衣料用洗剤の進化とその成分について

花王株式会社
山田　勲

未来洗浄研究会セミナー　2021.5.24

衣料用洗剤の進化とその成分について

1）初期衣料用合成洗剤の市場導入とその影響

2）衣料用洗剤の市場の変化と液体洗剤の進歩

3）界面活性剤の進化とバイオIOSの登場

合成洗剤普及期の家庭洗濯

出典：日本石鹸洗剤工業会

（固形）石鹸

国内初の合成洗剤
（高級アルコール系）

国内初の
鉱油系合成洗剤

たらいと洗濯板

国産1号電気洗濯機

国産初の噴流式洗濯機

鉱油系合成洗剤の出現

◆ 1950年（S25）；オロナイト・ケミカル社（米）からアルキルベンゼン（AB）が日本に初めて輸入された。

◆ 1951年（S26）；アルキルベンゼンスルフォン酸塩（ABS）・AS・ソーダ灰等からなる弱アルカリ性の粉末合成洗剤「ニッサンウェット」（日産化学）、「ミケソープ」（三池合成）、「ライポン」（ライオン）、「花王粉せんたく」（花王）等が相次いで発売された。

◆ 従来の界面活性剤（石鹸、AS）の親油基の原料ソースが、動植物油に由来する天然油脂原料であるのに対し、ABSは石油や天然ガスの石化原料を使用するため、鉱油系（*or* 石油系）界面活性剤と呼ばれ、供給安定性が高く、価格競争力に優れていた。

◆ 1953年（S28）；性能に優れる噴流式電気洗濯機が発売された。
※電機洗濯機はその性能に加え価格が抑えられていたことから急速に普及拡大。電気洗濯機と相性のよい鉱油系合成洗剤も急速に市場を拡大していった。⇔ 石鹸使用ではスカムの付着が発生

界面活性剤の親油基と親水基

出典：日本石鹸洗剤工業会

	界面活性剤	石鹸（高級脂肪酸塩） （Soap）	アルキル硫酸エステル塩 （AS）	アルキルベンゼンスルフォン酸塩 （ABS）
親油基	原　料	動植物性油脂 *or* 高級脂肪酸	動植物性油脂　→　高級アルコール	プロピレン四量体 + ベンゼン → アルキルベンゼン
親油基	化学構造	$CH_3CH_2CH_2$ ～～～ CH_2CH_2-	$CH_3CH_2CH_2$ ～～～ CH_2CH_2-	$CH_3CH(CH_3)CH_2CH(CH_3)CH_2CH(CH_3)CH_2CH$-
親水基	親油基への反応	アルカリで鹸化 *or* 中和	硫酸化　→　アルカリで中和	スルフォン化　→　アルカリで中和
親水基	化学構造	$-CO^-\ Na^+$	$-OSO^-\ Na^+$	$-SO^-\ Na^+$

◆ ABSは、それまでの石鹸、ASと異なり親油基（アルキル鎖）が分岐型であった。
⇒ 難分解性

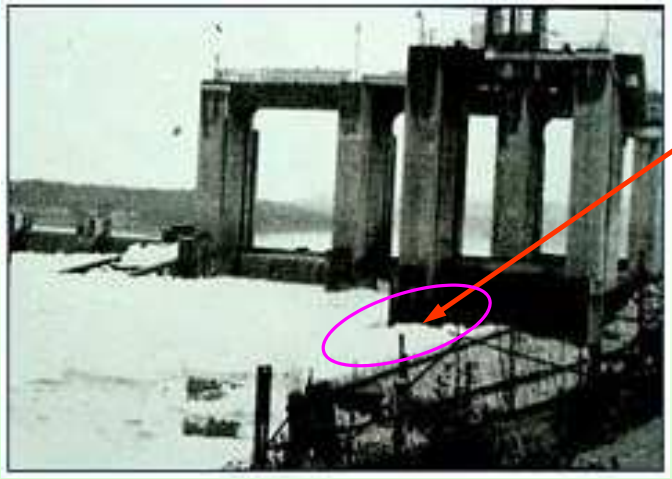
◆ 鉱油系（ABS）合成洗剤は、電気洗濯機の普及に伴い、急激に使用量を増やしていった。
⇒ 環境排出量の急増

鉱油系界面活性剤ABSによる環境影響

出典：日本石鹸洗剤工業会

◆ 洗剤による発泡現象；難分解性のABSを含む鉱油系合成洗剤の普及拡大に伴い、1961年(S36)頃から河川や下水処理場での発泡現象が目立ち始め、社会問題化した。
⇒ 水生生物に対する悪影響が懸念される。

※ABSの使用で先行していた欧米でも同様の現象が起きていた。

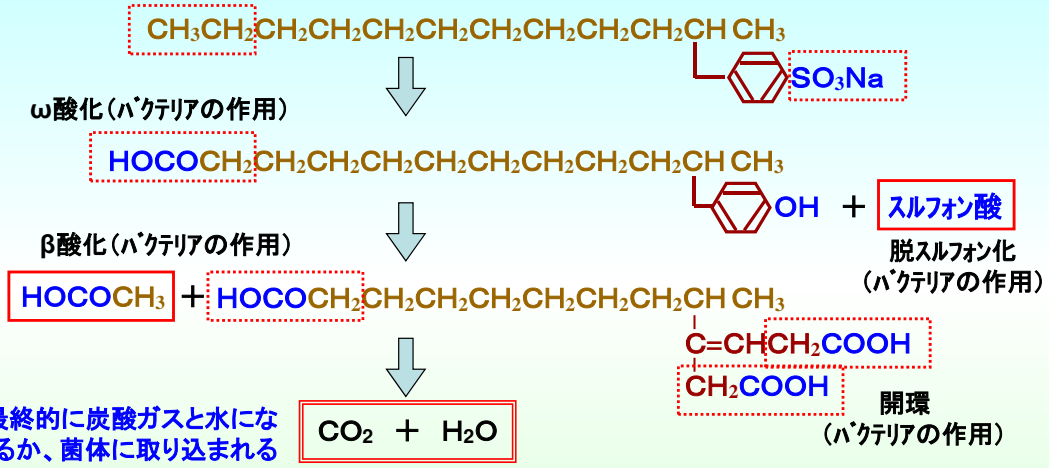


1967年頃の多摩川丸子橋（防潮堤）付近
※防潮堤の落差で発生した泡が消えずに溜まっている

界面活性剤の生分解性；ソフト化の意味

Kao

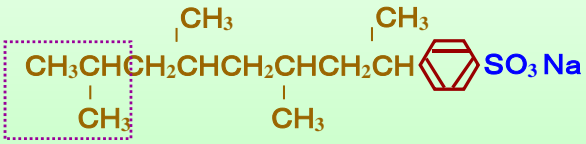
直鎖アルキルベンゼンスルフォン酸塩（LAS）； 易分解性（現在も世界で汎用的に洗剤に使用）



