

## 〇はレオメーター！

流動学者はものの性質をみるためにレオメーターという機械を使うけど、実はもう私たちはレオメーターをもっているよ。それは、〇！

くっついたり、しっとりしてたり、ネトネトしてたり、かみごたえのあったりするいろんな食べ物からアイデアをもらって、流動学者がレオメーターを使って何をするか漫画にしました。おうちでも試せるよ！



提供：アメリカ流動学学会の  
流動学ベンチャー資金

もっと流動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るよ：

English • Español  
Ελληνικά • فارسی  
العربية • Français

他の言語でも！

# 食感

しょっかん



〇はレオメーター

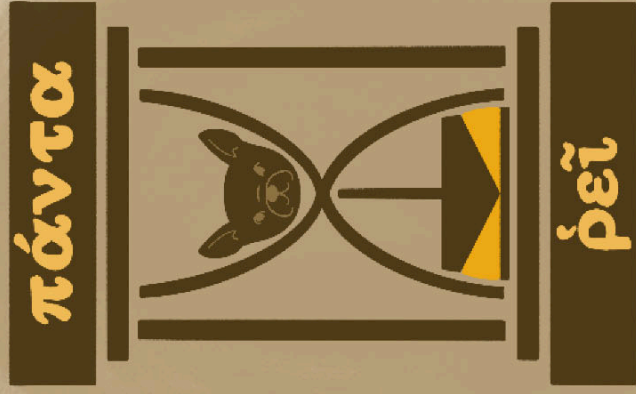
キャンベル ロブ、マーティン キャロライン

訳：服部 優菜

流動学会として私たちの教育コンサルタントであるラッセル  
ウィクトリアとブリセリ ケルシーに感謝を込めて。

以下の最新の研究に基づく：

- Crystal Owens による  
On Oreology, the fracture and flow of “milk’s favorite cookie®” (2022)
- Arnold Mathijssen による  
Culinary fluid mechanics and other currents in food science (2023)



