

# 形状による違いを考慮した 浴用石鹼の環境影響評価

平成30年2月27日(火)

東京都市大学 横浜キャンパス 32A教室

伊坪徳宏研究室

石鹼班

石川泰久 神澤優磨 岸野ほなみ

## 第1章 序論

### 1-1. 社会背景

#### 1-1-1. 水資源について

#### 1-1-2. 石鹼について

#### 1-1-3. パーム油を巡る環境問題

### 1-2. 研究背景

#### 1-2-1. 文献リスト

#### 1-2-2. 文献紹介

### 1-3. 研究目的

## 第2章 研究方法

### 2-1. 算定条件、算定式

### 2-2. システム境界

### 2-3. 活動量

## 第3章 結果

### 3-1. 妥当性の検証

### 3-2. 特性化(地球温暖化)

### 3-3. 特性化(土地占有)

### 3-4. 特性化(水資源消費量)

## 第4章 結論

### 4-1. まとめ

### 4-2. 使用段階のGHG排出量削減効果

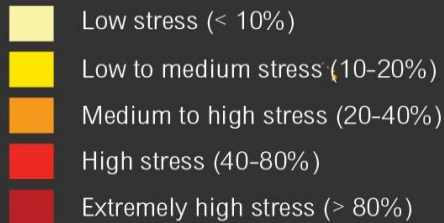
## 参考文献



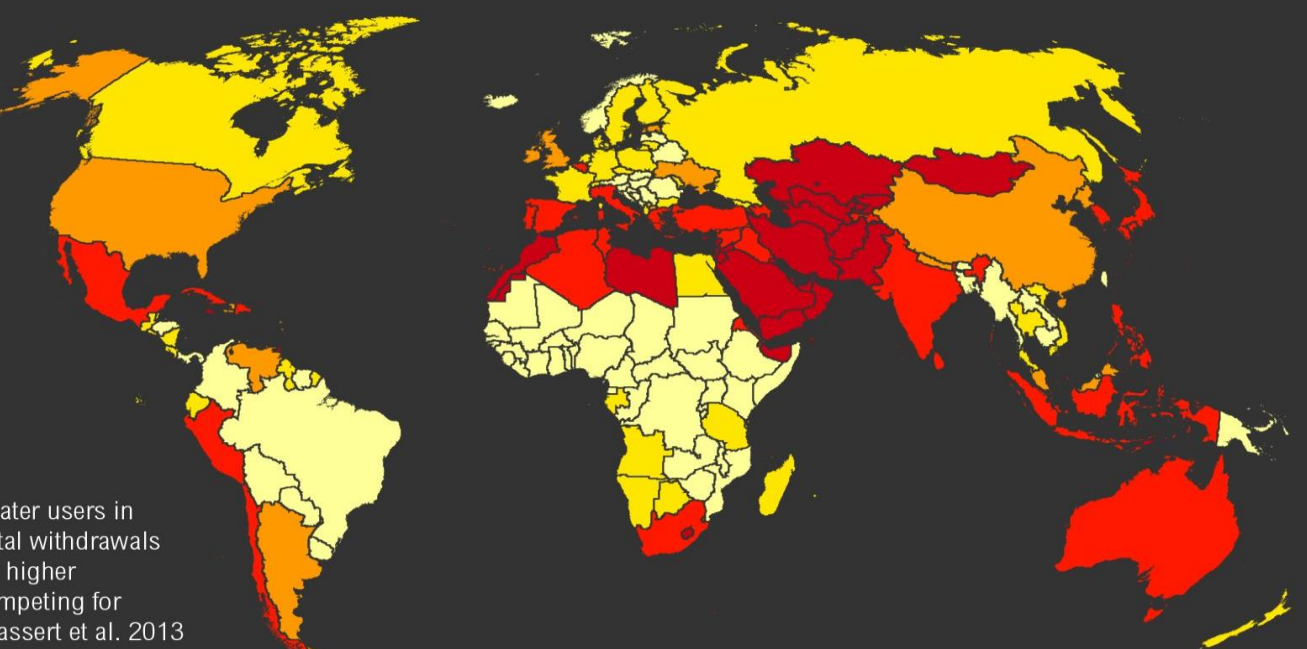
# 1-1-1. 社会背景 - 水資源について

## WATER STRESS BY COUNTRY

ratio of withdrawals to supply

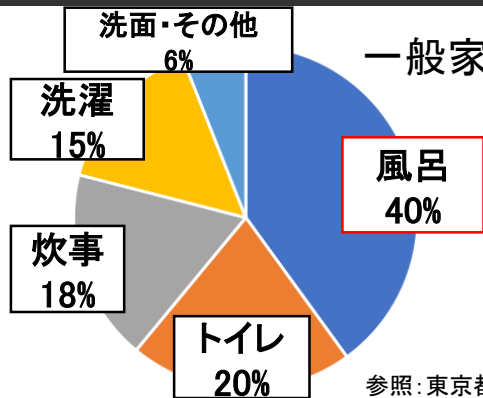


This map shows the average exposure of water users in each country to water stress, the ratio of total withdrawals to total renewable supply in a given area. A higher percentage means more water users are competing for limited supplies. Source: WRI Aqueduct, Gassert et al. 2013



AQUEDUCT

WORLD RESOURCES INSTITUTE



参照: 東京都水道局

参照: 環境研究組織の世界資源研究所 (WRI)

- ・1人当たりの年間使用可能水量が1700m<sup>3</sup>を下回ると水ストレス下にあるとされる
- ・生活用水の中では「風呂」に使われる割合が多い



# 1-1-2. 社会背景 - 石鹼について



参照: シャボグリーン



泡切れが良く節水に!  
約50%節約!

1 1回あたりのすすぎの水を比較!

一般的にすすぎで使用する水の量 約3.1ℓ → 約1.5ℓ

カウネットオリジナルハンドソープ泡タイプなら  
サラヤ従来品比  
少ない水でサッと泡切れ! 手洗い時間も短縮されます!

