

# エンジン排ガスPN計測 評価装置の紹介

---

東京ダイレック株式会社

営業本部 営業第二部

2022年1月 Rev.3

# 粒子計測/評価手法について

各種エンジンや車両からの排出ガスには、ガス成分やPM(Particulate Matter/粒子状物質)が含まれています。PM計測は大きく分けて下記に分類されます。本資料では下記アプリケーションに合せた製品をご紹介します。

## 1. フィルタ重量計測

フィルタ重量法は、エンジン排ガスの全量または一部をサンプリング、希釈を行い専用のPMフィルタで捕集し、捕集前と捕集後の重量差を精密天秤で秤量。秤量値より [g/km or mg/mi] を算出する。

## 2. 個数濃度計測 (Particle Number Concentration)

単位体積中に何個粒子が存在するかを示す。(例：個/cm<sup>3</sup> など)個数濃度計測には主にCPCなどがある。現在欧州では23nm以上の粒子径を対象とした粒子数規制(PMP法/Euro6)が施行されているが、次期規制(Sub23nm)においては10nmへの引き下げが検討されている。

## 3. 粒子径分布計測 (Particle Size Distribution)

エアロゾルサンプル中の粒径分布と濃度を測定する。

粒径毎の評価をすることにより詳細な粒子挙動の把握が可能になる。

特にGPF/DPF,触媒研究開発やSub23nm向け評価計測において、粒径情報の把握は重要なファクターになると考えられる。

# 排ガスPM捕集用フィルタ

PM



## ● PTFEメンブレンフィルタ TMPT47

- ・ US EPA(合衆国環境保護庁)が定める40 CFR 1065/1066に準拠 ※その他規制にも適合
- ・ サポートリングには水分吸着およびガス反応に対して不活性なFEP材質を採用
- ・ サンプルの区分/管理が容易になる英数字および2次元データマトリックスバーコード付き（有無は選択可能）
- ・ フィルタサイズ：φ 46.2mm ±0.25 mm



## ● Emfabフィルタ TX40H20-WW

- ・ 吸湿度が低く強度がある排ガス中のPM捕集用フィルタのため、各種規制向けで、自動車メーカーや、サプライヤ、研究機関などに多く実績あり
- ・ US EPA 40 CFR 1065/1066における自動車排気ガス測定法に対応※その他規制にも適合
- ・ 標準フィルタ寸法：φ 47mm、φ 70mm、φ 80mm、φ 110mm ※他フィルタ径選択可能

US EPA規制他、各種排ガスPM重量規制に対応した →  
PMフィルター秤量用恒温/恒湿チャンバーも取り扱っております

詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/pws-80nf-up07/>



# 排ガスPMリアルタイム計測

# PM

## リアルタイムセンサー付PMフィルタホルダー

### eFilter

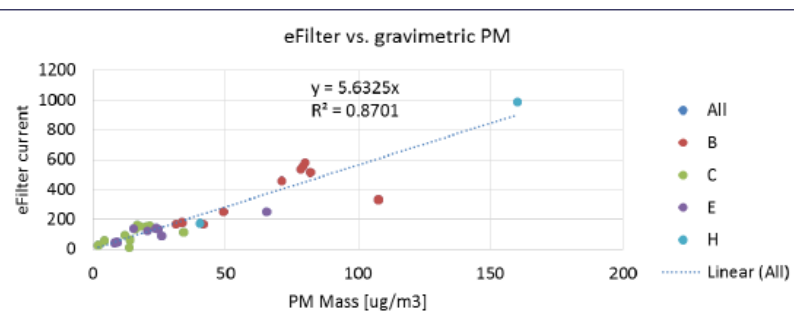
- ・ U.S.EPAや欧州規制等に準拠したPMフィルタホルダー
- ・ DCセンサーによるリアルタイムなトレンド信号の計測  
PMリアルタイム値への変換も可能
- ・ タッチディスプレイ搭載で操作が簡単
- ・ バッテリー駆動可能



Electrical detection sensitivity	About 3 fA electrical current With 70nm particles this corresponds to about 1000 #/cm <sup>3</sup> , 1 ug/m <sup>3</sup>
Particle material & size	Total PM (Solid / semi-volatile / liquid) Min. size 5-13 nm (adjustable), max ~3 μm
Power	110V or 230V AC-to-USB adapter Up to 7 hours of battery-life
Detector block flow rate	0.50 lpm, automatically adjusted in docking station
Gravimetric filter flow rate	20–100 lpm
Operating conditions	10-50 °C, RH 0-99 % (non-condensing)
Filter holder specifications	US EPA 40 CFR part 1065/1066
Data transfer	SD card, USB port
Maintenance	No user maintenance required

