



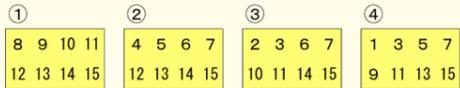
### なるほど納得ゼミナール

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。

## 嘘当て・数当てマジック

### 数当てマジック

まずは、相手に1から15までの数字を1つ選んでもらいます。8個の数字が書かれた下の4枚のカードを見せて、それぞれのカードについて、選んだ数があるかどうかを相手に言ってもらいます。そして選んだ数を当てるといマジックです。



例えば、相手が11を選んだとして、次の回答が得られたとします。カード①「ある」、カード②「ない」、カード③「ある」、カード④「ある」このとき、「選んだ数は「11」である」と言い当てるには、どのようにすれば良いのでしょうか？

まず、カード①、②、③、④のそれぞれは、どのような規則で、数が記載されているのだろうか、考えてみることにしましょう。

実は、これらのカードに書かれている数は、2進数を基にしています。

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

表1

表1は、1から15までの10進数を、4桁の2進数で表しています。そのうち、1、2、4、8を2進数で表すと、それぞれ、0001、0010、0100、1000となります。また、1、2、4、8以外の数を2進数で表すと、0001、0010、0100、1000のいずれかの組み合わせであることが分かります。

例えば、カード①は、8から15までの数が書かれていますが、表1を見ると、これらの数は、2進数の8の位が1の数です。同様に、カード②は2進数の4の位が1の数、カード③は2進数の2の位が1の数、カード④は2進数の1の位が1の数が書かれています。

上記の例のように、相手が選んだ数が11である場合、カード①、③、④が「ある」になりますが、2進数の8の位と2の位と1の位が1になるから1011、すなわち、相手が選んだ数は11です。



左図のように、それぞれのカードに書いてある8個の数字の中の左上の数の和が8+2+1=11になります。

### 誤り修正符号理論を使った数当てマジック

相手に、1から15までの数字を1つ選んでもらいます。8個の数字が書かれた、下の7枚のカードを見せて、それぞれのカードについて、選んだ数があるかどうかを相手に言ってもらいます。そして選んだ数を当てるといマジックです。ただし、相手は1回までなら嘘(誤情報)をついてもかまいません。



例えば、相手が6を選んだとして、次の回答が得られたとします。カード①「ない」、カード②「ある」、カード③「ない」(ここで嘘をついています)、カード④「ない」、カード⑤「ある」、カード⑥「ない」、カード⑦「ある」このとき、「カード③で嘘をつき、選んだ数は「6」である」と言い当てるには、

どのようにすれば良いのでしょうか？

最初に紹介した数当てマジック(4枚のカードを使うマジック)では、数字だけが記入されていて、●●●の印は付いていませんでしたが、この7枚のカードを使うマジックでは、これらの印が嘘を発見するための手掛かりになります。

実は、相手が嘘をつかずに「ある」「ない」を正直に回答した(正しい情報)の場合、「ある」と回答したカードに付いている3色の●●●の印の出現回数がいずれの色も偶数回になるように予め仕掛けが施してあります。

この例では、「ある」と回答した3枚のカード②、⑤、⑦の印を調べてみると、●が2個(偶数)、●が1個(奇数)、●が1個(奇数)になるので、嘘(誤情報)が含まれていることになります。



「ある」と回答したカード

「ない」と回答したカード

正しい情報に直すには、●と●についても偶数回だけ出現するように、カードを1枚だけ追加、または削除しなければなりません。そのためには●●の印のついたカード③が必要になります。つまり、この時点で、ウソをついたカードが特定されます。このカード③を追加すれば、●が2個(偶数)、●が2個(偶数)、●が2個(偶数)となって、正しい情報に修正されます。

正しい情報に修正されたのちに、最初の数当てマジック(4枚のカードを使うマジック)と同様に、カード①、②、③、④のうち、「ある」と回答したカードを用いて、相手が選んだ数を特定します。

### 誤りを発見できる仕掛けの作り方

7枚のカードのうち、カード①、②、③、④は、最初の数当てマジックで使用した4枚のカードと同じですが、カード⑤、⑥、⑦に関しては、下記のような規則で、数を記載します。

