

第 18 回日本物理学会 Jr. セッション (2022) プログラム

日時：2022 年 3 月 12 日 (土) 8:55 ~ 12:30

方法：オンライン (ビデオ会議システム Zoom を用いたライブ配信)

発表形式：口頭発表 (講演 10 分+質疑応答 5 分)

(A ~ K の各 Zoom 会場)

8:55 ~ 9:00 開会挨拶・注意事項等

各 Zoom 会場は、メインルームの下に 3 つのブレイクアウトルームを設けています。



口頭発表 (1 件 15 分) はメインルームで順番に 3 件行います。3 件の発表後、発表者は割り当てられたブレイクアウトルームに移動・待機し、各ブレイクアウトルームで 10 分の議論を行います (参加者・審査員はブレイクアウトルームの出入りは自由)。

※ 10 分議論の後のフリーディスカッションは、ブレイクアウトルームでそのまま議論を続けても、メインルームに戻って他の参加者と議論しても、休憩しても良い時間となります。

以下、Zoom 会場毎のプログラムとなります。

講演番号のアルファベットは Zoom 会場を、4 桁の数字は講演開始時間を表しています。

(例 A0900 → A 会場 講演時間 9:00 ~ 9:15)

A 会場

第 1 部 (9:00 ~ 10:10)

A0900	石川県立小松高等学校	ヨーヨーの上昇運動のメカニズム
A0915	静岡県立科学技術高等学校	オランダの涙の形状と強度についての研究
A0930	北海道札幌北高等学校	様々な条件下におけるボンドの対破壊性についての研究
9:45 ~ 9:55	ブレイクアウトルームで議論	
9:55 ~ 10:10	フリーディスカッション (休憩)	

第 2 部 (10:10 ~ 11:20)

A1010	北海道札幌北高等学校	諸条件化におけるセロハンテープの剥離に関する研究
A1025	岐阜県立岐阜高等学校	磁性流体の特性を利用したテニスボールの感触の再現
A1040	兵庫県立小野高等学校	摩擦面の状態による動摩擦係数の変化について
10:55 ~ 11:05	ブレイクアウトルームで議論	
11:05 ~ 11:20	フリーディスカッション (休憩)	

第 3 部 (11:20 ~ 12:30)

A1120	私立逗子開成高等学校	水面での溝の形状と摩擦力の関係について
A1135	私立玉川学園高等部	金属球の回転時の摩擦力測定の研究
A1150	由利本荘市立大内中学校	良寛ミステリー ~手まりは本当に弾んだのか~
12:05 ~ 12:15	ブレイクアウトルームで議論	
12:15 ~ 12:30	フリーディスカッション (休憩)	

B 会場

第 1 部 (9:00 ~ 10:10)

B0900	愛媛県立西条高等学校	ソルボサーマル法による $MgFe_2O_4$ 微粒子の合成と交流磁場中での発熱特性
B0915	岡山県立倉敷天城高等学校	媒質の違いが相互誘導に与える影響
B0930	私立市川高等学校	磁気分離を用いた紙とインクの間離について
9:45 ~ 9:55	ブレイクアウトルームで議論	
9:55 ~ 10:10	フリーディスカッション (休憩)	

第 2 部 (10:10 ~ 11:20)

B1010	茨城県立日立第一高等学校	熱力学的観点からのハロゲン化アルカリの溶解度に関する考察
B1025	兵庫県立小野高等学校	ゼーベック効果の利用
B1040	東京都立科学技術高等学校	電子レンジプラズマの発生源とメカニズムに関する研究
10:55 ~ 11:05	ブレイクアウトルームで議論	
11:05 ~ 11:20	フリーディスカッション (休憩)	

第3部 (11:20～12:30)

- B1120 愛知県立一宮高等学校物化部コンデンサ班
B1135 私立常翔学園高等学校
B1150 国立明石工業高等専門学校
12:05～12:15 ブレイクアウトルームで議論
12:15～12:30 フリーディスカッション (休憩)

粉殻を用いた電気二重層コンデンサ (EDLC) の作製
硝酸イオン濃度の測定のためのグラフェンセンサの研究
二重コイル構造によるコイルトレインのブレーキの開発

C 会場

第1部 (9:00～10:10)

- C0900 東京都立科学技術高等学校
C0915 富山県立富山中部高等学校
C0930 兵庫県立姫路東高等学校
9:45～9:55 ブレイクアウトルームで議論
9:55～10:10 フリーディスカッション (休憩)

イオンクラフトの推進力向上に関する研究
光照射により生成する銀コロイド～銀コロイド溶液の色や銀ナノ粒子の形状と大きさの変化～
「逆ムベンバ現象」はあるのか、それはどんな温度条件で現れるのか

第2部 (10:10～11:20)

- C1010 兵庫県立加古川東高等学校
C1025 私立玉川学園高等部
C1040 秋田県立能代高等学校
10:55～11:05 ブレイクアウトルームで議論
11:05～11:20 フリーディスカッション (休憩)

物体間における影の伸縮のメカニズム解明
川の速さと流れの特徴から河川の伝統工法「聖牛」について考える
水耕栽培で発生するアオコを超音波で不活性化

第3部 (11:20～12:30)

- C1120 私立松山聖陵高等学校
C1135 西宮市立西宮高等学校
C1150 東京都立豊島高等学校
12:05～12:15 ブレイクアウトルームで議論
12:15～12:30 フリーディスカッション (休憩)

人の声を聞き分けるシステムを作る
感情表現可能な AI 音声合成システムの開発
ノイズ軽減のための透過光による脈波測定の検討

D 会場

第1部 (9:00～10:10)

- D0900 私立本郷高等学校
D0915 愛媛県立新居浜南高等学校
D0930 私立玉川学園高等部
9:45～9:55 ブレイクアウトルームで議論
9:55～10:10 フリーディスカッション (休憩)

クラドニ図形の形成条件についての研究
容器の形状が内部空気の固有振動に与える影響 - 音波の変形と密集 -
気柱共鳴実験の測定場所による測定結果の違いの研究

第2部 (10:10～11:20)

- D1010 熊本県立熊本北高等学校
D1025 国立明石工業高等専門学校
D1040 国立神戸大学附属中等教育学校
10:55～11:05 ブレイクアウトルームで議論
11:05～11:20 フリーディスカッション (休憩)

光マイクの研究Ⅲ ～2山分布によるノイズキャンセリングの可能性～
貝と音叉からみる音の世界
実験室におけるオーロラ現象の再現方法と、その観測結果について

第3部 (11:20～12:30)

- D1120 東京都立小石川中等教育学校
D1135 北杜市立甲陵高等学校
D1150 石川県立小松高等学校
12:05～12:15 ブレイクアウトルームで議論
12:15～12:30 フリーディスカッション (休憩)

ガラスの中の奇妙な波はパラメトリック励振なのか
モアレの研究
瓶から液体を注ぐときに出る音の性質について

E 会場

第1部 (9:00～10:10)

- E0900 島根県立松江北高等学校
E0915 熊本県立宇土高等学校
E0930 東京都立科学技術高等学校
9:45～9:55 ブレイクアウトルームで議論
9:55～10:10 フリーディスカッション (休憩)

透明なプラスチック表面の色彩について
分光の不思議現象
雨雲と曇りのスペクトルの分析及び吸収波長の調査

第2部 (10:10～11:20)

- E1010 私立玉川学園高等部
E1025 奈良県立青翔高等学校
E1040 岡山県立津山中学校
10:55～11:05 ブレイクアウトルームで議論
11:05～11:20 フリーディスカッション (休憩)

光ピンセット装置の開発
卓上塵気楼観察器の開発
対流によって牛乳の表面に見られる放射状の模様に関する研究

第3部 (11:20～12:30)

- E1120 岡山県立倉敷天城高等学校
E1135 私立本郷高等学校
E1150 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
12:05～12:15 ブレイクアウトルームで議論
12:15～12:30 フリーディスカッション (休憩)

水の Wakka (輪っか) ～ think in the sink ～
開水路における水の流れと物体にかかる力
泡立て器の構造と泡立て時間の関係

F 会場

第 1 部 (9:00 ~ 10:10)

F0900	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校	新幹線の先頭形状と空気抵抗
F0915	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校	「ダウンフォース」の高速鉄道への応用
F0930	国立小山工業高等専門学校	小型サイクロトロン加速器作成に向けての実験、考察
9:45 ~ 9:55	ブレイクアウトルームで議論	
9:55 ~ 10:10	フリーディスカッション (休憩)	

第 2 部 (10:10 ~ 11:20)

F1010	岡山県立倉敷天城高等学校	ブラジルナッツ効果の性質
F1025	石川県立七尾高等学校	様々な条件下におけるダイラタンシー現象の抵抗力の変化について
F1040	岡山県立津山高等学校	粒子の挙動による液状化現象の解析
10:55 ~ 11:05	ブレイクアウトルームで議論	
11:05 ~ 11:20	フリーディスカッション (休憩)	

第 3 部 (11:20 ~ 12:30)

F1120	国立神戸大学附属中等教育学校	球体に働くマグナス効果と球体の密度の関係について
F1135	私立玉川学園高等学校	ドライアイスとお湯を用いて空間を温める
F1150	北海道札幌西高等学校	スーパーセル型人工竜巻の形成過程の再現
12:05 ~ 12:15	ブレイクアウトルームで議論	
12:15 ~ 12:30	フリーディスカッション (休憩)	

G 会場

第 1 部 (9:00 ~ 10:10)

G0900	私立大谷高等学校	水の二重構造を考慮した水中の浮力に関する新規分子モデル
G0915	国立神戸大学附属中等教育学校	錨の形状による種類と効き具合の関係についての研究
G0930	私立花園高等学校 (京都)	平面下に発生する水滴の構造の研究
9:45 ~ 9:55	ブレイクアウトルームで議論	
9:55 ~ 10:10	フリーディスカッション (休憩)	

第 2 部 (10:10 ~ 11:20)

G1010	私立本郷高等学校	コップから流れる水の形
G1025	岡山県立津山中学校	氷筍の成長と水溶液の種類・pH・表面張力の関係
G1040	奈良県立青翔高等学校	音響キャビテーションを用いた水温上昇実験
10:55 ~ 11:05	ブレイクアウトルームで議論	
11:05 ~ 11:20	フリーディスカッション (休憩)	

第 3 部 (11:20 ~ 12:30)

G1120	兵庫県立加古川東高等学校	水面形状を用いた物体間に働く吸引の解明
G1135	北海道札幌北高等学校	空気砲のコアの速度はどのように減衰するか〜コアの速度の変化の様々な要因を探る〜
G1150	広島県立安古市高等学校	線香の煙の上昇速度の研究
12:05 ~ 12:15	ブレイクアウトルームで議論	
12:15 ~ 12:30	フリーディスカッション (休憩)	

H 会場

第 1 部 (9:00 ~ 10:10)

H0900	国立兵庫教育大学附属中学校	「形状の相違による紙の強度について」
H0915	私立市川高等学校	落下おもりと力学台車を糸とばねで連結させた時のばねの振動と力学台車の運動の解析
H0930	岡山県立岡山一宮高等学校	渦電流ブレーキを用いた小型マスタンパーの実用化の基礎研究
9:45 ~ 9:55	ブレイクアウトルームで議論	
9:55 ~ 10:10	フリーディスカッション (休憩)	

第 2 部 (10:10 ~ 11:20)

H1010	北海道札幌北高等学校	ベットボトルキャップの投げ方と飛距離の関係
H1025	富山県立富山中部高等学校	ガウス加速器による運動量保存
H1040	茨城県立日立北高等学校	泳ぐ人工イクラに対するアルコールの影響 Part2
10:55 ~ 11:05	ブレイクアウトルームで議論	
11:05 ~ 11:20	フリーディスカッション (休憩)	

第 3 部 (11:20 ~ 12:30)

H1120	兵庫県立宝塚北高等学校	斜面状態が模型自動車の加速度に及ぼす影響
H1135	岡山県立津山中学校	輪ゴムの運動特性に関する研究
H1150	兵庫県立加古川東高等学校	垂直軸型風車の風レンズに整流板を取り付けることによる発電量の向上
12:05 ~ 12:15	ブレイクアウトルームで議論	
12:15 ~ 12:30	フリーディスカッション (休憩)	

J 会場

J0900	国立名古屋大学教育学部附属高等学校	地球と月の二体からの太陽の摂動による月の軌道への影響
J0915	国立名古屋大学教育学部附属高等学校 ^A , 国立名古屋大学教育学部附属中学校 ^B	月を24時間追跡する一振り子を用いた装置の作成、月の引力の測定ー
J0930	長野県諏訪二葉高等学校	コイルガンを使って宇宙に行けるか
9:45～9:55	ブレイクアウトルームで議論	
9:55～10:10	フリーディスカッション (休憩)	

第2部 (10:10～11:20)

J1010	鹿児島県立鹿児島中央高等学校	地球は第2の月を捕獲できるか！～コンピューターシミュレーションによる研究～
J1025	私立豊岡女子学園高等学校	高度による宇宙線到来頻度の違い
J1040	私立豊岡女子学園高等学校	チェレンコフ光検出の最適条件～チェレンコフ光検出に適した素材は何か～
10:55～11:05	ブレイクアウトルームで議論	
11:05～11:20	フリーディスカッション (休憩)	

第3部 (11:20～12:15)

J1120	兵庫県立洲本高等学校	食品に含まれる糖を用いたハイブリッドロケット燃料の開発
J1135	岡山県立倉敷天城高等学校	廃棄される不良品プラスチックストローを固体燃料に用いたハイブリッドロケットの開発
11:50～12:00	ブレイクアウトルームで議論	
12:00～12:15	フリーディスカッション (休憩)	

K 会場

K0900	富山県立富山中部高等学校	媒晶剤による NaCl 結晶面の成長機構～光学顕微鏡を用いた NaCl 微結晶成長の経時的変化の観察～
K0915	佐賀県立鳥栖高等学校 科学部	圧電素子を用いた効率の良い発電方法を探るⅢ
K0930	岡山県立玉野高等学校	熱音響デバイスを用いた発電装置の開発に関する研究
9:45～9:55	ブレイクアウトルームで議論	
9:55～10:10	フリーディスカッション (休憩)	

第2部 (10:10～11:20)

K1010	鳥取県立鳥取西高等学校	校地内の再生可能エネルギーを利用した空調システムの開発
K1025	私立玉川学園高等部	筋電センサーを用いた弓道の研究
K1040	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校	傘にかかる力を軽減する構造についての研究
10:55～11:05	ブレイクアウトルームで議論	
11:05～11:20	フリーディスカッション (休憩)	

第3部 (11:20～12:15)

