

画像解析式粘度計

FLUIDICAM フルーディカム



三洋貿易株式会社
科学機器部

液体のレオロジーの科学



世の中には飲料から化成品まで様々な液体製品が存在しますが、その粘性は製品の数と同じくらい多種多様です。飲料で考えると粘性が低い水やお茶、ソフトドリンクなどはサラサラとした飲み心地ですが少し粘度が高い牛乳やヨーグルト飲料などは飲む際にとろみを感じます。蜂蜜のようにかなり高粘度な食品になると「飲みやすさ」という話ではなくなりますが粘りが強すぎるとビンから取り出すのにも一苦労です。

また、化粧品で考えますと適切な粘度に調整してあるクリームは肌に塗り広げる際にスムーズに広がりますがうまく調整されていないものや長期保管により粘度が変化してしまっているものは使用感が変わってしまうこともあります。

このように粘度は液体製品、またあるいはゲルのような半固体製品においてもその食感や使用感に重要な役割を果たします。また、皆さんが見えない部分、例えば製品の生産工程でも粘性の影響で問題が発生することもあり、うまく液体の粘度をコントロールすることは近年の産業では必要不可欠な要素となっています。

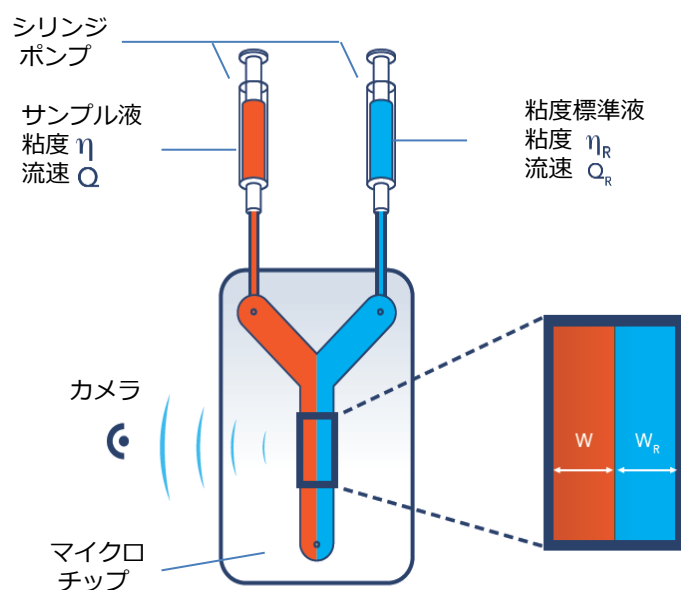
ただし、この粘度のコントロールで難しいのは「液体は動きによって粘度が変わることがある」ということです。液体がもともと持っている性質やあるいは添加されている物質の影響で、液体に動きがあるときに粘度が変化する現象があります。粘度は増加することもあれば低下することもあるという厄介なものです。

私たちの開発したまったく新しい粘度測定システムはそれら液体の動きによって変わる粘度を精度良く、かつ簡単に測定できるということをコンセプトとしており、広く普及している回転式粘度計で実現できなかったことを可能にしています。画像解析式粘度計「**FLUIDICAM(フルーディカム)**」で今まで苦労して測定していた粘度を簡単に測定できるようにしませんか。

Laminar flowを用いた画像解析式粘度測定の実理

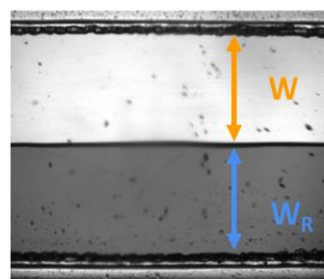
一般的なレオメータではサンプルに接した測定子(コーンプレート、円筒など)を回転させ、その時に測定子が流体から受ける抵抗(粘性抵抗)を回転トルクなどから読み取ることで粘度を測定します。この手法は非ニュートン流体でも測定可能なものとして最も幅広く使用されている粘度測定法ですが、しばしば測定子の洗浄の難しさが問題となったり、高せん断領域での測定が不可能であったりなど万能な測定法ではありませんでした。

私たちが提案するFluidicam(フルーディカム)は内部にマイクロスケールの流路を持つマイクロチップを使ったシステムです。2種類の液を別々の方向からチップに注入し合流させるとLaminar Flow(層流)という現象が起こり、混ざり合うことなく界面を形成します。



