

# 水処理装置『エルセ』 概要書

## 1 産学官による研究開発体制

### 1) 徳島文理大学・大学院

工学研究科・ナノ物質工学専攻

佐藤一石准教授 研究室

岡島邦彦元教授

テーマ: 水の構造化について

### 2) 高知大学・農学部

暖地農学科・施設生産工学講座

石川勝美教授研究室

テーマ: 水と植物の生理活性について

### 3) 宮崎大学・医学部

機能制御学講座応用生理分野

丸山真杉教授研究室

テーマ: 水と健康について

### 4) その他

企業との目的別研究

①セラミックスと燃焼効率向上について

## 2 浄水器との違い

### 2-1 水について

一般的に私たちが飲用する水は水道水、ミネラルウォーター、井水、湧水と色々ありますが飲料水の中身は下記のような水溶液となっています。

- 1)水分子集合体
- 2)ミネラル
- 3)金属類
- 4)ガス類

大別して大きく4分類に分かれております。私たちが生活に必要な水は安全な水でなければなりませんので水の中で「2)ミネラル」・「3)金属類」・「4)ガス類」については厚生労働省によって水質基準が設定されております。

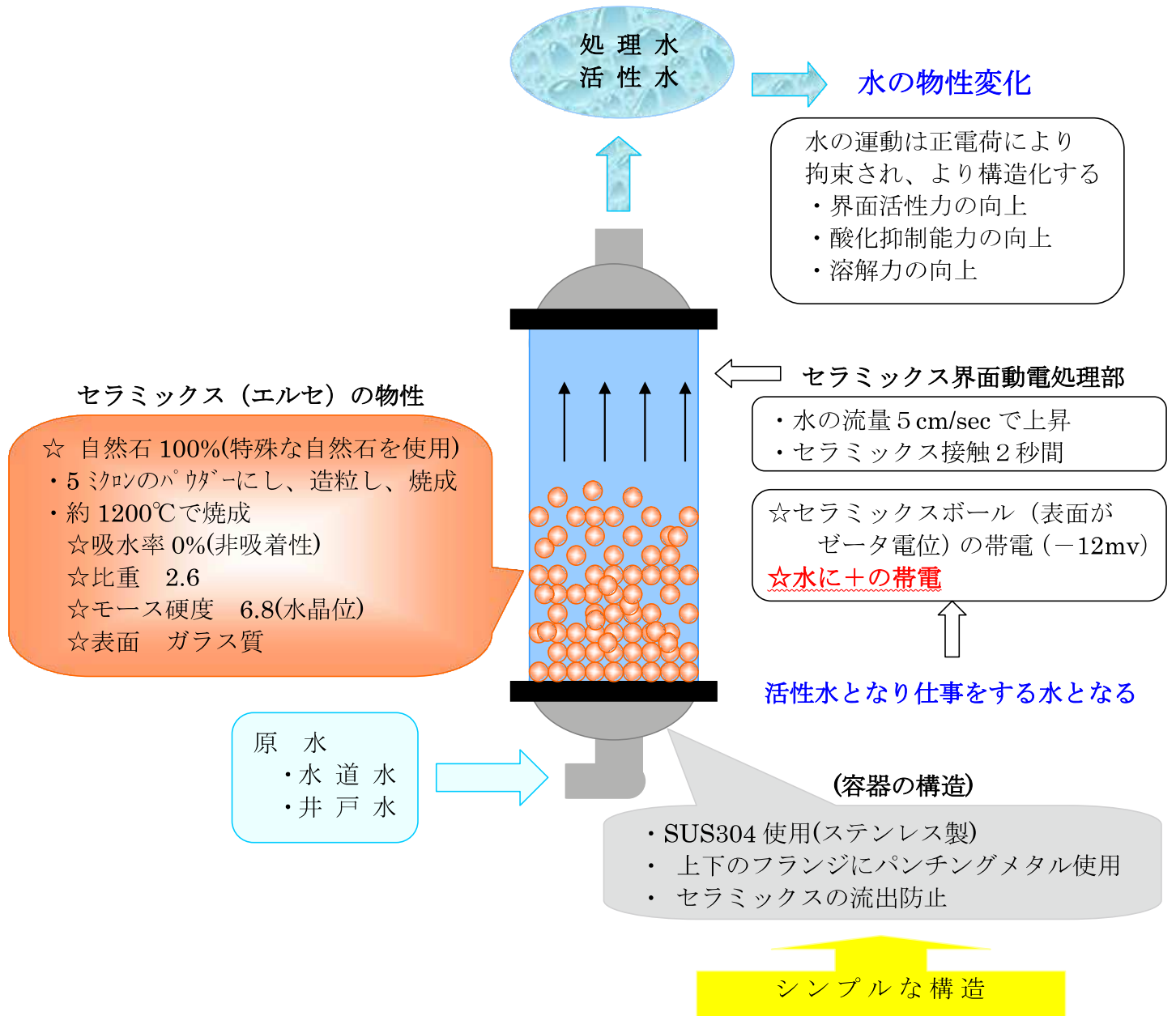
### 2-2 浄水器とは

水道水基準に適合した水であっても、さらに嗜好性や安全性を求める器具として浄水器があります。浄水器はその名の通り、水を浄水する仕組みですので、水中に含まれる残留塩素や微量金属を吸着除去する能力を持っています。(但し、除去能力は限界値があり定期的に浄化材(カートリッジ)を交換する必要があります。)

### 2-3 水処理装置エルセとは

浄水器が不要物質の吸着や除去を目的とする器具に対し、エルセは吸脱着能力はありません。エルセは、正電荷を与え、水分子の活性化や水の水素結合性を高めた構造化された水となります。活性化した水は通常の水に比べ、溶解力、界面活性力、脱臭力、酸化抑制能力を高めます。

### 3 メカニズムについて



### ※納入実績例

官公庁関係  
地方自治体

陸、海、空自衛隊

医療関係(歯科医院・人工透析関係)

