



# ガス監視システムによる異常の早期発見と保安防災力向上の取組について

コニカミノルタ株式会社 産業光学システム事業本部 状態監視ソリューション事業部  
第1事業推進部 第1グループ 都築 斉一

## 1. はじめに

現在、日本におけるプラント設備では老朽化が進行しており、事故を未然に防ぐためにも点検の重要性は高まっている。一方で、コスト削減および団塊世代の定年退職に伴い、保全の現場を担うヒューマンリソースの減少という課題を抱えている。特に屋外タンク貯蔵所の浮き屋根などの点検は、高所まで階段で上り下りを行う必要があるため、点検の負荷がかかっている。ひとたび、地震や台風など自然災害が発生した場合、スロッシングやポンツーンへのダメージ等による浮き屋根上の滞油の有無の早期確認は重要な保安防災活動である。しかし、上述の課題の為、実施にあたっては保全現場に非常に高い負荷がかかる。この課題の解決案として、遠距離から可燃性蒸気を可視化する特殊なカメラと画像処理を活用した、安全で早期確認を可能にする取組みを紹介する。

## 2. ガス可視化カメラ

コニカミノルタが開発した可燃性蒸気（ガス）を可視化できるカメラについて、その外観（図.1および図.2）と可視化例（図.3）を示す。本章では、なぜ図.3の様な映像が撮影できるかについて簡単に解説する。



図.1 防爆カメラユニット



図.2 ポータブルシステム

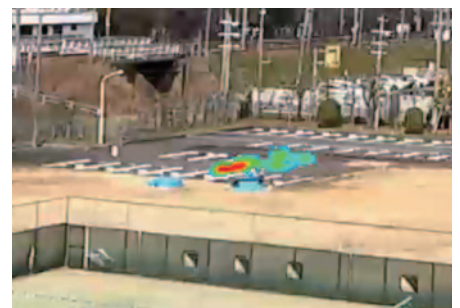


図.3 メタンガス可視化事例

### 2-1. 撮影原理

本ガス監視システムは、赤外線カメラを用いてガスを映像としてとらえる。そこでまず赤外線によるガスの可視化原理について説明する。

あらゆる物体からは黒体放射現象に基づいて電磁波が放射されている。

一方、ガスは分子の原子間結合に基づいた電磁波の吸収スペクトラムと放射スペクトラムを持っている。このため、赤外線カメラでガスが存在する領域を観察すると、図.4に示すようにカメラから見てガスの向こう側の空間（背景）から来た赤外線の一部がガスに吸収されて強度が弱まると同時に、ガス自身が赤外線を放射するので、赤外線の強度（見かけの温度）が、ガスが存在しない領域と比べて変化する。この見かけの温度の変化をとらえることでガスを可視化する。

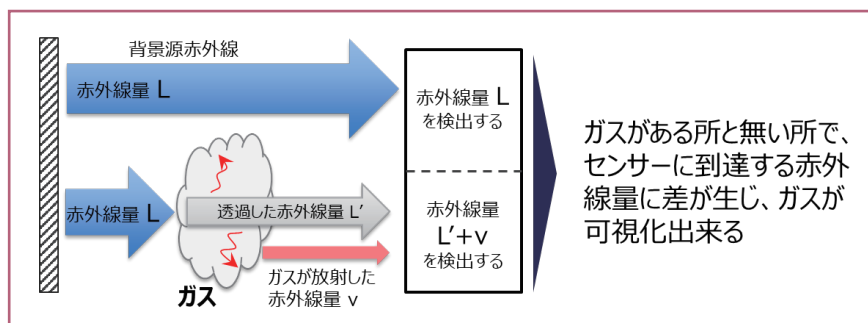


図.4 ガスを透過することによって生じる赤外線量

## 2-2. 画像処理によるガスの可視化

図.5は図.3の画像処理前の赤外線像である。図.5のガスが撮像されている画素（水色）と、ガスが撮像されていない画素（青色）の見かけの温度変化を図.6に示す。撮像時の雲の移動による太陽照明変化によって、全体的に緩やかな温度変化が観測されているが、前者の画素では、さらに赤の囲いで示すような特徴的な温度変化が観測される。これは風によるガスの揺らぎにより生じた見かけの温度変化であり、全体的な変化よりも高い周波数を持つという特徴がある。風によるガスの揺らぎに相当する周波数のみを抽出することで、ガスの特徴を持つ信号成分を、図.7に示すように画像として可視化できる。

