

# 日本物理学会 第7回 Jr. セッション プログラム

日時：2011年3月26日(土) 9:00～16:45

会場：新潟大学五十嵐キャンパス大会館

2F 大集会室 (250席) : 口頭発表, 高校生向け講演, 講評, 表彰, 写真撮影

\*口頭発表 13件 (1件15分: 講演時間10分, 質疑応答5分)

1F 談話室 : ポスター発表

\*ポスター発表 18件 (展示講演時間75分)

プログラム:

9:00～9:10 開会あいさつ (北本俊二 Jr. セッション委員会委員長)

9:10～12:45 26aJ (口頭発表13件)

座長 興治文子 9:10～10:10

26aJ-1 新潟県立新潟南高等学校  
26aJ-2 北海道立北海道札幌北高等学校  
26aJ-3 愛知県立岡崎高等学校

ピアノの音の減衰と音色の変化について  
グラスハーブにおける音階決定の法則性の研究 第4報  
自作造波機を用いた文字造波へのアプローチ  
～造波機の製作と造波波形信号作成方法の検討～  
屈折率勾配を持つ溶液における光学的性質の研究

26aJ-4 静岡県立清水東高等学校

休憩 10:10～10:20

座長 種村雅子 10:20～11:20

26aJ-5 広島大学附属高等学校  
26aJ-6 高知工業高等専門学校  
26aJ-7 私立本郷中学校・高等学校  
26aJ-8 新潟県立柏崎高等学校

ミルククラウンの研究  
分粒現象に関する研究 一長時間観測システムの製作と観察ー  
水の冷却 ニュートンの冷却の法則の拡張  
イオンクラフトの浮上条件

休憩 11:20～11:30

座長 宮田 等 11:30～12:45

26aJ-9 福岡県立小倉高等学校  
26aJ-10 日本大学第一高等学校  
26aJ-11 私立本郷中学校・高等学校  
26aJ-12 私立市川学園市川高等学校  
26aJ-13 岐阜県立岐山高等学校

極地のオーロラを再現するために  
実験室にミニ地球磁気圏を再現する  
渦電流の行路の特定に関する考察  
単極誘導の発生起電力に関する検証と考察  
 $\alpha$ 線の飛跡の曲折 ～なぜ曲がるのか～

昼食 12:45～13:50

13:50～15:05 26pJPS (ポスター発表18件)

担当 田中忠芳, 三沢和彦, 安田淳一郎 13:50～15:05

26pJPS-1 新潟県立新潟南高等学校  
26pJPS-2 私立市川学園市川高等学校  
26pJPS-3 福岡県立小倉高等学校  
26pJPS-4 鳥取県立鳥取東高等学校  
26pJPS-5 新潟県立新潟南高等学校  
26pJPS-6 東海大学付属高輪台高等学校  
26pJPS-7 私立市川学園市川高等学校  
26pJPS-8 北海道立北海道札幌西高等学校  
26pJPS-9 兵庫県立加古川東高等学校  
26pJPS-10 兵庫県立加古川東高等学校  
26pJPS-11 岡山県立倉敷古城池高校  
26pJPS-12 青森県立弘前高校,  
宮城県古川黎明高等学校,  
栃木県立宇都宮女子高等学校

交通渋滞について  
熟練の技を解明する  
ガウス加速器の最速を  
自作浮上式リアモーターカーの改良  
簡易風洞の製作と空気の流れの研究  
高性能グライダーの製作に向けて  
ドライアイスによる10円玉の振動実験  
クントの実験における粒子のたまり方 (第五報)  
地学Iの教科書にある曖昧な鉱物同定法「条痕色」を明確に定義する  
本校に静置された石棺から抱いた疑問 高級石材「亀山石」の色相変化の定性的メカニズム  
地磁気の磁力線調査  
宇宙に存在する微粒子を再現した赤外吸収スペクトル測定の実験

26pJPS-13 青森県立青森高等学校  
26pJPS-14 新潟県立長岡高等学校  
26pJPS-15 私立市川学園市川高等学校  
26pJPS-16 私立清心女子高等学校  
26pJPS-17 新潟県立新潟南高等学校  
26pJPS-18 北海道立北海道札幌北高等学校

霞と散乱  
円筒内への球のつまり方について  
粘性ととぐろ  
振動磁場中における磁石の運動 2次元イジングモデルの視覚化及び数値化  
ペルチェ素子を用いた温度差発電  
シャボン膜に現れる液体の流動 第4報

休憩 15:05～15:20

15:20～16:05

高校生向け講演

司会 松尾正之, 宮田 等

「物理学と経済学の新たな出会いー経済・社会現象の解明に向けてー」

家富 洋 (新潟大学理学部教授)

休憩 16:05～16:15

16:15～16:45

講評 北本俊二 Jr. セッション委員会委員長

表彰 永宮正治日本物理学会会長

写真撮影

主催：日本物理学会  
共催：全国高等学校文化連盟自然科学専門部  
後援：新潟県教育委員会、新潟市教育委員会

問い合わせ先：日本物理学会 Jr. セッション係

〒105-0004 東京都港区新橋 5-34-3 栄進開発ビル 5F

TEL：03-3434-2671 / FAX：03-3432-0997 / E-mail：jrsession11@gakkai-web.net

URL：http://www.gakkai-web.net/butsuri-jrsession/

# 口頭発表（26aJ）

## 26aJ-1 ピアノの音の減衰と音色の変化について

新潟県立新潟南高等学校 代表者：長谷川絢香  
共同発表者：高德智久、佐藤洵貴

ピアノの音をパソコンに取り込み波形を調べると、時間とともに波形すなわち音色が次々と変化していることがわかった。昨年度、その現象について調べた結果、1つの音に含まれるすべての倍音は時間とともに互いに異なった増減をしながら減衰していくことが原因であることがわかった。今年度は、まずピアノでは低い音ほど高倍音の強度が大きくなる原因について究明するために、モノコードを用いた実験を行った。その結果、弦の長さ・張力・線密度・弦をはじく速さのすべてが高倍音の強度に関係しており、中でも弦の長さの影響が最も大きいことがわかった。すなわち、ピアノにおいて低い音ほど高倍音の強度が大きかったのは、弦が長いためであることがわかった。次にピアノの一本の弦からなる音でなりが観測された原因を調べるため、2つの音叉を用いた実験を行った。その結果、ピアノの一本弦の振動がピアノの他の部分を共振させ、わずかに異なった振動数の音が生じたためうなりが発生したと結論づけた。

