

# 理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

## 第49号

2025.3  
発行：理数教育研究センター

### 物理教育と科学コミュニケーション



教職教育センター 教授  
理数教育研究センター 理科教育研究部門長  
**興治 文子**

2005年は、IUPAPが世界物理年と宣言した年です。アインシュタインが3大論文(光量子仮説、ブラウン運動の説明、特殊相対論)を発表した1905年から100年経つことを記念したもので、様々な物理学の普及活動が行われました。私にとっては博士を取得し、物理教育に携わるようになった転機の年でもあります。

物理学の普及活動の1つに物理オリンピックがあります。中高生を対象とした理論と実験の試験を通して、能力や興味・関心を高めることや、参加者同士の交流による物理学の普及を目的としています。日本は2005年の世界物理年を契機として国内大会である物理チャレンジを開催し、翌2006年から国際物理オリンピックに参加しています。私も2006年から携わっており、突出した能力を持つ若者を伸ばすことと同時に、すそ野の層を拡大する活動も行っています。運営組織は大学・高校教員を中心としたボランティア組織であり、事務局を東京理科大学に置かせていただいております。

2025年は、国内大会の第1チャレンジ(予選)を通過した100名の中高生が、本学野田キャンパスでの3泊4日の第2チャレンジに参加します。全国の中高生に少しでも物理学の更なる魅力が伝わればと思います。

研究面では、2005年に物理教育の国際会議が日本で開催されました。物理教育の国際会議は、研究発表の場だけではなく、開催国の物理教育活動を促進する役割も持っており、この年は高校教員も数多く参加しました。私も最先端の物理教育研究について学び、専門分野を物理教育に変えました。

学問分野に根差した教育方法研究(DBER)は、科学研究の1つの領域として確立しています。物理教育研究の第一人者であった故・McDermott教授が、物理教育研究は教育学ではなく理学であるとおっしゃっていたことも印象に残っています。様々な研究者が物理学に特有の難しさを明らかにし、その結果に基づいて学習者の理解の困難を克服するような教材や教授法を開発しています。他の理学の研究と同様に、再現性があることが求められています。

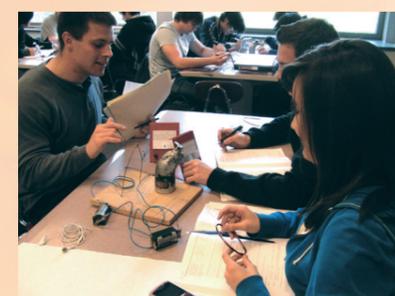
2026年4月より、東京理科大学理学部第一部に科学コミュニケーション学科が新設予定です。(仮称。設置構想中。設置計画は予定であり、内容は変更となる場合があります。)私自身も物理教育を専門として、物理学の魅力を多面的に伝え、未来に貢献したいと考えていますし、同じ志を持つ皆さんと共に研究や普及活動を行っていききたいと思います。

## Contents

- 1 物理教育と科学コミュニケーション
- 2 第17回 算数/数学・授業の達人賞、第3回 理科・授業の達人賞 授賞式と模擬授業 開催報告
- 3 高校生のためのサイエンスプログラム—あなたも一日大学生—「建築の用・強・美を考える」実施報告
- 4 なるほど納得ゼミナール 誤り修正マジック



国際物理オリンピック・エストニア大会(2012年)



米国ワシントン大学での物理授業の様子(2010年)



## なるほど納得ゼミナール

数学体験館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49

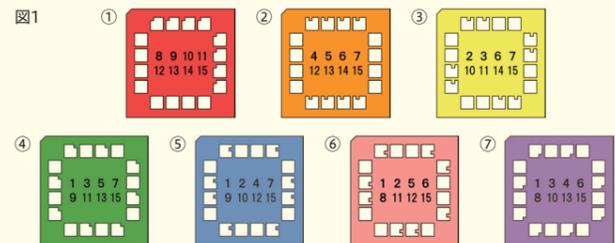
### 誤り修正マジック

デジタル情報の通信や記録を行う際に生じる誤り(エラー)を検出し、訂正するために「誤り修正符号理論」が利用されています。誤り修正符号理論は、1950年にベル研究所のリチャード・ハミング博士が、コンピュータシステムの信頼性向上のために、「ハミング符号」を考案したのが最初で、その後の誤り修正符号理論の基礎となったものです。そして誤り修正符号理論は改良が重ねられながら、1970年代には、衛星通信で応用され、近年では、家電製品や自動車などで使用される電子機器や、デジタルメディアなどの著しい発展により、民生用にも応用され、我々の日常生活に欠かせないものとなっています。

