



なるほど納得ゼミナール

本センターで制作された新作品をひとつずつ本コラムにて紹介します。

その15

2進数ソーター

今回は、2進数を使ったソーターを紹介します。
ソーターとは、データの集まりを一定の規則に従って整列させる装置のことをいいます。

例えば、「dog、rabbit、tiger、mouse、cat、horse、monkey」というようなアルファベットの文字列がある場合、これらを辞書式順序に従って整列させると、ソーターによって「cat、dog、horse、monkey、mouse、rabbit、tiger」のように並び換えられます。

それでは2進数を用いたソーターを実際に作って実験してみましょう。

15枚のカードを用意し、図1のように全てのカードに上の4か所の位置に穴を開け、それぞれのカードの表側に1～15まで数字を書きます。

10進数で1～15の各数を2進数にすると、表1のように4けたの2進数になります。カードの4か所の穴を2進数に見立てて、1は穴のまま、0は切り込みを入れます(図2)。

10進数	2進数
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

表1

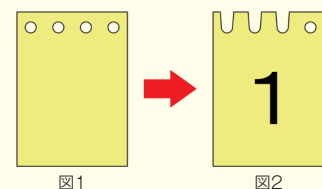
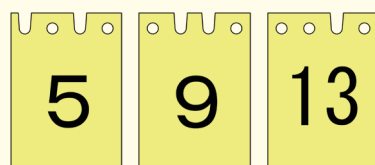


図1

図2

例えば、5、9、13は以下のとおりです。



15枚全てのカードの表と裏を同じ向きにして、カードの数字を無作為に順番に入れ換えて、穴や切り込みが上に来るようにして重ね合わせます。

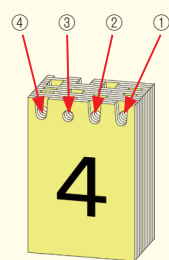


図3

図3のように穴を右から①、②、③、④とします。

図4のように、まずは穴①に棒を刺して、上に引き上げます。すると穴①の箇所に入り込んだカードは引き上げられませんが、引き上げられたカードは、引き上げられなかったカードの後ろ側におろします。

この操作を穴②、穴③、穴④の順番で行うと、15枚のカードの数字は、1,2,3...と昇順に整列します。

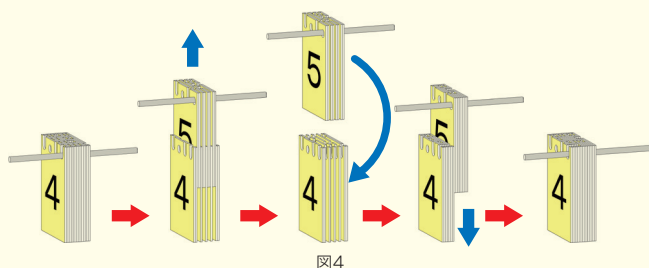


図4

例えば、実際に実験を行うと図5のようになります。左端の図は15枚のカードを無作為に入れ替えた状態ですが、4回の操作を行うことで自動的に2進数の並び方に整列されます。

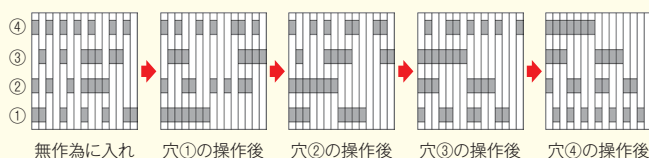
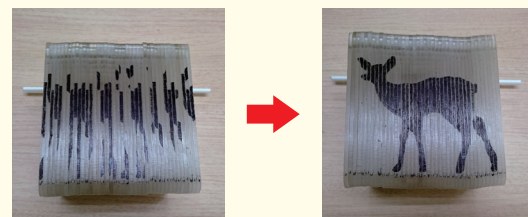