※最終的に炭酸ガスと水になるか、菌体に取り込まれる

分岐鎖アルキルベンゼンスルフォン酸塩（ABS）； 難分解性（1972年迄に家庭用の使用中止）

※APEも分岐型で難分解性
⇒ 家庭用には使われていない



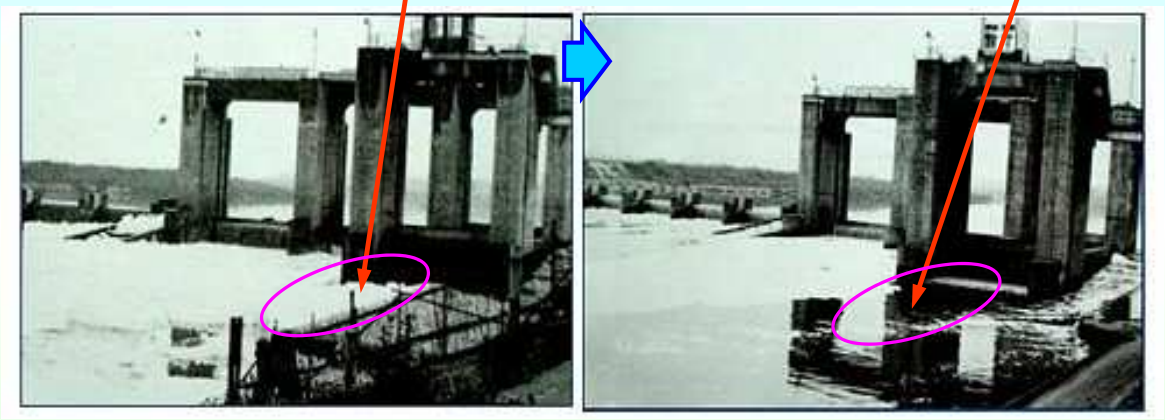
生分解性界面活性剤（ソフト化）による環境変化

Kao

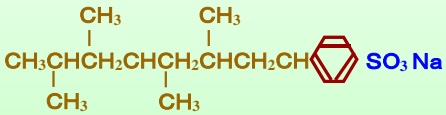
出典：日本石鹸洗剤工業会

1967年　泡が消えずに溜まっている

1970年　泡は消えて溜まらない

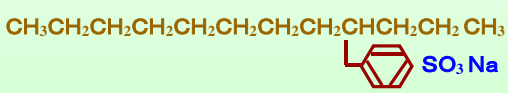


ABS（分岐型アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ）使用



注）分岐型は難分解性で世界的な社会問題に

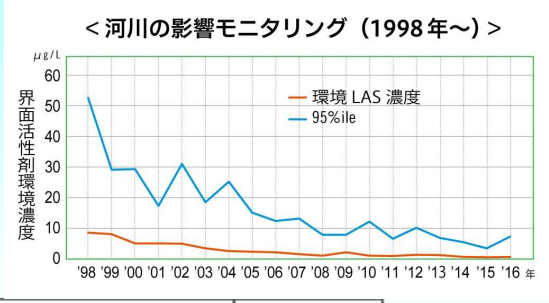
LAS（直鎖型アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ）に転換



注）易分解性のLASへの切り替え（ソフト化）は世界で実施。日本では1972年に切り替え完了

界面活性剤の環境モニタリング

- 日本石鹸洗剤工業会では、洗剤類の生態系および環境への影響を調べるため、1998年から継続的に界面活性剤の環境モニタリング（河川における濃度調査）を行ない、そのデータを元にリスク評価を実施
- 2016年度の結果：主要な界面活性剤の河川水中濃度は、水生生物への影響が表れないとされる予測無影響濃度を下回っており、界面活性剤による生態系リスクは低いことを確認



主要な界面活性剤の環境濃度と予測無影響濃度の対比（単位：μg/L）	河川水中濃度		予測無影響濃度
	2016 年度 モニタリング結果（最小値～最大値）	調査最大値 '98年6月～'17年3月	
LAS （直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩）	nd(<0.1)～110	110	270
AE （ポリオキシエチレンアルキルエーテル）	0.003～45	45	110
AO （アルキルジメチルアミンオキシド）	nd(<0.01)～3.1	3.1	23
TEAQ （トリエタノールアミン４級塩）	nd(<0.0012)～24	24	43

主要な界面活性剤の環境濃度と予測無影響濃度の対比
・環境モニタリングは、多摩川3地点、荒川2地点、江戸川1地点、淀川1地点の計7地点で、年4回実施しています
・nd=不検出
・TEAQは近年の使用量増加にともない2012年から調査を開始しました

出典：日本石鹸洗剤工業会

富栄養化；水質汚濁による赤潮の発生

出典：日本石鹸洗剤工業会

赤潮の原因となる
珪藻類（植物プランクトン）

ユーカンピアジディアクス
大きさ13～100μm

コスキノディスクスワイレシー
大きさ160～350μm

赤潮；植物プランクトンの異常繁殖により水域が赤く変色する現象。
その際、水中の溶存酸素を消費するため、魚類などが酸欠死し、養殖業に打撃を与える。

原因は水質汚濁により、プランクトンの繁殖に必要な栄養素（特に必須栄養素のN、P、K）が増えること。

洗剤の無リン化をいち早く推進

Kao

世界のビルダー状況

1984年、日本は世界に先駆け洗剤の無リン化を達成！

地域（国名）	無リン化開始年	無リン化完了年
北米	1970年	1993年
ﾖｰﾛｯﾊﾟ（ｵﾗﾝﾀﾞ，独，伊）	1975年	1985年
東アジア（日本）	1979年	1984年
東アジア（中国の一部）	1997年	―

第3回世界洗剤会議
（2003年ｽｲｽ）資料より

洗剤の環境安全性に関する取り組み

Kao

出典：日本石鹸洗剤工業会

① 界面活性剤のソフト化の推進

1960年代前半　一部の河川などで泡立ち
難分解性の**分岐型ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝｽﾙﾎﾝ酸塩（ABS）**が原因

1960年代後半　易分解性の**直鎖型ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝｽﾙﾎﾝ酸塩（LAS）**に代替
河川での泡立ちが解消

※下水処理場による界面活性剤の除去率 98%以上

1997年　13の政令指定都市の平均値
流入下水中MBAS濃度　3.37mg/L
放流水中MBAS濃度　0.05mg/L以下

② 洗剤ビルダーの無リン化の推進

1970年代　工場排水や生活排水による水質汚濁により、**閉鎖性水域の富栄養化が顕在化**
洗剤成分の**ﾄﾘﾎﾟﾘﾘﾝ酸塩**も原因の一つ

1975年　**リン配合を自主規制**

1979年　**滋賀県が富栄養化防止条例を制定**
(窒素とリンの対策)
・工場排水と糞尿の処理
・施肥の適正化
・台所排水に食べかすなどを流さない
・**有リン洗剤を使わない、贈らない、売らない**

