

石炭地下ガス化研究報告会

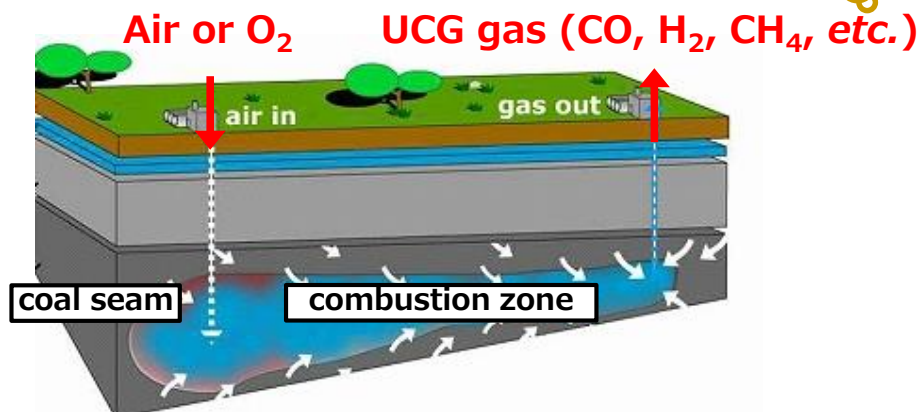
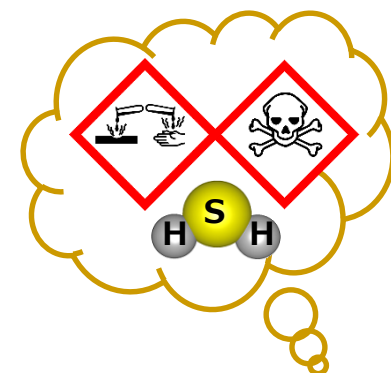
～そして次のステージへ！～

② 生産ガスの処理と活用

- I 大型ブロック炭UCG実験における生産ガスの放電処理
- II 小規模バイオマス混焼UCG実験における生産ガスの放電処理

室蘭工業大学大学院工学研究科
しくみ情報系領域 助教
高橋 一弘 (Takahashi Kazuhiro)

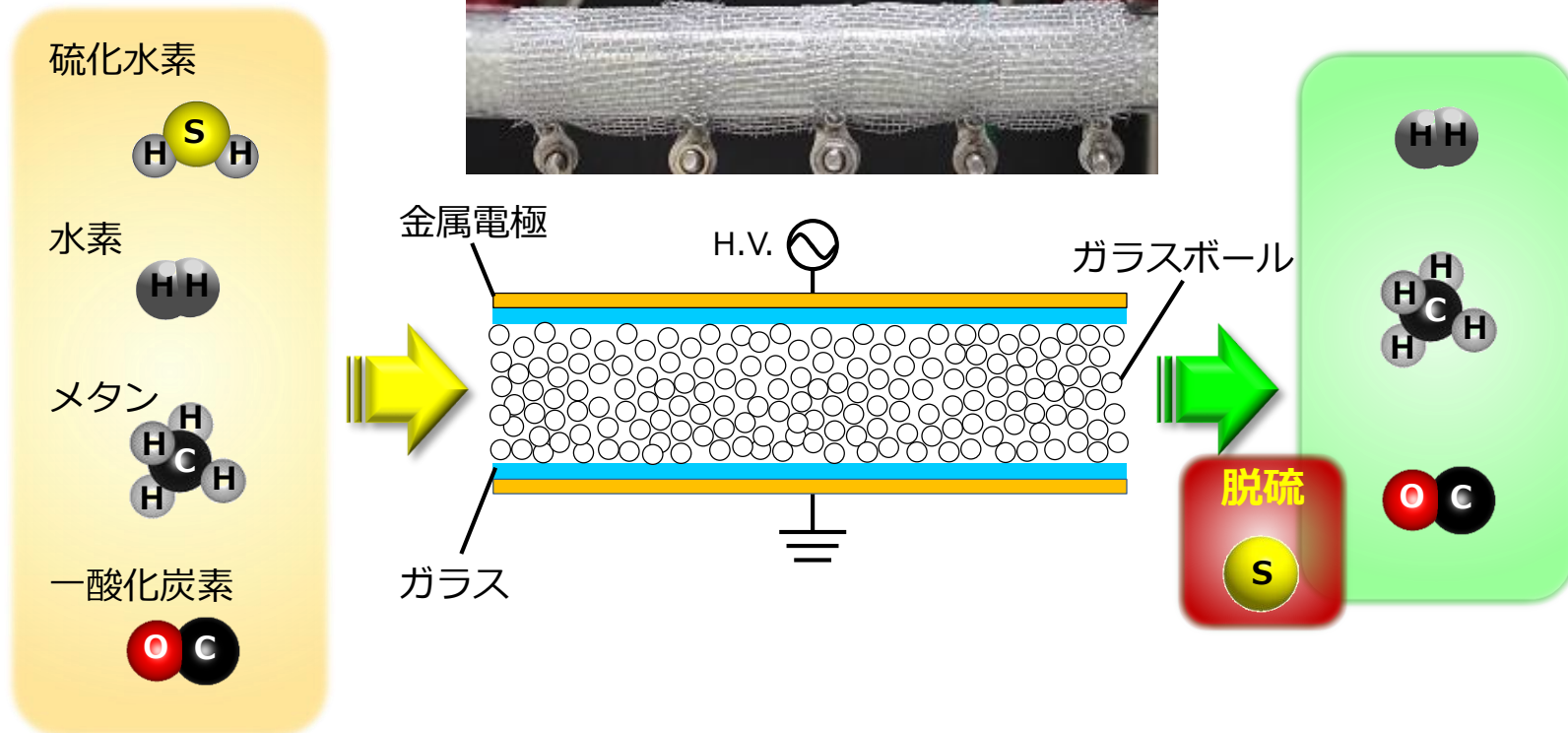
ktakahashi@mmm.muroran-it.ac.jp
TEL: 0143-46-5560



UCGガス

放電プラズマ処理

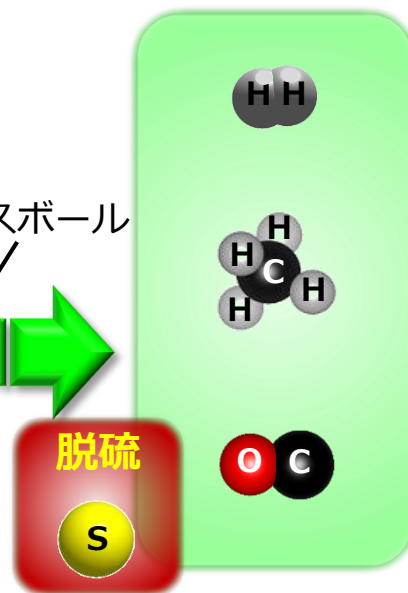
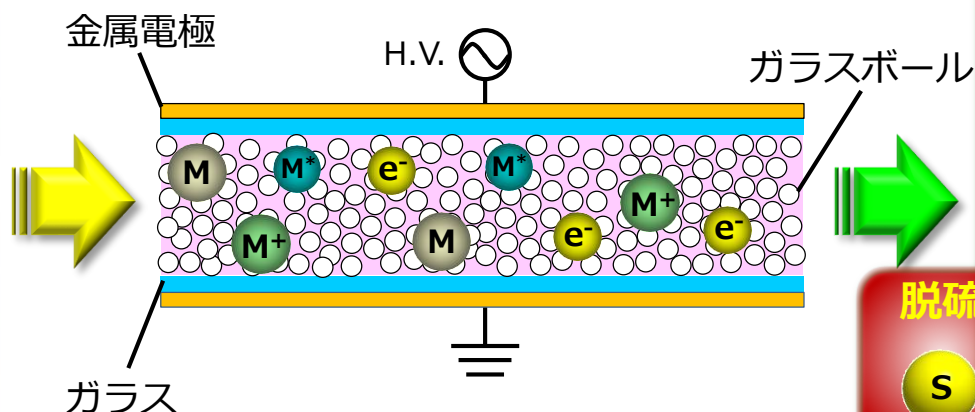
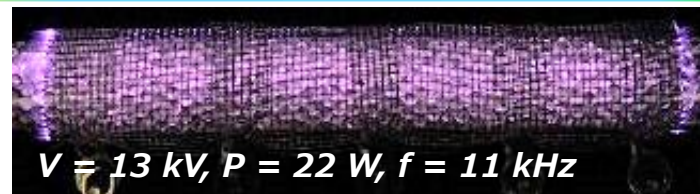
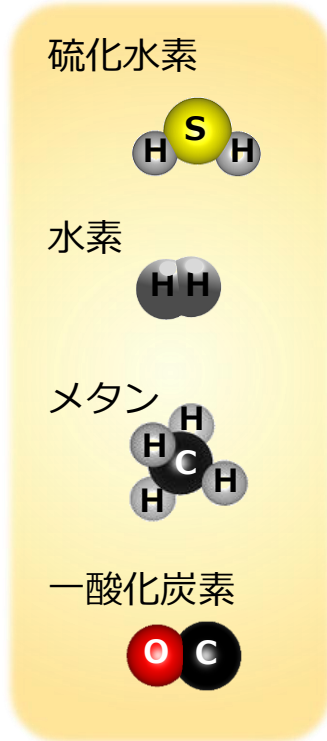
脱硫 (分解・処理)