ハミング符号は、通信や記録を行う際に、ノイズが入ることでデータに誤りが生じることに備えて、元になるデータに一定の手順で計算して得られたチェック用のデータを付加してすることで、通信や記録後のデータに誤りが無いかを検証できる手法です。今回は、ハミング符号を応用したマジックを紹介します。

#### ●マジックのやり方

マジシャンは、まず、図1に示す「赤、オレンジ、黄、緑、青、ピンク、紫」の16個の穴の開いた7枚のカードを相手に見せます。そして、相手にカードの色1色と、1から15までの数のうち勝手な数をそれぞれ1つ選んでもらいます。



次に、マジシャンは、8個の数が書かれた7枚のカード①～⑦を1枚ずつ相手に見せて、それぞれカードに選んだ数が「ある」か、「ない」かで相手に答えてもらいます。

ただし、答える人は、自分が指定した色のカードでは必ずウソをつく(誤りのある情報を与える)ものとします。因みに、ウソには2種類あり、カードに選んだ数があるときに「ない」と答える場合と、カードに選んだ数がないときに「ある」と答える場合があります。

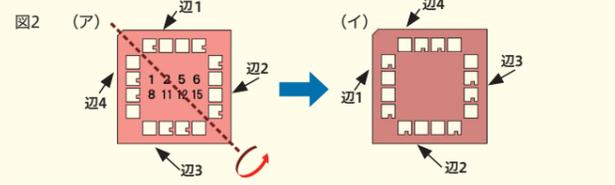
しかし相手から与えられた情報に誤りがあろうと、相手が選んだ数と色をズバリ当ててみせるというマジックです。

#### ●数の当て方(実演のしかた)

次のように7枚のカードを重ねていくだけで、相手の選んだ数と色は自動的に明らかにされます。

①から⑦までのカードを1つずつ見せて(注 見せていくカードの順番はランダムでも構いません)、相手にその中に選んだ数があるかどうかを尋ねていきます。そして、そのカードに相手が選んだ数が「ある」という場合は、そのカードの表面が上にかつ、カードの欠損したカドが左上にくるように置きます。

また、そのカードに相手の選んだ数が「ない」という場合は、そのカードを図2(ア)のように、対角線に関して回転させるように裏返して(図2(イ))、そのカードの裏面が上にかつ、カードの欠損したカドが左上にくるように置きます。このようにして7枚のカードを重ねていきます。



(例) 相手が青いカード⑤と数10を選んだ場合、図3のようにカードを重ねていくことになります。このとき、青いカード⑤に本当は10の数が書かれていますが、「ない」とウソ(誤情報)を与えたため、⑤のカードは裏返しで置かれることに注意しましょう。また、正方形の穴の位置と正方形でない穴の位置がおもてのとときと、うらのときで補集合の関係になることに注意しましょう。

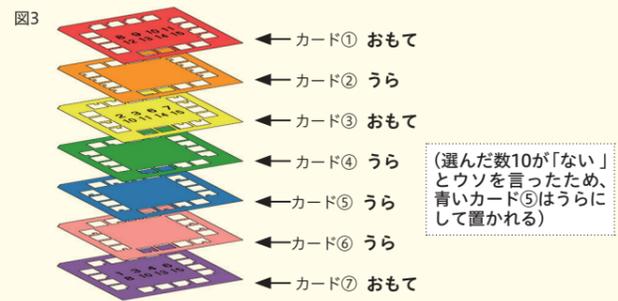


図4のカードの上に、重ねた7枚のカードを置いて上から見ると図5のようになります。このとき、それぞれのカードには4x4の16個の穴が開けられていますが、穴の中にはいくつかの小さい正方形があることに注意してください。すると、16個の穴のうち、穴の中にある小さい正方形が必ず1つだけの穴があります。その小さい正方形の色が、ズバリ相手が選んだ色になっています。そして、その穴の位置にある数(この場合は10)が、ズバリ相手が選んだ数です。ちなみに、ウソを言わずに全て正直に答えた場合は、図6のように、選んだ数の位置は正方形の穴になります。