1983年　**洗剤の無リン化が完了**
（1999年　家庭用粉末洗濯洗剤の無リン化率100%）

③ 粉末洗剤のコンパクト化の推進　⇒　環境負荷量の削減

1975年	小型化洗剤発売	**使い過ぎ**が割高感を招き定着せず
1987年	ｺﾝﾊﾟｸﾄ洗剤発売	**計量習慣促進（スプーン添付）、省資源・省エネ、環境排出量削減**
1990年代以降	超ｺﾝﾊﾟｸﾄ洗剤など	**洗剤量及び界面活性剤使用量の削減**

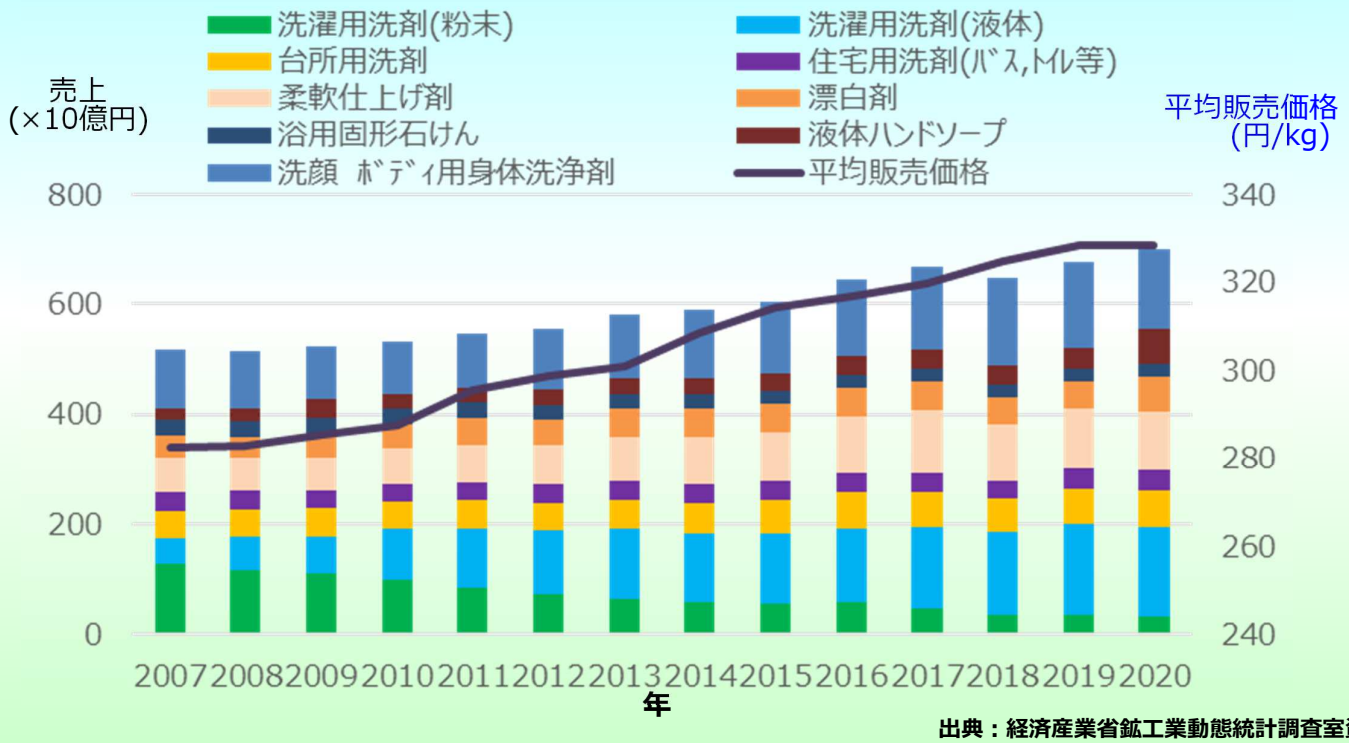
衣料用洗剤の進化とその成分について

1）初期衣料用合成洗剤の市場導入とその影響

2）衣料用洗剤の市場の変化と液体洗剤の進歩

3）界面活性剤の進化とバイオIOSの登場

家庭用洗浄剤市場の販売量推移

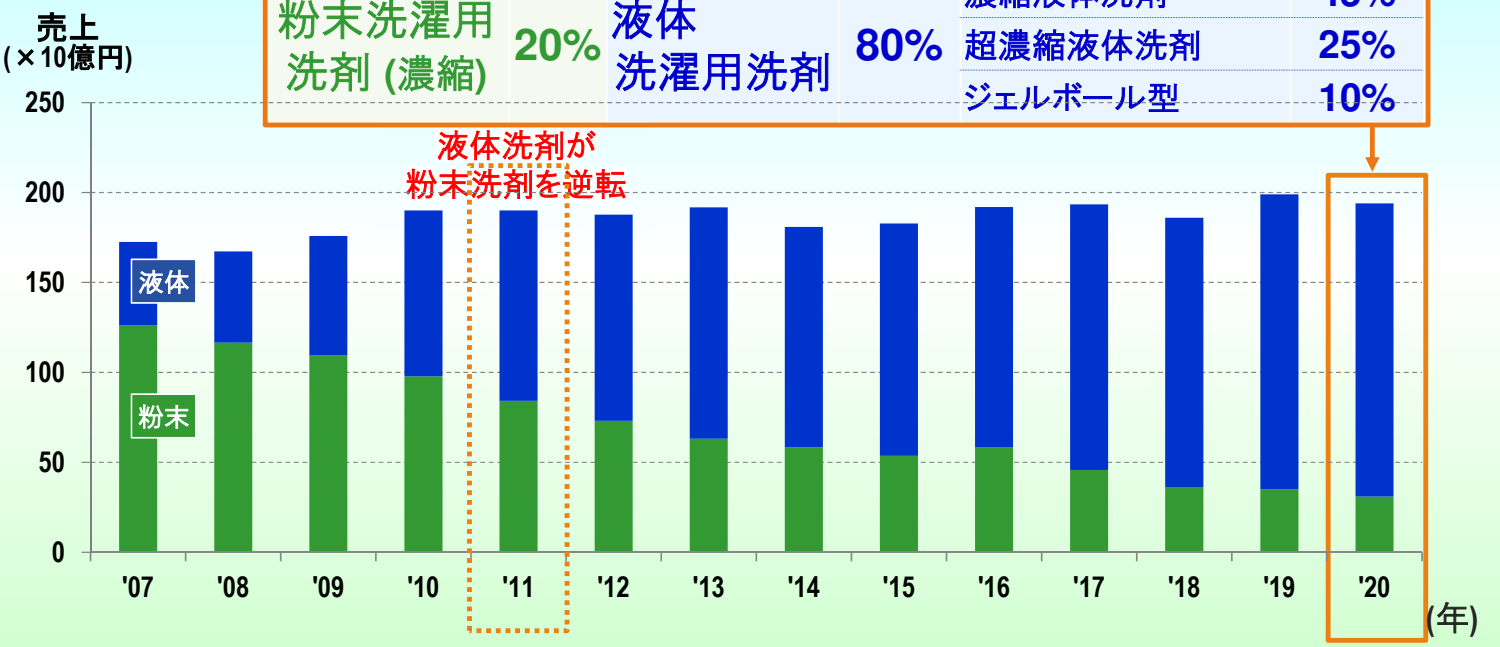


出典：経済産業省鉱工業動態統計調査室資料

衣料用洗剤市場の販売量推移

洗濯用洗剤の粉末と液体の比率

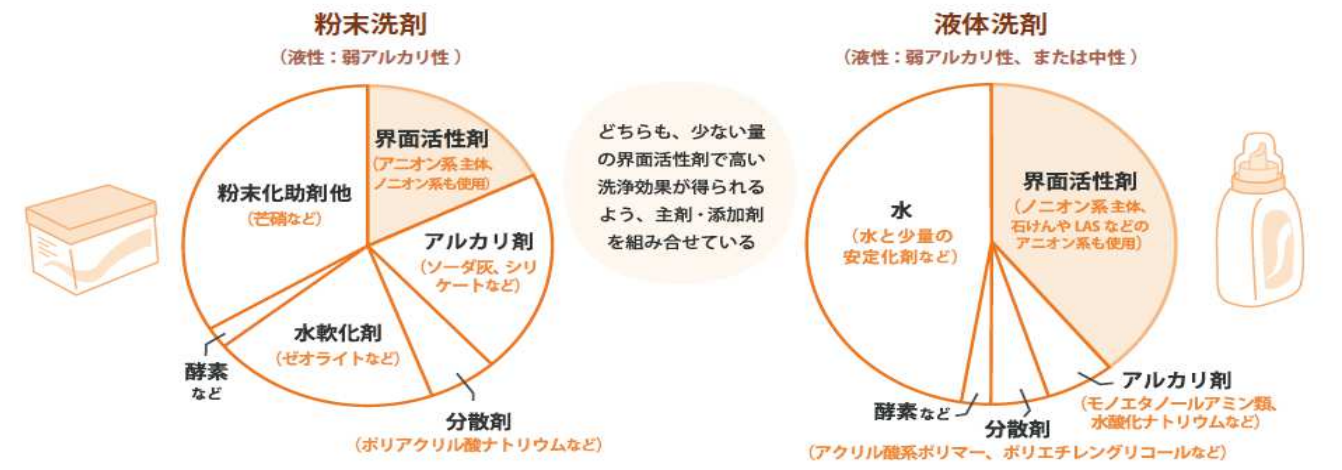
