

洗剤と共生する社会のために

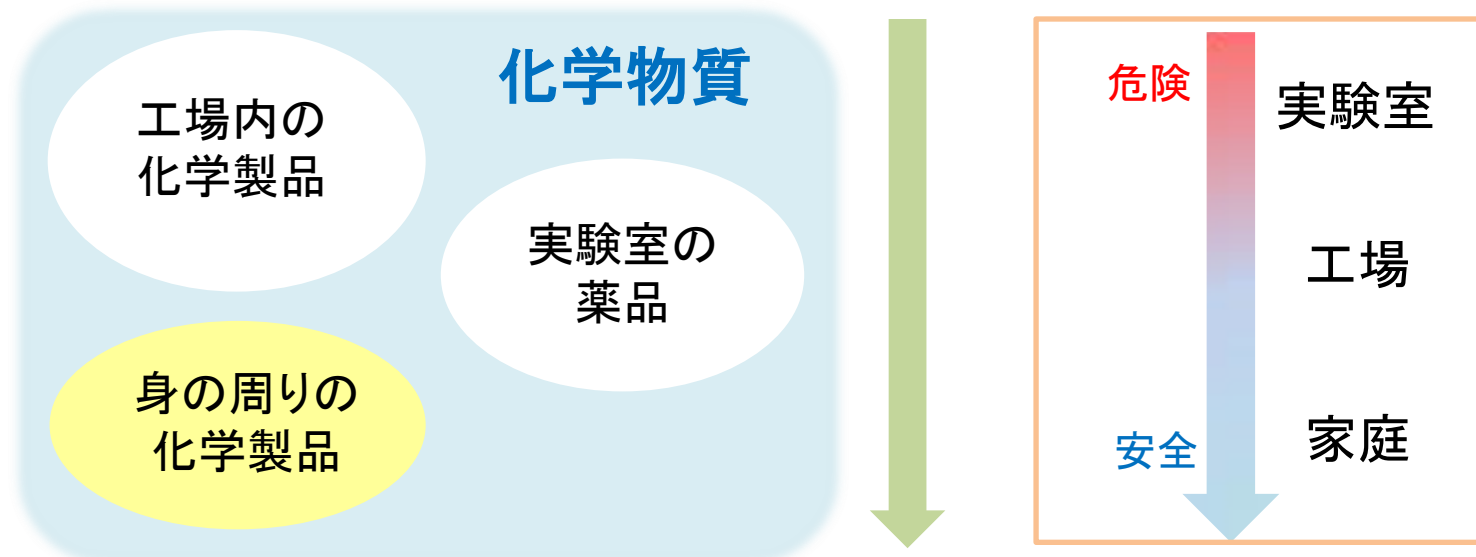


富山高等専門学校
Toyama National collage of Technology

加藤 真紀
白川 和
高木 瞭

はじめに

全員が化学を専攻している学生・・・化学物質に興味あり



身の回りの化学製品の安全性に興味を持った

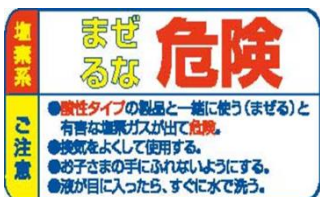
日常生活に汎用される化学製品の代表的存在

洗剤

私たちが驚いた事故事例

洗剤による過去の事故例を調べると・・・

誤った使い方による事故



「混ぜるな危険」
により事故多数

河川汚染問題



日本各地で
・発泡
・赤潮
が起きる

誤飲による死亡事故



洗剤と粉ミルクを間違う



死亡者発生

爆発事故



2012年
洗剤入りのアルミ缶
↓
16人の軽傷者

便利ではあるが、危険も併せ持っている

私たちが考えた『安全の定義』

安全な洗剤を作る



安全を定義
= 3本柱で確立する

非常に曖昧

環境面

- ・水質
- ・土壌
- ・生態系

に負荷を与えない

健康面

洗剤が命を脅かすことなく、健康な生活の維持につながる

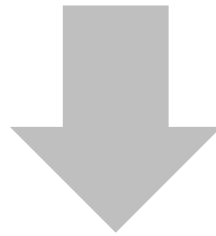
社会面

製造から廃棄まで洗剤にかかわる人々の生活を保障する

コンセプト：**社会との共生を可能とする製品開発**

発表全体の流れ

1. 合成洗剤とは
2. 環境問題と合成洗剤
3. 健康被害と合成洗剤
4. 社会と合成洗剤の関わり



開発のコンセプトを提案

1 合成洗剤とは

合成洗剤とは I

洗剤：界面活性剤の浸透・乳化・分散・起泡作用などによって
汚れを系外に取り去る作用をするもの

【過去】
石鹼

汚れを落とす役割は...

【現在】
合成洗剤

【なぜ変化？】

石鹼を使って羊毛を
洗うとゴワゴワ

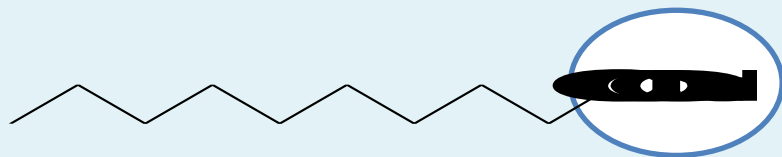


原因：石鹼のアルカリ性



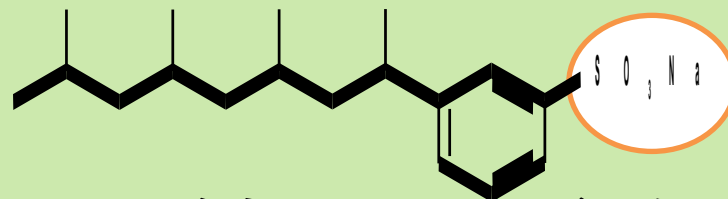
中性洗剤がほしい

石鹼は



カルボン酸塩がアルカリ性の原因

合成洗剤は

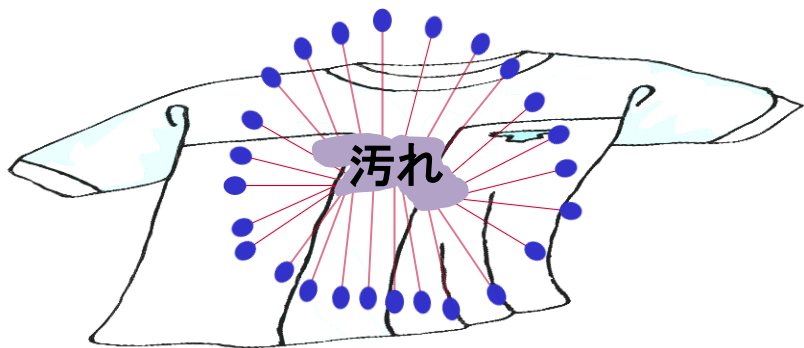
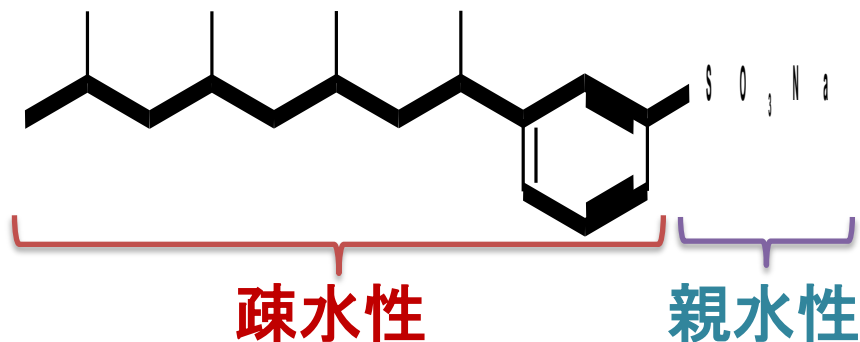