このマジックは、(7,4)ハミング符号に基づいています。(7,4)ハミング符号は、4ビットのデータ(情報ビット)を扱うとき、チェック用のデータ(検査ビット)を3ビット付加し、合計で7ビットのデータに置き換えて符号化データを生成します。何らかのトラブルで7ビットのデータのうちのどれか1ビットに誤りが生じたとしても、その誤りが何ビット目にあるのかを特定し、正しいデータに修正することができます。

情報ビットは4ビットなので、2進法で0~15の数値を表しています。また、(7,4)ハミング符号の生成行列(図7)の4つの行のすべての線形結合(すべての行の組み合わせの和)を求めると、16個の符号化したデータが得られます(図8)。なお、これらは、排他的論理和で求められます。列は7枚のカードに対応しています。これらの16個のデータのどの2つを選んでも、各ビットで必ず3つ以上異なり、また、0以外のすべてのデータは、1が3つ以上あります。それによってこのマジックを可能にしています。なお、このマジックは、アメリカの数学者 Todd D. Mateer によって2013年に考案されたものです。

(文責・制作 数学体験館テクニカルディレクター 山口康之)



## 第17回 算数/数学・授業の達人大賞、第3回 理科・授業の達人大賞 授賞式と模擬授業 開催報告



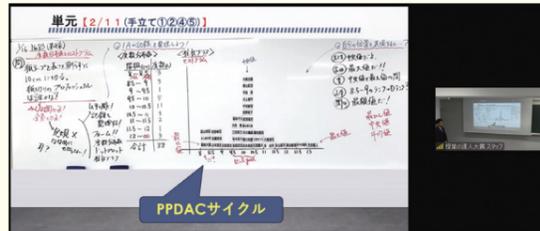
教職教育センター 教授  
理数教育研究センター  
数学教育研究部門長  
渡辺 雄貴

東京理科大学 教育支援機構 理数教育研究センターでは、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算数・数学科、理科の教員を顕彰しています。多くの応募の中から受賞者を決定し、2024年12月8日(日)に神楽坂キャンパスにて授賞式・講評を行い、最優秀賞受賞者による模擬授業を行いました。

### 【算数/数学部門】

#### ■最優秀賞

- 北海道教育大学附属旭川中学校 菅原 大 先生  
題名:PPDACサイクルを1時間で経験させる授業  
単元:中学校 データの分析



模擬授業の様子(菅原大先生)

#### ■優良賞

- 横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 八神 純一 先生  
題名:折り畳み式製品に潜む四角形の性質  
単元:中学校 三角形と四角形

#### ■奨励賞

- 芝浦工業大学柏中学高等学校 橋本 秀太 先生  
題名:確率で定積分を計算する。【モンテカルロ積分】  
単元:高等学校 数学B:統計的な推測・数学III:積分法とその応用

### 【算数/数学部門の選考の経緯・過程】

算数/数学・授業の達人大賞は、2024年度で第17回を迎えました。近年では、ICTを活用した実践や、高等学校の学習指導要領に新たに加わった統計分野の内容など、個性豊かな授業も多くご応募いただきました。小学校から高等学校まで、ベテランの先生の「技」の活かされた授業から、若い先生の「熱意」のこもった授業まで、審査会も白熱して議論が続きました。今年度は、最優秀賞、優良賞、奨励賞が選ばれました。いずれ



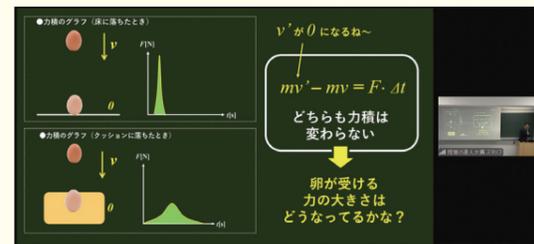
教職教育センター 教授  
理数教育研究センター  
理科教育研究部門長  
興治 文子

の授業も、生徒と向き合い、どのように数学を伝えるかを真剣に考えた授業実践でした。全国の先生方、ぜひ、授業の達人大賞に挑戦していただき、先生方の「技」と「熱意」を、皆で共有できればと願っています。

### 【理科部門】

#### ■最優秀賞

- 宮崎県立宮崎北高等学校 河野 健太先生  
題名:エッグドロップコンテスト!  
単元:物理「運動量と力積」



模擬授業の様子(河野健太先生)