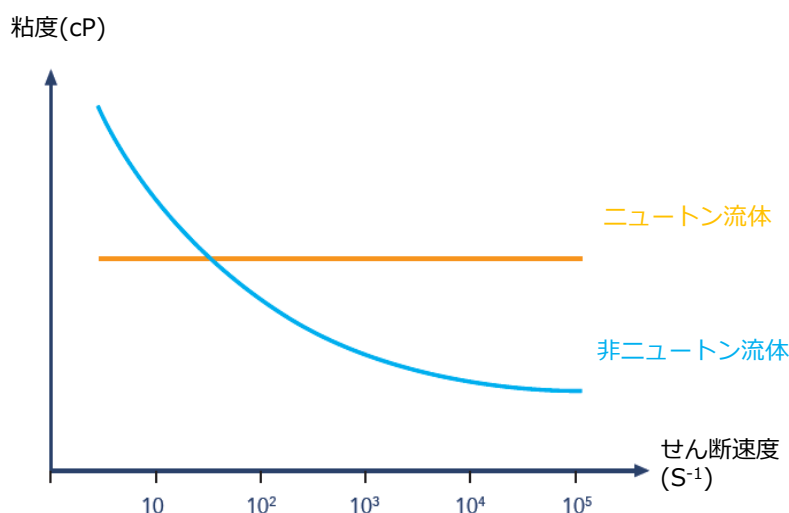
$$\frac{W}{W_R} = \frac{\eta}{\eta_R} \times \frac{Q}{Q_R}$$

$$\text{せん断速度} \propto \frac{\text{流速}}{\text{流路ギャップ}}$$



図：原理イメージ

このLaminar Flowが形成されているとき、2種類の液の流れ幅の比はそれぞれの流速の比と粘度の比に依存します。そのため、片方に粘度が既知である標準液を使用し、流速を制御しながらLaminar Flowを形成させると未知のサンプルの粘度が計算可能となります。また、この時の流速から液体のせん断速度を計算することができますので、流速を変化させながら粘度を測定すると、これはせん断速度を制御しながら粘度の変化を測定していることになります。



非ニュートン流体はせん断速度によって粘度が変化することが知られていますが回転式の粘度計では 10^3 s^{-1} 程度のせん断速度までしかシミュレーションすることができませんでした。より速いせん断速度条件で使用する液体の粘度測定を行うことは困難でしたが、Fluidicamは低せん断条件から最大 $180,000 \text{ s}^{-1}$ という高せん断速度領域までの幅広い条件下での測定を可能にした画期的な測定機器です。



FLUIDICAM Rheo



マイクロチップ

画像解析を用いた自動測定粘度計。

様々なせん断速度、温度条件下での粘度測定を可能に。

Fluidicam Rheo (フルーディカム レオ) はLaminar Flow(層流)現象をマイクロチップにて発生させ、それを画像解析で評価することで粘度を測定する画期的手法です。2つのシリンジポンプを使って粘度が既知の標準液とサンプルを同時にマイクロチップに注入し、形成されるフローの各液の幅の比率から粘度を計算します。サンプル注入時の流速を自動で変化させることができるため、幅広いせん断速度条件を自動で行うことができます。

マイクロチップを取り付ける測定スロットは高精度に温度調整が可能で、温度依存性のある粘度測定を正確に行うことができます。ソフトウェア制御で直接温調を行いますので温度のばらつきの問題はありません。

使用するマイクロチップとシリンジは洗浄しながら繰り返し使うことができます。また、サンプルの性質や目的のせん断速度条件によっていくつか種類があり、測定の幅を広げます。

FLUIDICAM Rheoはレオロジー評価にはなくてはならない1台です。

<製品の特徴>

- ・ Laminar Flowと画像解析を組み合わせた新しい粘度測定
- ・ 繰り返し使用可能で校正が不要のマイクロチップ
- ・ 100 – 180,000 S⁻¹という幅広いせん断速度での測定が可能
- ・ 異なるせん断速度条件の測定を自動で実行可能
- ・ 高精度温調システムで測定部の自動温調
- ・ 洗練されたデザインのソフトウェア

