



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。

等時性

2つの同じ曲線状の傾斜を向かい合わせにしたU字型の曲面があります。その曲面の最下部以外の位置に球を置いて手を離すと球は転がります。球は曲面の最下部を通過し、勢いで傾斜を登りますが、勢いが無くなると、また元の位置に向かって戻って来ます。そして球はその曲面上を行ったり来たりを繰り返し、やがて衰退して最下部で停止します。

図1のように、**2つの球を同じ曲線状の曲面の最下部以外の異なる高さの位置から同時に転がします**。円状の曲面、楕円状の曲面、サイクロイド曲線状の曲面があるとき、それぞれの傾斜で2つの球はどのような動き方をするのでしょうか？

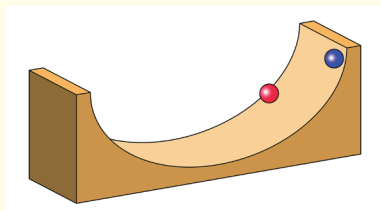


図1



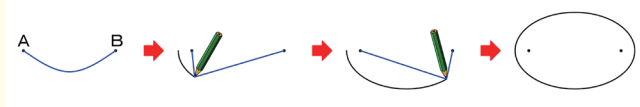
円状の曲面

楕円状の曲面

サイクロイド曲線状の曲面

図みに、上図のU字型の曲線のうち、楕円とサイクロイド曲線は以下のように作図した曲線です。

点Aと点Bを両端とした糸がたるんだ状態でつながれていて、その糸にペンを引っ掛けて、糸がピンと張った状態でペンを動かすと、ペンは**楕円**を描きます。



水平な地面の上を円盤がすべることなく転がるとき、円盤の外周部のある1点を通る軌跡がサイクロイド曲線になります。



楕円状の曲面でこの実験を行うと、2つの球は“行って帰ってくる”という1往復に要する時間がそれぞれ異なるので、2つの球はバラバラに動きます。

サイクロイド曲線状の曲面でこの実験を行うと、2つの球は“行って帰ってくる”という1往復に要する時間は振幅によらず一定です。

よって、2つの球は行ったり来たりを同時に繰り返します。

このような周期運動において、振幅の大小に関係なく周期が一定である性質を、**等時性**といいます。サイクロイド曲線は、このような等時性をもった曲線なのです。

それでは、円状の曲面でこの実験を行うとどのようなになるでしょうか？

実は、球を転がす位置によって変化します。

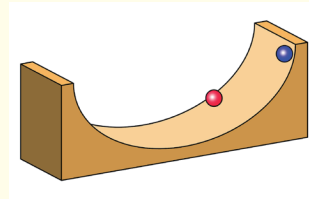


図2

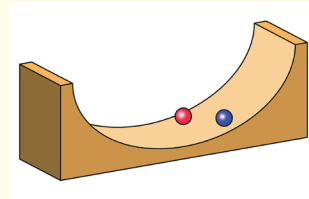


図3

図2のように、一方の球を振幅が大きくなる位置、もう一方の球を振幅が小さくなる位置から同時に転がしてみましょう。すると、1往復に要する時間がそれぞれ異なり、2つの球はバラバラに動きます。ところが図3のように両方とも振幅が小さくなる位置から同時に転がすと、2つの球は1往復に要する時間は一定になり、行ったり来たりを同時に繰り返すのです。

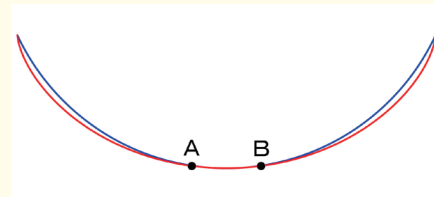


図4

図4は、円(青い線)とサイクロイド曲線(赤い線)を重ねた図です。最下点の近く(区間AB)では2つの曲線はほぼ重なっています。その結果、円状の曲面でも振幅を小さくすれば概ね等時性をもつことが分かります。

例えば、振り子時計の振り子は、オモリが支点からアーム(棒)を介してぶら下がっている構造なので、左右に動くときのオモリの軌道は円弧状になりますが、振幅が十分に小さいために等時性をもった動きをします。



(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://oea.tus.ac.jp/mse/>

数学体験館ホームページ <https://oea.tus.ac.jp/mse/taikenkan/>

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

第14号

2015.10

発行: 理数教育研究センター

Contents

1 日本フィボナッチ協会主催 第13回研究集会報告

2 キュリー夫人の 美しい科学実験教室

3 サイエンス・リーダーズ・ キャンプ実施報告

4 なるほど納得ゼミナール 等時性

日本フィボナッチ協会主催 第13回研究集会報告



日本フィボナッチ協会代表/宇都宮大学名誉教授

大関 清太

日本フィボナッチ協会主催の第13回日本フィボナッチ研究集会が、東京理科大学理数教育研究センター協賛で、8月21日に東京理科大学神楽坂キャンパスで行われました。

フィボナッチ数は $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$, $F_1 = 1, F_2 = 1$ で定義される簡単な数列ですが、数学以外にも植物の形態、美術、地下鉱物脈を効率よく見つける方法など多くの分野で顔を出します。

