



なるほど納得ゼミナール

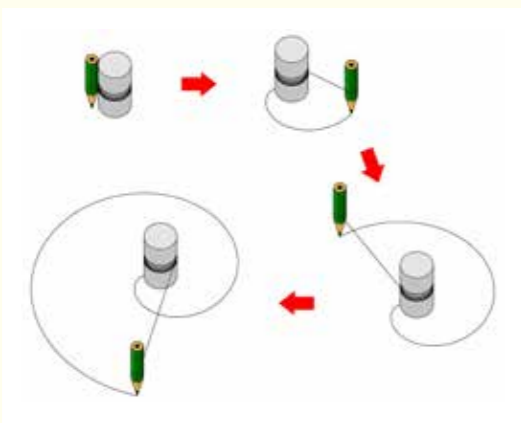
本センターで制作された新作品をひとつずつ本コラムにて紹介します。

歯車にも数学が！（インボリュート歯車）

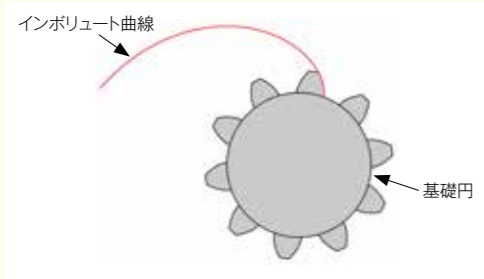
今回は歯車について解説しましょう。歯車は、電化製品や自動車を始め、あらゆる工業製品に使われていますが、そのほとんどすべての歯車が**インボリュート曲線**を利用した歯形になっています。この曲線が重宝がられる理由について考えてみましょう。



まずはインボリュート曲線を作図してみましょう。円筒に糸を巻きつけて、糸の端には鉛筆を取り付けます。糸をピンと張った（糸が円筒に接した）状態で糸をほどいていくと、糸の端の鉛筆は下図のような曲線を描きます。これがインボリュート曲線です。



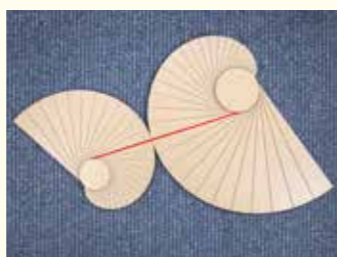
インボリュート歯車は、このインボリュート曲線の一部を応用しています。また、インボリュート曲線を描くときに使った円筒の円のことを**基礎円**と呼びますが、基礎円の大きさを変化させることで、様々な歯数の歯車を作ることができます。ところで、基礎円の大きさが変われば、インボリュート曲線も変化するので、かみ合わせ可能な大きい歯車と小さい歯車とでは、歯形が異なるのです。



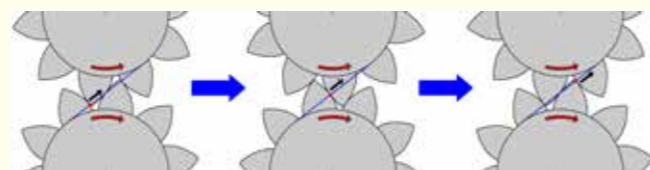
インボリュート曲線の特徴は、法線（インボリュート曲線上の点における接線に垂直な直線）が常に基礎円の接線になっています。



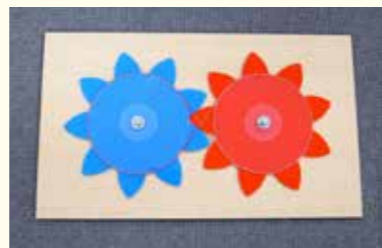
この事実から、2本のインボリュート曲線が接するとき、その接点を通る法線は1本で、それぞれの基礎円に接するのです。



2つのインボリュート歯車をかみ合わせて回転させると、歯と歯が接触している点は常に2つの歯車の基礎円の共通接線上を移動するので、歯車の回転がスムーズになります。



この教具は、2つのインボリュート歯車がかみ合いながら回転しますが、それぞれの歯車には、基礎円と同じ大きさの滑車がつけられていて、滑車にはタスキ状にベルトが掛けられ駆動します。2つの歯車の歯と歯の接触点の動きとベルトの動きが一致するので、回転速度が一定になることが確かめられます。



（文責・制作 学務課（神楽坂） 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

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

第8号

2014.3

発行：理数教育研究センター

Contents

- 1 JCDCG²の開催報告
- 2 数学体験館からの近況報告
- 3 理数のお作法——単位や文字の表記
- 4 なるほど納得ゼミナール 歯車にも数学が！（インボリュート歯車）

