

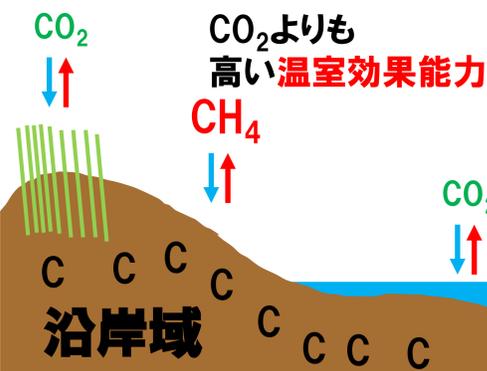


# 半導体式ガスセンサーを用いた堆積物のメタンフラックス測定のための基礎的検討

○古木健太郎 大谷壮介 大阪公立大学工業高等専門学校

## はじめに

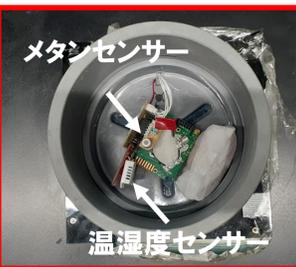
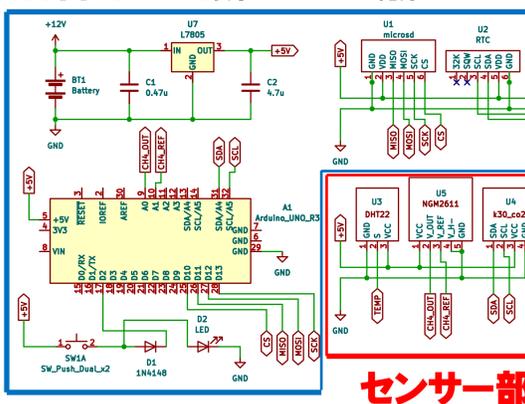
### 炭素固定機能



メタンフラックスを測定するためにはGCを用いる手法が一般的であり、測定コストが高く、時空間分解能には限界がある。そこで、本研究では、現場において安価で簡便なメタンフラックス計測手法の構築を目的として、半導体式ガスセンサーを用いたメタンフラックス測定のための基礎的検討を行った。

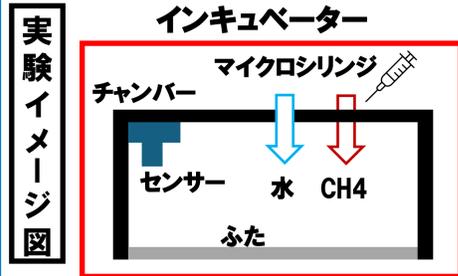
## チャンバー製作

### 制御部



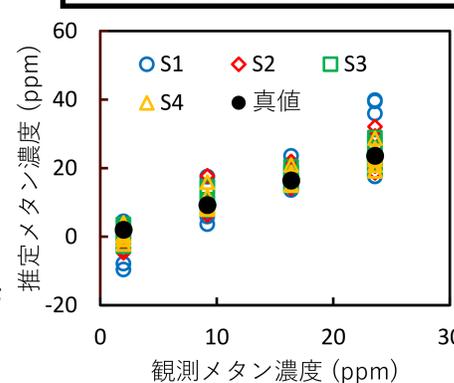
チャンバー内部にメタンセンサーと温湿度センサーを設置し、メタン濃度と温度・湿度を同時にモニタリング

## センサー精度検証



モデル式  $\log R \sim \text{Intercept} + T + AH + C + T \cdot AH + T \cdot C + AH \cdot C$   
R センサー抵抗 kΩ  
C メタン濃度 ppm  
T 温度 °C  
AH 絶対湿度 g/kg  
 $AH = 6.107 \times 10^7 \times 10^{T/237.3} \times \frac{RH}{100}$   
Tetensの式  
Aは温度、Bは絶対湿度、Cはメタン濃度を変化させたときのセンサー抵抗値の変化を表している。すべての要素において値の上昇に伴い、センサー抵抗値は減少している。→GLMにより算出されたパラメータを確認すると、T、AH、Cの係数は全て負になっており、対応が取れている。

### GLMによるメタン既知濃度と予測値の関係



センサー	RMSE	R <sup>2</sup>
S1	5.66	0.51
S2	3.80	0.78
S3	2.60	0.90
S4	2.81	0.88

パラメーター	S1	S2	S3	S4
Intercept	4.4936	4.5832	4.4838	4.3289
T	-0.0355	-0.0311	-0.0320	-0.0281
AH	-0.0694	-0.0648	-0.0645	-0.0620
C	-0.0225	-0.0211	-0.0305	-0.0246
T·AH	0.0014	0.0012	0.0012	0.0012
T·C	0.0004	0.0003	0.0004	0.0003
AH·C	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

### 標準偏回帰係数の算出

パラメーター	S1	S2	S3	S4
T	-1.0983	-1.0155	-0.9972	-0.9562
AH	-2.0238	-1.9943	-1.8946	-1.9886
C	-0.4445	-0.4399	-0.6069	-0.5345
T·AH	1.9660	1.7784	1.6974	1.8534
T·C	0.3042	0.2407	0.3064	0.2509
AH·C	0.0563	0.0475	0.0601	0.0333