### 使用用途：

1. CVSトンネル等からのPM重量計測およびリアルタイムPM計測
2. トンネルブランク試験への応用
3. 各種PM重量計測の研究開発向け



PM重量とeFilter電流値比較

### ➤ Comparison at 'zero' PM level

Device	Net mass (mg/mi)
Grav. Filter	0.03 ± 0.03
MSS	0.028 ± 0.008
DMM	0.006 ± 0.004
eFilter (adjusted)	0.004 ± 0.002

各種PMゼロレベル

## 計測装置紹介① 個数濃度計測



# エンジン排ガス用凝縮粒子カウンター MODEL EECPC 3790シリーズ

- ・ エンジン排ガス用に設計された凝縮粒子カウンター
- ・ フルフロータイプ
- ・ 現行排ガス規制向け モデル3790A
- ・ Sub-23nm向け モデル3790A-10
- ・ 前処理装置の組合せにより  
研究開発用システムアップ可能



装置仕様比較表

3790A	D <sub>50</sub> Efficiency	50% ±12% at 23 nm
	D <sub>90</sub> Efficiency	>90% at 41 nm
	Concentration	10,000 particles/cm <sup>3</sup>
3790A-10	D <sub>50</sub> Efficiency	50-80% at 10 nm
	D <sub>90</sub> Efficiency	>90% at 15 nm
	Concentration	50,000 particles/cm <sup>3</sup>

## 計測装置紹介② 個数濃度計測



## PMセンサー MODEL PPS-M

小型、軽量で低温環境(マイナス20℃)でのPN計測に対応したPMセンサー。PN計測技術でネックとなることがある粒子希釈等の前処理を必要とせず、エンジン排ガス中の粒子状物質(PM)をダイレクトに計測することができます。また、PN計測時に排ガス温度の低下による『水分凝縮』の影響を低減する構造になっています。

GPF/DPF研究開発、RDE向け低温試験用、触媒評価や簡易排ガスPN計測などさまざまなエンジン研究開発に利用可能です。



## 主な仕様

- 検出粒径 10nm/23nm～ (ユーザー設定可能)
- 検出濃度 PN: 300～1.3x10E9 #/cm<sup>3</sup>  
PM: 0.001 ～ 290 mg/m<sup>3</sup>
- 使用環境温度 -20℃～50℃
- 検出時間分解能 最大100Hz
- サンプル温度 約200℃ (高温対応可能)
- センサー加熱温度 約200℃
- ホットホースオプション有
- 全長 約400mm/重量 約3.3kg(センサーのみ)

詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/pps/>



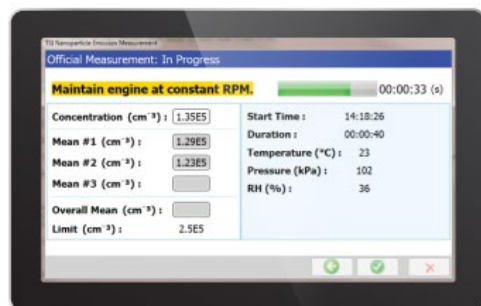
## 計測装置紹介③ 簡易PN検査/試験用



# NANOPARTICLE EMISSION TESTER

## MODEL 3795-HC

高濃度対応NPETは、排気管からの総固体粒子数濃度を直接測定するように設計されています。測定対象は、研究開発のみならず、使用過程車から路上での車両評価まで多くの条件で可能です。内燃機関、ガソリンまたはディーゼルエンジン、またはバイオマス発電所など多様なニーズに対応可能です。

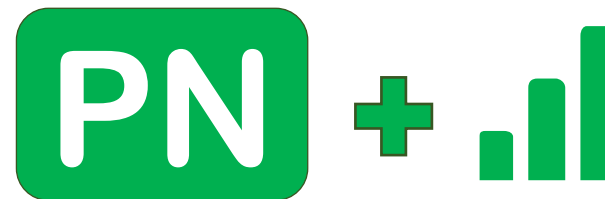


装置の制御等はタブレットで操作

### 主な仕様

粒径範囲 : 23nm~1um (min D<sub>50</sub>)  
 計測個数濃度 : 1x10E3~5x10E6 個/cm<sup>3</sup> (model3795)  
                   2x10E3~1x10E8 個/cm<sup>3</sup> (model3795-HC)  
 サンプル流量 : 0.7L/min  
 揮発成分除去 : Catalytic Stripper  
 作動環境 : -10~40℃/75~106kPa  
 電源 : 100~240VAC 50~60Hz 消費電力最大200W

詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/nanoparticle-emission-tester-model-3795-hc/>

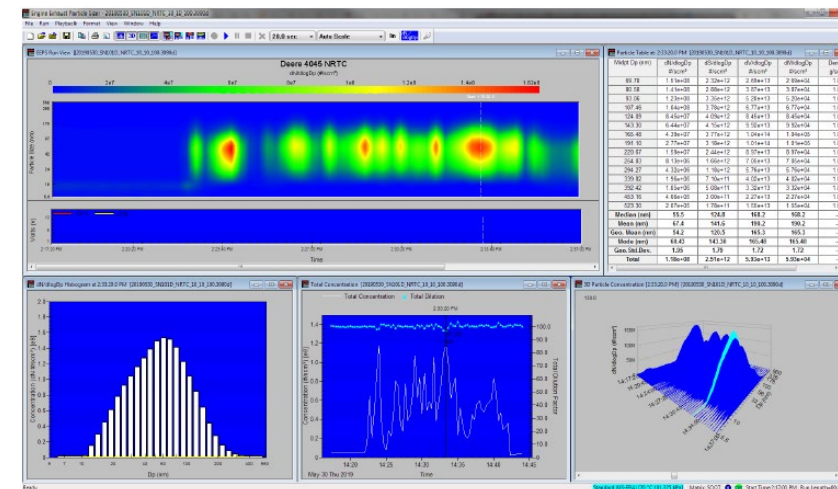
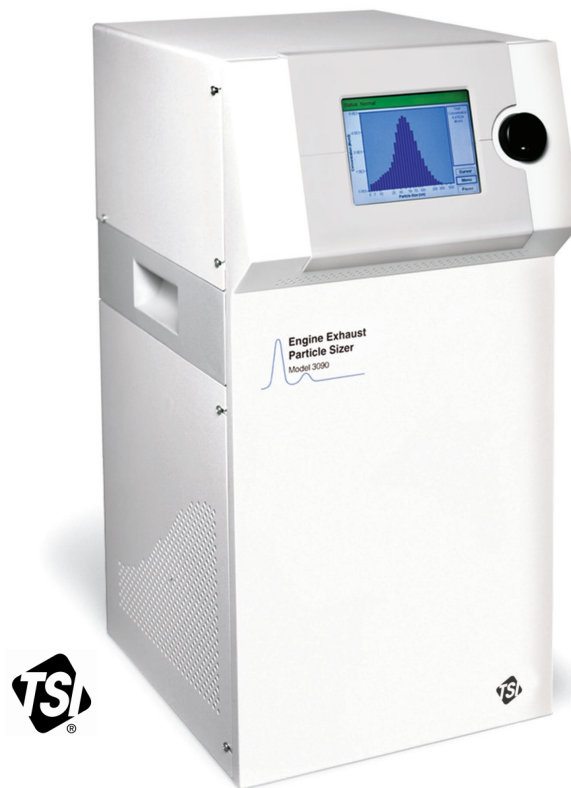


# Engine Emission Particle Sizer MODEL EEPS 3090

EEPS3090は、エンジンから排出されるPNおよび粒径分布を0.1秒毎（10Hz）のリアルタイムに計測します。

2004年の発売以来多くの研究機関やOEM/サプライヤー様にご使用頂いている、自動車排ガス粒子径分布計測装置のスタンダードです。

排ガスPN計だけでなく、ブレーキダスト計測など様々な研究開発分野に応用可能です。



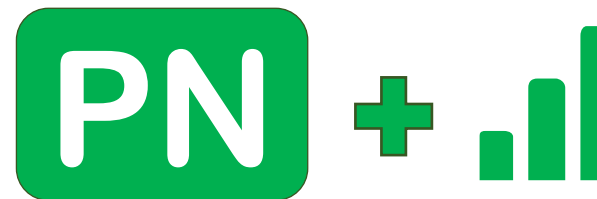
EEPS3090ソフトウェア画像

## 主な仕様

- 粒径範囲：5.6~560nm（32ch）
- サンプル流量：10L/min
- 生ガス温度：～約50℃
- サンプリング周期：10Hz
- 評価径：モビリティ分級機能とエレクトロメーター
- 計測：個数・質量・表面積・体積濃度分布

