 日から施行する。

附 則

(施行期日)

1 この規程は、平成 26 年 1 月 1 日から施行する。

(経過措置)

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

附 則

この規程は、平成 27 年 4 月 1 日から施行する。

附 則

この規程は、平成 28 年 4 月 1 日から施行する。

附 則

この規程は、平成 30 年 4 月 1 日から施行する。

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 9 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	秋山 仁	第 7 条	2020年4月1日～2021年3月31日	特任副学長 理数教育研究センター長 事業推進部門長

「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)
理学部第一部 教養学科	教 授	太田 尚孝	第 8 条	2020年4月1日～2022年3月31日	理科
理学部第一部 教養学科	教 授	武村 政春	第 8 条	2020年4月1日～2022年3月31日	理科
理学部第一部 数学科	教 授	加藤 圭一	第 8 条	2019年10月1日～2021年9月30日	数学
理学部第一部 数学科	教 授	眞田 克典	第 8 条	2019年10月1日～2021年9月30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	2019年10月1日～2021年9月30日	数学教育研究部門長 事業推進
理学部第一部 数学科	助 教	岡田 紀夫	第 8 条	2020年4月1日～2021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	2020年4月1日～2022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	2020年4月1日～2022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	2019年10月1日～2021年9月30日	数学 事業推進
理学部第一部 応用数学科	教 授	矢部 博	第 8 条	2020年4月1日～2021年3月31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	2019年10月1日～2021年9月30日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	教 授	宮岡 悦良	第 8 条	2019年10月1日～2021年3月31日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	准教授	伊藤 弘道	第 8 条	2019年10月1日～2021年9月30日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	准教授	齊藤 功	第 8 条	2019年10月1日～2021年9月30日	数学
理学部第二部 数学科	准教授	佐藤 隆夫	第 8 条	2019年4月1日～2021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	2019年7月1日～2021年3月31日	数学
理学部第二部 数学科	嘱託教授	新妻 弘	第 8 条	2020年4月1日～2021年3月31日	数学 事業推進
理学部第二部 化学科	嘱託教授	渡辺 正	第 8 条	2020年4月1日～2021年3月31日	理科
理工学部 数学科	講 師	馬場 蔵人	第 8 条	2019年4月1日～2021年3月31日	数学
理学研究科 科学教育専攻	教 授	松田 良一	第 8 条	2020年4月1日～2021年3月31日	理科教育研究部門長
教育支援機構 教職教育センター	教 授	伊藤 稔	第 8 条	2020年4月1日～2021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	興治 文子	第 8 条	2020年4月1日～2022年3月31日	理科
教育支援機構 教職教育センター	准教授	渡辺 雄貴	第 8 条	2020年4月1日～2022年3月31日	数学

「選出区分」は東京理科大学教育支援機構規程による。

6-3. 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	吉見奈緒子	第10条	2020年4月1日～2021年3月31日	

「選出区分」は東京理科大学教育支援機構規程による。

6-4. 理数教育研究センター運営委員会委員

所 属	職名	氏 名	選出区分	任期	備考 (担当部門)
教育支援機構 理数教育研究センター	教 授	秋山 仁	第9条第2項第1号 第9条第2項第3号	2020年4月1日～2021年3月31日	事業推進
理学部第一部 数学科	教 授	眞田 克典	第9条第2項第4号	2019年10月1日～2021年9月30日	数学 事業推進
理学部第一部 数学科	教 授	清水 克彦	第9条第2項第2号	2019年10月1日～2021年9月30日	数学 事業推進
理学部第一部 応用数学科	教 授	瀬尾 隆	第9条第2項第4号	2019年10月1日～2021年9月30日	数学 事業推進
理学部第一部 応用数学科	教 授	矢部 博	第9条第2項第4号	2020年4月1日～2021年3月31日	数学 事業推進
理学部第二部 数学科	教 授	宮岡 悦良	第9条第2項第4号	2019年10月1日～2021年3月31日	数学 事業推進
理学研究科 科学教育専攻	教 授	松田 良一	第9条第2項第2号	2020年4月1日～2021年3月31日	理科
教育支援機構 教職教育センター	教 授	伊藤 稔	第9条第2項第4号	2020年4月1日～2021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）

秋山 仁【総合教育機構理数教育研究センター 教授】

① 学術論文

1. J. Akiyama, HIRO Ito, Toshinori Sakai, Yushi Uno, The Twenty years of JCDCG3, Graphs and Combinatorics, Vol.36, 181-203 (2020) (査読有)
2. J. Akiyama, Kiyoko Matsunaga, An algorithm for Folding a Conway Tile into an Isotetrahedron or a Rectangle Dihedron, Journal of Information Processing, Vol.28, 750-758 (2020) (査読有)
3. J. Akiyama, Erik Demaine, Stefan Langerman, Polyhedral Characterizaion of Reversible Hinged Dissection, Graphs and Combinatorics, Vol.36, 221-229 (2020) (査読有)
4. J. Akiyama, Kiyoko Matsunaga, An algorithm for folding a Conway tile into an isotetrahedron or a rectangle dihedron, Journal of Information Processing, Vol.28, 750-758 (2020) (査読有)
5. J. Akiyama, Kiyoko Matsunaga, A Prettier Shell on the Seashore : The Conway Criterion, The Mathematical Intelligencer, Vol.43(2), (2021) (査読有)

② 受賞

日本文藝家協会 ベスト・エッセイ集入選 2020 『市原悦子さんの読み聞かせ』

③ 著書

1. スペイン語数学テキスト, Jin Akiyama y Jorge Urrutia
“El show De las Matematicas”, Universidad Cientifica de Tokio, 3月31日
2. 共著 ベスト・エッセイ 2020, 秋山仁 他, 日本文藝家協会編集, 8月5日
『市原悦子さんの読み聞かせ』, 信濃毎日新聞 1/30 掲載

④ 参考書 監修

『自由自在』秋山仁, 増進堂・受験研究社, 2月1日

⑤ 帯文

『でたらめの科学』勝田敏彦著, 帯文 秋山仁, 朝日新聞出版, 12月30日

⑥ 記録誌

- ・『数学体験館の7年間の歩み—設立7周年を記念して』東京理科大学数学体験館, 10月2日
- ・理科大カレンダー 2021年3月面「世界に発信する東京理科大学 秋山仁教授の活躍」

⑦ 新聞・雑誌・Web

- ・連載：信濃毎日新聞, コラム“コンパス” 秋山仁

1. 外出自粛の大人 読書をしては「人間の多様な力 考える時間に」	4/15
2. 新型コロナ対策 データ少ない日本「科学的な姿勢 歴史に学ぶ必要」	5/22
3. 一休和尚の教え「本質をよく見て肩の力を抜く」	7/1
4. 良い先生の条件とは「面白さを伝え 学ぶ意欲刺激」	8/5
5. 大学のオンライン授業四苦八苦「自分の授業を見直す機会に」	9/16
6. ノーベル物理学賞にペンローズ博士「故中村先生の武勇伝思い出す」	10/21
7. 見習いたい小柴先生の生き方「やればできる」精神といい出会い	11/25
8. 暮れや正月 子供たちの過ごし方「野外活動が少ない昨今心配に」	1/6
9. 動植物の生態 技術開発のヒントに「身の回りの生き物観察してみて」	2/10
10. 人生経験積んだ教え子の心に残る「憧憬」先生にとっての真の勲章	3/17
・ 論座：朝日新聞 WEB	
1. ペンローズ博士へ乾盃！	12/11
・ 週刊 東洋経済 本山理事長対談	
Tus 140 th Anniversary「理念を貫き、進化する」	2/6
・ 日経ビジネス 本山理事長対談	
Tus 140 th Anniversary「理念を貫き、進化する」	2/8
・ 朝日新聞 Edu A 4月26日 2面 書評	
『教えて！藤嶋昭先生 科学のギモン』	
・ 朝日小学生新聞 5月11日 3面	
『千年後も定理見つける』	
・ 山陰中央新報 (6/20), 山陽新聞 (6/20), 高知新聞 (6/20), 徳島新聞 (6/24), 岐阜新聞 (6/26), 北日本新聞 (6/29), 秋田さきがけ (7/3), 宮崎日日新聞 (7/4), 福井新聞 (7/12), 下野新聞 (7/19), 茨城新聞 (7/24), 岩手日報 (7/28), 南日本新聞 (8/4), 産経新聞・大阪版 (9/9), 毎日新聞 (9/15)	
『14歳の君へ～わたしたちの授業』	
・ 読売新聞 10月29日 特別面	
『第69回読売教育賞 算数・数学教育 講評』	
・ 川越高校新聞	
『数学とはあそびである 数学の伝道師 秋山仁先生が語る』	12/25
〔理大関係誌〕 秋山仁	
1. 『東京理科大学誕生の歴史』近代科学資料館編 巻頭言	
2. 理窓 5月号 No.503 p2-3	
『秋山先生に聞く“数学”の醍醐味と有用性』	
3. 理数教育フォーラム 第33号 p2	
『数学体験館がサントドミンゴにオープン』	
〔一般誌・本〕 秋山仁	
・ 倫風 6月1日 p120-124	
『好き！を仕事にした先輩たち』	
・ PHP 10月増刊号 特別保存版 8月18日 p48-49	
『いつだって、ありのままの自分をさらけ出せばいいじゃないか！』	

〔WEB・ABSTRACT〕 J. Akiyama

- ・日本関節運動学的アプローチ (AKA) 博田法医学会 講演抄録
『医療現場は数学的思考の花盛り』
- ・電気倶楽部講演録 (11 月 13 日, 於グランドパレス)
- ・読売新聞 WEB 第 69 回読売教育賞表彰式『選考委員を悩ませる力作ぞろい』, 11/20
- ・慶尚数学文化フォーラム オンライン講演録 (11 月 29 日, 慶尚南道教育庁⇄数学体験館)
冊子, p63-89, 『数学体験館と最近の開発教具紹介』
- ・玉川大学出版部「全人」No.859, p14-15, Consilience Hall 2020 竣工記念講和抄録
『数学と芸術 未来を拓く』

⑧ 動画編集

- ・集中講義録 『離散数学幾何ⅡA・研究の醍醐味』
- ・足尾中学校講演録
- ・慶尚数学文化フォーラム講演録 (韓国)
- ・本巢市講演 『数学ワンダーランドリニューアルオープン記念事業』
- ・ドミニカ数学館開会式 挨拶 『Museo de Matematicas en Santo Domingo』
- ・紀尾井町 数学ライブ 『芸術×数学～究極の美を探し求めて～』

⑨ 学会, 研究集会, 招待講演 (学術・教育講演)

1. 秋山仁, 『秋山仁の数学体験館及び最近の開発教具紹介』, 慶尚数学文化フォーラム,
オンライン開催 (数学体験館⇄慶尚南道教育庁), 11/29
2. IKURO SATO, JIN AKIYAMA, 『ワイソフ多胞体の対蹠点間のマンハッタン距離に
ついて』, 第 89 回 形の科学シンポジウム, オンライン開催, 12/5 (学術講演)
3. 秋山仁, 『心に残る理数教育—卒業後にも色あせないもの—教育とは学校で学んだこ
とを忘れた時に残ることである (A.アインシュタイン)』, 理科教育研究会, オンライン
開催, 12/13 (基調講演)
4. 佐藤郁郎, 秋山仁, 『ワイソフ多胞体の相対する頂点同士を何本の辺で結べるか?』,
直観幾何学 2021, オンライン開催, 3/6-7 (学術講演)

