

【名称】 人工ゼオライトの生成方法

【現状】

昭和50年建設省告示第1597号によりグリース阻集器(以後、グリストラップ)の設置が義務付けられ下水道や河川に有害物質等が流出しない様定められている。

具体的排水基準は「水質汚濁防止法」等で厳しく規定されている。

一般工場(主に食品工場)や下水道には浄化槽や終末処理場等(以後、処理場)の設備が設けられている。グリストラップは長時間その中に油脂等を滞留する為、油脂等が腐敗し悪臭をだし、そのメンテナンスに苦痛が伴う。

また、処理場は微生物による分解が主流だが

その中に油脂等が流入すると処理場が維持出来なくなる。そのためグリストラップが有るが、近年グリストラップ浄化装置が販売されている。

その方式は

- ①微生物
- ②界面活性剤
- ③酵素
- ④オゾン

グリストラップは規模が小さく流入する排水が流出するまでの時間(滞留時間)は数時間ときわめて短い。

微生物方法であれその間で排水を処理するのは不可能に近い。

界面活性剤はその乳化作用により油脂を取り込み水和して流出するだけである。

酵素及びオゾンは基本的には脂肪酸(セッケン)とグリセリンに分解する程度である。

界面活性剤は脂肪酸であり分解して生じた脂肪酸の乳化作用によって油脂が流出してしまう。

【解決すべき問題】本来グリストラップはそこに油脂を浮上分離及び凝集沈殿により滞留させるもので、分解処理する所ではないではない。

グリストラップの補助設備として上記装置は不適合である。

建設省告示第1597号や水質汚濁防止法は元来水環境を守る為に存在するものである。そのための処理場である。しかし近年排水量が増え処理場への負荷が大きくなっている。本システムは排水の浄化方法を提案するものである。

【問題を解決すべき理論的裏付け】

本発明は凝集沈殿剤として「ゼオライト」なるものがあるがその分子構造がシリカゲルのケイ素原子にアルミニウム原子が置換した構造に着目し、またゼオライトの製造過程に必要な、界面活性剤を排水中に含まれる油脂を加水分解することで生成する。また、ゼオライトのもと(カネマイト)はアルカリ溶液中で合成する。最終的にはそれを中和することでゼオライトは合成される。同時に脂肪酸とグリセリンに分解した油脂は中和することで再結合するが、合成されたゼオライトにとりこまれる。結果油脂は水から

分離される。タンパク質のペプチド結合のアルカリ中で良く分解するので有効である。油脂の種類も動物、植物、鉱石を問わない。

「SS」の成分もゼオライト結合時にゼイライトに取り込まれる。

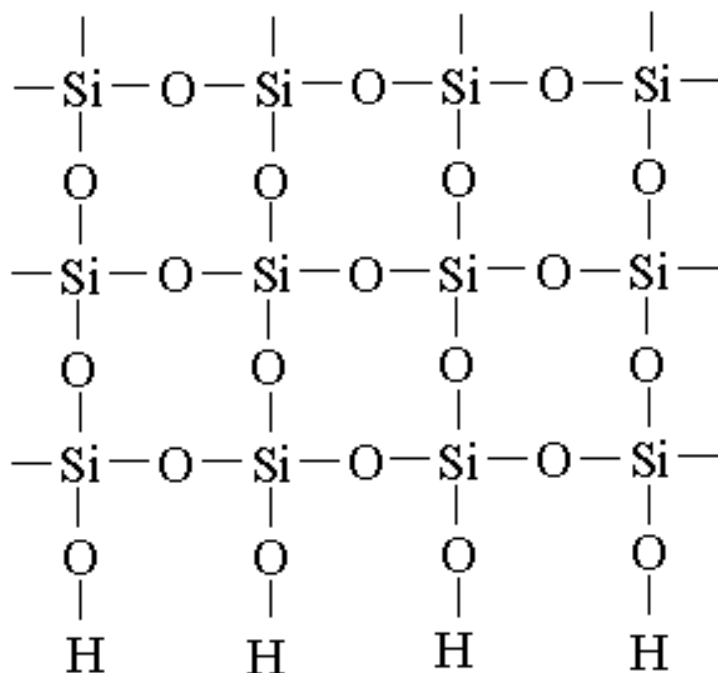
また、ゼオライトは「マイナス」の電荷を持つので「カチオン」も凝集してしまう。アルミニウムの置換反応は電気化学的手法を使うがその時アノード側に「アニオン」が凝集する。

