

## トモグラフィによるメタンガス濃度分布の評価

○大成建設（株） 正会員 八尋 英恵, 本島 貴之  
 （株）地層科学研究所 正会員 佐ノ木 哲  
 （国研）日本原子力研究開発機構 宮川 和也

### 1. 目的

トンネルや地下空洞などの地下構造物を建設する際には、地盤から自然由来のメタンガスが発生し、爆発事故や酸欠事故などの災害が発生する可能性がある。建設工事の安全性確保のため、メタンガスを含む可燃性ガスの計測管理を行うことが事業者の責任として定められている。メタンガス検知は燃焼式や光学式等の各種センサを用いることが一般的であるが、ガス濃度の検知はあくまでもセンサを設置した箇所に限られるため、トンネルや地下構造物のような長大な構造物では、予め多数のセンサをメタンガス漏洩が想定される箇所に配置する必要があった。それに対し、レーザーメタンガスセンサはレーザービーム（赤外線）を吸収するメタンガスの特性よりガス濃度を測定するため、トンネル壁面などの標的にレーザービームを照射することでガス濃度が測定可能であり、センサを設置した箇所に限らず任意の場所の計測が可能となっている。

しかし、レーザーメタンガスセンサによる計測は、センサから標的までの測線上のメタン濃度積算値を測定するため、平均的なガス濃度のみ測定可能で、局所的な値を測定することが出来ない。そのためレーザーメタンガスセンサ測定値より、低濃度のガスが広く分布しているのか、もしくは高濃度のガスが局所的に分布しているのか判別することが出来ず（図 1）、メタンガス濃度とその空間分布の把握が困難であった。以上のような課題に対し、本検討ではメタンガス濃度の空間分布の把握を目的として、レーザーメタンガスセンサによる計測値を対象に反復処理により分布を推定するトモグラフィ解析を適用した。

### 2. 方法

本検討で使用したレーザーメタンガスセンサは、センサと標的間のメタンガス濃度とその厚みの積であるメタンコラム密度( $\text{ppm} \cdot \text{m}$ )を計測している。しかしメタン濃度の積算値ではなく、トンネル断面の各地点のメタン濃度を把握したいため、メタン濃度積算値からメタン濃度の空間分布をトモグラフィ解析により推定する。

センサは図 2のようにトンネル断面上に 1m 間隔で 2 段に配置され、計 6 箇所から 1 度ピッチでメタンコラム密度及びセンサと標的間の距離を取得した。そしてトンネル断面を 20cm 四方の要素に分割し、トモグラフィ解析により各要素のメタン濃度を求めた（図 3）。

センサ計測値 ( $\text{ppm} \cdot \text{m}$ ) と測線が各要素を通過する距離  $L$  (m) は既知で、各要素のメタンガス濃度 (ppm) が未知数となる。

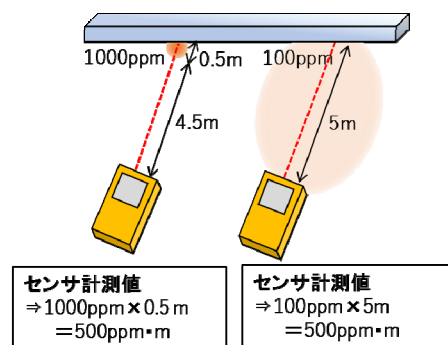


図 1 レーザーメタンガスセンサ計測イメージ

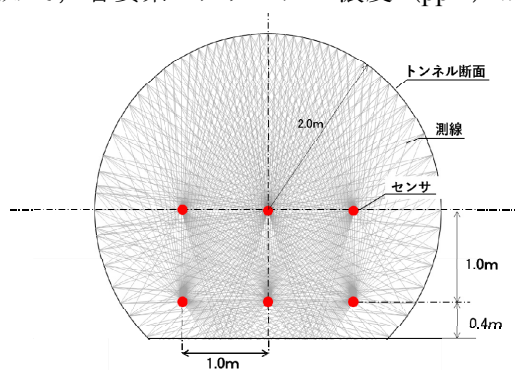


図 2 トモグラフィ概念図

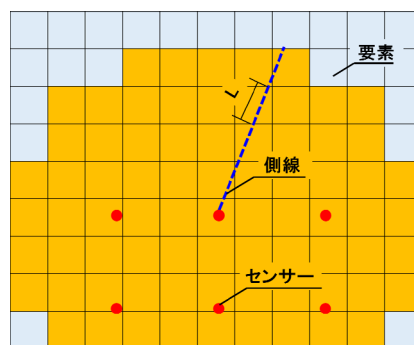
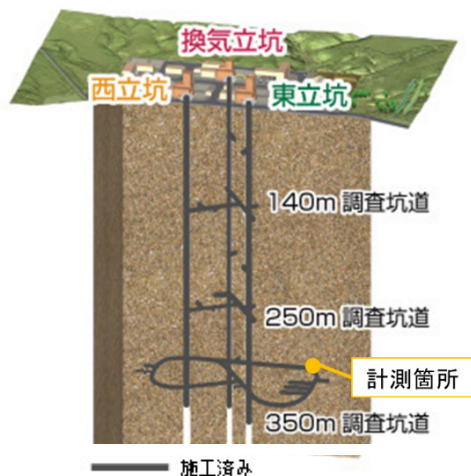