FLUIDICAM Rheo 基本仕様

測定粘度範囲：0.1 – 200,000 cP

せん断速度範囲：100 – 180,000 s⁻¹

温調範囲：4 – 80 °C

最小サンプル量：100µL / 1測定点

測定精度：1%

繰返し精度：1%

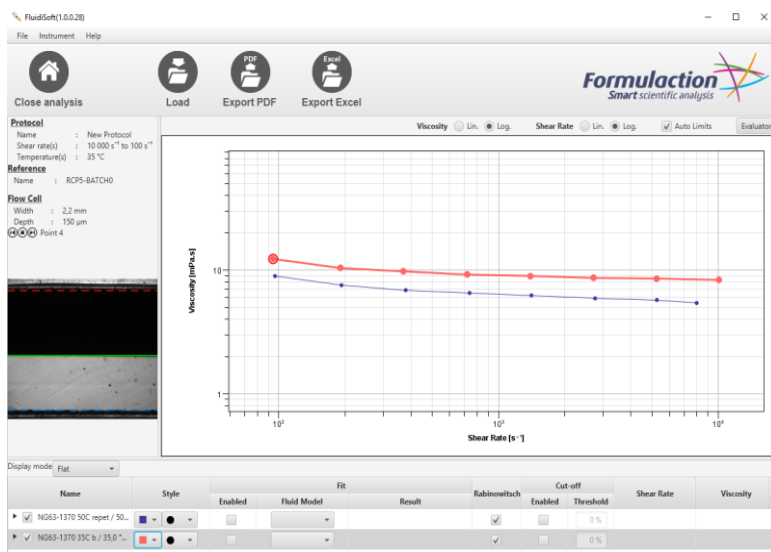
マイクロチップ：150µm/50µmギャップ PMMA製/ガラス製

所要電源：100Vac 50/60Hz

寸法・重量：W37 x L32x H66cm 20kg

注意)高粘度サンプルの場合、物理的に高せん断領域に到達しない場合があります。



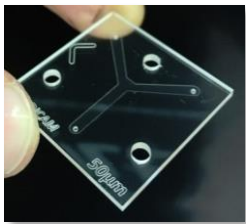


Fluidisoft操作画面

「Fluidisoft」は画像解析式粘度計Fluidicamの専用解析ソフトウェアです。使いやすさを追求したソフトウェアでシンプルな画面構成となっており、「1クリック測定」がコンセプトです。簡単な操作で条件を設定したあとは1クリックで測定が実行され、複数のせん断速度条件での粘度測定を自動で行います。

データには測定画像が紐づけて有り、測定の正しさの検証を後から行うことも可能です。サンプル間のデータの比較や結果の出力も容易に行うことが出来るため、ストレスフリーな粘度測定をお約束します。

FLUIDICAM RHEOのアドバンテージ



マイクロチップ

- 粘度測定が高精度かつ良好な繰り返し精度
- 高せん断速度領域を実現
- 必要な液量が少量
- 温度管理が迅速かつ正確



Laminar Flow(層流)を利用

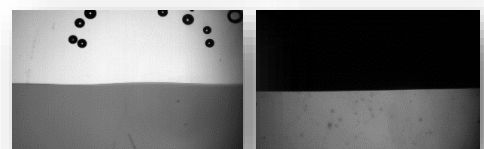
- 常に新鮮なサンプルで測定することになります
- 繰り返し測定時に再サンプリングが不要
- 測定の正しさを画像で確認可能

標準液との比較測定

- 校正不要(カメラ倍率、マイクロチップ)
- マイクロチップ内にセンサーはありません
- マイクロチップは簡単に交換可能(調整不要)
- 標準液は独自の粘度標準液を使用可能