まずは、最初の数当てマジックで使用した4枚のカードと同じものを用意し、2進数で表したとき8の位が1である数が書かれたカード①には●●●の印をつけ、4の位が1である数が書かれたカード②には●●、2の位が1である数が書かれたカード③には●●、1の位が1である数が書かれたカード④には●●の印をつけます。

次に新たに3枚のカード⑤、⑥、⑦を用意して、カード⑤は●、カード⑥は●●、カード⑦は●●の印をつけます。

表2は、1から15までの各数が持つ●●●の印の個数が示しています。

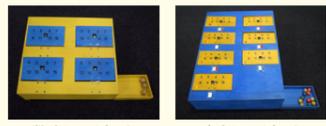
例えば、6に注目すると、最初の4枚のカード①、②、③、④では、●が1個、●が2個、●が1個ですから、●も●も偶数個にするために、表2の⑤、⑦の欄に●と●を1つずつ入れます。

同様に、他の1から15までの数についても、●●●のどれも偶数個になるように表2を完成させます。

最後に表2を見ながら、各カード⑤、⑥、⑦に数(8個)を記入して、7枚のカードが完成します。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
1							
2							
3							
4							
5							
6	●	●●	●		●	●	●
7							
8	●●●						
9	●●●						
10	●●●	●					
11	●●●	●●	●		●	●	●
12	●●●	●●	●		●	●	●
13	●●●	●●	●		●	●	●
14	●●●	●●	●		●	●	●
15	●●●	●●	●		●	●	●

表2



数当てマジック 嘘当てマジック

(文責・制作 科学啓発室(数学体験館) 山口康之)

# 理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

## 第19号

2016.12  
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—メダリストに聞く」開催報告

## Contents

- 1 公開シンポジウム「国際科学オリンピック—メダリストに聞く」開催報告
- 2 「第9回 数学・授業の達人 大賞」開催報告
- 3 数学教育における ICTの活用
- 4 豊かな感性は 理系人間を育てる
- 5 なるほど納得ゼミナール 嘘当て・数当てマジック

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28年10月16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5回目になります。

昨年同様、グローバルサイエンスキャンパス(GSC)の一環として受講生43名が参加し、中高生10名、中高校教員20名、本学教員9名、他大学教員5名、本学学生7名、他大学学生9名、科学技術振興機構(JST)4名、企業等職員7名、本学事務系職員9名、その他9名も合わせた参加者は132名と大盛況でした。面倒な準備と当日の運営を手際よく進めてくださった大学企画部の皆様に感謝申し上げます。

秋山センター長による開会挨拶のあと、GSC発展コース受講生の海外研修派遣先(ドイツ・キール市ライブニッツ科学教育研究所)のシュテファン・ペーターゼン博士(写真①)より、科学オリンピック参加にかかわる同国の現状と苦労話を伺いました。続いて文部科学省科学技術・学術政策局人材政策課の塩崎正晴課長(写真②)から、吉田松陰の名言「山は樹を以て茂り、国は人を以て盛なり」の引用に始まる科学オリンピックへの期待と人材育成事業の現状・展望を語っていただきました。

続いてメダリストの登壇となり、数学の増田成希君(東大3年)、情報の村井翔悟君(東大4年)、物理の濱崎立資君(東大修士2年)、化学の浦谷浩輝君(東大修士1年。写真③)、生物学の石田晴輝君(東大1年)、地学の桑原佑典君(東大3年)、地理の菊池裕太君(京大1年。写真④)に体験談を伺いました。予選に参加したきっかけ、世界の仲間と競う楽しさ、後輩へのアドバイスなどが要点です。「日本と諸国の高校教育は違う」「出場体験が進路を決めた」「じっくり考えるのが肝心」「本気になるのはカッコいい」「まずは参加してみよう」などの言葉が印象に残ります。

以後はJST・ラオチぐさ氏の司会でパネルディスカッションとなり、パネリストの補足的な発言ののちフロアからの質問に応え、オリンピック挑戦用の勉強法、高校の支援体制などについて意見が交わされました。塩崎課長からは「疑問をもとう」「やる気が第一」などのご感想を伺っています(写真⑤)。

