

植物を原料とするプラスチックの LCA 検討について

1. 検討の目的

このたび、ポリ乳酸 (PLA) 繊維メーカー3 社により、PLA 繊維について、ライフサイクルに係る評価を行い、製造プロセスエネルギー等の環境負荷低減効果が確認された原料のみを調達する旨の宣言が行われることとなった。

2007 年、Nature Works 社より PLA に係る新しいライフサイクルのインベントリデータが発表され、従前より指摘されていた製造プロセスエネルギーが改善された。これを受け、PLA 繊維メーカー3 社は、今回改善された製造プロセスエネルギーが担保された原料から製造した製品のみ、グリーン購入法の特定期間特定調達物品として扱うことを宣言する予定である。

この業界宣言を受け、今回、グリーン購入法特定期間特定調達品目として PLA 樹脂を使用した下記の製品の採用が妥当かどうかについて、PLA に係る新しいライフサイクルインベントリデータに基づき再検討するものである。

なお、今年度特定期間特定調達物品への採用を検討している PLA を使用した品目は次のとおり。

- 繊維製品等 (ニードルパンチカーペット、防球ネット等:再生 PET 樹脂の代替)
- オフィス家具等 (ABS 樹脂の代替)

【判断の基準(案)】 : 「(現行の基準)、または環境負荷低減効果が確認された植物を原料としたプラスチック(繊維)が 25%以上使用されていること。」

2. PLAに係るこれまでの検討範囲と課題について (例: ニードルパンチカーペット)

(1) 比較対象について

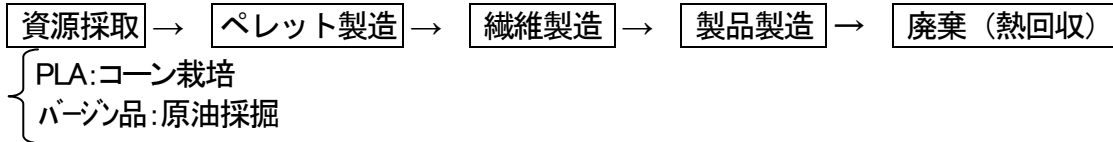
PLAに係る検討における比較の対象は、現行の基準となっている再生 PET 製品、及びバージン品としており、具体的には次の通り。

- P L A : PLA25%、ポリエステル(PET)75%からなるニードルパンチカーペット
- バージン品: PET100%からなるニードルパンチカーペット
- 再生品: 再生 PET10%、PET90%からなるニードルパンチカーペット

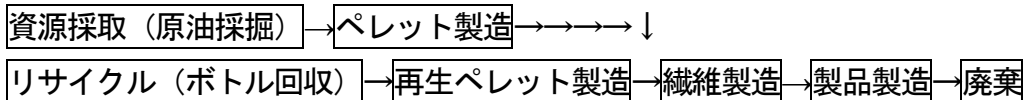
(2) 環境負荷の算出とLCA的課題

資源採取から廃棄にかかる工程

○ PLA/バージン品の場合



○ 再生品の場合



【従前の環境負荷の算定データ】

工程 \ 製品	項目	PLA [植物由来]	PET [化石資源由来]	再生 PET [(再生)ボトル回収]
資源採取からペレット製造 (バージン樹脂の場合) ボトル回収から再生ペレット製造 (リサイクル樹脂の場合)	化石エネルギーの使用 [MJ/kg]	54.1 【出典 (0)】	総計=62.7 プラスエネルギー=27.9 化石資源エネルギー=34.8 【出典 (2)】	12.16 ($3,050 \times 4.18605 \div 1,050$) 【出典 (2)】
繊維製造から 製品製造	化石エネルギーの使用 [MJ/kg]	PLA 加工時の化石エネルギーは、PET ならびに再生 PET の加工時と同等もしくはそれ以下であると考えられる。 【参考】融点：PLA=165~175°C、PET および再生 PET=255~265°C等		
製品廃棄時に発生する熱量 から発電によるエネルギー回収 を想定する場合	燃焼熱 [MJ/kg]	19.1 【出典 (3)】	23.0 【出典 (2)】	
	回収エネルギー (電気) [MJ/kg] (*1)	1.91 【出典 (4)】	2.30 【出典 (4)】	
	一次エネルギー換算 [MJ/kg] (*2)	4.78 【出典 (5)】	5.77 【出典 (5)】	
物流他	化石エネルギーの使用 [MJ/kg]	物流等に関しては、ペレットを米国から欧州に輸送する際に使用されるエネルギーは、ペレット製造時の約5%以下である。 【出典 (6)】		

