

FIT/FIP 制度におけるバイオマス燃料のライフサイクル GHG 排出量の既定値について（案）

バイオマス持続可能性ワーキンググループ

2022 年 11 月

I. はじめに.....	2
(1) ライフサイクル GHG の既定値の作成について	2
(2) ライフサイクル GHG 確認にあたっての既定値の適用について	4
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.....	6
1. 既定値の算定結果	6
2. パーム油のライフサイクルGHG既定値の計算過程	8
2-1. CPO	8
(1) 対象工程等	8
(2) 工程別の排出量の計算	9
2-2. パームステアリン	15
(1) 対象工程等	15
(2) 工程別の排出量の計算	16
2. PKSのライフサイクルGHG既定値の計算過程.....	25
(1) 対象工程等	25
(2) 工程別の排出量の計算	26
3. パームトランクのライフサイクルGHG既定値の計算過程.....	28
(1) 対象工程等	28
(2) 工程別の排出量の計算	29
III. 輸入木質バイオマスのライフサイクルGHG既定値.....	33
1. 既定値の算定結果	33
2. 木質チップのライフサイクルGHG既定値の計算過程	39
2-1. 林地残材等由来の木質チップ	39
(1) 対象工程等	39
(2) 工程別の排出量の計算	39
2-2. その他の伐採木由来の木質チップ	43
(1) 対象工程	43
(2) 工程別の排出量の計算	43
2-3. 製材残渣由来の木質チップ	44
(1) 対象工程等	44
(2) 工程別の排出量の計算	44
3. 木質ペレットのライフサイクルGHG既定値の計算過程.....	45
3-1. 林地残材等由来のペレット.....	45
(1) 対象工程等	45
(2) 工程別の排出量の計算	45
3-2. その他の伐採木由来のペレット	51
(1) 対象工程	51
(2) 工程別の排出量の計算	51
3-3. 製材残渣由来のペレット.....	53
(1) 対象工程	53
(2) 工程別の排出量の計算	53
IV. その他のバイオマスのライフサイクルGHG既定値	55
1. 国内木質バイオマスの既定値	55
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	58
3. その他バイオマスの既定値について	60

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（既存燃料）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。

$$\begin{aligned}(\text{算定式}) \quad E_{\text{bio}} &= e_{\text{stock}} + e_{\text{cultivate}} + e_{\text{processing}} + e_{\text{transportation}} + e_{\text{generation}} - e_{\text{rccs}} - e_{\text{rccr}} \\ E_{\text{elec}} &= E_{\text{bio}}/\text{eff}\end{aligned}$$

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

$e_{\text{cultivate}}$ = 栽培による排出量

$e_{\text{processing}}$ = 加工による排出量

$e_{\text{transportation}}$ = 輸送による排出量

$e_{\text{generation}}$ = 発電による排出量

e_{rccs} = CO₂回収・隔離による排出削減量

e_{rccr} = 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

eff = 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。

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

- 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。

<既定値の算定に当たっての主な出所>

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、以降では簡略な出所の表記としている。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、代表値の 40%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 40%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)

<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、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-CO₂/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。
- 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。

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)、出所で示したものはこれらから引用したのものも含まれる。

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。

- 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。

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

現状、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 1 CPO のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂/MJ-CPO)

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)	2.58	
発電	0	
合計	52.92	28.32

表 2 パームステアリンのライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂/MJ パームステアリン)

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)	1.23	
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)	2.44	
発電	0	
合計	55.34	30.29

表 3 PKS のライフサイクル GHG 既定値(g-CO2/MJ-PKS)

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)	9.61	6.12
輸送工程 (日本国内輸送)	0.40	
発電	0.26	
合計	10.93	7.43

工程	Handy Size 9,000km 輸送	Supramax 9,000km 輸送
輸送工程 (海上輸送)	13.31	8.47
(その他工程は 6,500km 輸送と同じため略)		
合計	14.63	9.79

表 4 パームトランクのライフサイクル GHG 既定値(g-CO2/MJ-パームトランク)

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)	0.81		1.03	
加工工程	34.39		17.59	
輸送工程 (生産国内輸送)	0.54			
輸送工程 (海上輸送)	3.11	2.01	3.11	2.01
輸送工程 (日本国内)	0.32			
発電	0.25			
合計	39.42	38.32	22.84	21.74

