

December 1st., 2023

2023年 室内環境学会学術大会 メーカープレゼンテーション

株式会社パーティクルプラス

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-6-8 新宿鈴木ビルB館3F

電話 03-6274-8308 FAX 03-6274-8309

www.particlesplus.net

www.particlesplus.com

水野真人

masato.mizuno@particlesplus.com



光散乱パーティクルカウンタOPC を CR から大気まで

OPCの特徴

In situ、リアルタイム、粒子径 $0.3 \sim 10 \mu m$ ($30 \mu m$) のエアロゾルの
粒子径分布、個数濃度、変化量についての多粒径、短時間情報を得られる
⇒粒子挙動の予測、発生源特定、暴露状況、除去対策に不可欠な情報

問題点

個々の粒子の散乱光強度を検出するため、高濃度エアロゾルの測定に対応が難しかった。➡ クリーンルーム専用と位置づけられて来た。



In Delhi, air pollution



Doi Suthep and the world air-quality index at midnight on March 13, 2019



Particle Counter in Cleanroom

OPCの測定値は信頼できる？

今、求められるOPC

① 即時性・短時間変動

高時間分解能

1秒ごとのデータとり

② 高濃度環境・大粒子

超高濃度対応
汚染に強いセンサ

0 ~ 2,500,000,000個/m³
30.0um以上測定、30粒径分布

③ 任意に粒子径設定

任意に多粒子径の
粒子径分布測定

0.01um単位・30粒径設定
(9000しりーず)

④ 可搬性・操作性

いつでも、どこでも

ハンドヘルド、10時間バッテリー
ドライブ⇒フィールドワークへ

⑤ IT フレンドリー

IMSソフト
多点監視ソフト

45,000ログ、付属 IMSソフトで
PCから制御、描画、データ処理
手軽に多点計測 (Ethernet 接続)

⑥ 確認しておかねばならないこと 1

高濃度領域でも器差がないこと (P 4,5参照)

⑦ 確認しておかねばならないこと 2

最大可測濃度の実験的な確認 (JACA、AAC発表済)

⑧ 確認しておかねばならないこと 3

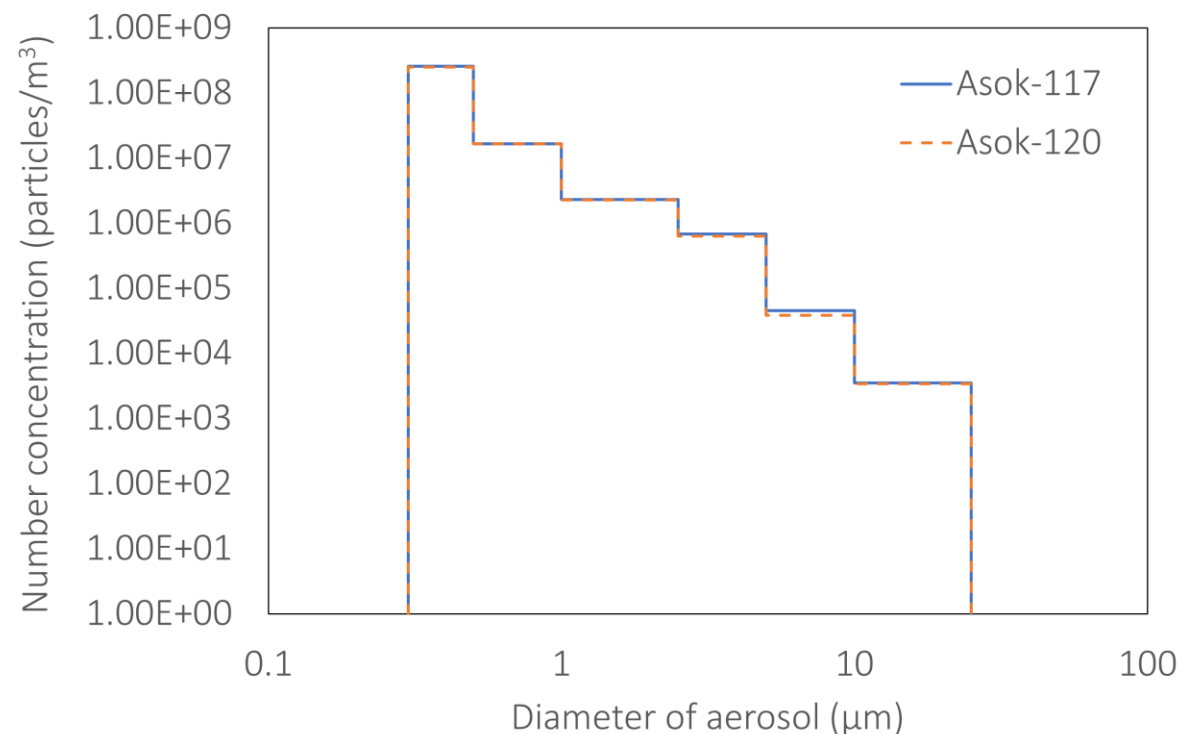
0.3um < 粒子のコインシデンスへの影響 (同上)

