

大気中超微小粒子(UFP)モニタリングシステム

PM低濃度時でも高感度計測が可能な
大気エアロゾル個数計測ソリューション



目次

1. 各国の大気質モニタリング状況
2. 超微小粒子の計測器選定
3. 計測例



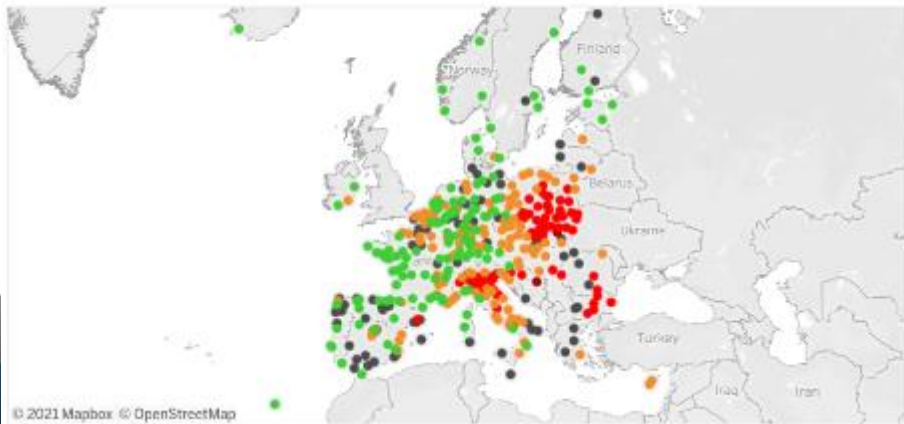


European Environment Agency



How clean is the air in my city?

based on the levels of fine particulate matter measured in the air in cities in 2019 and 2020



© 2021 Mapbox © OpenStreetMap

+ 測定局位置とデータ

+ [大気汚染物質濃度測定局](#)

+ PM2.5 計1438局、年平均 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える箇所は58局

+ [Air Quality e-Reporting](#)

+ 2018年には、人口250k以上の443区域でPM2.5のデータが報告された。

+ [European City Air Quality Viewer](#)

+ [2021年国別の大気汚染ファクトシート](#)



日本・韓国・台湾

日本

+ 1073測定局(PM2.5)※2019年

+ [東京都](#)は83測定局

韓国

+ K-ECO

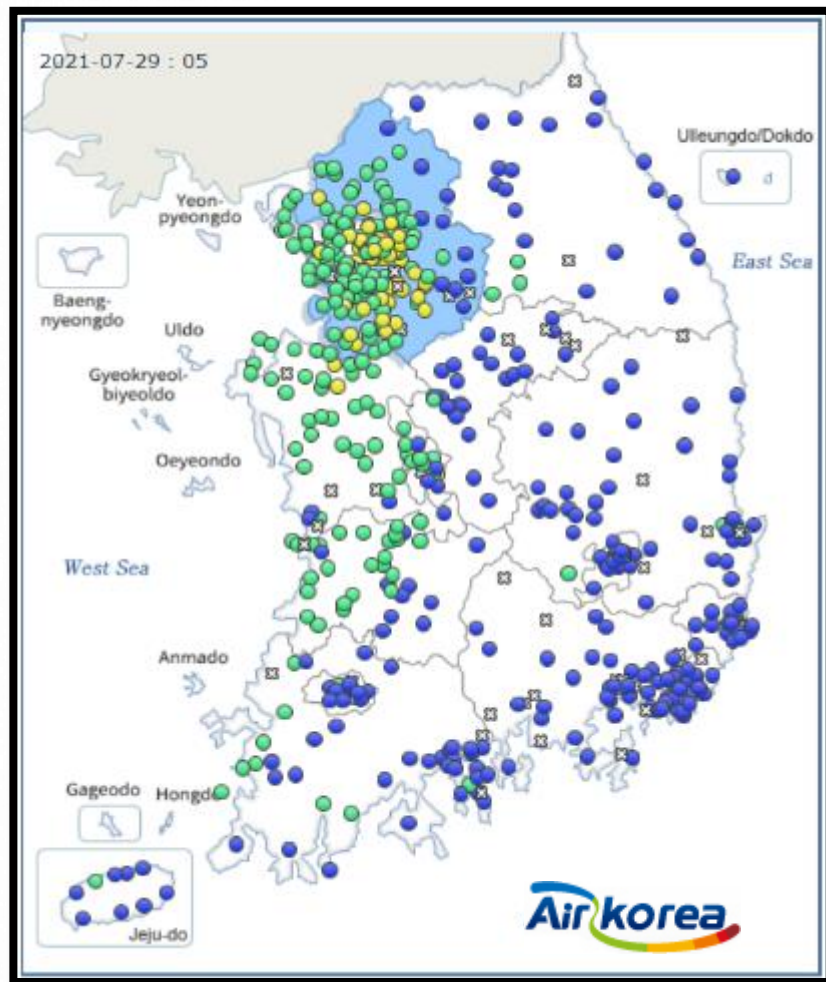
+ 大気モニタリングネットワークの運用
(209局)

