高圧エアー用フィルタ試験に用いる
計測機器の紹介

Dylec 東京ダイレック株式会社

2021年10月

初めに

圧縮空気処理設備のテスト規格に、ISO 12500があります。
ISO 12500のテスト規格に沿って計測を行うには、従来の粒子測定器では
問題点を抱えています。

問題点

1. 0.01～40 μm粒子の自動計測ができない
2. 高圧状態での粒子計測ができない
3. ISO 12500で規定されている重量での評価ができない
4. 高圧下への試験粒子供給が安定して行えない

本資料では、ISO 12500の概要を説明し、問題点を解決する装置を紹介いたします。

ISO 12500 圧縮空気処理設備のﾃｽﾄ規格
【Compressed Air Treatment Equipment Test Standard】

ISO 12500-1 ｵｲﾙﾐｽﾄ除去試験
[Oil Aerosol Removal]

ISO 12500-2 ｵｲﾙ蒸気除去試験
[Oil Vapor Removal]

ISO 12500-3 固体粒子除去
[Particulate Removal]

ISO 12500-4 ｳｫｰﾀｰﾐｽﾄ除去
[Water Removal]

赤字部分を本資料で紹介いたします

ISO 12500 圧縮空気処理設備のﾃｽﾄ規格の参考文献として ISO 8573【圧縮空気中の清浄度及び計測方法】が使用されている [Compressed Air Purity Classes and Measurement Methods]

※JIS B 8392と同等

ISO 8573-1 純度ｸﾗｽ [Purity Classes – All]

ISO 8573-2 ｵｲﾙﾐｽﾄ [Liquid oil]

ISO 8573-3 湿度 [Humidity]

ISO 8573-4 固体粒子 [Particulate]

ISO 8573-5 ｵｲﾙ蒸気 [Oil Vapor]

ISO 8573-6 ｶﾞｽ状不純物 [Gaseous Contaminants]

ISO 8573-7 微生物粒子 [Viable Organisms]

ISO 8573-8 [Bulk material]

ISO 8573-9 液滴 [Liquid water]

赤字はISO12500の参考文献としての使用箇所

Topic

食品の安全における高圧エアー用フィルタの試験

外食や調理食品へのニーズの高まり、食品回収事例・食中毒の多発等を受け、2021年に、HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point)による衛生管理導入が日本で義務化されました。

HACCPの中で、食品の安全マネジメントの規格として使用されているISO 22000も改定され、今まで管理対象ではなかった、ガス類についても埃・水・油・菌を管理する旨の記載が追加されました。
食品工場におけるガス類は、食品の異物を取り除くエアブローや、食品の劣化を防ぐガスの補充等で圧縮空気として使用されています。
しかし、ISO 22000では圧縮空気の測定方法について具体的に記されていない為、食品の規格ではありませんが、前頁で紹介させていただいたISO 8573を参考にして測定を行っているメーカーが多いのが現状です。

ISO12500で求められる粒子計測

固体粒子（ISO12500-3）

粒径範囲：fine filter　　：0.01～5 μm

coarse filter　：5～40 μm

発生粒子：fine filter　　：NaCl、KCl、DEHS

coarse filter　：ISO 12103-1 A4coarse

オイルミスト（ISO12500-1）

粒径範囲　　：0.15～0.4 μm

オイル濃度　：10 or 40 mg/m^3

ISO12500-3に記載されている測定器

方法	粒子径 μm						
	Fine				coarse		
	0.01	0.1	0.5	5	10	20	40
顕微鏡と連結した メンブレン表面に サンプリング							
レーザーパーティクル カウンター （LPC）							
オプティカルエアロゾル スペクトロメーター（OAS）							
・走査式モビリティー パーティクルサイザー（SMPS） ・静電分級器（DMA） ・凝縮粒子カウンター（CPC/CNC）							

赤字は当社取扱い機器

従来の自動計測機器の問題点と改善策の目次

1. 0.01～40 μm粒子の自動計測ができない
   - ナノ領域の計測が可能に　8 P
   - 最大40 μmの計測が可能に　13 P
2. 高圧状態での粒子計測がができない
   - 高圧状態での粒子計測が可能に　13 P
3. ISO 12500で規定されている重量での評価ができない
   - オイルミストの計測が可能に　17 P
4. 高圧下への試験粒子供給が安定して行えない
   - 粒子の安定発生　19 P

