

課題研究Ⅱ 物理分野 研究テーマ (令和2年度)

A. 表面張力

B. 摩擦力

C. 音波 (伝達速度, 音楽理論)

D. オーロラ発生

E. ダイラタンシー

F. サッカーのシュート

G. バドミントンのショット

H. 野球の投球, 打球

I. 防音, 遮音

J. 衝撃吸収 (素材や構造)

K. 過冷却

全体的に注意してほしい事は、  
多くの現象はすでに理論が  
構築されていることが多いので、  
それを組みあわせて、各現象にある  
段階が必要ですが、勉強は

下さい

xx.

基本となる理論

流体力学

→ 円盤の無回転  
シュート

応用する

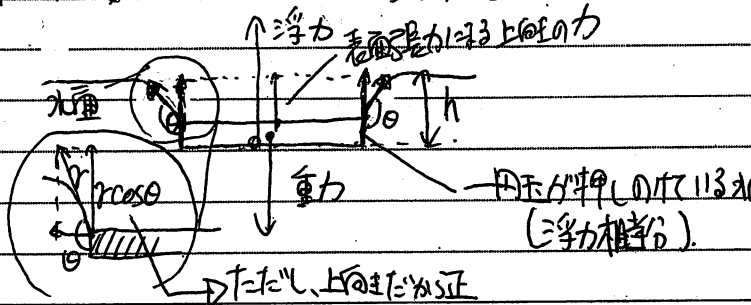
どうやろ??

これと対応する  
最初の仕事

野球は4-6月 2年連続にのみあがって、  
今年はその成果がはじけ出す。出たから  
来年、野球にテーマは一年禁止にのみあがって  
注意しよう

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

千葉大学の論文によると、一円玉が水に浮いている時、一円玉は水面より低い位置にある (水面張力による) ため、表面張力だけでなく浮力も考慮に入  
れる必要があるといことがわかった。



1円玉の半径を  $r$ 、質量を  $M$ 、重力加速度を  $g$  とすると、左図より 水の密度を  $\rho$

$$Mg = |r \cos \theta \times 2\pi r| + \rho \pi r^2 h$$

1円玉にはたして 浮力による上向きの力

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

- ①は一円玉のように水面がへこんでいる場合ではなく、木片のように水面をもり上げている場合では表面張力に反して下に沈む傾向があるのではないか。
- 表面張力が表面積を小さくしようとすると、水面の凹と凸、凸と凸が引き合い、凹と凸ではしりぞけたりする現象を説明できるとは思えない。
- ①の図より  $\theta$  の大きさが大きければ、表面張力による上向きの力は大きくなるのではないか ← 実験で確認が必要。
- 一円玉の上に水滴をこぼらせた瞬間の  $Mg$  の大きさを  $|r \cos \theta \times 2\pi r| + \rho \pi r^2 h$  の最大値が調べられるのではないか。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

なぜ、水面が凸と凸、凹と凹の場合浮き上がり、凸と凹の場合はしりぞけようか?

④ この研究の面白さの解説。

- 表面張力という身近な現象の中にも、水面がへこんでいるものと、もりあがっているもの両方では異なる現象があるという点。
- 表面張力を大きくするためには水はいい性質があるものを用意する必要があるが、水はいい = 浮力性の実験は、速く進む船を作ったりするのに役立つという点。  
↳ 船の水にふれる部分に「撥水コーティング」をほかにすると、ほかにしていいものも速く進む。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- 水面が凸の場合、表面張力はどのように作用するのかわかるか?
- 凸と凸、凹と凹を近づけた際、水面の表面積がどのように変化するのかわかるか?
- 凸と凹を近づけた際、水面の表面積はどのように変化するのかわかるか?

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

1年のときに調べたことより、レールと球の素材、大きさを転がる球の実験をより正確に行えることが分かった。そこから、さらに正確性を向上させるには空気抵抗を減らす、球とレール間の摩擦力を減らすことが効果的であると考えられる。真空をつくり出すことは可能があるので、空気抵抗を無くすことはできる。一般にスキーなどで起る滑り摩擦より、トラックなどが面を転がる、転がり摩擦の方が小さいとされている。また、最大摩擦力と触れ合う面積に関係ないとし、触れ合う面の性質により変化することも分かった。例えば、鉄と炭素の摩擦係数は0.15と非常に小さい。また、鋼球とガラス面の転がり摩擦係数はさらに小さいとされている。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

