

環境影響評価分野 モニタリング技術

ガス漏洩モニタリング（直接法、広域検知法）
ーメタンセンサーの開発と広域監視法の調査研究ー

モニタリング技術

直接検出法

現状 採水→分析(FID 陸上・船上)
モニタリング 不向き

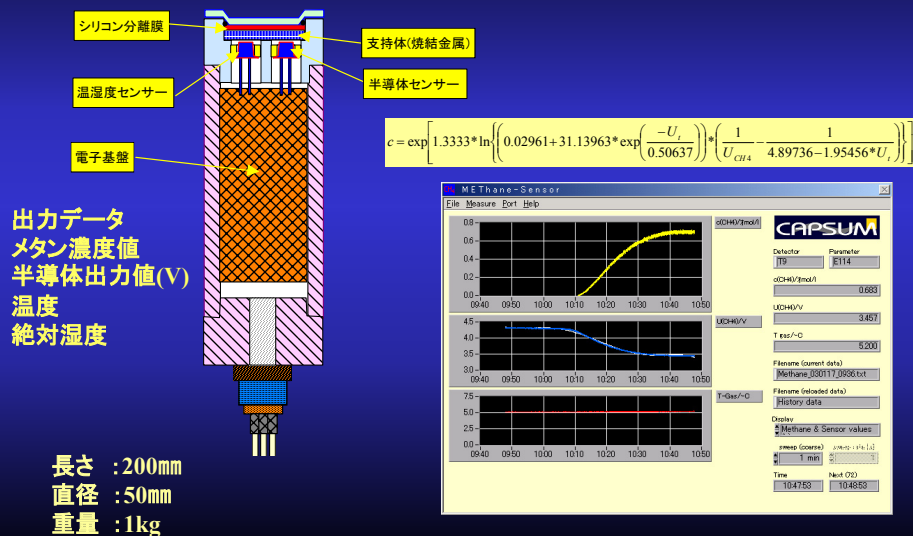


既往メタンセンサー(METSセンサー)
モニタリング可能
幾つか問題点があり 適用可能性調査・試験

新規開発(集水型モニタリングシステム)
メタン透過膜
集水方法についての検討

モニタリング技術

メタンセンサー(METSセンサー) 原理



モニタリング技術

メタンセンサー (METSセンサー)

基本性能評価試験及び特性評価

センサー機構・原理 予備試験 聞き取り調査



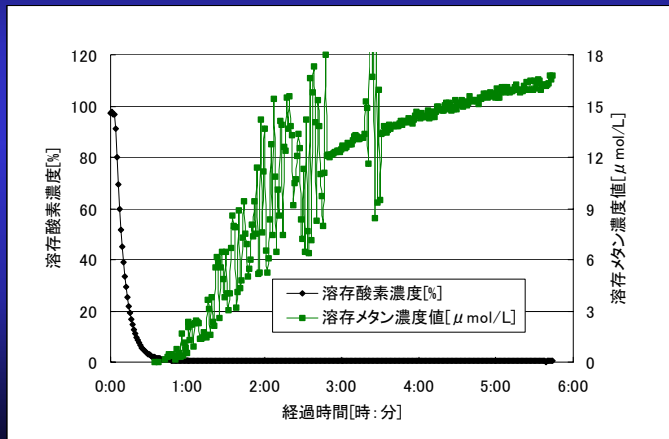
- 半導体検出器出力電圧の溶存酸素濃度依存
- 溶存メタン濃度切換時の半導体検出器出力の応答特性
- 溶存メタン濃度値の再現性(repeatability)

モニタリング技術

メタンセンサー（METSセンサー）

半導体検出器出力電圧の溶存酸素濃度依存性(1)

空気バブリング後(100%)→窒素ガスバブリング(0%)