粉末洗濯用洗剤 (濃縮)	20%	液体洗濯用洗剤	80%	濃縮液体洗剤	45%
				超濃縮液体洗剤	25%
				ジェルボール型	10%



出典：経済産業省鉱工業動態統計調査室資料

衣料用洗剤の形態と配合成分について

図 1．洗たく用洗剤の形態で異なる主な成分と配合割合 ※同一使用量で比較した場合のイメージ図



●界面活性剤

汚れを落とす主成分

●洗浄力を向上させる成分

- 汚れを落ちやすくする成分
- 落ちた汚れが再び衣料に付着するのを防ぐ成分
- 界面活性剤の働きを助ける成分

衣料用洗剤用界面活性剤の合成について

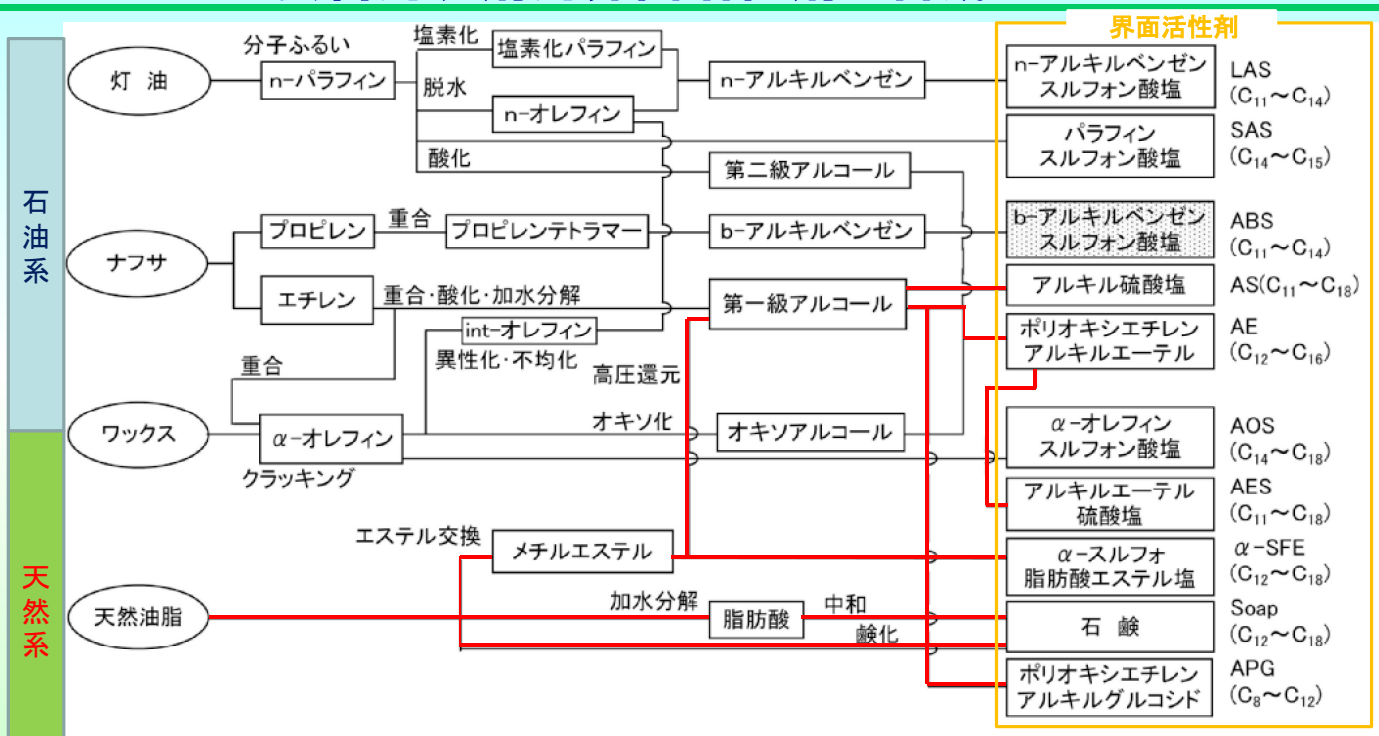


図8-3　衣料用洗剤に用いられる界面活性剤の誘導プロセス
（出所：崔『油化学』41（9）1992）

花王 環境宣言 2009

3つの いっしょにeco

お客さまと“いっしょにエコ”

製品をとおして、日常的に無理なく続けていただくeco。
環境に配慮し、節約にもつながる製品を提案します。

パートナーと“いっしょにエコ”

