

# 研究レポート

## 「ダイラタンシーの緩衝材への利用と SDGs への貢献」

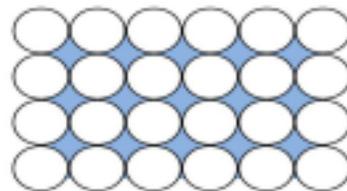
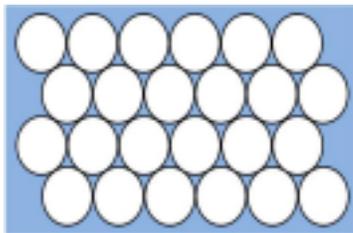
武生高校 探究進学科 1年

期間:2週間

## 動機と研究目的

私達は、科学についてのテレビ番組で、ダイラタンシー流体が紹介されているのを見ました。足を動かすと走ることができるが、足を止めると体が沈んでいってしまうというものです。そこで私達は、ダイラタンシー流体というものを調べました。ダイラタンシー流体というものは、ある種の混合物が示す、遅いせん断刺激(物体内部にある面と平行方向に、その面に滑らすように反応するせん断応力による刺激)に対しては、液体のように振る舞い、より早いせん断刺激に対してはあたかも個体のように振る舞うという、ダイラタンシーと言われる性質を持つ物質のことです。ダイラタンシー流体は案外、身近にある片栗粉と水で作ることができることがわかりました。片栗粉の主成分であるデンプンは水に溶けにくく水の中にデンプンが溶けていない状態になっているので遅いせん断刺激では、デンプンの粒の周りに水で湿った状態になるので液体のように振る舞います。しかし、より早いせん断刺激にが加わるとデンプンの粒の並び方が変わり、デンプンの粒同士の隙間が広がり水が内側に移動することで、デンプンの粒の表面が乾き個体のように振る舞うようになります。

そこで私達は、ダイラタンシー流体をその性質を活かして、なにか別の用途で利用することはできないだろうかと考えました。



### 遅いせん断刺激の際

### 早いせん断刺激の際

私達はダイラタンシー流体を使って、緩衝材のようなものが作れるのではないかと考えました。運送業などの時に荷物が割れたり壊れたりするのを防げるのではないかと思います。また、研究する目的としては、現在SDGsが世界の目標となっており、気泡緩衝材などのプラスチック材のゴミが海や地上の環境を汚しているため、プラスチック製のゴミをなるべく出さないためにも、気泡緩衝材以外で、緩衝材を作れるのではないかと考えたので研究します。

## 研究方法1

片栗粉と水の比率を6:5、7:5、8:5と変えた3種類のダイラタンシー流体を作り、それらを60gに統一します。それらをポリ袋の中に入れ、その中にうずらの卵を入れます。また、ダイラタンシー流体ではなく、梱包材として使われている気泡緩衝材でうずらの卵を1重、2重したものを作ります。(ダイラタンシー流体は水と片栗粉の比率で作れる範囲が狭いため、粘り気が、低

い、真ん中、高いという代表的な3つの種類のダイラタンシー流体で実験しようと考えました。) この5つのモデルを、落としてうずらの卵がどの高さで割れたのかを調査します。(うずらの卵にヒビが入った時点で割れたということにします。)

これらの5つのモデルを比較することによって、どの比率のダイラタンシー流体が、最も緩衝材として活用できるかを調べられ、気泡緩衝材と比較することによって、ダイラタンシー流体が日常の緩衝材として適しているのかを調べられると思います。また、なぜうずらの卵を利用して実験をしたのかというと、丸い形をしており、小さくて割れやすく、予算面でも無理なく実験ができると考え、実験結果がより早く、判断もしやすいと考えたからです。

