

植物資源由来・海洋生分解性を併せ持つ プラスチックPHBHの環境影響評価

天沢逸里

東京大学大学院化学システム工学専攻

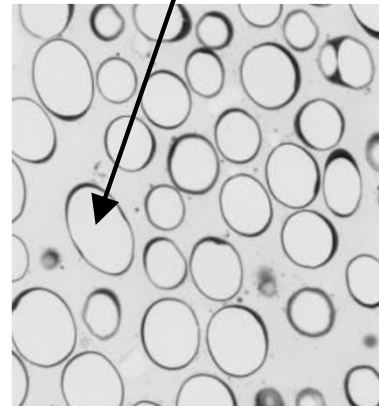
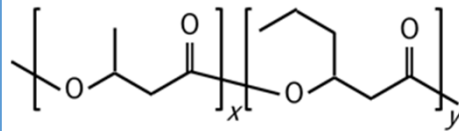
2022/03/11

Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate) (PHBH)

- 植物油から微生物体内で生合成される¹⁾。
- 土壌や淡水、海水中で微生物により代謝され生分解する²⁾。



パーム油



微生物体内PHBH
の電子顕微鏡写真



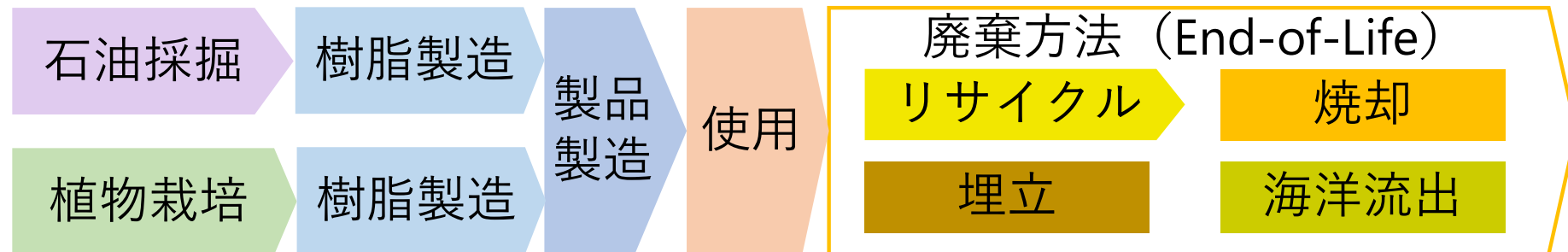
PHBH製品



0 24 61 88日
海水中での生分解

1) S. Sato *et al.*, *Journal of Bioscience and Bioengineering* 120 (2015), pp. 246-251

2) A. Nakayama *et al.*, *Polymer Degradation and Stability* 166 (2019), pp. 290-299

