

FIT/FIP 制度におけるバイオマス燃料の ライフサイクル GHG 排出量の既定値

バイオマス持続可能性ワーキンググループ

2024 年 3 月

I. はじめに	3
(1) ライフサイクル GHG の既定値の作成について	3
(2) ライフサイクル GHG 確認に当たっての既定値の適用について	6
(3) 新規燃料の既定値について	7
II. 農産物の収穫に伴って生じるバイオマスのライフサイクル GHG 既定値	8
1. 既定値の算定結果	8
2. パーム油のライフサイクル GHG 既定値の計算過程	14
2-1. CPO	14
(1) 対象工程等	14
(2) 工程別の排出量の計算	15
2-2. パームステアリン	23
(1) 対象工程等	23
(2) 工程別の排出量の計算	24
3. PKS のライフサイクル GHG 既定値の計算過程	35
(1) 対象工程等	35
(2) 工程別の排出量の計算	36
4. パームトランクのライフサイクル GHG 既定値の計算過程	39
(1) 対象工程等	39
(2) 工程別の排出量の計算	40
5. 新規燃料のライフサイクル GHG 既定値の計算過程	47
5-1. EFB (ペレット)	47
(1) 対象工程等	47
(2) 工程別の排出量の計算	47
5-2. ナッツ殻類 (ペレット)	50
(1) 対象工程等	50
(2) 工程別の排出量の計算	50
5-3. ココナッツ殻	54
(1) 対象工程等	54
(2) 工程別の排出量の計算	54
5-4. コーンストロー (ペレット)	57
(1) 対象工程等	57
(2) 工程別の排出量の計算	57
5-5. サトウキビ茎葉 (ペレット)	61
(1) 対象工程等	61
(2) 工程別の排出量の計算	61
5-6. ベンコワン種子	65
(1) 対象工程等	65
(2) 工程別の排出量の計算	65
5-7. カシューナッツ殻油	68
(1) 対象工程等	68
(2) 工程別の排出量の計算	68
5-8. 殻油搾油後のカシューナッツ殻	71
(1) 対象工程等	71
(2) 工程別の排出量の計算	71
III. 輸入木質バイオマスのライフサイクル GHG 既定値	74
1. 既定値の算定結果	74
2. 木質チップのライフサイクル GHG 既定値の計算過程	79
2-1. 林地残材等由来の木質チップ	79
(1) 対象工程等	79
(2) 工程別の排出量の計算	79

2－2．その他伐採木由来の木質チップ	84
(1) 対象工程	84
(2) 工程別の排出量の計算	84
2－3．製材等残材由来の木質チップ	85
(1) 対象工程等	85
(2) 工程別の排出量の計算	85
3．木質ペレットのライフサイクルGHG既定値の計算過程	86
3－1．林地残材等由来のペレット	86
(1) 対象工程等	86
(2) 工程別の排出量の計算	86
3－2．その他伐採木由来のペレット	94
(1) 対象工程	94
(2) 工程別の排出量の計算	94
3－3．製材等残材由来のペレット	96
(1) 対象工程	96
(2) 工程別の排出量の計算	96
IV．国内木質バイオマスのライフサイクルGHG既定値	98
1．既定値の算定結果	98
2．国内木質バイオマスのライフサイクルGHG既定値の計算過程	101
V．廃棄物系区分バイオマスのライフサイクルGHG	105
1．廃棄物・その他バイオマス区分のライフサイクルGHGと基準に相当する輸送距離	106
2．建設資材廃棄物区分のライフサイクルGHGと基準に相当する輸送距離	111
3．メタン発酵ガス発電区分のライフサイクルGHGと基準に相当する輸送距離	112
VI．改訂履歴	117

I. はじめに

(1) ライフサイクル GHG の既定値の作成について

本文書は、FIT/FIP 制度におけるバイオマス燃料のライフサイクル GHG の確認に活用されることを想定した既定値と、参考情報として既定値の計算過程について記したものである。

各バイオマス燃料のライフサイクル GHG の既定値を算出するに当たっては、以下に示す FIT/FIP 制度におけるライフサイクル GHG 計算方法に従いつつ、EU RED2 において活用されている既定値や、過去の WG において業界団体から示された情報等を参考とした。

(参考) FIT/FIP 制度におけるライフサイクル GHG 計算方法

1. 対象ガス

- ① 算定すべき GHG の種類は二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O) とする。
- ② 温暖化係数はメタン (CH₄) : 25、一酸化二窒素 (N₂O) : 298 とする。

2. バウンダリ及び算定式

- ① 土地利用変化を含む炭素ストックの変化、栽培、加工、輸送、発電を算定対象とするが、計上する対象工程・排出活動はバイオマス種別の判断を行う。
- ② 発電所やバイオマス燃料の製造工場などの設備建設による排出は考慮しない。
- ③ CO₂回収・隔離、CO₂回収・代替利用（バイオマス起源の CO₂に限る）による GHG 排出が回避できる場合、排出削減として考慮することができる。
- ④ 活動量の把握方法や排出係数の設定は「再生可能エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン」を参考とできるものとする。

(算定式) $E_{bio} = e_{stock} + e_{cultivate} + e_{processing} + e_{transportation} + e_{generation} - e_{rcs} - e_{rcr}$

$$E_{elec} = E_{bio} / \eta_{el}$$

ここで、

E_{bio} = 発電効率による変換前の燃料利用による GHG 総排出

e_{stock} = 土地利用変化を含む炭素ストックの変化に伴う排出量・排出削減量

$e_{cultivate}$ = 栽培による排出量

$e_{processing}$ = 加工による排出量

$e_{transportation}$ = 輸送による排出量

$e_{generation}$ = 発電による排出量

e_{rcs} = CO₂回収・隔離による排出削減量

e_{rcr} = CO₂回収・代替利用（バイオマス起源の CO₂ を回収するもののみを対象とする）による排出削減量

E_{elec} = 発電効率を加味したバイオマス発電電力の GHG 排出量

η_{el} = バイオマス発電の発電効率

3. 各工程の計算方法

i) 土地利用変化を含む炭素ストックの変化

- ① 土地利用変化を含む炭素ストックの変化については、現段階においては、直接的土地利用変化のみを計上するものとする。^{注)}

注) 森林の炭素ストックにおいては、森林から農地に土地利用が転用される等の直接土地利用変化以外にも、木材の成長した量以上に木材の伐採・搬出・枯死が起こることにより炭素ストックが減少するケースがあり、このようなケースに関して本 WG では今後の国際的な議論の動向に応じ検討するものとした。

直接土地利用変化の排出量は、起算日からの土壌・植生中の炭素ストックの変化（当該年と起算日の炭素ストックの差異）を 20 年で均等配分したものとし、起算日は 2008 年 1 月 1 日とする。

ii) 栽培（原料栽培・採取）

- ① 原料の栽培に要した化石燃料や電力・熱の消費、投入する肥料及び化学物質の製造・調達・使用、有機物の発酵及び施肥に伴う GHG の排出を計上しなければならない。
- ② 発生した CO₂を回収・隔離、または代替利用（バイオマス起源の CO₂を回収するもののみを対象とする）している場合、排出量から控除してもよい。

iii) 加工（前処理・変換）

- ① 加工工程については、加工に要した化石燃料や電力・熱の消費、化学物質の製造・調達・使用に伴う GHG の排出を計上しなければならない。
- ② 発生した CO₂を回収・隔離、または代替利用（バイオマス起源の CO₂を回収するもののみを対象とする）している場合、排出量から控除してもよい。

iv) 輸送（原料輸送・燃料輸送）

- ① 原料の輸送や貯蔵に要した化石燃料や電力・熱の消費、燃料の輸送や貯蔵に要した化石燃料や電力・熱の消費に伴う GHG の排出を計上しなければならない。
- ② 復路の排出を考慮するものとする。特に海上輸送に関しては、バイオマスかさ密度を考慮した船の燃費を用いるものとし、当面の間、特定の航海パターンを取らない場合については空荷輸送の航海距離比率を 30%とし、往復航路による輸送による（同一の港を往復する）場合は、復路が空荷でないことを確認出来ない限り、バイオマス燃料の輸送距離と同等の空荷の輸送を計上するものとする。

v) 発電

- ① バイオマス燃料の使用からの CO₂排出については 0 とみなす。
- ② CH₄、N₂O の排出は含めるものとする。

4. アロケーション等

- ① 計上する対象工程・排出活動、アロケーションの対象に関しては、バイオマス種別に特定するものとする。
- ② 配分方法は熱量按分法とする。

5. 発電効率等

- ① 発電効率は送電端効率、燃料の発熱量は低位発熱量基準とする。

②熱電併給設備の場合には、発電効率による変換前のバイオマス燃料のライフサイクル GHG につき、生産する電力と熱（バイオマス燃料の加工等を含む所内消費分を除く）でのエクセルギー按分を行い、電力分に割り当てられる排出量を特定する。具体的には以下の式に従う。

$$(\text{算定式}) \quad E_{\text{cogen-bio}} = E_{\text{bio}} \times \left[\eta_{\text{el}} / \{ \eta_{\text{el}} + \eta_{\text{h}} \times (T_{\text{h}} - 290) / T_{\text{h}} \} \right]$$

$$E_{\text{elec}} = E_{\text{cogen-bio}} / \eta_{\text{el}}$$

ここで、

$E_{\text{cogen-bio}}$ = 発電効率による変換前のバイオマス燃料による GHG 総排出（熱電併給設備における発電分）

E_{bio} = 発電効率による変換前のバイオマス燃料による GHG 総排出

η_{el} = 熱電併給設備における発電効率（年間の発電量を年間の投入熱量で除したもの）

η_{h} = 熱電併給設備における熱効率（年間の熱供給量を年間の投入熱量（バイオマス燃料の加工等を含む所内消費分を除く）で除したもの）

T_{h} = 熱電併給設備において供給される熱の絶対温度（K）

なお、余剰熱が暖房用に 150℃（423.15K）未満で外部供給された場合、熱のカルノー効率の算定において熱温度（ T_{h} ）を 150℃（423.15K）と設定できるものとする。

<既定値の算定に当たっての主な出典>

本文書で示す既定値の計算過程では、EU RED2 の代表値・既定値の計算過程について解説した以下の文書の値を引用しており、以降では簡略な出典の表記としている。¹

- ✓ Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation, JRC(2017a)
- ✓ Solid and gaseous bioenergy pathways: input values and GHG emissions, JRC(2017b)

なお、EU RED2 の既定値は、加工工程について、代表値より安全側の値を採用すべきとして、液体燃料については代表値の 40%増の値、固体燃料については代表値の 20%増の値を既定値としていることから²、本文書においても加工工程に関して計算された値に対して液体燃料については 40%増の値、固体燃料については 20%増の値を既定値としている。

（但し、J クレジット制度の方法論の諸元を引用した、国内木質バイオマスの加工工程を除く。³）

¹ JRC(2017a)、JRC(2017b)ともにスプレッドシートによる計算過程の一部が、https://jeodpp.jrc.ec.europa.eu/ftp/jrc-opendata/ALF-BIO/datasets/biofuels_jrc_annexv_com2016-767_v1_july17/VER2017-07-31/、https://energy.ec.europa.eu/database-biomass_en に各々掲載されており（2022 年 11 月 11 日現在）、出典で示したものはこれらから引用したものも含まれる。

² <https://www.env.go.jp/content/900442666.pdf>（2022 年 11 月 11 日閲覧）

³ J クレジット制度の方法論の排出量の諸元は、元より保守性が確保されていると考えられるため。

＜既定値の位置づけ＞

本文書で示す既定値は、一定の条件を満たすバイオマス燃料に対して FIT/FIP 制度において適用可能なライフサイクル GHG 排出量を示したものであり、個々のバイオマスについてより詳細な条件を特定し、更なる削減を反映したライフサイクル GHG 排出量を個別計算により確認することを妨げるものではない。また、ここで示す既定値は、2008 年 1 月以降の直接的土地利用変化がないことが既定値の適用条件の一つとなる。

また、本文書で示す既定値は、今後必要に応じて見直すものとする。

（２）ライフサイクル GHG 確認に当たっての既定値の適用について

過去の WG において確認されたとおり、既定値を用いてライフサイクル GHG の確認を行う場合、既存認証スキームを活用する方法と FIT/FIP 専用の確認スキームを活用する方法の 2 種類がある。これらいずれの方法においても、既定値の適用に当たっては以下に留意する必要がある。

- 本文書で示す既定値の単位は、バイオマス燃料発熱量当たりのライフサイクル GHG 既定値（g-CO₂eq/MJ-燃料）と示している。FIT/FIP 制度が求めるライフサイクル GHG の排出量の基準は、発電電力量（送電端）当たりの値となっているため、本文書内の既定値を用いる際には、既定値を発電事業者が確認できる発電効率で除することで、発電電力量当たりの値を算出する必要がある。（なお、熱電併給を行うバイオマス発電所については、発電電力量当たりの値に換算する前に、バイオマス燃料のライフサイクル GHG を、生産する電力と熱でのエクセルギー（熱から力学的な仕事として取り出すことができるエネルギー量）により按分する。）
- 既定値を適用する際には、各区分に該当するか否かを確認することが必要となる。例えば、距離等の数値による区分の場合は、実際の輸送距離が、既定値の区分の範囲内であることを確認する必要がある。
- 本文書の既定値では、工程別のライフサイクル GHG 既定値も示している。これは、一部の工程については既定値を適用し、その他の工程は個別計算をすることで全体のライフサイクル GHG を把握することを念頭に置いている。

＜木質バイオマスの区分＞

- 木質バイオマスのライフサイクル GHG 既定値区分として、林地残材等、その他伐採木、製材等残材を設けており、これらの定義、及び国内木質バイオマスの基本的な確認方法は

- 表 1 のとおりとする。
- なお、具体的な確認方法については、輸入木質バイオマスは各第三者認証スキームにおいて整備される確認方法に従い、国内木質バイオマスは林野庁「木質バイオマス発電・証明ガイドライン」に基づく伝達情報を利用するものとする。

表 1 木質バイオマスのライフサイクル GHG 既定値区分の定義

ライフサイクル GHG 既定値区分	定義	基本的な確認方法 (国内木質バイオマス)
製材等残材	木材の加工時等に発生する、端材、おがくず、樹皮等の残材	由来証明が「製材等残材」であるもの
林地残材等	用材生産を主目的とする伐採により発生する低質材（端材、枝条を含む）、間伐材等。その他、エネルギー利用目的以外の伐採等により発生する病虫害や自然災害による被害木、剪定枝、ダム流木等（廃棄物の場合を除く）。	ライフサイクル GHG 既定値区分「製材等残材」「その他伐採木」以外の木質バイオマス
その他伐採木	エネルギー利用を目的とする伐採により発生する木質バイオマス	当面、伐採齢が 20 年以下で主伐する場合（伐採届等で確認）を、エネルギー利用目的の伐採とみなし、その他伐採木とする

（３）新規燃料の既定値について

第 83 回調達価格等算定委員会において、業界団体から新規燃料として要望のあったバイオマス種のうち、非可食かつ副産物であると確認できているものについては、2023 年度から FIT/FIP 制度においてバイオマス発電の新規燃料として認めるべきとの意見が出されたことを踏まえ、令和 5 年度 4 月に策定された事業計画策定ガイドラインでは、以下の記述が盛り込まれた。なお、便宜上以下の各新規燃料に対して付番を行っている。（①～⑫の番号は実際に事業計画策定ガイドラインに記載されているものではない。）

（留意事項）新規燃料の取扱いについて

- 現時点で FIT/FIP の新規認定の対象となる農産物の収穫に伴って生じるバイオマスは、主産物はパーム油、副産物は PKS、パームトランク、①EFB（パーム椰子果実房）、②ココナッツ殻、③カシューナッツ殻、④くるみ殻、⑤アーモンド殻、⑥ピスタチオ殻、⑦ひまわり種殻、⑧コーンストローペレット、⑨ベンコワン（葛芋）種子、⑩サトウキビ茎葉、⑪ピーナッツ殻及び⑫カシューナッツ殻油に限る。

上記を踏まえ、上記 12 種の新規燃料に適用可能な既定値を策定した。なお、新規燃料はいずれも農産物の収穫に伴って生じるバイオマスに位置付けられることが確認されているため、本文書ではⅡ.章に既定値の算定結果を記している。

Ⅱ．農産物の収穫に伴って生じるバイオマスのライフサイクルGHG既定値

1．既定値の算定結果

制度開始当初から、FIT/FIP 制度において認められている農産物の収穫に伴って生じるバイオマス（既存燃料）は、以下の3種類が挙げられる。

- ・ パーム油
- ・ PKS
- ・ パームトランク

パーム油については、CPO とパームステアリンの 2 つのバイオマス燃料種を対象に、各々について搾油工程における廃液由来のメタン回収をするケース、しないケースの 2 種類の区分を設けた。

PKS、パームトランクについては、海上輸送によるライフサイクル GHG の排出が大きな割合を占めることから、主な生産国から日本までの距離を念頭に、6,500km、9,000km の 2 種類の距離の区分を設けるとともに、船のサイズについても Handy Size・Supramax の 2 種類の区分を設けた。

更に、パームトランクについては、原料生産国においてペレット化することを想定するとともに、乾燥工程の熱源として化石燃料を利用するケースとバイオマス燃料を利用するケースの 2 種類の区分を設けた。

各燃料のライフサイクル GHG の既定値の算定結果は以下のとおり。

表 2 CPO のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	メタン回収なし	メタン回収あり
栽培工程	19.32	
輸送工程（FFB 輸送）	1.21	
加工工程（搾油）	29.81	5.21
輸送工程（CPO 輸送）	4.03	
発電	0	
合計	54.37	29.77

表 3 パームステアリンのライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	メタン回収なし	メタン回収あり
栽培工程	19.67	
輸送工程（FFB 輸送）	1.24	
加工工程（搾油）	30.36	5.31
輸送工程（CPO 輸送）	0.15	
加工工程（精製）	1.49	
加工工程（分離）	0	
輸送工程 （パームステアリン輸送）	3.92	
発電	0	
合計	56.83	31.78

表 4 PKS のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
輸送工程（生産国内輸送）	0.66	
輸送工程（海上輸送）	7.33	4.68
輸送工程（日本国内輸送）	0.42	
発電	0.26	
合計	8.67	6.02

工程	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程（海上輸送）	10.15	6.48
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）		
合計	11.49	7.82

表 5 パームトランクのライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	乾燥：化石燃料利用 （造粒：系統電力利用）		乾燥：バイオマス利用 （造粒：系統電力利用）	
	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
輸送工程 （パームトランク収集）	0.83		1.06	
加工工程	31.32		15.20	
輸送工程（生産国内輸送）	0.55			
輸送工程（海上輸送）	3.11	2.01	3.11	2.01
輸送工程（日本国内輸送）	0.34			
発電	0.25			
合計	36.40	35.30	20.51	19.41

工程	乾燥：化石燃料利用 （造粒：系統電力利用）		乾燥：バイオマス利用 （造粒：系統電力利用）	
	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程（海上輸送）	4.30	2.78	4.30	2.78
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）				
合計	37.59	36.07	21.70	20.18

2023 年度から新たに追加された燃料（新規燃料）については、各工程や投入エネルギー等を参考に、今回策定する既定値は表 6 の 8 つとし、「ライフサイクル GHG の計算の起点」、「加工工程」、「バイオマス自家発電（あり/なし）」について整理した。

表 6 新規燃料の分類と条件

	カテゴリ	ライフサイクル GHG の計算の起点	加工工程		バイオマス自家発電	該当する新規燃料
			乾燥工程	ペレット化		
固体燃料	EFB（ペレット）	ペレット工場での加工工程*	あり（化石/バイオマスボイラで区分）	あり	なし（系統電力利用）	EFB
	ナッツ殻類（ペレット）	食品加工工場からの輸送工程	なし	あり	なし（系統電力利用）	くるみ殻 アーモンド殻 ピスタチオ殻 ピーナッツ殻 ヒマワリ種殻 カシューナッツ殻
	ココナッツ殻	食品加工工場からの輸送工程	なし	なし（破碎あり）	なし（系統電力利用）	ココナッツ殻
	コーンストロー（ペレット）	農園での収集工程	なし（自然乾燥想定）	あり	なし（系統電力利用）	コーンストロー
	サトウキビ茎葉（ペレット）	農園での収集工程	なし（自然乾燥想定）	あり	あり（バガス発電）	サトウキビ茎葉
	ベンコワン種子	農園からの輸送工程	なし	なし	なし	ベンコワン種子
	殻油搾油後のカシューナッツ殻	搾油工場での加工工程	なし	なし	なし	カシューナッツ殻（殻油搾油後のもの）
液体燃料	カシューナッツ殻油	搾油工場での加工工程	前処理・加水分解・固液/油水分離工程を適用するケース		あり（系統電力利用）	カシューナッツ殻油
					あり（残渣バイオマス利用）	

*EFB（ペレット）については、本来は搾油工場からペレット加工工場までの輸送工程から計上すべきだが、本既定値においては、ペレット加工工場が搾油工場に隣接しているものとしている。

新規燃料の分類ごとに、既定値の区分の設定は下記の通り設定している。

- EFB については乾燥工程における熱源として、重油熱源とバイオマス熱源の 2 種類の区分を設けるとともに、船のサイズについても Handy Size・Supramax の 2 種類の区分を設けた。
- ナッツ殻類、コーンストロー、サトウキビ茎葉、ベンコワン種子については、海上輸送によるライフサイクル GHG の排出が大きな割合を占めることから、主な生産国から日本までの距離を念頭に、2 種類の距離の区分を設けるとともに、船のサイズについても Handy Size・Supramax の 2 種類の区分を設けた。
- ココナッツ殻については、東南アジアからの輸送を想定し、船のサイズについて、Handy Size・Supramax の 2 種類の区分を設けた。
- カシューナッツ殻油については、加工工程における投入電力について、系統電力とバイオマス自家発電の 2 種類の区分を設けるとともに、主な生産国から日本までの距離を念頭に 2 種類の区分を設けた。

- ・ 殻油搾油後のカシューナツ殻については、主な生産国から日本までの距離を念頭に 2 種類の区分を設けた。

各燃料のライフサイクル GHG の既定値の算定結果は以下のとおり。

表 7 EFB ペレットのライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂eq/ MJ-燃料)

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
加工工程（乾燥）	3.91		0.016	
加工工程（洗浄・破碎・造粒）	16.04			
輸送工程（EFB ペレット生産国内輸送）	0.24			
輸送工程（EFB ペレット海上輸送）	4.09	2.64	4.09	2.64
輸送工程（EFB ペレット日本国内輸送）	0.32			
発電	0.26			
合計	24.85	23.41	20.96	19.52

表 8 ナツ殻類ペレットのライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	Handy Size 3,500km 輸送	Supramax 3,500km 輸送
輸送工程（ナツ殻類輸送）	0.38	
加工工程	11.98	
輸送工程（ナツ殻類ペレット生産国内輸送）	0.69	
輸送工程（ナツ殻類ペレット海上輸送）	1.59	1.03
輸送工程（ナツ殻類ペレット日本国内輸送）	0.32	
発電	0.26	
合計	15.23	14.67

工程	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程（ナツ殻類ペレット海上輸送）	4.09	2.64
（その他工程は 3,500km 輸送と同じため略）		
合計	17.72	16.28

表 9 ココナツ殻のライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂eq/ MJ-燃料)

工程	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程（ココナツ殻原料輸送）	0.22	
加工工程	1.15	
輸送工程（ココナツ殻生産国内輸送）	0.02	
輸送工程（ココナツ殻海上輸送）	7.90	5.05
輸送工程（ココナツ殻日本国内輸送）	0.32	
発電	0.26	
合計	9.87	7.02

表 10 コーンストローペレットのライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	Handy Size 3,500km 輸送	Supramax 3,500km 輸送
収集工程		0.97
輸送工程 (コーンストロー輸送)		0.23
加工工程		4.64
輸送工程 (コーンストローペレット生産国内輸送)		0.23
輸送工程 (コーンストローペレット海上輸送)	1.66	1.08
輸送工程 (コーンストローペレット日本国内輸送)		0.34
発電		0.26
合計	8.32	7.73

工程	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程 (コーンストローペレット海上輸送)	4.28	2.77
(その他工程は 3,500km 輸送と同じため略)		
合計	10.93	9.42

表 11 サトウキビ茎葉ペレットのライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂eq/ MJ-燃料)

工程	Handy Size 10,000km 輸送	Supramax 10,000km 輸送
収集工程		0.97
輸送工程 (サトウキビ茎葉輸送)		0.23
加工工程		0.037
輸送工程 (サトウキビ茎葉ペレット生産国内輸送)		1.81
輸送工程 (サトウキビ茎葉ペレット海上輸送)	4.75	3.07
輸送工程 (サトウキビ茎葉ペレット日本国内輸送)		0.34
発電		0.26
合計	8.39	6.71

工程	Handy Size 22,000km 輸送	Supramax 22,000km 輸送
輸送工程 (サトウキビ茎葉ペレット海上輸送)	10.45	6.76
(その他工程は 10,000km 輸送と同じため略)		
合計	14.09	10.40

表 12 ベンコワン種子のライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂eq/ MJ-燃料)

工程	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程 (ベンコワン種子生産国内輸送)		0.57
輸送工程 (ベンコワン種子海上輸送)	3.05	1.97
輸送工程 (ベンコワン種子日本国内輸送)		0.24
発電		0.26
合計	4.12	3.04

工程	Handy Size 26,000km 輸送	Supramax 26,000km 輸送
輸送工程 (ベンコワン種子海上輸送)	8.81	5.70
(その他工程は 9,000km 輸送と同じため略)		
合計	9.88	6.77