財団法人 日本道路公団

JR 西日本旅客鉄道 株式会社

JR 九州旅客鉄道 株式会社

トヨタ自動車 株式会社

その他 一般家庭用多数

## 4 エルセ活性水

### 4-1 水処理装置エルセ

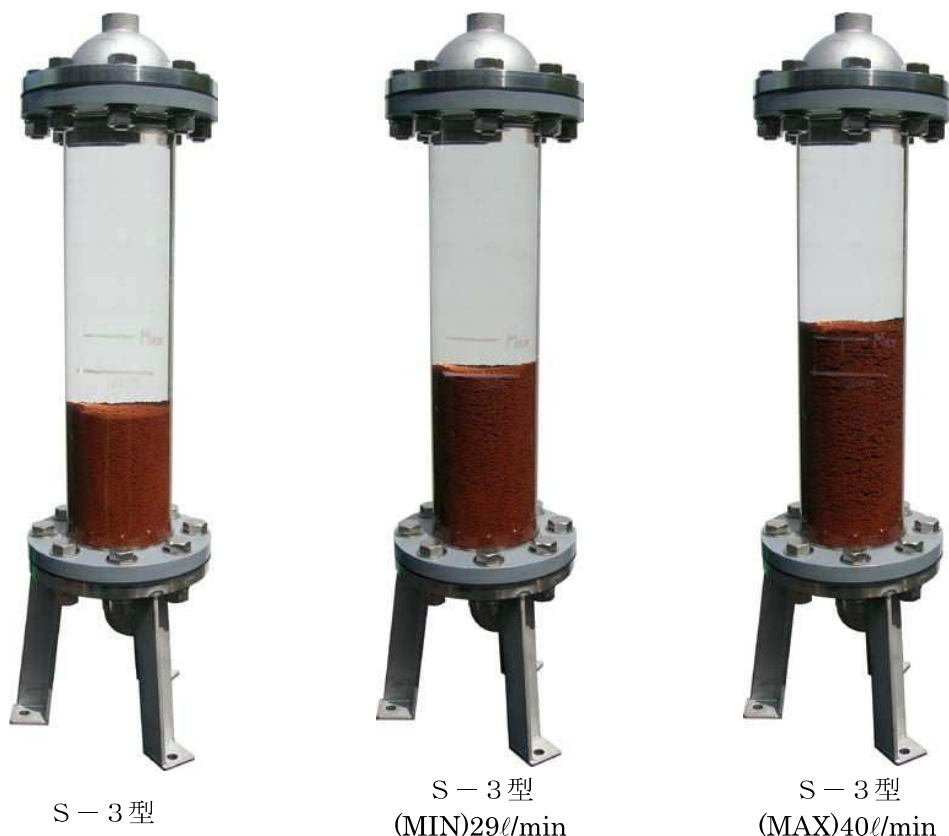
#### 4-1-1 エルセの構造

エルセは、円筒状の容器(SUS304)にエルセセラミックス粒(1~3φmm)を封入し、上下にエルセセラミックス流失防止ネットを取り付けたシンプルな構造をしています。この円筒状容器の下部から水を送り、その水流で特殊セラミックス粒をあたかも泉が湧き出るように流動させ、この時に起こる衝突や摩擦により発生する微弱な電磁気的作用

(基本的には、セラミックスと水の界面に生ずる電気二重層)を活用し、水の機能を向上させるものです。セラミックス粒を適正に流動させるため、容器内において一定の流速が必要となります。セラミックスの粒径にもよりますが、2φmm粒の場合の流速は5~7cm/secです。セラミックス粒を流動させない状態で使用すると、セラミックス粒の表面に付着物が発生し、水が十分に機能化されないことがあります。したがって、適正流量でセラミックス粒を流動させて、表面をクリーンな状態に保っておく必要があります。エルセは使用水量によって各機種を取り揃えております。

上述したように、エルセは水中に含まれる溶解成分やガスを除去したり、セラミックス粒から特殊な成分が溶出して水を改質しているものではありません。

水質によっては濾過設備やその他の付帯設備が必要となります。



※上記画像はサンプルです。実製品は胴体部分も SUS 製となります。

#### 4-1-2 エルセセラミックス

エルセに使用している粒状のセラミックスは、宮崎県で産出する特殊な岩石(堆積岩フォルンヘルス)を原料として製造しており、これをエルセセラミックス(Electric Ceramics)と名付けました。図は、原石エルセセラミックスの写真です。

製造法はまず原石を3工程で粉砕(粗砕→粗粉碎→微粉碎)して造粒機により一定の粒径にしたものです。主成分は珪素で、アルミニウム、鉄、カルシウム、カリウム、ナトリウムなども含まれています。エルセセラミックスには吸着能やイオン交換はありません。また、モース硬度は6.8で石英に匹敵する硬度を有しており、水中で流動させても磨耗したり、セラミックスの成分が溶出することはありません。



写真:セラミックス原石



写真:セラミックス 2mm



写真:セラミックス(焼成前)2mm



写真:セラミックス 2mm 拡大写真

## 4-2 エルセによる水の活性化の原理

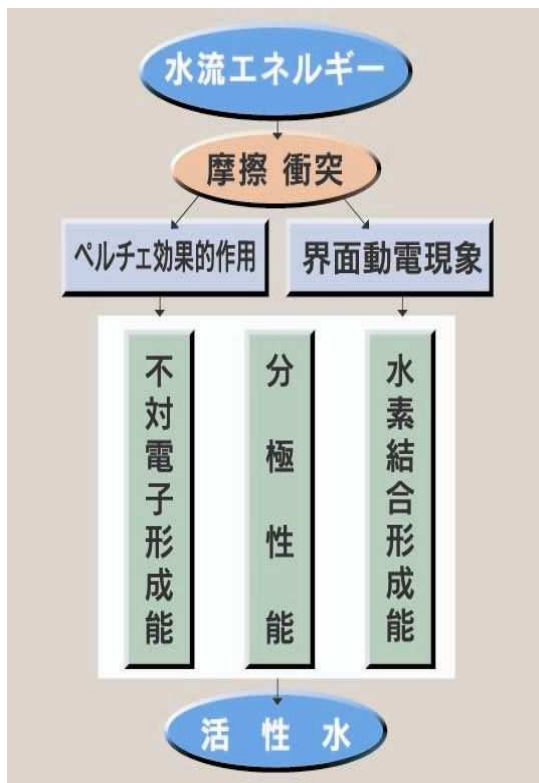
### 4-2-1 界面動電とは

エルセによる水の機能を向上(活性化)させる原理は、エルセを流れる水流によって、エルセセラミックスを流動(砂地より湧き出る泉のように)させ生じる電気二重層形成効果をセラミックス同士の衝突や摩擦により発生する微弱な電磁氣的・熱電変換的作用を利用して、水そのものに正電荷を与え、構造化させるというものです。

弊社ではこのシステムを界面動電現象と呼んでおります。界面動電によって活性化された水は、スケール、尿石、ぬめりなどの剥離を促進したり付着を抑制します。また、洗浄力などを向上させる機能を持ちます。

### 4-2-2 セラミックスの機能と界面動電の原理

セラミックス表面は $\zeta$ のゼータ電位を有しており、界面動電現象と摩擦衝突によるペルチェ効果的作用の結果、水媒体自身の「分極性能」「水素結合形成能」の向上や「不対電子をもつ物質との相互作用」の増大などの効果をもたらします。



図：界面動電処理システム

#### 「界面動電現象とは」

セラミックス側と水媒体側の界面にできる電気二重層において生じる電気現象。セラミックス表面は界面流動電位により負に帯電しているが、水流側は正に帯電し、ペルチェ効果的作用などにより、水流界面は余剰の正電荷が存在し、この正電荷が直接水媒体に作用することになる。

#### 「ペルチェ効果的作用とは」

ペルチェ効果とは、異種金属の界面で起こる熱電変換効果です。ここで言うペルチェ効果的作用とはセラミックスの衝突の際に生じるその表面側と中心側の温度差による熱移動で生じる可能性のある熱電変換的作用をさします。

(これにより、水媒体は、更に、プラスに帯電する)