UCGガス

放電プラズマ処理

脱硫 (分解・処理)



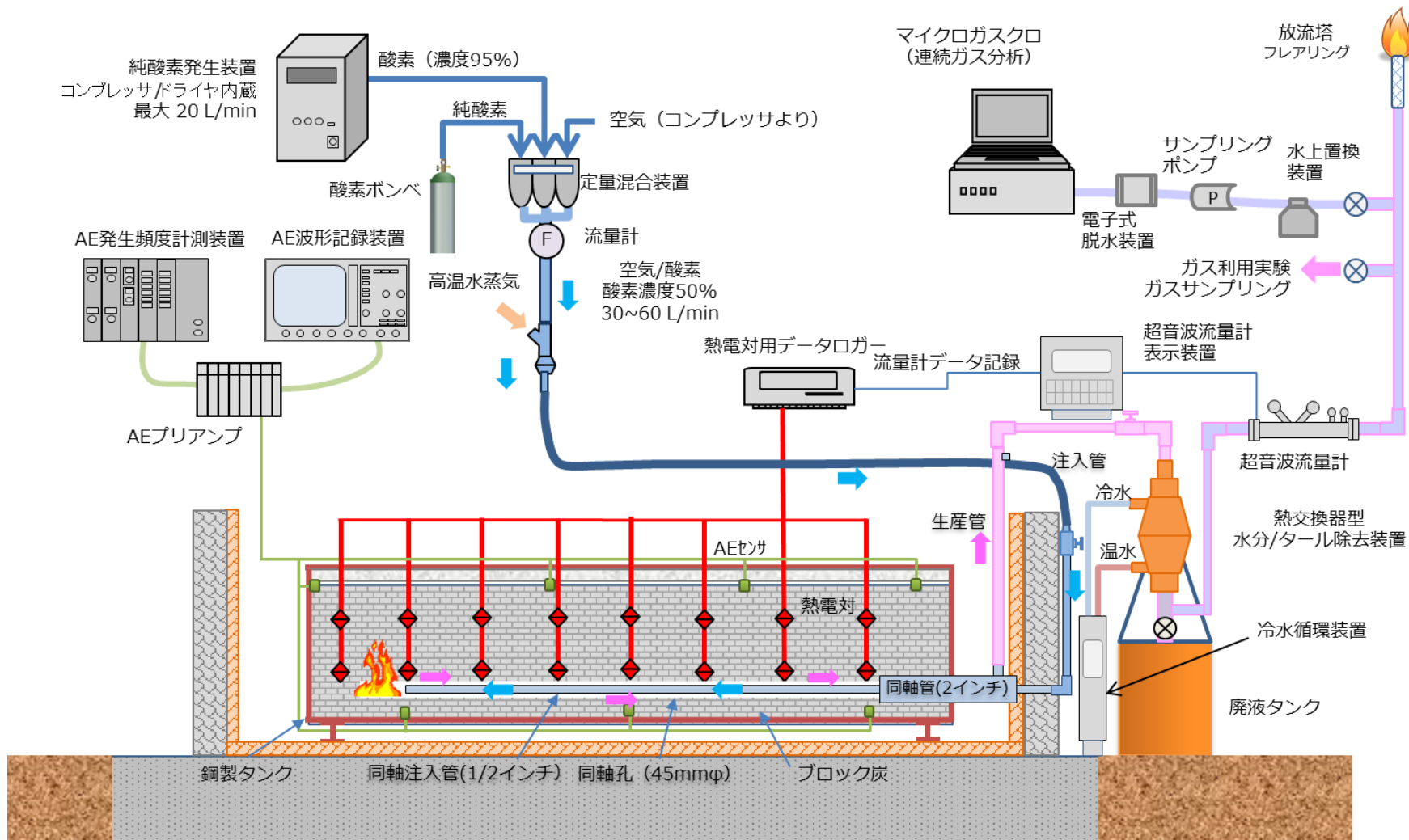
M 気体分子 M* 励起分子 (6eV~)
e- 電子 M+ イオン (10eV~)

プラズマ中には分子を分解 (結合を解離) できるエネルギーを持つ種が多数存在する
 ⇒ 有害物質の分解・無害化

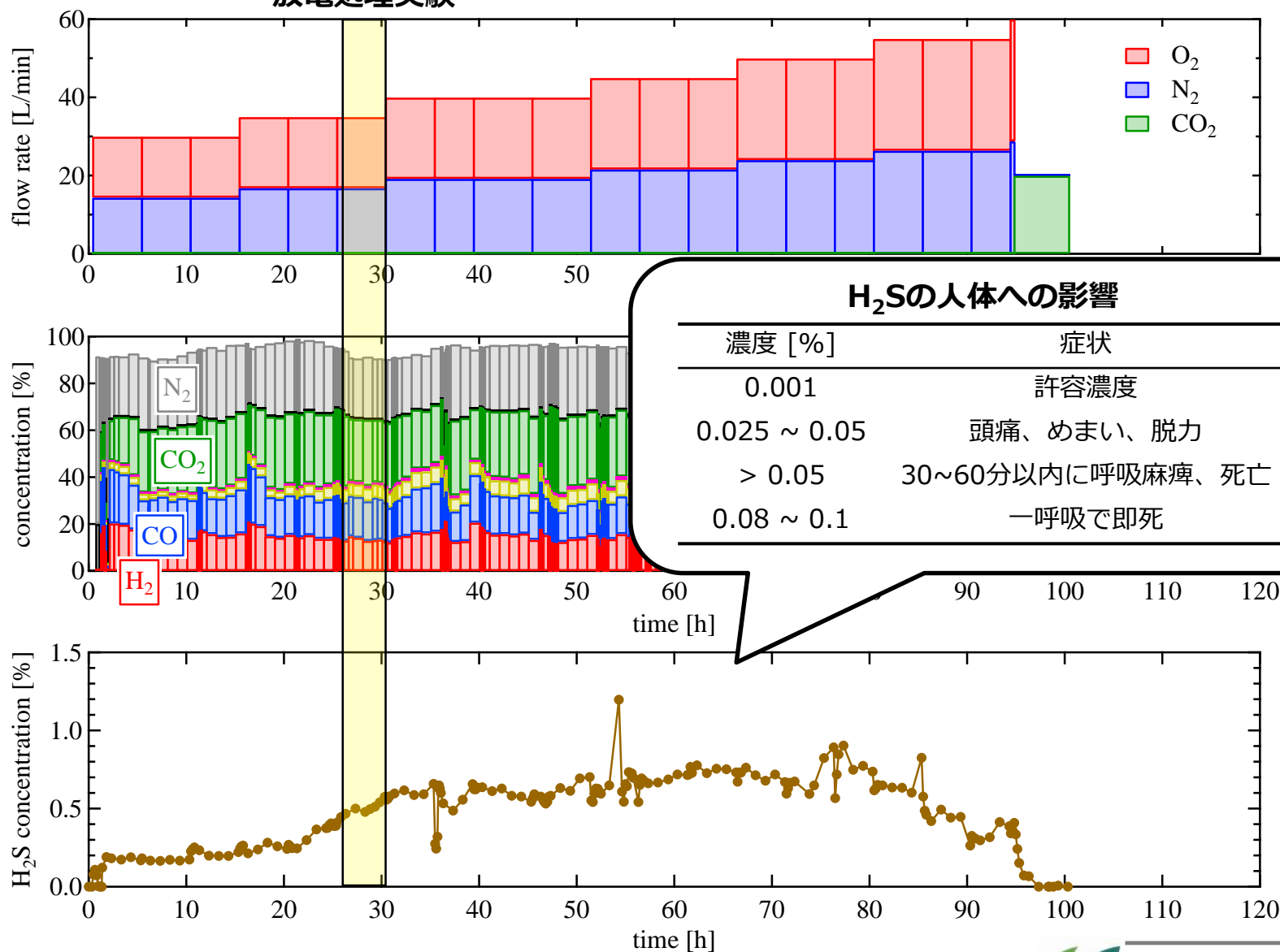
結合解離エネルギー

bond	Energy (eV)
H-SH	3.96
H-H	4.52
H-CH ₃	4.55
H-C ₆ H ₅	4.82
Benzene ring	5.37
O=CO	5.52
C=O(CO)	11.15

