

HORIBA の次世代赤外ガス分析技術「IRLAM」

株式会社堀場製作所 先行開発部 渋谷 享司

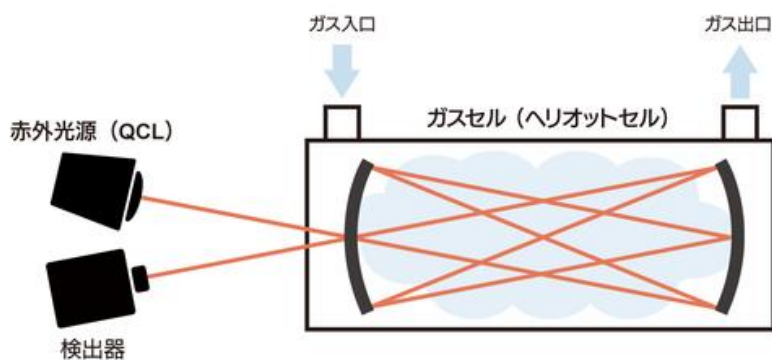
2021年、HORIBAは「赤外レーザー吸収変調法（IRLAM™※：Infrared Laser Absorption Modulation、アールラム）」と呼ぶ新しい赤外ガス分析技術を開発しました。



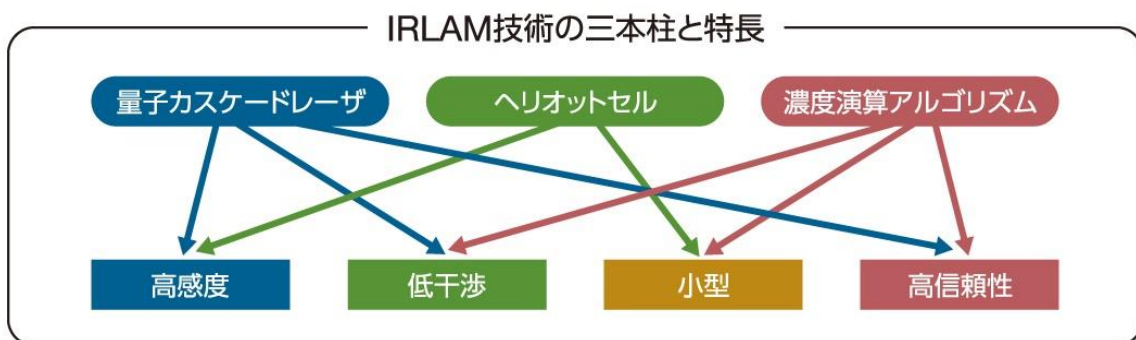
IRLAMでは、従来の赤外ガス分析技術では感度不足や干渉影響（測定したいガス以外の共存するガスによる影響）などによって計測が難しかったガスについても、リアルタイムでの計測を可能にします。IRLAMは、HORIBAが長年にわたり磨き上げた赤外ガス分析技術をさらに進化させたものであり、自社の新たな「コア技術」として位置づけています。

赤外ガス分析計の光学系は、「赤外光源」「ガスセル」「検出器」で構成されます。HORIBAでは、このうち赤外光源として、①量子カスケードレーザ（QCL）を、ガスセルとして、②ヘリオットセル（多重反射セル）をそれぞれ新たに独自に開発し、IRLAMの光学系として採用しています。そして検出器で得られたガス吸収信号より目的ガスの濃度を求める、③濃度演算アルゴリズムにもHORIBA独自の工夫と長年のノウハウが詰め込まれており、IRLAMの最大の特徴でもあります。

IRLAM分析計の特長である「高感度・低干渉・小型・高信頼性」は、以上の3つのHORIBAの独自技術によって実現されています。



IRLAM 分析計光学系の基本構成



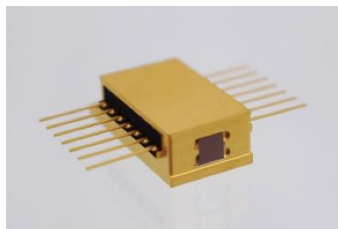
※ IRLAM は、株式会社堀場製作所の日本及びその他の国における登録商標または商標です。

1. 幅広いガス種の計測ニーズに応える自社製造の量子カスケードレーザ

多くのガスは赤外線のなかでも中赤外とよばれる領域の波長に対して最も強い吸収を示します。この中赤外の光をレーザ発振することのできる量子カスケードレーザ（QCL）はガス分析にとって最も適した光源とされています。このQCLを自社製造する技術を確認したことで、測定対象ガスの種類や濃度レンジに応じた波長のQCLを自由にカスタマイズすることが可能になり、お客様の様々なニーズに柔軟に応える高度なガス分析を実現しました。

