

リウマチ学はものがどう流れるかを調べる研究(英語で、流重カ学はレオロジーという。レオは古代ギリシア語で流れという意味で、ロジーの元になっているロゴスという言葉は石井突という意味)。

パンタ・レイ — すべてのものは流れる!

イヴ・ノーベル賞をとったファデーイン教授の記事、「ねこの流重カ学」(2014年)に触発されて、そして私たちが女子まね猫にも目掛けてもらって、流重カ学の基本について描いてあります。



提供: アメリカ流重カ学会の流重カ学ベンチャー資金



もっと流重カ学について知るためにはこのQRコードを
読み込んでね。

このコミックは次の言語でも
読めます:

Ελληνικά • English
Français • فارسی
つづく



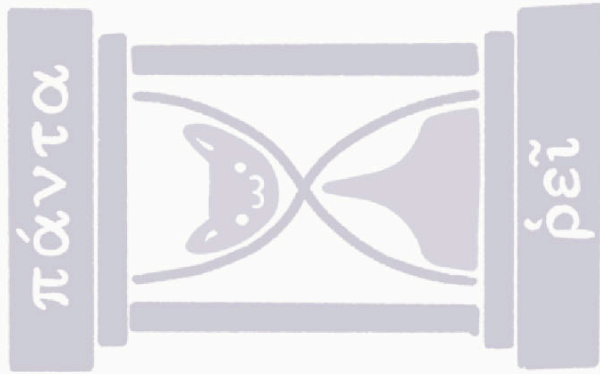
ねこは固体?液体?



キャンベル ロブ, マーティン キャロライン
訳: 服部 優菜

アメリカ流重力学学会、ファーマーディン教授、
そして私たちの孝女脊コンサルタントであり
ラッセル・ヴィクトリアとフリセッリ・ケルシーに

感謝を込めて。



2023年

v.11

用語集

流動学(英語でシロロジー):
いろいろな環境中で、ものがどう
流れるかを言っている学問(牛乳に、
ただの固体でも、液体でも
含む本でもない物について。
粘度: 物にかける力。

ひずみ: 物がどれくらいかたさを
かえろか測るもの。

弾性固体: 応力をかけたときに、
かたさが元にもどる固体のこと。

塑性固体: 応力をかけたときに、
かたさが元にもどらない固体のこと。

降伏応力: 弾性固体が塑性性
固体になる前にかけられる最大の
応力のこと。

破壊固体: 応力をかけたときに、
かたさは保たれるが、ヒビや割れ
などがおきるもの。

粘性液体: 流れて、入れものの
かたさをとるもの。

粘性: 物がどれくらいドロツとして
いるか測るもの。応力とひずみ速度の
関係性を示すもの。どれくらいの
応力で、どのくらい物が重くのか
を表現するもの。

ひずみ速度: ひずみがどれくらい
速さでかわるか示すもの。物が
どれくらい速さで重かき、かたさを
かえろかということ。

読んでくれてありがとう!