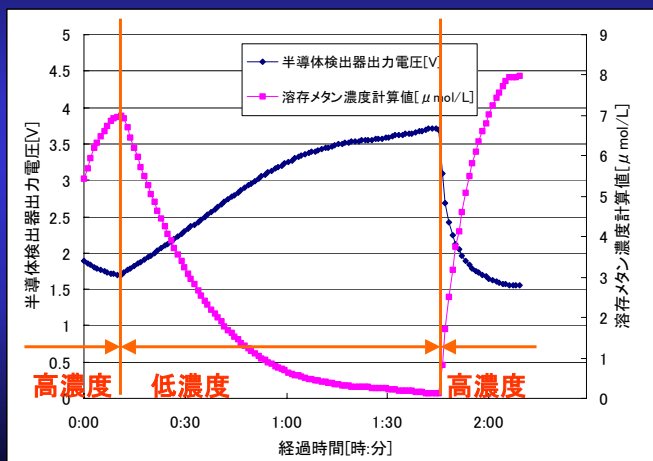


溶存酸素が減少
↓
メタン溶存量が
増加する様な
性状を示す

モニタリング技術

メタンセンサー（METSセンサー）

溶存メタン濃度切換時の半導体検出器出力の応答特性



濃度値:
0.1~8.0 $\mu\text{mol/L}$

メタン濃度

- 高→低:
67分(90%応答)
- 低→高:
10分(90%応答)

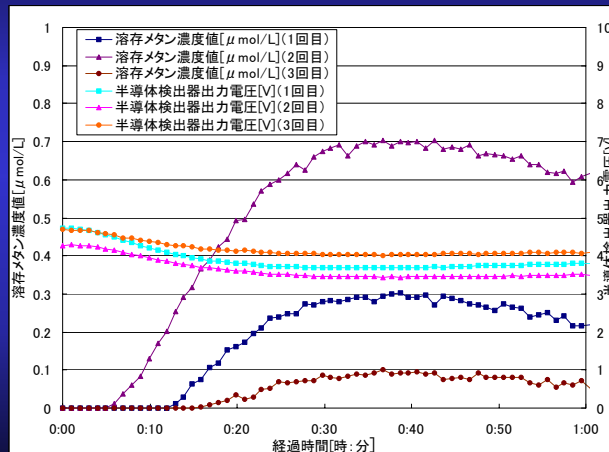
約7倍の
時間差

モニタリング技術

メタンセンサー（METSセンサー）

溶存メタン濃度値の再現性(repeatability)

同メタン濃度溶液で3回測定実施



➤メタン濃度値最大差
約600nmol

➤最大ピーク後
濃度値が減少
(低濃度顕著)

↓
半導体検出器湿度、
溶存酸素濃度、
分離膜等の影響か？

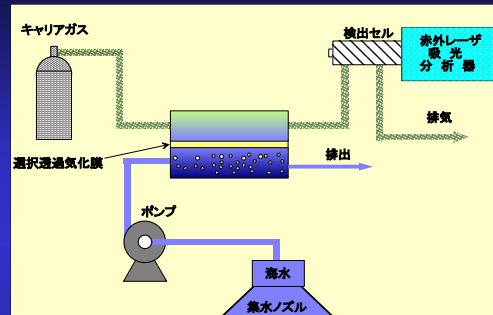
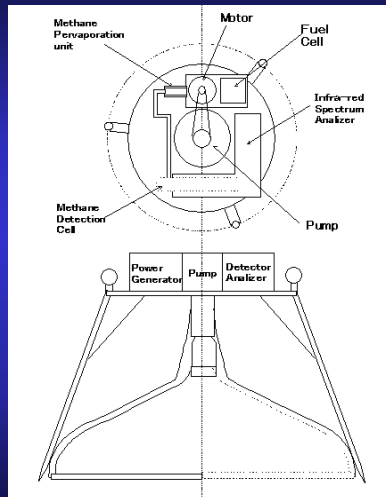
モニタリング技術

メタンセンサー（METSセンサー）

まとめ

- METSセンサーの性能について把握できた
 - ・酸素濃度依存性が高い
 - ・高濃度から低濃度へ変化する過程において、応答に時間を要す
 - ・濃度値の再現性と定常性が乏しい
- 上記問題点あるが低廉使用実績もあり改良改造することによりアラームセンサとして使用可能

