

JASIS 2014 新技術説明会



【粒子径・粒度分布】

今さら聞けない粒度分布測定の基本！



株式会社 堀場製作所

「粒子の大きさ」って何でしょう？

■ ほぼ同体積で形状の違う粒子の大きさを比較する場合、基準によって大小関係は異なります。

	球 (100 μm)	立方体 (80 μm)
通過できる円孔の直径 [μm]	100(1)	113(1.13)
通過できるフルイ目開き [μm]	100(1)	80 (0.8)
投影面積 [$\times 10^{-6} \text{m}^2$]	7.85(1)	6.4(0.82)
表面積 [$\times 10^{-6} \text{m}^2$]	3.14(1)	3.84(1.22)
体積 [$\times 10^{-13} \text{m}^3$]	5.23(1)	5.12(0.98)

Explore the Future | Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific | HORIBA Scientific

※JISにみる「粒子径分布の記述」

粒子径:
JISでは x を粒子径又は球形粒子の直径を表する記号として使用します。また、 d も広く使用されています。

粒子径分布:
粒子径の大きさの特徴付ける物理量を横軸に、測定値と測定の基準を特徴付ける量を縦軸にプロットします。
粒子径基準の例) 個数、長さ、面積、体積、質量など
縦軸の例) Q: 積分分率、q: 頻度

粒子径の測定は、異なった物理量の測定結果に基づいて行うので、**粒子径を定義する絶対的な方法はない**。実際に測定される粒子物性によらず、粒子径は一次元の大きさとして表現される。この規格では、粒子径は同一物性の球の直径として定義する。これは**球相当径**として知られているものである。相当の根拠として適切な添字をつける。

JIS Z 8819-1: 1999参照

Explore the Future | Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific | HORIBA Scientific

本日の内容

- 微粒子径計測について
 - 基本的な話
 - 光を使った微粒子測定の一般的な話
- レーザ回折/散乱法の基本
 - 回折、散乱、屈折率、トレーサビリティ、測定手順
- 光子相関法の基本
 - 自己相関関数、影響因子、測定手順
- 特別な測定の例と実力感度
- まとめ

Explore the Future | Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific | HORIBA Scientific

光を使った「粒子径分布」測定法

1 nm, 10 nm, 100 nm, 1 μm, 10 μm, 100 μm, 1 mm, 5 mm

光子相関法 (動的光散乱法) → SZ-100 (0.3nm - 8 μm) → 粒子径分布

光子相関法 (動的光散乱法) → LA-300 (100nm - 600μm) → 粒子径分布

光子相関法 (動的光散乱法) → LA-960 (10nm - 5000μm*) → 粒子径分布

HORIBA 粒子計測装置ラインナップ

Explore the Future | Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific | HORIBA Scientific

粒子の「形」に注意してください

光学測定における

■ 仮定: 粒子は球形(相当径)

■ 現実: 一般的な粒子は球形ではない

⇒ 真球として解析されます

- “粒子形状”で測定手法による結果の差が生じます
- 測定手法が独自の特性を持っています。測定手法や仮定によって粒子径が異なります

Explore the Future | Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific | HORIBA Scientific

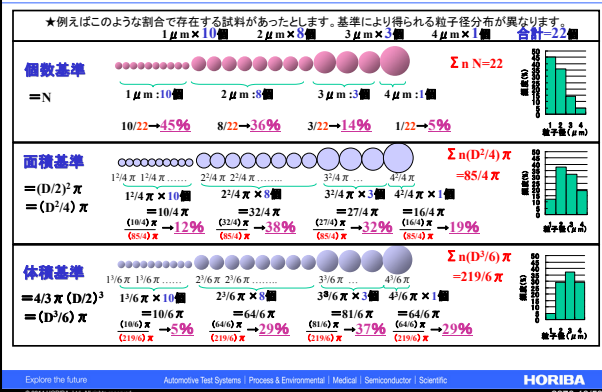
「代表径」の違い

10% 粒子径, モード径, メジアン径 50% 径, 平均径, 90% 粒子径

- モード径: 最頻度粒子径(最も頻度の高い粒子径)
- メジアン径: 50% 径(頻度の累積が丁度50%になる粒子径)
- 平均径: 重量平均径(重量(体積)基準分布の平均径)

Explore the Future | Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific | HORIBA Scientific

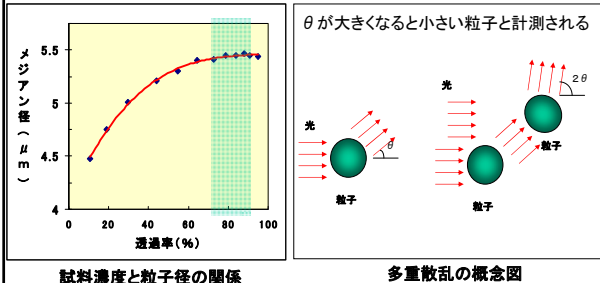
HORIBA
Scientific



HORIBA
Scientific

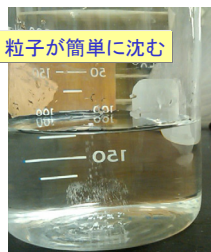
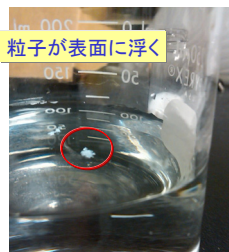
多重散乱の影響がない範囲で測定

