

透析機器に用いられる洗浄、消毒剤の再考



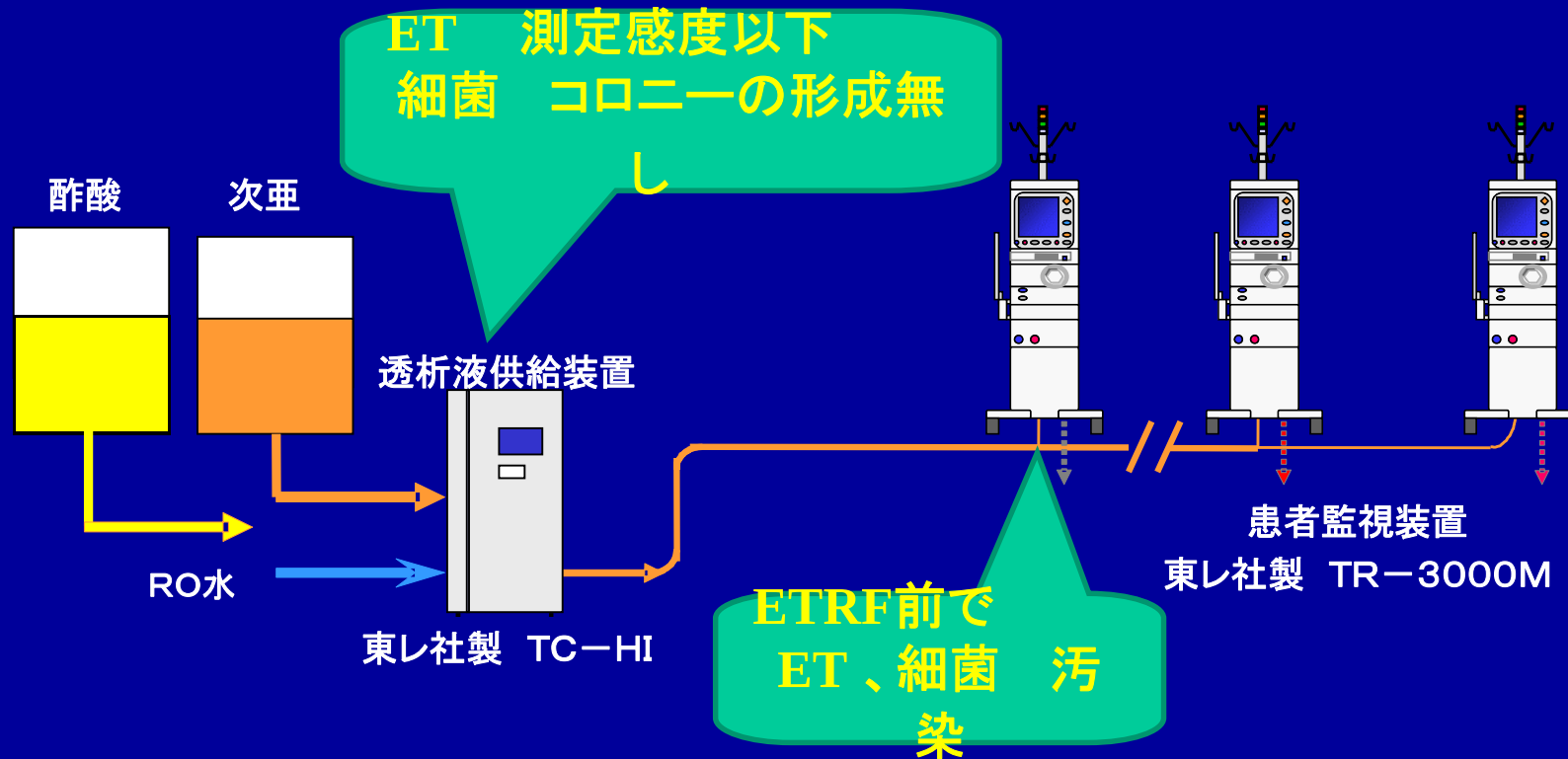
三軒医院

濱本 統久

兵庫県臨床工学技士会

第20回 定期学習会

従来の洗浄、消毒方法

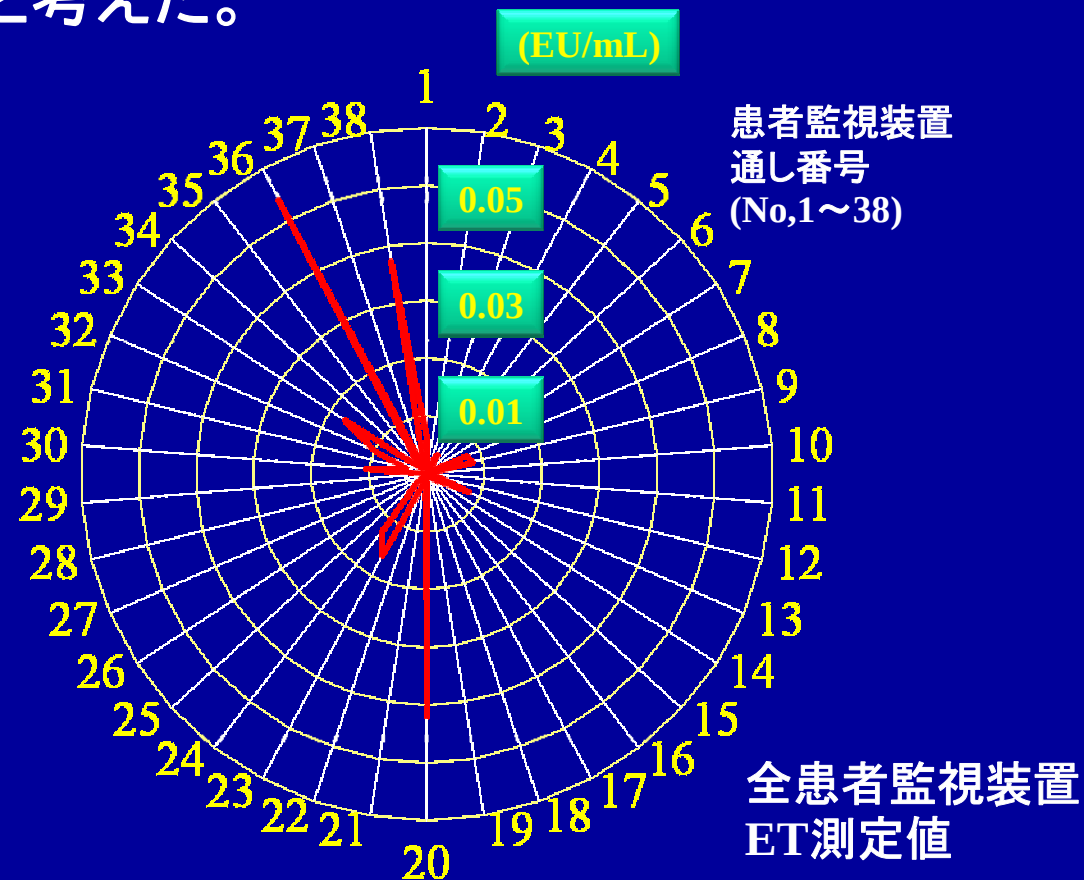


従来、次亜塩素酸Na(以下、次亜)による消毒、酢酸による酸洗を行ってきたが、誤って混合した場合、猛毒な塩素ガスが発生する。そこで過酢酸系消毒剤のみによる洗浄・消毒も試みた。

従来の洗浄でのET、細菌結果

全38床(個人用3台を含む)のうち一部の患者監視装置でET値、細菌数が他の患者監視装置と比較して明らかに高値を示すことがあった。