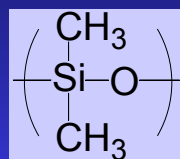
集水型モニタリングシステム



- 本システムの重要な項目
 - － 試験装置の製作
 - － 分離膜の集水基本試験
- 山口大学 機能材料工学科
岡本教授 田中助教授
共同研究

集水型モニタリングシステム

ポリジメチルシロキサン(PDMS)膜

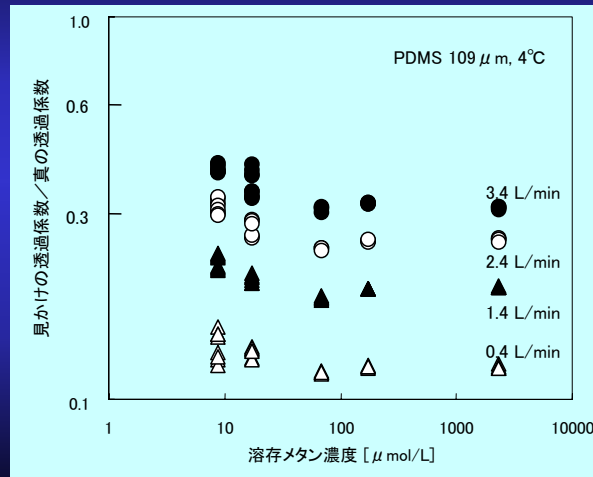


- 透過係数が非常に大きい
- 透過係数の濃度依存性
ほとんどない

膜の種類 ABは同一メーカー	膜厚 [μm]	メタンガス透過係数 [$\text{cm}^3(\text{STP})\text{cm}/(\text{cm}^2\text{scmHg})$]
A	109	9.5×10^{-8}
B	157	8.7×10^{-8}
C	556	6.4×10^{-8}

集水型モニタリングシステム

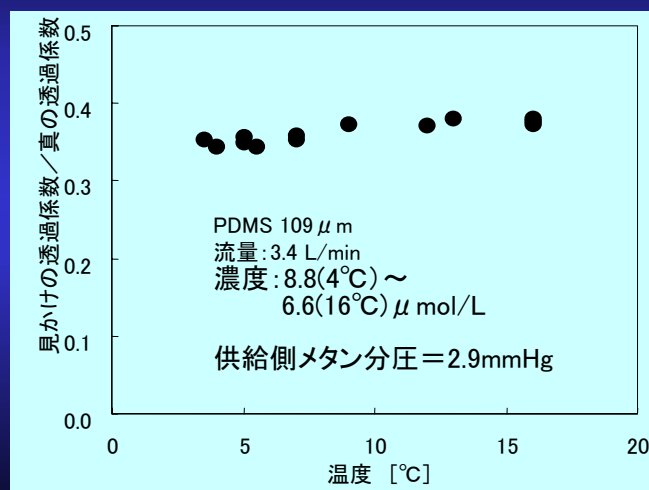
濃度依存性



濃度依存性はない
($> 10 \mu\text{mol/L}$)