K1120	北海道旭川西高等学校	災害エスケープ ～セルオートマトンを用いた避難効率アップの可能性～
K1135	東京都立科学技術高等学校 物理数学班	授業が受けやすい教室の設計
11:50～12:00	ブレイクアウトルームで議論	
12:00～12:15	フリーディスカッション (休憩)	

A 会場

A0900 ヨーヨーの上昇運動のメカニズム

石川県立小松高等学校 代表研究者：岸千尋
共同研究者：西優香、表采良

スリーブ（落下後に空転）するヨーヨーでも手を引くと上昇運動を行う。張力と周速度に着目して実験を行うと、張力は引く力を伝えるために必要であり、2000m/min 以上の周速度は上昇運動を行う際に糸を巻き付けるエネルギーを持つことが分かった。ヨーヨーの上昇運動をハイスピードカメラで撮影して解析した後、上昇運動の有無に影響を及ぼす要因に着目して実験を行ったところ、スリーブ中に鉛直上向きに力を加えたときに瞬間的にヨーヨーに大きな張力が働くと、上昇運動した。また、ハンディタコメータで上昇運動前後の周速度を測定し、空転数と上昇運動の関係性から、周速度が2000m/min 以上では3.5～5回空転した後、ヨーヨーは上昇運動を行い、2000m/min 以下では、上昇運動は見られなかったが、3回の空転数では1度糸が絡みついて停止した後重力によって下降し、2回の空転数では停止せずに重力によって下降した事が明らかになった。これより、1800m/min は糸がヨーヨーに巻き付いてヨーヨーが固定されるために必要な回転数であり、2000m/min は上昇運動を行えるエネルギーを持つと考えられる。急激な張力が働くのはヨーヨー内部のベアリングが、巻き付いた糸により動かなくなることで、糸が張り、重力に引っ張られるからであると考えられる。ヨーヨーの上昇運動は、手を引くことによりヨーヨー本体が鉛直に投げ上げられるが、ヨーヨーは慣性によって回り続けることで、たゆんだ糸が絡みついて一瞬で上向きの力が働き、残った運動エネルギーによっておこる。引く力を5Nに固定すると、周速度は2000m/min 必要で、空転は約4回以上行われる。

A0915 オランダの涙の形状と強度についての研究

静岡県立科学技術高等学校 代表研究者：平井萌乃
共同研究者：松下真歩

オランダの涙（以降「涙」）は涙の丸みを帯びた部分（以降「頭」）をハンマーで叩いても割れないほど頑丈な強化ガラスである。これは、涙を急冷させることによって内側には引っ張り力が発生してひずむためである。しかし、細くくびれた部分（以降「尾」）をペンチで折ると簡単に砕けてしまう。この尾という弱点を無くすことができれば、さらに強度の高い涙になるのではないかと考えた。本研究では、尾を無くすような形状加工はできるのか、また形状加工させても強度は保たれているのかを実験によって確かめた。1s～30sの範囲内で尾を再加熱すると、尾の部分のひずみは消えたが頭部のひずみに変化は見られなかった。また、再加熱した涙は加熱時間によらずすべて尾から削ることができた。これらの涙の強度を衝撃実験で確認すると、形状加工した涙の強度は無加工の涙と比べて下がっていないばかりか、むしろ無加工の涙よりも強くなっているように見えた。衝撃実験で砕けなかった涙のひずみを見ると、尾はひずみの境目で割れているように見えた。尾を再加熱することで涙全体に影響を与えることなくひずみを途切れさせ、安全に尾を無くすことができた。尾を取り除いたことで涙の強度を上げることができるとい結果を得た。

A0930 様々な条件下におけるボンドの対破壊性についての研究

北海道札幌北高等学校 代表研究者：土門慎之介
共同研究者：山本竣己、門田侑大

昨年までの実験より、木工用ボンドの乾くまでの時間はボンドに含まれる酢酸ビニル樹脂の質量または水の質量によって変化することが分かった。そこで、ボンドの対破壊性、つまり力を加えた時の接着面とボンド間の結合の破壊しやすさ、の変化にも酢酸ビニル樹脂または水の質量が関係しているのか疑問に思い、成分の異なる二種類のボンドを用いてボンドの対破壊性の実験を行った。さらに、様々な条件下での接着時の対破壊性の変化についての実験も行った。その結果、ボンドの成分を変えるまたは他の条件を変えることで対破壊性に変化が起きることが分かったので報告する。

A1010 諸条件化におけるセロハンテープの剥離に関する研究

北海道札幌北高等学校 代表研究者：佐々木順平
共同研究者：谷村宇海、阿部翼、小川結稀

我々は「セロハンテープをいかに綺麗に剥がすことができるか？」というテーマで研究している。現在は主にセロハンテープを引っ張る力とはがれるまでの時間の関係について調べており、昨年度の実験でセロハンテープが剥がれるまでにかかる時間は引っ張る力が大きくなるにつれて減少すること、セロハンテープを貼る紙のしなりが小さいほどセロハンテープが剥がれるまでの時間が長くなることが分かった。本報告では、セロハンテープがはがれる速さははがし始めてからの経過時間によらず一定であり、セロハンテープの表面温度が高いほうが速くなること、気温が高いとセロハンテープに紙の繊維が付着しやすいたことが判明した。

A1025 磁性流体の特性を利用したテニスボールの感触の再現

岐阜県立岐阜高等学校 代表研究者：平塚大晴
共同研究者：館林慶、中村彩葉

磁性流体は磁場をかけることで粘性が変化し、その性質は主にスピーカーや車のダンパーなどに利用されている。しかし、本研究では磁性流体は磁場をかけると弾性を持つことに着目した。弾性力の変化の規則性を捉えること、また、それを利用して磁性流体の弾性力を自在に変化させることで、物体の感触を再現することを目的とした。この性質の利用が技術として確立すれば、感触という情報も、音声や映像同様に遠隔で伝えることができ、「感触がわかるテレビ」などが実現するかもしれない。今回は、特に軟式テニスボールを対象として弾性力の再現を目指した。

実験では、磁性流体に磁場を与えるために用いたネオジム磁石の数や種類を変えることにより、磁性流体中の磁束密度を変化させた。また、磁場中にある磁性流体を押し、押し縮められた長さ x と反発する力 F の関係がどのように変化するかを調べ、 $F-x$ グラフを作成した。その結果、磁束密度の大きさと $F-x$ グラフの傾きに関係を見出すことができた。

本研究で得られた考察から、ネオジム磁石では軟式テニスボールの弾性を再現することは難しいが、電磁石などを用いて磁束密度をさらに大きくすれば、再現することができるだろうと考える。

A1040 摩擦面の状態による動摩擦係数の変化について

兵庫県立小野高等学校 代表研究者：五藤歩果
共同研究者：三ツ井みらい、松本雄人

私たちは紙やすりについている凹凸の高さと、動摩擦係数がどういった関係を持っているのかを研究している。まず写真を撮影することのできる顕微鏡を用いることでやすりの断面の正確な高さの測定を行うことができた。また、加速度、速度、移動距離を測定することができるカーセンサーと定滑車を用いることで正確な速度を測定することができた。速度変化から動摩擦係数を測定し、そこから得られる結果について考察したところ、ある程度の突起の密度を持つ紙やすりにおいて、紙やすりに付着している石の高さと動摩擦係数には相関があると推測できる。

A1120 水面での溝の形状と摩擦力の関係について

私立逗子開成高等学校 代表研究者：高取蓮

皆さんは長風呂等でしわしわになった手により濡れたものが掴みやすくなった経験はないだろうか。少し話を広げると、車にはタイヤに溝がついているが、これは自動車などが水の溜まった路面などを走行中にタイヤと路面の間に水が入り込み、摩擦力が失われることで滑って操縦が効かなくなるハイドロプレーニング現象を防止するためである。このことより接している面積が等しいとき、溝がないものよりもあるものの方が摩擦力は大きくなり、溝の形状においては水のかき内における溝の容積（溝がある物体を水に入れた際の底面から水面の高さまでの部分の溝の容積）が大きい方が摩擦力が大きくなる、という仮説を立てた。このとき、ここで扱う摩擦力は溝がついている物体が接している面から受ける動摩擦力と定義し、水面での溝の形状やその有無と摩擦力との関係について研究することにし、実験を行った。底に溝をつけた物体Aを制作し、それを水を入れた水槽の一端に置き、もう一端から一定の力で引っ張る。このとき、時間がかかればかかるほど摩擦力が大きいとし、形状Aの溝の形状を変えて同様に実験しデータを比較した。この実験では、溝の有無と摩擦力の関係については現時点では結論を下すことができなかったものの、溝の形状と摩擦力の関係については、水のかき内における溝の容積が大きい方が摩擦力が大きくなる。但し、溝の容積を大きくしすぎたものや溝の高さに対して溝の横幅の割合が高いものでは摩擦力にむらができ安定した操作ができなると分かった。

A1135 金属球の回転時の摩擦力測定の研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：池田尊哉
共同研究者：浅倉ゆい

今回実験をし、新たな疑問がいくつか出てきた。球体の特性を今回細かく分析できていなかったの、詳しくそこも調べていく予定である。上級生の展望課題「球の表面を意図的にヤスリで傷をつけ、球の表面の状態と転がり摩擦の速度依存性を検証する」【1】がある。これについてもこれから視野に入れて研究していきたい。

A1150 良寛ミステリー ～手まりは本当に弾んだのか～

由利本荘市立大内中学校 代表研究者：鈴木一世
共同研究者：川村寧々、伊藤颯汰

絵画の好きな自分が安田韋彦の「良寛像」を授業で目にしたことから始まった研究である。凜とした良寛の手元にある小さな鞆。良寛は自分を手まり上人と呼ぶほど手まりを愛していた。江戸末期、彼は雪深い新潟の春に、小さな子どもたちと日暮れまで手まりを楽しんだ。良寛がなぜ膝をついて手まりをついたのか、手まりは弾まなかったからではないか。実際にゼンマイ綿で良寛と同じ手まりを作り、装置で落とすことによってその弾性を確かめている。最も弾む手まりの条件を見つけたとき、それが200年前の良寛が作った鞆と同じ条件であった。物理実験からたどり着いた手まりの最適な大きさと、文献から得た良寛手まりの大きさが200年の時を経て一致した。物理研究によって200年前の人物像を考察できることに感動を覚えた。

B 会場

B0900 ソルボサーマル法による MgFe₂O₄ 微粒子の合成と交流磁場中での発熱特性

愛媛県立西条高等学校 代表研究者：黒川朔椰
共同研究者：堀智裕、高橋大和、渡地春陽

本研究では、従来とは異なる合成条件によるソルボサーマル法で、交流磁場中で著しく発熱するマグネシウム・フェライト MgFe₂O₄ の合成に成功した。このような交流磁場中で優れた発熱能力を有する磁性材料は、癌の誘導焼灼治療に応用することが期待できる。この発熱機構を明らかにするために、粒子径と磁気特性に着目し、発熱能力への影響を考察した。

B0915 媒質の違いが相互誘導に与える影響

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：彌元皓成
共同研究者：古米優太、河村拓海、中川浩明、福本侑生

電磁波は媒質によって減衰の様子が異なるということを知った。そこで、媒質の中でもどのような変数が電磁波の減衰に影響を与えるのか疑問を持った。しかし、電磁波を用いた実験は困難であったため、今回は磁場の変化のみに焦点をあてて実験を行った。磁場の変化を相互誘導という現象を利用して、電圧の比(=相互誘導後の電圧/相互誘導前の電圧)を測定し観察した。

まず、媒質の種類を空気、水、食塩水(水3Lに食塩5g、10g、15g、20g)の6種類に設定し、電圧の比を測定した。その結果、電圧の比は小さい順に空気、水、食塩水となった。また、食塩水の場合、濃度が大きくなると、電圧の比も大きくなる傾向があった。

次に、濃度に注目し、媒質の種類と濃度を食塩水、砂糖水(水3Lに食塩、上白糖0~300g)に設定し、電圧の比を測定した。食塩水では、溶質の質量が15gあたりに電圧の比にピークがあった。砂糖水では、電圧の比の変化はほとんど見られなかった。しかし、周波数を変えると、食塩水の電圧の比の変化は異なった。

食塩水と砂糖水を比べると、濃度を変えたときの電圧の比の変化に大きな違いが生まれた。このことから、電圧の比は電離する媒質と電離しない媒質で違いがあると考えた。そこで、電離する媒質では、電圧の比が大きくなり、一方しない媒質では小さくなると結論付けた。さらに、媒質の濃度を変えた時に、電離する媒質では電圧の比が変化し、しない媒質では変化しないと結論付けた。

この結果は、海中での非接触の電力輸送技術の開発に活用できるのではないかと考える。

B0930 磁気分離を用いた紙とインクの分離について

私立市川高等学校 代表研究者：稲葉慎太郎

古紙のリサイクル工程の二酸化炭素排出量を削減する為、化学物質を用いず永久磁石を用いた紙とインクの磁気分離を考察し、原理実証の為の実験を行った。紙とインクの界面張力を上回る磁気分離に起因した力の差は得られないと考え、まずはインクの塗布量に応じた分離を確認することで、磁化率の差による分離の原理を実証することを試みた。実験は二つに分け、実験1では紙とインクを含めた様々な試料の磁気勾配環境下での挙動を観察し、磁気分離が可能である質量磁化率の範囲の導出を試みた。結果、 5.634×10^{-6} emu/g以上の絶対値の質量磁化率を持つ試料であれば、挙動が明確に確認できることが判明した。実験2では実験1で得た最も分離の可能性の高い紙とインクの組み合わせ7種類を用いて磁気分離を行った。結果、コピー用紙と強磁性インクの組み合わせの際、インクの塗布量に応じて飛距離の変化が見られた。なお、磁気的な力以外の重力や空気抵抗の影響をできるだけ軽減するため、実験は3.2m、あるいは1.5mの高さから自由落下させ、100Paに減圧した容器中で行っている。実験装置の構築には、大阪大学で考案された方法(Scientific Reports 6, 38431 (2016).)を参考にした。塗布量の少ない部分のインク浄化工程を省略または軽減することで二酸化炭素排出量を削減できると考えた。

B1010 熱力学的観点からのハロゲン化アルカリの溶解度に関する考察

茨城県立日立第一高等学校 代表研究者：増田青葉

一定温度、一定圧力の下で、溶質が一定量の溶媒に溶ける限界量を溶解度という。一般に、溶解度は溶媒100gに溶けうる溶質の質量“g”で表される。高等学校の化学では、水100gに溶ける溶質の限界量が溶解度として取り扱われている。

