



# FT-IR ガス分析ソリューションカタログ

# FT-IRガスアナライザーの概要

FT-IRとは、Fourier transform infraredの略で、赤外分光法と呼ばれる一般的な分析手法です。赤外領域の光を気体試料に照射すると赤外線の波長の一部は試料に吸収されます。その結果得られる赤外スペクトルは、分子の吸収を表し、吸収ピークは、物質を構成する原子の結合の振動数に対応しています。化学物質はそれぞれ固有の原子の組み合わせで構成されているため、それぞれの化合物がまったく同じ赤外スペクトルを示すことはありませんので、各ピークの組み合わせから分子の指紋を作成できます。さらに1回のスキャンで多くの周波数を同時に測定ができます。そのため、赤外分光法は定性分析に有用で、その物質がどのような組成を含むかを明確に識別できます。さらに、各ピークの大きさは、存在する物質の量を直接示すため、定量分析の優れたツールになります。

## ガス分析におけるFT-IRの有用性

非破壊検査であり、試料調製がほとんど必要なく、1回の測定で、30種以上のガス成分を同時計測可能です。極めて安定した機器と検量線による精密な測定が可能で、5スキャン/秒の速さで計測値のモニターができます。また、繰り返しのスキャンにより、感度を向上させ、多くの成分においてppbレベルの検出下限に到達します。

