

### 第3章 大気特論

< 色々なバーナー形式 >

< 灯油 >

種類	名前	引火点	留出温度	硫黄分
灯油	1号	40	270	0.008
	2号	40	300	0.50

1,2号の違いは色と硫黄分位

< 重油 >

種類	名前	引火点	動粘度 (50 )	流動点	硫黄分
1種 (A重油)	1号	60	20	5	0.5%
	2号		mm <sup>2</sup> /s		2.0
2種 (B重油)	1号	70	50	10	3.0
	2号		250		3.5
3種 (C重油)	2号	3号	400		
	3号		1000		

< その他燃焼法 >

名前	内容
コージェネ	1つのエネルギー源から2つ以上の2次エネルギーを得る方法で、動力稼働時の排熱を回収し有効利用。熱効率は42%、80%以上
リージェネ	排熱回収率が75~80%の省エネ技術。連続加熱炉で30%、熱処理炉で56%、溶解炉で30%の省エネ実績
F DI	燃料と空気をそれぞれ高速噴射し炉内ガスの再循環による緩慢燃焼でサーマルNoxを90%も大幅低減

燃料	形式	燃料範囲 量/hr	油量調節範囲	火炎形状	用途
油 噴霧 燃焼	油圧式	30~3000	非戻り油形1:1.5 戻り油形は1:3	・広角 ・比較的短い	・負荷変動の少ない発電用、船用、その他大型ボイラー
	回転式	5~1000	1:5	・比較的広角 ・長さは空気比で変化	・負荷変動のある中・小型ボイラー
	高圧気流式	2~2000	1:10 最大	・狭角で長炎 ・内部混合型はやわらかい炎	・製鋼用平炉、連続加熱炉、ガラス溶融炉、セメントキルン他均一加熱の必要な高温加熱炉
	低圧空気式	2~200	1:8 2位	・比較的狭角 ・長さも短い	・小型加熱炉、熱処理炉、他の小規模の加熱装置
ガス	部分予混合、完全予混合、拡散燃焼。拡散は輝度の高い炎で均一加熱に適している				

燃料	形式	特徴	長所/短所
石炭など	微粉炭燃焼	・74μmが80%程度の石炭粉 ・ガス流速は10~15m/s程度	長 多くの種類の石炭が使用可 燃焼性が良く過剰空気が少ない(Nox対策) 着火、消火が容易で負荷変動に強い 短 微粉炭製造費用が高い 灰が全部燃焼室から煙突に排出
	流動層燃焼	・水平多孔板上に1-5mm粗粒炭を入れ底部から空気を入れ流動させて燃焼 ・ガス流速は1-2m/s	長 石灰石を入れれば容易に脱硫も出来る 空気比、燃焼温度(8~900 )の制御容易でNoxや灰の溶融抑制効果がある 燃焼性が良く多種の石炭が使用可能 ボイラー構造も小さく比較的安価
	循環流動層燃焼	ガス流速を上げ(4~8m/s)滞留時間を長くし、未燃粒子は高温サイクロンで捕集し燃焼室に戻る方式で、大型化が可能となった。	
	加圧流動層燃焼	気泡型ボイラーで850 +6~20気圧で燃焼。排ガスをタービンを駆動させる効率の高い複合サイクル発電が可能。脱硫率も高い。	
	ティール機関	サーマルNoxが主。燃焼は第一期あり、Noxは高温の期で発生。ばいじんは酸素不足で発生する微粒子の気相析出と粒子系の大きい残炭型。	
	ガスタービン	サーマルNoxが主。空気比を大きくし燃焼室温度を下げるとNoxは低下する。ばいじんは酸素不足で発生する0.01~1μmの微粒子が主体	