-
- I 大型ブロック炭UCG実験における
生産ガスの放電処理
- II 小規模バイオマス混焼UCG実験における
生産ガスの放電処理

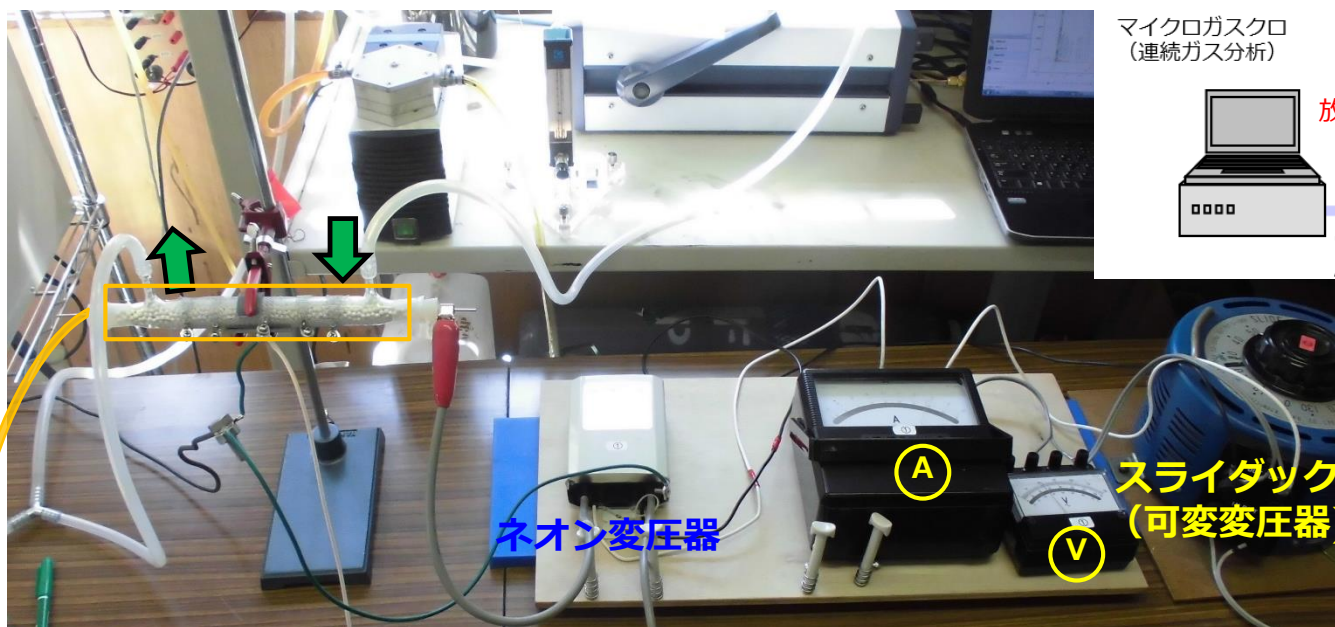


放電処理実験



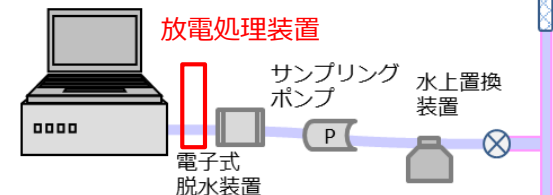
H₂Sの人体への影響

濃度 [%]	症状
0.001	許容濃度
0.025 ~ 0.05	頭痛、めまい、脱力
> 0.05	30~60分以内に呼吸麻痺、死亡
0.08 ~ 0.1	一呼吸で即死



マイクロガスクロ
(連続ガス分析)

放流塔
フレアリング



放電処理装置

サンプリング
ポンプ

水上置換
装置

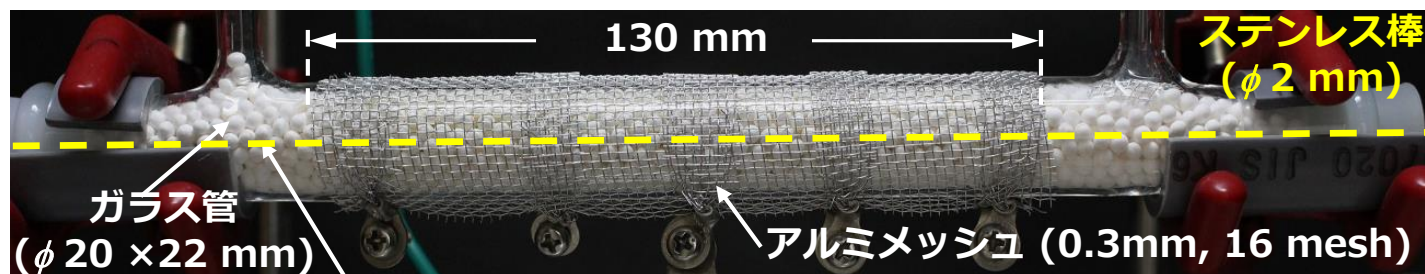
電子式
脱水装置

ネオン変圧器

スライダック
(可変変圧器)

A

V



ガラス管
(φ 20 × 22 mm)

130 mm

ステンレス棒
(φ 2 mm)

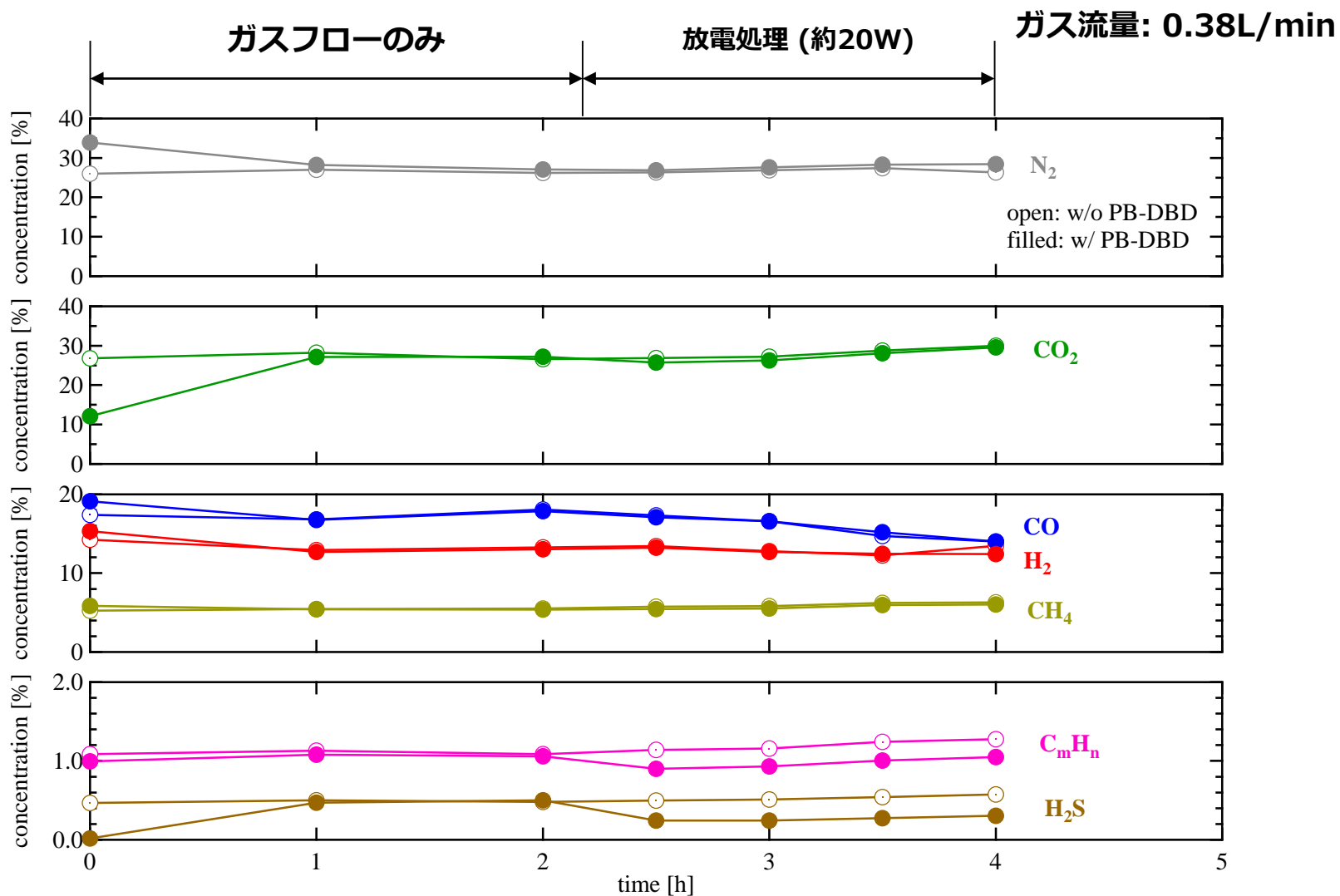
アルミメッシュ (0.3mm, 16 mesh)