⑩ 海外活動 秋山仁

1. 『Museo de Matematicas en Santo Domingo』, サントドミンゴ数学館オープニング
挨拶 (オンライン), 12/10
2. 在ドミニカ共和国日本国大使館 HP, 『秋山仁数学体験館の開館式』, 12/18

⑪ 取材 (オンライン)

1. 高崎北高校, 『定理の見つけ方と証明法』, オンライン取材 広報課, 9/8
2. 川越高校新聞部, 『数学のおもしろさ』, オンライン取材 広報課, 9/25

⑫ 講演 秋山仁

1. 科学文化概論, 『研究の醍醐味』, オンライン講義 (体験館), 8/3
2. 離散数学幾何ⅡA 集中講義, 『研究の醍醐味』, オンライン講義 (体験館), 9/7～11

-
3. 本巢市講演、『今日からあなたは芸術家』, オンライン講演 (体験館), 10/24
 4. 電気倶楽部講演、『不可能を可能にする数学的発想とは』, グランドパレス, 11/13
 5. 栃木県足尾中学校講義、『Math Spectacle Show—右脳を鍛える—』, オンライン (体験館), 11/26
 6. 東京都教職員研修、『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』, 水道橋研修センター, 12/9
 7. 玉川大学, Consilience Hall 2020 竣功記念講和,『芸術と科学、未来を拓く』, 玉川大学マープルホール, 1/18
 8. 紀尾井町講演,『芸術×数学～究極の美を探し求めて～』, 東京ガーデンテラス, 1/28
 9. 門間塾,『数学の魔力』, 世田谷区立桜丘区民ホール, 2/23
 10. 第 48 回春季特別ゼミナール・火曜会東京私学経営者行議会,『STEAM 教育とその模擬授業～数学、理科、芸術、物づくり融合授業～』, ホテルグランドヒル市ヶ谷, 3/16
 11. オープンカレッジ,『今日からあなたは算数マジッシャン』, オンライン講義 (飯田橋ラムラ), 3/27

⑬ 社会的活動 秋山仁

1. ヨーロッパ科学アカデミー, フェロー
2. 国際学術専門誌編集委員
 - ・ Graphs and Combinatorics, Springer, Founding Editor
 - ・ Journal of Indonesian Math Society, Editor
 - ・ Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography, Taru Publications, India, Editor
3. IMO2023 日本大会 組織副委員長
4. 客員教授 南開大学客員教授 (中国・天津), 山東海洋大学客員教授 (中国・青島)
5. 文部科学省 SSH 企画評価委員
6. JCDCG² (計算・離散幾何学日本会議) 組織委員長
7. 読売教育賞選考委員 (読売新聞社)
8. 毎日自然科学観察コンクール (毎日新聞社) 審査委員
9. (公益社団法人) 全国幼児教育研究協会 理事
10. (一般社団法人) 国際幼児教育振興協会 理事
11. 駿台予備学校 顧問
12. 所属学会 American Math Society, 日本数学会, 日本化学会
13. 岐阜県本巣市まちづくり学術アドバイザー
14. ドミニカ共和国数学教育支援
15. 北海道数学コンテスト 顧問

⑭ その他の広報活動

1. Conscience Vol.150, 12/21
『二村記念館 近代科学学資料リニューアルに係る開所式を開催』
 2. Conscience Vol.152, 3/1
-

『140 周年記念事業のお知らせ（その 5）』

本山理事長と秋山特任副学長が対談：本学のこれまでの歩みと今後のビジョン』

3. Tus. Today イベント, 12.15

『2020 年度研究会「心に残る理数教育－卒業後にも色あせないもの－」をオンラインで開催』

4. Tus. Today イベント, 12.8

『2020 年度 第 13 回《算数/数学・授業の達人》大賞受賞者決定・授賞式をオンラインで開催』

5. Tus. Today Media, 3.17

『本学本山理事長と秋山特任副学長の対談記事が週刊東洋経済・日経ビジネスに掲載』

6. Tus. Today Research, 3.2

『本学教員らがデジタル教材を開発 未来の教室「STEAM ライブラリーVer.1」が無償一般公開』

太田 尚孝【理学部第一部教養学科 教授】

① 学会発表

1. 浅野 佑太, 太田 尚孝, 鞆 達也. Synecosystis sp. PCC6803 における分子状水素と活性酸素種の関係. 第 62 回日本植物生理学会年会. 2021 年 3 月 14 日 ～ 3 月 16 日

武村 政春【理学部第一部教養学科 教授】

① 学術論文

1. Draft Genome Sequence of Medusavirus stheno, a new member of “Medusaviridae” Isolated from the Tatakai River of Uji, Japan. Koki Yoshida, Ruixuan Zhang, Kimberly Gacayon Garcia, Hisashi Endo, Yasuhiro Gotoh, Tetsuya Hayashi, **Masaharu Takemura**, Hiroyuki Ogata. Microbiol. Resource Announc. in press.
2. Medusavirus ancestor in a protoeukaryotic cell: Updating the hypothesis for the viral origin of the nucleus. **Masaharu Takemura**. Frontiers in Microbiol. 11, 571831, 2020.
3. 塩基の相補性を確実に示す DNA 教材の重要性. 内山智枝子, **武村政春**. 生物教育 61, 170-179, 2020.
4. Kinetic analysis of the motility of giant virus-infected amoebae using phase-contrast microscopic images. Sho Fukaya, Keita Aoki, Mio Kobayashi, and **Masaharu Takemura**. Frontiers in Microbiol. 10, 3014, 2020.

② 著書

1. 楽しい調べ学習シリーズ ウイルスって何だろう？. **武村政春** (監). PHP 研究所, 2020.11.
2. 細胞とはなんだろう. **武村政春**. 講談社ブルーバックス, 2020.10.
3. ずかんウイルス. **武村政春**, 宮沢孝幸 (監). 技術評論社, 2020.10.
4. 基本がわかる 分子生物学集中講義. 花岡文雄 (監), **武村政春**. 講談社, 2020.4.

③ 招待講演

1. ○**武村政春**. 地球はウイルスの惑星. 朝日カルチャーセンターオンライン講座, オンライン, 2020.12.18.
2. ○**武村政春**. 巨大ウイルスから紐解く、生物とウイルスの不思議な関係. 第 20 回名古屋大学遺伝子実験施設公開セミナー, オンライン, 2020.12.14.
3. ○**武村政春**. 巨大ウイルスがアメーバを“食べる”方法と、その進化について. 日本アミノ酸学会第 14 回学術大会特別講演, オンライン, 2020.11.20.
4. ○**武村政春**. 巨大ウイルスを通してみる、私たちの知らない〈ウイルス〉の世界. 東京理科大学こうよう会青森県支部講演会, 弘前, 2020.10.24.

④ 広報

1. (新聞取材) 巨大ウイルス研究で見えたウイルスで生物進化!?. 赤旗日曜版, 2020 年 12 月 27 日
2. (インターネット番組出演) ウイルスと免疫の話. 「科学道 100」トークイベント (出演: **武村政春**, 小安重夫), 編集工学研究所, 東京, 2020.12.18.
3. (TV 出演) サンデーLIVE!!, 2020.8.16.
4. (インターネット番組出演) ウイルスが変わる世界. ゲンロンカフェトークイベント (出演: **武村政春**, 山本貴光, 吉川浩満), 東京, 2020.8.5.
5. (新聞取材) Startup Innovation Science 感染アメーバ動き分析. 日経産業新聞, 2020 年 6 月 9 日
6. (新聞取材) 驚異のウイルスたち③ 「巨大」出現 新生命体へ進化?. 日本経済新聞, 2020 年 6 月 6 日
7. (TV 出演) NHK World Japan 「Medical Frontiers - Unmasking the virus」, 2020.5.26.~
8. (ラジオ出演) ラジオ NIKKEI 「みんなで予防! 感染症ワンポイントアドバイス」シリーズ「ウイルスを知る!」, 2020.5.12.~
9. (インターネット番組出演) ビデオニュース・ドットコム「マル激トーク・オン・ディマンド (この世界はウイルスでできている)」, 2020.5.2.
10. (新聞取材) ウイルス共生の歴史. 朝日新聞, 2020 年 4 月 6 日
11. (新聞取材) ウイルスってなんだ?, 朝日小学生新聞, 2020 年 4 月 1 日

⑤ その他

1. (評論) 現代に蘇った魔物!? 「メドゥーサウイルス」とは何者か. **武村政春**, 講談社ブルーバックス公式サイト, 2020.12.4.

-
2. (記事) 巨大ウイルス. **武村政春**. 理大科学フォーラム 2020 年 12 月号, 2-5.
 3. (コラム) 今、君たちに伝えたいこと ～見えないからこそ、大きな可能性がある.
武村政春, 道徳と特別活動, 2020 年 12 月号, 60-61, 2020.
 4. (評論) 生物の 10 倍存在! 地球が「ウイルスの惑星」であるたった 1 つの理由. **武村政春**, 講談社ブルーバックス公式サイト, 2020.10.21.
 5. (評論) ウイルスの惑星に生きる. **武村政春**, 本, 2020 年 8 月号, 2-4, 2020.
 6. (雑誌取材) 意外に知らないウイルスの謎 (上) (下). 倫風, 2020 年 8 月号, 9 月号.
 7. (評論) 共生のパートナーとしてのウイルス. **武村政春**, 表現者クライテリオン, 2020 年 7 月号, 108-113, 2020.
 8. (記事) 生物: DNA 抽出実験. **武村政春**. 理大科学フォーラム 2020 年 4 月号, 58-59.
 9. (雑誌取材) ウイルスからせまる生命の進化の謎, Newton 2020 年 2 月号, pp.96-103.

