

# 理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

## 創刊号

2012.06  
発行：理数教育研究センター

## 理数教育研究センターの活動について



理数教育研究センター長  
秋山 仁

本年4月、理数教育研究センター長を新妻弘先生から引き継ぎました秋山です。何とぞ宜しくお願い申し上げます。

本学は明治14年(1881年)に、東京物理学校として創立されて以来、数多くの優れた理数系の幹材を世に輩出し、科学技術立国日本の礎を築くことに多大な貢献を遂げてきました。特に、理数系の優れた教員の育成においては、他の追随を許さぬ実績をあげてきました。

しかし、周知のとおり、グローバル化、IT化による国内外の大きな社会の変化に伴い、教育に関しても諸々の改善・改良を行うことが余儀なくされています。

このことを視座に、本学では、理数教育研究センター(以下、「理数教」と記す)が総合教育機構(機構長 植木正彬 副学長)の中に昨年10月に設置されました。

本学には教育に関するセンターとして、教育開発センター及び教職支援センターが既に設置されており、それぞれの立場で活発な活動が行われてきました。

理数教は、既存の2つのセンターや科学教育研究科などと有機的に連携し、互いに補填し合い、理数教育分野にかかわる多くの問題について研究し、未来の人類に寄与することを目的とする研究機関を目指しています。理数教の研究の成果は、本学学生はもとより、本学を卒業したOB・OG(特に教職系)、さらに未来の本学学生に提供するに留まらず、広く国内外の教育の研究機関にも活用されることを目指します。

理数教の当面の活動をより具体的に列挙すると以下ようになります。

- ① 学力観の見直し及び新学力観に沿った学力調査方法やカリキュラムの作成
- ② 新学力を育成することのできる教員の育成及び支援、定期的な研究会、研修会、ワークショップ、セミナーなどの開催
- ③ 世界各国の特徴ある教育の調査と日本の理数教育改善へ向けての提言
- ④ 科学系オリンピックの支援や諸外国の才能教育の取り組みの調査を行うと共に、若い才能の発掘と育成
- ⑤ 全国の科学教育の重点校であるSSH、SPP指定高校への各種支援
- ⑥ 将来、理科、数学を道具として使う学生のための、有益かつ実用的なプログラムやカリキュラムの開発(各教科ごとにカスタマイズされた数学プログラムの開発と作成)
- ⑦ 日常生活や現代文明に活用されている人類の科学的遺産を、一般人の人々に伝える啓発活動(科学リテラシーの向上)及び科学コミュニケーターの育成
- ⑧ e-learningやWeb、コンピュータを利用した自学自習のテストや学習システムの開発
- ⑨ 体験(実験、観察、物づくり、討論、取材など)を通じた学習法の研究、開発と普及
- ⑩ 教具や模型を活用した授業法(ハンズ・オン・マス)の研究、開発と普及
- ⑪ 書籍の出版、映像やポスターの制作及び学会やシンポジウムの開催
- ⑫ 当センターの活動を伝えることを目的とした機関紙やHPの発行

いつの時代も、教育改革は困難を伴うものでありますが、未来を担う有為な人材を育てることがいづれ安全で安心かつ豊かな国づくりにつながります。皆様のご協力とご理解、ご支援を切にお願い申し上げます。

## Contents

- 1 理数教育研究センターの活動について
- 2 理数教育研究センター「数学教育研究部門」の目指すもの
- 3 理数教育の文明開化を——新任のご挨拶
- 4 事業推進部門の事業計画について

## 事業推進部門の事業計画について

理数教育研究センター 事業推進部門長  
秋山 仁

事業推進部門は、理数教育研究センターで研究、開発した成果を広く世間に発信、普及させ、社会に還元することを主たる活動といたします。平成24年度は事業推進部門では以下の事業を主に行うことが計画されています。

### 1 企画展の実施

近代科学資料館の主催する企画展のひとつとして、I期 7月20日(金)~8月9日(木)、II期 8月24日(金)~9月8日(土)の期間、「算数・数学おもしろランド(仮)」を開催します。それに伴い、(a) 図録の作成、(b) インストラクタ・マニュアルの作成、(c) 展示作品の制作及び修繕、(d) 広報、(e) インストラクタの養成、(f) 2回のワークショップの開催(7月21日(土)、8月8日(水))などの活動を行います。なお、理数教育研究会、(NPO)体験型科学教育研究所などの団体に協賛をお願いします。

