



BtoBペットボトルリサイクルを対象とした環境影響評価

Environmental impact assessment of bottle to bottle PET bottle recycle

佐々本圭吾¹⁾ 杉山弦太¹⁾ 鈴木宏明¹⁾ 伊坪徳宏¹⁾ 遠藤朝洋²⁾ 1)東京都市大学 2)協栄産業 株式会社

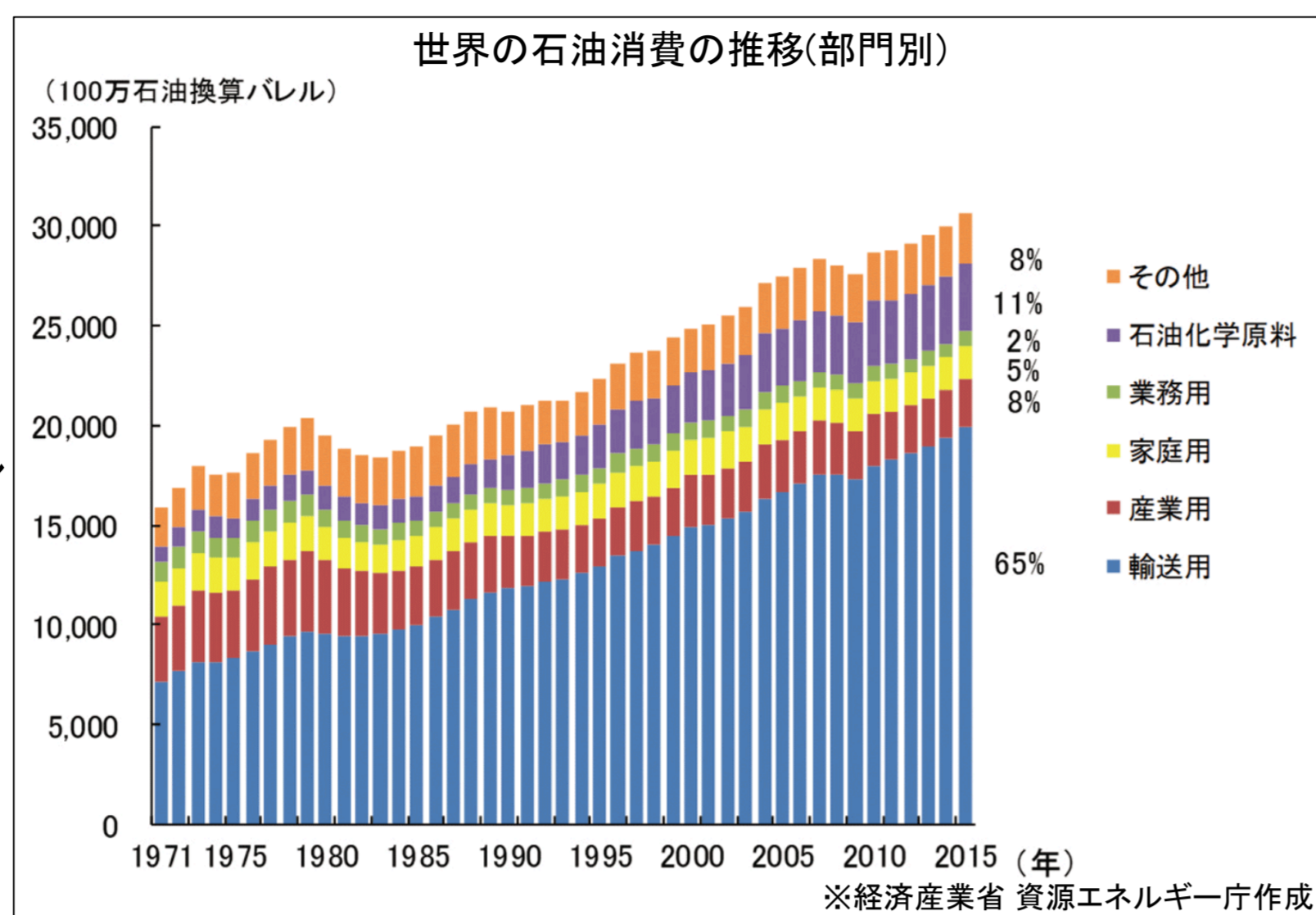
Keigo Sasamoto¹⁾ Genta Sugiyama¹⁾ Hiroaki Suzuki¹⁾ Norihiro Itsubo¹⁾ Tomohiro Endo²⁾