以上により、排水の処理場での工程の大概をこのシステムで実現できる。

## 【化学的説明】

### シリカゲルの化学的特徴

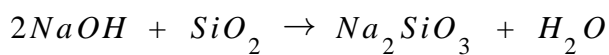
(構造) 分子式は $SiO_2$ で図のような分子構造をしている。



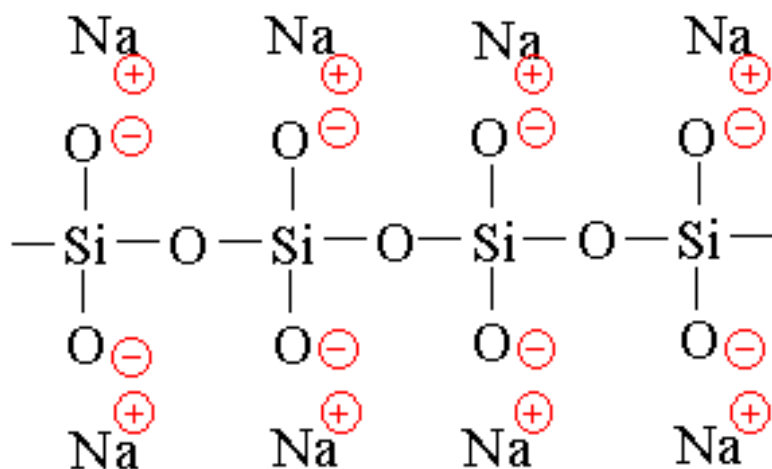
(アルカリ中の反応)

### 水ガラス(珪酸ナトリウム)

苛性ソーダ( $NaOH$ )水溶液に良く溶け珪酸ナトリウム( $Na_2SiO_3$ )になる。



### 高分子電解質



珪酸ナトリウムの構造

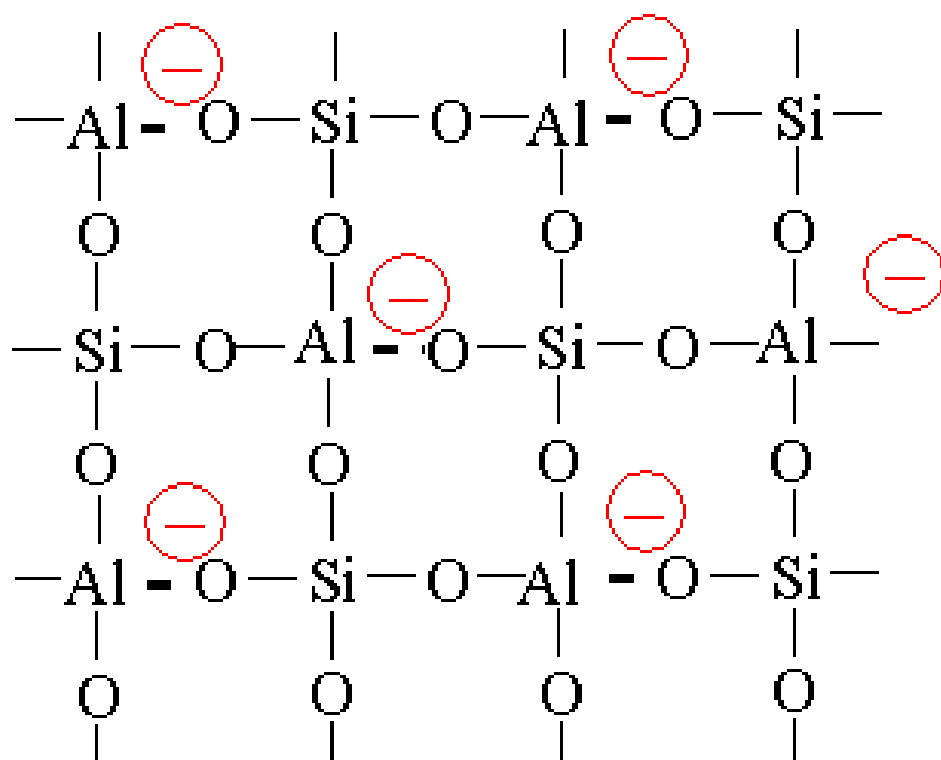
また、塩酸 ( $HCl$ ) で中和するとシリカゲルに戻る。

### ゼオライトの化学的性質

ゼオライトはシリカゲルの結晶構造の珪素原子の一部がアルミニウム原子に置き換わったもので、アルミニウムの結合手が珪素より1つ少ない為シリカゲル中で珪素と結合していた酸素原子の一つが結合出来ず、 $-$ イオンになっている。