表 13 カシューナッツ殻油のライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂eq/ MJ-燃料)

工程	加工工程： 系統電力利用		加工工程： バイオマス自家発電利用	
	9,000km 輸送	26,000km 輸送	9,000km 輸送	26,000km 輸送
加工工程	6.11		0.05	
輸送工程（カシューナッツ殻 油生産国内輸送）	0.74			
輸送工程（カシューナッツ殻 油海上輸送）	3.19	9.21	3.19	9.21
輸送工程（カシューナッツ殻 油日本国内輸送）	0.14			
発電	0			
合計	10.17	16.20	4.12	10.14

表 14 殻油搾油後のカシューナッツ殻のライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂eq/ MJ-燃料)

工程	9,000km 輸送		26,000km 輸送	
	Handy Size	Supramax	Handy Size	Supramax
加工工程	0.80			
輸送工程（生産国内輸送）	0.59			
輸送工程（海上輸送）	6.80	4.35	15.80	12.55
輸送工程（日本国内輸送）	0.28			
発電	0.26			
合計	8.73	6.28	17.74	14.49

2. パーム油のライフサイクルGHG既定値の計算過程

2-1. CPO

(1) 対象工程等

<対象工程>

CPO はアブラヤシの果房の実を絞って生成される精製前の油である。CPO における対象工程は図 1 のとおり想定した。

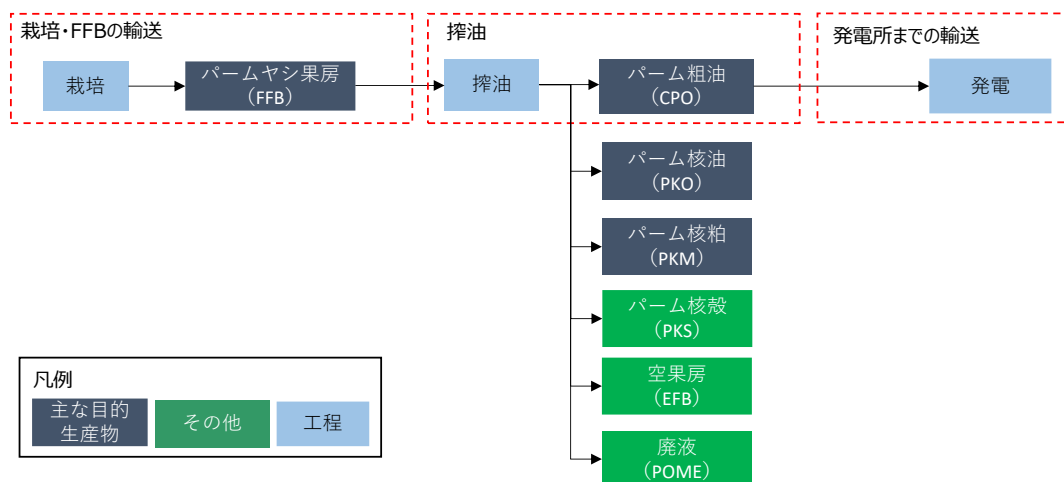


図 1 パーム油（CPO）のライフサイクル GHG 対象工程

<アロケーション>

アロケーションの対象に関して、FIT/FIP 制度においてはバイオマス種別に特定するものとしていることから、ここで対象を定めた。具体的には、産出物を「主な目的生産物」と「それ以外」に振り分け、搾油工程において供出される産出物のうち、パーム粗油（CPO）、パーム核油（PKO）、パーム核粕（PKM）を「主な目的生産物」と判断しアロケーションの対象とした。

アロケーションの比率については、FIT/FIP 制度においては熱量按分法とすることが定められており、本資料では EU RED2 の既定値の諸元を多く引用していることから、EU RED2 の既定値で用いられている CPO へのアロケーション比率 84%を用いるものとした。

表 15 EU RED2 の既定値で用いられている CPO へのアロケーション比率

Table 216 LHV of palm oil

Component	Weight fraction of FFB	Source	LHV _{-vap} (MJ/kg)	Source	Moisture	Output in allocat. def. LHV _{-vap}	LHV of dry part of moist biomass (MJ/kg)
Palm oil	0.200	1	37	6	0 %	7.393	37.0
Palm kernel meal	0.029	2, 3	16.4	2	10 %	0.481	16.7
Palm kernel oil	0.024	1	37	6	0 %	0.888	37
Excess nutshells	0.074	5	0 (*)	4	10 %	0.000	17.3
Allocation to crude palm oil			84 %		Total	8.762	

出典) JRC(2017a)

(2) 工程別の排出量の計算

<栽培工程>

栽培工程における各排出活動の排出量の計算結果は以下のとおり。

表 16 FFB 重量当たり得られる CPO 熱量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）に対する CPO 重量発生比率	0.1998	t-CPO/t-FFB wet	JRC(2017a)
② CPO 発熱量	37,000	MJ-CPO/t-CPO	JRC(2017a)
③ FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-CPO/t-FFB wet	=①×②

表 17 農機等による燃料消費による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの投入軽油	2.37	l-軽油/t-原料	JRC(2017a)
② 軽油発熱量	36	MJ/l-軽油	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ FFB（湿潤）当たり排出量	8,114	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②×③
⑤ FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-燃料/t-原料	表 16
⑥ CPO アロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑦ 当該排出活動の GHG 排出量	0.92	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=④/⑤×⑥

表 18 投入肥料（K₂O）の製造による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの酸化カリウム投入	9.18	kg/t-原料	JRC(2017a)
② 酸化カリウム製造排出原単位	413	g-CO ₂ eq/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ⁴
③ FFB（湿潤）当たり排出量	3,791	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②
④ FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-燃料/t-原料	表 16
⑤ CPO アロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑥ 当該排出活動の GHG 排出量	0.43	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

⁴ Rules to verify sustainability and greenhouse gas emissions saving criteria and low indirect land-use change-risk criteria

表 19 投入肥料（窒素系肥料）の製造による排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	FFB（湿潤）当たりの窒素系肥料投入	5.10	kg/t-原料	JRC(2017a)
②	窒素系肥料製造排出原単位	4,572	g-CO ₂ eq/kg	JRC(2017a)
③	FFB（湿潤）当たり排出量	23,317	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②
④	FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-燃料/t-原料	表 16
⑤	CPO アロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑥	当該排出活動の GHG 排出量	2.65	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

表 20 投入肥料（リン酸系肥料）の製造による排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	FFB（湿潤）当たりのリン酸系肥料投入	1.66	kg/t-原料	JRC(2017a)
②	リン酸系肥料製造排出原単位	544	g-CO ₂ eq/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ⁵
③	FFB（湿潤）当たり排出量	903	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②
④	FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-燃料/t-原料	表 16
⑤	CPO アロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑥	当該排出活動の GHG 排出量	0.10	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

表 21 投入肥料による排出（EFB コンポスト）による排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	FFB（湿潤）重量当たり EFB コンポスト由来メタン排出	4.10	kg-CH ₄ /t-原料	Jannick Schmidt(2007)
②	メタン GWP	25	—	FIT/FIP 制度における計算方法
③	FFB（湿潤）当たり排出量	102,500	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②×1,000
④	FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-燃料/t-原料	表 16
⑤	CPO アロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑥	当該排出活動の GHG 排出量	11.65	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

⁵ Rules to verify sustainability and greenhouse gas emissions saving criteria and low indirect land-use change-risk criteria

表 22 投入殺虫剤の製造による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの殺虫剤投入	0.74	kg/t-原料	JRC(2017a)
② 殺虫剤製造排出原単位	12,011	g-CO ₂ eq/kg	JRC(2017a)
③ FFB（湿潤）当たり排出量	8,888	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②
④ FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-燃料/t-原料	表 16
⑤ CPO アロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑥ 当該排出活動の GHG 排出量	1.01	g-CO ₂ eq/MJ - 燃料	=③/④×⑤

表 23 土壌からの窒素系肥料由来の N₂O 漏出の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの窒素肥料投入	5.10	kg/t-原料	JRC(2017a)
② 排出原単位（直接排出）	0.0097	kg-N ₂ O/kg	2022 年日本国温室効果ガスインベントリ報告書（0.62% [kg-N ₂ O-N/kg-N] ×44/ 28)
③ 排出原単位（間接排出・大気沈降）	0.0016	kg-N ₂ O/kg	2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値より導出（窒素肥料の揮散割合 0.10[kg-NH ₃ -N + NO _x -N/kg] ×排出係数 0.010 [kg-N ₂ O-N/kg-NH ₃ -N+NO _x -N]×44/ 28)
④ 排出原単位（間接排出・溶脱）	0.0035	kg-N ₂ O/kg	2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値より導出（溶脱流出する窒素の割合 0.30×排出係数 0.0075 [kg-N ₂ O-N/kg-N]×44/ 28)
⑤ N ₂ O の GWP	298	—	FIT/FIP 制度における計算方法
⑥ FFB（湿潤）当たり排出量	22,493	g-CO ₂ eq/t 原料	=①×（②+③+④）×⑤×1,000
⑦ FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-燃料/t-原料	表 16
⑧ CPO アロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑨ 当該排出活動の GHG 排出量	2.56	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑥/⑧×⑨

< 輸送工程（FFB 輸送） >

FFB 輸送工程における各排出活動の排出量の計算結果は以下のとおり。

表 24 FFB 輸送工程による排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	距離（農園→搾油工場）	50	km	JRC(2017a)
②	往復燃費 12t トラック	2.24	MJ-軽油 /tkm	JRC(2017a)
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g- CO ₂ eq/MJ- 軽油	JRC(2017a)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	213.0	g- CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017a)
⑥	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017a)
⑦	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g- CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g- CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出原単位	213.6	g- CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	FFB（湿潤）重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	t-原料/MJ-燃料	表 16
⑪	CPO へのアロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑫	当該工程の GHG 排出量	1.21	g- CO ₂ eq/MJ- 燃料	=①×⑨/⑩×⑪

<加工工程（搾油）>

搾油工程における排出量の計算結果は以下のとおり。なお、EU 既定値にならない、加工工程は算出値の 1.4 倍とした。

表 25 CPO 加工工程（搾油）の排出量の計算（メタン回収なし）

	諸元	値	単位	出典
①	投入電力	0.000078	MJ・電力/MJ・燃料	JRC(2017a)
②	投入軽油	0.00445	MJ・軽油/MJ・燃料	JRC(2017a)
③	電力排出係数（系統電力）	238.7	g-CO ₂ eq/MJ・電力	GREET2022 よりインドネシアの排出係数
④	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ・軽油	JRC(2017a)
⑤	PKS 及び繊維質の燃焼による CH ₄ 排出	0.000700	g-CH ₄ /MJ・燃料	JRC(2017a)
⑥	PKS 及び繊維質の燃焼による N ₂ O 排出	0.000996	g-N ₂ O/MJ・燃料	JRC(2017a)
⑦	POME 由来メタン発生（回収なし）	0.9844	g-CH ₄ /MJ・燃料	JRC(2017a)
⑧	電力由来の排出原単位	0.0186	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=①×③
⑨	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	0.42	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=②×④
⑩	PKS 及び繊維質の燃焼による CH ₄ 排出（CO ₂ 換算）	0.0175	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑤×25
⑪	PKS 及び繊維質の燃焼による N ₂ O 排出（CO ₂ 換算）	0.30	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑥×298
⑫	POME 由来メタン発生（回収なし）（CO ₂ 換算）	24.61	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑦×25
⑬	CPO へのアロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑭	当該工程の GHG 排出量	21.29	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	= (⑧+⑨+⑩+⑪+⑫) ×⑬
⑮	当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑭を 40%増）	29.81	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑭×1.4

表 26 CPO 加工工程（搾油）の排出量の計算（メタン回収あり）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.000078	MJ・電力/MJ・燃料	JRC(2017a)
② 投入軽油	0.00445	MJ・軽油/MJ・燃料	JRC(2017a)
③ 電力排出係数（系統電力）	238.7	g CO ₂ eq/MJ・電力	GREET2022 よりインドネシアの排出係数
④ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ・軽油	JRC(2017a)
⑤ PKS 及び繊維質の燃焼による CH ₄ 排出	0.000700	g-CH ₄ /MJ・燃料	JRC(2017 a)
⑥ PKS 及び繊維質の燃焼による N ₂ O 排出	0.000996	g-N ₂ O/MJ・燃料	JRC(2017 a)
⑦ POME 由来メタン発生（回収あり）	0.1477	g-CH ₄ /MJ・燃料	JRC(2017 a)
⑧ 電力由来の排出原単位	0.0186	g-CO ₂ eq/MJ・電力	=①×③
⑨ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	0.42	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=②×④
⑩ PKS 及び繊維質の燃焼による CH ₄ 排出（CO ₂ 換算）	0.0175	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑤×25
⑪ PKS 及び繊維質の燃焼による N ₂ O 排出（CO ₂ 換算）	0.30	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑥×298
⑫ POME 由来メタン発生（回収あり）（CO ₂ 換算）	3.69	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑦×25
⑬ CPO へのアロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑭ 当該工程の GHG 排出量	3.72	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	= (⑧+⑨+⑩+⑪+⑫) ×⑬
⑮ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑭を 40%増）	5.21	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑭×1.4

< 輸送工程（CPO 輸送） >

CPO 輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 27 CPO 輸送工程（生産国内輸送）による排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	距離（搾油工場→港）	120	km	JRC(2017a)
②	往復燃費	0.81	MJ-軽油/tkm	JRC(2017a)
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017a)
⑥	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017a)
⑦	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	37,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017a)
⑪	当該工程の GHG 排出量	0.25	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 28 CPO 海上輸送工程による排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	距離	9,000	km	尼馬代表港（遠距離）・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位（ケミカルタンカー）	0.158	MJ-重油/tkm	JRC(2017a)
③	重油排出係数	94.2	g-CO ₂ eq/MJ-重油	JRC(2017a)
④	バイオマス燃料発熱量	37,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017a)
⑤	当該工程の GHG 排出量	3.62	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②×③/④

表 29 CPO 輸送工程（日本国内輸送）による排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	輸送距離	20	km	第 12 回 WG 資料 4 を参考 に設定
②	往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	290.5	g-CO2eq/tkm	=②×③
⑤	CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017a)
⑥	N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017a)
⑦	CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧	N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出原単位	291.1	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	37,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017a)
⑪	当該工程の GHG 排出量	0.16	g-CO2eq/MJ-燃料	①×⑨/⑩

< 発電工程 >

発電工程における排出（メタン、N2O）については、EU RED2 のパーム油既定値や、第 12 回 WG における業界団体による報告に基づきゼロとした。

2-2. パームステアリン

(1) 対象工程等

<対象工程>

パームステアリンは、CPO を生成して得られる RBD パーム油を分離することでパームオレインとともに得られる。パームステアリンにおけるライフサイクル GHG の対象工程は、図 2 のとおり想定した。なお、精製・分離は生産国内で行われることを想定した。

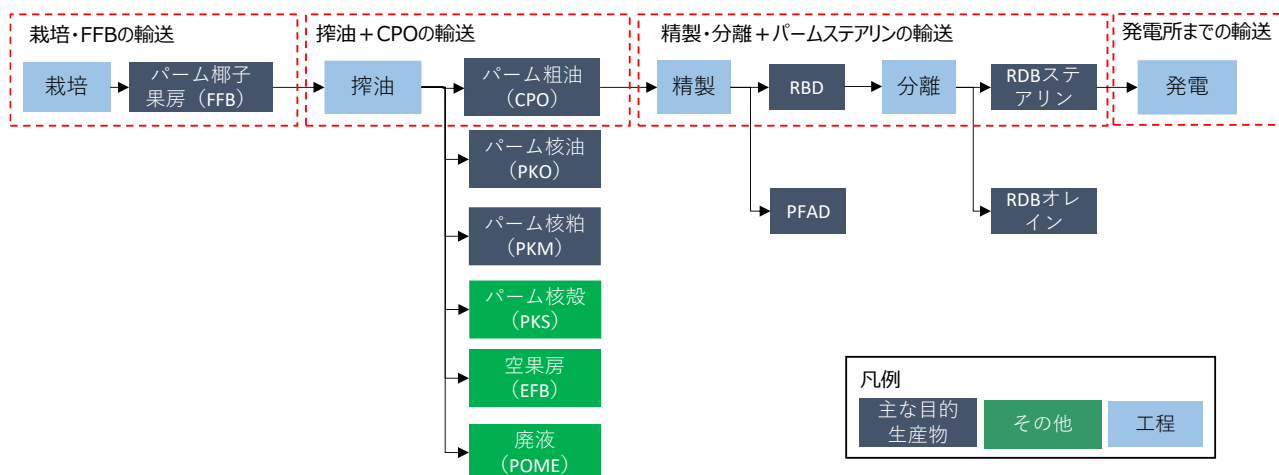


図 2 パーム油（パームステアリン）のライフサイクル GHG 対象工程

<アロケーション>

アロケーションの対象については、搾油工程で発生する算出物については CPO と同様に設定した。精製工程、分離工程では、図 2 のとおり主な目的生産物を想定し、アロケーションの対象とした。

搾油工程における CPO へのアロケーション比率については同様に 0.84 とした。精製工程、分離工程におけるアロケーションの比率は以下のとおりとした。

表 30 精製工程におけるアロケーションの比率

	①	②	③
	発生重量比率	発熱量 (MJ/t)	アロケーション比率
	NESTE	JRC(2017a)	$=① / \Sigma (① \times ②)$
RBD	0.9575	37000	0.9575
PFAD	0.0425	37000	0.0425

表 31 分離工程におけるアロケーションの比率

	①	②	③
	発生重量比率	発熱量 (MJ/t)	アロケーション比率
	第12回バイオWG資料4	第12回バイオWG資料4	$=① / \Sigma (① \times ②)$
パームステアリン	0.25	36,326	0.25
パームオレイン	0.75	36,326	0.75

(2) 工程別の排出量の計算

<栽培工程>

栽培工程における各排出活動の排出量の計算結果は以下のとおり。

表 32 FFB 重量当たり得られるパームステアリン熱量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）重量当たり CPO 重量発生比率	0.1998	t-CPO/t-FFB wet	JRC(2017a)
② CPO に対する RBD 重量発生比率	0.9575	t-RBD/t-CPO	NESTE 社ウェブサイト ⁶
③ RBD に対するパームステアリン重量発生比率	0.250	t-パームステアリン/t-RBD	第 12 回バイオ WG 資料 4
④ パームステアリン発熱量	36,326	MJ/t-パームステアリン	第 12 回バイオ WG 資料 4 記載の値から単位換算
⑤ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-パームステアリン/t-FFB wet	=①×②×③×④

表 33 農機等による燃料消費による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの軽油投入	2.37	l-軽油/t-原料	JRC(2017a)
② 軽油発熱量	36	MJ-軽油/l-軽油	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ FFB（湿潤）当たり排出量	8,114	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②×③
⑤ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-燃料/t-原料	表 32
⑥ パームステアリンへのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑦ 当該排出活動の GHG 排出量	0.94	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=④/⑤×⑥

⁶ <https://www.neste.com/products/all-products/raw-materials/pfad-residue-palm-oil-refining#b7a200a8> (2022 年 11 月 10 日閲覧) より、PFAD 発生比率の 3.5～ 5% 中央値を 100%から差し引いて算出

表 34 投入肥料（K₂O）の製造による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの酸化カリウム投入	9.18	kg/t-原料	JRC(2017a)
② 酸化カリウム製造排出原単位	413	g-CO ₂ eq/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ⁷
③ FFB（湿潤）当たり排出量	3,791	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②
④ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-燃料/t-原料	表 32
⑤ パームステアリンへのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑥ 当該排出活動の GHG 排出量	0.44	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

表 35 投入肥料（窒素系肥料）の製造による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの窒素系肥料投入	5.10	kg/t-原料	JRC(2017a)
② 窒素系肥料製造排出原単位	4,572	g-CO ₂ eq/kg	JRC(2017a)
③ FFB（湿潤）当たり排出量	23,317	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②
④ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-燃料/t-原料	表 32
⑤ パームステアリンへのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑥ 当該排出活動の GHG 排出量	2.70	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

表 36 投入肥料（リン酸系肥料）の製造による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりのリン酸系肥料投入	1.66	kg/t-原料	JRC(2017a)
② リン酸系肥料製造排出原単位	544	g-CO ₂ eq/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ⁸
③ FFB（湿潤）当たり排出量	903	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②
④ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-燃料/t-原料	表 32
⑤ パームステアリンへのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑥ 当該排出活動の GHG 排出量	0.10	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

⁷ Rules to verify sustainability and greenhouse gas emissions saving criteria and low indirect land-use change-risk criteria

⁸ Rules to verify sustainability and greenhouse gas emissions saving criteria and low indirect land-use change-risk criteria

表 37 投入肥料による排出（EFB コンポスト）による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）重量当たり EFB コンポスト由来メタン排出	4.10	kg-CH ₄ /t-原料	Jannick Schmidt(2007)
② メタン GWP	25	—	FIT/FIP 制度における計算方法
③ FFB（湿潤）当たり排出量	102,500	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②×1,000
④ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-燃料/t-原料	表 32
⑤ パームステアリンへのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑥ 当該排出活動の GHG 排出量	11.86	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

表 38 投入殺虫剤の製造による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの殺虫剤投入	0.74	kg/t-原料	JRC(2017a)
② 殺虫剤製造排出原単位	12,011	g-CO ₂ eq/kg	JRC(2017a)
③ FFB（湿潤）当たり排出量	8,888	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×②
④ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-燃料/t-原料	表 32
⑤ パームステアリンへのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑥ 当該排出活動の GHG 排出量	1.03	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③/④×⑤

表 39 土壌からの窒素系肥料由来の N₂O 漏出の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① FFB（湿潤）当たりの窒素肥料投入	5.10	kg/t-原料	JRC(2017a)
② 排出原単位（直接排出）	0.0097	kg-N ₂ O/kg	2022 年日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (0.62% [kg-N ₂ O-N/kg-N] ×44/ 28)
③ 排出原単位（間接排出・大気沈降）	0.0016	kg-N ₂ O/kg	2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値より導出（窒素肥料の揮散割合 0.10[kg-NH ₃ -N + NO _x -N/kg]×排出係数 0.010 [kg-N ₂ O-N/kg-NH ₃ -N+NO _x -N]×44/ 28)
④ 排出原単位（間接排出・溶脱）	0.0035	kg-N ₂ O/kg	2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値より導出（溶脱流出する窒素の割合 0.30×排出係数 0.0075 [kg-N ₂ O-N/kg-N]×44/ 28)
⑤ N ₂ O の GWP	298	—	FIT/FIP 制度における計算方法
⑥ FFB（湿潤）当たり排出量	22,493	g-CO ₂ eq/t-原料	=①×（②+③+④）×⑤×1,000
⑦ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-燃料/t-原料	表 32
⑧ パームステアリンへのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑨ 当該排出活動の GHG 排出量	2.60	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑥/⑦×⑧

< 輸送工程（FFB 輸送） >

FFB 輸送工程における各排出活動の排出量の計算結果は以下のとおり。

表 40 FFB 輸送工程による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離（農園→搾油工場）	50	km	JRC(2017a)
② 往復燃費 12t トラック	2.24	MJ-軽油/tkm	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	213.0	g-CO2eq/tkm	=②×③
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017a)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017a)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	213.6	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ FFB（湿潤）重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-燃料/t-原料	表 32
⑪ パームステアリンへのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑫ 当該工程の GHG 排出量	1.24	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩×⑪

<加工工程（搾油）>

搾油工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 41 CPO 発熱量当たり得られるパームステアリン熱量

	諸元	値	単位	出典
①	CPO 発熱量当たり発生する RBD 発熱量	0.9575	MJ-RBD/MJ-CPO	NESTE 社ウェブサイト ⁹
②	RBD 発熱量	37,000	MJ/t-RBD	JRC(2017a)
③	RBD に対するパームステアリン重量発生比率	0.250	t-パームステアリン/t-RBD	第 12 回バイオ WG 資料 4
④	パームステアリン発熱量	36,326	MJ/t-パームステアリン	第 12 回バイオ WG 資料 4 記載の値から単位換算
⑤	RBD 発熱量当たり発生するパームステアリン発熱量	0.245	MJ-パームステアリン/MJ-RBD	=③×④/②
⑥	CPO 発熱量当たり得られるパームステアリン熱量	0.235	MJ-パームステアリン/MJ-CPO	=①×⑤

表 42 CPO 加工工程（搾油）の排出量の計算（メタン回収なし）

	諸元	値	単位	出典
①	投入電力	0.000078	MJ-電力/MJ-原料	JRC(2017a)
②	投入軽油	0.00445	MJ-軽油/MJ-原料	JRC(2017a)
③	電力排出係数（系統電力）	238.7	g-CO ₂ eq/MJ-電力	GREET2022 よりインドネシアの排出係数
④	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
⑤	PKS 及び繊維質の燃焼による CH ₄ 排出	0.000700	g-CH ₄ /MJ-原料	JRC(2017a)
⑥	PKS 及び繊維質の燃焼による N ₂ O 排出	0.000996	g-N ₂ O/MJ-原料	JRC(2017a)
⑦	POME 由来メタン発生（回収なし）	0.9844	g-CH ₄ /MJ-原料	JRC(2017a)
⑧	電力由来の排出原単位	0.0186	g-CO ₂ eq/MJ-電力	=①×③
⑨	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	0.42	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=②×④
⑩	PKS 及び繊維質の燃焼による CH ₄ 排出（CO ₂ 換算）	0.0175	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=⑤×25
⑪	PKS 及び繊維質の燃焼による N ₂ O 排出（CO ₂ 換算）	0.30	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=⑥×298
⑫	POME 由来メタン発生（回収なし）（CO ₂ 換算）	24.61	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=⑦×25
⑬	CPO 熱量当たり得られるパームステアリン熱量	0.235	MJ-燃料/MJ-原料	表 41
⑭	パームステアリンのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑮	当該工程の GHG 排出量	21.69	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	= (⑧+⑨+⑩+⑪+⑫) /⑬×⑭
⑯	当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑮を 40%増）	30.36	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑮×1.4