1)Tokyo City University 2)KYOEI INDUSTRY CO.,LTD



1 社会背景

ペットボトルの製造量は世界的に増加傾向であり、リサイクルが追い付いていないのが現状である。今後も引き続きペットボトルの生産量は増加すると予想され、それに伴い二酸化炭素の排出量も増加すると考えられている。また、ペットボトルの原料となる石油は枯渇が懸念されている化石資源であり、世界のエネルギー消費量から考えると石油の割合は最も大きく、可採年数の観点から見ても、残り51年となっているため、石油依存量の削減や再生利用など持続可能であることが求められている。さらに、2017年末の中国による使用済みプラスチック等の輸入禁止措置を契機に、今まで国外輸出していた廃プラスチックは行き場を失い、2019年5月にはバーゼル条約の改正によってよりその規制が厳しくなった。これらの流れを受け、日本政府は「プラスチック資源循環戦略」を策定し、持続可能な資源であるバイオプラの利用促進や国内循環の強化などを重点戦略として挙げている。



| 重点戦略 | 基本原則:「3R+Renewable」 | (マイルストーン) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| リデュース ・ワンウェイプラスチックの使用削減(レジ袋有料化義務化等の「備前3R」) ・石油由来プラスチック代替品開発・利用の促進 | ・プラスチック資源の分別回収(効果的な分別回収リサイクル) ・食品等の廃棄物削減促進 ・資源循環と全体最適化による費用削減・資源有効利用率の最大化 ・アジア諸国等と連携した国内資源確保体制の構築 ・バイオプラの促進策の公表・推進のサイクルシステム | リデュース ①2030年までにワンウェイプラスチックの累積25%削減 リユース・リサイクル ②2025年までにリユース・リサイクル可能なデザインに ③2030年までに資源循環の6割をリユース・リサイクル ④2035年までに使用済みプラスチックを100%リユース・リサイクル ⑤2030年までに再生利用を促進 |
| リサイクル ・利用促進(インセンティブ)の導入 ・資源循環(政府率先導入(グリーン購入)、利用インセンティブ等) ・資源利用のための化学的再生技術の開発 ・可能な限り高品位の化学的再生技術の開発 ・バイオプラ導入ロードマップ・システム管理の一体導入 | | リデュース ⑥2030年までにバイオプラスチックの200万トン導入 |

2 研究背景

ペットボトルリサイクルに関する既存研究

| タイトル | 著者 | 年数 | 概要 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exploring Comparative Energy and Environmental Benefits of Virgin, Recycled, and Bio-Derived PET Bottles | Pahola ら | 2018 | バイオ由来およびリサイクルPETボトルは、化石資源由来のPETボトルと比較してGHG排出量は12%から82%削減する。ただし、バイオ由来のPETボトルは水の消費量が著しく多い。 |
| 使用済みペットボトルのライフサイクル的分析と指標 | 鈴木ら | 2005 | ペットボトルから制服へのマテリアルリサイクルと、ケミカルリサイクルでのBtoB*を比較したとき、物質循環効果とエネルギー資源生産性はケミカルリサイクル*2の方が優れている。 ※ ペットボトルのリサイクル手法の比較研究は数多く行われているが、 メカニカルリサイクル*3 手法によるBtoBリサイクルを対象とした研究は少ない。 *1 BtoB: 食品用のPETボトルを原料とし、新たな食品用PETボトルに再利用すること。 *2ケミカルリサイクル: 化学分解により中間原料に戻した上で再重合し、新たなPET樹脂を作る手法のこと。 *3メカニカルリサイクル: 廃PETボトルを破碎、洗浄後に高減圧化で加熱処理し、汚染物質を除去するとともに、分子量を上げ物性を回復させることで高品質PETに再生する手法のこと。 |

3 研究目的

- BtoBリサイクル手法や他のペットボトル製造手法を比較することでより環境負荷の少ないペットボトル製造手法を検討する。
- マテリアルリサイクルとBtoBリサイクル手法を比較することで、BtoBリサイクル手法の優位性を検証する。

