



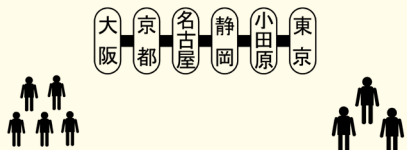
なるほど納得ゼミナール

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。

エレガントなアルゴリズム — ハキミの定理 —

今回は集合場所を決定するために有効なハキミの定理について解説しましょう。

東京に3人、大阪に5人の人がいます。そして東京と大阪の2地点間のどこか1カ所に全員集まって会議を行います。電車で移動する場合、どこで集まれば8人の運賃の合計が一番安くなるのでしょうか？ ただし運賃は距離で換算されるものとします。



例えば、東京の人たちの運賃を青い帯、大阪の人たちの運賃を赤い帯で示すと、名古屋で集まる場合は図1、京都で集まる場合は図2のようになります。

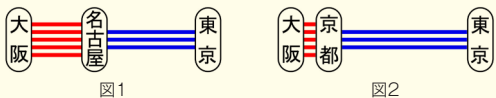


図1、図2から分かるように、大阪の人たちが少しでも移動すると、運賃が余計に掛かってしまいます。つまり、図3のように東京の人たちが大阪に集まれば、8人の運賃の合計が一番安くなるのです。



このように、2地点A、Bにいる人たちが1カ所に集まるとき、全員の移動距離の合計（総移動距離）が最小となる点は、AとBのうち人数の多い地点になります。ただし、AとBの人数が等しい場合はAB間のどの地点でも同じになります。

この事実を「**少数人数切り捨ての原理**」と呼ぶことにします。



少数人数切り捨ての原理の実験教具

集合場所決定問題

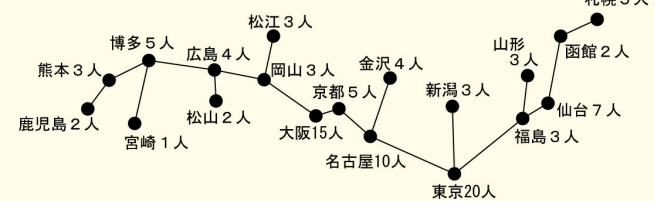


図4

図4のように、全国各地に総勢100人の営業マンがいます。その100人を1カ所に集めてセミナーを開催する場合、どの地点に集めれば100人の総移動距離が最小になるでしょうか？

まずは、この問題を解く上で、重要となる定理を紹介します。

移動する前の初めの段階で、道路上のうち人々がいる地点を**基点**、それ以外のすべての点を**内点**と呼ぶことにしましょう。すると、基点が2点の場合は少数人数切り捨ての原理より、総移動距離が最小となる点は内点ではなく、2つの基点のうちどちらかになります。このことは、初めの基点数が3つ以上でも成り立ちます。これを**ハキミの定理**と呼びます。

木の枝のように枝分かれはありますが、**まわりまわって出発点に戻る環状道路は含まない**ような道路網で結ばれた各基点に何人かの人がいるとします。ハキミの定理では、これらの人たちが道路上を移動して1カ所に集まるとき、総移動距離が最小になる地点は、必ず内点ではなく基点の中に存在することを保証しています。

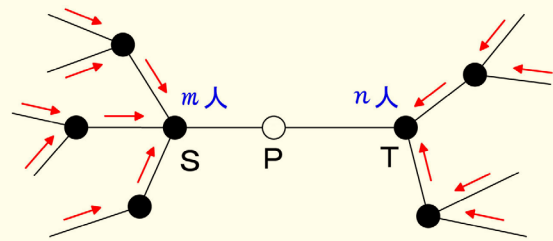


図5

例えば、図5のように、総移動距離が最小になるような地点をPとすると、Pを含む線分の両端点を基点S、基点Tとします。他の各地点にいる人たちは、必ず基点Sまたは基点Tのどちらかを通して地点Pに行くことになります。ここで、基点Sを通して地点Pに行く人数をm人、基点Tを通してPに行く人数をn人とします。すると地点Pは、基点Sにm人、基点Tにn人いる場合の総移動距離が最小となる集合場所となります。