+ [Airkorea](#)(リアルタイム)のオペレーション(~600局)

台湾

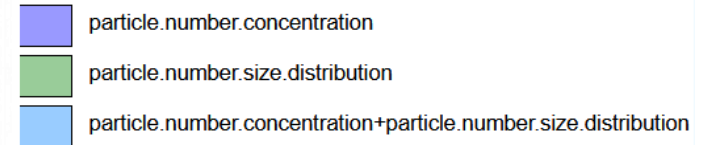
+ [Taiwan Air Quality Index](#)

+ ~75 測定局



Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure(ACTRIS)

- + 22カ国
- + 79の観測プラットフォーム
- + データ <https://actris.nilu.no/>
 - + 粒子数(PN)測定 42サイト
 - + 粒子径分布(PSD)測定 58サイト
- + 統一の測定法で計測された整合性のあるデータ



ACTRIS data users



Geographical distribution of data users of ACTRIS near surface data. There has been both downloading and plotting of data by more than 1900 unique users from 65 countries globally distributed. Most users are located in US (15%).

Global Atmosphere Watch(GAW)

- + <https://public.wmo.int/en/programmes/global-atmosphere-watch-programme>
- + Plan 2016-2023([Link](#))
- + 大気汚染や気候変動に関連するデータを生成することを目的とし、現在32の国と地域から400を超える地域の大気監視局、および約100の協力測定局の活動とデータの調整を行います。
- + データアクセス:<https://www.ncdc.noaa.gov/gaw-data-access>
- + エアロゾルデータセンター(イタリア・イスプラ):<https://www.gaw-wdca.org/>([Link](#))
- + コントリビュータ(PN):
 - + ドイツのAWIとDWD
 - + オーストラリアのCSIRO
 - + フィンランドのFMIとUHEL
 - + 米国NOAA
 - + アイルランドのNUIG
 - + スイスのPSI
 - + UOC,Crete



なぜUFPモニタリングシステムが必要なのか？



<http://actris.net/facilities/national-facilities/observational-platforms>

- UFPの重要性が認識されている(欧州、中国など)
- 国・地方自治体の環境局:
 - + 将来規制を見据えた実態調査
 - + 自動車排ガス計測法やナノ材料計測法との調和
- ACTRIS:
 - + ミッション:長期間の統一測定法による計測、トレーサブルデータ、フリー&オープンアクセス
- 研究者:
 - + 地域の発生源の特定(発電所、廃棄物焼却、空港他)、短期計測
 - + 低濃度化するPM2.5の補完データとして

超微小粒子 測定局外観

例:ドイツバイエルン州環境保護局



測定局内部



目次

1. 各国の大気質モニタリング状況
2. 超微小粒子の計測器選定
3. 計測例



サンプリング

3750200 (P12)

個数計測

3750-CEN7* (P13)

希釈

3333-10 (P14)

粒径計測

-ブタノール

3938W50-CEN7* (P15)

-水

3938W89 (P15)

ソフトウェア

-CPC

AIM11CPCMONITORING (P16)

-SMPS

AIM11SMPSMONITOR (P17)

付属品

-RH/Tセンサ

RHT3000 (P18)

