

 課題研究要旨集

2020年度

2021年1月30日（土）

長野県伊那北高等学校 理数科

タイトル一覧（発表順）

- ① 物理3班 「翼端板による揚力と抗力の変化」
- ② 生物1班 「三峰川のオオキンケイギクの生息範囲と防除」
- ③ 化学1班 「アンモニア水を用いない銀鏡反応」
- ④ 物理4班 「テニスにおけるボールの回転とバウンド後の伸びの関係」
- ⑤ 数 学 班 「コラッツ予想の数式変更による結果の分析」
- ⑥ 生物3班 「薬品が胚に与える影響」
- ⑦ 地 学 班 「雲が夕焼けに与える影響」
- ⑧ 物理1班 「グラスハープの周波数の変化に影響を与える要因」
- ⑨ 化学2班 「ロッシェル塩における圧電効果」
- ⑩ 生物2班 「プラナリアの光走性と記憶」
- ⑪ 物理2班 「ジャイロミル型風車を用いた風力発電」

翼端板による揚力と抗力の変化

研究者 唐木 怜, 白鳥 佑空, 鈴木 多聞, 武田 悠生

指導教員 安達 隆太 先生

要旨 今日多くの旅客機の翼には翼端板が取り付けられていることから, 身近な模型飛行機において翼幅に対する翼端板の長さの比(翼端板比)の最適値がどのような値であるか疑問に思い研究することにした. 本実験では翼端板を取り付けた模型飛行機に風洞を用いて平均風速 5.6m/s の風を当て, 揚力と抗力を測定した. 実験の結果から, 迎角 5° で翼端板の効果が顕著に表れ, 翼端板比 $1/9$ が最も飛行に適した比であると結論付けた. この条件下で, 機体が水平の時に進行方向に対し 5° 下方からの上昇気流をとらえることにより, 飛行能力を高めることができると考える.

三峰川のオオキンケイギクの生息範囲 と防除

研究者 江川 晴菜, 小松 友大, 西村 拓海, 林 優衣, 宮澤 遙

指導教員 大石 英一 先生, 倉石 典広 先生,
小山 由美子 先生, 深堀 奈苗 先生

要旨 現在, 日本には環境省によって2004年6月に公布, 2005年6月に施行された外来生物法が存在する. この法律の目的は特定外来生物による生態系への被害を防止し, 生物の多様性の確保に寄与することを通じて, 生物保護に資すること. そのために, 問題を引き起こす海外起源の外来生物を特定外来生物として指定し, その取扱いを規制し, 特定外来生物の防除等を行うこととされている. 我々は, 身近にある三峰川で見ることができるオオキンケイギクに注目した. 本種は, 在来種や生態系へ影響を及ぼすことが問題視されている植物である. そこで三峰川における本種の分布を調べてみると, 分布状況をひとつにまとめられているものはなかった. そのため, 分布図を作成し三峰川における本種の生息範囲を明らかにしようと考えた. また, 本種について調べているなかで本種には, 繁殖力が旺盛で大きな群落を形成するという特徴があり, 種子のほか根茎でも広がり, 根ごとしっかりと抜き取る必要があるということを知った. そこで我々は, 本種が群落を形成する原因が根にあるのではないかと考えた. そのため, 実際に群落が形成されていた伊那市役所周辺の三峰川河川敷, 三峰川橋上流で掘削調査を行った. その結果, 三峰川流域の広範囲で, 本種の分布が確認され, コドラート法を用いた調査により, 道路沿いに多く生息していることが判明した. また掘削調査により, 2個体の根のつながりがあることが確認された. これらの結果から, 本種は温度の低い地域に生息しづらく, 草丈が低く, 乾燥した河原によく見られることが考えられる. また根の掘削調査より, 本種の根は繋がっていることが示唆されたため, 駆除の際は駆除した個体の周辺も確認する必要があると考える.

アンモニア水を用いない銀鏡反応

研究者 木ノ島 旺, 白旗 大空, 村瀬 凌冴, 山崎 侑菜

指導教員 大野 寛務 先生, 小山 由美子 先生

要旨 高校の有機化学で取り扱われる銀鏡反応. 私たちはこの反応に興味を持ち調べたところ, 銀鏡反応では銀とアンモニアによる爆発性の物質である雷銀が生成されることを知った. 本研究では, アンモニア水の代わりとなる物質を5種類, 還元作用のある物質を8種類用いて実験しその関係性を調べることを目的としている. 還元作用のある物質に糖類を用いた際ほとんどの反応が成功しており, 糖の構造から銀鏡反応では還元性が弱い物質を用いると反応が成功しやすいと考えた. また, エチルアミンとプロピルアミンにおける銀鏡反応がうまくいかないことからアミノ基を1つだけ持つ構造の物質はアミノ基を2つもつ物質に対して銀の還元が早く進んでしまうと考察した.