今回僕は、スキーが滑る原理を転がる球の運動に活かせないかと思い調査したが、滑り摩擦より、転がり摩擦の方が小さいという事実より、やはり、球とレールの性質の相性が最も大切だと感じた。空気抵抗をなくすことは、真空状態にあるのがベストだが、球の重さを大きくすることでも減らすことができる気がする。面の性質上柔らかい素材では球が沈み込み、あまり良くないので、レールの候補は、硬い素材、例えば炭素やガラスなどが良いと感じた。スキーが滑る理由が実は解明されていないという点も分かり、少し興味が出た。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

レールと球の素材の相性でどれほどまで摩擦力が小さくなるのか

④ この研究の面白さの解説。

さまざまな素材を組み合わせたことで、新しい発見があるかもしれないというおもしろさ。摩擦力を小さくできる素材の相性を見つけられれば機械の部品などに応用される可能性があったり、発展性があるところ。実験自体は非常にシンプルで比較的簡単に実施できる点。地球上にある無数の素材を集め、相性を調べるという地味だが、どんどん追求できるところ。たくさん素材の知識を獲得できる。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならぬ問い (質問文の形で三つ)

- ・レールと球との間にはどのような現象が起こっているのか。
- ・素材の相性をある程度予測することは可能か
- ・摩擦力はありえないのか

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

床の滑り抵抗係数(C.S.R)の最適範囲は0.55~0.70であり、許容範囲は0.40~0.80である。許容範囲は使用目的、動作の状態、激しさによって変化する。床の抵抗は材質によって様々であり、材質が同じものであっても凹凸の有無で抵抗は変わってくる。また床の抵抗に加え床の上を通過する物の材質も抵抗に関係している。  
 (履物を履いて動作する床、路面においては傾斜路(傾斜角 $\theta$ )で $C.S.R - \sin\theta = 0.4$ 以上、客室の床で $C.S.R \cdot 0.3$ 以上となっている。また素足で動作し大量の水やせっけん水などがかかる床においては $C.S.R \cdot B = 0.6 \sim 0.7$ 以上となっている) ←推奨値  
 ※ C.S.Rは乾燥時、C.S.R・Bは素足で床が濡れている時

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

床の滑り抵抗係数(C.S.R)の推奨値は場所によって細かく決められていることから、自分たちが安全に生活する上で大切なものであると思った。バリアフリー新法の改訂によりC.S.Rの認知度が上がり、転倒負傷の削減につながり、私たちがより安全な生活を送るということにつながると思う。転倒事故が発生すれば、事故当事における床のC.S.Rによって管理者の責任が問われることがあり、訴訟関連の測定依頼も増えていることから関連づけて、床の材質による摩擦力の違いについて調べようと思う。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

床の材質による摩擦力の違いはどれくらいあるか。

④ この研究の面白さの解説。

床の材質と床の上を通過する物体の材質を変えながら実験を行い、法則性を見つける。物体に方向転換などの動きを加え、その時の床面と物体にかかる摩擦力を調べ、物体を直線運動させた時との違いを見つける。  
 実験結果を用いて、転倒を最も回避、防ぐことのできる床材を見つける。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・摩擦力をどのように量るか。
- ・この研究をどのように発展させ生かすか。
- ・どのように摩擦力の違いを比べるか。

## 「課題① 研究テーマを深める」 (おもて面)

整理番号

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

プーリーは他の伝導方法と比べて安価で簡単。

だが、高トルクを伝達することが難しく、

・摩擦 ・ベルトの張り具合

も適切に調節する必要がある。

ベルトは

・柔軟性、抗張力、表面の摩擦係力 (摩擦の少なさが求められる。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

プーリー機構は伝達の効率を上げられれば、  
もっと多くの場面で活躍するはずである。

そこで、ベルトに工夫をすれば、効率を上げられるのではないかと考えた。

だが、大きな負荷が軸にかかることで、はいけないため、  
「同じ伝達量」で「軸にかかる負荷」を「ベルトの工夫」によって  
下げることができれば、ないかと考えた。そのとき、必然的  
に効率も上がっているはずである。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

どのようなベルトの種類や長さ、取り付け方が、負荷なく効率的な伝達か

④ この研究の面白さの解説。

そもそも、運搬力を別のところに伝えるということは難しく、  
どれでも100%の力は伝達できない。それをいかに効率  
よくできるかというところに面白さが収められている。さらには、効率を上げることは負荷を下げる  
ことにもつながり、2重で改善することが可能  
である。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・摩擦はどれくらいよければいいのか。
- ・今使われているベルトの問題点は何なのか。
- ・どの太さがよく使われているのか。