集水型モニタリングシステム

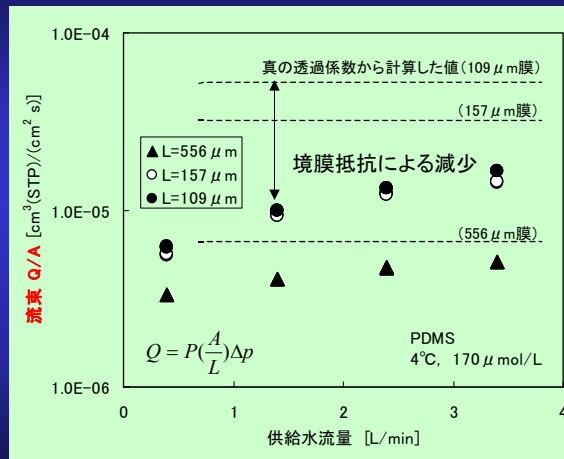
温度依存性



温度依存性は小さい

集水型モニタリングシステム

透過流束に対する流量および膜厚の影響

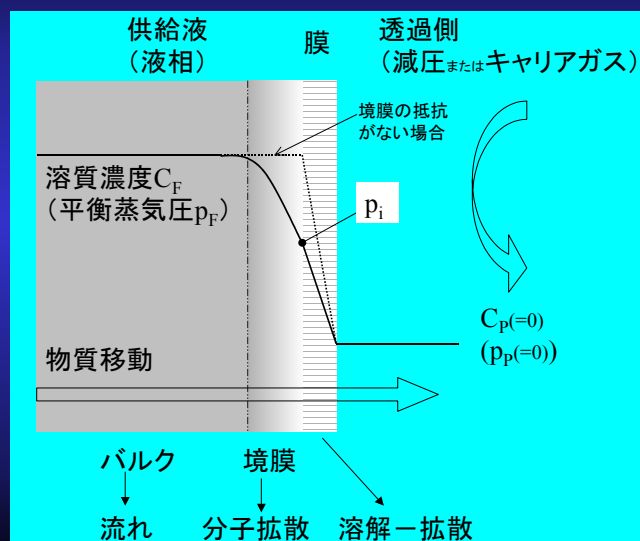


- 膜厚を薄くしてもあまり増えない
- 膜厚が薄いほど流量依存性大きい

↓
境膜による影響大

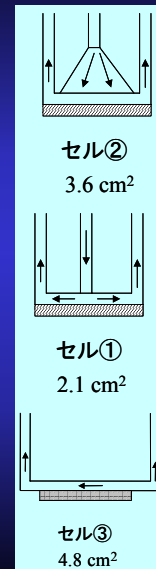
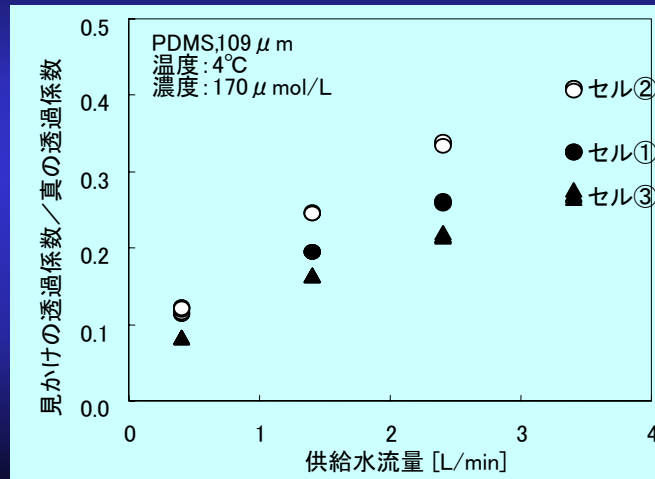
集水型モニタリングシステム

境膜物質移動抵抗モデル



集水型モニタリングシステム

透過セルによる相違



集水型モニタリングシステム

まとめ

- PDMS膜を通る溶存メタンの透過において、供給液側の境膜物質移動抵抗が大きな影響を及ぼす。
- 供給側の膜表面近傍における水の流動状態を高くすることで効率良く境膜物質移動抵抗を減らし、モニタリングシステムの応答性を向上できる。

光学的手法を用いた 大気中のメタンガスモニタリング技術

メタン漏えい時

周囲の海上大気中のメタン濃度が上昇



- 一地点から広範囲を遠隔測定
- (メタン)分子選択性
- 連続・リアルタイム測定

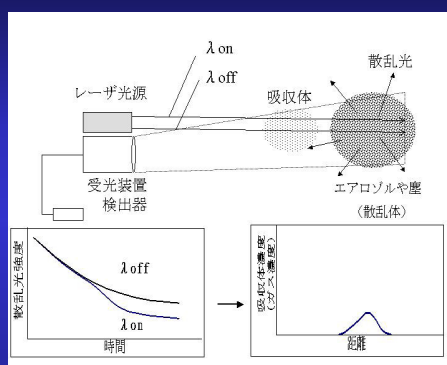


光学的手法が有効

モニタリング技術

DIAL(差分吸収ライダー) 原理・特長

原理



DIALシステム概要図

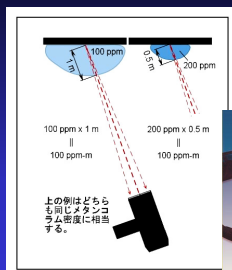
- レーザー光源使用
 λ_{on} : 吸収波長
 λ_{off} : 非吸収波長
- 大気中のエアロゾル・塵、人工ターゲットで散乱
- 散乱光強度を受光装置で測定
- λ_{on} と λ_{off} の強度比から濃度計算