イオン結合をする溶質として塩があり、NaClが代表例に挙げられる。アルカリ金属の塩化物の溶解度は周期が上がるにつれて、単に増加または減少ではなく極小の値をとるような傾向があった。一方、アルカリ金属のフッ化物や臭化物、ヨウ化物の溶解度はこれとは異なる傾向がみられた。そこで本研究では、結晶構造が単純な単原子イオン同士から成るイオン結晶の代表例として、ハロゲン化アルカリに着目し、その溶解度について、溶解時のイオンの安定性の点から評価した。本研究より、物質の溶解度は、物質を構成する原子、イオンおよび分子の半径と深く関係しているということを明らかにできた。

B1025 ゼーベック効果の利用

兵庫県立小野高等学校 代表研究者：栗城航太
共同研究者：岡崎由征、児玉健一郎、村上仁一朗

本研究では、ペルチェ素子を用いて温度による発電を行った。まず、LED(赤、黄、青、緑、白)が発光するときの電圧を調べ、次にペルチェ素子の電圧と温度差の関係について調べた。これにより、LEDが発光する最適な温度差を知ることができた。太陽電池とペルチェ素子をつなげて、ゼーベック効果を生じさせようとしたが実験を進めていくうちにこれらには相反する性質があることが分かった。

B1040 電子レンジプラズマの発生源とメカニズムに関する研究

東京都立科学技術高等学校 代表研究者：田中亮介

私は電子レンジ内で発生するプラズマについて、発生源やメカニズムについて疑問に思い、研究を始めた。電子レンジ内で砂およびミョウバンの上に置いた細長い導体(シャープペンシルの芯および銅線)を加熱することで生じるプラズマを、分光器、スペクトルアナライザを用いて、発光スペクトルの時間経過を観測する。またその際に用いた試料をEDSによる表面分析にかけ、含有する元素を分析した。その結果、どの組合せでもNa、Kによる発光と思われる輝線と670nm付近の輝線が発生した。砂ではNaがミョウバンではKの輝線の強度がそれぞれ強くなった。また、銅とシャープペンシルの芯とは芯の方が670nmの輝線が強く出ている。670nm付近輝線はLiの可能性があるのでないかと考えられる。各生成物は、それぞれ敷いていた砂やミョウバンの元素を含有していた。また加熱前と比べ、加熱後の導体周辺では砂はNa Al K Ca Si Fe Mg、ミョウバンではK S Alの減少が見られた。1回の実験中にプラズマは断続的に複数回発生し、導線の数が多い方が発生する回数が多かった。本研究より電子レンジプラズマは、①マイクロ波が導体に照射され、導体に電流が流れる②導体の先端、交点に電場が集中し、放電が発生する③先端付近のNa、K等の可視光領域で発光しやすいものがプラズマとして現れるという過程により発生、観測できると考えられる。今後は発光物質や導線の形状を換えて実験を行い、電子レンジプラズマの発光メカニズムの解明を進めていきたい。

B1120 初殻を用いた電気二重層コンデンサ (EDLC) の作製

愛知県立一宮高等学校物化部コンデンサ班 代表研究者：花村徹郎
共同研究者：木村太一、森陽亮、西山颯馬、溝呂木健太

我々は本研究で、廃棄物である初殻を電極として利用した電気二重層コンデンサ (Electric Double Layer Capacitor, 以下 EDLC と記載) の開発に向けて、試作品の作製と、その特性の研究を行なっている。EDLC では、炭化物に「賦活」という操作を行い作製された活性炭が極板表面に塗布される。我々が初殻炭にアルカリ賦活を行ったところ、初殻活性炭の表面積が市販のヤシ殻活性炭の表面積に比べ約 1.3 倍向上する事が分かった。

B1135 硝酸イオン濃度の測定のためのグラフェンセンサの研究

私立常翔学園高等学校 代表研究者：美馬涼太
共同研究者：小田愛佳、松浦諒平

本研究では、三種類の電極材料を用いて拡張ゲート電界効果トランジスタ (EGFET) を作成し、金電極、単層グラフェン電極、多層グラフェン電極での対照実験を通してそれぞれの違いについて考察を行った。また、硝酸イオンの選択的検出や測定の安定化を目的として単層グラフェン電極にプローブ分子として TEAC を修飾し、通常の単層グラフェン電極との対照実験をすることで TEAC の効果や有用性について考察を行った。その結果、多層グラフェン電極には H^+ が、単層グラフェン電極には H^+ に加え、硝酸水溶液が高濃度の場合には NO_3^- が吸着していると考えた。また、単層グラフェン電極へのプローブ分子の吸着によって測定結果が変化することが分かった。

B1150 二重コイル構造によるコイルトレインのブレーキの開発

国立明石工業高等専門学校 代表研究者：藤島明日香
共同研究者：田中菜月

両端に球形ネオジム磁石を付けた電池の電車がコイル内を走る「コイルトレイン」は、電池からコイルに流れる電流による磁場と、磁石の磁場により電車の推進力が起こる。われわれは、このコイルトレインに着目し、電車を停止させるブレーキの開発を目指した。ブレーキの方式として、レールとなるコイルの外側にさらにコイルを巻いて電流を流す二重コイル構造を採用し、電車の走行と反対向きの力を発生させ、電車の動きを制御することを考えた。まず予備実験として、電車の通過時に、電源に接続していない外側コイルに流れる誘導電流の測定を行った。外側コイルには電車の通過時に正負や大きさが瞬間的に変化する複雑な電流が流れることが分かった。そして、実際に外側コイルに電流を流した場合の電車の走行速度について、外側コイルに流れる電流の大きさによってどのような変化があるか調べた。ブレーキに必要な電流を計算によって考察したところ約 9.4[A] 必要であると推測されたが、外側コイルの線径や発熱を考慮して、2[A] と約 4[A] を流す実験を行った。外側コイルに約 4[A] を流したとき、電車の速度が外側コイル通過時に明らかに変化したため、大電流に耐えうるコイルを用いることでブレーキの実現可能性があるといえる。

C 会場

C0900 イオンクラフトの推進力向上に関する研究

東京都立科学技術高等学校 代表研究者：山崎陽希
共同研究者：原清貴、下海海人

本研究はイオンクラフトの高推進力化を目的に研究を行った。近年、地球温暖化などが世界的な問題として挙げられており、化石燃料の使用を抑えようとする動きがある。しかしながら、主要な旅客機においては化石燃料が必要不可欠なのが現状である。そこで我々はジェットエンジンに変わる次世代の推進力を発生させる装置を開発ができないかと考え、イオンクラフトに着目し研究を行った。イオンクラフトは片側を放電のしやすい形状、片側を幅の広い電極で構成され空中を浮上する装置のことを指す。我々は電極の先端部分を増やすと高効率化が図られると考え、本研究では八木・宇田アンテナから発想を得た形状の電極を作製し、推進力の測定を行った。その結果、銅線 1 本の通常のものより推進力を 3 倍に増加させることができた。更に加工した導線の先端形状の違いにより、推進力がどの程度変化するのかも実験を行い、ニッパで切断して先端部に尖った部分があると更に 1.5 倍に推進力が向上することも分かった。また、先端部をモデル化して電場シミュレーションも行い、電場の様子を視覚的に示し、考察を行った。今回の実験では先端部分を多くし、さらに尖らせたことにより電場が強くなり、イオン化する気体の量が増え、陰極へ向かう速度が速くなったことでイオンクラフトの推進力が向上したと考えられる。

C0915 光照射により生成する銀コロイド～銀コロイド溶液の色や銀ナノ粒子の形状と大きさの変化～

富山県立富山中部高等学校 代表研究者：本郷巧望
共同研究者：小林瑞葉、日吉綾香

昨年の研究で、 $CMC-Na$ (カルボキシメチルセルロースナトリウム) 1.3g/L と $AgNO_3$ 0.002mol/L の混合溶液に、太陽光、白熱電球、白・赤・橙・緑・青色の各 LED、UV-A、UV-B、UV-C の光をそれぞれ照射した結果、470nm 近傍の青色光を含む光源からの短時間の照射で赤褐色の銀コロイド溶液が生成することがわかった。これら赤褐色溶液の吸光度スペクトルは、銀ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴に起因する吸収波長 420nm 付近にピークがあり、赤色波長領域にかけてならぬ吸収があったので、コロイド粒子の大きさにばらつきがあり、比較的大きな粒子も存在することが推察された。今年は、銀コロイドが生成する光の波長をさらに詳しく知るため、420nm、455nm、470nm、530nm の高出力で波長幅の狭い 4 種類の LED 光を 1 分間照射した。その結果、波長 420nm の光照射では 420nm にシャープな吸収ピークをもつ透明度の高い黄色溶液になり、455nm、470nm でも橙色に呈色したが、530nm の緑色光では呈色しなかった。そして、反応条件の異なる複数のコロイド溶液の銀ナノ粒子の形状と大きさを調べるために SEM と TEM による観察を行った。その結果、銀コロイド粒子の形状は球状ではなく主に平板やそれらが組み合わさった形になっており、電子線回折の結果からは銀結晶の FCC 構造の [111] 面が表面である六角形の板状結晶が合わさっている可能性が考えられた。青色 LED 電球 (470nm) の照射で生じた銀粒子は粒径数 μm 、厚さ 100nm 以下で、板状粒子が合体した形も散在していた。420nm の高出力光照射で生じた銀粒子は、大きな結晶化した粒子は少なく、板状粒子と小さな細かい粒子で構成されていた。

C0930 「逆ムペンバ現象」はあるのか、それはどんな温度条件で現れるのか

兵庫県立姫路東高等学校 代表研究者：多田明良
共同研究者：中農拓人、菅原楓、志村実咲、山浦奈々、藤原萌々美

逆ムペンバ現象は、同じ条件で温めた場合、水が完全に溶け終わるまでにかかる時間が、水の温度が低いほど相対的に短くなるとされる現象である。その存在の可能性は 2020 年に初めて指摘されたが、まだ確認が得られていない。筆者らは、逆ムペンバ現象の存在の有無を明らかにすることを目的に研究を行った。筆者らは本研究で逆ムペンバ現象の存在を確認した。逆ムペンバ現象は不規則に起こるが、恒温器内の温度によらず、 $-20^{\circ}C$ 以下の水が融解する場合に常時みられる。水が溶け始めるまでの時間は、水の温度が低いほど長く、この関係が逆転することはない。逆転 (逆ムペンバ現象) が起こるのは、水が完全に溶け終わるまでの時間においてである。 $0^{\circ}C$ 以上の液体状態の精製水では、逆ムペンバ現象はみられない。水と恒温器内の温度差が小さいと、水が完全に融解するまでの時間は、庫内温度が低いほど長くなる。10～15 $^{\circ}C$ では、水と恒温器内の温度差が大きいほど逆ムペンバ現象は起こりやすいが、20 $^{\circ}C$ 以上になると、温度差の大きさと逆ムペンバ現象の起こりやすさに相関関係はみられなくなる。ムペンバ現象に関する先行研究で、その原因として不純物の混入があげられているが、今回の実験では精製水を用いており、不純物の混入が逆ムペンバ現象の原因とは考えられない。

C1010 物体間における影の伸縮のメカニズム解明

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：青木優太
共同研究者：小倉朱理、北口龍之介、村田愛捺

2 つの物体の下に影が存在しているときに、その 2 つの物体を近づけると影が伸びる現象がある。この際、物体自体は変形しておらず、影だけがある一点から吸いつくように伸びている。この現象の原因として、先行研究では物体の側面の反射が挙げられていたが、我々がそれを確認するために行った予備実験では、薄い紙でも現象を確認でき、物体の側面の反射は関係していないと考えた。また、先行研究では、この現象は影の中に見ることができるもう一つの影 (以降、「内影」と呼ぶ) によるものであり、2 つの物体を近づけると内影が変形、移動して元々見ることのできた影からはみ出して、影が伸びると発見していた。我々は、内影が観察されない場合でも影が伸びる現象が確認できたため、内影は二次的な産物ではないかと考えた。実験を進める中で、光を広範囲に均等に広げることができるなどの利点があるプロジェクタを光源にしたところ、プロジェクタで投影された物体と CD などの物体の 2 物体であっても同じ現象が現れることに気付いた。実在する 2 物体よりも単純化できるので、この方法で影の伸びを観察することとした。物体とスクリーンの距離を長くすると影の伸びが拡大されるので、影の伸縮の大きな要因は光の回折としてよいだろう。

C1025 川の速さと流れの特徴から河川の伝統工法「聖牛」について考える

私立玉川学園高等部 代表研究者：持田貴大

まず、聖牛の模型を作り、川の流れについて実験を行った。この実験での目標として、自然や生物にも適した川の流れを再現してみようと考え、釜無川で見学した「聖牛」の模型を作った。「シュロ縄」でかごを編み、「麻ひも」で木と木を結び組み立てた。模型でも環境に配慮した。河川にあるコンクリートのブロックは、実験ではレンガを用いた。レンガと「聖牛」ではどちらを置いた時の速さが遅く、緩やかになるのかを実験した。

C1040 水耕栽培で発生するアオコを超音波で不活性化

秋田県立能代高等学校 代表研究者：播磨前
共同研究者：梅田侑希, 佐々木悠

アオコは富栄養化が進んだ湖沼等で微細藻類が大発生し、水面が青緑色になったものである。八郎湖では、夏季になるとアオコが発生し、水質汚染や悪臭の原因となっている。また、アオコは水耕栽培でも発生してしまう。コロナ禍で家庭菜園が急速に普及している。これまで直射日光を遮断したり、葉の散布を行ったり殺菌灯の設置など対策されてきた。しかし、これら対策にはデメリットが多かった。そこで、微生物の細胞を破壊でき、かつ人体に影響がないという利点を持つ超音波キャビテーションを利用してアオコの不活性化を考えた。実験方法として、実際に水耕栽培でルッコラを育て、アオコを発生させた。1つ目の実験はアオコがついているルッコラを入れたビーカーを2つ用意し、片方は照射しないものとし、もう一方は超音波照射器を使って間接照射を4日間行った。光学顕微鏡で実験の前後のアオコとルッコラの根の細胞膜の様子を観察した。結果として根とアオコの細胞膜は破壊されなかった。その結果をふまえて「照射時間を増やす」「照射日数を増やす」また照射にムラがないように「ビーカーの体積を小さくする」といった実験方法の変更をした。2つ目の実験は[A]1時間間接照射[B]2時間間接照射[C]照射なしで7日間行い、1つ目の実験と同じように実験の前後でアオコとルッコラの細胞膜の様子を光学顕微鏡で観察した。実験終了後、照射時間の違いによるアオコとルッコラの根の細胞膜の破壊状態を数値的に判断するために、紫外線可視分光光度計を用いて各波長における吸光度を調べた。