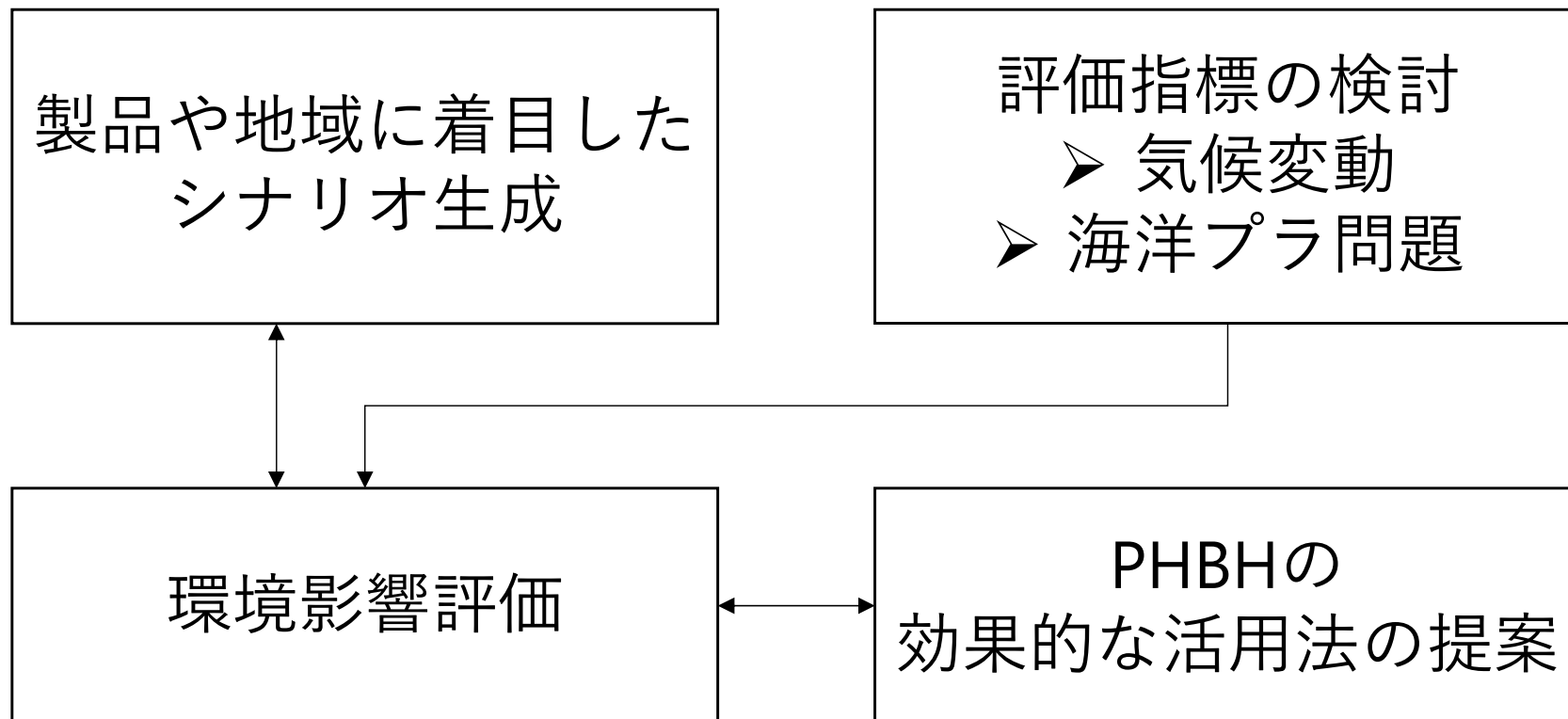


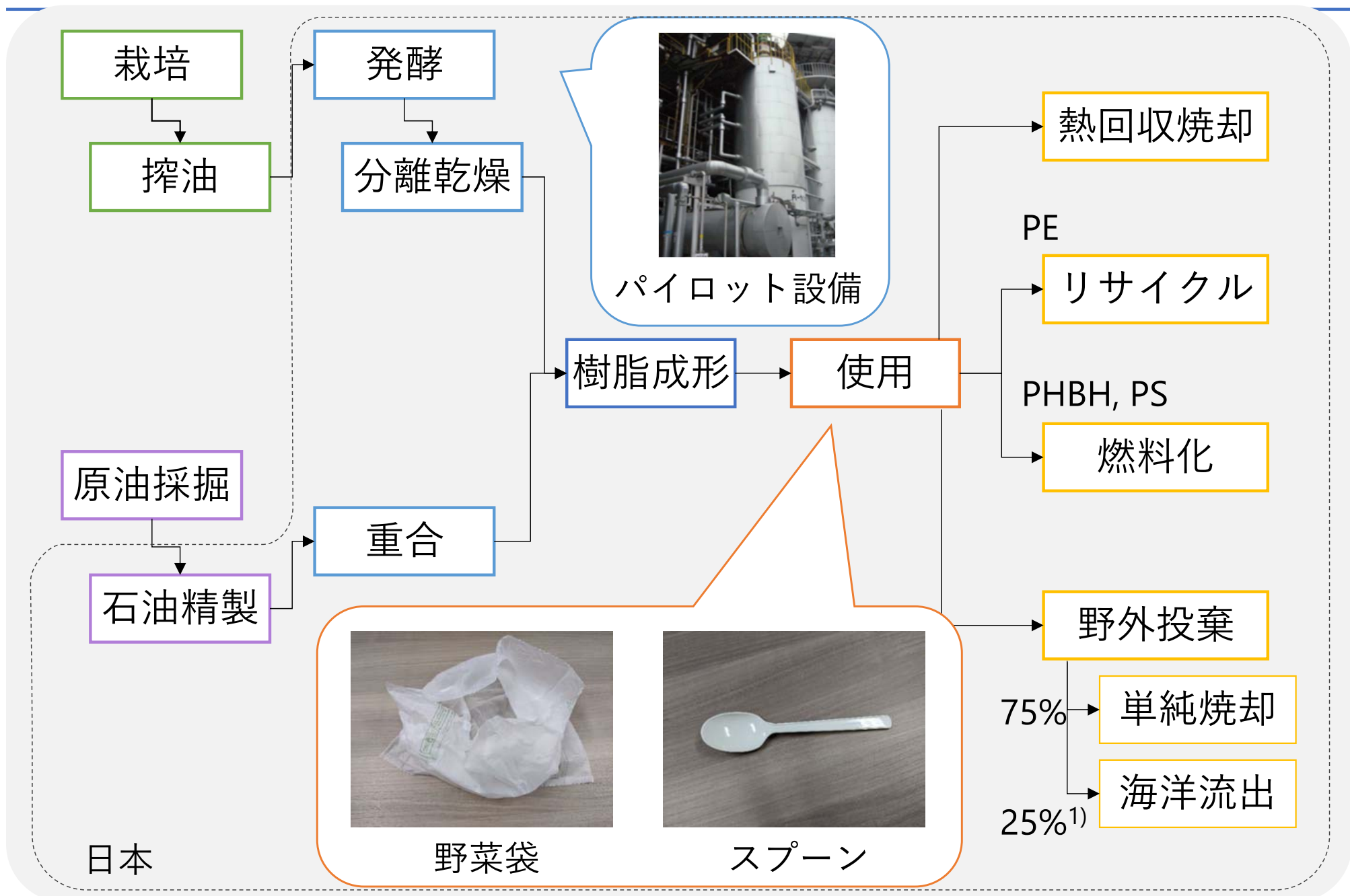
- ▶ PHBH製造で排出される環境負荷は？
- ▶ 植物栽培のために行う土地改変の影響は？
- 生分解性する = CH_4 と CO_2 になる...GHG排出と削減のバランスは？
- 海洋生分解性はどう評価する？

PHBHの効果的な社会導入を検討するためには
ライフサイクルを通した議論が必要

研究目的

植物資源由来かつ海洋生分解性プラスチックPHBHの
環境影響評価および効果的な活用法の提案





1) J. R. Jambeck *et al.*, *Science* 347 (2015), pp. 768-771

樹脂成形

使用

野菜袋

PHBH 2.5 g/枚

PE 2.0 g/枚



スプーン

PHBH 5.5 g/個

PS 4.7 g/個

気候変動

- GHG排出量 [kg-CO₂eq/製品]

