

レーザーを使った ガス漏洩検知について

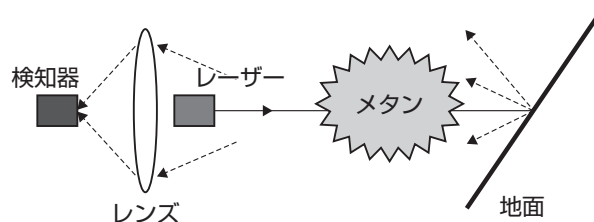
東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社 安部 健

ガス屋の見果てぬ夢

都市ガスの主な成分はメタンである。メタンには色も匂いもないので、安全のために都市ガスには「ガス臭い」匂いが付けてある。また熱量を調整するために他の可燃性のガス成分も少し入っている。一般にガス漏れを見つけるための検査機器はポンプを内蔵しており、周囲のガスを機器内に吸引してから分析してガスを検知する。当たり前のことだが、そこにガスがあれば検知するし、なければ検知できない。またガス漏れが実際に起きている場所に行かなければガスのサンプリングはできないから、天井の配管のような手の届かない場所のガス漏れ点検は大変である。足場や梯子をかけて配管の検査をするしかない。もし、ガス漏れが起こっているその場所に行かなくてもガスの検知ができたというのが、長年のガス屋の見果てぬ夢であった。

時代に先んじた技術開発

今は再開発でなくなってしまったが、かつて東京都港区の田町駅の近く、JRと並行して走って来たモノレールが羽田の方向に大きくカーブしているあたりに東京ガスの研究所があった。モノレールが通るたびに電子顕微鏡の映像が揺れると文句を言っている研究者がいた。1980年代の中ごろ、そのガス屋の長年の夢を現実にするための研究開発が始まっていた。メタンガスに限らずガスは特定の波長の光を吸収する。そこで、メタンガスに特有の波長の光を照射し、その光の吸収の様子を観測すればガス漏れが見つかるはずと考えた。メタンガスが強く吸収する光の波長はおよそ3.3ミクロン近辺にあった。目には見えない赤外線領域である。当時この領域の波長の光（レーザー）を発光できるのは、ヘリウムネオンレーザーと呼ばれる長さ1メートルくらいはあろうかというガラス製の装置で、電源を入れるとトンネルの中のネオン灯と同じようなオレンジ色に美しく輝いた。ガラス管から出たレーザー光線は空気中に漂うガス分子に衝突しながら、例えば地表面にあたって乱反射する。そしてその



レーザーメタン検知器の原理
地面で反射したレーザー光を検知して
途中の空間に存在するメタンガスを検知する



レーザーメタン検知器のプロトタイプ（1987年ごろ）

中のほんのわずかな成分がレーザーを発射した場所に返ってくるので、それを望遠鏡で集光するのである。もし、途中にメタンガスがあればレーザーの光は吸収されて戻ってこないし、メタンガスがなければより多くの光が戻ってくる。どこかに当たって反射した光を検知できないといけないので、空に向かってレーザーを照射してもガス検知はできない。大雑把に言ってこれがレーザーメタン検知器の動作原理である。当時の望遠鏡は直径が20センチほどもある反射望遠鏡だが無限遠にある天体を観測する鏡では10メートル先から帰ってきた光を集光することはできない。そこで「近視」の望遠鏡を作るために特注品の凹面鏡を著名な彗星ハンターの方に作っていただいたと聞く。望遠鏡とレーザー装置は、同じ方向を向くように束ねて組み立てられ、装置の後方には赤外光を受光するための牛乳瓶ほどの大きさの特殊なセンサーが取り付けられた。やっかいなことに、このセンサーは常温では動作