参照: カウネットオリジナルハンドソープ

石鹼の種類	固形石鹼 	液体石鹼 
主な成分	石鹼素地(油脂+水酸化Na)、水	石鹼素地(油脂+水酸化K)、水

## 製造方法

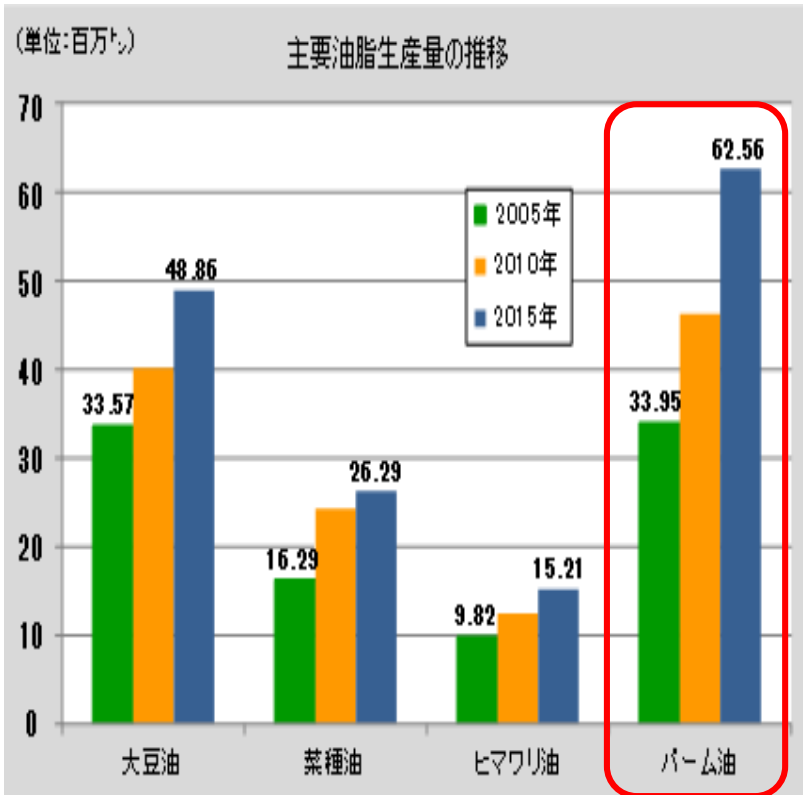


参照: 無添加石鹼ガイド

- ・油脂にこだわった石鹼では、油脂名を表記している(例: パーム油 等)
- ・形状によって製造方法に違いはない  
→ 希釈すれば液体石鹼、乾燥させ成型(杵練り、機械練り)すれば固形石鹼となる



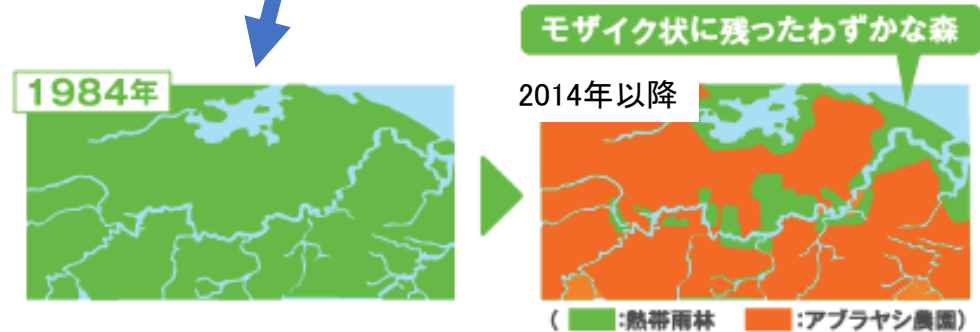
# 1-1-3. 社会背景 - パーム油を巡る環境問題



参照: JAPAN OIL SEED PROCESSORS ASSOCIATION



参照: WWF



キナバタンガン川の今と昔

参照: SARAYA

- ・パーム油の生産量は2005年から2015年の10年間で、2倍近くに増加し、今後の持続可能な消費と生産の在り方が大きく問われる問題となっている
- ・パーム油の最大生産地であるボルネオ島では、熱帯雨林の減少が著しい  
→ 土壌に蓄えられていた炭素が排出し、地球温暖化の原因となる



# 1-2-1. 研究背景 - 文献リスト

論文名	著者	出展	年数	概要
コンパクト粉末衣料用洗剤のLIME2による環境影響の変遷	大田和康規ら	日本LCA学会誌	2015	1987年に発売されたコンパクト粉末衣料用洗剤及びその改良の変遷について、LIME2による環境影響評価を行った。洗濯における環境負荷は、2011年の時点で従来と比べて66%削減されたという結果が得られた。
A LCA case study of hand washing with liquid and bar soap	Kasja Witloxら	ESU-services	2015	手洗い用固形石鹼1kgと手洗い用液体石鹼1kgを、植物油と動物油の違いも含め、製造段階までのGHG排出量を評価した。また、使用時の水温を考慮し、使用・廃棄段階を含めて、固形石鹼と液体石鹼の比較を行った。
Carbon and water footprint analysis of a soap bar produced in Brazil by Natura cosmetics	I.C.M.Franckeら	Water Resources and Industry	2013	ラテンアメリカの石鹼大手会社は、気候変動と水不足に注目して、持続可能な戦略を目標としている。そこで、自社で生産しているマカダミア固形石鹼の生産から廃棄までを、生産者と消費者の両側面から、CFとWFの観点で評価した。
Revision of European Ecolabel Criteria for Soaps, Shampoos and Hair Conditioners	Renata Kapsら	Working Document for the 1 <sup>st</sup> AHWG Meeting	2012	石鹼・シャンプー・ヘアコンディショナーの製品におけるEUのエコラベル基準の修正のための事前準備計画として、ステークホルダーから得たインプットを基礎とした。さらに、LCAによって得られた結果により根拠付けされた。