用語集は本の後ろにあります。

もっと流動学について知りたい人はこちらをどうぞ：ねこの流動学  
rheologycomics.github.io/comic1-japanese

2024年

v1.0

## 用語集

**流動学 (英語でレオロジー)**：ものがどう流れるか調べる学問 (特に固体と液体のあいだにある物体)

**レオメーター**：いろんなものの流動性を調べるために、科学者とエンジニアが使う機械

**平行板レオメーター**：2枚の板が調べたいものを挟んで、ツイストする。ジェルと泡に向いている (例：プリン、シャンブー)

**同心円筒レオメーター**：カップのなかで円筒が回って、ものの薄い膜をつくる。注ぎやすく、ぬりやすい物に向いている (例：牛乳、ペイント)

**共軸円筒レオメーター**：プレートが溝のあるカップの中で回る。どろどろで滑りやすい物に向いている (例：濃厚なピーナッツバター、セメントのようにドロドロしたもの)

**せん断応力**：ツイストする力や、ものの表面になぞってかける力のこと

**せん断速度**：レオメーターに入れたように、どれくらい速く回っているかわるか (ツイストのはやさ)

**垂直抗力**：表面から跳ね返ってくる力。レオメーターでは、せん断応力がツイスト、垂直抗力はものが板を押す力

読んでくれてありがとう！



**泡 (フォーム)**：空気の泡がたくさん含まれてふわふわしているもの (例：パン、メレンゲ、ムース、マッシュマロ)

**ジェル**：液体がふくまれていてぶるぶるしているもの (例：プリン、菓子、調理されたパスタ)

**エマルジョン**：ひとつの液体でできた泡がほかの液体にふくまれていて、もっと固体のようにしたりするもの (例：ドレッシング、マヨネーズ)

**レオペクシー**：応力によって一時的に硬くなったたり伸びたりする液体 (例：パンケーキの生地、ホイップクリーム)

**降伏応力流体、またはビンガム塑性体**：大きな応力がかかって流れるまで固体 (例：カレーペースト、チョコレートスプレッド、ねりごま、ピーナッツバター)

**粘性**：どれくらいドロっとしているか。流れるには、どれくらいの応力が必要か。

**弾性**：どれくらいバネのように振る舞うか。応力をかけたあとに、どれくらい元のかたちに戻るか。

**粘弾性**：粘性と弾性が混ざった物：ふつうは、短い時間で弾性、長い時間で粘性

## 自分の口で試してみよう！何について調べてみる？

今日の夜ご飯で、レオメーターになったつもりで  
考えてみよう！

**塑性：** 割れるまでに、どれくらいかたがかわかる？  
一緒にくっつく？

**粘力：** スプーンからすするのは簡単？

**固さ：** 歯で割るのにどれくらいの力がある？

**弾性：** 噛んであるあいだに、もとのかたさに戻る？

**噛みごたえ：** 何回噛まなきゃいけない？

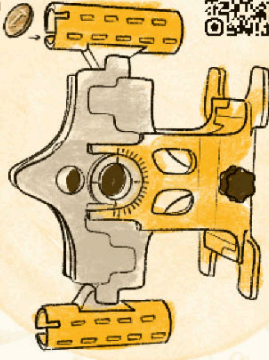
**つぶつぶさ：** たくさん小さい粒からできている？

**くっつきやすさ：** 口にくっついた時、それを取るのに  
どれくらいの力が必要？

**しっとりさ：** つばが取られて、  
ばさばさに感じる？  
それともジューシー？

**コーティング：** 油とかみたいに、  
コーティングされてる  
感じがする？

計測のために、  
自分で3Dプリントして  
平行板レオメーター！



<https://github.com/crystalowens/oreometer>

どうして赤ちゃんはいろんなものを口に持っていくのかな？  
大人は手と目を使って身の回りのことを  
理解するけど、赤ちゃんはというと...



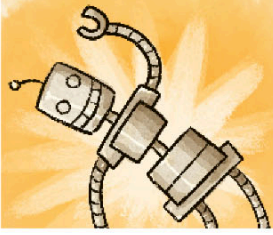
口を使う！

私たちの口は、  
食べ物や質感を教えてくれる道具なんだ。  
口は食べ物の流動性を調べて、その食べ物を飲み込  
んでも安全かどうか教えてくれるんだ。

けど、いつでも物を口にするのは窒息の  
可能性もあるし、だめ。

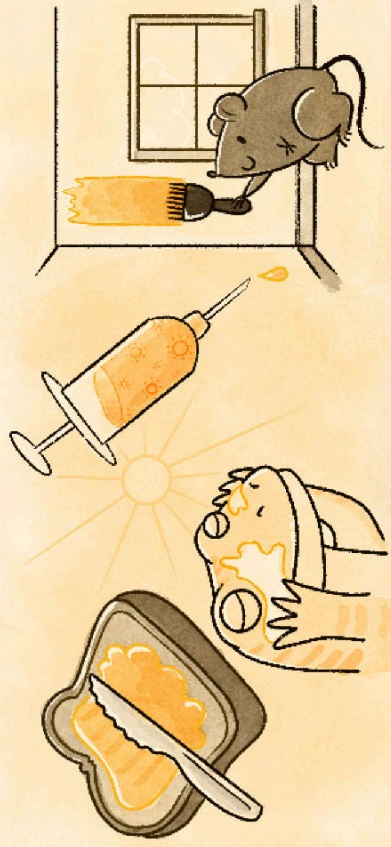
レオメーターという機械を使っているんな物を  
調べることができるよ。





科学者とエンジニアは**レオメーター**という機械を使って物がどう流れるかを調べるよ。

レオメーターを使えば、ジャムをトーストに塗ったり、日焼け止めを顔に塗ったり、ワクチンを注射器に入れたり、家をペイントするときとかに何が起きているのか知ることができるんだ。



科学者とエンジニアはこれらの情報を使って、ペイントなどの塗る物をもっともっと良くてできなにか考えるんだ。じゃないと...