⁹ <https://www.neste.com/products/all-products/raw-materials/pfad-residue-palm-oil-refining#b7a200a8> (2022 年 11 月 10 日閲覧) より、PFAD 発生比率の 3.5～ 5% 中央値を 100%から差し引いて算出

表 43 CPO 加工工程（搾油）の排出量の計算（メタン回収あり）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.000078	MJ・電力/MJ・原料	JRC(2017a)
② 投入軽油	0.00445	MJ・軽油/MJ・原料	JRC(2017a)
③ 電力排出係数（系統電力）	238.7	g-CO ₂ eq/MJ・電力	REET2022 によりインドネシアの排出係数
④ 軽油排出係数（（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない））	95.1	g-CO ₂ eq/MJ・軽油	JRC(2017a)
⑤ PKS 及び繊維質の燃焼による CH ₄ 排出	0.000700	g-CH ₄ /MJ・原料	JRC(2017a)
⑥ PKS 及び繊維質の燃焼による N ₂ O 排出	0.000996	g-N ₂ O/MJ・原料	JRC(2017a)
⑦ POME 由来メタン発生（回収あり）	0.1477	g-CH ₄ /MJ・原料	JRC(2017a)
⑧ 電力由来の排出原単位	0.0186	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=①×③
⑨ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	0.42	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=②×④
⑩ PKS 及び繊維質の燃焼による CH ₄ 排出（CO ₂ 換算）	0.0175	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=⑤×25
⑪ PKS 及び繊維質の燃焼による N ₂ O 排出（CO ₂ 換算）	0.30	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=⑥×298
⑫ POME 由来メタン発生（回収あり）（CO ₂ 換算）	3.69	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=⑦×25
⑬ CPO 熱量当たり得られるパームステアリン熱量	0.235	MJ・燃料/MJ・原料	表 41
⑭ パームステアリンのアロケーション比率（搾油工程以降）	0.201	—	表 15CPO へのアロケーション比率、表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑮ 当該工程の GHG 排出量	3.79	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	= (⑧+⑨+⑩+⑪+⑫) /⑬×⑭
⑯ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑮を40%増）	5.31	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑮×1.4

<輸送工程（CPO 輸送）>

CPO 輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 44 CPO 輸送工程の排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	距離（搾油工場→精製工場）	72	km	ヒアリングにより把握
②	往復燃費	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017a)
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	77.1	g-CO2eq/tkm	=②×③
⑤	CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017a)
⑥	N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017a)
⑦	CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧	N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	CPO 発熱量	37,000	MJ/t-原料	JRC(2017a)
⑪	CPO 熱量当たり得られるパームステアリン熱量	0.235	MJ-燃料/MJ-原料	表 41
⑫	パームステアリンへのアロケーション比率（CPO 輸送工程以降）	0.239	—	表 30RBD へのアロケーション比率、表 31 パームステアリンのアロケーション比率を乗じて算出
⑬	CPO 輸送（生産国内）工程の GHG 排出	0.15	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×②×③/⑩/⑪×⑫

<精製工程>

CPO 精製工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 45 RBD 発熱量当たり得られるパームステアリン発熱量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	RBD 発熱量	37,000	MJ/t-RBD	JRC(2017a)
②	RBD に対するパームステアリン重量発生比率	0.25	t-パームステアリン/t-RBD	第 12 回バイオ WG 資料 4 記載の値から単位換算
③	パームステアリン発熱量	36,326	MJ/t-パームステアリン	第 12 回バイオ WG 資料 4 記載の値から単位換算
④	RBD 発熱量当たり得られるパームステアリン発熱量	0.245	MJ-パームステアリン/MJ-RBD	=②×③/①

表 46 CPO 精製工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.00116	MJ・電力/MJ・原料	JRC(2017a)
② 投入リン酸	0.00002	kg/MJ 原料	JRC(2017a)
③ 投入酸性白土 (Bleaching earth)	0.00025	kg/MJ・原料	JRC(2017a)
④ 投入蒸気(NG boiler)	0.0116	MJ・蒸気/MJ・原料	JRC(2017a)
⑤ 電力排出係数 (系統電力)	238.7	g-CO ₂ eq/MJ・電力	GREET2022 によりインドネシアの排出係数
⑥ リン酸排出係数	3,124.7	g-CO ₂ eq/kg	JRC(2017a)
⑦ 酸性白土排出係数	199.8	g-CO ₂ eq/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ¹⁰
⑧ 蒸気由来の CH ₄ 排出係数(NG boiler)	0.0028	g-CH ₄ /MJ・蒸気	JRC(2017a)
⑨ 蒸気由来の N ₂ O 排出係数(NG boiler)	0.0011	g-N ₂ O/MJ・蒸気	JRC(2017a)
⑩ 蒸気由来の CO ₂ 排出	56.2	g-CO ₂ /MJ・蒸気	JRC(2017a)
⑪ 電力由来の GHG 排出	0.28	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=①×⑤
⑫ リン酸由来の GHG 排出	0.06	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=②×⑥
⑬ 酸性白土由来の GHG 排出	0.05	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=
⑭ 蒸気由来の CH ₄ 排出	0.0008	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=④×⑧×25
⑮ 蒸気由来の N ₂ O 排出	0.0038	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=④×⑨×298
⑯ 蒸気由来の CO ₂ 排出	0.6519	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=④×⑩
⑰ RBD 発熱量当たり得られるパームステアリン発熱量	0.245	MJ・燃料/MJ・原料	表 32
⑱ パームステアリンへのアロケーション比率 (精製工程以降)	0.25	—	表 31 パームステアリンのアロケーション比率
⑲ 当該工程の GHG 排出量	1.07	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=(⑩+⑪+⑫+⑬+⑭+⑮+⑯)×⑱/⑰
⑳ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため⑲を 40%増))	1.49	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑲×1.4

<分離工程>

分離工程については、ヒアリングや文献調査¹¹の結果、常温で液体のパームオレインと固体のパームステアリンに分離されることが明らかとなったため、排出量は計上しない。

¹⁰ Rules to verify sustainability and greenhouse gas emissions saving criteria and low indirect land-use change-risk criteria

¹¹ パームステアリンの液相酸素酸化反応と生成物の分離 (鳥羽,1990) 日本油化学会誌 第 39 巻第 5 号

＜パームステアリン輸送工程＞

パームステアリン輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。なお、パームステアリンの輸送時の加温は、輸送動力用エンジンの排熱が利用されていることから計上していない。

表 47 パームステアリン輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	35	km	発電所立地情報から保守的に設定
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017a)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017a)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	36,326	MJ-燃料/t-燃料	第 12 回 WG 資料 4 記載の値から単位換算
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.07	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 48 パームステアリン海上輸送工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	尼馬代表港（遠距離）-日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（ケミカルタンカー）	0.158	MJ-重油/tkm	JRC(2017a)
③ 重油排出係数	94.2	g-CO ₂ eq/MJ-重油	JRC(2017a)
④ バイオマス燃料発熱量	36,326	MJ-燃料/t-燃料	第 12 回 WG 資料 4 記載の値から単位換算
⑤ 当該工程の GHG 排出量	3.69	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②×③/④

表 49 パームステアリン輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	距離	20	km	第 12 回 WG 資料 4 を参考に設定
②	往復燃費 10tトラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	290.5	g-CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017a)
⑥	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017a)
⑦	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出原単位	291.1	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	36,326	MJ-燃料/t-燃料	第 12 回 WG 資料 4 記載の値から単位換算
⑪	当該工程の GHG 排出量	0.16	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

< 発電工程 >

発電工程における排出（メタン、N₂O）については、EU RED2 の既定値・第 12 回 WG 資料 4 における業界団体による報告とともに計上していないことに倣った。

3. PKSのライフサイクルGHG既定値の計算過程

(1) 対象工程等

<対象工程>

PKSはオイルパームの実の核を囲った殻を砕いた残渣であり、パーム椰子の実の搾油工程において発生するバイオマスである。PKSにおけるライフサイクルGHGの対象工程は、図3のとおり想定した。なお、PKSは主な目的生産物ではないものと判断し、搾油工場からの輸送工程以降の排出量を計上するものとした。

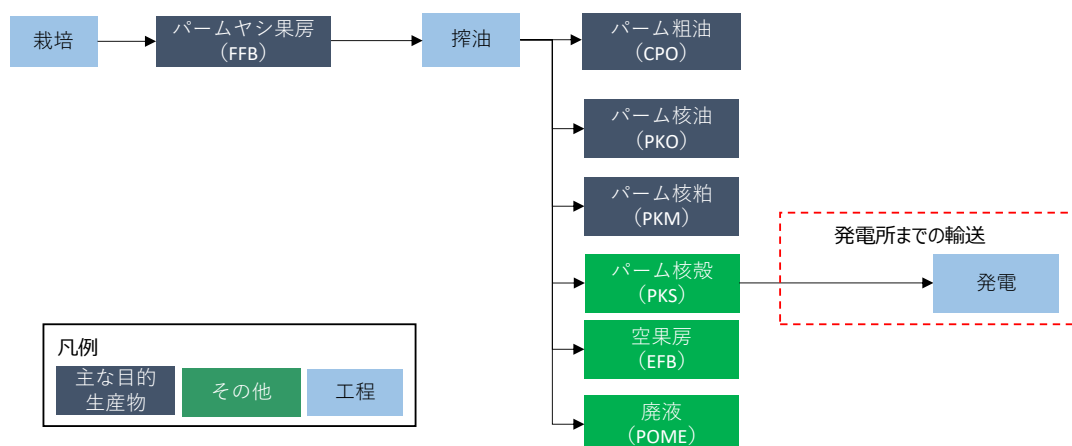


図3 PKSのライフサイクルGHG対象工程

<海上輸送の扱い>

なお、海上輸送に関しては、第10回WGにおいて復路便の扱いを定めた。具体的には、特定の航路パターンを取らない場合は空荷輸送の比率を全航海距離の30%と設定するものとし、これらの判断は暫定的にバイオマス種別に設定するものとした。これに対し、第9回WGにおいて、PKSについては特定の航海パターンを取らないことが報告されていることから、海上輸送の排出量に関しては、空荷輸送の比率を全航海距離の30%と設定する値を用いるものとした。

(2) 工程別の排出量の計算

<輸送工程>

PKS の生産国内の輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 50 PKS 輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離 (搾油工場→港)	120	km	JRC(2017a)
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	14,020	MJ-燃料/t-燃料	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
⑪ 当該工程の排出量	0.66	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

海上輸送距離については、マレーシア、インドネシア産を念頭に、日本から距離が遠い代表港として 9,000km、距離が近い代表港として 6,500km の輸送距離とした。

海上輸送の GHG 排出原単位として、空荷輸送の比率を全航海距離の 30%と想定した EU RED2 既定値で用いられている排出原単位を引用した。EU RED2 既定値で用いられている排出原単位（JRC(2017b)）を用いて、かさ密度 0.3t/m³ を想定した値を用いるものとした。PKS の海上輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 51 PKS 海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size・6,500km 輸送の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	6,500	km	尼馬代表港（遠距離）-日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.3t/m ³ 、Handy Size）	15.8	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	14,020	MJ-燃料/t-燃料	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
④ 当該工程の GHG 排出量	7.33	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 52 PKS 海上輸送工程の排出量の計算 (Handy Size・9,000km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	尼馬代表港（中距離）-日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 （かさ密度 0.3t/m ³ 、 Handy Size）	15.8	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	14,020	MJ-燃料/t-燃料	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
④ 当該工程の GHG 排出量	10.15	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 53 PKS 海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax・6,000km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	6,500	km	尼馬代表港（中距離）-日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 （かさ密度 0.3t/m ³ 以上、 Supramax）	10.10	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	14,020	MJ-燃料/t-燃料	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
④ 当該工程の GHG 排出量	4.68	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 54 PKS 海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax・9,000km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	尼馬代表港（遠距離）-日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 （かさ密度 0.3t/m ³ 以上、 Supramax）	10.10	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	14,020	MJ-燃料/t-燃料	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
④ 当該工程の GHG 排出量	6.48	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 55 PKS 輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	第 12 回 WG 資料 3 を参考に設定
② 往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	291.0	g-CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	14,020	MJ-燃料/t-燃料	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.42	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

＜発電工程＞

発電工程の排出については、EU RED2 既定値で用いられている農業残渣の既定値を用いて計算した。

表 56 発電工程の排出量の計算

諸元		値	単位	出典
①	CH ₄ 排出量（農業残渣）	0.002	g-CH ₄ /MJ-農業残渣	JRC(2017b)
②	N ₂ O 排出量（農業残渣）	0.0007	g-N ₂ O/MJ-農業残渣	JRC(2017b)
③	発電工程の排出量	0.26	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×25+②×298

4. パームトランクのライフサイクルGHG既定値の計算過程

(1) 対象工程等

<対象工程>

パームトランク(OPT)は、パームヤシの実(FFB)を栽培する際に発生する古木であり、パーム農園で発生する。パームトランクは搾油工場に収集され、搾油工場に併設された設備においてペレット化されることでバイオマス燃料として活用される。対象工程としては、農園からペレット工場(搾油工場に併設されていることを想定)までの輸送以降の排出を計上するものとした。対象工程は以下のとおりである。

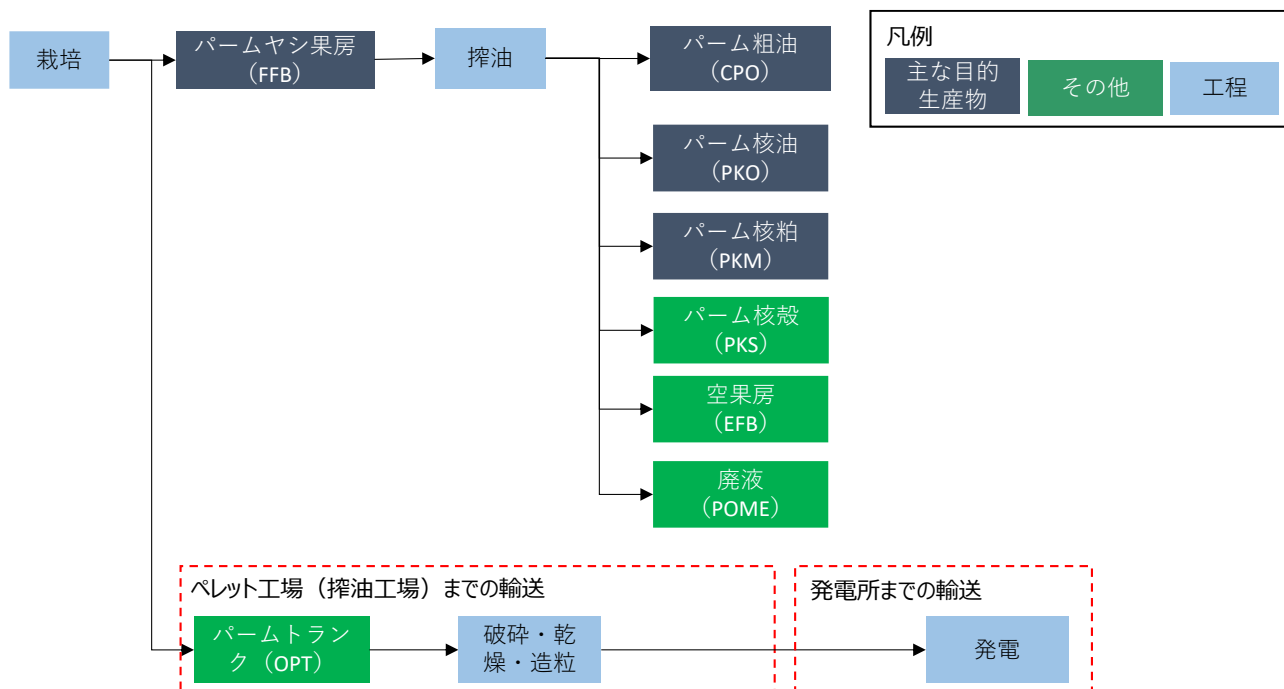


図 4 パームトランクペレットのライフサイクル GHG 対象工程

<海上輸送の扱い>

海上輸送に関しては、第9回WGにおいてペレットについては特定の航海パターンを取らないことが報告されていることから、海上輸送の排出量に関しては、空荷輸送の比率を全航海距離の30%と設定する値を用いるものとした。

(2) 工程別の排出量の計算

＜輸送工程（パームトランク収集）＞

パームトランク発生地点（農園）から搾油工場までの輸送における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 57 パームトランク輸送工程（パームトランク収集）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離（農園→搾油工場）	50	km	JRC(2017a)
② 往復燃費 12t トラック	2.24	MJ-軽油/tkm	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	213.0	g-CO2eq/tkm	=②×③
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	213.6	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ パームトランクの重量当たり発熱量	13,300	MJ-原料/t-原料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に含水率 30%を想定）
⑪ ペレット 1MJ に要する原料パームトランクの熱量（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）	1.035	MJ-原料/MJ-燃料	JRC(2017b)（自然乾燥後の原木比率）
⑫ 当該工程の GHG 排出量	0.83	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩×⑪

表 58 パームトランク輸送工程（パームトランク収集）の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離（農園→搾油工場）	50	km	JRC(2017a)
② 往復燃費 12t トラック	2.24	MJ-軽油/tkm	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	213.0	g-CO2eq/tkm	=②×③
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	213.6	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ パームトランクの重量当たり発熱量	13,300	MJ-原料/t-原料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に含水率 30%を想定）
⑪ ペレット 1MJ に要する原料パームトランクの熱量（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）	1.32	MJ-原料 /MJ-燃料	JRC(2017b)（自然乾燥後の原木比率）
⑫ 当該工程の GHG 排出量	1.06	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩×⑪

＜加工工程（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）＞

パームトランクをペレット化する際に、乾燥熱源に化石燃料を利用する場合の加工工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 59 パームトランク加工工程（破碎）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.003357	MJ-軽油/MJ-原料	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ CH4 排出原単位（破碎機械利用時）	0.0000092	g-CH4/MJ-原料	JRC(2017b)
④ N2O 排出原単位（破碎機械利用時）	0.0000385	g-N2O/MJ-原料	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（破碎機械利用時）CO2 換算	0.00023	g-CO2eq/MJ-原料	=③×25
⑥ N2O 排出原単位（破碎機械利用時）CO2 換算	0.01147	g-CO2eq/MJ-原料	=④×298
⑦ 破碎後 1MJ 当たりの破碎工程の GHG 排出原単位	0.33	g-CO2eq/MJ-原料	=①×②+⑤+⑥
⑧ ペレット 1MJ に要する原料パームトランクの熱量（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）	1.01	MJ-原料 /MJ-燃料	JRC(2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	0.33	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑦/⑧
⑩ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑨を 20%増）	0.40	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑨×1.2

表 60 パームトランク加工工程（乾燥）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入熱量（蒸気）	0.185	MJ・蒸気 MJ・燃料	JRC(2017b)
② 天然ガスボイラ効率	0.9	MJ・蒸気/MJ・天然ガス	JRC(2017b)
③ 天然ガス排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	66	g-CO2eq/MJ・天然ガス	JRC(2017b)
④ 天然ガスボイラ排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	73.3	g-CO2eq/MJ・蒸気	=③/②
⑤ 天然ガスボイラ燃焼時 CH4 排出原単位	0.0028	g-CH4/MJ・蒸気	JRC(2017b)
⑥ 天然ガスボイラ燃焼時 N2O 排出原単位	0.00112	g-N2O/MJ・蒸気	JRC(2017b)
⑦ 天然ガスボイラ・CH4 排出原単位（CO2 換算）	0.07	g-CO2eq/MJ・蒸気	=⑤×25
⑧ 天然ガスボイラ・N2O 排出原単位（CO2 換算）	0.33376	g-CO2eq/MJ・蒸気	=⑥×298
⑨ 当該工程の GHG 排出量	13.64	g-CO2eq/MJ・燃料	=①×（④+⑦+⑧）
⑩ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑨を 20%増）	16.37	g-CO2eq/MJ・燃料	=⑨×1.2

表 61 パームトランク加工工程（造粒）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.050	MJ・電力/MJ・ペレット	JRC(2017b)
② 電力排出係数（系統電力）	238.7	g-CO2eq/MJ・電力	GREET2022 よりインドネシアの排出係数
③ 電力由来の排出原単位	11.94	g-CO2eq/MJ・燃料	=①×②
④ 投入軽油	0.0020	MJ・軽油/MJ・燃料	JRC (2017b)
⑤ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ・軽油	JRC (2017b)
⑥ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	0.19	g-CO2eq/MJ・軽油	=④×⑤
⑦ CH4 排出原単位（ペレット化工程全体）	0.00000153	g-CH4/MJ・燃料	JRC (2017b)
⑧ N2O 排出原単位（ペレット化工程全体）	0.00000640	g-N2O/MJ・燃料	JRC (2017b)
⑨ CH4 排出原単位（ペレット化工程全体）CO2 換算	0.00004	g-CO2eq/MJ・燃料	=⑦×25
⑩ N2O 排出原単位（ペレット化工程全体）CO2 換算	0.00191	g-CO2eq/MJ・燃料	=⑧×298
⑪ 当該工程の GHG 排出量	12.13	g-CO2eq/MJ 燃料	=③+⑥+⑨+⑩
⑫ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑪を 20%増）	14.55	g-CO2eq/MJ・燃料	=⑪×1.2

＜加工工程（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）＞

パームトランクをペレット化する際に、乾燥熱源にバイオマスを利用する場合の加工工程における排出量の計算結果は以下のとおり。なお、造粒工程の排出量は、乾燥熱源に化石燃料を利用する場合と同じ値である。

表 62 パームトランク加工工程（破碎）の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

	諸元	値	単位	出典
①	投入軽油	0.003357	MJ・軽油/MJ・原料	JRC(2017b)
②	軽油排出係数 (燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない)	95.1	g-CO ₂ eq/MJ・軽油	JRC(2017b)
③	CH ₄ 排出原単位 (破碎機械利用時)	0.0000092	g-CH ₄ /MJ・原料	JRC(2017b)
④	N ₂ O 排出原単位 (破碎機械利用時)	0.0000385	g-N ₂ O/MJ・原料	JRC(2017b)
⑤	CH ₂ 排出原単位 (破碎機械利用時) CO ₂ 換算	0.00023	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=③×25
⑥	N ₂ O 排出原単位 (破碎機械利用時) CO ₂ 換算	0.01147	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=④×298
⑦	破碎後 1MJ 当たりの破碎工程の GHG 排出原単位	0.33	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=①×②+⑤+⑥
⑧	ペレット 1MJ に対する原料 パームトランクの熱量 (乾燥熱源にバイオマスを利用する場合)	1.291	MJ・原料 /MJ・燃料	JRC(2017b)
⑨	当該工程の GHG 排出量	0.427	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑦×⑧
⑩	当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため⑨を 20%増)	0.51	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑨×1.2

表 63 パームトランク加工工程（乾燥）の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

	諸元	値	単位	出典
①	投入熱量 (蒸気)	0.239	MJ・蒸気/MJ・燃料	JRC(2017b)
②	ウッドチップボイラ・CO ₂ 排出原単位	0	g-CO ₂ eq/MJ・蒸気	バイオマス由来の排出は計上しない
③	ウッドチップボイラ・CH ₄ 排出原単位	0.005751	g-CH ₄ /MJ・蒸気	JRC(2017b)
④	ウッドチップボイラ・N ₂ O 排出原単位	0.001150	g-N ₂ O/MJ・蒸気	JRC(2017b)
⑤	ウッドチップボイラ・CH ₄ 排出原単位 (CO ₂ 換算)	0.144	g-CO ₂ eq/MJ・蒸気	=③×25
⑥	ウッドチップボイラ・N ₂ O 排出原単位 (CO ₂ 換算)	0.343	g-CO ₂ eq/MJ・蒸気	=④×298
⑦	当該工程の GHG 排出量	0.12	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=①×(②+⑤+⑥)
⑧	当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため⑦を 20%増)	0.14	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑦×1.2

< 輸送工程（パームトランクペレット輸送） >

搾油工場から生産国内、海上輸送、日本国内を含むパームトランクペレットの輸送における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 64 パームトランクペレット輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離（搾油工場→港）	120	km	JRC(2017a)
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.55	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

海上輸送の GHG 排出原単位として、空荷輸送の比率を全航海距離の 30%と想定した EU RED2 既定値で用いられている排出原単位を引用した。日本国内における木質ペレットの品質基準として、かさ密度 0.65-0.7t/ m³ とする木質ペレットの品質基準があることから¹²、かさ密度 0.65t/m³ の排出原単位を引用した。

表 65 パームトランクペレット海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size 6,500km 輸送）

諸元	値	単位	出典
① 距離	6,500	km	尼馬代表港（中距離）-日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Handy Size）	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
④ 当該工程の GHG 排出量	3.11	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

¹² <https://www.nedo.go.jp/content/100932088.pdf> （2022 年 11 月 10 日閲覧）

表 66 パームトランクペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Handy Size 9,000km 輸送)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	尼馬代表港 (遠距離) - 日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Handy Size)	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b) (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	4.30	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 67 パームトランクペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax 6,500km 輸送)