海洋プラ

新しい指標を提案

- 海洋ごみ量 [kg/製品] 分解せず長期間残留する量
- 海洋ごみ蓄積量 [t] 毎年一定量製品の使用

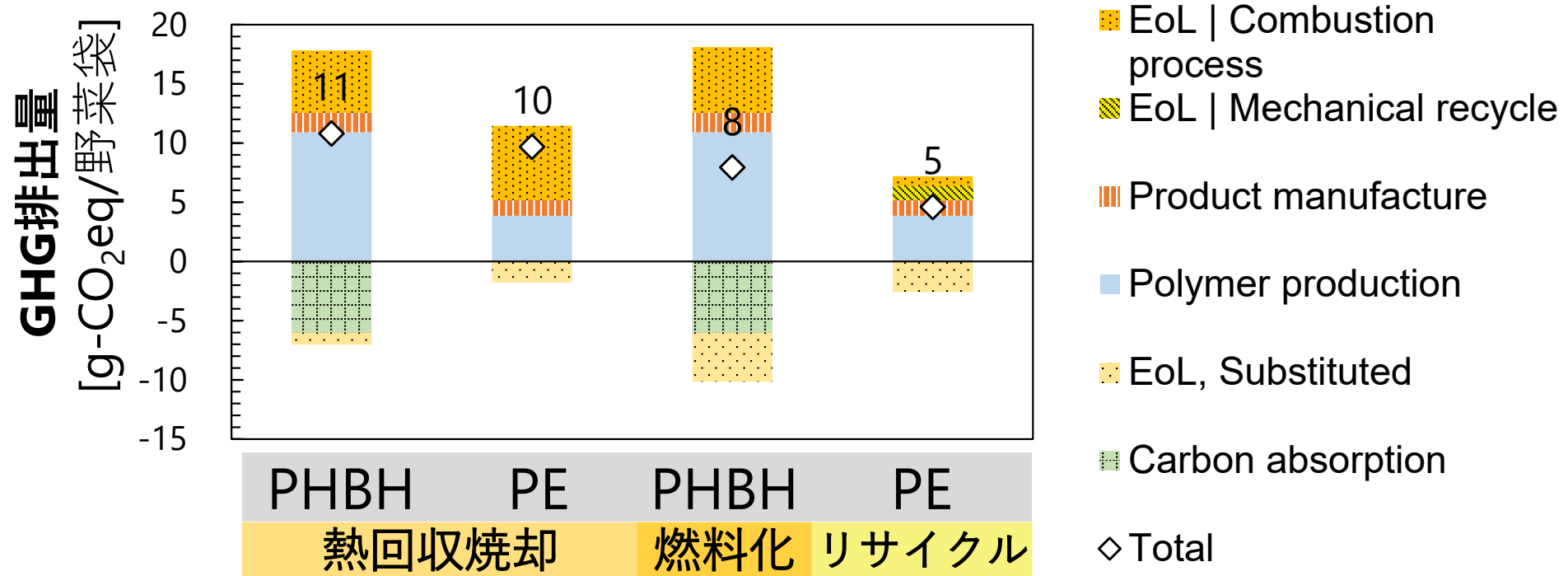
Category	Scenario	Material	代替資源
管理された プラスチックの 廃棄方法	マテリアルリサイクル	PE, PS	バージン樹脂
	燃料化 (RPF)	PHBH, PE, PS	化石資源
	熱回収焼却	PHBH, PE, PS	電力
その他の プラスチック・ 一般廃棄物の 廃棄方法	埋立	準好気	—
		嫌気	—
		ガス発電	電力
	堆肥化	PHBH	—
	メタン発電	PHBH	電力
不法投棄	解放投棄	PHBH, PE, PS	—

3つの廃棄方法カテゴリから、製品とプラスチック材料別に
廃棄シナリオを設定

Life cycle process	[kg-CO ₂ e / kg-PHBH]	Data source
炭素吸収	-2.39	パーム油の組成式から概算
パーム油製造 (栽培, 搾油, 精製)	2.31	Ecoinvent (v3.5) “market for palm oil, refined”, GLO, APOS
発酵における菌体代謝	0.31	製造プロセスデータ
発酵、分離乾燥における 原材料	0.25	IDEA (v2.2) と Ecoinvent (v3.5) と製造プロセスデータ
発酵、分離乾燥における ユーテリティ	1.49	IDEA (v2.2) と製造プロセスデータ
Sum	1.97	