原材料調達、生産、物流、販売などのビジネスパートナーの皆さまと共に進めるecoを提案します。

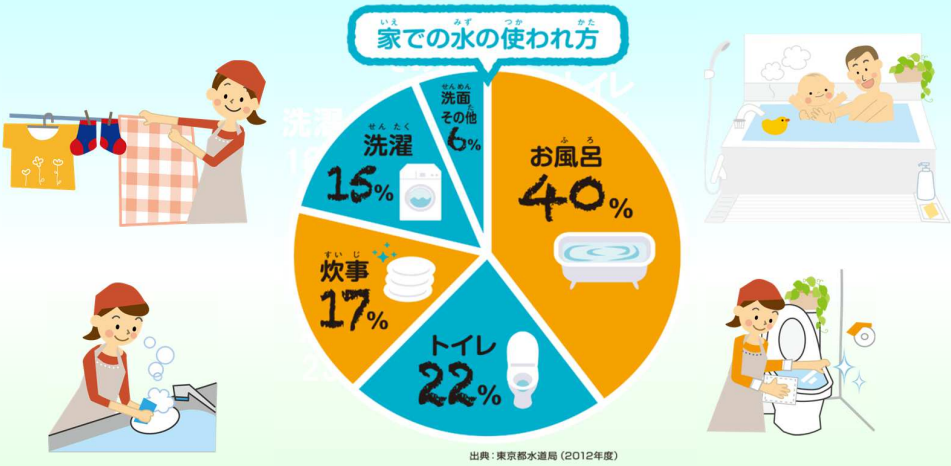
社会と“いっしょにエコ”

ひろく社会全体の環境活動と連携したeco活動を積極的に行なっていきます。

**企業単独ではなく、皆様と“いっしょにeco”活動を行うことで
社会全体の環境意識の高揚に繋げていく
それは生物多様性を維持することにも繋がる**

そもそも「洗浄」とは何でしょう？

目的別家庭用使用水の割合



一人一日の平均水使用量
約300L/人・日

風呂、トイレ、炊事、洗濯 ←全部洗浄用!!