LA-960では適正範囲を透過率で70~90%を基準としている

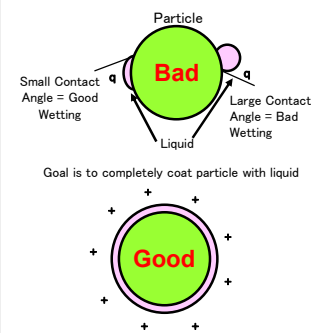


HORIBA
Scientific

- 液面に粒子を落としてなじみ具合を判定します.
- 粒子が浮く⇒粒子はぬれていません.
- 粒子が沈む⇒粒子は ①ぬれている
- ②重力>>表面張力⇒注意



HORIBA
Scientific



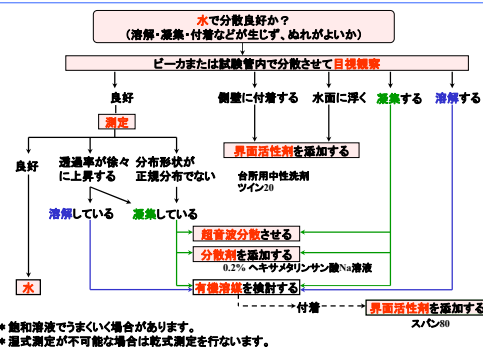
液滴を粒子になじませるためには？

⇒表面張力を下げればよい

⇒どうやって？

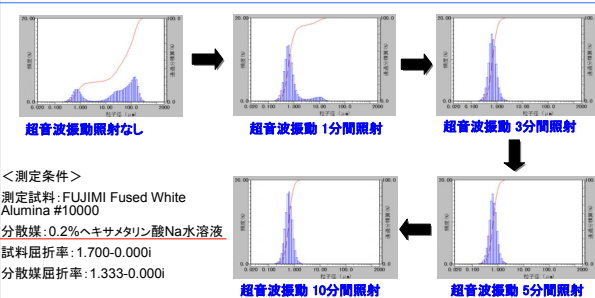
- ①界面活性剤
②溶媒の選択

HORIBA
Scientific



- * 飽和溶液でうまくいく場合があります。
- * 湿式測定が不可能な場合は乾式測定を行ないます。

HORIBA
Scientific



⇒分散剤と一緒に使います

本日の内容

- 微粒子径計測について
 - 基本的な話
 - 光を使った微粒子測定の一般的な話
- レーザ回折/散乱法の基本
 - 回折、散乱、屈折率、トレーサビリティ、測定手順
- 光子相関法の基本
 - 自己相関関数、影響因子、測定手順
- 特別な測定の例と実力感度
- まとめ

HORIBA
Scientific

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

HORIBA
7772-50160

レーザ回折/散乱法 partica LA-960

HORIBA
Scientific

- オールインワンタイプ
- 10nm～5mmまでの超ワイドレンジ
- 20nmPSL粒子への挑戦
- 溶媒注入から測定、洗浄、データ出力まで、わずか1分
- ナビゲーション機能でワンボタン測定
- 湿式&乾式簡単設定・簡単切替
- 旧機種とのデータ相関
- 充実のアクセサリ



HORIBA partica LA-960

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

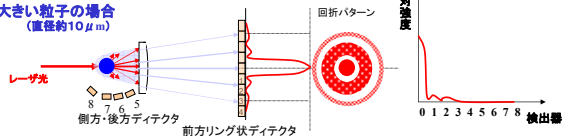
HORIBA
7772-50160

「レーザ回折/散乱法」の原理は？

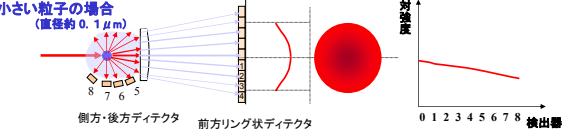
HORIBA
Scientific

粒子の散乱光検出方法

大きい粒子の場合 (直径約10 μm)



小さい粒子の場合 (直径約0.1 μm)



Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

HORIBA
7772-50160

粒子径によって何がどう違う？

HORIBA
Scientific

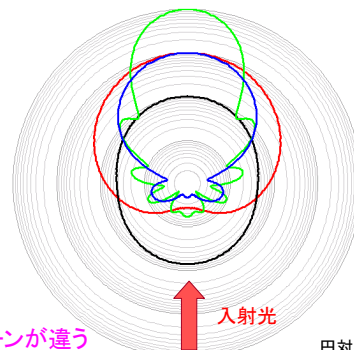
粒子径:

0.1 μm

0.3 μm

0.5 μm

1.0 μm



⇒ 散乱パターンが違う

円対数グラフ

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

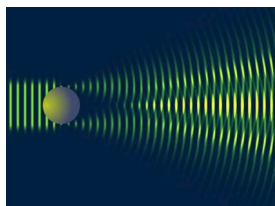
HORIBA
7772-50160

※光の回折とは？

HORIBA
Scientific

粒子による光の回折:

波に対し障害物が存在する時、幾何学的には到達できない領域に回り込んで伝わっていく現象



粒子径固有の回折パターン

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

HORIBA
7772-50160

※光の散乱とは？

HORIBA
Scientific

微粒子による光の散乱: 光が障害物に当たっているいろいろな方向へ反射(散らばる)



- レイリー散乱 (光の波長よりも小さい粒子による散乱)
 - 散乱パターンは粒子径に依存しない
 - (※散乱強度は粒子径と光の波長に依存する)
- ミー散乱 (光の波長と同等～大きい粒子による散乱)
 - 散乱パターンは粒子径に依存する
 - (※散乱強度は散乱角に依存→屈折率が重要)

⇒ 光の波長に比べてはるかに大きい粒子は幾何学的散乱

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

HORIBA
7772-50160

※光の屈折とは？

反射

屈折

鏡

透明なもの

曲がり具合
弱まり具合
⇒ 屈折率

HORIBA Scientific

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved. 77772-010102

※屈折率とは？

実数部(曲がり)及び**虚数部**(吸収)からなる粒子(物質)の屈折率

$$N_p = n_p - ik_p$$

相対屈折率(媒体に相対する屈折率)

$$RRI = N_p / n_m$$

反射 Reflected

屈折 Refracted

Absorbed and Reradiated

Diffracted 回折

金属酸化物の屈折率 屈折率には波長依存性あり

HORIBA Scientific

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved. 77772-010102

屈折率と粒子径の関係は？

■ 屈折率の影響の違い

【10 μm以下の粒子の場合】
 JIS標準サンプル: 白色溶融アルミナ No.1
 (JIS表示値 2 ± 0.4 μm)

【10 μm以上の粒子の場合】
 JIS標準サンプル: 白色溶融アルミナ No.5
 (JIS表示値 30 ± 2 μm)

グラフの種類 屈折率 メジアン径

グラフの種類	屈折率	メジアン径
—	1.800-0.000i / 1.333	2.83 μm
—	1.700-0.000i / 1.333	2.35 μm
—	1.500-0.000i / 1.333	0.64 μm

HORIBA Scientific

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved. 77772-010102

※屈折率の選び方

■ 大きい(>10 μm) ⇒ 影響が小さい

■ 小さい ⇒ 影響が大きい

文献値、論文などを参考に選びます

→ 難しいケース

- 単一成分でない
 - 主成分がある ⇒ 主成分を使う
- 文献値がない
 - 類似の物質を使ってみる

※他の手法・バックデータと矛盾がないように選びましょう

HORIBA Scientific

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved. 77772-010102

測定結果の信頼性は？

■ LA-960の出荷検査内容は国家標準とトレーサブルです

● 再現性(精度)

X10(分布の端)	5%以下
X50(中心値、中位径)	3%以下
X90(分布の端)	5%以下

特に10 μm以下の試料の場合

X10(分布の端)	10%以下
X50(中心値、中位径)	6%以下
X90(分布の端)	10%以下

● 正確さ

レーザ回折システムでは、粒子の特性を理想化した原理を基本としているため、校正は必要としないが、バリデーションの手順によって、装置が正しく作動していることを確認することが、必要であり、要望される。

ISO 13320 / JIS Z 8825より

HORIBA Scientific

Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved. 77772-010102

※「単分散」標準試料の再現性

PSL: ポリスチレンラテックス (NISTトレーサブルな標準)

PSL粒子径 / μm	0.102	0.491	1.02	12.01	102	1004
測定結果	1回目 0.10273	0.49188	1.0275	11.966	98.96	1015.81
(単位 / μm)	2回目 0.10268	0.49170	1.0273	11.966	98.91	1014.38
	3回目 0.10268	0.49190	1.0275	11.966	98.93	1013.42
	4回目 0.10277	0.49230	1.0277	11.966	98.93	1014.14
	5回目 0.10267	0.49189	1.0272	11.968	98.96	1013.14
	6回目 0.10268	0.49185	1.0273	11.964	98.96	1014.96
	7回目 0.10269	0.49202	1.0275	11.969	98.96	1013.87
	8回目 0.10257	0.49193	1.0276	11.966	98.96	1012.87
	9回目 0.10277	0.49186	1.0274	11.966	98.90	1013.17
	10回目 0.10272	0.49163	1.0274	11.966	98.97	1013.24
平均値	0.10270	0.49190	1.0274	11.966	98.94	1013.90
標準偏差	5.78E-05	0.00018	0.000149	0.00130	0.023224	0.936779
CV値	0.056%	0.037%	0.014%	0.011%	0.023%	0.092%