4 研究方法

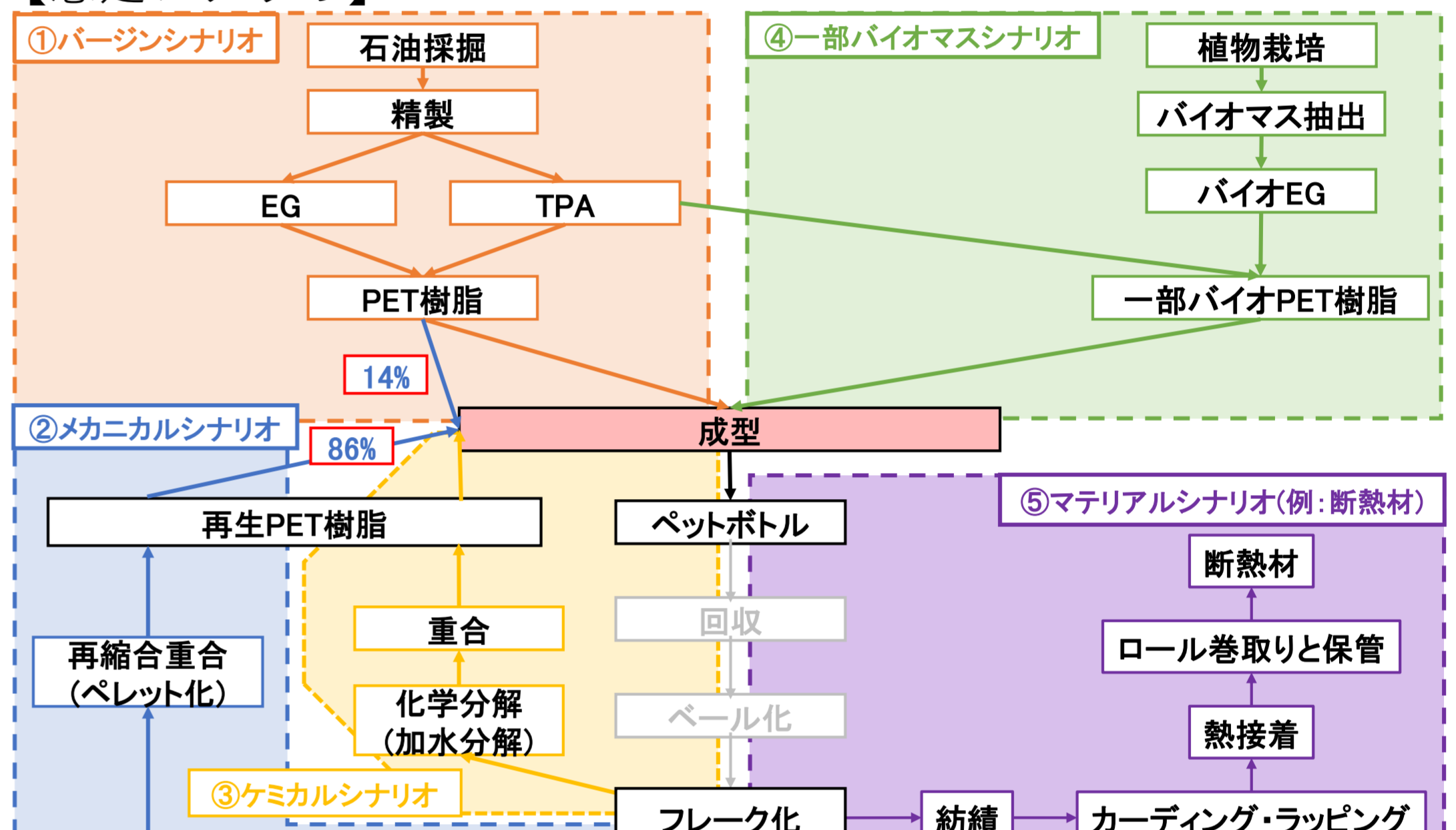
【評価設定】

| | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 評価対象 | ①バージンペットボトルの製造 (二次データ) ②メカニカルリサイクルによるペットボトルの製造 (一次データ) ③ケミカルリサイクルによるペットボトルの製造 (二次データ) ④一部バイオマスペットボトルの製造 (二次データ) ⑤リサイクル断熱材の製造 (一次データ+二次データ) |
| 算定ソフト | SimaPro8.1.1.22 データベース IDEAver2 |
| 算定式 | ・LCI=Σ(活動量×原単位) ・特性化=Σ(LCI×特性化係数(LIME2)) |
| 影響領域 | 気候変動、資源消費、(土地利用、水消費) |
