



知っトクLive！シーズン2

ガス分析編

～低濃度（ppb～ppm）のガスを連続測定するには？～

本資料に掲載されている図面・画像・文章などは、すべて複製・転用・転載・加工・二次利用が禁じられています。

目次

- ガスとは？
- HORIBAのガス分析計について
- 微量ガス分析計 AP-380シリーズの紹介
- ガス計測の事例紹介
- 便利な機能
- さいごに

目次

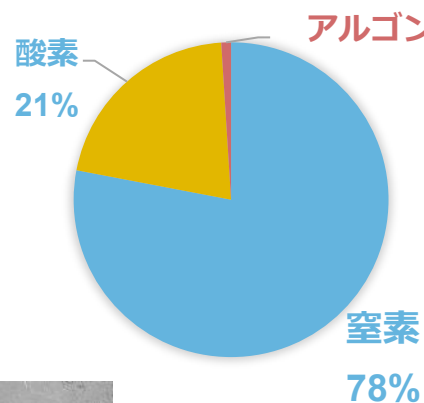
- ガスとは？
- HORIBAのガス分析計について
- 微量ガス分析計 AP-380シリーズの紹介
- ガス計測の事例紹介
- 便利な機能
- さいごに

ガスとは？

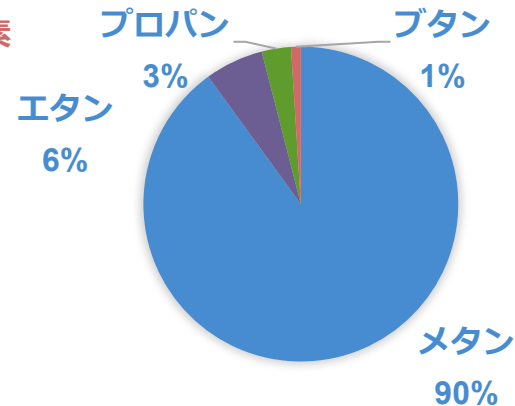
ガス(Gas) = 気体

例) 空気、都市ガス、自動車排ガス...etc
※人の知覚(視覚、聴覚、嗅覚など)
で捉えにくい

空気の組成



都市ガスの代表的な組成



例えばこんなことが...

- ・ 空気が汚染され、その空気を人間が吸うことで健康被害が生じる。
- ・ 都市ガスの組成が変化することでコンロの火力が弱くなる。

これらの対策として、
ガス分析計でガス濃度を定量・監視する

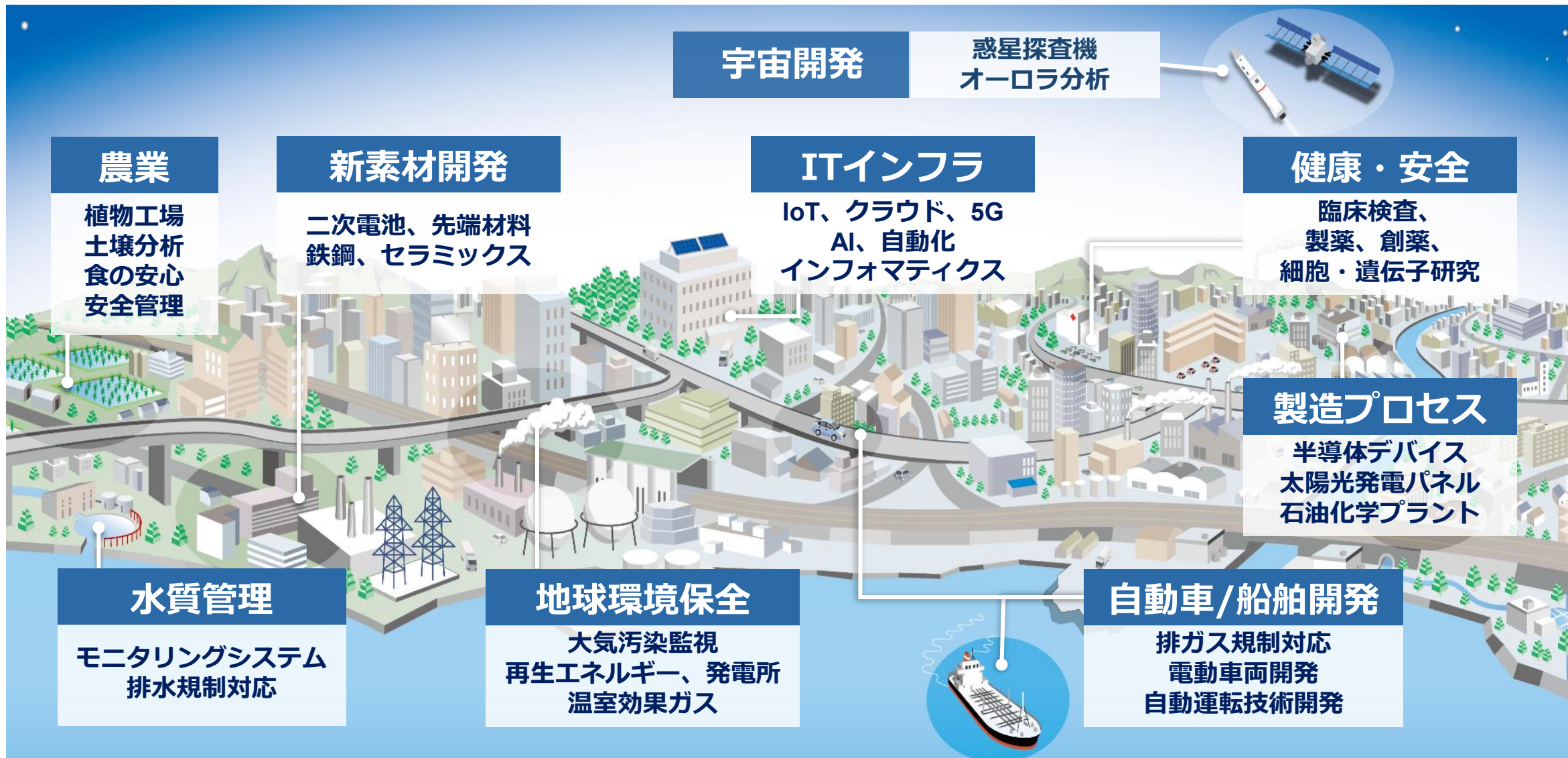


目次

- ガスとは？
- **HORIBAのガス分析計について**
- 微量ガス分析計 AP-380シリーズの紹介
- ガス計測の事例紹介
- 便利な機能
- さいごに

事業領域

～あらゆるところに、HORIBAの「はかる」技術～



ガス測定機の種類

	ガスクロマトグラフ	ガスセンサー	HORIBAの ガス分析計
メリット	多成分同時測定可能 高感度	安価・小型	連続測定可能 高精度
デメリット	バッチ測定 キャリアガス必要 スキルが必要	定量性(精度)や 耐久性に欠ける	測定成分固定

**低濃度(ppb~ppm)の
ガスを連続測定可能**

HORIBAのガス分析計について



微量ガス分析計



煙突排ガス分析装置



エンジン排ガス分析装置



ポータブルガス分析計



マルチガス分析計



防爆型ガス分析計

「%」 「ppm」 「ppb」とは

「%」 とは . . . 「1 / 100」 です

「ppm」 とは . . . 「1 / 1,000,000」 です

「ppb」 とは . . . 「1 / 1,000,000,000」 です

「ppb～ppm」 のガスは、非常に低濃度である

目次

- ガスとは？
- HORIBAのガス分析計について
- **微量ガス分析計 AP-380シリーズの紹介**
- ガス計測の事例紹介
- 便利な機能
- さいごに

微量ガス分析計 AP-380シリーズの紹介



60年以上にわたる大気汚染監視測定装置で
培ってきたノウハウを集約

- 高精度測定技術
- 長期連続測定技術
- 最適な測定法の選定
- 豊富なサンプリングノウハウ
- 使いやすい操作系
- 遠隔操作機能搭載
- 環境にやさしい設計

形式	測定成分	測定レンジ	測定原理
APNA-380	窒素酸化物(NO,NO ₂ ,NO _x)	0～0.1/0.2/0.5/1.0/2.0/5.0/10/20 ppm	化学発光法方式
APMA-380	一酸化炭素(CO)	0～5/10/20/50/100/300 ppm	非分散形赤外線吸収方式
APOA-380	オゾン(O ₃)	0～0.1/0.2/0.5/1.0/2.0/5.0/10 ppm	紫外線吸収方式
APSA-380	二酸化硫黄(SO ₂)	0～0.05/0.1/0.2/0.5/1.0/5.0/10/20 ppm	紫外線蛍光方式
APHA-380	炭化水素(CH ₄ , NMHC, THC)	0～5/10/20/50/100 ppmC	選択燃焼＋水素炎イオン化検出法

何のために測定する？

人の健康のため

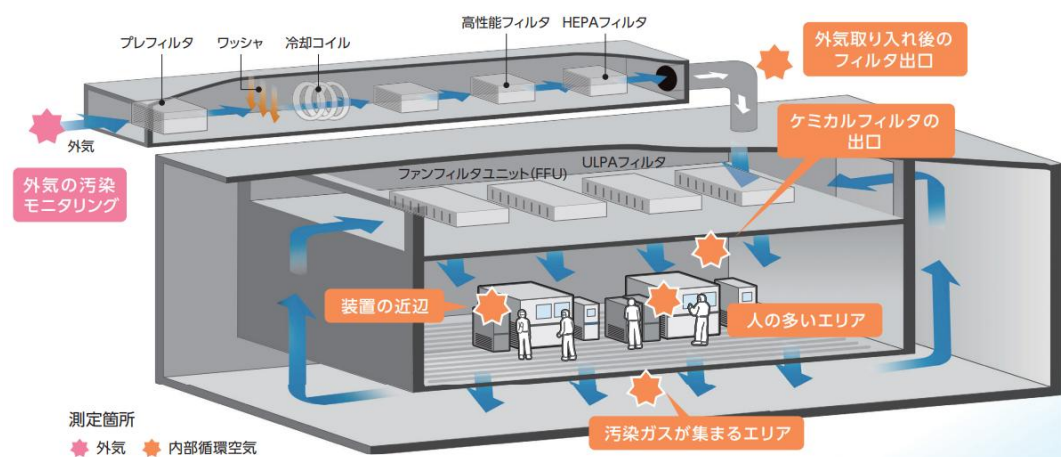
大気中の汚染物質の測定
AQMS(大気モニタリングシステム)