## 仮説1

調査方法で挙げた、5つのモデルについての私達の仮説は、3つのダイラタンシー流体を比べた時に、6:5のダイラタンシー流体が最も低い高さで割れ、7:5のダイラタンシー流体が中間の高さで割れ、8:5のダイラタンシー流体が最も高い高さで割れるのではないかと仮説しました。粘り気が強いほうが、よりうずらの卵を保護できるのではないかと考えたからです。また、上からの衝撃には7:5のダイラタンシー流体が最も衝撃を吸収するのではないかと仮説しました。上からの衝撃には、粘り気が弱すぎず、強すぎないダイラタンシー流体が良いのではないかと考えたからです。

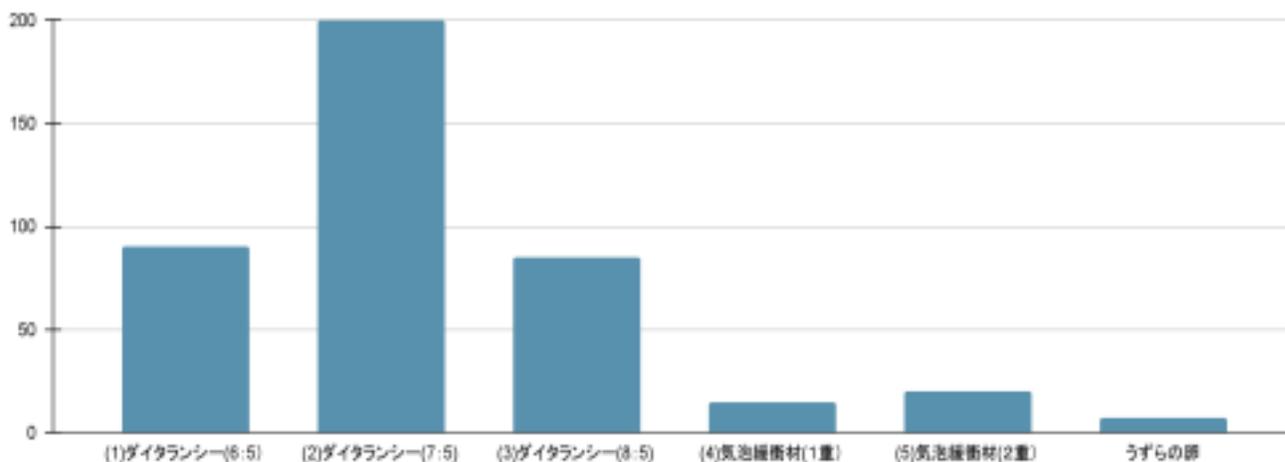
そして、ダイラタンシー流体と気泡緩衝材を比べた時に、ダイラタンシー流体の方がより高い高さでうずらの卵が割れるのではないかと仮説しました。気泡緩衝材で包まれたうずらの卵には、ほぼ直接的に落下による衝撃が加わるのに対して、ダイラタンシー流体で包まれたうずらの卵は、落下の衝撃がダイラタンシー流体に含まれる、水によって間接的に伝えられて、衝撃が気泡緩衝材で包まれている時よりも和らぐのではないかと考えたからです。

## 得られた結果1

- (1) 6:5のときのダイラタンシー流体は90cmの高さの時にうずらの卵が割れました。
- (2) 7:5のときのダイラタンシー流体は80cmの高さのときにうずらの卵が割れました。
- (3) 8:5のときのダイラタンシー流体は200cmの高さのときにうずらの卵が割れました。
- (4) 気泡緩衝材を一重巻いたうずらの卵は15cmの高さの時にうずらの卵が割れました。
- (5) 気泡緩衝材を二重巻いたうずらの卵は20cmの高さのときにうずらの卵が割れました。

(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、の結果を以下のグラフにまとめました。

## 実験1



## 考察1

調査1の結果から私達は、何も手を加えていないうずらの卵と、うずらの卵に手を加えた5つのモデルを比較したことから言えることとして、やはり気泡緩衝材やダイラタンシー流体を利用すると、緩衝材の役割を果たすということがわかりました。

また、ダイラタンシー流体どうしの結果から言えることとして、粘り気が弱すぎずかつ、強すぎないことが最も良い緩衝材になるということが言えると思われます。ダイラタンシー流体にの粘り気が弱すぎると、落下した衝撃でダイラタンシー流体があまり固まらず、落下の衝撃を和らげることができず、うずらの卵は割れてしまったと考えられます。また、粘り気が強すぎる場合には、