| 機能単位 | 製品1kgの製造 |
| システム境界 | 原材料調達 → 製造 → 流通 → 使用 → 廃棄/リサイクル |

【使用データ】

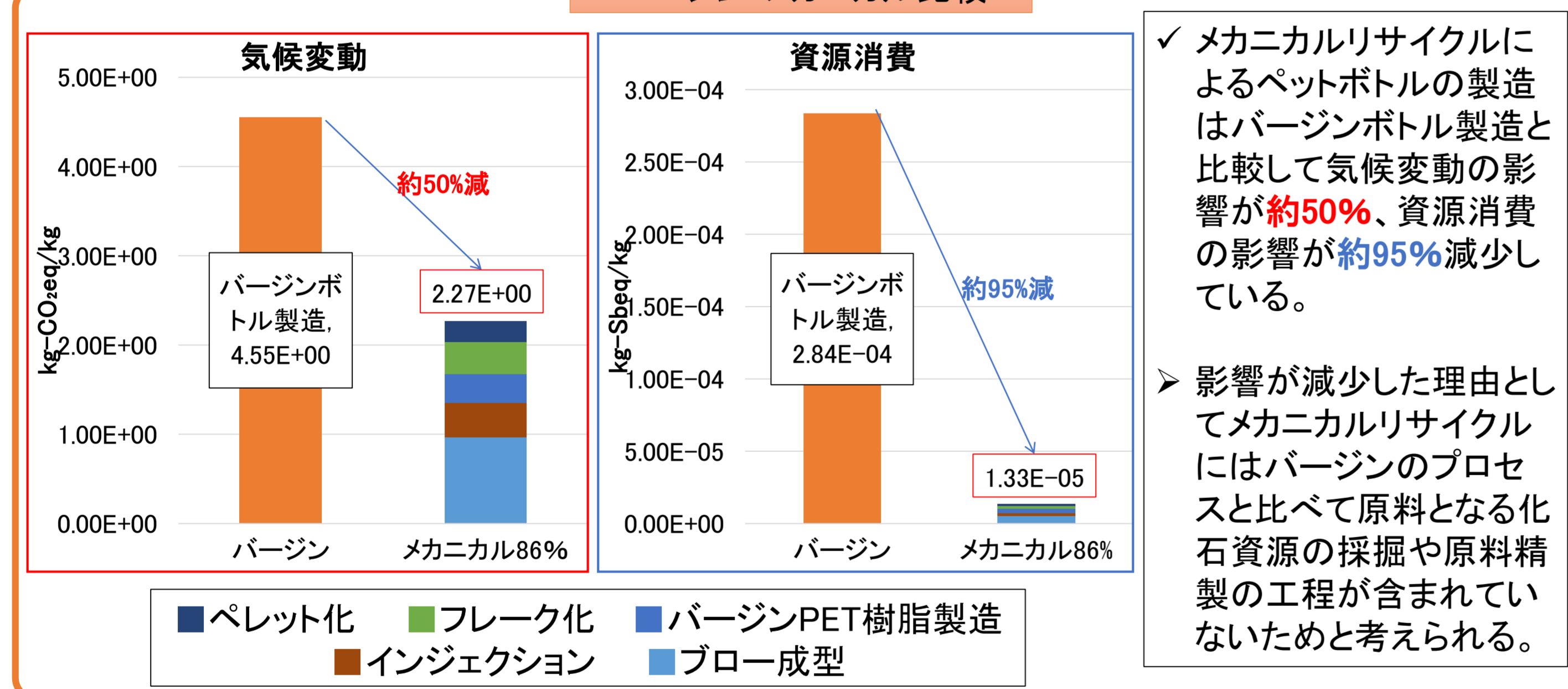
- ①③IDEAデータベース内のデータを使用
 - ②協栄産業様よりいただいた一次データを使用
 - ④文献を参考にIDEAデータベース内のデータを使用
 - ⑤文献を参考にIDEAデータベース内のデータを使用、フレック化プロセスのみ一次データを使用
- ※②はヒアリングに基づいた86%の歩留まり率で算定を行っている。
 ※④は①の原料代替シナリオとして設定した。バイオ原料としてはトウモロコシを使用している。
 ※⑤はマテリアルリサイクルの事例として今回はリサイクル断熱材と比較を行う。
 ※各プロセス間の輸送は考慮していない。