## 26aJ-2 グラスハーブにおける音階決定の法則性の研究 第4報

北海道立北海道札幌北高等学校 代表者：川端茜  
共同発表者：工藤有里菜、立松愛梨、本田佳己、三浦瑛絵

グラスハーブは、水を入れたグラスの縁を濡れた指でなぞり音を鳴らす楽器である。私達は昨年度からグラスハーブの音階を決定する条件について研究を続けている。昨年度の研究から、グラスハーブは水面でのグラスの外周が大きく関係しており、水面よりも上部で主に大きく振動していることがわかっていて。しかし、今回の実験で、グラスやピーカーの外側を油粘土で覆い、水を増やしていったときの周波数を測定したところ、グラスの水面より下部でもわずかに振動している部分があるため、外側を粘土で覆われることや周波数が減少することがわかった。粘土をそのまま入れた場合、最大外周より下のところで音が鳴らなくなったのは、下部の振動が完全に妨げられ、上部でもそれに連動して振動できなくなったからだと考えられる。

また、密度や粘性の異なる様々な液体や固体を用いて、水と同様に増やして周波数の測定した実験1と紙粘土と油粘土を用いて、内部に積みあげた筒状の塊の高さを様々に変化させて、周波数を測定した実験2を行った。その2つの実験から、同じ体積では密度の大きい液体ほど周波数は小さくなり、重心の位置や液体の粘性は周波数に影響を及ぼさないことがわかった。一方、私達はグラスの振動に着目した実験を行った。グラスに張り付けた鏡片にレーザー光線を当て、鳴らしたところ、3つの特徴のある光の動きが見られた。以上のことについて報告する。

## 26aJ-3 自作造波機を用いた文字造波へのアプローチ ～造波機の製作と造波波形信号作成方法の検討～

愛知県立岡崎高等学校 代表者：松ヶ谷明史

水面に波で文字を描くという研究論文を見て興味を持ち、研究を始めた。先行研究の実験装置が大型であったため、高校で実験可能な小型の装置製作を目的とした。自作造波機を製作し、造波機制御はセンサーを使って行うこととした。自作実験装置全体の性能として、ストロークが小さいが、造波可能周波数帯が広く、より小さな文字の造波が可能であることが示唆され、小型化に適した実験装置ができたといえる。ストロークの小ささから波が肉眼で見辛いと見え、水面投影装置を使用することとした。これにより反射波を軽減する効果も得られた。試しに規則波を出力したところ、電気信号と水面波の周波数ズレが無いことが確かめられたが、50Hzの波に関して、造波機位置のズレによるものと思われる位相ズレが観察された。

また、先行研究や文献から Dini-Bessel 級数展開に基づく造波波形信号作成方法を調査し、Dini-Bessel 級数展開の再現に成功した。その上で本研究で行うべき計算の方法を検討した。ただし、電気信号が水面波に変化する際に発生する周波数ごとに異なる位相ズレや、造波機位置のズレによるものと思われる位相ズレについては一旦無視することとした。

現在は本研究で検討した造波波形信号作成方法に基づくプログラム製作をしており、今後本研究で検討した方法が正しいのか、造波機7台での文字造波が可能なのか実験・検討していく予定である。

## 26aJ-4 屈折率勾配を持つ溶液における光学的性質の研究

静岡県立清水東高等学校 代表者：大石涼太  
共同発表者：寺井勇、稲葉幸志、大野涼子、鈴木希、竹内悠、小泉貴将、塩沢知春、鈴木健太、高橋怜央、中村優人、藤巻朱登

シロ糖の飽和水溶液を水底に静かに注入して放置すれば、時間の経過とともに、濃度に応じて屈折率が水面に向かって連続的に変化した溶液ができあがる。この溶液をとおして水槽の反対側にある物体を覗くと、見る角度によって、物体が様々な見え方をする。真上から見れば、物体が浮かび上がって見える。水平方向から覗けば、水槽の反対側にある物体が変形して見えたり、複数個の虚像が観察されたりする。これらの美しい現象に対する実験観察をおこない、「見かけの深さ」、「図形のゆがみ」、「虚像の出現」について調べた。さらに、屈折率分布の測定をおこない、その結果から得られた屈折率分布の実験式を用いて理論計算を進め、観察される現象を定量的に説明することを目指して研究をおこなった。研究の結果、理論計算は実験値や虚像の様子をよく説明することができたので、ここに報告する。

## 26aJ-5 ミルククラウンの研究

広島大学附属高等学校 代表者：野中雄大  
共同発表者：服部進太郎

私たちは「ミルククラウン」と呼ばれる現象に興味を持った。ある高さから液だめに滴下した牛乳は、液面に達すると王冠のような形を形成する。そのとき、王冠の先が十数個の小さい粒に分かれる。このような現象は決して牛乳だけに限らず、ある粘性の液体とある高さから落下させたときに顕著に現れることがわかった。また、高速度カメラを用いて撮影することによってミルククラウンの一連の形成過程を明らかにすることができた。また、王冠の先にできる小さい粒の数は、液滴を紙面上に落とした時に現れる模様に見られる突起と関係性があることがわかった。この小さい粒が生じる原因について、紙面上の突起の長さ、位置をフーリエ解析することによって、液滴内にいくつかの基本波が存在し、それらが合成され、突起に長短が発生することが示唆された。