2. 高感度・高速な計測を可能にする小型ヘリオットセル

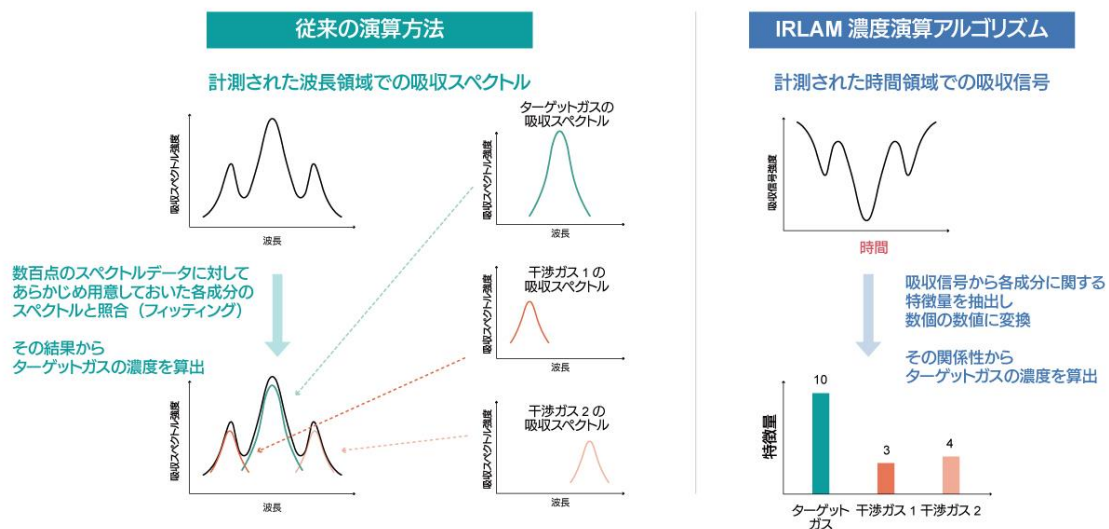
赤外ガス分析計では、ガスセルの中で赤外線を通させる距離（光路長）が長ければ長いほど多くの吸収量が得られ、感度が上がります。そこで、ガスセルの内部に設置したミラーの多重反射を用いることで長い光路長が得られる「ヘリオットセル」を採用。ミラーの設計を最適化することで5メートル以上の光路長を確保しつつ、内部容積を当社従来比5分の1に収めた独自の小型ヘリオットセルとして開発しました。



HORIBA 独自開発の QCL（左）とヘリオットセル（右）

3. 高速・高精度なガス濃度演算アルゴリズム

AI の分野で用いられる「特徴量」というデータサイエンスの概念から着想を得て、時間領域のガス吸収信号からの特徴量の抽出に基づいた独自のガス濃度演算アルゴリズムを確立しました。



従来技術と IRLAM 技術での濃度演算方法の比較

IRLAM 製品の紹介

IRLAM 技術搭載の第 1 弾として、環境・プロセス事業と自動車事業より 4 製品を販売開始しました。エネルギー使用の効率化、温室効果ガスや有害物質の排出削減といった、カーボンニュートラルの実現および環境負荷低減に寄与するラインアップをそろえました。

1. プロセス用レーザーガス分析計「PLGA-1000」

石油化学プラントでは、生産性向上、品質改善、環境負荷低減などが喫緊の課題となっており、石油化学製品の製造プロセス制御の最適化が求められています。例えばエチレン (C_2H_4) の製造プロセスでは、原料ガスである高濃度 (%レベル) のメタン (CH_4) やエタン (C_2H_6) 中に低濃度 (ppbレベル) のアセチレン (C_2H_2) や二酸化炭素 (CO_2) が不純物として含まれます。このプロセスでの原料と不純物のガス濃度を高速応答で連続計測します。これらの計測データは、プロセス制御の最適化に貢献します。



2. 車載型排ガス測定装置「OBS-ONE-XL」

自動車排ガスをより効果的に抑制するため、路上走行時の排ガスを測定する RDE (Real Driving Emissions) 試験などが広く認知されるようになってきました。路上走行試験に不可欠な本製品は、温室効果ガスである一酸化二窒素 (N_2O)、PM2.5 の発生源となりうるアンモニア (NH_3) の計測が可能です。また IRLAM 技術の特長を活かし、路上走行試験特有の過酷な使用環境 (高・低温、気圧変動、車体の振動など) に対応できる高い信頼性を備えています。EU Euro7 などの次期排ガス規制も見据え、自動車のより一層の低エミッション化をサポートします。



3. エンジン排ガス測定装置 (MEXA-ONE) に搭載する「XLA-13H」「XLA-11」

定置型のエンジン排ガス測定装置「MEXA-ONE」に搭載するガス濃度分析計のラインアップに、ホルムアルデヒド ($HCHO$) を計測する「XLA-13H」、一酸化二窒素 (N_2O) を計測する「XLA-11」を追加します。各地域における次期排ガス規制 (EU Euro7 など) の対象としても検討されているこれらの成分を、より高精度に計測することができます。自動車の電動化が進展する一方で、自動車産業全体での低エミッション化に向けた重要事項である、エンジン搭載車の環境性能改善に貢献します。