### 2 常設展発足へ向けての準備

常設展「数学ふれあいプラザ(仮)」の来年度4月の発足へ向け、以下の諸準備を行います。

(a) 運営組織の確立、(b) 展示作品の新規開発、制作・修繕、(c) インストラクタの養成、(d) 図録・解説パネル、映像の制作、(e) 運営費用の検討、(f) 各種知的財産権の獲得

### 3 数学・理科啓発活動の推進

日常生活や現代文明の中で、数学や理科がどのように活用されているかを児童、生徒、学生、一般市民の人々を対象に、平易に伝える活動をユネスコなどと共同で行います。主に、ポスターや映像(番組)の制作を行います。

### 4 出版活動と成果の普及

当部門において、研究、開発された成果を広く世に発信します。特に、本年度は数学模型や教具を重点的に開発・制作し、紹介します。そのために、図録の書籍化、小・中・高校のカリキュラムの単元に準拠した体験型授業(ハンズ・オン授業)のプログラムの開発及び制作を行います。

## なるほど納得ゼミナール

本センターで開発・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。

### 球の体積を求める方法

スイカの絵が描かれた、半径  $r$  の球体(図1)を平らなところで転がすと、たくさんの錐体に分解されます(図2)。球は、球の表面の一部を底面とし、球の中心を頂点とする錐体がたくさん集まってできています。いま、球が  $m$  個の錐体に分割されているとしましょう。各錐体の底面積を  $a_1$  とすると、高さは半径  $r$  ですから、球の体積  $V$  は、

$$V = 1/3 a_1 r + 1/3 a_2 r + 1/3 a_3 r + \dots + 1/3 a_m r$$

$$= 1/3 (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_m) r$$

$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_m =$  球の表面積  $4\pi r^2$  です。

よって、球の体積  $V$  は、

$$V = 1/3 (4\pi r^2) \times r = 4/3\pi r^3$$

となります。



図1



図2

(文責・制作 学務課 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)

〒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「数学教育研究部門」の目指すもの

理数教育研究センター  
数学教育研究部門長  
新妻 弘

現在の「数学教育研究部門」(対外的には「数学教育研究所」と呼ぶ)は以前の総合研究機構における「数学教育研究部門」から総合教育機構の理数教育研究センターに移行した部門です。

2004年10月、総合研究機構の中に理学の普及に務めてきた本学の特性を生かした「数学教育研究部門」が設立され、2011年3月まで活動を続けてきました。総合研究機構の部門はある研究を目標として限定的に活動する組織でしたが、「数学教育研究部門」はその性格から長期間にわたる調査、研究をしているので、その趣旨に沿いませんでした。そこで、今回総合教育機構が発足し、理数教育研究センターが設立されるのを待ち、その一部門となったものです。

2004年以前の本学の状況は、研究する大学として努力してきたと思われまふ。それは大学としては当然のことではありますが、本学の特性としてたくさんの教員を世に送り出してきたという実績があり、社会もまたこれを認めているという側面があります。これに対して、本学の卒業生である教員に対して本学はあまり支援せず、また社会に対して教育的なメッセージを発信してこなかったと思います。このような中で、OBを含めた教員を支援し、世の中に理科大学の教育に関する考えを伝えたいという動機から数学教育研究部門が設立されたと理解しております。

本研究部門は中等学校の現場教員と本学教員の数学教育に関する情報交換の場となり、共同研究を通して教育方法の調査研究及び教材の開発や数学の学力調査などを行い、その結果を中等学校に提供するとともに大学初年次教育に役立て、我が国の学校教育に寄与することを目的として設立されました。

本学は理工系総合大学として、中等学校教育における教科教育の側面からの貢献が求められていると思われまふ。したがって、それに応えるためには現職中等学校教員との共同研究・共同作業、そしてそのための情報交換が不可欠です。幸運なことに、本学は

これまで多くの数学・理科の教員を輩出してきており、全国に広がった人的ネットワークを大いに活用することが期待できます。その意味で、教育研究の情報発信及び同窓との情報の交換の場としての拠点となる「数学教育研究所」が交通の便の良い神楽坂地区に設立されたことは大きな価値があるといえます。