スルホン酸塩のため中性が可能

合成洗剤とは II

合成洗剤の含有物

界面活性剤：汚れを落とす



界面活性剤が取り囲む(=ミセル形成)



親水基が外側に行き汚れが落ちる

水軟化剤：水の硬度下げる

工程剤：ミセル増強作用

アルカリ剤：弱アルカリ性を保つ

蛍光増白剤：洗濯物を白くする

柔軟剤：柔軟性を与えて帯電をふせぐ

酵素：汚れを分解しやすい状態に

2 環境問題と合成洗剤

環境面の検討

安全な洗剤を作る



安全を定義
= 3本柱で確立する

非常に曖昧

環境面

- ・水質
 - ・土壌
 - ・生態系
- に負荷を与えない

健康面

洗剤が命を脅かすことなく、健康な生活の維持につながる

社会面

製造から廃棄まで洗剤にかかわる人々の生活を保障する

コンセプト：**社会との共生を可能とする製品開発**

合成洗剤による環境問題

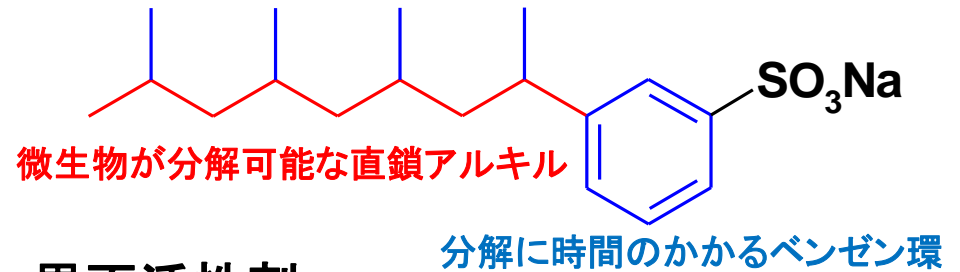
事例1：多摩川の発泡

洗剤を分解しきれない
↓
残った洗剤で泡だらけ



- 影響
- ・景観を損ねる
 - ・生態系を破壊
 - ・飲み水で利用不可

原因：洗剤の界面活性剤の
分解速度



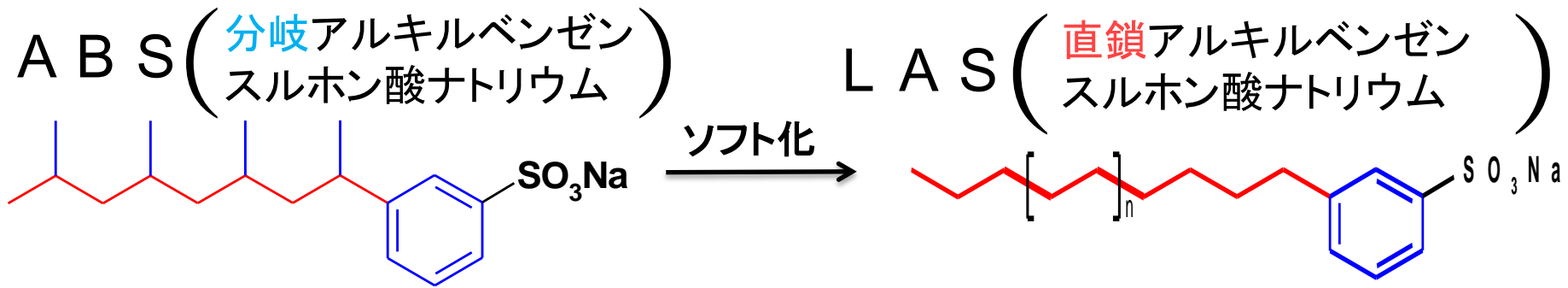
界面活性剤

ABS (分岐アルキルベンゼン
スルホン酸ナトリウム)

- ・分岐(側鎖)が多い
- ・ベンゼン環がある

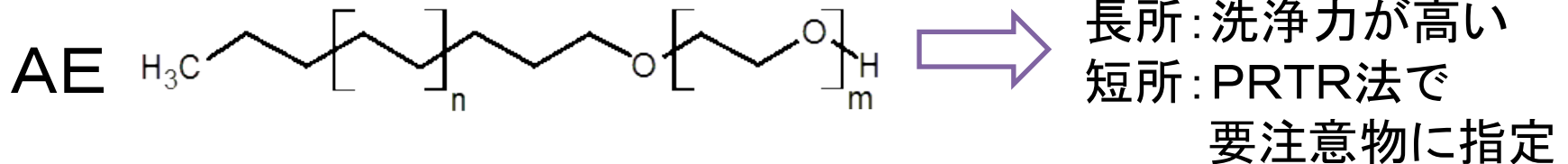
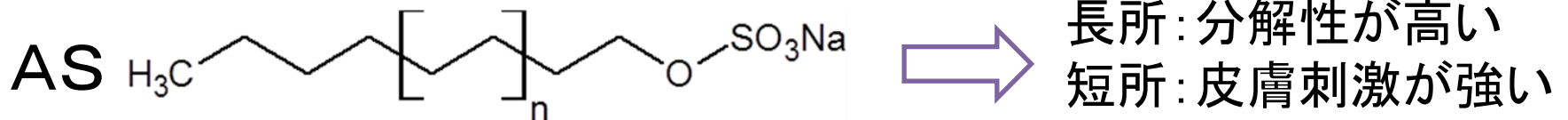
微生物が分解できない