加藤 圭一【理学部第一部数学科 教授】

① 学術論文

1. Simple proof of stationary phase method and application to oscillatory bifurcation problems, 加藤圭一, 柴田徹太郎, Nonlinear Analysis, 190 巻, 111594, 13 pp., 2020 (査読有)
2. Singularity for solutions of linearized KdV equations, 加藤圭一, 川本昌紀、南部耕一郎, Journal of Mathematical Physics, 61 巻 051502, 11 pp., 2020 (査読有)
3. Characterization of the ranges of wave operators for Schrödinger equations via wave packet transform, 加藤圭一, 米山泰祐, Funkcialaj Ekvacioj, 63 巻 pp19-37, 2020 (査読有)

眞田 克典【理学部第一部数学科 教授】

① 学術論文

1. Tomohiro Itagaki, Katsunori Sanada and Satoshi Usui:
A Batalin-Vilkovisky differential on the complete cohomology ring of a Frobenius algebra, Proceedings of the 52nd Symposium on Ring Theory and Representation Theory, (査読なし), February 2020

② 著書

1. 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, 鈴木清夫, 須田学, 新井田和人, 半田真, 牧下英世, 渡邊博史
高校生の数学力 NOW XV、
科学新興新社／フォーラム・A、2020 年 10 月

③ 学会活動

日本数学教育学会代議員

④ その他

東京理科大学教員免許更新講習「数学教育リフレッシュ講座」講師

SUT Journal of Mathematics 編集委員

清水 克彦【理学部第一部数学科 教授】

① 学術論文

1. 半田真、清水克彦.「仮説検定の考え方」の指導に関する実践研究. 東京理科大学教職教育研究. (6) pp.33-44,2021 (査読有)

川村 康文【理学部第一部物理学科 教授】

① 学術論文

1. 理数探究基礎の導入のための 2.0m大風車風力発電機教材の 3Dプリンターを用いた開発と実践, 飯野誠也, 川村康文, エネルギー環境教育研究, 14(2),pp37-44,2020 (査読有)

② 著者

1. 歴史上の科学者たちから学ぶ魅力的な理科実験, 川村康文, オーム社, pp1-244, 2020
2. 「名探偵コナン実験・観察ファイル サイエンスコナン 元素の不思議」中国語版, 川村康文, 小学館監修, pp1-160, 2020
3. 「イラスト&図解 知識ゼロでも楽しく読める! 物理のしくみ」中国語版, 川村康文, 東販出版監修, pp1-224, 2020
4. 動画の実演+研究メモでかんたん! 東京理科大生による小学生のおもしろ理科実験, 川村康文, メイツ出版, pp1-112, 2020
5. 「理大科学フォーラム」物理: シャカシャカ振るフルライト de 防災対策, 川村康文, 学校法人 東京理科大学, pp1-2, 2020
6. 物理が楽しくなる! キャラ図鑑, 川村康文, 新星出版社, pp1-159, 2020
7. 図解 教養辞典 科学 INSTANT SCIENCE, 川村康文, ニュートンプレス 監訳, pp1-175, 2021
8. 中学 自由自在 理科, 川村康文, 受験研究社 監修, pp1-575, 2021

③ 招待講演・出前授業

1. 2020 年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 ZOOM 開催 川村康文
2020. 8. 28

-
2. 練馬区立練馬東中学校 エネルギーに関する講義および実習（エネルギーに関する実験） 川村康文 2020. 11. 6
 3. まなびの森保育園白河 幼児のための理科実験 川村康文 2020. 11. 16
 4. 星川こども園 幼児のための理科実験 川村康文 2020. 12. 7
 5. 東京都立三鷹中等教育学校 エネルギーに関する講義および実習（エネルギーに関する実験） 川村康文 2020. 12. 12
 6. 「日中実験教室」 曲阜師範大学と交流プログラムを実施 川村康文 2020.12.23～24 オンライン開催
 7. 福岡県立輝翔館中等教育学校 （オンライン授業）エネルギーに関する講義および実習 川村康文 2021.3.3
 8. 武蔵野大学附属千代田高等学院 エネルギーに関する講義および実習（エネルギーに関する実験） 川村康文 2021.3.19

④ 受託研究

1. 受託研究費（経済産業省）令和2年度学びと社会の連携促進事業（「未来の教室」（学びの場）創出事業）に関するSTEAMコンテンツ制作業務），東京理科大学 研究代表者 川村康文，2020

⑤ 広報・テレビ・新聞

1. NHK 「すいエイサー」 ～大きなシャボン玉の中にスポッと入りた～い!～について、解説を行ったのが、放送された。川村康文 2020年4月21日
 2. 朝日新聞 天声人語で、ニュートンがペスト疎開をしている時代に、奇跡の三大発明を行ったことについて、インタビューを受け、「若者，児童生徒さんに，この時期に，沈黙思考する時間を，豊かに使ってもらいたい」という話をし，この件について，実名と肩書入りで掲載されました。川村康文 2020年5月22日
 3. 読売中高生新聞 「読売中高生新聞に「エアコンから冷たい風がでる理由」と言う記事が掲載された。川村康文 2020年6月12日
 4. Eテレ 「まいにちスクスク」 親子で発見！ 科学あそび（1）テーマ「水の不思議」について解説した。川村康文 2020年6月29日
 5. Eテレ 「まいにちスクスク」 親子で発見！ 科学あそび（2）テーマ「水と油の不思議」について解説した。川村康文 2020年6月30日
 6. Eテレ 「まいにちスクスク」 親子で発見！ 科学あそび（3）テーマ「鏡・静電気の不思議」について解説した。川村康文 2020年7月1日
 7. Eテレ 「まいにちスクスク」 親子で発見！ 科学あそび（4）テーマ「虹の不思議」について解説した。川村康文 2020年7月2日
 8. テレビ朝日 「Qさま」 「水に浮く野菜や果物を選ぶ」問題の監修を行った。川村康文 2020年7月13日
 9. NHK 総合 「チョコちゃんに叱られる」 ストロウの秘密からは目に見えない科学の不思議の説明を行った。川村康文 2020年7月17日
 10. テレビ朝日 「Qさま」 「電気通す物を選ぶ」「磁石にくっつく物を選ぶ」問題の監修を行った。川村康文 2020年8月10日
-

-
11. NHK 「すいエイサー」 ～だれでもできる魔法シリーズ (1)「魔法のお弁当をつくっちゃおう!!」～について、解説を行ったのが、放送された. 川村康文 2020 年 9 月 1 日
 12. フジテレビ 「所 JAPAN」 「プチ改良」コーナーで「プラスチック消しゴム」について解説したのが、放送された. 川村康文 2020 年 9 月 14 日
 13. 朝日小学生新聞 「朝日小学生新聞に「理科好きになれるチャンス」と言う記事が掲載された. 川村康文 2020 年 9 月 18 日
 14. テレビ朝日 「Q さま」 「水に浮く野菜・果物を選ぶ」問題の監修を行った. 川村康文 2020 年 9 月 28 日
 15. テレビ東京 ソレダメ 「ソレダメ新常識 6 連発」の解説を行ったのが、放送された. 川村康文 2020 年 10 月 7 日
 16. フジテレビ 「でんじろう THE 実験 SP」 「ミキサーで一万回炭酸水を攪拌するとどうなる?」, 「マイナス 4 5 度の環境で、吹き出したシャンパンは凍る?」のコーナーの解説を行ったのが、放送された. 川村康文 2020 年 11 月 13 日
 17. 日本テレビ 「第 40 回全国高等学校クイズ選手権高校生クイズ 2020」で見識者として出演したのが、放送された. 川村康文 2020 年 12 月 11 日
 18. 日本教育新聞 国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS)」の結果についての所見が掲載された. 川村康文 2020 年 12 月 14 日
 19. テレビ東京 ソレダメ 「写真付き年賀状に書いた文字は、濡れティッシュで拭く」のコーナーで学術的な解説を行ったのが、放送された. 川村康文 2020 年 12 月 23 日
 20. NHK 総合 「チョコちゃんに叱られる」 煙について説明を行った. 川村康文 2021 年 3 月 26 日

井上 正之【理学部第一部化学科 教授】

① 学術論文

1. 関根彩香, 井上正之. ポリ乳酸とポリエチレンテレフタラートの分解速度の比較. 化学と教育. 68(10) pp.438-441, 2020 (査読有)
2. 増田泰大, 今野貴幸, 井上正之. 糖類の還元性の原因となる構造の究明 ―フェーリング液とベネジクト試薬との反応―. 化学と教育. 68(10) pp.434-437, 2020 (査読有)
3. 鈴木崇広, 井上正之. 硫酸水素ナトリウムを用いた鉛蓄電池. 化学と教育. 68(12) pp.532-535, 2020 (査読有)
4. 熊谷英実, 井上正之. 光ラジカル開始剤を用いるクメン法の定性実験. 化学と教育. 68(12) pp.528-531, 2020 (査読有)

② 著書

1. 井上正之. メチオニンまでカバーする含硫アミノ酸の検出実験. 理大 科学フォーラム. 2020.6

-
2. 井上正之. 界面活性剤一体型酸化マンガン (IV) を用いるベンジルアルコールの酸化. 理大 科学フォーラム. 2021.2

瀬尾 隆【理学部第一部応用数学科 教授】

① 学術論文

1. T^2 type test statistic and simultaneous confidence intervals for two sub-mean vectors, Tamae Kawasaki, Toshiki Naito, Takashi Seo, International Journal of Statistics and Probability, 9, 1-8, 2020 (査読有)
2. Multivariate normality test using normalizing transformation for Mardia's multivariate kurtosis, Rie Enomoto, Hanusz Zofia, Ayako Hara, Takashi Seo, Communications in Statistics - Simulation and Computation, 3, 684-698, 2020 (査読有)
3. New test statistics for one and two mean vectors with two-step monotone missing data, Mizuki Onozawa, Ayaka Yagi, Takashi Seo, International Journal of Statistics and Probability, 9, 56-75, 2020 (査読有)
4. Modified likelihood ratio test for sub-mean vectors with two-step monotone missing data in two-sample problem, Tamae Kawasaki, Takashi Seo, Austrian Journal of Statistics, 50, 88-104, 2020 (査読有)

② 学会発表

1. 3-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, 酒井 玲美, 八木 文香, 瀬尾 隆, 日本計算機統計学会 第 34 回シンポジウム, 2020
2. 2 標本問題における 2-step 単調欠測データの下での平均ベクトルに対する新たな検定統計量, 八木 文香, 小野沢 瑞季, 瀬尾 隆, 日本数学会, 2020

矢部 博【理学部第一部応用数学科 教授】

① 学術論文

1. Hiroshi Yamashita, Hiroshi Yabe and Kouhei Harada, A primal-dual interior point trust-region method for nonlinear semidefinite programming, Optimization Methods and Software, 2020 年.
(doi: 10.1080/10556788.2020.1801678) (査読あり)
 2. 矢部博、山下浩、原田耕平「非線形半正定値計画問題に対する主双対内点法」、第 32 回 RAMP 数理最適化シンポジウム論文集、pp.95-112, 2020 年 10 月. (査読なし)
 3. Shummin Nakayama, Yasushi Narushima and Hiroshi Yabe, Inexact proximal memoryless quasi-Newton methods based on the Broyden family for minimizing composite functions, Computational Optimization and Applications, 79, pp.127-154, 2021 年 2 月.
-

(doi: 10.1007/s10589-021-00264-9) (査読あり)

② 招待講演

1. 矢部博「非線形半正定値計画問題に対する主双対内点法」、第 32 回 RAMP 数理最適化シンポジウム、京都大学、2020 年 10 月 27 日。(オンライン開催)

③ 広報

1. ラジオ NIKKEI 放送、「AI のすすめ」、2020 年 4 月 20 日.
2. 日本経済新聞、「UPDATE 知の現場 IT 人材育成の「司令塔」東京理科大学データサイエンスセンター」、2020 年 7 月 15 日.
3. AERA ムック 2021 大学院・通信制大学 2021、「めざせ！ダブルメジャー「AI × 専門分野」」、pp. 8-11、2020 年 8 月 1 日発行.
4. 矢部博「東京理科大学のデータサイエンス教育ーデータサイエンスセンターの取り組みを中心として」、オペレーションズ・リサーチ、pp. 22-28, 2020 年 11 月号.