諸元	値	単位	出典
① 距離	6,500	km	尼馬代表港 (中距離) - 日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Handy Size)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b) (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	2.01	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 68 パームトランクペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax 9,000km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	尼馬代表港 (遠距離) - 日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Handy Size)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b) (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	2.78	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 69 パームトランクペレット輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	第 12 回 WG 資料 3 を参考に設定
② 往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g ⁻ CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	291.0	g ⁻ CO2eq/tkm	=②×③
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g ⁻ CO2eq/tkm	=④×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g ⁻ CO2eq/tkm	=⑤×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g ⁻ CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	同上（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.34	g ⁻ CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

<発電工程>

発電工程の排出については、EU RED2 既定値で用いられている木質ペレットの既定値を用いて計算した。

表 70 発電工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① CH4 排出量（ペレット）	0.00297	g-CH4/MJ-ペレット	JRC(2017b)
② N2O 排出量（ペレット）	0.00059	g-N2O/MJ-ペレット	JRC(2017b)
③ 発電工程の排出量	0.25	g-CO2eq/MJ-燃料	① ×25+②×298

5. 新規燃料のライフサイクル GHG 既定値の計算過程

5-1. EFB (ペレット)

(1) 対象工程等

<対象工程>

EFB はオイルパームの果房から実を除いた残渣である。EFB (ペレット) における対象工程は図 5 のとおり想定した。

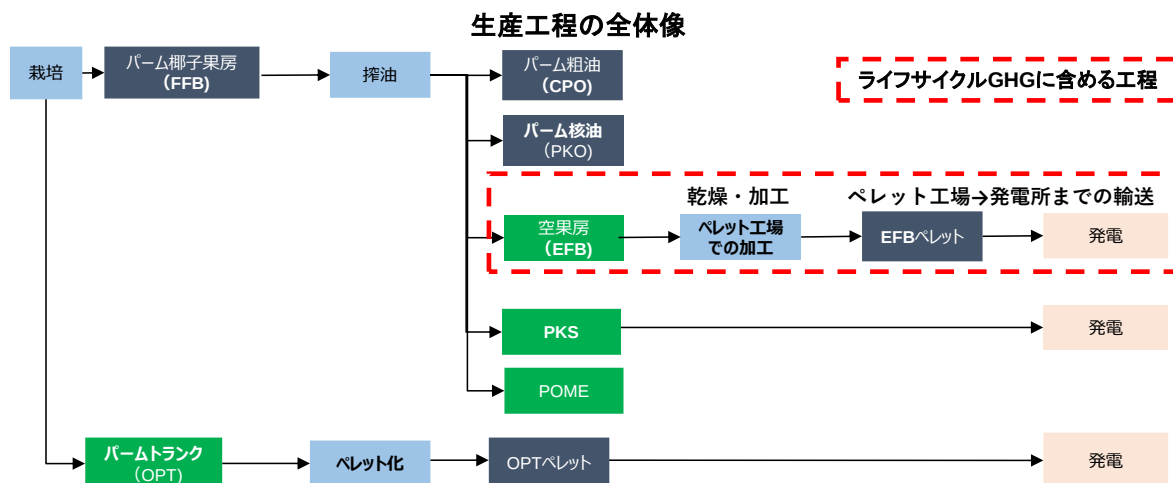


図 5 EFB (ペレット) のライフサイクル GHG 対象工程

(2) 工程別の排出量の計算

<乾燥工程>

EFB の乾燥工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 71 EFB 乾燥工程の排出量の計算 (天然ガス熱源)

諸元	値	単位	出典
① 投入熱量 (蒸気)	795	MJ-蒸気/t-燃料	Nasrin et al (2017)
② 天然ガスボイラ効率	0.9	MJ-蒸気/MJ-天然ガス	JRC(2017b)
③ 天然ガス排出係数 (燃焼時のメタン・N2O 含まない)	66	g-CO2eq/MJ-天然ガス	JRC(2017b)
④ 天然ガスボイラ排出原単位 (燃焼時のメタン・N2O 含まない)	73.3	g-CO2eq/MJ-蒸気	=③/②
⑤ 天然ガスボイラ燃焼時 CH4 排出原単位	0.0028	g-CH4/MJ-蒸気	JRC(2017b)
⑥ 天然ガスボイラ燃焼時 N2O 排出原単位	0.00112	g-N2O/MJ-蒸気	JRC(2017b)
⑦ 天然ガスボイラ・CH4 排出原単位 (CO2 換算)	0.07	g-CO2eq /MJ-蒸気	=⑤×25
⑧ 天然ガスボイラ・N2O 排出原単位 (CO2 換算)	0.33376	g-CO2eq /MJ-蒸気	=⑥×298
⑨ ペレット重量当たり乾燥工程 GHG 排出量	58,621	g-CO2eq/t-燃料	=①×(④+⑦+⑧)
⑩ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	3.26	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑨/⑩
⑫ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため 20%増)	3.91	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑪×1.2

表 72 EFB 乾燥工程の排出量の計算（バイオマス熱源）

諸元	値	単位	出典
① 投入蒸気熱量	795	MJ-蒸気/t-燃料	Nasrin et al (2017)
② バイオマスボイラ効率	0.85	MJ-蒸気/MJ-バイオマス	JRC(2017b)
③ 蒸気製造用バイオマス投入熱量	935	MJ-バイオマス/t-燃料	=①/②
④ バイオマス排出係数（メタン・N ₂ O）	0.26	g-CO ₂ eq/MJ-バイオマス	JRC(2017b)
⑤ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑥ 当該工程の GHG 排出量	0.013	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③×④/⑤
⑦ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 20%増）	0.016	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑥×1.2

<加工工程（洗浄・破碎・造粒）>

EFB の加工工程（洗浄・破碎・造粒）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 73 EFB 加工工程（洗浄・破碎・造粒）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	280	kWh/t-燃料	Nasrin et al (2017)を基に設定
② 電力排出係数（系統電力）	0.859	kg-CO ₂ eq/kWh	GREET2022 よりインドネシアの排出係数
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	13.37	g-CO ₂ eq /MJ-燃料	=①×②/③
⑤ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 20%増）	16.04	g-CO ₂ eq /MJ-燃料	=④×1.2

<輸送工程>

EFB ペレットの輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 74 EFB ペレット輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	55	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.24	g-CO ₂ eq/ MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 75 EFB ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Handy Size の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	インドネシア代表港-日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size)	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	4.09	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 76 EFB ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	インドネシア代表港-日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	2.64	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 77 EFB ペレット輸送工程 (日本国内輸送) の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 4 を参考に設定
② 往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数 (燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない)	95.1	g-CO ₂ eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位 (燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない)	291.0	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位 (トラック利用時)	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位 (トラック利用時)	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位 (トラック利用時) CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位 (トラック利用時) CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.32	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

<発電工程>

EFB ペレットの発電工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 78 発電工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① CH ₄ 排出量 (農業残渣)	0.002	g-CH ₄ /MJ-農業残渣	JRC(2017b)
② N ₂ O 排出量 (農業残渣)	0.0007	g-N ₂ O/MJ-農業残渣	JRC(2017b)
③ 発電工程の GHG 排出量	0.26	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×25+②×298

5-2. ナッツ殻類（ペレット）

（1）対象工程等

＜対象工程＞

ナッツ殻類（ペレット）における対象工程は図 6 のとおり想定した。

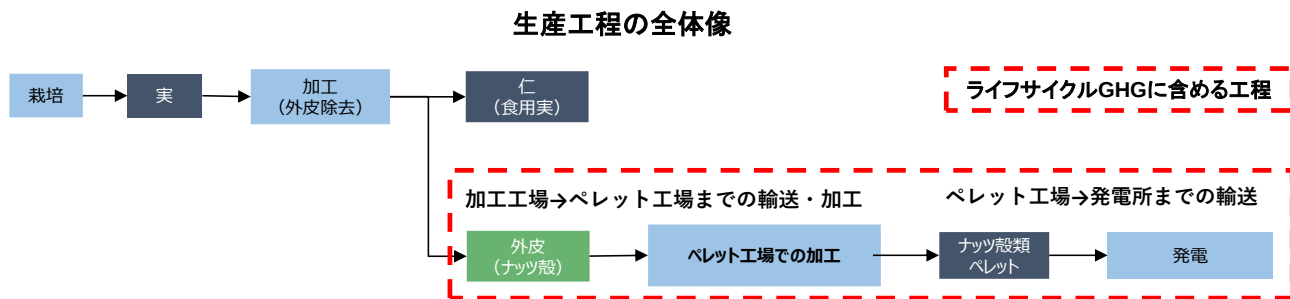


図 6 ナッツ殻類（ペレット）のライフサイクル GHG 対象工程

（2）工程別の排出量の計算

＜原料輸送工程＞

ナッツ殻類の輸送工程における排出活動の排出量の計算結果は以下のとおり。

表 79 ナッツ殻類輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	88	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
② 往復燃費 40tトラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	77.1	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ 農業残渣由来ペレット歩留まり	1.01	MJ-原料/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑪ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑫ 当該工程の GHG 排出量	0.38	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨×⑩/⑪

<加工工程（破碎・造粒）>

ナッツ殻類の加工工程（破碎・造粒）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 80 ナッツ殻類加工工程（破碎）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入熱量	0.00336	MJ-軽油/MJ-原料	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ 軽油由来の CO ₂ 排出（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	0.32	g-CO ₂ eq/MJ-原料	JRC(2017b)
④ CH ₄ 排出原単位（破碎工程）	0.0000026	g-CH ₄ /MJ-原料	JRC(2017b)
⑤ N ₂ O 排出原単位（破碎工程）	0.0000107	g-N ₂ O/MJ-原料	JRC(2017b)
⑥ CH ₄ 排出（破碎工程）CO ₂ 換算	0.00006	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=④×25
⑦ N ₂ O 排出（破碎工程）CO ₂ 換算	0.00319	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=⑤×298
⑧ 農業残渣由来ペレット歩留まり	1.01	MJ-原料/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	0.33	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③+⑥+⑦
⑩ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 20%増）	0.39	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑨×1.2

表 81 ナッツ殻類加工工程（造粒）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.05	MJ-電力/MJ-燃料	JRC(2017b)
② 電力排出係数（系統電力）	193.17	g-CO ₂ eq/MJ-電力	REET2022 より中国の排出係数
③ 当該工程の GHG 排出量	9.66	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 20%増）	11.59	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③×1.2

<輸送工程>

ナッツ殻類ペレットの輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 82 ナッツ殻類ペレット輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	160	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298

⑨	陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪	当該工程の GHG 排出量	0.69	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 83 ナッツ殻類ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Handy Size・3,500km の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	3,500	km	中国代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size)	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.59	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 84 ナッツ殻類ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Handy Size・9,000km の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	米国代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size)	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	4.09	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 85 ナッツ殻類ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax・3,500km の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	3,500	km	中国代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.03	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 86 ナッツ殻類ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax・9,000km の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	米国代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	2.64	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 87 ナッツ殻類ペレット輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 4 を参考に設定
② 往復燃費 10tトラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	291.0	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.32	g-CO2eq /MJ-燃料	=①×⑨/⑩

< 発電工程 >

ナッツ殻類ペレットの発電工程における排出活動の排出量の計算結果は以下のとおり。

表 88 発電工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① CH4 排出量（農業残渣）	0.002	g-CH4/MJ 農業残渣	JRC(2017b)
② N2O 排出量（農業残渣）	0.0007	g-N2O/MJ 農業残渣	JRC(2017b)
③ 発電工程の GHG 排出量	0.26	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×25+②×298

5-3. ココナッツ殻

(1) 対象工程等

<対象工程>

ココナッツ殻の原料は、ココヤシの内果皮（胚乳を囲っている堅い殻）である。内果皮は透水性が殆どなく、含水率も低い。ココナッツ殻における対象工程は図 7 のとおり想定した。

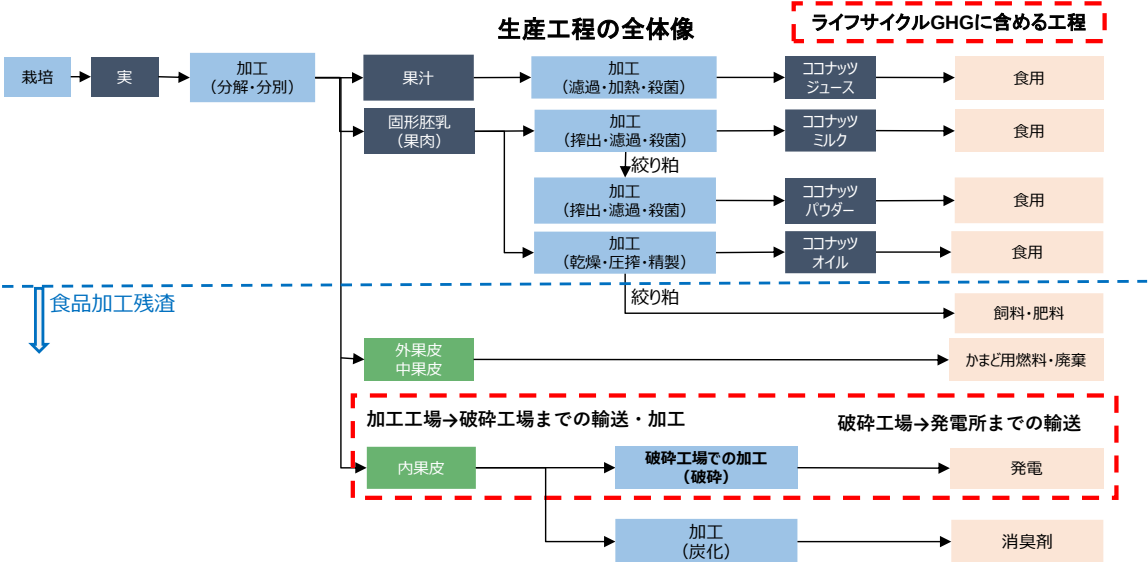


図 7 ココナッツ殻のライフサイクル GHG 対象工程

(2) 工程別の排出量の計算

<原料輸送工程>

ココナッツ殻原料の輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 89 ココナッツ殻原料輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	50	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	77.1	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.22	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

<加工工程（破碎）>

ココナッツ殻原料の加工工程（破碎）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 90 ココナッツ殻原料加工工程（破碎）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入熱量	0.01	MJ-軽油/MJ-燃料	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ 農業残渣前処理工程 CH ₄ 排出係数	0.000012	g-CH ₄ /MJ-燃料	JRC(2017b)
④ 農業残渣前処理工程 N ₂ O 排出係数	0.000030	g-N ₂ O/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑤ 農業残渣前処理工程 CH ₄ 排出係数 (CO ₂ 換算)	0.00031	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③×25
⑥ 農業残渣前処理工程 N ₂ O 排出係数 (CO ₂ 換算)	0.00903	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=④×298
⑦ 当該工程の GHG 排出量	0.96	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②+⑤+⑥
⑧ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 20%増）	1.15	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×1.2

<輸送工程>

ココナッツ殻の輸送工程における排出活動の排出量の計算結果は以下のとおり。

表 91 ココナッツ殻輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	5	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.02	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 92 ココナッツ殻海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	東南アジア代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.3t/m ³ 、Handy Size)	15.80	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	7.90	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 93 ココナッツ殻海上輸送工程の排出量の計算（Supramax の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	東南アジア代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.3t/m ³ 、Supramax)	10.10	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	18,000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	5.05	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 94 ココナッツ殻輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 4 を参考に設定
② 往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	291.0	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	18000	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.32	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

< 発電工程 >

ココナッツ殻の発電工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 95 発電工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① CH ₄ 排出量（農業残渣）	0.002	g-CH ₄ /MJ 農業残渣	JRC(2017b)
② N ₂ O 排出量（農業残渣）	0.0007	g-N ₂ O/MJ 農業残渣	JRC(2017b)
③ 発電工程の GHG 排出量	0.26	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×25+②×298

5-4. コーンストロー（ペレット）

（1）対象工程等

<対象工程>

コーンストロー（ペレット）における対象工程は図 8 のとおり想定した。

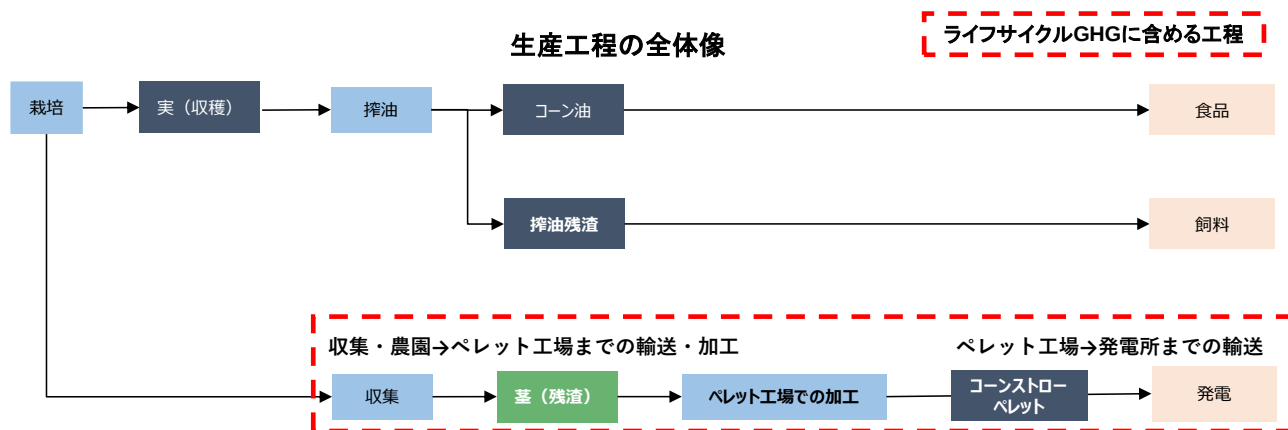


図 8 コーンストロー（ペレット）のライフサイクル GHG 対象工程

（2）工程別の排出量の計算

<コーンストロー収集工程>

コーンストローの収集工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 96 コーンストロー収集工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入熱量	0.010	MJ-軽油/MJ-ペール	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ CH4 排出原単位（ペール形成時）	0.000012	g-CH4/MJ-ペール	JRC(2017b)
④ N2O 排出原単位（ペール形成時）	0.000030	g-N2O/MJ-ペール	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（ペール形成時） CO2 換算	0.00031	g-CO2eq/MJ-ペール	=③×25
⑥ N2O 排出原単位（ペール形成時） CO2 換算	0.00903	g-CO2eq/MJ-ペール	=④×298
⑦ ペール形成時の GHG 排出量計	0.96	g-CO2eq/MJ-ペール	=①×②+⑤+⑥
⑧ 歩留まり	1.01	MJ-ペール/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	0.97	g-CO2eq /MJ-燃料	=⑦×⑧

<輸送工程>

コーンストローの輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 97 コーンストロー輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	距離	50	km	第12回バイオマス持続可能性WG資料2
②	往復燃費 40tトラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ	JRC(2017b)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	77.1	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤	CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥	N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦	CH4 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧	N2O 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-ペール/t-ペール	JRC(2017b)
⑪	歩留まり	1.01	MJ-ペール/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑫	当該工程の GHG 排出量	0.23	g-CO2eq /MJ-燃料	=①×⑨/⑩×⑪

<加工工程（破砕・造粒）>

コーンストローの加工工程（破砕・造粒）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 98 コーンストロー加工工程（破砕・造粒）の排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	投入電力	0.02	MJ 電力/ MJ-燃料	JRC(2017b)
②	電力排出係数（系統電力）	193.2	g-CO2eq/MJ-電力	REET2022 より中国の排出係数
③	当該工程の GHG 排出量	3.86	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×②
④	当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 20%増）	4.64	g-CO2eq/MJ-燃料	=③×1.2

< 輸送工程 >

コーンストローペレットの輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 99 コーンストローペレット輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	50	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
② 往復燃費 40tトラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	77.1	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.23	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 100 コーンストローペレット海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size・3,500km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	3,500	km	中国代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.65t/m3、Handy Size）	8.17	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.66	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 101 コーンストローペレット海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size・9,000km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	米国代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.65t/m3、Handy Size）	8.17	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	4.28	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 102 コーンストローペレット海上輸送工程の排出量の計算（Supramax・3,500km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	3,500	km	中国代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.65t/m3、Supramax）	5.28	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.08	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 103 コーンストローペレット海上輸送工程の排出量の計算（Supramax・9,000km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	米国代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	2.77	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 104 コーンストローペレット輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 4 を参考に設定
② 往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	291.0	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.34	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

< 発電工程 >

コーンストローペレットの発電工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 105 発電工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① CH ₄ 排出量（農業残渣）	0.002	g-CH ₄ /MJ 農業残渣	JRC(2017b)
② N ₂ O 排出量（農業残渣）	0.0007	g-N ₂ O/MJ 農業残渣	JRC(2017b)
③ 発電工程の GHG 排出量	0.26	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×25+②×298

5-5. サトウキビ茎葉（ペレット）

（1）対象工程等

＜対象工程＞

サトウキビ茎葉（ペレット）における対象工程は図 9 のとおり想定した。

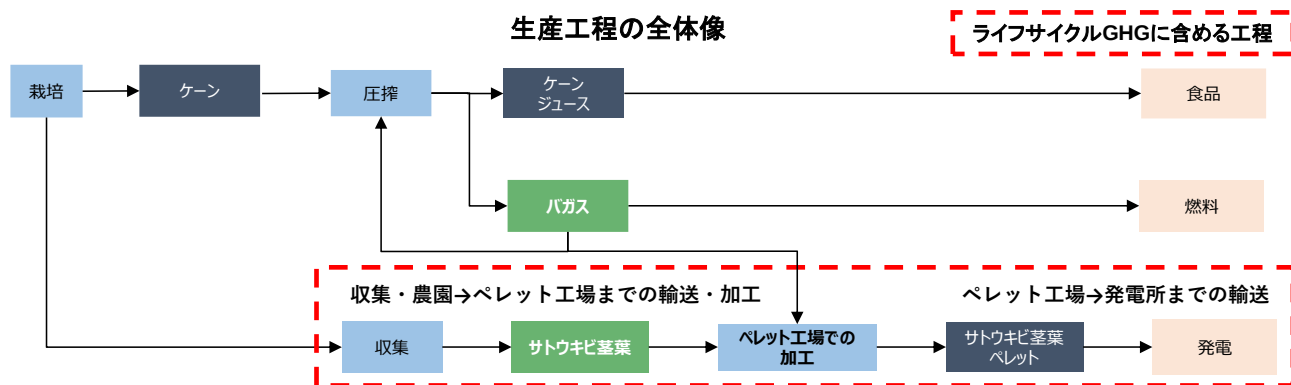


図 9 サトウキビ茎葉（ペレット）のライフサイクル GHG 対象工程

（2）工程別の排出量の計算

＜サトウキビ茎葉収集工程＞

サトウキビ茎葉の収集工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 106 サトウキビ茎葉収集工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入熱量	0.010	MJ-軽油/MJ-ペール	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ CH4 排出原単位（ペール形成時）	0.000012	g-CH4/MJ-ペール	JRC(2017b)
④ N2O 排出原単位（ペール形成時）	0.000030	g-N2O/MJ-ペール	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（ペール形成時） CO2 換算	0.00031	g-CO2eq/MJ-ペール	=③×25
⑥ N2O 排出原単位（ペール形成時） CO2 換算	0.00903	g-CO2eq/MJ-ペール	=④×298
⑦ ペール形成時の GHG 排出量計	0.96	g-CO2eq/MJ-ペール	=①×②+⑤+⑥
⑧ 歩留まり	1.01	MJ-ペール/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	0.97	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑦×⑧

<輸送工程>

サトウキビ茎葉の輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 107 サトウキビ茎葉輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	50	km	第12回バイオマス持続可能性WG資料2
② 往復燃費 40tトラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-ペール/t-ペール	JRC(2017b)
⑪ 歩留まり	1.01	MJ-ペール/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑫ 当該工程の GHG 排出量	0.23	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩×⑪

<加工工程（破砕・造粒）>

サトウキビ茎葉の加工工程（破砕・造粒）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 108 サトウキビ茎葉加工工程（破砕・造粒）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.02	MJ-電力/ MJ-燃料	JRC(2017b)
② 電力排出係数（バガス発電）	1.53	g-CO ₂ eq/MJ 電力	Renovacalc よりバガス発電の排出係数
③ 当該工程の GHG 排出量	0.03	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 20%増）	0.037	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③×1.2

<輸送工程>

サトウキビ茎葉ペレットの輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 109 サトウキビ茎葉ペレット輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元		値	単位	出典
①	距離	400	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
②	往復燃費 40tトラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ	JRC(2017b)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪	当該工程の GHG 排出量	1.81	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 110 サトウキビ茎葉ペレット海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size・10,000km 輸送の場合）

諸元		値	単位	出典
①	距離	10,000	km	インド代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 （かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size）	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③	バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④	当該工程の GHG 排出量	4.75	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 111 サトウキビ茎葉ペレット海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size・22,000km 輸送の場合）

諸元		値	単位	出典
①	距離	22,000	km	ブラジル代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 （かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size）	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③	バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④	当該工程の GHG 排出量	10.45	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 112 サトウキビ茎葉ペレット海上輸送工程の排出量の計算（Supramax・10,000km 輸送の場合）

諸元		値	単位	出典
①	距離	10,000	km	インド代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 （かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size）	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③	バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④	当該工程の GHG 排出量	3.07	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 113 サトウキビ茎葉ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax・22,000km 輸送の場合)

諸元		値	単位	出典
①	距離	22,000	km	ブラジル代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③	バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
④	当該工程の GHG 排出量	6.76	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 114 サトウキビ茎葉ペレット輸送工程 (日本国内輸送) の排出量の計算