テニスにおけるボールの回転と バウンド後の伸びの関係

研究者 小林 悠奈, 小松 孝達郎, 中島 由佳, 中原 弘樹

指導教員 勝家 康太郎 先生

要旨 自由落下で低回転域のボールは地面でバウンドするときに回転数が大きいほど反発係数が大きくなり水平方向への推進力が生じることが知られている。テニスにおける実際の放物運動で高回転域のボールでも、バウンドするときに回転数が大きいほど推進力が生じボールが伸びると仮説を立て、定量的に確かめることを目的とした。

実際にテニスコートでボールを打ち、ハイスピードカメラを用いて回転数、初速度、打ち出し角度を測定した。またバウンド前後の飛距離を測定しそれぞれの測定値と伸びの相関を調べた。初速度と打ち出し角度は理論的には伸びに無関係であるが、初速度、打ち出し角度、回転数すべてに伸びとの相関が見られた。ただ回転数と初速度、打ち出し角度はあまり相関が見られなかった。回転数の分布に他の測定値が関係していないことから、回転数と伸びに正の相関があることを確かめた。

現時点の結論として、よく伸びるボールを打つためには回転数、初速度を大きくし、打ち出し角度を小さくすることが良いと言える。

コラッツ予想の数式変更による結果の 分析

研究者 松崎 陽人, 村田 優風, 柄澤 創太郎
指導教員 岡村 祐一 先生

要旨 自然数を偶数ならば2で割り, 奇数ならば3倍して1を加えるという操作を繰り返すと, 必ず1に到達するという”コラッツ予想”. 現在ではコンピュータの計算によって 2^{68} までは反例がないことが確かめられているが, 80余年経過した今も証明はされていない.

そこで, 奇数のときに3倍して1を加える操作の加える数を変え, 2000通りの計算をした. その結果, 必ずしも1に到達するわけではなく, その結果には規則性があるものも存在することがわかった. (結果I~IVを参照)

次に予想した規則性の証明に取り組んだが, 残念ながら今回はすべてを解明することはできなかった.

薬品が胚に与える影響

研究者 田中 大達, 加藤 麟太郎, 庄村 萌々
指導教員 大石 英一 先生, 倉石 典広 先生,
小山 由美子 先生, 深堀 奈苗 先生

要旨 現在, ドラッグストア等で多くの薬品を購入することができる一方, そのような市販薬の中には妊婦が使用すると胎児に悪影響を与えるような薬品もある(NHK 2020). その多くが製薬会社等により人体への影響の詳細な研究がされているが, 妊婦の使用による胎児への具体的な影響は不明確な点が多い. また, ニワトリ胚は入手が容易なうえ発生段階の研究が進んでおり(Hamburger and Hamilton 1992), Newにより確立されたnew培養法を用いることで2日胚を24時間培養, 観察が可能である(福田 2013). そこで私たちは, 発生初期のニワトリ胚を用い薬品がどのような影響を与えるか実験を行い, その結果から薬品が胎児に与える影響について考えることとした. 薬品を検討した結果, 溶媒である水に溶解, 濃度を考慮し与える必要性から, 解熱剤や鎮痛剤として使われるイブプロフェンナトリウムを含む薬品を使用することとした. 薬品の濃度の違いによる胚への影響の違いを知るためにイブプロフェンナトリウム濃度 $15 \mu\text{g}/\text{mL}$, $1.5 \mu\text{g}/\text{mL}$, $0.15 \mu\text{g}/\text{mL}$ の三段階に希釈したものをそれぞれ $10 \mu\text{L}$ ずつ胚に投与し, 24時間培養後に観察した. この実験で使用した14個の胚のうち, イブプロフェンナトリウム $1.5 \mu\text{g}/\text{mL}$ を投与した胚の1つで薬品の影響を受けたと思われる胚が確認された. この胚では, 体節の形成がされていなかったうえ, 脊髄が伸長せず末端が丸まっていた. ニワトリ胚の発生において体節形成には脊髄のみが関与していることが明らかになっているため(伊那北高校理数科課題研究 2013), 私たちは発生に異常が見られた胚において薬品が胚の脊髄の伸長を阻害したことにより体節の形成がされなかったと考察した. 次に, 先ほどの考察を証明するために次の実験を計画した. ニワトリ胚の脊髄を除去すると体節の発生が止まると仮定し, シャーレに取り出したニワトリ胚の脊髄を除去し24時間培養, 観察した. その結果, 脊髄切除を行った4つの胚すべてで体節の本数が増加しなかったことから, 脊髄が機能しないと体節が発生しないことが確かめられた. なおこの実験で切除した脊髄を端に避けたものから, 体節の形成が見られたため, 私たちは切断した脊髄には再生能力があるのではと考え, 切断した脊髄を単独培養する実験と胚の尾側後方で培養する実験を行ったが, どちらも体節形成は見られなかった. 以上の3つの実験から, イブプロフェンナトリウムは初期胚の脊髄伸長阻害作用があり, その結果体節の形成に異常をきたす可能性があることが確かめられた.