④ その他 (学外委員)

日本オペレーションズ・リサーチ学会代議員

アメリカ数学会 Mathematical Reviews の reviewer (2001 年～)

佐古 彰史【理学部第二部数学科 教授】

① 学術論文

1. Categorical perspective on quantization of Poisson algebra, Jumpei Gohara, Yuji Hirota and Akifumi Sako, Journal of Mathematical Physics, 61 (2020) 073506-1 -19 (査読有)
2. A generalization of the quantization of Poisson manifolds, Jumpei Gohara, Yuji Hirota and Akifumi Sako, Proceedings of the Twenty-First International Conference on Geometry, Integrability and Quantization XXI, (Sofia: Avangard Prima, 2020) 21 -138-148 (査読有)

② 著書

1. 非可換微分幾何学の基礎. 前田吉昭, 佐古彰史, 共立出版 2020.11

宮岡 悦良【理学部第二部数学科 教授】

① 学術論文

1. Asanao Shimokawa, Etsuo Miyaoka. Construction of a Survival Tree for Dependent Censoring. Journal of Biopharmaceutical Statistics. 31(1) pp.63-78, 2021 (査読有)

② Proceedings

1. Asanao Shimokawa, Etsuo Miyaoka. Construction of a survival tree based on concordance probability. 62nd ISI World Statistics Congress Proceedings, Contributed Paper Session. 2020.10 (査読有)

伊藤 弘道【理学部第二部数学科 准教授】

① 学術論文

1. The Boussinesq flat-punch indentation problem within the context of linearized viscoelasticity, Hiromichi Itou, Victor A. Kovtunenکو, Kumbakonam R. Rajagopal, International Journal of Engineering Science, Volume 151 (2020), 103272 (査読有)
2. Equilibrium problems for Kirchhoff-Love plates with nonpenetration conditions for known configurations of crack edges, Nyurgun Lazarev, Hiromichi Itou, Mathematical notes of NEFU, Volume 27 (2020), pp. 52-65 (査読有)
3. Parameter interdependence of dynamic self-similar crack with distance-weakening friction, Shiro Hirano, Hiromichi Itou, Geophysical Journal International, Volume 223 (2020), pp. 1584-1596 (査読有)
4. Lagrange multiplier approach to unilateral indentation problems: well-posedness and application to linearized viscoelasticity with non-invertible constitutive response, Hiromichi Itou, Victor A. Kovtunenکو, Kumbakonam R. Rajagopal, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, (2021), (査読有)

② 著書

1. Itou, H., Hirano, S., Kimura, M., Kovtunenکو, V.A., Khludnev, A.M., Mathematical Analysis of Continuum Mechanics and Industrial Applications III -Proceedings of the International Conference CoMFoS18- (Mathematics for Industry Volume 34). Springer Singapore. 2020.8

③ 招待講演

1. On an inverse crack problem in a linearized elasticity by the enclosure method, 伊藤弘道, 第 45 回偏微分方程式論札幌シンポジウム, 2020 年 8 月 19 日
2. 弾性体における摩擦を伴う接触問題について, 伊藤弘道, 第 724 回応用解析研究会, 2020 年 11 月 14 日
3. 粘弾性体におけるき裂問題と圧子押し込み問題について, 伊藤弘道, 第 32 回さいたま数理解析セミナー, 2020 年 12 月 26 日
4. On unilateral indentation problems in viscoelasticity with non-invertible constitutive response, 伊藤弘道, Critical Exponent and Nonlinear Partial Differential Equations 2021, 2021 年 2 月 22 日

④ その他

1. アメリカ数学会 Mathematical Reviews の reviewer
2. 日本応用数理学会の令和 2 年度代表会員
3. 日本応用数理学会 JSIAM Letters の編集委員 (論文担当) (英文担当)
4. 国際雑誌 Mathematical notes of NEFU の編集委員
5. 国際雑誌 Mathematical Inverse Problems の編集委員
6. 国際雑誌 Inverse Problems in Science and Engineering (IPSE) の編集委員
7. 国際雑誌 Applications in Engineering Science の編集委員

佐藤 隆夫【理学部第二部数学科 准教授】

① 学術論文

1. A comparison of classes in the Johnson cokernels of the mapping class groups of surfaces; Naoya Enomoto, Yusuke Kuno, Takao Satoh, Topology Appl. 271 (2020), 107052, 14 pp. (査読有, in press.)
2. Generators and relations of “lower-triangular” automorphism groups of free groups; Takao Satoh, J. Pure Appl. Algebra 224 (2020), no. 8, 106340, 27 pp. (査読有, in press)

下川 朝有【理学部第二部数学科 講師】

① 学術論文

1. Construction of a Survival Tree for Dependent Censoring, Asanao Shimokawa, Etsuo Miyaoka, Journal of Biopharmaceutical Statistics, 2020, accepted (査読有)
2. Construction of a survival tree based on concordance probability, Asanao Shimokawa, Etsuo Miyaoka, 62nd World Statistics Congress Proceedings; Contributed Paper Session, 7, 155-163, 2020 (査読有)

渡辺 正【理学部第二部化学科 嘱託教授】

① 著書

1. 交響曲第 6 番「炭素物語」—地球と生命の進化を導く元素、渡辺 正 (訳)、化学同人、pp.1-302、2020 年 4 月
2. 電気化学の基礎、化学便覧 基礎編 改訂 6 版、渡辺 正 (分担執筆)、丸善出版、pp.975-979、2021 年 1 月
3. フォン・ノイマンの生涯、渡辺 正・芦田みどり (訳)、ちくま学芸文庫、pp.1-576、2021 年 4 月

② 招待講演

1. 中学と高校で教えたい化学のココロ、理数教育研究センター研究会「心に残る理科教育—卒業後にも色あせないもの」、渡辺 正、東京都、2020 年 12 月
2. 科学のココロ：常識（定説）を疑う、渡辺 正、都立両国高等学校 進路講演会、2021 年 1 月

③ 雑誌等掲載記事

1. 渡辺 正、火のないところに立った煙：カネの亡者と権威に騙される国民、エネルギーフォーラム、pp.88-89、2020 年 7 月号
2. 渡辺 正、化学と物理学、大学の物理教育、26 巻 2 号、pp.51-54、2020 年 7 月
3. 渡辺 正（取材）、NHK よ大丈夫ですか？、ザ・リバティ、pp.30-32、2021 年 4 月号（2021 年 2 月刊）

馬場 蔵人【理工学部数学科 講師】

① 学術論文

1. 数学科における授業で体験型学習指導法を活用する能力の教職課程履修者に対する育成の検討—模擬授業での実践をもとに—、東京理科大学教職教育研究、第 6 号、2021 年 3 月、pp. 71-80.

② 招待講演

1. 数学図形の 3D モデル製作に関する授業実践についての考察、馬場蔵人、令和 2 年 10 月 月例会、東京理科大学数学教育研究会.

③ その他

1. 東京理科大学公開講座「東京理科大学 坊ちゃん講座」講師、2021.3.13.
2. Tokyo Journal of Mathematics 編集委員

松田 良一【理学研究科科学教育専攻 教授】

① 学術論文

Cobalt chloride, a chemical hypoxia-mimicking agent, suppresses myoblast differentiation by downregulating myogenin expression.

Akira Wagatsuma, Masayuki Arakawa, Hanano Matsumoto, Ryoichi Matsuda, Takayuki Hoshino, Kunihiro Mabuchi

Molecular and Cellular Biochemistry 470(1-2) 199 - 214 2020 年 7 月

Flatus and toilet air may be routes for faecal-oral infection. Ryoichi Matsuda. Biomedical Research and Clinical Practice. DOI: 10.15761/BRCP.1000216.2020 年 12 月.

② 著書・翻訳書

「14 歳からの生物学」-学校では教えてくれないヒトの科学 松田良一・岡本哲治監訳、サリー・ヒル編 Your Biology2a, Malberg's Hertogenbosch 2018) 白水社、234 頁、2020 年

③ 招待講演

Ryoichi Matsuda. Dietary Phosphorus Overload Aggravates the Phenotype of the Dystrophin-Deficient mdx Mouse. Therapeutic effect of calcium and Vitamin C on muscle degeneration in elevated Pi or at low temperature cultures, 2020 Padua Muscle Days go Virtual: Italy Morning (November 19, 2020. Padova, Italy)

Ryoichi Matsuda. Japanese Junior and Senior High school Biology Education are far from "New Normal." the 46th international congress on Science, Technology and Technology Based-Innovation (STT46). (October 7, 2020. Bangkok)

松田良一「腸内細菌の世界」 2020 年 7 月 25 日 近未来ハイスクール (株式会社オープンラボ・三田国際中学校)

松田良一「細菌学の面白さ」(2020 年 11 月 28 日 ゆすはら未来の学びフォーラム 2020 (高知県梶原町教育委員会主催)

松田良一「国際科学オリンピックは何故必要か？」 (2021 年 3 月 18 日 明治薬科大学教職講演会)

④ 学会発表 (ポスター)

都築 功, 松田良一 (2019) : カンボジアの生物教育—小・中学校理科及び高等学校生物教科書にみられる特徴, 日本科学教育学会第 43 会年会論文集

都築 功, 松田良一 (2020) : カンボジアの生物教科書の分析～「ヒトの生殖と発生」について日本や他国との比較, 日本生物教育学会第 104 会全国大会研究発表要旨集

都築 功, 松田良一 (2020) : カンボジアと日本の中学校および高等学校教科書の比較—ウイルスはどう取り上げられているか, 日本科学教育学会第 44 会年会論文集

⑤ その他

「筋ジストロフィー発症の判定法で難病克服に挑む」、松田良一、TOSHIN TIMES Digest 号-日本を代表する研究者から高校生への特別講義、東進ハイスクール大学学部研究会、100-101 頁 (2020)

伊藤 稔【教育支援機構教職教育センター 教授】

① 著書

- ・ Minoru Itoh ‘*Making the Mathematics in Science Enjoyable*’ The ASE’s Journal for Science Education, Vol. 100, number 373, June 2019, pp.17-18

② 論文

- ・ Minoru Itoh ‘*Making the Mathematics Enjoyable in Modern Science*’ The Electronic Journal of Mathematics and Technology(ISSN: 1940-4204), December 17, 2019

③ 国際学会発表

- ・ Minoru Itoh ‘Enjoy science which is not what it seems’ (英国科学教育国際会議 : Association of Science Education (ASE) Annual Conference 2021) (Online ; <https://ase2021annualconferenceonline.sched.com/>; 口頭発表とワークショップ) 2021 年 1 月 6 日
- ・ Minoru Itoh ‘*Enjoy Science and Mathematics Education(2)*’ : International Joint Conference on STEM Education (IJCSE): STEM Education Pathway Through the Crisis (Online and Offline) The Alana Yogyakarta Hotel & Convention Center, Yogyakarta, Indonesia, 19 November 2020