そこで当院では患者監視装置内に汚染源があるのでは無いかと考えた。



患者監視装置内での汚染

患者監視装置内のET、細菌汚染源を調べていくと、脱気ポンプ内でET、細菌汚染が顕著であることが判明。

汚染の顕著な患者監視装置では、共通して脱気ポンプ内に錆が発生していた。



脱気ポンプ
ポンプヘッドの錆

脱気ポンプを新品に交換することにより
ET、細菌数が急激に低下した。

- ・消毒薬として、次亜を使用していることが錆の原因の一つとして考えられた。



次亜を使用する理由

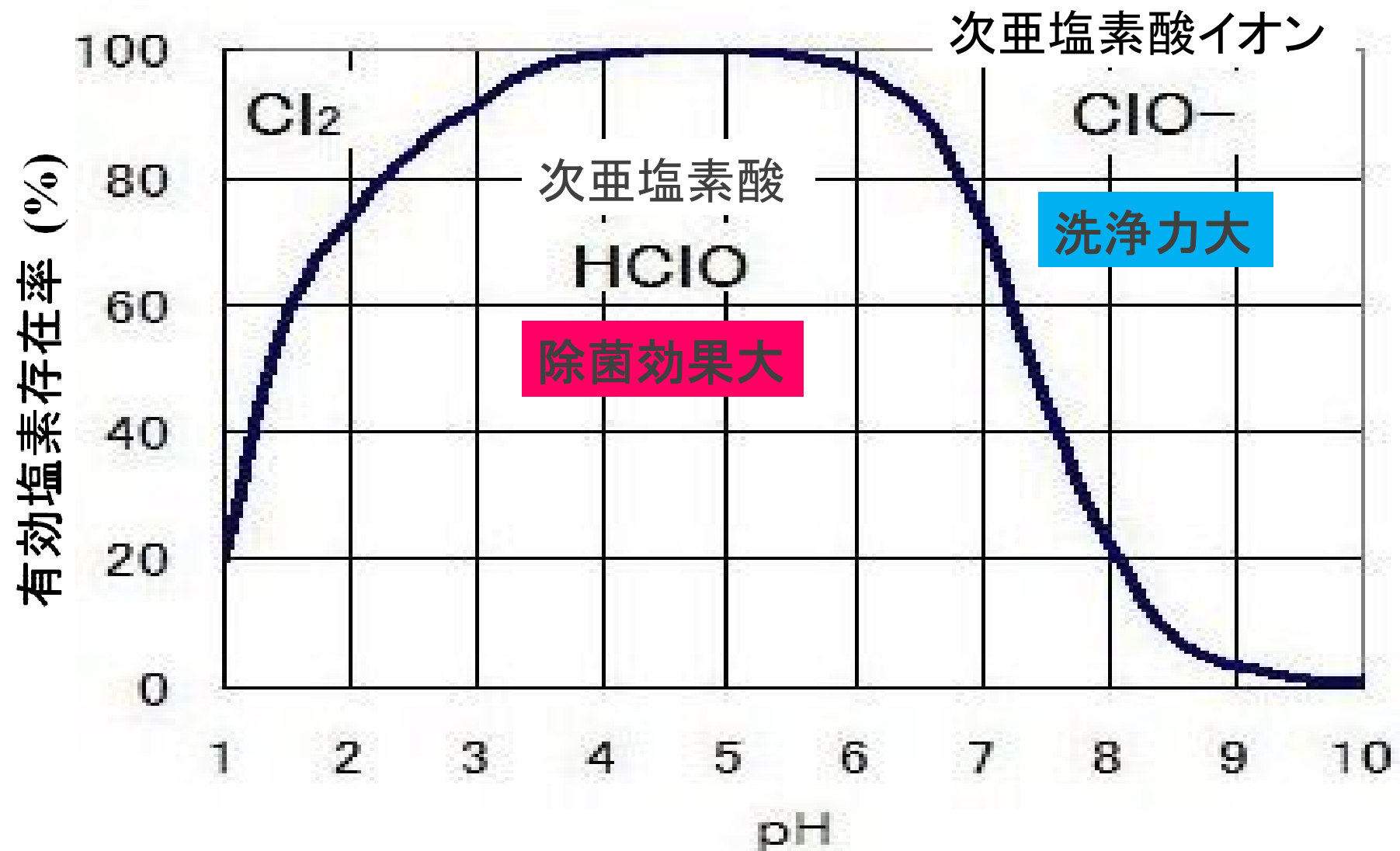
- ・コストが安い
- ・殺菌効果が高い
- ・蛋白・有機物洗浄効果が高い
等が挙げられる。