< 排煙脱硫プロセスの一覧 >

形式	プロセス名	方法	吸収剤	副生物	特徴
湿式	石灰スラリー吸収法	石灰石スラリーにSO2を吸収させ石膏にする	石灰石(CaCO3) 消石灰(Ca(OH)2)、ドロマイト	回収:石膏(CaSO4) 廃棄:亜硫酸Caスラッジ	・石膏を回収する場合はpH4で空気酸化する ・スケールが出来やすい
	水酸化Mgスラリー吸収法	水酸化MgスラリーにSO2を吸収させMgSO3にするがCODが高いので放流時は空気酸化が必要	水酸化Mg 海水から作るの で安いし、スケール生成しない ので設備も楽。	回収:石膏、SO2 廃棄:硫酸Mg	・pHが高いとMgSO3の結晶が析出するので、pH5.5~6でSO2を吸収する ・河川放流時はCODが高いので空気酸化する ・MgOHは難水溶性、MgSO4は水に良く解ける
	アルカリ溶液吸収法	pH6程度でSO2を吸収	水酸化Na、亜硫酸Na、アンモニア	回収:亜硫酸Na、硫黄/硫酸、硫酸(硫酸アンモニア)	pH>7はアンモニア損失大、<5は反応率低
	ダブルアルカリ法	水酸化Na等のアルカリ液でSO2吸収後、石灰or水酸化Caで吸収液を再生!かつ石膏を作る	炭酸Na、アンモニア、硫酸アルミニウム	回収:石膏	・スケールが生成しにくい が操作が複雑でコストも高いので今は人気がない
	酸化吸収法	・SO2を希硫酸に吸収させて55 で硫酸とする	触媒添加希硫酸	回収:石膏	液/ガス比大で反応率向上、硫酸が濃いと反応率が低い
半乾式	スプレードライヤー法	アルカリ溶液を炉内に噴霧し反応熱で乾燥した粉末状生成物を集塵機で回収する	水酸化Ca、炭酸水素Na、炭酸Na、熱水養生剤	廃棄:亜硫酸Ca、石膏	生石灰と石炭と脱硫反応生成物を熱水中で混合養生したのが高性能吸収剤
	炉内脱硫+水スプレー法	石灰石などを直接炉内に吹き込み、水スプレーで集じん	石灰石	廃棄:亜硫酸Ca、石膏	脱硫率は80%程度も無排水で設備がコンパクト
乾式	炉内・煙道石灰吹き込み法	石灰の直接吹き込み	水酸化Ca、蒸気養生剤	廃棄:亜硫酸Ca、石膏	
	活性炭吸着法	SO2がSO3になり水分と硫酸に	活性炭	回収:硫酸(硫黄、SO2)	吸着硫酸は水洗、水蒸気洗浄で除去

### 第3章 大気特論

#### < NOx抑制対策 >

方法		フューエル	サーマル	内容
運転条件	燃料転換			低窒素の燃料を使用
	低空気比			低酸素時はさすが出やすい、効果小
	燃焼率負荷低減			炉能力やボイラー出力低下で非現実的
	空気余熱温度低下			炉能力やボイラー出力低下で非現実的
装置	2段燃焼			1段目で空気比0.8~0.9、2段目で不足分の空気を補給し急激な燃焼と火炎温度上昇を防止。
	濃淡燃焼			燃焼過剰と空気過剰の複数バーナーを使用し完全燃焼
	排ガス循環			排ガスを燃焼空気に取り入れ酸素濃度を下げ燃焼速度と温度を低下
	水蒸気or水吹き			燃焼中に水or水蒸気を吹き込む
	エマルジョン			水と油を予混合し燃焼する。原理は、 ・水滴蒸発熱で燃焼温度が低下、さらに蒸発時に油が微細に霧化しより低空気比で燃焼が可能 ・水滴が油中で均一分散し火炎表面に局所高温部が生じにくい
低NOxバーナー	急速燃焼型			混合促進型で、燃料と空気を直角に混合させ、頂角の大きい円錐状の薄い火炎を形成。熱放射を大きくして火炎温度の低下と高温滞留時間を短縮
	緩慢燃焼型			燃焼域拡大と酸素濃度低下により火炎温度低減
	分割火炎型			火炎を分割し炎表面積を拡大し火炎温度を低減。火炎長短くすすも少ない。
	自己再循環型			排ガスの一部を燃焼空気に混合し酸素濃度を下げる。2段燃焼を併用すればフューエルNoxにも効果あり。
	段階的燃焼型			バーナー内に2段燃焼の原理を組み込んで低酸素濃度燃焼を行う。微粉炭燃焼バーナーは大半がこのタイプ。
裏技	炉内脱硝			炭化水素、石炭のNOx還元効果を利用。燃焼を3段階に分け、で通常燃焼で石炭のみ供給するとNOxが還元され、で の石炭を完全燃焼

