

レーザー吸収分光法は 気候大災害の防止に貢献できるか？

マーク・ネイブルス

レーザー吸収分光法は、石油・ガス産業の下流におけるメタン漏洩を迅速に発見、追跡することで、大気への栄養を大幅に減少させることに役立つ体制を整えている。

気候変動は現代を象徴する巨大潮流であり、あらゆる産業のあらゆる分野においてなんらかの影響を及ぼしている。すなわち、パリ協定で定められた、世界の気温上昇を1.5℃に抑えるという役割を、すべての産業が担っているということだ。しかし、石油・ガス産業ほど大きな役割を担っている産業は他にない。

特に、石油・ガス産業の川下部門は、地球温暖化問題の大きな原因である。そこではメタンを大量に排出しており、IEAによると、化石燃料のメタン排出量全体の20%を石油・ガス産業の川下部門で占めるという。これは、メタン排出をコントロールできるようになれば、気候変動との戦いに大きな影

響を与える可能性があることを意味している。

見えない脅威を探す

メタンは二酸化炭素と直接比較されることが多いが、2種類のガスの関係は複雑である。メタンの分子構造は、赤外線 (IR) の放射、すなわち熱を非常に効率よく捕捉することを意味する。この効率率は、二酸化炭素よりもはるかに大きい。最初に大気中に放出されたとき、メタンは同量の二酸化炭素の80から100倍の熱を捕捉できると推定されている。

しかし、メタンは、大気中に放出された後の寿命が非常に短い。二酸化炭素が100年以上残存できるのに対して、

メタンの寿命は約10年である。つまり、メタンの排出は「低い位置にぶら下がっている果実 (容易に解決できる問題)」なのだ。メタンの排出が地球温暖化を急激に加速させている一方で、メタン排出を削減できれば、人類が1.5℃未満の目標達成に向かう中で急速な見返りをもたらすだろう。

この目標を達成できなければ、この惑星は、転換点とよばれる地点に向かって急激に加速することになる。転換点を越えれば、世界はフィードバック・ループに突入し、地球温暖化は自律的かつ不可逆的なものとなる。

問題は、こうした排出に取り組むことは、川下部門では言うは易く行うは難しということだ。川下のメタン漏洩



のほとんどは、パイプラインや貯蔵インフラの老朽化の結果、予期せず生じるものである。そして、パイプラインは数マイルも達することがあるため、漏洩をチェックするには膨大なエリアを監視する必要がある。最新のセンシング技術を用いなければ、このチェックには時間とコストがかかってしまう。

幸いなことに、この問題に対処するために必要な技術は、理論上の未来のコンセプトではない。今では、利用できる、手頃な価格で効果的なものとなっている。

レーザー吸収分光法

メタン排出に取り組むうえで特に大きな役割を果たすという理由から、レーザー吸収分光法は、この問題への理解を促進するための最も強力なツールであることは間違いない。メタン分子はIRを捕捉する性質があるという理由で、高感度IR分光センサの格好のターゲットとなる。

レーザー・センサは電磁スペクトルのあらゆる領域に対して設計できるが、ガス分析装置の多くはIR領域で動作する。その理由は、メタン、二酸化炭素、その他の炭化水素のような多くの小さなガス種はIRを非常に強く吸収し、10億分の1の範囲に及ぶ感度を持つデバイスの設計が容易というためでもある。

もう1つの利点は、多くの異なるスペクトル線が、IRにおけるこれらのガスの吸収プロファイルを特徴づけることである。スペクトルの多くの特徴は、より高い精度で化学種を特定するために使用できるので、レーザー・センサを介して得られる情報によって、ガス分析が産業プロセスにおける強力なツールとなる。

この検出方法は、光が媒体を通過す

るときに吸収される方式に基づいている。センサ内のエミッタがIR光ビームを生成し、このビームはフィルタを含むサンプリングチャンバを通過する。フィルタは、モニターすべきガス粒子によって反射または放射される必要な波長のみを通過させるため、その波長のみが検出器に到達できる。フィルタによって検出器に到達する光の波長が異なるため、異なるガスや粒子を検出できる。

最新のガス分析機器では、熱電クーラーに取り付けられたレーザーダイオードを使用して、個別の分子に対する特定の吸収波長にレーザーの波長を調節する。特定のガス化合物に調節されているため、周波数分解能が高くなり、その結果感度が向上する。すなわち、ガス分子と光の相互作用が10億分の1単位でより顕著になる。そして、識別性能も向上する。これにより、他の一般的なガス検出技術で深刻な問題となる誤警報リスクを低くできる。

これらのセンサの利点には、反応時間が短いこと、作動にガスを追加することなく正確な結果が得られることが挙げられる。最新の検出器では、爆発下限内の可燃性ガス・蒸気を連続的にモニターし、アラーム表示を行うことができる。これらの検出器は酸素欠乏または酸素濃縮のエリアにも設置でき、キャリブレーションはほとんど必要なく、センサの毒性、汚染、腐食の影響を受けない。

悪循環を断ち切る

産業用ガス検出器は成熟した市場であり、適合性のあるデバイスは安価になり、上位機種では性能が向上し続けている。一方、ベルギーのユミコア社(Umicore)はOEMと協働し、デバイスを基本に立ち返り、低価格市場向け

の機能と価格に焦点を当てている。他方、新たな機会を開拓し、エンドユーザーがこれまで考えもしなかった方法でデバイスを使えるようにするため、進歩の推進を支援している。

高度なガス検出が地域・国レベルで展開されるようになれば、漏洩発生時に検出できるだけでなく、気候政策に対してより正確なデータを提供できるようになる。衛生によるIRイメージングはメタン排出の鮮明な画像を描くが、これは不完全である。IRエネルギーは水によって乱されるため、沖合での漏洩や多湿地域での漏洩は検出されないことがある。パイプラインや貯蔵施設、輸送拠点に設置された局所的なメタンセンサがさらに普及すれば、政治家に最善策を提供できる。

気候の転換点が近づくにつれ、メタンに関する明確で測定可能な戦略を策定する必要性が高まっている。これは、実用的で最新またはリアルタイムなデータという確固たる基盤がなければほとんど不可能だろう。そうしたデータによって、研究者、政府、企業は、マクロ・ミクロの両レベルで人為的・自然起源のメタン排出の全体像を把握できるようになるだろう。

知識はあらゆる職業・地位において力となるが、特に気候変動との戦いにおいては強い力となる。石油・ガス川下産業によるメタン漏洩の真のコストに関する事実は、すべて知識にある。我々が必要とするもののすべては、知識を収集するツールである。レーザー吸収分光法はそのツールであり、気候大災害の防止に貢献できるかもしれない。

著者紹介

マーク・ネイプルスは、英ユミコアコーティングサービス社(Umicore Coating Services)のゼネラルマネージャー。
coatingservices@umicore.com
https://eom.umicore.com

LFWJ