# 1-2-1. 研究背景 - 文献リスト

論文名	著者	出展	年数	概要
コンパクト粉末衣料用洗剤のLIME2による環境影響の変遷	大田和康規ら	日本LCA学会誌	2015	1987年に発売されたコンパクト粉末衣料用洗剤及びその改良の変遷について、LIME2による環境影響評価を行った。洗濯における環境負荷は、2011年の時点で従来と比べて66%削減されたという結果が得られた。
A LCA case study of hand washing with liquid and bar soap	Kasja Witloxら	ESU-services	2015	手洗い用固形石鹼1kgと手洗い用液体石鹼1kgを、植物油と動物油の違いも含め、製造段階までのGHG排出量を評価した。また、使用時の水温を考慮し、使用・廃棄段階を含めて、固形石鹼と液体石鹼の比較を行った。
Carbon and water footprint analysis of a soap bar produced in Brazil by Natura cosmetics	I.C.M.Franckeら	Water Resources and Industry	2013	ラテンアメリカの石鹼大手会社は、気候変動と水不足に注目して、持続可能な戦略を目標としている。そこで、自社で生産しているマカダミア固形石鹼の生産から廃棄までを、生産者と消費者の両側面から、CFとWFの観点で評価した。

- ・固形石鹼のみの算定を行っている文献はあるが、形状による違いを考慮して算定を行っている文献は少ない
- ・使用段階の影響が大きいことに対して、削減の可能性を示した論文は少ない



# 1-2-2. 研究背景 - 文献紹介

論文名 「A LCA case study of hand washing with liquid and bar soap」

概要 使用段階の水温を考慮して、手洗い用固形石鹸と液体石鹸の比較を行う

## 設定

・算定ソフト(SimaPro 8) ・対象地域(スイス)

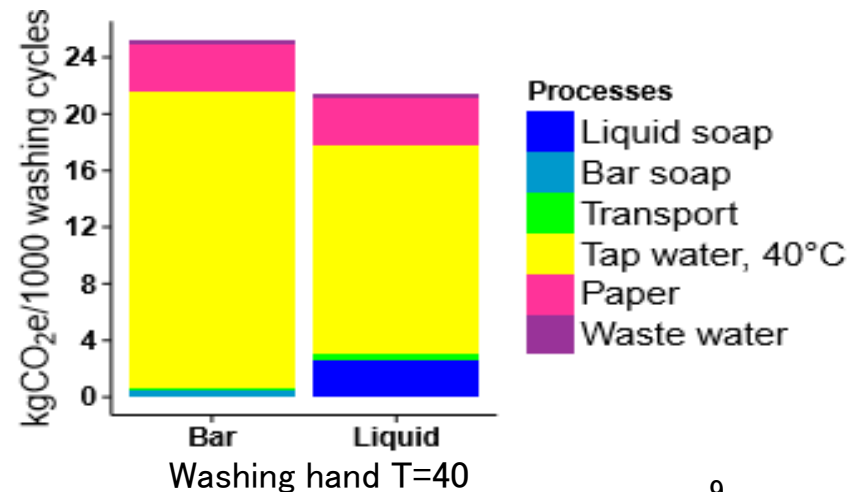
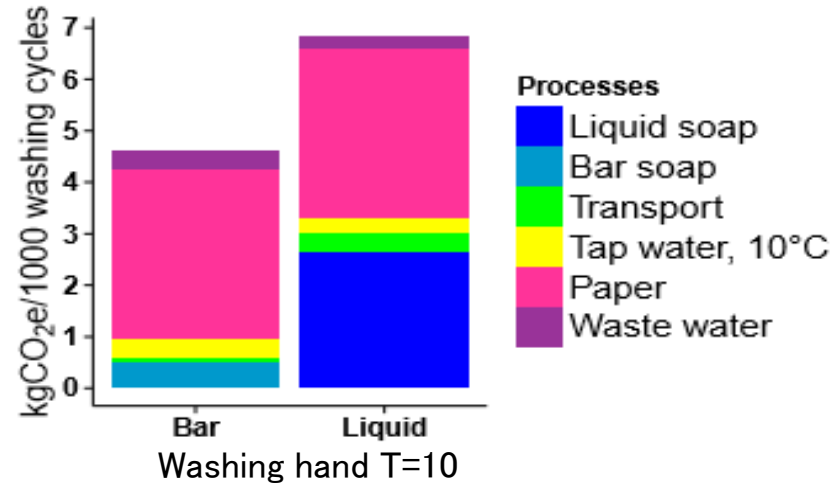
## 使用シナリオ

参照: Henkel

対象	使用量
固形石鹸	350g (0.35g/回)、910L (0.91L/回)
液体石鹸	2300g (2.3g/回)、640L (0.64L/回)