特長

- メタン選択性がある
- 光源と検出器が同位置にある
- 人工光源使用(夜間も測定可能)
- 濃度マッピングが可能

モニタリング技術

DIAL(差分吸収ライダー) 適用事例

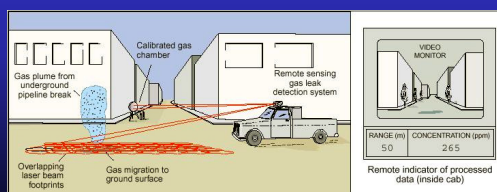


配管からの漏洩メタンの検知

(出典: 東京ガス)

石油・ガス精製工場、化学工場
における漏洩メタンの検知

(出典: 米国SANDIA研究所)



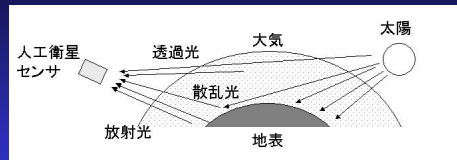
地下埋設配管からの漏洩メタンの検知

(出典: 米国SRI International)

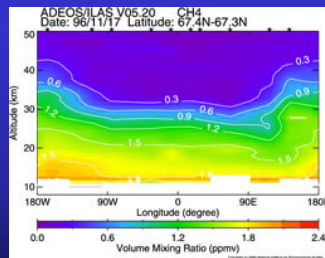
DIAL (差分吸収ライダー) まとめ

研究機関など	測定範囲	検出限界 (メタン)
東京ガス／アンリツ(市販)	1～10m	100ppm・m
三菱重工／九州大学	100～400m	1000ppm・m
Sandia National Laboratories	70m	12ppm・m
SRI International	10～15m	18ppm・m

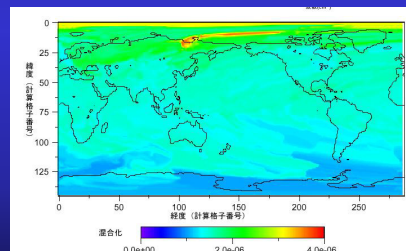
人工衛星を用いた観測技術 原理・特長



- 光源: 太陽光や地表からの放射光
- 地表の広範囲を一度に測定可能



ADEOS衛星によるメタン濃度監視
(出典: 国立環境研究所)



ADEOS衛星によるメタン濃度監視
(出典: 電力中央研究所)

モニタリング技術

人工衛星を用いた観測技術 まとめ

現在、環境観測技術衛星ADEOS-II(宇宙開発事業団)が運用中

- 鉛直方向×水平方向の測定範囲 : 1km×13km
- 測定高度 : 地表から10km～60km

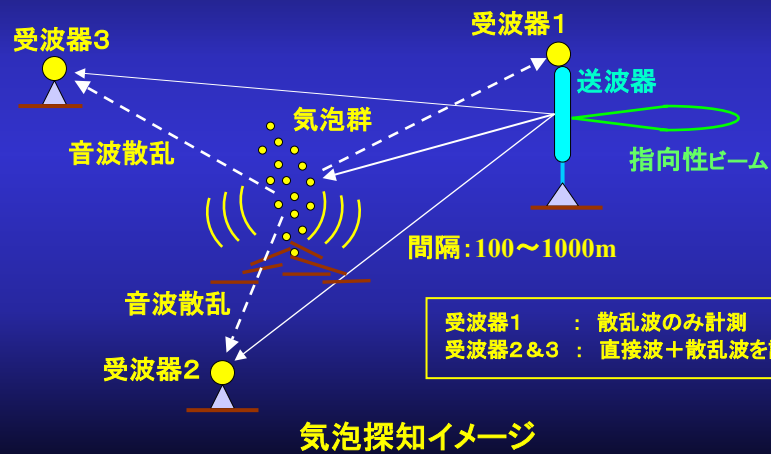
- リアルタイム測定ができない
- 太陽—地球—人工衛星の幾何学的配置により、測定可否が決まる