-ポンプ

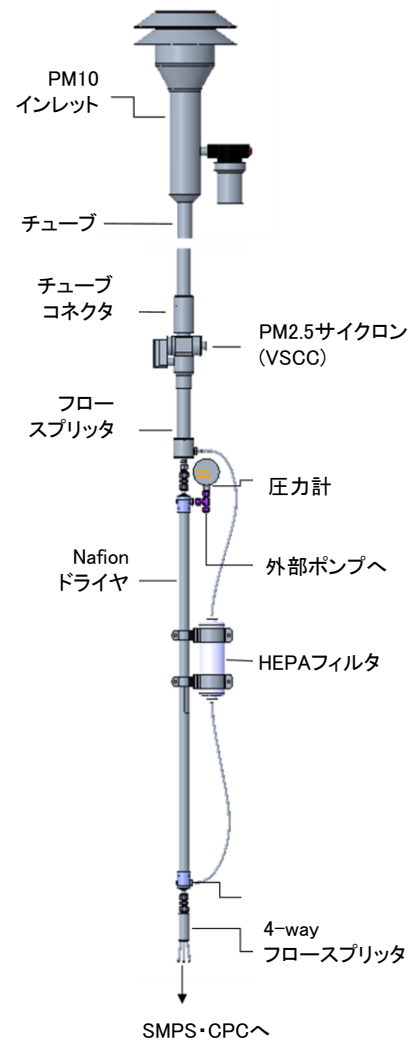
3032, VBME8NT, VBME16NT (P19)

-ブタノール蒸気浄化

CVF100, CVF500 (P20)

適切な粒子サンプリングシステム

- + Model 3750200
- + 同等の結果を得るための前処理
- + 環境計測での長期安定運転
- + CEN技術仕様書への対応
 - + CEN/TS 16976 for particle number (PN) & CEN/TS 17434 for particle size distribution (PSD)
- + 設定オプション
 - + 4台までCPC/SMPS接続可能:
例えば、CPC+SMPSを連続作動中の
比較計測用に他CPC/SMPSを追加可能



粒子計数の選択

CPC

+ Model 3750-CEN7

- ・現行基準に準拠

 - (CEN/TS16976:2016)

- ・D50 は7 nm \pm 0.7 nm (校正粒子: 銀粒子)

 - ※Model3750-CEN10:1-2年以内に変更が予想される
基準に準拠。D50は10nm。

+ Model 3750

 - D50は7nm \pm 0.7nm(校正粒子: スクロース)

+ Model 3756: 10 nm以下の計測が可能

+ Model 3789: CEN準拠ではない。WCPC



希釈の選択

- + CPC用の新型希釈器 Model3333-10
- + 100,000#/cm³の濃度を頻繁に超える場合に使用
- + CEN/TSでは必要に応じて希釈を許容
- + DMA分級器のシースフローブローワーで信頼性の高い部分フロー希釈
- + CPC通信で希釈率制御



粒径計測の選択

新型のWR-DMA(3083)を用いることで、ワイドレンジ粒径(10-800 nm)を1設定でスキャン可能。

CEN準拠粒径計測装置

- + SMPS3938W50-CEN7(または-CEN10)
- + SMPS3938W50:校正を別途実施する場合

その他研究オプション

- + SMPS3938W89: WCPCが必須の場合
- + SMPS3938N56....:10nm以下の計測



オプション: CPC用ソフトウェア

モニタリングパッケージ: AIM11CPCMONITORING

- + 接続を維持-停電対応
- + 測定局識別
- + 24時間の自動エクスポートフォーマット (装置ステータス情報を含む)

その他

- + 希釈器3333-10のデータ(UI、エクスポート)
- + RHT3000のデータを統合(UI、エクスポート)

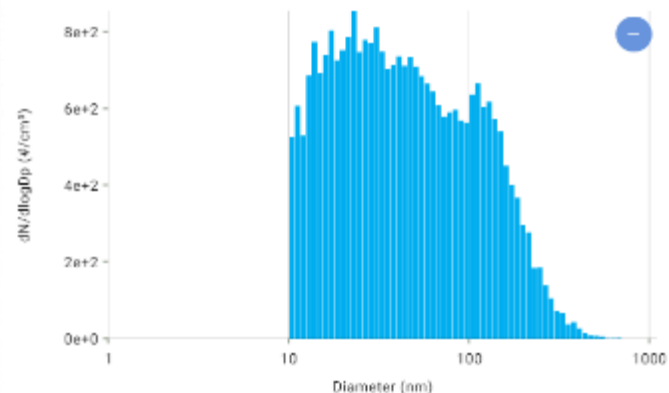
オプション:SMPS用ソフトウェア

モニタリングパッケージ

- + 接続を維持-停電対応
- + 新しい拡張ソフトウェアのエクスポート
 - + ACTRISへの報告に必要な生データなど
 - + 詳細な装置診断
- + アップ&ダウンスキャン-遅延時間の校正に使用可
- + サンプリングシステムにおける粒子ロスの補正