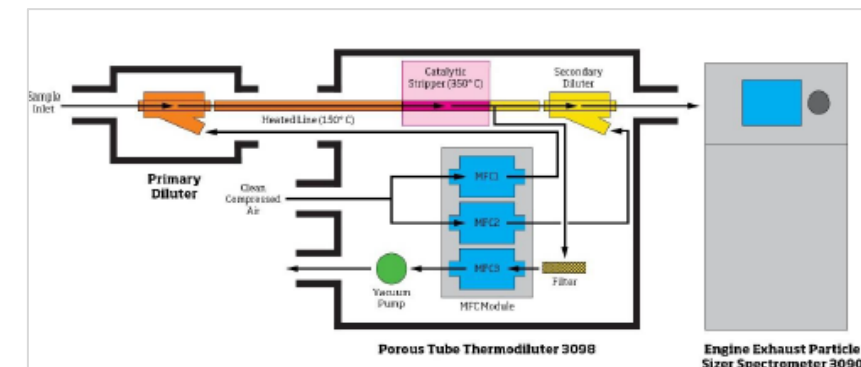
詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/eeps3090/>





# Engine Exhaust Particle Measurement System MODEL EEPMS 3095

- ・エンジン排ガス中に含まれる微粒子の  
PN粒径分布をリアルタイム(10 Hz)計測
- ・粒子ロス/低希釈倍率/高い背圧でのサンプリングに  
考慮したシステム設計
- ・希釈、VPR、粒径分布計測まですべての機能が  
この1台に。
- ・次期排ガス規制で導入が検討されている  
Catalytic Stripperを搭載



3095フロー図

## 計測事例

- ・ Sub23 nm向けエンジン研究開発
- ・ GPFおよびDPFなどの排気後処理装置の特性評価
- ・ RDE(Real Driving Emission)/PN計測
- ・ さまざまなエンジン研究に利用可能

詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/3095/>



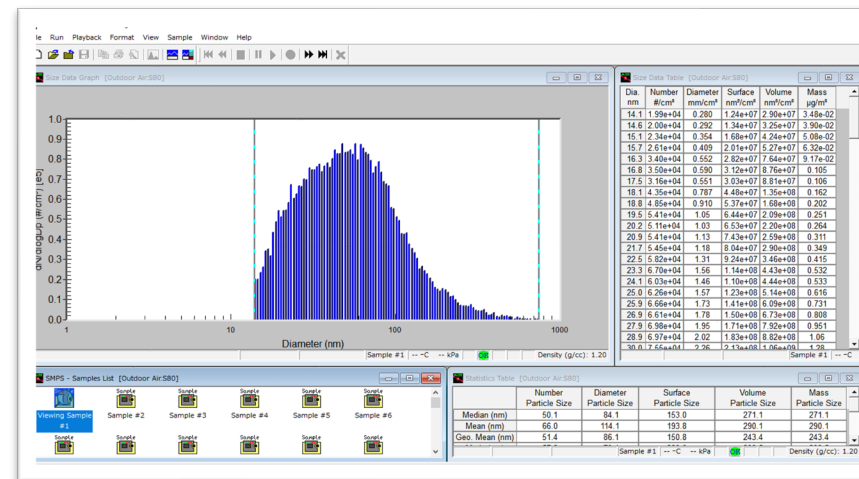
# SCANNING MOBILITY PARTICLE SIZER SPECTROMETER(SMPS)

## MODEL 3938

電気移動度法を使った約1nm～約1 $\mu$ mの範囲の  
粒径分布を高分解能に計測する装置です。

このSMPSは、30年以上にわたり、様々な研究機関や  
多くの企業などで、粒子や開発、性能評価など  
エアロゾル研究に支援してきました。

第3世代のモデル3938は、非常に高い粒径分解能や  
高速スキャン機能、またその他ユーザービリティを  
向上させた最上位機種です。



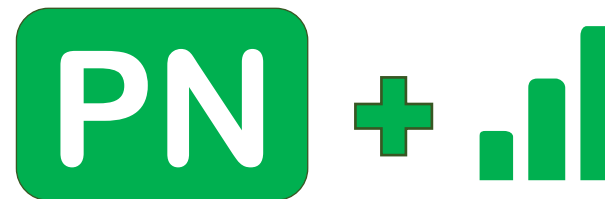
SMPS3938ソフトウェア画像

### 主な仕様

粒径範囲：2.5～1,000nm  
 サンプル流量：0.2～3 L/min  
 計測時間：10～300 秒  
 粒径分解能：167チャンネル  
 計測：個数・質量・表面積・体積濃度  
 および粒径分布

詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/smeps3938/>

## 計測装置紹介⑦ 粒子径分布計測

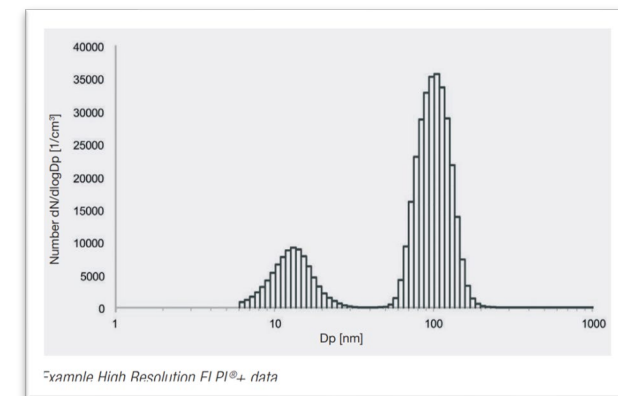


# 電子式低圧インパクトター ELPI+(Electrical Low Pressure Impactor)

- ・多段式のカスケードインパクト方式を採用
- ・幅広い粒径レンジで粒径分布計測
- ・最大500chの高分解能オプション(HR-ELPI+)
- ・計測と同時にフィルタサンプリング可能  
→SEMやTEMで粒子観察がOK
- ・エンジン排ガスなどを低濃度PNを希釈なしで  
高温サンプリング (HT-ELPI+)
- ・最新機種 HT-HR-ELPI+をラインナップ



HT-ELPI+



HR-ELPI+粒径グラフィメージ

## 主な仕様

- 粒径範囲：0.006~10μm
- サンプル流量：10 L/min
- 生ガス温度：～約50℃ (最大180℃)
- サンプリング周期：10 Hz
- 評価径：空気動力学径
- 計測：個数・質量・表面積・体積濃度  
および粒径分布

詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/elpi/>



# 排ガス前処理装置①

## 希釈

エンジン排ガスに含まれるPM/PNを測定する場合、希釈(前処理)が必要な場合があります。

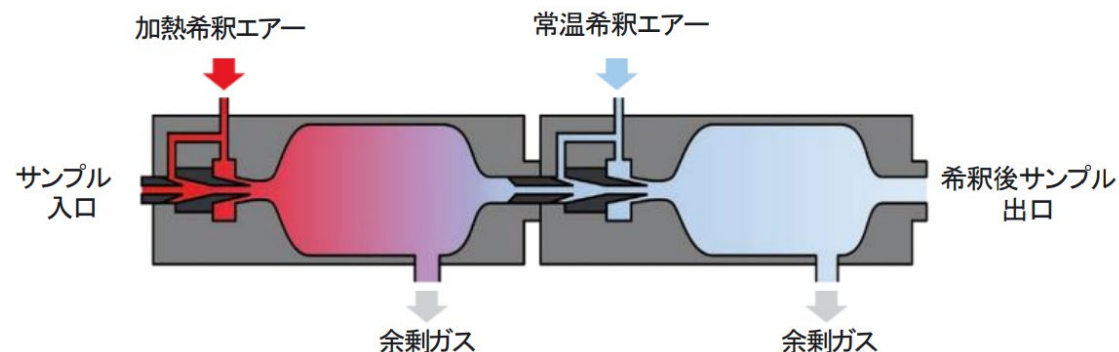
例えば…

- ① テールパイプ等から直接計測するには濃度が高く、計測装置濃度レンジを超えてしまう
- ② 一般的な計測装置は高温ガスを測定することが出来ない為、排ガスを常温近くまで下げる必要がある

## マルチヒーティング希釈装置 eDiluter™ Pro



- ・ 25倍～の低倍率に対応した安定希釈可能なマルチヒーティング希釈器
- ・ 高温ガス（最高1200℃）のサンプリングに対応
- ・ 希釈済みガスが高流量(最大80L/min)のため、複数台での計測に対応
- ・ 小型設計のため、コンパクトな設計が可能
- ・ ホットホースオプション、1200℃対応High Temp Probeオプション