観測エリアの長期的なメタン濃度モニタリングに
適用可能

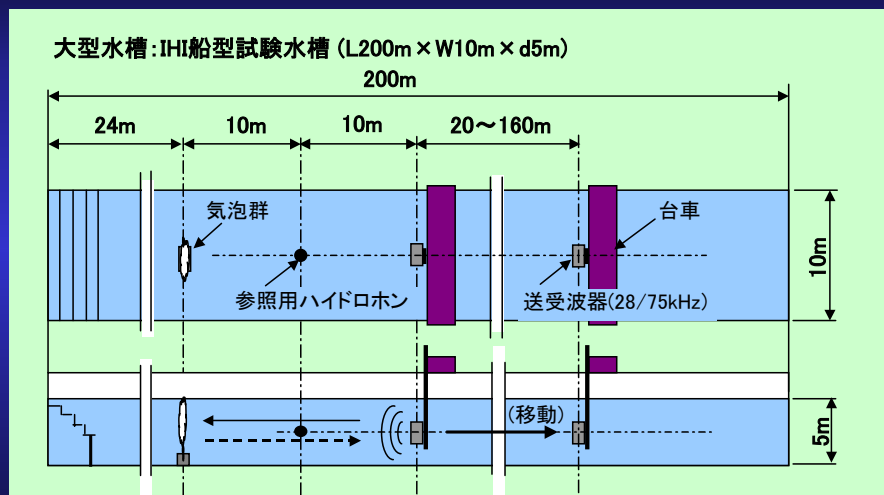
モニタリング技術

ガス漏洩モニタリング技術 (超音波センサーによるモニタリング技術)



モニタリング技術

大型水槽での気泡検出試験(1)

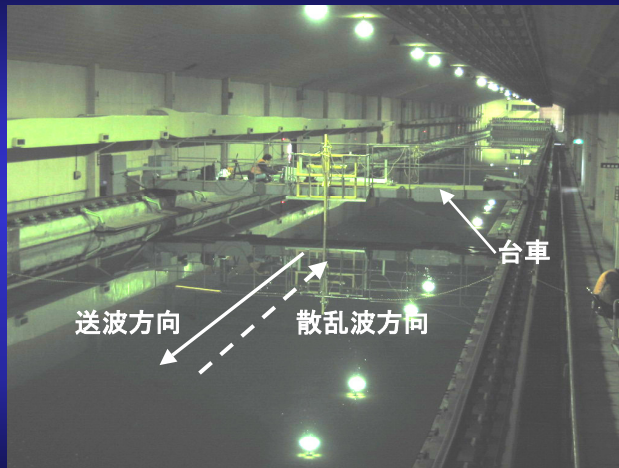


モニタリング技術

大型水槽での気泡検出試験(2)