GSC受講生はメダリストの生の声に惹かれたようで、「背中を押された。参加したい」「高校では得られない情報に触れた」「研究者の心がけを聞いた」などの感想は、主催側として嬉しいものです。他の参加者からも「刺激になった」「各分野の根底は同じだと思えた」「メダリストOB・OGの行く末を知りたい」などの感想がありました。



(写真①) シュテファン・ペーターゼン 博士



(写真②) 文部科学省 塩崎 正晴 課長



(写真③) 化学 浦谷 浩輝 氏



(写真④) 地理 菊池 裕太 氏



(写真⑤) パネルディスカッション

●お問合せ先  
東京理科大学 理数教育研究センター(事務局:大学企画部 学事課理数教育推進室)

〒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/>

## 「第9回 数学・授業の達人大賞」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、東京理科大学大学院科学教育研究科、東京理科大学理窓会、東京理科大学数学教育研究会が共催する第9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28年10月30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、最優秀賞2名、優秀賞3名、優良賞1名の先生方です。

### ■最優秀賞

- 岩手大学教育学部附属中学校 佐々木 亘 先生  
●授賞タイトル「**標本調査を活用して、3年生の睡眠時間について調べよう**」  
文京区立昭和小学校 沖野谷 英貞 先生  
●授賞タイトル「**ピラミッドの石段はいくつ?**」

### ■優秀賞

- 藤岡市立北中学校 太田 紀子 先生  
●授賞タイトル「**ピククの定理**」  
横須賀市立明浜小学校 正 拓也 先生  
●授賞タイトル「**3になるのは何種類?**」  
平塚市立浜岳中学校 桑原 嘉明 先生  
●授賞タイトル「**二次方程式の解の形を予想しよう**」

### ■優良賞

- 豊島区立高南小学校 河内 麻衣子 先生  
●授賞タイトル「**お小遣いアップ大作戦**」

表彰式は、まず、池田文男数学教育研究部門長代理の開会の挨拶で始まり、藤嶋昭学長からご祝辞を賜り、その後池田部門長代理から受賞者への賞状、賞金、記念品等の授与、続いて澤田利夫審査委員長代理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模擬授業を展開され、その後閉会となりました。今回は本学OB、OGからの応募がなかったのは残念ですが、来年度もこれまで以上に素晴らしい授賞式が開催できることを希望しています。



## 数学教育におけるICTの活用



理学部第一部 数学科 教授  
清水 克彦

2020年代に向けた教育の情報化の中間取りまとめでは、授業・学習面でのICTの活用、アクティブ・ラーニングの視点から授業改善の推進が期待されています。現在、私はカシオ科学振興財団の研究助成を受けて、学校の教育現場で活用が期待される電子黒板、デジタル教科書の他、グラフ電卓や数学ソフトウェアを活用するアクティブな授業・教材の開発を行っています。グラフ電卓は一般の先生方にはなじみのないものだと思いますが、欧米などの中高生は数学の授業で日常的に使用している、非常に便利な数学教育用電卓です。数学ソフトウェアは現在、世界的に普及しているGeogebraを活用しています。本学が国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)から委託されたグローバルサイエンスキャンパス(GSC)基礎コース(入門編)の

講義の中でも、その成果を活かした授業を展開しました。図1はデジタル教科書とグラフ電卓のコンピュータ用のソフトをデジタル黒板で投影したものです。グラフ電卓を使い、教科書の例題の探求を全員で行いました。

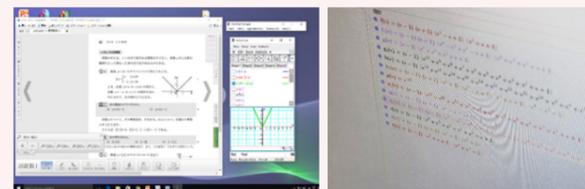


図1

図2

図2は、Geogebraを使って $x^n-1$ の因数分解のパターンを探しているところです。実物での数学体験もアクティブですが、コンピュータや電子黒板を利用したアクティブな授業がこれから期待されていくと思います。