よって、少数人数切り捨ての原理により、 $m > n$ のときは $P=S$ 、 $m < n$ のときは $P=T$ になります。

それではハキミの定理を使って上の問題を解いてみましょう。

まず最初に、札幌と函館を比べてどちらに集まった方が短い総移動距離になるかを考えてみます。札幌は5人、函館は95人集まることになるので、札幌と函館では函館に集まった方が短い総移動距離になります。

次に函館と仙台を比べると、函館には7人、仙台には93人集まることになるので、仙台に集まった方が短い総移動距離になります。

同様のことを繰り返していくと、東京と名古屋を比べると、東京には43人、名古屋には57人集まるので、名古屋に集まった方が短い総移動距離になります。そして名古屋と京都を比べると、名古屋には53人、京都には47人集まるので、やはり名古屋に集まった方が総移動距離は小さくなります。

ということで、この問題では全国から名古屋に営業マンを集結させてセミナーを開催すれば良いことになります。

(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/>

その16

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

第16号

2016.3

発行: 理数教育研究センター

研究会「飛びたて！新しい高校理科教育へ」開催報告

Contents

1 研究会「飛びたて！新しい高校理科教育へ」開催報告

2 国際生物学オリンピックにチャレンジしよう

3 研究・教育活動紹介③

4 研究・教育活動紹介④

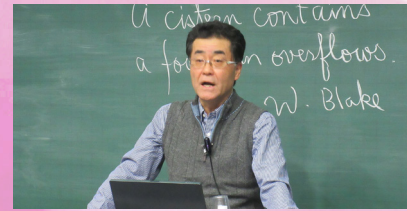
5 なるほど納得ゼミナール ハキミの定理



基調講演 秋山 仁 理数教育研究センター長



文部科学省 清原 洋一氏



立命館大学 山下 芳樹氏



パネルディスカッション

理学部第一部 物理学科 教授

川村 康文



文部科学省は、次の教育課程に向けた検討を平成26年秋から行っており、また、大学入試センター試験も大きく変わろうとしています。小手先で問題が解けるだけの学生では、世界のイノベーションの流れに通じる理系人材の養成は困難であり、また、理科指導を行う教員自らが力量をもち、次世代層の教育に取り組む必要があることから、本研究会を企画しました。

■開催日時：平成27年12月13日(日) 13:30~17:30

■開催場所：神楽坂校舎 2号館1階 212教室

■対象：中学・高等学校の現職教員、教員志望の本学学生(大学院・学部)、理科の教員養成関係者、本学教職員、一般の参加者

■プログラム：

第1部 講演

基調講演：「水槽は湛え、泉は湧き出す」

秋山 仁(東京理科大学理数教育研究センター長)

講演 1：「古くからいわれている新しい理科教育」

清原 洋一氏(文部科学省初等中等教育局主任視学官)

講演 2：「ヨーロッパの理科教育の現状」

山下 芳樹氏(立命館大学産業社会学部現代社会学科教授)

第2部 パネルディスカッション「理科教育をどう変える？」

パネラー：清原 洋一氏、山下 芳樹氏、渡辺 正(東京理科大学理数教育研究センター教授)

司 会：川村 康文

本研究会には、全国各地から120名の参加者が集まりました。

秋山センター長による基調講演では、不確実性の高い今後の世界において、地球規模の変動に主体的に対応できる人材育成の要が唱えられ、その方向として、生徒への結果の追求よりも生涯にわたる感動を提供し得る高い資質を持つ指導者の育成の必要が問われました。

清原洋一氏の講演では、初期の学習指導要領に存在する「真理を探究する態度」「実験観察」「科学的な創造力」「産業への応用と人類の福祉」という観点が今後の教育とつながりを持つものであること、また、「新時代に必要となる資質・能力」「教科科目の新設や目標内容の見直し」「アクティブラーニングの視点からの不断の授業改善」という視点から学習指導要領が議論されており今後の改訂へと向けられていることが示されました。

山下芳樹氏の講演では、英国において2015年秋の教育課程改定で新設された高校理科学科「科学の営み」が「データ、証拠、理論、解釈」に加えて「実践的な探究スキル」「コミュニケーションスキル」「科学についての応用と密接な関連」により構成されていること、ナショナルテストにおいてもそれらが問われること、および、我が国における昭和20年代の「生活単元学習」の現代教育への応用の可能性をもつ実践的な内容が紹介されました。