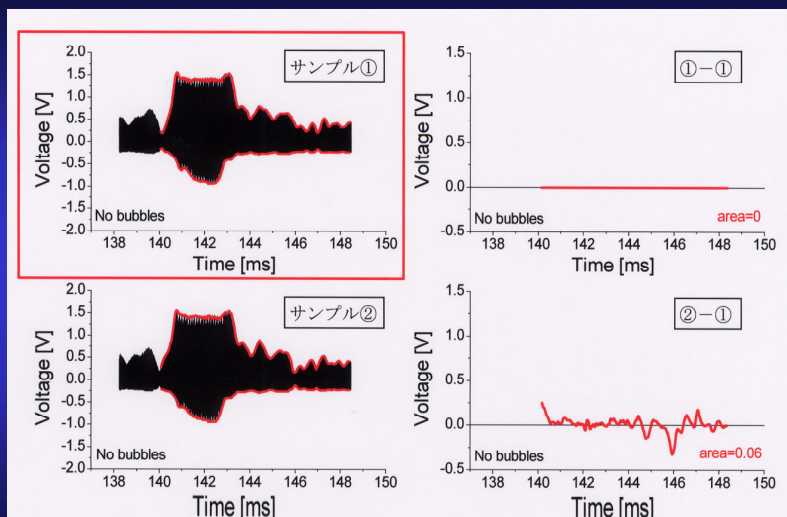
気泡発生例



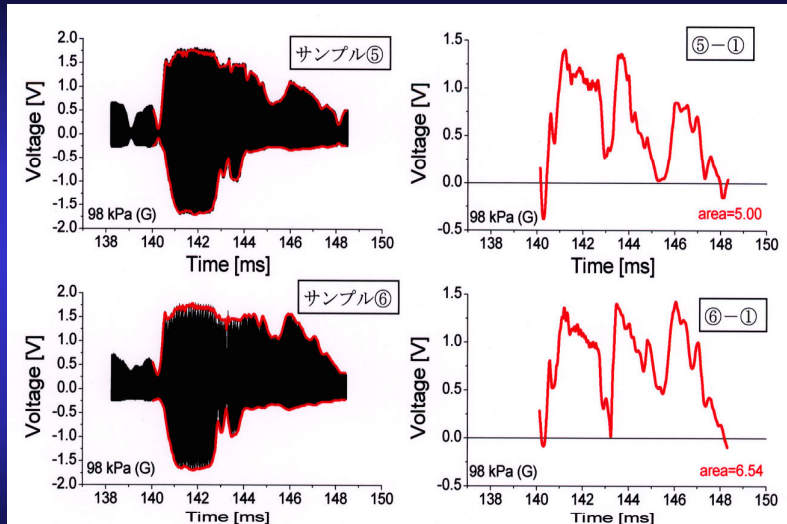
試験状況

モニタリング技術

大型水槽での気泡検出試験(3)

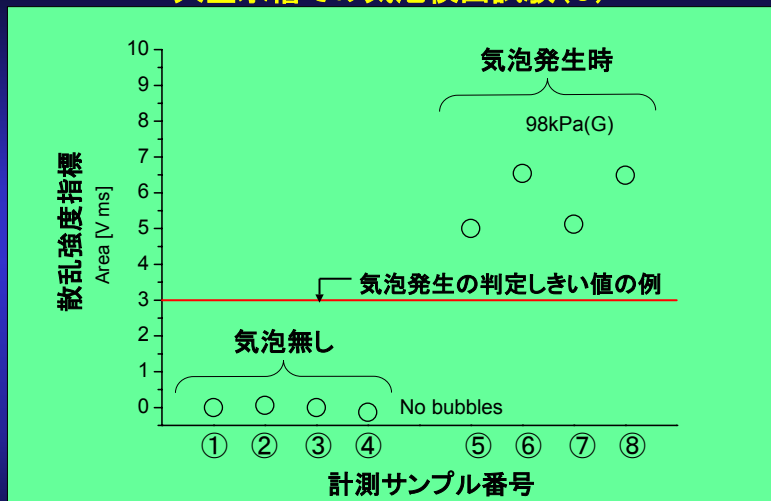


大型水槽での気泡検出試験(4)



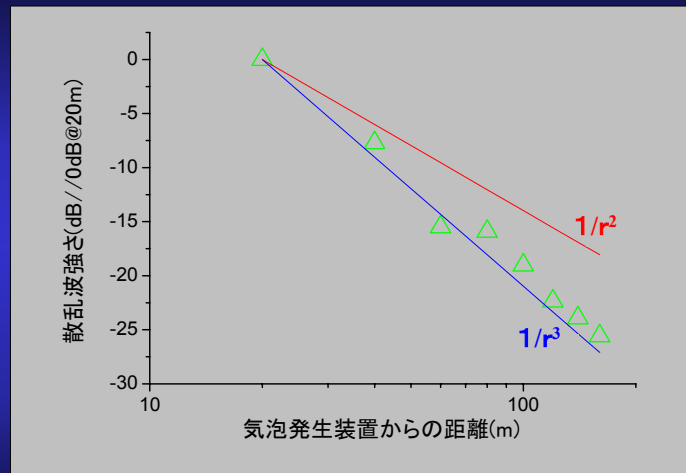
散乱波の計測結果例(気泡発生/L=100m/f=75kHz)

大型水槽での気泡検出試験(5)



散乱強度指標(L=100m/f=75kHz)

大型水槽での気泡検出試験(6)



散乱波の距離減衰特性

大型水槽での気泡検出試験(7)

まとめ

- 超音波の利用により160m先の気泡群存在を検知できることが分った。
- 気泡群からの散乱波の距離減衰特性は距離の3乗に比例する傾向のあることが分かった。