界面活性剤の問題



それでも L A S のベンゼン環が残ってしまう

近年では・・・ベンゼン環がない界面活性剤が主流

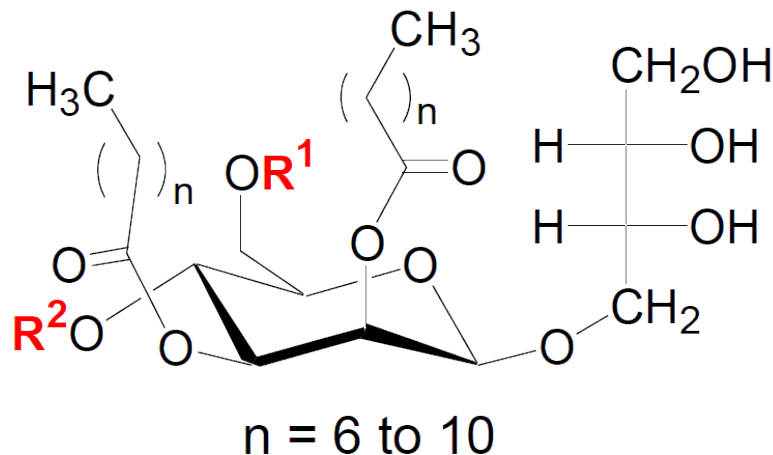
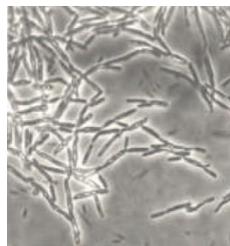


全ての安全を満足させられるものはない

私たちが推奨するこれからの界面活性剤 I

生物界面活性剤(バイオサーファクタント)

微生物から作り出す界面活性剤



$R^1, R^2 = \text{H or Ac}$



特徴

- ・環境・生体に**適合**しやすい
- ・界面活性能力が高い
- ・洗剤以外にも**多彩**に応用可

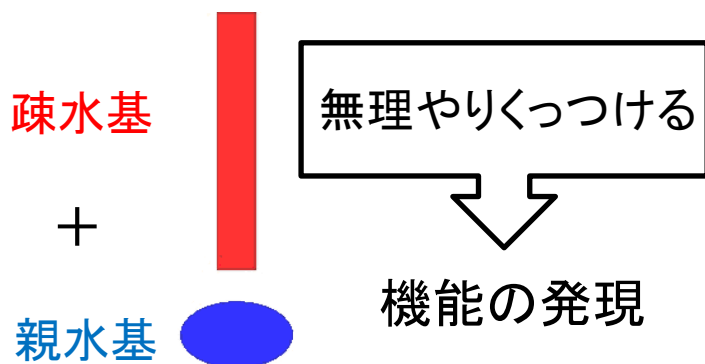
現在は**高コスト**なため
一部商品でのみ使用

||
低価格化が課題

私たちが推奨するこれからの界面活性剤 II

ジェミニ型界面活性剤(Gemini Surfactant)

《通常の界面活性剤の構造》

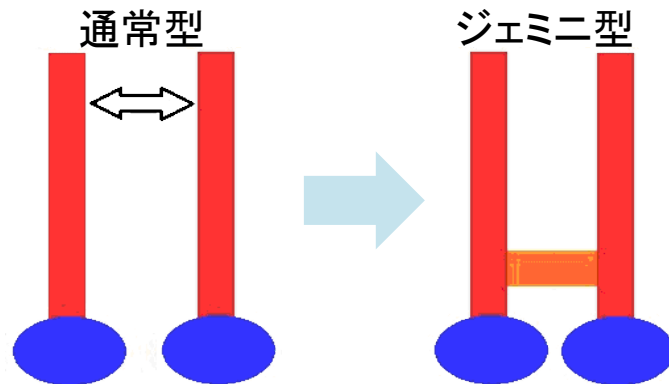


メリット

- ・少量で機能を発現＝環境に優しい
- ・ミセル形成能力が高い
- ・炭素数が多いがクラフト点が低い

《ジェミニ型界面活性剤の構造》

スペーサーを介して界面活性剤 2分子が共有結合



デメリット

- ・現在は合成コストが高い
- ・構造特性など明らかでない点も多い
- ・商品化までは辿りつけていない

大きな期待が寄せられる

リン酸の問題

事例2：湖・海の赤潮

洗剤中のリン酸塩

↓ 海・湖へ流出

植物プランクトンの大量発生(赤潮)

↓ 死骸を分解するバクテリア

水中の酸素濃度が低下

↓
水生動物の酸欠・窒息死
青潮となる場合も・・・



赤潮が発生した琵琶湖



青潮が発生した東京湾

原因：洗剤中のリン酸が海や湖に
流れ出ることによる富栄養化

赤潮問題の解決策

法的対策：リン酸の排出量・使用量を制限

琵琶湖富栄養化防止条例 → リンを含む洗剤の**使用禁止**
東京湾富栄養化対策指導指針 → リン酸の**排出削減**指導

企業の対策：洗剤の**無リン化**

||

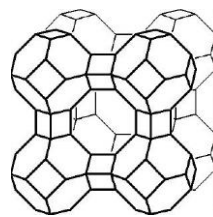
リン酸の働きをほかの物質で補う

リン酸の働き

・粉末洗剤の
吸湿固化防止



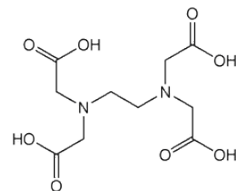
ゼオライト A



・水の軟化



EDTA



・汚れを分解



酵素

医療現場でも
使われる



身体面における影響は
非常に小さい

3 健康被害と合成洗剤

健康面の検討

安全な洗剤を作る



安全を定義
= 3本柱で確立する

非常に曖昧

環境面

- ・水質
- ・土壌
- ・生態系

に負荷を与えない

健康面

洗剤が命を脅かすことなく、健康な生活の維持につながる

社会面

製造から廃棄まで洗剤にかかわる人々の生活を保障する

コンセプト : **社会との共生を可能とする製品開発**

死亡事故の原因と対策の立て方

「混ぜるな危険」による死亡事故

原因：酸性洗剤と塩素系洗剤の混合による塩素発生
発生した塩素を吸引し、塩素中毒にて死亡



現状は・・・



目に入りやすい表示は行っている

それでも起きる・・・

より適切な対策が必要

事故発生の
4つの要因

- ・人的要因
- ・機械要因
- ・環境要因
- ・管理要因

私たちが提案する事故対策

商品のラベル

塩素系洗剤は・・・
お湯で流しても塩素発生危険あり

注意喚起 { ホームページ・・・あり
商品ラベル・・・なし

必ず商品にも明記すべき

視覚的アピール

液性によってボトルの色を統一

酸性洗剤 → 赤色ボトル

中性洗剤 → 緑色ボトル

塩素系洗剤 → 青色ボトル

色の違う者同士混ぜてはいけない
＝認識の強化へ

液性を統一

酸性・中性・塩素系が存在



すべてを中性洗剤へ

- ・混ぜるな危険のリスクが0
- ・特有の汚れへの対策が必要

近年各社が取り組む傾向あり

触覚的アピール

シャンプー: 点字に似た突起



混ぜるな危険の製品にも
特定の凹凸・突起



触わるだけで危険と判別可能

GHS表示について

GHS: 世界的に統一されたルールに従い、有害性の種類と程度により分類し、ラベルで表示したり、安全データシートを提供したりするシステム



世界基準の危険表示

GHSラベルの例



急性毒性(低)



急性毒性(高)