#### < 排煙脱硝技術 >

形式	プロセス名	方法	使用剤	特徴
乾式	アンモニア接触還元法	NO + 酸素 + NH3 = N2ガスと水に還元する。触媒を使用する 触媒寿命: 石炭ボイラーで6年、石油で8年、ガスなら10年	使用材料: アンモニアと尿素 使用触媒: TiO2担体 V2O5活性体 ただしV2O5によりSO2がSO3になりNH3と反応し付着性のNH4HSO4になるためV2O5を減らしWO3、MoO3を加える	ボイラーからごみ焼却炉まで全脱硝装置の90%を占める。空塔速度5000/hr、NH3/NO比0.85で80%の脱硝率
	無触媒還元法	アンモニアを還元剤として排ガス中に吹き込み気相無触媒でNOxを還元させる	アンモニアと尿素。 1000 が最高脱硝率!	石油加熱炉、焼却炉に採用実績あるが脱硝率が低く、未反応還元剤も多く不人気
	活性炭法	活性炭によりSO2は吸着、NOxはその触媒効果+アンモニアで窒素に還元	アンモニアと活性炭	ボイラー、焼却炉等に数基採用。事業用流動層ボイラーの同時脱硫・脱硝装置にて実用化
湿式	酸化還元法	NOをO <sub>3</sub> or 2酸化塩素で酸化し、亜硫酸Na溶液に吸収	オゾン、二酸化塩素、亜硫酸Na	比較的小型のボイラーに数基採用。酸化剤のオゾン等が高価で大型化は無理

#### < その他燃焼法 >

名前	内容
コージェネ	1つのエネルギー源から2つ以上の2次エネルギーを得る方法で、動力稼働時の排熱を回収し有効利用。熱効率は42% 80%以上
リジェネ	排熱回収率が75~80%!の省エネ技術。連続加熱炉で30%、熱処理炉で56%、溶解炉で30%の省エネ実績
FDI	燃料と空気をそれぞれ高速噴射し炉内ガスの再循環による緩慢燃焼でサーマルNOxを90%も大幅低減

#### 低Nox技術の利用例

設備	特徴
大型ボイラー	低Noxバーナー、2段燃焼と排ガス再循環燃焼
小型ボイラー	低Noxバーナー、最近では水+蒸気とエマルジョンも増加
金属加熱炉	低Noxバーナー、低空気比、多段燃焼、排ガス再循環、水蒸気な
石油加熱炉	低Noxバーナー、水+蒸気も人気
焼結炉	粉コークス燃焼改善、排煙脱硝装置の焼結炉もあり70~90%の脱硝率
コークス炉	低NOxバーナーは使用困難、燃焼Cガスの脱窒
セメント	低Noxバーナー、低空気比(新炉は燃焼温度低でNox少ない)

### 第3章 大気特論 - 分析特論

#### <大気特論 分析測定技術>

種類	元素	分析方法	特徴
ガス	一般成分	ガスクロマトグラフ	キャリアーガスには窒素、ヘリウムを使用。カラムには合成ゼライト、ポリマービーズなど
	全硫黄	過塩素酸Ba沈殿滴定法	ジメチルスルホキシド 吸光光度法
	硫化水素	メチルブルー-吸光光度法	ヨウ素滴定法 酢酸鉛試験紙法
	アンモニア	インドフェノール吸光光度法	中和滴定法 硝酸銀 硝酸Mn試験紙法
	ナフタレン	ガスクロマトグラフ	
	水分	吸収秤量法	露点法
発熱量	ユンカース式水形熱量計	燃焼熱を流水に吸収させ水温差から総発熱量(高発熱量、水分凝集熱込み)を求める。	

種類	元素	分析方法	適用例	測定範囲	特徴	妨害物質
液体	硫黄分	酸水素炎燃焼式ジメチルスルホキシド 滴定法	自動車ガソリン、灯油、軽油	1~10,000ppm	紫色 緑青色で滴定は終了	ハロゲン、Ca、リチウム、鉛
		微量電流滴定法		1~1000ppm	電気を測定	塩素、窒素(アジ化Na添加で防止)、臭素
		燃焼管式空気法	原油、軽油、重油	0.01wt%	950 で燃焼しSOxを硫酸にする	不溶性硫酸塩金属(Ca,Ba)、燃焼時酸生成物質(P、窒素、塩素)
		放射線式励起法		0.01~5% 高	試料のC/H比影響あり	アルキル鉛のような重金属
		ポンベ式質量法		0.1wt%	未燃試料、すす在り時は再試	鉛、Ca(希硫酸不要で硫酸Baと共沈)
	紫外線蛍光法	自動車ガソリン、灯油、軽油	3~500ppm	紫外線でSO2を励起	ハロゲン類	
	波長分散蛍光X線		5~500ppm		酸素<2.7%	
	窒素	マクロケルダール(中和滴定)	潤滑油、重油	0.03~0.10% 0.01~2.0%	この規格の基本！試料分解時間が長い(分解10hr+蒸留1hr+滴定20分)	窒素 窒素結合、および窒素 酸素結合を含む添加剤入り試料
		微量電流滴定法(電量滴定)	ナフサ、灯油、軽油、原油、重油	2% 0.01%	1試料当り5~10分で試験が出来る！機器分析に比べてとにかく速い！	窒素 窒素結合を多く含む試料
		化学発光法(化学発光)	ナフサ、灯油、軽油、原油、重油	1% 0.01%	1試料当り5~10分で試験が出来る！微量電気法に比べ機器の保守管理が容易	窒素 窒素結合化合物を含む試料