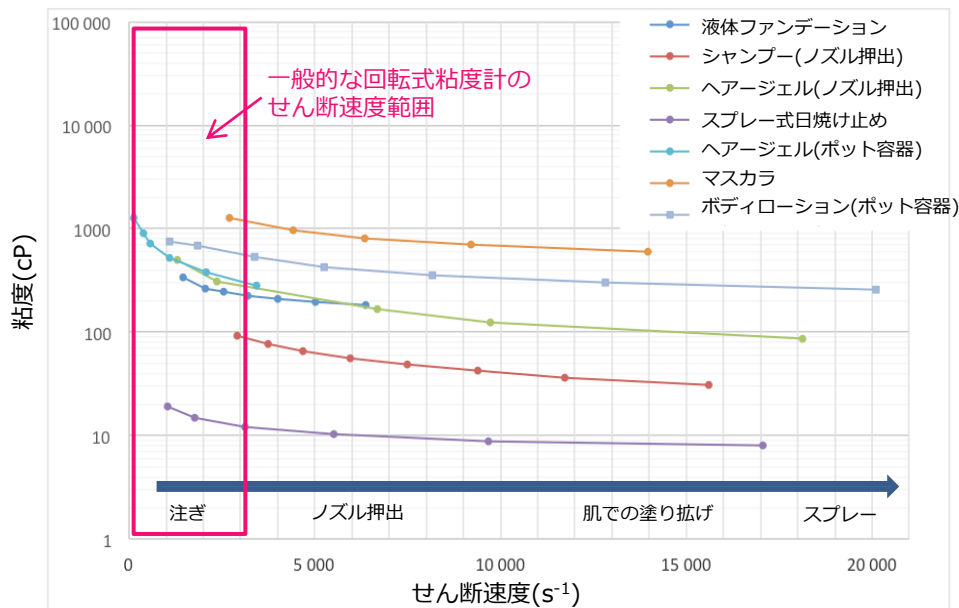
画像解析による測定

- チップ内に形成された2液間の界面を自動検知
- データの処理は必要なく、直接粘度の値を取得
- 測定の確かさを画像でフィードバック可能



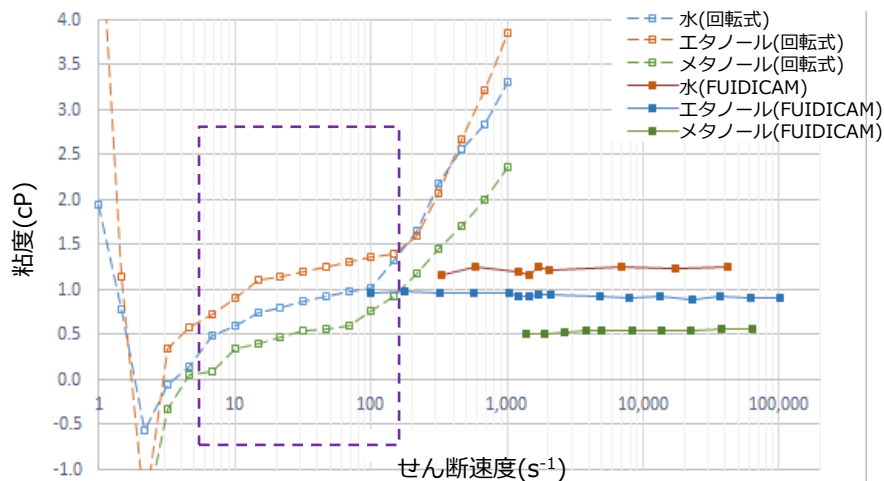
FLUIDICAM[®] RHEO のアプリケーション例

①高せん断領域の粘度測定



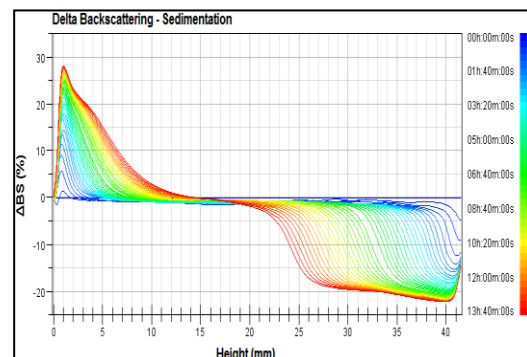
日用品や化粧品の使用時にはノズルからの押し出しやスプレーによる塗布など様々な液体の流動が起こり得ます。その際の粘度の制御は製品の使用感に影響を与えるため、その制御は重要です。既存の回転式粘度計で可能なせん断速度の領域は非常に限られたものですがFluidicamでの測定ではスプレー塗布のような高せん断速度領域の粘度測定も実行可能で、粘度の低下があることが明確に分かりました。