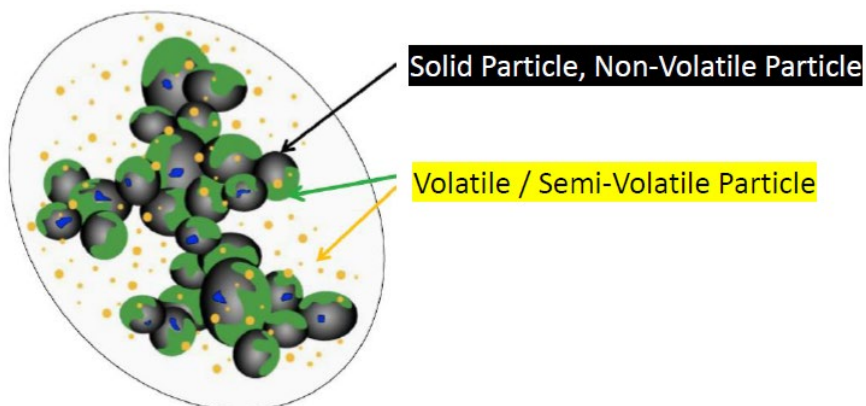
詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/ediluter-pro/>



## Catalytic Stripper/CSシリーズ

次期欧州PN規制では計測対象粒子径が23nm→10nmへ引き下げることが検討されています。また、揮発成分除去機構としてCatalytic Stripper(CS)が採用される見込みです。

CSシリーズは機器単体で 사용할 수ことができ、一次希釈装置や計測器との組み合わせでフレキシブルな運用が可能です。



Graphic adapted from by Maricq, M.  
Chemical Characterization of Particulate Emissions from  
Diesel Engines: A Review; J Aerosol Sci. 2007, 38, 1079 – 1118

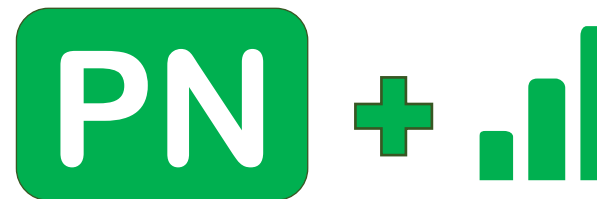


Catalytic Instruments  
hot technologies • clean solutions

### 装置特徴

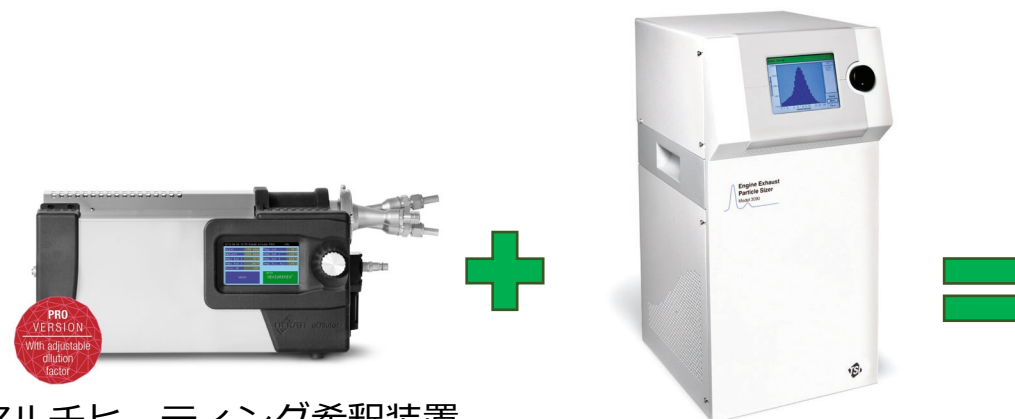
- ・ 計測器に合せた流量を選択
- ・ 高いHC除去効率
- ・ 低メンテナンス性を実現
- ・ 小型のため、持ち運びが可能
- ・ 各種PN計測装置に対応