JCDCG²の開催報告



理数教育研究センター長
秋山 仁

第16回 計算・離散幾何学国際会議（JCDCG²）が盛大に開催されました。



2013年9月17日～19日の3日間、東京理科大学神楽坂キャンパスにおいて、第16回のJCDCG² (Japan Conference on

Computational and Discrete Geometry and Graphs)が下記の要領で行われました。

会議では、9件の招待講演と57件の一般講演を3つのセッションに分けて行いました。約20ヶ国から100名を超える専門家が一堂に会し、MITのErik Demaine教授による「ロボットの動きに関するアルゴリズムの解析」、メキシコ国立大学のJorge Urrutia教授による「美術館問題の一般化」、国立情報学研究所の河原林健一教授による「3-彩色可能グラフの組み合わせ的彩色性」など、多数の最先端の研究結果が報告されました。また、厳正に査読された論文がPost-Conference Proceedingsとして、2014年秋頃にSpringer VerlagのLecture Notes in Computer Scienceの一巻として出版される予定です。

Conference Chair:

Jin Akiyama (Tokyo University of Science, Japan)

Program Committee:

- Hiro Ito (Co-Chair; The University of Electro-Communications, Japan)
- Hiro Yoshi Miwa (Kwansei Gakuin University, Japan)
- Chie Nara (Tokai University, Japan)
- Yoshio Okamoto (The University of Electro-Communications, Japan)
- Akira Saito (Co-Chair; Nihon University, Japan)
- Toshinori Sakai (Tokai University, Japan)
- Yushi Uno (Osaka Prefecture University, Japan)

Organizing Committee:

- Takako Kodate (Tokyo Woman's Christian University, Japan)
- Toshinori Sakai (Chair; Tokai University, Japan)
- Kazuhiisa Seto (Seikei University, Japan)
- Xuehou Tan (Tokai University, Japan)
- Shin-ichi Tokunaga (Tokyo Medical and Dental University, Japan)

Plenary Speakers:

- Sergey Bereg (University of Texas at Dallas, USA)
- Erik Demaine (MIT, USA)
- Ferran Hurtado (Universitat Politècnica de Catalunya, Spain)
- Ken-ichi Kawarabayashi (NII and JST ERATO Kawarabayashi Large Graph Project, Japan)
- David Kirkpatrick (University of British Columbia, Canada)
- Stefan Langerman (Université Libre de Bruxelles, Belgium)
- János Pach (EPFL, Switzerland and Rényi Institute, Hungary)
- Kokichi Sugihara (Meiji University, Japan)
- Jorge Urrutia (Universidad Nacional Autónoma de México, México)



数学体験館からの近況報告

理数教育研究センター長
秋山 仁

数学アーカイブ室、整備進む

現在、「数学アーカイブ室」にNHK教育テレビで放送された数百件の番組がDVD化され、展示されました。来場者は番組リストから視聴したいものを選び、受け付けに申し込んでいただければ、アーカイブ室に設けられているDVD playerで視聴できるようになりました。現在の時点では、DVDは大きく以下の4つのジャンルに分類されています。

①小学生向け

算数大すき(1992年放映),算数ざらい大集合(1994年放映),それいけ算数(1999年放映)

②中学生向け

中学生おもしろ数学(1993年放映),ワンダー数学ランド(1997年放映),ワンダー数学ランド(1998年放映)

③高校生、受験生向け

高校数学入門(1994年~2001年放送),高校実力アップコース 数学(1991年放映),数学タイムトラベル(1995年放映),作って試して納得数学(1998年放映),数学基礎(2006~2007年放送)数学基礎(2010年放送)

④一般向け(娯楽、教養)

皆殺しの数学(1992年放映),カルチャーラジオ「目からウロコの数学教室」(2010年放送),NHK第一ラジオ(2010年放送)今後、大学の数学を中心に、より一層充実したものに発展させていく予定です。是非ご利用ください。



宇宙飛行士の向井千秋さん、数学体験館を訪問

1月28日に森口泰孝副学長のご案内で、宇宙飛行士の向井千秋さんが数学体験館を見学に訪れました。約1時間、館内の作品を熱心にご覧になりました。宇宙についての研究には数学が不可欠であることを改めて実感されていました。