### 「不對電子を持つ物質との相互作用」とは

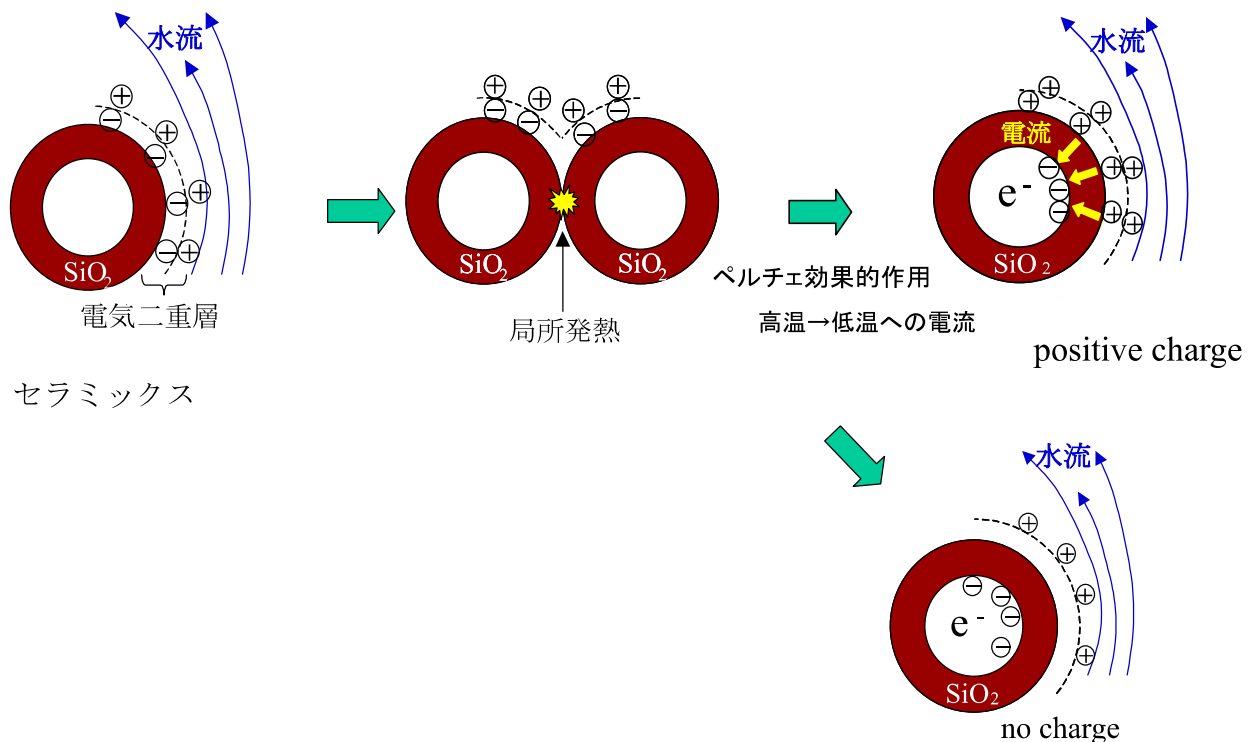
水  $\text{H}_2\text{O}$ 、アンモニア  $\text{NH}_3$ 、塩素  $\text{Cl}$  等は、それ自身結合に関与しない電子対を持つ。通常、 $\text{H}-\bar{\text{O}}-\text{H}$ 、 $\bar{\text{N}}\text{H}_3$ 、 $\bar{\text{C}}\text{I}$  のように、 $\bar{\quad}$  の印で表される。これらの不對電子は、負であり、正荷電を持つエルセ処理水とは、容易に相互作用し、集合体となり、揮発する能力を奪う。このことが、処理水が、トイレ臭を抑制したり、カルキ臭を抑制する原因の一つである。

### 「分極性能」とは

酸素原子は水素原子に比べ電気陰性度が高く、原子間結合の電荷分布が不均等なので、各々の共有結合は極性で、水分子自体も分子全体を極性にしている。これに正荷電が作用すれば、水自身の分極性能が変化することになる。

### 「水素結合形成能」とは

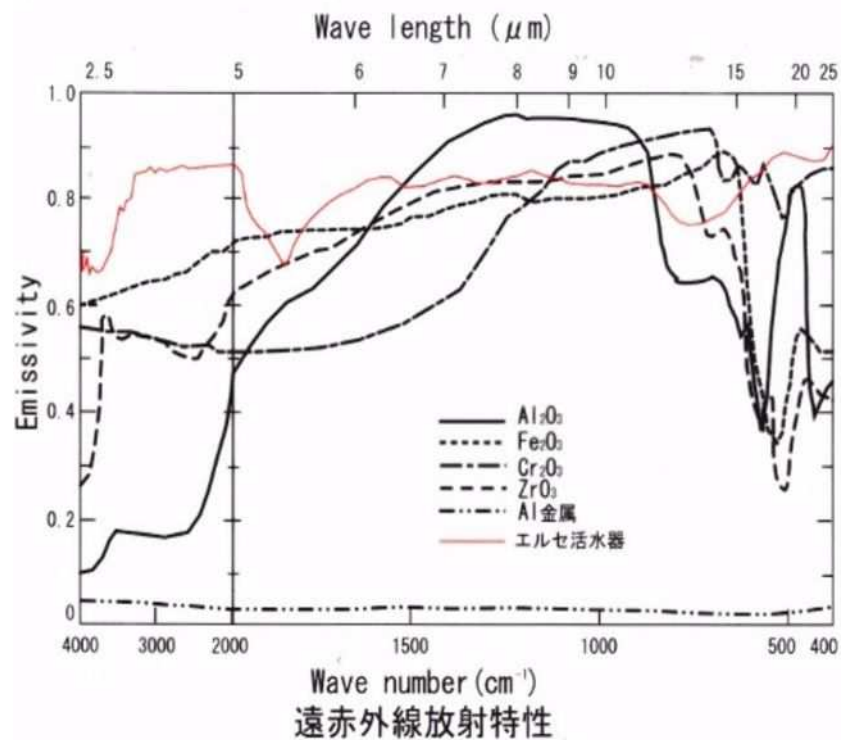
水の極性は水分子間に水素結合を生じさせ、分子の極性と水素結合が水に溶媒（他の物質を溶かす物質）としての物性を与える。水素結合は自然界で重要な役割を果たしており、水の特異性の要因であり、すべての生物にとって極めて重要な液体である。





### <セラミックスの赤外線測定>

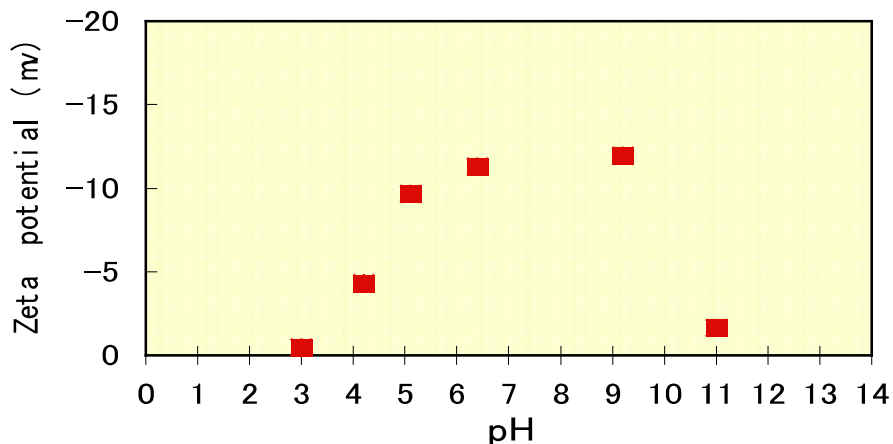
エルセセラミックスは、高い赤外線放射特性を有しております。



図：セラミックスの赤外線放射率特性

### <セラミックスのゼータ電位測定>

エルセセラミックス粒表面近傍に**約-12mVのゼータ電位**と呼ばれる電位が発生することが分かっております。このようにエルセは、水流中でエルセセラミックスが流動して発生する微弱な電流・電磁波により水を改質していることから、この原理を弊社では「**界面動電**」と呼んでおります。また、水が流れることにより摩擦や圧力変化が発生しますので、エルセセラミックスが十分に流動しない状態においても流量に応じたエネルギーが供給され、水は活性化されます。