## 結果

- ・石鹸のライフサイクルでは**使用段階**が最もGHG排出に寄与している
- ・冷水の場合、石鹸の使用量がポイント
- ・温水の場合、水の使用量がポイント







# 1-3. 研究目的

## 社会背景

- ・世界規模で水資源を大切にすることが必要
- ・パーム油を巡っては土地利用や地球温暖化の問題がある

## 研究背景

- ・形状による違いを考慮して算定を行っている文献は少ない
- ・使用段階の影響が大きいことに対して、削減の可能性を示した論文は少ない



## 研究目的

- ・浴用固形石鹼と浴用液体石鹼を対象に環境影響評価を行う
- ・評価結果をもとに各ライフステージ毎の削減可能性を考える

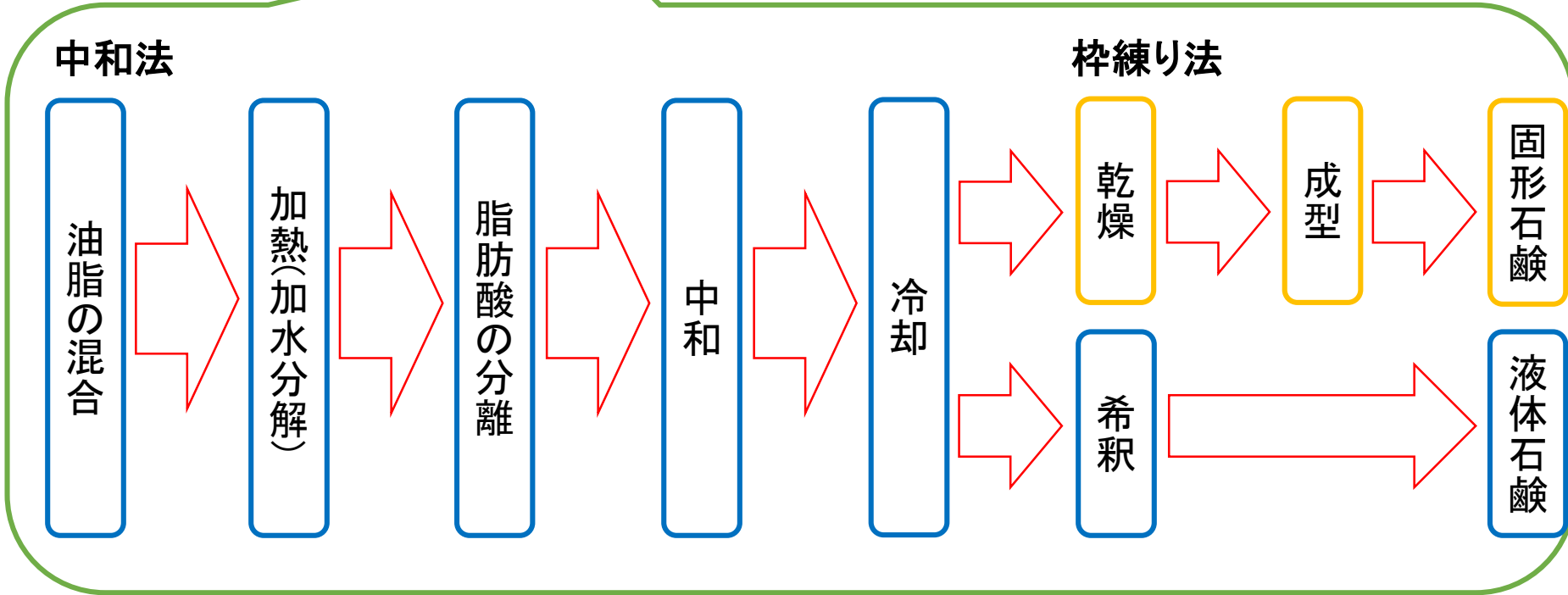
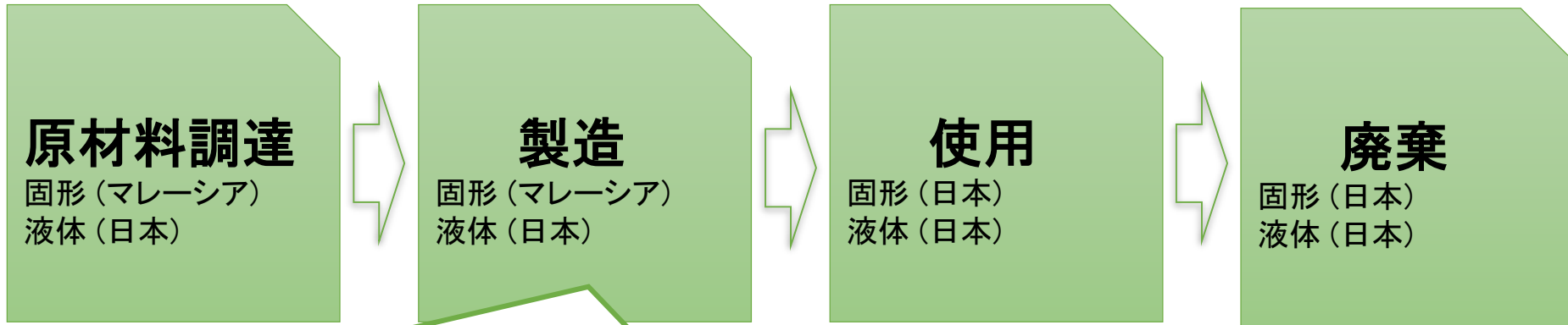


# 2-1. 研究方法 - 算定条件、算定式

評価対象	・浴用固形石鹼 ・浴用液体石鹼
機能単位	・固形石鹼 3g ・液体石鹼 6g （体を1回洗う時の使用量を算定）
影響領域	・地球温暖化 ・土地占有 ・水資源消費量
算定式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LCI = <math>\Sigma(\text{活動量} \times \text{原単位})</math> 原単位はIDEA ver2、Ecoinvent 3を使用</li> <li>・特性化 = <math>\Sigma(\text{LCI} \times \text{特性化係数})</math> 特性化係数はLIME2を使用</li> <li>・水資源消費量 = <math>\Sigma(\text{LCI} \times \text{特性化係数})</math>  <ul style="list-style-type: none"> <li>日本 降水:0.6、表流水:1.2、地下水:3.1</li> <li>マレーシア 降水:0.3、表流水:0.6、地下水:2.5</li> </ul> </li> </ul> <p>矢野ら(2014): 全球水資源モデルを用いて水源の違いを考慮した水資源への影響に関する特性化係数の開発</p>
使用データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一次データ/A社(ヒアリング)</li> <li>・二次データ/東京都水道局、有限会社ひのでやエコライフ研究所</li> </ul>
使用シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上水道 12L</li> <li>・都市ガス12L = <math>\frac{12,000\text{g}}{25^\circ\text{C}}</math> (15°Cから40°C)  <math>4.2 * \frac{12,000}{25} = 1.26\text{E}+06\text{J}</math>  <math>= 1.26\text{E}+00\text{MJ}</math> </li> </ul>