## 26aJ-6 分粒現象に関する研究 —長時間観測システムの製作と観察—

高知工業高等専門学校 代表者：坂本龍哉

水平に設置した円筒に混合した2種類の粒子を入れて回転させた時、ある条件下で回転軸方向に数本から十数本の帯状に分離する。この現象は1939年にY. Oyamaにより報告されて以来、様々な実験・報告がなされているが、その原理は完全には究明されていない。

本研究では、分粒現象を系統的に長時間観測できるシステムを構築した。このシステムにより数日間の回転によって起こる分粒の観察を行った。その結果、これまで報告されてきたように、(1)比較的短時間のうちに全体が十数本の帯に分かれ、その後時間をかけて帯が合体する。(2)最終帯数は回転速度により異なる。ということを確認した。また、長時間にわたる帯数の単調減少の途中で分粒現象全体がゆらぎ、局所的な帯の合体に伴って、短時間の間に広範囲にわたって合体・分裂を引き起こすという現象を新たに確認した。本研究では、回転速度毎の分粒の様子と、このゆらぎの観察を重点的にを行い考察した。

## 26aJ-7 水の冷却 ニュートンの冷却の法則の拡張

私立本郷中学校・高等学校 代表者：渡邊正理  
共同発表者：鈴木智充、野村直生、三上紘史

本研究は、固体でのみ成立するとされたニュートンの冷却の法則をもとに、液体である水の冷め方を式で表現することを目的としている。固体でのみ成立するニュートンの冷却の法則では、空気中に置かれた物体の冷め方は、時間  $t$  [s] における温度を  $T$  [°C]、0秒の温度を  $T_0$  [°C]、室温を  $T_R$  [°C]、自然対数の底を  $e$ 、表面積を  $S$  [cm<sup>2</sup>]、質量を  $m$  [kg]、定数(比熱や熱伝達率に関係する)を  $k$  とすると、 $T = (T_0 - T_R)e^{-\frac{k}{m}t} + T_R$  で記述できる。今回の研究では、固体の熱の移動モデルと似せるために液体の特徴である蒸発が極力小さくなるよう工夫した試料を用意し、関係性を調べた。我々は、実験を進める中で蓋をつけ、蒸発を防いだ試料の場合は、ニュートンの冷却の法則が成り立つことを発見した。蓋をしていない試料とこの試料の違いの一つに、蒸発するのしなやかがある。そのため、我々は、 $\Delta T = \frac{Q}{cm}$  ( $\Delta T$ : 蒸発熱、 $\Delta m$ : 蒸発量)により蒸発熱を求めニュートンの冷却の法則に考慮した。しかし、水の冷め方を表すことはできなかった。その後、我々はニュートンの冷却の法則における  $k$  は時間  $t$  で表される関数であると考え、 $k = -a \cdot \log(t) + b$  (ただし、 $a, b$  はそれぞれの試料ごとに変わる数)を得た。この関数をニュートンの冷却の法則に考慮したところ、 $T = (T_0 - T_R)e^{-\frac{a \cdot \log(t) + b}{m}t} + T_R$  を得ることができ、水の冷め方を表すことが出来た。

## 26aJ-8 イオンクラフトの浮上条件

新潟県立柏崎高等学校 代表者：下島宇宙  
共同発表者：入澤涼、塩浦陽輔、近藤太郎、柴野高明、霜田大将、春川和慶

イオンクラフトとは、アルミ箔を負極、導線を正極とした非対称コンデンサーのような構造体をしており、各電極に電荷を与え高電圧を維持したときに浮上する装置である。このイオンクラフトの浮上原理を解明するために次のような実験を行った。

1. 機体の基本構造を正三角形とし、アルミ箔一面の大きさを縦5.0cm、横20.0cm、電極間の距離を4cmにして直流高電圧をかけ、質量1.65gの機体が浮上するかを検証。
2. 浮上原理(イオン風説)を検証するために、真空容器に機体を入れ、真空ポンプで空気を抜き、機体が浮上するかどうかを確認。
3. 浮力と機体重量の差が最も大きくなる機体の構造条件を調べるため、アルミ箔一面の大きさと電極間距離を変えて浮力を計測。

以上の実験の結果、機体はブラウン管で得られる約30kVの電圧がかかると浮上すること、機体の周囲を真空に近づけると電極間で放電が起こり、機体が燃焼して浮上原理を確認することができないこと、最も浮力と機体重量の差が大きくなる機体の構造はアルミ箔一面が縦7.5cm、横10.0cm、電極間の距離が4cmであることが分かった。



## 26aJ-9 極地のオーロラを再現するために

福岡県立小倉高等学校 代表者：山口晃希  
共同発表者：齊藤希

私たちは地域活動の一環として科学体験教室を行い、オーロラを再現実験を行いました。より詳しくオーロラについて調べていく中で、極地のオーロラと実験室で再現したオーロラは色が異なることがわかり、極地のオーロラにより近いオーロラを実験室で再現する為の研究を始めました。

私たちは実験室において、真空盤の中にオーロラを再現しています。極地に発生しているオーロラのスペクトルと、実験室で再現したオーロラのスペクトルを比較して、これら2つのスペクトルの違いを調べました。分光の作業は、本校で所有している天体用の分光器を使用し、実験室で再現したオーロラを分光し比較しました。

まず、真空盤で再生したオーロラについて調べたところ、極地のオーロラに含まれている4つあるスペクトルのうち、最も低い高さで再現される紫色のスペクトルの1つを再現できているということが分かりました。逆に実験室内でのオーロラは、これ以外の多くのスペクトルが含まれていることがわかりました。この理由は、現在の実験環境の気圧にあると考え、もっと低圧の環境下で実験を行っているクロス放電管を使用した実験を行い、緑色のスペクトルを再現できるようになりました。でも現在の段階ではもっと高い高度で低圧の状況で発生する赤色のオーロラは未だに再現できていません。