④ 社会活動

- ・ Minoru Itoh ‘Enjoy Science and Mathematics Education(2)’ Regular Course on Joyful Learning in Mathematics Education for Primary School at Southeast Asian Minister of Education Organization (SEAMEO) Regional Center for Quality Improvement of Teachers and Education Personnel (QITEP) in Mathematics 29-30 July 2020. (インドネシア政府主催の東南アジア算数・数学教育研修会での招待講演、インドネシアを中心に、シンガポール、マレーシア、ビルマ、タイ、ベトナム、フィリピン、オーストラリア等の算数・数学教員が 200 名以上 ZOOM による参加した。)

⑤ 科学教育に関する講演等

- ・ 伊藤稔、茨城県教育委員会後援「MATH・キャンプ講習会の講座」のコーディネーター、東京理科大学 (2020 年 9 月 20 日 ZOOM 開催)
- ・ 伊藤稔、茨城県 SSH ポスター研究発表会指導助言者 (2021 年 2 月 11 日、ZOOM 開催)
- ・ 伊藤稔、野田市関宿中学校へ ZOOM による出前授業 (2021 年 2 月 19 日、参加者は、中学生、先生、保護者、学校評議員の地域社会の方々)

⑥ その他

2020 年度千葉県社会福祉法人青葉会評議員

2020 年度千葉県野田市教育委員会教育委員

2020 年度茨城県立竜ヶ崎第一高等学校 SSH 運営指導委員

興治 文子【教育支援機構教職教育センター 准教授】

① 論文

1. Current state of inquiry activities and issues to be explored in the analysis of experimental reports, Ryunosuke Ozaki, Hiromi Matsuoka, Fumiko Okiharu, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2020 (ICTSS2020), 印刷中 (6 pages), (2020) 査読有.
2. Can simple harmonic oscillation simulations help learners to understand graphs?, Hiromi Matsuoka, Ryunosuke Ozaki, Fumiko Okiharu, Yamato Hasegawa, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2020 (ICTSS2020), 印刷中 (6 pages), (2020) 査読有.
3. Application of wave simulations in distance education, Yamato Hasegawa, Hiromi Matsuoka, Ryunosuke Ozaki, Fumiko Okiharu, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2020 (ICTSS2020), 印刷中 (6 pages), (2020) 査読有.
4. 授業筆記や学会誌等で解明する科学教育 150 年の史的新実相とその現代的再創成, 小林昭三, 興治文子, 2020PC カンファレンス論文集, 207-210 (2020) 査読無.

② 受賞 (指導学生の受賞)

1. Ryunosuke Ozaki, Best student presentation award, International conference on technology and social science 2020, (2020).
2. Hiromi Matsuoka, Best student paper award, International conference on technology and social science 2020, (2020).

③ 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
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 領域 13 代表

渡辺 雄貴【教育支援機構教職教育センター 准教授】

① 学術論文

1. 川本弥希, 石橋嘉一, 渡辺雄貴. 高等教育における学生の学習経験レベルの向上, 低下, 停滞に影響を与える要因の相違. 日本教育工学会論文誌. 44(1) pp.37-48, 2020 (査読有)
2. 島智彦, 渡辺雄貴. 高校数学においてアクティブラーニングを意図した異なる指導方略の比較—練り上げとジグソー法の導入期における実践を通して—. 教育デザイン

研究. 12(1) pp.145-154,2021 (査読有)

3. 森玲奈, 孫大輔, 渡辺雄貴, 北村智, 堀里子. 高齢者のヘルスリテラシー向上を目指す情報検索ワークショップ. 日本教育工学会論文誌. 44(Suppl.) pp.69-72,2021 (査読有)
4. 竹高大地, 渡辺雄貴. 中等教育数学科における授業方略の分類. 日本教育工学会論文誌. 44(Suppl.) pp.181-184,2021 (査読有)
5. 松田岳士, 近藤伸彦, 渡辺雄貴, 重田勝介, 加藤浩. 履修科目選択支援システム DSIR の改善を目指す評価. 日本教育工学会論文誌. 44(Suppl.) pp.209-212,2021 (査読有)

② Proceedings

1. Kyoichi Yokoyama, Tadashi Misono, Rieko Inaba, Yuki Watanabe. Development of Nudge System: To Nudge Other Students Through Their Tablet . HCI International 2020 - Posters(22nd International Conference, HCII 2020 Copenhagen, Denmark, July 19-24, 2020 Proceedings, Part II). 2020.7 (査読有)
 2. Tomohiko Shima, Minoru Ito, Yuki Watanabe. Changes of Students' Beliefs about Cooperation in Synchronous Online Mathematics Classes Incorporating Cooperative Learning. International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
 3. Kento Nakamura, Tadashi Misono, Yuki Watanabe. A Study on Development of an Instructional Design and Technology Class and Instructional Designs of Pre-Service Teacher-Training Students. International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
 4. Kayoko Hashimoto, Yuki Watanabe. Mathematical Problem-solving Strategies Related to Self-regulated Learning. International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
 5. Koki Tamaki, Yuki Watanabe. Verification of the Effectiveness of Developing Problem-Solving Skills Based on Engineering Design Thinking. International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
 6. Daichi Taketaka, Yuki Watanabe. Active Learning Practice in Mathematics Class Aimed at Improving LX Level. International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
 7. Kohei Mimura, Yuki Watanabe. Development of Online Video Contents for Teacher Training Program. International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
 8. Takaki Kondo, Yuki Watanabe. Socially Shared Regulation of Learning for Higher Education. International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
 9. Kyoichi Yokoyama, Tadashi Misono, Rieko Inaba, Yuki Watanabe. Nudge for Instructional Design and Technology: Toward to One to One Computer in Educational Environment. International Conference for Media in Education 2020
-

-
- Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
10. Shota Yano, Yuki Watanabe. A Student's Attitude Survey of Active Learning Classroom for Science. International Conference for Media in Education 2020 Conference Program and Proceedings. 2020.8 (査読有)
 11. Takeshi Matsuda, Yuki Watanabe, Katsusuke Shigeta, Nobuhiko Kondo, Hiroshi Kato. Decision Support System with Institutional Research: A Student-Centered Enrollment Advising System. Human Interface and the Management of Information Interacting with Information. 2020.8 (査読有)
 12. Kohei Mimura, Yuki Watanabe. Developing An Evaluation Framework in Lesson Study on Active Learning Methods. 43rd Annual AECT Proceedings. 2020.11 (査読有)
 13. Kento Nakamura, Tadashi Misono, Yuki Watanabe. How Does Learning Instructional Design Theories Affect Instructional Designs of Pre-Service Teacher-Training Students?. 43rd Annual AECT Proceedings. 2020.11 (査読有)

③ 著書

1. Takeshi Matsuda, Hiroshi Kato, Nobuhiko Kondo, Yuki Watanabe, Katsusuke Shigeta. Development and evaluation of STEPS, an out-of-class learning planning and monitoring strategy support system for students. Science Impact Ltd. 2020.12

④ 学会発表

1. 松河秀哉, 大山牧子, 根岸千悠, 村上正行, 川面きよ, 渡辺雄貴, 江本理恵, 富永陽子, 串本剛, 杉本和弘. 学習済モデルを活用したトピックモデルによるテキスト分析支援ソフトウェアの開発. 日本教育工学会 2020 年秋季全国大会. 2020 年 9 月 12 日～13 日
 2. 竹高大地, 渡辺雄貴. 中等教育数学科における学習経験の質向上に着目した授業設計における指針の開発に向けて. 日本教育工学会 2020 年秋季全国大会. 2020 年 9 月 12 日～13 日
 3. 横山喬一, 御園真史, 稲葉利江子, 渡辺雄貴. NoTAS:Nudge for Note-Taking Assist System. 日本教育工学会 2020 年秋季全国大会. 2020 年 9 月 12 日～13 日
 4. 矢野翔太, 渡辺雄貴, 興治文子. 理科の教職課程学生におけるアクティブラーニングと学習環境に関する意識調査. 日本教育工学会 2020 年秋季全国大会. 2020 年 9 月 12 日～13 日
 5. 近藤孝樹, 渡辺雄貴. 高等教育の遠隔授業に関連する学習者特性の調査. 日本教育工学会 2020 年秋季全国大会. 2020 年 9 月 12 日～13 日
 6. 渡辺雄貴, 横山喬一. 一斉授業でリアルタイムに学習方略支援を行うのは誰か. 日本教育工学会 2020 年秋季全国大会. 2020 年 9 月 12 日～13 日
 7. 松岡里衣, 近藤孝樹, 渡辺雄貴. 高等学校数学科における課題完遂に影響を与える要因の検討. 日本教育工学会 2021 年春季全国大会. 2021 年 3 月 6 日～7 日
 8. 松河秀哉, 大山牧子, 根岸千悠, 村上正行, 川面きよ, 渡辺雄貴, 江本理恵, 富永
-

-
- 陽子，串本剛，杉本和弘．トピックモデルによるテキスト分析支援 web システムの開発．日本教育工学会 2021 年春季全国大会．2021 年 3 月 6 日～7 日
9. 近藤孝樹，横山 喬一，御園真史，稲葉利江子，渡辺雄貴．学習者の反応を授業内でフィードバックするシステムが授業者に与える影響．日本教育工学会 2021 年春季全国大会．2021 年 3 月 6 日～7 日
10. 竹高大地，渡辺雄貴．ラーニングエクスペリエンスレベル向上を目的とした授業設計指針の開発．日本教育工学会 2021 年春季全国大会．2021 年 3 月 6 日～7 日
11. 橋本佳蓉子，渡辺雄貴．高校生の数学的問題解決方略使用を促す授業外学習教材の開発 -自己調整学習との関連に着目して．日本教育工学会 2021 年春季全国大会．2021 年 3 月 6 日～7 日

8. 理数教育研究センター客員研究員による研究紹介

吉見 奈緒子

この度、私の研究を紹介する機会をいただいたので、数学はちょっと苦手だという方にもご理解いただけるように研究内容を整理してみたい。数学の世界の一端を、楽しんでいただければ幸いである。数学を専門とされている方には、文末に列挙した論文をお読みくださることをお勧めしたい。

1 研究分野の概要と研究主題

1.1 天体力学

私の研究分野は天体力学である。天体力学とは、太陽や月や星ぼしなどの天体を力学的にとらえ、それぞれの天体の運動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) の万有引力の法則だろう。彼ニュートンは、「地上では物体が落下するのに、なぜ月は地球に落ちてこないのか」と疑問を持ったようだ。リンゴが木から落ちてくるのを見て、その現象と月が地球の周りを公転する現象とは同じ原理が働いているのではないかと閃いたらしい。その結果導き出されたのが、万有引力の法則である。つまり、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 三体問題

例えば月と太陽と地球のように互いが万有引力によって影響し合っている3天体の運動の有り様を求めるものを三体問題と呼ぶ。月、太陽、地球の3つは長年の観察の記録がある上、それぞれが同じ平面上を運動しているため、その軌道を求めることができる。が、縦、横、高さのある3次元空間を運動する3天体の運動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) している。しかし、この証明には誤りがあり、のちにポアンカレ (Jules-Henri Poincare) がそれを補完した (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に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) の求めた直線解 (1767)、また別の一つがラグランジュ (Joseph Louis Comte Lagrange, 1736-1813) が求めた正三角形解 (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のもの、正三角形解は3体が正三角形の頂点に位置し、それを崩すことなく運動（それぞれの軌道を巡ること、公転）を続けるものである。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。3体が8の字のような軌道をめぐるのだ。上記の正三角形解を応用して発見されたのが、トロヤ群と呼ばれる小天体の集合である。太陽と木星とトロヤ群で正三角形を成している。