【想定シナリオ】

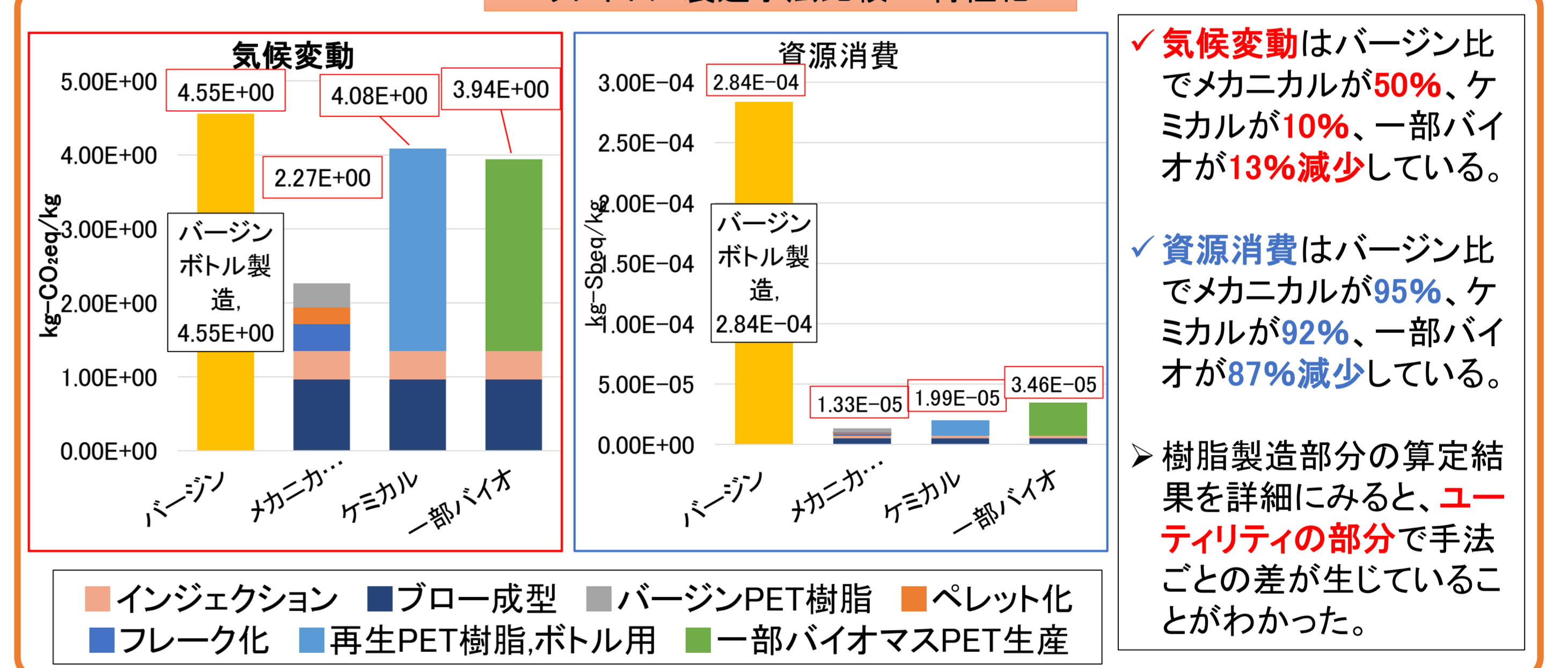


5 結果

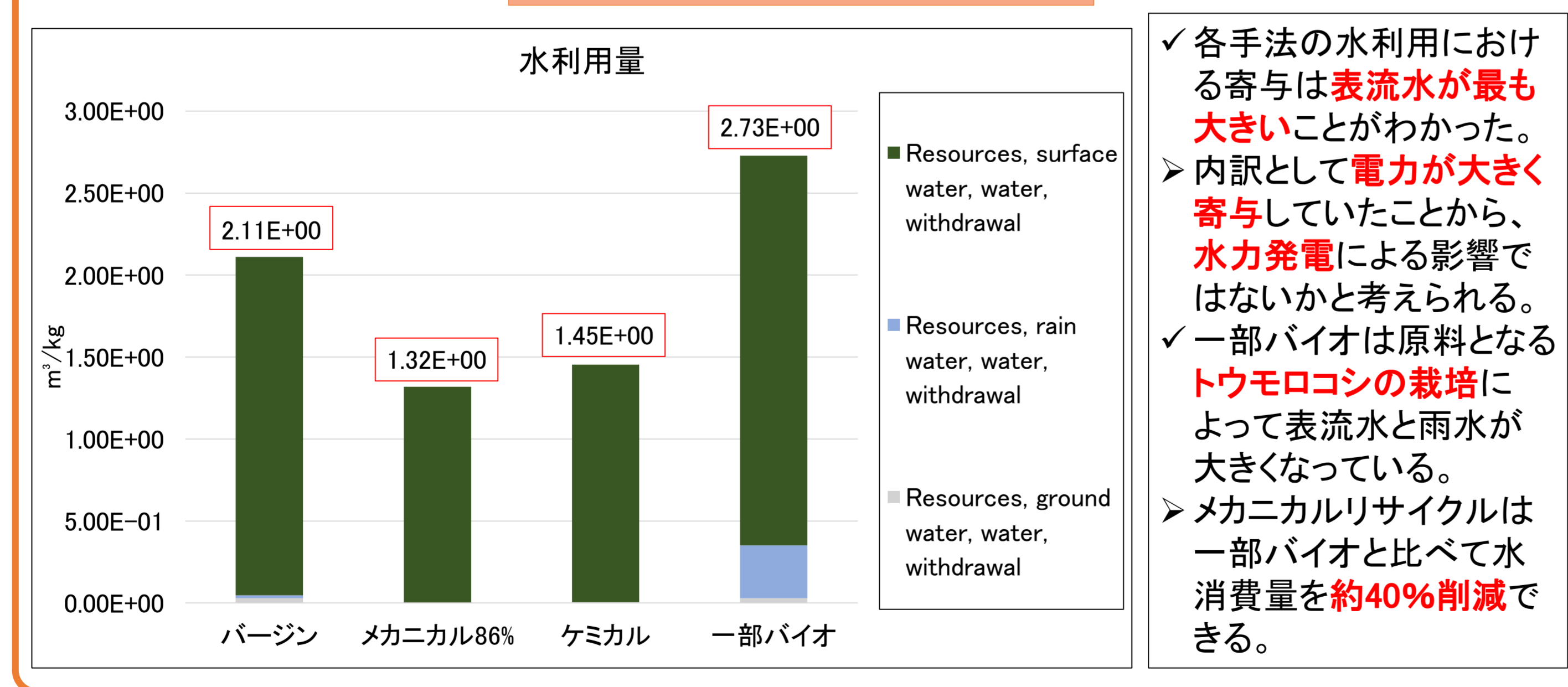
バージン・メカニカル比較



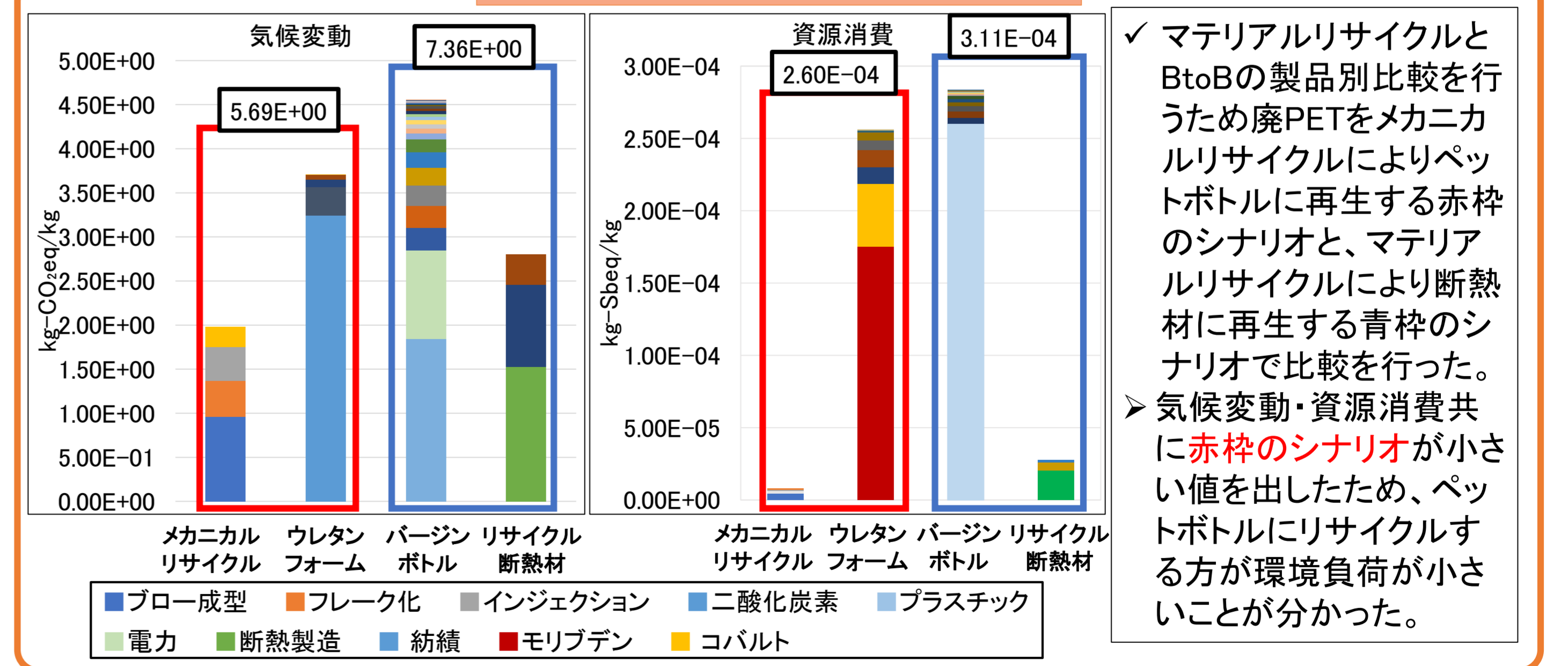
ペットボトル製造手法比較 -特性化-



ペットボトル製造手法比較 -水利用-



他製品比較 -断熱材-



6 まとめ・結論

- メカニカルリサイクルによるBtoBペットボトル製造が**気候変動、資源消費**において、バージンのPETボトル製造や既存のリサイクル手法、一部バイオマス由来のペットボトル製造に比べて**環境負荷が小さい**ことがわかった。
- 石油の代替原料として、一部バイオマス由来のペットボトルと比べると、メカニカルリサイクルによるBtoBペットボトルは**水消費**の影響も低減することが可能であることがわかった。
- 今後は**歩留まり率**を向上させることで、メカニカルリサイクルによるBtoBペットボトル製造の**気候変動と資源消費**の環境負荷はさらに低減することが出来る。
- マテリアルリサイクルと比較すると、**メカニカルリサイクルによるBtoBリサイクル手法は優位性がある**ことが検証できた。

7 課題と限界

- 課題**
- 廃PETの回収輸送や工場間の樹脂の**輸送などの影響**が考慮できていない。
 - 他のマテリアルリサイクルとも比較してBtoBリサイクルの優位性を検証する必要がある。
- 限界**
- データベースに2018年の電力がなかったため、最も新しい2014年の電力で代替している。
 - 一部の算定にデータベースのデータを利用したため、**プロセスごとの比較**が出来なかった。
 - バイオマスPET樹脂製造の投入項目がデータベースになく、近いと思われるものを**代替としてインプット**しているので、過大・過小評価になっている可能性がある。