広い抗菌スペクトル

次亜の欠点

- ・酸化による錆の影響が大きい。
- ・次亜と酢酸を誤って混ぜることにより塩素ガスが発生する。
($2\text{NaOCl} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$)
等が挙げられる。

次亜塩素酸の解離曲線



- ・消毒薬として、次亜を使用していることが錆の原因の一つとして考えられた。



次亜を使用する理由

- ・コストが安い
- ・殺菌効果が高い
- ・蛋白・有機物洗浄効果が高い
等が挙げられる。

次亜の欠点

- ・酸化による錆の影響が大きい。
- ・次亜と酢酸を誤って混ぜることにより塩素ガスが発生する。
($2\text{NaOCl} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$)
等が挙げられる。

タンパク質汚れに対する洗浄効果 (次亜200ppm)



- ・消毒薬として、次亜を使用していることが錆の原因の一つとして考えられた。



次亜を使用する理由

- ・コストが安い
- ・殺菌効果が高い
- ・蛋白・有機物洗浄効果が高い
等が挙げられる。

有機物存在下では、
有効塩素濃度が低くなり、
消毒効果が低くなる。

次亜の欠点

- ・酸化による錆の影響が大きい。
- ・次亜と酢酸を誤って混ぜることにより塩素ガスが発生する。
($2\text{NaOCl} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$)
等が挙げられる。

機材の材質に対する洗浄剤の影響性

材質 \ 種類		アルカリ性洗浄剤		中性洗浄剤	酸性洗浄剤
			次亜配合		
ステンレス	SUS316	◎	×	◎	○
	SUS410	◎	×	○	○
鉄		◎	×	○	△
銅、真鍮		△	×	○	×
アルミ		×	×	○	×
ゴム(チューブ類)		○	○	○	○
プラスチック(樹脂)		○	○	○	○
ガラス		○	○	◎	○

- ◎ 全く、あるいはほとんど影響がない。
- 若干の影響があるが、条件によっては十分に使用に耐える。
- △ なるべく使用しない方がよい。
- × 大きく影響があるため、使用に適さない

- ・消毒薬として、次亜を使用していることが錆の原因の一つとして考えられた。



次亜を使用する理由

- ・コストが安い
- ・殺菌効果が高い
- ・蛋白・有機物洗浄効果が高い
等が挙げられる。

次亜の欠点

- ・酸化による錆の影響が大きい。
- ・次亜と酢酸を誤って混ぜることにより塩素ガスが発生する。
($2\text{NaOCl} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$)
等が挙げられる。

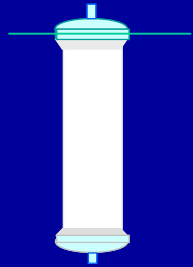
塩素ガスによる死亡事故も起きている。

家庭用の製品の「混ぜるな危険」などの注意書きにもあるように、漂白剤や殺菌剤といった次亜塩素酸ナトリウム水溶液を塩酸などの強酸性物質（トイレ用の洗剤など）と混合すると、黄緑色の有毒な塩素ガスが発生する。浴室で洗剤を混ぜたことによる死者も出ているので取り扱いには注意が必要である。

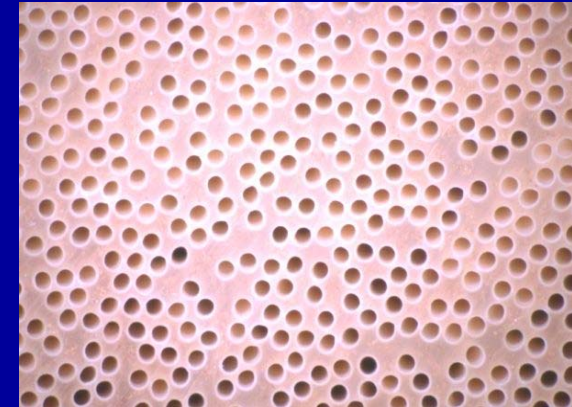
塩素ガス爆弾というものが存在する。

1980年代に三重県四日市市内で爆発事故が相次いだ。次亜塩素酸ナトリウム水溶液をタンクに移替える時にホースがはずれ、その溶液を浴びた職員が濡れた衣類を洗わずにそのまま干して乾かしてしまった。そのズボンを着て歩き始めたときに摩擦をきっかけに爆発が起こり、その職員が重体になったというものである。