しないので、毎朝実験を始める前に液体窒素で冷却する必要があった。液体窒素を入れるとき周りに白い霧が立ち込め、なんとも怪しい実験の雰囲気を醸し出していた。さらに、これらの装置は大変振動に敏感なため、すべてを窒素ガスで中空に浮かした除振台の上に乗せる必要があった。当時この装置を車載し、実際の現場でのガス漏洩検査に使おうとしたが、どう見ても実験室から持ってきた感じの装置は実用というにはほど遠い印象であった。全ての部品を研究員が自ら調達し、特注の鏡と電子回路で作上げた世界に一台しかない巨大なガス漏れ検知機は、量産化もコストも何も関係なしのいわば純粋サイエンスであった。著者は入社した時の最初のプロジェクトとしてこのテーマに参画したが、正直将来実用化できる技術とは到底思えなかった。結局大した成果をあげることもなくこのプロジェクトから離れることとなった。

15年後について実用化

それから15年ほど経って再びレーザーメタンとかわることになった。東京ガスの研究者とメーカー（アンリツ（当時））の継続的な努力によってレーザーメタン検知器が2001年に世界で初めて実用化されたのだ。遠隔ガス検知という斬新なアイデアを実用化するための要素技術がやっとそのコンセプトに追いついたと言えるかもしれない。レーザーを発光するガラス



現行製品レーザーメタンミニ



NYFDにおけるレーザーメタンのデモンストレーションの様子

管装置は、光通信においてしばしば使われる波長1.6ミクロンの半導体素子に代わった。発売当初は装置が大きかったこともあり販売が伸び悩んだが、ユーザーのニーズを取り込んだ防爆仕様のレーザーメタンミニの開発によって一気に市場が拡大、2009年には日本ガス協会の技術大賞を受賞した。その後市場は海外にも広がり、世界中のガス事業者の日々の保安業務に活用され、これまでの販売総数は5,000台を超えた。現在も年間500台程度の製品が販売されており、その90%以上を海外での販売が占める。例えばイタリアの大手ガス事業者では1社で約400台のレーザーメタンミニを導入、フィールドでの保安業務にレーザーメタンミニが本格的に採用された。最近では、都市ガス業界だけでなく米国ニューヨーク市消防局（NYFD）に300台以上が採用されるなど、使用分野も広がりを見せている。他方、2020年に初めて経済産業省が主催者に加わり電力・ガス分野が受賞対象に加えられた第4回インフラメンテナンス大賞において「レーザーを用いた遠隔からのガス漏えい検査技術」に対して東京ガス（株）、東京ガスエンジニアリングソリューションズ（株）そして現在レーザーメタンを製造している（株）ガスターが共同で特別賞を受賞し、メンテナンス業務へのレーザーメタンの貢献が高く評価された。研究開始から40年近くの時を経てついにレーザーメタン検知器は実用機器として広く知られる存在となったのだ。

レーザーメタン検知器の特長

レーザーメタン検知器は、漏洩が実際に起きている点から離れていてもメタンガスの検知ができる優れた機器であるが、これまでの使用実績を調べると下記四種類の使い方において特に有効であることが分かった。

(1) 人が容易に立ち入れない場所の検査

天井裏やパイプシャフト、壁の隙間のガスメーターなど、作業員が直接漏洩の疑われる場所に行けないケースがある。このような時、少し離れた場所からレーザーメタンを使うことによって効率的に漏洩の有無をチェックすることができる。

(2) 高所の検査

前記の容易に立ち入れない場所の特殊ケースかもしれないが、天井などの高い場所に敷設された配管からの漏洩の検査では、足場やはしごなどの設置が必要で、検査員の落下リスクの問題もあった。このような時地上から検査を行うことのできるレーザーメタンは大きな力を発揮する。韓国などではガス配管が建物の外壁面に敷設される場合があり、定期漏洩検査などにおいてレーザーメタンは広く活用されている。

(3) ガラス越しの検知

ガラスなどのレーザー光を透過する材質を通して漏洩を検知することができる。室内のガス漏洩を中に入る前に外から検査できるメリットは大きい。

(4) 漏洩ポイントのクイックスキャン

例えば、すでにガス漏洩により臭気が充満している室内においてガスの漏洩箇所を見つける場合、レーザーによって広い場所をスキャンできるレーザーメタンは大変有効である。表示される数値を見ながら室内をスキャンすることによって効率的に漏洩場所を絞り込むことができる。従来型の検知器が空間の一点におけるガス漏洩情報を得るのに対して、レーザーが通過する線上におけるガス漏洩情報を得ることができ、そこに含まれる圧倒的に大量の情報量がレーザーメタンの最大の特長である。