## 多成分同時ガス計測

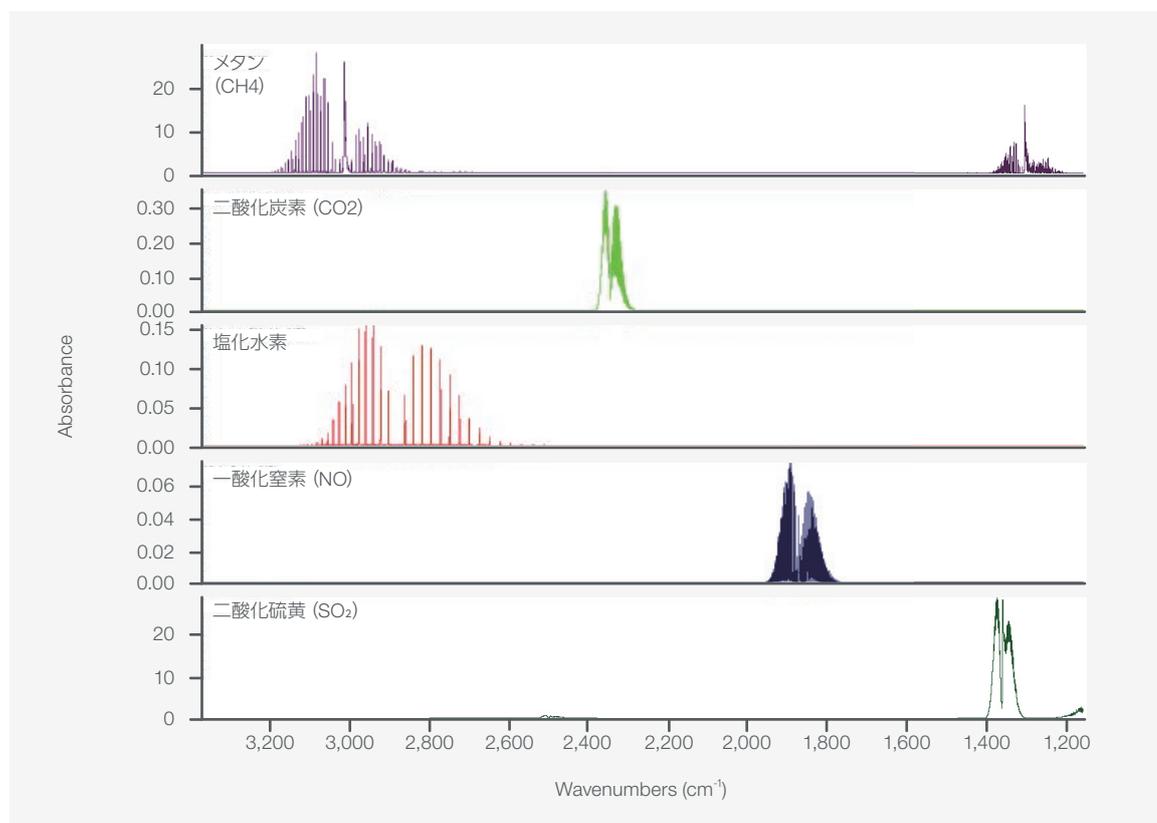


図1. 一般的な気体の赤外スペクトル。フルスペクトルFT-IR分析は、1つのサンプルに含まれる複数の成分をモニターできます。

市販されるほとんどのガス分析用のセンサーは、NO<sub>x</sub>ガス (NO/NO<sub>2</sub>) 用の化学発光 (CL) 検出器のように、対象とする1つか2つのガスにしか感度がありません。一方、FT-IRは、全ての赤外活性のあるガス種を同時に測定できます。

## %からpptまで、幅広いダイナミックレンジを実現

ガスセルの光路長やスペクトル分解能などのガスサンプリングパラメーターを適切に選択することにより、目的濃度のガスを計測できます。例えば、燃焼ガスのFT-IR分析では、CO<sub>2</sub>25%中に含まれる、1 ppmのNO濃度を測定できます。高純度ガスサンプル中の微量汚染物質の検出を、1分未満のサンプリング間隔で達成できます。

## 毎日の再校正が不要

ほとんどのガス分析計は、毎日の分析計の再校正のために、スパンガス (校正用ガス) を用意しておく必要があります。一方、FT-IRの検量線は、再校正を日常的に行わなくても非常に安定しており、正確な結果を保つことができます。これは、新しいバックグラウンド/ゼロ方式により機器ドリフトを補正できるためです。

## 迅速で便利なサンプリング

ガスセル内にガスをサンプリングするだけですぐに測定が可能です。ガスセルを一定の温度と圧力を制御することで、より再現性の高い結果を得ることができます。

ディフューザーやインピンジャー、化学的な誘導体化も不要で、高温で高湿度のガスは「コールドトラップ」を通さずに直接サンプリングするか、または、Tedlar™ バッグに捕集できます。また、ガスセルを清潔に保つために、すすなど汚染物質用の微粒子フィルターを使用することもできます。

FT-IRは、個別のガスサンプルの品質を確認したり、連続フローするガスの濃度をリアルタイムでモニタリングできます（例：連続排ガスモニタリング-CEM）。

ガスクロマトグラフィー（GC）とは異なり、FT-IRは、サンプル濃度の急速な変化を、秒単位で測定できます。計測結果は、容易に自動化に応用することが可能で、産業プロセス制御システムと統合し、O<sub>2</sub>センサーなど、その他の計測器の結果と組み合わせられます。

## ガスセルの選択

FT-IRで利用可能なガスセルは対象となるアプリケーションやガス種、あるいは、目的とするガスの濃度範囲、検出下限、圧力、温度などによって最適な仕様が異なります。

## 濃度範囲例（吸光係数に合わせたガスセル光路長の選択）

5~10 cm >1%

2 m ppmオーダー

6.4 m ppm~ppb

10 m ppbオーダー

## ガスセルのボリューム（mL~L）

- 温度と圧力のコントロール：温調ジャケット、圧力コントロール、マスフローメータ
- Oリング：Viton、Kalrez™（米国デュポン社が開発したエラストマー材料）など
- ガスセルポディ材質：Glass/SUS/アルミニウムなど
- 窓板材質：KBr/ZnSe/BaF<sub>2</sub>
- ガスセル内部のミラー：金ミラー、耐腐食コーティングミラー、ミラーレスなど