# 2-2. 研究方法 - システム境界





# 2-3. 研究方法 - 活動量

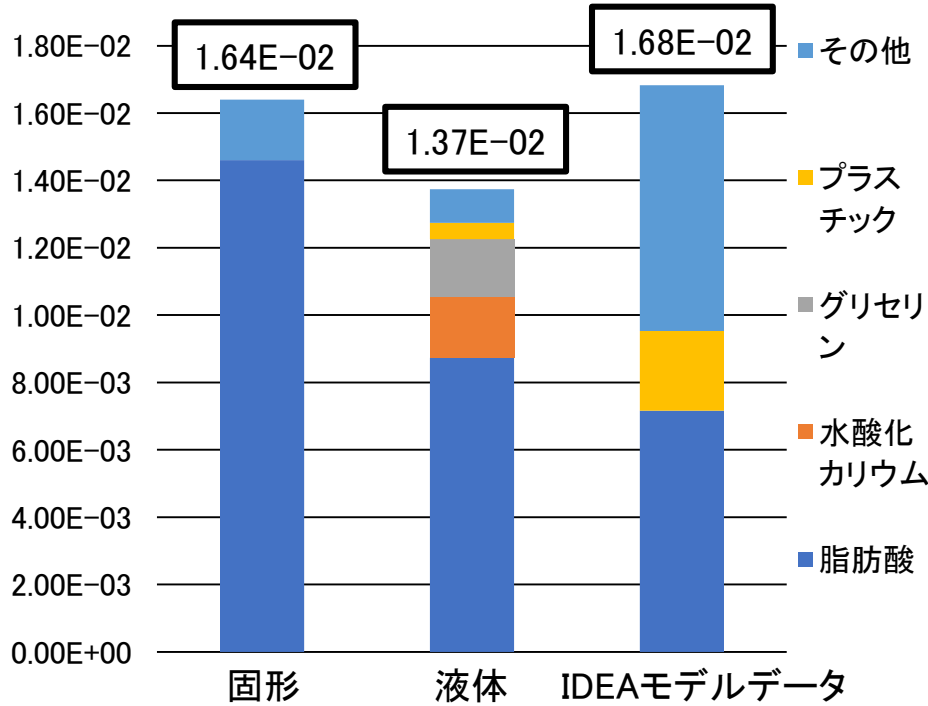
	(固形石鹼) 項目名	IDEA ver2 , Ecoinvent 3
原材料調達	パーム核脂肪酸Na パーム脂肪酸Na	パーム油、未精製
		パーム核油、未精製
		水酸化ナトリウム、97%
	パーム核脂肪酸 パーム脂肪酸 グリセリン	パーム油、未精製
		パーム核油、未精製
		グリセリン
	香料	香料、4桁
	酸化チタン	酸化チタン
	EDTA	キレート剤
	水	上水道
包装紙	さらし包装紙	
製造	購入電力	電力、高圧
	天然ガス	天然ガス
	工業用水	工業用水道
使用	上水道	上水道
	熱量	都市ガス13Aの燃焼エネルギー
廃棄	下水道	下水道

	(液体石鹼) 項目名	IDEA ver2 , Ecoinvent 3
原材料調達	ラウリン酸K、ミリスチン酸K ラウラミドプロピルベタイン	パーム核油、未精製
		水酸化カリウム
	グリセリン	グリセリン
	ラウリルグルコシド	ぶどう糖、グルコース
		パーム核油、未精製
	EDTA	キレート剤
	フェノキシエタノール	その他の脂肪族系中間物
	香料	香料、4桁
	水	上水道
	プラスチック	プラスチック、4桁
製造	購入電力	公共電力、日本、IEA、2011
	天然ガス	都市ガス
	工業用水	工業用水道
使用	上水道	上水道
	熱量	都市ガス13Aの燃焼エネルギー
廃棄	下水道	下水道