アルミナ(Al₂O₃)ボール (φ 2.80 - 3.35 mm)

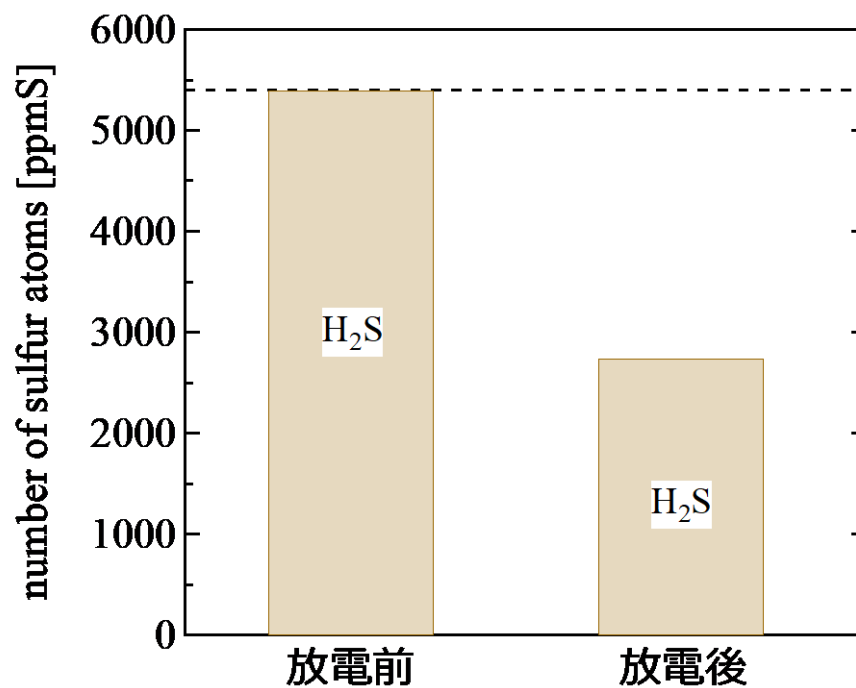
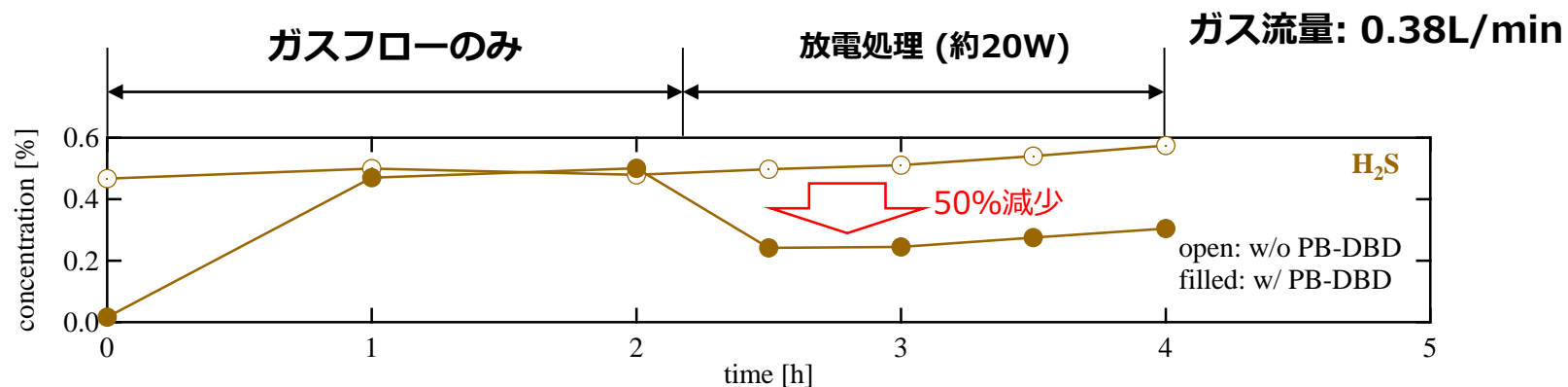
ネオン変圧器

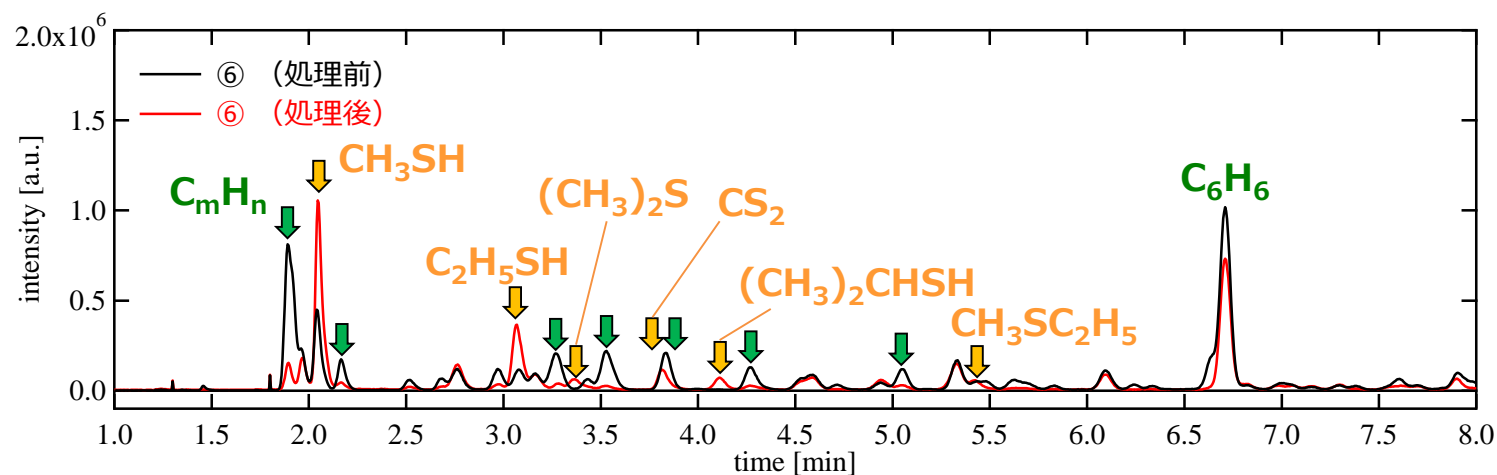
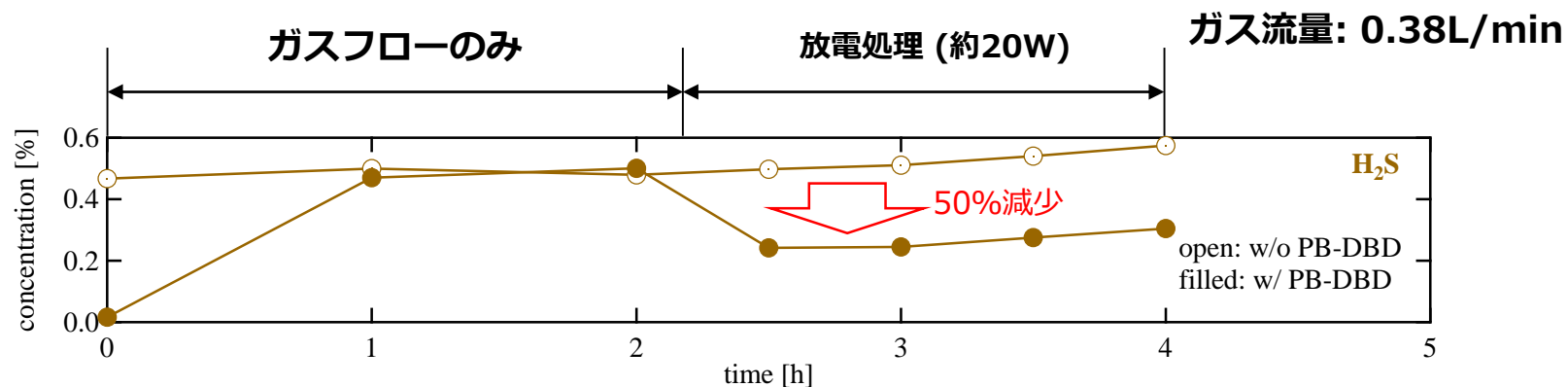