⑥高濃度領域でのパーティクルカウンタの器差 (外気) = 器差は極小 (Model 8306)

Asok Montri Road

Number concentration of particles obtained from OPC 117 and OPC 120 at Asok Montri Road (バンコク)

Particle size (μm)	Number concentration of particles (particles/m ³)	
	OPC 117	OPC 120
0.3 – 0.5	257,125,101	249,773,459
0.5 – 1.0	16,631,369	16,584,202
1.0 – 2.5	2,322,489	2,275,708
2.5 – 5.0	683,496	629,861
5.0 – 10.0	45,698	38,563
10.0 – 25.0	3,531	3,390
Total	276,811,685	269,305,183

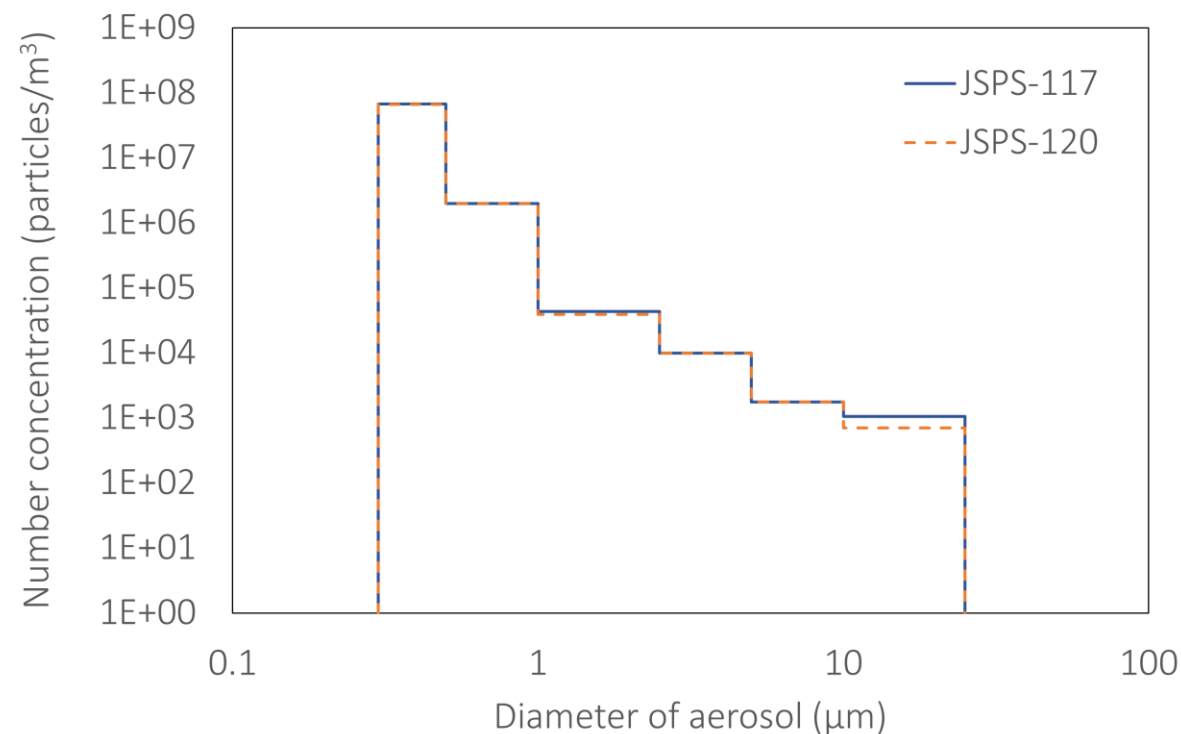


Size-concentration distribution of particles obtained from OPC 117 and OPC 120

⑥-2高濃度領域でのパーティクルカウンタの器差 (室内) = 器差は極小 (Model 8306)