種類	元素	分析方法	適用例	測定範囲	特徴
固体 石炭	水分	空气中乾燥減量測定法	高石炭化度石炭	107 x1hr での減量	
		ヘリウム気流乾燥減量測定法	低石炭化度石炭	ヘリウム中で107 x1hr での減量	
		窒素気流乾燥減量測定法	高石炭化度石炭	107 で質量が一定になるまで保持。	
		共沸蒸留法	標準法	トルエンorキシレンと共に還流蒸留装置で蒸留した際の留出水分量	
	灰分	空气中で815 で加熱・灰化し試料に対する%で表す			
	揮発分	900 で7分間、空気を遮断して加熱し求めた減量から水分を差し引く			
	炭素と水素	リービッヒ法	いずれも燃焼してCO2と水分にし吸収管に吸収する。CO2は水酸化Naとクイ酸Mgで吸収。水分は過塩素酸Mgを使用する(ハロゲン、SOX、NOXは測定誤差)		800 燃焼、精度、時間×(長い)
		シェフィールド高温法			1350 燃焼、精度、時間(短い)
	全硫黄	エシュカ法	試料とエシュカ合剤を混合燃焼しS分を硫酸Baの沈殿にし定量する。エシュカ合剤とは燃焼促進作用と硫黄を硫酸塩に固定する作用があり、MgOと無水炭酸Naを2:1で混合したもの		硫酸Baとろ紙を600 以上で熱すると炭素で還元されて硫化Baになるため最初はろ紙を低温で灰化する
		高温燃焼法	試料を酸素中で1350 で燃焼しSOXを過酸化水素で捕集し硫酸に酸化し、水酸化Naで滴定。指示薬はメチルブルーとメチルレッドで赤紫 無色で終点		測定時間が短いことが特徴
全窒素	セミマイクロケルダール	試料+分解剤で硫酸アンモニアに分解し、水蒸気蒸留後、硫酸溶液で滴定し定量。指示薬はメチルブルーとメチルレッド 緑から無色になったら終点。		分解剤の量が多い、急激過熱など	
発熱量	燃研式B形熱量計or燃研式自動熱量計	水の入った熱容量既知の内筒内で燃焼させ水温の上昇から総発熱量(高発熱量)を求める。			

#### <窒素酸化物の化学分析>

名称	酸化剤	吸収液	定量範囲	検量線	方法	外乱要因
亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン吸光度法(Zn-NEDA)	オゾン	硫酸	1~250ppm	硝酸カリウム	NOxを酸化させ硝酸にし亜鉛粉末で亜硝酸にしナフチルエチレンジアミンを加え発色後、吸光する	-
ナフチルエチレンジアミン法(NEDA)	-	アルカリ性過酸化水素 ぎ酸Na	3~1200ppm	-	NOxを亜硝酸イオンにしナフチルエチレンジアミンを加え発色させ吸光度を測定	サルツマンだけNO2で他はNOX
イオンクロマトグラフ	オゾン 酸素	硫酸・過酸化水素水(1+99)	4~7000ppm	-	おなじみイオンクロマト。SOXは高濃度の硫化物に弱いNOXは外乱無し	
フェノールジスルホン酸吸光度法(PDS法)	オゾン 酸素	硫酸・過酸化水素水(1+99)	10~4200ppm	硝酸カリウム	NOxを酸化させ硝酸イオンにしフェノールジスルホン酸を加え発色後、吸光する	多量のハロゲン化合物
サルツマン吸光度法	-	吸収発色剤	5~200ppm	亜硝酸ナトリウム	NO2を吸収発色剤スルファニル酸 - ナフチルエチレンジアミン酢酸溶液で発色し吸光サルツマン係数とはNO2の亜硝酸イオンへの転換係数	多量のNO