⇒ 分布の横軸スเกลールを保証するもの

HORIBA Scientific

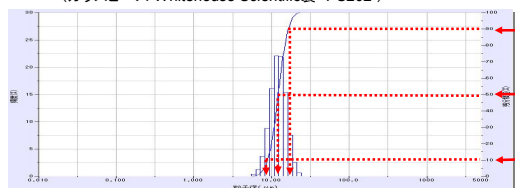
Explore the future Automotive Test Systems Process & Environmental Medical Semiconductor Scientific

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved. 77772-010102

※ISO13320に従った再現性評価

HORIBA Scientific

(ガラスビーズ Whitehouse Scientific製 PS202)



測定回	D10	D50(メアン)	D90
1	9.70	13.87	18.85
2	9.64	13.81	18.77
3	9.77	13.86	18.77
4	9.70	13.82	18.73
5	9.67	13.82	18.75
平均値(μm)	9.69	13.84	18.78
CV(変動係数)	0.50%	0.18%	0.25%
変動係数規格	10%未満	3%未満	5%未満

Explore the future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA 7776-9110

★LA-960湿式測定の流れと注意点

HORIBA Scientific

1.分散媒の選択・分散性の確認

- * 溶解しない、化学変化を起こさない、凝集しない
- 最適分散剤の使用、超音波処理などの併用

2.屈折率の設定

- * ソフトウェアのリストや文献値等から試料に適した屈折率を選択
- 試料の屈折率、分散媒の屈折率
- (特に10ミクロン以下については注意が必要)

3.フローセルへの溶媒注入(180~280mL)とブランク測定

4.試料添加、濃度(透過率)調整

- * 推奨透過率: 70%~90% (透過率モニターで確認)

5.測定(溶媒注入からリンスまで約1分で終了)

6.洗浄OKの確認もポイントです



Explore the future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA 7776-9110

本日の内容

HORIBA Scientific

■微粒子径計測について

- 基本的な話
- 光を使った微粒子測定の一般的な話

■レーザ回折/散乱法の基本

- 回折、散乱、屈折率、トレーサビリティ、測定手順

■光子相関法の基本

- 自己相関関数、影響因子、測定手順

■特別な測定の例と実力感度

■まとめ

Explore the future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA 7776-9110

動的光散乱法 (光子相関法)

nano partica
SZ-100

HORIBA Scientific

粒子径・粒度分布
(光子相関法)

分子量
(デバイプロット)

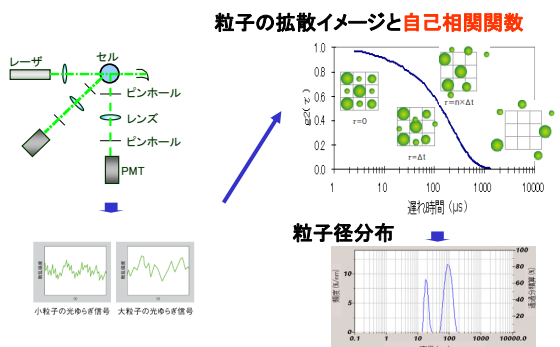
ゼータ電位
(ドップラーシフト)

ナノ粒子の挙動を解き明かす。世界最高水準機。
ナノ粒子を数値化する3次元の評価。粒子径・ゼータ電位・分子量を1秒に集約。

Explore the future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA 7776-9110

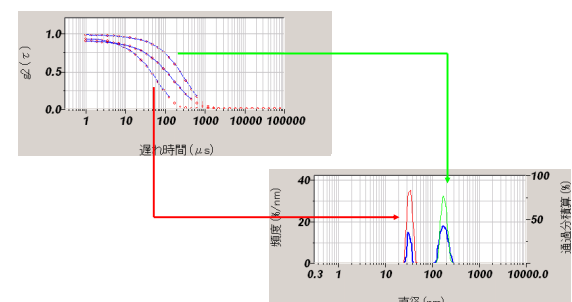
「光子相関法」の原理は？

HORIBA Scientific



「自己相関関数」とは？

HORIBA Scientific



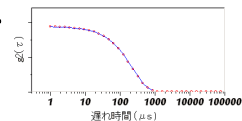
※光子相関法の理論的背景

HORIBA Scientific

自己相関関数(右図)は次のように表されます。

$$g_2(q, \tau) = \langle I(t) \cdot I(t + \tau) \rangle = A[1 + B \exp(-2\Gamma \tau)]$$