JSPS Bangkok Office 室内

Particle size (μm)	Number concentration of particles (particles/m ³)	
	OPC 117	OPC 120
0.3 – 0.5	67,749,019	66,142,520
0.5 – 1.0	2,000,503	1,975,473
1.0 – 2.5	43,436	38,846
2.5 – 5.0	9,958	9,888
5.0 – 10.0	1,765	1,765
10.0 – 25.0	1,059	706
Total	69,805,741	68,169,198



Size-concentration distribution of particles obtained from OPC 117 and OPC 120

⑦、⑧は大谷先生発表を参照

空気清浄協会39回研究発表大会(2022年4月)、AAC(Ⅱ022年6月)、ASCC(2023年9月)にて発表

⑦ 確認しておかねばならないこと 2

最大可測濃度の実験的な確認

線香煙、食塩水、加湿器を使った実験にて、SMPS との比較において、2.83L/分型は 計数損失10%となるポイントは1,100個/CC
(1.2L/分型では2,500個/CC)

⑧ 確認しておかねばならないこと 3

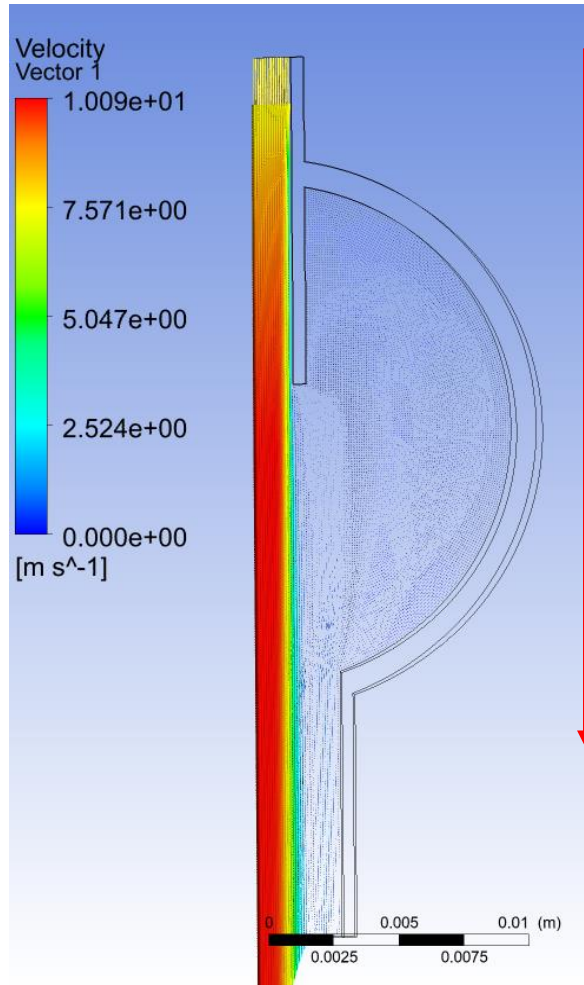
0.3um < 粒子のコインシデンスへの影響

0.3um未満の粒子が高濃度であっても、カウンタの最大可測濃度以内であれば、測定される粒径分布への影響はない

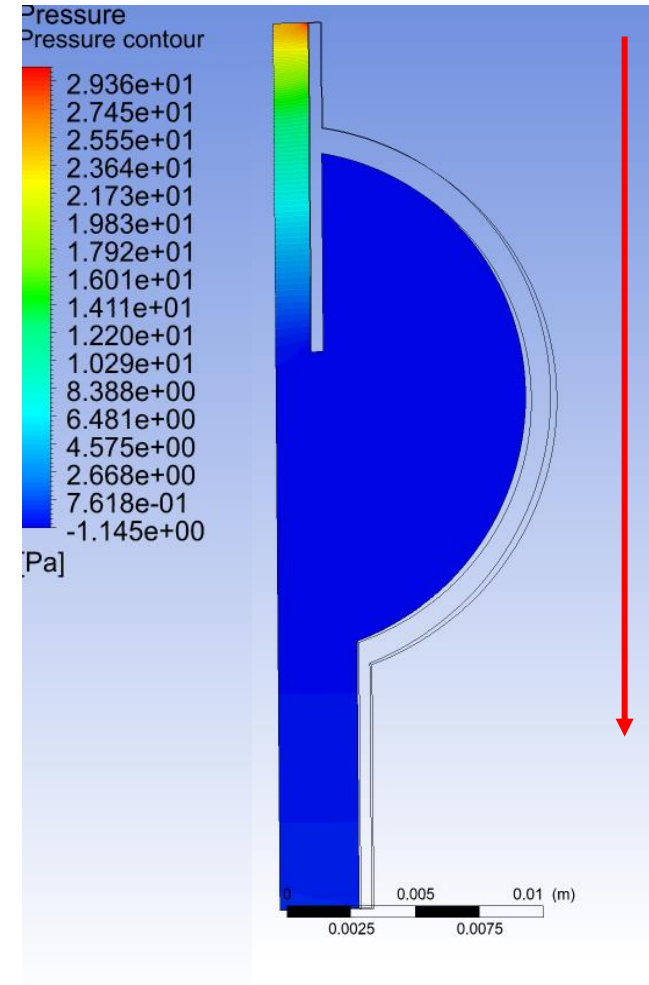
上記については、空気清浄協会誌2023台60巻に「解説記事」を掲載済

パーティクルプラスのエンジン

FCD (Ansys Fluent)による光散乱セル内の流れの計算結果



速度ベクトル



静圧分布

30粒径区分・高濃度対応・小型パーティクルセンサ9000シリーズ

光散乱パーティクルカウンタ のメリット

In-Situ、リアルタイム、粒子径 $0.3\mu\text{m}$ からエアロゾルの粒子径分布、個数濃の変動・度変化量の多粒径、短時間情報を得る⇒粒子挙動の把握・予測、発生源特定、暴露、除去対策への情報

インレット



温湿度、CO2,気圧センサ

9000-30CHシリーズ概略仕様