1.3 中心配置 (Central Configuration) と Moulton configuration

三体問題と一口に言ってもその中は様々な分野に分かれている。また、時代が進むにつれ、3体から4体、5体、 $\dots$, n 体へと拡張されていく。 n は任意の自然数を表し、つまり、自然数全体を

代表する。3次元空間で考えると、天体の数が1増えると、未知数が3増える。よってより複雑な計算が必要になる。その中から一定の法則を見出して n で表現することを一般化と呼ぶ。

三体問題やそれを拡張した 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 体が一つの系をなし（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）、その系全体の重心から n 体それぞれへの距離の比が一定のまま、 n 体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といえる。

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 $3!/2 = 3$ 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である（ここで、 $!$ は階乗を表し、例えば、 $5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ である）。よって n 体の直線解は、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発した。つまり、ある直線上に並んだいくつかの天体を考える。これらの天体の運動に一切の影響を及ぼさずにこの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ての A の位置が直線上を少しずつ左右にずれると推測される。位置がずれるのであるから、当然、運動にも影響を与える（軌道や回転周期が変わる）ことが考えられる。このような変化を全く起こさずに、 B を加えることが果たして可能か？ と考え、これを満たす配置を $k + l$ -Moulton configuration と名付けた。ここで、 k は A の天体の数を、 l は B の天体の数を表す。

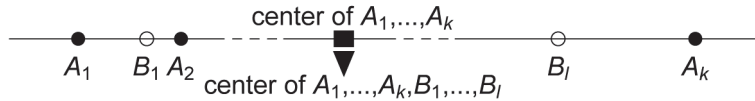


図 1: $k + l$ -Moulton Configuration のイメージ

2 研究内容

2.1 $2 + 2$ -Moulton configuration

上記のように研究主題を定めてはじめに検証したのが $2 + 2$ -Moulton configuration の存在である。それまで4体問題についてあれこれ研究していた流れで、まずは、 $2 + 2$ -Moulton configuration が存在するのかどうかを考えた。以下、研究の進め方を紹介していく。

すでに存在している2体に新たな2体を加えるやり方には、6通りある。わかりやすくするために初めに与えられた2つの天体を A_1, A_2 とし、後から加える2つの天体を B_1, B_2 と名付ける。6通りのやり方とは、すなわち、

(i)(ii) 初めの2体 A_1, A_2 の左側（あるいは右側）に B_1, B_2 をおく

(iii)(iv) B_1, B_2 のどちらかを A_1, A_2 の左側（あるいは右側）に置きもう1体を A_1, A_2 の間に置く



図 2: $k + l$ -Moulton Configuration (i)



図 3: $k + l$ -Moulton Configuration (iii)

(v) B_1, B_2 を A_1, A_2 の間に置く



図 4: $k + l$ -Moulton Configuration (v)

(vi) B_1, B_2 を A_1, A_2 の両側に 1 体ずつ置く

である。 B_1, B_2 の順と B_2, B_1 の順は本質的に同じなので、常に左から B_1, B_2 とする。これは、 A_1, A_2 についても同様である。

2 + 2-Moulton configuration であるというためには、それぞれの場合において B_1, B_2 の位置が決まり、その質量が非負（つまり 0 以上）であることを示す必要がある。質量が零であるというのは、不思議な感じがするが、天体力学分野では、ほかの天体の運動に影響を与えないくらい小さい（軽い）ということの意味している。これを「無限小のゼロ」と呼ぶが、例えば、地球の周りをたくさんの人工衛星が周回している。が、これらに影響されて地球の軌道が変化するとは考えにくい。このような人工衛星の質量を「無限小のゼロ」という。以下、2 + 2-Moulton configuration の存在を証明する過程を紹介する。

Moulton configuration の方程式. Moulton configuration を表す方程式は、同じ系の中に存在する天体の数だけある。2 体の場合の方程式は、

$$\frac{m_2}{(q_1 - q_2)^2} + \lambda(q_1 - c) = 0, \quad -\frac{m_1}{(q_1 - q_2)^2} + \lambda(q_2 - c) = 0 \quad (A_1)$$

であり、4 体の場合は、

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m_2}{(q_1 - q_2)^2} + \frac{m_3}{(q_1 - q_3)^2} + \frac{m_4}{(q_1 - q_4)^2} + \lambda(q_1 - c) = 0, \\ -\frac{m_1}{(q_1 - q_2)^2} + \frac{m_3}{(q_2 - q_3)^2} + \frac{m_4}{(q_2 - q_4)^2} + \lambda(q_2 - c) = 0, \\ -\frac{m_1}{(q_1 - q_3)^2} - \frac{m_2}{(q_2 - q_3)^2} + \frac{m_4}{(q_3 - q_4)^2} + \lambda(q_3 - c) = 0, \\ -\frac{m_1}{(q_1 - q_4)^2} - \frac{m_2}{(q_2 - q_4)^2} - \frac{m_3}{(q_3 - q_4)^2} + \lambda(q_4 - c) = 0 \end{array} \right. \quad (B_1)$$



図 5: $k + l$ -Moulton Configuration (vi)

となる。ここで、 m_1 から m_4 は天体の質量を表し、 q_1 から q_4 までは、その天体の位置を表す。例えば、同じ系の4つの天体に1から4まで番号を振る。この時、 m_1 は天体1の質量であり、 q_1 はその位置を表す。ここで扱っている天体は数直線上に並んでいるので、位置を表す記号は1天体につき一つで十分である。また、 c はそれぞれの系の重心の位置を表し、 λ は任意の正の定数である。

上に記した6本の方程式は、分母が2乗されていて、なんとも複雑な感じがする。そこで、これらの式をもう少し簡単に見せるために $\frac{1}{(q_1 - q_2)^2}$ を a_{12} で表すことにする。すると、上式は、

$$m_2 a_{12} + \lambda(q_1 - c) = 0, \quad -m_1 a_{12} + \lambda(q_2 - c) = 0, \quad (\text{A}_2)$$

$$\begin{cases} m_2 a_{12} + m_3 a_{13} + m_4 a_{14} + \lambda(q_1 - c) = 0, \\ -m_1 a_{12} + m_3 a_{23} + m_4 a_{24} + \lambda(q_2 - c) = 0, \\ -m_1 a_{13} - m_2 a_{23} + m_4 a_{34} + \lambda(q_3 - c) = 0, \\ -m_1 a_{14} - m_2 a_{24} - m_3 a_{34} + \lambda(q_4 - c) = 0 \end{cases} \quad (\text{B}_2)$$

となる。はじめの方程式に比べ、見た目にもすっきりしたことを実感いただけると思う。さらにこれらの式をそれぞれの質量 m_1 から m_4 について解いてみると、 (A_2) からは、

$$m_1 = \frac{\lambda}{a_{12}}(q_2 - c), \quad m_2 = \frac{\lambda}{a_{12}}(c - q_1) \quad (\text{A}_3)$$

が得られ、 (B_2) からは、

$$\begin{cases} m_1 = \frac{\lambda}{P}(a_{34}q_2 - a_{24}q_3 + a_{23}q_4 + c(-a_{34} + a_{24} - a_{23})), \\ m_2 = \frac{\lambda}{P}(-a_{34}q_1 + a_{14}q_3 - a_{13}q_4 + c(a_{34} - a_{14} + a_{13})), \\ m_3 = \frac{\lambda}{P}(a_{24}q_1 - a_{14}q_2 + a_{12}q_4 + c(-a_{24} + a_{14} - a_{12})), \\ m_4 = \frac{\lambda}{P}(-a_{23}q_1 + a_{13}q_2 - a_{12}q_3 + c(a_{23} - a_{13} + a_{12})) \end{cases} \quad (\text{B}_3)$$

が得られる。ここで、 $P = a_{12}a_{34} - a_{13}a_{24} + a_{14}a_{23}$ であり、煩雑さを避けるために P を用いて全体を見やすくしている。ここで P は、次数が偶数の歪対称行列（交代行列ともいう）と呼ばれる特殊な行列から得られるパフィアン (Pfaffian) と呼ばれる数であり、その値は常に正であることが知られている。これらの式から、それぞれの天体の位置と c と λ が決まれば、それぞれの天体の質量が決まることがわかる。

(B_3) をより見やすくするために、

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= a_{23}q_4 - a_{24}q_3 + a_{34}q_2, & \beta_1 &= a_{23} - a_{24} + a_{34}, \\ \alpha_2 &= a_{13}q_4 - a_{14}q_3 + a_{34}q_1, & \beta_2 &= a_{13} - a_{14} + a_{34}, \\ \alpha_3 &= -a_{12}q_4 + a_{14}q_2 - a_{24}q_1, & \beta_3 &= -a_{12} + a_{14} - a_{24}, \\ \alpha_4 &= -a_{12}q_3 + a_{14}q_2 - a_{23}q_1, & \beta_4 &= -a_{12} + a_{14} - a_{23} \end{aligned} \quad (1)$$

の記号を導入すると

$$\begin{cases} m_1 = -\frac{\lambda}{P}(\alpha_1 - c\beta_1), & m_2 = -\frac{\lambda}{P}(\alpha_2 - c\beta_2), \\ m_3 = -\frac{\lambda}{P}(\alpha_3 - c\beta_3), & m_4 = -\frac{\lambda}{P}(\alpha_4 - c\beta_4) \end{cases} \quad (\text{B}_4)$$

となり、なお見通しが良くなる。

2 + 2-Moulton configuration の証明の準備. さて、2 + 2-Moulton configuration の存在を示すために、上の 6 本の方程式から、2 本の方程式を作る。はじめの 2 体 A_1, A_2 の質量が B_1, B_2 を加えても変わらないことを利用するのだ。(A₃) の m_1, m_2 をそれぞれ m_{A_1}, m_{A_2} と置き換えて A_1, A_2 の質量とする。また、(B₄) の m_1 から m_4 までは A_1, A_2, B_1, B_2 のいずれかの質量とする。今、先に示した (vi) の場合を例にとると、 m_1, m_2, m_3, m_4 はそれぞれ、 B_1, A_1, A_2, B_2 の質量となる。繰り返しになるが、 A_1, A_2 の質量は変わらないので、 $m_{A_1} = m_2, m_{A_2} = m_3$ である。さらに、(vi) の並び方に合わせてはじめての 2 体の座標 q_1, q_2 をそれぞれ q_2, q_3 に、重心 c 、定数 λ をそれぞれ c_A, λ_A に書き換えると、

$$\frac{\lambda_A}{a_{23}}(q_3 - c_A) = -\frac{\lambda}{P}(\alpha_2 - c\beta_2), \quad \frac{\lambda_A}{a_{23}}(c_A - q_2) = -\frac{\lambda}{P}(\alpha_3 - c\beta_3) \quad (2)$$