諸元		値	単位	出典
①	距離	20	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 4 を参考に設定
②	往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③	軽油排出係数 (燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない)	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④	軽油由来の排出原単位 (燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない)	291.0	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤	CH ₄ 排出原単位 (トラック利用時)	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥	N ₂ O 排出原単位 (トラック利用時)	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦	CH ₄ 排出原単位 (トラック利用時) CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧	N ₂ O 排出原単位 (トラック利用時) CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	17,200	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪	当該工程の GHG 排出量	0.34	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

<発電工程>

サトウキビ茎葉ペレットの発電工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 115 発電工程の排出量の計算

諸元		値	単位	出典
①	CH ₄ 排出量 (農業残渣)	0.002	g-CH ₄ /MJ 農業残渣	JRC(2017b)
②	N ₂ O 排出量 (農業残渣)	0.0007	g-N ₂ O/MJ 農業残渣	JRC(2017b)
③	発電工程の排出量	0.26	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×25+②×298

5－6．ベンコワン種子

(1) 対象工程等

<対象工程>

ベンコワン種子における対象工程は図 10 のとおり想定した。

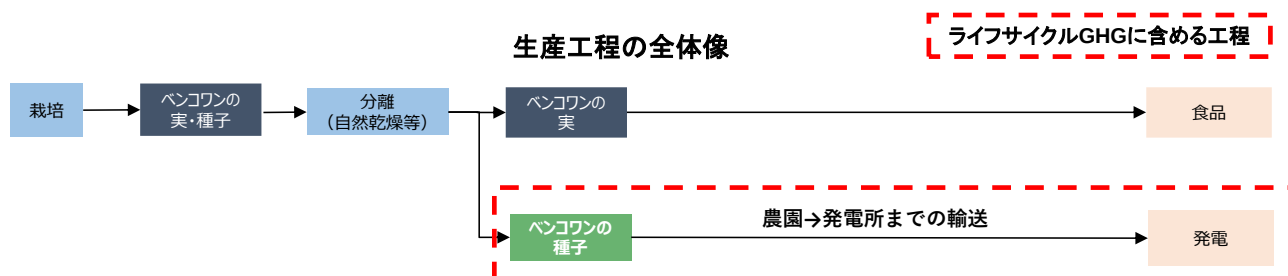


図 10 ベンコワン種子のライフサイクル GHG 対象工程

(2) 工程別の排出量の計算

<輸送工程>

ベンコワン種子の輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 116 ベンコワン種子輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	距離	177	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
②	往復燃費 40tトラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ	JRC(2017b)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	77.1	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤	CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥	N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦	CH4 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧	N2O 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出量計	77.7	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	24,111	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)
⑪	当該工程の GHG 排出量	0.57	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 117 ベンコワン種子海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size・9,000km の場合）

諸元		値	単位	出典
①	距離	9,000	km	インドネシア代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size)	8.17	g-CO ₂ eq /tkm	JRC(2017b)
③	バイオマス燃料発熱量	24,111	MJ-燃料/t-燃料	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
④	当該工程の GHG 排出量	3.05	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 118 ベンコワン種子海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size・26,000km の場合）

諸元		値	単位	出典
①	距離	26,000	km	アフリカ（ガーナ・ナイジェリア）代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Handy Size)	8.17	g-CO ₂ eq /tkm	JRC(2017b)
③	バイオマス燃料発熱量	24,111	MJ-燃料/t-燃料	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
④	当該工程の GHG 排出量	8.81	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 119 ベンコワン種子海上輸送工程の排出量の計算（Supramax・9,000km の場合）

諸元		値	単位	出典
①	距離	9,000	km	インドネシア代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq /tkm	JRC(2017b)
③	バイオマス燃料発熱量	24,111	MJ-燃料/t-燃料	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
④	当該工程の GHG 排出量	1.97	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 120 ベンコワン種子海上輸送工程の排出量の計算（Supramax・26,000km の場合）

諸元		値	単位	出典
①	距離	26,000	km	アフリカ（ガーナ・ナイジェリア）代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③	バイオマス燃料発熱量	24,111	MJ-燃料/t-燃料	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
④	当該工程の GHG 排出量	5.70	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×② /③

表 121 ベンコワン種子輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

諸元		値	単位	出典
①	距離	20	km	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 4 を参考に設定
②	往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	291.0	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤	CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥	N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦	CH4 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧	N2O 排出原単位（トラック利用時） CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	24,111	MJ-燃料/t-燃料	第 12 回バイオマス持続可能性 WG 資料 2
⑪	当該工程の GHG 排出量	0.24	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

< 発電工程 >

ベンコワン種子の発電工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 122 発電工程の排出量の計算

諸元		値	単位	出典
①	CH4 排出量（農業残渣）	0.002	g-CH4/MJ 農業残渣	JRC(2017b)
②	N2O 排出量（農業残渣）	0.0007	g-N2O/MJ 農業残渣	JRC(2017b)
③	発電工程の GHG 排出量	0.26	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×25+②×298

5-7. カシューナッツ殻油

(1) 対象工程等

<対象工程>

カシューナッツ殻油における対象工程は図 11 のとおり想定した。

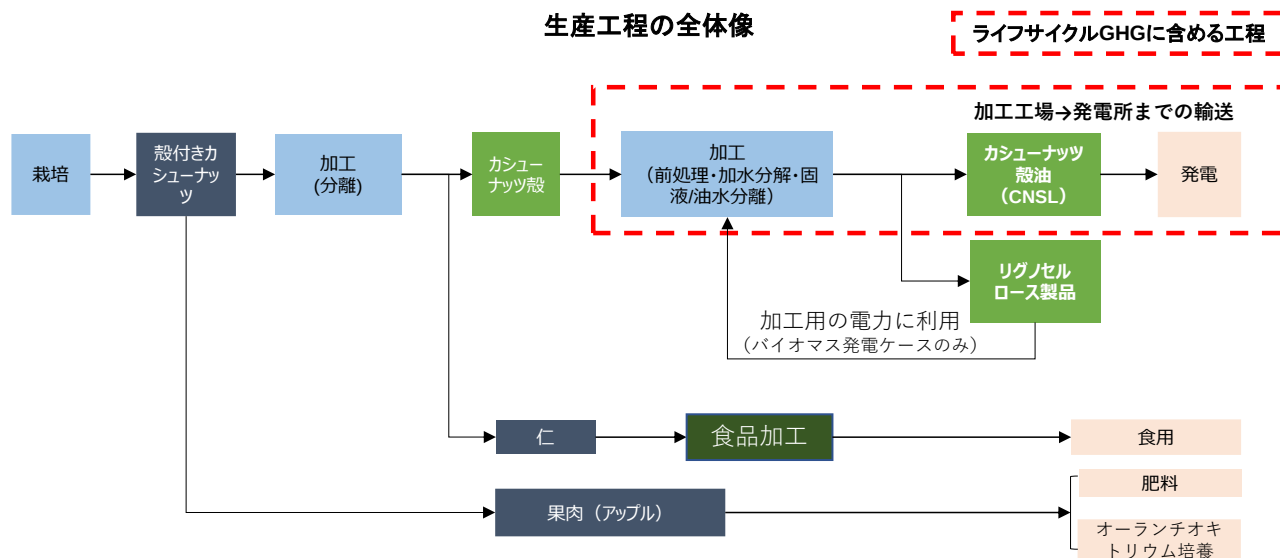


図 11 カシューナッツ殻油のライフサイクル GHG 対象工程

(2) 工程別の排出量の計算

<加工工程（前処理・加水分解・固液/油水分離）>

カシューナッツ殻油の加工工程（前処理・加水分解・固液/油水分離）における排出量の計算結果は以下のとおり。なお、バイオマス自家発電利用のケースについては、当該加工時に発生する併産物の利用を想定するため、当該工程の全ての排出をカシューナッツ殻油に帰属させる（アロケーション比率は 100%）ものとした。

表 123 加工工程（前処理・加水分解・固液/油水分離）の排出量の計算（系統電力利用）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	400	kWh/t-燃料	業界団体による提供情報
② 電力排出係数（系統電力）	0.859	kg-CO ₂ eq /kWh	REET2022 よりインドネシアの排出係数
③ バイオマス燃料発熱量	42,000	MJ-燃料/t-燃料	業界団体による提供情報
④ CNSL へのアロケーション比率	0.533	—	表 125
⑤ 当該工程の GHG 排出量	4.36	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②×1000/③×④
⑥ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 40%増）	6.11	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑤×1.4

表 124 加工工程（前処理・加水分解・固液/油水分離）の排出量の計算（バイオマス自家発電利用）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	400	kWh/t-燃料	業界団体による提供情報
② 電力排出係数（農業残渣発電）	0.004	kg-CO ₂ eq /kWh	JRC(2017a)農業残渣より算出
③ バイオマス燃料発熱量	42,000	MJ-燃料/t-燃料	業界団体による提供情報
④ CNSL へのアロケーション比率	1	—	表 125
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.0380	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②×1000/③×④
⑥ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 40%増）	0.05	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑤×1.4

表 125 CNSL へのアロケーション比率（熱量按分）の計算

	①発生重量比率 ¹³	① 発熱量 MJ/t ¹⁴	アロケーション比率 = (①×②) / Σ (①×②)
CNSL	0.008	41,780	53.3%
搾油時併産物	0.014	20,920	46.7%

< 輸送工程 >

カシューナッツ殻油の輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 126 カシューナッツ殻油輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 輸送距離（加工工場→港）	400	km	業界団体による提供情報
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	42,000	MJ-燃料/t-燃料	業界団体による提供情報
⑪ 当該排出活動の GHG 排出量	0.74	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

¹³ <https://johnnycashew.com/wp-content/uploads/2023/06/Johnny-cashew-Final-Report.pdf>（2023 年 10 月 24 日閲覧）を参照

¹⁴ <https://assets.researchsquare.com/files/rs-942065/v1/73e3bde4-8a1b-4c93-9fde-c8925281fed3.pdf?c=1633358335>、<https://cashewnutshellcake.com/cashew-nut-shell-cake>（2023 年 10 月 24 日閲覧）を参照

表 127 カシューナッツ殻油海上輸送工程の排出量の計算（9,000km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	インドネシア代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (ケミカルタンカー)	0.158	MJ-重油/tkm	JRC(2017a)
③ 重油排出係数	94.2	g-CO ₂ eq /MJ	JRC(2017a)
④ バイオマス燃料発熱量	42,000	MJ-燃料/t-燃料	業界団体による提供情報
⑤ 当該工程の GHG 排出量	3.19	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②×③/④

表 128 カシューナッツ殻油海上輸送工程の排出量の計算（26,000km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	26,000	km	アフリカ代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位 (ケミカルタンカー)	0.158	MJ-重油/tkm	JRC(2017a)
③ 重油排出係数	94.2	g-CO ₂ eq /MJ	JRC(2017a)
④ バイオマス燃料発熱量	42,000	MJ-燃料/t-燃料	業界団体による提供情報
⑤ 当該工程の GHG 排出量	9.21	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②×③/④

表 129 カシューナッツ殻油輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	業界団体による提供情報
② 往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・ N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメ タン・N ₂ O 含まない）	291.0	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	42,000	MJ-燃料/t-燃料	業界団体による提供情報
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.14	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

< 発電工程 >

EU RED2 既定値において、油糧作物由来の液体燃料の燃焼時のメタン、N₂O の排出量は計上されていないことから、発電工程における排出はゼロとした。

5－8．殻油搾油後のカシューナッツ殻

（１）対象工程等

＜対象工程＞

殻油搾油後のカシューナッツ殻における対象工程は図 12 のとおり想定した。

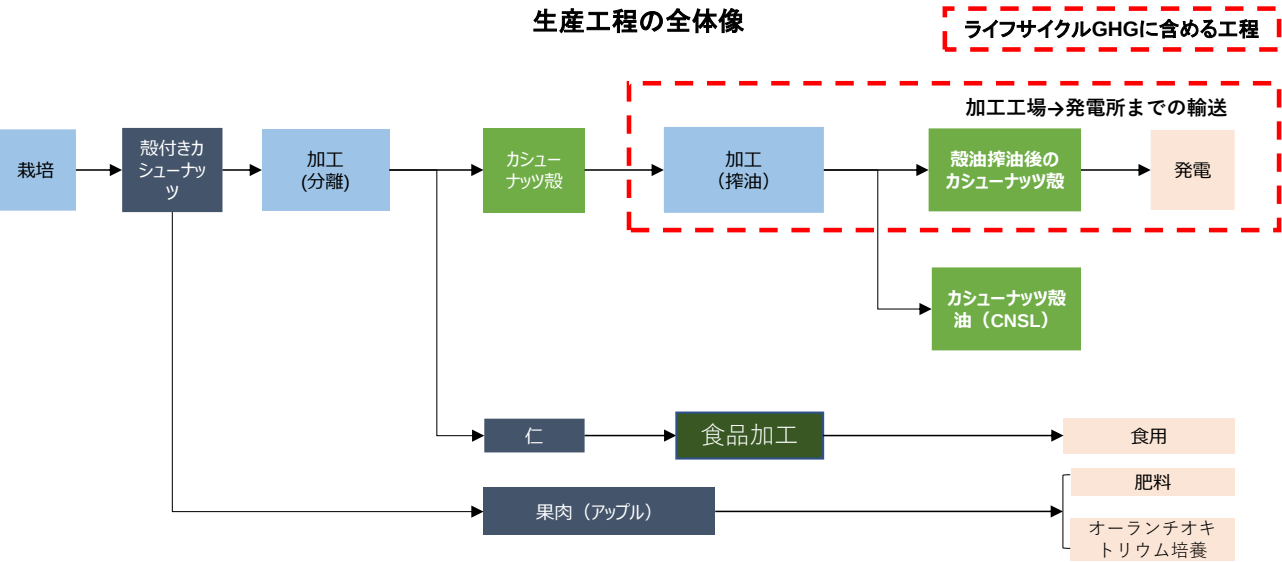


図 12 殻油搾油後のカシューナッツ殻のライフサイクル GHG 対象工程

（２）工程別の排出量の計算

＜加工工程（搾油）＞

殻油搾油後のカシューナッツ殻の加工工程（搾油）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 130 加工工程（搾油）の排出量の計算（系統電力利用）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	34.84	kWh/t-CNR	Aina et.al(2018)より算出 ¹⁵
② 電力排出係数（系統電力）	0.859	kg-CO2eq /kWh	REET2022 よりインドネシアの排出係数
③ バイオマス燃料発熱量	20,920	MJ-燃料/t-燃料	表 125
④ CNSL へのアロケーション比率	0.467	—	表 125
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.67	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×②×1000/③×④
⑥ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため 20%増）	0.80	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑤×1.2

¹⁵ <https://core.ac.uk/download/pdf/162155611.pdf>（2024 年 3 月 11 日閲覧）

< 輸送工程 >

殻油搾油後のカシューナッツ殻の輸送工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 131 殻油搾油後のカシューナッツ殻輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 輸送距離（加工工場→港）	160	km	業界団体による提供情報
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	77.1	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	20,920	MJ-燃料/t-燃料	表 125
⑪ 当該排出活動の GHG 排出量	0.74	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

表 132 殻油搾油後のカシューナッツ殻の海上輸送工程の排出量の計算（Handysize, 9,000km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	インドネシア代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.3t/m ³ 、Handy Size）	15.80	g-CO2eq/tkm	JRC(2017a)
③ バイオマス燃料発熱量	20,920	MJ-燃料/t-燃料	表 125
④ 当該工程の GHG 排出量	6.80	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 133 殻油搾油後のカシューナッツ殻の海上輸送工程の排出量の計算（Supramax, 9,000km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	インドネシア代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.3t/m ³ 、Supramax）	10.10	g-CO2eq/tkm	JRC(2017a)
③ バイオマス燃料発熱量	20,920	MJ-燃料/t-燃料	表 125
④ 当該工程の GHG 排出量	4.35	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 134 殻油搾油後のカシューナッツ殻の海上輸送工程の排出量の計算（Handysize, 26,000km の場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	26,000	km	アフリカ代表港・日本間の概算距離
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.3t/m ³ 、Handy Size）	15.80	g-CO2eq/tkm	JRC(2017a)

③	バイオマス燃料発熱量	20,920	MJ-燃料/t-燃料	表 125
④	当該工程の GHG 排出量	15.80	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 135 殻油搾油後のカシューナッツ殻の海上輸送工程の排出量の計算（Handysize, 26,000km の場合）

	諸元	値	単位	出典
①	距離	26,000	km	アフリカ代表港・日本間の概算距離
②	海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.3t/m ³ , Supramax)	10.10	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017a)
③	バイオマス燃料発熱量	20,920	MJ-燃料/t-燃料	表 125
④	当該工程の GHG 排出量	12.55	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 136 殻油搾油後のカシューナッツ殻輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	距離	20	km	業界団体による提供情報
②	往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・ N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④	軽油由来の排出原単位（燃焼時のメ タン・N ₂ O 含まない）	291.0	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時） CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨	陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩	バイオマス燃料発熱量	20,920	MJ-燃料/t-燃料	表 125
⑪	当該工程の GHG 排出量	0.28	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

< 発電工程 >

殻油搾油後のカシューナッツ殻の発電工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 137 発電工程の排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	CH ₄ 排出量（農業残渣）	0.002	g-CH ₄ /MJ 農業残渣	JRC(2017b)
②	N ₂ O 排出量（農業残渣）	0.0007	g-N ₂ O/MJ 農業残渣	JRC(2017b)
③	発電工程の GHG 排出量	0.26	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×25+②×298

Ⅲ. 輸入木質バイオマスのライフサイクルGHG既定値

1. 既定値の算定結果

輸入木質バイオマスについては、木質チップ、木質ペレット各々の燃料について、以下の3種類の原料種に応じて設定した。

- 林地残材等
- その他伐採木
- 製材等残材

また、海上輸送工程については、日本に輸入される代表的な産出国を想定して輸送距離を設定した。具体的には、木質チップについては6,500km、11,600km、18,000kmの3種類、木質ペレットについては6,500km、9,000km、18,000kmの3種類の区分とともに、Handy Size・Supramaxの2種類の船のサイズに応じた既定値の区分を設けた。

更に、木質ペレットについては、乾燥工程の熱源として化石燃料を利用するケースとバイオマス燃料を利用するケースの2種類の区分を設けた。

各燃料のライフサイクルGHGの既定値の算定結果は以下のとおり。

表 138 輸入木質チップ（林地残材等）のライフサイクルGHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
輸送工程（林地残材等収集）	1.24	
加工工程	0.40	
輸送工程（チップ生産国内輸送）	1.75	
輸送工程（チップ海上輸送）	14.13	8.98
輸送工程（日本国内輸送）	0.44	
発電	0.41	
合計	18.37	13.22

工程	Handy Size 11,600km 輸送	Supramax 11,600km 輸送
輸送工程（チップ海上輸送）	25.21	16.02
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）		
合計	29.45	20.26

工程	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送
輸送工程（チップ海上輸送）	39.13	24.86
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）		
合計	43.37	29.10

表 139 輸入木質チップ（その他伐採木）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
栽培工程	1.11	
加工工程	0.40	
輸送工程（チップ生産国内輸送）	1.75	
輸送工程（チップ海上輸送）	14.13	8.98
輸送工程（日本国内輸送）	0.44	
発電	0.41	
合計	18.24	13.09

工程	Handy Size 11,600km 輸送	Supramax 11,600km 輸送
輸送工程（チップ海上輸送）	25.21	16.02
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）		
合計	29.32	20.13

工程	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送
輸送工程（チップ海上輸送）	39.13	24.86
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）		
合計	43.24	28.97

表 140 輸入木質チップ（製材等残材）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
加工工程	0	
輸送工程（チップ生産国内輸送）	1.75	
輸送工程（チップ海上輸送）	14.13	8.98
輸送工程（日本国内輸送）	0.44	
発電	0.41	
合計	16.73	11.58

工程	Handy Size 11,600km 輸送	Supramax 11,600km 輸送
輸送工程（チップ海上輸送）	25.21	16.02
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）		
合計	27.81	18.62

工程	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送
輸送工程（チップ海上輸送）	39.13	24.86
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）		
合計	41.73	27.46

表 141 輸入木質ペレット（林地残材等）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
輸送工程（林地残材等収集）	1.18		1.51	
輸送工程（原料輸送）	0.85		1.08	
加工工程	25.78		9.66	
輸送工程（ペレット生産国内輸送）	1.36			
輸送工程 （ペレット海上輸送）	3.11	2.01	3.11	2.01
輸送工程（日本国内輸送）	0.34			
発電	0.25			
合計	32.87	31.77	17.31	16.21

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程 （ペレット海上輸送）	4.30	2.78	4.30	2.78
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）				
合計	34.06	32.54	18.50	16.98

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送
輸送工程 （ペレット海上輸送）	8.60	5.56	8.60	5.56
（その他工程は 6,500km 輸送と同じため略）				
合計	38.36	35.32	22.80	19.76

表 142 輸入木質ペレット（その他伐採木）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
栽培工程	1.06		1.36	
輸送工程（原料輸送）	0.85		1.08	
加工工程	25.78		9.66	
輸送工程（ペレット生産国内輸送）	1.36			
輸送工程（ペレット海上輸送）	3.11	2.01	3.11	2.01
輸送工程（日本国内輸送）	0.34			
発電	0.25			
合計	32.75	31.65	17.16	16.06

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程（ペレット海上輸送）	4.30	2.78	4.30	2.78
(その他工程は 6,500km 輸送と同じため略)				
合計	33.94	32.42	18.35	16.83

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送
輸送工程（ペレット海上輸送）	8.60	5.56	8.60	5.56
(その他工程は 6,500km 輸送と同じため略)				
合計	38.24	35.20	22.65	19.61

表 143 輸入木質ペレット（製材等残材）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
加工工程	14.92		5.18	
輸送工程（ペレット生産国内輸送）	1.36			
輸送工程（ペレット海上輸送）	3.11	2.01	3.11	2.01
輸送工程（日本国内輸送）	0.34			
発電	0.25			
合計	19.98	18.88	10.24	9.14

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程（ペレット海上輸送）	4.30	2.78	4.30	2.78
(その他工程は 6,500km 輸送と同じため略)				
合計	21.17	19.65	11.43	9.91

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)		乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)	
	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送	Handy Size 18,000km 輸送	Supramax 18,000km 輸送
輸送工程（ペレット海上輸送）	8.60	5.56	8.60	5.56
(その他工程は 6,500km 輸送と同じため略)				
合計	25.47	22.43	15.73	12.69

2. 木質チップのライフサイクルGHG既定値の計算過程

2-1. 林地残材等由来の木質チップ

(1) 対象工程等

<対象工程>

対象工程は以下の赤枠のとおりである。

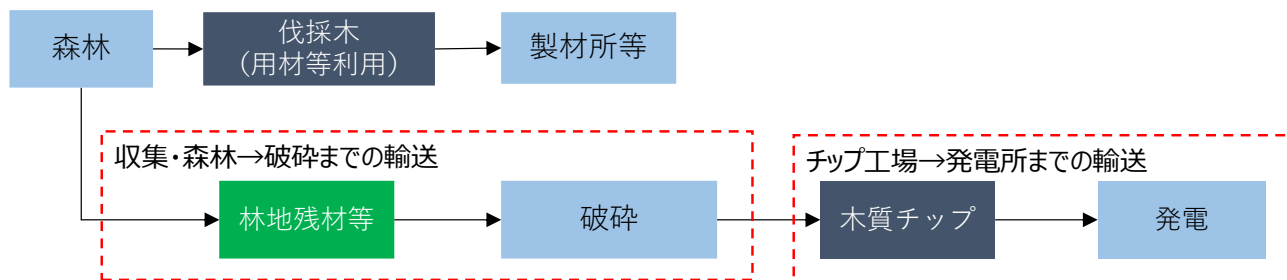


図 13 林地残材等由来の木質チップのライフサイクル GHG 対象工程

<海上輸送の扱い>

海上輸送に関しては、第 10 回 WG において復路便の扱いを定めた。これに対し、第 9 回 WG において、木質チップについては特定の航海パターンを取る（専用船による往復航路を取る）ことが報告されていることから、海上輸送の排出量に関しては、復路を空荷とする原単位を用いるものとした。

(2) 工程別の排出量の計算

<輸送工程（林地残材等収集）>

輸送工程（林地残材等収集）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 144 木質チップ輸送工程（林地残材等収集）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.0120	MJ-軽油 /MJ-原料	JRC (2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC (2017b)
③ CH4 排出原単位（農機利用時）	0.00000257	g-CH4 /MJ-原料	JRC (2017b)
④ N2O 排出原単位（農機利用時）	0.00001075	g-N2O/MJ-原料	JRC (2017b)
⑤ CH4 排出原単位（農機利用時）CO2 換算	0.00006	g-CO2eq/MJ-原料	=③×25
⑥ N2O 排出原単位（農機利用時）CO2 換算	0.00320	g-CO2eq/MJ-原料	=④×298
⑦ 林地残材等 1MJ 当たりの林地残材等 収集工程の GHG 排出原単位	1.14447	g-CO2eq/MJ-原料	=①×②+⑤+⑥
⑧ チップ製造に要する林地残材等量	1.079	MJ-原料 /MJ-燃料	JRC (2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	1.24	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑦×⑧