## FT-IRガスアナライザーの代表的なアプリケーション

### 高純度バルクガス（N<sub>2</sub>、Ar、He、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>など）

- ガス容器認証試験
- 飲料用CO<sub>2</sub>純度測定（ISBT）

### 環境・自動車

- 自動車排ガス、インドアガスの測定
- 触媒化学反応によるガス副生成物とキネティクスの測定
- エチレンオキシドの測定
- 毒性ガス、腐食性ガスの測定
- HAPs（有害大気汚染物質）、VOCの測定
- 有害大気汚染物質の測定、連続排出量監視（CEMS）
- ホルムアルデヒド、エチレンオキシドのモニタリング

### エネルギー

- 埋め立て地のバイオマス、発酵、嫌気性消化により排出されるガス測定（シロキサンなど）
- 水素ガス中の不純物測定

### 半導体

- 有機フッ素化合物（PFCs）の測定
- エッチングガスや不純物測定
- シロキサンガス、クロロシランガスの測定
- ウエハー洗浄用のバルクCO<sub>2</sub>測定

### 石油化学

- プロセスや除害設備にフローするPFCsの測定
- エチレン中のアセチレンやメチルアセチレンの測定
- エタン中のHClの測定
- C-1からC-5、CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Oの測定
- 炭化水素系ガス、アルコール類、アルデヒド類、芳香族化合物などの測定

### 火災安全科学

- 燃焼物から発生するHClやHFなどの煙毒性ガスの濃度測定
- 電池材料の燃焼ガスの測定

### その他

- その他、飛行士、スキューバタンク、消防士用の酸素や圧縮呼吸用空気の純度の測定

# FT-IRガスアナライザーの測定フロー

FT-IRガスアナライザーの測定フローは下記の通りです。

1. 光源から照射した赤外光は干渉計、アパーチャーを通過し、ガス試料に照射され、検出器で各波長ごとのエネルギー量を計測します。干渉計では、波長校正、ミラー位置制御、データ収集のタイミングを正確に行うために、参照レーザーを使用します。
2. サンプルガスは、赤外透過性の窓材を備えたガスセルに封入され、赤外光をセル内に通過させることができます。ガスセル内部には両端に高反射性の金ミラーがあり、赤外光を複数回反射することにより、光路長を長くすることができます。ガスセルは光路長の違い、ガス種、目的により各種ラインアップがあります。ガスセル内部は再現性のあるサンプリングができるように、温度と圧力が一定になるように制御できます。
3. 測定シグナルはデジタル化され、コンピューターを介してフーリエ変換が行われ、目的の赤外スペクトルが得られます。
4. ガス濃度の計測には、吸収強度の相対的な尺度が必要なため、バックグラウンドのスペクトルを測定する必要があります。バックグラウンドは、機器の応答を「ゼロ」にするために、真空ガスセルを通して、またはガスセル内部をN<sub>2</sub>または他の非吸収ガスで満たした状態で測定します。次に、バックグラウンドまたはゼロガススペクトルをサンプルスペクトルと比較し、各波数における「透過率」を決定します。また、スペクトルに影響を与える装置からのスペクトル歪みやドリフトを補正することもできます。