ポッティング剤端面の拡大写真 (50倍) 次亜使用時



未使用品



2週間使用品

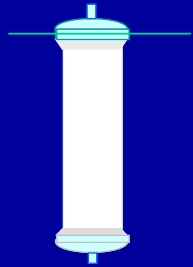


3ヵ月間使用品

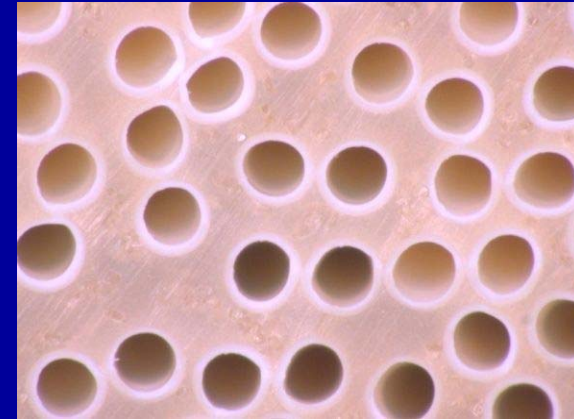


2年間使用品

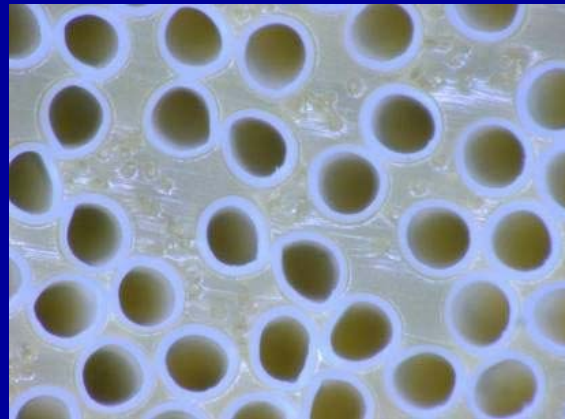
ポッティング剤端面の拡大写真 (175倍) 次亜使用時



未使用品



2週間使用品



3ヵ月間使用品



2年間使用品

目的

次亜＋酢酸の役割を代用出来る洗浄剤を検討する。

次亜・・・消毒効果・・・過酢酸

次亜・・・蛋白洗浄効果・・・~~過酢酸~~

酢酸・・・無機物洗浄効果・・・過酢酸

洗浄剤の種類

- 酸性洗浄剤・・・・・・・・・・無機物、錆、水垢等の洗浄に適している。
- 中性洗浄剤・・・・・・・・・・アルカリより洗浄力は劣るものの、洗浄物への影響が少ない。
- アルカリ性洗浄剤・**有機物、タンパク質、脂肪等**の洗浄に適している。

塩素を含まないアルカリ性洗剤

ダイラケミMAP

特許申請中

クリーンケミカル社製

- ・錆ない。
- ・界面活性剤を含まない。
- ・有機物、タンパク質に対し洗浄力が高い。
- ・誤って混合した場合でも毒性の高い塩素ガスが発生せず、酸素ガスが発生するのみである。



洗浄方法

アルカリ洗浄			消毒(過酸化水素濃度理論値)				
前水洗	アルカリ洗	封入	前水洗	薬洗1 100ppm	封入	薬洗2 75ppm	後水洗
20	20	120	30	20	60	20	0

(分)

事前水洗は60分

アルカリ洗:ダイラケミMAP(以下、アルカリ性洗浄剤)