標準バージョンで利用可能なその他の改良点

- + ワイドレンジなスキャン
- + RHT3000データ



オプション: エアロゾル温湿度センサ

- + Model RHT3000
- + 基準で要求される計測
- + サンプルフローの温湿度を測定
- + USBケーブルをCPC375x/3789とDMAプラットフォーム3082に接続し、個数濃度または粒径分布と並行してデータを取得
- + 記録にはSMPSをAIM11ソフトウェアで作動が必要



ポンプのオプション

+ ポンプ選択には以下の条件が必要

- + 十分な流量を吸引できる
- + ナフィオンドライヤを設置しても十分な真空状態である
- + 1つのポンプで最低でも1台のCPC、1台のSMPSを含むサンプリングシステム全体を動作できる
- + TSI standard pump (carbon-vane).
- + Vacuubrand: membrane pumps.

Model 3032(110V用), VBME8NT, VBME16NT

FAQ - What are the limits of the dryer/pump combination?

We reviewed typical min/max values of dew points for a variety of locations. Design requirement was to max. dew point outside of 25 °C.

At outdoor dew point of 25 °C we dry to 6 °C dew point (at 225 mbar vacuum), which corresponds to <40% (CEN requirement) at indoor temperature >20 °C.

→ 3 critical points to check

1. Outdoor dew point (what is the range for this location?)
2. Indoor dew point (don't set the AC to free-dry; normal operation 20-25 °C)
3. Vacuum in Nafion dryer (select the right pump)

The pumps model 3032-EG and Vacuubrand ME8NT will do the job in 80+% of cases. In extreme conditions, the Vacuubrand ME16NT may be needed to lower the pressure and enhance drying capacity.

Location	Dry point 12 °C to 24 °C	to 25 °C
Indoor	6	10
Outdoor	15	20
Wet	12	18
Maritime	15	20
Mountain	15	20
Urban	12	18
Rural	10	15
Suburban	10	15
Industrial	10	15
Commercial	10	15
Medical	10	15
Pharmaceutical	10	15
Automotive	10	15
Food	10	15
Chemical	10	15
Biotechnology	10	15
Research	10	15
Education	10	15
Government	10	15
Healthcare	10	15
Manufacturing	10	15
Transportation	10	15
Energy	10	15
Environmental	10	15
Defense	10	15
Space	10	15
Aviation	10	15
Marine	10	15
Maritime	10	15
Marine	10	15
Marine	10	15
Marine	10	15
Marine	10	15

TSI

テクニカルバックアップスライド



オプション: ブタノール蒸気除去

- + ブタノール=有機溶媒 ⚡ ガス・VOCセンサが測定局にある場合に必須
- + ブタノールのCO₂&H₂Oへの触媒転換
- + ソリューション:Catalytic Instruments社のCatalytic Vapor Filter
- + Model CVF100,CVF500



サービス

校正契約

CLC2-3xxx*

CLC3-3xxx*

CLC5-3xxx*

延長保証

EX1-3xxx*

* 3XXXのXXXは3750, 3082, 3083, 3789
のいずれかになります。

パーツ

流量校正器

4148

2Lボトル

375x-2LBOTTLE

シースイエアドライヤ

3082-SHEATHDRYER

継続した作動 - 24時間/7日間/365日

+ メンテナンス・スケジュール

- + 例えば、月毎、四半期毎、年次毎など
- + 流量校正(月毎)
- + ゼロチェック(月毎)
- + 濃度検出効率&直線性(年毎)

+ サービス

- + TSIよりご提案:
 - + 安心複数年のサービス契約
 - + 導入設置&トレーニング
- + DIY:メンテナンスガイド&キット



SERVICE
OPTIONS

CONDENSATION PARTICLE
COUNTER (CPC) 3750

TSI service, performed on an annual basis, helps to keep your CPC 3750 in proper working order. TSI offers two levels of service: Clean and Calibrate, and Repair, Clean and Calibrate. Read below to learn what is included in each service.