<加工工程>

加工工程（破碎）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 145 木質チップ加工工程（破碎）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.003357	MJ-軽油/MJ-燃料	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ CH ₄ 排出原単位（破碎機械利用時）	0.0000092	g-CH ₄ /MJ-燃料	JRC(2017b)
④ N ₂ O 排出原単位（破碎機械利用時）	0.0000385	g-N ₂ O/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（破碎機械利用時）CO ₂ 換算	0.00023	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=③×25
⑥ N ₂ O 排出原単位（破碎機械利用時）CO ₂ 換算	0.01147	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=④×298
⑦ 当該工程の GHG 排出量	0.33	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②+⑤+⑥
⑧ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑦を 20%増）	0.40	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×1.2

<輸送工程（チップ輸送）>

チップ工場から生産国内、海上輸送、日本国内を含む木質チップの輸送における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 146 木質チップ輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	300	km	木質バイオマス供給事業者のプラント立地を参考に設定
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%を想定）
⑪ 当該工程の GHG 排出量	1.75	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

海上輸送の GHG 排出原単位として、空荷輸送の比率を全航海距離の 30%と想定した EU RED2 既定値で用いられている排出原単位を参考に（かさ密度が 0.22t/m³ の排出原単位を参照した）、空荷の復路便が往路便と同等の距離と想定した原単位を独自に算出した。

表 147 木質チップ海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size 6,500km 輸送）

諸元	値	単位	出典
① 海上輸送距離	6,500	km	ベトナム代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.22t/m ³ 以上、Handy Size)	28.91	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)より算定
③ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%想定）
④ 当該工程の GHG 排出量	14.13	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 148 木質チップ海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size 11,600km 輸送）

諸元	値	単位	出典
① 海上輸送距離	11,600	km	オーストラリア代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.22t/m ³ 以上、Handy Size）	28.91	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)より算定
③ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%想定）
④ 当該工程の GHG 排出量	25.21	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 149 木質チップ海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size 18,000km 輸送）

諸元	値	単位	出典
① 海上輸送距離	18,000	km	米国東海岸代表港～日本間を把握
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.22t/m ³ 以上、Handy Size)	28.91	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)より算定
③ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%を想定）
④ 当該工程の GHG 排出量	39.13	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 150 木質チップ海上輸送工程の排出量の計算（Supramax 6,500km 輸送の場合）

諸元	値	単位	出典
① 海上輸送距離	6,500	km	ベトナム代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.22t/m ³ 以上、Supramax）	18.37	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)より算定
③ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%を想定）
④ 当該工程の GHG 排出量	8.98	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 151 木質チップ海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax 11,600km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 海上輸送距離	11,600	km	オーストラリア代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.22t/m ³ 以上、Supramax)	18.37	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)より算定
③ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b) (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	16.02	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 152 木質チップ海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax 18,000km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 海上輸送距離	18,000	km	米国東海岸代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.22t/m ³ 以上、Supramax)	18.37	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)より算定
③ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b) (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	24.86	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 153 木質チップ輸送工程 (日本国内輸送) の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	第 12 回 WG 資料 2 を参考に設定
② 往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数 (燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない)	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位 (燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない)	291.0	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位 (トラック利用時)	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位 (トラック利用時)	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位 (トラック利用時) CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位 (トラック利用時) CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b) (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%を想定)
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.44	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

＜発電工程＞

発電工程の排出については、EU RED2 既定値で用いられている木質ペレットの既定値を用いて計算した。

表 154 発電工程の排出量の計算

諸元		値	単位	出典
①	CH ₄ 排出量（木質チップ）	0.00489	g-CH ₄ /MJ-チップ	JRC(2017b)
②	N ₂ O 排出量（木質チップ）	0.00098	g-N ₂ O/MJ-チップ	JRC(2017b)
③	発電工程の排出量	0.41	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	①×25+②×298

2-2. その他伐採木由来の木質チップ

(1) 対象工程

<対象工程>

対象工程は以下のとおりである。

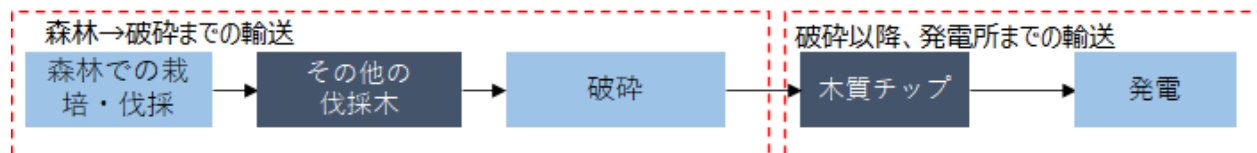


図 14 その他伐採木由来の木質チップのライフサイクル GHG 対象工程

<海上輸送の扱い>

海上輸送の扱いは2-1. 林地残材等由来の木質チップと同じ。

(2) 工程別の排出量の計算

<栽培工程>

栽培工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 155 木質チップ栽培工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.01066	MJ-軽油/MJ-原料	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	同上
③ CH ₄ 排出原単位（農機利用時）	0.00000816	g-CH ₄ /MJ-原料	JRC(2017b)
④ N ₂ O 排出原単位（農機利用時）	0.00003413	g-N ₂ O/MJ-原料	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（農機利用時）CO ₂ 換算	0.00020	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=②×25
⑥ N ₂ O 排出原単位（農機利用時）CO ₂ 換算	0.01017	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=③×298
⑦ 栽培工程の GHG 排出原単位	1.02414	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=①×②+⑤+⑥
⑧ チップ製造に要するその他伐採木量	1.079	MJ-原料/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	1.11	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×⑧

<加工工程（破碎）>

加工工程（破碎）の排出量は2-1. 林地残材等由来の木質チップと同じ。

<輸送工程（チップ輸送）>

輸送工程（チップ輸送）の排出量は2-1. 林地残材等由来の木質チップと同じ。

<発電工程>

発電工程の排出量は2-1. 林地残材等由来の木質チップと同じ。

2－3．製材等残材由来の木質チップ

（１）対象工程等

＜対象工程＞

対象工程は以下のとおりである。

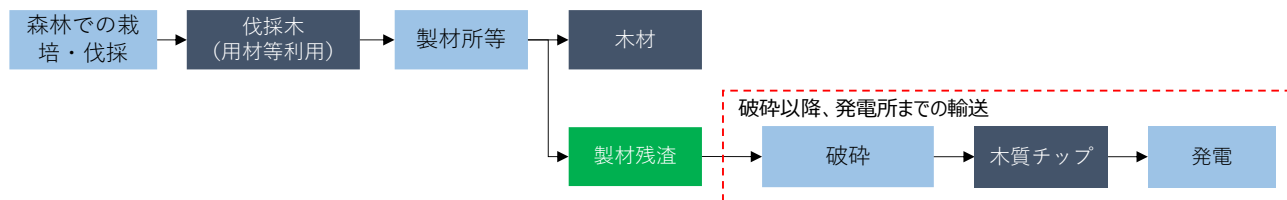


図 15 木質チップ（製材等残材）のライフサイクル GHG 対象工程

＜海上輸送の扱い＞

海上輸送の扱いは 2－1．林地残材等由来の木質チップと同じ。

（２）工程別の排出量の計算

＜加工工程（破碎）＞

加工工程（破碎）における排出については、製材等残材由来の木質チップの加工工程は存在しないため、ゼロとした。

＜輸送工程（チップ輸送）＞

輸送工程（チップ輸送）の排出量は 2－1．林地残材等由来の木質チップと同じ。

＜発電工程＞

発電工程の排出量は 2－1．林地残材等由来の木質チップと同じ。

3. 木質ペレットのライフサイクルGHG既定値の計算過程

3-1. 林地残材等由来のペレット

(1) 対象工程等

<対象工程>

対象工程は以下のとおりである。

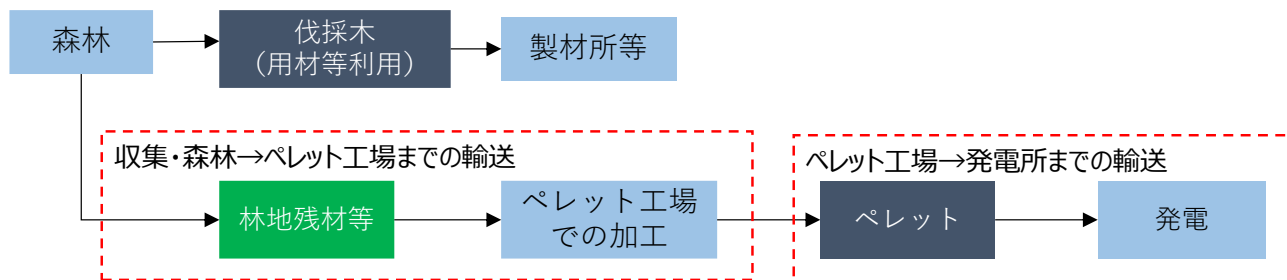


図 16 木質ペレット（林地残材等由来）のライフサイクル GHG 対象工程

<海上輸送の扱い>

海上輸送に関しては、第 9 回 WG においてペレットについては特定の航海パターンを取らないことが報告されていることから、海上輸送の排出量に関しては、空荷輸送の比率を全航海距離の 30%と設定する値を用いるものとした。

(2) 工程別の排出量の計算

<輸送工程（林地残材等収集）>

林地残材等収集工程の計算結果は以下のとおり。

表 156 木質ペレット輸送工程（林地残材等収集）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.0120	MJ-軽油/MJ-原料	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ CH4 排出原単位（農機利用時）	0.00000257	g-CH4/MJ-原料	JRC(2017b)
④ N2O 排出原単位（農機利用時）	0.00001075	g-N2O/MJ-原料	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（農機利用時）CO2 換算	0.00006	g-CO2eq/MJ-原料	=③×25
⑥ N2O 排出原単位（農機利用時）CO2 換算	0.00320	g-CO2eq/MJ-原料	=④×298
林地残材等 1MJ 当たりの林地残材等収集工程の GHG 排出原単位	1.14447	g-CO2eq/MJ-原料	=①×②+⑤+⑥
⑧ ペレット製造に要する林地残材等量（自然乾燥前）	1.035	MJ-原料/MJ-燃料	JRC (2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	1.18	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑦×⑧

表 157 木質ペレット輸送工程（林地残材等収集）の排出量の計算
（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

	諸元	値	単位	出典
①	投入軽油	0.0120	MJ-軽油/MJ-原料	JRC (2017b)
②	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC (2017b)
③	CH ₄ 排出原単位（農機利用時）	0.00000257	g-CH ₄ /MJ-原料	JRC(2017b)
④	N ₂ O 排出原単位（農機利用時）	0.00001075	g-N ₂ O/MJ-原料	JRC(2017b)
⑤	CH ₄ 排出原単位（農機利用時） CO ₂ 換算	0.00006	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=③×25
⑥	N ₂ O 排出原単位（農機利用時） CO ₂ 換算	0.00320	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=④×298
⑦	林地残材等 1MJ 当たりの輸送工程の GHG 排出原単位	1.14447	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=①×②+⑤+⑥
⑧	ペレット製造に要する林地残材等量（自然乾燥前）	1.323	MJ-原料/MJ-燃料	JRC (2017b)
⑨	当該工程の GHG 排出量	1.51	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×⑧

< 輸送工程（加工前輸送） >

輸送工程（加工前輸送）の計算結果は以下のとおり。

表 158 木質ペレット輸送工程（加工前輸送）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

	諸元	値	単位	出典
①	距離	100	km	JRC (2017b)
②	往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC (2017b)
③	軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC (2017b)
④	軽油由来の排出原単位 （燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC (2017b)
⑥	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC (2017b)
⑦	CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧	N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨	林地残材等の発熱量	9,500	MJ-原料/t-原料	同上（絶対発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 50%を想定）
⑩	陸上輸送の GHG 排出原単位	0.817	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=①×（④+⑦+⑧）/⑨
⑪	ペレット製造に要する林地残材等量（自然乾燥前）	1.035	MJ-原料/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑫	当該工程の GHG 排出量	0.85	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑩×⑪

表 159 木質ペレット輸送工程（加工前輸送）の排出量の計算
（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 距離	100	km	JRC (2017b)
② 往復燃費 40 トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC (2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC (2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	77.1	g-CO2/tkm	=②×③
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC (2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC (2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 林地残材等の発熱量	9,500	MJ-原料/t-原料	同上（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 50%を想定）
⑩ 陸上輸送の GHG 排出原単位	0.817	g-CO2eq/MJ-原料	=①×（④+⑦+⑧）/⑨
⑪ ペレット製造に要する林地残材等量（自然乾燥前）	1.323	MJ-原料/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑫ 当該工程の GHG 排出量	1.08	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑩×⑪

＜加工工程（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）＞

ペレット化する際に、乾燥熱源に化石燃料を利用する場合の加工工程における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 160 木質ペレット加工工程（破砕）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.003357	MJ-軽油/MJ-原料	JRC (2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC (2017b)
③ CH4 排出原単位（破砕機械利用時）	0.0000092	g-CH4/MJ-原料	JRC (2017b)
④ N2O 排出原単位（破砕機械利用時）	0.0000385	g-N2O/MJ-原料	JRC (2017b)
⑤ CH4 排出原単位（破砕機械利用時）CO2 換算	0.00023	g-CO2eq/MJ-原料	=③×25
⑥ N2O 排出原単位（破砕機械利用時）CO2 換算	0.01147	g-CO2eq/MJ-原料	=④×298
⑦ 破砕工程の GHG 排出原単位	0.33	g-CO2eq/MJ-原料	=①×②+⑤+⑥
⑧ ペレット製造に要する林地残材等量（自然乾燥後）	1.010	MJ-原料/MJ-燃料	JRC(2017b)計算データより導出
⑨ 当該工程の GHG 排出量	0.33	MJ/MJ-燃料	=⑦×⑧
⑩ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑨を 20%増）	0.40	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑨×1.2

表 161 木質ペレット加工工程（乾燥）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入熱量（蒸気）	0.185	MJ・蒸気/ MJ・燃料	JRC（2017b）
② 天然ガスボイラ効率	0.9	MJ・蒸気/MJ・天然ガス/	JRC（2017b）
③ 天然ガス排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	66	g-CO ₂ eq/MJ・天然ガス	JRC（2017b）
④ 天然ガスボイラ排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	73.3	g-CO ₂ eq/MJ・蒸気	=③/②
⑤ 天然ガスボイラ燃焼時 CH ₄ 排出原単位	0.00280	g-CH ₄ /MJ・蒸気	JRC（2017b）
⑥ 天然ガスボイラ燃焼時 N ₂ O 排出原単位	0.00112	g-N ₂ O/MJ・蒸気	JRC（2017b）
⑦ 天然ガスボイラ・CH ₄ 排出原単位（CO ₂ 換算）	0.070	g-CO ₂ eq/MJ・蒸気	=⑤×25
⑧ 天然ガスボイラ・N ₂ O 排出原単位（CO ₂ 換算）	0.33376	g-CO ₂ eq/MJ・蒸気	=⑥×298
⑨ 当該工程の GHG 排出量	13.64	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=①×（④+⑦+⑧）
⑩ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑨を 20%増）	16.37	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑨×1.2

表 162 木質ペレット加工工程（造粒）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.050	MJ・電力/ MJ・燃料	JRC（2017b）
② 電力排出係数（系統電力）	146.3	g-CO ₂ eq/MJ・電力	REET2022 より 米国フロリダ州の排出係数
③ 電力由来の排出原単位	7.32	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=①×②
④ 投入軽油	0.0020	MJ・軽油/MJ・燃料	JRC（2017b）
⑤ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ・軽油	JRC（2017b）
⑥ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	0.19	g-CO ₂ eq/MJ・軽油	=④×⑤
⑦ CH ₄ 排出原単位（ペレット化工程全体）	0.00000153	g-CH ₄ /MJ・燃料	JRC（2017b）
⑧ N ₂ O 排出原単位（ペレット化工程全体）	0.00000640	g-N ₂ O/MJ・燃料	JRC（2017b）
⑨ CH ₄ 排出原単位（ペレット化工程全体）CO ₂ 換算	0.00004	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑦×25
⑩ N ₂ O 排出原単位（ペレット化工程全体）CO ₂ 換算	0.00191	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑧×298
⑪ 当該工程の GHG 排出量	7.51	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=③+⑥+⑨+⑩
⑫ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑪を 20%増）	9.01	g-CO ₂ eq/MJ 燃料	=⑪×1.2

＜加工工程（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）＞

ペレット化する際に、乾燥熱源にバイオマスを利用する場合の加工工程における排出量の計算結果は以下のとおり。なお、造粒工程の排出量は、乾燥熱源に化石燃料を利用する場合と同じ。

表 163 木質ペレット加工工程（破碎）の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.003357	MJ-軽油/MJ-原料	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ CH ₄ 排出原単位（破碎機械利用時）	0.0000092	g-CH ₄ /MJ-原料	JRC (2017b)
④ N ₂ O 排出原単位（破碎機械利用時）	0.0000385	g-N ₂ O/MJ-原料	JRC (2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（破碎機械利用時）CO ₂ 換算	0.00023	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=③×25
⑥ N ₂ O 排出原単位（破碎機械利用時）CO ₂ 換算	0.01147	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=④×298
⑦ 破碎工程の GHG 排出原単位	0.33	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=①×②+⑤+⑥
⑧ ペレット製造に要する林地残材等量（自然乾燥後）	1.291	MJ-原料/MJ-燃料	JRC(2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	0.43	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×⑧
⑩ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑨を 20%増）	0.51	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑨×1.2

表 164 木質ペレット加工工程（乾燥）の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入熱量（蒸気）	0.239	MJ-蒸気/MJ-燃料	JRC(2017b)
② ウッドチップボイラ・CO ₂ 排出原単位	0	g-CO ₂ /MJ-蒸気	バイオマス由来の排出は計上しない
③ ウッドチップボイラ・CH ₄ 排出原単位	0.005751	g-CH ₄ /MJ-蒸気	JRC(2017b)
④ ウッドチップボイラ・N ₂ O 排出原単位	0.001150	g-N ₂ O/MJ-蒸気	JRC(2017b)
⑤ ウッドチップボイラ・CH ₄ 排出原単位（CO ₂ 換算）	0.144	g-CO ₂ eq/MJ-蒸気	=③×25
⑥ ウッドチップボイラ・N ₂ O 排出原単位（CO ₂ 換算）	0.343	g-CO ₂ eq/MJ-蒸気	=④×298
⑦ 当該工程の GHG 排出量	0.12	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×（②+⑤+⑥）
⑧ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑦を 20%増）	0.14	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×1.2

< 輸送工程（ペレット輸送） >

輸送工程（ペレット輸送）における排出量の計算結果は以下のとおり。

表 165 木質ペレット輸送工程（生産国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	300	km	木質バイオマス供給事業者のプラント立地を参考に設定
② 往復燃費 40t トラック	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	77.1	g-CO ₂ eq/tkm	=②×③
⑤ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH ₄ /tkm	JRC(2017b)
⑥ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N ₂ O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH ₄ 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.085	g-CO ₂ eq/tkm	=⑤×25
⑧ N ₂ O 排出原単位（トラック利用時）CO ₂ 換算	0.447	g-CO ₂ eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	77.7	g-CO ₂ eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
⑪ 当該工程の GHG 排出量	1.36	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

海上輸送の GHG 排出原単位として、空荷輸送の比率を全航海距離の 30%と想定した EU RED2 既定値で用いられている排出原単位を引用した。日本国内における木質ペレットの品質基準として、かさ密度 0.65-0.7t/m³とする木質ペレットの品質基準があることから¹⁶、かさ密度 0.65t/m³ の排出原単位を引用した。

表 166 木質ペレット海上輸送工程の排出量の計算（Handy Size 6,500km 輸送）

諸元	値	単位	出典
① 距離	6,500	km	ベトナム代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位（かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Handy Size）	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%想定）
④ 当該工程の GHG 排出量	3.11	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

¹⁶ <https://www.nedo.go.jp/content/100932088.pdf> （2022 年 11 月 10 日閲覧）

表 167 木質ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Handy Size 9,000km 輸送)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	カナダ西海岸代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Handy Size)	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	同上 (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し 含水率 10%想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	4.30	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 168 木質ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Handy Size 18,000km 輸送)

諸元	値	単位	出典
① 距離	18,000	km	米国東海岸代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Handy Size)	8.17	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	同上 (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し 含水率 10%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	8.60	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 169 木質ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax 6,500km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	6,500	km	ベトナム代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	同上 (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し 含水率 10%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	2.01	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 170 木質ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax 9,000km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	9,000	km	カナダ西海岸代表港～日本間を目安
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	同上 (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し 含水率 10%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	2.78	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 171 木質ペレット海上輸送工程の排出量の計算 (Supramax 18,000km 輸送の場合)

諸元	値	単位	出典
① 距離	18,000	km	米国東海岸代表港～日本間を把握
② 海上輸送排出原単位 (かさ密度 0.65t/m ³ 以上、Supramax)	5.28	g-CO ₂ eq/tkm	JRC(2017b)
③ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b) (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定)
④ 当該工程の GHG 排出量	5.56	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②/③

表 172 木質ペレット輸送工程（日本国内輸送）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 距離	20	km	第 12 回 WG 資料 3 を参考に設定
② 往復燃費 10t トラック	3.06	MJ-軽油/tkm	表 194 より
③ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	95.1	g-CO2eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 排出含まない）	291.0	g-CO2eq/tkm	JRC(2017b)
⑤ CH4 排出原単位（トラック利用時）	0.0034	g-CH4/tkm	JRC(2017b)
⑥ N2O 排出原単位（トラック利用時）	0.0015	g-N2O/tkm	JRC(2017b)
⑦ CH4 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.085	g-CO2eq/tkm	=⑤×25
⑧ N2O 排出原単位（トラック利用時）CO2 換算	0.447	g-CO2eq/tkm	=⑥×298
⑨ 陸上輸送の GHG 排出原単位	291.5	g-CO2eq/tkm	=④+⑦+⑧
⑩ バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
⑪ 当該工程の GHG 排出量	0.34	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×⑨/⑩

<発電工程>

発電工程の排出については、EU RED2 既定値で用いられている木質ペレットの既定値を用いて計算した。

表 173 発電工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① CH4 排出量（ペレット）	0.00297	g-CH4/MJ-ペレット	JRC(2017b)
② N2O 排出量（ペレット）	0.00059	g-N2O/MJ-ペレット	JRC(2017b)
③ 発電工程の排出量	0.25	g-CO2eq/MJ-燃料	①×25+②×298

3-2. その他伐採木由来のペレット

(1) 対象工程

＜対象工程＞

対象工程は以下のとおりである。

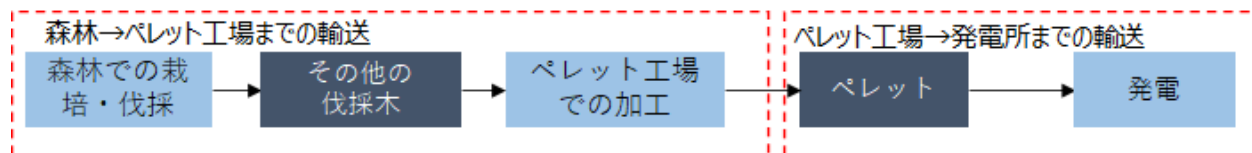


図 17 木質ペレット（その他伐採木由来）のライフサイクル GHG 対象工程

＜海上輸送の扱い＞

海上輸送の扱いは 3-1. 林地残材等由来のペレットと同じ。

(2) 工程別の排出量の計算

＜栽培工程＞

栽培工程の計算結果は以下のとおり。

表 174 木質ペレット栽培工程の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.01066	MJ-軽油/MJ-原料	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ CH ₄ 排出原単位（農機利用時）	0.00000816	g-CH ₄ /MJ-原料	JRC(2017b)
④ N ₂ O 排出原単位（農機利用時）	0.00003413	g-N ₂ O/MJ-原料	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（農機利用時）CO ₂ 換算	0.00020	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=③×25
⑥ N ₂ O 排出原単位（農機利用時）CO ₂ 換算	0.01017	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=④×298
⑦ その他伐採木 1MJ 当たり栽培工程の GHG 排出原単位	1.02414	g-CO ₂ eq/MJ-原料	=①×②+⑤+⑥
⑧ ペレット製造に要するその他伐採木量（自然乾燥前）	1.035	MJ-原料/MJ-燃料	JRC (2017b)
⑨ 当該工程の GHG 排出量	1.06	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×⑧

表 175 木質ペレット栽培工程の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入軽油	0.01066	MJ・軽油/MJ・原料（自然乾燥前）	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ・軽油	JRC(2017b)
③ CH ₄ 排出原単位（農機利用時）	0.00000816	g-CH ₄ /MJ・原料	JRC(2017b)
④ N ₂ O 排出原単位（農機利用時）	0.00003413	g-N ₂ O/MJ・原料	JRC(2017b)
⑤ CH ₄ 排出原単位（農機利用時）CO ₂ 換算	0.00020	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=③×25
⑥ N ₂ O 排出原単位（農機利用時）CO ₂ 換算	0.01017	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=④×298
⑦ その他伐採木 MJ 当たりの栽培工程の GHG 排出原単位	1.02414	g-CO ₂ eq/MJ・原料	=①×②+⑤+⑥
⑧ ペレット製造に要するその他伐採木量（自然乾燥前）	1.323	MJ・原料/MJ・燃料	JRC（2017b）
⑨ 当該工程の GHG 排出量	1.36	g-CO ₂ eq/MJ・燃料	=⑦×⑧