ダイラタンシー流体が固まりすぎてしまい、落下したときの衝撃が和らげられず、うずらの卵は割れてしまったと考えられます。この2つに対して粘り気が中間である、片栗粉:水=7:5のダイラタンシー流体は、液体と固体の両立がうまくなされていて、落下の衝撃を固体と液体の性質をう

まく利用して、和らげられたのではないかと考えます。私達が考えた仮説とは異なり、粘り気が強ければ強いほど、ダイラタンシー流体に包まれた製品を保護できるというわけではなく、固体と液体をうまく組み合わせることで、より良い緩衝材ができると考えました。

また、気泡緩衝材と、ダイラタンシー流体をを比べた際に気泡緩衝材はダイラタンシー流体に比べて衝撃を和らげることができないということがわかりました。やはり、気泡緩衝材は直接的にうずらの卵に衝撃が伝わりやすく気泡が割れてしまったら衝撃が和らげることができないので、低い高さでうずらの卵が割れてしまったと考えます。ダイラタンシー流体は衝撃によって固体になったとしても、外部から内部に移動した、水によって衝撃が和らげられたのでうずらの卵が低い高さでは割れなかったと考えられます。

以上のことから、7:5のダイラタンシー流体は緩衝材の代わりになるのではないかと考えます。

また、この調査は下からの衝撃にかんするものであるなので、次は上からの衝撃にはどのくら

い衝撃を和らげられるのかを調査していこうと思います。

## 研究方法2

これらの5つのモデル(調査1と同様なモデル)を地面に置き、上からおなじ重さの物体(球形で重さは1キロのもの)を落としてうずらの卵が割れるときの物体を落とした高さを調べます。調査1と同様に、うずらの卵にヒビが入った時点でうずらの卵が割れたと判断することとします。

## 仮説2

実験2をするにあたって、私達がたてた仮説としては、ダイラタンシー流体どうしを比べた時、実験1で得られた結果を参考にすると、片栗粉:水=6:5のダイラタンシー流体と8:5のダイラタンシー流体がだいたい同じくらいの高さで物体を落とした時にうずらの卵が割れ、7:5のダイラタンシー流体は先程のダイラタンシー流体よりも高い高さで物体を落とした時に割れると思います。

まず、実験1と同じように上からの衝撃になったとしても同様な結果が得られると思います。

また、ダイラタンシー流体と気泡緩衝材を比べた時に、実験1と同様な結果がえられると考えました。

**得られた結果2:5つのモデルに物体を落としたとき** 6:5、7:5、8:5の比率に設定した、60gのダイラタンシー流体にうずらの卵を入れたものと、気泡緩衝材を1重、2重に巻いたうずらの卵の5つのモデルの上から物体を落とし、どの高さから落ちたのかという調査の結果は、