## 26aJ-10 実験室にミニ地球磁気圏を再現する

日本大学第一高等学校 代表者：会沢綾子  
共同発表者：冨田優菜

太陽風と呼ばれるプラズマ粒子の流れは地球磁場と相互作用し、複雑な浸入過程を経て地球磁気圏内の夜側に広がる「プラズマシート」と呼ばれる領域に閉じ込められる。このプラズマシート中のプラズマ粒子が地球大気(電離層)に向かって高速で降下し、大気中の粒子と衝突すると、大気粒子が一旦励起状態になり、それが元の状態に戻るときに発光するものがオーロラである。

私たちは、このオーロラが形成する過程に興味を持ち、太陽風と地球磁場との相互作用により形成される地球磁気圏の形状や閉じ込められるプラズマについて実験的に検証するため、真空容器内に地球と地球の作る磁場を模擬する球体を設置した実験装置を設計・製作し、閉じ込められるプラズマの様子や放電電圧への依存性などを検証した。

装置のパラメータの決定のため、太陽風と仮定した電子がその磁場に巻き付くラーモア半径等を計算、放電電圧などを検討し、実際の地球磁場や太陽風プラズマの縮小モデルとなるように実験装置の設計、製作した。また、プラズマの観測は、写真による光学的な計測が主なるため、実験結果と比較、評価を行うため、Stormer理論を元にMathematicaを用いてプラズマの閉じ込められる領域(禁止領域)のエネルギ依存性を計算した。

## 26aJ-11 渦電流の行路の特定に関する考察

私立本郷中学校・高等学校 代表者：櫻井幹生  
共同発表者：児玉真一、高田周平、桐野将

渦電流とは、ある回路の近くの磁場が変化するとき、その回路に起電力が生じる現象(電磁誘導)によって導体内部に生じる渦状の電流のことである。我々本郷中学校・高等学校科学部では7年間にわたって渦電流の行路を特定するべく実験を行って来た。今回は、厚さ2mmと3mmのアルミ板を用いて試料をそれぞれ4種類ずつ用意した。また、新たにハイスピードカメラを用いて実験を行い、導体の単位時間あたりの減速の仕方に注目することで、移動する導体に発生する渦電流の行路を特定しようと試みた。

その結果、厚さ3mmのアルミ板3種類において渦電流の行路を特定することに成功した。

## 26aJ-12 単極誘導の発生起電力に関する検証と考察

私立市川学園市川高等学校 代表者：森澤友貴孝  
共同発表者：相原雄也

磁界中で導体板を回転させると、その円周と中心との間に起電力が発生する現象は単極誘導と呼ばれている。今回我々はこの現象における起電力の理論値と実測値の関係が一致するか検証、磁石と導体板の相対的な回転の違いによる起電力について考察した。

また、導体板に銅だけでなく、常磁性体、強磁性体、電解質の液体を用いて起電力を測定し、その値の違いについて考察した。

## 26aJ-13 $\alpha$ 線の飛跡の曲折 ~なぜ曲がるのか~

岐阜県立岐山高等学校 代表者：片桐豪  
共同発表者：兼子肇、松原史弥

私たちは原子核乾板中の $\alpha$ 線の飛跡を観察していました。通常の飛跡は崩壊点から一直線に出ますが、途中で折れ曲がっている飛跡を見つけ、なぜ曲がるのか不思議に思いました。そこで、曲がる原因は $\alpha$ 粒子と原子核の静電気力による反発ではないかと考え、飛跡の折れ曲がった角度を測定し、その角度分布とラザフォード散乱との関連性を調べました。

飛跡の観察は光学顕微鏡を使い、接眼マイクロメーターと微動ハンドルの目盛りを用いて、曲がった点と終点の2点の $x,y,z$ 座標を測定しました。そして、その座標から、ベクトルの内積を用いて散乱角を求めました。現在のところ、222個の飛跡の散乱角を記録し、 $10^\circ$ ごとの個数分布を求めました。しかし、この個数分布は同じ面積に散乱される個数ではないため、 $10^\circ$ ごとの面積を求め、同じ面積あたりに散乱される個数を求めました。そして、ラザフォード散乱の理論のグラフと実験結果のグラフを検証しました。

結果より、2つのグラフの傾きは $20^\circ$ 以上の角度ではほぼ一致しました。したがって、飛跡が折れ曲がる原因はラザフォード散乱であり、 $\alpha$ 粒子と原子核の+どうしの静電気力によって曲がると考えられます。しかし、角度が小さいほど理論値との差が大きくなりました。これは自分達のみで測定していたため、測定しきれないことによる誤差だと考えられます。今後は、この点について検証していきたいと考えています。

# ポスター発表 (26pJPS)

## 26pJPS-1 交通渋滞について

新潟県立新潟南高等学校 代表者：田村円  
共同発表者：佐藤帆乃香、米倉育木

交通渋滞の原因のひとつであると考えられる交差点での車の動きについて、学校近くの交差点で定点観測を行った。観測結果を数値化し、セルオートマトン法を用いてモデル化し、渋滞の起きにくい信号待ちのモデルについて考察した。

## 26pJPS-2 熟練の技を解明する

私立市川学園市川高等学校 代表者：高橋玲於奈  
共同発表者：安立麻莉、五島康二、清水秀斗、駒泰成

今回はけん玉のわざの一つである「ふりけん」についてどうしたら剣に入るかを実験により調べた。ふりけんの動きを分析し、大切なポイントは、手で一回引いて力加えること、その力加えるタイミング、またその力でボールが回転し始め、その時の穴の向きとその位置に手を正確に持っていくことだと考えた。初めに、手の動きを無視した場合のボールの動きを計算により求めた。これは手を固定し、弧を描くようにしてボールが投げだされ、その後張力がなくなり皿の位置にボールが来ることを想定した実験である。ボールは円運動し、その後地面となす角度が $45^\circ$ で自然と張力=0となり斜方投射を始めるという値が得られ、実験でも計算値どおりの結果になった。次に、実際にふりけんの動きを撮影し、手とボールの軌跡を調べた。結果、軌跡からボールは円運動をし、その後斜方投射となった。ここでは斜方投射し始める角度が $45^\circ$ よりも小さい角度になり、AとBと二人の軌跡を比較したところ、手の軌跡は全く異なった軌跡を描いたため、ボールは手の動きに関係なく円運動をし、その後斜方投射することがわかった。つまり、ボールが円運動するための力を与えれば、手の軌跡は直接ボールの軌跡に関与しないと考えられる。また、途中手で紐を引いてボールに回転を与えるために、張力=0になる前にボールに力を与えたことで $45^\circ$ より小さい角度で斜方投射が始まったと考えられる。以上の事を詳しく報告する。