皮膚腐食性



生殖毒性



全ての商品に
記載義務あり



水生環境有害性



可燃性ガス



酸化性ガス



火薬類



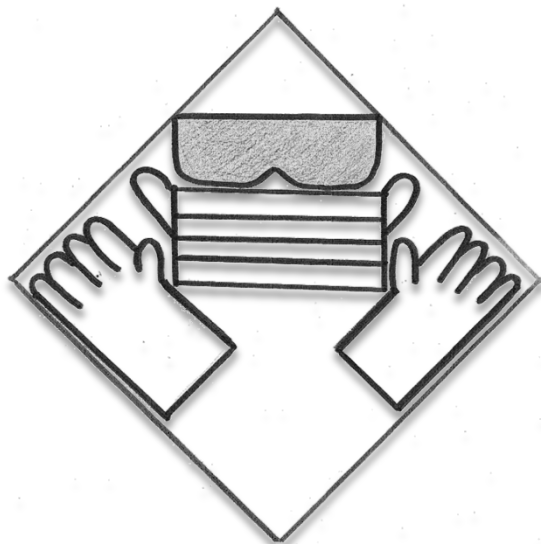
洗剤への
記載義務
なし

こんなマークが必要！

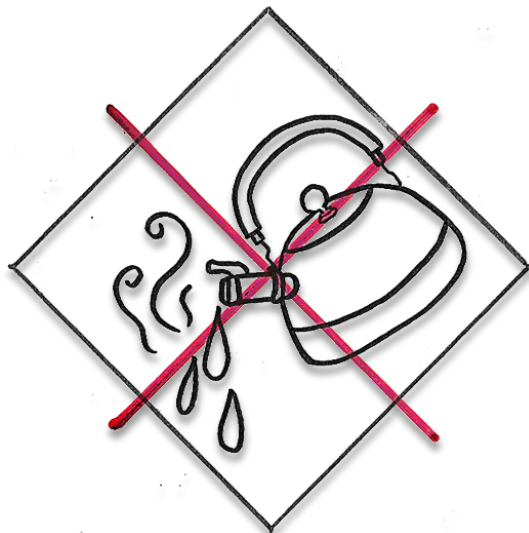
洗剤でも使いやすいマークはないのか？



【私たちが考える新しい表示】



刺激の強い洗剤は
メガネ・マスク・手袋の着用



塩素系洗剤はお湯で流さない



一定の環境基準をクリア
している製品に記載

4 社会と合成洗剤の関わり

社会面の検討

安全な洗剤を作る



安全を定義
= 3本柱で確立する

非常に曖昧

環境面

- ・水質
- ・土壌
- ・生態系

に負荷を与えない

健康面

洗剤が命を脅かすことなく、健康な生活の維持につながる

社会面

製造から廃棄まで洗剤にかかわる人々の生活を保障する

コンセプト：**社会との共生を可能とする製品開発**