「水を使うことは水に汚れを運んでもらうこと」

私たちができることを考える

これだけ<u>安全に飲める水</u>を
「洗浄」に使用している。

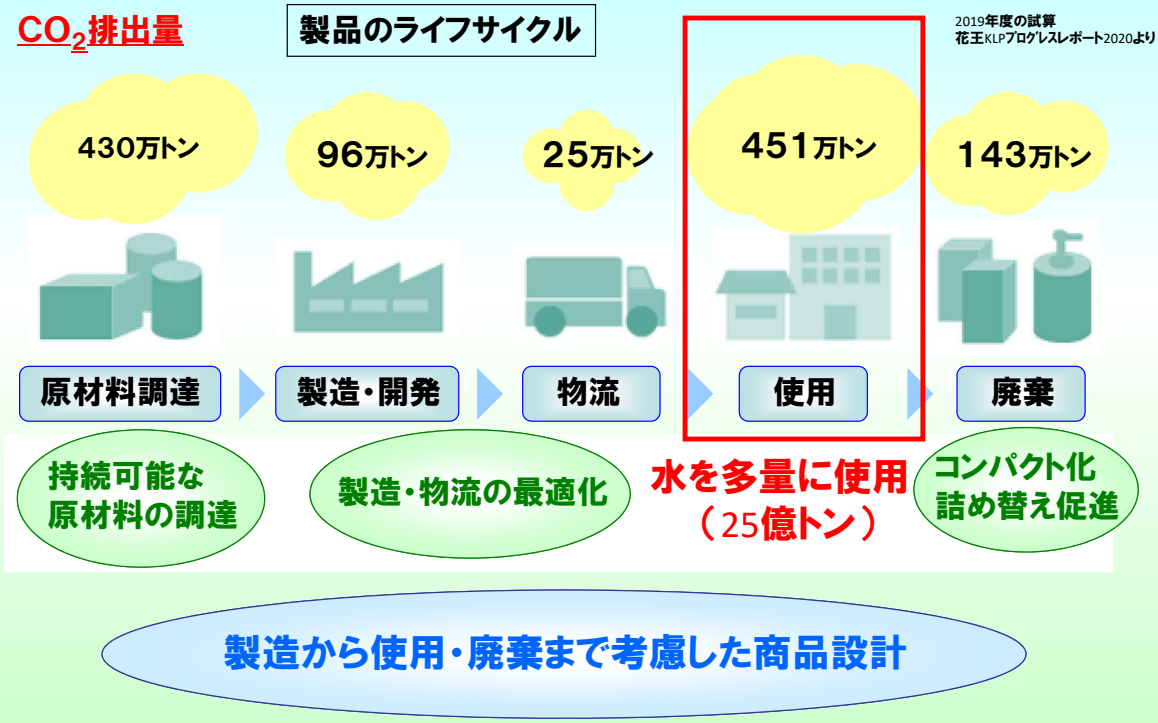
ことに思いを馳せる。

①身近な水を大事にすること ⇒ 節水。

②水の循環を健全に保つこと ⇒ 排水を少なくきれいに。

花王製品におけるライフサイクルアセスメント

Kao

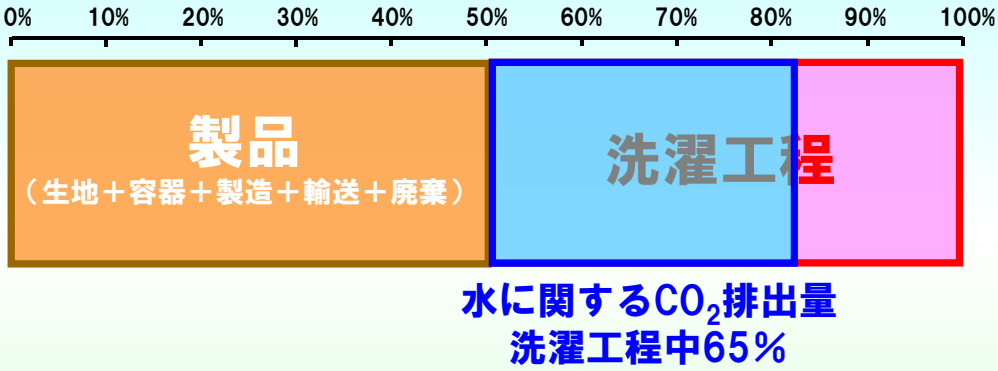


製造から使用・廃棄まで考慮した商品設計

洗濯全般のLCA解析

Kao

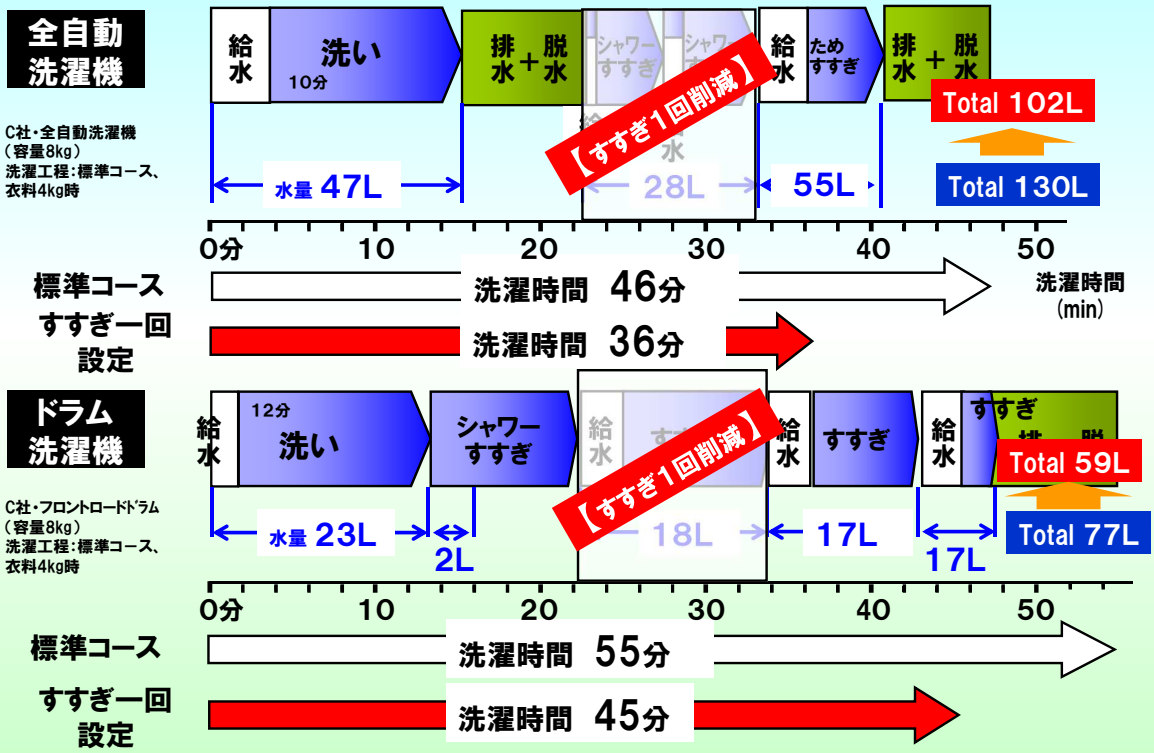
衣料用洗剤の製造から廃棄までのLC-CO_2排出量



※2009年6月花王調べ。
ISO14040シリーズに基づきLCA（ライフサイクルアセスメント）
の手法を用いて算出
全自動縦型洗たく機（容量8kg）
衣類量： 4kg、水量設定： 47L
すすぎ2回設定時（水量計 130L、電力計 67kW）