(1)6:5のときのダイラタンシー流体は上から落とす物体が10cmのときにうずらの卵が割れました。

(2)7:5のときのダイラタンシー流体は上から落とす物体が15cmのときにうずらの卵が割れました。

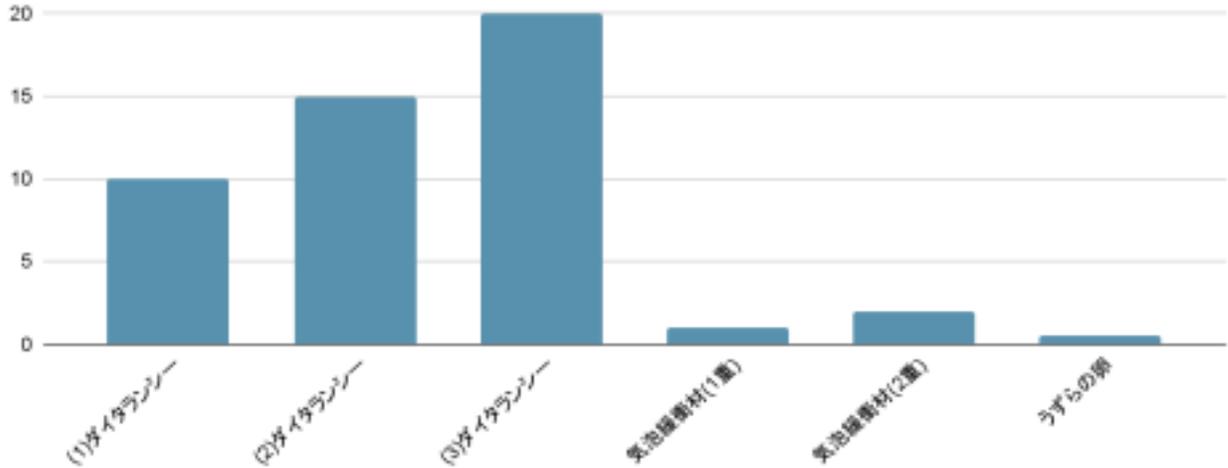
(3)8:5のときのダイラタンシー流体は上から落とす物体が20cmのときにうずらの卵が割れました。

(4)1重に巻いた気泡緩衝材は上から落とす物体が1cmのときにうずらの卵が割れました。

(5)2重に巻いた気泡緩衝材は上から落とす物体が2cmのときにうずらの卵が割れました。

(1)、(2)、(3)、(4)、(5)の結果を以下のグラフにまとめました。

## 実験2



## 考察2

結果1から私達が考えたことは、ダイラタンシー流体同士を比べた際に、粘り気の強いダイラタンシー流体が上からの衝撃に強く、粘り気の弱いダイラタンシー流体が上からの衝撃に弱いということが上のグラフより読み取れるため、その関係は比例のような関係にあると考えました。また、気泡緩衝材も同様に上のグラフから気泡緩衝材を重ねるほど衝撃を吸収していることが読み取れるため、その関係は比例のような関係にあると考えました。そして、気泡緩衝材よりもダイラタンシー流体のほうが明らかに衝撃を吸収しているため、上からの衝撃を吸収し、中身を保護するという面では気泡緩衝材よりもダイラタンシー流体のほうがよいと考えられます。

## 結論

ダイラタンシー流体は、日頃使われている、気泡緩衝材よりも衝撃を吸収しやすいことがこの研究から得られました。また、個体の性質と液体の性質をどちらも利用することで、より衝撃を吸収できるということがわかりました。ですが、上からの衝撃に関しては、より固体の性質を持っていたほうがより衝撃が吸収されるので、下の衝撃と、上の衝撃のバランスをどう取るのかが問題になってくると思いました。上には固体よりのダイラタンシー流体で覆い、下には液体と固体の

バランスが取れたダイラタンシー流体を入れるのも一つの手ではないかと思えます。また、ダイラタンシー流体の衝撃吸収力を利用して、はじめに述べた運送に応用できると考えました。現在、ものを運ぶときには、段ボールの中にもものを入れ、その周りに気泡緩衝材などのプラスチック製の緩衝材が使われています。ですが、ダイラタンシー流体を緩衝材もしくは段ボールのように梱包材として活用すれば、ダイラタンシー流体は衝撃が加わっていないときは液体であるため、トラックなどに隙間なく荷物を入れられ、運送の効率化ができ、なおかつ、プラスチック製の緩衝材を使わないため、プラスチックを使わなくてもよくなり、環境にも優しく、

SDGsが掲げる目標にも貢献できると考えました。

ですが、まだまだダイタンシー流体が適当であるとは言いきれないため今後もダイタンシー流体を活用できるような手段を考え、研究を重ねて、社会に貢献できるような研究をしていきたいです。

## 参考文献

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%81%9B%E3%82%93%E6%96%AD%E5%BF%9C%E5%8A%9B>

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%80%E3%82%A4%E3%83%A9%E3%82%BF%E3%83%B3%E3%82%B7%E3%83%BC>