

Abstract: Outdoor measurement was carried out of atmospheric methane density with a developed portable measuring system. Open path of 10m round trip with using a retro-reflector was employed and non-contacting and real-time features are characteristic to this system. Temporal resolution of 10 seconds and sensitivity less than 0.07ppm was achieved. An in-situ measurement in a rice field is in preparation.

1. まえがき 温室効果ガスであるメタンの発生機構を定量的に評価するためには、発生箇所と思われる場所でその場実時間測定を行う必要がある。そこで筆者らは、鉛塩半導体レーザーのCW駆動による実験室規模の高精度測定装置(M9システム)<sup>1)</sup>のノウハウを利用し、可搬型メタンガス濃度測定システムを設計、製作した。

本報は、可搬型メタンガス濃度測定システムの特徴、安定性および、それを用いた屋外濃度測定の結果について報告する。

2. 可搬型システムの特徴 図1に光学系の概略、図2にシステムの全景を示す。本システムは、光学ヘッド部とリフレクター部を分離することにより、任意の測定光路長が設定でき、あらゆるスケールを持つ濃度の空間平均値を測定するこ

とができる。

鉛塩半導体レーザーは、小型の液体窒素冷却クライオスタット内に納められている。半導体レーザーの温度は、低雑音誤差アンプとPIDコントローラの組合せにより 85 Kから90 Kまでを±5.5 mKの精度で制御することができる。

また、M9システムでは2個の赤外線検出器を用いた複光路としていたが、携帯型システムでは、装置の軽量化並びに構成の単純化を図るために赤外線検出器を一つにした単一光路とした。したがって、光路の切り替えが必要となるが、本システムはこれを図1のAに示すミラーシステムの脱着で行なう。参照ガススペクトルの採取時にはこのミラーシステムを取り外し、そこに参照ガスのセルを入れる。次に、セルとこのミラーシステムを交換することにより、レーザー光は

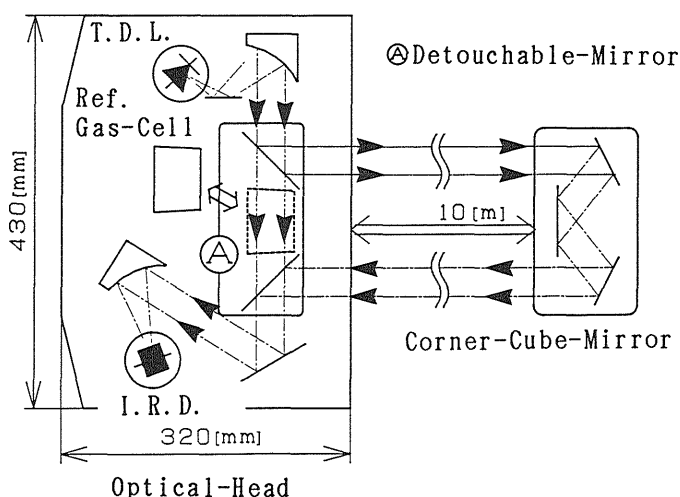


Fig.1 Schematic diagram of optical parts of the portable measuring system.

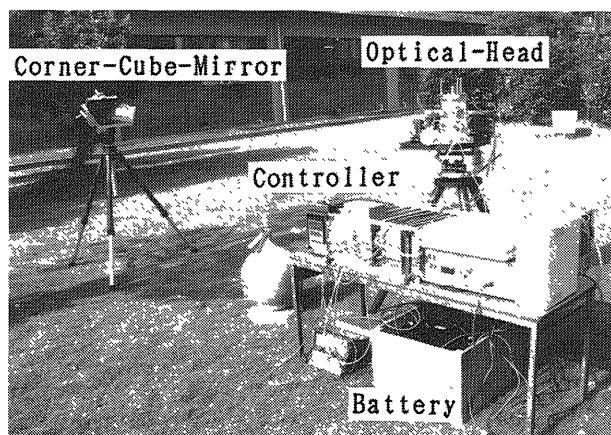


Fig.2 Photograph of the portable measurement system.