が成り立つ。ここで、式をよりシンプルにするためにはじめての 2 体の重心を原点とする。つまりこの重心の座標を 0 とする。詳細は省くが、こうしても問題の本質は変わらない。また、これらは連立方程式なので、右辺の c と λ を未知数とみてこれらについて解いてみると、

$$c = \frac{\alpha_2 q_2 + \alpha_3 q_3}{\beta_2 q_2 + \beta_3 q_3}, \quad \lambda = \frac{\lambda_A P}{a_{23}} \frac{\beta_2 q_2 + \beta_3 q_3}{\alpha_3 \beta_2 - \alpha_2 \beta_3} \quad (3)$$

となる。これを (B₄) の m_1, m_4 の c と λ に代入すると

$$m_1 = \frac{\lambda_A}{\alpha_3 \beta_2 - \alpha_2 \beta_3} ((\alpha_2 q_2 + \alpha_3 q_3)\beta_1 - (\beta_2 q_2 + \beta_3 q_3)\alpha_1), \quad (4)$$

$$m_4 = \frac{\lambda_A}{\alpha_3 \beta_2 - \alpha_2 \beta_3} ((\alpha_2 q_2 + \alpha_3 q_3)\beta_4 - (\beta_2 q_2 + \beta_3 q_3)\alpha_4) \quad (5)$$

である。つまり、2 + 2-Moulton configuration を満たす m_1, m_4 は、 $c_A = 0$ としたとき、 λ_A と q_1 から q_4 までの位置だけで表すことができるのだ。

2 + 2-Moulton configuration の証明. さて、ここから、2 + 2-Moulton configuration が存在することを示す。そのためには、 B_1 と B_2 の位置がそれぞれの区間の中で（できればただ一つ）決まり、また、それぞれの質量が負ではないことを示せばよい。それぞれの区間とは、ここでは B_1 の座標 q_1 に対しては負の無限大 ($-\infty$) から q_2 までの間、 B_2 の座標 q_4 に対しては q_3 から正の無限大 ($+\infty$) までのことをいう。仮にこれまでの方程式を満たす q_1 が q_2 と q_3 の間にしかない、ということになると、これは解がない、つまりこの (vi) の場合の 2 + 2-Moulton configuration は存在しない、ということになる。

B₁, B₂ の位置. まずは、 q_1, q_4 について考える。2 + 2-Moulton configuration の条件の「はじめの 2 体の運動が新たに 2 体を加えても変わらないこと」に着目する。運動が変わらないとは、つま

り、重心と定数の λ が変わらないことを意味する。これを (2) に当てはめると、 $c = c_A = 0$, $\lambda = \lambda_A$ なので、この 2 式は、

$$q_2 = -\frac{a_{23}}{P}(a_{24}q_1 - a_{14}q_2 + a_{12}q_4), \quad q_3 = -\frac{a_{23}}{P}(a_{34}q_1 - a_{14}q_3 + a_{13}q_4)$$

と、とてもシンプルな式にすることができる。さらに両辺に P をかけて整理すると、

$$q_1 - \frac{1}{a_{23}}(a_{13}q_2 - a_{12}q_3) = 0, \quad q_4 - \frac{1}{a_{23}}(a_{24}q_3 - a_{34}q_2) = 0 \quad (6)$$

となる。 q_2 と q_3 は、はじめに与えられた定数なので、第 1 式、第 2 式のそれぞれの変数は、 q_1 , q_4 だけになった。つまり、それぞれが独立した 1 変数関数になったわけである。

次にこの式を一つずつ見ていく。はじめの式を書き下すと、

$$q_1 - \frac{1}{(q_2 - q_3)^2} \left(\frac{q_2}{(q_1 - q_3)^2} - \frac{q_3}{(q_1 - q_2)^2} \right) = 0$$

である。以下、この式の左辺を f_1 と呼ぶことにし、これについて考える。 q_1 は負の無限大から q_2 までの間を動く。もし、 q_1 が、負の無限大に向かってどんどん動くと $(q_1 - q_3)^2$ も $(q_1 - q_2)^2$ もどんどん大きくなる。分母が大きくなると分数そのものは小さくなるので、 f_1 の括弧内は、零に近づいていく。残るのは、 q_1 の項だけなので、 f_1 全体では、負の無限大へ向かうことになる。

一方、 q_1 が q_2 に近づいていくと、 $(q_1 - q_2)^2$ がどんどん小さくなるので、 $\frac{q_3}{(q_1 - q_2)^2}$ は、急激に正の無限大へ向かう。そのほかの項は、一定数を超えることはないので、 f_1 は正の無限大に向かうと考えてよい。変数 q_1 に対してこのような増減を示す関数を狭義単調増加と呼ぶ。 f_1 が狭義単調増加であることは、 f_1 を q_1 で微分することでも容易に得られ、このことは、 $f_1 = 0$ を満たす q_1 は負の無限大から q_2 の間にただ一つしかないことを示している。

第 2 式についても同様に解析することができ、やはり、この式を満たす q_4 は q_3 から正の無限大の間にただ 1 つであることが示せる。

B_1, B_2 の質量. 続いて B_1, B_2 のそれぞれの質量 (4), (5) について考えたい。 m_1 を再掲すると、

$$m_1 = \frac{\lambda_A}{\alpha_3\beta_2 - \alpha_2\beta_3}((\alpha_2q_2 + \alpha_3q_3)\beta_1 - (\beta_2q_2 + \beta_3q_3)\alpha_1)$$

であるが、分子の中の $\alpha_2q_2 + \alpha_3q_3$ と α_1 が零であることを示す。前者 $\alpha_2q_2 + \alpha_3q_3$ は、(3) の第 1 式の分子でもある。2+2-Moulton configuration では、はじめの 2 体の重心と後から 2 体を加えて合わせて 4 体となった系の重心が等しい。ここでは、はじめの 2 体の重心を零としたので、(3) の第 1 式の値も零である。つまり、 $\alpha_2q_2 + \alpha_3q_3 = 0$ である。また、(6) の第 2 式の両辺に a_{23} をかけると (1) の第 1 式の右辺に一致する。従って、 $\alpha_1 = 0$ である。これらの結果、 m_1 は零である。これは、先に述べた無限小のゼロとってよい。これと同様に、 $m_4 = 0$ も示すことができる。

同様の手順で (iii), (iv) の場合もその存在を証明できるのだが、その他の (i), (ii), (v) については、解が存在しないことがわかる。一つの区間に新たな天体を 2 体置こうとすると、2 体が同じ座標をとることになる。つまり、衝突するのである。Moulton configuration では、それぞれの天体の位置が一致しないことを前提としているので、このような解は認められない。

2 + 2-weak Moulton configuration. 次に 2+2-weak Moulton configuration について述べる。前節で明らかになった B_1, B_2 の質量をなんとか正にすることはできないかと考えて、2+2-Moulton configuration の条件を緩めることにした。それを 2 + 2-weak Moulton configuration と名付ける。

つまり、 A_1 と A_2 の位置と質量は変えず、新たな 2 体を加えることで、はじめの 2 体の運動が変化してもよいものとする。こうすると (3) で示した c と λ は一定の値ではなく、(vi) の場合では q_1 と q_4 の関数となり、それらがとる値によって変化する。

さて、 q_1, q_4 の関数 m_1, m_4 が同時に正になるような q_1, q_4 の値が、それぞれの区間内で存在するのかを数学的に示すために、ヤコビアンを使う方法がある。これは、 m_1, m_4 をそれぞれ、 q_1, q_4 で偏微分した値を成分とした行列式の値のことである。数式で書くと、

$$J = \det \begin{pmatrix} \frac{\partial \tilde{m}_1}{\partial q_1} & \frac{\partial \tilde{m}_1}{\partial q_4} \\ \frac{\partial \tilde{m}_4}{\partial q_1} & \frac{\partial \tilde{m}_4}{\partial q_4} \end{pmatrix}$$

であり、ヤコビアンが零でない時、 m_1, m_4 が同時に正になるような q_1, q_4 があるといえる。これを計算すると、

$$\begin{aligned} J &= \frac{\partial \alpha_1}{\partial q_4}(q_4) \left(\frac{\partial c}{\partial q_1}(q_1, q_4) \cdot \beta_4 - \frac{\partial \alpha_4}{\partial q_1}(q_1) \right) + \frac{\partial c}{\partial q_4}(q_1, q_4) \cdot \frac{\partial \alpha_4}{\partial q_1}(q_1) \cdot \beta_1 \\ &= -\frac{\alpha_1^{(l)} \alpha_4^{(k)}}{\beta_2 q_2 + \beta_3 q_3} \sum_{t=1}^4 \beta_t q_t \neq 0 \end{aligned}$$

となり、2+2-weak Moulton configuration の存在が示せるのだが、よりわかりやすくグラフで示すと、次のようになる。

例えば、 q_2 と q_3 の座標をそれぞれ $-2, 3$ 、はじめの 2 体の重心を 0 、 λ_A を 2.3 とする。これらを (4), (5) に代入したものを数学ソフトの Mathematica を使ってグラフに表したものが下の図である。横軸が q_1 の座標で -10 から -2 まで、縦軸が q_4 の座標で 3 から 10 まで取ってある。それぞれの曲線は、 $m_1 = 0, m_4 = 0$ を表しているが、 m_1 は、 $m_1 = 0$ の曲線の左側で正になり、右側で負になる。一方、 m_4 は、 $m_4 = 0$ の曲線の上方で正になり、下方で負になる。よって、 m_1, m_4 の両方が正になるのは、グラフの左上の領域の中に q_1 と q_4 がある場合となる。蛇足ながら、両曲線の交点は $m_1 = m_4 = 0$ となる点であり、つまり、 $c = 0$ である。

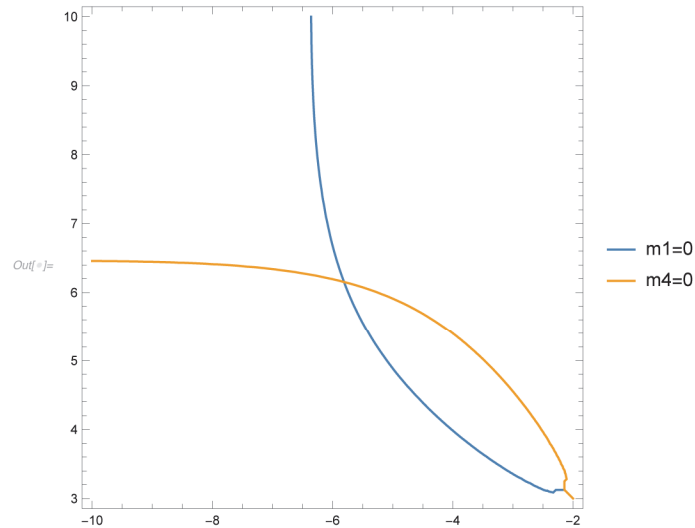


図 6: $m_1 = 0, m_4 = 0$ のグラフ、横軸が q_1 、縦軸が q_4 を表す

2.2 $k+1$ -Moulton configuration

ここでは、紙面の許す範囲で $k+1$ -Moulton configuration について述べる。 k には、2 以上の正の整数を入れてよい。恐らくは、無限大を入れることもできるだろう。 k を偶数にするか、奇数にするかで計算の内容が変わってくる。前述の $2+2$ では、2 も 4 も偶数なので、質量を表すのに c と λ が使われた。が、天体の数が奇数になると、事情が少し変わってくる。 (A_1) や (B_1) での方程式が奇数本の場合、質量について解くことができなくなるのだ。そこで、新たに $m_1 + m_2 + \dots + m_n = M$ という式を加えて方程式を偶数本にしてから、それぞれの質量を求める。この時、重心 c が位置 q_1 から q_n (n は奇数) の関数として得られる。