1～4の問題点を解決するオールインワンの計測器

- オールインワンでの計測が可能に　21 P

改善策1　ナノ領域の計測が可能に

【TSI社　SMPS3938シリーズの御紹介】

測定方法・・・
静電分級器（DMA）＋　凝縮粒子カウンター（CPC/CNC）
＝走査式モビリティーパーティクルサイザー（SMPS）

・1～1000 nmのナノ粒子を検出可能な**粒子個数分布計測装置**
・粉体/ダスト/ミスト粒子を計測

様々な業界、アプリケーションで使用実績あり

基礎エアロゾル研究
HEPA/ULPAフィルタ評価
標準粒子の評価
など

ISO 12500-3試験ラボへのSMPS導入例

※SPX　Dehydration & Filtration社　Webサイトより引用

SMPSシリーズの特徴

・**ナノ粒子**の測定が可能

・高い粒径チャンネル分解能

・高濃度測定が可能（最大10^7 個/cm^3まで）
※一般的なパーティクルカウンターの濃度上限＝100 個/cm3未満

・CNC/CPC（計数部）の計測の誤差は無視できるほど小さい

・単分散の粒子発生器としても使用可能
⇒DMA・CPCをそれぞれ単体で使用することが可能
DMAは単分散粒子発生器となる

・**国内でのサポート体制**あり
⇒修理・校正を国内対応

改善策1　ナノ領域の計測が可能に

・1～1000 nmの固体粒子

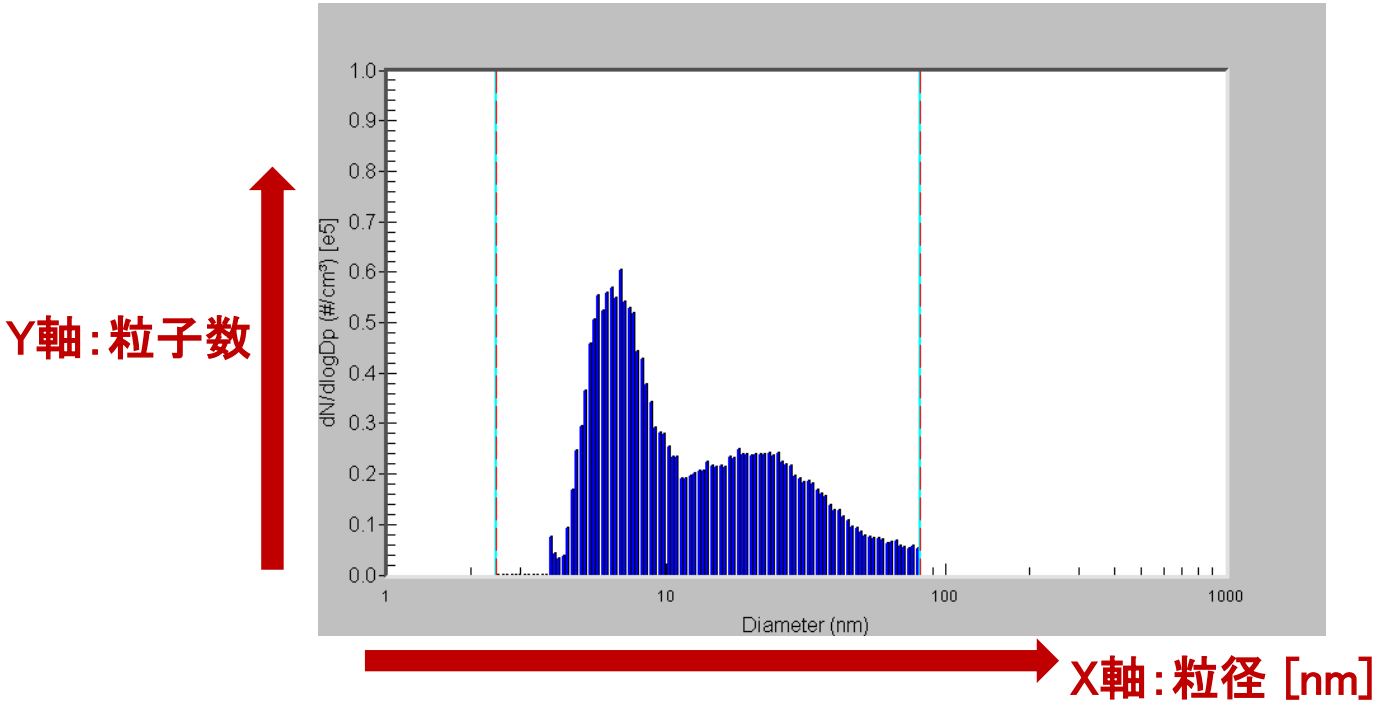
⇒・1～50 nm　・2.5～150 nm　・10～1000 nm　3種類の分級器を選択可能