図：セラミックスのゼータ電位

### 4-3 水の活性化による特性変化

エルセは、水そのものの構造を変えることで機能を発現させております。次にいろいろな特性について測定した結果について説明します。

#### ※エルセにより処理を行い構造化された水の測定方法と評価解説

- 1) T S D C 熱刺激脱分極電流測定法
- 2)  $^1\text{H-NMR}$  核磁気共鳴測定法

上記2つの測定法につきましては、

徳島文理大学・大学院・工学研究科・ナノ物質工学専攻・佐藤准教授研究室

で行っております。

#### 4-3-1 熱刺激脱分極電流(TSDC)

##### TSDC 熱刺激脱分極電流測定法

( Thermally Stimulated Depolarization Current method)

##### ■原理

この方法は、水に直流電場をかけて分極(双極子配向)という準平衡な励起状態を作り、そのまま温度を下げて先の分極を凍結させた後、等速昇温過程で起こる脱分極を電流値として観測するものです。(図1参照)したがって、氷水分子が動けば電流が流れることになり、流れる時の温度が高いほど、構造的に動きにくい氷水分子群であるということが分かります。

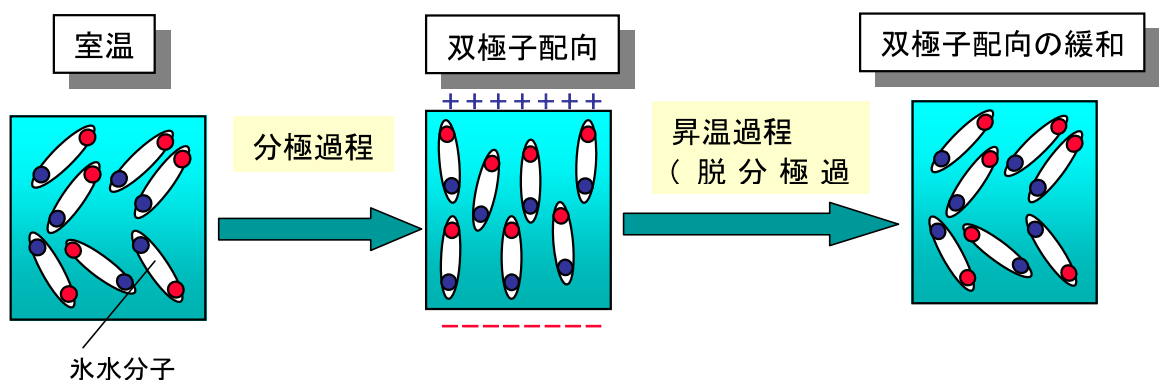


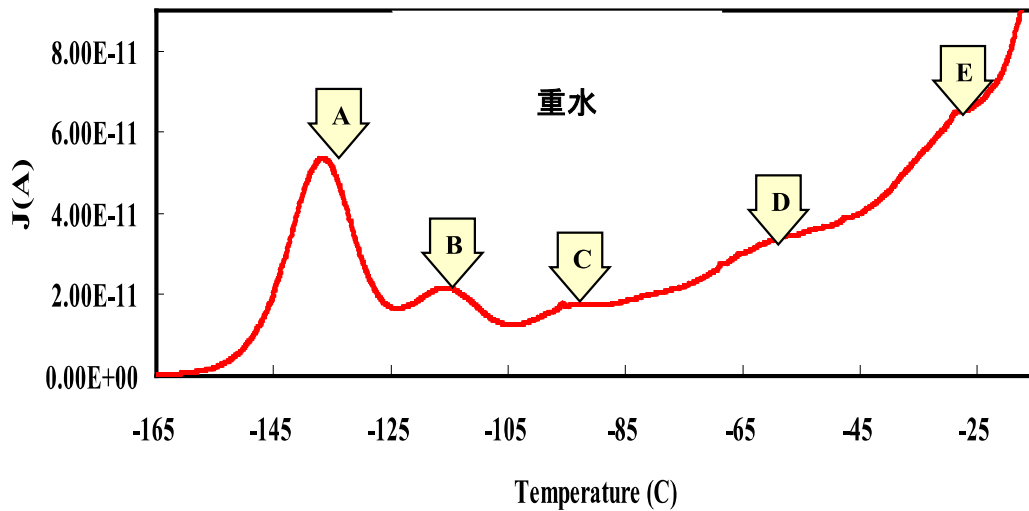
図1 TSDC法の原理説明

##### ■測定方法

1. 所定量の試験水をサンプル室に仕込む。
2. 試験水に直流電場をかけ、水分子を分極する。
3. 低温下において、水分子の分極を凍結する。
4. 一定速度で試験水を昇温させ、脱分極電流を観測する。

■評価解説

図2に典型的な水のTSDC曲線と水の水素結合様式を示します。この図より、温度-135℃、-115℃、-95℃、-60℃、-30℃付近にピーク電流を示すことが分かります。これはその温度で氷水分子群が動いて、緩和したことを示しており、-165℃～0℃の域に、構造化された大きさの異なる氷水分子群が存在していることが分かります。すなわち、室温下での水分子は構造単位の異なる水分子群で構成されていることが推定されます。A～Eピークは、下表のように、水素結合度の異なる水分子集団と考えられます。



A	B	C	D	E
-138～ -146 (°C)	-116～ -127 (°C)	-97～ -107 (°C)	-90～ -80(°C)	-55 -25 (°C)
4.83 kcal/mol	6.33 kcal/mol	13.6 kcal/mol	—	22.0 kcal/mol

図2 重水のTSDCプロファイルと各ピークの帰属

図3にエルセ処理前後の試験水のTSDC曲線を示します。より動きやすい状態下にある氷水分子のピークに相当するピークAが10°C以上高温にシフトし、ピークB,Cも高温にシフトし、ピークDは20°C近く高温シフトし、強度も増加していることが分かります。また、ピークEは氷の融点に相当するピークFに含まれ、20°C以上シフトしていることが分かります。これは、エルセ処理によって、氷水分子および氷水分子群が拘束され、分子運動性が低下したこと、すなわち、氷水分子の構造単位が粗大化したことを示しています。このことから、室温下においてエルセ処理した水分子群は、処理前と比較し、平均してより大きく強固に構造化された水分子群に変貌したと推定されます。