図5

今回のこの実験では、15枚のカードの数がどのような順番になっても、4回の操作で昇順に整列されます。一般に、 2^{n-1} ($>2^{n-1}-1$) 枚 ($n=1, 2, 3, \dots$) のカードのときは、 n 回で整列されます。例えば、127枚のカードの数がどのような順番に並んでいても、たったの7回の操作で昇順に整列されます。下の写真のように、カードの側面に線分を描き、それらを並べるとデタラメな絵が見えます。しかし、上述のソーターを用いれば、意味のある絵に並び換えられるのです。



(文責・制作 科学啓発事務局(数学体験館) 山口康之)

●お問合せ先

東京理科大学 理数教育研究センター(事務局:学務部学務課(神楽坂))

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3

TEL. 03-5228-7329 FAX. 03-5228-7330

理数教育研究センターホームページ <https://oae.tus.ac.jp/mse/>

数学体験館ホームページ <https://oae.tus.ac.jp/mse/taikenkan/>

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

第15号

2015.12

発行: 理数教育研究センター

公開シンポジウム「国際科学オリンピック—メダリストの声」開催報告

Contents

1 公開シンポジウム「国際科学オリンピック—メダリストの声」開催報告

2 第8回 数学・授業の達人 大賞の開催報告

3 第18回 JCDCG² 2015 の開催報告

4 研究・教育活動紹介①

5 研究・教育活動紹介②

6 なるほど納得ゼミナール 2進数ソーター

理数教育研究センター 理科教育研究部門長

渡辺 正



標記の公開シンポジウムを平成27年10月18日(日)の午後、神楽坂校舎1号館17階の記念講堂で行いました。公開シンポジウムとして4回目、出場全教科(今回、地理は適任者が見つからなかったため6教科)のメダリストを主役にするシンポジウムとしては、一昨年来の3回目となります。

昨年同様、グローバルサイエンスキャンパス(GSC)の枠内として受講生46名が参加し、中学・高校教員11名、本学教員6名、他大学教員2名、本学学生8名、他大学学生8名、科学技術振興機構(JST)4名、企業等職員9名、本学事務系職員7名、その他8名も合わせた参加者は109名となりました。長期間の準備と当日の運営を手際よく進めてくださった学務部の皆様に深謝いたします。

例年どおり気合あふれる趣旨説明を含めた秋山センター長による開会挨拶のあと、文部科学省科学技術・学術政策局人材政策課の柿田恭良課長(写真①)より、約1週間前に発表された日本人のノーベル賞受賞にからむ「科学研究の勢い」分析や、国際科学オリンピックに焦点を当てた人材育成事業のご紹介をいただきました。

続いてメダリスト(たまたま全員が東大の男子学生)の登壇となり、数学の関 典史君(博士1年)、情報の劉 鴻志君(教養学部2年、写真②)、化学の遠藤健一君(修士1年、写真③)、生物学の那須田 桂君(教養学部1年)、地学の中里徳彦君(工学部3年)、物理の東川 翔君(修士2年、写真④)にオリンピック体験談を伺いました。各教科に興味をもったきっかけ、世界の仲間と競う楽しさ、進路決定に及ぼした影響、後輩への助言などが要点了。「世界標準の高校カリキュラムに触れた」「大学の先を考えるようになった」「長く考えるのが肝心だとわかった」「挑戦者だけが機会に恵まれる」などの言葉が印象に残っています。

そのあとJST・ラオちぐさ氏の司会でパネルディスカッションとなり、言い足りない点をパネリストが補足したのち会場からの質問に答え、オリンピック挑戦用の勉強法、受験勉強との両立などについて意見が交わされました(写真⑤)。

GSC受講生から寄せられた「科学オリンピックへの参加意欲が湧いた」「何をすればいいかわかった」「遠いと思っていた科学オリンピックが身近になった」という声が、手前味噌ながら企画の成功を語っていきましょう。他参加者からも「オリンピックの実体がよくわかった」「他の教員や生徒にも伝えて刺激にしたい」などの感想がありました。