□ V_{p-p} = 15 kV
□ f = 11 kHz



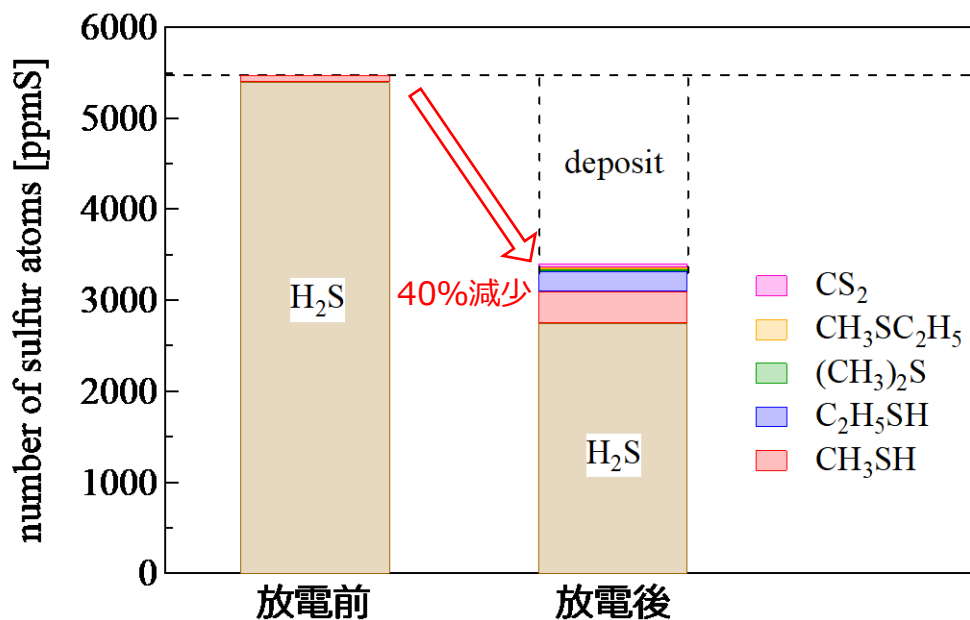
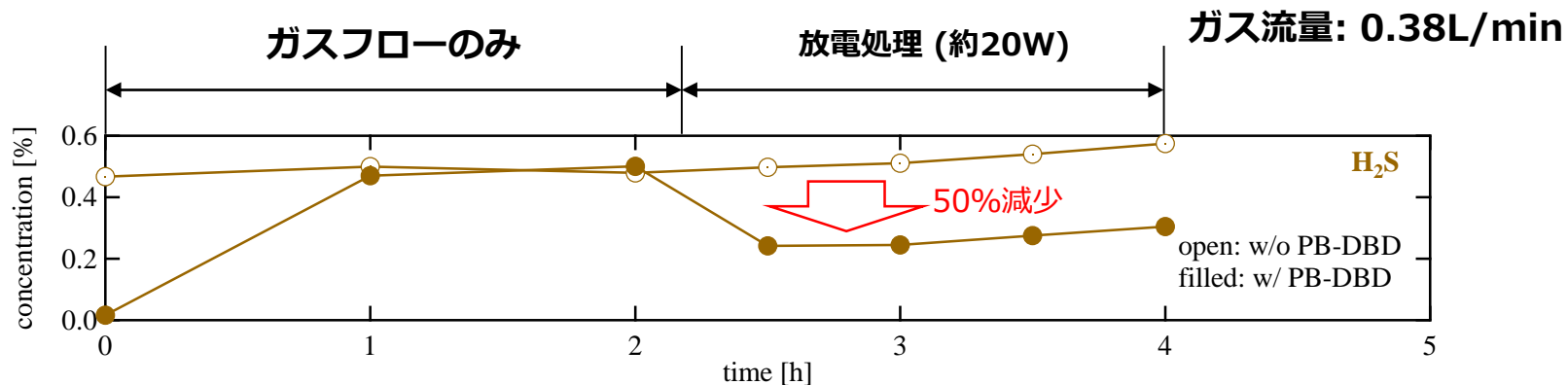
リアクタへの実UCGガスフローにおける放電処理(H₂S)を確認