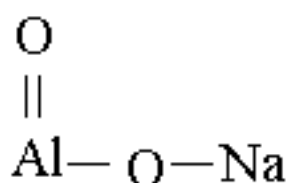
このため、陽イオン(カチオン)と結合しやすい。また、後述の通り、結晶がカゴ状構造のため、中性分子(イオン化しない分子)をその中に取り込む。

そのため凝集剤として利用される。



(アルカリ中の反応)

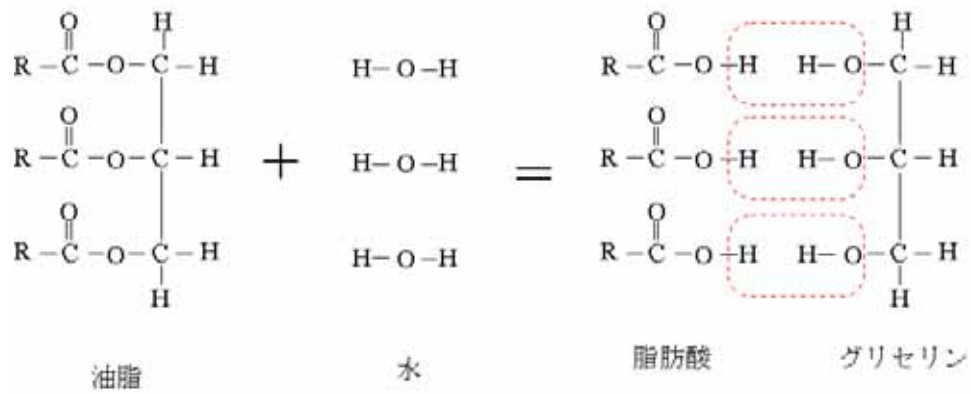
苛性ソーダ ( $NaOH$ ) 水溶液に良く溶け珪酸ナトリウムとアルミン酸ナトリウム ( $NaAlO_2$ ) になる。