型式	9300	9300P	9301	9301P
測定レンジ	0.3~10.0	0.3~10.0	0.3~10.0	0.3~10.0
	粒子径はユーザーが設定			
粒径数	6-30	6-30	6-30	6-30
流量	1.2 LM	1.2 LM	2.83 LM	2.83 LM
最大可測濃度	1,770/CC	1,770/CC	710/CC	710/CC
ポンプ	なし	あり	なし	あり
メモリー数	65,000	65,000	65,000	65,000
環境センサオプション	温湿度センサ、気圧センサ、CO2 センサ			
付属ソフトウェア	IMS-9 K			
処理部	パソコンWindows10以上			
コミュニケーション	Modbus RTU, RS485/ オプションModbus TCP Ethernet			
接続	USB-Mini-USBケーブル1.8m			
電源	110 V-240VAC-12VDC コンバータ			

Menu Options

Download Data Configuration Option Board Enclosure Mgt

Channels

Ch	Ena	SizeNm	Alm	AlamVal	PmFct
1	☒	300	☐	0	2.5
2	☒	500	☐	0	2.5
3	☒	1000	☐	0	2.5
4	☒	2500	☐	0	2.5
5	☒	5000	☐	0	2.5
6	☒	10000	☐	0	2.5
7	☐	10000	☐	0	2.5
8	☐	10000	☐	0	2.5
9	☐	10000	☐	0	2.5
10	☐	10000	☐	0	2.5
11	☐	10000	☐	0	2.5
12	☐	10000	☐	0	2.5
13	☐	10000	☐	0	2.5
14	☐	10000	☐	0	2.5
15	☐	10000	☐	0	2.5
16	☐	10000	☐	0	2.5
17	☐	10000	☐	0	2.5
18	☐	10000	☐	0	2.5
19	☐	10000	☐	0	2.5
20	☐	10000	☐	0	2.5
21	☐	10000	☐	0	2.5
22	☐	10000	☐	0	2.5
23	☐	10000	☐	0	2.5
24	☐	10000	☐	0	2.5
25	☐	10000	☐	0	2.5
26	☐	10000	☐	0	2.5
27	☐	10000	☐	0	2.5
28	☐	10000	☐	0	2.5