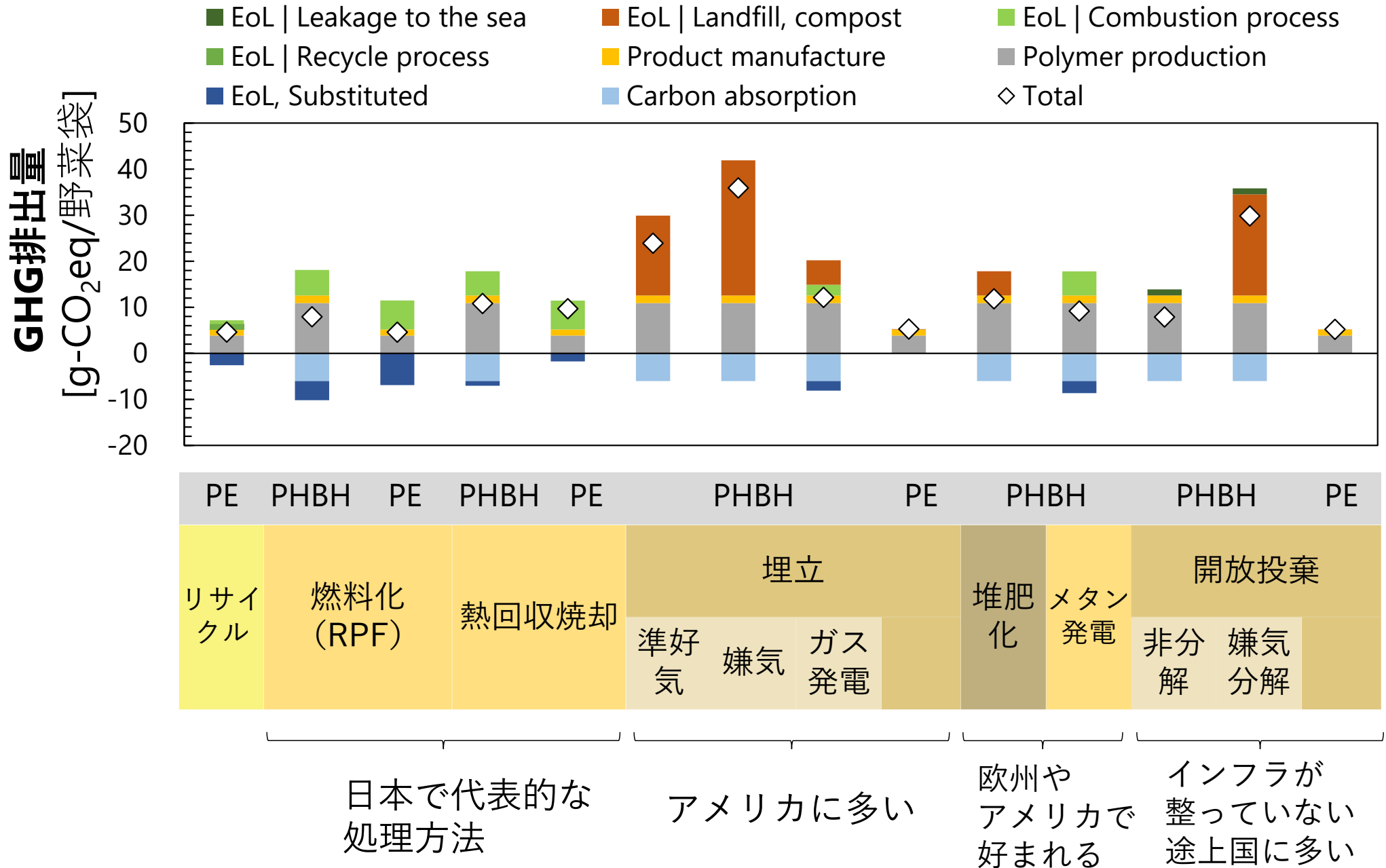
- 植物油の製造が占める排出量が多い（かつ、不確実性が高い）
- 一般的なプラは1.8 ~ 3.5 kgCO₂e / kg-granule ¹⁾

1). Hottle et al. (2013) Polym. Degrad. Stab.



- 可燃ごみとして処理された場合（熱回収焼却）
PHBHとPEのGHG排出量は同程度
- PEのリサイクルシナリオが一番GHG排出量が小さい
→ リサイクルされている製品では、PEの方が有利

廃棄シナリオによるばらつき：野菜袋の例



- 気候変動の観点から
 - 野菜袋：すべての廃棄シナリオにおいてPHBHは劣勢
 - PEの生産効率が高い
 - PEの質量がPHBHより低い
 - スプーン：生分解しないシナリオにおいてPHBHが優勢
 - PSの質量がPHBHより高い
- 海洋ゴミの観点から...PHBHが有利
- どんな製品・地域にPHBHを導入すべきか
 - 製品化したときに、PHBHより質量が高い製品 (i.e. PSスプーン)
 - プラスチックのリサイクルインフラが整っている地域
 - 海洋ゴミだけ考えるのなら、PHBHが有利

本研究はカネカとの共同研究により実施された。

Climate Change Implications of Bio-Based and Marine-Biodegradable Plastic: Evidence from Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate)

Eri Amasawa, Tomoki Yamanishi, Jun Nakatani, Masahiko Hirao, and Shunsuke Sato

Environmental Science & Technology

DOI: 10.1021/acs.est.0c06612



ご静聴ありがとうございました