

光学式ガス検出センサシステムの開発検討

Development of Optical Sensor for Volcanic Gases

大前宏和, 三宅俊子(株式会社センテシア), 小花和宏之(株式会社ビジョンテック), ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ(千葉大学)
Hirokazu Ohmae, Toshiko Miyake (Sentencia Corporation.), Hiroyuki Obanawa(Vision Tech Inc.), Josaphat Tetuko Sri Sumantyo(Chiba Univ.)

はじめに

これまで、火山ガス検出システムとして化学素子を用いたセンサー開発を行ってきた。
定点での観測、UAV(ドローン) に搭載した鉛直分布測定を行い、測定結果から、その測定値は概ね妥当な値を得られることを確認した。
一方で、多彩な火山ガスを検出するには、それぞれのガス種に応じた化学素子を用いることが必要であり、多種類火山ガスを同時観測するためには複数個の化学素子を必要とするため、小型化には限界があり、定点観測時には問題とならないものの、UAV搭載観測においては、重量制限による検出ガス種数の制限、もしくはUAV飛行時間、ひいては観測範囲の制限などを伴う。
特定の火山ガスは特定の光波長に対して吸収を起こすことから、その波長での光量減衰を測定することで、火山ガスを検出することが出来る。
そこで、この原理を用いて光学式火山ガス検出センサシステムを構築することを考え、今年度は、その光学モデルの構想とセンサシステムの方式及びその要件を抽出することを目的として研究開発を行った。

Key word : 光学系モデル、光学センサシステムの方式

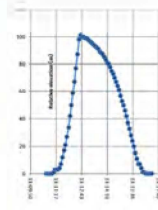
これまでの研究結果

- 化学素子を用いたCO2センサシステムの構築
- 構築したCO2センサを用いた定点観測：継続観測は定点観測のみ可能 **=要望に応じて提供可能**
- CO2センサをドローンに搭載し鉛直分布測定を実施：今年度は現場実施出来ず **UAV(ドローン)搭載**

定点観測CO2センサシステム

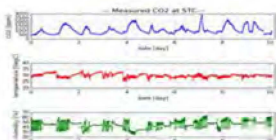


小型化



鉛直分布測定結果

化学素子CO2センサ



今回の研究の目標

☆多種ガスを取り扱うことを目標

化学素子を用いたセンサシステムの場合は、検出ガス種に応じた素子が複数個必要
→小型化が難しい
→UAV搭載などが困難、もしくは観測範囲が限定されることで、機動性を阻害する

一度に多種類の火山ガスを検出できる
光学式ガス検出センサシステムの開発

☆基本構造は単一光学系

*小型化を念頭に光学系を検討

*検出ガス種はフィルターを各種使用することで対応

光学センサモデル

一般的にガスの吸光度は、以下の式で表わされる

$$A(\lambda) = \epsilon(\lambda) \times C \times L$$

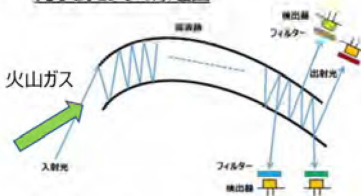
ここで、 $A(\lambda)$: 波長 λ における吸光度 $\epsilon(\lambda)$: 波長 λ における吸光係数 C : 試料濃度 L : 試料厚さ(試料中の光路長)

その場でのガス測定方式には、非分散型赤外吸収法、フーリエ変換赤外分光法、量子カスケードレーザ赤外分光法、非分散型紫外吸収法、紫外分光法など各種方式がある。

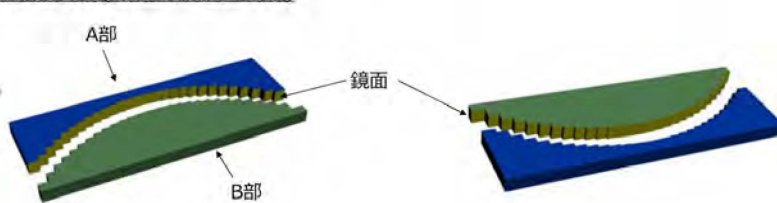
基準ガスなどを用いる方式や駆動部が有る方式では、重量的な問題からUAV搭載を考えると非現実的であり、またUAVの振動緩和など別途解決すべき課題がある。同様にフラッシュランプなどを用いた方式では、検出器の応答特性が関係するため、コストの問題も生じる。

そこで、非常に単純な光学系方式として構築し、白色光源(TBD)より集光光束を導波路に照射し、出射光をフィルターにより分光する方式、比較的安価な単素子検出器を用いることが可能な光学式センサモデルを検討した。キーは上の式における L の**光路長の拡大**である。

光学式センサの原理図



光学系構想モデル(導波路の反射面モデル)



開発検討の現状

光学系の設計条件として、本体のサイズ20cm×20cmをベースとした。現状光学シミュレーション結果からは、光路長として1m程度可能と考えている。これはUAV(ドローン)搭載を考慮した制限条件である。大型ドローンを使用出来る環境であれば大きくても問題は無いとは考えられるが、実際に使用出来る機材、つまり一般、安価に、かつ比較的手軽に使用出来る機材を考慮した条件である。

この条件で2mの光路長を実現するためには、上記光学モデルにおいて、

(1)A部とB部の距離を離す

もしくは

(2)A部+B部一体構造を多段化する

事で対応出来るのではないかと考えている。

次年度は、上記光学モデルをベースにプロトタイプを試作したいと考えている。



導波路を多面鏡化したのは、鏡面精度と光路のずれ防止のトレードオフの結果である。

謝辞 :

千葉大学環境リモートセンシング研究センターの共同研究費を使用させて頂いた。多大なるご支援に感謝致します。

このポスターに関するお問い合わせは、株式会社センテシア 大前宏和までお願い致します。
Email : ohmae@sentencia.co.jp