C1120 人の声を聞き分けるシステムを作る

私立松山聖陵高等学校 代表研究者：清水海輝
共同研究者：藤本紗那, 美佐田さくら, 仲原勇希

本研究では、人間の声の特徴を明らかにすることによって、パソコン上で誰の声を認識できるシステムをつくることを目的とした。日本語母音をフーリエ変換するとスペクトルのピークが周期的に存在する。本研究では、そのピークの大きさの変化に、人物を特定する特徴が含まれていると考え、本人と他の人物のスペクトルのピークの大きさの変化を相関係数により比較した。結果として、スペクトルのピークの大きさの変化には個人差があり、本人と他人では相関係数の値に違いが存在したが、その値だけでは個人を特定することは難しかった。しかし、声の高さ（基本振動の値）の情報を加えて比較すると、高い割合で本人と認識できた。

C1135 感情表現可能なAI音声合成システムの開発

西宮市立西宮高等学校 代表研究者：和田遙大
共同研究者：山崎航, 松本侑大, 西出皓貴

私たちが行っている研究の目的は、合成音声を誰の声でも作成できるようにし、病気で声を失ってしまう人の「声を保存したい」という要望に応えられるようにすることである。昨年度、一昨年度の研究では、音声を作り出し、それをつなぎ合わせて声を作るという方式で最適な音声合成の方法を探った。しかし、最近では音声合成で感情を表現するには、ニューラルネットワークなどのAIを用いることが主流である。そこで今回私たちはgoogleの開発した「tacotron2」という音声合成システムの構造から学び、tacotron2単体では作成できない日本語を出力させるための前処理等を組み込んだAI音声合成システムの開発を試みた。必要なみ3つの構造Encoder,Decoder,VocoderのうちEncoder,Vocoderの開発に成功した。

C1150 ノイズ軽減のための透過光による脈波測定の検討

東京都立豊島高等学校 代表研究者：蒲池真優

本研究では、透過光を用いた脈波測定においてどのようにすれば検出される脈波の波形をきれいで読み取りやすい波形にできるか、について研究を行った。発光部と受光部からなる実験装置を用意し、発光部から受光部に人差し指を入れ、受光部からの出力電位をオシロスコープで観察した。この時のオシロスコープ上の波形がきれいになるよう条件を変えながら実験と考察を行った。その結果、測定対象の指が動かないよう固定すること、発光部には波長が赤色(640nm)か赤外線(940nm)のLEDを用いること、発光部の光の強度は「強すぎず、弱すぎない」範囲に調節すること、実験装置の周囲は箱などで覆い、室内光が受光部に影響しないようにすること、などが重要であることがわかった。本来であれば組み合わせが良いものは波長の範囲が近いことが多いのだが、この組み合わせでよかったのは、光が生体を透過しやすい波長域である「生体の窓」に赤色LEDが該当するため、組み合わせが良かったということがわかった。

D 会場

D0900 クラドニ図形の形成条件についての研究

私立本郷高等学校 代表研究者：赤澤佳
共同研究者：堀田悠真, 江花一輝, 西本社, 鹿野健裕, 長田宗也

クラドニ図形とは、板を振動させ、板の上に軽い粒状の物をまいたとき、板の振動する部分の粒状の物が弾き飛ばされ、振動が弱い部分に集まるためにできる幾何学模様である。1つの波源から波を発生させ、それが反射するとき、定常波ができない場合には波は弱まってしまわず、クラドニ図形でいえば粒が動かないはずである。そして定常波が生れるのは、周波数が固有振動数のときだけである。以前の研究でクラドニ図形が形成される条件は大きめにわかっていた。そこで今回はより詳細な条件を調べるために、振動の強さを変化させて実験を行い、クラドニ図形が形成される周波数の範囲を調べた。また、その後、クラドニ図形の形成条件を調べるために円形の板を用いてその半径を変化させて実験を行った。それらの結果から、クラドニ図形は、音量つまり振幅が大きいほど広くなる固有振動数に近い値の範囲でクラドニ図形形成されること、固有振動数のとき、波の半波長が半径の整数倍であるため、円板の半径が小さいほど固有振動数の間隔が小さいこと、クラドニ図形が形成される範囲について半径による変化はないことが分かった。

D0915 容器の形状が内部空気の固有振動に与える影響 - 音波の変形と密集 -

愛媛県立新居浜南高等学校 代表研究者：大岡奨馬
共同研究者：日野航, 本藤大騎, 大西悠月

私達の先輩方はしずく型共鳴管の固有振動数を測定して解析した結果、管長よりも短い共鳴音波しか観測されないことを明らかにした。私達は、この現象に興味を持ち、しずく型共鳴管の形状要素を含んだ球形、円錐形の管端を持つ共鳴管における音波の反射の様子を検証し、共鳴音波が短く算出される原因を明らかにすることを目的に研究を行った。共鳴管は、精密にカットした発泡スチロールを型に石粉粘土や厚手の和紙を用いて円錐形や球形の管端を作製し、円筒形の亚克力パイプに接続した。これにより、身近な3Dプリンターで作製できるものよりも大型かつ表面が滑らかであり、遮音性に優れたものを作製することができた。固有振動数の分析は、共鳴管にホワイトノイズを与えてパワースペクトルを分析した。また、波形の分析には、自作した小型リボンマイクを使用した。さらに、音波の進行の様子を作図し、実験結果と比較することで、詳細な反射のメカニズムを考察することができた。研究の結果、円錐管端では反射した音波の影響により、管端付近での音圧変化が大きいことで共鳴音波の波形が従来の定常波の形状に対してややぶれるように変形し、それが固有振動数に影響することや、球形管端（閉管）では、反射した音波が密集する焦点のようなエリアが存在しており、管端と反射音波の密集エリアにて3段階の反射が生じ、さらに音圧変化によって音波が変形するという2つの現象が同時に起こり、固有振動数が影響を受けることを明らかにした。

D0930 気柱共鳴実験の測定場所による測定結果の違いの研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：荒井海彦

本研究では、低周波発振器にスピーカーをつなぎ机の上30cm程度に設置した気柱共鳴装置で実験を行い、音量センサーの位置を変えて音量が最大になる気柱の長さを測定し、どこで測ることで、発振器を出した音と共鳴した音が同じ周波数になるのかを調べ考察した。実験は4種類おこなった。音量センサーの位置が気柱と音源から一定の距離になるように、音源より後方、中間地点、閉管側の3つの位置の円周上を15度ずつ測定し360度分の測定を行った。また音源と気柱の中間地点を中心に360度音源から気柱の方向にかけても測定して比較した。音源の振動数は2250kHzで測定。この実験の結果、閉管の閉じている方で測定すると360度円周上のどの場所でも誤差が少ないことがわかり、気柱共鳴実験は気柱開口部より音源から遠い側（閉管側）で測定すれば一定の測定値が得やすいことがわかった。

D1010 光マイクの研究Ⅲ ～2山分布によるノイズキャンセリングの可能性～

熊本県立熊本北高等学校 代表研究者：轟木義斗

共同研究者：佐藤蓮、前田大翔、村上勝悟、岩永卓士、松田隼、山崎隆吉、香西賢太郎、山村夏樹、小川竜真

私たちは2年前から「光波マイクロフォン」略して「光マイク」の研究を継続して行っている。光マイクで音が通過した時にできる「2山分布」現象について、①「2山分布」は互いに逆位相である、②「2山分布」の性質を利用してノイズキャンセリングをすることができる、以上2点の仮説を立てて実験を始めた。オーディオインターフェイスを用いて2山分布を同時録音して逆位相を検証。そして、2山分布の一つを位相反転、互いを重ねることでノイズキャンセリングに挑戦した。結果①「2山分布」は逆位相であることを間接的に示唆、②ノイズキャンセリングにより高周波が低減し、2山分布のみ増幅する可能性がある、以上2つの結論を導いた。ただしノイズキャンセリングに関しては低周波除去ができていない。ノイズの発生源をさらに研究する必要がある。

D1025 貝と音叉からみる音の世界

国立明石工業高等専門学校 代表研究者：北光一

共同研究者：山本一輝

日本は海に囲まれている。皆様の中にも子供の時に貝を耳に当ててみた人がいるだろう。貝を耳に当てたら「ザー」という音がすると同時に、同じ種類の貝であっても大ききさやその他の条件で音が違うということに気がついた方もいるのではなかろうか。本研究では、貝の内部の音を調べ、考察することを目的として予備実験として閉管音叉内部の音の振動数の変化について調べ、考察を行なった。結論として、貝の内部形状は複雑で、振動数は音叉と比べ複雑で多く、音の高さもバラバラだった。

D1040 実験室におけるオーロラ現象の再現方法と、その観測結果について

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：藤林廉

本研究は実験室における「オーロラ現象の再現方法とその観測結果」を研究テーマとしている。まず最初にオーロラの再現実験を行った。その実験は、実際に宇宙で見られるオーロラの原理に基づいている。2回の実験を通した結果、オーロラらしきものを見ることはできた。しかしオーロラと断言できないので分光計測による確認を今後行う。その後オーロラを確認できた、「オーロラの明るさ」と「オーロラの色」についての研究を、実験や参考文献などを利用して進めたいと考えている。その内容についても発表当日には触れることができる予定である。

D1120 グラスの中の奇妙な波はパラメトリック励振なのか

東京都立小石川中等教育学校 代表研究者：小河原社太

共同研究者：奥田結梨

ブランデーグラスに水を入れてグラスハープの要領で音を鳴らす時、水面の縁を一周するような定常波が見られる。本研究はこれが「パラメトリック励振」であることを確かめた。そのために、生じた波の振動数をその波長から求め、指が与えたグラスの振動数との比がパラメトリック励振の特徴である1:2になることを示した。台所のボウルに水を入れて側面をたたいたときもよく似た現象が起こる。私たちはこれと同等な、水槽にアクリル板を入れてバイブレーターで振動させる実験を行い、この時も、生じる波の振動数とバイブレーターが加えた振動数の間に同じ関係が成り立つことを示すことができた。これらの実験において生じる定常波はパラメトリック励振である。

D1135 モアレの研究

北杜市立甲陵高等学校 代表研究者：大島界一

網戸の目が重なったときに見える不思議な模様に興味を持ち、モアレの研究を始めた。モアレとは、規則正しい繰り返し模様を重ね合わせたときに、周期のずれによって視覚的に発生する模様で、干渉縞ともいう。本研究では、縞模様を2枚重ねたときに発生するモアレについて調べた。OHPフィルムに様々な縞模様を印刷し、アクリル板に挟んで使用した。縞模様の幅、2枚を重ねる際の間隔、視点との距離、重ね合わせる角度など、様々な条件によって発生するモアレを撮影した。撮影したデータをもとに、モアレの幅や角度を測定してグラフ化した。またモアレの発生を予測する計算式を立て、グラフとの一致が見られることを証明した。

D1150 瓶から液体を注ぐときに出る音の性質について

石川県立小松高等学校 代表研究者：尾坂駿太

共同研究者：泉克来、入山竣登、大西航希

瓶から液体を注ぐとき、「トクトク」という特徴的な音が聞こえる。この音（トクトク音）は瓶の中に入っていき空気がちぎれる瞬間に発生する。本研究では、トクトク音の性質及びその発生メカニズムを明らかにすることを目指した。水を入れたフラスコをゆっくり傾けていくときに発生した音をフーリエ変換して周波数分析を行ったところ、トク音は複数の周波数成分から構成されていた。周波数の値はフラスコの形状に依存するが、低い音は概ね100Hz程度であり、高い音は数100～数1000Hz程度であった。高い音の周波数は、フラスコの首の長さが長いと低くなり、首の長さに反比例した。一方、低い音の周波数は、首の長さにはほとんど依存しなかった。また、フラスコ内に既に空気が存在している場合、高い音の強度が減衰した後、再び増加する現象が見られた。高い音の周波数は、首の部分を閉管と考えて計算した気柱の固有周波数と近い値となった。フラスコ内の空気の動きを動画分析したところ、新たに生成される気泡が、既に存在する空気と衝突する瞬間に強度が増加することが確かめられた。ハイスピードカメラで空気と水の境界面の振動を調べたところ、その周波数は低い音の周波数と一致した。さらに、フラスコの形状や液体の種類を変えて実験したところ、低い音の周波数は気泡の表面張力による固有周波数に比例することがわかった。瓶から液体を注ぐときに出る音は瓶の首の部分にできる気柱音（高い音）と水中に生成される気泡の変形による音（低い音）で構成されていることが明らかになった。

E 会場

E0900 透明なプラスチック表面の色彩について

島根県立松江北高等学校 代表研究者：八幡伊織

本研究では、透明なプラスチック板に現れたカラフルな色彩について、色彩が生じるしくみを実験によって明らかにした。具体的には、大きく2つの物理現象を候補として検証した。2つの候補は、プラスチック板表面での「薄膜の干渉」と、プラスチック板の裏面で反射した光がその内部を透過する間に偏光面が変化することで起きる「光弾性」である。

はじめに、裏面からの反射をなくすことで、「薄膜の干渉」が原因ではないと分かった。次に、「光弾性」の観察に必要な2つの偏光板に対応する役割をするものを探した。1つ目は入射光が夕日の照り返しにより偏光となっていたこと、2つ目はプラスチック板裏面での反射角がブリュスター角に近い角を満たすことで偏光板の役割を果たしていることを突き止めた。

透明なプラスチック板にカラフルな色彩が観察されるしくみは、夕日の照り返しによる偏光が複屈折性をもつプラスチック板を透過し裏面で反射する際、偏光面が限定されることで「光弾性」の色が生じることによるものであることが明らかになった。

E0915 分光の不思議現象

熊本県立宇土高等学校 代表研究者：西村晴稀

共同研究者：小鉢敬介、緒方陸斗、豊田和也、米田悠真、渡辺詩衣奈、小原優太

我々は、三角プリズムを直接覗いて周囲の景色を見たところ、窓枠などの上部が赤く、下部が青く色づく現象を見つけた。色付きが上下反転する箇所もあったため、これらの不思議な分光現象がどのようにして生じるのか疑問を持ち、解明することにした。観察・実験を行い、さらにGeGebraでプログラミングし、シミュレーションして検証した。その結果、三角プリズムを通して光源などをみると、遠辺部及び上辺部が「赤」っぽく、近辺部及び下辺部が「青」っぽく見えることがわかった。三角プリズム近くを拡大してみても、分光された光線には緑のスペクトルは含まれていないことが確認できたことから、さらに追加実験を行った。これにより、三角プリズムによる分光では、緑のスペクトルを含む7色の虹が常に出現するとは限らないことがわかった。また、入射光線が全反射近くなると、上辺付近の黄色と、下辺付近の青が重なり、緑色が出現することがわかった。以上の点から、三角プリズムによる太陽光線の分光の説明には注意が必要であることを示唆できた。遠辺部及び上辺部が「赤」っぽく、近辺部及び下辺部が「青」っぽく見える現象を応用すれば、立体的な映像を創り出したり、遠近の判断がつきにくいものを判断したりすることができると考えている。