* 1 : 回収エネルギー (電気) = 燃焼熱 (低位発熱量) (MJ/kg) × ゴミ発電効率 (10%)⁽⁴⁾

* 2 : 一次エネルギー = 回収エネルギー ÷ 発電効率 (39.9%)⁽⁵⁾

【算定手法】

資源採取からペレット製造までと、廃棄における環境負荷について製品重量を考慮し、化石エネルギーの使用（[製造エネルギー] - [回収エネルギー]）で検討を行った。

- 化石エネルギーに該当しない再生可能エネルギー（発電：水力、風力、バイオマス、太陽光）は除いた。
- エネルギー換算には、1 cal=4.18605J を用いた。
- 実際の製品は製品仕様としての目付（樹脂重量）を考慮するため、樹脂の比重（PLA=1.26、PET=1.38）を考慮して算出した。
- バージン樹脂（PLA、PET）は熱回収を考慮し、リサイクル樹脂（再生PET）は化石資源エネルギー（FSE）を“0”とし、熱回収を想定しない方法で算出した。

◆ 従前の評価とLCA的課題は次の通り。

1. **繊維製造→製品製造→廃棄(熱回収)**（物流工程含む）
 - ◇ PLA樹脂の原単位はPETと同等、もしくはそれ以下と考えられる。
2. **資源採取→ペレット製造**
 - ◇ PLA樹脂のプロセスエネルギーが大きいため、比較対象となる再生プラスチック樹脂の種類や配合率によりPLA樹脂の原単位が上回り、PLA樹脂が再生プラスチックの代替とはなり難い。

3. 新規発表データに基づくLCA検討

(1) 今回の検討範囲について

前述のとおり、従来の検討では、ライフサイクルのうち、PLA樹脂のペレット製造プロセスエネルギーが大きく再生プラスチック等の代替とならず、グリーン購入法の特定調達物品として採用されていない品目が多かった。

当初公表されていた、2001年PLA製造システム（PLA1）のエネルギー使用量は、①トウモロコシを育てる ②デキストロースをつくる、③乳酸をつくる、④PLAをつくる、の4つの工程において、資源採取からペレット製造までの製造プロセスエネルギーを54.1MJ/kgと算定していた（Erwin T.H. Vink（2003））。

しかし、今年度、Nature Works社より発表された2006年PLA製造システム（PLA6）による製

造プロセスエネルギーは、ペレット製造において、風力発電等の再生可能エネルギーの導入や発酵工程、重合プロセスなどの工場内プロセス改善等省エネルギー化の推進により、化石エネルギーが **PLA1** の約半分である **27.2MJ/kg** となっている。

これを踏まえた PLA 繊維メーカー 3 社が行う環境配慮宣言では、「原料調達方針」において、PLA 樹脂の化石エネルギーが 27.2MJ/kg 以下の、環境負荷低減効果が確認された原料のみを調達する旨が明記されることとなっている。

については、現段階において、PLA 繊維製品に PLA6 の原料が使用されることが担保された場合、特定調達品目に採用することが妥当かどうか論点となる。

今回は、この資源採取→ペレット製造の範囲における製造エネルギーについて新しい PLA6 のデータを用いて再検討し、この製造エネルギーが担保された原料を使用した PLA 繊維製品を特定調達物品とすることの妥当性を検討する。

(2) 新規発表データに基づく LCA 検討

従前のデータ (PLA1)、及び新規データ (PLA6) の差異と、それを用いて算定した、製造プロセスエネルギーの比較結果については以下の通り。なお、製造プロセス以外のエネルギーは、従前の検討結果から比較対象と同等以下であることが示されている。

製造プロセスエネルギーの差異

工程	製品	項目	旧データ(PLA1)	新データ(PLA6)
資源採取からペレット製造 (バージン樹脂の場合)		化石エネルギーの使用 [MJ/kg]	54.1	27.2

算定結果

【旧データ (PLA1)】

$$\text{PLA25\% (PET75\%)} \quad 74.4 \text{ MJ} = (54.1 - 4.78) \times 0.25 \times 1.26 + (62.7 - 5.77) \times 0.75 \times 1.38$$

【新データ (PLA6)】

$$\text{PLA25\% (PET75\%)} \quad 66.0 \text{ MJ} = (27.2 - 4.78) \times 0.25 \times 1.26 + (62.7 - 5.77) \times 0.75 \times 1.38$$

【比較対象】

$$\text{再生 PET10\% (PET90\%)} \quad 72.4 \text{ MJ} = (62.7 \times 0.9 + 12.16 \times 0.1 - 5.77 \times 0.9) \times 1.38$$