硬くてペトペトな日焼け止めは嫌だよな。

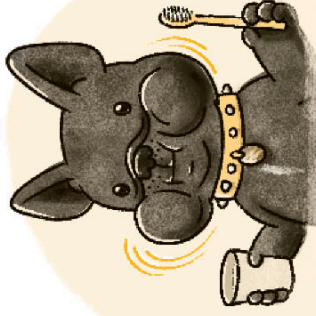
こんな複雑な食感をレオメーターで調べるには、たくさんのテストが必要なんだ。よく行われているテストは：

ぬる時としぼる時  
どうなる？



回転テストで**粘性**を調べる  
せん断応力や  
せん断速度をはかる

時間による変化は？



振動テストで**弾粘性**を調べる  
小さいクチュクチュ (小さい角度) と  
大きいクチュクチュ (大きい角度)

こわれる前に  
どれくらい引っ張れる？



伸長テストで**弾性**を調べる

圧力を  
かけてくっつけられる？



パイプ流テストでチューブ  
の中の流れを調べる

〇はこんなにすごいレオメーターだから、今までいろんなシェフが流動性とくちごたえについてためて、楽しくて複雑な食べ物を作ってきたんだ!

注目、私の作品だよ!

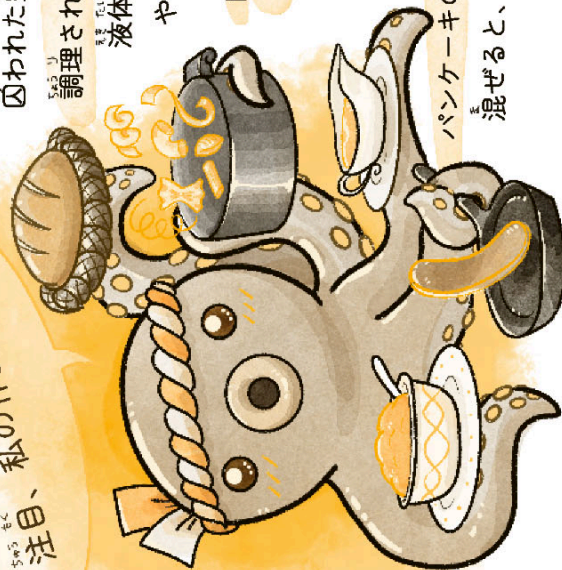
パンは泡

固体や液体のなかに  
凶われた空気泡

調理されたパスタはジェル  
液体が入った  
やわらかい固体

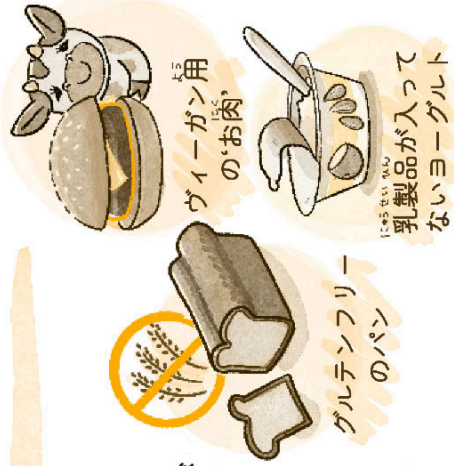
ドレッシングは  
エマルジョン  
液体の泡がほかの  
液体に浮く

パンケーキの生地はレオペクシー  
混ぜると、一時的に固くなる



カレーペーストは降伏応力流体  
ある程度力をかけるまで固体

そして最近、食品流動学者が  
レオメーターを使って、  
わたしたちが好きな食べ物に  
そっくりな新しい食品を  
作ってるんだ。



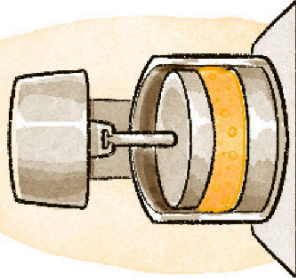
ヴィーガン用  
のお肉

乳製品が入って  
ないヨーグルト

グルテンフリー  
のパン

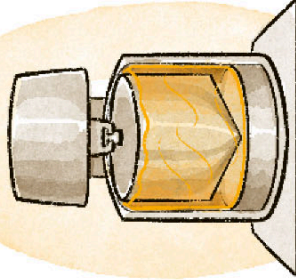
レオメーターにはいろいろな種類があって、それぞれ違う物を調べる事ができるんだ。  
例えば:

平行板  
レオメーター



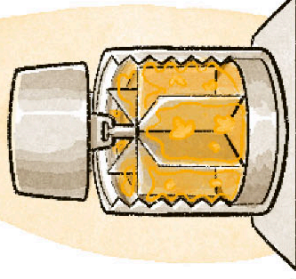
ジェルと泡  
(プリン、シャンプー)

同心円筒  
レオメーター



注ぎやすく、  
ぬりやすいもの  
(牛乳、ペイント)

共軸円筒  
レオメーター



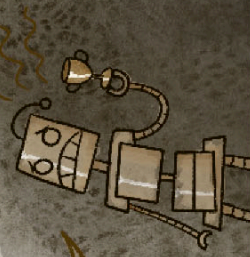
しっとり、べとべと  
しているもの  
(濃厚なビーナッツバター、  
セメントのようにドロドロ  
したものの)

〇は、食感を確認して、これ全部を同時にすることができるとも。

しかも、〇はレオメーター  
にとっても難しいくちあたりと  
小さな食べ物の変化も気づく  
ことができるんだ。



なんでいつも  
勝てないんだ  
ろう?

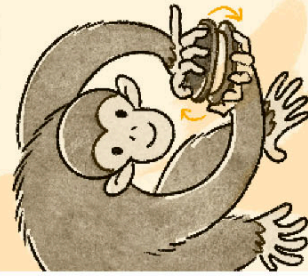


## からだ 対 機械

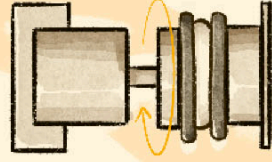
〜クッキーサンドを楽しむ戦〜  
ラウンド1 ツイスト



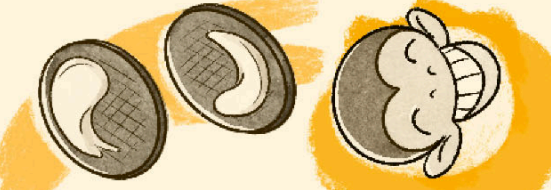
クッキーをツイストしてクリームから取って下さい！  
どれくらいの強さはやさでツイストするべき？完璧に  
ツイストして、クリームを分けることができる？



手も平行板レオメーターも、  
ツイストの強さ（せん断力）と  
はやさ（せん断速度）の両方を  
調整できる。



ふたりとも、クリームが動きはじめて  
クッキーがツイストし始めてることがわかるよ。



それぞれのやり方  
（違ったせん断力、せん断速度、  
温度）はクリームの  
流れとわれ方が変わるんだ。  
もしこのやり方がわかってたら、  
ツイストでクリームの流動性を  
理解することができる！

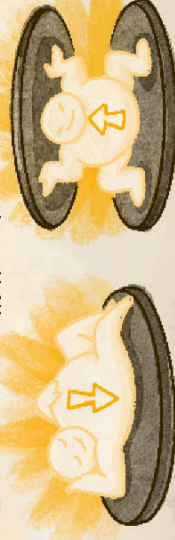
対戦  
同点

## 噛み噛み合戦

クッキーを噛んで食べるとき、クッキー  
がこなごなになってクリーム状になって  
まったく新しい物体になるけど、口は  
その間どんなに小さな変化にも気づく。  
その新しい物体を飲み込んで舌でも大丈夫  
なのか、わたしたちの歯と舌はすばやく  
いろんなテストをするよ。



平行板レオメーターは、跳ねかえってくる垂直抗力をみることに  
よって噛んでするときの情報を集める。



でも、たくさんのテストが同時にで  
きる新しいレオメーターを誰かが開  
発するまで、私たちの口ができるこ  
と同じことをするには、いろんな  
種類の違うレオメーターを使う必要  
があるんだ。

口の勝ち！

