漏洩ガスの早期検知によるプラント安全管理支援

Visualization of Leak for getting Insight of Appropriate Judgement

日置　輝夫

Teruo HIOKI

デジタルイノベーション部デジタル IoT 技術開発＆DX 支援セクション

Digital IoT Development & DX Support Section, Digital Innovation Department

****

Abstract

Gas leaks could cause accidents in process plants, which may be further exacerbated by delayed and/or ineffective remedial actions increasing the subsequent risks of hazards such as fire or explosion. In general, gas detection systems with contact sensors and line detectors are installed in monitoring areas. Adding gas cloud information to the existing systems may make it easier to identify the leak source and make decisions on the countermeasures such as plant shutdown or personnel evacuation. Chiyoda Corporation is developing a major hazard prevention system improving gas leak detection as its supplemental technology through the utilization of a newly configured 2D infrared imaging camera system and a leak source identification method with the aim of enhancing personnel safety and increasing plant reliability.

Chiyoda Corporation provides operation guidance including visual information on gas leak sources and evacuation routes in order to implement environmental and safety measures in a prompt and efficient manner.

****

1.　はじめに

プロセスプラントにおいては、多くの可燃性ガスが取り扱われている。近年では、設備の老朽化やベテランの減少による保全力の低下等から、ガスの漏洩による事故発生の懸念が高まっている。その事故発生は、火災や爆発等の危険性を増大させ、事後の処置が遅れた場合、状況がさらに悪化する可能性がある。法令に基づき、プラント内の監視領域に漏洩ガス検知器が設置されており、一般的には接触燃焼式が用いられている。管理値以上の濃度となるガスが検知器に到達した際、警報を発する。

千代田化工建設株式会社（以下、当社）は、コニカミノルタ株式会社と連携して、赤外線カメラを活用した漏洩ガスの検知および防災システムを開発した。本システムは可燃性ガスの漏洩・拡散状

© Chiyoda Corporation 2020, All Rights Reserved.

況（ガス雲）を映像として捉えることが可能である。既存のガス検知器のシステムを補完するものとして、ガス雲の情報が安全管理に加わった場合、漏洩源の特定、プラントの運転操作や作業員の避難等に関する判断が容易になる可能性があり、プラントの安全性や信頼性の向上につながる。

本稿では、漏洩ガスの可視化情報の提供による、より効率的で効果的な意思決定のため新たなシステムの開発とそのアプリケーションについて紹介する[1) 2)]。

2. 赤外線カメラを用いた漏洩ガス検知

赤外線カメラを用いた漏洩ガス検知システムは、遠隔からガス雲を捉えることができる。検知対象のガスとセンサが直接接触せずに検知できることが主な特徴であり、接触燃焼式のガス検知器と比べた場合の利点である。既存の漏洩ガス監視にガス雲画像の情報が追加されることで、安全管理が強化され、ガス漏洩後の迅速な検知と対応が可能となるため、大規模被害防止につながり、プラント安全性がより高まる。この赤外線カメラの技術的な特徴を以下に述べる。

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。物体温度が常温近辺であれば放射スペクトラムは主に赤外線領域となるため, 赤外線カメラで空間を観察すると、空間全体が赤外線光源として見える。赤外線強度は温度に依存するため、赤外線強度から温度への変換が可能であり、赤外線カメラの一種であるサーモグラフィーカメラはこの原理を使って空間内の温度を観測している。

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並びに温度に依存した放射スペクトラムを持っており、特に本システムの監視対象としている炭化水素系ガスの多くのスペクトラムが赤外線領域となる。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、バックグラウンド（背景）となる赤外線の一部がガスに吸収されて強度が弱まるとともに、ガス自身が赤外線を放射するために、赤外線の強度が、ガスが存在しない領域と比べて変化する。すなわち観測される温度が変化する。この変化をとらえることでガスを可視化する[1)]。

赤外線画像は、ガス雲に加えて、物体の動きや太陽光の変化等の外乱による信号変化も同時にとらえる。本システムは、これらを識別する画像処理アルゴリズムを開発し、赤外線の吸収率（吸光度指数）が低く検出が困難なメタンガスを含む炭化水素系ガス（後述参照）の可視化を可能とした（図1）。

© Chiyoda Corporation 2020, All Rights Reserved.