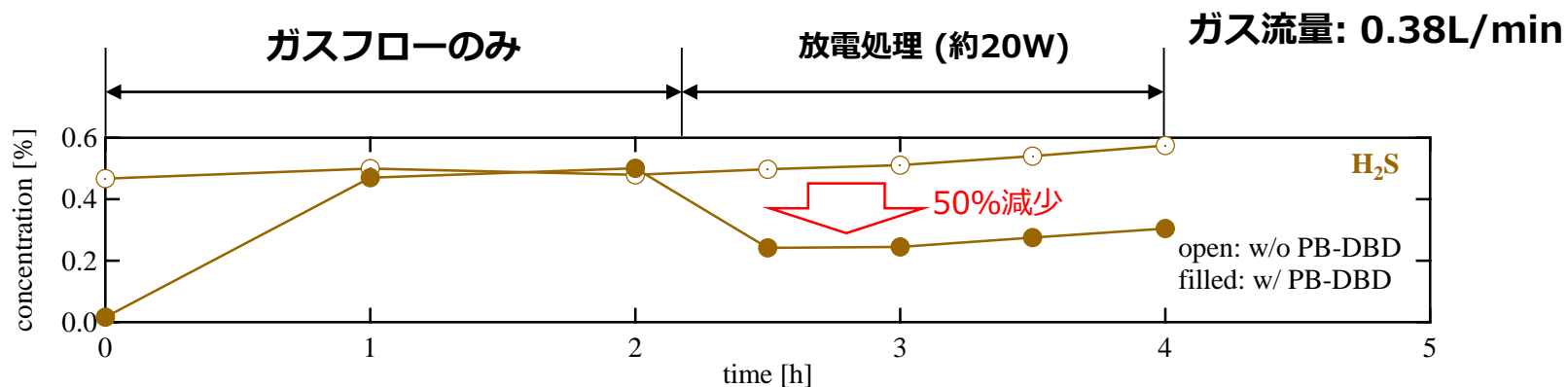


炭化水素(C_mH_n)の減少

硫黄化合物(CH_3SH , C_2H_5SH , $(CH_3)_2S$, $(CH_3)_2CHSH$, $CH_3SC_2H_5$, CS_2)の生成



今回の放電処理では、H₂S除去率50%・脱硫率40%が得られた



1% = 10,000ppm

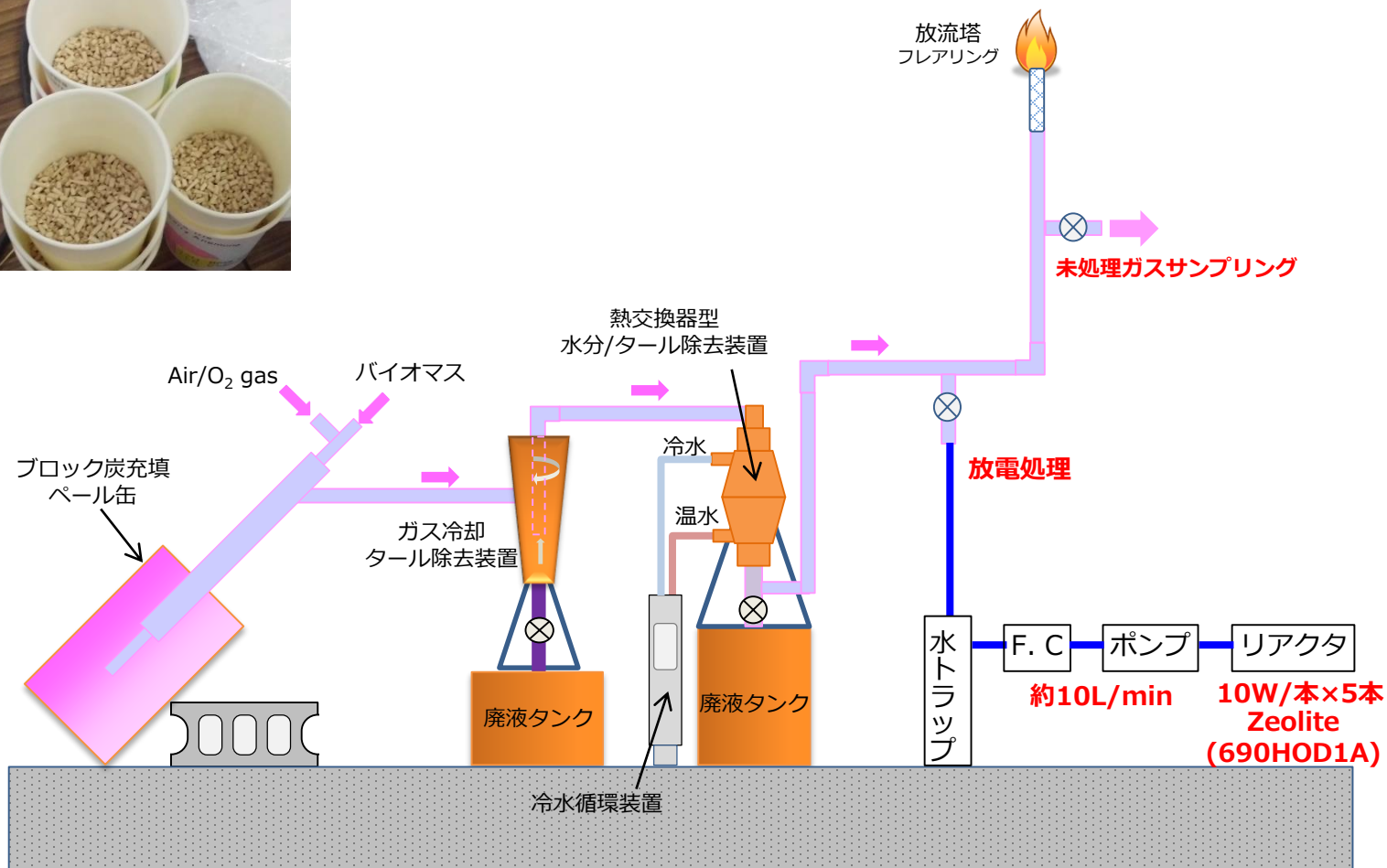
LC₅₀ : 50%致死濃度

	濃度 [ppm]		毒性(LC ₅₀ [*] , rat)
	放電前	放電後	
H ₂ S	5400	2750	450 ppm / 4h
CH ₃ SH	72	350	675 ppm / 4h
C ₂ H ₅ SH	0	220	4,420 ppm / 4h
(CH ₃) ₂ S	0	23	40,250 ppm / 4h
CH ₃ SC ₂ H ₅	0	19	データなし
CS ₂	0	20	8,000 ppm / 2h

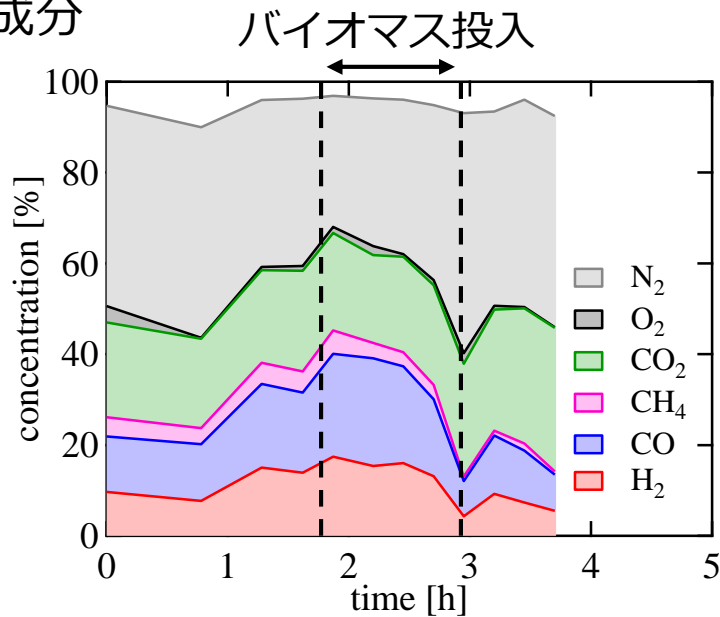
放電処理により生成ガスが低毒化される

-
- I 大型ブロック炭UCG実験における
生産ガスの放電処理
- II 小規模バイオマス混焼UCG実験における
生産ガスの放電処理

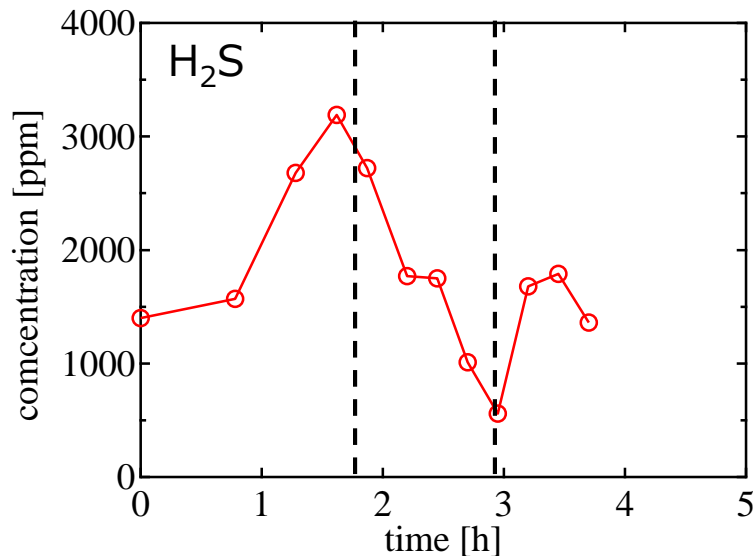
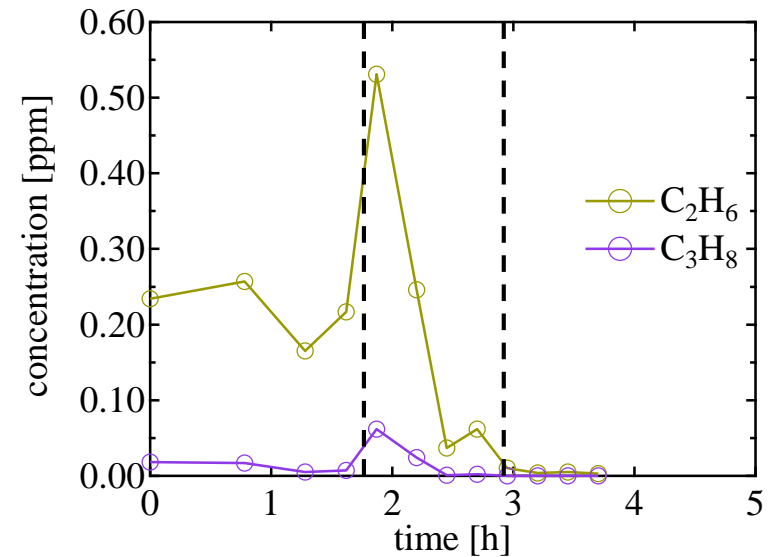
バイオマス(樺材, 長さ3mm)