ご購入者ガイド

[選定ガイドへのリンク\(TSI社webサイトリンク:英語\)](#)

システム構成		表	対応
名称	型式		
大気エアロゾルのサンプリングシステム	3750200	1-3	✓
希釈器	3333-10	4	✓
相対湿度温度センサ	RHT3000	5	✓
凝縮粒子計数器(CPC)	3750-CEN7	6-11	✓
SMPSTM (CEN規格内ではMPSSと呼称します)	3938W50-CEN7	12-17	✓



TSI® INSTRUMENTATION FOR MEASURING ATMOSPHERIC PARTICLES ACCORDING TO CEN/TS 16976:2016 AND 17434:2020

A BUYER'S GUIDE TO CEN COMPLIANCE (US)

Contents

Introduction	1
Section 1: Sampling and Drying	4
Section 2: Dilution (optional).....	9
Section 3: Relative Humidity Measurement.....	11
Section 4: Particle Number Concentration Measurement	12
Section 5: Particle Size Distribution Measurement	19
The full TSI® Solution for Compliance with CEN/TS 16976:2016 and 17434:2020	27
References	28



目次

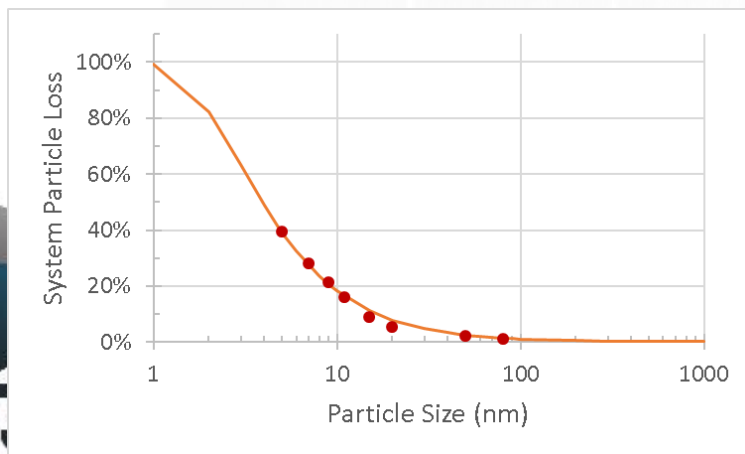
1. 各国の大気質モニタリング状況
2. 超微小粒子の計測器選定
3. 計測例



粒子サンプリングシステム

粒子損失は避けられない

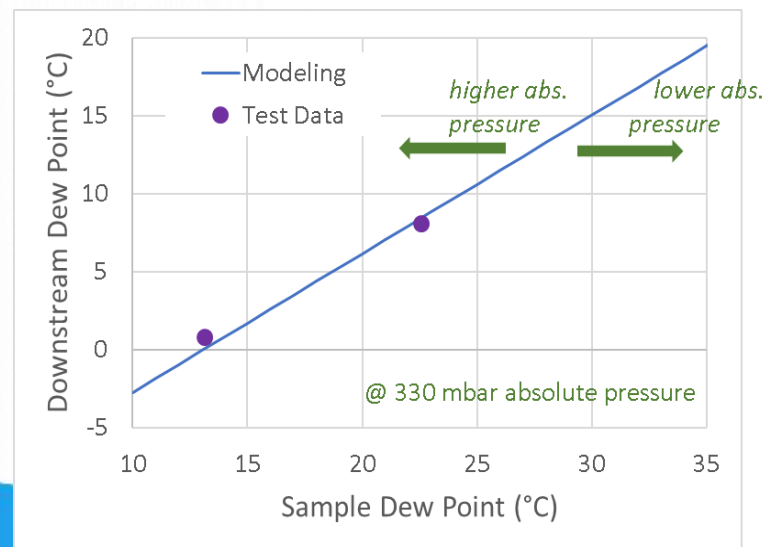
- + 各所の流量と管の長さで粒子損失を計算。また試験実証済み。
- + 粒径補正に有効



Tritscher et al. (EAC 2021)