200倍希釈

薬洗1:キノーサンPA400(以下、過酢酸)2L
+ キノーサンRAS(以下、除錆剤) 0.5L

450倍希釈

薬洗2:過酢酸+除錆剤

600倍希釈

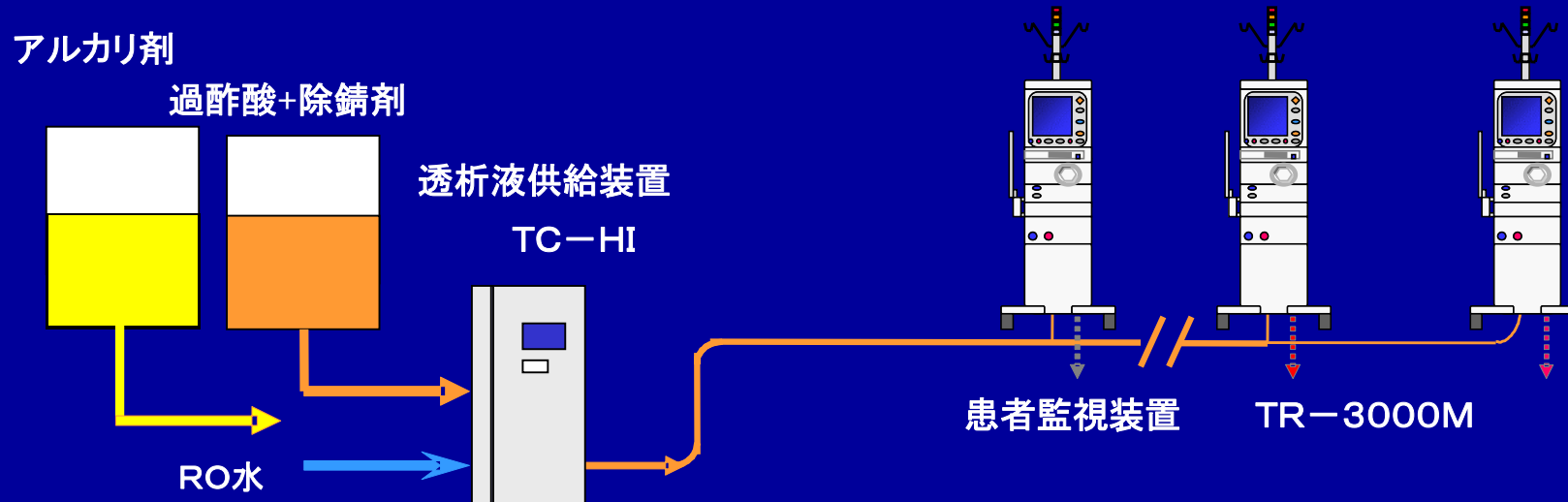
過酢酸に除錆剤を入れた時の過酢酸安定性

過酢酸濃度(v/v%)	除錆剤濃度(v/v%)	日数(日)	過酢酸残存率(%)
80	20	2	78.3
		4	71.7
		7	68.5

過酢酸のRO希釈液の過酢酸量 ※各希釈液の試験開始時の過酢酸濃度を100とする。

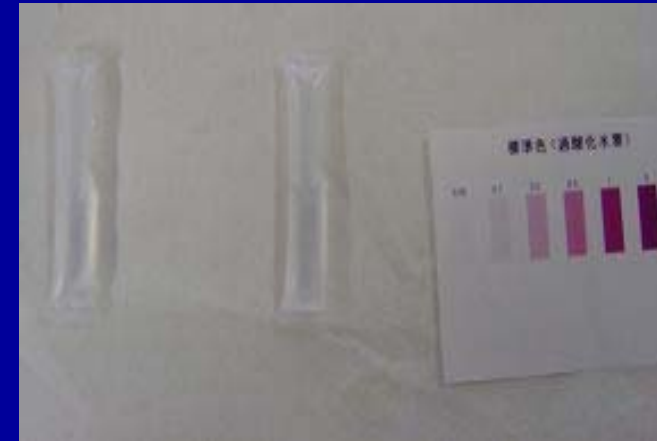
試験濃度		1/2	1/4	1/8	1/16	1/32
試験期間(日)						
0	過酢酸量	100	100	100	100	100
	総過酸化水素量	100	100	100	100	100
7	過酢酸量	67	60	64	69	72
	総過酸化水素量	100	100	100	100	100
14	過酢酸量	51	37	39	42	48
	総過酸化水素量	100	100	100	98.8	98.6
21	過酢酸量	44	29	29	30	35
	総過酸化水素量	100	100	99.5	98.3	97.4
28	過酢酸量	41	26	25	28	32
	総過酸化水素量	99.9	100	99.2	98.1	96.9

評価方法



- 1、水洗時の過酢酸のすすぎ性を共立理化学研究所パックテストにて確認した。
- 2、透析前後で蛋白の付着状態をCoomassie Brilliant Blue(CBB)溶液にて染色し判定した。
- 3、脱気ポンプ内の状態を目視で比較した。
- 4、ETRF前透析液のET測定、R2A培地による細菌培養を、1ヶ月に1回行った。
 - ・ET測定は、エンドスピー法
 - ・R2A培地(日本ミリポア社製)に透析液10ccを注入し、室温で7日間培養した。
- 5、ETRFのポッティング部の着色を目視で比較した。