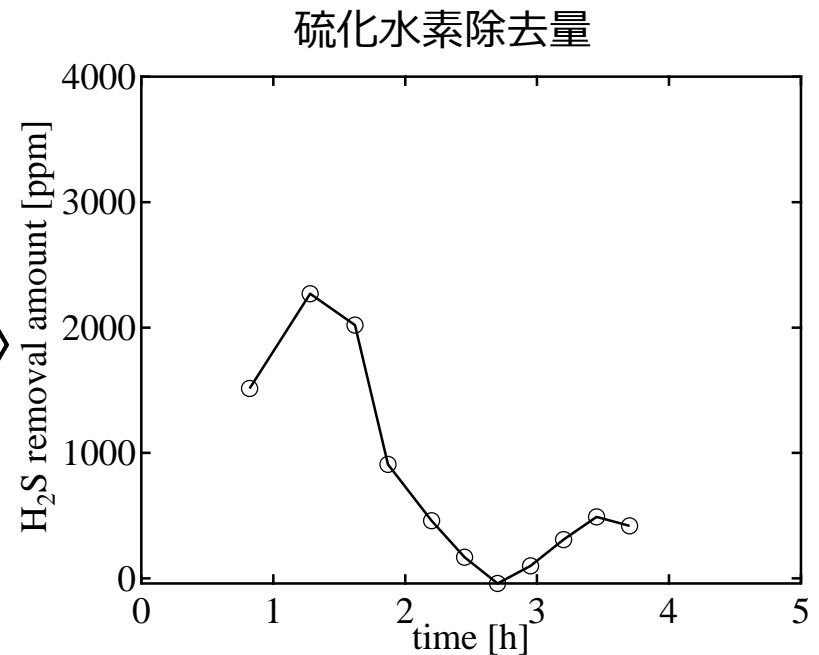
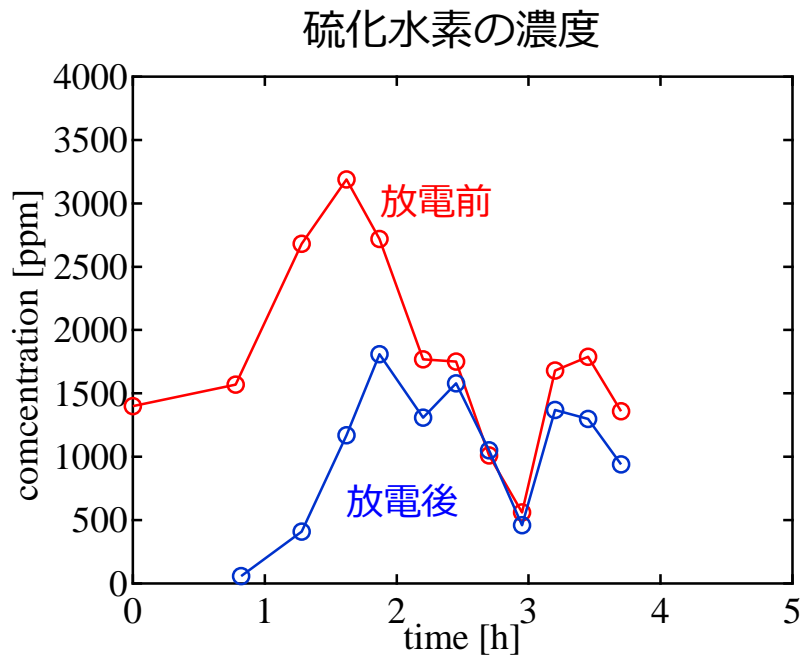
主成分



微量成分



- ✓ 生成ガスの主成分は、
N₂, CO₂, CO, CH₄, H₂
- ✓ バイオマス投入直後に
C₂H₆およびC₃H₈の濃度が増加

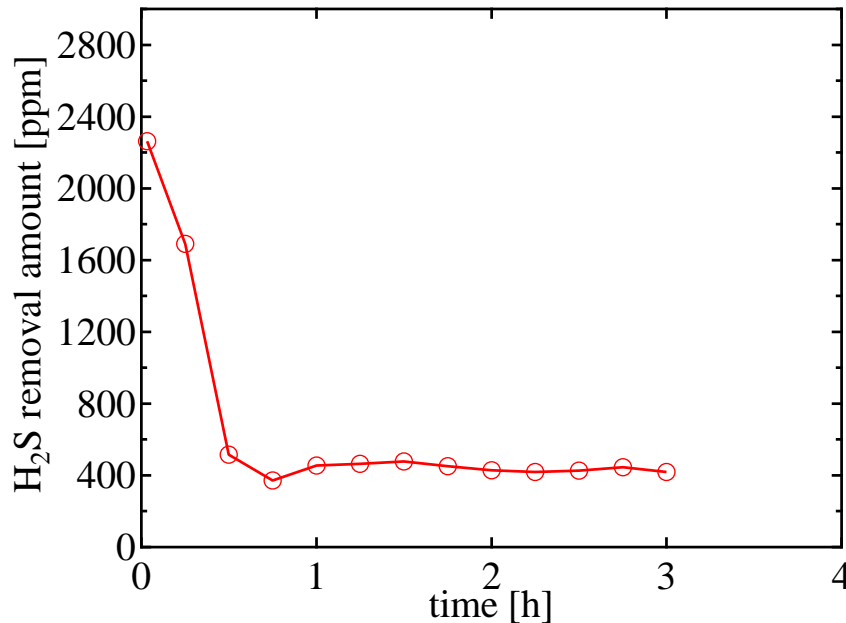


- ✓ 放電処理によって硫化水素の濃度が減少
- ✓ 除去量は硫化水素の濃度や放電時間で変化

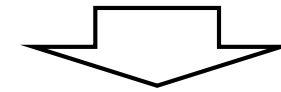


実験室で放電処理実験を行い，装置の特性を確かめる

硫化水素除去量
(入口濃度－出口濃度)



✓ 硫化水素除去量は時間で変化



ゼオライトの影響

➤ ゼオライト

分子と同程度(数～数十 Å 程度)のサイズの細孔を多数有する多孔質材料
吸着材として用いられる

➤ 吸着

気体分子が固体の表面に引きつけられる現象。吸着量は温度の影響を受ける

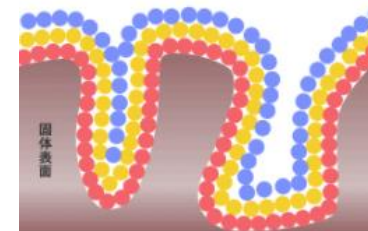
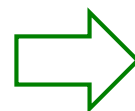
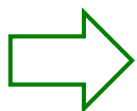
ガス混合比