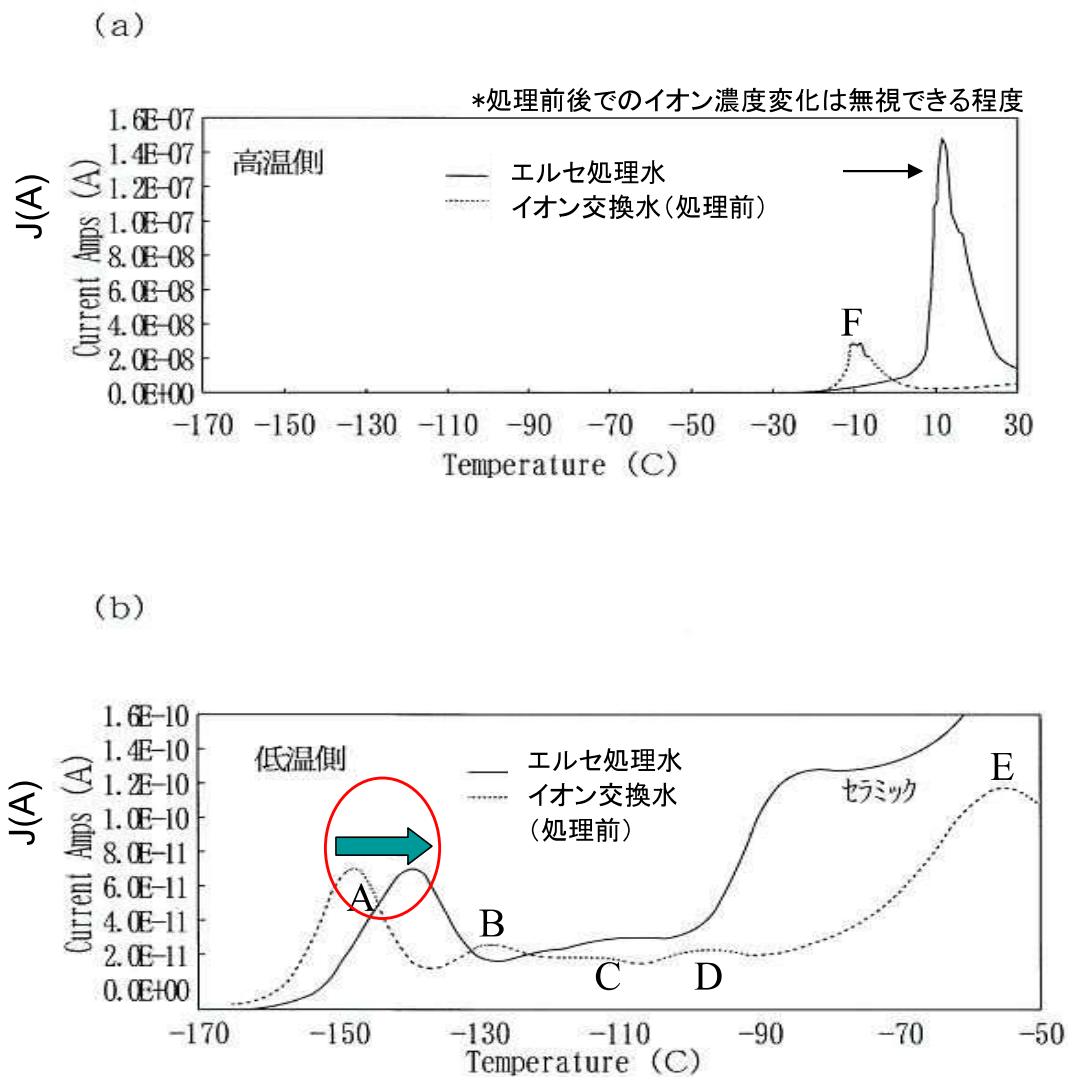


図3 エルセ処理前後のイオン交換水のTSDCプロフィール

この測定結果によると、活性水は最小分子単位での運動性が拘束され、規則性が向上していることが分かりました。また、通常見られる5分子の運動性が特徴的なものになっています。

## 4-3-2 核磁気共鳴測定法(NMR)

### $^1\text{H}$ - NMR 核磁気共鳴測定法 (Nuclear Magnetic Resonance method)

#### ■原理

この方法は、原子核スピンのエネルギー吸収現象の観測です。水分子は核磁気モーメントを持っており、水を強い静磁場下において、電磁波を照射するとエネルギー（電磁波）を吸収します。これが核磁気共鳴現象であり、これを利用して、水分子の動きやすさ、厳密にはプロトン(H)の緩和挙動をとらえることができます。

#### ■測定方法

1. サンプル管に所定量の試験水を仕込む。
2. NMR装置の中へサンプル管をセットする。
3. 測定諸条件を設定後、NMR現象を観測する。

#### ■評価解説

図4はエルセ処理前後のNMRスペクトルを示しています。これより、エルセ処理した水は低磁場側に新たなピークが出現していることが分かります。水分子間での水素結合の度合いが変化した場合、すなわち、水分子間に、より多くの水素結合が生じるとNMRスペクトルは、より低磁場側へシフトします。図は、エルセ処理によって、水分子間の水素結合が平均して増加したことを示しており、水はエルセ処理によって水素結合性が変化し、より強固に構造化された水分子群が生じたことが分かります。

**注意:** 安定な磁場下での測定には細心の注意が必要であり、ノウハウを要します。

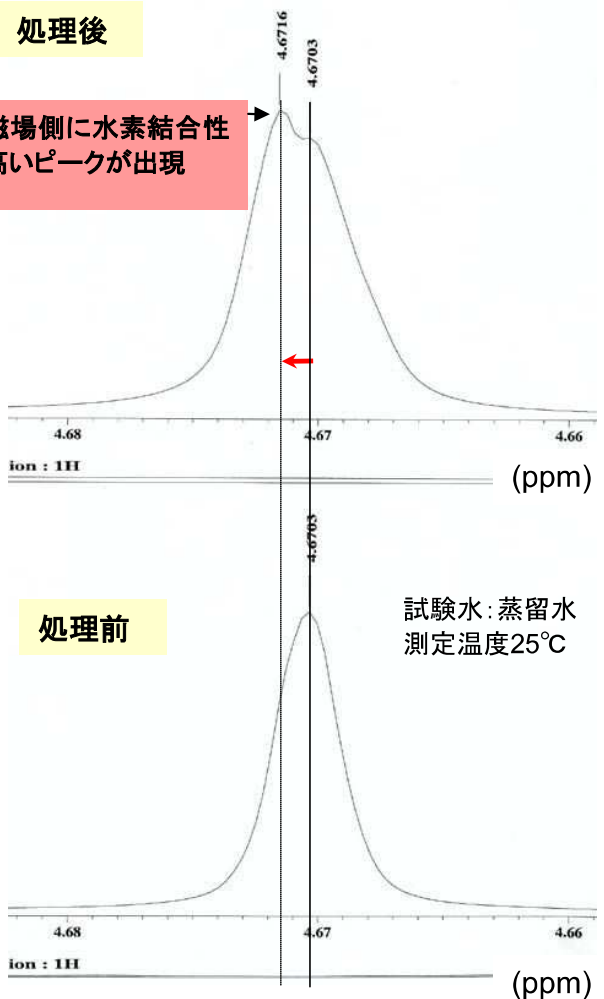


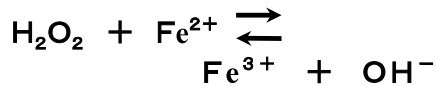
図4 エルセ処理前後試験水の $^1\text{H}$ -NMRスペクトル

### 4-3-3 フェントン反応

#### セラミックス処理水の抗酸化作用

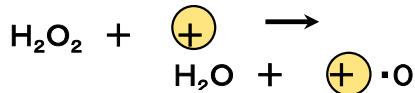
#### フェントン反応による処理水の抗酸化性

水に所定量の $H_2O_2$ を入れ、この酸化力を $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ への変化(黄色減退)で検定