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

コンクリート内等の固体中を伝わる音のことを固体伝搬音といい、空気中を伝わる空気伝搬音よりはるかに速い。様々な媒質内での音速は、その媒質の体積弾性率と密度から求められ、空気中では 343 m/s、ヘリウム中では 970 m/s、水中では 1480 m/s、氷中では 3940 m/s、鉄中では 5290 m/s となり、物質によって明確なちがいがあ

ONJokki 音の速さ (2020 4/25) (online) <https://www.onosokki.co.jp/Hp-WK/nakanawa/keisoku/otonohayasa.htm>

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

音の伝わる速さが物質によってちがうのならば、音の伝わる速さを調べることによってその物質を特定することができるのではないかと考えた。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

音の伝達速度によって物質を特定することは可能か。

④ この研究の面白さの解説。

今、物質を特定する方法には、密度から、電導性から、宇宙などでは光の屈折率から、など様々あるが、質量がはかれなかったり、光の屈折率だけでは一つまでしぼれない、などの状況が、宇宙空間などではありうると思う。そのようなときに、音という観点から物質を特定する方法があれば、やくにたつのではないか。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・音の速さのはかりかたにはどのようなものがあるか
- ・はかりかたはどこまで正確にできるか
- ・物質がまがっていたらどう伝わるか

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

「音」とは、空気分子を次々に揺らして伝わっていく波のことである。人が感知する音は耳の鼓膜が揺らされているもの。(縦波・横波とある) 音波という可聴域の振動でそれ以外は超音波となるので、音は厳密には力学的な弾性波と定義される。(可聴20~20000Hz, 超20000Hz以上) 音の3要素…高さ: 周波数(振動数)の大きい音が高い音、小さい音が低い音

強さ: 音波の運ぶエネルギー。振幅、振動数の大きさに比例し、単位は db (デシベル) ※

音色: 同じ周期数でも波形が異なると、違う音に聞こえる。→ (音速は固体>液体>気体の順)

※音圧について、 $P_e = \sqrt{\frac{1}{\rho_0} \frac{dP}{dt}}$  というTで平均した実効値を基準実効音圧を無次元化し、対数を用いて、 $L_p = 20 \log_{10} \frac{P_e}{P_{e0}}$  ( $P_{e0}$ は空気音波に対し、 $P_{e0} = 2 \times 10^{-5} Pa$ を用いる)と表し、これを音圧レベル [db] と称す。

音階と音律: 音階(平均律)は、振動数を一定の規則で配列したもの。(一オクターブの音程比は2)

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

音の3要素(高さ・強さ・音色)は、音楽について、基礎の基礎となるものであり、その大方の仕組みや理論がかなり解明されているのはありがたいです。しかし、それを使って作られた音階や音律をもとにする音楽理論である、対位法や和声学(コード進行)・演奏される楽器や形式(木管・吹奏楽など)が曲にマッチするのはどのように応用されているのかは、理論(物理学としての)が明確にされているのを聞いたことがないのはどうしてなのでしょうと思いました。調べたように一オクターブは2の音程比があり、音程比に感覚的に“キレイ”とか“悲しい”とかいった雰囲気を含む数値があるのではないかと思いました。そこを自由に操られるとなると、純正律や平均律より良い和音が作れる“律”が生み出せるかもしれません。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

音波の波形や速さをコントロールすることで、現存する音楽理論を解明し、発展させ新たな理論が生み出せないか。

④ この研究の面白さの解説。

・ 現在、ほぼ全ての曲で使われている和声(コード)等の理論を物理学で理屈がけることで、より納得でき、実用の幅が広がりそうであること。

・ 私達が音楽の中で感じている“なんか〇〇な感じ”だとか“〇〇を思い出させる”といった感覚を、物理学によって深められた音楽理論で解明できたとしたら、雰囲気という漠然としたものを一つ理屈がけることに成功し、また〇〇の雰囲気を出せる数値列(今存在するものだと、“終結”の雰囲気を出せるカデンツ)などといった新たな和声形や法則を生み出せるかもしれないこと。

・ 音楽という音が複雑に混じり合ったものを物理学の音の法則から解明できてしまうかもしれないこと。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