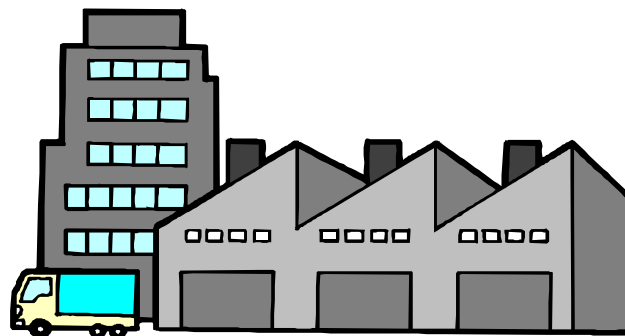
企業モラルと社会面

近年、企業モラルの低下がみられる場合あり

本来あるべき姿とは・・・

先進国

海外に
工場建設



現地の人の雇用を生み出す

一部、現地の人を雇わない企業も

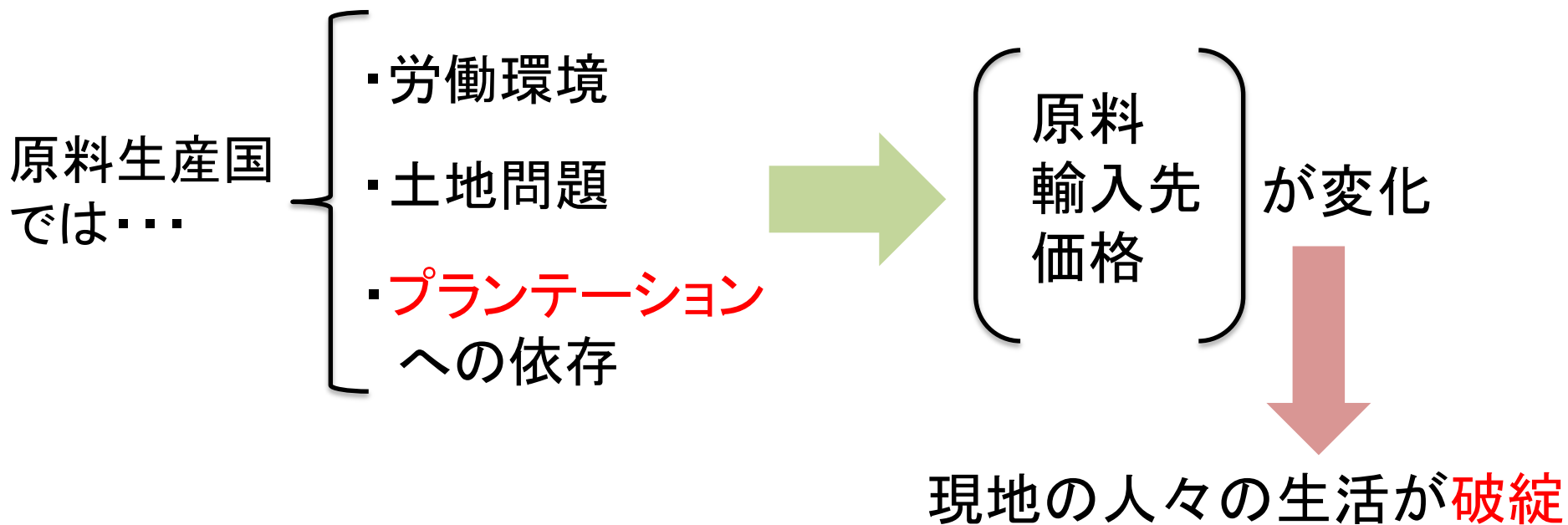
現地での雇用が生まれず、先進国の一方的な利益のみに・・・

我々は・・・

洗剤製造における海外との関係モデルを提示

原料生産者の視点から

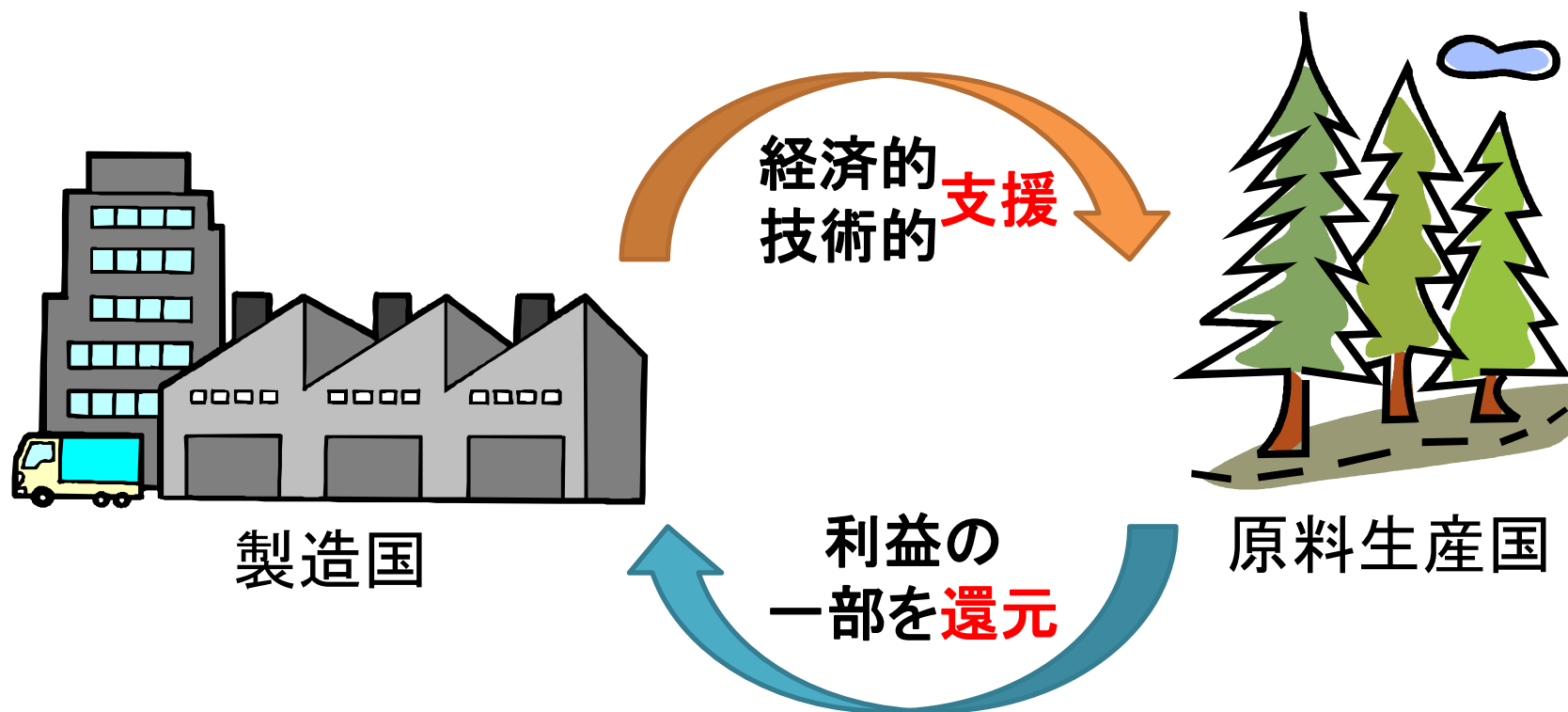
洗剤の原料：パーム油



社会面でも洗剤と共生するための対策が必要

原料生産者の視点から

原料生産国内でも**製品の製造が可能**な社会



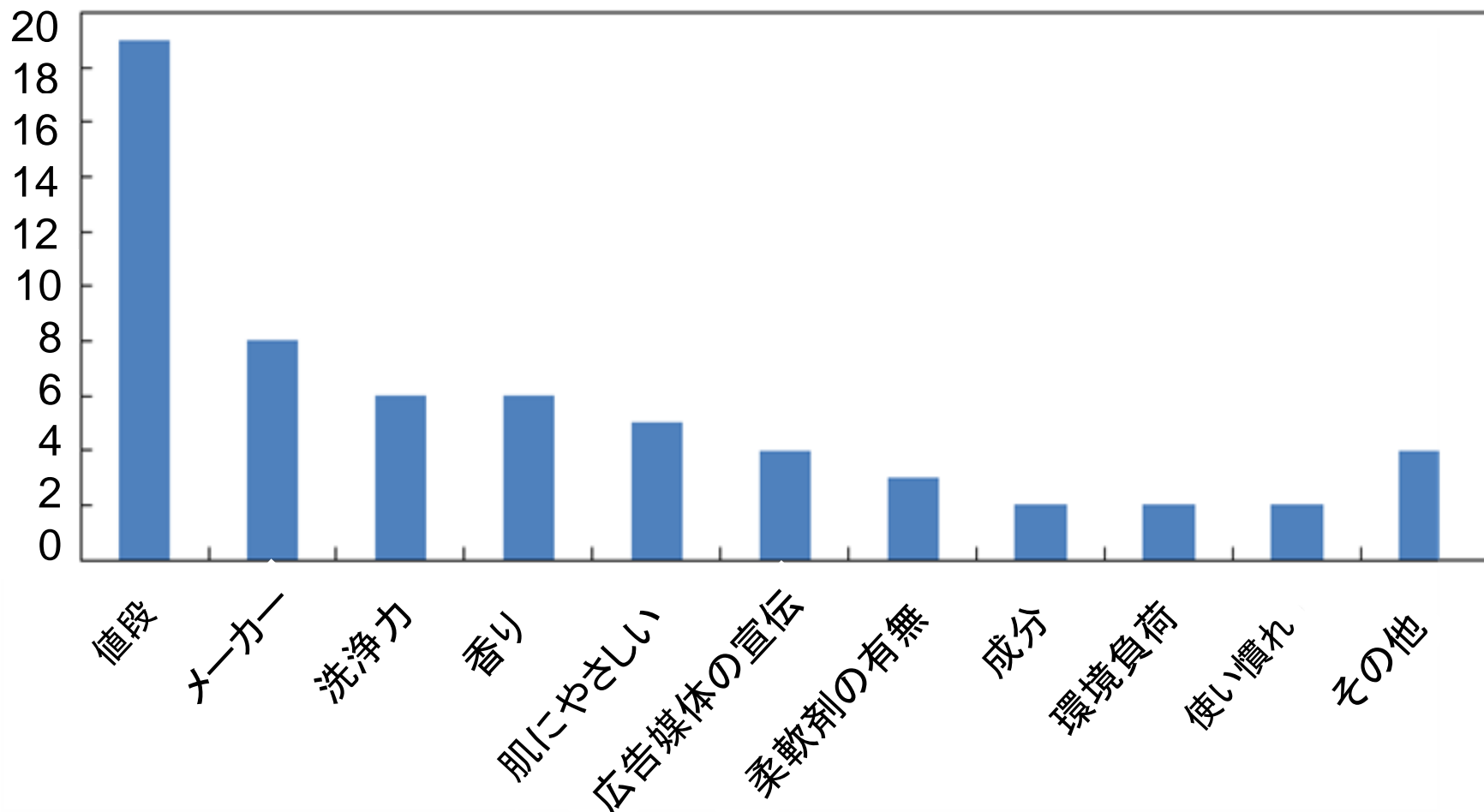
これまで環境に負荷をかけてきた先進国の責任

消費者の視点から

目的：現在の消費者が求めている洗剤を知る

方法：口頭アンケート

対象：20～50代の男女26名 (複数回答可)