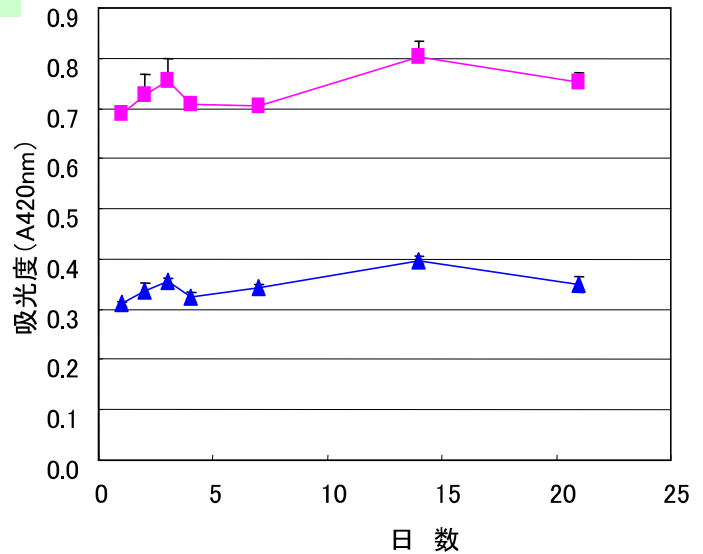


#### 抗酸化の原理

##### 1. 過酸化水素の酸化力を弱める



※右図は、処理水の抗酸化作用が1ヶ月は保持する事を示す。(冷蔵保存の場合)



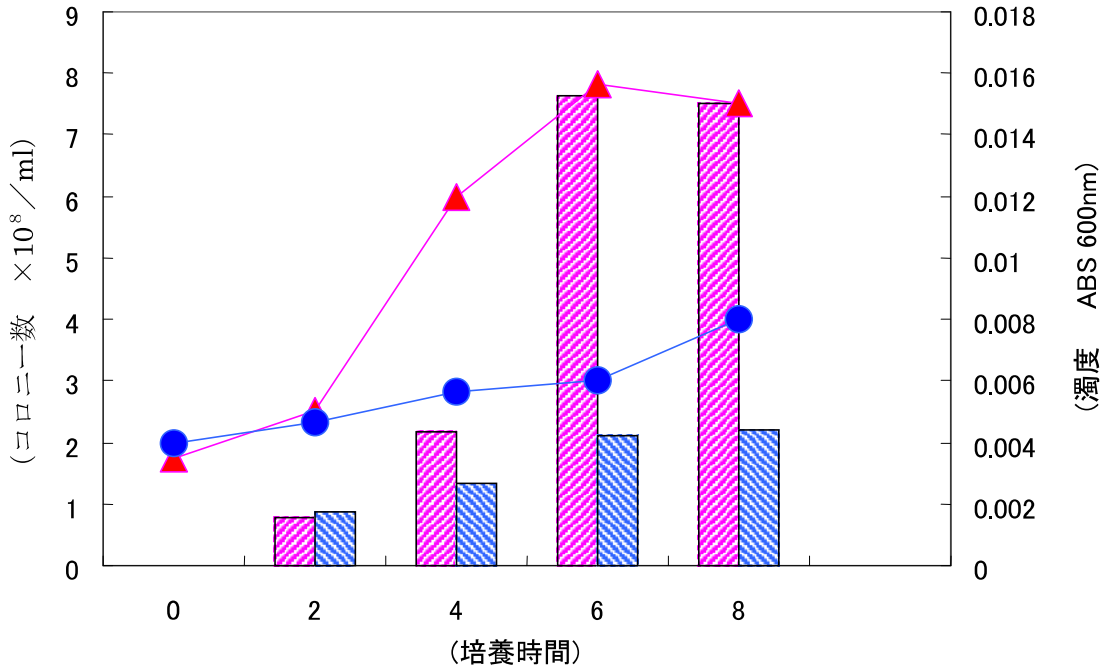
■ イオン交換水  
▲ 改質処理水

(25℃・所定量の $H_2O_2$ )を添加後40分反応後の吸光度

### 4-3-4 貧栄養下での菌の調査

#### 貧栄養下での大腸菌の繁殖性

M-9培地、チアミン(20mg/L)、グルコース(20g/L)



▨ コロニー数: イオン交換水  
▤ コロニー数: 改質処理水  
▲ 濁度: イオン交換水  
● 濁度: 改質処理水

使用大腸菌 BL21/TBI  
培養温度 37℃

#### 4-3-5 エルセによる抗酸化作用

平成17年4月より宮崎大学医学部と共同研究を行い、エルセで処理を行うことで水に抗酸化能を付与していることが分かりました。この研究結果を宮崎大学医学部丸山眞杉教授により第83回日本生理学会（2006年03月28日群馬県）で発表が行われました。

研究発表の詳細について説明します。

#### ※エルセで処理を行う事により抗酸化が得られます

#### Abstract

カオリナイト系の粒状セラミックスによる水処理により水の物理的、生物学的な特性を変化することが報告されてきた (Ref. 1-4)。これらの報告の中では、処理水が水中に含まれる物質の吸脱着をおこなわず、正に帯電することが、熱刺激脱分極電流測定法 (TSDC) や核磁気共鳴分光法 (NMR) によって間接的に確認されている。本研究は、処理水の抗酸化能を繊維芽細胞の培養系およびビタミン C 劣化試験により検討したものである。

過酸化水素で酸化ストレスを加えた後 24 時間培養すると、MEM (対照水培養液) で培養した細胞の生存率に対し、tMEM (処理水培養液) での生存率が有意に高かった。ビタミン C は水溶液に溶解させると自動酸化により経時的に活性が減少する。しかし、24 時間後の MEM を用いた場合のビタミン C 活性の低下と比べて tMEM で有意に高かったことから、ビタミン C の自動酸化を処理水が抑制したと考えられた。酸化ストレスに対する細胞の抵抗力を含め、厳密なメカニズムはまだはっきりとしていないが、本実験結果はセラミック処理が水に抗酸化能を付与していると考えられた。