リフレクタに向かって大気中を透過し、大気メタンガススペクトルが得られる。

光学ヘッドは機械的に高さ及び $\theta$ 、 $\phi$ 方向の粗動並びに微動ができるようになっており、10秒程度の角精度で光軸合わせが可能である。

リフレクタにはコーナークューブ鏡を使用している。

システムの制御及び濃度計算処理を行うホストコンピュータには、ラップトップコンピュータPC-286LE（エプソン）を使用している。また、コンピュータを含む電気系の電源には鉛蓄電池（DC12V）を利用してポータブル化を図った。8時間の連続運転が可能である。

**3. システムの安定性** 大気ガスの出入りのない無人の実験室内でメタン濃度を測定し、システムの安定性を調べた。測定は、1991年2月10日の4時から1時間行った。

測定光路長は往復10mとした。10秒毎に濃度データを算出し、60分間、360回測定をした。メタンの吸収線は $1330.40\text{cm}^{-1}$ を用いた。なお、測定の前後10回に4ppmに相当する校正セル（ $958\text{ppm} \times 5\text{cm}/10\text{m}$ ）を光路上に挿入して濃度の校正を行った。測定中の気温、風速、湿度はそれぞれ $18.2^\circ\text{C}$ 、 $0.09\text{m/s}$ 、 $26.2\%RH$ で測定中定常であった。結果を図3に示す。時間平均濃度値が $4.13\text{ppm}$ と高い濃度値を示しているが、これは測定開始直前まで存在していた人間が発生したメタンが残留していたためと思われる。しかし、濃度のrms値は $0.07\text{ppm}$ と非常に安定した結果を

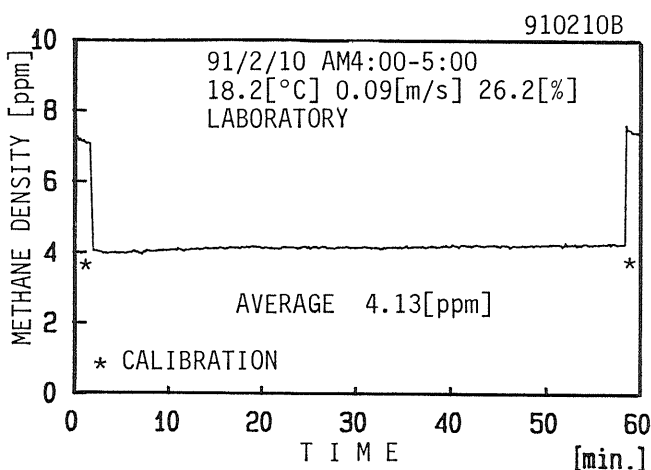


Fig. 3 A record of atmospheric methane density in a laboratory.

得た。この値は、濃度距離積で $0.7\text{ppm}\cdot\text{m}$ となる。これは、M9システムの $0.12\text{ppm}\cdot\text{m}$ と同じオーダーであり、以前に製作した携帯型の測定システム<sup>2)</sup>に比べると一桁以上精度が向上している。

**4. メタン濃度の屋外測定実験** 大学構内の芝生地内において、1991年2月12日の16時から1時間、メタン濃度の屋外測定を行った。光路設定及び測定間隔は、室内実験と同じである。測定中の気温、風速、湿度の平均値はそれぞれ $8.9^\circ\text{C}$ 、 $0.22\text{m/s}$ 、 $31.6\%RH$ であった。また、測定の前後には校正セルによる濃度校正を行った。図4に結果を示す。大気中メタン濃度の時間平均値は、 $3.02\text{ppm}$ であった。濃度校正値はそれより約4ppm増加した値を示しており、信頼性が確認された。このシステムの安定性から考えると、測定結果に見られる変動は、大気中メタン濃度の変化であることが分かる。

**5. あとがき** 可搬型メタンガス濃度測定システムを設計開発し、その高い安定性および屋外測定における高感度を確認することができた。しかし、現在6時間以上の長時間測定における安定性に問題があり、この解決が課題である。また、このシステムを用いメタン大発生期の水田における長時間測定を予定している。

**参考文献** 1)H.Sano et al.:Jap. J. Appl. Phys. 22[12](1983)1883-1888. 2)佐野ほか:レーザー研究、10[4](1982)411-418.

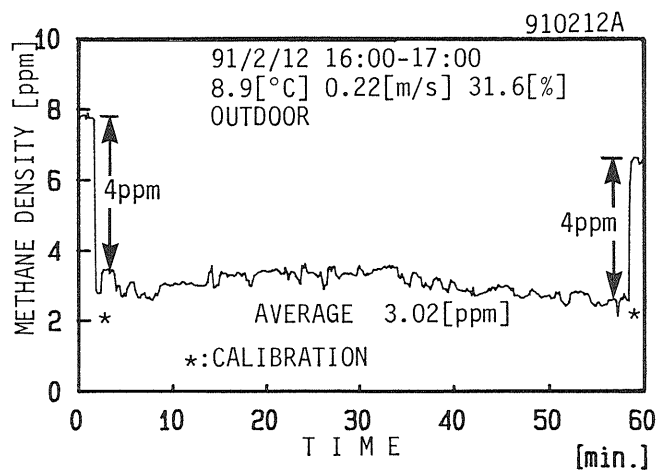


Fig. 4 A record of atmospheric methane density in the grass field.