雲が夕焼けに与える影響

研究者 高坂 幸歩, 水村 優由香, 柚原 綾花
指導教員 丸山 結衣 先生, 深堀 奈苗 先生

要旨 日頃よく目にする夕焼け. 私たちは, 水酸化鉄(III)コロイド溶液を用いて, 溶液濃度と赤色, 青色, 緑色の光の透過率の関係性を見ることで, 雲が夕焼けに与える影響について調べた. 濃度を大きくしていくと赤色の光は青色, 緑色に比べて透過率が高くなった. また, 雲量や大気中の粒子の量などの条件によって, 夕焼けの色は変化すると考えられる.

グラスハープの周波数の変化に 影響を与える要因

研究者 石倉 陽章, 小林 勇輝, 小林 直太郎, 諏訪 司, 山村 幸之進

指導教員 北原 勉 先生, 小林 里海 先生

要旨 私たちは、グラスハープの周波数の変化について興味を持ち、周波数の変化に関わる要因を調べた。実験により、液体の体積の増加、グラスの傾度の増加、液体の密度の増加により周波数は減少するという結果が得られた。この結果より、液体によりグラスの振動を抑える力が働き、その力は液体とグラスの接する表面積の増加や液体の密度の増加により大きくなり、周波数が減少するという結論を得た。

ロッシエル塩における圧電効果

研究者 中村 元亮, 丸山 美羽, 和田 治大

指導教員 大野 寛務 先生, 小山 由美子 先生, 齋藤 桂二郎 先生

要旨 圧電素子と呼ばれる物質は力を電気に変える性質（圧電効果）がある。この性質は、物質に力を加えることによって結晶内部に歪みが生じ、電荷の偏りが生じることによって起きている。私たちはかつて圧電素子として利用されていたロッシエル塩の結晶を製作し、応力、体積、力点と電極間の距離と発生する電圧の関係について調べた。そのうえで、応力の大きさによる歪みの大きさの違いが発生した電圧とどのように関係しているのか調べた。

プラナリアの光走性と記憶

研究者 神山 如水, 高橋 大成, 中畑 太翔, 山本 幹
指導教員 大石 英一 先生, 倉石 典広 先生,
小山 由美子 先生, 深堀 奈苗 先生

要旨 プラナリアは全身のどこを切られても、完全に再生する。さらに驚くことに、まったく新しい脳まで完全に再生するのである。そこで私たちが疑問に思ったのは、切断された後に尾部側から再生した新しい脳を持った個体にも切断以前の記憶が存在しているのかどうかということである。普通ならば、記憶は脳に保存されているため、全く新しい脳が再生した個体には記憶は保持されないと考えられる。しかし、負の光走性と化学走性を用いた先行研究で、プラナリアは新しい脳が再生した個体においても記憶は保持されるということが示されている。私たちは、このことを負の光走性と機械走性を利用することで実験に新規性を持たせて検証した。まず、滑面側にプラナリアを置き、滑面側からプラナリアに光を照射して粗面側に移動させ、その時間を計測するといった操作を7日間行う。その後プラナリアを咽頭部で頭部側と尾部側に切断した。7日後に尾部側から再生したプラナリアについて、始めと同じ実験を2日間行い、移動時間を記録した。結果は、切断前のプラナリアは操作の後半になるにつれ、次第に移動時間が長くなっていった。また、切断後の尾部側から再生したプラナリアの移動時間は切断前のプラナリアよりも長かった。さらに、切断前のプラナリアは、操作の初日と2日目は機械走性よりも負の光走性を優先する個体が多かったのに対して6日目と7日目になると負の光走性よりも機械走性を優先する個体のほうが多くなったため、負の光走性よりも機械走性を優先するということを学習したと考えることができる。そして、切断後の尾部側から再生した個体についても圧倒的に光よりも粗面を嫌う個体のほうが多かった。このことから負の光走性と機械走性を利用した実験においても、切断した後に新しく脳が再生したプラナリアは記憶を保持していると考えられることができる。

ジャイロミル型風車を用いた風力発電

研究者 塩谷 真史, 鈴木 麻弘, 矢島 陸渡

指導教員 安達 隆太 先生

要旨 垂直型風車のひとつであるジャイロミル型風車を用いた風力発電機には、騒音が少ないことやプロペラ型風車による風力発電機に比べて小型であるという利点がある一方で、大きな電力を得られないという問題があり、商用で普及していない。我々はこのジャイロミル型風車を用いた風力発電機を作成すること、および、どのような条件で最も大きな電力を得ることができるのかを調査した。発電機には自転車用のリムダイナモに、羽根がプラスチック段ボールであるジャイロミル型風車を接続して家庭用扇風機による風を送って電力を得ることができた。風車の羽根の枚数を2枚, 3枚, 6枚変化させて実験をしたところ、3枚の羽根以外では電力を得ることができなかった。羽根の厚みと取り付け角度を変化させたところ、2.4mmの厚みで回転軌道に対して 15° であれば最大の電力を得ることができた。ただし、得られた最大電力は4.59mWであったため、更なる改良のための研究が必要である。

2021年1月30日

著作者 伊那北高等学校2年F組 理数科

発行者 長野県伊那北高等学校