日本では2000局弱あり

物の健康のため

➤ クリーンルーム内の雰囲気監視



➤ 医薬品の造粒工程のNO_x計測

➤ センサの基準器

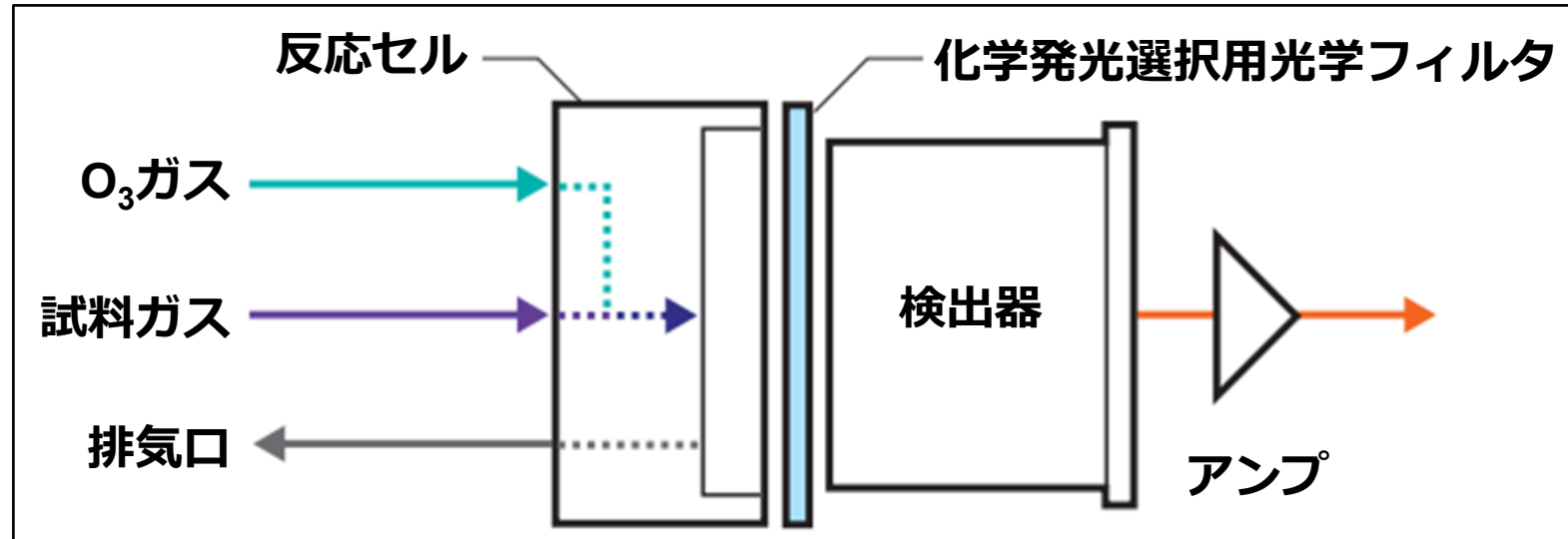
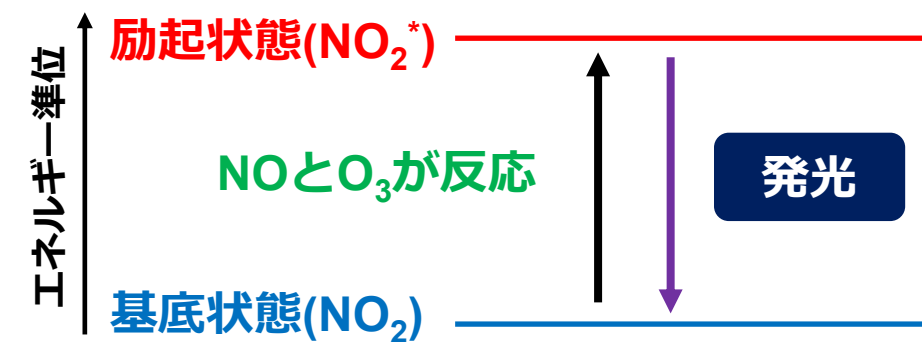
➤ 浄化フィルター性能評価

...など

窒素酸化物濃度自動測定装置：APNA-380

測定原理：
化学発光法方式

- 試料ガス中の窒素酸化物(NO)にオゾン(O₃)を反応させると、NOが酸化されて二酸化窒素(NO₂)となる
- 生成したNO₂の一部は励起状態(NO₂^{*})になっており、基底状態に移る時に光を放射し、その発光強度を測定することでNO濃度を測定する



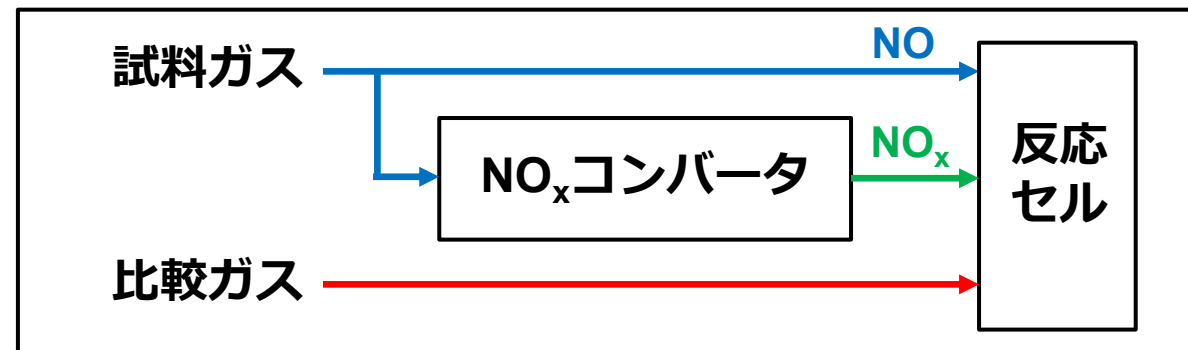
オゾン発生器にUVランプ採用

窒素酸化物濃度自動測定装置：APNA-380

測定原理：
化学発光法方式

- サンプリングしたガスを2つに分け、一方は NO_x コンバータで NO_2 を NO へ還元して $\text{NO}_x(\text{NO}+\text{NO}_2)$ 濃度測定用の試料ガスとし、もう一方はそのまま NO の試料ガスとする
- これらの試料ガスは、 $\text{NO}_x(\text{NO}+\text{NO}_2)$ ライン、 NO ライン、比較ガスラインと一定周期毎に電磁弁で切り替えられ、繰り返し順番に反応チャンバーに導入される
- 測定した $\text{NO}_x(\text{NO}+\text{NO}_2)$ 濃度から NO 濃度を下記の式の通り引き算することで NO_2 濃度を算出する