見学後、森口副学長の司会のもと、「感動を与える理数教育について」をテーマに向井さん、藤嶋昭学長および筆者の鼎談が行われました。

向井さんは、「宇宙医学で学んだことを子どもたちの食育や高齢化社会の対策に具現化したい、また、次の世代に宇宙の研究を託して行きたい」と抱負を述べられました。藤嶋学長からは、「日常には不思議がたくさんあり、それらに目を向けるだけで生活が豊かになる。また、数学でも、理科でも、生活のこんな場面で使われていると知った時の驚きや感動を子どもたちに味わってもらうことが大切です」と強調されていました。



サイクロイド滑り台の前で、中央は森口副学長



鼎談中の藤嶋昭学長と向井千秋さん

理数のお作法 —— 単位や文字の表記



理数教育研究センター
理科教育研究部門長

渡辺 正

自然科学には国境がないため、モノを書く際は国際的な約束事を守ります。そこが日本はいいかげん……というのが、30年近く小中高校の理科教科書にタッチしてきた私の感想。以下、単純に見える“文字づかい”の問題点を眺めましょう。

■数値と単位のスキマ空け

居室から直近の2号館エレベータ内に、写真①の表示があります。「積載」の“900”と“kg”を密着させるのは、理数=自然科学の明白なルール違反です。なぜか?

用途	乗用
定員	13名
積載	900kg

写真①

たとえば金 3.2 cm^3 の質量は、密度をかけて求めます。

$$3.2 \text{ cm}^3 \times 19 \text{ g} / \text{cm}^3 = 61 \text{ g} (\text{有効数字2桁})$$

数値計算 ($3.2 \times 19 = 61$) のほか、単位の約分もできるのは、体積が $3.2 \times \text{cm}^3$ 、密度が $19 \times \text{g} / \text{cm}^3$ という意味をもつからです。記号“×”をいちいち書くのは面倒だから、1文字分のスキマを“×”の代役に使って“ 3.2 cm^3 ”と書こう——というのが、半世紀以上も前の1960年から国際ルールでした。

けれど、その作法に従わない中高校の教科書をよく見かけます。だからこそテレビのテロップや製品表示には、“500ml”といったベタベタ表記がはびこるのですね。

ベタベタ表記は、実用上も問題があります。照度のルクス lx や重さのポンド lb など、小文字の l で始まる単位記号を使うとき、たとえば“321ポンド”を“321lb”と書けば、ハッと見てすぐ読みとれませんが(321 lbならだいぶ明快)。

行きつけの飲み屋に上がるエレベータの表示が、ベタベタ表記のうえ“kg”を“KG”としているのは、ルール違反の2乗だといえます。キロもグラムも、小文字が正式なのですから。

■立体文字と斜体文字

写真②は同居人(?)用の必需品。やはりベタベタ表記ですけど、今度の注目点はリットルの文字 l です。



写真②

これも1960年に、単位は必ず立体文字=ローマン体で書く、と国際合意されました。立体なら、斜体文字=イタリック体で書く物理量(圧力 P など)と混同しないからですね。

ところが小中高校の教科書は、戦後から50年ほど、リットルの文字に l や ℓ を使ってきました。1990年代後半から続けた私の異議申し立てが少しは効いたか、化学と物理は教科書もセンター試験も2007年頃から正常化を始め、2009年には個別入試も正しい“L”や“mL”になっています。

かたや生物・地学分野は、教科書もセンター試験も、いまなお l や ℓ のままです。せめて理科の中だけでも統一するよう指示なさったら?……と文科省には申し上げたい。

数学だと、差分は Δ、微分は dr (の d)、円周率は π、ネイピア数は e……と、変数(≒物理量)以外は立体で書くのが作法です(それぞれ Δ、dx、π、e は誤記)。しかし世評の高い岩波『理化学辞典』が“dr”としている事実を見ると、数学界の感性は理科とやや違うのか?(ご関係各位、いかがでしょう?)。

■おかしなカッコ

中高校の教科書には、亀甲(ぎっこう)カッコと呼ぶらしい記号〔 〕を使い、“電流 [A]”などと書いたものが目白押しです。でも〔 〕は、そもそも英文フォントにない(海外に通じない)し、大学に入れば教科書も論文もまず例外なく() を使うため、いいかげんにやめるべきだと思います。

■何をすべきか?

恥づかしい“ムラ文化”からの脱却は、さほどむずかしいことでもありません。鉄を熱いうちに打つ。中学校の理科や数学の授業で、皮切りのたった1回分でいいから、“お作法”の伝授に充てるのです。それをすれば初中等教育も、暮らして出合う表示のあれこれも、時間は多少かかるにせよ、近代化・国際化へと向かうでしょう。