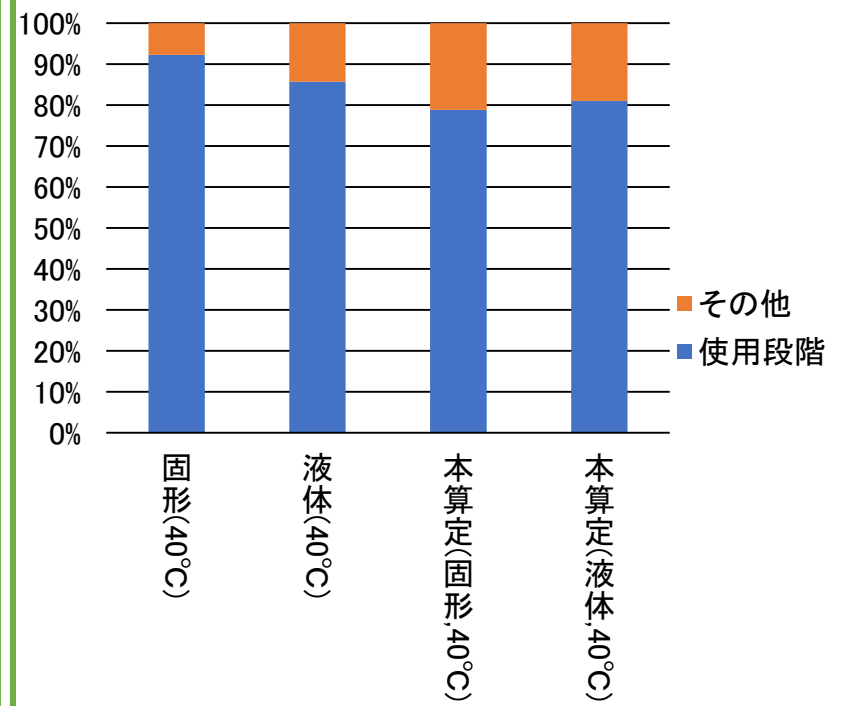


# 3-1. 結果 - 妥当性の検証

(kg-CO<sub>2</sub>eq / 回) 浴用石鹸の評価(製造まで)と比較



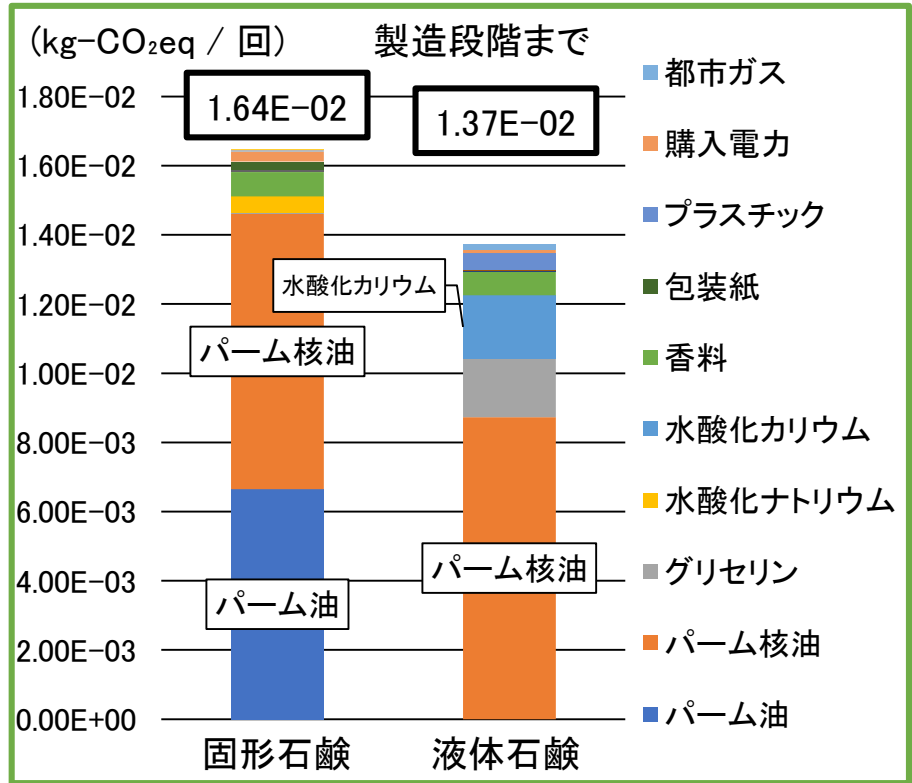
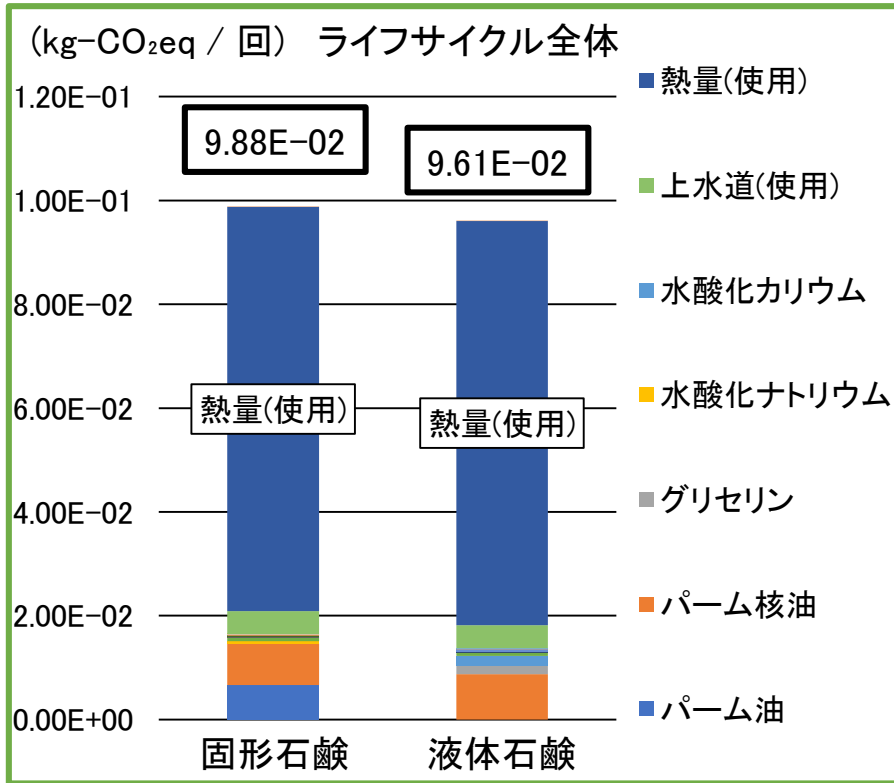
先行研究(GHG排出量)との比較



- ・固形では合計、液体では「脂肪酸」の影響がモデルデータと近い値になった  
→モデルデータは固形と液体の平均値を用いているため
- ・使用段階の占める割合が先行研究(40°C)の場合と近くなった