Fig. 1

### Ceramics

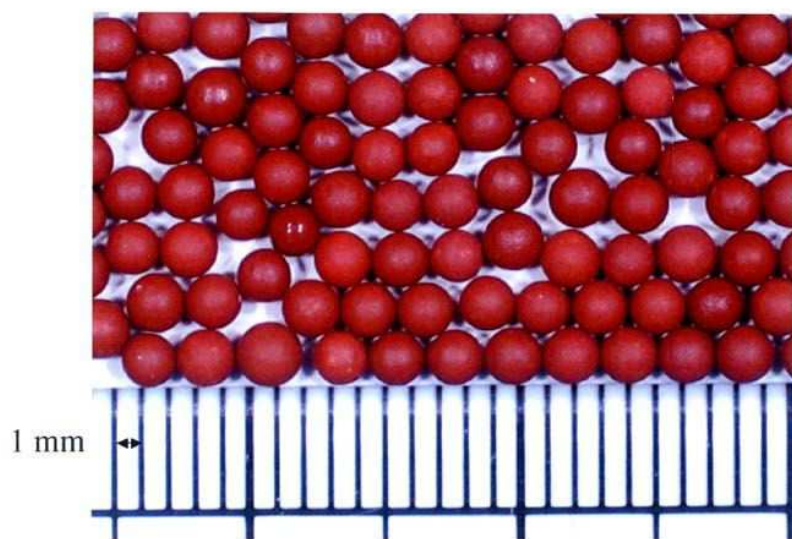


Fig. 1 High-temperature sintered kaolinite ceramic granules.

Fig.1 高温で焼結したカオリナイト系粒状セラミックス



## Methods

### A. セラミックス処理水の作成

プラスチックボトルに Milli-Q 水(Milli-Q SP UF system)500mL と粒状セラミックス 10g を混ぜる。それから、ボトルを 20 回力強く攪拌する。Milli-Q 水は未処理のものを対照(control)として使用した。

### B. 処理培養液の作成

粉末状の培養液原末を上記のセラミックス処理水に溶かし、オートクレーブによる殺菌したものを“セラミックス処理培養液”(tMEM)として実験に使用した。Milli-Q 水(対照水)に溶解した培養液は対照培養液(MEM)として実験に使用した。

### C. 過酸化水素(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)による細胞培養と酸化ストレス

ヒト繊維芽細胞の TIG3-20(10,000/well)を、5%の CO<sub>2</sub>を含んだ 37°Cの湿った大気中にて、10%ウシ胎仔血清を含んだ MEM 培地で 24 時間培養をおこなった。それから、培養液を MEM から MEM および tMEM に交換し、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(50 μ M)を添加したものと無添加のものを作成した。24 時間培養後の生存細胞数を MTT (3-(4,5-Dimethyl-2-thiazolyl) -2,5-diphenyl-2H tetrazolium bromide)法にて計測した。

### D. ビタミン C 維持試験

ビタミン C(0,500,1000 μ M)を MEM または tMEM に溶解し、それぞれ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(50 μ M)を添加したものと無添加のものを作成した。ビタミン C の活性低下は 5%の CO<sub>2</sub>を含んだ 37°Cの湿った大気中に放置し、試験開始直後(0h)と 24 時間後に MTT 還元能を用いて評価をおこなった (MTT はビタミン C により還元されると青色を呈する)。



Fig.2

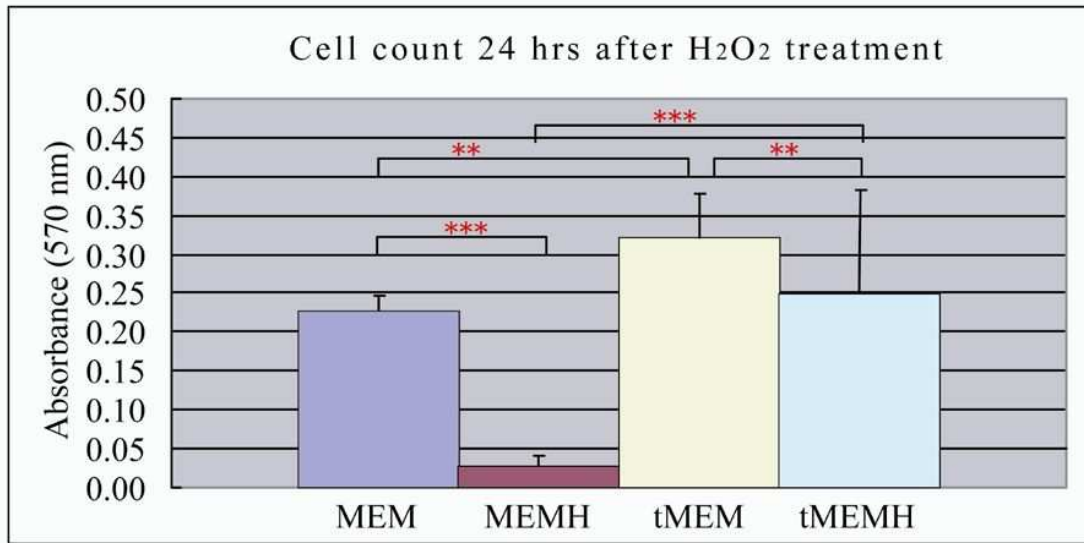


Fig.2 培養 24 時間後の細胞数

試験開始 24 時間後、tMEM にて培養した細胞数が MEM で培養したものに比べ、有意に高くなった(MEM と tMEM)。過酸化水素(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)を加えてから 24 時間後、MEM 培地ではほとんどの細胞が死滅したが、tMEM 培地では相当数の細胞が生存していた(MEMH と tMEMH)。MEM; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を加えず、MEM のみで培養, MEMH; MEM 培地に H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(50 μ M)を加えて培養, tMEM; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を加えず、tMEM のみで培養, tMEMH; MEM 培地に H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(50 μ M)を加えて培養。それぞれの円柱(column)は平均±標準偏差(n = 16)を示す。\*\*: p < 0.01 \*\*\*: p < 0.001(ANOVA, Bonferroni により検定)。

