

しょっかん
食感



くち
ロはレオメーター

キャンベル ロブ、マーティン キャロライン

やく はっとり ゆな
訳：服部 優菜

流動学学会そして私たちの教育コンサルタントであるラッセル
ヴィクトリアとブリセッリ 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

どうして赤ちゃんはいろんなものを口に持っていきのかな？

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...



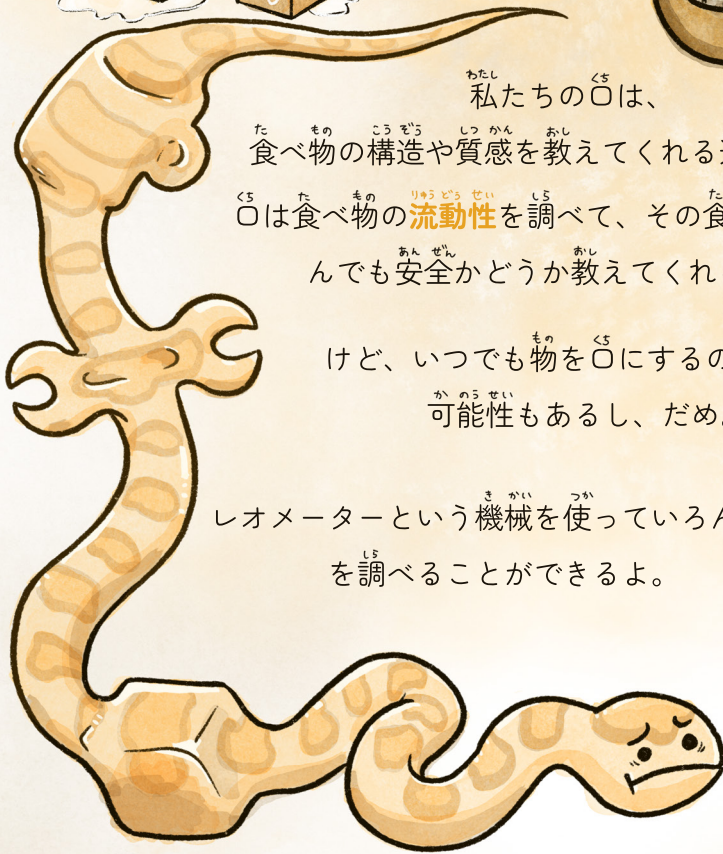
私たちの口は、

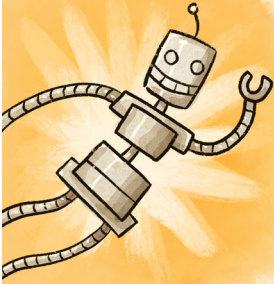
食べ物の構造や質感を教えてくれる道具なんだ。

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。

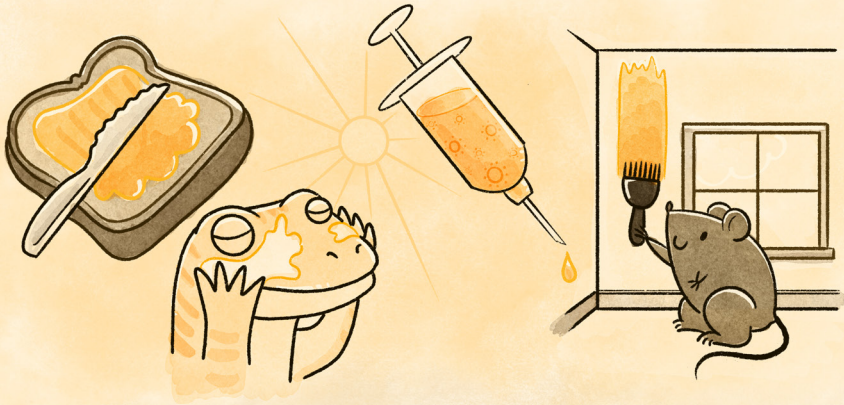
レオメーターという機械を使っていろんな物を調べることができるよ。





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できないか考えるんだ。じゃないと...



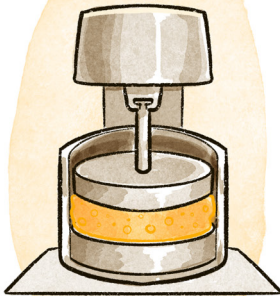
硬くてベトベトな日焼け止めは嫌だよね。

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ことができるんだ。

例えば：

へいこうばん
平行板

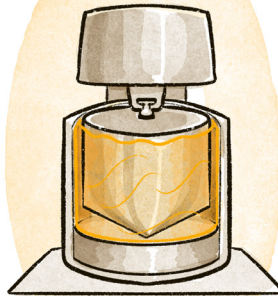
レオメーター



ジェルと泡
(プリン、シャンプー)

どうしんえんとう
同心円筒

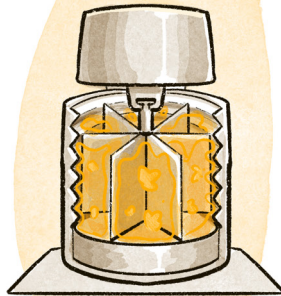
レオメーター



注ぎやすく、ぬりやすいもの
(牛乳、ペイント)