ExtSense Alarm Controls

Name	Max/Min	Ena	Thresh
None	Min	☐	0
None	Max	☐	0
None	Min	☐	0
None	Max	☐	0
None	Min	☐	0
None	Max	☐	0
None	Min	☐	0
None	Max	☐	0
None	Min	☐	0
None	Max	☐	0
None	Min	☐	0
None	Max	☐	0
None	Min	☐	0
None	Max	☐	0
None	Min	☐	0
None	Max	☐	0

Channel PreSets

- ☐ 6 Channels
- ☐ 12 Channels
- ☐ 18 Channels
- ☐ 24 Channels
- ☐ 30 Channels

Chan Alarm Type

- ☒ Channel Alarm Off
- ☐ Differential Raw
- ☐ Differential M3
- ☐ Differential Ft3
- ☐ Differential Mass
- ☐ Cumulative Raw
- ☐ Cumulative M3
- ☐ Cumulative Ft3
- ☐ Cumulative Mass

チャンネル
数設定

粒径設定

スタート

手動停止

Sampling

Start

Stop

Sampling State:

COUNTING

状況

Config Info

Serial Number: 1478
 Model Name: 9301P-OEM
 9K Firmware Version: 11/11/2022

Mass Mode Capable ☒ModBus Capable ☒RS-485 Comm ☐

Max Number of Channels: 30

Min Channel Size: 300

MaxiChannel Size: 10000

User Options

Mass Mode ☒AutoStart ☐

自動スタート

Record Info

Record Range: 1 To 761

Number of Records: 761

保存レコード

Clear All Data

Modbus Controls

Slave ID

247

Time Out

0

☒ RTU☐ ASCII

Mb pass

ModPass

Uart BaudRate

115200

Sampling Setup

Get

Set

Ext. Sensors only ☐

Delay

3

SampleTime

60

Hold

0

Cycles

0

PmFactor

2.50

Location

Location

セット

GetAll

立上げ時の
状態（保存
済み情報）
を見る

SetAll

全部をセッ
ティングし、
保存Modbus
セットサンプリ
ングモー
ド設定

出力データ選択

USB OutputMask

Location ☐PmFactor ☐PM 2.5 ☐PM 10 ☐TpcCm3 ☐ExtSensor 0 ☐ExtSensor 1 ☐ExtSensor 2 ☐ExtSensor 3 ☐ExtSensor 4 ☐ExtSensor 5 ☐ExtSensor 6 ☐ExtSensor 7 ☐

Channel data

Size (nm) ☒Diff Raw ☒Sum Raw ☐Diff M3 ☐Sum M3 ☐Diff Ft3 ☐Sum Ft3 ☐Diff UgM3 ☐Sum UgM3 ☐Chan 1 ☒Chan 2 ☒Chan 3 ☒Chan 4 ☒Chan 5 ☒Chan 6 ☒Chan 7 ☐Chan 8 ☐Chan 9 ☐Chan 10 ☐Chan 11 ☐Chan 12 ☐Chan 13 ☐Chan 14 ☐Chan 15 ☐Chan 16 ☐Chan 17 ☐Chan 18 ☐Chan 19 ☐Chan 20 ☐Chan 21 ☐Chan 22 ☐Chan 23 ☐Chan 24 ☐Chan 25 ☐Chan 26 ☐Chan 27 ☐Chan 28 ☐Chan 29 ☐Chan 30 ☐Chan ALL ☐