ISO 12500-3に規定される『fine filter range』の

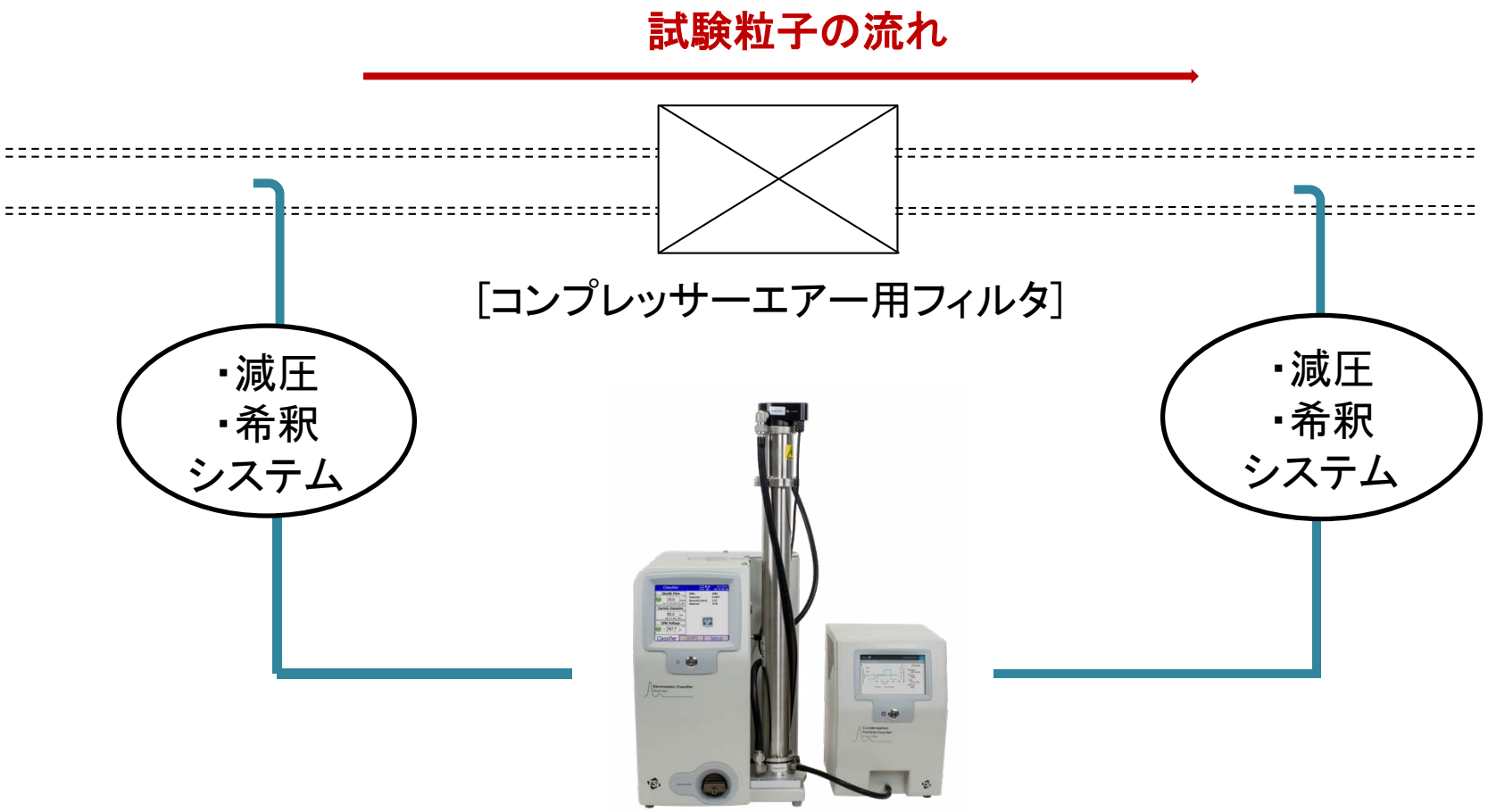
最小計測対象粒径である0.01 μm（10 nm）に対応

・ 高い粒径チャンネル分解能

⇒最大128（decade）チャンネルの粒径情報を得ることが出来る



SMPS3938シリーズを使用した計測部フローライン例



【 SMPS3938シリーズ】
測定可能粒子径範囲：
1～50 nm　2.5～150 nm　10～1000 nm　*分級器3タイプより選択
測定可能濃度：最大10^7 個/cm^3　　*計数器により異なる
動作圧力：大気圧

改善策1　最大40 μmの計測が可能に
改善策2　高圧状態での粒子計測が可能に
改善策3　オイルミストの計測が可能に

【PALAS社 エアロゾルスペクトロメーター　welas Promo シリーズの御紹介】

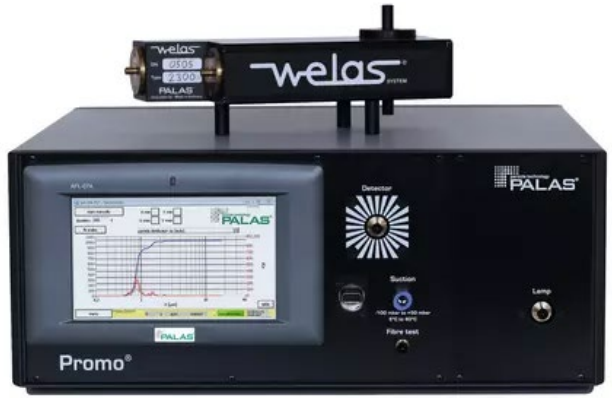
測定方法・・・オプティカルエアロゾルスペクトロメーター
※White Light Scattering方式