佐藤大八郎先生(Regina大)と安藤四郎先生(法政大)を中心に第1回(1999年)から第12回(2014年)までを東京海洋大学の中村滋先生が代表として引っ張ってこられました。

昨年代表を引き継いだので母校の理科大で開催できないかと考え、秋山仁先生にご相談して色々とおアドバイスをいただきました。

発表者が必ずしも専門家だけではなく、中学生から高専生・大学生、数学に関心を持ち続けてきた人たちにも門戸を開いていることは他の研究会では珍しいでしょう。

中学校・高校では、数学クラブやSSH、また高専では5年生の卒論を通して生徒さんに数学の楽しさを紹介し、未知の世界へ誘ってくれたのは先生たちです。

中学生の宮下君は、授業で習った素因数分解に注目した発表でしたが、参加している先生方に大きな刺激を与えたようです。

恩田君は昨年高校生としてベル方程式について発表し、今後の展望を書いています。大学に入学してさっそく計画に沿って研究を始めています。

最後にプログラムを紹介しますので研究会の雰囲気味わって下さい。

中村 滋(元東京海洋大学): 「中村予想」のその後 et cetera

片山 真一(徳島大学): NSW素数について

宮下 敦行(海城中学校3年): 階乗の素因数分解における指数の性質

恩田 直登(早稲田大学理工学部1年): Automorphism groups of certain algebraic curves derived from Pell's equation

酒井 悠帆、青木 美穂(島根大学): 一般フィボナッチ数列の素数における可除性に関する諸結果

尾立 貴志: アキレスと亀とカントール

飯高 茂(元学習院大学): 弱弱完全数の周期性

三谷 樹(広尾学園高校2年): 高次オイラー関数の公式

細矢 治夫(元お茶の水女子大学): 黄金三角形のその後の発展「七金三パズル」

秋山 仁(東京理科大学): フィボナッチ数列のニム・ゲームへの応用

大塚 秀幸(文教大学付属高校): 2項係数の3乗を含む和の関係式etc.

小松 尚夫(武漢大学): Some identities for sequences of binomial sums of generalized Fibonacci numbers

福田 亮(米子高専5年)、堀畑 佳宏(米子高専): フィボナッチ型数列の周期

中川 幸一(埼玉大学): トリボナッチ数と微分方程式

萩原 幸男(地震予知総合研究振興会): たたみ込みフィボナッチ数とその応用

大関 清太(元宇都宮大学): Melhamの和の二次因子について

アジアではまだフィボナッチ数の国際会議は開かれていません。国際会議の開催経験がある東京理科大学で将来できればと夢が広がりました。



老いも若きも



高校生からの提案



ゲームに挑戦

キュリー夫人の美しい科学実験教室



理数教育研究センター 客員研究員

吉祥 瑞枝

キュリー夫人（マリー・スクウォドフスカ・キュリー 1867－1934）はアインシュタインと並ぶ20世紀の科学の巨人の一人です。ラジウム（Ra）とポロニウム（Po）を発見し“放射能”という言葉の名付け親です。キュリー夫人はノーベル賞を受賞した最初の女性で、2度のノーベル賞（1903年物理学、1911年化学）を受賞した最初の人です。ノーベル賞は1901年の創設から2014年までの受賞者は889人、科学分野の女性受賞は僅か17件、16人（物理学2人、化学4人、生理学・医学11人）です。その後、娘イレースが1935年に人工放射性元素の研究でノーベル化学賞を受賞しましたが、母娘でのノーベル賞受賞は唯一なのです。

ところが、キュリー夫人は女性科学者として知名度は高いのですが、彼女自身の姿や活動は必ずしもよく知られていません。実はキュリー夫人は偉大な自然科学教育の教育者でもあったのです。キュリー夫人は「科学教育を高等学校における男女生徒の—中心教程にすべし」と夫ピエール・キュリーの言葉を引用しています。その夫を交通事故（馬車）で亡くした後1907－1908年の2年間にわたり、彼女の発案で研究仲間と当時9歳の長女を含む10人くらいの子どものに「キュリー夫人の理科教室」を催しました。後年この授業を受けた子どもたちの中からノーベル賞受賞者（イレース）や当時としては珍しい、世界で最初的女性化学技術者（イザベル・シャヴァンヌ）が輩出されました。

『キュリー夫人の理科教室』（丸善2004）は偶然発見されたもので、当時13歳のイザベルのノートの貴重な記録です。実験授業は一連の見事な組み立てから構成され、科学的なものの見方を身につけさせ、知的好奇心を刺激するものでした。キュリー夫人は子どもに現象を教えることにとどまらず、その奥にある概念や原理・法則を理解させることに努めました。難しい概念や原理・法則を子どもにわかりやすく説明し、そのためにキュリー夫人は実験を手段として用いました。実験することが自己目的化していたのではなく、実験をツールとして用いたのです。対話方式は西欧では伝統の手法の一つで、キュリー夫人の巧みな話術と簡潔な子どもとの対話の展開で授業を進めています。