セット

データ選択

PARTICLES

P. Alarm

Location ☐PmFactor ☐PM 2.5 ☐PM 10 ☐TpcCm3 ☐ExtSensor 0 ☐ExtSensor 1 ☐ExtSensor 2 ☐ExtSensor 3 ☐ExtSensor 4 ☐ExtSensor 5 ☐ExtSensor 6 ☐ExtSensor 7 ☐

Channel data

Size (nm) ☐Diff Raw ☐Sum Raw ☐Diff M3 ☐Sum M3 ☐Diff Ft3 ☐Sum Ft3 ☐Diff UgM3 ☐Sum UgM3 ☐Chan 1 ☒Chan 2 ☒Chan 3 ☒Chan 4 ☒Chan 5 ☒Chan 6 ☒Chan 7 ☐Chan 8 ☐Chan 9 ☐Chan 10 ☐Chan 11 ☐Chan 12 ☐Chan 13 ☐Chan 14 ☐Chan 15 ☐Chan 16 ☐Chan 17 ☐Chan 18 ☐Chan 19 ☐Chan 20 ☐Chan 21 ☐Chan 22 ☐Chan 23 ☐Chan 24 ☐Chan 25 ☐Chan 26 ☐Chan 27 ☐Chan 28 ☐Chan 29 ☐Chan 30 ☐Chan ALL ☐☐ OptFields☒ RsondeFields

Set

Default

9300型30粒径センサのパソコン画面

通信はUSB Mini-USBまたはRS485

9000シリーズデータアウトプット(CSV)の例

9301P

Serial1583

Last C05/31/2023

Channel Count

1粒径ごとのデータ（粒子毛9b生カウント、m³換算、PM換算値、温度・湿度・気圧等）、エラー判定、アラーム等

最大30粒径分ダウンロード

Serial #			測定時間	第一粒径	nm	温度・湿度・気圧	カウントΔ	カウントΣ	m ³ 換算Δ	m ³ 換算Σ	第2粒径	nm	カウントΔ	カウントΣ	m ³ 換算Δ	m ³ 換算Σ
No	Date	Time	SmpSecs	Chn_1	Size_1		dCnt_1	sCnt_1	dM3_1	sM3_1	Chn_2	Size_2	dCnt_2	sCnt_2	dM3_2	sM3_2
1	08/22/23	13:21:14	2	1	300		419	706	10,500,000	17,700,000	2	350	104	287	2,602,169	7,180,987
2	08/22/23	13:25:22	2	1	300		376	665	9,384,360	16,600,000	2	350	100	289	2,495,840	7,212,976
3	08/22/23	13:29:34	60	1	300		12,055	20,211	10,000,000	16,800,000	2	350	3,100	8,156	2,581,182	6,791,009
4	08/28/23	13:30:43	60	1	300		11,665	19,873	9,720,834	16,600,000	2	350	3,060	8,208	2,550,000	6,840,001
5	08/28/23	13:31:50	60	1	300		11,512	19,560	9,593,334	16,300,000	2	350	3,092	8,048	2,576,667	6,706,667
6	08/22/23	14:17:55	2	1	300		0	0	0	0	2	350	0	0	0	0
7	08/22/23	14:25:25	2	1	300		0	0	0	0	2	350	0	0	0	0
8	08/22/23	15:03:18	2	1	300		17	33	425,710	826,377	2	350	2	16	50,083	400,667
9	08/28/23	14:06:15	2	1	300		488	1,158	13,100,000	31,000,000	2	350	219	670	5,860,839	17,900,000
10	08/28/23	14:06:26	2	1	300		525	1,065	13,200,000	26,800,000	2	350	192	540	4,828,165	13,600,000

第1粒径のデータ（要選択）

第2粒径のデータ（要選択）

第1粒径のデータ（要選択）

第2粒径のデータ（要選択）

第30粒径データまで続く

エアロゾル測定での粒子径分布の重要性とOPCの活用の提案

- 粉塵計では対応できない希薄な濃度から、OPCでは対応できない高濃度までOPCがカバー
- 最大可測濃度 2,500/CC→2,500,000,000/m³を実現 → CRから大気まで。
- OPCの時間分解能は短時間・リアルタイム・In-Situでのデータ収集とトレンドモニタリングを可能にする
- OPCの多チャンネル粒子径分布情報は、質量情報だけでは得られない多様な情報をもたらす