#### <窒素酸化物の自動分析>

名称	測定対象	コンバーター	方法	外乱要因
化学発光方式	NO NOx <sup>1)</sup>	要	・NO + オゾン = NO2で発生する化学発光の強度がNO濃度に比例 ・なのでNO2はコンバーターでNOにしてから測定する	CO2はだめ。CO2は励起エネルギーを奪う性質(クエンチング現象)があり魚の影響
赤外線吸収方式	NO NOx <sup>1)</sup>	要	・NOの5.3μm付近の赤外線吸収量を測定し定量。 ・これもNOを測定するので、NO2はコンバーターでNOに変換してから測定する	H2O、CO2、SO2、炭化水素(水分と二酸化炭素は吸収波長が重なる)
紫外線吸収方式	NO、NO2 NOx <sup>2)</sup>	-	紫外線領域の吸収波長を測定し定量する。NO2はSO2と波長が重ならないが、NOは一部重なるので計算で除外	SO2、炭化水素は×
差分光吸収方式	NO、NO2 NOx <sup>2)</sup>	-	1)NoxはあらかじめNO2をNOに変換して求める 2)Nox量はNO + NO2で求める	SO2、炭化水素は×

### 第3章 大気特論 - 分析特論

#### <ガス分析法 各種>

元素	分析方法	方法	特徴	苦手なもの
CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub> CO	オルザット分析装置	CO <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> 、COを吸収液によって吸収しその体積減量から各成分を算定する。吸収液はCO <sub>2</sub> :水酸化カリウム、O <sub>2</sub> :水酸化カリウム+ヨカリウム、CO:塩化アンモニア+塩化銅+アンモニア水	得られるガス組成は乾きガスで、体積分率である ガス吸収順序はCO <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> 、COである(O <sub>2</sub> 吸収液はCO <sub>2</sub> を吸収する) 各吸収液1mlに、CO <sub>2</sub> は40ml、O <sub>2</sub> は5ml、COは10ml溶解する 水準には22%食塩水、またO <sub>2</sub> 吸収能は15以下で低下する	特に無し
	ヘンベル分析装置	オルザットと同じ吸収液と原理を使用		
O <sub>2</sub>	磁気式酸素計	<b>常磁性体であるO<sub>2</sub>分子</b> が磁界内で磁化された際に生じる吸引力を利用してO <sub>2</sub> 濃度を連続的に求める。全部で2タイプ(磁気風式、磁気力式)、3種類在る。	a)磁気風式 磁界内O <sub>2</sub> 分子が加熱され磁性を失うことにより生じる磁気風の強さを熱線素子によって測定 b)磁気力 ダンベル型 タンベルとO <sub>2</sub> との磁化強度差で生じるタンベル偏位置を反射光で測定 c)磁気力 - 圧力検出型 断続磁界内でO <sub>2</sub> 分子に働く吸引力を磁界内に流入する補助ガスの背圧変化量で測定	磁気式はNOに弱い
	電気化学式酸素計	O <sub>2</sub> の電気化学的酸化還元反応を利用してO <sub>2</sub> 濃度を連続的に求める。ジルコニア方式と電極方式の2タイプが存在する。	a)ジルコニア方式 高温ジルコニア素子に試料ガスと基準ガスを流し起電力からO <sub>2</sub> 濃度を測定 b)電極方式 ガス透過性隔膜を通して電解槽中に拡散吸収されたO <sub>2</sub> が電極表面上で還元される際に生じる電解電流を測定する。外部から還元電位を与える定電位型orポラログラフ型と、ガルバニ電池を構成するガルバニ型。	a)ジルコニア方式 可燃性ガス(CO、メタンなど 酸素と高温で反応) ジルコニア腐食ガス SO <sub>2</sub> など b)電極方式 酸化還元反応 - SO <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> など
CO <sub>2</sub>	電気式CO <sub>2</sub> 計	<b>CO<sub>2</sub>の熱伝導率が空気に比べ非常に小さい</b> ことを利用(空気100ならCO <sub>2</sub> が59、H <sub>2</sub> は712)	試料ガスと空気の入った室内の白金線に電流を流し白金線の温度差をホイートストンブリッジで抵抗を測定する	水素は空気に比べ熱伝導率が非常に大きいので少量でも指示値低下
	赤外線吸収式	CO <sub>2</sub> の赤外線領域における特定波長の光吸収を利用しCO <sub>2</sub> を分析	H <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> 等の同一原子の2分子ガスを除き、CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> などほとんど全てのガスは赤外線に対して固有の吸収波長帯を持っている	他の共存物質、特にH <sub>2</sub> O、NO <sub>2</sub> は同じ波長を吸収する
CO	ガスクロマトグラフ	検出器は熱伝導検出器、またはメタン化反応装置及び水素炎イオン化検出器を使用		
	検知管	検知剤をつめたCO検知管に試料を通し、その着色を利用して測定		NO <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、CO <sub>2</sub> は赤外線の吸収波長が近いのでお互いが干渉しあう。
	赤外線吸収式	COの赤外線領域における特定波長の光吸収を利用しCOを分析		
	定電位電解	ガス透過性隔膜を通して電解槽中に拡散吸収されたCOが電極表面上で酸化される際に生じる電解電流を測定する。		炭化水素、SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 、硫化水素など