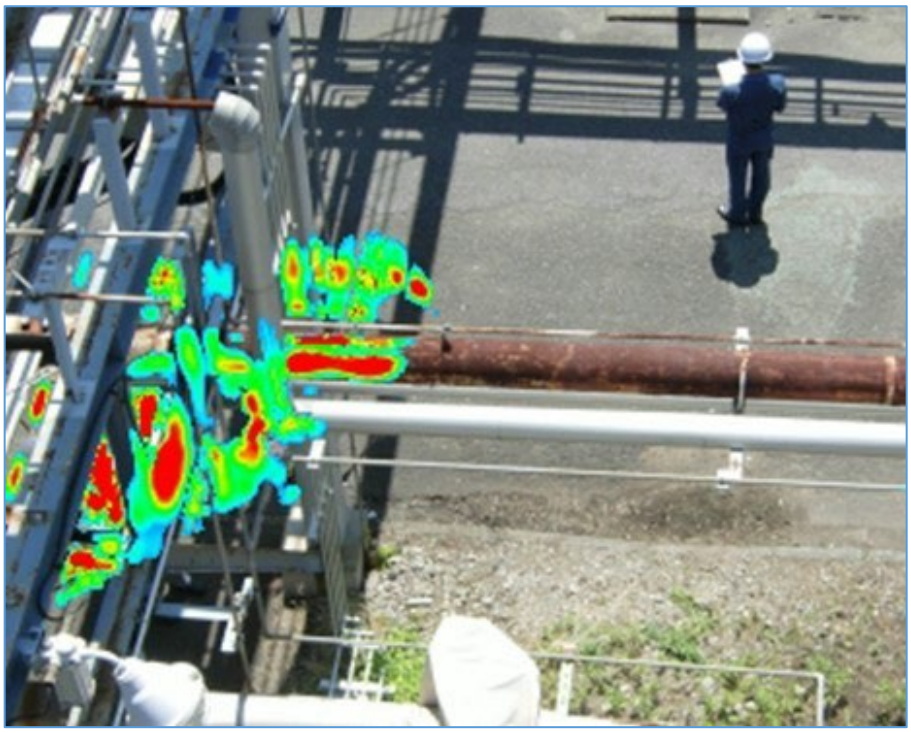

図 1 赤外線カメラによるガス雲可視化

【本システムで検知可能なガス】

メタン、エタン、ブタン、プロパン、エチレン、シアン化水素（可燃）、メタノール、エタノール、アセトン、メチルエチルケトン、ベンゼン、トルエン

3. 防災システム

赤外線カメラによる漏洩ガスの早期検知やガス雲の可視化は、警報の作動、緊急時の運転対応、作業員避難等に係る情報として活用できる。

当社は、緊急事態におけるプラント安全管理を支援するための防災システム（プロトタイプ）を開発している（図 2)。 本システムは、プラントを監視するモニタを有しており、現場の作業状況、プラントの運転状態、環境情報を表示する。漏洩ガスが発生した場合、警報を発することに加えて、漏洩場所やガス雲の拡散予測、避難場所への経路等に関する情報が追加表示される。本システムは、プラント事業者の安全管理に係る方針や手順等に合わせてカスタマイズすることが必要となる。

© Chiyoda Corporation 2020, All Rights Reserved.