$$\text{NO}_x (\text{NO} + \text{NO}_2) - \text{NO} = \text{NO}_2$$

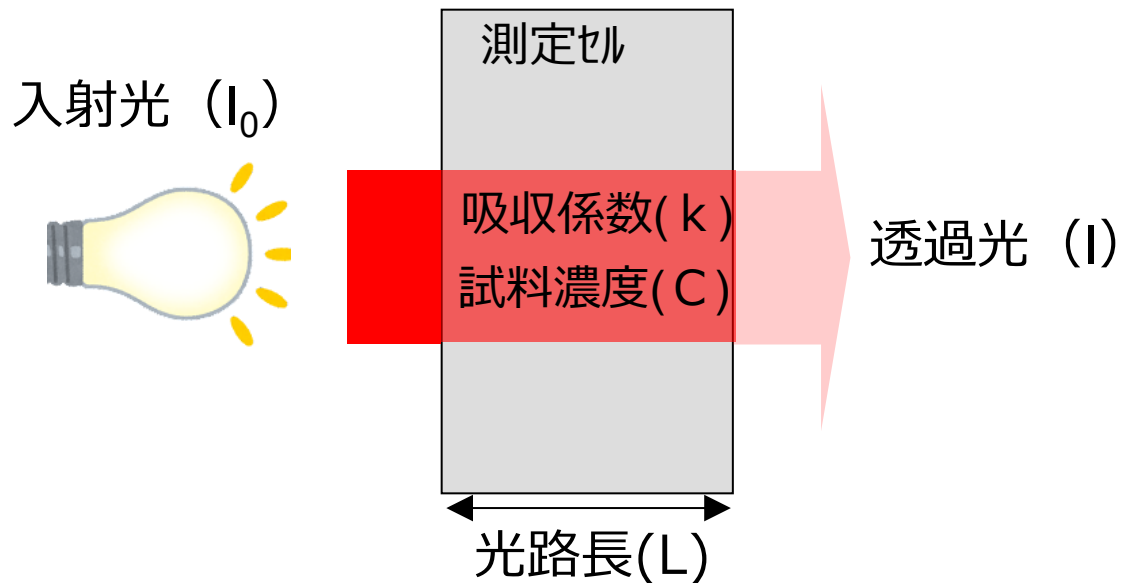


一酸化炭素濃度自動測定装置：APMA-380

測定原理：
非分散形赤外線吸収方式

「ガスが赤外線を吸収する」性質を用いて分析

【ランベルト・ベールの法則】



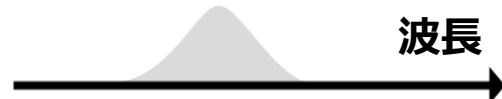
$$\text{吸光度} : \log (I_0/I) = k C L$$

吸光度は光路長(L)と試料濃度(C)の積に比例

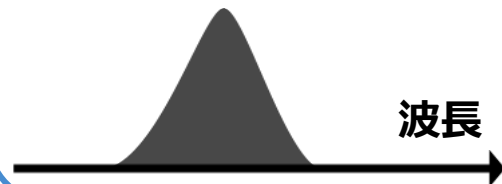
【ガスの濃度】



低濃度=信号小



高濃度=信号大



ガスの濃度が濃いほど
吸収量が増える

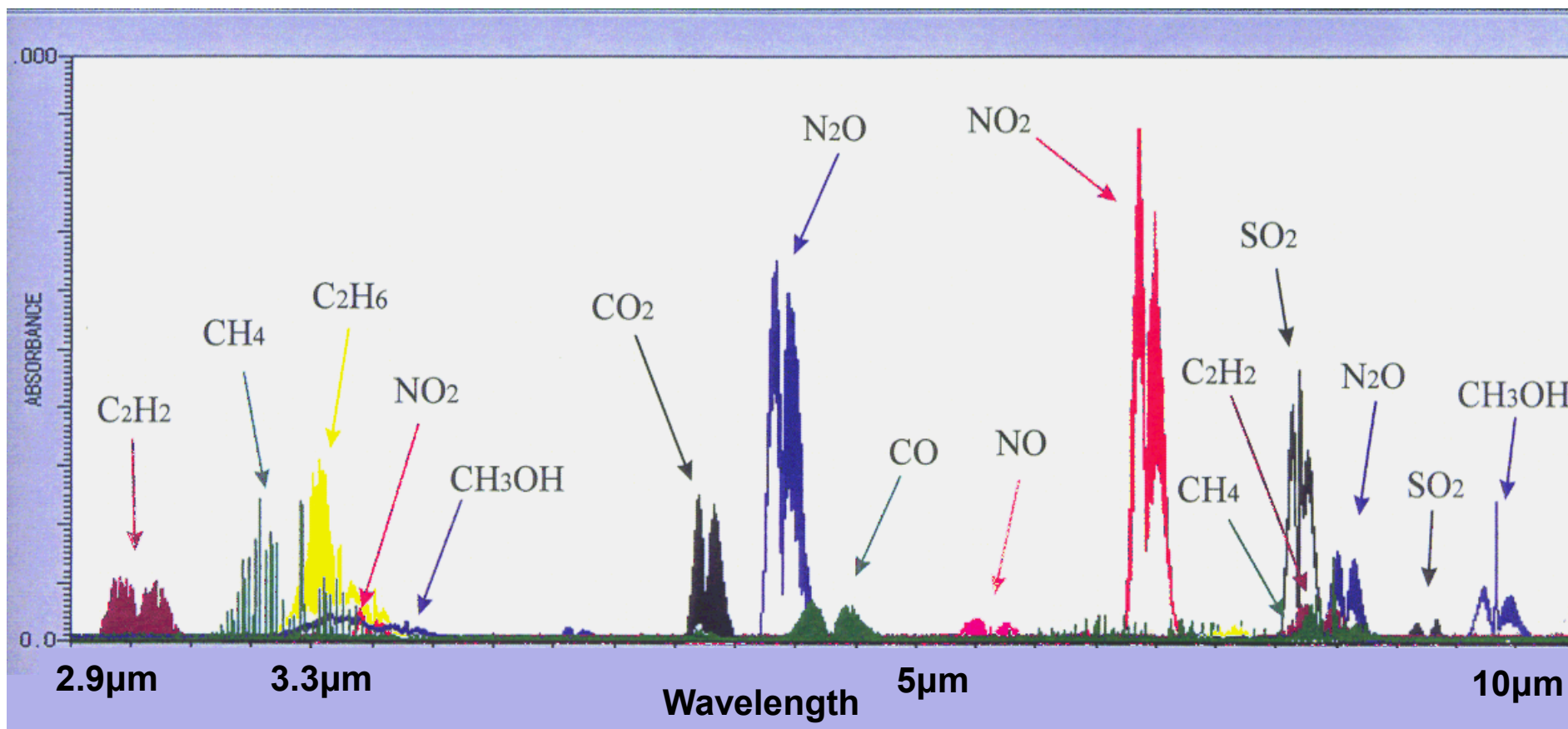
一酸化炭素濃度自動測定装置：APMA-380

測定原理：
非分散形赤外線吸収方式

◆多くのガス種は赤外領域に固有の吸収スペクトルを持つ

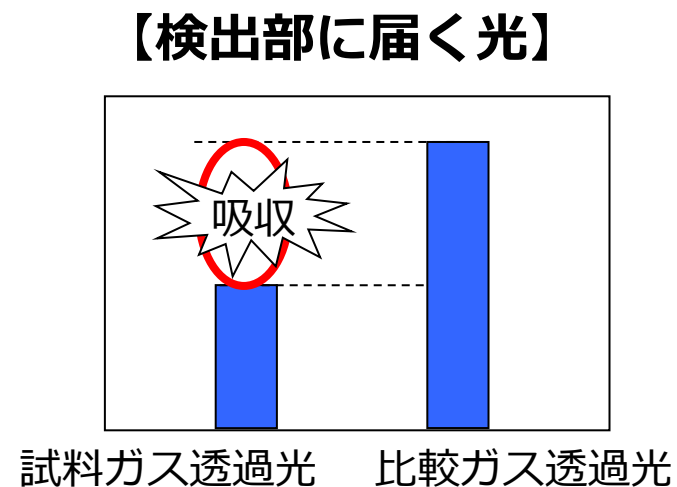
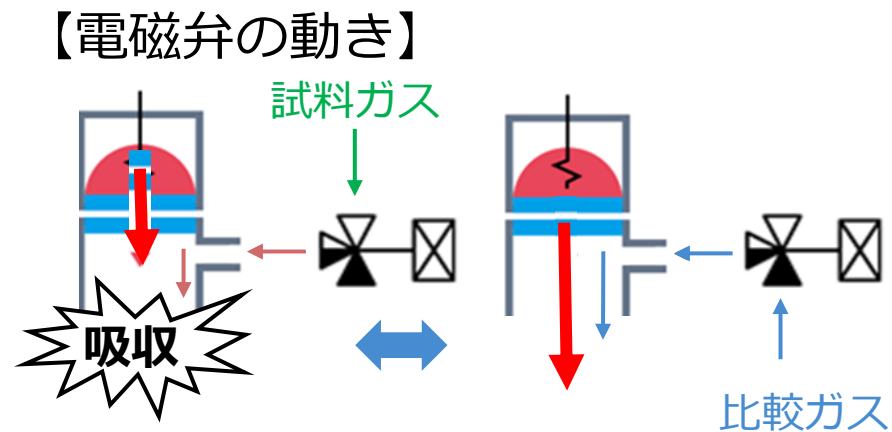
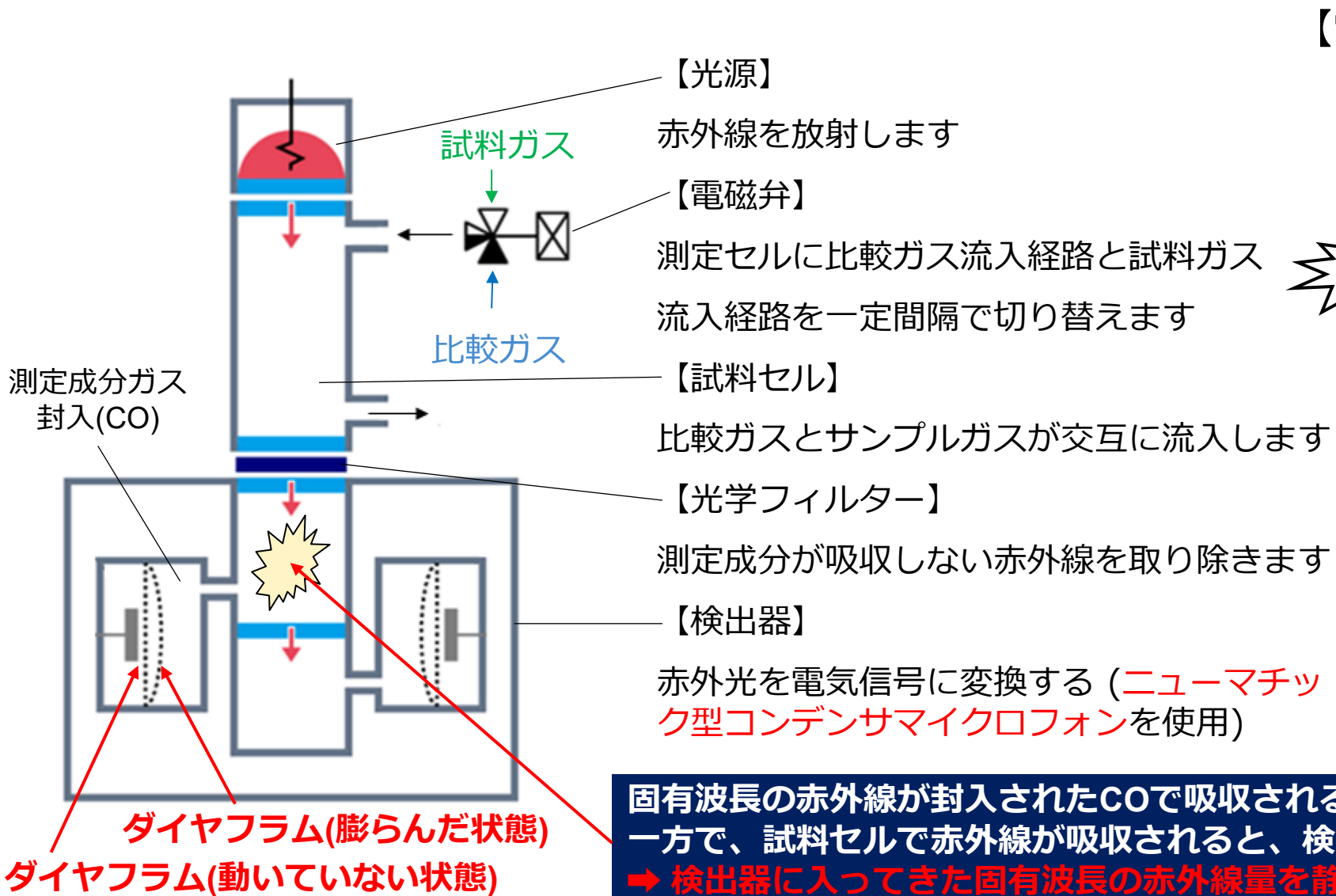
CO、CO₂、NO、NO₂、N₂O、NH₃、SO₂、CH₄、C₂H₆、CF₄、C₂F₆、．．．