過酢酸のすすぎ性の確認

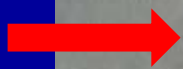


過酢酸洗浄＋水洗30分施行後

過酢酸洗浄＋水洗40分施行後

CBB溶液による蛋白付着の確認

染色



カプラ後

カプラ前

洗浄工程前



洗浄終了後

脱気ポンプ ヘッド内の錆の有無の確認



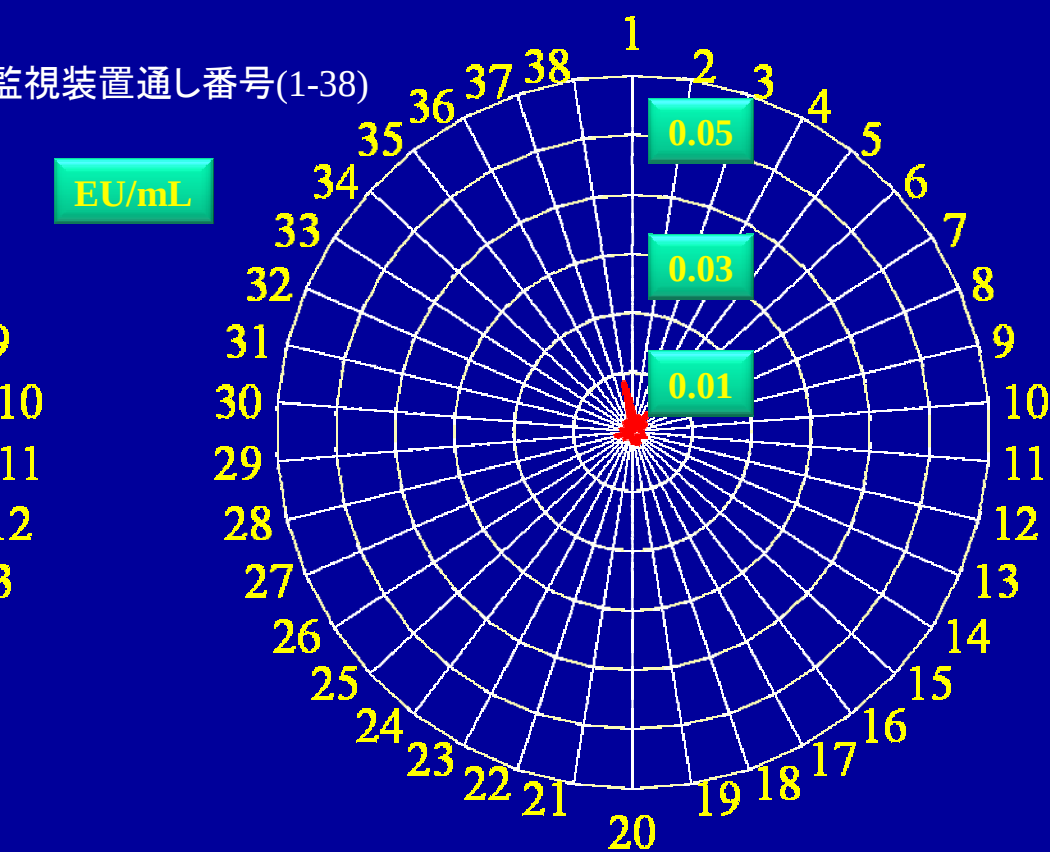
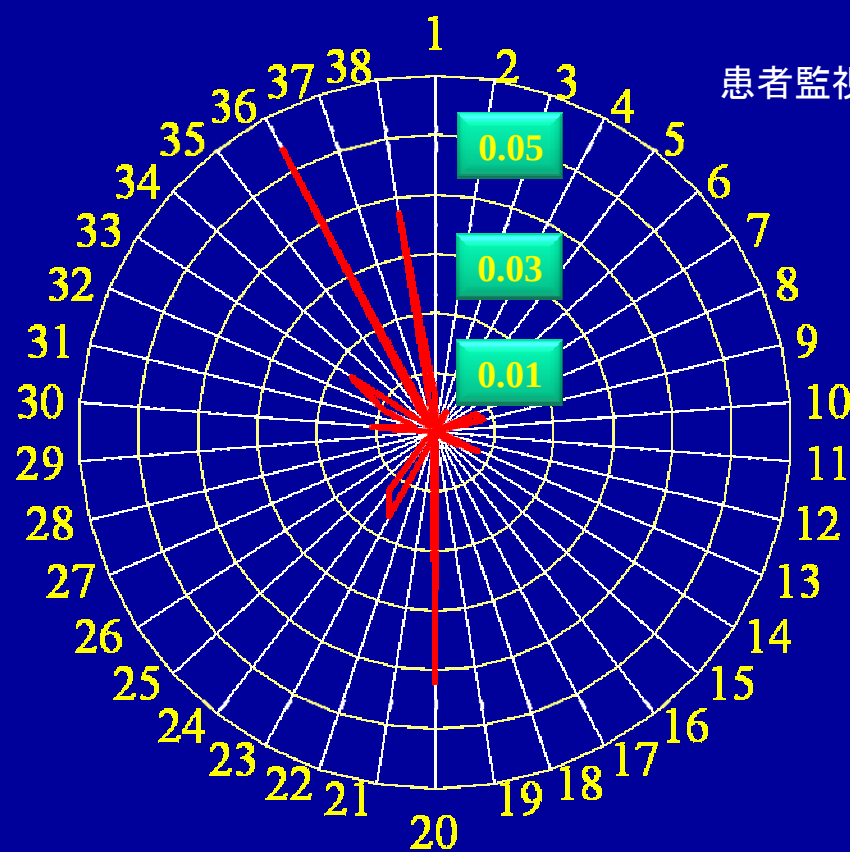
次亜＋酢酸使用時