#### <硫酸酸化物の化学分析方法>

名称	方法	定量範囲	特徴	外乱要因
イオンクロマト	SO <sub>2</sub> を過酸化水素に吸収し硫酸IONを測定	0.5 ~ 290 ppm	吸収液は過酸化水素、標準液は硫酸Naか硫酸Ka。塩化水素、NO <sub>x</sub> の同時分析も可能	硫化物などの高濃度還元性ガス
沈殿滴定(アルゼソナ)	SO <sub>2</sub> を過酸化水素に吸収し2-プロパノールと酢酸を加え、アルゼソナ 指示薬と酢酸Baで滴定	140 ~ 700 ppm	酢酸で滴定反応(弱酸性で進む)の進行とCO <sub>2</sub> による炭酸Baの生成を防止する	特に無し
中和滴定	SO <sub>2</sub> を過酸化水素に吸収しメチルレッドとメチルブルー指示薬と水酸化Naで滴定	70 ~ 2800 ppm	硫酸酸化物の化学分析は、硫酸酸化物を過酸化水素で吸収が基本	酸性ガス、アンモニア
比濁(光散乱)法	SO <sub>2</sub> を過酸化水素に吸収しグリセリンと塩化Naを加え、さらに塩化Baを入れると硫酸Baで白濁、その吸光度を測定	5 ~ 300 ppm		他の懸濁物質
沈殿滴定(トリオン)	SO <sub>2</sub> を過酸化水素に吸収しpH3.5に調整しトリオン指示薬と過塩素酸Baで滴定	30 ~ 5100 mg/m <sup>3</sup>	この分析だけ質量換算!	SO <sub>3</sub> 、揮発性硫酸塩、陰イオン、多価金属陽イオンの揮発性の塩が高濃度にあると

#### <硫酸酸化物の自動分析方法>

計測器	方法	定量範囲	特徴	外乱要因
溶液導電率	SO <sub>2</sub> を吸収し硫酸にし硫酸濃度と導電率の関係からSO <sub>2</sub> を求める、やはり硫酸酸性過酸化水素を使う。	0 ~ 25 or 0 ~ 3000 ppm	・反応時間15分で最も長い、他は4分程度 NH <sub>3</sub> は負、その他は正のバラツキ	CO <sub>2</sub> 、アンモニア、塩化水素、NO <sub>2</sub>
赤外線吸収	SO <sub>2</sub> の7.3 μmの赤外線吸収量の変化を測定。 <b>排ガス流量の影響を受けず測定でき保守管理が容易!</b>		・共存ガス対策として、光学フィルターや補償用検出器がある	水分、NO <sub>2</sub> 、炭化水素、CO <sub>2</sub>
紫外線吸収	SO <sub>2</sub> の280 ~ 320nm付近における紫外線の吸収量の変化を光電的に測定する		・SO <sub>2</sub> とNO <sub>2</sub> は吸収帯が一部重なるが、H <sub>2</sub> OとCO <sub>2</sub> は重ならないので大丈夫	NO <sub>2</sub> ・・・水とCO <sub>2</sub> の影響が無いのが利点
紫外線蛍光	SO <sub>2</sub> に紫外線を当ててSO <sub>2</sub> を励起し発光した蛍光を測定する		・炭化水素は蛍光を発するので×	炭化水素
干渉分光	干渉光を試料に当てて各成分の固有波長吸収特性に応じて光が吸収され検出		・多成分の同時測定、高感度測定が可能!	水分、CO <sub>2</sub> 、炭化水素