②低粘度領域の高精度測定



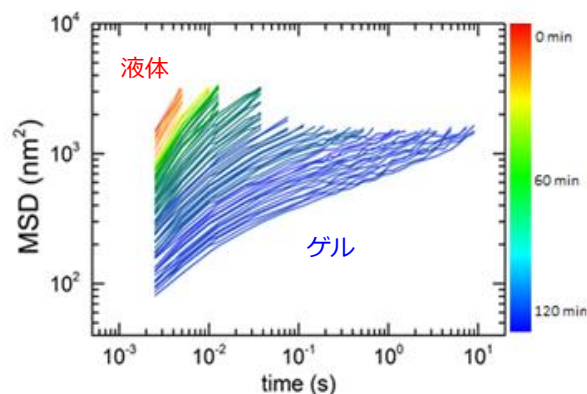
一般的な回転式粘度計ではサラサラとした低粘度溶液の $10s^{-1}$ 以下ならびに $100s^{-1}$ 以上のせん断速度領域の測定では数値が安定せず、ニュートン流体であってもその挙動を見極めることは困難です。そのため、飲料や溶剤など低粘度溶液の正確な粘度測定は難しさが伴うことが多いのですが、Fluidicamでの測定ではせん断速度の変化によってニュートン流体のサンプルの粘度が変化していないことが明らかに分かります。このため、低粘度の液体製品の品質管理の場で粘度管理に貢献します。

TURBISCANシリーズ 液中分散安定性評価



液中分散体は固体粒子、エマルジョン、ナノバブルなど様々なものがあり、濃度も水に近い低濃度分散溶液から高濃度分散溶液まで幅広く存在します。それらの分散体の安定性を評価するには過去には分散体濃度に制限があるものばかりでした。TURBISCAN(タービスキャン)が採用するマルチ散乱光測定法はそれらすべてを希釈することなく測定できるように開発された技術です。低濃度域は透過光のみでの測定が可能ですが高濃度域では光が全く透過しないこともあり、その場合後方散乱光の測定で評価を行います。多種多様なサンプルを測定できるようにTURBISCANは工夫されています。目に見えない分散体の安定化評価に最適な世界のスタンダード機種です。

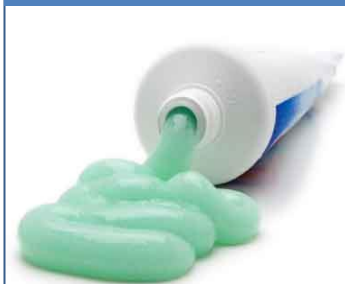
RHEOLASERシリーズ レオロジー特性、塗膜乾燥工程、結晶化評価



液体のレオロジー特性を測定する手法として回転式のレオメータが一般的ですがサンプルのレオロジー特性が変化する様々な状況においてそれをモニタリングすることは困難でした。RHEOLASER(レオレーザー)シリーズはそんな難しさをレーザーによる非破壊測定により解決してくれるシステムです。非常に弱いネットワークを持つポリマー溶液のレオロジー特性を評価することでゲル化の評価を行ったり、塗布した塗料のレオロジー特性を評価することで塗膜の乾燥工程を評価したり、食品の温度変化によるレオロジー変化を観察することで結晶化の評価を行ったりなどアプリケーションは多種多様に存在します。

FLUIDICAM^{RHEO} の多彩なアプリケーション

日用品・化粧品



- ・シャンプー、ボディソープ等のノズル押出の評価
- ・化粧品、クリーム、液体ファンデーションの塗り拡げの評価
- ・サンスクリーンスプレー塗布の評価

食品・飲料



- ・ソフトドリンク、乳製品の正確な粘度測定
- ・スプレードライヤーの最適化
- ・食品の流動性の評価
- ・生産工程の最適化

製薬



- ・注射器による薬剤注射の評価
- ・タンパク質の変性、凝集の評価
- ・粘度の品質管理

石油化学



- ・原油の回収効率の向上
- ・掘削油の高せん断条件測定
- ・潤滑油のレオロジー評価

化成品・インク



- ・インクジェットインクの評価
- ・塗料の塗布時の粘弾性評価
- ・ポリマーのレオロジー評価
- ・高分子の分子量決定評価

その他



- ・紙加工
- ・増粘剤
- ・燃料電池
- ・スクリーンコート
- ・その他

**その他の粒度分布計、分散評価機器、表面・界面張力計、泡試験機なども多数取り揃えております。
詳細はお問い合わせください。**



液中分散評価のパイオニア
世界シェアトップの実力

Formulation
Smart scientific analysis

注)本書に記載されている装置の外観や仕様は予告なく変更になる場合があります。

Lev. 4-2021.10

国内総代理店

三洋貿易株式会社 科学機器部

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町2-11
TEL : 03-3518-1196 FAX : 03-3518-1237
E-mail : info-si@sanyo-trading.co.jp Web : www.sanyo-si.com