$N_2/CO_2/CH_4/H_2/H_2S = 50/40/5/4.8/0.23\%$

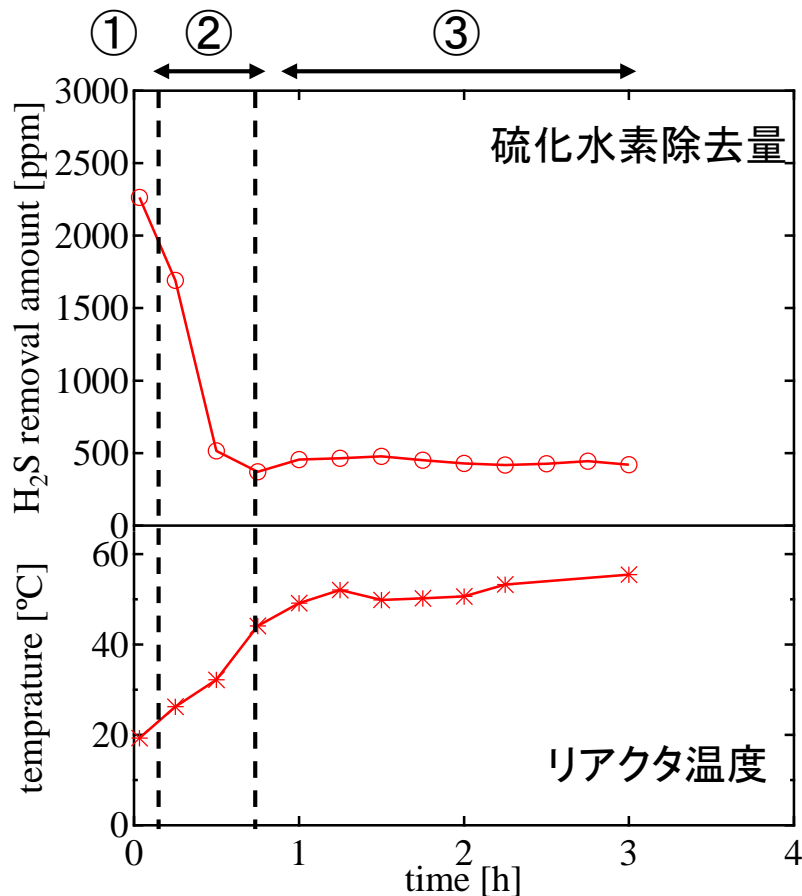
ガス流量

10.0 L/min

入力電力10W×5本



模擬UCGガスの放電処理結果

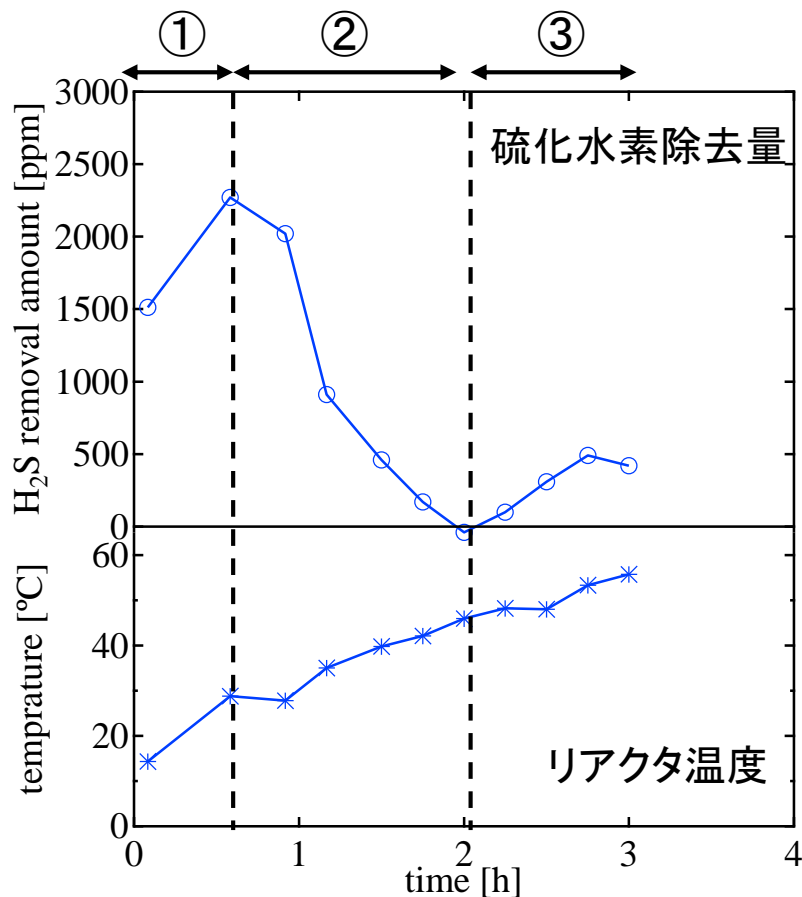


ゼオライトを用いた放電処理では

- ① 硫化水素の放電分解
- ② ゼオライトへの硫化水素の吸着
(初期の除去量大)
- ③ 温度により硫化水素吸着量が変化

これらのバランスにより硫化水素の除去量が決まる

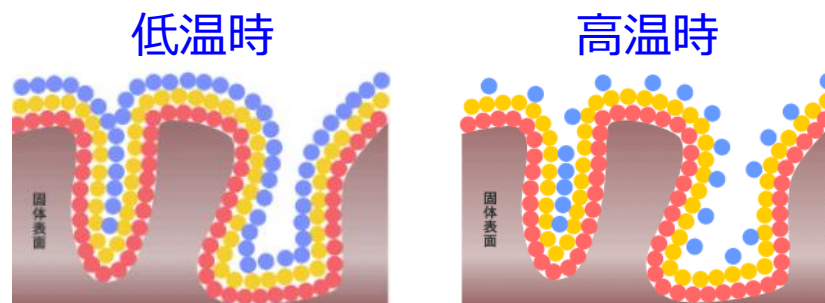
小規模UCG生産ガスの処理結果

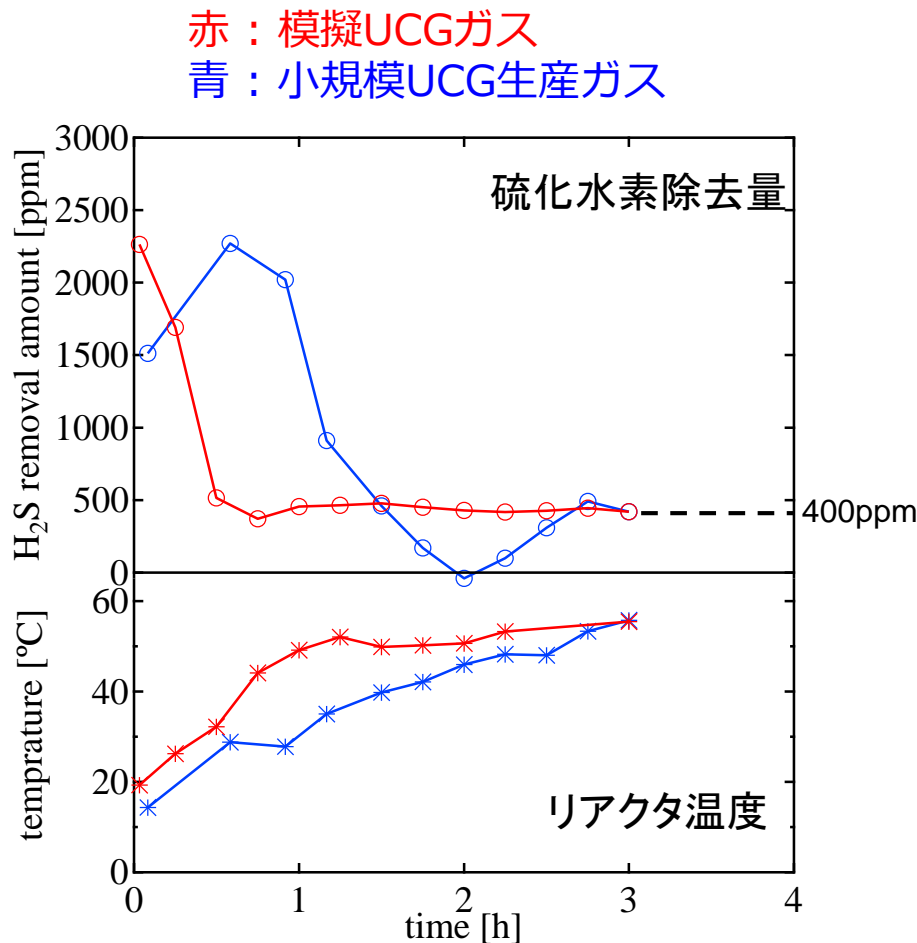


ゼオライトを用いた放電処理では

- ① 硫化水素の放電分解
- ② ゼオライトへの硫化水素の吸着
(初期の除去量大)
- ③ 温度により硫化水素吸着量が変化

これらのバランスにより硫化水素の除去量が決まる





リアクタ温度が40℃以上では

✓ 模擬UCGガス

- 硫化水素除去量は約400ppm
- その後も除去量は一定

✓ 小規模UCG生産ガス

- 模擬UCGガスの処理結果に近い硫化水素除去量
- 除去量は変動するが，最終的に約400ppm

➤ 今回の条件(50W, 10L/min)における放電リアクタの硫化水素分解能力は約**400ppm**

- 大型ブロック炭UCG実験における生産ガスのオンライン放電処理において、50%の H_2S を除去し、40%の脱硫率が得られた。また、生産ガスの低毒化を確認した。(流量 0.38L/min, 電力 20W)
- 小規模バイオマス混焼UCG実験における生産ガスのオンライン放電処理において、集合型ゼオライト充填リアクタの動作確認を行った。また、硫化水素処理能力は約400ppm (除去率20~30%)であった。(流量 10L/min, 電力 50W)