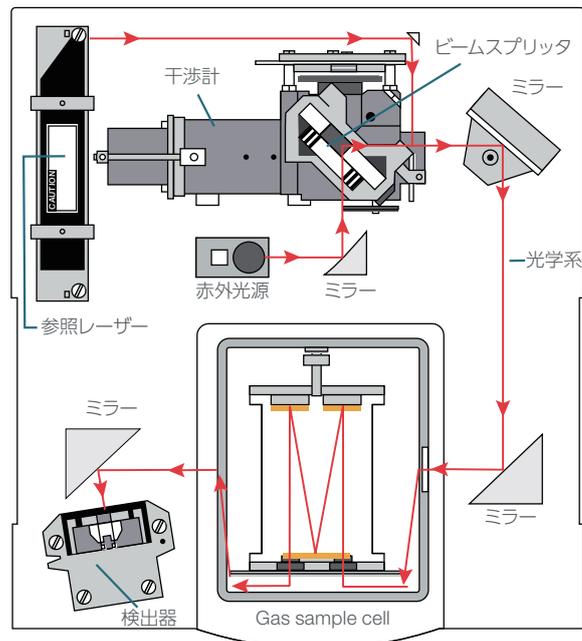


図2. 分光器の典型的なレイアウト

## ガス分析アプリケーションにFT-IRを利用する際の確認事項

確認事項	提案可能なオプション	説明
目的ガス種の種類、濃度範囲/検出限界	測定範囲に合わせて設計されたガスセル光路長、製品の選択	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 cmガスセル (%レベル)</li> <li>2 mガスセル (ppm)</li> <li>10 mガスセル (ppb)</li> </ul>
温度と圧力	温度・圧力コントローラー、加圧ガスセルの選択	燃焼排ガスは、水分や他の化合物の凝縮を防ぐために加熱が必要
サンプル収集のスピード	目的速度に合わせたFT-IR検出器を選択	<ul style="list-style-type: none"> <li>DTGSは1~2分間隔の測定に使用</li> <li>MCTは秒単位での測定に使用</li> </ul>
アウトプット形式	目的に合わせたソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> <li>シングルサンプルスペクトル、ガス濃度</li> <li>濃度 vs 時間トレンドチャート、常時モニタリング</li> </ul>
定量、キャリブレーション	カスタマイズ校正が可能	最適化されたキャリブレーションが必要
他のシステムとの統合	デジタル制御システム (DCS) プログラマブルロジックコントローラー (PLC) のインターフェース	<ul style="list-style-type: none"> <li>サンプルバルブの自動制御</li> <li>イーサネット (Modbus) または4~20 mA (アナログ) 経由で外部制御システムへデータ送信可能</li> </ul>