詳細はこちら <https://www.t-dylec.net/service/catalytic-stripper/>



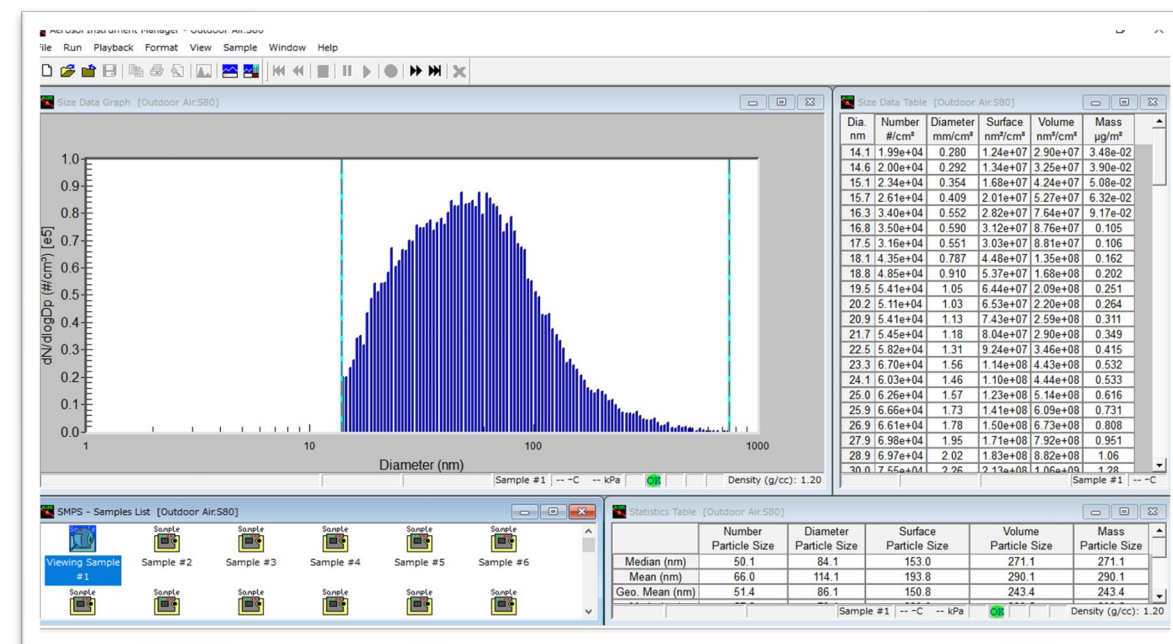
## オイル消費とPN

オイル消費量を排ガス粒子数（PN）粒径分布で評価。



マルチヒーティング希釈装置  
eDiluter™ Pro

Engine Emission Particle Sizer  
MODEL EEPS 3090





## Euro6/7(Sub23)粒子数計測

欧州PN規制を見据えたエンジン、排ガス評価のための計測フロー案  
計測下限粒径10nm、23nmを同時計測が可能。



マルチヒーティング希釈装置  
eDiluter™ Pro



凝縮粒子カウンター CPC3790A  
 $D_{50}=23\text{nm}$



凝縮粒子カウンター CPC3790A-10  
 $D_{50}=10\text{nm}$



Engine Emission Particle Sizer  
MODEL EEPS 3090

### EC/OC カーボンエアロゾル分析



Carbon Aerosol  
Laboratory Instrument Model 5



オートローダー AL-50  
オプションとしてModel5に後付け可

- ◆ 石英フィルター上の試料中のOC(有機炭素)・EC(元素状炭素)成分を分析
- ◆ OCの不完全燃焼により生じるECの過大評価を、反射光法または透過光法で自動補正
- ◆ マスフローコントローラーによるキャリアガスの正確な流量制御が可能
- ◆ オートローダー(オプション)により、最大36試料のセット～分析までのプロセスを自動化可能

## PN計の日常管理用 粒子発生器

### NaCl発生器



1-JET エアロゾルアトマイザー  
モデル9302

### 模擬スス粒子発生器



mini CAST シリーズ

- ◆ 粒子数計（PN濃度計）の動作チェックをその場でできる
- ◆ NaCl水溶液に含まれるエアロゾル粒子発生による検査（簡易検査） ➡ 1-JETエアロゾルアトマイザー
- ◆ 模擬スス粒子発生によるエンジン排ガスに近い粒子による検査 ➡ miniCAST
- ◆ 計測条件に合わせてシステムアップ致します

# ご質問および装置のデモ等 お問い合わせください。

TEL: 03-5367-0891      Mail: info@tokyo-dylec.co.jp

※各アプリケーションに関する資料は、弊社ホームページにございますのでぜひご覧ください。

●東京ダイレック（株）自動車計測ページ：<https://www.t-dylec.net/car/>



 **東京ダイレック株式会社**