粘塑性: 小さな応力では塑性固体
のように、大きな応力では粘性液体
のように振る舞うもの(例: 歯肉、
歯みがきこ、マヨネーズ)。

粘弾性: ひずみ速度が日時船に依存
するもの。短い時間では弾性を示し、
長い時間では粘性性を示すもの。
(例: 卵がどなた通、ケチャップ)。

弾塑性: 降伏応力をもつもの。小さな
応力で弾性、大きな応力で塑性性を
示すもの(例: スチール)。

弾粘塑性: ひずみの大きさやひずみ
速度によって振る舞いをかえらるもの
(例: 溶岩)。

シアシックニング(shear thickening):
ずり(なで)速度が大きくなると
粘性もふえて、大きな応力が
小さなひずみにつながる。

シアシンニング(shear thinning):
ずり(なで)速度が大きくなると
粘性がへって、小さな応力が
大きなひずみにつながる。

チキントロピー: 同じ応力が
日時船によってちがう振る舞い
をおこすこと。物のなかの不慮造に
よってもたらされる。

ライベンベルク効果: 不幸なとき
不幸からよかれずに、不幸にのぼる
こと。

ダイスウェル効果: 蛇口を入れた
から出たとき、広がること。

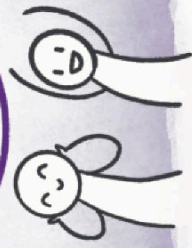
じゃあ系高、
ねこってなんだらう？

古代エジプト人は、
ねこは女神聖な力を持つと
信じていたんだ。

ほかにゆる系！
ケルト伝説の
奥界の
守護者！

ミトナム千夜の
4番目の動物！

あつち
かわいい！



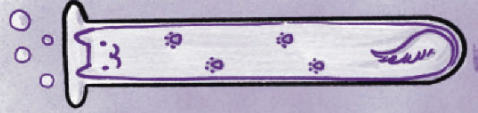
ねこがどうしてねことして振る舞うのか、ねこたちは一生
院壁には理解解でまないかもしれないけど、

ねこはねこのルールでこれから
生きていくね。他の動物も同じ。

固体と液体のあいだの物体について、
まだまだわからないことたくさんある。
流重力学は、この複雑な現象が
たかどろみだけの関係で決まってる
ことを示したんだ。そして、これが
目撃とどう変わるのかを。

でもどんな物体もそれぞれ
けしあつちがらう。ねこみたくに！

あなたのお気に入りのねこはどれ？



ねこは固体？それとも液体？
私たちが知っている物体の3つの状態は、

固体



液体



気体

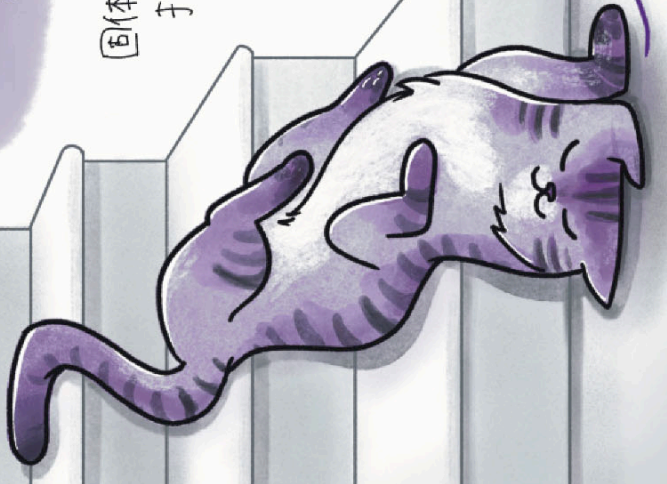


固体はそのかたちを保つ。
液体と気体は入れ物のかたちになる。

でも、そのあいだのものも
どうなるんだらう？

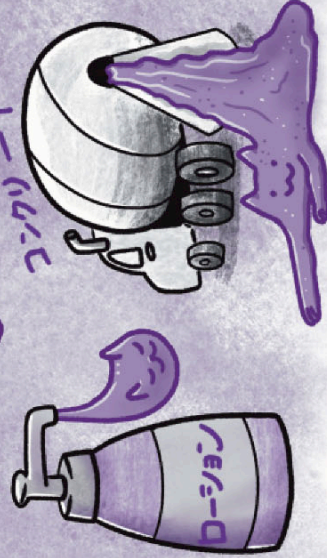
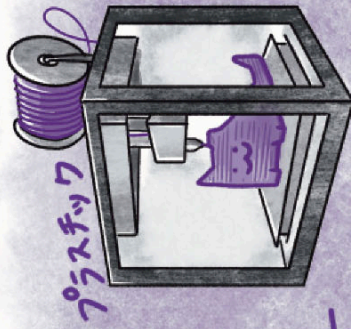
固体と液体の両方の性質を
持つものを見つけたとき、
どうやってどのくらい固体か
どのくらい液体か
決めれば いいんだらう？

流重力学を
使えばいいんだ！



リキョウガク (英語でシロロジー) は、ものがどう流れまかを
 調べる石開突分野。

リキョウガクは、もののが、
 どれくらい固体なのか、
 どれくらい液体なのか、
 調べてみるんだ。そして、
 調べてわかったことを使って
 牛持りなドロボロしたものを
 作るんだ！ たとえれば...