この様に抽出したガスの情報を可視画像上に重畳表示することにより、図.3の様な映像を得る。



図.5 画像処理前像

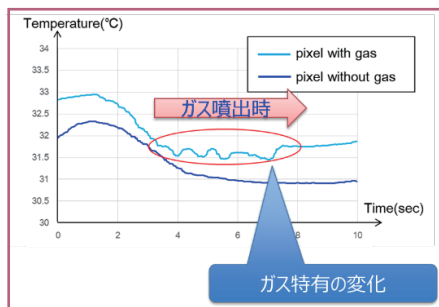


図.6 見かけの温度の変化

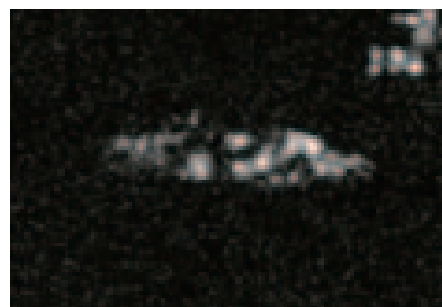


図.7 抽出されたガス像 (拡大)

## 2-3. 可視画像、赤外画像の同期表示による活用

2-2で得られた各画像（可視画像、赤外画像、可視重畳画像）は同期した状態で同時に表示できる。そのため、これまでに無い様々なエビデンスとしての活用が考えられる。

従来の漏洩対策作業においても、検知有無、時間、対象装置などの記録は残せる。しかし、漏洩ガスの広がりや作業員の対応などのエビデンスを残すことは難しい。しかし、本システムではこれらの情報を映像として記録しているので、可視の映像を用いた分かりやすいレポートに活用する事は容易である。加えて、点検の様子が可視の映像としても記録されるので、点検のエビデンスとしての活用も期待できる。

## 3. 滞油状態の撮影結果

屋外タンク貯蔵所の浮き屋根上での滞油を模して、揮発性の異なる3種の油（ガソリン、灯油、エンジンオイル）を用意し、撮影実験を行った。

尚、本実験においては、安全を期す為、消火の専門家である深田工業の協力を仰ぎ、危険物保安技術協会の立ち合いのもと実施した。

図.8～図.10に撮影距離13mにおける撮影結果を示す。油種により可燃性蒸気の発生の仕方が異なるため映り方が異なっていることが分かる。また、近距離であれば油種に依らず滞油状態を可視化できている事が確認された。尚、エンジンオイルについては揮発成分が無いため、液表面の揺らぎが可視化された結果である。



図.8 ガソリン



図.9 灯油



図.10 エンジンオイル

更に同時に長距離（44m）からの撮影結果を同様に図.11～図.13に示す。



図.11 ガソリン



図.12 灯油



図.13 エンジンオイル

油種により可燃性蒸気の発生の方が異なるため映り方が異なっていることが分かる。特に揮発性が高く着火の危険性の高いガソリンではその蒸気がしっかりと撮影できており、カメラを導入する事で、遠方からの早期の点検に適応可能である事を示す結果を得る事が出来た。

今回の撮影を通じて副次的に明らかになった事として、ガソリンの蒸気の挙動が従来の想定と異なるという重要な発見があった。従来は、ガソリン蒸気は空気より比重が大きいいため下方に溜まり、高所には基本的に上がらないと考えられてきた。しかし、実際には図.11の様には揮発したガソリンはテント倉庫の天井高さまで立ち上っており、引火の危険性のあるエリアは、従来の想定よりも高いところまで広がっている可能性が強く示唆された。

この様に、ガスを可視化するカメラによる点検には、単に遠方からの撮影による作業の容易化にとどまらず、危険エリアを把握できる、保安防災上優れた特徴があることが分かった。

#### 4. 将来的な運用イメージ

現在、現場での導入が進んでいるタブレットなどの情報通信機器の機能を活用すれば、遠隔地においてもリアルタイムに状況を共有し、限られたベテラン技術者による遠隔作業支援も期待される。また、例えば現場の作業員が携帯しているガス検知器には反応しない個所での漏洩を、遠隔から広域に監視するカメラで早期に発見し、作業員の安全を確保する活用方法が考えられる。

このカメラが真価を発揮するのは、これまで述べてきたように災害時の緊急点検である。しかし一方で、決まった対象を常時監視することによるデータ蓄積も重要な特徴であると考えられる。例えば、浮き屋根式屋外タンク貯蔵所のコンディション監視である。図.14にその活用イメージを示す。



図.14 常時監視によるコンディションの傾向管理（画像はイメージです）

浮き屋根はその外周をシールでタンク壁面と密着する事で、タンクを密閉しているが、内容物の増減に伴い上下に摺動する。この際、徐々にダメージが蓄積するが、現状、その度合いを管理する事は難しい。

一方、ガス可視化カメラで監視すれば、この摺動面からの微量な揮発成分の増加状況を監視出来ると考える。これにより、これまでTBM（タイムベースマネジメント）で行っていた浮き屋根上部のコンディションをCBM（コンディションベースマネジメント）で行えるようになり、老朽化した貯蔵設備のより安全な運用に貢献できるものと考えている。

このほか、連続で撮影を行っているので、過去との比較が容易になる。蓄積したデータを上手く活用し、これまででない予知保全的なアプローチも期待される。