E0930 雨雲と曇りのスペクトルの分析及び吸収波長の調査

東京都立科学技術高等学校 代表研究者：佐藤巧
共同研究者：加知望，鈴木千草，原清貴

私たちは、空の色がなぜ変化するかに注目し、スペクトルアナライザを用いて研究を行った。最終的には本研究を気象予報の精度向上につなげたいと考える。本校の屋上で、スペクトルアナライザに専用の光ファイバーを接続し、朝、昼、夕で空のスペクトルの観測を行った。スペクトルアナライザの校正を行った。実験1では、雨雲と曇りの空の比較を行い、絶対強度では、雨雲は曇りと比べ最大93%減少し、相対強度は687nm～748nmで雨雲は曇りより平均17%減少した。これらは、体積混合比、水の吸収スペクトル、容積絶対湿度の関係より、687nm～748nmのスペクトルの大きな違いはH₂Oだと考えた。また、吸収波長に関する実験で、グラフのスペクトルの凹凸は大気中の物質などが吸収されたことによるものなので、これを調べることで、大気中にどのような物質が存在するのか調査することができると考えた。実験2では観測した空のスペクトルと大気圏外の太陽のスペクトルを比較している。両方に見られる吸収線の他、大気圏外の太陽スペクトルのみに大きな吸収が見られた。空の状況をスペクトルで調べ、大気中の物質を調査し気象予報の精度向上につなげるためには、ブラウンホフナー線を除いて分析していく必要がある。また降水に関わる物質は凝結核ということまで分かったが、詳しい物質の選別はできていなかったが、今後はこれを詳しく調べていきたい。

E1010 光ピンセット装置の開発

私立玉川学園高等部 代表研究者：浅見俊輔

本研究では本来高額な光ピンセット装置を取り入れやすくできないかと考え、我が高校の実験室にあるものを駆使し、光ピンセット装置を製作できないか挑戦した。顕微鏡を改造し、レーザー装置にレンズを装着することで光を集め、装置を製作した。結果、製作した光ピンセット装置を使って、小麦粉粒子を 2.0×10^{-9} N、バナナのDNAを 2.3×10^{-9} Nの力でトラップすることに成功した。

E1025 卓上層気楼観察器の開発

奈良県立青翔高等学校 代表研究者：梅本晴斗
共同研究者：植村逸生，紙谷真生，松村崇寛

光の現象を確認することの出来る実験器は多くあるが、調整が難しい。教科書で紹介されている現象の中で、教室で再現するのは難しいと言われた「層気楼」を容易に観察できる実験器を開発している。最適な溶液と、溶液濃度の検討を行うとともに、溶液を容易に積み重ねられる容器の開発を行っている。食塩水においては、食塩によって着色することで境界面を明らかにすることが可能であったが、着色せずに肉眼で観察するには困難を要した。実際には、検証段階だが砂糖を用いると、溶液濃度の幅を持たせることができ、相対屈折率から肉眼での観察も可能になった。容器の開発においては、観察用水槽をアクリル板を加工することで作製する。この際、サイフォンの構造を取り入れるため、レーザーカッターによる細かい細工を施した。

E1040 対流によって牛乳の表面に見られる放射状の模様に関する研究

岡山県立津山中学校 代表研究者：田中佑美

本研究は、牛乳を放置した際に表面に見られる放射状の白い模様について調べたものである。シャーレに入れた牛乳に絵画用水性インクを落として放置していたとき、2つが混ざった液体の表面に美しい放射状の模様を発見した。この模様はいわゆる牛乳の膜とは異なり、揺らすと崩れる。また、放射状とは言ったもののどの条件下でも完全な放射状になるわけではなく、中心がずれる、周りのみ放射状で中心部分はシワのよったような模様、もしくはそもそも放射状にならないという場合もありえることが分かった。この奇異な模様についてできる限り多くのことを明らかにしようと、先生方のご助言をもとに牛乳がコロイド分散液であることを軸として、いくつかの観察・実験を行った。その結果、この模様は牛乳を放置した際にシャーレの中で起こる外側から内側への対流によって形成され、牛乳の表面にのみ現れると思っていた模様が実際には三次元的な立体模様であったということが分かった。また、白い模様の正体は脂肪であり、形成過程に牛乳の温度は関係ないが、牛乳の深さと関わりがあるという推論がなされた。

E1120 水のWakka（輪っか）～think in the sink～

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：浦田権利
共同研究者：伊藤永一郎，岩本典久，植村太一

水道の蛇口から落ちた水は、シンクの底で円形に広がりながら段差を作り、輪を形成する。その現象に興味を持った私達は、シンクで形成される水の輪をWakka（輪っか）と名付け、Wakkaが形成される原因の解明を目的として本研究を行った。

解明のため、まずは3つの変数を測定する実験を行った。

(実験1) 内側と外側での水の深さ

(実験2) 内側と外側での水の流れる速さ

(実験3) 蛇口から出る水の毎秒の流量。

次に、測定によって導いた値を用いて、2つの仮説が成り立つかについて、計算によって確かめた。

(計算1) 蛇口・内側・外側においてそれぞれの流量は等しい。

(計算2) 境界面の前後で減少した運動量と、水圧の差によって受けた力積は等しい。

「流量」「運動量と力積」の2つの観点について実験で測定した値と計算によって調べたところ、

- ・外側の流量が、蛇口、内側の流量に比べて大きい。
- ・受けた力積に対して、運動量がほとんど減少していない。

という結果を得ることが出来た。

これらの結果から、紙片を流して測定した、外側の水面の速さが大きいことが分かった。つまり、外側の速さは水面から底面まで一定ではない。底面での速さは小さく、水面に近づくほど大きくなり、水面で最大となると考えた。

今回の研究により、先に流れた水がシンクとの摩擦により減速し、後から流れてきた水が減速した水を乗り上げることでできる段差がWakkaであることが明らかになった。

E1135 開水路における水の流れと物体にかかる力

私立本郷高等学校 代表研究者：笠井圭太
共同研究者：齋藤奏良，溝川貴巴，市川暁大，川合琉也

昨年の研究において、水流の状態をより定量的に示す指標が必要になったため、今回は水流の中に設置された物体が受ける力が水流の様子と関係していると考え、これを検証するために実験を行った。

開水路に流量が一定になるような水を流し、その流速、水深、水の密度を測定してから長径の異なる楕円柱形の模型を設置して水流から受ける力を測定し、これらの結果からそれぞれの模型についてレイノルズ数と抗力係数を計算した。その結果、乱流の中に設置された物体はそれが層流であるときよりも大きい力を受けるということが分かった。

E1150 泡立て器の構造と泡立て時間の関係

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：中村愛果

お菓子作りなどの時に生クリームを泡立てることがあるが、時間がかかるため大変だと考えている人も多い。もちろん、電動のハンドミキサーを使えば早く泡立てることができるが、頻繁に使わない人にとっては高額であるうえ、泡立ち加減の調節が難しい。そのため、手動の泡だて器の需要は高いと考えられる。現在市販されている泡だて器は様々な素材、形、大きさなどの違いがあるが、どのようなものが早く泡立つのかは先行研究調査を行ったが検証できていなかった。そこで本研究は、泡だて器の構造と泡立て時間の関係を明らかにすることを目的とした。

そのために3つの実験を行った。実験Iでは、泡立て時間の測定方法の検討を行った。生クリームを泡立てるとその中に空気を取り込まれていくという特徴を用いて実験を行い、質量は徐々に減少していった結果が得られたため、上記の方法で泡立ち具合を測定できることが分かった。実験IIでは、実験Iの測定方法を用いて、3種類の異なる構造の泡だて器の泡立ち具合を比較した。その結果、泡だて器の違いによる泡立ち時間の変化とその特徴を読み取ることができた。また、実験IIで開始後1分までの質量変化に特徴が見られた。実験IIIでは、特徴的な部分を検証するために、実験IIに比べより細かい時間間隔で記録を取った。その結果、質量は増減を繰り返しながら徐々に減少していくことが分かった。さらに質量の変化には、攪拌の回数と泡の大きさが関係しているのではないかとこの可能性がうかがえた。

F 会場

F0900 新幹線の先頭形状と空気抵抗

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：杉山洋介

新幹線の高速化よりノーズの部分が昨今長くなっている。しかし、ノーズの最適な長さについて、ほかの研究では言及されていなかった。そこで、本研究の目的として空気抵抗が最も低くなるノーズの長さを検証することとした。新幹線の先頭車両の形状の変化でいかに空気抵抗を減らし速く走れるようにするか実験し、最適な形状を見つけることを行った。その時にまず、目的を達成するために、PCでのモデル生成ソフトのFusion360と解析ソフトのANSYSを用いて実験を行い、その後理論値として理想的なモデルを3Dプリンターで出力して実測値を測った。結果として、ノーズが長いほど空気抵抗が軽減できるわけではないということが分かった。

F0915 「ダウンフォース」の高速鉄道への応用

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：武者拓真

本研究では、F1などレーシングカーで既に実用化されている「ダウンフォース」という空力技術を、高速鉄道へ応用した場合に得られる効果について、車両屋根上に抵抗板を設置し、その角度を変えることでダウンフォースを発生させ、緊急時に車両を速やかに停止させる機構を提案し、シミュレーションを用いてその検証を行った。検証の結果、得られたダウンフォースから求めた転がり抵抗と同時に発生する空気抵抗、さらにブレーキによる抵抗を加えた減速中の車両に加わる抵抗を、一定速度ごとに求めたところ、抵抗板を水平方向から60度に傾けた場合、停止まで最も大きな抵抗を受けることが可能だと分かった。

F0930 小型サイクロトロン加速器作成に向けての実験、考察

国立小山工業高等専門学校 代表研究者：小暮聡

共同研究者：成田賢心、椎名昌一朗、五味淵陸、塚原龍志、片山壽士、林優汰、長澤陽生

我々、小山工業高等専門学校研究チーム「アテナ」は、最終的に自作の小型サイクロトロン加速器で粒子の観測を行うことを目標に活動している。まず始めに、CSTで電磁石やDee電極の中に発生する磁場の向きや大きさを計算する。また、小型サイクロトロン加速器には真空チェンバーが必要である。真空チェンバーを使用して実験を行う際には、真空排気のためのターボ分子ポンプ(以下TMPとする)と、大気圧からTMPの動作可能圧力まで排気するための粗挽きポンプが必要である。また、陽子を加速させるために必要な磁場を発生させる電磁石が正常に動く必要がある。そのため今回の実験では、CSTでの磁場計算や上の3つの機械の動作確認を行った。また、今後行う予定のチェンバーを用いた実験の手順の確認や実験結果の考察を行った。

粗挽きポンプの実験では正常な動作することが出来るかを確認し、TMPが動作可能圧力することが出来る真空まで引くことが可能か確認した。

TMPの実験でも正常な動作をすることが出来るか確認を行い、羽がどのくらいの速さで回るかを確認した。

電磁石を用いた実験では電流を流すと電磁石から磁場が発生することの確認が出来た。また、電流を上げているときと下げているときに一定の差が生じたことからヒステリシスが起きていることが確認できた。しかし、それ動きが我々が予想していた動きと異なっている部分があったので、どこが違うのか、なぜ違う結果が出てきてしまったのかについての考察を行った。

F1010 ブラジルナッツ効果の性質

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：黒木悠翔

共同研究者：安藤千早、大塚陽向、高橋俊作

私たちは粉粒体の流体のような性質を知り、その粉粒体が引き起こすブラジルナッツ効果(異なる粒径からなる粉粒体を振動させると粒径の大きなものが上に浮き上がってくる現象)について興味を持った。本研究では、塩、BB弾の2種類の粉粒体を用いてこの現象の発生にどのような要素が関係しているかを調査した。容器の底にBB弾を敷き詰めた後その上に塩をかぶせ、それを振動装置で振動させ3つの条件のときの影響を調べた。まず、塩の層の重さを30g、31g、33g、35g、37gと変えて実験を行った。その結果、30~37gの範囲では塩の層の重さによらずブラジルナッツ効果の発生度合いはほとんど変化しなかった。次に、振動の振幅に注目し、振幅を5~20mmまで2.5mmごとに覚えて実験を行った。結果は、5mmではブラジルナッツ効果は起きなかったが、10mm付近で発生度合いはピークに達し、15mmからはほぼ一定となった。最後に、BB弾の密度に注目して実験を行った。同体積のBB弾の質量を0.12g、0.16g、0.20g、0.25gと変えていった結果、発生度合いは0.16gまでで一定となり、その後減少した。3つの実験から、2種類の粒径の異なる粉粒体の場合、最小径の粉粒体の層の重さは発生度合いにはほとんど影響しない。粉粒体の種類ごとに発生度合いが最大となる振幅が存在し、それより振幅を大きくしても発生度合いは変わらない。最大径の粉粒体の密度を大きくすると、発生度合いは、ある点までは一定でそこから減少する。と考えられる。

F1025 様々な条件下におけるダイラタンシー現象の抵抗力の変化について

石川県立七尾高等学校 代表研究者：大田采音

共同研究者：干場開晴、細谷一心、森田結衣

ダイラタンシー現象とは、一般に粉粒体(片栗粉)と溶媒(水)の混合物からなるダイラタント流体に加えられる衝撃の有無により、それが固化したり、液状化したりする現象をいう。本研究では、粉粒体の堆積量及び溶媒の粘度を変えることで、ダイラタント流体中を相対的に移動する金属棒の速度(ダイラタント流体が液体の性質から個体の性質に切り替わる速度)とそれにはたらく平均の抵抗力を調べた。溶媒の粘度を変えた実験では、本来粘度が大きくなると抵抗力は大きくなるが、ダイラタンシー現象の抵抗力は小さくなることが分かった。また、抵抗力と現象の性質が切り替わる速度には正の相関があることが分かった。ダイラタンシー現象は肉眼では観測することのできない粉粒体の粒子間における隙間の変化により生じる現象であるが、「台車の移動速度を測定するだけ」の簡単な実験することで溶媒粒子の配置のような微細な構造変化を読み解くことができた。

F1040 粒子の挙動による液状化現象の解析

岡山県立津山高等学校 代表研究者：柿内啓輔

共同研究者：泉湧太、上谷琢志、山下敦也

液状化現象が生じる時の粒子の挙動について研究を行った。3Dプリンターで振動装置を作製し、粒子にはガラスビーズを用いて液状化現象の再現につとめた。

本研究では、複数の粒径(比が1:3、2:3)を同質量混ぜた物を用いて、液状化後の粒子面と水面の高さについて実験値と理論値の差異を求めることができた。そして、複数の粒径を用いることで、より現実性を求めることができる式を再構築した。