◆吸収強度がガス濃度に依存 ➡ 吸収量や吸収スペクトルから濃度測定



一酸化炭素濃度自動測定装置：APMA-380

測定原理：
非分散形赤外線吸収方式

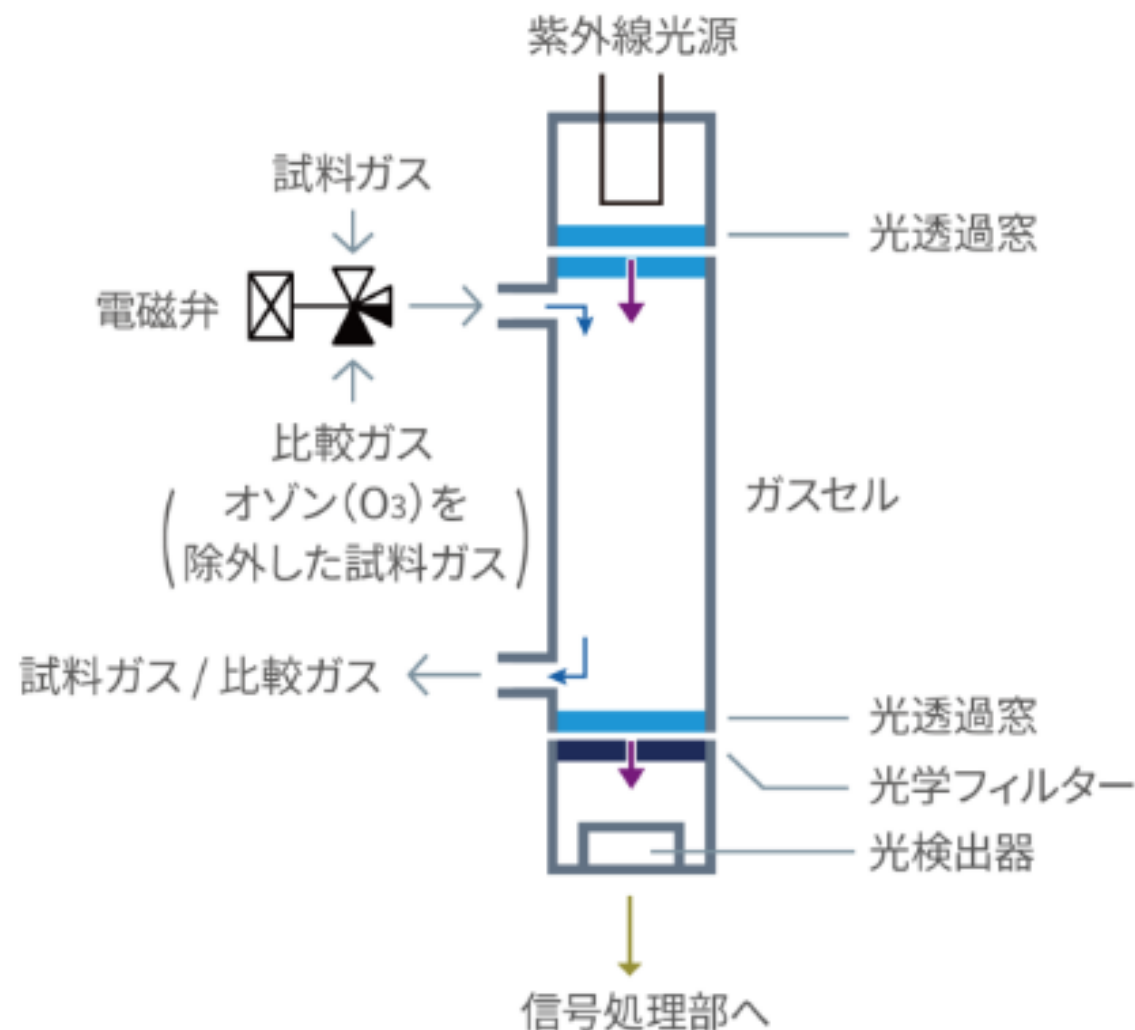


固有波長の赤外線が封入されたCOで吸収されると熱に代わり、検出器内の圧力が上昇
一方で、試料セルで赤外線が吸収されると、検出器内の圧力が低下
➡ 検出器に入ってきた固有波長の赤外線量を静電容量の変化として検出

オゾン濃度自動測定装置：APOA-380

測定原理：
紫外線吸収方式

- オゾンは特定波長の紫外線を吸収する特性を利用した測定方法
- ガスセルに「オゾンを含む試料ガス」と「オゾンを含まない比較ガス」を交互に導入し、紫外線がどれだけ吸収されたかを検知する
- 光検出器で検出された信号は、信号処理部で交流成分と直流成分に分けられ、光源の輝度低下も考慮した演算を実施
 - 交流成分：オゾン濃度信号
 - 直流成分：紫外線光源の輝度



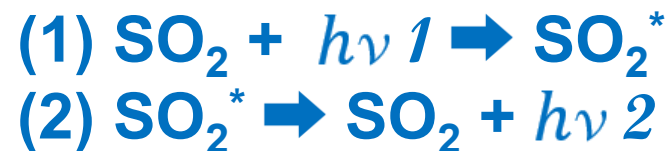
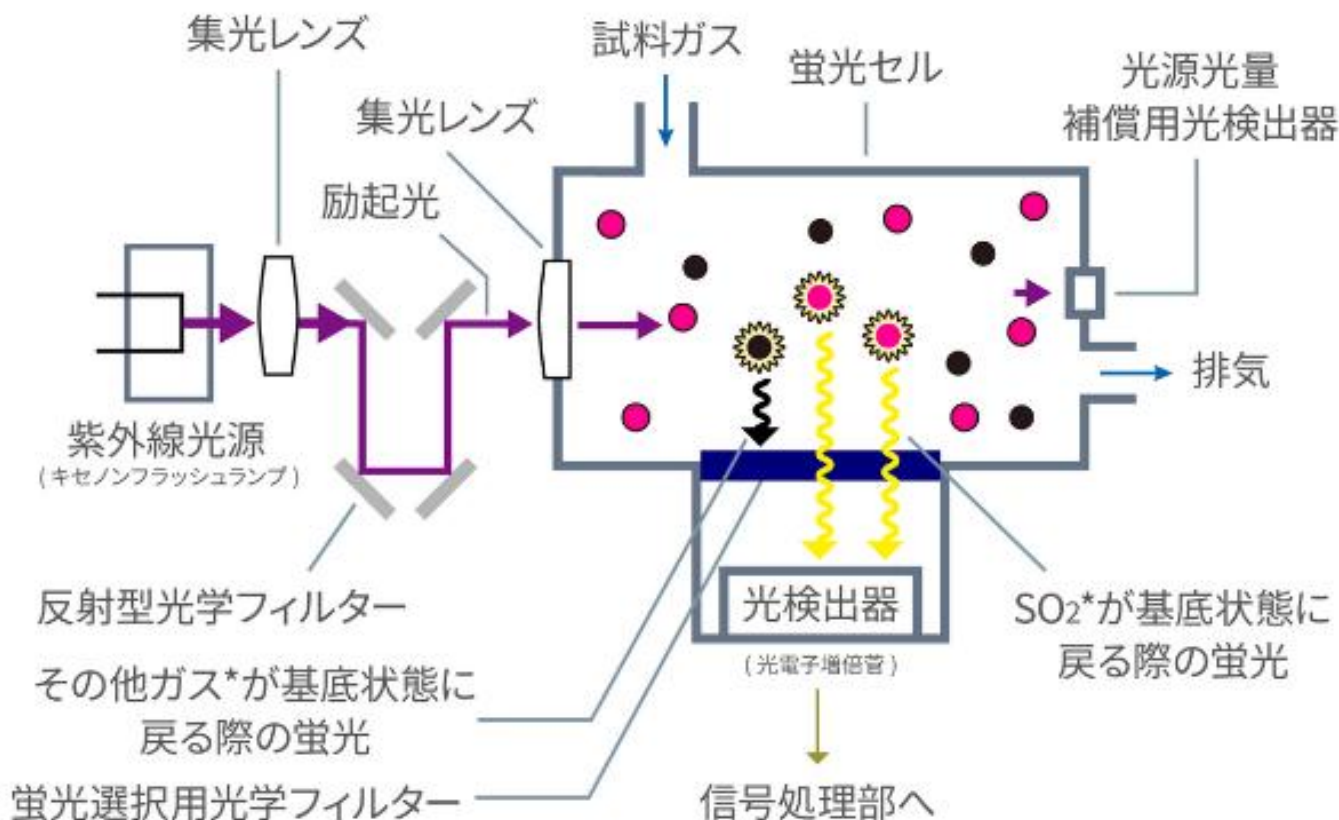
紫外線光源に深紫外LED採用

二酸化硫黄濃度自動測定装置：APSA-380

測定原理：
紫外線蛍光方式

「蛍光」とは物質が吸収した紫外線など光のエネルギーを光として再び放出する現象

二酸化硫黄に特定波長の紫外線を照射することで蛍光が発生する特性を利用した測定方法



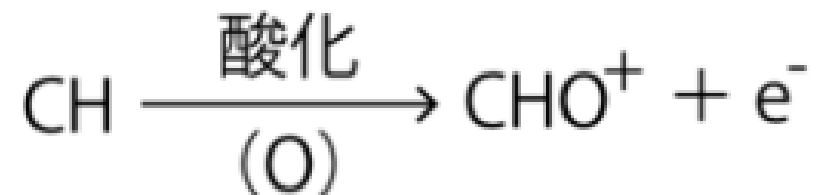
(1) はSO₂が紫外線によるエネルギー $h\nu 1$ を吸収して励起状態になり、
(2) は励起状態の分子が基底状態に移る際に光のエネルギー $h\nu 2$ を放出することを示す