## 26pJPS-3 ガウス加速器の最速を

福岡県立小倉高等学校 代表者：杉元聖和

科学体験実験でガウス加速に関する実験をしていて、子供達からの「もっと速くならないの?」といった質問を受けているいろいろな条件でガウス加速の最速を探る実験をしました。実験の方法は水平なレールの上で行い、ハイスピードデジタルカメラでその実験の様子を撮影し、パソコンで鉄球等の速さをはかりました。また、パネばかりガウス加速の最速を理論的に求めた際は、運動量保存の法則と反発係数の定義式を応用しました。

これまでに磁石なしの鉄球同士の衝突実験、ガウス加速の実験、衝突時にはたらく磁力の測定実験、連続衝突による加速実験、磁石球を衝突させる実験などを行ってきました。

これらの実験から、磁石球が複数個ある場合は、連続衝突をさせるか、磁石球を同士を衝突させると、ガウス加速器の最速を得ることが出来ることがわかりました。

そして磁石が複数個ない場合は、鉄球群の球数を磁石+鉄球5個にしたときに最も速く鉄球を打ち出すことが出来ることがわかりました。また、鉄球群の端に置く磁石数を増やしても、引力(磁力)の増加度は低く、飛び出す鉄球の速度を上げる効果は低い事がわかりました。

## 26pJPS-4 自作浮上式リニアモーターカーの改良

鳥取県立鳥取東高等学校 代表者：田中晃作  
共同発表者：河崎晃弘、川原圭太、西山侑希、吉本孝祐

本校では過去に、鉄輪式リニアモーターカーや浮上式リニアモーターカーの製作研究が存在した。しかし、鉄輪式リニアモーターカーはレールと車体との間の走行抵抗などが影響し非常に効率が悪いものであった。また、浮上式リニアモーターカーは推進装置の関係上車体とレールの接触によって走行抵抗が大きくなり推進には至らなかった。それらを改善すべく昨年製作した完全非接触型浮上式リニアモーターカーも、車体の安定性に欠け、上手く推進させることができなかった。今回はその問題点をふまえ、車体の安定性と、推進装置の改良を目的とした。方法

昨年度のリニアモーターカー装置はネオジム磁石のレールを1列と両サイドに推進装置を2列配置し、車体1体というもので安定、推進ともに不十分であった。この結果から今年度は、ネオジム磁石のレールを2列とレールの中央に推進装置を1列設置し、車体を2つ配置、これにより推進装置の車体への影響を単純化し、安定を図った。また、実験結果を明確にするため、推進装置の磁界の切り替えも手動にした。

結果

車体の安定と推進装置の車体への影響が単純化され、完全非接触の状態でも推進を進ませることに成功した。

## 26pJPS-5 簡易風洞の製作と空気の流れの研究

新潟県立新潟南高等学校 代表者：石井裕太郎  
共同発表者：伊藤真、伊東雄貴、加藤佳大

私たちは簡易風洞の製作と物体の周りの流れの観察を目的に今回の研究を始めた。簡易風洞の製作では昨年の研究を元に煙の出し方や材料、装置の大きさを変え、ことにより、より綺麗な流れを観察することが可能になった。

完成した装置を使った実験では、四角柱や円柱に煙を当てると、物体に当たった煙は乱れて、物体の後方で渦を巻くことが分かった。

次に紙飛行機の周りの流れを観察することにした。紙飛行機に煙を当てると機体の角度によって羽に沿っていた煙が羽から離れ渦が発生するとき、煙が羽から離れずに流れるときがあることに気付く、機体の角度を3°ずつ上げていき何度で剥離が起こりはじめののかを調べた結果、約12°が剥離の起こらない限界の角度であることがわかった。そこで、剥離の有無と機体の上向きの力との関係について調べることにした。私たちは機体の角度が45°のときに上向きの力が最大になるという仮説を立てたが実際に調べてみると、剥離の起こらない限界の角度である12°で上向きの力は最大となった。12°以降で上向きの力が大きくならなかったのは、渦の影響が大きいと考えられる。

一連の実験から紙飛行機における上向きの力と機体の角度との関係がわかった。今後はさらに羽の大きさや重心など、紙飛行機のほかの要素についても上向きの力との関係を調べてみたい。

## 26pJPS-6 高性能グライダーの製作に向けて

東海大学付属高輪台高等学校 代表者：永田貴之  
共同発表者：石原昂典、相馬大祐

私たちは飛行機に興味があり、遠くに安定して飛ぶグライダーを製作しようとした。

そこで、実際に飛ばしながらどのような機体にすればよいかを考えた。しかし、ただ飛ばすだけではどの機体要素が飛行に影響を与えているのかわからなかった。そこで、本実験ではグライダーの機体要素の中から機体の「空間的配置」「重心位置」に注目して実験を行った。そして、この2つの機体要素の実験結果から、グライダーを遠くに安定して飛ばすためにはどのような機体がいよいかを決定することを試みた。

実験1では、滑空時の理想的な機体の「空間的配置」を検証した。これまでの研究により、楕円形でアスペクト比が高く翼の揚抗比が大きいことが判明しているため、このような翼をもつ機体を実験に用いた。その機体の全機揚力曲線から理想的な迎え角を、そして極曲線から理想的な滑空角を求めた。さらに、これらの角度から理想的な姿勢角を算出した。

