



ドローン搭載型ガス検知用カメラ

Optical Gas Imaging Camera for UAV

高感度ガス可視化技術

株式会社アイ・アール・システム

筆者 鈴木 公治

1. はじめに

地球温暖化は世界共通の課題として、様々な取り組みが長年にわたり世界中で行われている。主な原因となるのは二酸化炭素やメタンガスなどの温室効果ガスと考えられ、排出量削減を各国が目指している。日本国内でも 2050 年までに二酸化炭素排出実質ゼロを政府主導で進める動きがある。また、工場や地中から排出されるメタンガスは温室効果作用が二酸化炭素と比べ格段に強力とされており、排出削減が急がれている。これらのガスの排出は環境問題に対してだけではなく、可燃性ガスの漏れによる危険、生産における効率の低下を招いてしまう。

本稿で紹介するのはメタンガスをはじめとしたガスを可視化するカメラで、ドローンへの搭載が可能な製品である。可視化することで、漏洩した可燃性ガスなどを遠隔から広く確認可能にし安全性向上を、またそれをドローンに搭載することで劇的な業務の効率化とさらなる安全性向上を可能にする。

様々な生産現場では少子高齢化による業務の効率化や安全性向上への気運が高まっている。生産現場で不可欠な設備点検においては、特に大規模な施設や可燃性ガスなどが発生する危険な現場でドローンやロボットの導入が急速に進められている。

2. 従来のガス検知

ガス検知は家庭内でのガス漏れから、下水道への作業員の進入時や石油・化学プラントなどの設備点検時など、様々な場所やタイミングで行われている。一般的に使われているガス検知器は、対象ガスが通過した際に反応する固定設置型や携帯してガス発生場所で検知を行うポータブル型の

ものであり、どちらもガスがそこにあるかどうかという「点」で捉える特徴がある。そのため、固定設置型は必要箇所全てに設置する必要があり、多くの台数を必要とするので、設置、管理にコストがかかる。ポータブル型は作業員がガス漏洩箇所まで赴く必要があるので安全性に課題があるのと、作業員の人工費がかかる。

3. ガスの可視化

従来のガス検知に対して、ガスを可視化すると「面」でガスを捉えることが可能で、ガス漏れの箇所を特定することが出来る。また、遠隔からガス漏れを発見することができる、導入コストを低く、作業員の安全性向上と省人化を実現することが可能となる。

ガスの可視化を行うにあたっては、主に赤外領域の光の特性を利用する。様々なガス分子にはそれぞれが吸収される赤外線の波長域があり、その赤外線を感知する赤外線カメラを使用することによって、ガスの有無を画像で確認することが出来る。例として、メタンガスは $3.2\text{--}3.4 \mu\text{m}$ 、二酸化炭素ガスは $4.2\text{--}4.3 \mu\text{m}$ 、一酸化炭素ガスは $4.6\text{--}4.8 \mu\text{m}$ 付近の赤外線へ強く吸収される。赤外線を利用するので、画像は熱画像となる。そのため、周辺の環境に映像の鮮明さは大きく左右される。

4. 高感度ガス可視化カメラモジュール 「VENTUS OGI」

「VENTUS OGI」は SCD 社製の冷却式 MWIR ディテクタ(HOT)を採用したカメラモジュールである。感知波長は $3.2\text{--}3.42 \mu\text{m}$ で炭化水素系を中心とした様々なガス分子を可視化対象とするが、この波

長域の赤外線はガスの吸収が比較的少ないため、冷却式の高感度なディテクタを使用する必要がある。一般的に冷却式ディテクタは 77K(ケルビン)程度まで冷やす必要があるので内蔵のクーラーサイズは大きくなるが、本製品は HOT タイプの冷却式ディテクタを採用したため 150K 程度までの冷却で使用でき、内蔵のクーラーは小型にし、ドローンに搭載出来るほどの小型軽量なカメラが出来上がった。

以下の表(表1)は、「VENTUS OGI」の仕様一覧である。図1は、「VENTUS OGI」本体。

項目	仕様
画素数	640×512
ディテクタ	SCD 社製冷却式 MWIR ディテクタ HOT
画素ピッチ	15 μ m
波長	3.2~3.42 μ m
フレームレート	30Hz
焦点距離	25mm
HFOV	21.7°
F 値	1.5
重量	約 542g
寸法 (奥行×幅×高さ)	148×71×73mm
デジタルズーム	4 倍
動作温度	-35~+65°C
規格	EPA 0000a 準拠 (<=60g/hr)
画像処理機能	エンハンスマード フレーム差分モード
感知ガス	炭化水素系ガス (メタン、エタン、プロパン、 ブタン、ベンゼンなど)、 アンモニア、二酸化硫黄 など

表1. 「VENTUS OGI」仕様一覧



図1. 「VENTUS OGI」本体

撮影を行う環境によってガスが見えにくい場合

もあるが、「VENTUS OGI」にはいくつかの画像処理機能が内蔵されており、微少なガスも際立たせることが出来る。画像処理にはエンハンス(エッジ強調)モード、フレーム差分(前フレームとの差分強調)モードなどがあり、撮影しながら状況に合わせて調整出来る。

下の図(図2~4)は、社内にて三脚にカメラモジュールを固定した状態で行ったデモ撮影映像である。カセットボンベから放出したガス(ブタンガス)を撮影した。(カメラとガスボンベの距離は約 8m)