光源光量補償用光検出器で、
光源の光量低下を補正

炭化水素濃度自動測定装置：APHA-380

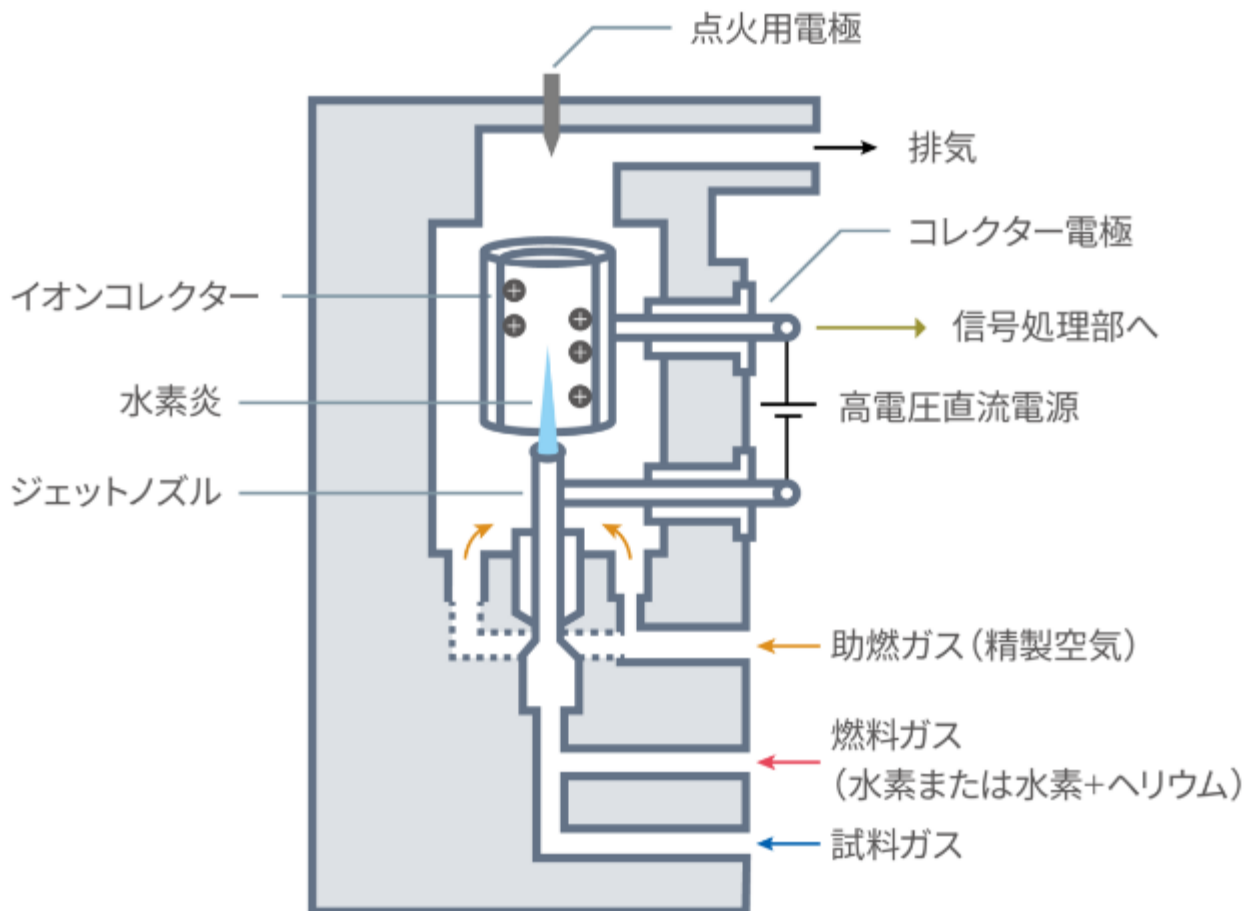
測定原理：選択燃焼＋
水素炎イオン化検出法

試料中の炭化水素が水素炎に導入されると炭化水素が酸化され、イオン化反応が起こる



発生したイオンは炭素数に比例するため、このイオンを静電捕集し電流として検出することで、炭化水素のガス濃度を測定

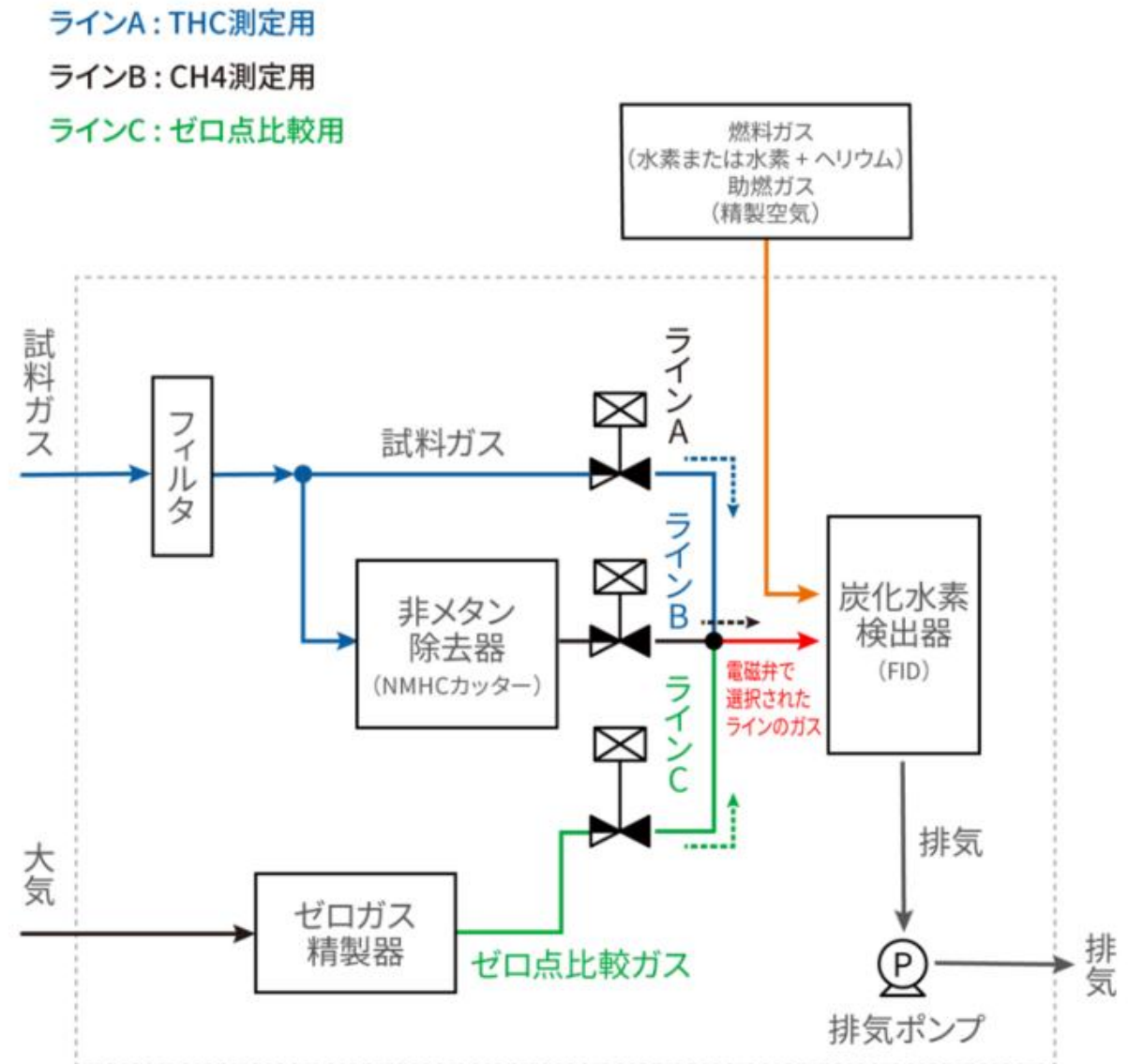
水素炎は燃焼ガスと助燃ガスを供給することで生成される



炭化水素濃度自動測定装置：APHA-380

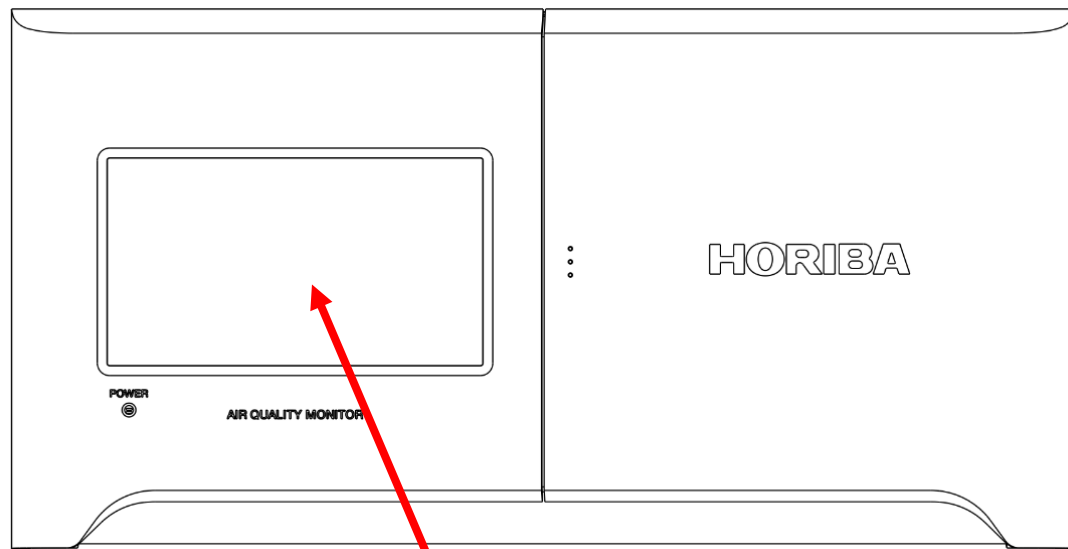
- サンプルングしたガスを2つに分け、一方は非メタン除去器でメタン(CH_4)のみとしもう一方はそのまま全炭化水素(THC)の試料ガスとする
- これらの試料ガスは、THCライン、 CH_4 ライン、比較ガスラインと一定周期毎に電磁弁で切り替えられ、繰り返し順番に検出器に導入される
- 測定したTHC濃度から CH_4 濃度を下記の式の通り引き算することでNMHC濃度を算出する

$$\text{THC} - \text{CH}_4 = \text{NMHC}$$



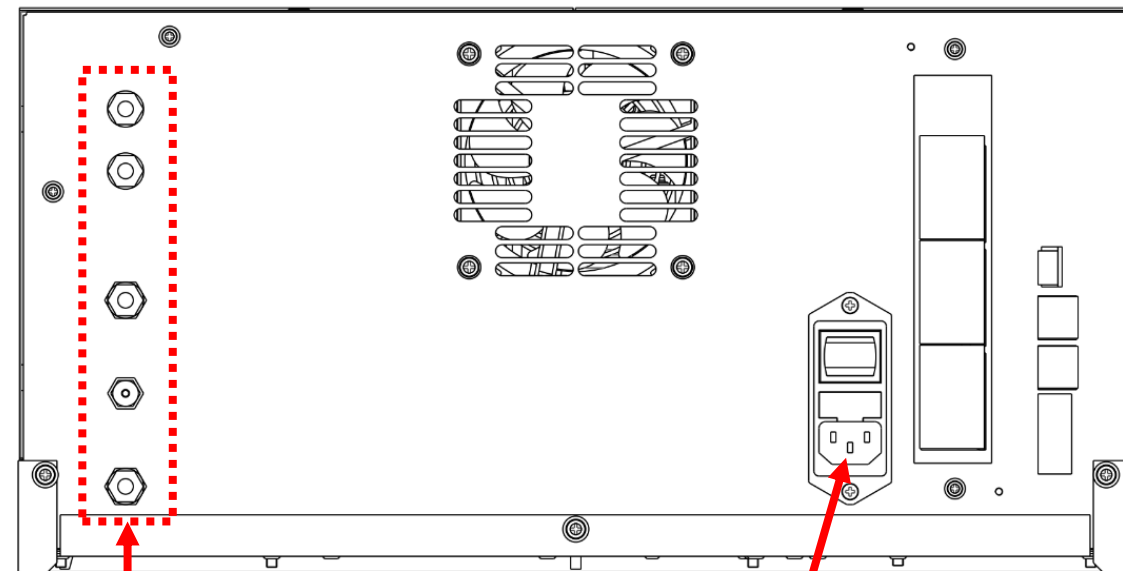
AP-380シリーズの使い方

分析計前面



操作画面
(LCD・タッチパネル)