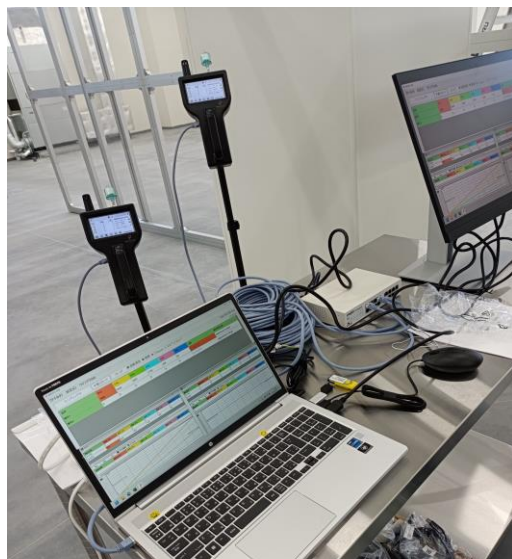
光散乱応答量ベースでの簡単な比較

	捕集された重量	粒径スペクトル	トレンドデータ 時間分解能	コンテンツの分析	300nm以下のデータ
重量法	○	×	日単位	○	OPC計測限界以下のPMも捕集する
フォトメータ (光散乱)	△換算 粒径区分別 の積算にならない	×	○大まか	×	粒径分解能は乏しい一 補正頼り
OPC (光散乱)	△換算 粒径区分別 に換算し積算	○	○ 1秒単位で可能	×	(課題)0.3um以下の重 量は現状では不明

- 粒子径分布情報は質量換算時の信頼度に影響し、生体影響等のデータにも関与するのでは・・・

さまざまな現場で使われるパーティクルプラス

クリーンルーム

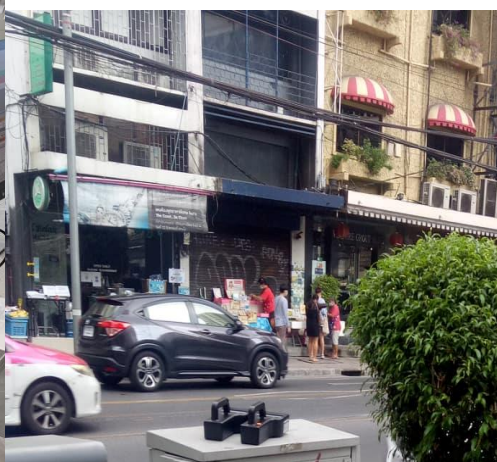


パーティクルカウンタ
8306 x 2台立ちあげ中



多点モニタリングパソコン画面

タイAsok Montri交差点

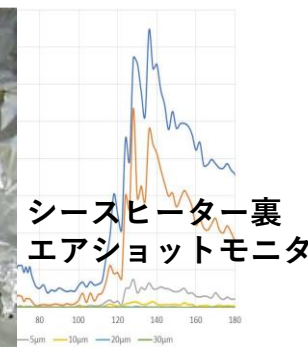


パーティクルカウンタ
8306 x 2台 測定中

EB 蒸着機の残存パーティクル計測



パーティクルカウンタ
8506-30 大粒子



本社工場（ボストン）外壁



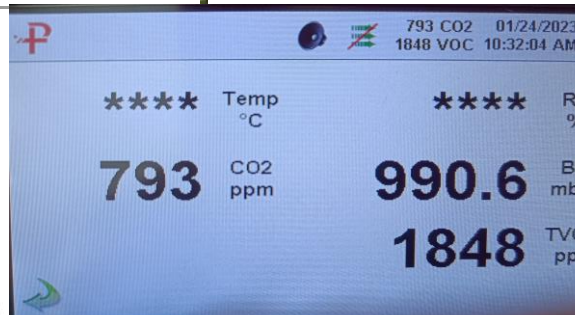
大気環境モニタ EM11000



パーティクルカ
ウンタ8306

Covid19 病棟での使用

Air Quality Monitor 8301AQM-2
とVOC/CO2/BP/TRH画面



30粒径センサ9300P