散乱ベクトル q 、時間差 τ 、減衰定数 Γ 、ベースライン A 、 Y 切片 B



Γ はブラウン運動している均質な球形粒子の並進拡散定数 D と関係付けられます。

$$\Gamma = Dq^2$$

$$q = (4\pi n / \lambda_0) \sin(\theta/2)$$

溶媒屈折率 n 、射光の波長 λ_0 。

拡散定数と粒子径はストークス・アインシュタインの式で関係付けられます。

$$D = kT / 3\pi \eta x$$

拡散定数 D 、粒子径 x 、粘度 η 、ボルツマン定数 k 、絶対温度 T

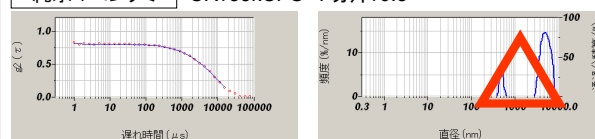
ISO 22412:2008より

Explore the future. Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA Scientific

純水も疑え

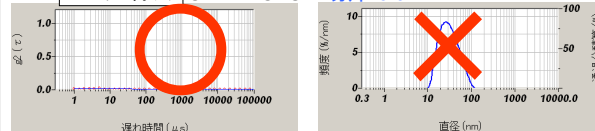
HORIBA Scientific

純水+コンタミ CR:35kCPS Y切片:0.8



フィルタリング

コンタミ除去 CR:24kCPS Y切片:0.02

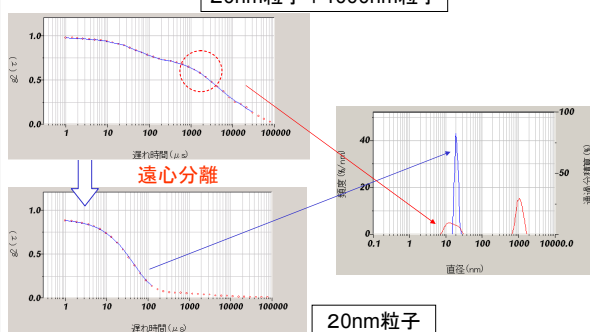


Explore the future. Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA Scientific

何となく測れているけど、

HORIBA Scientific

20nm粒子+1000nm粒子



遠心分離

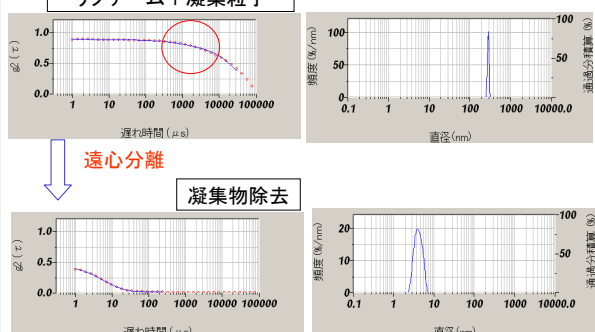
20nm粒子

Explore the future. Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA Scientific

文献通りに調整したのに、

HORIBA Scientific

リゾチーム+凝集粒子



遠心分離

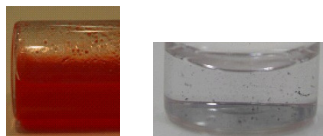
凝集物除去

Explore the future. Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA Scientific

ナノ粒子と言われたが、

HORIBA Scientific

■ナノ粒子が目で見える(わけがない)



SZ散乱光μビー-MPG

正確な測定はできません。

→遠心分離、フィルタリングなどの前処理が必要です

⇒感度がいいので凝集・沈殿するような粒子は苦手

Explore the future. Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA Scientific

微粒子計測の誤差要因を考える

HORIBA Scientific

■粒子径分布における差異

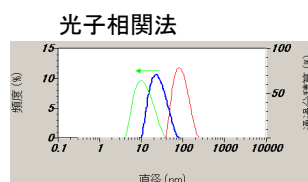
- 1.分散性、均一性、コンタミ (装置間差、個人差)
- 2.代表径の選択による違い
- 3.粒子径基準の選択による違い } 定義の差
- 4.演算精度
 - 3-1.S/NとS/B
 - 3-2.粒子屈折率 ⇒レーザ回折/散乱
 - 3-3.粘度(温度) ⇒DLS(PCS)
 - 3-4.粒子濃度
 - 3-5.イオン濃度 ⇒DLS(PCS)
 - 3-6.粒子形状

...etc.