実験2では、「重心位置」による飛行距離の変化に注目し、実際に飛ばすことで実験を行った。重心位置は揚力中心から2.5cm（機体前方）～-1.0cm（機体後方）の間で0.5cmずつ変化させた。また射出角度を水平に対して20°～-20°の間で変化させた。そして、飛行距離を測定し、揚力中心と重心位置の位置関係が飛行距離に与える影響を調べた。

2つの実験から得られた結果を総合的に評価することにより、私たちが理想とする飛行ができるグライダーの機体要素の条件を決定した。

## 26pJPS-7 ドライアイスによる10円玉の振動実験

私立市川学園市川高等学校 代表者：鶴田一晃  
共同発表者：工藤祐介、岩淵祥

SSHで様々な実験をしていたところ10円玉をドライアイスに刺し込むと、10円玉が左右に激しく振動することを発見しました。この現象について「10円玉の振動の原因はドライアイスの昇華」という仮説を立て、2つの実験を行いました。1つは硬貨の「加熱実験」、もう1つは「硬貨とドライアイスの間に膜を入れた実験」を行いました。結果、10円玉の振動はドライアイスから昇華する二酸化炭素の気体の影響であることがわかりました。また、10円玉の振動はどのような条件でより振動するのかについて調べました。仮説は「10円玉の温度が高いほどより振動時間が長い」と立てました。しかし実験の結果は逆で10円玉は温度が上がると振動時間は短くなっていき、ある程度温度が下がっているときに最も長く振動する、とわかりました。

## 26pJPS-8 クントの実験における粒子のたまり方（第五報）

北海道立北海道札幌西高等学校 代表者：平川雅人  
共同発表者：鹿内奈南、中田有香、田口采奈、仲條莉央、玉置都華、坂谷内菜倫、栗原沙織、太田航平、今石和紀、林朋毅、岡良樹、三浦太志

気柱の共鳴実験の一つにクントの実験がある。気柱に生じる定常波により、石松子は定常波の節に、発泡スチロールは腹にたまる。実験Iで、粒子が腹にたまるか節にたまるかは、粒子の断面積と質量に関係することがわかった。また、節の圧力変化によって粒子の両側に生じる圧力差が粒子の大きさによって違い、節にある発泡スチロールが腹に動いていくことがわかった。

腹にたまる粒子は、間隔の狭い壁を生じる。腹の中心に向けて集まる粒子により生じる小壁だから腹の中央付近の間隔は狭くなると予想した。実験IIで、目盛り付き鏡と虫眼鏡を用いて小壁の間隔を測定した結果、腹の中央付近は等間隔と判断できた。

小壁を発生させる原因として、管内の空気の動きに着目した。実験IIIは、スピーカー2個・自作アンプを用いた装置を新たに作った。スピーカー2個を両端に配置した管内に、粒子（発泡スチロール）、インド製香の煙、両方を入れた場合の3通りで観察した。

煙は中央に集まるので、この装置の場合、中央が節となることがわかった。また、両方を入れた場合、発泡スチロールの小壁（腹のあたり）に小さな煙の渦が確認でき、小壁を生じる原因は空気の動きであることがわかった。ここでは、その工夫に至るまでの過程と、実験結果を得て考えた結論、および今後の展望について報告する。

## 26pJPS-9 地学Ⅰの教科書にある曖昧な鉱物同定法「条痕色」を明確に定義する

兵庫県立古川東高等学校 代表者：田村優季

共同発表者：村主美佳、井上紗智、江草麗子、江籠德行、近江毅志、角田優貴、十倉麻友子、福本美南、松本鉄平、赤松沙耶、岡島菜穂子、金光雄太郎、神戸麻希、小松原啓紀、米今純一郎、榊原暁、新庄研斗、高田千春、友藤優、平田真由佳、蓬萊明日、山本崇広

鉱物を素焼きの板に擦りつけたときの微粉末の色「条痕色」は、一般的な鉱物の同定法として教科書や図説に記載されている。しかし、教科書ばかりか多くの専門書にも、その微粉末の大きさを具体的に示したものはなく、色相の根拠にふれた記述もみられない。そこで、そもそも条痕色とは何を意味するのか、鉱物をどの程度の大きさの粉末にしたときの色をさすのか、鉱物によってその大きさは異なるのか、異なるとすればその原因は何なのか、について研究をおこなうことにした。

さまざまな結晶系の透明鉱物や不透明鉱物で実験をおこなった結果から、以下の考察をおこなった。① 光学的等方体（等軸晶系）の不透明鉱物（金鉱・黄鉄鉱・磁鉄鉱・閃亜鉛鉱）は、粉末にして半透明になると内部反射がおこり、入射した光の一部が吸収されて再び外に出てくると、表面反射による表面色と異なる色相を呈する。光の入射角による違いが少なく、30μmの大きさの粉末にするとその鉱物特有の一定の条痕色を呈し、また実体顕微鏡で拡大しても同じ条痕色を観察できる。② 光学的異方体の不透明鉱物（黄銅鉱・赤鉄鉱）は、光の入射する角度による反射や屈折による散乱が著しいため、条痕色を観察するためには20μm以下の微粉末にする必要がある。また、微粉末の肉眼視で一定の条痕色を確認できても、実体顕微鏡下では依然として光の入射角による色相のばらつきを観察される。③ 光学的異方体であっても、肉眼でみて白色～透明な鉱物（トパーズ・滑石）は光の透過性が高く、散乱現象の影響を受けにくいいため、光沢の有無を除いて条痕色が肉眼視とほぼ一致する。

## 26pJPS-10 本校に静置された石棺から抱いた疑問 高級石材「竜山石」の色相変化の定性的メカニズム

兵庫県立古川東高等学校 代表者：福本美南

共同発表者：赤松沙耶、井上紗智、江草麗子、江籠德行、近江毅志、角田優貴、田村優季、十倉麻友子、松本鉄平、岡島菜穂子、金光雄太郎、神戸麻希、小松原啓紀、米今純一郎、榊原暁、新庄研斗、高田千春、友藤優、平田真由佳、蓬萊明日、村主美佳、山本崇広