高圧条件下を減圧することなく計測⇒**最大10 bar**までの雰囲気を**ダイレクトに計測**可能

0.2～40 μmと広範囲の粒子を検出可能な**粒子個数分布計測装置**

様々な業界、アプリケーションで使用実績あり

フィルタ濾材評価
エアーフィルタ評価
オイルミストコレクタ評価
など



welas Promo シリーズの特徴

・**粒子検出部をヒーティング**可能

⇒最大120 ℃まで加熱することで

① 高温下に存在する粒子を温度下降することなく計測可能

② 水分凝縮による計測精度への影響を低減

・簡易校正粒子によるチェック

⇒ユーザーサイドで**装置状態の管理が可能**

⇒計測時に汚れた粒子検出部を**ユーザーサイドでクリーニング可能**

・頑丈なセンサー設計

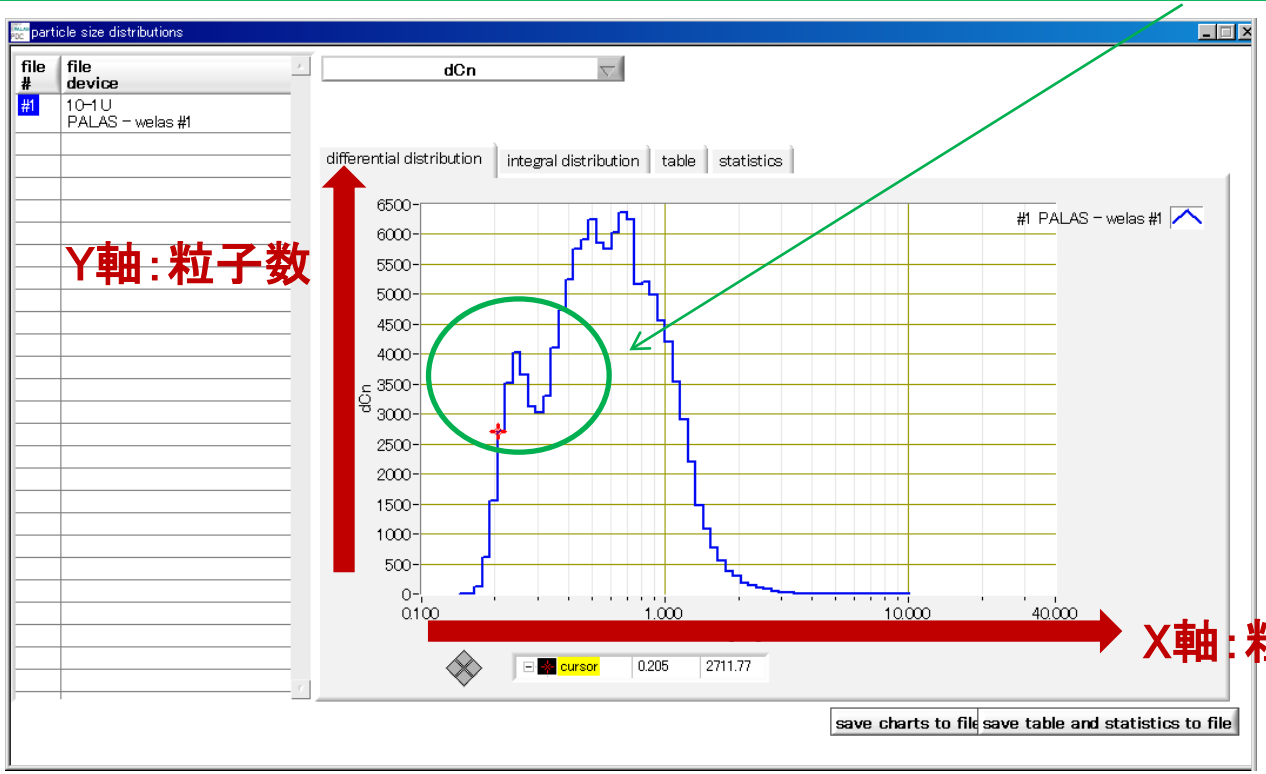
⇒コントローラーとセンサーが分離した設計となっているために、
センサー側にはエレクトロニクスが含まれず**過酷な環境下での計測にも対応**