図 3 要素イメージ図

### 3. 結果

トモグラフィ解析によるメタン濃度空間分布の評価のため、原位置でのレーザーメタンガスセンサ計測結果を対象に本手法を適用した。計測した場所は日本原子力研究開発機構が施設の建設、維持管理および研究事業を行っている幌延深地層研究センター（北海道天塩郡幌延町）の地下 350m に位置する調査坑道である。計測位置を図 4 に、レーザーメタンガスセンサによる計測結果を図 5 に、トモグラフィ解析によるメタンガス濃度の空間分布を図 6 に示す。点群データの色もしくは要素の色がメタン濃度を示している。

レーザーメタンガスセンサ計測結果と同様にトモグラフィ解析によるメタン濃度分布においても、領域中で最もメタン濃度が高い個所が天盤付近に得られたが、高濃度が計測された測線上には虚像とみられるやや濃度が高い領域が現れた。



※このイメージ図は、今後の調査研究の結果次第で変わることがあります。

図 4 幌延深地層研究センター地下施設イメージ図

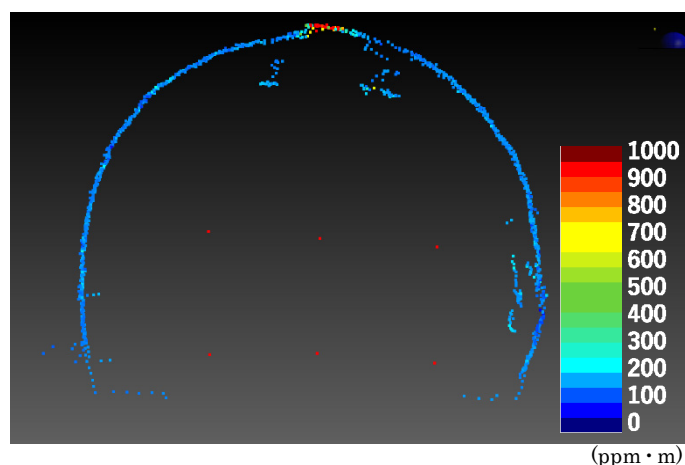


図 5 レーザーメタンガスセンサ計測結果

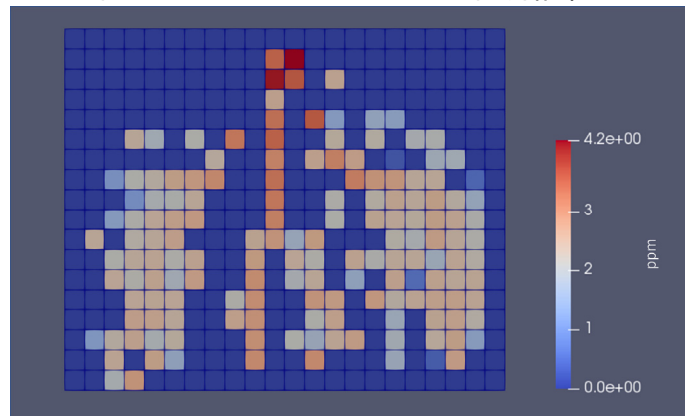
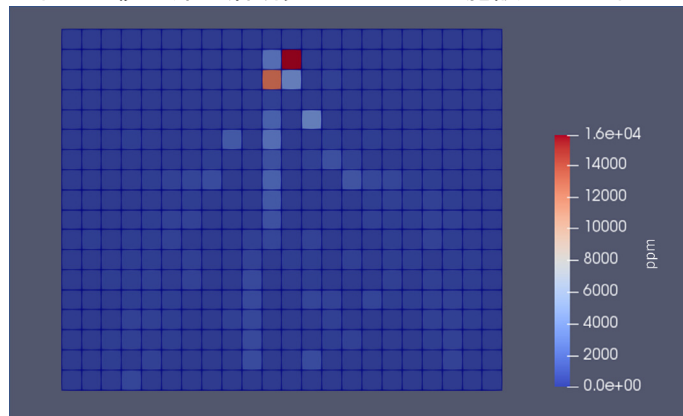


図 6 トモグラフィ解析によるメタンガス濃度分布(左:線形表示, 右:対数表示)

### 5. まとめ

本検討では、レーザーメタンガスセンサによる計測結果に対しトモグラフィ解析を実施することで、今まで積算値しか計測できなかったガス濃度についてトンネル断面全体における空間分布を把握することが出来た。本検討で対象としたメタンガスは比重が軽くトンネル上部に滞留しやすいという特徴があるため、レーザーメタンガスセンサによる計測結果においても、トモグラフィ解析においても同様な濃度分布となったものの、トモグラフィ解析はメタンガス濃度の空間分布を把握するひとつの手法として評価できるものと考えられる。なお本研究は、JAEA、北海道大学、地層科学研究所、大成建設の共同研究の成果の一部である。

キーワード メタン、可燃性ガス、可視化、レーザーメタンセンサ、トンネル、トモグラフィ

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設 原子力本部 TEL: 03-5381-5315