F1120 球体に働くマグナス効果と球体の密度の関係について

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：服部碩希

本研究ではマグナス効果によって球体にかかる力とその原因について調べた。マグナス効果とは、流れの中で回転している物体に流速と回転軸の両者に垂直で、回転によって流れが加速される側に向く力が働く現象の事を言う。この研究では球体に絞って考察を行った。学校の校舎からボールを落とし、マグナス効果によってボールがどのような影響を受けたかを調べた。この際、ボールに影響を与える要素をボールの種類を変えることで評価した。その結果、球体の密度がマグナス効果のかり具合に影響を与えるという結論を出した。

F1135 ドライアイスとお湯を用いて空間を温める

私立玉川学園高等部 代表研究者：小泉美良愛

本研究では、先輩が行っていた実験を拝見し、今授業で行っている気体分子運動論を用いて、応用することができるのではないかと考え、今回実験を行った。ドライアイスに水を入れ、そこから蒸気が出てくるという現象からお湯を入れることのような気体粒子の運動が見えるのかについて考察を行った。ドライアイスにお湯を注ぎ、密閉に近い状態で様々な場所の温度を測定していき、気体分子運動論を用いて蒸気の正体を明らかにしようと考えた。

F1150 スーパーセル型人工竜巻の形成過程の再現

北海道札幌西高等学校 代表研究者：幸野晃大

共同研究者：佐藤千嶺、辻直也

前回非スーパーセル型竜巻の形成過程を実験室内で再現することに成功し、発生条件をまとめることができたため、今回はスーパーセル型竜巻の形成を目標に形成過程についての再現実験を行い、データの採取を行った。データをグラフ化した結果、ミストを発生させるためにドライアイスに流したお湯の温度とブローアから吹かせた風の流速には一定の相関があることが判明した。

G 会場

G0900 水の二重構造を考慮した水中の浮力に関する新規分子モデル

私立大谷高等学校 代表研究者：吹田瑞希
共同研究者：大本理子、金沢真

私達は流体中の物体にはたらく浮力について、分子の衝突による説明を試みてきた。科学部では過去に、希薄な大気中の浮力の起源が、重力場における気体分子の数密度勾配によって生じる物体の上下面での分子の衝突回数差であることを数式で証明している。水中でも同様に、重力の影響で水深が深まるほど水分子の密度が大きくなり、下面が受ける衝突回数が多くなると考えられる。しかし、前回発表したように、圧縮率から計算される水の密度勾配は水中の浮力を再現するには1/15ほど小さい。これは、水中では分子の数密度勾配が分子間の衝突及び隙間の多いクラスター構造によって緩和されているためと考察される。しかし、緩やかな数密度勾配を補って、物体の下面では、①分子間相互作用エネルギーによる衝突エネルギーの増大、②排除体積の増加による単位時間あたりの1分子当たりの衝突回数(=衝突頻度)の上昇、③クラスター構造のサイズダウンに伴うランダム配向分子による衝突の増加が生じ、浮力の原動力となりうると考察した。①について、第一原理分子軌道法(MP2法)によって多体の分子間相互作用エネルギーのポテンシャルを高精度で求めた結果、水深が深まると1分子あたり、平均並進運動エネルギーの最大1.64倍程度のエネルギーが衝突の際に上乘せられる可能性を示した。また、クラスターからランダム配向分子への変化量を見積もった結果、表面上の勾配よりも5.6倍ほど大きな数密度勾配が生じており、これが浮力の原動力として決定的に重要な役割を果たすことが分かった。

G0915 錨の形状による種類と効き具合の関係についての研究

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：平野舜介

錨は古くから船を停めるために用いられ、多様な種類があるが、それぞれの種類がどれぐらい船を停める(効く)のかについて考察した研究は多くない。本研究では数種類の錨の模型を作成し、それを用いて種類ごとの効き具合を測定する実験を行った。その結果、それぞれの錨について効き具合に差がみられたため、錨の効き具合は種類および形状によって変わるということが分かった。今後はL字の物体を単純化した錨と見立てて、その幅や長さを変更して効き具合を調べることで錨の効き具合を左右する要因について調査する予定である。

G0930 平面下に発生する水滴の構造の研究

私立花園高等学校(京都) 代表研究者：横井仁
共同研究者：松井龍樹、永森虎瑠、田村祥希、田村昂大

お風呂に入っているとき鏡や天井についている水滴が物理の先生が言っていた懸垂線によく似ている事に気がついた。一つの疑問が出てくるとそこから疑問が次々と出てきてしまい、材質によって水滴の形状は変わるのか、水滴の限界値はどのように変わるのかを疑問に思った。板状の物質の下面に発生する水滴についての先行研究はなかったので、「懸垂線と水滴との関係の解明」「各素材が作る水滴の構造の研究」「素材の濡れ方に着目した水滴の水の量の研究」の3つを目的として研究に取り組んだ。ステンレス、ガラス、プラスチックの3種類の材質に発生する水滴の解析を行うために、水滴が落下する直前の水滴の構造の画像と、落下したあとの水滴の画像について解析を行った。接触角と落ちる前の水滴の大きさを表す各諸量が負の相関にあることがわかり、懸垂線を用いて水滴の構造についても考察を行うと、接触角が小さいほどよく垂れ下がる現象が起こっていることがわかった。また接触角と落ちる水滴の体積も負の相関があることがわかった。同様に、接触角が小さいほど、落ちる水滴の体積も大きくなった。今後、水滴の粘度を変えたり、水溶液にしたりして物質との関係の違いがどのような水滴の構造にどう表現されるのかをみてみたい。

G1010 コップから流れる水の形

私立本郷高等学校 代表研究者：高橋礼
共同研究者：大滝光喜、河原崎雄真、湯沢誠

コップから水を流したとき流れ出した水が筋を形成しぶつかり合うことで、ある特徴的な形が形成される。液体が流れ出るコップの縁からぶつかり合うところまでを落下距離とすると、流れ出る断面を長方形として、落下距離を調べたところ、長辺の長さに比例して、また、短辺の長さには直線近似できるとということが分かった。

G1025 氷箱の成長と水溶液の種類・pH・表面張力の関係

岡山県立津山中学校 代表研究者：森安歩友

氷箱は冬の寒い日におこる自然現象であり、本来人工的に作ることは難しい。ただし、今回の実験では冷凍庫と点滴を用いることで人工的に氷箱を作ることに成功した。温度等の変数を等しく保つことができたために、気温の高い夏でも研究することが可能になった。各実験において毎回できた氷箱の長さを定規で計測し、得られた氷箱の長さの平均値をその水溶液の氷箱の長さとして定義する。なお、今回の実験では氷箱の長さだけでなく目視し、形状は関係のないものとする。

本研究は、水溶液の種類、pH、表面張力を入力変数とし、それぞれの変数と氷箱の成長との関係について考察したものである。まず、予備実験として氷箱を作るのに的確な滴下間隔を見出した。その後水溶液の種類や性質に着目し、実験を行った。今回の実験では水溶液の性質として、液体のpH値、表面張力に着目した。その結果、氷箱を形成するのに的確な滴下間隔は3秒で、水溶液の種類、pHの変化によって氷箱の長さの違いに規則性は見られなないと考察できた。しかし同一の水溶液で氷箱を作成する場合、濃度が高いほど表面張力が大きくなり、より高い氷箱を作成するという結果が得られた。これは表面張力の液体と気体の表面において液体の分子同士が分子間力により引きつけ合い、液体が表面をできるだけ小さくしようとする性質が影響していると考えられる。表面張力の仕組みと今回の実験結果より、表面張力が高い液体ほど、分子と分子が引きつけ合う力が強くなることで、上に伸びやすく、長い氷箱を形成することが可能になったと考察した。

G1040 音響キャビテーションを用いた水温上昇実験

奈良県立青翔高等学校 代表研究者：國政達太郎
共同研究者：中上涼雅、山田晃嵩、西川瑠空

物質の加熱には、様々な方法があり、安全で人体への影響が少ないものが開発できないかと考えた。音響キャビテーションを用いることで、水温を上昇させることの出来る技術を文献で確認し、実験室で再現できる装置が作れないかと開発を行っている。超音波による温度上昇は、高速で物体がこすれることによって生じる摩擦熱を利用することが出来ると考え、圧電素子(ピエゾ素子)によって加熱装置を研究、開発している。不確定要素が大きい、ピーカーに入れたピエゾ素子が発熱する状況があった。

G1120 水面形状を用いた物体間に働く吸引の解明

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：本宮侑
共同研究者：菅原陽穂

水面に浮かべた2つの1円玉は、ある距離以下に近づくと速度が増しお互いに吸引する。従来、水面上の物体の吸引については、メニスカス形状の変化や毛管現象が関係していると示唆されているが、我々が加速度の測定を行うと、2段階的に加速をしているという結果を得た。一昨年度、この加速について「遮蔽長」という尺度を導入しメカニズムを提案したが2段階の加速が生じる理由までは説明できなかった。昨年度は、加速が生じるメカニズムを一般化するために、質量のみを変えた3Dモデルを作成し実験をおこなった。運動方程式 $F = ma$ より質量を大きくすると最大加速度が小さくなるという予想に反して、真逆の「質量が大きくなると最大加速度が大きくなる」ことが分かったが、そのメカニズムを明らかにできなかった。本年度は、「吸引時に物体周囲の水面形状が変化し、水平方向の力の分力も変化するのではないか」という新たな仮説を立てた。質量が大きくなると表面張力の水平方向の分力も大きくなり、水平方向の分子の増加率が質量の増加率よりも大きいから加速度が大きくなるのではないかと考えた。この仮説を検証するために、3Dモデルを固定させ光学的に水面形状を求めて立証した。

G1135 空気砲のコアの速度はどのように減衰するか～コアの速度の変化の様々な要因を探る～

北海道札幌北高等学校 代表研究者：井下陽平
共同研究者：土門愛泉、渡邊琥珀、青野太陽

空気砲と聞くと白い渦輪を想像する人が多いかもしれない。しかし、空気砲に力を加えると、吹き出しが瞬間的である「コア」が発生することはあまり知られていない。なお、空気砲は力を加えると始めにコアが飛び出す。このとき、コアの高速の流れと周りの止まっている空気との間の粘性摩擦により周りの空気を回転させようとする力が働き、渦輪ができる。また、コアは渦輪の2倍の速度で移動すること、コアは急速に減速することが知られている。そこで我々はコアについて着目し、コアの速度の変化の要因について研究を行い、昨年度までの研究の結果、鉄球を落下させる高さによってコアの速度が速くなるということがわかった。その後、コアの速度と空気砲の孔からの距離、空気砲の体積変化、体積変化にかかる時間との関係について上面が平行に上下をする空気砲を作製して実験を行った。その結果、コアの速度は鉄球が空気砲の上面に落下するときの速度、空気砲の体積変化によっても変わることがわかったので報告する。

G1150 線香の煙の上昇速度の研究

広島県立安古市高等学校 代表研究者：山崎泰成
共同研究者：山内一樹

2019年、本校科学研究部の先輩が、長さ100cm直径9cmの筒内での線香の煙の上昇速度を測定したところ15～20cm/sであった。しかし、私達が、2020年度、水槽内で同様の実験をしたところ、煙の上昇速度は1～5cm/sと小さい値となった。私達はこのことに疑問を持ち、本研究を始めた。原因の1つとして煙突効果の影響ではないかと考えた。煙突効果とは、筒内の気体の上昇速度は、筒の長さの平方根に比例し、筒内の温度と筒の外の温度差の平方根に反比例しているというものである。本研究では、線香を2cm/sで移動させたときの、煙の上昇速度と筒の直径関係、また、筒の長さとの関係の測定を行った。解析にはImageJを使った。その結果、煙の上昇速度は筒の直径には依存せず、筒の長さが大きくなると大きくなる傾向が明らかとなった。このことから、水槽内と比較して、筒内で煙の上昇速度が大きくなったのは、煙突効果の影響であると考えた。しかし、筒の長さの平方根に比例していない、この理由は、煙自身の浮力と筒内部に取り込まれた空気の上昇気流の2つの効果があるのではないかと考え、2つの効果を考慮したモデル作りが必要であると考えた。

H 会場

H0900 『形状の相違による紙の強度について』

国立兵庫教育大学附属中学校 代表研究者：青田陽馨

本研究の目的は、大きな荷重に耐えられる形状を見つけ出すことである。紙の形状が強度にどれくらい影響を与えるのかについて調べた結果、段ボールやハニカム構造などにより強度を増すことが出来るとともに、これらの形状の工夫が私たちの生活に大きく関わっていることが分かった。

実験として、同じ面積の紙で正三角柱、正四角柱、正五角柱、正六角柱、正八角柱および円柱を作り、おもりをのせて強度を測定した。その結果、正三角柱から円形に近づくほど強くなるが、円形の場合、正八角柱よりも強度が下がることが分かった。これは、円柱には、折れ目がないことが影響している可能性がある。さらに、それぞれの形状に内接する円柱を追加して、強度が増すのかを調べた。その結果、正五角柱とそれに内接する円柱の隙間が小さくなるにつれ、強度が上がることも分かった。このことから、正五角柱には、変形を抑制する効果があるといえる。

構造物は、材料は同じものを使っても、少しの工夫や手間をかけることにより、強度を大きくすること可能であると分かった。

H0915 落下おもりと力学台車を糸とばねで連結させた時のばねの振動と力学台車の運動の解析

私立市川高等学校 代表研究者：辻利玖
共同研究者：西川巧人

力学台車、バネばかり、糸、おもりを連結させ、糸を定滑車に通して、おもりを鉛直下向きに落下させると、ばねが振動しながら水平面上の台車が加速する。このときばねの振動、台車の運動については、詳細が明らかになっていない。

そこで本研究では、このときのばねの振動と台車の運動の解析を行った。モデルの単純化のため、バネばかりではなく単純なばねを使用した。

ばねの台車への影響が観測可能であるか、またばねがどのような振動をしているかを確かめるため、約2mの高さからおもりを落とす短距離実験を行った。そこからばねの影響が観測可能であり、ばねは単振動していることを確認できた。そしてそれをもとに理論式を導出した。

しかし、短距離実験では得られるデータ数が少なく、検証が不十分であったため、約5mの高さからおもりを落とす長距離実験を行った。式から得た理論値と、長距離実験での実測値を比較すると、両者は概ね一致し、ばねが自然長以下に縮まない試料でのばねの振動と台車の運動の解析に成功した。

さらに、ばねが自然長よりも縮むと考えられる試料での台車の運動を解析するため、手でおもりを引っ張り、台車が加速を始めるのと同時に手を放してばねの振幅を大きくするという手法を検討した。加速度0の点の観測からこの手法が有効であるとわかったが、誤差は大きいと考えられた。誤差を小さくするためのルールとビー玉を使った新しい装置を開発したが、実験はまだ行っておらず、今後の課題とする。