分析計後面



ガス導入口
排気口

電源スイッチ
電源コード接続口

目次

- ガスとは？
- HORIBAのガス分析計について
- 微量ガス分析計 AP-380シリーズの紹介
- **ガス計測の事例紹介**
- 便利な機能
- さいごに

ガス計測の事例一覧

- ◆ 電子デバイス産業クリーンルーム内の分子状汚染物質監視
- ◆ 医薬品の造粒工程のNO_x計測
- ◆ センサの基準器
- ◆ 浄化フィルター性能評価

クリーンルーム内の分子状汚染物質監視

AMC : Airborne Molecular Contamination (分子状汚染物質)

半導体・電子部品産業などでは、クリーンルーム内でAMCが製品の性能に影響を与え、品質低下の原因となる

お客様の困りごと

手分析によるコスト・スキル・時間がかかる

ケミカルフィルタの適切な交換時期が知りたい

電子部品の金型の腐食

製造装置のレンズミラー曇り

酸化膜耐圧性の低下

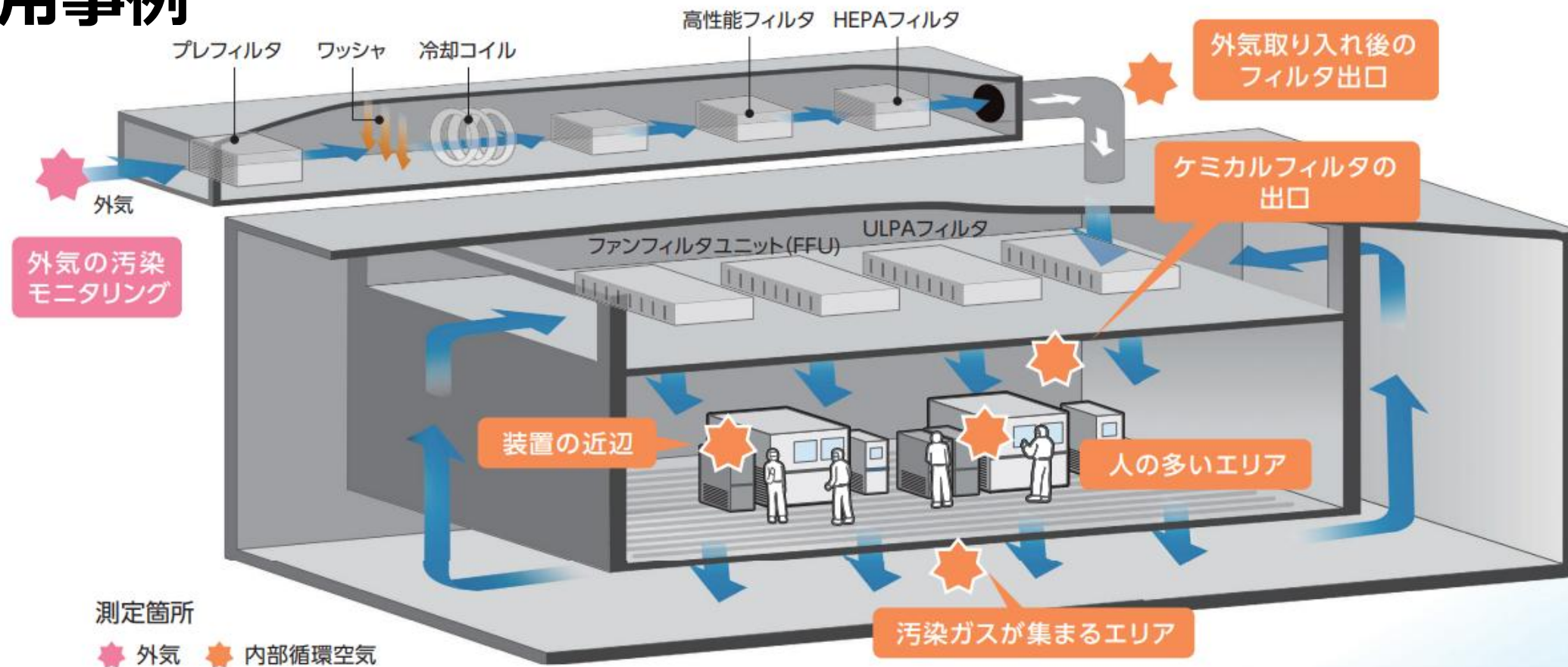
エッチング不良

薄膜の成長不良
(結晶中の欠陥発生)



クリーンルーム内の分子状汚染物質監視

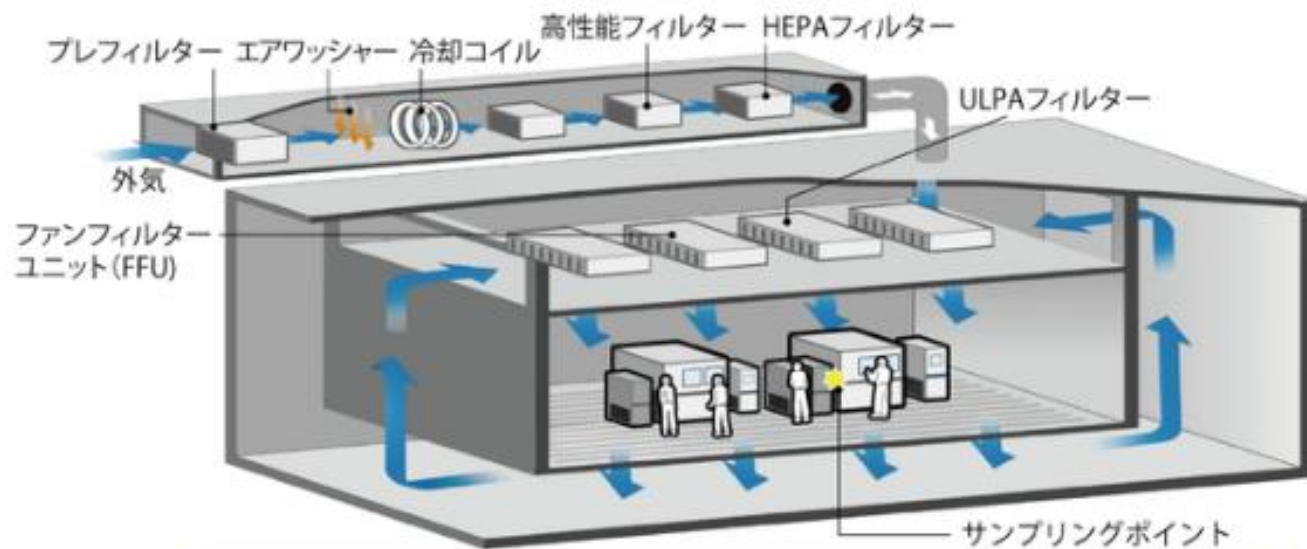
運用事例



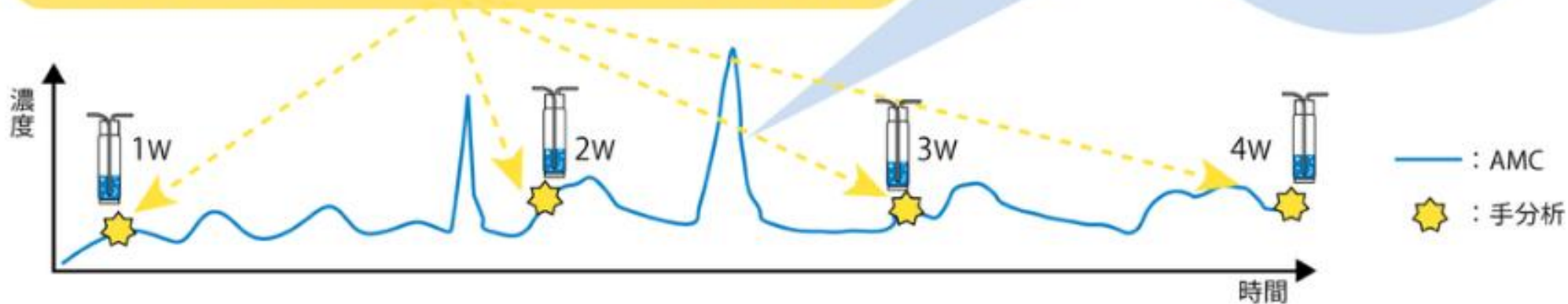
AMCの流入・発生要因

- 外気状態の変動
- 作業者人数の増加
- オーバーホール時の装置からのリーク

クリーンルーム内の分子状汚染物質監視



週一回の手分析の場合：測定間の急な変化を捉えきれませんでした。



AMCモニタリングシステムによる連続測定の場合

細かな日々の変動までキャッチできます！

医薬品の造粒工程のNO_x計測

背景・課題

近年国内外において、サルタン系医薬品、ラニチジン、ニザチジン等の医薬品から、発がん性物質であるニトロソアミン類が検出され、厚生労働省、欧州薬品庁(EMA)やFDAは、医薬品中のニトロソアミン類の混入を低減・管理するために、製造販売業者に対し混入リスクに関する自主点検を行うよう通知しています。ニトロソアミン類混入の原因として、現在大気中のNO_xが造粒時の熱風に混入していることが原因と考えられています。

