

# P5

## ガス吸収量と風速の同時計測を目的としたレーザ吸収分光分析装置

### A Laser Absorption Spectrometry System for Simultaneous Monitoring of Gas

#### Absorption and Wind Velocity

香川直己 吉村 浩幸 沼野 修治 和田修己† 古賀隆治†

Naoki KAGAWA, Hiroyuki YOSHIMURA, Syuji NUMANO, Osami WADA, Ryuji KOGA

福山大学 工学部 電子・電気工学科

Dept. of Electronic & Electrical Eng.

Fukuyama University

†岡山大学 工学部 通信ネットワーク工学科

Dept. of Communication Network Eng.

Okayama University

**Abstract:** Eddy correlation method is useful to monitor the gas flux. As the common eddy correlation method is for the point detection, we attempt to expand the method for the column space employing the quick scanning absorption spectrometry and the scintillation velocimetry. We begin to construct a combined system based on the individually developed parts of the monitor. In this report, we describe concept and structure of the combined system. Finally, we show the test data of each part.

## 1. まえがき

温室効果ガスの発生量を計測する手法として、ガス濃度変動と風速変動の相互相関からガスフラックスを算出する渦相関法がある。我々は渦相関法を応用し、吸収分光分析法にレーザ光線の大気揺らぎによるシンチレーションを利用した風向風速計測法を結合することで、一次元空間のガスフラックスを計測することを試みている。

本稿では、現在まで個々に開発を進めてきた高速波数掃引方式TDLASシステム<sup>1)</sup>とシンチレーション風向風速計測システム<sup>2)</sup>を統合した新しい光学系を構築したので、その概要について述べる。

## 2. システムの概要

Fig.1に設計したシステムの概略を示す。製作した試作装置では、波長 $1.3\mu\text{m}$ の分布帰還形半導体レーザを光源としている。このレーザは光通信用であり、出力光はシングルモードファイバから出射され、その出力は $2\text{mW}$ 以下である。ファイバー先端からの出射ビームをコリメータにより、直径数mmの平行ビームに整形した後、ビームスプリッタでパワー分割し、一方は出力パワーモニター用の参照枝とする。他方は、ビームエキスパンダで直径 $20\text{mm}$ の平行ビームに整形し、測定プローブ光として大気中に射出する。レーザは鋸歯状の周期電流波形で駆動する。以上の光学素子はFig.2に示すように、 $500\text{mm}$ 四方のアルミ合金製定盤上に固定している。

受信系はフォトダイオードアレーとアナログ演算機能を伴う光電変換回路から成っている。ここでは、シンチレーションを積極的に用いた風向風速検出とシンチレーションを抑えた吸収スペクトル検出の相反する処理を行い、それぞれに対応する2系統の電気信号を出力する。フォトダイオードアレーは、Fig.3に示すように、波長 $1.3\mu\text{m}$ に感度中心を持つ直径 $4.2\text{mm}$ のフォトダイオードを十文字に配列し、一つは共有されるが、垂直方向に4つ、水平方向に4つ直列に配した構造になっている。これは、後段の光電変換回路におけるアナログ演算を介して受信ビーム断面内の2次元空間フィルタを構成するためであり、レーザ光線のシンチレーションを用いた風向風速

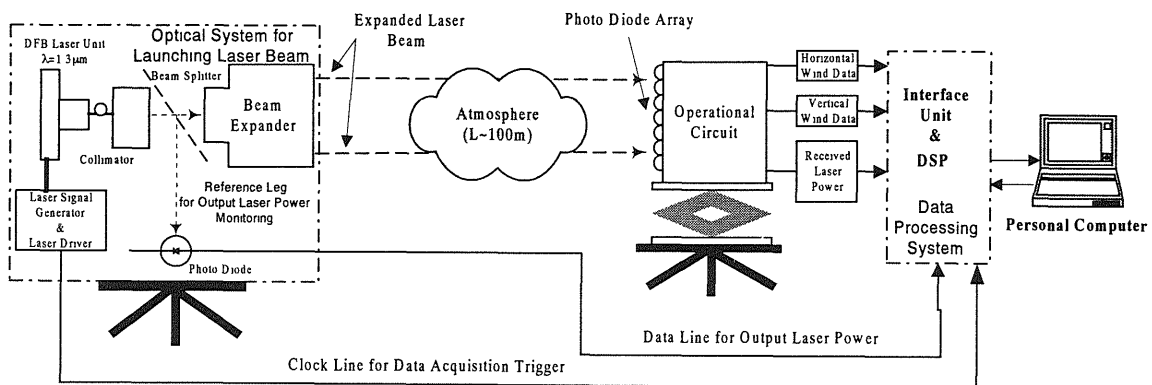


Fig.1 Schematic diagram of the proposed monitoring system setup.