(過酢酸＋除錆剤)＋アルカリ性洗剤
使用時

ET測定、細菌培養結果

- ET測定は0.05EU/mL未満を維持した。
- 細菌数は100CFU/mL未満を維持した。



ETRF端面目視結果及び中空糸の透水性

従来の洗浄・消毒
次亜使用時



アルカリ性洗浄剤と
過酢酸による洗浄・消毒

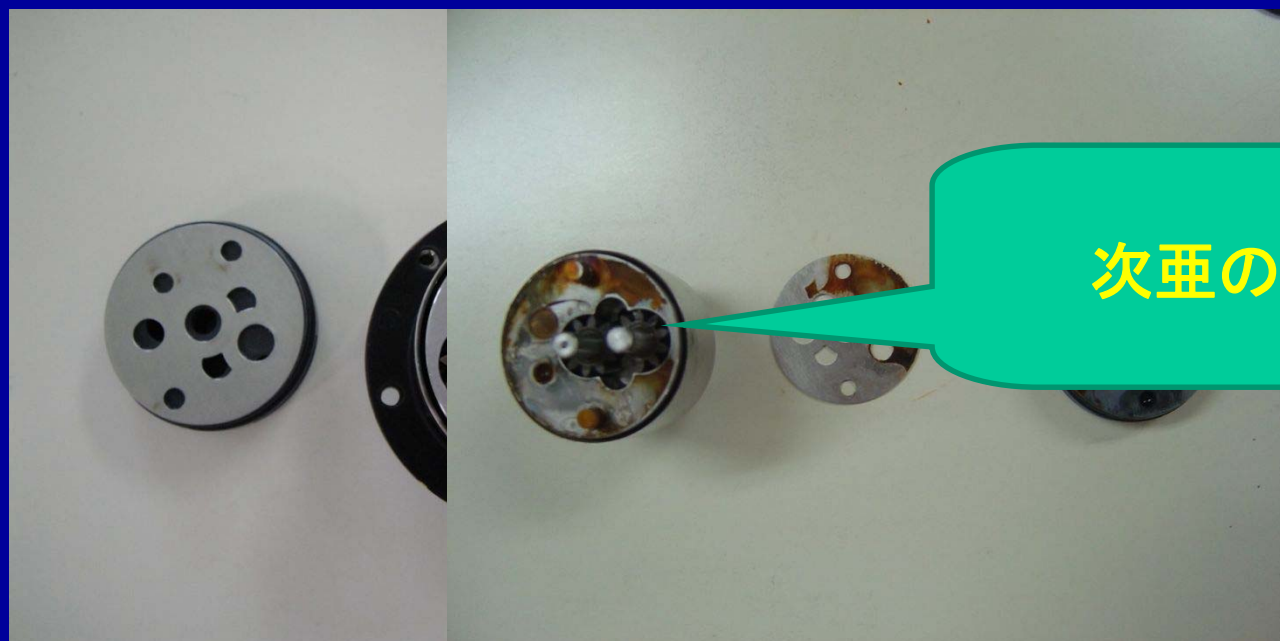
新品 1W後 1M後 2M後 3M後

品名:TET-1.0				
洗浄方法	新品	次亜＋酢酸	アルカリ性洗浄剤 ＋過酢酸	
使用期間		1ヶ月	1ヶ月	
中空糸透水性	4.043	4.129	3.128	

(ml/hr/kPa/m³)

脱気ポンプ内の錆の考察

次亜消毒後の水洗時のクリアランスが悪く、次亜が滞留するが為にデッドスペースに錆が生じたものと思われる。

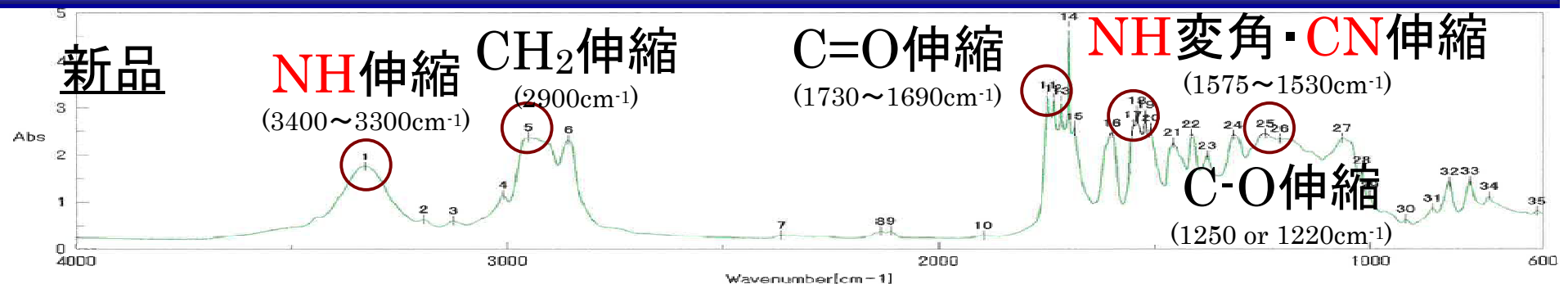


次亜の侵入

今回除錆剤を使用したけど、脱気ポンプの構造を変えなければ根本的な解決は無いものと思われる。

次亜使用時のポッティング部の着色の考察

フーリエ変換赤外分光法 (FT-IR) による新品 ETRF ポッティング部ポリウレタンの分析

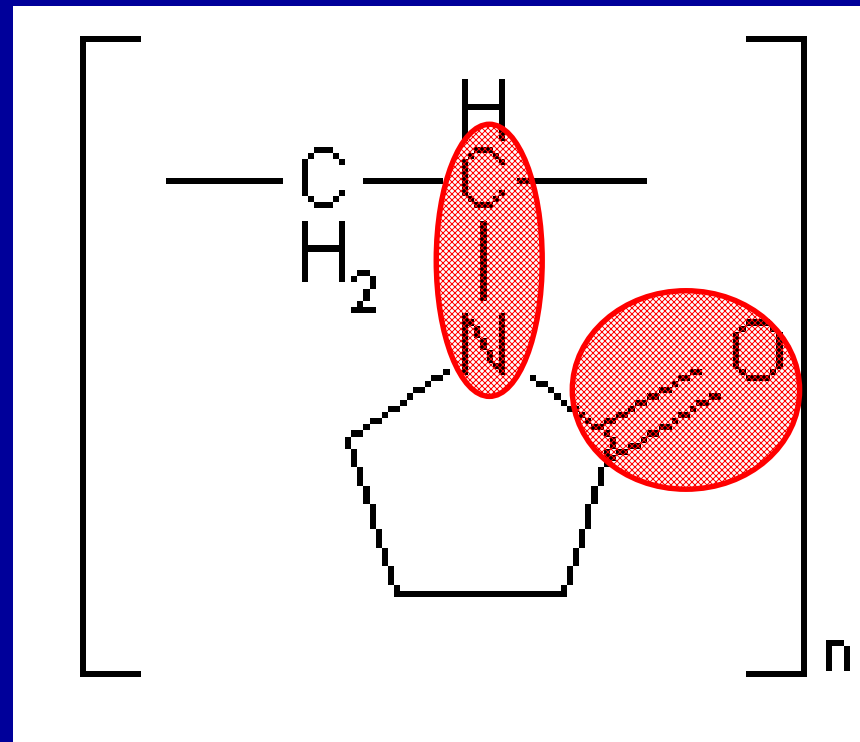


酸化作用が非常に強い

次亜は電子密度の高い結合部位を選択的に攻撃する。
求電子攻撃の結果、ポリウレタン内のアミノ基-NHやシアノ基-CN
に結合し、ウレタンが酸化し着色すると考えられる。
またクロラミンや塩化シアンが生成される可能性が危惧された。

