

# ワイゼンベルク効果について

班員 階戸 悠介、竹中 雅士、松本 花、山本 瑚春  
担当教員 山本 一博

キーワード：非ニュートン流体、スライム、粘弾性

When we put a rod into a non Newtonian fluid which has viscoelasticity such as slime non Newtonian fluid winds and rises the rod. So, in this research we will reveal what causes the height of the Slime to become tall.

## 1 はじめに

ワイゼンベルク効果とは、粘弾性のある非ニュートン流体（スライムなど）の中に棒を差し込んで回転させると、流体が棒に巻きつくように盛り上がってくる現象のことである。（図1）

非ニュートン流体に棒を入れて回すと流体は中心に近いほど速く、周辺部ほど遅く回転する。流体が周方向にひき伸ばされて粘弾性力が生じ、その結果、外側の流体が内側を中心方向に押す力が生じて流体が棒に巻きつくように上がってくる。（図2）

非ニュートン流体としてスライムを用い、実際にワイゼンベルク効果がみられるのかどうか実験したところ、スライムの巻き上がる高さが一定のところでは止まることに気が付き、実験目的を「ワイゼンベルク効果におけるスライムの巻き上がりの高さに影響を与える要因を明らかにすること」とした。

今回の実験でワイゼンベルク効果に影響を与える要因として私たちが考えたものは、「量」、「深さ」、「固さ」の3つである。



図1 ワイゼンベルク効果の様子



図2 ワイゼンベルク効果が起こる仕組み

## 2 研究方法と結果

### ・実験道具

スライム（自作）、棒（直径 5mm）、ハンドミキサー、スタンド、容器（直径 6.8cm の筒状）、ストップウォッチ（図3）

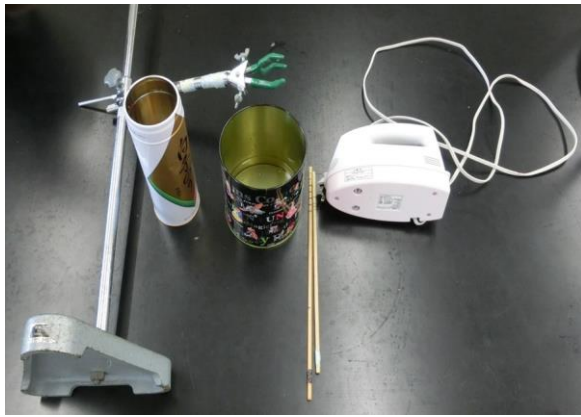


図3 実験道具

・実験方法

- 1 スライムを作った
- 2 スライムを一定量計測し、容器の中に入れ、ハンドミキサーに棒を取り付けた装置をスライムの中に入れた
- 3 30 秒間、固定したハンドミキサーを回転させた
- 4 スライムの巻き上がりの高さを調べた

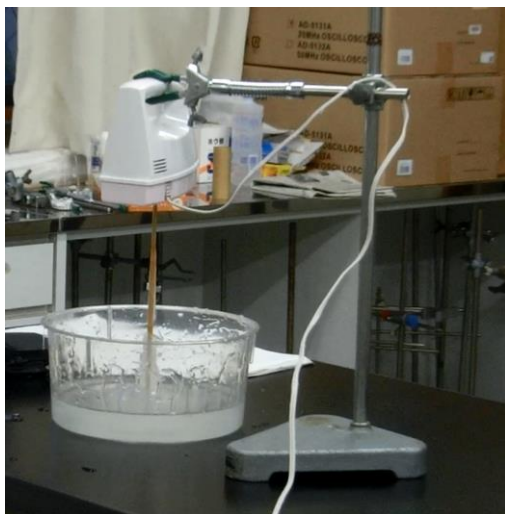


図4 実験の様子

・スライム

〈材料〉

せんたくのり、水、ホウ砂

〈作り方〉

- 1 せんたくのりと水を 1 : 1 の割合で混ぜる
- 2 ホウ砂と水を 1 : 100 の割合で混ぜる
- 3 1 の水溶液と 2 の水溶液を 8 : 1 の割合で混ぜる

・「高さ」と「深さ」の定義

流体の表面から流体の巻き上がった長さを「高さ」、流体の中にある棒の長さを「深さ」とした。(図4)