きょうじくえんとう
共軸円筒

レオメーター



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

くち、いよかん、かくにん
口は、食感を確認して、これ全部を同時にすることができる。



しかも、口はレオメーター
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（せん断応力）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
（違ったせん断応力、せん断速度、
温度）はクリームの
流れとわかれ方をかえるんだ。
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！



どうも
同点

か か がらせん 噛み噛み合戦



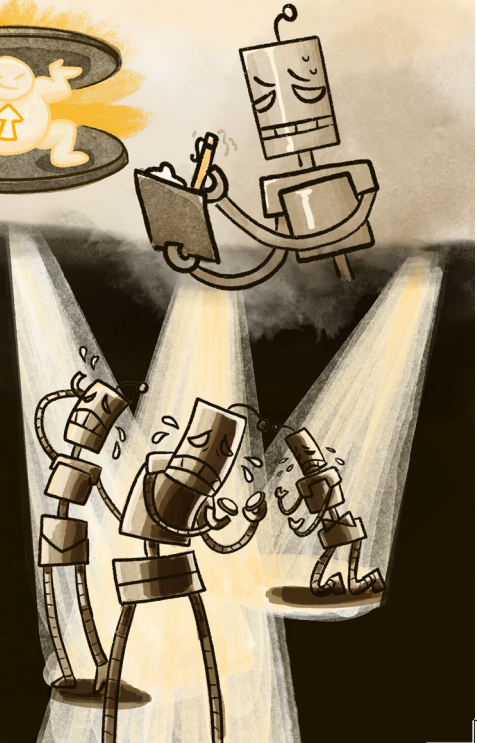
クッキーを噛んで食べるとき、クッキーがこなごなになってクリーム状になってまったく新しい物体になるけど、口はその間どんなちいさな変化にも気づく。その新しい物体を飲み込んでも大丈夫なのか、わたしたちの歯と舌はすばやくいろんなテストをするよ。

平行板レオメーターは、跳ねかえってくる垂直抗力を見ることによって噛んでる時の情報を集める。



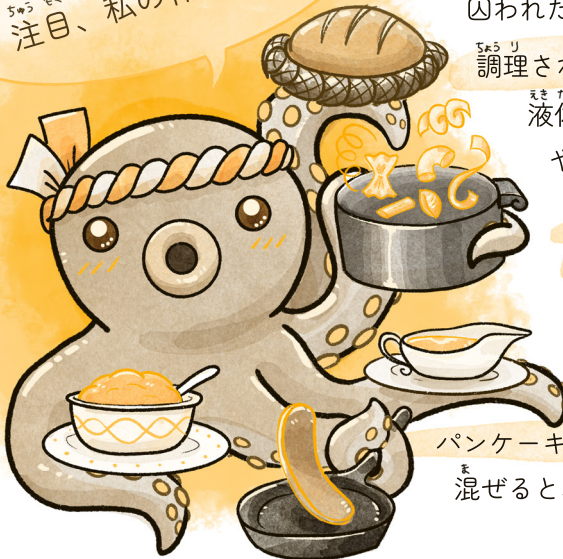
でも、たくさんのテストが同時にできる新しいレオメーターを誰かが開発するまで、私たちの口ができることと同じことをするには、いろんな種類の違うレオメーターを使う必要があるんだ。

くち か
口の勝ち！



口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して、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
囚われた空気の泡

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

ある程度の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。



グルテンフリー
のパン



ヴィーガン用
の「お肉」



乳製品が入って
ないヨーグルト

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

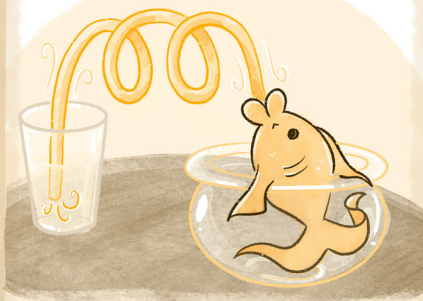
小さいクチュクチュ (小さい角度)
と大きいクチュクチュ (大きい角度)

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

自分の口で試してみよう！何について調べる？

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： 噛んでるあいだに、もとのかたちに返る？

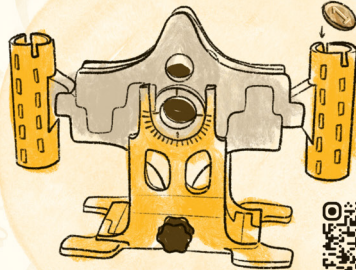
噛みごたえ： 何回噛まなきゃいけない？

つぶつぶさ： たくさんの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、
ぱさぱさに感じる？
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プリントしてみよう、
平行板レオメーター！



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：いろいろ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はさんで、ツイストする。ジェルと泡に向いている（例：プリン、シャンプー）

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：ブレードが溝のあるカップの中で回る。どろどろで油っぽい物に向いている（例：濃厚なピーナツバター、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、どれくらいの速さでものがかわるか（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、寒天、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

流動学コミック 2巻

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！