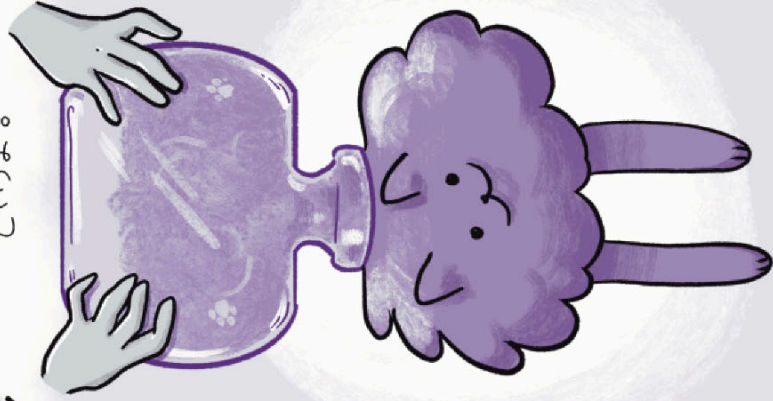
リキョウガクは、「ぶか」と「ひずみ」を
 みて、ものが何時開とどう
 振る舞うか実験するんだ。

ふわふわ液体を(おやくかきませたとき、
 いろんな方向に飛びまよおね。
 (卵をミキサーでかきませるのを
 想像してみてください)

でもこのねこみだいに、
 ミキサーにくっいたり、のぼったり
 する物体があるんだ！これを

ワイゼンベルグ 交か果

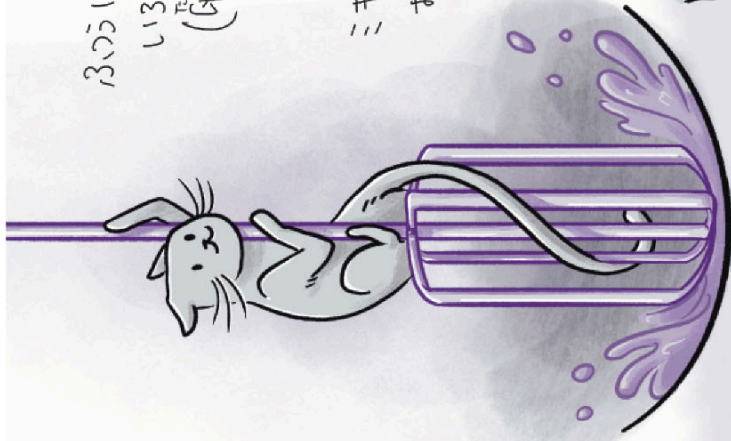
というよ。



水は虫口からスルスルと
 流れまよけど、かたさを
 増えたり広がったりする
 粘弾性液体もあまんだ。
 これを

ダイスウェル 交か果

というよ。



同じ応力を同じはやせで長いあいだかけたとしても、ねこがちがう**共振**をすることがあるんだ！ねこが応力に対してどういう風に反応しようか**考える時間**があるみたい。