< 輸送工程（加工前輸送） >

輸送工程（加工前輸送）の排出量は 3－1．林地残材等由来のペレットと同じ。

< 加工工程 >

加工工程の排出量は、乾燥熱源に化石燃料を利用する場合、乾燥熱源にバイオマスを利用する場合ともに 3－1．林地残材等由来のペレットと同じ。

< 輸送工程（ペレット輸送） >

輸送工程（ペレット輸送）の排出量は 3－1．林地残材等由来のペレットと同じ。

< 発電工程 >

発電工程の排出の排出量は 3－1．林地残材等由来のペレットと同じ。

3-3. 製材等残材由来のペレット

(1) 対象工程

＜対象工程＞

対象工程は以下のとおりである。

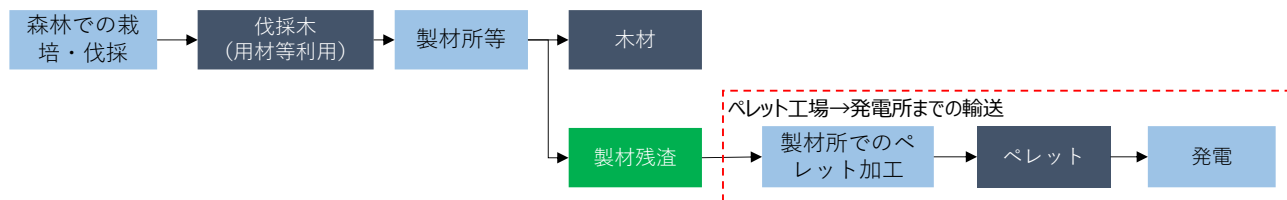


図 18 木質ペレット（製材等残材由来）のライフサイクル GHG 対象工程

＜海上輸送の扱い＞

海上輸送の扱いは 3-1. 林地残材等由来のペレットと同じ。

(2) 工程別の排出量の計算

＜加工工程（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）＞

ペレット化する際に、乾燥熱源に化石燃料を利用する場合の加工工程における排出量の計算結果は以下のとおり。なお、EU RED2 既定値にならない、破碎工程は含めていない。

表 176 木質ペレット加工工程（乾燥）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

	諸元	値	単位	出典
①	投入熱量（蒸気）	0.111	MJ-蒸気/MJ-燃料	JRC(2017b)
②	天然ガスボイラ効率	0.9	MJ-蒸気/MJ-天然ガス	JRC(2017b)
③	天然ガス排出係数（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	66	g-CO2eq/MJ-天然ガス	JRC(2017b)
④	天然ガスボイラ排出原単位（燃焼時のメタン・N2O 含まない）	73.3	g-CO2eq/MJ-蒸気	=③/②
⑤	天然ガスボイラ燃焼時 CH4 排出原単位	0.0028	g-CH4/MJ-蒸気	JRC(2017b)
⑥	天然ガスボイラ燃焼時 N2O 排出原単位	0.00112	g-N2O/MJ-蒸気	JRC(2017b)
⑦	天然ガスボイラ・CH4 排出原単位（CO2 換算）	0.070	g-CO2eq/MJ-蒸気	=⑤×25
⑧	天然ガスボイラ・N2O 排出原単位（CO2 換算）	0.33376	g-CO2eq/MJ-蒸気	=⑥×298
⑨	当該工程の GHG 排出量	8.18	g-CO2eq/MJ-燃料	=①×（④+⑦+⑧）
⑩	当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑨を 20%増）	9.82	g-CO2eq/MJ-燃料	=⑨×1.2

表 177 木質ペレット加工工程（造粒）の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.028	MJ-電力/MJ-燃料	JRC(2017b)
② 電力排出係数（系統電力	146.3	g-CO ₂ eq/MJ-電力	REET2022により米国フロリダ州の排出係数
③ 電力由来の排出原単位	4.10	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×②
④ 投入軽油	0.0016	MJ-軽油/MJ-燃料	JRC (2017b)
⑤ 軽油排出係数（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	95.1	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	JRC (2017b)
⑥ 軽油由来の排出原単位（燃焼時のメタン・N ₂ O 含まない）	0.15	g-CO ₂ eq/MJ-軽油	=④×⑤
⑦ CH ₄ 排出原単位（ペレット化工程全体）	0.00000153	g-CH ₄ /MJ-燃料	JRC (2017b)
⑧ N ₂ O 排出原単位（ペレット化工程全体）	0.00000640	g-N ₂ O/MJ-燃料	JRC (2017b)
⑨ CH ₄ 排出原単位（ペレット化工程全体）CO ₂ 換算	0.00004	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×25
⑩ N ₂ O 排出原単位（ペレット化工程全体）CO ₂ 換算	0.00191	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑧×298
⑪ 当該工程の GHG 排出量	4.25	g-CO ₂ eq/MJ 燃料	=③+⑥+⑨+⑩
⑫ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑪を 20%増）	5.10	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑪×1.2

＜加工工程（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）＞

ペレット化する際に、乾燥熱源にバイオマスを利用する場合の加工工程における排出量の計算結果は以下のとおり。造粒工程の排出量は、乾燥熱源に化石燃料を利用する場合と同じ。

表 178 木質ペレット加工工程（乾燥）の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用する場合）

諸元	値	単位	出典
① ボイラ用バイオマス投入	0.143	MJ-蒸気/MJ-燃料	JRC(2017b)
② ウッドチップボイラ・CO ₂ 排出原単位	0	g-CO ₂ /MJ-蒸気	バイオマス由来の排出は計上しない
③ ウッドチップボイラ・CH ₄ 排出原単位	0.005751	g-CH ₄ /MJ-蒸気	JRC(2017b)
④ ウッドチップボイラ・N ₂ O 排出原単位	0.001150	g-N ₂ O/MJ-蒸気	JRC(2017b)
⑤ ウッドチップボイラ・CH ₄ 排出原単位（CO ₂ 換算）	0.144	g-CO ₂ eq/MJ-蒸気	=③×25
⑥ ウッドチップボイラ・N ₂ O 排出原単位（CO ₂ 換算）	0.343	g-CO ₂ eq/MJ-蒸気	=④×298
⑦ 当該工程の GHG 排出量	0.07	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①×（②+⑤+⑥）
⑧ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため⑦を 20%増）	0.08	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=⑦×1.2

＜輸送工程（ペレット輸送）＞

輸送工程（ペレット輸送）の排出量は 3－1．林地残材等由来のペレットと同じ。

＜発電工程＞

発電工程の排出の排出量は 3－1．林地残材等由来のペレットと同じ。

IV. 国内木質バイオマスのライフサイクルGHG既定値

1. 既定値の算定結果

国内木質バイオマスについては、輸入木質バイオマスと同様、木質チップ、木質ペレット各々の燃料について、以下の3種類の原料種に応じた既定値を設定した。

- 林地残材等
- その他伐採木
- 製材等残材

また、輸送工程については、トラックの最大積載量と輸送距離に応じた区分を詳細に設定し、輸送対象物（原木・チップ・ペレット）別の既定値として整理した。

加工工程については、ペレットの乾燥工程の熱源として、化石燃料を利用するケースとバイオマス燃料を利用するケースの2種類の区分を設けた。なお、チップ、ペレットともに日本独自の排出原単位を活用したため、輸入木質バイオマスとは異なる値となっている。

<木質チップ>

木質チップの既定値は以下のとおり。

表 179 国内木質チップ（林地残材等）のライフサイクル GHG 既定値
(g・CO₂eq/MJ・燃料)

工程	排出量
輸送工程（林地残材等収集）	1.65
輸送工程（原木輸送）	表 182 を参照
加工工程（破碎）	4.39
輸送工程（チップ輸送）	表 183 を参照
発電	0.41

表 180 国内木質チップ（その他伐採木）のライフサイクル GHG 既定値
(g・CO₂eq/MJ・燃料)

工程	排出量
栽培工程（伐採収集含む）	1.11
輸送工程（原木輸送）	表 182 を参照
加工工程（破碎）	4.39
輸送工程（チップ輸送）	表 183 を参照
発電	0.41

表 181 国内木質チップ（製材等残材）のライフサイクル GHG 既定値
(g・CO₂eq/MJ・燃料)

工程	排出量
加工工程（破碎）	4.39
輸送工程（チップ輸送）	表 183 を参照
発電	0.41

表 182 国内木質チップのライフサイクル GHG 既定値（原木輸送の排出）

(g-CO₂eq/MJ-燃料)

輸送距離 トラック 最大積載量	10km	20km	30km	40km	50km	100km	150km	200km	300km
4 トン車以上	0.60	1.20	1.80	2.41	3.01	6.01	9.02	12.03	18.04
10 トン車以上	0.33	0.66	0.99	1.32	1.65	3.31	4.96	6.61	9.92
20 トン車以上	0.21	0.42	0.63	0.84	1.05	2.10	3.15	4.21	6.31

表 183 国内木質チップのライフサイクル GHG 既定値（チップ輸送の排出）

(g-CO₂eq/MJ-燃料)

輸送距離 トラック 最大積載量	10km	20km	30km	40km	50km	100km	150km	200km	300km
4 トン車以上	0.46	0.93	1.39	1.86	2.32	4.65	6.97	9.29	13.94
10 トン車以上	0.26	0.51	0.77	1.02	1.28	2.55	3.83	5.11	7.66
20 トン車以上	0.16	0.32	0.49	0.65	0.81	1.62	2.44	3.25	4.87

<木質ペレットの排出>

木質ペレットの既定値は以下のとおり。

表 184 国内木質ペレット（林地残材等）のライフサイクル GHG 既定値

(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)	乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)
輸送工程（林地残材等収集）	1.59	2.03
輸送工程（原木輸送）	表 187 を参照	表 188 を参照
加工工程	23.39	17.54
輸送工程（ペレット輸送）	表 189 を参照	
発電	0.25	

表 185 国内木質ペレット（その他伐採木）のライフサイクル GHG 既定値

(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)	乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)
栽培工程（伐採収集含む）	1.06	1.36
輸送工程（原木輸送）	表 187 を参照	表 188 を参照
加工工程	23.39	17.54
輸送工程（ペレット輸送）	表 189 を参照	
発電	0.25	

表 186 国内木質ペレット（製材等残材）のライフサイクル GHG 既定値

(g-CO₂eq/MJ-燃料)

工程	乾燥：化石燃料利用 (造粒：系統電力利用)	乾燥：バイオマス利用 (造粒：系統電力利用)
加工工程	14.92	5.18
輸送工程（ペレット輸送）	表 189 を参照	
発電	0.25	

表 187 国内木質ペレットのライフサイクル GHG 既定値（原木輸送の排出・乾燥工程が化石燃料利用の場合）

(g-CO₂eq/MJ-燃料)

輸送距離 トラック 最大積載量	10km	20km	30km	40km	50km	100km	150km	200km	300km
4 トン車以上	0.58	1.15	1.73	2.31	2.88	5.77	8.65	11.54	17.31
10 トン車以上	0.32	0.63	0.95	1.27	1.59	3.17	4.76	6.34	9.51
20 トン車以上	0.20	0.40	0.61	0.81	1.01	2.02	3.03	4.03	6.05

表 188 国内木質ペレットのライフサイクル GHG 既定値（原木輸送の排出・乾燥工程がバイオマス利用の場合）

(g-CO₂eq/MJ-燃料)

輸送距離 トラック 最大積載量	10km	20km	30km	40km	50km	100km	150km	200km	300km
4 トン車以上	0.74	1.47	2.21	2.95	3.69	7.37	11.06	14.75	22.12
10 トン車以上	0.41	0.81	1.22	1.62	2.03	4.05	6.08	8.11	12.16
20 トン車以上	0.26	0.52	0.77	1.03	1.29	2.58	3.87	5.16	7.74

表 189 国内木質ペレットのライフサイクル GHG 既定値（ペレット輸送の排出）

(g-CO₂eq/MJ-燃料)

輸送距離 トラック 最大積載量	10km	20km	30km	40km	50km	100km	150km	200km	300km
4 トン車以上	0.31	0.62	0.93	1.24	1.55	3.10	4.65	6.19	9.29
10 トン車以上	0.17	0.34	0.51	0.68	0.85	1.70	2.55	3.40	5.11
20 トン車以上	0.11	0.22	0.32	0.43	0.54	1.08	1.62	2.17	3.25

2. 国内木質バイオマスのライフサイクルGHG既定値の計算過程

＜対象工程＞

国内木質バイオマスのライフサイクル GHG の対象工程は、Ⅲ.で述べた輸入木質バイオマスと同じとした。また、栽培工程、発電工程に関してはⅢ.で述べた輸入木質バイオマスと同じ値とし、加工工程、輸送工程については以下のとおり、日本独自の状況を踏まえ計算した。

＜加工工程＞

国内木質バイオマスの加工工程の排出量は、以下のとおり算定を行った。なお、製材等残材由来のペレットの加工工程については国内木質バイオマスの諸元が得られなかったため輸入木質バイオマスと同じ値とした。

表 190 木質チップ加工時（国内木質バイオマス）の GHG 排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	木質チップ製造由来排出量	0.05	t-CO ₂ eq/t-燃料	Jクレジット制度方法論 EN-R-001 (ver.1.7) バイオマス固形燃料（木質バイオマス）による化石燃料又は系統電力の代替
②	バイオマス燃料発熱量	11,400	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶対発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 40%を想定）
③	当該工程の排出量	4.39	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①÷②×1,000,000

表 191 木質ペレット加工時（国内木質バイオマス/乾燥熱源は化石燃料）の GHG 排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	木質ペレット製造由来排出量（乾燥熱源は化石燃料）	0.4	t-CO ₂ eq/t-燃料	Jクレジット制度方法論 EN-R-001 (ver.1.7) バイオマス固形燃料（木質バイオマス）による化石燃料又は系統電力の代替
②	バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶対発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
③	当該工程の排出量	23.39	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①÷②×1,000,000

表 192 木質ペレット加工時（国内木質バイオマス/乾燥熱源はバイオマス）の GHG 排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	木質ペレット製造由来排出量（乾燥熱源はバイオマス）	0.3	t-CO ₂ eq/ t-燃料	Jクレジット制度方法論 EN-R-001 (ver.1.7) バイオマス固形燃料（木質バイオマス）による化石燃料又は系統電力の代替
②	バイオマス燃料発熱量	17,100	MJ-燃料/t-燃料	JRC(2017b)（絶対発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
③	当該工程の排出量	17.54	g-CO ₂ eq/MJ-燃料	=①÷②×1,000,000

< 輸送工程（林地残材等収集） >

木質バイオマス燃料利用環境評価・効率化調査報告書（令和 4 年 3 月、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会）では、日本国内における間伐材の伐採・搬出における排出量の計算結果について図 19 のとおり記している。当該排出を林地残材等の収集に応じたものと考え、保守的に車両系による排出 (14.56kg-CO₂/wet-t) を引用するものとした。具体的な計算過程は表 193 のとおり。

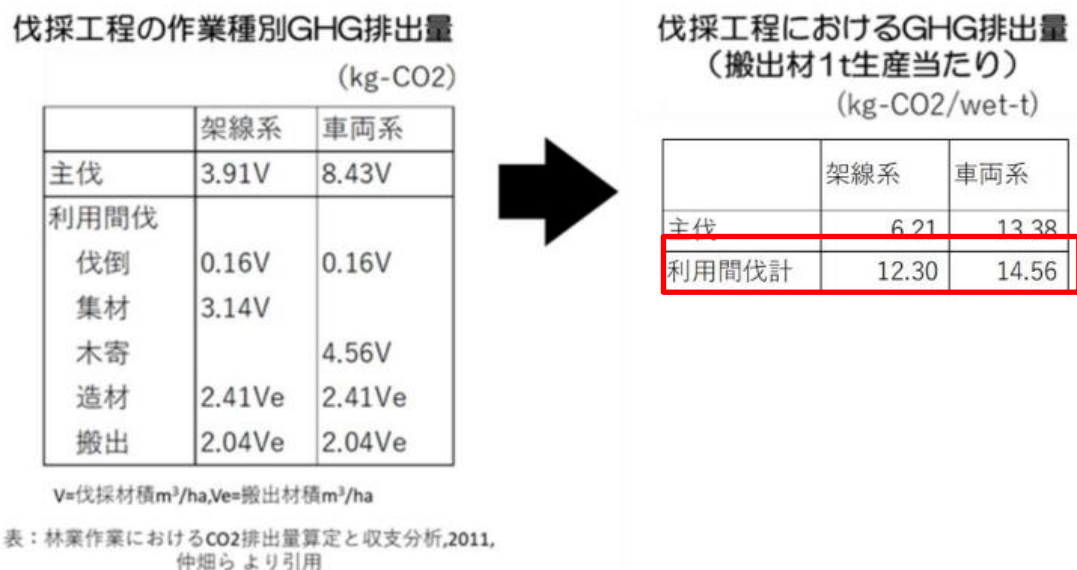


図 19 国内における伐採工程における GHG 排出量の分析

出典) 木質バイオマス燃料利用環境評価・効率化調査報告書（令和 4 年 3 月、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会）

表 193 国内木質バイオマスの林地残材等収集のライフサイクル GHG の計算

	諸元	値	単位	出典
①	林地残材等の収集による排出量 (搬出材重量当たり)	14,560	g-CO2eq/搬出材 wet-t	木質協 (2022)
②	同上 (搬出材熱量当たり)	1.533	g-CO2eq/MJ-搬出材	=①÷9,500 (表 196)
③	バイオマス燃料製造に必要な搬出材の 量 (チップの場合)	1.079	MJ-搬出材/MJ-燃料	表 197
④	同上 (乾燥工程が化石燃料利用のペレ ットの場合)	1.035	MJ-搬出材/MJ-燃料	表 197
⑤	同上 (乾燥工程がバイオマス利用のペ レットの場合)	1.323	MJ-搬出材/MJ-燃料	表 197
⑥	輸送工程 (林地残材等収集) の排出量 (チップの場合)	1.65	g-CO2eq/MJ-燃料	=②×③
⑦	同上 (乾燥工程が化石燃料利用のペレ ットの場合)	1.59	g-CO2eq/MJ-燃料	=②×④
⑧	同上 (乾燥工程がバイオマス利用のペ レットの場合)	2.03	g-CO2eq/MJ-燃料	=②×⑤

<輸送工程 (トラック輸送) >

JRC(2017b)における往復燃費の計算を参考に、トラックのサイズ別の燃費について以下の省エネ法告示¹⁷⁾に従い算出した。

⑦ 軽油を燃料とする貨物自動車であって、燃費を把握できないもの又はその燃費が⑥における基準を下回っているものにあつては次の式

$$x = 15.0 / (y / 100)^{0.812} / z^{0.651}$$

これらの式において、x、y及びzは、それぞれ次の数値を表すものとする。

x: 貨物輸送量当たりの燃料使用量 (単位 リットル/トンキロ)

y: 積載率 (単位 %)

z: 貨物自動車の最大積載量 (単位 kg)

表 194 国内木質バイオマスの既定値の算定に用いた往復燃費

トラックの サイズ(最大 積載量)	①最大積 載量トン	②積載率	③往路燃費 l-軽油/tkm	④空荷想 定時積載 率	⑤空荷想定 燃費 l-軽油/tkm	⑥復路燃費 l-軽油/tkm	⑦往復燃費 MJ-軽油 /tkm
	—	JRC (2017b)	省エネ法告示 に基づき①② から算定	共同ガイ ドライン Ver.3.2 ¹⁸⁾	省エネ法告 示に基づき ①④から算 定	=⑤× (①×④) ÷ (①×②)	= (③+⑥) × 軽油発熱 量 (低位発熱 量 36 MJ/l)
4 トン以上	4	0.675	0.091	0.1	0.429	0.064	5.56
10 トン以上	10	0.675	0.05	0.1	0.236	0.035	3.06
20 トン以上	20	0.675	0.0318	0.1	0.15	0.022	1.94

¹⁷⁾ 貨物輸送事業者に行わせる貨物の輸送に係るエネルギーの使用量の算定の方法 (令和4年3月31日経済産業省告示第84号) 燃費判断基準等

¹⁸⁾ ロジスティクス分野における CO2 排出量算定方法共同ガイドライン Ver. 3.2 (令和5年6月)

輸送由来の排出量については、以下のとおり算出した。

表 195 国内木質バイオマスの輸送工程（原木輸送・バイオマス燃料輸送）既定値の計算式

原木輸送	$= \text{輸送距離 (km)} \times (\text{サイズ別往復燃費 (MJ・軽油/tkm, 表 194 より)})$ $\times \text{軽油排出係数 (95.1g-CO}_2\text{eq/MJ・軽油, JRC(2017b)より)}$ $+ \text{CH}_4 \text{ 排出原単位 (トラック利用時) (0.0034g-CH}_4\text{/tkm, JRC(2017b)より)} \times 25$ $+ \text{N}_2\text{O 排出原単位 (トラック利用時) (0.0015g-N}_2\text{O/tkm, JRC(2017b)より)} \times 298$ $\div \text{原木の発熱量 (MJ/t, 表 196 より)}$ $\times \text{各バイオマス燃料の製造に必要な原木量 (MJ・原木/MJ・バイオマス燃料, 表 197 より)}$
チップ・ペレット輸送	$= \text{サイズ別往復燃費 (MJ・軽油/tkm, 表 194 より)} \times \text{輸送距離 (km)}$ $\times \text{軽油排出係数 (95.1g-CO}_2\text{eq/MJ・軽油, JRC(2017b)より)}$ $\div \text{各バイオマス燃料の発熱量 (MJ/t, 表 196 より)}$

表 196 原木・バイオマス燃料の発熱量

	含水率	発熱量（絶乾木材発熱量 19,000MJ/t (JRC(2017a)より) × (1 - 含水率))
原木	50%	9,500
チップ	40%	11,400
ペレット	10%	17,100

出典) JRC (2017b) (ただしチップの含水率に関しては国産材の実態に応じて設定)

表 197 各バイオマス燃料の製造に必要な原木量（自然乾燥前）

バイオマス燃料	必要原木 (MJ・原木/MJ・燃料)
チップ	1.079
ペレット（乾燥工程が化石燃料利用の場合）	1.035
ペレット（乾燥工程がバイオマス利用の場合）	1.323

出典) JRC (2017b)

V. 廃棄物系区分バイオマスのライフサイクル GHG

廃棄物系区分バイオマスのライフサイクル GHG については、発電に利用されない場合と比べて、追加的な加工・輸送工程等が生じる場合に限り、その追加工程で排出される GHG を計上することとし、FIT/FIP 制度が求めるライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離を既定値として定めた上で、調達先からのバイオマスの輸送距離が、既定値を下回ることを確認することとしている。

本章は、その確認に用いる既定値と、参考情報として既定値の計算過程について記したものである。

<既定値の算定に当たっての主な出典>

本文書で示す既定値の計算過程では、EU RED2 の代表値の計算過程について解説した以下の文書の値を引用しており、以降では簡略な出典の表記としている。

- ✓ Solid and gaseous bioenergy pathways: input values and GHG emissions, JRC(2017)

<輸送に係る燃費>

JRC(2017)における往復燃費の計算を参考に、トラックのサイズ別の燃費について以下の省エネ法告示¹⁹⁾に従い算出した。

表 198 廃棄物系区分バイオマスで用いる輸送燃費

	①最大積載量トン	②積載率	③往路燃費 l-軽油/tkm	④空荷想定 時積載率	⑤空荷想定 燃費 l-軽油/tkm	⑥復路燃費 l-軽油/tkm	⑦往復燃費 MJ-軽油 /tkm
適用先	—	令和3年度 資源エネルギー 庁報告書より設定 ²⁰⁾	省エネ法告示に基づき ①②から算定	共同ガイド ライン Ver.3.2 ²¹⁾	省エネ法告示に基づき ①④から算定	$= ⑤ \times (① \times ④) \div (① \times ②)$	$= (③ + ⑥) \times \text{軽油発熱量 (低位発熱量 36 MJ/l)}$
廃食油の 収集	4	0.6	0.1001	0.1	0.429	0.071	6.18
廃棄物・ その他	10	0.6	0.0550	0.1	0.236	0.039	3.39
建設資材 廃棄物	20	0.67	0.0319	0.1	0.150	0.022	1.95

¹⁹⁾ 貨物輸送事業者に行わせる貨物の輸送に係るエネルギーの使用量の算定の方法（令和4年3月31日経済産業省告示第84号）燃費判断基準等

²⁰⁾ 令和3年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業 特定荷主等のエネルギーの使用の合理化の評価のあり方に関する調査報告書 図2-27

²¹⁾ ロジスティクス分野におけるCO2排出量算定方法共同ガイドライン Ver. 3.2（令和5年6月）

1. 廃棄物・その他バイオマス区分のライフサイクル GHG と基準に相当する輸送距離

廃棄物・その他バイオマス区分のバイオマスについては、廃掃法に基づく廃棄物処理施設の発電設備で利用される場合を除き、以下のバイオマスについてライフサイクル GHGを確認する。

- 廃食用油（バイオディーゼルに限る）
- 廃棄物固形化燃料（RDF/RPF）
- 木くず・剪定枝
- 上記以外バイオマス（紙等）

これらについて、ライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離等を算出したところ、以下のとおり。

＜廃食用油（バイオディーゼルに限る）＞

廃食用油（バイオディーゼルに限る）については、廃食油収集工程の排出量、エステル交換工程の排出量、調達先からの輸送による排出量を計上するものとし、以下のとおり、ライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離を算出した。