※グローバルサイエンスキャンパス(GSC)は、国立研究開発法人科学技術振興機構の委託事業です。



(写真①) 文部科学省 柿田課長



(写真②) 情報 劉 鴻志氏



(写真③) 化学 遠藤健一氏



(写真④) 物理 東川 翔氏



(写真⑤) パネルディスカッション

第8回 数学・授業の達人大賞の開催報告



理学部第一部 数学科 助教
岡田 紀夫

本学理数教育研究センター数学教育研究部門(東京理科大学数学教育研究所)が主催し、科学教育研究科、理窓会、数学教育研究会が共催する第8回を迎えた数学・授業の達人大賞 授賞式・模擬授業は、ホームカミングデーのイベントとして、平成27年10月25日(日)に葛飾キャンパスで開催されました。これは小・中・高等学校において、意欲的な研究や、創造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す。今回受賞されたのは以下の先生方です。

最優秀賞

横浜市立神奈川中学校 藤原 大樹 先生

●授業タイトル **「リレーのバトンパス」**

愛知県立津島高等学校 山田 潤 先生

●授業タイトル **「三角形の五心」**

優秀賞

文京区立昭和小学校 沖野谷 英貞 先生

●授業タイトル **「カステラ、どうわける？」**

芝浦工業大学柏中学高等学校 古宇田 大介 先生

●授業タイトル **「円と直線(円の接線)」**

表彰式は、まず、清水克彦部門長の開会の挨拶で始まり、山本誠副学長からご祝辞を賜り、その後清水部門長から受賞者への賞状、賞金、記念品等の授与、続いて秋山仁理数教育研究センター長から講評がありました。それぞれの授業の概要については以下のURLをご覧ください。

<http://www.rime.kagu.tus.ac.jp/>

その後、最優秀賞受賞者2名による模擬授業が行われました。お二人とも実際の生徒さんを相手にするように、参加者の学生さんたちに受け答えをさせながら、模擬授業を展開されました。このような盛大な授賞式が開催できたことは、理窓会ならびに大学のご協力と数学教育研究部門の先生方の参加がなければ実現できなかったことであり、感謝いたします。来年度もこれまでに以上に素晴らしい応募があり、授賞式が開催できることを希望しています。



研究・教育活動紹介①



理学部第二部 数学科 准教授
齊藤 功

私の研究分野は関数解析、特に作用素論です。高校の旧課程で学んだ行列や線形代数で学ぶ有限次元内積空間上の線形写像を無限次元に拡張したヒルベルト空間上の連続(有界)線形作用素について研究しています。対角化可能な対称行列、正規行列などを一般化した自己共役作用素、正規作用素を基礎として、様々な作用素の性質について調べています。

大学1年生の科目では、解析学Ⅰを担当しています。「大学の数学は、高校までのものと異なり苦勞する」という新入生もいます。例えば、解析学では実数論を基本として理論を構築しますが、高校では、

きちんと実数について学んでいません。有理数と異なり実数は連続性と言われる性質を持っています。実数を順序に従って並べると途切れることなく、つながっているというイメージですが、数学的には上限公理などの連続性を表す公理を指します。多くの学生は最初は戸惑いますが、図や具体例を使い解説すれば、これらの公理が連続性の定義として妥当であることを納得します。この他にも、理解しづらいと悪名高い ε - δ 論法などの極限の新しい定義の妥当性、必要性についても丁寧に説明すれば、こちらが思った以上に理解してくれます。これらの概念を用いて微積分の様々な定理を厳密に証明することは大変ですが、「自分の頭で考えて確認した知識が増えていくのが楽しい」、「高校で証明なしで使われていた定理が証明できて、将来教員になった時の自信となる」などの言葉を聞くと数学科の教員として大変嬉しく感じます。学年が進むにつれ、数学科では抽象的な内容が多くなり、直感的に納得しづらくなります。しかし、抽象的な理論が、多くの具体例を持ち、様々な問題に適用されることを学んでいくうちに数学的な直感が身につき理解が深まるようです。