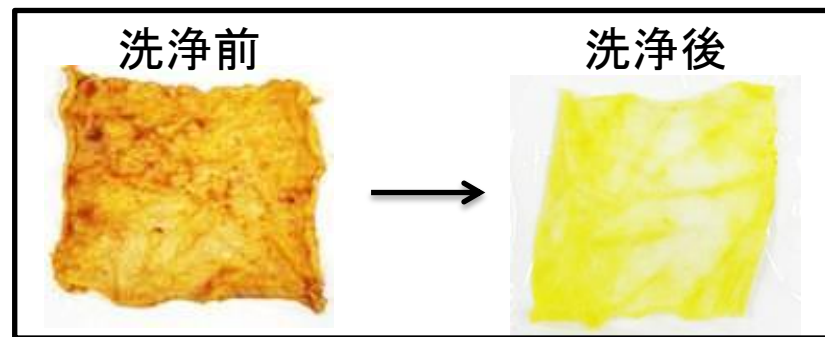


製品開発の視点から

実験1: 各洗剤ごとの洗浄力比較

目的：市販の洗剤を消費者のニーズとの多角的の評価

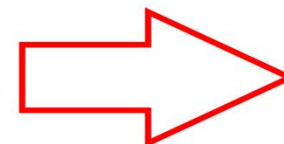
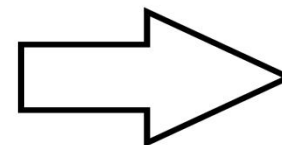
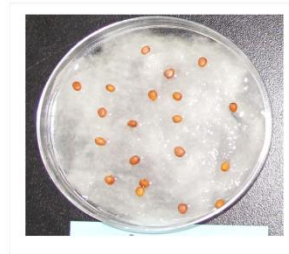
- ・ 使用する界面活性剤と洗浄力
- ・ 商品価格と洗浄力
- ・ 液体洗剤と粉末洗剤の違い



実験2: 洗剤を含む水でカイワレ大根の生長を比較

目的：洗剤の土壌や植物の生長に与える影響を検証

洗剤が土壌などに流出する
↓
環境や植物に与える影響は？
↓
実験でシミュレーション



実験1：各洗剤ごとの洗浄力比較

目的：市販の洗剤を消費者のニーズとの多角的の評価

- ・ 使用する界面活性剤と洗浄力
- ・ 商品価格と洗浄力
- ・ 液体洗剤と粉末洗剤の違い



洗浄条件

- ・ 洗浄時間：15分
- ・ 汚れ：カレー
- ・ スターラーで洗濯機を再現
- ・ 回転出力：6段階中4
- ・ 布の大きさ：一辺10cmの正方形
- ・ 布の生地：綿
- ・ 水の量：300mL
- ・ 洗濯液：水道水を利用
- ・ 汚れ落ち評価：一対比較法

実験1の結果

洗浄前



落ち具合

- ・水のみで洗浄く洗剤入り
- ・液体洗剤同士：違いなし
- ・粉末洗剤の粉末アタック, Choice!



汚れ落ちが大きい

液体洗剤



ウルトラ
アタックNeo



アリエール



ファーファ



さらさ

粉末洗剤

水道水



粉末アタック



Choice!



洗浄力：粉末洗剤の方が高い
原因：成分の差

カレー汚れは酸性。洗浄が進むと...

液性：アルカリ性 → 酸性

(pH8)

(pH6.5)



洗浄力の低下

粉末洗剤中の20～40%はアルカリ剤



アルカリ性を保ちやすい

製品開発への提案

液体洗剤に・・・

アルカリ剤を多量に添加

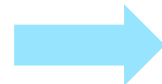


液体が**ゲル化**する可能性がある



利便性を損なう

近年の流行：液体洗剤



消費者のニーズと矛盾



洗浄力が粉末洗剤に劣る

改良点

常にアルカリ性を保つ方法があればよい



実現すると最適な合成洗剤となる

実験2：洗剤水での植物生長比較

目的：洗剤の土壌中の**植物生長に与える影響**を検証

洗剤が土壌などに流出する

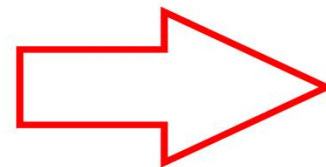
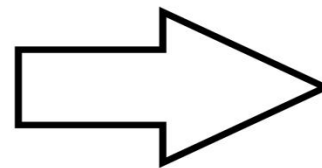
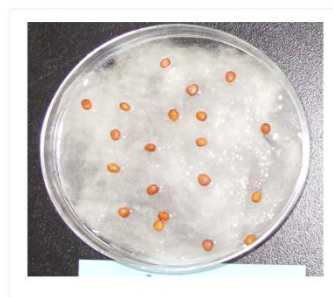


環境や植物に与える影響は？



実験でシミュレーション

- ・3種類の濃度で比較
- ・発芽のタイミングの違い
- ・濃度による生長の差



洗剤が環境に与える負荷を検証

実験2の結果

3種類の濃度の洗剤液を用意

A : 各洗剤の規定通りの濃度

B : Aの $\frac{1}{200}$ の濃度

C : Aの $\frac{1}{1000}$ の濃度

(1)



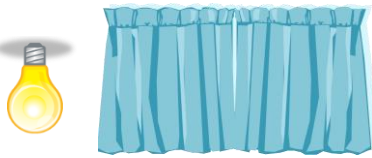
種を植える

(2)

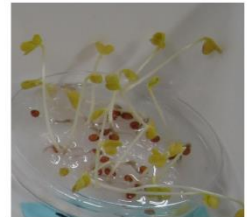
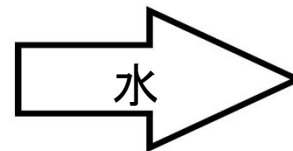
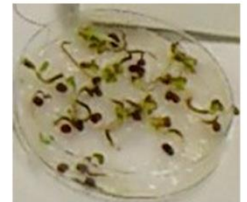
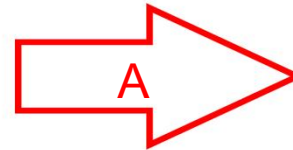
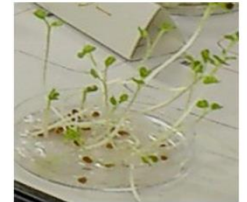
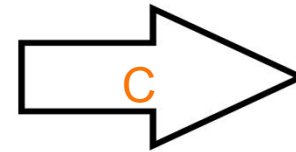
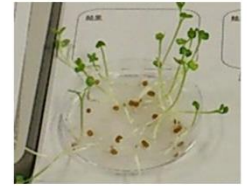
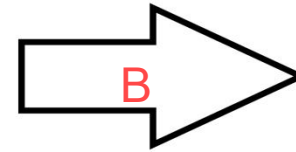
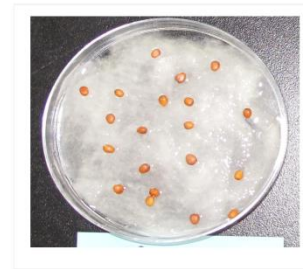