・ 曲を演奏する際に使われる、楽器の波形はそれぞれどんな形か。

・ 協和音・不協和音の音程比は I~VII (主音C~Hまで) それぞれなにが。

・ 対位法とその禁則の流れには、どんな音の3要素があるか。

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

太陽から「太陽風」と呼ばれるプラズマの流れが常に地球に吹きつけており、これにより地球の磁気圏は太陽とは反対方向へ吹き流される。太陽から放出されたプラズマは地球磁場と相互作用し、磁気圏内に入り、地球磁気圏の夜側に広がるプラズマシートを中心として溜まる。このプラズマシート中のプラズマは磁気線によって加速し、地球大気へ高速で降下する。大気中の粒子と衝突すると、下気粒子が励起状態になり、それが元の状態に戻るとき発光するものがオーロラである。オーロラはMHD発電と同じ原理であり、太陽風と地球の磁気圏がぶつかるところで発電されている。オーロラの中を流れる電流は数百万アンペアになっている。また、オーロラの電流により電離層の大気が誘導加熱され、熱も出る。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

調べてみると、まだオーロラについて解明されていないことが多く、そのために、オーロラが発生する地上100kmの上空の気圧にして、実際にオーロラが発生するときの状態を再現し、電気を流すと人工的にもオーロラを発生させることは可能だと思った。オーロラ自体を発生できても、色の変化はどうかかわるのか、オーロラの形の違いまで人工的にかわるのか疑問に思った。まだあまり研究されていないことも多いため、実際に実験をして調べたいと思った。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

オーロラはどのようなメカニズムで発生し、人工的にオーロラを発生できるのか。

④ この研究の面白さの解説。

目でみることでできる宇宙現象であるオーロラを実際に発生させて、観察でき、そこから色の違いや形の違いなど普段疑問に思うことを実験して調べることが出来る。また、オーロラはどのように発生するのか、なぜ発生するのかなど、気になっていたのでこの研究をして調べたいと思った。オーロラを発生させるだけでなく、そこから電流の大きさや熱はどのくらい生じるのか、色はどうかかわるのか、形の違いはなぜなのか、様々なことを調べることで面白いのではないかと考えた。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・ オーロラはどのような仕組みで発生するのか。
- ・ 色の違いはなぜ生じるのか。
- ・ オーロラには様々な形があるが、なぜ違いがでるのか。



① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

ダイラクシーとは、ある種の混合物が示す、遅いせん断刺激には液体のように振る舞い、より速いせん断刺激にはあたかも固体のような抵抗力を発揮する性質である。

原理は物体の粒子に力が加わると、その微細な粒子が密集して粒子間の隙間が小さくなり、強度が増し固体になる。しかし力を加えるのをやめると再び粒子間の隙間が広がり、元の液体へと戻る。

水と片栗粉を1:1の割合でつくる。

約

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

水と片栗粉の割合がおよそ1:1になっていて、比率の正確な数値があるわけではないので、割合によって衝撃を吸収する力が変わってしまうのではないかと思った。

この物体は水と片栗粉以外でもつくることのできるのか疑問に思った。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

水と片栗粉の比率がどのくらいのときに衝撃吸収の力が強いのか。

④ この研究の面白さの解説。

普段身近にある物から、研究できるという点。

一見すると液体なのに衝撃を与えると固体になるという、一瞬にして状態が変わるということ。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

・他の物体ではつukれないのか。

・衝撃吸収の力を測る方法はどうか。

・どのくらいの衝撃を計算上は吸収できるのか

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

ダイラタンシー現象とは粉末固体粒子と液体からなる混合物が示す、異常な粘性のことで、急激な外力に対しては固体のようにふるまい、ゆっくりとした外力に対しては液体のようにふるまう性質を指す。この性質をもつ流体をダイラタンシー流体という。ダイラタンシー流体は水と片栗粉をおよそ1:1の割合で混ぜ合わせることで作れる。ダイラタンシー流体を同封した皿を16mの高さから落としても割れにくいということがすでに実証されていて、防弾チョッキなどへの応用も検討されている。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

水と片栗粉の割合がおおよそ1:1とかが決まっていますが、比率の正確な数値がどのくらいかはないため、割合によって衝撃を吸収する度合いが変わってしまうのではないかと考えた。また実馬券では16mの高さから落としても割れなかったというだけで、この高さのときに割れるかを示されていなかったため、どこまで高く落とされるのか、そして、どの程度の大きさの力で衝撃を吸収することができるのかを調べることができるのかと思った。また、水と片栗粉以外の物質でダイラタンシー現象が起きるのか、防弾チョッキ以外の応用はないのかということも調べることもできればいいと思った。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

ダイラタンシー流体がどれくらいの力を衝撃を吸収することができるのか。

④ この研究の面白さの解説。

・ダイラタンシー流体が水と片栗粉だけでつくられて簡単な上になじむな現象が起るので、いろいろな応用がまいて面白いと思った。また何度も見たり作ったりしても飽きない不思議があって、探究心の深まる実馬券だと思いました。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・どのようにすればダイラタンシー流体をつくることができるのか。
- ・ダイラタンシー流体を作る上での粉末と液体の割合を変えても同じようにダイラタンシー現象が起るのか。
- ・粉末と液体の割合どのくらいなとき、衝撃を最も吸収することができるのか。