地元の兵庫県南東部加古川市一高砂市には数多くの古墳がある。本校校庭の片隅には、古墳時代最大級の割台式石棺が完存状態で静置されている。これほど身近な存在だが、これまで岩石鉱物学的に研究されたことがないばかりか、考古学的にも調査されたことはない。予備調査によって、これらの石棺は、地元のガラス質結晶質凝灰岩が層状ハイアロクラスタイトとして堆積した「竜山石」から作られていることがわかった。さらに、竜山石には青色、黄色、赤色の3色の色相があるが、色相変化のメカニズムが科学的に調べられたことはないことを知った。地元石材組合からの要請もあり、調査した結果、以下を明らかにした。（1）地元に広く分布する火山岩や火山堆積岩の帯磁率は狭い範囲におさまり、同時期に形成されたことを示している。（2）同一マグマから形成されたにも関わらず色相が異なるのは、形成後の環境条件の違いによる。（3）オリジナルの色相は青色で、これが熱によって酸化されると赤鉄鉱を生じて赤色化する。（4）青色凝灰岩は1気圧条件下で700℃に相当する熱によって赤色化する。（5）青色凝灰岩の赤色化の低限温度は220℃だが、黄色凝灰岩の赤色化は80℃程度でおこなう。（6）赤色化のためには高熱だけではだめで、同時に遊離酸素が必要である。これはマグマ残液が上昇する過程で減圧の結果H<sub>2</sub>Oが発泡することによって供給され、同時にFeも移動し置換する。この成果をもとに現在地元業者と共同で石材商品の開発をすすめている。

## 26pJPS-11 地磁気の磁力線調査

岡山県立倉敷古城池高校 代表者：松浦由佳  
共同発表者：黒木梨砂、西彩那、西山由美子

第6回Jrセッションで発表した学校付近の「地磁気の伏角計測」の結果（「伏角一標高」の散布図）がFig.2である。伏角は46度から50度の範囲に密集している。Fig.1は伏角を記入した地形図で、78度という極端に大きな地点があった。どうして、極端に大きな伏角になるのか現地を見に行くとスクラップ工場でコンクリートの部分が1.7m、その上部は鉄製で全体の高さが5mの塀であった。「この塀付近の伏角は78度前後だろう。」「磁力線はこの塀に沿うようになっているので、78度という大きな角になっている。」と予想し、鉄塀付近を詳しく調べた。

GPSを使い東西の基線を引き、それに垂直に南北の基線を引いた。基線の交点を原点とし、西および北に1mごとに「地表」「高さ105cm」「高さ225cm」で、伏角と基線に対する角を測定し、真北からの偏り角である偏角を計算した。測定結果を格子枠に記入し、色分けしたものがFig.3～8で、偏角を矢印で示したものがFig.9と10である。南北基線でN7からN9にかけて、偏角が西から東へと変わる。向きの変わり方を20cmごとに調べ、偏角を矢印で表したものがFig.11である。鉄塀付近の4ヶ所の高さごとの伏角を矢印で表したものがFig.12である。

磁気的なものがないグラウンドでは広範囲で磁力線は同じ方向をむいていく。鉄塀の近くでは78度のような大きな伏角より49度より小さいところの方が多い。予想に反し、高いほど伏角が小さい傾向がある。磁力線の方向は磁数cmで変わることがわかった。N7からN8の磁力線がどうなっているか見てみたい。



## 26pJPS-12 宇宙に存在する微粒子を再現した赤外吸収スペクトル測定の実験

青森県立弘前高校、宮城県古川黎明高等学校、栃木県立宇都宮女子高等学校  
代表者：齊藤真緒  
共同発表者：渡邊湖介、小林久珠

はるか遠方の星がどのようにできたのか、その星の物質の組成はどのようなものかということ調べるにあたって、その星周辺の微粒子の組成を知ることが重要である。その多くはバルクのスペクトルを測定し、それをもとに予測している。しかし、宇宙の微粒子はナノメートルサイズである。同じ物質であっても通常の状態（バルク）でのふるまいと、ナノメートルサイズの微粒子でのふるまい（融点、拡散速度の違い等）は異なる。私たちはこの点に注目し、微粒子では準安定結晶構造の出現や表面原子の再配列により、バルクのときとは異なるスペクトルを示すと予測した。宇宙には今までの予測からは思いもよらない微粒子が存在していると期待している。今回、ナノサイズの微粒子の吸収スペクトルがバルクとどの程度違うのか、宇宙の微粒子の生成過程を再現して、空間を漂う微粒子の赤外スペクトル測定の実験を行った。

## 26pJPS-13 霞と散乱

青森県立青森高等学校 代表者：古川周  
共同発表者：畑中直之

山は、気象条件や距離の違いによってさまざまに見え方を変える。青く見えるときもあれば、白っぽく見えるときもある。このような状況がまとめて霞とよばれていると思われる。霞には学術的に定義がなく、よく調べられていない。今回の研究では、霞の原因は散乱現象であり、水蒸気圧に関連して散乱の仕方が変わることによって山の見え方も変わるといふ仮説をたてて調べた。2010年4月～12月にかけて撮影した53日分の山の画像を新たに解析した。その結果、まずどのデータでも青色光が強くなった。また、水蒸気圧が約15hPa以上ではRGBのばらつきが大きくなる傾向が見られた。これらのことから、レイリー散乱とミー散乱の2種類の散乱が発生していることが推測できる。水蒸気圧が15hPa付近でレイリー散乱が強くなる粒子が存在するかもしれない。霞は、水蒸気と雲粒に成長する段階の粒子の混在によって起こる現象である可能性がある。