パネルディスカッションでは、参加者からの質問票をもとに、さまざまな意見に対して質疑応答が行われ、理数教育のあるべき姿について、活発な議論が行われました。

国際生物学オリンピックにチャレンジしよう



国際生物学オリンピック
日本委員会委員長
浅島 誠

国際生物学オリンピック (International Biology Olympiad: IBOと略す) は1990年、オロモウツ (旧チェコスロバキア) に始まり、日本は第16回 (2005年、北京大会) より毎年、参加しています。

21世紀に入って、地球規模で見た時、地球温暖化、生物多様性の減少、COP10会議、ウイルス感染の拡大、生物資源のあり方などいろいろな問題が浮かび上がってきています。そのような中で、これからの地球をどのようにして守り、持続的に豊かに発展するのかは、次世代の若い人達の頑張りやチャレンジ精神と実行力にかかっていると思います。このような時、日本生物学オリンピックを通して、生命のもつおもしろさや不思議さに興味をもつと同時に、この生物学オリンピックには是非参加して、いろいろな経験をしてみて下さい。きっと色々と学ぶことが多く、将来の希望へとつながっていくことを確信しています。

国際生物学オリンピックは、中学・高校生を対象としています。生物学の理論問題および実験問題への取り組みをテストします。生物学への興味、発明の才能、創造性、忍耐力が必要とされます。

各加盟国は、国内コンテストで受賞した4人の学生と2人のチームリーダーを国の代表として参加させる事が出来ます。

全国一斉に行われる予選を通して、本選へ、そして最終選考を経て国際オリンピックに参加できます。

確かに、予選から最終選考までの道のりは長いけれども、それを経験した先輩達の足跡も見てください。大きく精神的にも知力においてもたくましくなり、世界の檯舞台で活躍しています。

生物学に興味を持ち、生物学の持つ魅力を感じている高校生以下の参加者は、毎年、着実に増えていて、国内選抜には毎年約4,000

名近くが参加しています。2009年に日本・つくばで開催された第20回国際生物学オリンピックでは大会運営のみならず、金メダル3個、銀メダル1個を獲得し、大成功をおさめました。そして、2020年にはこのような素晴らしい国際生物学オリンピック世界大会が日本で開催されます。

生物学オリンピックでは単なる知識の暗記ではなく、生物学を考えたが、解いていくことにより、生徒の才能を伸ばし、将来の科学者を育てることになります。そのため、参加者の満足度は非常に大きいものであると、肌で感じています。

本選に参加した学生達80名は合宿の中で、全国の学生達と一緒に試験問題や実験を行います。参加者からは、素晴らしい経験ができた大変、好評をいただいています。

また国際大会までの期間に、大会出場のためのトレーニングを受けることができますが、これはマンツーマン形式に近い内容で、参加者にとっても大変良い経験になっています。

国際大会に出場した選手 (学生達) は、ほとんど「このような素晴らしい経験ができ、世界中の多くの友達もでき、生物学を大学でも是非学びたい」と述べています。

ここで、台湾で開催された大会に出場した参加者の一文を紹介しましょう。(2011年台湾大会日本代表 大塚 佑太氏)

「大会では、多くの人と出会い、一緒に遊びました。高校にはいなかった、マニアックだったり、頭の回転が速かったり、(良い意味で) 変わっていたりした同年代の友人ができたのはとてもうれしいことでした。そして、大学生になった今、振り返ってみると、IBOに向けて勉強した基礎的・網羅的な生物学は、大学でさらに進んだ内容を学ぶことにとても役立っています。また、今でも、生物学オリンピックを通じてきた日本の友人とは、輪談会をしたり、鍋を囲みながら (生物学もその他のことも) 語り合ったり、海外の友人とはfacebookで、等と交流があります。生物学オリンピックは、良い思い出であり、良いきっかけでした。」

生物学は素晴らしく、重要な学問であり、21世紀の科学ともいわれている魅力ある学問分野です。2020年は日本で国際生物学オリンピックが開催されますので、是非、全国の生物学に興味のある方もない方も国際生物学オリンピックにチャレンジしてください。