H0930 渦電流ブレーキを用いた小型マスダンパーの実用化の基礎研究

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：佐々木匠真
共同研究者：朝隈未羽、阿部凌也、寺尾優希、増石実愛

揺れや振動には数多くの種類があり、またそれに対する制振装置も数多く存在する。その中で私達は電車の振動に注目した。電車の振動は車体へのダメージ以外にも、人が転倒したり動揺病(乗り物酔い)を起したりする危険性がある。今回はその振動を軽減するために渦電流ブレーキの機構を用いて振り子式マスダンパーを作成し、研究を行った。私達は振り子の長さ、重りの質量をそれぞれ入力変数として実験を行い、出力変数として加速度を測定した。結果、振り子の長さでは最も短いものが最もよく減衰したが、最も長いものが最も減衰しないわけではなかった。重りの質量で比較した際、最も重いものではなく、二番目に重いものが最もよく減衰した。また、実験の際に重りの質量を大きくするにつれて、入力した振動と振り子による振動の周期のズレによって揺り戻しが発生した。この現象はどの重りの質量でも発生していたはずだが、重りの質量が小さいときは、その運動エネルギーが装置全体の運動エネルギーと比べると小さいため、本体の振動に大きな影響を与えているようには見えなかった。しかし、重りの質量が大きいとその運動エネルギーも大きくなるため本体の振動に大きく現れてしまっている。更に実際の電車の振動に対する減衰効果を調べた結果、車体がローリングすることで生じた比較的長周期の振動とマスダンパーの振り子の周期が近くなったため、減衰が確認できた。以上より渦電流式小型マスダンパーにはある程度の制振能力があると認められた。

H1010 ベットボトルキャップの投げ方と飛距離の関係

北海道札幌北高等学校 代表研究者：岡田悠仁
共同研究者：櫻波祐人、木村歩見寛、高田颯、林あずみ、三和航晴

我々はベットボトルキャップ(以降キャップとする)の飛距離が最大となる条件を求めるために、先行実験としてキャップの発射角度と飛距離の関係、つぎにキャップの飛距離とキャップの回転数、キャップの質量、キャップの形状の関係について研究した。結果、それらはキャップの飛距離に関係があることがわかった。

H1025 ガウス加速器による運動量保存

富山県立富山中部高等学校 代表研究者：渡辺貴祐
共同研究者：大江拓実、山崎紡、毛利維哉、藤井大陽

過年度より、我々はガウス加速器の研究を行っており本年度ではこのガウス加速器について運動量保存則が成り立っているのかをテーマに実験を行うこととした。実験は3つに分けることとし(以下それぞれの実験を①②③と呼称)、①②ではそれぞれ磁石の動摩擦係数と鉄球の転がり摩擦係数を測定したデータの平均値を元に求めた。続いて③ではガウス加速器における衝突前と衝突後の速度を測定し、①②で求めた各係数を用いて計算した運動量を元にガウス加速器において運動量保存則が成り立っているのか評価した。過年度の研究では、鉄球を転がすルールが真っ直ぐでない、鉄球を射出した磁石が負の運動をしている、また実験者の手汗や皮脂が鉄球の回転に影響を与えているなどの問題点や疑問が上がった。よって本年度はルールの改良や負の運動をする鉄球をカメラで撮影するなどして、また予備実験として手汗、皮脂の鉄球及び磁石への付着対策の有無による摩擦係数への影響を調べた。さらに過年度より実験そのものの試行回数を増やすこととした。これにより得られた運動量の変化率は約-3.2%であった。この値は0に非常に近く、これらのデータは十分に信頼のおける値だと考えられる。よって、我々はガウス加速器における運動量保存則は概ね成立していると結論付けた。

H1040 泳ぐ人工イクラに対するアルコールの影響 Part2

茨城県立日立北高等学校 代表研究者：环海翼
共同研究者：森田丈、林憲士朗、平松雅臣、佐藤孝祐、大森陽輝、中和田楓

科学部では人工イクラにアルコールを含ませたところゲル粒子が勝手に動くことを見いだした。これまでに(1)アルコールには水の表面張力を下げる性質がある、(2)ゲル粒子内のアルコール濃度が高いほどゲル粒子は速く動く、などがわかっている。

ゲル粒子の速さは時間につれて遅くなっていく。CaCl₂水溶液にもアルコールを加えたところ、CaCl₂水溶液のアルコール濃度が高いほどゲル粒子の速さは遅くなった。これは粒子内のアルコールは時間とともに水溶液に溶け出していくのでゲル粒子内のアルコール濃度は低下し、逆にCaCl₂水溶液のアルコール濃度は大きくなってゲル粒子周囲の表面張力差が小さくなるためと考えられる。次にアルコールの親水基であるOH基の数を増やしたところ、OH基の数が多くなるほどゲル粒子の速さは遅くなった。これはOH基が多いアルコールほど水に溶けたときに表面張力が下がらないため、運動しているゲル粒子前後の表面張力差が小さくなり、ゲル粒子の速さが遅くなることわかった。

H1120 斜面状態が模型自動車の加速度に及ぼす影響

兵庫県立宝塚北高等学校 代表研究者：竹本優奈
共同研究者：齋藤颯太

走行時のタイヤの摩擦は様々の条件に左右され複雑であるため、未だに分かっていないことが多い。そこで私達はコンクリートブロックで作った斜面上を重力によって動く模型自動車の走行の様子を計測し、摩擦の代わりに加速度を走行の様子を考える指標とすることで、タイヤに働きかける要素を絞って車のタイヤの性質について明らかにしようと考えている。これをドライバーの安全意識向上につなげたいと考えている。具体的には、斜面の勾配・模型自動車の質量・斜面上の水の有無という3つの条件を変え計測を行っている。特に斜面上の水の有無については、雨の日の斜面を想定して斜面上に水がある状態での走行を考えることで、ブレーキが効きにくかったりカーブしにくかったりすることがある雨の日の交通事故防止につながるのではないかと考えている。

計測の結果から、斜面上の模型自動車の走行はほぼすべてにおいて等加速度直線運動が見られた。計測から得たデータの中で私たちは2つの結果に焦点を当てた。1つ目は勾配が大きいほど加速度は、濡れている斜面の影響を受けやすいことだ。ここからタイヤが斜面上の水の影響を受けやすい条件に付いて更に考察しようと考えている。また2つ目は勾配が大きくなるにつれて加速度は大きくなったが、その増加率は勾配が大きくなるにつれて小さくなっていったことである。私達は大きい勾配で加速度が収束し、ある勾配以上で一定の加速度を示すのではないかと考えている。これについては実際に大きな勾配で計測を行い検証する。

H1135 輪ゴムの運動特性に関する研究

岡山県立津山中学校 代表研究者：湯浅諒音

本研究は輪ゴムをその張力によって発射する玩具であるゴム銃において「ゴム銃にある特殊な輪ゴムの掛け方をすると輪ゴムが的に命中しやすくなる」といわれている理由を調べたものである。上記の「特殊な輪ゴムの掛け方」は日本ゴム銃射撃協会において「片掛け」と呼称されている。片掛けは、輪ゴムをゴム銃に掛ける際に左右どちらかのみきつく伸ばして掛ける方法の事で、左右に不均一に力が掛かる事が特徴である。一方、左右に等しい力がかかるように輪ゴムを掛ける方法の事を「平掛け」という。本研究では平掛けで発射された輪ゴムと片掛けで発射された輪ゴムのそれぞれの軌道を求める実験を行った。その結果、片掛けされた輪ゴムの命中率は平掛けされた輪ゴムの命中率を上回るという結果が得られただけでなく、平掛けで発射された輪ゴムと片掛けで発射された輪ゴムの軌道の違いを科学的方法で求めることができた。

H1150 垂直軸型風車の風レンズに整流板を取り付けることによる発電量の向上

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：宮崎翔太
共同研究者：浅原諒、角谷凜、木村悠人、前田涼賀

私たちは直線翼垂直軸型風車の発電効率を上げることを目的に調査し、風レンズを知りました。風レンズについての先行研究は水平軸型風車のものが多く、垂直軸型風車についてはあまりなされていません。風レンズとは、風車に取り付けることで後方の風の流れる断面積が大きくなり前後に気圧差が生じ、吹き込む風速が上がる装置です。

まず始めに私たちは九州大学の論文を元に、そこでされていた研究を再現し、文献通りに発電量が改善されることを確認しました。論文には、風レンズの壁面での風の剥離によって風車後方の風の流れが偏り、風速の上昇を妨げると書かれていました。そこで私たちは整流板を設置することで風レンズ後方の風の流れを広げることができるといふ仮説を立て、流体解析と実機での実験を行いました。

流体解析では、文献で最も発電効率が上昇した風レンズを使用し、整流板1枚を設置しました。計42パターンの配置でそれぞれ解析を行った結果、いくつかのパターンで後方の風の流れが広がるということが確認できました。また、風が左右に分かれることから、整流板をくの字型にして整流板1枚の時と同様に解析を行ったところ、同様に風の流れが広がりました。

その後、後方の風の流れが広がったいくつかのパターンを、実機実験で再現しました。実機実験では、風レンズをレーザーカッターを用いて作成し、整流板を手動で設置しました。その結果、くの字型の2パターンで発電電力の向上が確認できました。

J 会場

J0900 地球と月の二体からの太陽の摂動による月の軌道への影響

国立名古屋大学教育学部附属高等学校 代表研究者：笹伶夷
共同研究者：稲垣智華、水野七渚子

朔望月の時間変化を用いて地球の公転周期を求めた先行研究では、地球と月の位置関係を知るために地球-月間距離の時間変化を求めていた。他の天体からの重力の影響を考慮せず地球・月の二体のみで考えた場合、月の公転軌道は地球を焦点とする楕円になり、地球-月間距離は、月の視直径に反比例する。しかし、観測データをモデルにフィッティングすると、月が近地点にあるとき、観測データが最適曲線の値に比べてかなり下側にずれたものがあることが分かった。先行研究では、月が近地点かつ満月のとき、満月が明るすぎて月の視直径を誤って大きく測定してしまったため、このずれが生じたと考えていた。

しかし本研究では、ずれの原因が太陽の重力である可能性に着目し、月の運動を地球の他に太陽を含めた三体系で考察することにした。三体の質点系の運動は、運動方程式を積分して簡単な形に変形させることができないため、一般に解析的に解くことは不可能とされている。しかし我々は、この系を地球と月の二体系に太陽の重力が摂動として加わっていると考え、月の運動を近似を用いて解析的に解くことを試みた。

解析の結果、月の軌道長半径と軌道離心率が時間の関数として得られた。そして、月の楕円軌道が近地点の周期で変化することが分かり、これによってずれが説明できることが示唆された。

J0915 月を24時間追跡する一振り子を用いた装置の作成、月の引力の測定一

国立名古屋大学教育学部附属高等学校^A、国立名古屋大学教育学部附属中学校^B 代表研究者：山村直樹^A
共同研究者：荒武実央^A、足立舞^A、瀧大志^A、三田倫太郎^B

主に月の引力による「潮汐力」によって1日に2回、海で干満が起きている。例えばカナダのファンディ湾では、満潮と干潮の高さの差は15mにも及ぶ。海面の高さをこれほど変えるほどの力であるにも関わらず、月の引力を日常生活の中で感じることはない。

そこで、我々は月の引力を直接測定することに挑戦した。専門の研究者でも、月の引力の測定には輸入した専門メーカーの測定器を使用することが多く、測定器の自主開発には大きな困難が予想された。本研究では、月の引力の絶対値から月の質量を決定することが目標である。

これまで電子天秤(METTLER-AG285)を用いて、地球重力の高さ依存性を精密測定し、その測定値から地球の半径を決定してきた。同じ方法で月の引力を測定しようとしたが、地球の引力(重力)の1千万の1に過ぎず、測れる錘の重さにも制限があるため、精度が不足することが分かった。

そこで、錘の重さに制約を受けない「振り子」を製作し、月の引力による東西方向の「振れ角」を長時間にわたり連続測定することを考えた。しかし、月の引力は非常に小さいため、装置の製作には苦労した。安定性やノイズ対策など、装置の改良を続け、月の引力による約24時間周期の振り子の振れを検出した。測定結果から月の質量を求めた結果、文献値とオーダーが一致した。

J0930 コイルガンを使って宇宙に行けるか

長野県諏訪二葉高等学校 代表研究者：國枝保宏

コイルガンの弾をロケットにして、宇宙に向けて打ったら宇宙に行けるか考察した。理論上可能ではあるものの、とてつもない加速度がかかるため実用的ではない事が分かった。

J1010 地球は第2の月を捕獲できるか！～コンピューターシミュレーションによる研究～

鹿児島県立鹿児島中央高等学校 代表研究者：緒方海斗
共同研究者：五反田英鷹、米原天晟

小惑星が地球のまわりを周回する衛星や準衛星となるための条件を探る研究である。これまでに1つのコンピューターを用いて、5つの天体の軌道を計算するプログラムを作成したが、天体の数が4つ以上になると計算速度が遅くなることを体感した。そこで複数のコンピューターを接続して、1つ1つのコンピューターに計算させた結果をメインコンピューターで処理するPCクラスタの製作をすることにした。現在3台のコンピューターを認識させることに成功しており、今後はPCクラスタの処理速度を上げるために、さらに多くのコンピューターを接続すること、PCクラスタを活かすプログラムの作成を課題としている。

J1025 高度による宇宙線到来頻度の違い

私立豊島岡女子学園高等学校 代表研究者：新井詩乃
共同研究者：森本結衣、末廣和夏

近年多くの人が利用する飛行機での宇宙線被曝量が問題視されている。放射線について調べていく中で飛行機の宇宙線到来頻度について述べた研究を見つけ、飛行機の中では、地上の人たちのおよそ15倍の宇宙線が降り注いでいることを知った。そこで、私たちが日常的にアクセスする高度での宇宙線の影響を調べるためにこの研究を始めた。本研究では、マンションや東京スカイツリー、日光などの身近な高い場所で検出器を用いて宇宙線を測定した。宇宙線は温度、気圧などの様々な条件により到来頻度が影響される可能性があるため、高度差に焦点を当てて解析をしていく上でそれらを考慮する必要があった。実際に、気圧や温度などが宇宙線到来頻度に影響するか調べたところ、宇宙線到来頻度にあまり影響を与えないという結果になった。また、天頂角、方角による違いを調べたところ、天頂角、方角が異なると、宇宙線到来頻度も異なるということが分かった。私たちが普段生活しているような場所では、宇宙線到来頻度の差はほとんど見られ無いが、山の上やタワーの上などの標高の高い場所では宇宙線到来頻度の差があると結論づけられた。今回の研究では身の回りの場所での宇宙線の到来頻度の違いが分かったので、今後は、飛行機が飛行する場所より遥かに高度が高い人工衛星が飛んでいる宇宙空間や、海中での宇宙線について調べたいと思う。