スマート保安への貢献

一方で、インフラ設備の老朽化や人手不足の問題がガス事業を含め社会的な問題となる中で、いわゆる「スマート保安」と呼ばれるIoTやAI、さらにはドローンなどの先端技術を用いたソリューションへの期待がこれまで以上に重要になってきている。レーザーメタン検知器は、従来の吸引式の漏洩検知機に比較して広範囲におけるメタンガスの存在をきわめて高速に検知することができるという特性を持っており、都市ガスの現場におけるスマート保安の実現に資する技術として特に注目が高まってきている。



スマート保安に貢献する新型モデル、レーザーファルコン
信号出力端子ならびに外部電源による運転が可能



レーザーメタンアイ
産業用の過酷な環境におけるガス漏洩や失火を監視する

しかし、ハンディ型のレーザーメタンミニには外部へ信号を取り出すことができず、また連続運用時間がバッテリーの容量によって制約を受けることなどの課題があったことから、検知信号取り出しインターフェースを備え、外部電源によって連続動作が可能なレーザーファルコンを2018年に製品化した。なお、制御ソフトを無償で公開しており、ユーザーが自由にレーザーファルコンを組み込んだシステムを開発することができる。レーザーファルコンの応用事例として、工場などの厳しい環境において失火検知などを行うレーザーメタンアイを開発した。この製品はレーザーファルコンを頑健な金属ケースに入れ、圧縮空気による冷却機能や異常動作を監視するウォッチドッグ機能などを搭載、すでに実用に供されている。

レーザーファルコンは、ドローンへの搭載も意識しており、検知距離が100mに伸びたほか、本体重量が230グラムと軽量な設計となっている。すでに海外を中心にレーザーファルコンを搭載したガス漏洩探査ドローンが開発されており、GPS機能と組み合わせたガス漏洩場所の探索などが行われている。また、都市ガスの製造・供給施設において回転する架台に搭載したレーザーメタンファルコンによって常時監視することができれば、広範囲の漏洩検査を少ない検査設備で常時監視することができるようになるなど新たな使い方が様々に検討されている。



レーザーファルコンを
応用した定置型の
ガス漏洩監視システム



ドローンに搭載したレーザーファルコン
上空100mから地上のガス漏洩を探索可能

あらたな取り組み

米国EPA（環境保護庁）は、地球温暖化ガスの排出を抑制する取り組みとしてLDAR（Leak Detection And Repair）という取り組みを推進している。これは漏洩検査を単独の作業として見るのではなく、漏洩の発見から修理保全業務までを一連の仕事としてとらえ、漏洩に伴う温室効果ガスの大気への放出を抑制する取り組みである。進展の著しいIT技術との組み合わせによる漏洩の管理はますます重要になっていくものと思われることからレーザーメタン検知器において



ヘルメットに取り付けたレーザーメタンのイメージ図
ハンズフリーで作業を行いながら漏洩検知を行うことができる

も、検知器単体の性能向上にとどまらない漏洩管理のDX化に注視していきたいと考えている。また、レーザーによる漏洩検知の特性を生かし、これまでのガス漏洩検知の常識にとられない漏洩検査の方法なども積極的に提案していきたいと考えている。

最後に

ガス会社の技術者の思いのこもった保安機器に関する最先端の技術開発を進めつつ、同時に世界中のユーザーへの製品の販売をするという貴重な経験をしてきた。現在我々の代理店網はほぼ世界中をカバーしており、例えばアフリカや南米からの引き合いに対してもすぐに対応できるネットワークを持っている。そのネットワークを通しユーザーの声を直接聞くことによってレーザーメタンは今も急速に進化しつつある。小さなチームではあるが、製品を作ってくださいメーカーや製品の販売をしてくださる国内外の代理店の皆様と協力してここまでこられたことを心より感謝したい。今後も、当社の製品が少しでもメタンガスによる事故の削減や地球温暖化の抑制に向けて貢献できればと思っている。