Fig.3a

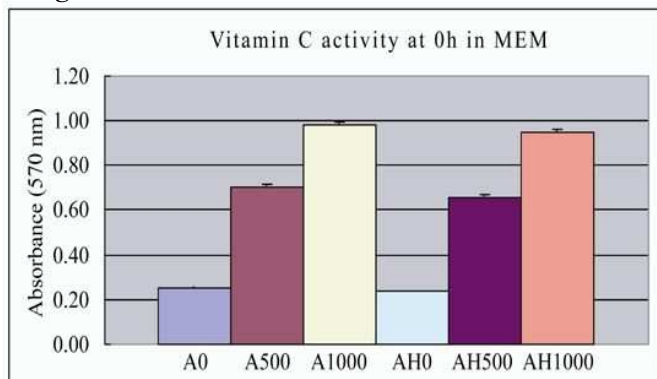


Fig.3b

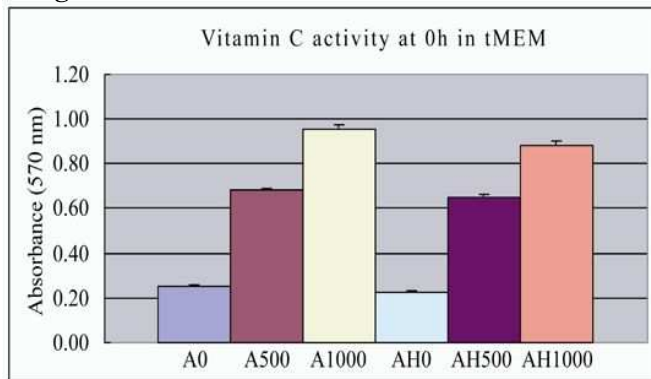


Fig.3c

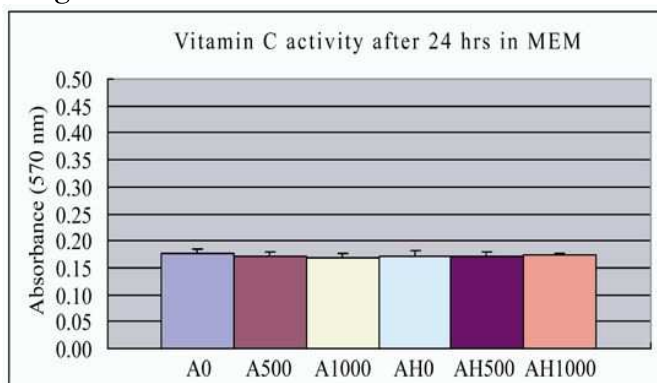


Fig.3d

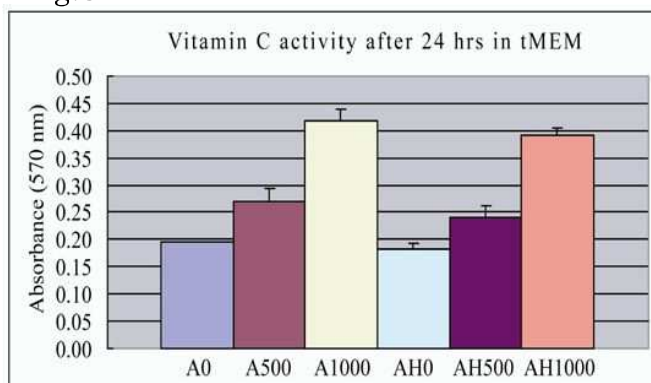


Fig.3 tMEM によるビタミン C 活性の維持試験

- 0h での MEM のビタミン C 活性
- 0h での tMEM のビタミン C 活性
- 24h 後の MEM の残存ビタミン C 活性
- 24h 後の tMEM の残存ビタミン C 活性

ビタミン C の MTT 還元活性が MEM 中で 24 時間後、完全に消滅したのに対し、24 時間経っても、tMEM では活性が維持された。A0; コントロール, A500; ビタミン C 500  $\mu$ M を添加, A1000; ビタミン C 1000  $\mu$ M を添加, AH0; コントロール, AH500; ビタミン C 500  $\mu$ M と  $H_2O_2$  50  $\mu$ M を添加, AH1000; ビタミン C 1000  $\mu$ M と  $H_2O_2$  50  $\mu$ M を添加。各円柱は平均 $\pm$ 標準偏差(n=8)を示す。

## Conclusion

本実験結果は、高温で焼結したカオリナイト系の粒状セラミックスによる処理水が酸化能を持つことを強く示唆する。

## 5-1 特許・実用新案

H25.8.8 現在

※【 特許 5件 ・ 実用新案 1件 】※

水処理装置エルセについては、以下の特許・実用新案を取得しています。

### 【特許】

◎特許番号 第3991070号

～医療施設用水の処理方法

◎特許番号 第4181295号

～膜分離水調整装置及び膜分離装置の水の調整方法

◎特許番号 第4377579号

～液状媒体改質用粒状セラミックス及びその製造法、それを用いた液状媒体の改質方法、それを用いた燃焼方法及び培養方法

◎特許番号 第4856557号

～活性水製造装置

◎特許番号 第5044174号

～改質水を含有する細胞増殖促進剤

### 【実用新案】

○登録番号 第3185318号


～クリーニングタワーシステム

## 6-1 活性水の水質変化

前述したように、エルセは水中の溶解成分を除去したり、溶出などにより新たに特別な成分を添加することはありません。エルセセラミックス及び処理水の溶出試験からもイオンの溶出のないことを確認しております。(図：溶出試験結果 別途添付)


またエルセは厚生省の外郭団体である日本水道協会(JWWA)の認証商品です。

(図：日本水道協会認証書 別途添付)



部 505031018-001 号 page 2/3

部 505031018-001 号  
2005年(平成17年)04月18日



東京本部 〒100-0001 東京都千代田区千代田5-2-1  
大塚支所 〒114-8501 東京都豊島区大塚3-1-1  
名古屋支所 〒460-0011 名古屋市中区大須4丁目15番13号  
九州支所 〒812-0034 福岡市博多区下呉服町1番12号  
多摩支所 〒206-0025 東京都多摩市氷山6丁目11番10号  
千歳支所 〒066-0052 北海道千歳市文京2丁目5番

### 試験報告書

依頼者 日本治水株式会社

機 体 エルセろ水器 S-01型  
呼び径: 13A  
型式: S-01  
平成17年度分  
溶出試験

2005年(平成17年)03月31日当センターに提出された上記検体について試験した結果は次のとおりです。

表-1 溶出試験結果

項目	結果	検出限界
カドミウム及びその化合物	検出せず	0.001 mg/L
鉛及びその化合物	検出せず	0.001 mg/L
六価クロム化合物	検出せず	0.005 mg/L
亜鉛及びその化合物	0.13 mg/L	***
アルミニウム及びその化合物	検出せず	0.02 mg/L
鉄及びその化合物	検出せず	0.03 mg/L
銅及びその化合物	検出せず	0.01 mg/L
ナトリウム及びその化合物	検出せず	0.1 mg/L
マンガン及びその化合物	0.014 mg/L	***
フエノール類	検出せず	0.0005 mg/L
有機物[全有機炭素(TOC)の量]	検出せず	0.3 mg/L
味	異常なし	***
臭気	異常なし	***
色度	0.5度以下	***
濁度	0.09度以下	***

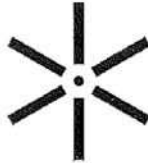
区分：給水管等

表-2 溶出試験結果

項目	結果	
	試料液	空試験液
硬度	48 mg/L	47 mg/L
pH	7.5(21℃)	7.5(21℃)

本報告書が他に添付するときは当センターの承認を受けて下さい。

©2005 日本食品分析センター



## 給水用具（その他）の認証登録証

1. 認証登録番号 Z-112  
認証登録年月日 1999年7月8日
2. 登録更新年月日 2013年4月1日  
登録証有効期限 2014年3月31日
3. 認証取得者の氏名 日本治水 株式会社  
住 所 〒880-1301 宮崎県東諸県郡綾町大字入野4409-6
4. 認証登録品の種類 その他  
型式又は略号 附属書(1)～(3)
5. 品質確認実施工場 日本治水 株式会社  
〒880-1301 宮崎県東諸県郡綾町大字入野4409-6
6. 審査基準の名称 基本基準  
性能項目 耐圧性能、浸出性能
7. 品質確認の方法 抜取検査方式
8. 特記事項 本体材質 ステンレス  
セラミックスボール充填  
認証対象範囲:水道法に基づく耐圧性能、浸出性能のみとする

公益社団法人 日本水道協会

理事長

尾崎



発行年月日 2013年4月1日