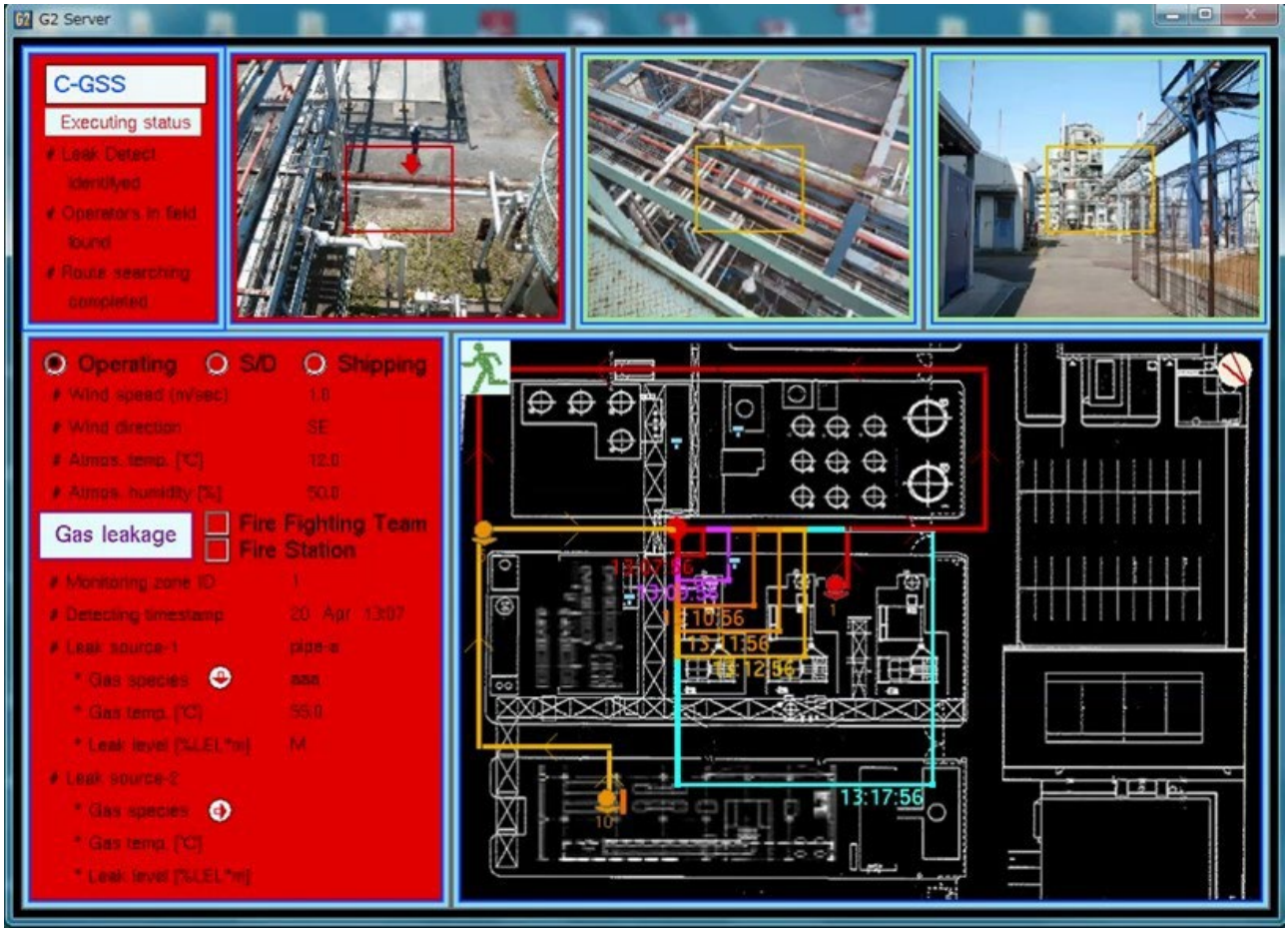

図 2 防災システム

3.1. 開発コンセプト

本システム開発におけるコンセプトは、監視員・作業員に対する「ガス漏れ警告」「漏洩場所の通知」「ガス拡散影響の通知」「避難場所への誘導支援」「漏洩現場の作業安全支援」とした。

3.2. システム設計

前述のコンセプトを実現するために、本システムの機能は次のように設計した。

(1) 緊急警報

赤外線カメラを用いたプラントの広域・遠隔監視画像の情報に基づき、漏洩ガスを早期に検知し、監視員・作業員に警報で通知する。

(2) ガス雲可視化

漏洩後のガス雲可視化、可視画像重畳にて、漏洩場所やガス雲の動き、大凡の濃度（メタン換算値）を推定する。また、プラントの構造や運転に係る情報等を考慮して、漏洩源と考えられる設備を特定、表示する。

(3) 拡散予測

ガス雲の可視化情報とプラント周辺の環境情報（風向・風速等）に基づく解析により、経過時

© Chiyoda Corporation 2020, All Rights Reserved.

間毎のガス拡散範囲を予測の上、プラント平面図にその範囲を畳重表示する。

(4) 避難誘導支援

GPS 機能等を有する端末を携帯した現場作業員の位置をプラント平面図上で常時把握する。ガス漏洩が発生した際、設備のレイアウトや漏洩場所、拡散予測の情報に基づき、現場作業員が避難するための望ましい経路（風向・風速やガス拡散範囲等を考慮して、各作業員の場所から避難場所へアプローチできる最短経路等）を解析の上、その結果を表示する。

(5) 作業安全支援

現場における漏洩後の処置が必要となった場合に、作業員が漏洩場所へ移動するための望ましい経路（避難誘導と同様に、目的の場所へアプローチする安全且つ最短の経路）を解析の上、その結果を表示する。

4. 本システムの活用

プラント設備の大型化や複雑化に伴い、運転や保全に係る管理が困難になるため、事業者は安全に資するより効果的で効率的なシステムを求めている。当社はプラント運転に”デジタルツイン”を導入して、運転状況を常時監視していくことが、これからのプラント運転や保守の要になると考えている。そのプラットフォームは 3D モデルをベースに既存の運転・保全・保安システムを統合したものであり、様々な事象の予測や生産性・経済性の見える化や最適化を事業者に提供することを目指している。本システムから得られる漏洩ガス関連情報・データはプラットフォームのインプットの一つとなり、安全に関するガイダンスはアウトプットの一つとしても活用できる。このように、火災や爆発の発生リスク軽減を通じて、プラントの安全運転を支援したい。

5. おわりに

本稿では、赤外線カメラを用いた漏洩ガス検知技術および防災システム（プロトタイプ）を活用した、漏洩ガス画像情報によるプラントの安全管理支援を紹介した。漏洩ガスの可視化情報を既存の管理に加えることによって、漏洩源の特定や、プラントの運転調整・シャットダウン、現場作業員の避難・安全確保に関して、より迅速・容易な対応ができると期待できる。これらの技術やシステムが、より安全・安心なプラント操業の一助になれば幸甚である。

参考文献

(1) Teruo Hiok, Michiyo Kato, Ryoji Ogiso, Gastech Exhibition & conference 2017

(2) 日置輝夫, SCEJ 84th Annual Meeting (Tokyo, 2019)

(3) 森本隆史、浅野基広、都築斉一、鈴木昭洋：コニカミノルタテクノロジーレポート 第 15 巻（2018）

© Chiyoda Corporation 2020, All Rights Reserved.