Explore the future. Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific HORIBA Scientific

※粘度の影響

HORIBA
Scientific



溶媒屈折率を2倍
溶媒粘度を2倍

$$R_H = \frac{kT}{3\pi\eta D} \quad : \text{ストークス・アインシュタインの式}$$

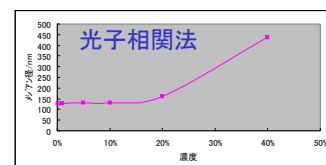
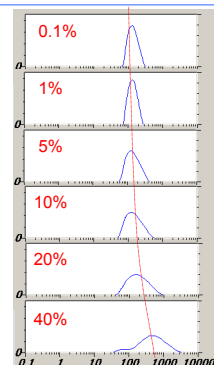
⇒温度も影響あり

Explore the Future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA
7772-4160

※「粒子濃度」の影響(粘性も生じている)

HORIBA
Scientific



試料名	透過光量	PI平均径 (nm)	P1モード径 (nm)	P2平均径 (nm)	P2モード径 (nm)
0.1%	7229	127.7	135.8	125.7	—
1%	5	128.7	134.5	128.1	—
5%	4	131.7	147.8	112.1	—
10%	6	131.9	154.9	111.8	—
20%	6	180.5	199.2	142.7	—
40%	6	436.3	55.3	60.8	595.2

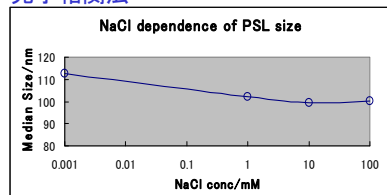
Explore the Future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA
7772-4160

※「共存イオン濃度」の影響

HORIBA
Scientific

光子相関法



ここでも水の粘度0.89mP・sを用い、水の粘度塩濃度と得られるサイズについて検証した。いずれの方法でも、純水 (without NaCl) では10%以上大きいサイズが得られた。一方、NaClを10-100mMにコントロールすることで、標準値にトレサブルとなった。塩濃度の違いからゼータ電位を含む溶媒和の状態が異なり、拡散速度に変化が生じたと考えられる。

Explore the Future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA
7772-4160

★SZ-100測定の流れと注意点

HORIBA
Scientific

1. 事前分散処理(必須)

* 分散溶液の作成、フィルタリング、遠心分離

2. キュベットセルへのサンプリング(～1mL)

* コンタミネーションに注意

(10nm以下、希薄な場合は特に注意)

3. 溶媒粘度の確認・設定

* ソフトウェアリストや文献値等から設定

4. 測定開始(約2～3分で終了)

* ブランク測定不要



Explore the Future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA
7772-4160

本日の内容

HORIBA
Scientific

■ 微粒子径計測について

- 基本的な話
- 光を使った微粒子測定の一般的な話

■ レーザ回折/散乱法の基本

- 回折、散乱、屈折率、トレーサビリティ、測定手順

■ 光子相関法の基本

- 自己相関関数、影響因子、測定手順

■ 特別な測定の例と実力感度

■ まとめ

Explore the Future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA
7772-4160

