



なるほど納得ゼミナール

本センターで制作された新作をひとつずつ本コラムにて紹介します。

剛速球に対するバットの振り方は？(最速降下線)

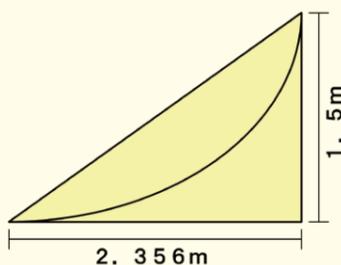


4つの滑り台があります。滑り台の形は、一番奥から順番に、直線、円弧、サイクロイド曲線、楕円となっています。上方の同じ高さの位置にボールを置き、スタートゲートを開ければ、ボールは同時にそれぞれの滑り台を転がります。下方のゴール地点(最下点)にボールが一番早く到達する滑り台は、どの滑り台でしょうか？



上の画像は、実験を行ったときのゴール付近を撮ったものです。円弧、サイクロイド曲線、楕円の3つは僅差ですが、一番早くゴール地点に到達する滑り台は、**サイクロイド曲線(最速降下線)**の滑り台であることがわかります。因みに、滑り台の最下点には赤いラインが貼られていて、赤いラインからボール止めまでの直線区間は、転がってきたボールの順位を視覚的に判別しやすくするために設けられています。

直線の滑り台は、スタート地点からゴール地点までの距離が他の滑り台と比べて最短ですが、実験では最下位となりました。



実際のこの滑り台のスタート地点とゴール地点は、高低差:1.5m、水平距離:2.356mになっていますが、サイクロイド滑り台と直線の滑り台のスタートからゴールまでボールが転がる所要時間は、それぞれ、0.87秒、1.03秒になります。たったの0.16秒差ですが、約80cmの差がついてしまいます。

プロ野球選手のバッティングは、ピッチャーが投げた剛速球に対応するため、バットのヘッド部分の動きがサイクロイド曲線を描くようにスイングすると

言われています。というよりもむしろ自然とそうなると言った方が良いかも知れません。バットの移動距離を最短にするために直線的に振り下すと良さそうですが、実はそれでは速い球に対応できないのです。



「最速降下線問題」は、歴史上とても重要な問題なのです。この問題は、古代ギリシアの数学者やガリレオも取り組んだようですが、1696年6月、スイスの数学者ヨハン・ベルヌーイ(1667~1748)によって『学術紀要』誌上で本格的に提起されたのが最初のようなのです。

「2点A、Bが、ある鉛直方向の面内に与えられるとき、自分自身の重みによって降下する動体Mに対して、点Aから点Bまで最短時間で到達するような曲線AMBを定めよ」というものでした。

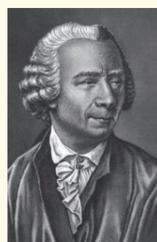
ヨハンが設定した期限内にライプニッツ、ニュートン、ヤコブ・ベルヌーイなどから回答が寄せられ、1697年5月に『学術紀要』誌上で、それらの解答が発表されました。それぞれの解答は、様々な方法で結論に導かれるのですが、いずれも微積分が用いられました。

例えば、ヨハン・ベルヌーイは、この問題を解決するために、ガリレオが提唱した「落下する物体の速度は、落下距離の平方根に比例する」とことや、「光線がある媒体から密度が異なる媒体へと進むとき、その光線の入射角や反射角それぞれの正弦の比が媒体の密度の逆比になる」というホイヘンスの原理を利用し、そして微積分を用いて、最速降下線はサイクロイド曲線であることを導きました。

その後、ヨハン・ベルヌーイの弟子であるスイスの数学者レオンハルト・オイラー(1707~1783)は、それまでの微積分の技法を駆使して、特殊関数や微分方程式、多重積分や偏微分法などを完成させ、解析学において膨大な業績を残しましたが、この「最速降下線問題」がこれらの微積分の著しい発展に寄与したことは間違いありません。



ヨハン・ベルヌーイ



レオンハルト・オイラー

(文責・制作 数学体験館 山口康之)

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

第31号

2019.12

発行: 理数教育研究センター

Contents

- 1 高木貞治博士記念室と本巢市の数学まちづくりに本学も協力
- 2 東京理科大学 坊っちゃん講座第6回 『集積回路(IC)とメモリ技術で、ワクワクする未来の創りかた』
- 3 第22回JCDCG³ 開催報告
- 4 研究・教育活動紹介¹³
- 5 なるほど納得ゼミナール 最速降下線