改善策1　最大40 μmの計測が可能に

・0.2～40 μmの個体粒子/オイルミストを計測可能
　⇒①0.2～10 μm　②0.3～17 μm　③0.6～40 μmの中から最適な計測モードを選択

ISO 12500-3に規定される『coarse filter range』の最大計測対象粒径である40 μmに対応

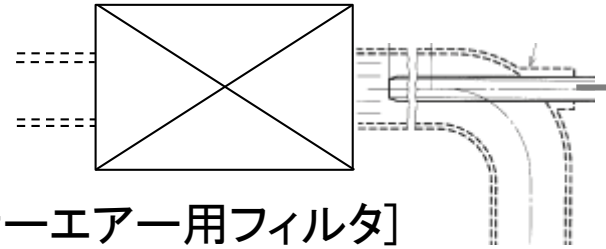
・ 高い粒径チャンネル分解能
　⇒**一般的なパーティクルカウンターでは検出が難しいピークを計測**



改善策2　高圧状態での粒子計測が可能に

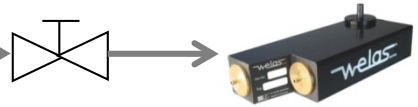
大気圧条件下に減圧することなくダイレクトな計測が可能

フローラインの例



[コンプレッサーエアー用フィルタ]

[センサー]
耐圧：最大10 bar



マスフローコントローラー

＊5 LPMサンプリング調整用

[ファイバーケーブル]

[Welasコントローラー]

【PALAS社 エアロゾルスペクトロメーター welas Promo 2000】
測定可能粒子径範囲：0.2～10 μm、0.3～17.5 μm、0.6～40 μm　＊計測時にソフトウェアより選択
測定可能濃度：最大200,000 個/cm^3　＊センサータイプにより異なる