#### ■優良賞 2件

- 光塩女子学院初等科 長田 朋之先生  
題名:理科で探究的な活動をしてみよう  
単元:—
- 熊本県立熊本北高等学校 橋口 嵩先生  
題名:【歴史×化学】教科横断型授業実践「ハーバー・ボッシュ法」  
単元:化学「化学平衡」

### 【理科部門の選考の経緯・過程】

理科・授業の達人大賞は、STEAMの観点から教科横断型での理科の授業も対象とし、2024年度で第3回目を迎えました。最優秀賞、優秀賞を受賞した先生方の授業では、校種も教育内容も全く異なりますが、児童・生徒が探究し、自らの既有知識を基に考えを深めていく様子が見られました。それぞれ、高校・物理の運動量について、卵を割らないような構造物を作り落下実験を通して学ぶ授業、高校・化学と歴史を融合させ、ハーバー・ボッシュ法の功罪について考える授業、錯覚を題材に探究活動とは何かを小学生が学ぶ授業でした。様々な切り口で創意工夫された実践の応募があり、授賞式は有益な情報交換の場になりました。来年度のご応募、ご参加をぜひお待ちしております。

## 高校生のためのサイエンスプログラム —あなたも1日大学生— 「建築の用・強・美を考える」実施報告

### 開催概要

2024年12月14日(土)、東京理科大学葛飾キャンパス研究棟7階製図室にて、東京理科大学理数教育研究センター主催の高校生のためのサイエンスプログラムを開催し、「建築の用・強・美を考える」というテーマで、建築学を体験していただきました。



計画 (工学部 建築学科 准教授 熊谷 亮平)

### 「建築のデザインを考える」

椅子は建築ではありませんが、美しさ、座りやすさ、強度など、建築デザインを考えるトレーニングとして最適です。建築家がデザインした著名な椅子も参照しながら、自分でオリジナルの椅子をスケッチして考案し、1/10スケールの模型制作の課題に取り組んでいただきました。

参加された高校生は、一からかたちを生み出すことに戸惑いながらも、かたちや作り方を工夫しながら、限られた時間で完成させました。最後は全員でそれぞれの作品を巡回しながら、いろいろなアイデアや魅力的なかたちがあることを学んだと思います。

模型制作の様子



環境 (工学部 建築学科 教授 野中 俊宏)

### 「建築の快適性を考える」

模型による実験などを交えながら、居住空間における温熱、空気、音、光環境の快適性について学んでいただきました。温熱・空気環境では通風を取るための基礎知識や、住宅が立ち並ぶ地域で風を効果的に利用する方法について、音環境では音楽ホールでの聞こえ方に関する工夫や、特に集合住宅で問題となる騒音(固体伝搬音)について、

音・空気・熱・光と快適性について



光環境では色を見る仕組みや色を適切に見せるための照明の使い方、色の見え方や印象の違いについて紹介しました。受講生からは「身近なことを扱った実験で興味深かった」「大学で快適性について学びたい」「自然エネルギーを取り入れた建築を学びたい」といった声を頂き、建築環境工学に対して多くの生徒に興味を持って頂けました。

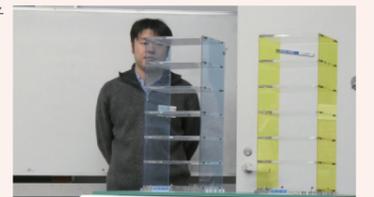


構造 (工学部 建築学科 教授 伊藤 拓海)

### 「建築の安全・安心を考える」

地震を受ける建物の振動現象は、物理・力学によって説明できることを学んでいただきました。建物模型を使った実験では、固有周期を計算して、揺れの違いを体験的に観察していただきました。日本では、建物は耐震的で

免震構造実験の様子



なければなりません。他国と比べて構造的制約が多くなりますが、先人の知恵と努力により、美と強が両立する建物が実現されてきました。そういった科学史と構造史の関係にも触れていただきました。

### 終わりに

全講義終了後、アンケート記入と受講証の授与が行われました。アンケート結果では、建築を考える良いきっかけになり、関心のある分野と学びに触れることができた、など好評をいただきました。今回のイベントを通じて、美術・図画工作をはじめ、物理や数学の学びがどのように役立っているのかをご理解いただく機会になったと実感しております。