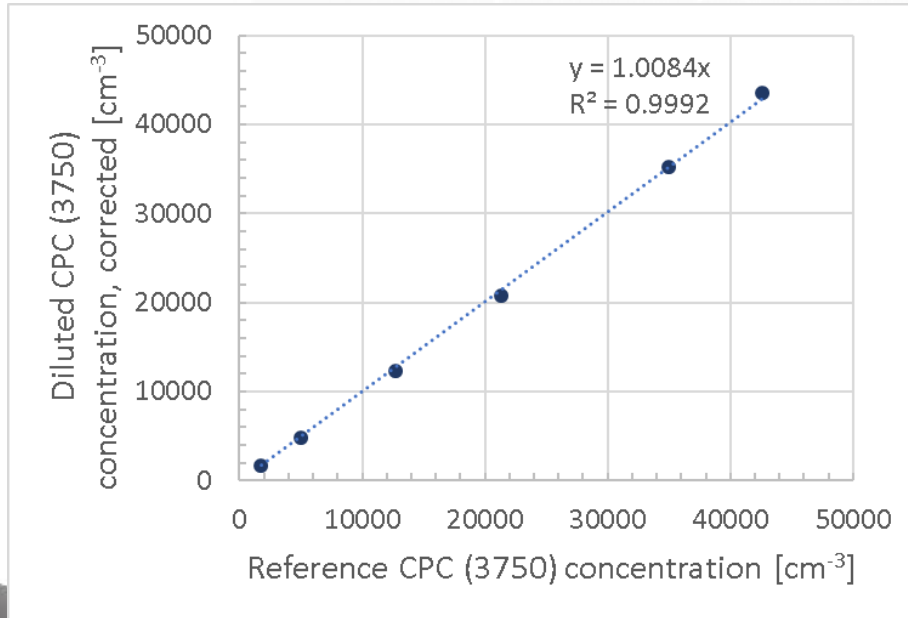
ドライヤー性能

- + 例えば、20°Cの露点を有する大気サンプルは、下流の装置内で6°Cの露点まで乾燥される、すなわち、エアロゾル環境は<40%RHとなる。



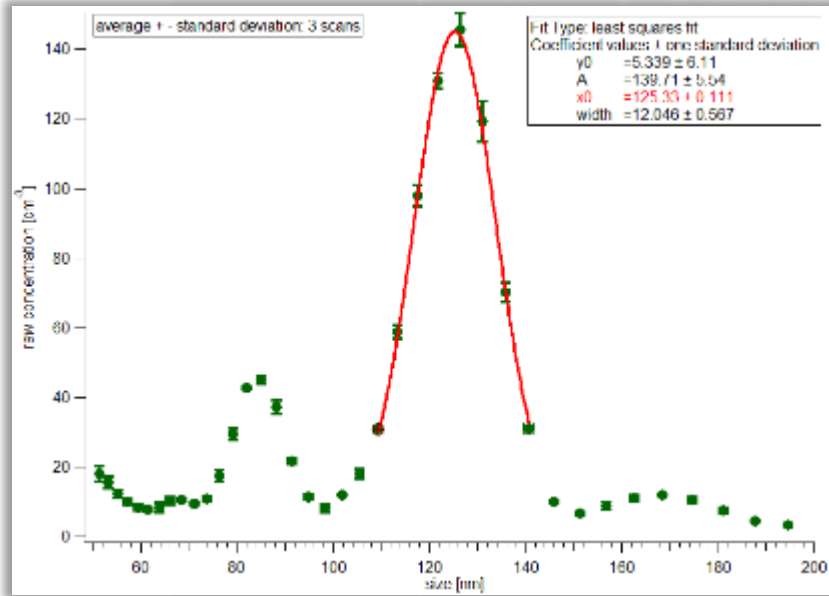
© TSI Incorporated

粒子希釈

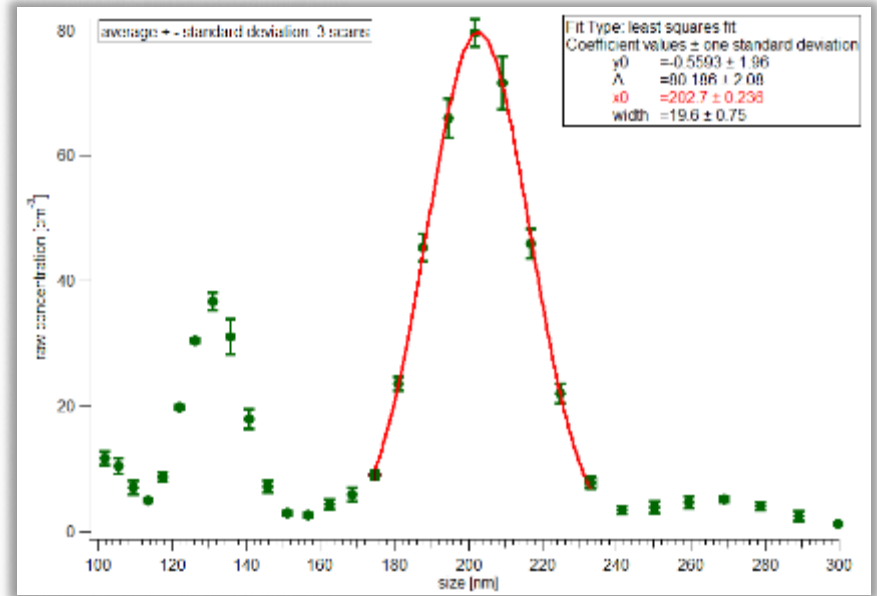


- + CEN/TSで推奨される希釈方法に対応
- + 10:1の希釈率
- + CPC3750(1L/min)プラグインでステータスのモニタリング

PSL標準粒子による粒径精度確認



認証粒径: 125 nm

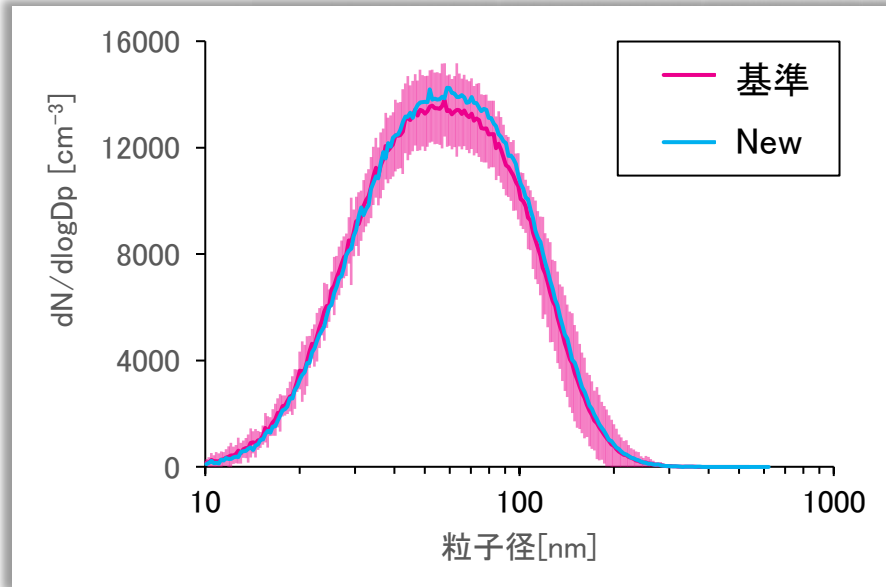


認証粒径: 203 nm



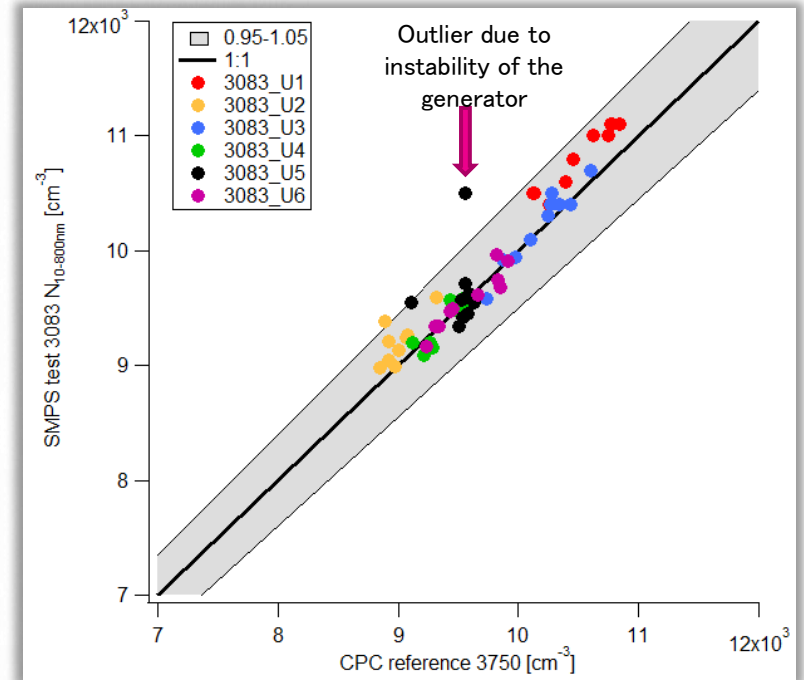
試験粒子(多分散粒子)の確認

SMPSの粒径分布 (new) vs 基準SMPS