高木貞治博士記念室と本巢市の数学まちづくりに本学も協力

理数教育研究センター長
秋山 仁



学生時代に高木貞治博士の名著「解析概論」で解析学を学んだ人は多いであろう。彼は1898年にドイツに留学し、当時数学会で一世を風靡していた大数学者ダーフィット・ヒルベルトの下で近代数学を学び、後に代数的整数論、特に類体論の分野で金字塔を打ち立て世界の数学の発展に寄与した数学者である。



高木貞治博士記念室

高木貞治先生の生誕地である岐阜県本巢市では高木先生の偉業を称え、市全体で数学のまちづくりを行い、ユニークな活動に取り組んでいる。そのいくつかを紹介しよう。

子どもたちの数学への興味、関心を高め、楽しみながら科学的思考力を伸長させる取り組みとして、高木先生ゆかりの地を回り、そこで算数の問題を楽しく解く算数ウォークラリー、算数を体感するプログラムの実施、算数・数学研究作品展や算数・数学甲子園の開催、本巢市独自の授業カリキュラムの作成、数学者による記念講演会の定期的な開催など楽しい活動が多数行われている。さらに、高木貞治博士記念室を本巢市の学習拠点に据え、市民に数学をより身近に感じてもらうための広報活動も活発に行っている。上述の活動に賛同し、数年前に本学は本巢市と交流協定を結んだ。その後、本巢市の小・中学生を中心に数学啓発活動を行うと共に、高木貞治博士記念室に算数・数学の教具や模型制作・展示などの支援を行っている。今までに数学作品の制作に関し、本学が貢献した作品は以下のものである。



[サイクロイド滑り台、パラボラアンテナとピンポン玉実験、楕円ビリヤード、マンホール、双曲線電車、正方形の詰込み、二項定理パチンコ、放物線集球器、思考天秤(円柱、球、円錐、回転方物体)、最速ネットワーク、リンゴ取りゲーム]

高木貞治博士記念室 算数・数学体験コーナー

●お問合せ先

東京理科大学 理数教育研究センター(事務局:学務部 学務課)

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3

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

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

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

東京理科大学 坊っちゃん講座第6回 『集積回路(IC)とメモリ技術で、ワクワクする未来の創りかた』



キオクシア株式会社
(旧: 東芝メモリ株式会社)
松野 隼也

※ 2018年度東京理科大学理窓博士会(本学同窓会) 学術奨励賞受賞

私たちの生活に身近なスマートフォンやパソコン、テレビや冷蔵庫、自動車など、ありとあらゆる製品に集積回路(IC)とメモリが使われています。また、交通や通信、電気・ガス・水道などの社会インフラの制御などにもICが利用されていて、いまや私たちの暮らしに欠かせない存在となっています。

私が勤務しているキオクシア(旧:東芝メモリ)では、NAND型フラッシュメモリの発明に代表されるような、数多くの「世界初」によって、情報を気軽に持ち運ぶ時代を創造して、私たちの暮らしを豊かにしてきました。そしてこれからは、IoT(モノのインターネット化)や人工知能(AI)が本格的に普及して、全世界で生成、蓄積、活用されるデータ情報は爆発的に増加すると予測されています。キオクシアでは、単なるデータ情報の蓄積に留まらず、人々の感情、思い出、体験を含む「記憶」を蓄え、「『記憶』で世界をおもしろくする」というミッションのもと、よりワクワクして豊かな未来を創るために、私たちは日々切磋琢磨して研究開発を進めております。

この度、東京理科大学より「坊っちゃん講座」にてお話しさせて頂く機会を頂戴しました。高校生や中学生、一般の方々にICとメモリを少しでも身近に感じて頂ければと思い、準備を進めてまいりました。上述のとおり、ICとメモリは私たちの暮らしに欠か

せない存在ではありますが、製品に内蔵されているため私たちの目に触れることがなく、なかなか身近に感じることがありません。しかしながらその中身は、中学で習う電気回路の延長であって、また中学や高校で習う数学が広く利用されています。そこで、スライドに加えてクイズやデモ動画を用意して、分かりやすいお話を心掛けました。

当日の質疑応答や講演後の茶話会では、学生よりたくさんの質問を頂戴しまして、その熱心さにとっても感銘を受けました。またアンケートでは、「メモリのしくみとスケールがよくわかりました」、「最近話題になっているAIやICについて知ることができ、自分の将来の参考になった」、「自分が今学んでいる分野と同じだったので、自分の将来像が少し見えた気がします」、「ICの面白さを感じることができた」、「半導体に興味があったので、今回の講座は分かりやすくて良かったです」、など、とても嬉しいお言葉を多数頂きまして、私自身にとっても非常に良い経験となりました。このような素敵な機会を頂戴しました理数教育研究センターの先生方、弊社配布物等で色々ご準備頂きました事務局の皆様、そして当日お忙しい中お越し頂きましてお話を熱心に聞いて頂き、また質問くださいました聴衆の皆様に、心から厚く御礼申し上げます。