述べるまでもないが、 $k+1$ の場合、 k が偶数であれば $k+1$ は奇数、 k が奇数であれば $k+1$ は偶数になる。この違いが、諸々の計算に影響する。以下は、それぞれ、 k が 2, 3, 4 のときの結果である。どの場合も、 B を A_1 から A_k の左側に置いたと仮定している。

k = 2. A_1, A_2 の左側に B を置いたとき、 A_1, A_2 の質量は、

$$m_{A_1} = \frac{\lambda_A}{a_{23}}(q_3 - c_A), \quad m_{A_2} = \frac{\lambda_A}{a_{23}}(c_A - q_2).$$

B を加えた 3 体の質量は、

$$\begin{aligned} m_1 &= (a_{23}M + \lambda(q_2 - q_3))/P, \\ m_2 &= (-a_{13}M + \lambda(q_3 - q_1))/P, \\ m_3 &= (a_{12}M + \lambda(q_1 - q_2))/P \end{aligned}$$

となり、 $M = m_1 + m_2 + m_3$, $P = a_{12} - a_{13} + a_{23}$ である。このとき、重心 c は、

$$c = (a_{12}q_3 - a_{13}q_2 + a_{23}q_1)/P$$

と表現できる。

$m_{A_1} = m_2, m_{A_2} = m_3$ より λ と M を求めると、

$$\lambda = \frac{\lambda_A}{a_{23}(c - q_1)}(P(c - c_A) + a_{23}(c_A - q_1)), \quad M = \frac{\lambda_A}{a_{23}(c - q_1)}(c_A - q_1)(q_3 - q_2)$$

となり、また、 B の質量 m_1 は、

$$m_1 = \frac{\lambda_A}{a_{23}(c - q_1)}(c - c_A).$$

k = 3. A_1, A_2, A_3 の左側に B を置いたとき、 A_1, A_2, A_3 の質量は、

$$\begin{aligned} m_{A_1} &= (a_{34}M_A + \lambda_A(q_3 - q_4))/P_A, \\ m_{A_2} &= (-a_{24}M_A + \lambda_A(q_4 - q_2))/P_A, \\ m_{A_3} &= (a_{23}M_A + \lambda_A(q_2 - q_3))/P_A, \end{aligned}$$

となり、 $M_A = m_{A_1} + m_{A_2} + m_{A_3}$, $P_A = a_{23} - a_{24} + a_{34}$ である。このとき 3 体の重心 c_A は、

$$c_A = (a_{23}q_4 - a_{24}q_3 + a_{34}q_2)/P_A.$$

一方、 B を加えた 4 体の質量は、

$$m_i = -\lambda(\alpha_i - c\beta_i)/P, \quad i = 1, 2, 3, 4,$$

であり、

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= -a_{34}q_2 + a_{24}q_3 - a_{23}q_4, & \alpha_2 &= a_{34}q_1 - a_{14}q_3 + a_{13}q_4, \\ \alpha_3 &= -a_{24}q_1 + a_{14}q_2 - a_{12}q_4, & \alpha_4 &= a_{23}q_1 - a_{13}q_2 + a_{12}q_3, \\ \beta_1 &= -a_{34} + a_{24} - a_{23}, & \beta_2 &= a_{34} - a_{14} + a_{13}, \\ \beta_3 &= -a_{24} + a_{14} - a_{12}, & \beta_4 &= a_{23} - a_{13} + a_{12}\end{aligned}$$

を適用する。 $m_{A_1} = m_2$, $m_{A_2} = m_3$ より c と λ を求めると、

$$c = \frac{F_2\alpha_3 - F_3\alpha_2}{F_2\beta_3 - F_3\beta_2} \quad \text{and} \quad \lambda = \frac{F_2\beta_3 - F_3\beta_2}{\alpha_3\beta_2 - \alpha_2\beta_3} \frac{P}{P_A}$$

であるが、このとき $F_2 = a_{34}M_A + \lambda_A(q_3 - q_4)$, $F_3 = -a_{24}M_A + \lambda_A(q_4 - q_2)$ である。また、 B の質量 m_1 は、

$$m_1 = \frac{\lambda_A P_A}{P}(c_A - c)$$

となる。

k = 4. A_1, A_2, A_3, A_4 の左側に B を置いたとき、 A_1, A_2, A_3, A_4 の質量は、

$$m_{A_{i-1}} = -\lambda_A(\alpha_i - c_A\beta_i)/P_A, \quad i = 2, 3, 4, 5$$

であり、

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= -a_{45}q_3 + a_{35}q_4 - a_{34}q_5 < 0, & \alpha_3 &= a_{45}q_2 - a_{25}q_4 + a_{24}q_5 > 0, \\ \alpha_4 &= -a_{35}q_2 + a_{25}q_3 - a_{23}q_5 < 0, & \alpha_5 &= a_{34}q_2 - a_{24}q_3 + a_{23}q_4 > 0, \\ \beta_2 &= -a_{45} + a_{35} - a_{34} < 0, & \beta_3 &= a_{45} - a_{25} + a_{24} > 0, \\ \beta_4 &= -a_{35} + a_{25} - a_{23} < 0, & \beta_5 &= a_{34} - a_{24} + a_{23} > 0\end{aligned}$$

を適用する。 B を加えた 5 体の質量は、

$$m_i = (\lambda\gamma_i + M\eta_i)/P \quad i = 1, \dots, 5$$

となるが、

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= a_{23}\delta_{45} + a_{24}\delta_{53} + a_{25}\delta_{34} + a_{34}\delta_{25} + a_{35}\delta_{42} + a_{45}\delta_{23} < 0, \\ \gamma_2 &= a_{13}\delta_{54} + a_{14}\delta_{35} + a_{15}\delta_{43} + a_{34}\delta_{51} + a_{35}\delta_{14} + a_{45}\delta_{31} > 0, \\ \gamma_3 &= a_{12}\delta_{45} + a_{14}\delta_{52} + a_{15}\delta_{24} + a_{24}\delta_{15} + a_{25}\delta_{41} + a_{45}\delta_{12} < 0, \\ \gamma_4 &= a_{12}\delta_{53} + a_{13}\delta_{25} + a_{15}\delta_{32} + a_{23}\delta_{51} + a_{25}\delta_{13} + a_{35}\delta_{21} > 0, \\ \gamma_5 &= a_{12}\delta_{34} + a_{13}\delta_{42} + a_{14}\delta_{23} + a_{23}\delta_{14} + a_{24}\delta_{31} + a_{34}\delta_{12} < 0, \\ \delta_{ij} &= q_i - q_j, \\ \eta_1 &= a_{23}a_{45} - a_{24}a_{35} + a_{25}a_{34} > 0, & \eta_2 &= -a_{13}a_{45} + a_{14}a_{35} - a_{15}a_{34} < 0, \\ \eta_3 &= a_{12}a_{45} - a_{14}a_{25} + a_{15}a_{24} > 0, & \eta_4 &= -a_{12}a_{35} + a_{13}a_{25} - a_{15}a_{23} < 0, \\ \eta_5 &= a_{12}a_{34} - a_{13}a_{24} + a_{14}a_{23} > 0.\end{aligned}$$

この5体の重心は、上の記号を使って

$$c = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^5 \eta_i q_i = \frac{1}{P} (\eta_1 q_1 + \eta_2 q_2 + \eta_3 q_3 + \eta_4 q_4 + \eta_5 q_5).$$

で表される。 $m_{A_1} = m_2, m_{A_2} = m_3$ より λ と M を求めると、

$$\lambda = \frac{\lambda_A}{P_A} \frac{P(F_2 \eta_3 - F_3 \eta_2)}{\eta_3 \gamma_2 - \eta_2 \gamma_3}, \quad M = \frac{\lambda_A}{P_A} \frac{P(F_3 \gamma_2 - F_2 \gamma_3)}{\eta_3 \gamma_2 - \eta_2 \gamma_3},$$

であるが、このとき $F_2 = c_A \beta_2 - \alpha_2, F_3 = c_A \beta_3 - \alpha_3$ である。また、 B の質量 m_1 は、

$$m_1 = \frac{\lambda_A P(c - c_A)}{P_A (\eta_3 \gamma_2 - \eta_2 \gamma_3)} (a_{45} \gamma_1 + P_A (q_5 - q_4)).$$

上記の例を見ると、いずれも天体 B の質量を表す式に $c - c_A$ (あるいは $c_A - c$) が見られる。これは、 c と c_A が等しければ、 $m_1 = 0$ であり、 c の値が変化すると、 m_1 が正か負に変わることを意味している。以上で筆を置くこととするが、ここには、表現仕切れなかったものがあることをお詫びする。興味のある方は、下記の論文をご参照いただきたい。

後記. 数学者独特の言い回しをできるだけ避け、日常の言葉で証明の仮定を辿っていただくことを目標に、これまでの研究の一端を述べさせていただいた。私が天体力学の世界で感じるのは、先人たちへの感謝だ。営々と何百年にもわたって天体観測を続け、それを記録し、計算を積み重ねてきた。それらの蓄積の結果が現在の天文学であり、天体力学である。私の研究をこれらの膨大な観測と研究の蓄積のほんの片隅にでも置かせていただければ光栄である。

参考文献

- [1] A. Albouy, R. Moeckel, *The Inverse Problem For Collinear Central Configurations*, Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy **77**, 77-91 (2000).
 - [2] F. R. Moulton, *The Straight Line Solutions of the Problem of N Bodies*, Annals of Mathematics **2**(12), 1-17 (1910).
 - [3] N. Yoshimi, *2+2 Moulton Configuration*, Journal of Geometry and Symmetry in Physics **45**, 95-110 (2017).
 - [4] N. Yoshimi, *2+2-Moulton Configuration –rigid and flexible–*, Geometric Methods in Physics, XXXVII Workshop 2018, 68–74, Trends in Mathematics/Springer (2019).
 - [5] N. Yoshimi, *Formulation of $k+l$ -Moulton Configuration and Its Examples*, PH. D. Thesis in Department of Mathematics, Tokyo University of Science (2019).
 - [6] N. Yoshimi, A. Yoshioka, *2+1-Moulton Configuration*, Journal of Geometry and Symmetry in Physics **50**, 79-95 (2018).
 - [7] N. Yoshimi, A. Yoshioka, *3+1-Moulton Configuration*, SUT journal of Mathematics, Vol. **54**, No. 2, 173-190 (2019).
-

2020 年度（令和 2 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：2021 年 7 月