# 3-2. 結果 - 特性化(地球温暖化)

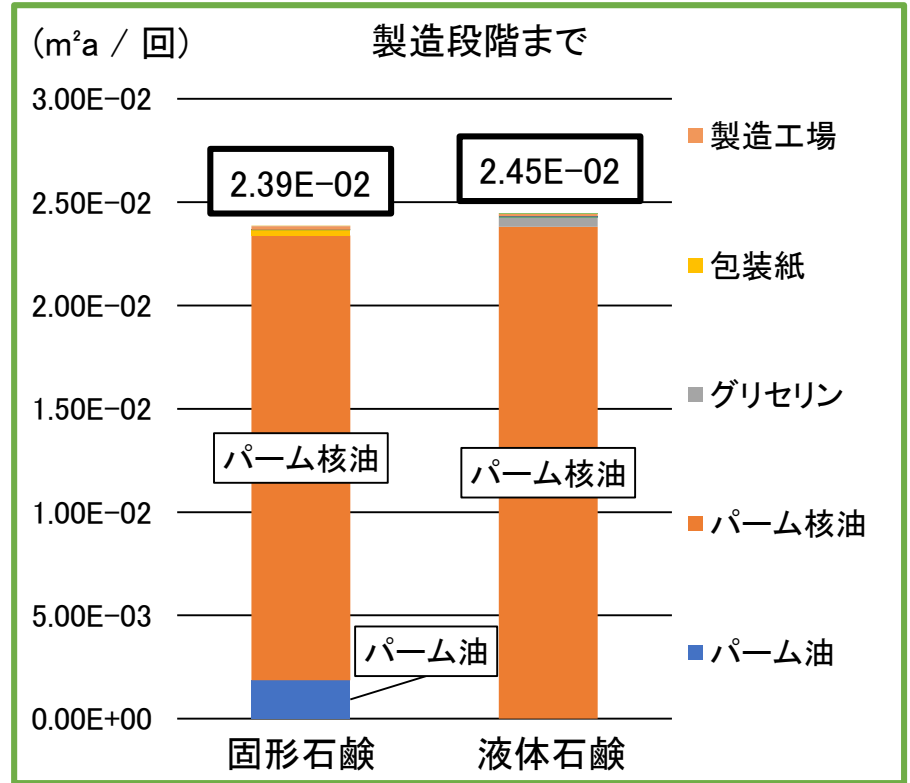
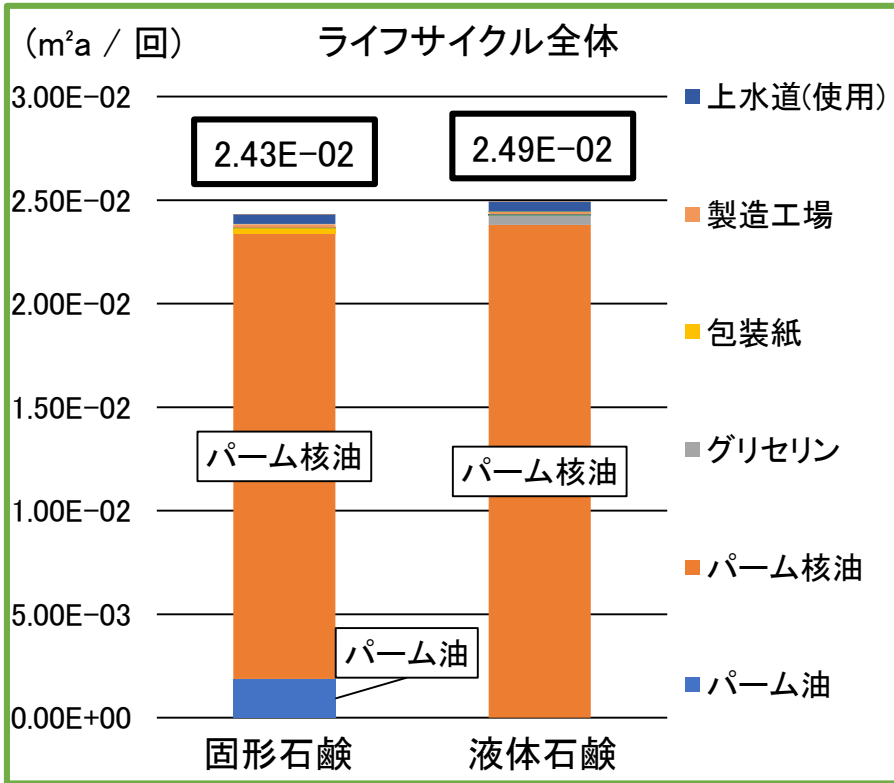


- ・「都市ガス13A」の影響が最も大きく、精製する際のLNGが起因している
- ・「パーム核油」、「パーム油」の影響が大きい
  - 油の原料となるパーム果実房の生産に伴う炭素放出が起因している
- ・液体石鹼の中和で使われる「水酸化カリウム」の影響が大きい
  - 水酸化カリウムは製造時に電解槽を用いるため、電力を多く使用する





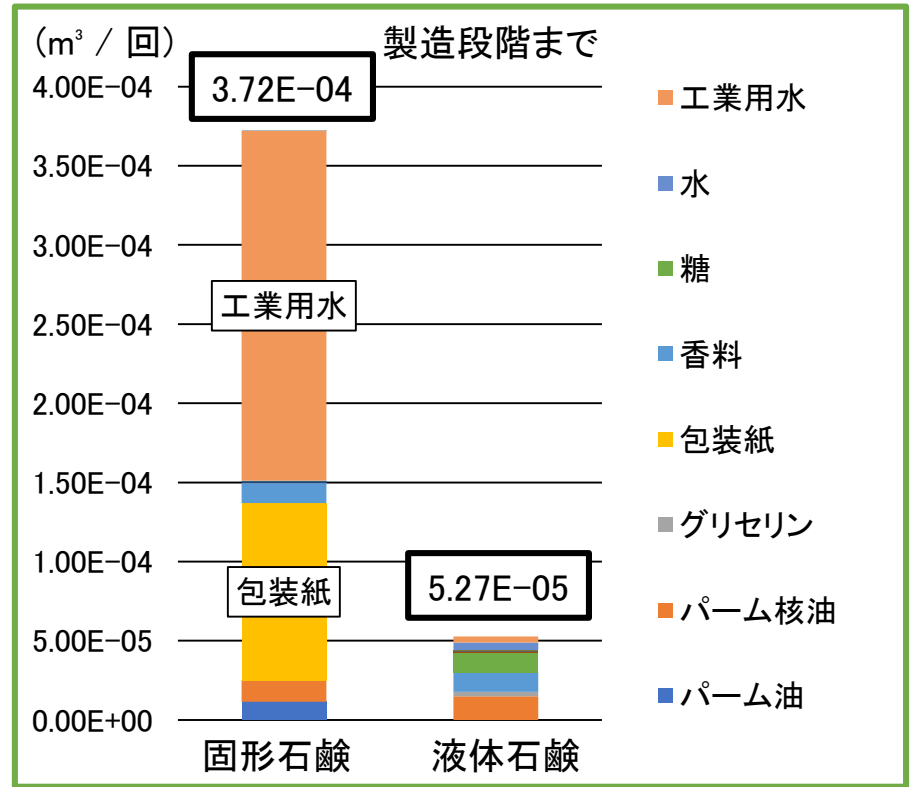
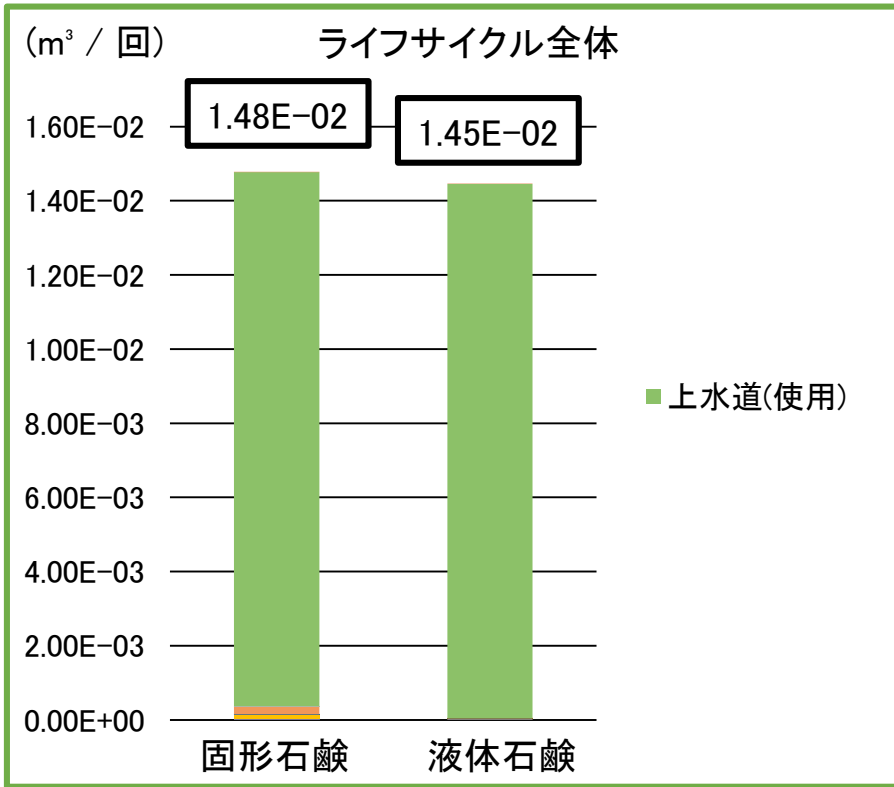
# 3-3. 結果 - 特性化(土地占有)