「課題① 研究テーマを深める」 (おもて面)

整理番号

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

無回転シュートは、一様流の中におかめに回転する球に、一様流に対して垂直な力(揚力)がはたらく現象「マグヌス効果」によるものです。要注目。ボールの回転は、周りの流れを安定させ、その結果ボールの軌道も安定させる効果があります。

ボールの回転が少ない、もしくは無回転で飛んでいく場合、流体中で固体を動かしたときにその横方に交互にできる渦の列である「カルマン渦」がボールの後ろに発生する。これは抗力を生み出すだけでなく、ボールを予期でぬ方向に動かす。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

僕は無回転シュートについて計算しようなどという考えは全く、感覚でつかぬものだと思っていたけど、もちろん物理的に考えても無回転を証明できるんだという事に驚いた。そのプロがそれを意識していると考えるとすごいと感じた。やはり、ここまですると、どうすれば無回転がけれるのかか負にはた。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

どうして風がボールを蹴れば「無回転シュート」が蹴れるのか。

④ この研究の面白さの解説。

サッカー経験者ならよく分かると思いますが、無回転シュートはすごく憧れのもの。それが高確率でけれるようになる可能性があるだけでも物凄く面白い。ただ、それに加えて、自分の力でそれを手探りで探るといのはもっと面白いと思う。

手探りでなく  
理論的に証明の必要

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・「どのボールが無回転シュートをしりやうか」
- ・「どのスパイク」
- ・「地面のコンディションはどの状態が一番いいか」

裏面に組、番号、氏名を必ず書き込むこと

やってみて、こうして、という研究手法のいいのはアウト、理論的に数式でモデルを作って、それを実際に実証する研究手法をとる方がいい。このテーマはいい。

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

無回転フリーキックのけた際にボールが予測不能に曲がるのは流体中で物体を動かしたときにその前後で生じる「カルマン渦」がはいているのが原因である。ボールの後ろのカルマン渦は抵抗力を生み出すだけでなく、ゴールボールを蹴った際の予測不能な軌道や、野球のピッチャーが投げるタックルボールのように、ボールを予想せぬ方向に動かす。またボールの進行方向と完全に均衡が取れるようになる。したがって、一定のスピード以上の回転をするボールの軌道に大きく関係する。特にボールのスピードが落ちて、ボールの回転速度が相対的に速くなったとき、ボールを横方向に引く力が働く。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

プロのサッカー選手が無回転フリーキックや、カーブを蹴るときに上記のことが人間の目にも見え、故意的に蹴らされている感、動いた。またボールの種類や素材作りにもボールの軌道に影響を及ぼすことを知った。どのような条件のときこの現象が起こるのか気になった。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

どのような条件でフリーキックにおいて変化球が蹴られるのか。

④ この研究の面白さの解説。

いまだに、キリと解明されていない、無回転フリーキックの蹴り方を解明することによって、今後のサッカー界の技術の促進と共に、フリーキックに一番適したシューズの作成ができる。また自分自身、そして豊中高校としてのチーム技術の向上につながる。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- なぜカルマン渦が生じているのか。
- 無回転フリーキックがおこる条件はなにが
- なにが適しているのか (ボール、シューズなど)

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

バドミントンのスマッシュを最速にするためには、打点をやや前にする、手首のスタップを効かせる、フォームを安定させる、素早く打球の下に入る、ジャンピングスマッシュなどのたくさんの方がいます。打点をやや前にする、手首のスタップを効かせる、素早く打球の下に入る、ジャンピングスマッシュをうつという方法はすべてスマッシュの角度をつけるためです。またフォームを安定させるを含めたすべての方法は力をだしやすくするためスマッシュが速くなります。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

スマッシュを速くする方法のほとんどが角度をつけるためにやることだということが分かった。しかし一番大切といっても過言ではない角度が具体的にはどこにもかかれています。いくらスマッシュを最速にする方法を試してもどれだけの角度でうてはいいのかが分かれば不安になると思います。実際私も先輩からアドバイスを受けたときになかなか上達せず、具体的な角度が分かればなと思ったことがあります。なので角度を示したほうがいいと思いました。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