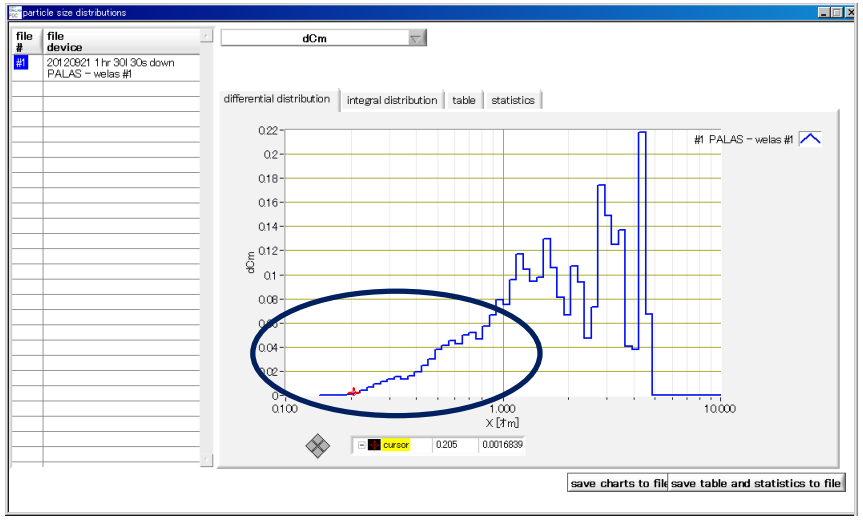
改善策3　オイルミストの計測が可能に

・ソフトウェアにて**重量濃度【mg/m³】**に変換可能
　　⇒ISO 12500-1 / ISO 8573-2で規定される計測と同等の評価が可能

・フィルタ捕集による評価と比較すると・・・
　　⇒　① 自動計測評価による試験工数の削減、② 粒径情報の取得を実現

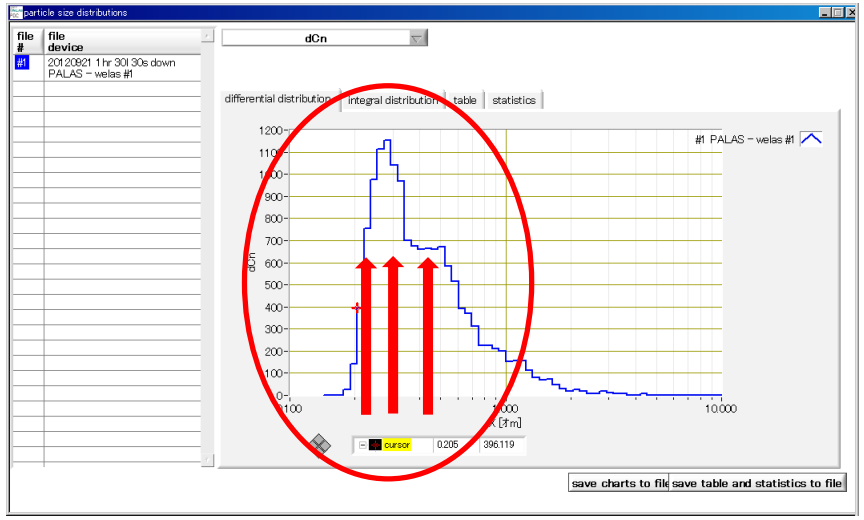
・フィルタ捕集（重量評価）では難しい、微小粒径側に存在する粒子挙動の把握が可能

<重量濃度分布評価>



重量濃度評価では少ない割合の微小粒子も・・・

<個数濃度分布評価>



個数濃度評価すると大きな割合を占める

補足. ISO12500-1にWELASの記載がある

7.5 Determination of oil aerosol concentration

（オイルミストの濃度決定）

・ISO 8573-2に準じた方法もしくは

・White-Light-scattering aerosol photometerを適用可

=白色光源を用いたWELASを指す

↓

オイルを用いた高圧状態でのサンプリングが可能な旨の記載

7.5 Determination of oil aerosol concentration

The determination of oil aerosol concentration shall be done in accordance with ISO 8573-2 or, alternatively, a suitable white-light-scattering aerosol photometer according to ISO 14644-3:2005, Annex C that is capable of sampling compressed air across the range of concentrations of interest can be used. Such an instrument will have previously been calibrated using the test oil and shall be capable of sampling the air at the test pressure. Care shall also be exercised to ensure that the compressed-air sampling method follows the requirements as detailed by ISO 8573-2, i.e. full-flow or iso-kinetic sampling.

※ISO12500-1より一部抜粋

改善策4　粒子の安定発生

発生器を使用すれば、高圧下への粒子の安定供給が可能に

AGF 2.0D/10.0D

耐　　圧：10 bar
発生濃度：2.0D・・・4 g/h
（最大）　10.0D・・・20 g/h
平均粒径：2.0D・・・0.25 μm
　　10.0D・・・0.5 μm