塩酸 ( $HCl$ ) で中和すると元のゼオライトの結晶に戻る。

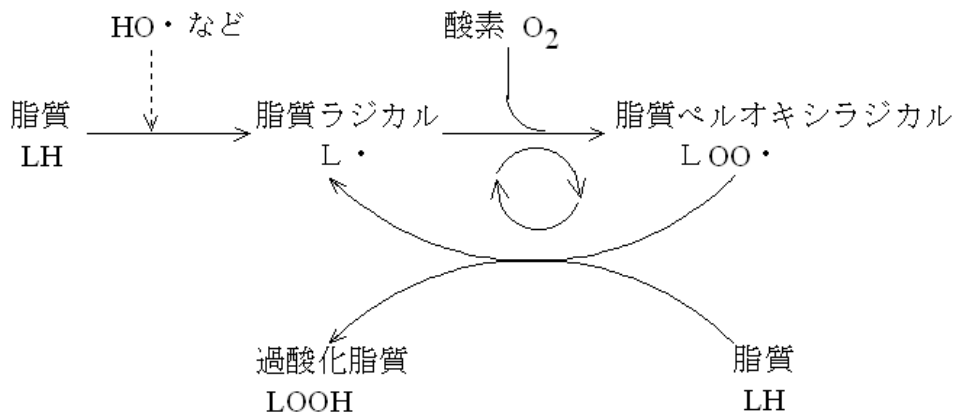
## 油脂分解

苛性ソーダ溶液中の油脂の分解反応



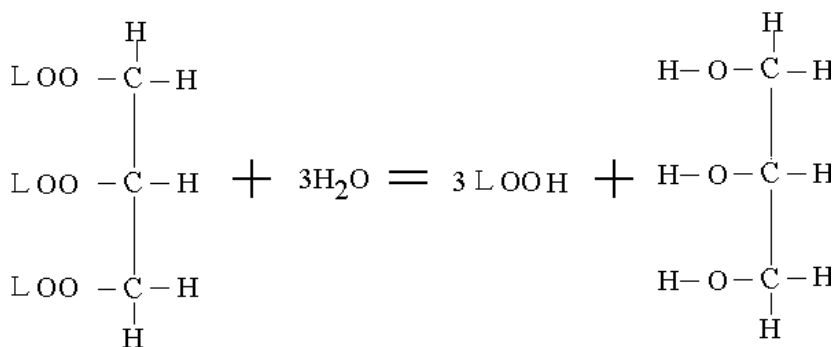
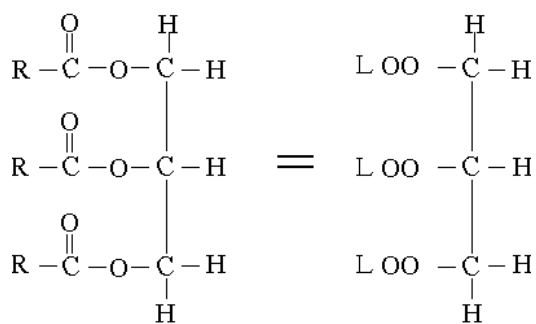
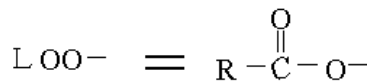
油脂は加水分解して脂肪酸(セッケン)とグリセリンになる。