次亜塩素酸を基盤とする洗浄・殺菌の理論と実際
第36回 日本防菌防黴学会

ETRFの中空系の透水性の考察



PVP

次亜が中空系に含まれるPVPに求電子攻撃し、分解する為、細孔が大きくなりETRFの中空系の透水性が上昇したと考えられる。

また過酢酸使用時に透水性が下降したのは、ケイ素化合物によりファウリングを起こしている為だと考えている。

	アルカリ洗				過酢酸					効果あり
工程	水洗	MAP200倍	封入	水洗	高濃度250倍	封入	低濃度600	封入	朝水洗	
月、水、金	20	20	60	20	15	●	なし		60	
土	20	20	60	20	15	●	なし			
火、木	20	20	120	20	15	180	30	●	60	

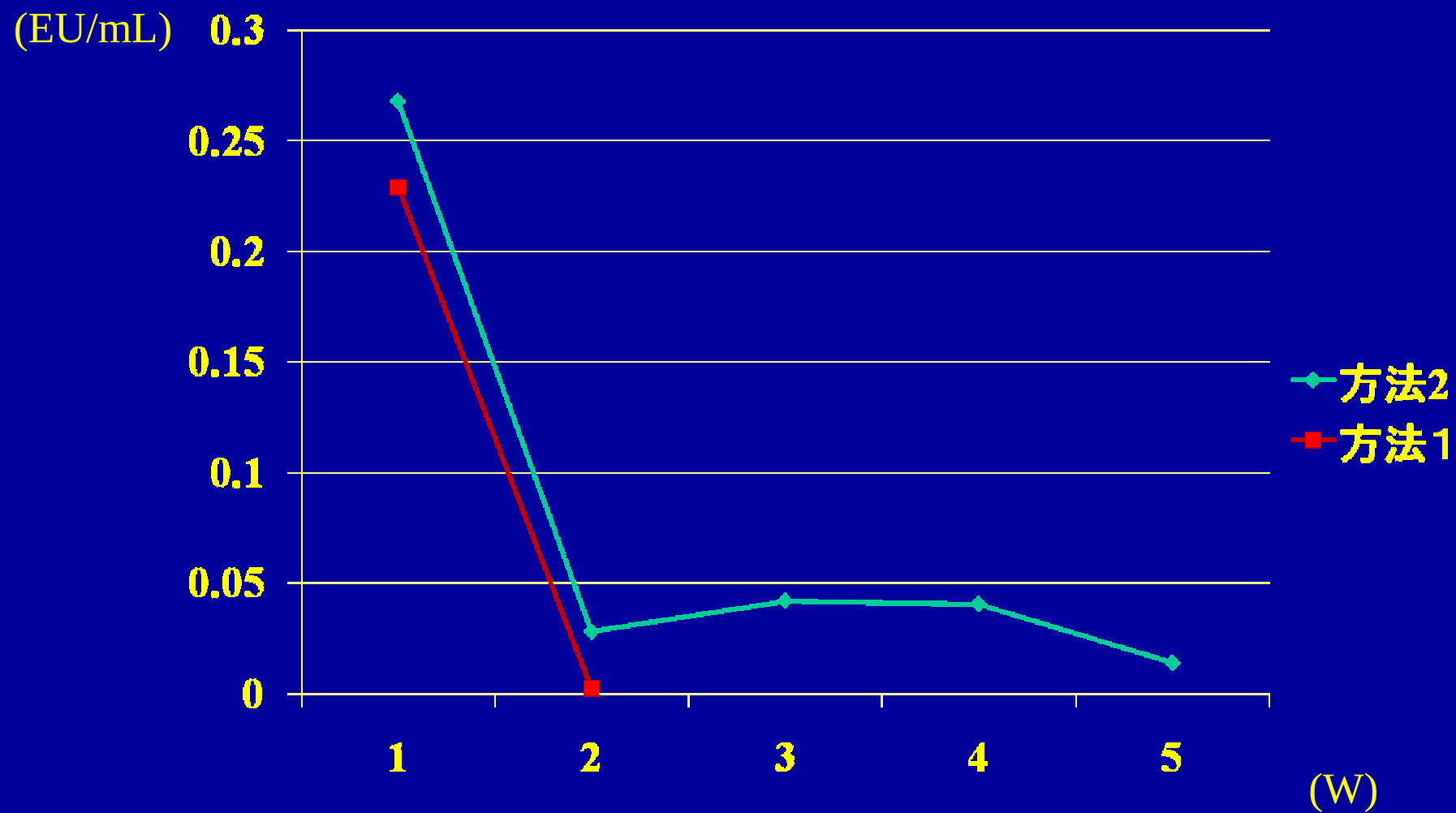
	アルカリ洗				過酢酸					効果なし
毎日×6日	水洗	BP250倍	封入	水洗	高濃度200倍	封入	低濃度	封入	朝水洗	
	20	30	120	30	40	60	30	●	60	

	アルカリ洗				過酢酸					効果なし
毎日×6日	水洗	BP150倍	封入	水洗	高濃度200倍	封入	低濃度	封入	朝水洗	
	20	30	120	30	40	60	30	●	60	

	アルカリ洗				過酢酸					少し効果あり
毎日×6日	水洗	BP50倍	封入	水洗	高濃度50倍	封入	低濃度	封入	朝水洗	
	20	30	120	30	30	120	30	●	60	

	アルカリ洗				過酢酸					少し効果あり
毎日×6日	水洗	BP100倍	封入	水洗	高濃度50倍	封入	低濃度	封入	朝水洗	
	20	30	120	30	30	120	30	●	60	

ET値の推移の比較



結語

今回使用したアルカリ性洗剤と過酢酸は、誤って混合した場合でも有毒な塩素ガスを発生させることが無い。

さらにET・細菌汚染を軽減させ、ETRFに影響の少ない有用な洗剤・消毒剤であると考えられた。