PLG 3000仕様

耐　　圧：10 bar
発生濃度：0.2～12 g/h
リザーバー容量：約500 mL

AGF 3000仕様

耐　　圧：10 bar
発生濃度：4～29 g/h
リザーバー容量：7000 mL

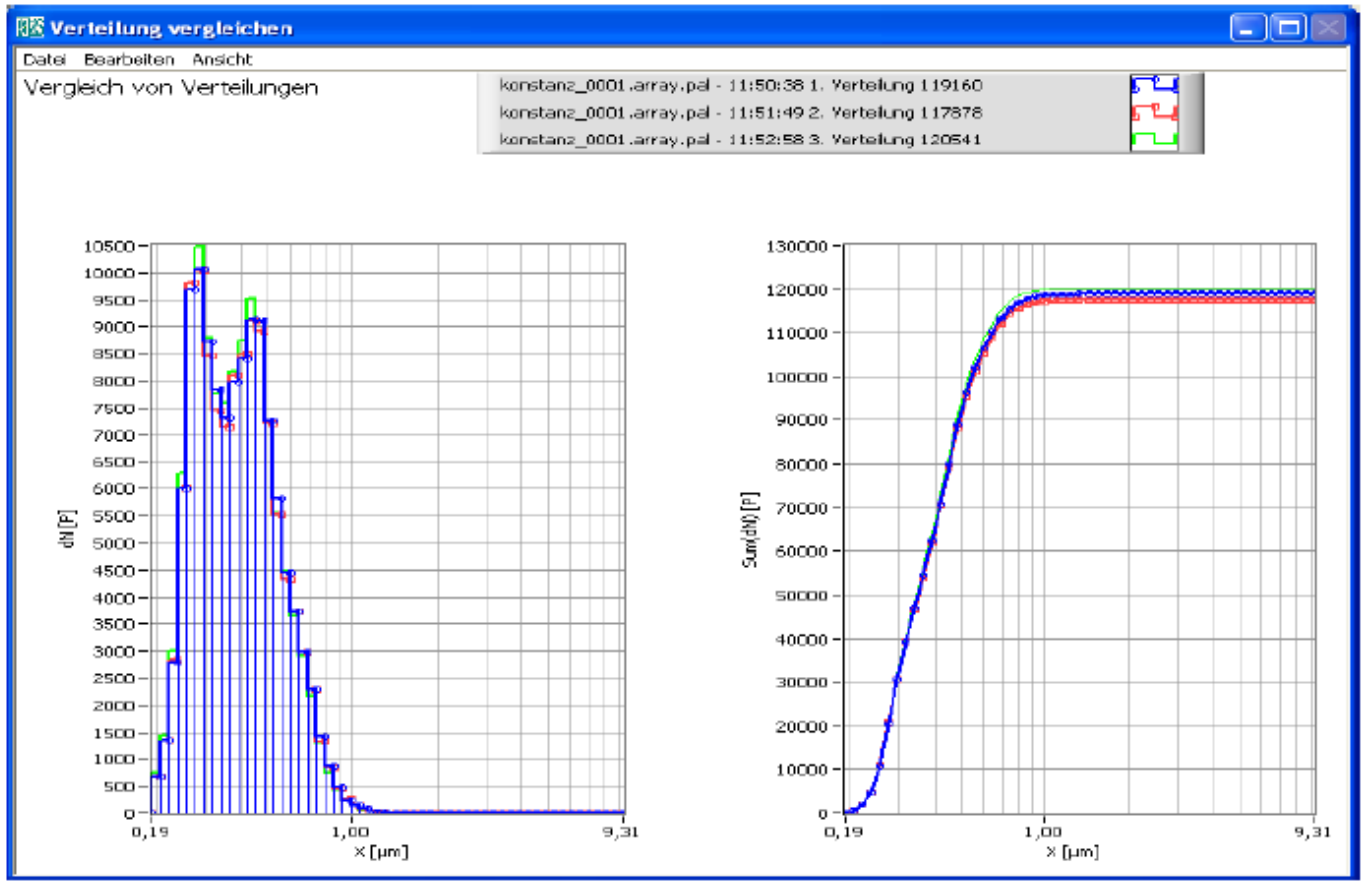
オイル発生

RBG 1000

耐　　圧：3 bar
発生濃度：433 g/h（最大）
発生粒径：0.1～100 μm

粉体発生

粒子発生例



発生装置：AGF2.0D

計測装置：Welas

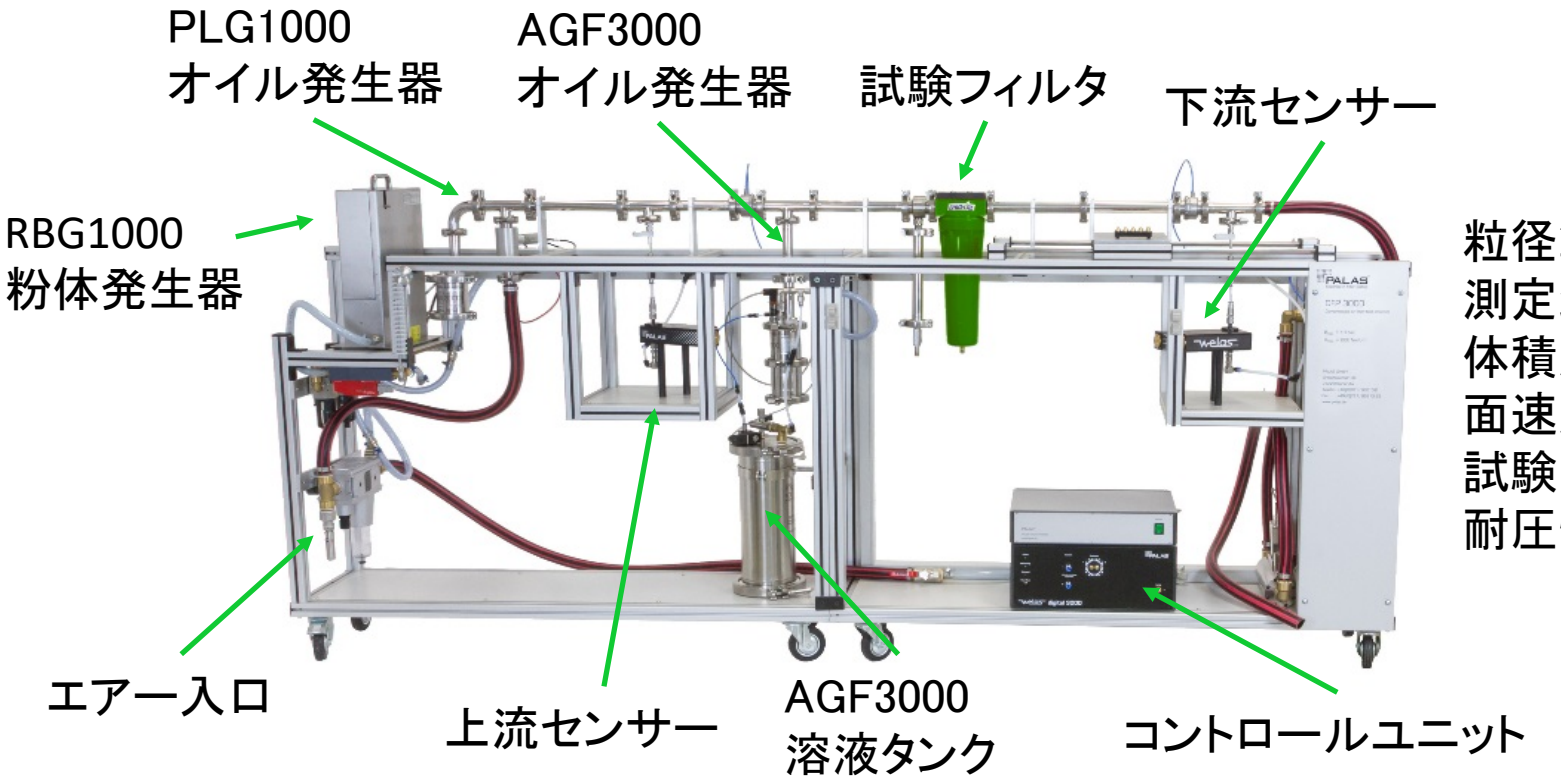
発生粒子：DEHS

出口条件：流量60 m^3/h
圧力3 bar
配管内

改善策1～4　オールインワンでの計測が可能に

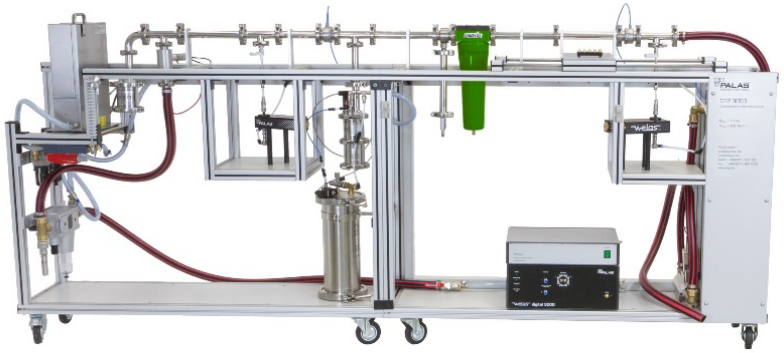
【PALAS社高圧エアー用フィルタ試験装置DFP-3000の御紹介】

DFP-3000は高圧状態での粒子測定が可能なオールインワンの計測器
高圧エアー用フィルタがそのまま計測可能
ISO 12500-3の求める要件より優れた計測が可能