【具体的説明】 オゾンによる油脂分解の連続反応



フリーラジカルによる脂質分解過程

ただし、Lは以下の構造である



ここで「 $\cdot$ 」は活性状態をあらわす。

HO $\cdot$ は活性化された水酸基であり、「ヒドロキシラジカル」と言われている。

これは主にアルカリ溶液中にオゾンを注入すると発生する。

つまり、苛性ソーダ等の溶液に油脂を溶かし、オゾン注入すると油脂分解反応が連続的におきる。

### (界面活性剤の構造)

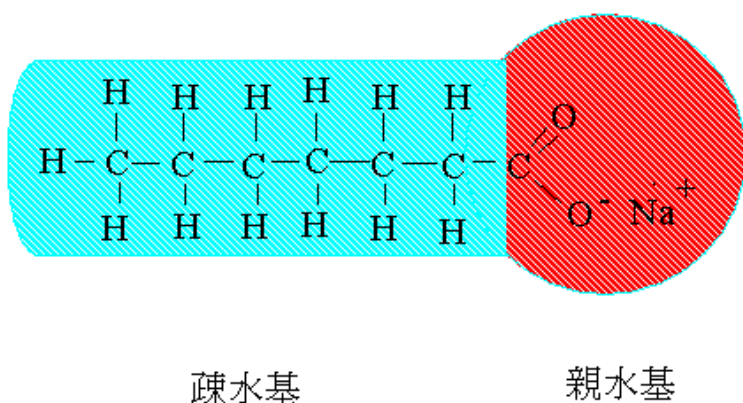
脂肪酸に代表される界面活性剤の構造を説明する。

界面活性剤は一分子中に親水基と疎水基を持ち

親水基は水に可溶性を示し、疎水基は油等の有機物に溶ける性質をもつ。

そのため水に油を溶かす(逆も可)溶剤として利用される。

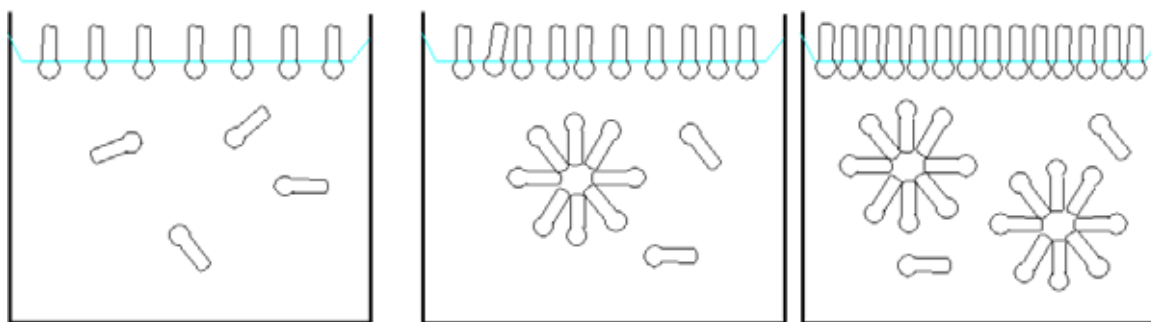
セッケン、合成洗剤がその代表例です。



### (ミセルの形成)

水溶液中での界面活性剤の挙動

ミセルとは水溶液中で界面活性剤が疎水基同士が集合し放射状をなし、親水基が外側にあるので、水に可溶となる



(1) 低濃度

(2) C.M.C 付近

(3) 高濃度

C.M.C (critical micelle concentration) 臨界ミセル濃度

つまり、上記オゾン注入により発生した、セッケン等も急激にミセルを形成する。

このミセルはゼオライト形成に無くてはならない構造体である。

次にゼオライト形成の過程を説明する。

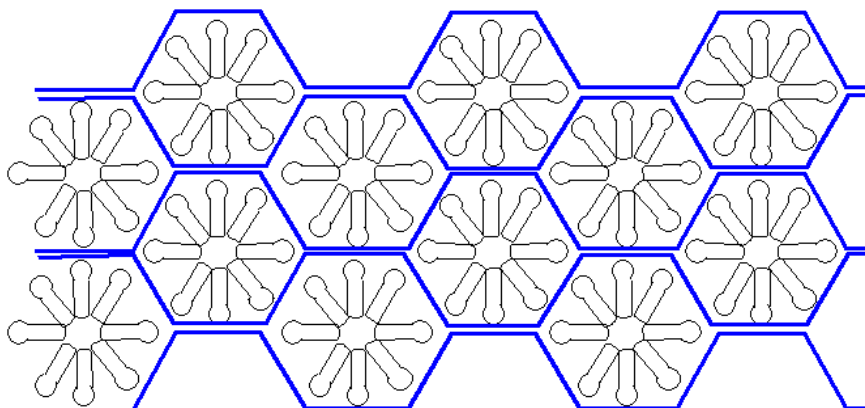
(人工ゼオライトの製法)