$$\text{PET100\%} \quad 78.6 \text{ MJ} = (62.7 - 5.77) \times 1.38$$

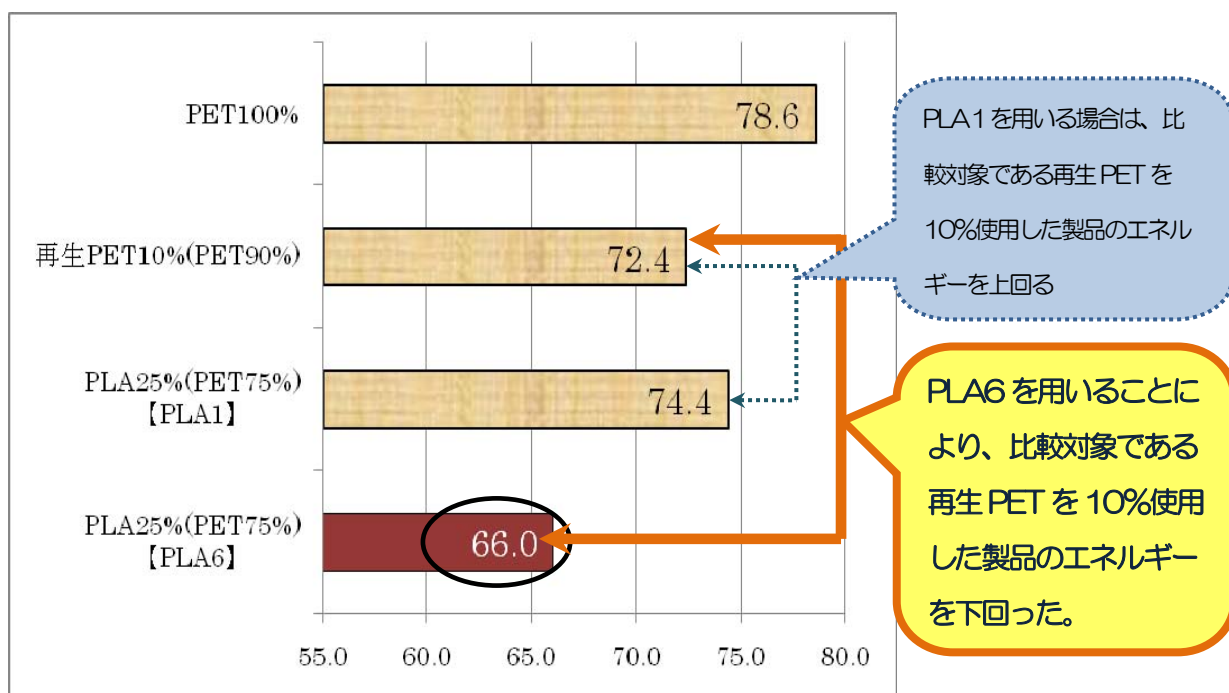


図 化石エネルギー使用比較(ニードルパンチカーペットの例)

4. LCA検討結果について

上記算定結果のとおり、新しいライフサイクルインベントリデータを用いた PLA25% (提案製品) の化石エネルギーの使用は、66.0MJ (製品の体積あたり) であり、再生 PET10% (現行の判断の基準) の 72.4MJ (製品の体積あたり) との比較においては、各樹脂間のライフサイクルにおいて約 9% のエネルギー削減が図られている。

今回の業界宣言が満たされる原料が使用されることで、従来、問題であった製造プロセスにおける環境負荷低減効果が見込まれるものと考えられる。

※ ABS樹脂の PLA樹脂への代替として使用すると、ABS100% (95.0MJ/kg : APME (欧州プラスチック製造者協会) データ) を PLA25% (ABS75%) に代替した場合 78.3MJ/kg となり、原単位で約 18% のエネルギー使用削減が図られる。よって、ABS樹脂の PLA樹脂への代替を進めることも、環境負荷低減につながるものと期待される。

なお、国等の機関の調達に当たっては、業界各社の環境配慮宣言をはじめとする取り組み内容について、ウェブ等による開示情報や第三者による評価等を確認し、適切に実施されていることを確認しながら調達をしていくことが重要である。

【出典】

- (0) Erwin T.H. Vink et.al.; Polymer Degradation and Stability 80 (2003)p403–419
“Applications of life cycle assessment to NatureWorks™ polylactide (PLA) production”
ISO 14040 にのっとして検証されたものである。2002 年度ヒアリングで説明使用。
- (1) Erwin T.H. Vink et.al.; INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY Vol.3 p58 - 81, Nov. 1st 2007
“The eco-profiles for current and near-future NatureWorks polylactide (PLA) production”
ISO 14040 にのっとして検証されたものである。2007 年度ヒアリングで説明使用。
- (2) (社) プラスチック処理促進協会
“プラスチック廃棄物の処理・処分に関する LCA 調査研究報告書”、2001 年 3 月
- (3) 島津製作所発表データ、東京農業大学総合研究所研究会主催 第 95 回 FORUM
“これからの生物産業” にて発表、2000 年 3 月 17 日
- (4) ゴミ発電効率：10%、資源エネルギー庁 HP より
- (5) 火力発電効率：39.9%、環境省データ
- (6) Cargill Dow 社データ

【参 考】

PLA 繊維メーカー3 社による環境配慮宣言

【企業名】グリーン購入法に基づく物品・役務・公共工事に使用される【商標名】を提供するにあたり、より環境に配慮した企業活動を行うことを宣言いたします。

- (1) 原料調達方針：【商標名】の原料である PLA 樹脂は、資源採取からペレット製造までの製造エネルギー（化石燃料使用量換算値）が 27.2MJ/kg 以下であること。
- (2) 製品設計方針：【商標名】の製造に際し、原料調達方針に基づいた PLA 樹脂を使用し、PLA 繊維製品中の PLA 混用率（繊維重量比）は 25%以上であること。