丸1日
暗室で育成

(3)



以降、
直射日光
を避ける



発芽のタイミング : 水 A C B
遅 速

界面活性剤の存在

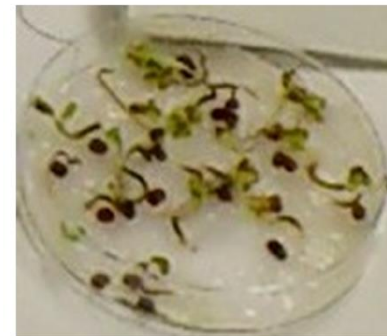


種(有機物)と水の親和性の向上と推察

製品開発への提案 2

しかし通常の使用濃度(A)では・・・

洗剤の濃度が濃い → 変色



原因：洗剤に備わる殺菌作用と推察



植物の成長に欠かせない微生物を死滅させた

殺菌作用は { 人間：メリットあり
環境：負荷をかける



洗剤を使う上で・・・

メリット・デメリットのバランスが大切

5 まとめ

開発におけるモラル

便利なものほど危険がある



ハザード：潜在的に危険の原因となりうるもの

リスク：ある行動に伴い危険に遭う可能性

ハザード

リスク

「技術者に実践的高額倫理」より

リスクを減らす → **ハザードを減らす**ことが最も効果的

↳ 利便性の**低下**にもなる

ハザードがリスクに繋がらない努力が求められる

例 [作り手:どのように使われるのかを**シミュレート**する]

私たちが提案する洗剤

成分

環境面

- ・生分解性・界面活性能力の高い界面活性剤
(バイオサーファクタント)
- ・コンパクトで洗淨力の高い
(ジェミニ型界面活性剤)

開発のモラル

- ・製造側は製造から廃棄までの責任をもつ
- ・ハザードを認識する

社会面

ボトル

健康面

- ・液性によって色を統一
- ・突起をつけて触って分かる

ラベル

- ・危険が一目で誰もがわかる
(GHS)
- ・環境への配慮が分かる



価格

- ・技術向上による量産の実現

地球と共生できる洗剤の開発が第一

主体的な活動を通しての感想

1. 学生実験：教員による指示・指導あり



本活動：自らの力で一から自由に



想像以上に
難しい

2. これまで：インターネットや書籍から情報を得る



本活動：自ら情報を発信 → 人づてに多くの情報が集まる

受け身ではなく能動的な姿勢が大切

3.

一般化学
有機化学
無機化学
分析化学

実践的に利用するには・・・

別々に学んだ知識の
関連付けが必要

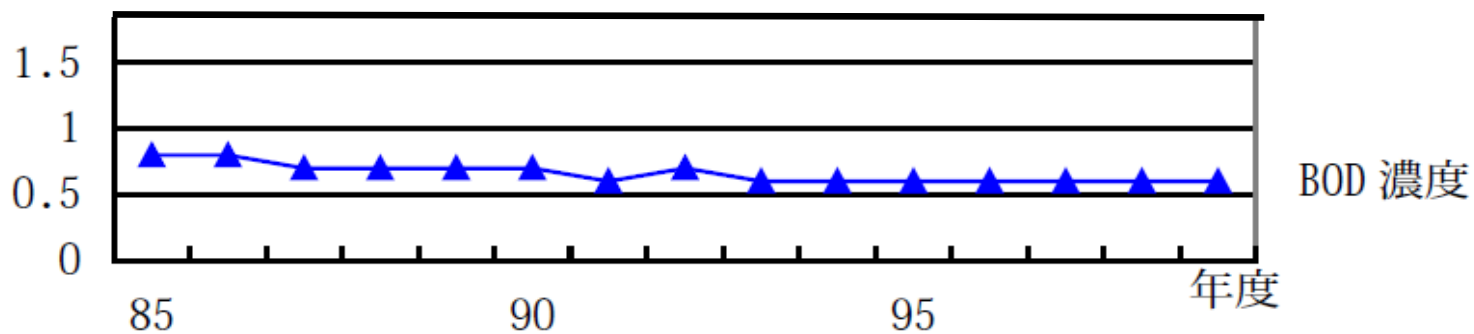
水質環境の評価

BOD(生物化学的酸素要求量)

微生物が汚れ(有機物)を食べ、
使用した酸素量

→ 水質汚染を調べる目安
(酸素量が少なければ水生生物は死滅)