人工ゼオライトの生成機構を以下に示す。

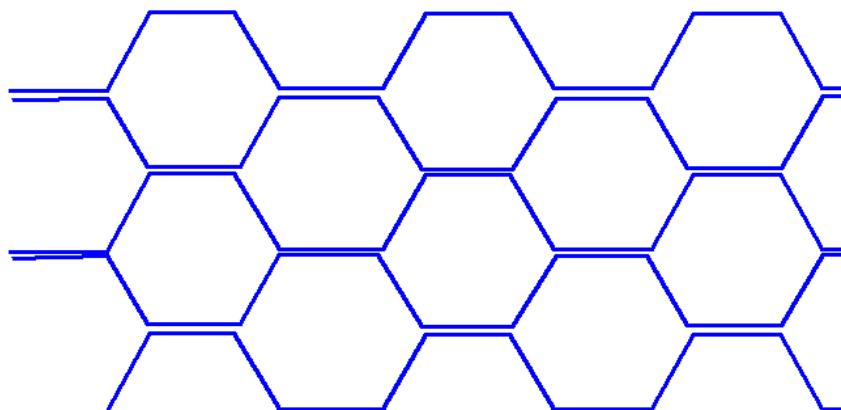
F S M - 16 の生成機構の模式図



カネマイト



ミセル芯にカネマイトが結合する



ミセルを取り除くとゼオライトとなる



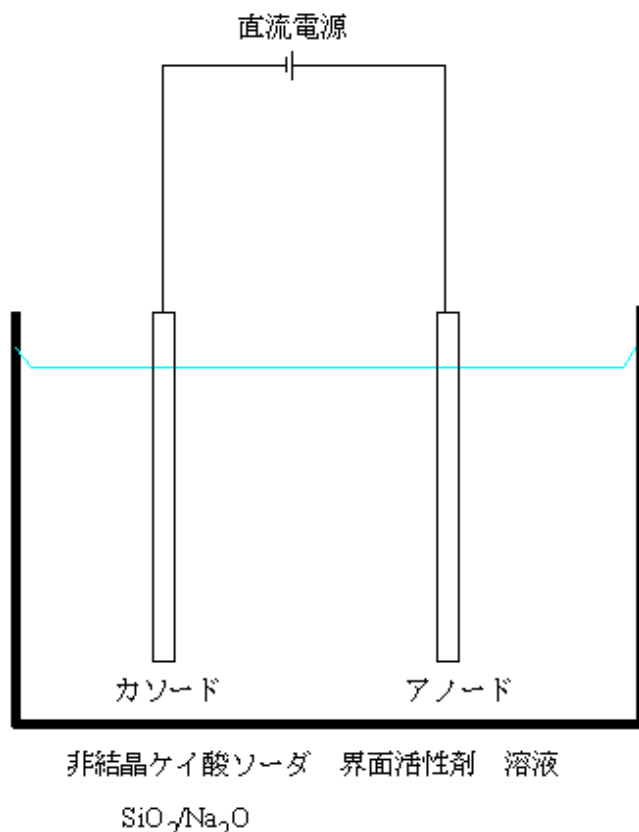
## 電気反応によるカネマイトの生成

(カネマイト)

カネマイトはケイ酸ナトリウムのケイ素原子の一部をアルミウム原子と置換することでえられた。

シリカゲルを苛性ソーダと共に水に溶解して水ガラスを作成。

そのときオゾンを注入する。



苛性ソーダ内にアルミが溶け出しアルミン酸ナトリウムが形成される。

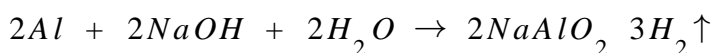
また溶液中には水ガラスを適量混合しておけば、高分子電解質となり、良く電気を通す。

図の様な電気分解装置により、

カソードにアルミ電極、アノードにステンレス等の金属とする。

もちろん界面活性剤によりミセルが形成されている状態において

12V付近の電圧を印加すると、アルミ電極からアルミが溶け出し次の反応が起きアルミン酸ナトリウム ( $\text{NaAlO}_2$ ) となる。



また、注入されたオゾンが少量溶液中にとけ込んでおり、

電気を通すと速やかに分解し溶液中の酸素原子をを活性化する。

また、カソードにはマイナスイオンを吸着するので、溶液からカチオンを分離する。

## 中和反応によるゼオライトの結晶化

ゼオライトはアルカリ溶液中では水酸化物となっており水に可溶である。

中性「およそ $\text{PH}=7.5$ 以下 $6.5$ 以上」の溶液中において、ゼオライトは結晶化する。

ゼオライト作成過程では、ミセルを取り除く必要があるが、排水処理に利用する場合油脂をゼオライト内に閉じこめる必要がある。今回油脂を分解する事で界面活性剤を得ているが液を中性に戻すことで、界面活性剤はエステル結合を起こす。しかし、ゼオライトに取り込まれておりゼオライトの一部となっている。中性領域ではゼオライトは、アルミ原子をその分子内に含んでいるので、密度が水より大きい。よって、ゼオライトの結晶は沈殿する。ただし $\text{PH}$ は下がり酸性の度合いが強くなると体積が増し水に浮いてします。

また、ゼオライトはマイナスイオンを持っているため、プラスイオン(主に金属イオン)を良く吸収する。

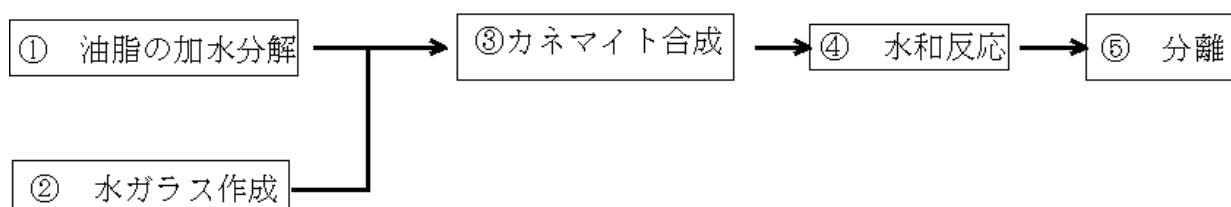
以上により油脂を含む溶液において、ゼオライトを合成する事で、溶液中の不純物を一切取り除く事が出来る。

ただし中和により食塩等の塩が生じる

### 固形物の分離

フィルター及び沈殿槽にて固液分離する。

以上の工程をまとめると以下になる。



その時の液の状態写真を貼付する。

① 油脂の加水分解



② 水ガラス作成



③ 電気反応によるカネマイト合成



④ 水和反応



⑤ 分離