本研究部門は大きく分けて教育・教材研究、教育データ関係及び企画運営から成り立っています。これらの活動は以下で説明しますが、長期的に継続しておこなうもののほか、基本的にプロジェクト単位で行うことにしています。すなわち、提案されたプロジェクト課題に対して、効果・実現の可能性を検討した後、共同研究者を募って実際の共同研究活動に入り、1年ないし3年程度で終了するように考えています。

本学教員を中心にして併任研究員や共同研究員で構成されたプロジェクト研究ですが、以下においてこれまでの取り組みの内容を紹介いたします。

## 1. 教育・教材研究について

教育方法の研究、カリキュラム開発研究、ITを用いた教材や教育方法の開発・提供、教育指導法・評価法のためのセミナー・講習会・研究会の開催、高校数学から大学数学への円滑な「接続」のための教材研究、文部科学省「サイエンス・パートナーシップ・プログラム」事業(SPP事業)への参加、中学・高等学校教員の研究生としての受け入れ、その他を視野に入れた研究を行います。

## 2. 教育データ関係について

高校生向け学力診断テストの基礎研究と開発、学力調査の定点観測データの蓄積及び解析、学生の意識調査や社会調査などのデータベースの構築・維持管理、高校から大学への情報交換とそのデータ維持管理、調査結果のフィードバック、中学・高等学校基礎学力テスト・分野別テスト、基礎学力テスト、その他。

これまでにインターネットを利用したWebテストを作成しましたが、現在さらに使いかたを良くしたものに改良しようと計画しています。

## 3. 長期継続研究

理数系の高校生の数の特定は困難ですが、教科書の販売実績によると「数学III」は全高校生の20%ぐらいが学んでいることになっています。2011年10月、本学の入試センター等の資料をもとに高校3年生で「数学III」と「数学C」を履修している理数系高校生に対して数学の基礎学力調査を実施しました。昨年度で7回目になり、7年間で38都道府県で延べ366校の参加校と26255名の生徒に対する高校数学全領域にわたっての

データを得ることができました。

なお、結果の詳細については、報告書「理数系高校生のための数学基礎学力調査」(2012年3月(中間報告))として公開しました。(過去6回の基礎学力調査については、「高校生の数学力NOW I」から「高校生の数学力VI」として公開されています。)

## 4. プロジェクトの企画運営の例

(1)「高校数学に関する教育課程」

2005年度旧課程の数学が終わり、2006年度から新教育課程で入試が実施されました。その総括として、旧課程での最後の学年を対象にして、高校の教育課程の実施状況を調べました。理数系の高校生の実態を把握することが目的で、2005年2月~3月に全国の私立高校全校(普通科、理数科)に対してカリキュラムの実態調査を行いました。

これも報告書として「私立高等学校:数学科・教育課程に関する調査」(2005年12月)として公開されています。

(2)「数学トレーニングツアー1,2」(教育出版)

本書は、本学 生涯学習センター主催の「数学を楽しむ講座『無限』への招待」での講演内容をもとに、講演者である著者自身により再構成及び加筆されたもので、2006年7月と2008年4月に数学教育研究所編として公開されました。これは既刊「トレーニングガイド」(教育出版、2005年2月)の姉妹編として発行されたものです。

(3)「数学小辞典」(共立出版)の改訂

本書は初版が矢野健太郎編として公開されましたが、40年近く改訂されずにそのまま使われておりました。それでも、小・中・高・大学の図書館には必ず備え付けてある定番の辞書であり、学校の先生方には特に愛用されている方も多く改訂が望まれていたものです。共立出版から本研究部門に依頼があり、プロジェクトを組み約3年を要して2010年に改訂版が数学教育研究所第二版として刊行されました。

以上、本研究部門が目指すところと、これまでの取り組みを紹介しましたが、本年度の計画としては次のようなものと考えています。

1. 「理数系高校生対象の数学基礎学力調査」について
2. 共立出版「数学英和・和英辞典」(小松勇作編)の改訂について
3. Webテストシステムのバージョンアップについて
4. 「数学・授業の達人大賞」(10月28日(日))の実施について