- ▶ ppbオーダーで測定したい。
- ▶ 連続的に測定したい。
- ▶ 造粒機の入口、出口で測定したい。



▶ ppbオーダーでNO_x濃度を連続モニタリング

測定原理は化学発光法 (CLA)を採用
NO_xを長期安定的に計測
測定濃度レンジ (0~0.1/ 0.2/ 0.5/ 1.0/ 2.0/ 5.0/ 10/ 20 ppm)

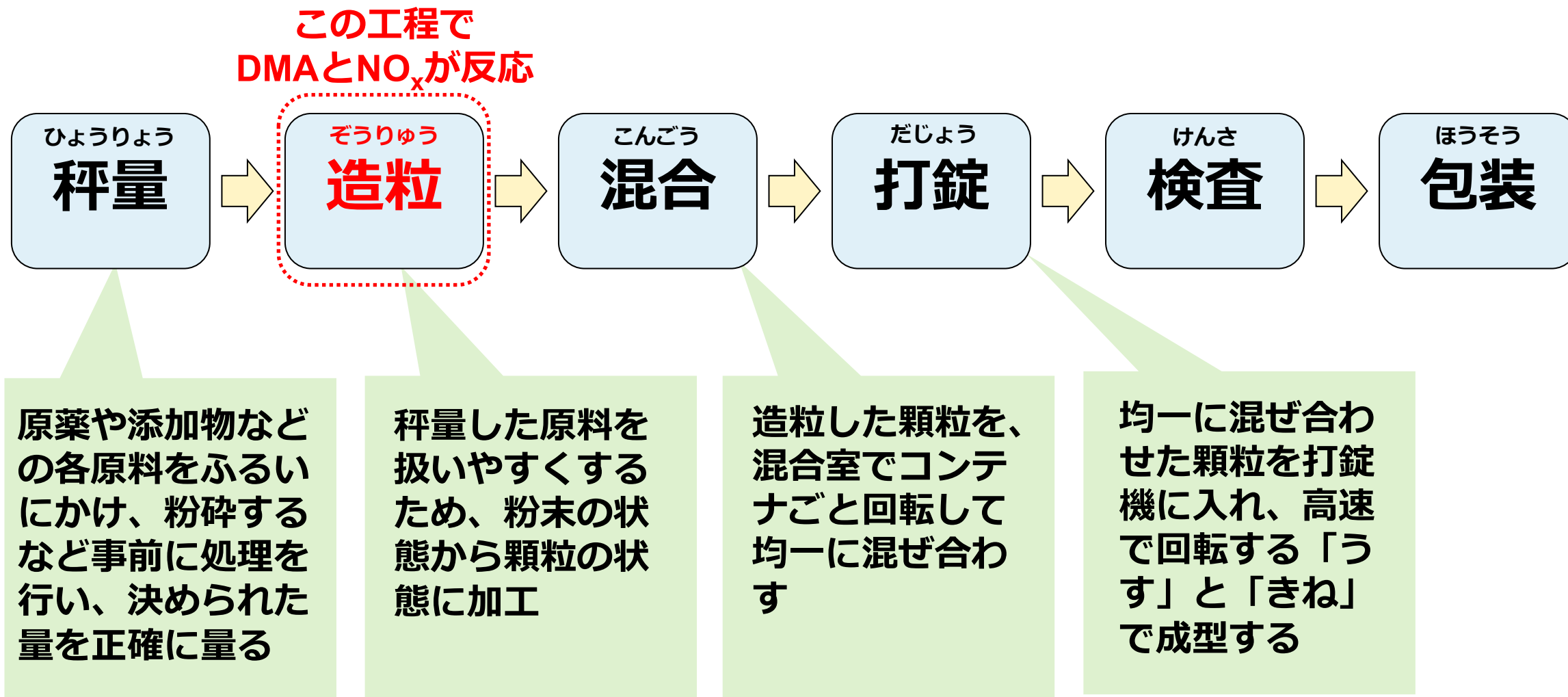
▶ NO_xだけでなくNO₂やNOも同時に高精度に計測

NO_xとNOラインを高速に切り替え、NO_x、NO₂、NOを同時に測定

▶ クリーンな排気で環境負荷低減

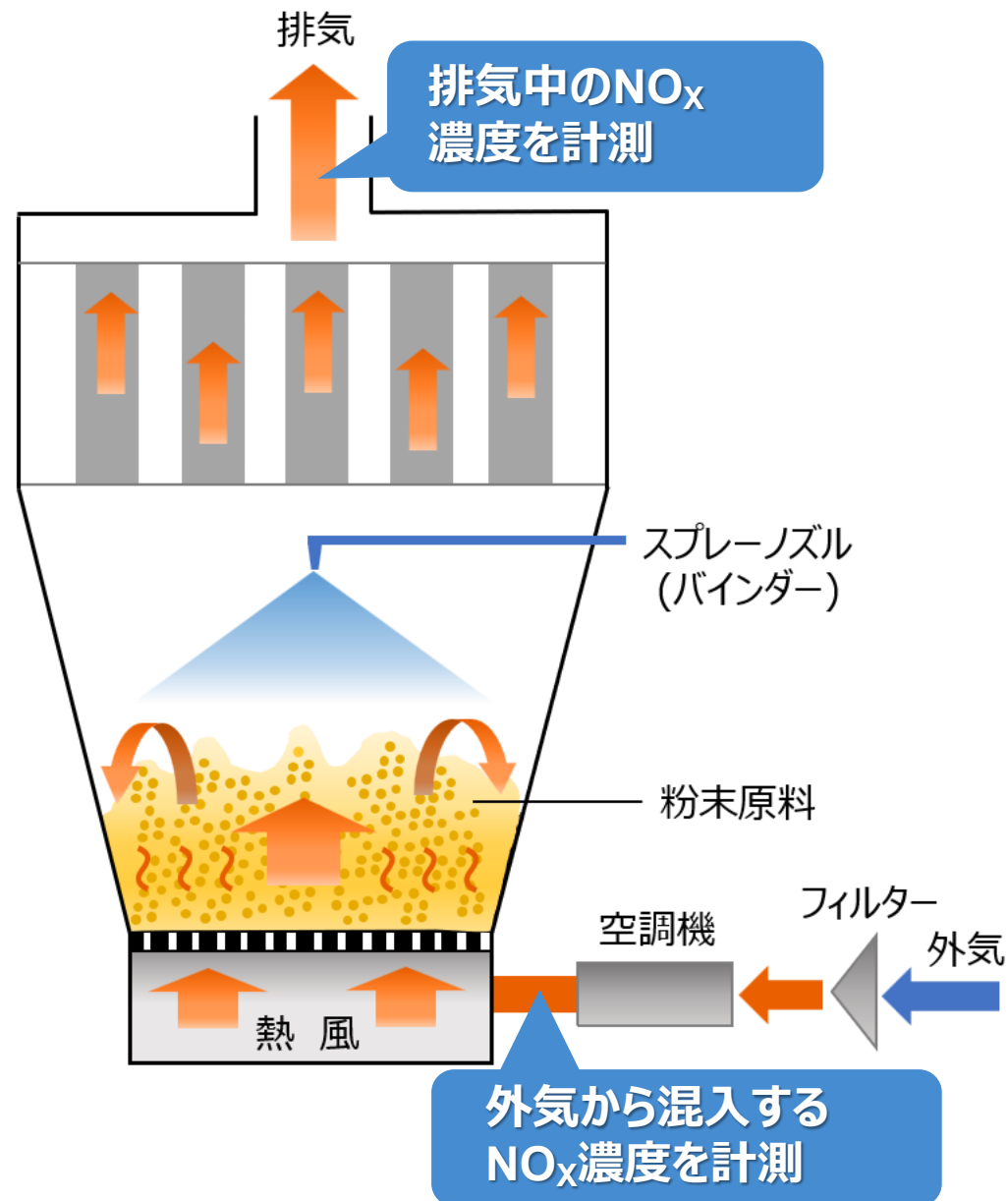
NO_x計測に必要な装置内蔵のオゾン発生器にUVランプを使用

医薬品の造粒工程のNO_x計測



医薬品の造粒工程のNO_x計測

- 空調機により温湿度が調節された空気を流動層内に鉛直上向きに流し、その気流によって流動層(粉体の流動)が形成される。
- 造粒操作では、スプレー装置により粉体に結合液を噴霧して、凝集・乾燥・結合による造粒操作を行う。