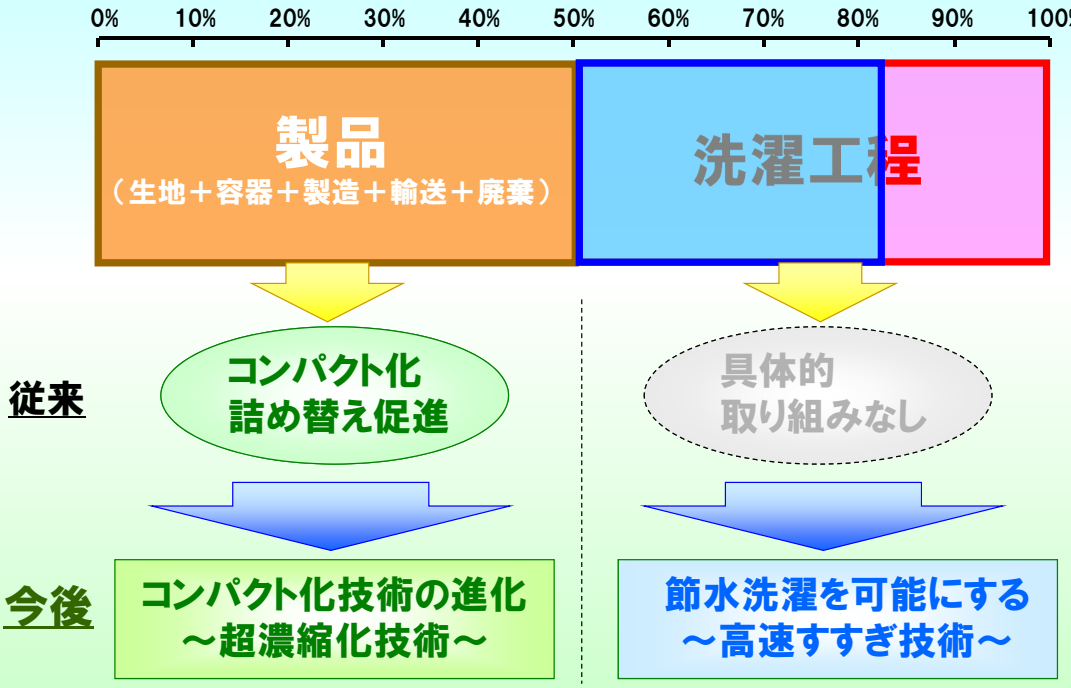
洗濯工程の環境負荷が大きい
（水に関する負荷大）

節水洗濯　すすぎ1回の提案

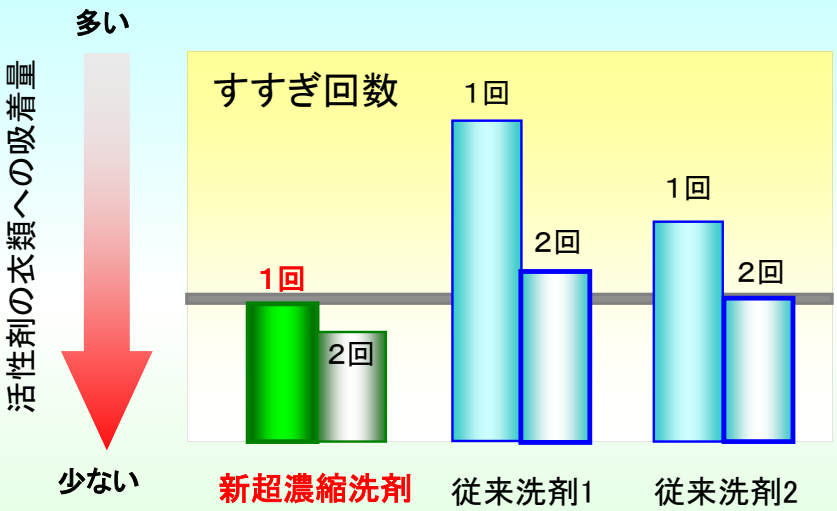


洗濯全般のLCA解析と洗剤開発の方向性

衣料用洗剤の製造から廃棄までのLC-CO_2排出量



洗濯による活性剤繊維残留性 2009



従来洗剤
すすぎ2回

新超濃縮洗剤
すすぎ1回

洗濯機:ドラム式洗たく機
（容量8kg）
衣類:4Kg
水:20℃、和歌山市水
累積5回

新洗浄システムの泡切れ性 2009

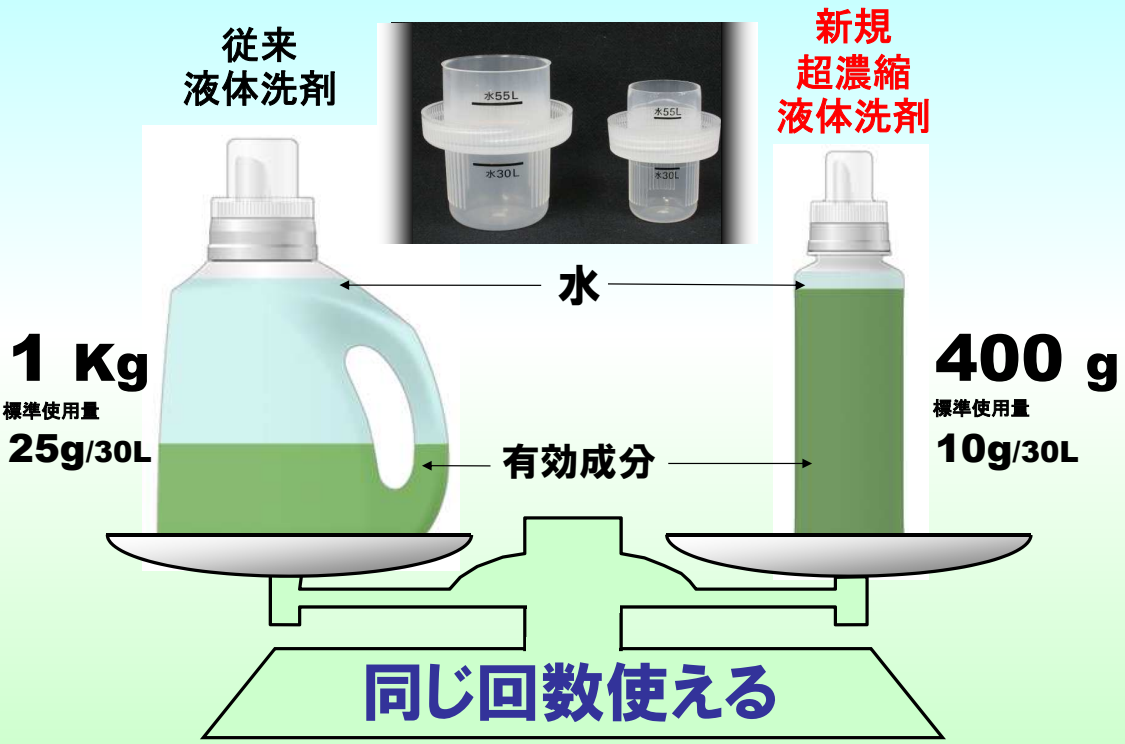
Kao

従来液体洗剤　　**新超濃縮液体洗剤**

すすぎの泡をサッときる！

2.5倍ウルトラ濃縮 2009

Kao



同じ回数使える

節水型・超濃縮液体洗剤の環境負荷低減効果

Kao

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

製品 （原料＋容器＋製造＋輸送＋廃棄）	洗濯工程 （電力＋洗濯水（65%）） 水に関するCO2排出量が大半
21%削減	22%削減

超濃縮洗剤によるエコ

生産・輸送・廃棄の段階での環境負荷軽減

＋

消費者と作るエコ

すすぎ1回による節水・節電

＝21%

※2009年6月花王調べ。全自動縦型洗たく機（容量8kg）
衣類量： 4kg、水量設定： 47L
すすぎ2回設定時（水量計 130L、電力計 67kW）
すすぎ1回設定時（水量計 102L、電力計 52kW）

「すすぎ１回」で
節水・節電にも貢献

「すすぎ1回」訴求の洗剤を使用することにより、洗濯機の稼働時間が短縮できるため、従来の２回すすぎに比べて、およそ10～30%の節電が期待できる。
（日本石鹸洗剤工業会調べ）

未来洗浄研究会セミナー　2021.5.24

Kao

衣料用洗剤の進化とその成分について

1）初期衣料用合成洗剤の市場導入とその影響

2）衣料用洗剤の市場の変化と液体洗剤の進歩

3）界面活性剤の進化とバイオIOSの登場

代表的な界面活性剤の構造と特徴

Kao

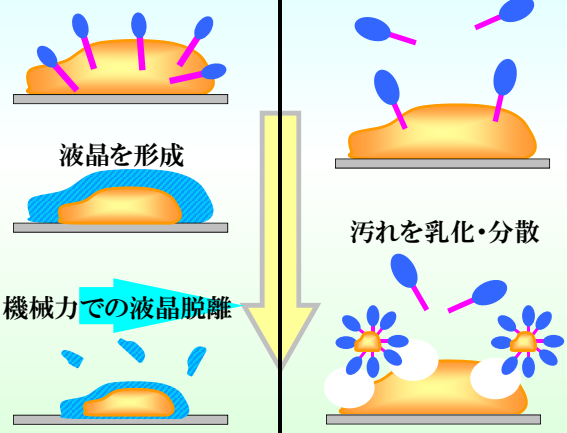
	非イオン界面活性剤（ノニオン）	陰イオン界面活性剤（アニオン）
親水部（水になじむ部分）の特徴	帯電していない	マイナスに帯電している
洗浄挙動の特長	皮脂、アブラ汚れに強い	洗浄速度が速い 対象汚れのスペクトルが広い

今までの界面活性剤の課題（アブラ汚れ）

既存界面活性剤の洗浄挙動

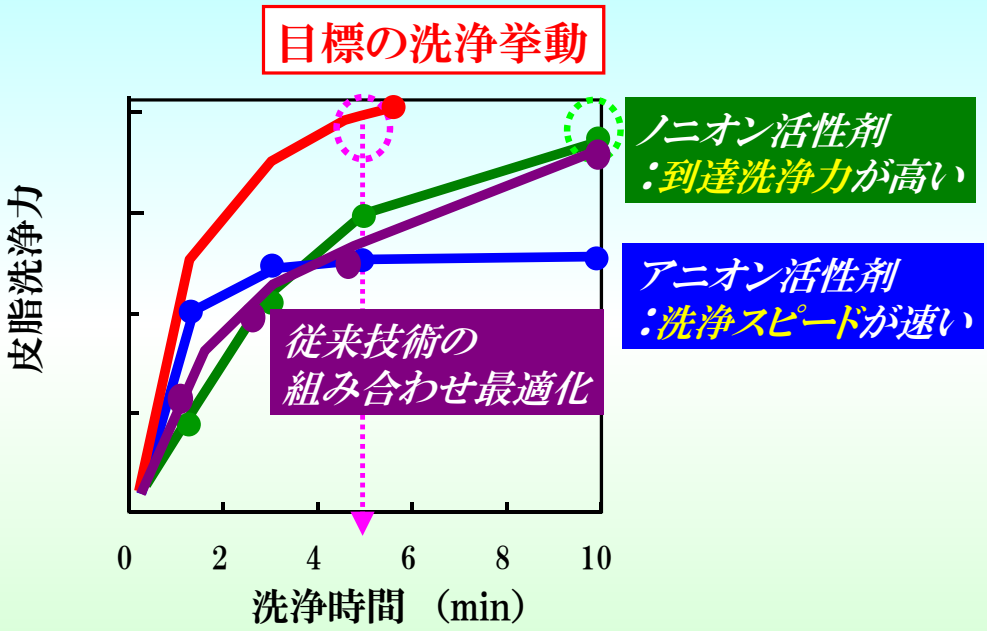
Kao

	ノニオン活性剤	アニオン活性剤
構造	EO	OSO_3^- 強い親水基
洗浄プロセス	皮脂への高吸着・浸透 液晶を形成 機械力での液晶脱離	バルク中に分散 汚れを乳化・分散
特徴	浸透→まとめて落とす。洗浄力は高いが、落とすのに時間がかかる。	表面から次々に削りとる。油汚れの洗浄力は弱いが、洗浄速度が速い。