さらに、この4月に秋山仁先生が理数教育研究センター長として着任されて、数学教育研究部門も新たな活動が模索されているところです。

## 理数教育の文明開化を—— 新任のご挨拶

理数教育研究センター 教授  
渡辺 正

工学系の研究所(東京大学生産技術研究所)に勤める化学屋として27年間、光合成など生体機能の解明や工学応用を本業にしてきました。なにごともしなければ研究畑しか知らずに今春の定年を迎えたところ、ある出合いをきっかけに、初中等理科教育のことも気にする人間となって現在に至ります。人生は「誰と出会うか」だと思います。

まずは研究室を構えて間もない1986年、勤務先の先輩(故人)から、高校化学教科書の編集・執筆に誘われます。入学後20年たち、ほぼ完璧に忘れていた高校化学の教科書を眺め直したとき、中身が大学の研究や教育と「スッパリ切れている」事実(改めて)仰天しました。以後の四半世紀、小中学校の理科教科書にも関与して検定を何度か受けるうち、初中等教育を「閉じた世界」にした元凶が見えてきて、どうすれば「文明開化」ができるのかと思案するようになりました。

また1990年代の初めには、やはり同じ先輩から、日本化学会の教育関連活動に誘われます(引きずりこまれたのかもしれないが)。やがて、さまざまな業務のうち、高校生の国際化学オリンピック(IChO)参加を視野に入れた活動が本務のひとつとなりました。

その当時、IChO(開始1968年)に未参加の先進国は日本だけ。なぜなのか? 私見によるといちばん重い理由は、IChOの出題範囲(つまり国際標準の高校化学カリキュラム)が、日本の高校レベルをはるかに越すという悲しい現実でした。

そこでまず、「高校化学グランプリ」なる国内大会を1990年代の末に企画実行したところ、上位の生徒たちはさすがに優秀、これなら諸国の生徒とも競えそうだと

との感触をつかみました。有志の参画と共同作業、関連諸団体のご支援を通じて2003年のギリシャ大会に初参加を果たし、2010年の日本開催(実行委員長:渡辺)に至ります。

とはいえ、国際標準の高校化学と日本の高校化学を隔てる高い壁・深い淵は、何ひとつ消えていません。そのため、数十名~約10名に絞った代表候補の研修も、代表生徒4名の派遣前トレーニングも、諸国なら高校教師の役目ですが、多くの大学教員を動員することになってしまふ。とりわけ、受験校は手を抜きがちなのにIChOでは総得点の4割も占める実験(写真)の訓練が、高校教師の手には余るのです。

大学以上の自然科学に国境はありません。しかし日本の初中等理科教育(少なくとも化学教育)は、まだ鎖国状態を脱していません。受験までに覚えたことの大半を忘れて頭をリセットするのが、大学1年生の大切な仕事(?)になります。私が入学した46年前もそうでしたし、いまはなおさうでしょう。まともな国の姿とはいえません。

むろん時間はかかるにせよ、初中等教育につきこむ時間・労力の壮大なムダを減ら

すため、理科教育の近代化・国際化に向けた行動を始めよう……といったスタンスの年寄りをご採用いただき、心より感謝申し上げます。

本センターは、若者など多くの国民を理数系に引きつけ、科学リテラシー向上を通じて日本の未来を拓く……のが第一の使命だと心得ています。科学教育研究科との連携により、国民の科学リテラシーを向上させたいと思う姿勢と能力をもつ理科教師を育てるのも、大事な使命のひとつでしょう。児童生徒が理数系科目に興味をもつかどうかは、たぶん8~9割がた、教師の力量で決まるのですから。

あいにく根が不器用な人間ゆえ、おもしろい実験を見せて若者や大人を化学に引きつける能力はほぼゼロながら、長い経験(四半世紀に及ぶ教科書の編集・執筆と、10年を超す化学オリンピック関連活動)から、少なくとも初中等化学教育を曇らせてきた「世界と日本の大差」は知り抜いています。開国の必要性を教師の卵に伝え、あるいはメディア経由で世間と文科省に訴えることを、さしあたりの任務とするつもりです。



IChOの実験試験シーン(2010年日本大会。早稲田大学)