センサの基準器、浄化フィルター性能評価

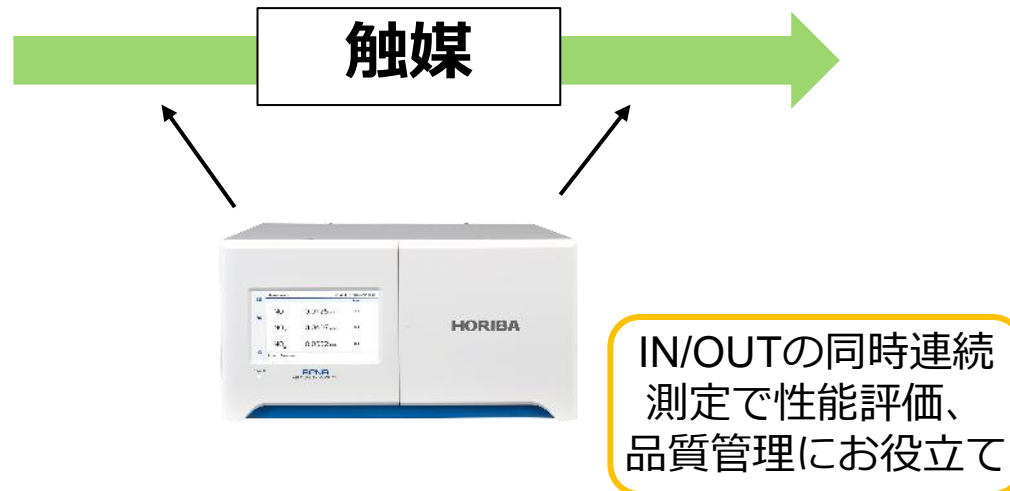
➤ センサの基準器として

においセンサや検知器の基準器として性能評価や製品開発にお役立ていただきます

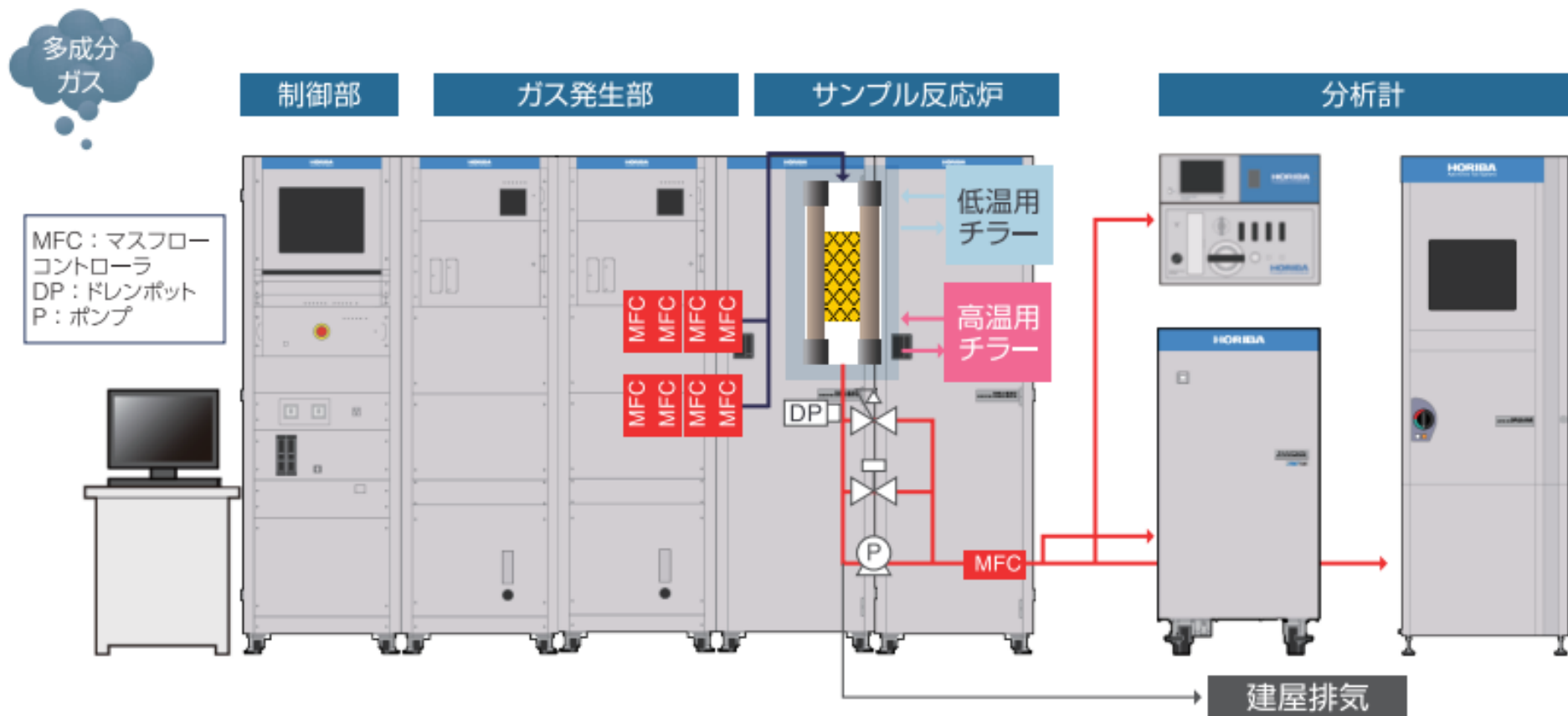
※においの元となるガス成分例：硫黄系(SO_2 , H_2S)、アンモニア、全炭化水素など

➤ ケミカルフィルタ、分離膜、触媒などの性能評価

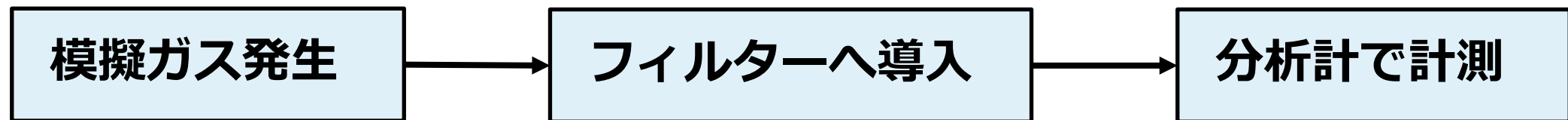
供試体のガス入口/出口濃度を連続測定することで、性能評価や触媒劣化の変化点等を確認可能



浄化フィルターの性能評価装置例



触媒評価システム構成例



模擬ガス濃度、フィルターの温度・湿度・圧力など変化させて評価

目次

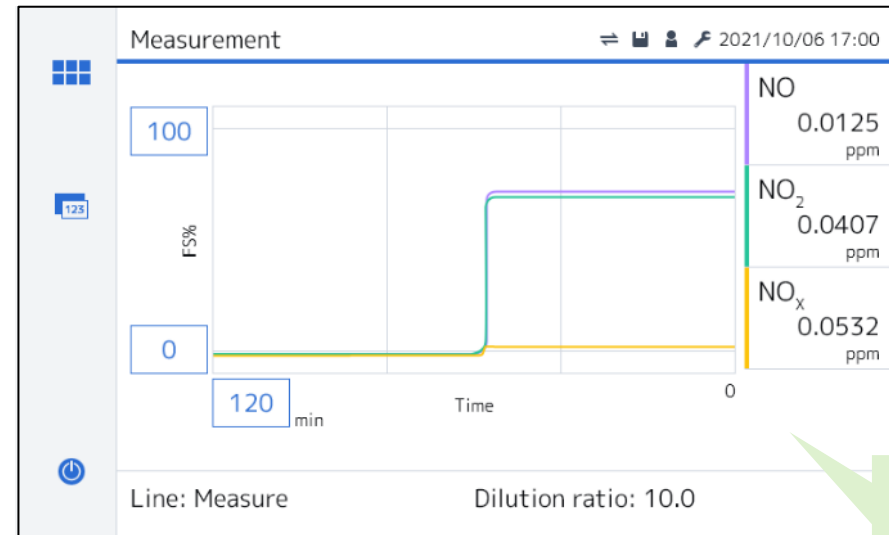
- ガスとは？
- HORIBAのガス分析計について
- 微量ガス分析計 AP-380シリーズの紹介
- ガス計測の事例紹介
- **便利な機能**
- さいごに

リモートオペレーション機能



VNC機能を用い、
PC・タブレット・スマホにより
LCD画面と同等の操作が可能

*AP自体は無線機能非搭載。外付けで有線LAN⇒無線LAN変換必要

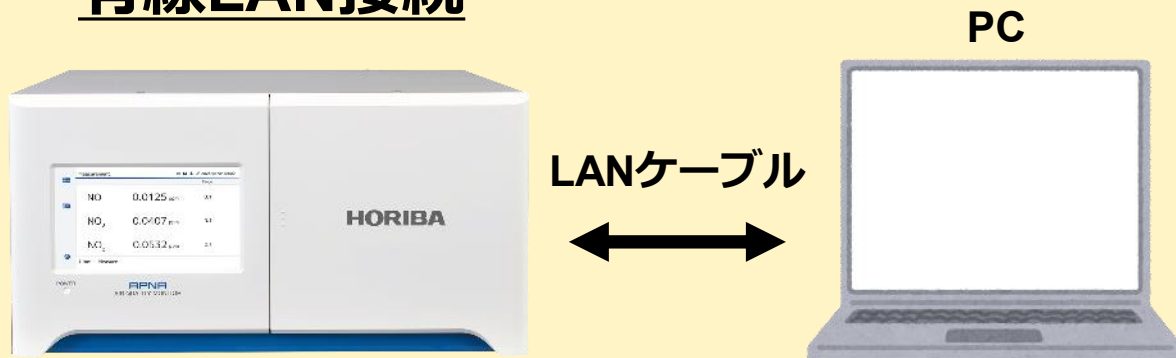


**トレンドフラフ
機能も搭載**

- スマホのアプリのような画面デザイン

リモートオペレーション機能

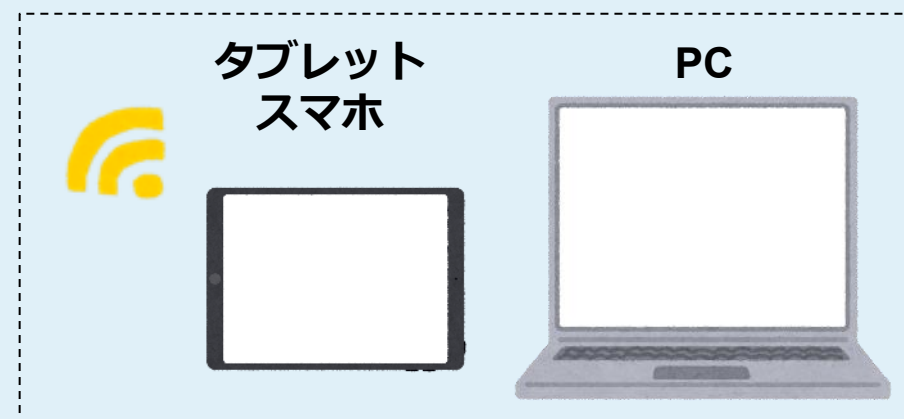
有線LAN接続



無線LAN接続



遠隔地



VNC クライアントソフトウェアを使用し、
AP-380 の GUI インターフェイスへのリモートアクセスが可能

目次

- ガスとは？
- HORIBAのガス分析計について
- 微量ガス分析計 AP-380シリーズの紹介
- ガス計測の事例紹介
- 便利な機能
- さいごに

さいごに



「低濃度(ppb~ppm)のガス」を
「連続測定」 したいご要望あれば、
我々にお任せください

Omoshiro-okashiku
Joy and Fun

おもしろ可笑

THANK YOU

Terima kasih 谢谢
Gracias
Tack ska du ha
Danke
Grazie
Σας ευχαριστώ πάρα πολύ
धन्यवाद
شُكْرًا
ขอบคุณครับ
Большое спасибо
Cảm ơn
감사합니다
Dziękuję
Obbrigado
Merci
ありがとうございました