リン酸の排出量について



琵琶湖北湖におけるBODの推移

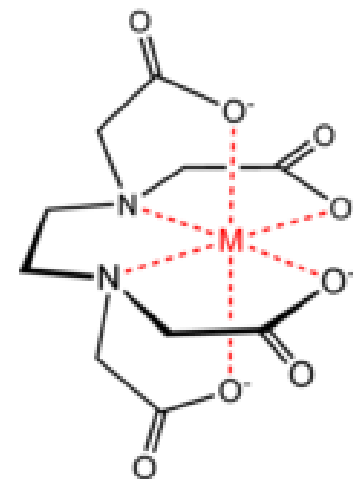
リンが問題になった80年代よりBOD減少傾向

リン酸の代用品の働き

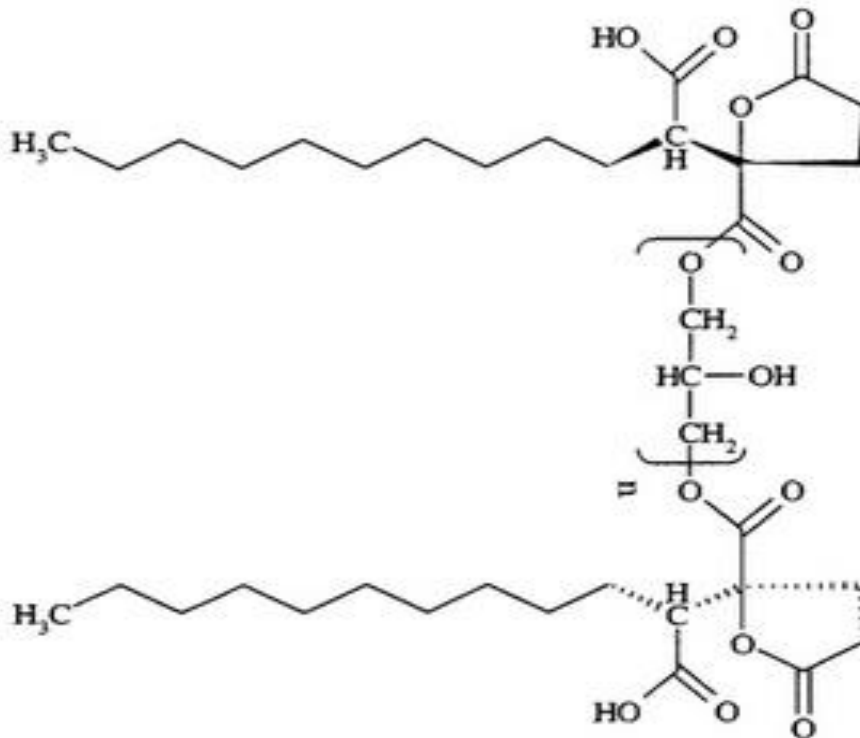
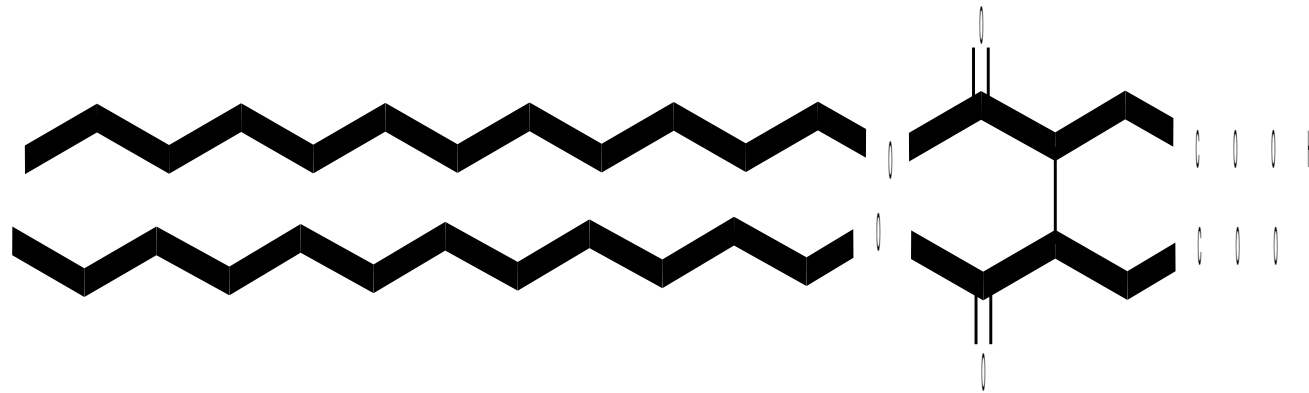
ゼオライト : 水分子の吸着, 放出作用
→吸湿固化防止

EDTA : 金属イオンと錯体を形成
→水の軟化

酵素 : 繊維を破壊
||
奥の汚れを分解
→汚れの分解



ジェミニ型界面活性剤の構造



(出典)中京油脂
東洋ビューティ
東友ファインケム

洗浄後の色について

液体洗剤・・・黄色(橙色)

粉洗剤・・・桃色

アルカリ剤 : 洗濯液がアルカリ性だと

皮脂汚れを落としやすい

(生活と科学社 石鹼百科より)



皮脂の黄色色素が分解されやすくなった

と考えられる

クラフト点とは

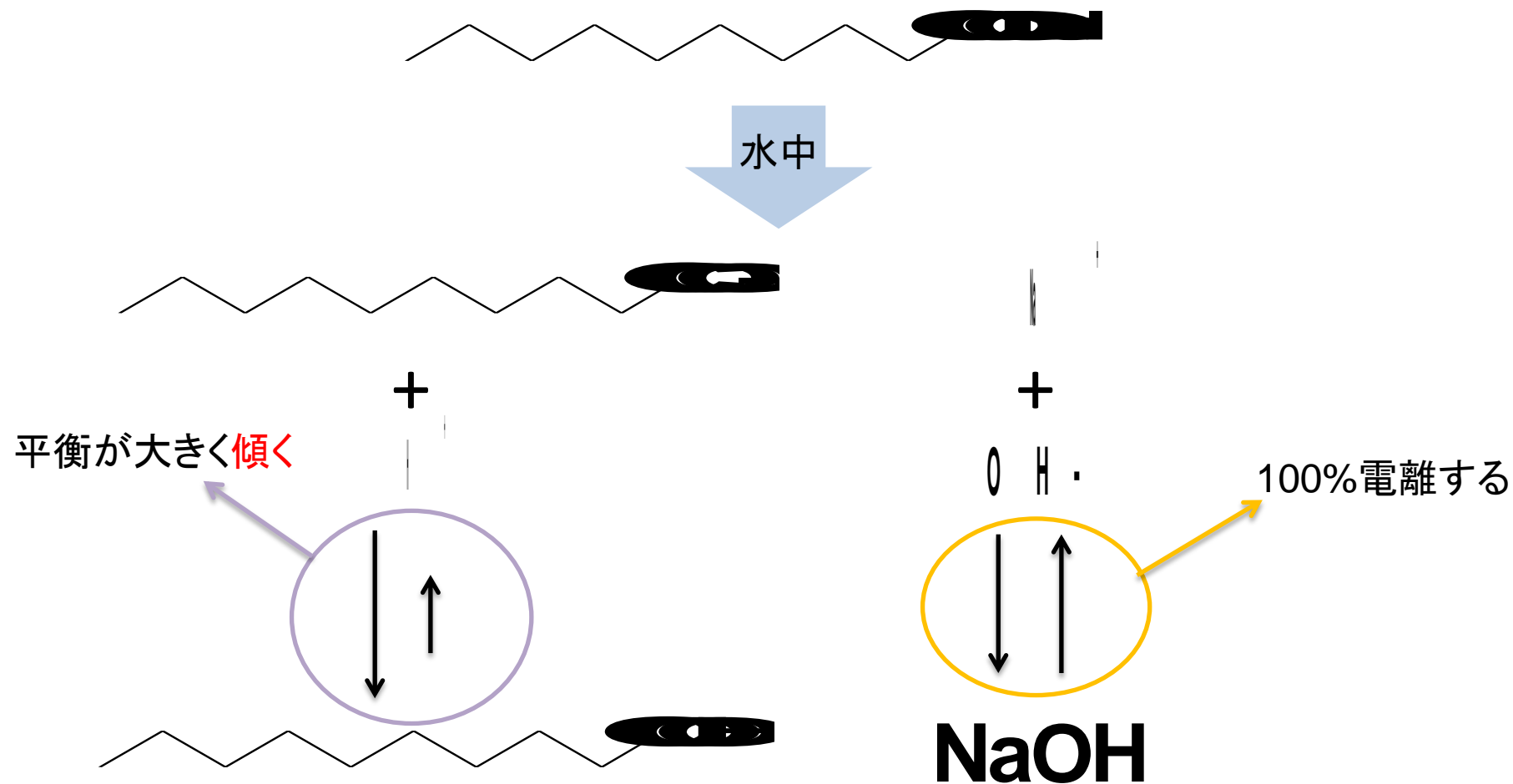
【クラフト点】

界面活性剤がミセル形成をするのに必要な温度

クラフト点が高い → 洗濯液が高温でなければ
洗淨力を発揮しない
扱いにくい

クラフト点が高い → 洗濯液が低温でも
洗淨力を発揮
使いやすい

合成洗剤と石鹼



アルカリ性となる

合成洗剤と石鹼