- ✓ 基準SMPS (DMA3081 & CPC3750) と新SMPS (新DMA3083) の比較

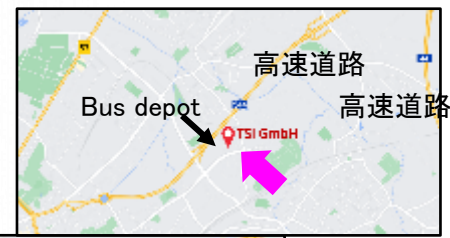
SMPSの全個数 (new) vs CPC



- ✓ 新SMPSは基準CPCの5%以内

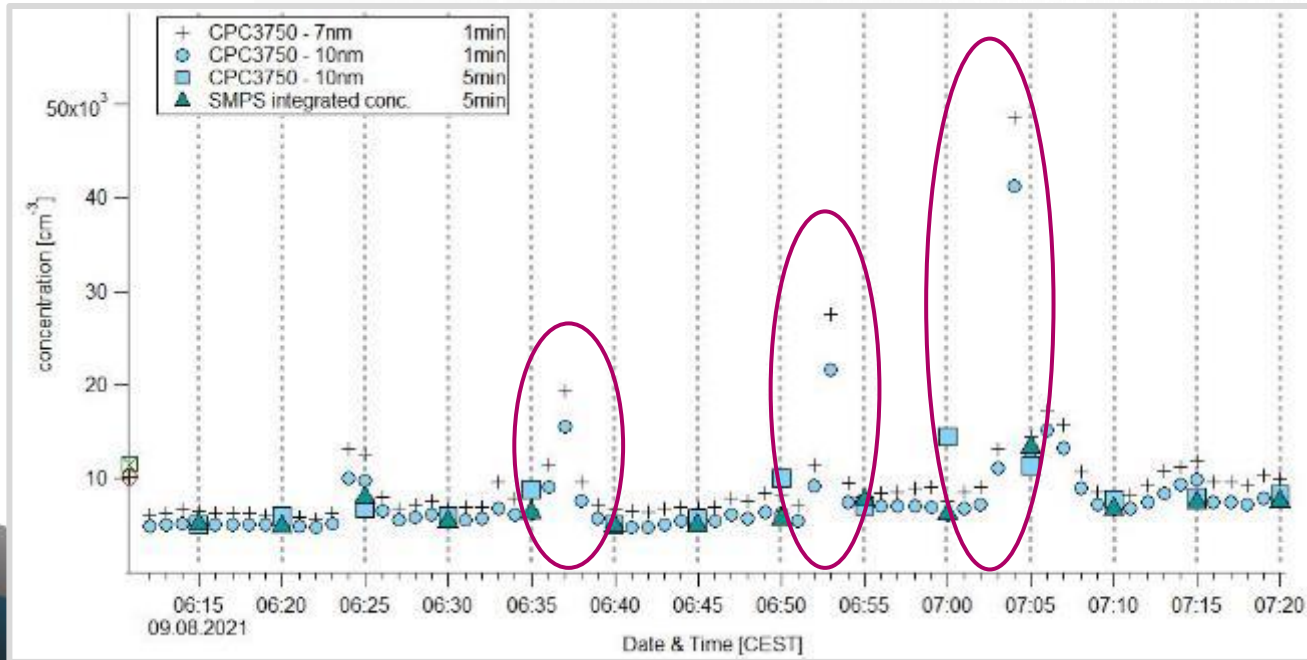


都市エアロゾルの粒径分布計測



発生源付近の大気エアロゾル

粒子総数は? SMPS または CPCどちらから読み取るべき? ■ CPCの総数を使用



- 各点が粒径分布スキャン時
- 粒子核生成、排気などの瞬間的な変化
SMPSとCPCの比較で把握できる



詳細は以下をご参照ください。

www.tsi.com/ultrafines

<https://www.t-dylec.net/smps-3938w50-cen/>



コンプライアンス

保守・サービス

ソフトウェア&
データ

ハードウェア



TSI® INSTRUMENTATION FOR MEASURING ATMOSPHERIC PARTICLES ACCORDING TO CEN/TS 16976:2016 AND 17434:2020

A BUYER'S GUIDE TO CEN COMPLIANCE (US)

Contents

Introduction	1
Section 1: Sampling and Drying	4
Section 2: Dilution (optional)	9
Section 3: Relative Humidity Measurement	11
Section 4: Particle Number Concentration Measurement	12
Section 5: Particle Size Distribution Measurement	19
The full TSI® Solution for Compliance with CEN/TS 16976:2016 and 17434:2020	27
References	28



ご不明な点は以下へご連絡下さい。

東京ダイレック株式会社

TEL: 03-5367-0891

info@tokyo-dylec.co.jp