特別教育での解剖実験にはげむ日本代表



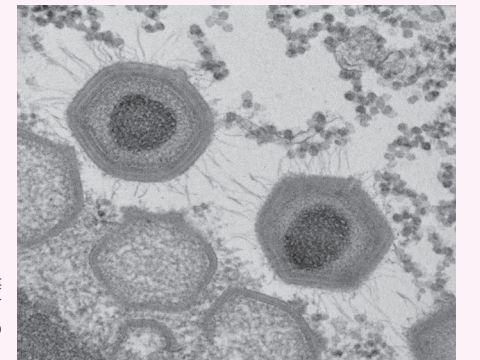
結団式にて4人の日本代表に代表認定証を授与

研究・教育活動紹介③



理学部第一部 教養学科 准教授
武村 政春

最近では再生医療や遺伝子診断など、細胞や遺伝子を扱う生物学が社会の関心を集めています。私のところでは、「そんな状況の中で生物学を知らずに何とする！」とのモットー (?) を掲げ、主に中等教育を柱とした「生物教育学」について研究しています。生物教育学というと鹿爪らしく聞こえますが、言ってみれば「この時代に中学生や高校生に生物学を理解し、興味関心を持ってもらうためにはどのような方法がふさわしいか」を研究しているということです。DNAを中心とする分子生物学を題材とした教材開発を中心に、電気泳動などの生化学教育法、進化・系統学教育法、免疫学教育法などの研究を行っています。今年1月上旬に本学神楽坂キャンパスで開催された日本生物教育学会第100回全国大会では、参加研究グループ中最大となる9つの研究発表を行い、全国の生物教育関係者にその成果をアピール (になったかどうかはわかりませんが) したところです。



最近、我々が日本の海から発見した、ミミウイルス科巨大ウイルスの電子顕微鏡写真。

研究・教育活動紹介④

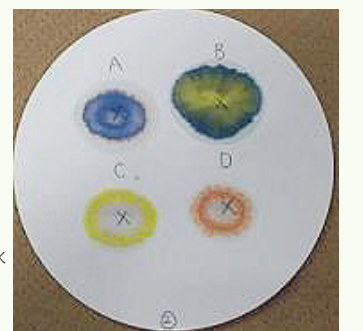


理学部第一部 化学科 教授
井上 正之

井上研究室には、中学校および高等学校の理科 (化学) の教員を志望している学生が集まっています。研究テーマは「化学実験教材の開発」。主に有機化学の実験に使える試薬、触媒、検出法を研究しています。

授業時間の削減、安全性の確保、準備と片付けの手間など、実際の学校現場では化学実験を行う上での種々の制約があります。その中で、極力手間をかけずに、安心かつ安全に行える実験が望まれています。一例として、「ニトロベンゼンの還元」について紹介しましょう。これはニトロベンゼンからアニリンを合成し、酸化剤を使って発色させたりアゾ染料に誘導したりすることで、検出ともの作りとを行う実験です。教科書にある実験法では、粒状スズと濃塩酸とを使って、加熱しながら0.5~1mLのニトロベンゼンを還元します。しかし有害な塩化水素やニトロベンゼンの蒸気の発生、中和反応に高濃度の水酸化ナトリ

ウム水溶液を使う、有機化合物を含む重金属廃液が多量に出る、試験管の汚れが洗っても落ちない、などの問題点から、実際には実験を行わず座学で終わることが多い反応です。当研究室では、砂状スズ (約0.1g) を予め希薄な硫酸銅 (II) 水溶液と接触させることで、スズの表面に微量の銅を析出させた試薬を開発しました。1滴のニトロベンゼンと1.5mLの1mol/L塩酸を、加熱することなく蓋をしたスクリーン管中で10分間振り混ぜるだけで、ニトロベンゼンの還元が円滑に進みます。この方法では従来法に比べてスケールが格段に小さく、有害な蒸気が発生しません。生成するアニリンの検出は、写真のようにろ紙上で行うので、試験管を洗浄する必要もありません。短時間で安全・手軽に行える実験法として、現場の先生方から高い評価をいただいています。



左上：さらし粉水溶液
右上：硫酸酸性ニクロム酸カリウム水溶液
左下：フェノールとのカップリング
右下：2-ナフトールとのカップリング