既存界面活性剤の課題

Kao

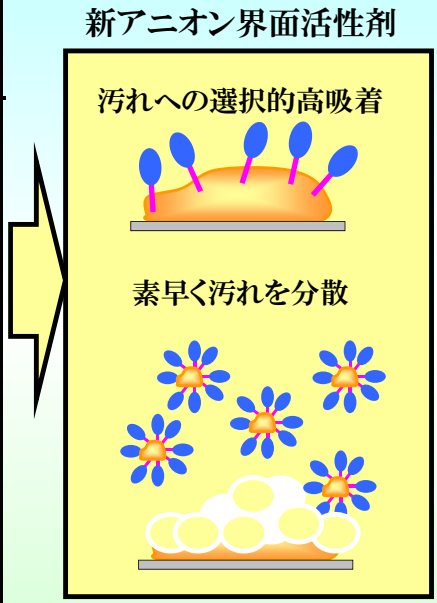


従来技術では、素早く&しっかり落とすことは困難

新界面活性剤の設計指針

Kao

	ノニオン活性剤	アニオン活性剤
構造	EO	OSO_3^- 強い親水基
洗浄プロセス	皮脂への高吸着・浸透 液晶を形成 機械力での液晶脱離	バルク中に分散 汚れを乳化・分散
特徴	浸透→まとめて落とす。洗浄力は高いが、落とすのに時間がかかる。	表面から次々に削りとる。乳化力自体は弱いため、洗浄力は低い。



汚れへ選択的に素早く吸着、表面から汚れを素早く落とす。汚れ乳化力を高める。

バイオIOS

Kao

新・界面活性剤
バイオIOS

食と競合しない
未開発のバイオマスの利用

精密に設計された分子構造から
生まれるきわめてユニークな特長

油になじむ性質 **水に溶ける性質**

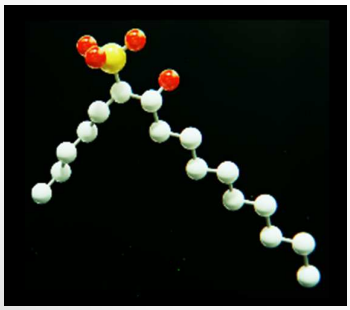
ともに強い

アタック ZEROの開発

Kao

ゼロ洗浄技術

新・界面活性剤 **バイオIOS**
超濃縮配合



ドラム式専用
プレミアム設計

節水対応ポリマー

ワンハンド
プッシュ

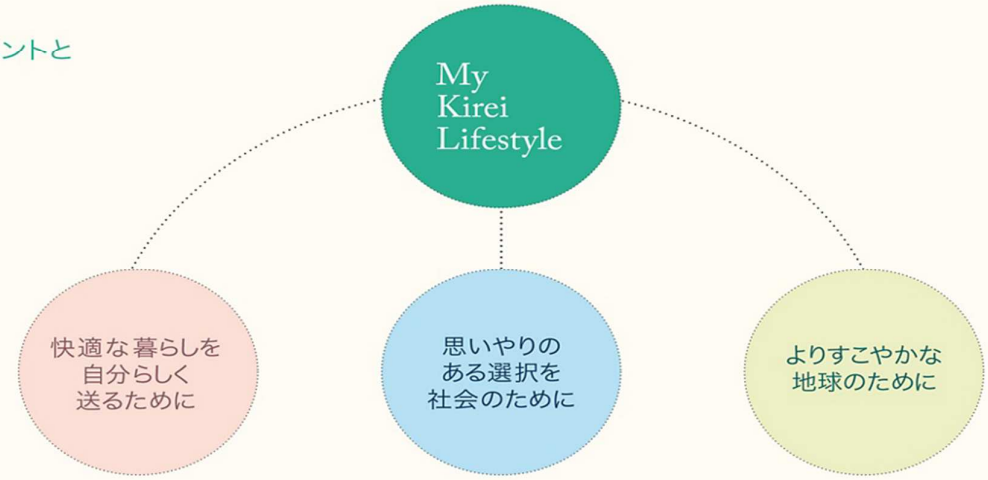
Kirei Lifestyle Plan

花王のESGビジョン

Kirei Lifestyleとは、こころ豊かに暮らすこと。
Kirei Lifestyle とは、すべてにおもいやりが満ちていること。
自分自身の暮らしが清潔で満ち足りているだけでなく、
周りの世界もまたそうであることを大切にすること。
Kirei Lifestyleとは、こころ豊かな暮らしが、
今日だけではなく、これからも続くと安心できること。
日々の暮らしの中で、たとえ小さなことでも、
正しい選択をして、自分らしく生きるために。

花王はこうしたKirei Lifestyle が
何よりも大切だと考えています。
だからこそ、決して妥協をせず、
正しい道を歩んでいきます。
世界中の人々のこころ豊かな暮らしのために、
私たちは革新と創造に挑み続けます。

花王のESGコミットメントとアクション



2030年花王のコミットメント

2030年までに
世界中の人々の、
まずは10億人をめざして、
よりこころ豊かな暮らしに貢献します。
より清潔で、健康に、安心して年齢を重ね、
自分らしく生きられるように。

2030年までに
より活力と思いやりのある
社会の実現のために、
すべての花王ブランドが、
小さくても意味のある選択を
生活者ができるように提案をします。

2030年までに
すべての花王製品が、
全ライフサイクルにおいて、
科学的に地球が許容できる範囲内の
環境フットプリントとなるようにします。

花王のアクション

- QOLの向上
- 清潔で美しくすこやかな習慣
- ユニバーサルプロダクトデザイン
- より安全でより健康な製品
- サステナブルなライフスタイルの推進
- パーパスドリブンなブランド
- 暮らしを変える製品イノベーション
- 責任ある原材料調達
- 脱炭素
- ごみゼロ
- 水保全
- 大気および水質汚染防止

正道を歩む

- 実効性のあるコーポレートガバナンス
- 徹底した透明性
- 人権の尊重
- 受容性と多様性のある職場
- 社員の健康増進と安全
- 人財開発
- 責任ある化学物質管理