研究・教育活動紹介②



理学部第二部 数学科 准教授
佐古 彰史

「ゲージ理論」を知っていますか?もし聞いたことが無くても、身の周りの全てはゲージ理論なのです。そんなことを言われても多くの人はボカーンとしてしまうかもしれません。どういことか説明すると、物理の基本法則は4つありますがこれが全てゲージ理論です。一番身近なものは、電磁気の法則でしょう。電話や照明などが電磁気力のおかげですし、化学変化も電磁気の法則に還元されるので、生命活動の大部分も元を辿れば電磁気の法則です。重力の法則も、体重計に乗るたびに一喜一憂するくらい身近な法則です。他にも2種類の核力というものがあり、我々の素材である原子がしっかり硬い粒であることやその質量が存在することなどを通して生活に密接に関係しています。とにかく、電磁気、重力、2種の核力の4つの物理法則が基礎法則の全てです。実はこの4つには共通の特徴があります。4つの法則は全てがゲージ理論というある幾何学の枠組みで記述されるのです。だから、身の周りの全てがゲージ理論なのです。

佐古研究室では、ゲージの理論の研究を中心に、微分幾何学や数理論理の研究をしています。こういう話にワクワクする方は気軽に研究室を訪ねてください。

さて、佐古研究室は教員養成にも力を入れています。最近の理科離

れの傾向に危機感を抱いていたので、優れた理数教員養成の重要性を前から感じていました。理科大では教員養成の伝統がありますし、理科大に移るときに教員養成にも力を注ごうと決めました。優れた理数教員の必要条件の一つは、理科学に深い理解と広い知識をもち最新の研究にも興味を持ち続けていることです。これが無い教員は、生徒の才能の発露を見逃し、かえって阻害するからです。従って、教員志望の学生に対しても、卒業研究ではしっかりとした専門書を輪読し、理科大卒の教員であることを誇れるようになってもらいます。学生の中には、人生で初めて本気で数学に取り組むことになる人もおり、初めのうちは苦勞しています。しかし、専門書を輪講すると、多くの数学領域を復習する必要が出てくるので、一所懸命取り組んだ学生には実りあるものになっています。

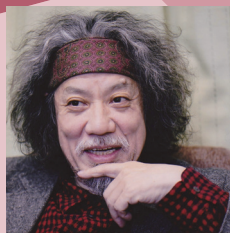


今年の1月に研究会でイギリスを訪れたときにニュートンの生家を訪ねたときのもの。



かの有名なニュートンが重力の法則を発見したリンゴの木。重力もゲージ理論です。

第18回 JCDCG² 2015の開催報告



理数教育研究センター長
秋山 仁

平成27年9月14日~16日の3日間、京都大学時計台ホールにおいて、第18回JCDCG² 2015(The 18th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs)が盛大に開催されました。

招待講演者は、この分野の第一線で活躍している以下の5名でした。

John Iacono (New York University, USA)

Toshihede Ibaraki

(The Kyoto College of Graduate Studies for Informations, Japan)

János Pach (EPFL and Rényi Institute, Hungary)

David Rappaport (Queen's University, Canada)

Takeshi Tokuyama (Tohoku University, Japan)

世界各地から専門家約200名が参加し、計算幾何学、離散幾何学やグラフ・アルゴリズムに関する講演が75件発表されました。また、

この分野で著しい業績を挙げた故Ferran Hurtado教授の追悼セッションが特別に設けられ、Erik Demaine 教授(MIT, USA)、Jorge Urrutia教授(UNAM, MEXICO)、Jit Bose教授(Carleton Univ. Canada)などからHurtado教授の偉業に関連する結果が数多く発表されました。この会議のRevised Proceedings は加藤直樹京大教授の65歳の誕生日を記念して、平成28年8月にSpringerのLecture Notes in Computer Scienceから出版される予定です。

なお、第19回目のJCDCG²は平成28年秋、当研究センターにおいて開催されることになっています。協賛、後援いただいた京都大学財団(The Kyoto University Foundation)、東京理科大学、また、JST CREST : Foundations of Innovative Algorithms for Big Data(ABC14)、MEXT KAKENHI : Exploring the Limits of Computation(ELC)に、この場を借りて、心から感謝申し上げます。