# 代表的なガスサンプリングフロー

高精度なガス測定のためには、ガスの温度と圧力を一定に保ち、スペクトルの変化がガス密度ではなく、ガスの濃度変化のみ起因するように注意が必要です。

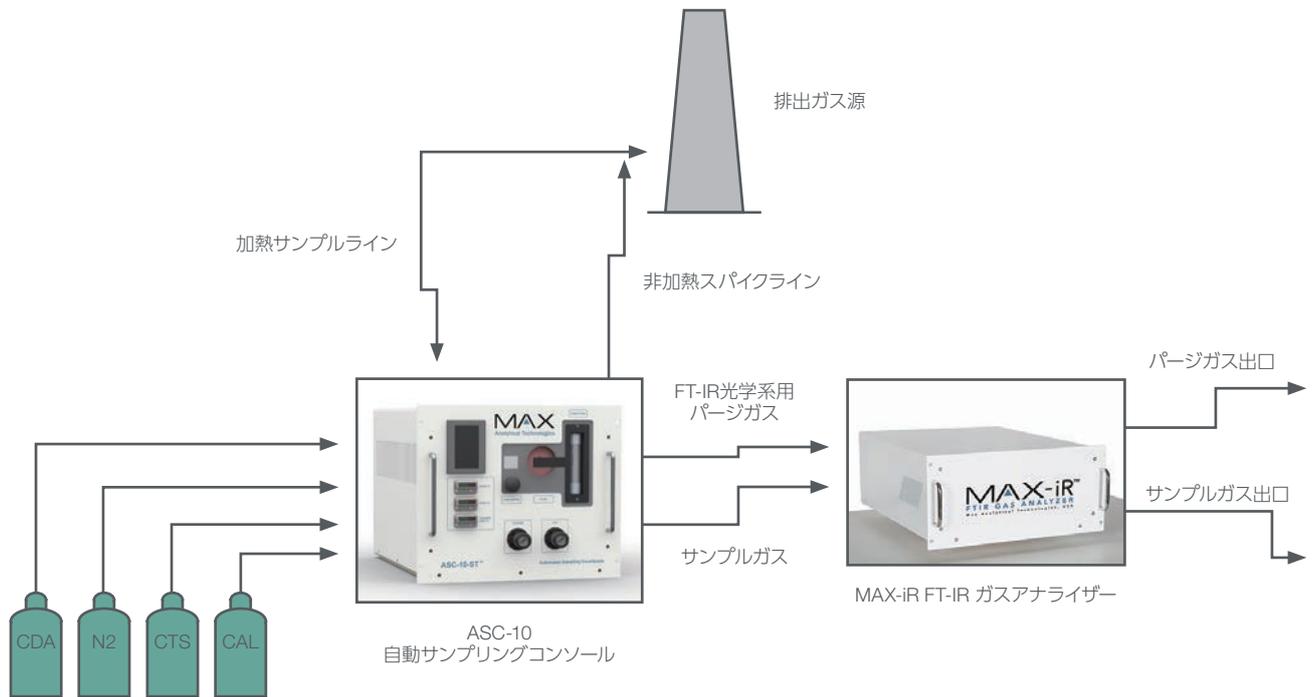


図3a. Thermo Scientific™ MAX-iR™ FT-IRガスアナライザーとThermo Scientific™ ASC-10™ 自動サンプリングコンソールを使用したガスサンプリング例