「ぬれ性」が悪いサンプルの測り方

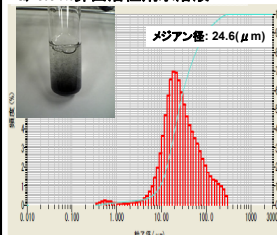
HORIBA
Scientific

■ カーボンブラック

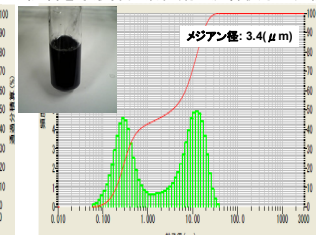
水に分散させるとサンプルが浮いてしまいぬれ性無い ⇒



a) 0.01%界面活性剤水溶液

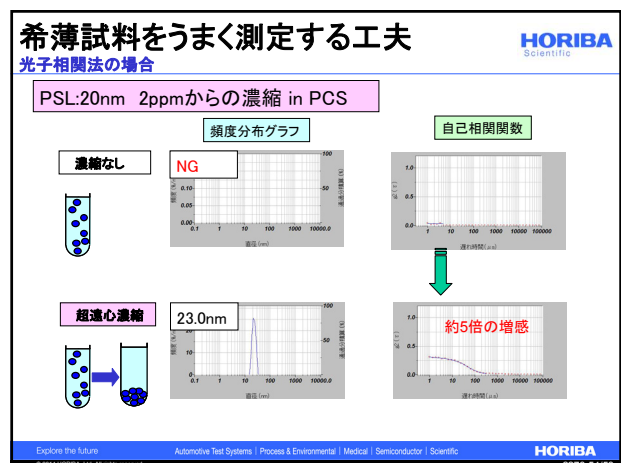
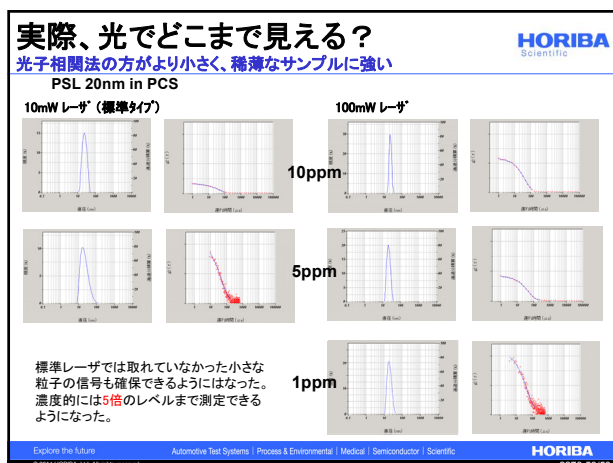
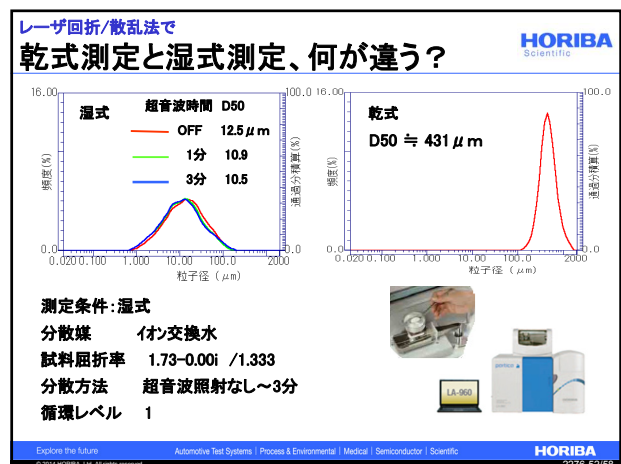
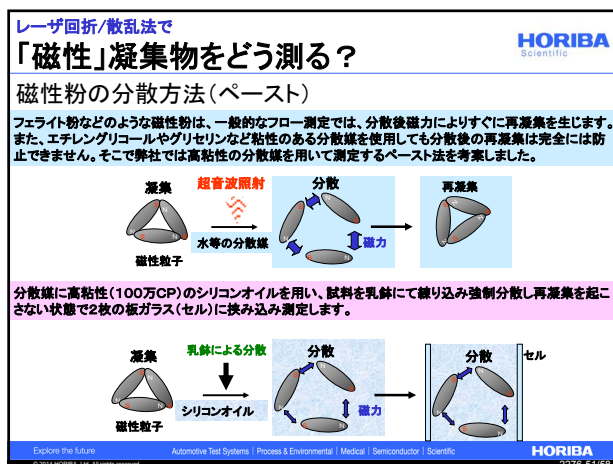
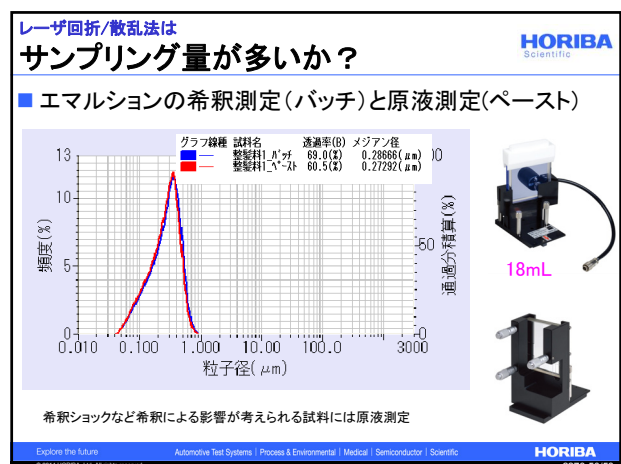
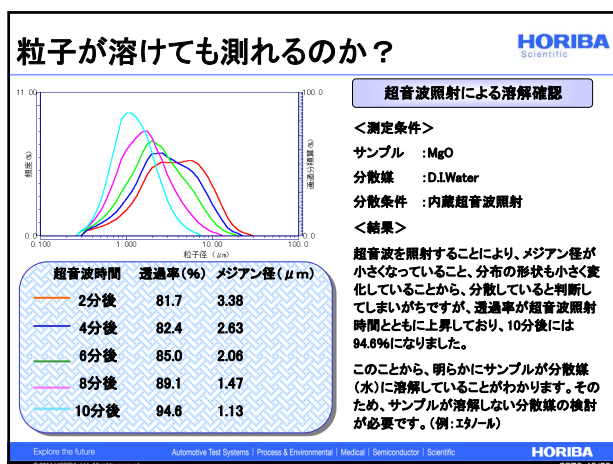


b) 試料を原液界面活性剤で混練後水で分散



Explore the Future Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA
7772-4160



本日の内容

HORIBA
Scientific

- 微粒子径計測について
 - 基本的な話
 - 光を使った微粒子測定の一般的な話
- レーザ回折/散乱法の基本
 - 回折、散乱、屈折率、トレーサビリティ、測定手順
- 光子相関法の基本
 - 自己相関関数、影響因子、測定手順
- 特別な測定の例と実力感度
- まとめ

Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved.

77776-00100

まとめ

HORIBA
Scientific

微粒子径計測、特に光を使った計測法について

◆代表径、粒子径基準など、ご注意いただきたい点

◆レーザ回折/散乱法の基本

◆光子相関法の基本

⇒原理の違いを理解して、使っていただくために

◆少し難しいサンプル、光子相関法の測定感度について

⇒もう少しだけ、実用的な話を

Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved.