バドミントンのスマッシュが最速になる最適な角度とは。

④ この研究の面白さの解説。

スマッシュを速くする方法の打点をやや前にする、はどのくらい前にすればいいか分かりやすくイメージしにくいのに対し、スマッシュの角度を00度つけると具体的に解明することができればとても分かりやすくイメージもしやすいため、上達が早くなることができる。他にも後輩にスマッシュのアドバイスをする場合、長々とアドバイスする必要はなく00度でうつといいといえはすみます。誰も知らないような知識でアドバイスすることによって後輩からの人望があつくなるといった意外な面からのメリットもあります。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・角度の違いによって速さの差はあるのか。
- ・人の違いによって角度に誤差は入られるのか。
- ・シャトルが異なれば打つ角度も変わってくるのか。

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。  
 バドミントンラケットというものは他のラケットと( ~~ほぼ~~ 比べると (例、テニスラケット) ) かなりがある。それはバドミントンという球技は数ある球技の中でも最も初速度(打球の)が速いスポーツであるため、シャトルの初速を上げることがラケットの設計上重要であるからだ。そのため、ラケットにおける反発力を向上させることが求められるとともに、シャトルを打つ際のガットの位置によって反発力に違いが生じ、反発力の良い位置をスイートスポットと呼ぶが明確には定義が定まっていない。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。  
 明確に定まっていないスイートスポットの位置を研究により出したいと思っている。しかし、スイートスポットが明確に定まらない理由もある。それは、バドミントンラケットを構成するフレーム、シャフトやガットの張り上げる石更(テンション)の違いによってスイートスポットは変化する。そのため定義ができないということだが、しかしテンションの強さが違うことによりスイートスポットの位置の変化する様子、ラケットの重心の位置との関係、などを調べることによって何か法則があるのではないかと考えた。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。  
 バドミントンラケットのスイートスポットとラケットの性質における関連性とは

④ この研究の面白さの解説。  
 この研究はバドミントンという競技に絞って行うがこの研究によってスポーツにおけるパフォーマンス向上についても言及できると思え、スポーツというのは球を使って行うものが多いが(サッカー、バスケットなど)高いパフォーマンスを行う上で大事なことの一つはその競技の本質について知ることというものがあると感じている。この研究によってバドミントンというスポーツがどのようなものかを根本的に調べ、他のスポーツにも応用していくことによってスポーツについて根本的に知れるということが面白さだと思います。バドミントンラケットについての研究だが反発などはテニス、野球などのスポーツ

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)  
 ・テンションが反発力にどのように影響するのか  
 ・バドミントンラケットの重心の位置はどこか  
 ・反発力とスポーツの関係とは (この研究を他のスポーツにも応用するため)

とは

も関係があることだと思はす。

する

裏面に組、番号、氏名を必ず書き込むこと

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

ボールを遠くまで飛ばすには水平に対して上方に角度をつける。ピッチングマシンや大砲のような機械的に物体を射出させるものにおいては45度方向が飛距離最大になる。しかし人間が通常ボール投げをするときは、おおよそ45度方向を飛ばすときより45度方向より低い角度で飛ばす方が飛ばす距離が長い。45度方向には投げない。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

私は一般的に言われている45度で飛距離が最大であるということが機械的にのみ当てはまる人間が投げた場合には当てはまらないことを初めて知った。この事実はスポーツテストのハンドボール投げなどにも活かすことができるのではないかと考えた。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

ボールを最も遠くに飛ばすための条件とは。

④ この研究の面白さの解説。

ボールの素材による反発係数の違い、ボールの質量、大きさ、投射角度、風向きなど様々な条件について、ボールを最も遠くに飛ばせる条件を見つけ出す。ボールの質量が小さい方が風の影響を受けやすいが軽すぎても飛ばないというように、身近で簡単なテーマだが、すぐに答えを見出すことはできず、研究しがいのあるものとなっている。この研究で答えを見出すことができた。野球ボールやサッカーボール、バスケットボールなどの様々なボールの中で最も飛ばすボールは何かということも一緒に調べ、野球場を建設するのに必要な土地の広さなど調べたのではないかと考えた。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・ボールの飛距離に影響する条件はどのようなものがあるか。
- ・人間が投げた場合と機械で射出した場合とでどのような違いがあるか。
- ・反発係数とは。

裏面に組、番号、氏名を必ず書き込むこと

昨年も似た研究があったが、とやみくもに調べた。このように人間の投げたボールの飛距離を調べる研究はあまりない。今回は理論的に数式で求めたモデルをまず先に提示する条件。



① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

物体が「高ければ高いほど位置エネルギー」が大きくなる。物体の質量が大きければ位置エネルギーは大きくなる。位置エネルギーが大きくなれば力学的エネルギーが大きくなり、運動エネルギーが小さくて十分な力を生み出せる。スポーツにおいて力を発揮するにはエネルギーをどう増やすかが重要になる。野球ではボールを投げる時、ボールを打つ時ほとんどの選手が高い位置から始動している。だがその高さは人それぞれで、人の好みで感覚に委ねられている。そこで、物理の計算においてどれくらい位置エネルギーの変化で、ボールの飛距離がどう変わるのか実験を行う。スイングの始動時を位置エネルギーの最大とするが投げる時はボールを放す瞬間ではなく力学的エネルギー保存の法則から、動き出して一番体が高くなったときを測る。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

位置エネルギーの基準は、地面からで、測る高さはバットを持つ位置、ボールを投げる位置である。これに対して、バットを動かす速さ、ボールを投げる速さが変われば位置エネルギーの大きさの変化との関わりが分かりにくい。動作を行う人は同じ人で、何回か記録をとり、より精密な記録を目指さないといけない。バットでボールを打つ場合、ボールの速さ、高さによってボールの飛び具合が変わるため、できるだけ条件が変わらないようにするため、ボールはできるだけ投げない。この研究は位置エネルギーの違いから、物体に及ぼす力を測るのに人の手を使い行っているため、誤差が生じやすい。バットのスイングが毎回同じ条件になると考えるのは無理があるかもしれない。できるだけ同じ条件になる方法は何か見つけたい。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

バットをどの位置で構えたら、飛距離が伸びるか

④ この研究の面白さの解説。

この研究からスポーツをするときに位置エネルギーを利用することでより力が生まれることを表せると思う。そうすればどうやって動かすのかを考えることに役立つ。実際に体を動かして、実験をするので、体の動かしかたによって実験結果が変わり、不十分な結果になるかもしれない。この研究の面白さは体の動きで変わる値を何回もとり、平均して、誤差を限りなく減らすことにある。野球でのバッターが打つ動作、ピッチャーが投げる動作の位置エネルギーの違いによってどう変わるのを知りたいので実験を行う。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・ バットのスイング、体の力の入れ具合をどうやって一定に保つか。
- ・ ボールを打つときにどうすれば同じ面を叩くことができるか。
- ・ 空気抵抗と、ボールが飛んでいく角度はどうするのか。

**裏面に組、番号、氏名を必ず書き込むこと**

あと、Hグループは今年、結果がどんなに悪くても、後輩にこのテーマの研究はさせない事とする。なので、結果が必ず出るといった意図をもち、この事。



① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

物を一番遠くへ投げることができる角度は45度だと知られている。しかし、人間が45度方向にボールを投げようとするとき、上半身が力か伝わり、速度が出ないため、遠くに飛んでいかない。しかし、機械の場合は、45度方向にボールを放つと、最下距離になる。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

45度の角度をつけられないならば、どのくらいの角度で投げると一番ボールに力か伝わり、遠くに投げることができるのかと3つを考えた。物理でこれまで学習した事を活かすことができると考えた。ボールの回転はどのような回転のときは一番遠くに飛ぶのかと3つを考えた。45度方向に投げると、ボールが遠くに飛ぶという理論は人間には当てはまらない。機械にのみ当てはまるということを知った。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

ボールを遠くに投げるには？

④ この研究の面白さの解説。

ボールの素材、大きさ、質量、体積、投げ角、風向き、強さなど様々な条件を調べることもできる。軽いボールの方が風の影響を受けやすいが、軽いボールでも遠くまで飛ばないのはなぜかというように、簡単に答えを導き出せない問いはたくさんあり、研究のしがいがある。この研究は部活動にも活かすことができる。この研究は、とても役に立つと考えた。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・ 風がどのように影響してくるのか
- ・ 天候がどのように影響してくるのか
- ・ 人間と機械のちがいは

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

簡単にできる騒音対策としては防音マット(カーペット)、防音カーテン、防音シートを使うこと  
 というのが手法としてある。防音シートには発生した音を吸収するものや、発生した音が  
 壁を通りにくくするもの、発生した振動音を伝わりにくくするものがある。  
 音波が壁に垂直に入射したとすると一部は熱エネルギーとして消滅し、  
 一部は反射する。  
 建築設計と音響設計との内訳では室内が静かであること、周囲の居住環境に対し  
 騒音、振動の迷惑がけないこと、室内で音が聞こえたりしないことなどが検討することが必要である。  
 この検討が不十分だと後付けのカーペットだけでは満足できないことである。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

①で書いたように建築時に十分に検討しなかった後付けしたものは  
 満足できないというところは今日由題となっている騒音音向選定の多くは  
 建築するときに問題があるのではないかと考えた。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