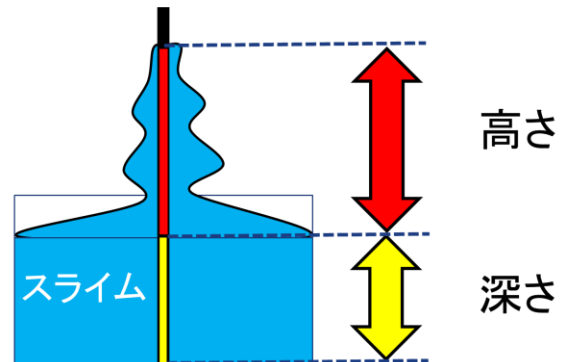


図5 「高さ」と「深さ」の定義

予備実験：量と深さを変える

仮説

スライムの量が増えスライムと棒の触れる面積が増えるにつれてスライムはより巻き上がってくる

実験条件

棒を固定したままで、スライムの量を 150mL ~250mL と 25mL ずつ変えた

実験結果

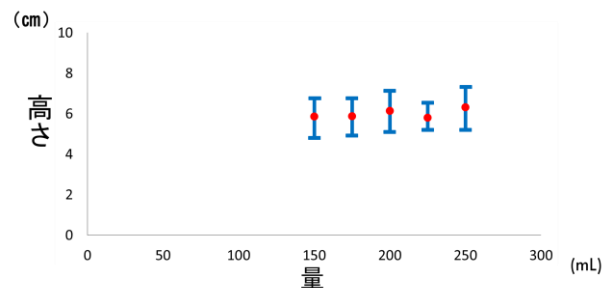


図6 量と深さを変えたときの高さ

考察

仮説に反して、スライムの巻き上がりの高さには上昇傾向はみられず、量と深さを変えたがスライムの巻き上がりの高さには違いは見られなかった。

→予備実験の場合、量と深さの二つが変化しているため、量と深さをそれぞれ一方のみを変えて、再度実験を行った。

### 実験1：スライムの量だけを変える

#### 仮説

スライムの量を増やすほどスライムの巻き上がりの高さは高くなる

#### 実験条件

- ・スライムの量を 150mL～250mL と 25m mL ずつ変えた
- ・棒を差し込む深さを 4cm と一定にした

#### 実験結果

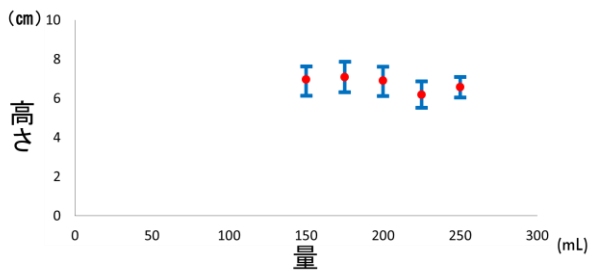


図7 量と高さの関係

#### 考察

仮説に反して、スライムの巻き上がりの高さには上昇傾向はみられず、スライムの量が 150mL～250mL の間では、スライムの巻き上がる高さとの関係はみられなかった。よって、スライムの量はワイゼンベルク効果に影響を与える要因ではない。

### 実験2：棒の差し込む深さだけを変える

#### 仮説

スライムに棒を差し込む深さが深いほどスライムの巻き上がりの高さは高くなる

#### 実験条件

- ・スライムの量を 254mL と一定にした
- ・棒を差し込む深さを 1cm～7cm まで 1cm ずつ変えた

#### 実験結果

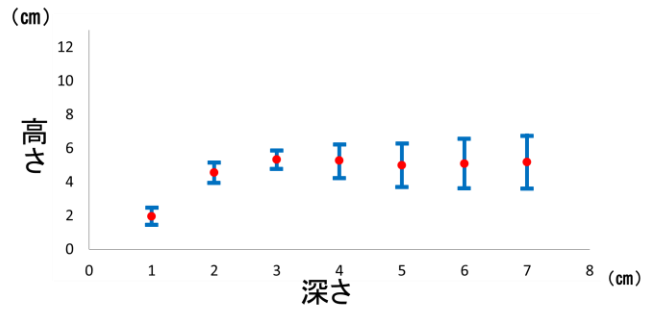


図8 深さと高さの関係

#### 考察

棒を差し込む深さが 4cm～7cm の間では、スライムの巻き上がる高さとの関係はみられなかった。しかし、棒を差し込む深さが 1cm～3cm の間では、スライムの巻き上がる高さに上昇傾向がみられた。よって、スライムに棒を差し込む深さが 3cm 以下あるとき、ワイゼンベルク効果に影響を与える。

### 実験3：スライムの固さを変える

#### 仮説

柔らかいスライムの方が巻き上がる

#### 実験条件

- ・スライムの量を 150mL と一定にした
- ・棒を差し込む深さを 4cm と一定にした
- ・スライムの固さはスライムを作る際の水とせんたくのりの割合で変化させた (表1)

表1 水とせんたくのりの割合

	水：せんたくのり
柔らかいスライム	1：2
固いスライム	2：1

#### 実験結果



図9 スライムの固さと高さの関係

## 考察

仮説通り、柔らかいスライムはよく巻き上がったが固いスライムはほとんど巻き上がらなかった。よって、スライムの固さはワイゼンベルク効果に影響を与える要因である。

## 3 結論

流体の巻き上がりの高さに影響を与える要因は、流体の量ではなく、表面から 3cm までの深さと流体の固さであることがわかった。

## 4 今後の展望

- ・ 流体の固さの段階を細かく分け、巻き上がりの高さが最も高くなる固さを見つける
- ・ 棒の回転数、材質などのほかの要因が流体の巻き上がりの高さに影響を与えるのか調べる

## 5 参考文献

- ・ Weissenberg, Karl  
“A continuum theory of rheological phenomena.” (1 March 1947)
- ・ J・ウォーカー, 戸田盛和, 渡辺慎介. 1980.  
ハテ・なぜだろうの物理学. 培風館. II 150-151