77776-00100

★適切な計測装置メンテナンスについて

HORIBA
Scientific

■定量的に確認することをお勧めしています

長期間安定・保存が可能なもの(例: 自社製品や市販の標準粒子など)をQC試料として確保し、測定条件、サンプリングによるばらつきを予め確認し、規準を定めます。定期的に測定し、規格内の結果が得られていることを確認し、装置の確認、メンテナンスの必要性を判断します。

⇒規格外の結果が得られた場合、**原因はセル周りにあることが多いです**。セル汚れ・傷、リーク、サンプル投入口の汚れ、配管のリーク、光軸調整などを確認しましょう。また、測定手順や条件、分散媒の変化や前処理なども粒子径計測に与える影響が大きい為、確認する必要があります。

■HORIBAサポート体制をご活用ください

▶全国27拠点、専任サービスマンによるバックアップをご提供しています

迅速な対応と部品供給に努めております。定期保守契約や、お電話によるお問い合わせも承っております。

▶安心してお使い頂くためにユーザートレーニング、サポート窓口、メールマガジンの他、HORIBA Websiteでも情報を公開しています

Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved.

77776-00100

項目一覧

HORIBA
Scientific

一般的な項目

- ・粒子径測定はなぜ必要か？
- ・粒子の大きさは人によって違う？
- ・粒度って何でしょう？
- ・粒子の大きさを何で？
- ※JISにみる粒子径分布の記述
- ・光を使った粒子径測定法
- ・代表径
- ・基準
- ・形状にも注意してください
- ・粒子の濃度、気になりませんか？
- ・粒子は分散していますか？
- ※粒子のぬれ性とは？
- ※分散媒・界面活性剤の選び方
- ※超音波処理

アプリ

- ・ぬれ性が悪いサンプルの測り方
- ・粒子が溶けても測れるのか？
- ・レーザ回折・散乱法はサンプリング量が多いか？
- ・磁性凝集物をどう測る？
- ・乾式測定と湿式測定、何が違う？
- ・実際、光でどこまで見える？
- ・希薄試料をうまく測定する工夫

レーザ回折/散乱法

- ・レーザ回折/散乱法の原理は？
- ・サイズによって何がどう違う？
- ※光の回折とは？
- ※光の散乱とは？
- ※光の屈折とは？
- ※屈折率とは？
- ・屈折率と粒子径の関係は？
- ※屈折率の選び方
- ・測定結果の信頼性は？
- ※再現性、IISO13320再現性
- ★LA-960測定の流れと注意点

光子相関法

- ・光子相関法の原理は？
- ・自己相関関数とは？
- ※光子相関法の理論的背景
- ・純水も疑え
- ・何となく測れてるけど、
- ・文献通りに調整したのに、
- ・ナノ粒子と言われたが、
- ・微粒子計測の誤差要因を考える
- ※粘度、濃度、共存イオン
- ★SZ-100測定の流れと注意点

★湿式測定の流れと注意点、適切なメンテナンスについて

Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

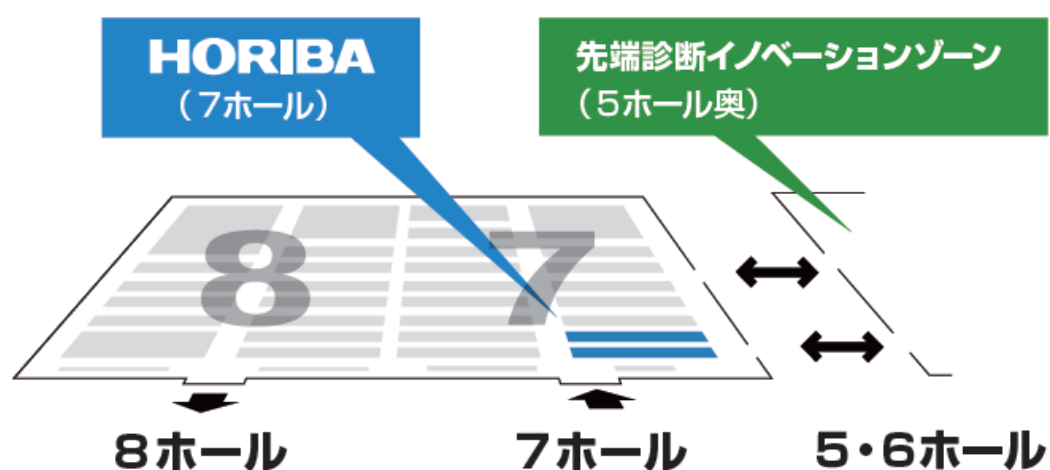
HORIBA

© 2014 HORIBA, Ltd. All rights reserved.

77776-00100

HORIBAグループブースへのご案内

■ ブース位置



是非、お立ち寄りください

© 2014 HORIBA, Ltd. All Right Reserved

無断転載・複写複製について

本資料の内容の一部あるいは全部を当社の許可なく無断で転載したり変更したりすることは、固くお断りします。