J1040 チェレンコフ光検出の最適条件～チェレンコフ光検出に適した素材は何か～

私立豊島岡女子学園高等学校 代表研究者：久世優果
共同研究者：久保田佳歩

本研究では、小型宇宙線検出器を用いたチェレンコフ光の検出とその素材の最適化についての研究を行った。チェレンコフ光の検出には成功した。素材については、UVカットありアクリル柱とUVカットなしアクリル柱の2種類で計測を行い、UVカットによりチェレンコフ光検出の効率が落ちることが分かった。

J1120 食品に含まれる糖を用いたハイブリッドロケット燃料の開発

兵庫県立洲本高等学校 代表研究者：太田史一
共同研究者：先田敏之

食品に含まれる糖を用いて、ハイブリッドロケットの燃料を作成し、アルミ製のエンジンケースに入れ、エンジンを組み立てた。燃料は粉末のデンブンを使い、専用の型枠を作ってプレス機で圧縮し錠剤状に成型することにより、1portCAMUI型を作成した。また、これまではアクリルパイプを使い、エンジンを組み立てていたが、アルミ製のエンジンケースを用いることにした。燃焼実験は酸化剤に気体酸素(0.6MPa、4L)を用いた。燃焼実験の結果、総力積68.3Ns、平均推力16.7Nsであった。この結果はシミュレーションより2倍以上の大きな推力が得られたことがわかった。私たちが用いたシミュレーションソフトは通常の2portCAMUIを前提として作られており、現在、私たちの1portCAMUIと2portCAMUI型燃料とを比較する実験をすすめている。最終的に総力積600Nsを超えるエンジンを作成し、ハイブリッドロケットエンジンの打ち上げに取り組み予定である。

J1135 廃棄される不良品プラスチックストローを固体燃料に用いたハイブリッドロケットの開発

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：藤田紗矢
共同研究者：中島慶子、中西杏菜、迫田寛南

本研究では、ストローメーカーで製造機械稼働開始後に不良品として出る、太さや長さの不揃いなプラスチックストローを、固体燃料として利用する、ハイブリッドロケットの開発を行った。特に、不良品ストローを充填する燃料棒に開発の重点を置き、身近に販売されている容器や器具を使用し、現段階まで打ち上げ成功率100%の方法を考案した。さらに、フィンを取り付け、ハイブリッドロケットの単独飛行にも、世界で初めて成功した。

K 会場

K0900 媒晶剤によるNaCl結晶面の成長機構～光学顕微鏡を用いたNaCl微結晶成長の経時的変化の観察～

富山県立富山中部高等学校 代表研究者：渡邊愛織
共同研究者：中田隆誠、本郷巧望、島奈緒佳、関口来実

これまでの研究で、飽和NaCl水溶液にポリアクリル酸ナトリウムを加えて水を蒸発させると、{100}面で囲まれた直方体NaCl結晶ではなく、{111}面で覆われた形の正八面体NaCl結晶が析出することが分かった。また、ポリアクリル酸ナトリウムと同様にカルボキシラートイオン-COO⁻を有するカルボキシメチルセルロースナトリウム(CMC-Na)、クエン酸三ナトリウム、アルギン酸ナトリウムをそれぞれ加えた飽和NaCl水溶液からも、{100}面以外の面で囲まれた多面体結晶が観察された。溶液内の結晶の形は結晶の表面エネルギーが低下する方向に変化するの、NaCl結晶では表面のイオンの溶解と析出が時間をかけて進行した結果の大きな結晶の形から、媒晶剤の影響を知ることができる。このようなマクロな成長を観察する方法は、媒晶剤の濃度変化が少なく、あらゆる方向への成長を見ることができるのでNaCl結晶の{100}面の変化を判別しやすいが、比較的長い時間を要する。そこで本研究では、これら媒晶剤を加えた飽和NaCl水溶液をスライドガラスに滴下して、蒸発乾固していく過程でのNaCl微結晶の成長とNaCl微結晶表面の変化を光学顕微鏡で経時的に観察して写真撮影することで、媒晶剤の影響を短時間で調べた。その結果、ポリアクリル酸ナトリウム、CMC-Na、尿素をそれぞれ加えた溶液で、NaCl結晶の{100}面の変化を短時間で観察することができた。このような短時間での経時的なミクロな変化から、加えた媒晶剤が結晶表面を変化させる可能性が高いかを調べることができるとわかった。

K0915 圧電素子を用いた効率の良い発電方法を探るⅢ

佐賀県立鳥栖高等学校 科学部 代表研究者：副島梨那
共同研究者：三原朋策

私たちはエネルギー等をめぐる問題の解決に貢献したいと考え振動発電の研究を始めた。最終目標は、圧電素子が内部に組み込まれたマットを敷き、発電させることである。圧電素子とは圧力を加えると素子内部の結晶がずれることで電圧が発生するという圧電効果を利用し、電気や振動を取り出す電子部品である。これまでの研究より、全波整流回路を使用し、1個の全波整流回路に素子を1個接続するのが良いと考えた。

実験Ⅰでは全波整流回路の個数を増やす場合の最適な接続方法、全波整流回路の個数による発生電圧の違いを調べたところ、発生電圧に有意な差は見られなかったが、接続方法を変えた場合、電圧の上がり方や、波形の違いがあったので用途に応じて、接続方法を変えたのが良いと考えた。

実験Ⅱでは、素子の下に置く材質による発生電圧の違いを段ボール、気泡緩衝材、木材、硬筆用下敷きを使用して調べたところ、段ボール、気泡緩衝材の場合発生電圧がアクリル板の5倍以上になり、木材、硬筆用下敷きの場合発生電圧がアクリル板より小さくなった。

こうなった理由として、素子の下の材質が硬い場合、素子が十分に歪まず(歪み：素子に圧力を加え、素子が変形した時の変位)、圧力を加えた点しか電圧が発生しないが、素子の下の材質が柔らかい場合、素子が歪み、圧力を加えていない部分も変形し、圧力を加えていない部分でも電圧が発生したと考えられる。

以上より、「素子の下の素材を柔らかくある程度の厚みがあるものにし、用途に応じて接続方法を検討する」のがよいという結果になった。

K0930 熱音響デバイスをを用いた発電装置の開発に関する研究

岡山県立玉野高等学校 代表研究者：正木翔大
共同研究者：家塚伊織、河野勝太、三好恵司

本研究では、金属製の閉管を用いた熱音響デバイスで生じる熱音響現象を利用した発電装置の開発に取り組んだ。これまでに、スタックに外径2mm、内径1.6mmの銅製パイプを用い、プロペラとモーターによって発電が確認できたという文献はあったが、我々は、より入手しやすいスチールラールをスタックに用いた発電装置を開発した。途中、スモークによる管口外部付近の空気の流れの可視化にも挑戦し、管の外壁を伝って、管本体側から管口内部に空気が入り、管口中央から外に向かって流れ出す空気が発生することを確認した。この結果をもとに、管口から僅かに離れた位置にモーターをつないだプロペラを配置することで、熱音響現象によって生じる空気流でプロペラを回転させ、最大で41.7mVの電圧の発生を確認した。

K1010 校地内の再生可能エネルギーを利用した空調システムの開発

鳥取県立鳥取西高等学校 代表研究者：表俊輔
共同研究者：大坪大地、川西響貴、小谷悠貴、津田純、森一翔、山本颯太郎

本研究は、体育館で夏に快適に過ごせるようにすることを目的とし、校地内にある伏流水と太陽光という自然エネルギーを利用した空調システムの開発である。システムには水に強い、廃車のラジエーターを使用し、水冷式クーラーの構造にすることで、室温を下げつつも湿度の上昇が無いようにした。システムの効果を検証したところ、室温を下げる能力があることが分かった。

K1025 筋電センサーを用いた弓道の研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：櫻井穂峰

本研究では、筋電センサーを用いて弓道における筋肉の動きを、数値化しグラフ化して可視化することを目的としてデータを採集した。弓道において非常に重要とされる、両腕の前腕と右腕の上腕二頭筋のデータを、体の実験装置を取り付け測定し、傾向がわかる程度のデータを得ることができた。

K1040 傘にかかる力を軽減する構造についての研究

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：原田真里

本研究では、傘の布地や骨など、様々な部分に着目し、上方から風が吹いた時の、傘にかかる力を軽減する構造についての実験を行った。傘の模型を作成し、煙風洞実験装置や、計量器などを使用することで、傘に当たる風の様子や、傘にかかる力の大小関係を可視化した。傘の布地の張力が小さいほど、また、傘を覆う骨の曲率が大きいほど、傘にかかる力が軽減されることがわかった。

K1120 災害エスケープ ～セルオートマトンを用いた避難効率アップの可能性～

北海道旭川西高等学校 代表研究者：大西彩音

共同研究者：堅田仙太郎、藏敦愛梨、斉藤杏実、寺島由結

私たちは災害が発生した際の避難について、避難経路を工夫することで時間を短縮し安全な避難ができると考え研究を行った。ExcelVBAでセルオートマトンを用いたプログラムを作成し、シミュレーション実験を行った。本プログラムでは旭川西高校舎(2～4階に40人×6クラス、計720人)を想定し、1組奥にある東階段、および4・5組間にある中央階段を使用して1階へ避難するまでの時間を比較した。まず始めに1フロアのみ(240人)の実験を行った。その結果、1・2・3組が東階段、4・5・6組が西(中央)階段を使用する方法が一番速いことが分かった。次に全校生徒(720人)での実験を行った。事前実験の結果から速いと予想されていた4・5・6組が中央階段で避難する方法は、予想に反して遅くなる結果となった。これは、2階で渋滞が発生してしまうことが原因であると考えられる。また、立ち往生している人が少ないパターンや、人が階段よりも廊下で待機しているパターンは比較的早くなる傾向があることが分かった。さらに、本研究では実用性を高めるために安全面も考慮した。煙や転倒の危険を避けるため階段に人が留まらないことを条件に加えた。その結果、2階5・6組のみが西(中央)階段を使用し、その他の生徒が東階段を使用するパターンが、最適となった。

K1135 授業が受けやすい教室の設計

東京都立科学技術高等学校 物理数学班 代表研究者：石丸達也

共同研究者：阿久津芭音、出嶋賢太郎、藤村弥央

学校の教室の席において黒板が見えにくかったり、先生の声などが聞こえにくかったりすることがよくある。そこで私たちはどのようにしたら“より多くの生徒が快適に授業を受ける”ことができるのかということを考えた。席の配置、席に座る生徒の身長、聴覚、視覚を条件として設定し、黒板と席を座標で表し、身長等をパラメーターで設定して、各生徒一人一人の満足値をつけ、その合計値の大小を「より多くの生徒が快適に授業を受ける」ことの判断基準とした。より多くの生徒にとって授業が受けやすい結果を得られるようにアルゴリズムを組み、シミュレーションを行った。その際、モデルのプログラムがより効率良くできるように教室での席の行と列を同数としてmと置き、生徒数はm×mのときの場合で考えた。文部科学省は1教室あたり40人未満(30人または35人)が望ましいとしている。そのため、mは最大6とした。しかし、この量を計算処理するには時間がかかると予想され、計算の効率化の必要があると考えた。最初は手動で計算し、処理を減らして計算するアルゴリズムを作ることを試みた。まず2×2で計算したときは簡単に行うことができたが、3×3の時からは計算数が膨大になったため、必要のないものをできるだけなくす工夫し、視力についての満足と聴力についての満足度を計算するアルゴリズムを作成した。

Jr. セッション委員会委員（任期：2021年4月1日～2022年3月31日）

委員長	松川 宏（青山学院大学）	吉澤 雅幸（東北大学）
副委員長	飯沼 昌隆（広島大学）	青木健一郎（慶應義塾大学）
委員	青井 考（大阪大学）	一柳 優子（横浜国立大学）
	石井 悠衣（大阪府立大学）	香取 浩子（東京農工大学）
	内山智香子（山梨大学）	北本 俊二（立教大学）
	河内 明子（東海大学）	佐藤 仁（広島大学）
	古府麻衣子（日本原子力研究開発機構）	鹿野 豊（群馬大学）
	佐藤 実（東海大学）	須藤 彰三（東北大学）
	白井 正文（東北大学）	橘 孝博（早稲田大学）
	高野 浩志（上越教育大学）	田中 忠芳（金沢工業大学）
	田中 悟（九州大学）	種村 雅子（大阪教育大学）
	谷口 和成（京都教育大学）	中村 琢（岐阜大学）
	土井 正晶（東北学院大学）	畠山 温（東京農工大学）
	並木 雅俊（高千穂大学）	福田 善之（宮城教育大学）
	馬場 彩（東京大学）	藤田 佳孝（大阪大学）
	藤井 康裕（立命館大学）	柳澤 実穂（東京大学）
	松多 健策（大阪大学）	渡辺 純二（大阪大学）
	山口 哲生（東京大学）	

なお、各審査および表彰は、次に示す本会関係者により厳正に行います。

* 書類審査

理事、領域代表・副代表、Jr. セッション委員会委員、男女共同参画推進委員会委員、物理教育委員会委員、大学の物理教育編集委員会委員、前回審査員、他に Jr. セッション委員会委員長が指名する者が書類審査を行なう。その結果をもとに Jr. セッション委員会において口頭発表を行う研究を決定する。

* 当日審査

書類審査の審査員、他に Jr. セッション委員会委員長が指名する者が当日審査を行う。

当日審査の観点は次の4点です。

1. 着眼点：発想、着眼点がユニークであるか。
2. 論理性：主張が明確で、根拠に基づいて論理的に展開されているか。
3. 工夫：実験・理論との比較等を、自分たちでどのように工夫して行っているか。
4. 表現力：内容を的確にわかりやすく聴衆を引きつけるように発表しているか。

* 表彰

書類審査・当日審査の結果をもとに、Jr. セッション委員会において賞を授与する研究を決定する。

謝辞

丸善出版株式会社より『理科年表2022（ポケット版）』をご提供頂きました。

ここにそのご厚意に対し深く感謝の意を表します。

主催：一般社団法人 日本物理学会
共催：高等学校文化連盟全国自然科学専門部

問い合わせ先：日本物理学会 Jr. セッション係

〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-22 湯島アーバンビル5F

TEL：03-3816-6201 / FAX：03-3816-6208 / E-mail：jrsession22@gakkai-web.net

URL：https://gakkai-web.net/butsuri-jrsession/