## 26pJPS-14 円筒内への球のつまり方について

新潟県立長岡高等学校 代表者：佐藤雅浩  
共同発表者：石黒秀明、須藤啓佑

アクリルパイプ（以下、円筒とよぶ）の中に小球を入れて振っていたところ、偶然、球のつまり方に2通りのパターンがあることに気づいた。そこで、球のつまり方、球の数、球と円筒のサイズなど、条件をいろいろに変えてみて、円筒内にどのように球がつかまるのかを調べた。内径18mmの円筒に直径6mmの球をつめたときには2つのパターンが見られた。あらかじめ円筒内に球を何個か入れておき、円筒を振ると、2つのパターンのどちらかが現れた。円筒を垂直に立て、球を1個ずつ円筒内に落とすしていくと、片方のパターンしか現れなかった。次に、内径18mmの円筒内に直径8mmの球を1個ずつ落とすとした。内径18mm・直径6mmの場合は、最下層に6個の球が平面状に並ぶが、内径18mm・直径8mmの場合は最下層ですべての球が平面に並ばない。このような場合に、らせん状のパターンが作られるようだ。

## 26pJPS-15 粘性とどごろ

私立市川学園市川高等学校 代表者：吉川侑美香  
共同発表者：岩崎絵里香、石田莉菜

どごろとは蛇が作る渦状の形のことをいいます。私達は、粘性のある液体を上から垂直に垂らし、下に作られたどごろを観察しました。様々な液体を垂らし、下に作られたどごろの巻く速さと粘性の関係性について粘性測定器などを用いて実験をしたところ、どごろは垂らす高さを超すと、右回りから左回り、左回りから右回り…という巻き方をしたので、どごろを巻く時間と巻き方には規則性があるのではないかとこの仮説を立てて実験をしました。どごろとコロオリの力の関係性についても追加の実験をしました。

## 26pJPS-16 振動磁場中における磁石の運動 2次元イジングモデルの視覚化及び数値化

私立清心女子高等学校 代表者：望月愛里  
共同発表者：石淵彩子、尾崎百合香、貫成沙織、難波俊恵

磁石は微小磁石（原子・分子）が配列して磁区を形成しその磁区の集合で作られている。

磁石の温度を上昇させて微小磁石（原子・分子）熱運動でランダムな向きになるが、温度が下がると向きがそろい磁区が作られる。この現象は「自発的対称性の破れ」としてよく知られている。その時の様子を市販されている方位磁石を使ってモデル化し直接観測できるようにした。

実験ではコイルのなかに方位磁石を並べ、このコイルに交流を流すことで振動する磁場を作り、その磁場によって方位磁石が回転する様子を見た。

振動磁場中で磁石が回転する様子は磁気共鳴を示す教材として大変有効なものとする。我々はこの回転の向きが隣接する磁石の相互作用によることから磁石を作るイジングモデルとよく似ていること考えた。磁石の回転の向きが原子の磁気モーメントの向きに相当するモデルと考えた。各々の磁石は交流磁場の影響で回転する。回転の向きは初期条件の微妙な差で決まりランダムに決まるが隣接する磁石は互いに逆回転するように作用する。我々はその相互作用の大きさを数値化する方法を考え、このモデルにおける磁石間の結合の強さを測定した。予想に反して回転の向きは隣の磁石の影響は少ないことがわかった。

## 26pJPS-17 ペルチェ素子を用いた温度差発電

新潟県立新潟南高等学校 代表者：阿部賢史  
共同発表者：中島晶

ペルチェ素子を利用した発電について、日常生活で利用できるほどの効率のよい発電方法について考えた。実験ではイーザーセンスを用いて、温度、電圧、電流を測定した。また、お湯から奪われた熱量と電力の関係から、熱効率についても考察した。

## 26pJPS-18 シャボン膜に現れる液体の流動 第4報

北海道立北海道札幌北高等学校 代表者：鈴木祥輝  
共同発表者：吉田日向、菅原和

一昨年度から進めてきたシャボン膜の研究において、私達は重力によるものとは異なる2種類のシャボン液の上昇（流動）を発見した。今回はそのうち黒い粒が現れ上昇する粒子型流動の発生原因に焦点を当てて実験を行った。我々が使用したPVA混合のシャボン液の液面には白い不純物が生じるが、この不純物を取り除いたシャボン液で作った膜では粒子型流動は殆ど発生せず、PVAを混ぜていないシャボン液では白い不純物が発生しない。以上より、PVAが白い不純物の発生に関わっており、白い不純物がシャボン液との密度差によってシャボン膜中を上昇し粒子型流動を引き起こしていると考えた。そこで、密度の異なった数種のシャボン液でシャボン膜をつくり粒子型流動が発生するか確認した。結果、白い不純物よりも密度の低いシャボン液では粒子型流動は発生しなかった。次に、白い不純物の発生原因について考えた。シャボン液の主成分である界面活性剤はミセルという構造をとる。PVAに含まれている何らかの電解質によってミセルの粒子が集まることで白い不純物が発生するのではないかと考えた。そこで、塩化ナトリウム、塩化カリウム、硝酸カルシウム、硫酸マグネシウムのそれぞれの水溶液に洗剤を混ぜることで白い沈殿が発生することを確認し、その沈殿を取り出し、PVAを混ぜていないシャボン液に入れて膜の観察を行った。結果、どの液でも粒子型流動が発生した。これらについて報告する。

## Jr. セッション委員会委員（任期：2010年9月1日～2011年8月31日）

|     |              |              |
|-----|--------------|--------------|
| 委員長 | 北本 俊二（立教大理）  |              |
| 幹事  | 並木 雅俊（高千穂大）  |              |
| 委員  | 興治 文子（新潟大教育） | 佐藤 実（東海大理）   |
|     | 田中 忠芳（松本歯科大） | 谷口 和成（京都教育大） |
|     | 種村 雅子（大阪教育大） | 新田 英雄（東学大教育） |
|     | 松尾 正之（新潟大理）  | 宮田 等（新潟大理）   |

なお、審査は次の手順で、次の本会関係者により厳正に行っています。

### 第1次審査（応募講演の評価）

領域代表者、Jr. セッション委員会委員

### 第2次審査：（講演発表者の決定）

Jr. セッション委員会委員

### 第3次審査：（講演会当日：各賞の決定）

理事、教育関係委員会委員、領域関係者、Jr. セッション委員会委員、その他（委員長の指名する者）