## 豊かな感性は理系人間を育む



理数教育研究センター長  
秋山 仁

数理は永遠の真実と完全無欠な抽象が織りなす世界です。そして、数理が持つ卓越した美を探求することは人の思惑や思想、感情に左右されずに毅然と存在する不思議を体感することだといえるでしょう。レオナルド・ダ・ヴィンチは画家や建築家を志す若者たちに、「数理の中にこそ物事を扱う心理がある。学生よ、数理を学びたまえ!芸術家になるために基礎を培うのだ」と述べています。このように、数理と芸術の間には、深い関係があります。

近代科学資料館と数学体験館では、今秋(10月15日~12月10日)の約2ヶ月の間、企画展「数理にひそむ美」を開催しています。芸術に関心のある科学者や科学好きの芸術家約50人がそれぞれの力作、傑作を数多く出品しました。オランダやアメリカから出品していただいた熱心な作家もいて、資料館の2階の展示場は寿司詰め状態です。

作品を大別すると、

- (1)くりかえし — 模様の美 —  
形とパターンのくりかえし
- (2)曲線・多面体 — 数学の美 —  
幾何学図形・立体、平面図形
- (3)形のもと — 結晶の美 —  
自然の摂理がもたらす秩序の美しさ
- (4)ひろがる美 — 建築の美 —  
自然の秩序を建物に(ル・コルビュジエの建築の紹介)
- (5)形とあそぼう

で、視覚に訴えやすい幾何学の理論を背景にもつものが、数学の他の分野に比べて圧倒的多数を占めました。これは当然の帰結でしょう。

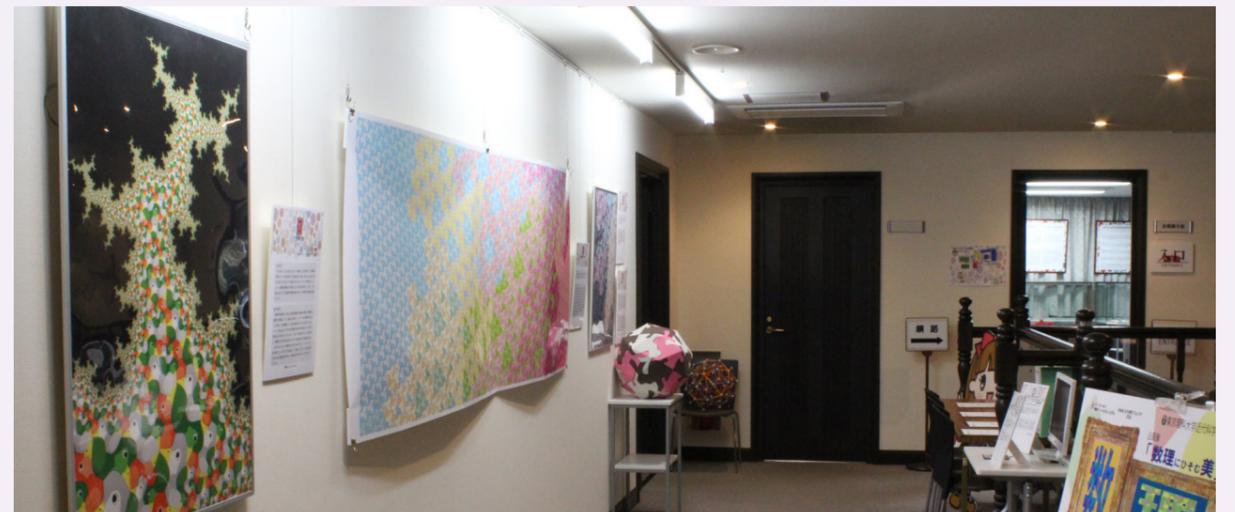
理科大生は主に理系の分野を専攻する学生ですが、それぞれの分野を究めるためには、知性だけでなく、審美眼や不思議を感じ取る豊かな感性がとても大切なことは言うまでもありません。このような観点から、今までも本学は女子美術大学と交流を続けてきており、各キャンパスには女子美から贈られた数多くの絵画や彫刻が飾られています。3年前にオープンした葛飾キャンパスには、青木繁氏の作品「わだつみのいるこの宮」の陶板画やロダンの「考える人」の像も飾られています。今回の企画展では、美術と数理のコラボ作品を扱いましたが、今後、機会があれば、音楽と数理に関するものも行ってみたいと考えております。関心のある方からのアイデアを待っております。



形とあそぼう



曲線・多面体



形とパターンのくりかえし