※実線円:カセットボンベ、点線円:ブタンガス

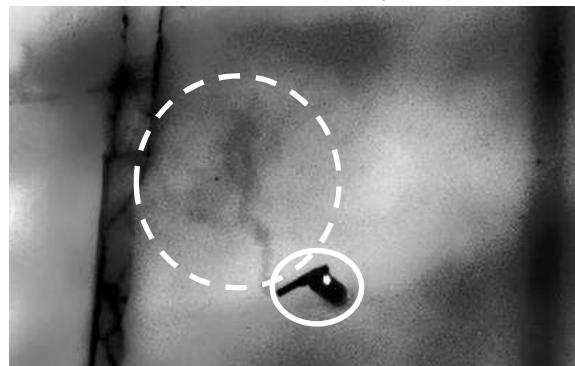


図2. エンハンスマード例

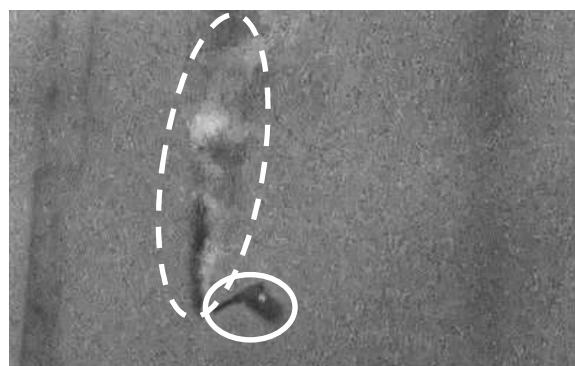


図3. フレーム差分モード例



図4. エンハンスマード+フレーム差分モード例

上図から、画像処理モードを変えることにより見え方が大きく変わるのが分かる。フレーム差分モードはフレーム間の差分を見るためフレーム内で動くもの全てを強調してしまうが、ガスを際立たせ

るには非常に有効な処理である。

5. ドローン搭載型ガス検知用カメラ

「VENTUS OGI」の一番の特徴は一般的な業務用ドローンに搭載出来るほど小型で軽量な点である。ドローンへ搭載することで上空から撮影することが可能となるので、より大きく導入コストや人件費の削減、点検作業の効率化を実現出来る。

この特徴を活かして開発された「VENTUS OGI」を市販ドローンへ搭載出来る製品を紹介する。ドローンのジンバルへ設置するだけで、ドローン側のコントローラーソフトを使いすぐにドローン操縦と同時にカメラの操作を行うことが出来る。現在の対応ドローン機種は、世界でも国内でもドローン市場で圧倒的シェアを誇るDJI社製のMatrice200 V2シリーズ以降のモデルとなっている。ドローンのコントローラーソフトでカメラ制御と映像の確認、データの保存も行え、電源はドローンのバッテリーを使用する。以下の図(図5)は、DJI社製コントローラー「DJI PILOT」上でガスを表示している様子。

※点線円:放出ガス



図5. 「VENTUS OGI」搭載時の「DJI PILOT」画面

以下の表(表2)は、上記の製品(ドローン搭載型ガス検知用カメラ)の仕様である。

項目	仕様
対応ドローン	DJI社製ドローン Matrice200 V2 Matrice210 V2 Matrice210 RTK V2 Matrice300 RTK
コントローラ端末	DJI Pilot 対応端末
消費電力	12VDC/6W typical (ピーク12W)
保存容量	Up to 32GB MicroSD

表2. ドローン搭載型ガス検知用カメラの仕様一覧

ドローン搭載時には以下の図(図6)の通り、ドローン側のジンバルへ接続するだけで、すぐに使用を開始出来る。



図6. ドローンへの搭載イメージ

以下の図(図7)は、ドローンに本製品を搭載し、上空からプラントのガス漏れを撮影した様子。設備から黒いモヤ(漏洩したガス)が流れていく様子が確認出来る。

※点線円:ガス発生箇所



図7. プラント上空からの撮影映像

6. 生産現場でのドローン活用と展望

石油プラントなどの可燃性ガスを扱う施設での点検作業におけるドローン使用を後押しすべく、政府主導でドローン使用に関するガイドラインの作成や法規制の緩和が進められている。すでに多くの企業がドローン導入を行っており、設備近くを飛行させる際の離隔距離を設定するなど、独自のリスク対策をまとめでドローン活用に取り組んでいる。

本製品は $3.2\text{--}3.42\mu\text{m}$ の波長の赤外線を利用しているため炭化水素系のガスを主に可視化するが、異なる波長に感度があるカメラを使用することによって他にも様々なガスを可視化することが出来る。そのため、このガス可視化技術はガス漏れが発生しうるプラントやその他施設で、将来的に

大いに活躍できると考えている。

7. おわりに

本稿では、赤外領域の光を利用した最先端のガス可視化技術とその展望を紹介した。本製品に留まらず、今後も世界中の優れたガス可視化技術に目を向け、紹介していきたい。

引き続き、生産現場の業務効率化、安全性向上に貢献出来れば幸いである。



株式会社アイ・アール・システム

〒206-0041 東京都多摩市愛宕4-6-20

TEL: 042-400-0373 FAX: 042-400-0374 e-mail: office@irsystem.com

<https://www.irsystem.com>