センサー抵抗値は「絶対湿度」と「温度と絶対湿度の相互作用」により大きく支配されている

## 現場試験

### 調査場所



調査項目  
メタンフラックス 含水率 強熱減量  
ORP 地温 AVS 粒度組成  
調査時期 2024年 2、4、5、6、7月

### メタンフラックス測定手法

メタンフラックスは製作したチャンバーを用いたクローズドチャンバー法により実施した。サンプリング間隔及びサンプリング時間はそれぞれ10秒と10分であった。記録されたデータに、GLMモデルより算出されたパラメータを適用し、チャンバー内部のメタン濃度を推定し、濃度の上昇が線形的な区域に対して、右の式によりフラックスを算出した。

### フラックス計算式

$$F_{CH_4} = \frac{dC}{dt} \times \frac{V}{S} \times \frac{16}{22.4}$$

理想気体の1mol当たりの体積  
メタンの分子量  
 $F_{CH_4} [\mu g m^{-2} min^{-1}]$ : メタンフラックス  
 $dC [ppm]$ : メタン濃度変化  
 $dt [min]$ : 経過時間  
 $V [L]$ : チャンバー体積(1.39L)  
 $S [m^2]$ : チャンバー底面積(0.02m<sup>2</sup>)

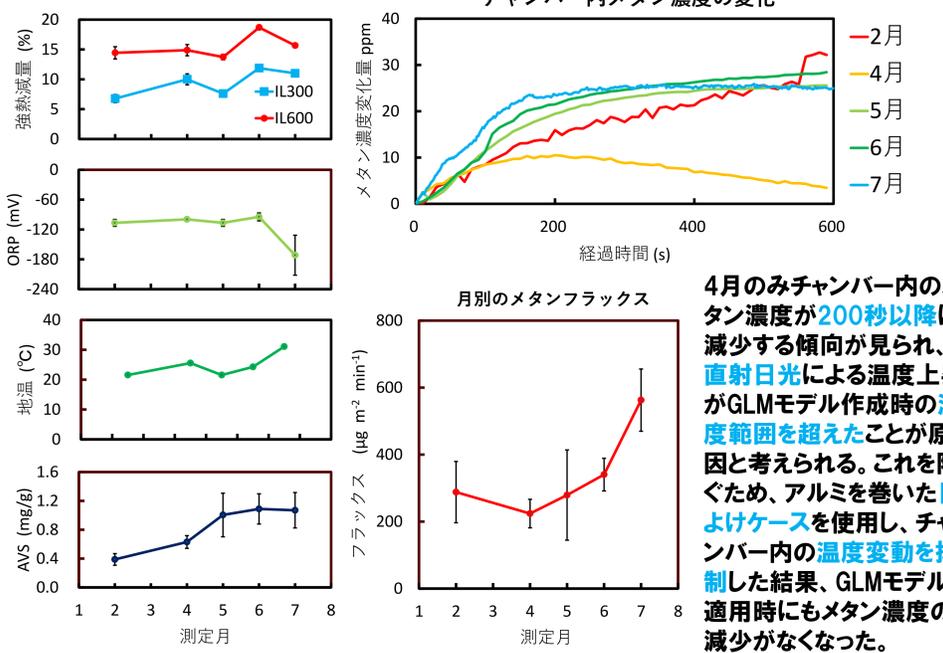
### 淀川河口湿地帯

### チャンバー

### 日よけケース



### 調査結果



4月のみチャンバー内のメタン濃度が200秒以降に減少する傾向が見られ、直射日光による温度上昇がGLMモデル作成時の温度範囲を超えたことが原因と考えられる。これを防ぐため、アルミを巻いた日よけケースを使用し、チャンバー内の温度変動を抑制した結果、GLMモデル適用時にもメタン濃度の減少がなくなった。

## 文献値との比較

### 沿岸域のメタンフラックス値

生態系	メタンフラックス ( $\mu g m^{-2} min^{-1}$ )	場所	文献
ヨシ湿地帯	107 - 652	淀川河口	本研究
ヨシ湿地帯	83 - 667	アメリカ	Kimら 2001
湿地帯	17 - 117	オーストラリア	Lukeら 2019
マングローブ林	420	ベトナム	今村ら 2009
マングローブ林	50 - 290	オーストラリア	Allenら 2007

## まとめ

- 1 センサーの温度と湿度による影響を考慮したモデルを適用することで、RMSEが2.60-5.66、R<sup>2</sup>が0.51-0.90の精度でメタン濃度を推定できる。
- 2 一方で、真値と最大で16ppmもの誤差が検出されているため、モデル式の補正が必要である。
- 3 モデル式を適用することで、メタンフラックス測定における、チャンバー内部のメタン濃度の変化を計測できた。
- 4 本センサーを用いて堆積物からのメタン排出の検出ができ、温度と湿度の補正を行うことでメタンフラックスの定量化の可能性が示された。