- ・形状の違いによる影響に、ほとんど差はない
- ・アブラヤシ生産に利用される土地の影響が最も大きい  
→1つの果実房から得られる量が少ないパーム核油は影響大
- ・石鹼製造工場の土地は、ほとんど起因しなかった



# 3-4. 結果 - 特性化(水資源消費量)



- ・形状を変えることで、約**8割**の影響削減につながる
- ・「工業用水」の影響が大きい→作業環境を一定に保つための**空調**によるものと考える  
→成形の際の**冷却固化**によるものと考える
- ・「包装紙」の影響が大きい→植物の生産に伴う雨水が起因している



# 4-1. 結論 - まとめ

## 結論

- ・地球温暖化では、使用段階の影響が約**8割**を占める  
製造段階までの評価では、**パーム核油**の影響が大きい
- ・土地占有では、アブラヤシの生産(特にパーム核油)による影響が約**9割**を占める
- ・水資源消費量では、**直接負荷**の影響が大きい

## まとめ

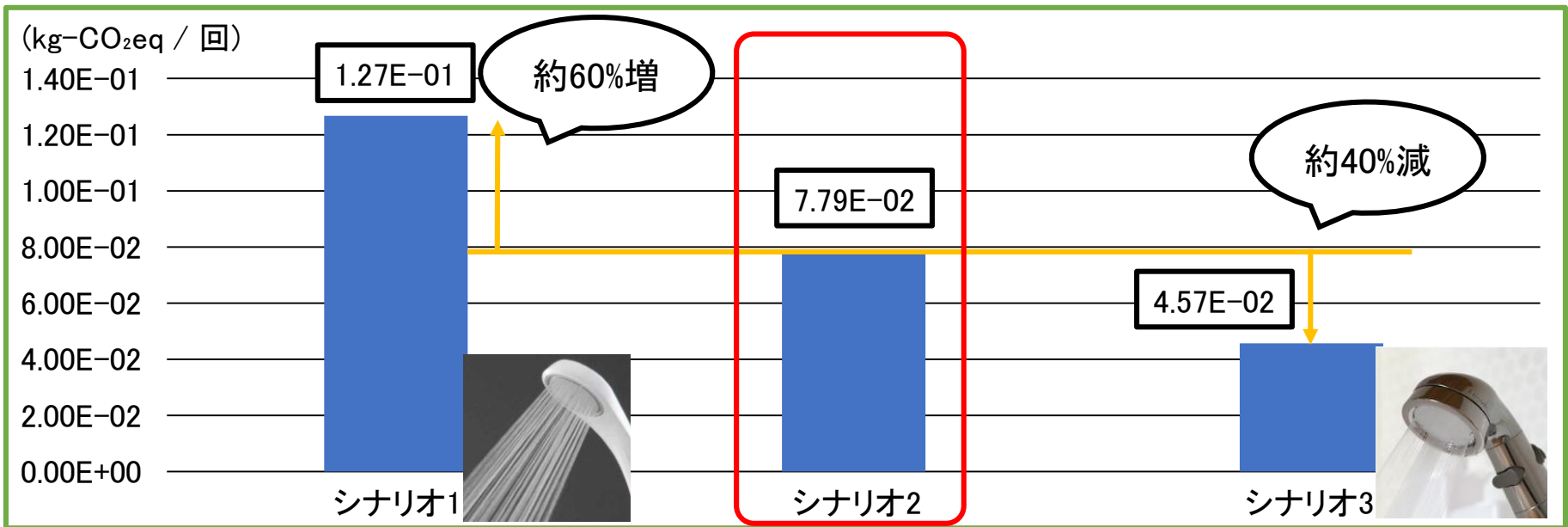
**課題と限界**: 形状別で水の使用量に差を出せていない  
固形石鹼はマレーシアからの輸送が考慮できない  
詳細な物質は原単位の当てはめが困難

**消費者行動**: お湯の使用量を削減できるような取り組みを行う(シャワーノズル、温度)  
効率よく水からお湯にできる機械設備を導入する(電気、ヒートポンプ)



# 4-2. 結論 - 使用段階のGHG排出量削減効果

	水量 (L)	熱量 (MJ)
シナリオ1 (一般シャワーノズルによる実測)	1.87E+01	2.05E+00
シナリオ2 (本算定: 東京都水道局より)	1.20E+01	1.26E+00
シナリオ3 (節水シャワーノズルによる実測)	7.04E+00	7.39E-01



- ・ 平均値に対して、シャワーノズルのタイプの違いによる影響は顕著に表れた
- ・ 実施季節が冬のみのため、偏った結果の可能性はある