講演の様子



講演中のクイズに手を挙げる参加者

第22回JCDCG³開催報告



JCDCG³ 2019 共同組織委員長
理学部第二部 数学科 准教授
小谷 佳子

2019年9月6日(金)から9月8日(日)の3日間にわたり、本学神楽坂キャンパス2号館において、離散・計算幾何学、グラフ理論及びゲームに関する国際会議であるJCDCG³ 2019 (The 22th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games) が、大会委員長である秋山仁理数教育研究センター長のもと開催されました。この会議は1997年(Discrete and Computational Geometry Workshop '97,以下「JCDCG '97」)から始まり、2008年を除いて毎年行われていますが、当初は隔年で国際会議を開催し、国際会議を開催しない年には小規模な国内の研究者向けの会議を行う予定だったそうです。しかし当該分野の発展とともに参加者が増え、近年は事実上、毎年国際会議となっています。本年も国内の研究者向けの会議の年にあたりますが、参加者約100名の内、38名が海外からの参加でした。

招待講演者は以下の6名で、それぞれ50分のプレナリー講演を行いました。

Takao Asano (Chuo University, Japan)

Erik Demaine (MIT, USA)

Stefan Langerman (ULB, Belgium)

János Pach (EPFL, Switzerland and Rényi Institute, Hungary)

Akira Saito (Nihon University, Japan)

Géza Tóth (Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungary)

一般講演では、事前の審査を経た約60件の講演があり、それぞれ20分の発表を2カ所の会場に分けて行いました。JCDCG '97の頃からの中心的なメンバーや、JCDCG '97当時は若手でしたが現在では第一線で活躍する研究者達、さらに制服姿の高校生も含む若手まで、さまざまな立場の講演者が発表し、幅広い分野の活発な議論を行いました。

受付やコーヒープレイクは、理学研究科 科学教育専攻の佐古研究室や、理学研究科 応用数学専攻の小谷研究室の大学院生にお手伝いいただきました。大学院生にとっても、昨年9月にフィリピンのマニラで開催されたJCDCG³ 2018でもお世話になったAteneo大学 (Ateneo de Manila University)の大学院生との交流や、海外からの研究者の対応は良い経験になったようです。

最後になりましたが、本会議を支援していただいたJST CREST : Foundations of Innovative Algorithms for Big Data (ABD14)、東海大学、電気通信大学に心から感謝申し上げます。



JCDCG³ 2019 集合写真

研究・教育活動紹介⑬



理学部第二部 数学科 講師
下川 朝有

私の専門分野は統計学であり、中でも生物統計と機械学習の研究を行っています。最近には特に、特定の病気を患った患者の予後に関するモデルをいかに構築するか、という研究を行っています。具体的な例を述べますと、例えばがん患者に関する性別や年齢、腫瘍のサイズや大きさといった情報に加え、MRIやCTによる画像情報等の膨大なデータを解析することで、その患者が時間の経過とともに、再発もしくは死亡する確率の変化を表すモデルを構築する、といったことです。

一方で統計学研究室では主に、数理統計学から応用統計学、そして実際のデータ解析まで、幅広く統計学に係る研究を行っています。卒研ゼミでは、数人のグループで興味を持った研究テーマ(経時データ解析、生存時間解析、各種機械学習手法等)について学び、SASやPythonといったソフトウェアを利用して実際の解析を行うことで、統計学に係る勉強だけでなく、ディスカッション能力やプレゼン能力の向上も図っています。

さて、私は東京理科大学理学部第二部数学科の出身ですが、10年前に私が講義を受けていた時代と比べると、統計学、特にデータサイエンスへの関心の高まりを強く感じます。実際、多くの学生からデータサイエンスに携わる仕事や就職について質問があり、また昨年度から新設した授業、「データサイエンスA/B」の受講者数も非常に多くなっています。今後社会におけるデータサイエンティストのニーズはさらに増加すると考えられますが、数学科という環境を生かし、単に既存の手法を用いてデータの解析が出来るだけでなく、その背景にある数学的・統計学的な理論を理解し、得られた結果の解釈を正しく人に伝えられる人材の育成に取り組んでいくことが重要であると感じています。