キュリー夫人の実験授業の専門性高いレベルと、定量的にとらえた実験事例として：「空気にも重さがあるの。水や石とちがって量りにくいけど、うまくやれば量れるわ。」…“空気の重さ”を真空ポンプと5リットルのガラス球と天秤で質量を測りました。そし

て「1リットルの重さは、水なら1000グラムで、空気は1.2グラム。覚えておこうね!」と締め括っています。



実験ショーで「キュリー夫人のマジック絵本」を楽しむ子ども（東京 お茶の水 日本化学会館）

1933年キュリー夫人は亡くなる前の年に、マドリッドでの国際連盟知的協力委員会「文化の将来」討論会議長を務めました¹。科学への警告、科学の専門化・画一化の危険や世界が瀕している文化の危機の一端は科学にあると云われる中で、キュリー夫人は「科学には大いなる美がある」と発言しました。それは研究への愛と未知のものへの冒険心・チャレンジ精神からでした。

すぐれた科学者であるばかりか、子どもを愛し、平和を愛したマリー・キュリーのことを、孫娘イレース・ランジュバン・ジョリオ博士は次のように語っています。

“現代科学はたしかに大きく進歩してきた。しかしマリーが願った『人間のための科学』を忘れなければ 21世紀の科学は第二のマリー・キュリーを生み、もっと驚かされるでしょう。本当に必要なのは科学や技術を正しく理解し利用するための基本的な考え方を身につけることです。”



キュリー家の4人のノーベル賞受賞者（パリ キュリー博物館 筆者撮影）
左より 夫ピエール、マリー、長女イレース、娘婿 フレデリック・ジョリオ＝キュリー

¹ スペインの文化の殿堂である「Residencia de Estudiantes」は1910年から（途中スペイン戦争勃発後中断しているが）毎年文化講演会を開催しています。キュリー夫人も1931年と1933年に行いました。おりしも昨年、秋山仁先生がこの文化講演会で「私は数学の魔術師」と題して招待講演を行いました。

サイエンス・リーダーズ・キャンプ実施報告



理学部第一部 教養学科 教授

太田 尚孝

平成25年度より科学技術振興機構（JST）に採択されているサイエンス・リーダーズ・キャンプ（SLC）事業が、本学の教育支援機構 理数教育研究センター／教職教育センターが主体となり、平成27年8月21日（金）から24日（月）の3泊4日の日程で本学神楽坂キャンパスにおいて実施しました。

このSLCは、中学・高校の現職教員の理数教育における指導力の向上を図るとともに、周囲の教員等へ効果を波及させ、将来、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）等の関係施策においても指導的立場で活躍するなど、地域の理数教育においても中核的な役割を担う教員となるための素養を身につけさせることを目的としています。さらに、地域全体における“才能ある生徒を伸ばす”環境を構築することにより、地域の枠を超えた教員間のネットワークが形成されることもねらいとしています。「体験を通じた最先端の理数系総合指導力の向上（生物）」をテーマに、全国から生物を専門とした25名の中学・高校の現職教員が参加しました。

初日は開講式を行い、東京大学大学院総合文化研究科松田良一教授による「日本と世界の高校生物」の講義及び質疑応答と、「生物教育の現状と課題～自身の勤務先の事例をもとに」をテーマとしたグループワークを行い、夜には参加者交流会を通じて全国から集まった先生方が親睦を深めました。



2日目と3日目は、「事前課題をもとに発表及び情報共有」としてグループごとに参加者によるプレゼンテーションに続き、理工学部応用生物科学科 朽津和幸教授による「植物の生き様を知り、植物の力を生かす～環境・食糧・エネルギー問題解決に向けて～」と題しての講義が行われました。実験の講座では、理学部第一部教養学科 武村 政春准教授の実験「動物細胞への

遺伝子導入実験～GFPを用いて核と細胞骨格を観察する～」と私共の実験「ヒトゲノムの精製」と「ヒト遺伝子のジェノタイピング」を行いました。



3日目には、研修施設見学として本学の化学系研究機器分析センターと理学部第一部教養学科の鞆研究室を見学し、また、藤嶋昭学長より、「理数分野の研究の広がりとおもしろさ」のご講演もいただきました。



最終日には、まとめのディスカッションを行い、プログラムを終了しました。



全日程を通して、参加者が理科教育に対する熱い気持ちを持ち、プログラムに挑まれていることに強い印象を持ち、今後もこのような機会があれば、よりブラッシュアップされた内容を提供しなければと、身を引き締めたところです。

来年度（平成28年度）は化学をテーマに全国のリーダーとなる先生方をお迎えして開催します。

最後になりますが、ご協力頂きました本学の教員ならびに、きめ細やかな配慮に基づいた準備運営をしていただきました事務の方々に感謝を申し上げます。