粒径範囲:	200 nm-40 µm
測定装置:	Promo® 3000P
体積流量:	1 –60 Nm³/hまたは10～200 Nm³/h
面速度:	フィルタによって異なる
試験エリア:	フィルタによって異なる
耐圧性:	最大10 barの耐圧力 最大作動圧力7 bar

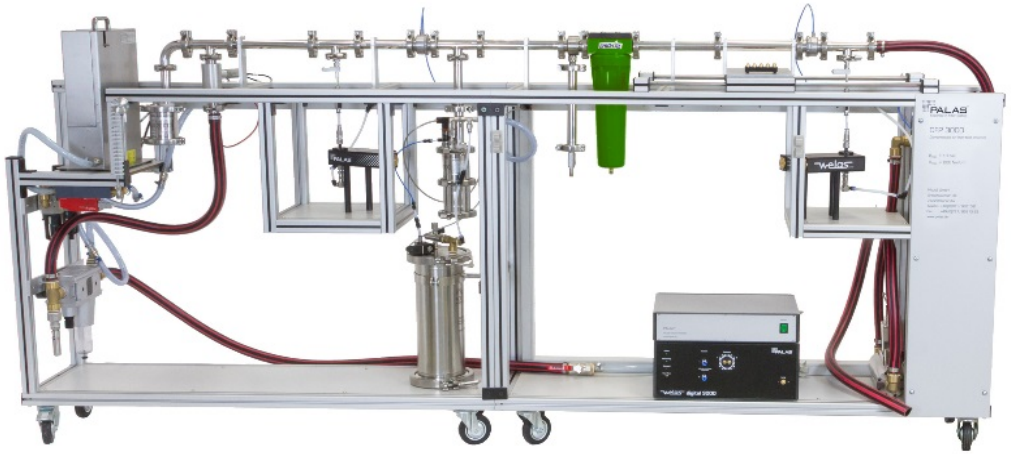
DFP-3000の特徴



- 高圧エアー用のフィルタをそのまま計測可能
- システム圧力に対する体積流量の自動調整
- ISO 12500-1に準拠した高質量のオイルエアロゾルローディングが可能
- フラットシートメディアテスト用特殊モジュールを使用すればろ材の計測も可能に
- ローディング試験及び捕集効率試験用のオイルエアロゾル発生器2台搭載
- 粉体発生器　RBG 1000D 最大耐圧3 barまで対応可能

高圧エアー用フィルタの計測機器は
東京ダイレックにご相談ください

Dylec 東京ダイレック株式会社

営業部　TEL：03-5367-0891 FAX：03-5367-0892

Mail：info@tokyo-dylec.co.jp