こんな風に**時間**によって**共振**の舞いがかわるとき、この**物体**のことを**チキソトロー**と呼ぶよ。



チキソトローは物体のなかの**構造**が**時間**によってかわるときに**起こる**。

巨大なスーパーヒーローが、ねこをなでようとしているところを**想像**してみよう。



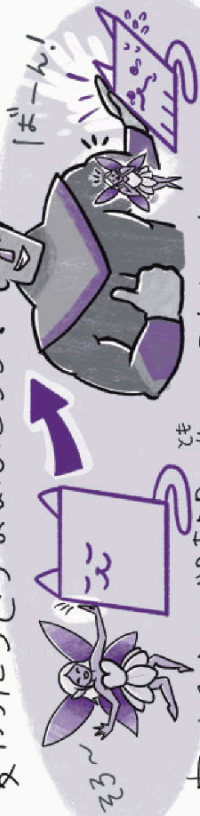
このねこをなでる力が、**応力**。このねこが**横**に力かちを変えたら、それが**ひずみ**。大きな応力は、大きなひずみにつながるよ。

小さな女**妖精**が、ねこをなでようとしているところを**想像**してみよう。



この応力はすごく小さいから、すごく**小さな**ひずみだけ。小さな応力は、小さなひずみにつながるよ。

じゃあ、**応力**が**時間**と**一糸**者に変わったらどうなるんだらう？



応力とひずみが**日時間**と共にどう変わるか、**応力**と**ひずみ**の**変化**が**はい**のか、**おそ**いのかを見ることよ、**流重**が学では大切なことなんだ。

ぶつは**応力**と**ひずみ**は**一糸**者に**大きく**なったり、**小さく**なったり。そうじゃないと**き**もあまから、あとで**も**と**言**説明すまね。

で、これが**固体と液体**とどう関係してるのかな？

固体から見よう。

短い時間で、ねこは**固体**だね。

ねこの**固体**は：

弾性

塑性

ねこがびっくりした時、ねこは**塑性**固体みたいになるんだ。



野球のボールみたいに、**心**かと**ひずみ**を感じたあと、ねこは元のカタチに**跳ね返る**。

この元のかたちに戻ることができ

性質を**塑性**と**弾性**というんだ。



応力をもっとかけたとしても、それが**ひずみ**に
つながらない場合もあるんだ。

ねこにかける応力をどんどん
増やしたとしても、**ひずみ**が
増えつづけるわけではないよ。
かわりに、ねこは
リラックスして**状態**から...



シアシック

攻撃モード!!

いきなりかたくなって
攻撃してくる! **なでる速度**と
糸香にねこの**塑性**が
大きくなって、**大きな力**が
小ぶな**ひずみ**につながる。
これを**シアシック**と
いうよ!



でも、**応力**をかけてかたいたねこを**リラックス**させても
できる...