計測<sup>2)</sup>のための中心的機構となる。一方、吸収分光分析のための出力信号を得るために、各フォトダイオードからの出力を別のアナログ演算により総和し、アパチャー効果によるシンチレーションの抑圧を図っている。

これら2系統の出力のうち、垂直成分、水平成分から成っている空間フィルタ回路出力は後段の風向風速情報抽出回路において更に演算処理され各成分に対応する2チャンネルの電圧信号として出力される。これらの出力信号は、吸収分光分析のための出力信号と共にDSPユニットに入力される。

### 3. オフラインによるシステムの評価実験

現在、DSPによる処理アルゴリズムを開発するために、風向風速検出、吸収分光分析個別での性能評価と、同時計測のシミュレーション実験を行っている。ここでは、各部個々の評価実験より得た結果を示す。

Fig.4は屋内におけるシミュレーション実験で得られた測定場における風向風速の鉛直成分の時間変動である。同時測定した超音波風速計の結果と対照して、有為な結果であるといえる。一方、Fig.5は大気中水蒸気の絶対吸収量の時間変動を示し、同時に測定した受信光のシンチレーション成分と比較したものである。この結果から、シンチレーションの影響が抑圧されていることが判る。

### 4. むすび

本稿では、現在まで個々に開発を進めてきた高速波数掃引方式TDLASシステムとシンチレーション風向風速計測システムを統合した新しい光学系について主に述べた。オフラインによる各システムの評価では、個々良好な結果を得た。今後は、これらの結果をDSPでの処理アルゴリズムに活かし、システムの完成を図ってゆきたい。

### 参考文献

- [1]平岡孝之, 香川直己, 王 明, 和田修己, 古賀隆治, “大気中微量ガス濃度測定のための高速波数掃引方式TDLASシステムの開発,” 電気学会論文誌, Vol.117-C, No.11, pp.1670-1676 (1997) .
- [2]香川直己, 和田修己, 古賀隆治, “レーザ光線のシンチレーションを利用した風向風速のリアルタイム計測,” 第19回レーザセンシングシンポジウム予稿集, pp.69-70 (1998) .

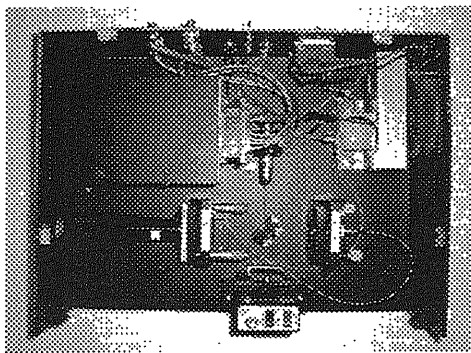


Fig.2 Top view of optical source unit.

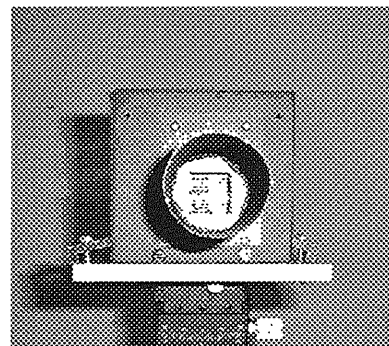


Fig.3 Front view of receiver

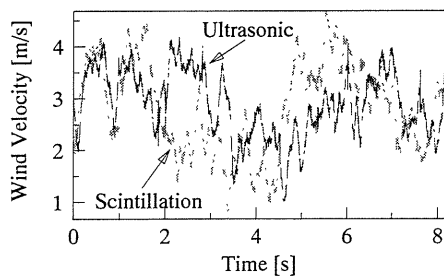


Fig.4. Temporal data sequence of wind velocity.

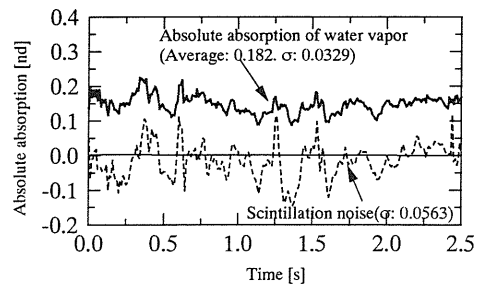


Fig.5 Temporal data sequence of absolute absorption of water vapor.