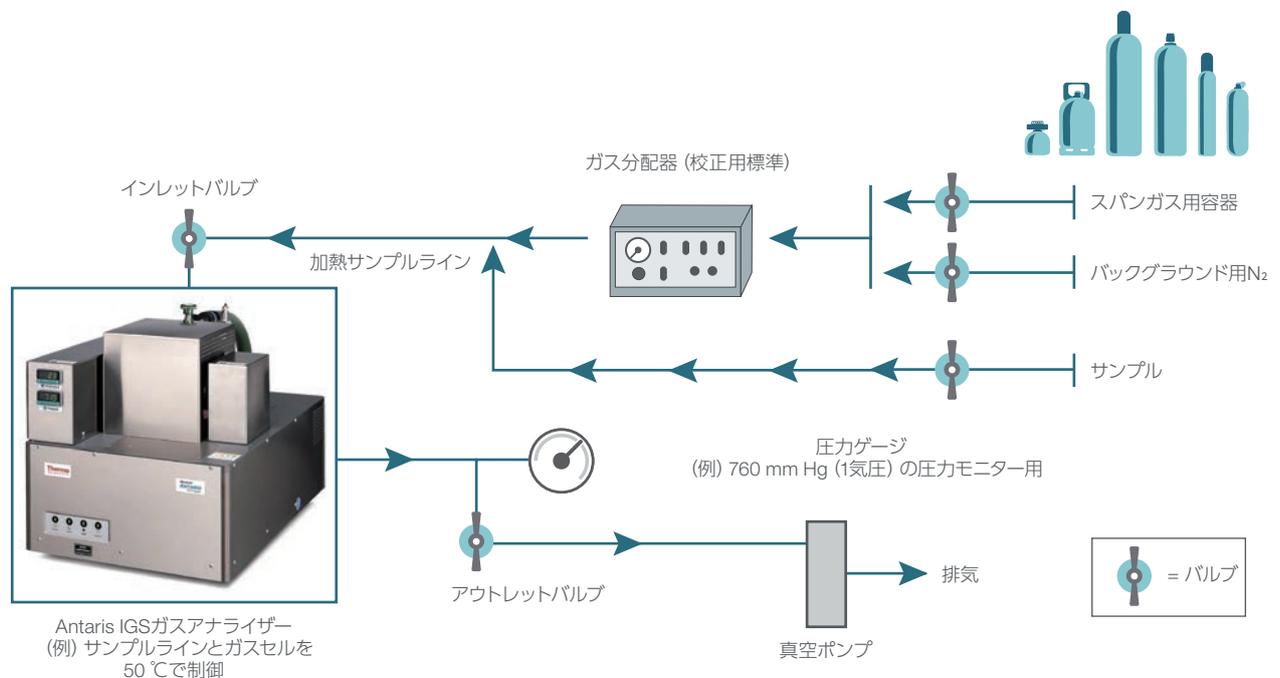


図3b. Thermo Scientific™ Antaris™ IGSガスアナライザーを使用したガスサンプルの調整例

## FT-IRガス分析ソリューション

当社は、柔軟な汎用ラボシステムから現場環境を想定した堅牢なシステムまで、お客さまのご使用要件を満たすフルラインアップのガスアナライザーを取りそろえています。ターンキーで利用できる各種アプリケーション用の検量線は、主要なガス測定ニーズに対して正確な測定を提供します。また、ユニークなアプリケーション用にカスタマイズされた各種ソリューションも用意しています。



### Thermo Scientific™ Nicolet™ iS50 FT-IR

NicoletシリーズFT-IRは、ラボ用FT-IRとして高いスペクトル安定性とスペクトル分解能、優れた感度を提供し、触媒研究用から品質管理までさまざまなガス分析アプリケーションに応用されています。



### Antaris IGSガスアナライザー

堅牢で汎用性の高いFT-IRガスアナライザーです。燃焼ガスや火災安全化学などの専用アプリケーションメソッドの標準プラットフォームとしてご使用いただけます。このシステムは、手動操作、または、自動測定のためのデジタル制御システム (DCS) にも統合できます。



### Antaris IGSガスアナライザーとガスサンプリングユニット

可搬性と統合されたコンディショニングマニホールドシステムを構成したラックマウント型ガスアナライザーです。幅広い産業で要求されるその場分析用のターンキーソリューションを提供します。



### MAX-iR FT-IR ガスアナライザー

ほとんどのアプリケーションで数ppbレベルの検出限界を提供し、幅広い干渉物質の存在下でも正確なガス測定を行い、またリアルタイムで結果を得ることができます。

さらに Thermo Scientific™ StarBoost™ 光学強化テクノロジーにより、pptレベルのガス濃度まで測定が可能です。従来法と比較して時間の短縮、コストの低減がはかれます。



### ASC-10 自動サンプリングコンソール

サンプルガス、ゼロガス、キャリブレーションガス用の自動ガスサンプリングシステムです。サンプリングポンプと粒子汚染防止フィルターを装備、高温・高湿度なサンプルも取り扱えます。



### Thermo Scientific™ MAX-iAQ™ 連続ガスモニタリングシステム

完全自動化されたガスモニタリングソリューションで、最大20カ所のサンプリングポイントにおいて、100種類以上の化合物を同時定量化できます。高湿度環境でもご使用いただける統合ソリューションです。



### Thermo Scientific™ MAX-Bev CO<sub>2</sub> 純度モニタリングシステム

完全自動化システムにより、CO<sub>2</sub>がISBT（国際飲料技術者協会）の要求する全ての基準を満たしているかを迅速に確認します。また20以上の不純物を定量化することが可能で、正確なCO<sub>2</sub>の純度測定が可能なシステムです。

詳細はこちらをご覧ください [thermofisher.com/gas](https://thermofisher.com/gas)

研究用のみ使用できます。診断用には使用いただけません。  
© 2023 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.  
All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.  
Tedlar is a trademark of DuPont de Nemours, Inc.. Kalrez is a trademark of DuPont de Nemours, Inc..  
実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。  
価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。  
標準販売条件はこちらをご覧ください。 [thermofisher.com/jp-tc](https://thermofisher.com/jp-tc) **FTIR200-A2309OB**

## サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL : 0120-753-670 FAX : 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

facebook.com/ThermoFisherJapan

@ThermoFisherJP

[thermofisher.com](https://thermofisher.com)