表 199 廃食油（バイオディーゼルに限る）のライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離

	諸元	出典	▲50%	▲70%	単位
①	基準となるライフサイクル GHG (MJ 電力当たり)	FIT 制度	90	54	g-CO ₂ eq/MJ-電力
②	基準となるライフサイクル GHG (MJ 燃料当たり)	=①×30% ※一般的なディーゼルエンジン発電から保守的に設定	27	16.2	g-CO ₂ eq/MJ 廃食油 FAME
③	廃食油収集工程の排出量	JRC(2017)から計算	1.63		同上
④	エステル交換工程の排出量	EURED2 既定値	13		同上
⑤	軽油排出係数 (発熱量当たり)	JRC(2017 b)	95.76		g-CO ₂ eq/MJ-軽油
⑥	基準となるライフサイクル GHG に相当する発熱量当たり軽油消費量	= (②-③-④) ÷⑤	0.129	0.016	MJ-軽油/MJ-廃食油 FAME
⑦	廃食油 (FAME) 発熱量	JRC(2017 b)	37,200		MJ/t-廃食油 FAME
⑧	基準となるライフサイクル GHG に相当する重量当たり軽油消費量	=⑥×⑦	4,806	610	MJ-軽油/t-廃食油 FAME
⑨	燃費 (10t トラック・積載率 60%)	表 198	3.39		MJ-軽油/t・km
⑩	基準となるライフサイクル GHG に達する輸送距離	=⑧÷⑨	1,416	180	km

なお、廃棄物収集工程廃食油収集工程の排出量の計算過程は以下のとおりである。

表 200 廃食油収集工程の排出量の計算

	諸元	出典	値	単位
①	輸送距離	JRC(2017 b)	100	km
②	往復燃費 4t トラック	表 198	6.18	MJ/tkm
③	軽油排出係数 (メタン・N ₂ O 含む)	JRC(2017 b)	95.76	g-CO ₂ eq/MJ
④	軽油由来の CO ₂ 排出 (tkm 毎)	=②×③	591.5	g-CO ₂ eq/tkm
⑤	廃食油発熱量	JRC(2017 b)	37,000	MJ-廃食油/t
⑥	歩留まり	JRC(2017 b)	1.0195	MJ-廃食油/MJ-FAME
⑦	収集工程排出量	=①×④÷⑤×⑥	1.63	g-CO ₂ eq/MJ-FAME

< 廃棄物固形化燃料 (RDF/RPF) >

廃棄物固形化燃料 (RDF/RPF) については、RDF・RPF 化工程の排出量、調達先からの輸送による排出量を計上するものとし、RPF については以下のとおり、ライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離を算出した。

表 201 廃棄物固形化燃料 (RPF) のライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離

	諸元	出典	▲50%	▲70%	単位
①	基準となるライフサイクル GHG (MJ 電力当たり)	FIT 制度	90	54	g-CO ₂ eq/MJ-電力
②	基準となるライフサイクル GHG (MJ 燃料当たり)	=①×27.1% (RPF) 国立環境研究所 ²² より	24.39	14.63	g-CO ₂ eq/MJ-RPF
③	RPF 化工程の排出	表 202 ⑤より	5.91		g-CO ₂ eq/MJ-RPF
④	軽油排出係数(発熱量当たり)	JRC(2017 b)	95.76		g-CO ₂ eq/MJ-軽油
⑤	基準となるライフサイクル GHG に相当するバイオマス燃料当たり輸送軽油消費量	=②・③/④	0.193	0.091	MJ-軽油/MJ-RPF
⑥	RPF 発熱量 (湿潤)	国立環境研究所 ²² より換算	24,700		MJ/t-RPF
⑦	基準となるライフサイクル GHG に相当する軽油消費量	=⑤×⑥	4,766	2,250	MJ-軽油/t-RPF
⑧	燃費 (10t トラック・積載率 60 %)	表 198	3.39		MJ-軽油/t・km
⑨	基準となるライフサイクル GHG に達する輸送距離	=⑦÷⑧	1,405	663	km

なお、RDF については RDF 化工程の排出のみで、FIT/FIP 制度の基準(180g-CO₂eq/MJ-電力)に対して▲50%、90g-CO₂eq/MJ-電力)を上回ることから表 201 では記載を省略した。

RDF/RPF 化に係る工程の排出の計算結果は以下のとおり。

²² <https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=71> (2023 年 11 月 2 日閲覧)

表 202 RDF 化に係る工程の排出量の計算

	諸元	出典	値	単位
①	RDF 化時の電力消費 (RDF 重量当たり)	LCA によるごみの RDF 化における環境負荷低減に関する研究 (中野等,1999)	0.540	MJ・電力/kg-RDF
②	RDF 発熱量	国立環境研究所 ²²	11.96	MJ-RDF/kg-RDF
③	RDF 化時の電力消費 (RDF 発熱量当たり)	$=①÷②$	0.0452	MJ・電力/MJ-RDF
④	電力排出係数 (日本)	GREET2022	166.12	g-CO ₂ eq /MJ・電力
⑤	電力消費の GHG 排出量 (RDF 発熱量当たり)	$=③×④$	7.50	g-CO ₂ eq /MJ-RDF
⑥	乾燥用燃料消費 (RDF 重量当たり)	LCA によるごみの RDF 化における環境負荷低減に関する研究 (中野等,1999)	0.08	l-灯油/kg-RDF
⑦	灯油発熱量	総合エネルギー統計に適用する標準発熱量 (1999 年以前) ²³	37.26	MJ/l・灯油
⑧	乾燥用熱投入量 (RDF 重量当たり)	$=⑥×⑦$	2.98	MJ・投入熱/kg-RDF
⑨	乾燥用燃料消費 (RDF 発熱量当たり)	$=⑧÷②$	0.249	MJ・投入熱/MJ-RDF
⑩	軽油排出係数	JRC(2017 b)	95.10	g-CO ₂ eq /MJ・軽油
⑪	乾燥工程の GHG 排出量 (RDF 発熱量当たり)	$=⑨×⑩$	23.69	g-CO ₂ eq /MJ-RDF
⑫	RDF 化に係る GHG 排出量 (計)	$=⑤+⑪$	31.19	g-CO ₂ eq /MJ-RDF
⑬	RDF 発電の発電効率	国立環境研究所 ²²	21	%
⑭	RDF の加工工程に由来する廃棄物発電の GHG 排出量	$=⑫÷⑬×100$	148.53	g-CO ₂ eq /MJ・電力

23

https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.enecho.meti.go.jp%2Fstatistics%2Ftotal_energy%2Fxls%2Fstte_039.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK (2023 年 11 月 15 日閲覧)

表 203 RPF 化に係る工程の排出量の計算

	諸元	出典	値	単位
①	RPF 化時の電力消費 (RPF 重量当たり)	プラスチック製容器包装再商品 化手法に関する環境負荷等の検 討 (平成 19 年 6 月)	0.879	MJ・電力/kg-RPF
②	RPF の発熱量	国立環境研究所 ²²	24.70	MJ-RPF/kg-RPF
③	RPF 化時の電力消費 (RPF 発熱量当たり)	$=①÷②$	0.0356	MJ・電力/MJ-RPF
④	電力排出係数(日本)	REET2022	166.12	g-CO ₂ eq/MJ・電力
⑤	RPF 化に係る GHG 排出 量	$=③×④$	5.91	g-CO ₂ eq/MJ-RPF
⑥	RPF 発電の 発電効率	国立環境研究所 ²²	27.1	%
⑦	RPF 化に係る電力の GHG 排出	$=⑤÷⑥×100$	21.81	g-CO ₂ eq/MJ・電力

<木くず・剪定枝>

木くず・剪定枝については、破碎工程の排出量、調達先からの輸送による排出量を計上するものとし、以下のとおり、ライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離を算出した。

表 204 木くず・剪定枝においてライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離

	諸元	出典	▲50%	▲70%	単位
①	基準となるライフサイクル GHG (MJ 電力当たり)	FIT 制度	90	54	g-CO ₂ eq/MJ・電力
②	基準となるライフサイクル GHG (MJ 燃料当たり)	$=①×21.6\%$ ※発電効率は日本木質 バイオマスエネルギー 協会による木質バイオ マス発電所の想定を引 用	19.44	11.66	g-CO ₂ eq/MJ・燃料チ ップ
③	破碎工程の排出	FIT 制度既定値	4.39		g-CO ₂ eq/MJ・燃料チ ップ
④	軽油排出係数(発熱量当たり)	JRC(2017 b)	95.76		g-CO ₂ eq/MJ・軽油
⑤	基準となるライフサイクル GHG に相当するバイオマス燃 料当たり輸送軽油消費量	$=②÷③$	0.157	0.076	MJ・軽油/MJ・剪定枝・ 木くず
⑥	剪定枝・木くず発熱量	JRC (2017 b) より 含水率 50%で換算	9,500		MJ/t・剪定枝・木くず
⑦	基準となるライフサイクル GHG に相当する軽油消費量	$=⑤×⑥$	1,493	722	MJ・軽油/t・剪定枝・木 くず
⑧	燃費 (20t トラック・積載率 67 %)	表 198	1.95		MJ・軽油/t・km
⑨	基準となるライフサイクル GHG に達する輸送距離	$=⑦÷⑧$	764	369	km

<上記以外のバイオマス (紙等) >

上記以外のバイオマス (紙等) については、以下のとおり、ライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離を算出した。

表 205 上記以外のバイオマス（紙等）のライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離

	諸元	出典	▲50%	▲70%	単位
①	基準となるライフサイクル GHG (MJ 電力当たり)	FIT 制度	90	54	g-CO ₂ eq/MJ・電力
②	基準となるライフサイクル GHG (MJ 燃料当たり)	$=① \times 14.22\%$ ※日本の廃棄物処理令和 3 年度版（令和 5 年 3 月）に基づく一般廃棄物の発電効率	12.8	7.68	g-CO ₂ eq/MJ・都市ごみ
③	軽油排出係数(発熱量当たり)	JRC(2017 b)	95.76		g-CO ₂ eq/MJ・軽油
④	基準となるライフサイクル GHG に相当する発熱量当たり軽油消費量	$=② \div ③$	0.134	0.08	MJ・軽油/MJ・都市ごみ
⑤	都市ごみ発熱量	高効率ごみ発電施設整備マニュアル (環境省、平成 30 年 3 月改訂)	8,800		MJ/t・都市ごみ
⑥	基準となるライフサイクル GHG に相当する軽油消費量	$=④ \times ⑤$	1,176	706	MJ・軽油/t・都市ごみ
⑦	燃費 (10t トラック・積載率 60%)	表 198	3.39		MJ・軽油/t・km
⑧	基準となるライフサイクル GHG に達する輸送距離	$=⑥ \div ⑦$	347	208	km

2. 建設資材廃棄物区分のライフサイクル GHG と基準に相当する輸送距離

建設資材廃棄物区分バイオマスについては、廃掃法に基づく廃棄物処理施設の発電設備で使用される場合を除き、ライフサイクル GHG を確認する。

破碎工程の排出量、調達先からの輸送による排出量を計上するものとし、以下のとおり、ライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離を算出した。

表 206 建設資材廃棄物区分バイオマスのライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離

	諸元	出典	▲50%	▲70%	単位
①	基準となるライフサイクル GHG (MJ 電力当たり)	FIT 制度	90	54	g-CO ₂ eq/MJ-電力
②	基準となるライフサイクル GHG (MJ 燃料当たり)	$=① \times 21.6\%$ ※2 発電効率は日本木質バイオマスエネルギー協会による木質バイオマス発電所の想定を引用	19.44	11.66	g-CO ₂ eq/MJ-燃料チップ
③	破碎工程の排出	FIT 制度既定値	4.39		g-CO ₂ eq/MJ-燃料チップ
④	軽油排出係数(発熱量当たり)	JRC(2017 b)	95.76		g-CO ₂ eq/MJ-軽油
⑤	基準となるライフサイクル GHG に相当する発熱量当たり軽油消費量	$= (② - ③) / ④$	0.157	0.076	MJ-軽油/MJ-乾燥木材
⑥	乾燥木材発熱量	国環研 (2011) ²⁴ より含水率 15%	16,150		MJ/t-乾燥木材
⑦	基準となるライフサイクル GHG に相当する軽油消費量	$= ⑤ \times ⑥$	2,538	1,227	MJ-軽油/t-乾燥木材
⑧	燃費 (20t トラック・積載率 67%)	表 198	1.95		MJ-軽油/t・km
⑨	基準となるライフサイクル GHG に達する輸送距離	$= ⑦ \div ⑧$	1,299	628	km

²⁴ <https://www-cycle.nies.go.jp/magazine/mame/201110.html> (2023 年 11 月 15 日閲覧)

3. メタン発酵ガス発電区分のライフサイクル GHG と基準に相当する輸送距離

メタン発酵ガス発電区分バイオマスについては、バイオマスの種類に応じて、以下①～④の排出量等が計上される。

- ① 調達事業者から発電所までの輸送工程
- ② 発酵処理工程
- ③ 発電工程（ガス燃焼時のメタン等排出）
- ④ メタン回収(GHG 削減効果)

これらのうち、②発酵処理工程、③発電工程（ガス燃焼時のメタン等排出）、④メタン回収(GHG 削減効果)については、既定値を設けるものとした。その計算過程は以下のとおり。

<②発酵処理工程の GHG 排出量既定値>

表 207 発酵処理工程の GHG 排出量の計算結果

	諸元	出典	値	単位
①	発酵時消費電力	JRC(2017 b)	0.03	MJ/MJ-biogas
②	電力排出係数（日本）	GREET2022	166.12	g-CO ₂ eq/MJ・電力
③	発電時 GHG 排出量	=①×②	4.98	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
④	発酵時蒸気消費量（バイオガスボイラ）	JRC(2017 b)	0.1	MJ・蒸気/MJ-biogas
⑤	バイオガスボイラ由来 CH ₄ 排出量	JRC(2017 b)	0.0028	g-CH ₄ /MJ・蒸気
⑥	バイオガスボイラ由来 N ₂ O 排出量	JRC(2017 b)	0.0011	g-N ₂ O/MJ・蒸気
⑦	CH ₄ 地球温暖化係数（GWP）	FIT 制度	25	g-CO ₂ eq/g-CH ₄
⑧	N ₂ O 地球温暖化係数（GWP）	FIT 制度	298	g-CO ₂ eq/g-N ₂ O
⑨	バイオガスボイラ由来 CH ₄ 排出量 （CO ₂ 換算）	=④×⑤×⑦	0.007	g-CO ₂ eq/MJ・蒸気
⑩	バイオガスボイラ由来 N ₂ O 排出量 （CO ₂ 換算）	=④×⑥×⑧	0.033	g-CO ₂ eq/MJ・蒸気
⑪	バイオガスボイラ由来 GHG 排出計	=⑨+⑩	0.04	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
⑫	当該工程の排出量合計	=③+⑪	5.02	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
⑬	当該工程の排出量合計 （保守性のため 1.4 倍）	=⑫×1.4	7.03	g-CO ₂ eq/MJ-biogas

＜③発電工程（ガス燃焼時のメタン等排出）の GHG 排出量既定値＞

表 208 燃焼時のメタン等排出（発電に利用する場合）

	諸元	出典	値	単位
①	メタンスリップ（漏洩量）	JRC(2017 b)	0.017	MJ-CH ₄ /MJ-biogas
②	メタン発熱量	JRC(2017 b)	0.05	MJ-CH ₄ /g-CH ₄
③	発電時メタン排出量	=①÷②	0.34	g-CH ₄ /MJ-biogas
④	CH ₄ 地球温暖化係数	FIT 制度	25	g-CO ₂ eq/g-CH ₄
⑤	発電時メタン排出量（CO ₂ 換算）	=③×④	8.5	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
⑥	発電時 N ₂ O 排出量	JRC(2017 b)	0.0014	g-N ₂ O/MJ-biogas
⑦	N ₂ O 地球温暖化係数	FIT 制度	298	g-CO ₂ eq/g-CH ₄
⑧	発電時 N ₂ O 排出量（CO ₂ 換算）	=⑥×⑦	0.42	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
⑨	発電時 GHG 排出量計	=⑤+⑧	8.92	g-CO ₂ eq/MJ-biogas

表 209 燃焼時のメタン等排出（発電に利用しない場合）

	諸元	出典	値	単位
①	発電に利用しない場合の燃焼時 CH ₄ 排出 （一般廃棄物のバッチ燃焼式焼却施設での焼却）	温室効果ガス総 排出量 算定方法 ガイドライン	0.076	kg-CH ₄ /t
②	発電に利用しない場合の燃焼時 N ₂ O 排出 （一般廃棄物のバッチ燃焼式焼却施設での焼却）	温室効果ガス総 排出量 算定方法 ガイドライン	0.0724	kg-CH ₄ /t
③	食品残さ発熱量	JRC(2017 b)	4,906	MJ/t
④	メタン発酵時の投入食品残さ	JRC(2017 b)	1.45	MJ-食品残さ/MJ-biogas
⑤	発電する場合の発生メタン量 （食品残さ発熱量当たり）	=1/④	0.69	MJ-biogas/MJ-食品残さ
⑥	発電する場合の発生メタン量 （食品残さ重量当たり）	=③×⑤	3,383	MJ-biogas/t-食品残さ
⑦	発電時メタン排出量	=①×⑥	0.022	g-CH ₄ /MJ-biogas
⑧	発電時 N ₂ O 排出量	=②×⑥	0.021	g-CH ₄ /MJ-biogas
⑨	CH ₄ 地球温暖化係数	FIT 制度	25	g-CO ₂ eq/g-CH ₄
⑩	N ₂ O 地球温暖化係数	FIT 制度	298	g-CO ₂ eq/g-CH ₄
⑪	発電時メタン排出量（CO ₂ 換算）	=⑦×⑨	0.56	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
⑫	発電時 N ₂ O 排出量（CO ₂ 換算）	=⑧×⑩	6.38	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
⑬	発電に利用しない場合の発電時 GHG 排出量計	=⑪+⑫	6.94	g-CO ₂ eq/MJ-biogas

表 210メタン発酵発電に計上する燃焼時 GHG 排出量（発電に利用する場合としない場合の差分）

	諸元	出典	値	単位
①	発電時 GHG 排出量計	表 208	8.92	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
②	発電に利用しない場合の発電時 GHG 排出量計	表 209	6.94	g-CO ₂ eq/MJ-biogas
③	燃焼時のメタン等排出に計上する GHG 排出量	=①－②	1.98	MJ/t

<④メタン回収による GHG 削減効果の既定値>

表 211 家畜糞尿を発電に利用しない場合のメタン・N2O 排出量

	諸元	出典	値	単位
①	乳牛、豚の排せつ物管理に伴う CH ₄ 排出量 (2020 年度)	日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2023 年	8.79	万 t-CH ₄ /年
②	乳牛、豚の排せつ物管理に伴う N ₂ O 排出量 (2020 年度)	日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2023 年	0.63	万 t-N ₂ O/年
③	乳牛、豚の排せつ物発生量 (2020 年度)	農林水産省推計値 (令和 2 年 畜産統計などから推計) https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyo/taisaku/t_mondai/02_kanri/ (2023 年 10 月 30 日閲覧)	4,301	万 t/年
④	発電に利用しない場合の全国平均 CH ₄ 排出原単位	=①÷③	0.00204	t-CH ₄ /t-排せつ物
⑤	発電に利用しない場合の全国平均 N ₂ O 排出原単位 (2020 年度)	=②÷③	0.00015	t-N ₂ O/t-排せつ物

表 212 家畜糞尿を発電に利用する場合のメタン N2O 排出量(保守的に開放型の消化液貯留槽と想定)

	諸元	出典	値	単位
⑥	家畜糞尿発熱量 (湿潤)	JRC(2017)より (乾燥発熱量 12,000MJ/t、含水率 90%)	1,200	MJ/t-排せつ物
⑦	家畜糞尿の発酵から得られるバイオガス収率	JRC(2017b)より	0.42	MJ-バイオガス/MJ-排せつ物
⑧	家畜糞尿から得られる回収バイオガス量	=⑥×⑦	504	MJ-バイオガス/t-排せつ物
⑨	消化液貯留槽 (開放系) からの CH ₄ 漏洩率	JRC(2017 b)より	0.1	MJ-漏洩メタン/MJ-バイオガス
⑩	消化液貯留槽 (開放系) からの N ₂ O 漏洩率	JRC(2017 b)より	0.066	g-N ₂ O/MJ-バイオガス
⑪	メタン発酵発電に利用する場合の CH ₄ 排出原単位	=⑧×⑨÷50,000 (MJ/t 単位メタン発熱量)	0.00101	t-CH ₄ /t-排せつ物
⑫	メタン発酵発電に利用する場合の N ₂ O 排出原単位	=⑧×⑩÷1,000,000 (単位換算)	0.00003	t-N ₂ O/t-排せつ物

表 213 家畜糞尿を発電に利用する場合のメタン回収による GHG 削減効果

	諸元	出典	値	単位
⑬	発電時の CH ₄ 排出削減効果 (燃料 MJ 当たり)	= (④-⑪) ×1,000,000÷⑧	2.055	g-CH ₄ /MJ-燃料
⑭	発電時の N ₂ O 排出削減効果 (燃料 MJ 当たり)	= (⑤-⑫) ×1,000,000÷⑧	0.225	g-N ₂ O/MJ-燃料
⑮	CH ₄ 地球温暖化係数 (GWP)	FIT 制度	25	g-CO ₂ eq/g-CH ₄
⑯	N ₂ O 地球温暖化係数 (GWP)	FIT 制度	298	g-CO ₂ eq/g-N ₂ O
⑰	発電時の CH ₄ 排出削減効果 (CO ₂ 換算)	=⑬×⑮	51	g-CO ₂ eq/MJ-燃料
⑱	発電時の N ₂ O 排出削減効果 (CO ₂ 換算)	=⑭×⑯	67	g-CO ₂ eq/MJ-燃料
⑲	メタン発酵発電時のメタン回収による GHG 排出削減効果 (CO ₂ 換算)	=⑰+⑱	118	g-CO ₂ eq/MJ-燃料

＜バイオマスの種類に応じた排出量等の計上＞

以下 A、B、C のとおり、バイオマスの種類に応じて排出量等を計上する。

- A) 家畜糞尿、食品残さ等（堆肥利用される場合に限る）：①調達事業者から発電所までの輸送工程、②発酵処理工程、③メタン回収(GHG 削減効果)、④発電工程（ガス燃焼時のメタン等排出）
- B) 下水汚泥、食品残さ等（堆肥利用されない廃棄物に限る）：②発酵処理工程、④発電工程（ガス燃焼時のメタン等排出）
- C) 上記以外バイオマス：①調達事業者から発電所までの輸送工程、②発酵処理工程、④発電工程（ガス燃焼時のメタン等排出）

この中で、前述の②発酵処理工程、③メタン回収(GHG 削減効果)、④発電工程（ガス燃焼時のメタン等排出）の既定値を参照すると以下のとおり。

- A)家畜糞尿、食品残さ等（堆肥利用される場合に限る）については、③メタン回収による GHG 削減効果が極めて大きい（118g-CO₂eq/MJ-燃料）
- B)下水汚泥、食品残さ等（堆肥利用されない廃棄物に限る）については、計上する②発酵処理工程の排出量（7.03g-CO₂eq/MJ-燃料）、④発電工程（ガス燃焼時のメタン等排出）の排出量（8.92g-CO₂eq/MJ-燃料）の合計（15.95g-CO₂eq/MJ-燃料、発電効率 35%で 47g-CO₂eq/MJ-電力）が▲70%の基準を下回る

したがって、C)上記以外バイオマスについてのみ、ライフサイクル GHG を確認する。

<C)上記以外バイオマスのライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離>

C)の上記以外バイオマスについて、ライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離の計算結果は以下のとおり。

表 214 上記以外バイオマスのライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離

	諸元	出典	▲50%	▲70%	単位
①	基準となるライフサイクル GHG (MJ 電力当たり)	FIT 制度	90	54	g-CO ₂ eq/MJ-電力
②	基準となるライフサイクル GHG (MJ 燃料当たり)	=①×35% ※平成 26 年度環境省委託業務「廃棄物系バイオマス利活用導入促進事業」委託業務報告書	31.5	18.9	g-CO ₂ eq/MJ-バイオガス
③	発酵処理工程による排出量	表 207	7.03		同上
④	ガス燃焼時のメタン等排出	表 210	1.98		同上
⑤	軽油排出係数(発熱量当たり)	JRC(2017 b)	95.76		g-CO ₂ eq/MJ-軽油
⑥	基準となるライフサイクル GHG に相当する発熱量当たり軽油消費量	=②-③-④/⑤	0.235	0.103	MJ-軽油/MJ-食品残さ(湿潤)
⑦	食品残さ(湿潤)発熱量	JRC(2017 b)	4,906		MJ/t-食品残さ(湿潤)
⑧	基準となるライフサイクル GHG に相当する重量当たり軽油消費量	=⑥×⑦	1,152	506	MJ-軽油/t-食品残さ(湿潤)
⑨	燃費(10t トラック・積載率 60%)	表 198	3.39		MJ-軽油/t・km
⑩	基準となるライフサイクル GHG に達する輸送距離	=⑧÷⑨	340	149	km

VI. 改訂履歴

版数	発行日	改訂履歴
第 1 版	2023 年 3 月	初版発行
第 2 版	2023 年 11 月	木質ペレットの歩留まりの算定における自然乾燥工程を排除、および化石燃料消費におけるメタン、N₂O 排出を計上 木質バイオマス燃料利用環境評価・効率化調査報告書の訂正を踏まえ、日本国内における間伐材の伐採・搬出における排出量を修正 国内木質バイオマスの輸送に係る燃費を修正、「製材残渣」の名称を「製材等残材」に変更、「その他の伐採木」の名称を「その他伐採木」に変更、Ⅱ 及びⅢにおいて参照する乾燥工程における化石燃料利用時のボイラ効率 90%を反映、製材等残材の破碎工程の排出を排除、電力排出係数の訂正
第 3 版	2024 年 3 月	新規燃料のライフサイクル GHG 既定値を追加 廃棄物区分バイオマスのライフサイクル GHG 基準に相当する輸送距離の既定値を追加