なでる速度が**大きい**とき**米占性**が**小さ**くなって、**小さな力**が
大きなひずみを生む。これを**シアシック**というよ。

たくさんのものが、ねこみたいに弾性、塑性、粘性、米石性を組み合わせた性質を持っているんだ。

米石粘性

小さな応力では塑性固体のように、大きな応力では粘性液体（本のよ）になるもの（例：歯、歯みがき、マヨネーズ）

米石粘性

応力が速度が時間間に依存するもの。短い時間では弾性、長い時間では米石性を示すもの（例：つみかびな、麺、ケチャップ）

弾性

小さな降伏応力をもつもの。小さな応力で弾性、大きな応力で塑性を示すもの（例：スチール）

弾粘性

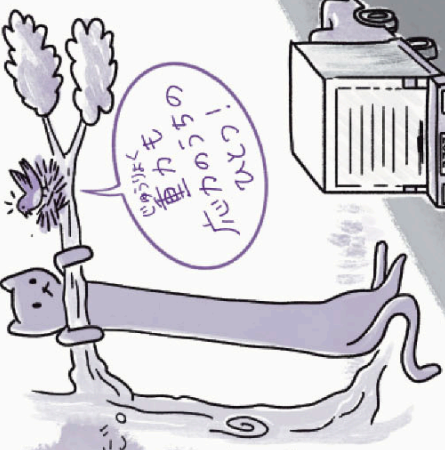
応力とひずみ速度によって打ち舞いをかえすもの（例：落岩）

これらの打ち舞いは応力とひずみの複雑な関係に依存しているんだ。だから予測がむずかしくて予想もしなかったことをするんだ！

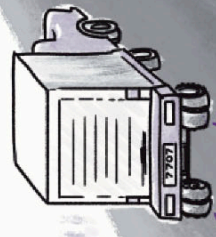
わたしたちの固体と液体のじゃーしきは壊されるようにできている！



ねこみたいな固体は、戻れね返らない。のびたままになったり、つぶれたままになる。もっと応力をかけると、そのまもの状態だね。この性質のことを塑性とよぶよ。



ねこは降伏応力に到達するまで弾性なんだ。降伏応力というのは、もうねこが戻れね返すことができないところまで、かける応力のことだよ。



でも大きすぎる応力を固体にかけちゃうと...



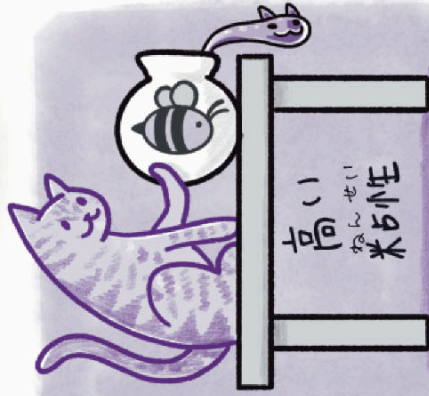
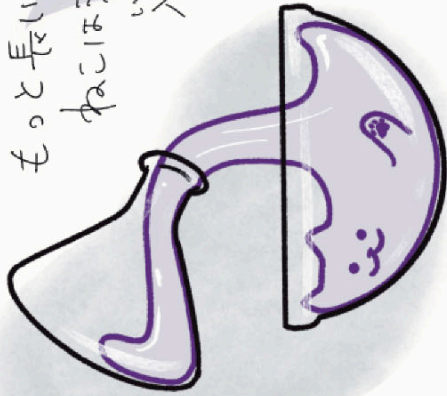
その物体は壊れる。

もっと長い時間でねこを考えると、
ねこは液体本のように「振る舞うんだ」。

入れ物のかたちにならぶよ。
水と比べて、ねこはもっと

粘性があるんだ。

というも、水よりもっと、
どろどろしてる。



ねこは高い米粘性があって、
ほちみつのように
ゆっくり流れる。



低い米粘性の液体は
もっと薄くて、水とか
牛乳が「その例だよ。」

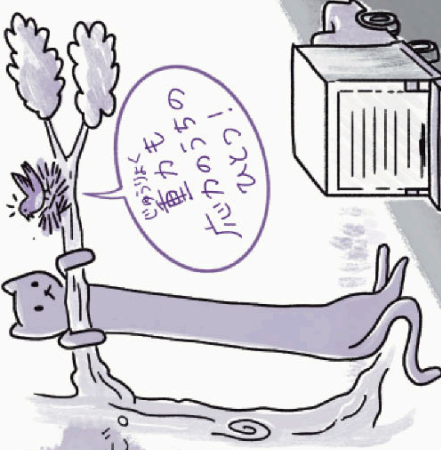
じゃあ、液体では応力とひずみの関係をどうやって
調べればいいんだろう？これは難しい問題なんだ！

ねんどみたいな固体は、
戻れね返らない。
のびたままになったり、
つぶれたままになる。

もっと応力をかけると、そのまもの
状態だね。この性質のことを
塑性とよぶよ。



ねこは降伏応力に
到達するまで引張単性なんだ。
降伏応力かというのよ、
もうねこが戻れね返さ
んことか「できないところまで、
かける応力のことだよ。」



でも大きすぎる応力を
固体にかけちゃうと...



その物体は壊れる。