騒音を減らすためにはどのような基準を決め、どこを構造にすればいいのか

④ この研究の面白さの解説。

騒音は~~騒音~~住宅で起るものなので自分たちの身に関わる  
 ことなのでこれを解明する意義が自分たち自身に返ってくる  
 可能性がある。

日常に密着したもののなかで検討することは簡単だと思うが  
 知らないことは意外と多いので研究する価値はあると思う。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・騒音対策としてカーペットは~~床~~どれくらい有効なのか。
- ・一般住宅には防音剤などものが使われるが実際は意味があるのか。
- ・防音構造の壁はどれほどの効果があるのか。

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

遮音材のための材料は重ければ重いほど良く、音響透過損失率は  $20 \times \log(\text{周波数} \times \text{材料の質量 kg/m}^2) - 42.5$  で求められ、低音ほど遮音されにくい。

面密度が高いほど性能が高い (面密度とは面積あたりの質量のことであり厚さがあるほど遮音の性能が良い)

市販の遮音シートはそれだけではあまり効果がなく、吸音材と組み合わせると効果がある。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

面密度、周波数以外に遮音に影響するものはないか (気温、湿度、材料表面の形状 (エッジ、空気を通すなど) など)

固体以外に気体や液体の場合も同じ式が当てはまるのか。また吸音材を中に入れた場合、効果は変わるのか、吸音材と遮音材の間には最も効果のある比率があるのではないか。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

より遮音できる材料、条件は何か。

④ この研究の面白さの解説。

遮音というコンクリートや金属の分厚い防音壁のようなものが主流だから、材質の性能によって音の伝わる厚さが異なる上に、新しい結果ができれば、工場などの大規模な場所では役に立たないと考えた。

また、遮音材と吸音材との効果的な使い方が分れば、家庭でも応用できるかもしれないと考えたから。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・ 面密度、周波数以外に遮音に影響する条件は何か
- ・ 固体、気体、液体では遮音の性能は変化はあるのか
- ・ 吸音材と遮音材の効果的な使い方は何か。

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

ダンボールを使ったものはできるだけ多くの三角形を作ることで耐久性が変わってくる。また座席するのに下地より下地のダンボールは4枚ほどである。また背もたれのほうは下地より60度ほどかたむけるとよくバランスをとれるようになる。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

下地に対して60度で作った背もたれに5本の支柱を作ることにより安定した背もたれを作ることかできるよになる。また背もたれのダンボールの厚さを4枚にする事でより耐久性のあるダンボールの椅子にできるのかと決める。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

下地と背もたれの長さの比

④ この研究の面白さの解説。

人に役立つことかできるのとまたいろいろないかあり答えは一つではないこと。あつゆり長から短か生まれること。実際に作ってみることまた新たな考えをかき出したりするの面白い。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・ どうした方が安定するか
- ・ 背もたれは頭まじりのか
- ・ 背もたれはバランスは後ろか前にするの面白い

① 研究テーマについてすでに知られている事実 (1年次の計画書より深く調査)。

ハニカム構造とは正六角形または正六角柱を隙間なく並べた構造。ハニカムとは英語で Honeycomb 「ミツバチの巣 (蜂の巣)」 という意味がある。

ハニカム構造のような平面を四角形で隙間なく埋めることを平面充填という。三角形、四角形、六角形のみ可能。

三角形が最も強度が高く、六角形が最も衝撃吸収性能が高い。ハニカム構造は軽くて強度があるため自動車の飛行機の構造部材として使われている。

② ①に対するあなたの考え (1年次の計画書より深い考えを述べる)。

いろいろのサイトを見てみても三角形が強いことと六角形が最も衝撃吸収をすることを証明する実験がほとんどおらず、本質にそのとほりなのかわからないと思ふ。四角形には何の強みがないように思われるので四角形の良い点を見つけたい。

横が受ける衝撃についても調べたいと思ふ。

③ 研究で解明したい問い (必ず質問文の形で書くこと)。

平面充填を用いた構造のそれぞれの特徴・デメリットはこの

④ この研究の面白さの解説。

ふうなのかな?

自然界で見られる平面充填にはなぜその形になったのかを実験によって知ることができると。

構造について深く理解することによって世の中の物の見方が変わるのではないか。

⑤ ③の問いに答えるために、事前に解かれていなければならない問い (質問文の形で三つ)

- ・ 平面充填が可能なのは三角形、四角形、六角形だけ?
- ・ このような実験方法を用いるか?
- ・ 何を指標とするか。