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	40.61	39.09	24.03	22.51

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。

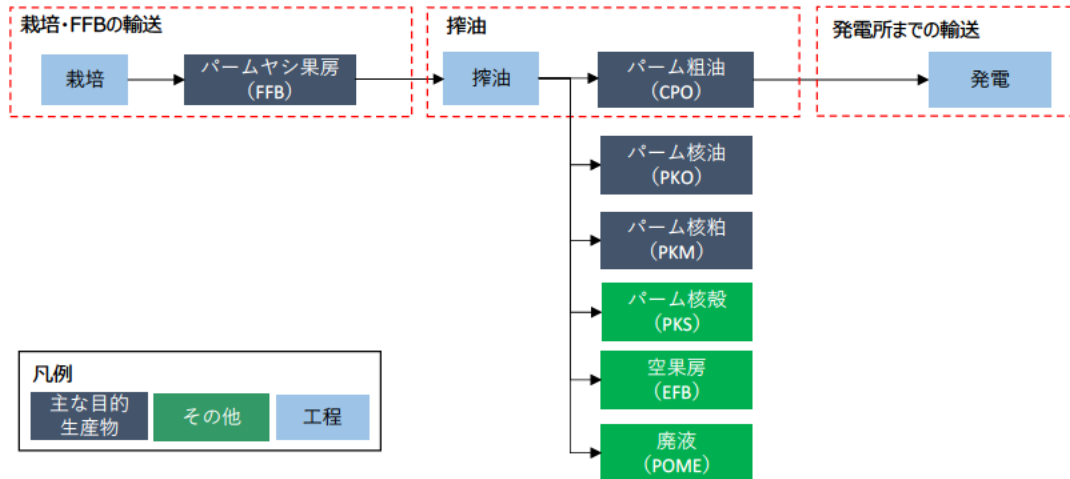


図 1 パーム油 (CPO) のライフサイクル GHG 対象工程

<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 5 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	

出所) 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 6 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/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 7 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 軽油発熱量	36	MJ/l-軽油	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数 (供給およびメタン・N ₂ O 含む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017a)
④ FFB (湿潤) 当たり排出量	8,114	g-CO ₂ /t-FFB	=①×②×③
⑤ FFB 重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-CPO/t-FFB wet	表 6
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 /MJ-CPO	=④/⑤×⑥

表 8 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 酸化カリウム製造排出原単位	413	g-CO ₂ /kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ⁴
③ FFB (湿潤) 当たり排出量	3,791	g-CO ₂ /t-FFB	=①×②
④ FFB 重量当たり得られる CPO 熱量	7,393	MJ-CPO/t-FFB wet	表 6
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 /MJ-CPO	=③/④×⑤

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

表 9 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 窒素系肥料製造排出原単位	4,572	g-CO2/kg	JRC(2017a)
③ FFB（湿潤）当たり排出量	23,317	g-CO2/t-FFB	=①×②
④ FFB 重量当たり得られるCPO 熱量	7,393	MJ-CPO/t-FFB wet	表 6
⑤ CPO アロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑥ 当該活動の GHG 排出量	2.65	g-CO2/MJ-CPO	=③/④×⑤

表 10 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-FFB wet	JRC(2017a)
② リン酸系肥料製造排出原単位	544	g-CO2/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ⁵
③ FFB（湿潤）当たり排出量	903	g-CO2/t-FFB	=①×②
④ FFB 重量当たり得られるCPO 熱量	7,393	MJ-CPO/t-FFB wet	表 6
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-CO2/MJ-CPO	=③/④×⑤

表 11 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-CH4/t-FFB wet	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-CO2/t-FFB	=①×②×1,000
④ FFB 重量当たり得られるCPO 熱量	7,393	MJ-CPO/t-FFB wet	表 6
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-CO2/MJ-CPO	=③/④×⑤

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

表 12 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 殺虫剤製造排出原単位	12,011	g-CO2/kg	JRC(2017a)
③ FFB（湿潤）当たり排出量	8,888	g-CO2/t-FFB	=①×②
④ FFB 重量当たり得られるCPO 熱量	7,393	MJ-CPO/t-FFB wet	表 6
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-CO2/MJ - CPO	=③/④×⑤

表 13 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 排出原単位（直接排出）	0.0097	kg-N2O/kg	2022 年日本国温室効果ガスインベントリ報告書（0.62% [kg-N2O-N/kg-N] ×44/ 28)
③ 排出原単位（間接排出・大気沈降）	0.0016	kg-N2O/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-NH3-N + NOx-N/kg] ×排出係数 0.010 [kg-N2O-N/kg-NH3-N+NOx-N]×44/ 28)
④ 排出原単位（間接排出・溶脱）	0.0035	kg-N2O/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-N2O-N/kg-N]×44/ 28)
⑤ N2O 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-CO2/t FFB wet	=①× (②+③+④) ×⑤×1,000
⑦ FFB 重量当たり得られるCPO 熱量	7,393	MJ-CPO/t-FFB wet	表 6
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-CO2/MJ CPO	=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 14 FFB 輸送工程による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 輸送距離 (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 (供給およびメタン・N2O 含む)	95.1	g-CO2/MJ- 軽油	JRC(2017a)
④ FFB (wet) 重量から発生する CPO 熱量	7,393	t-FFB wet/MJ- CPO	表 12
⑤ CPO へのアロケーション比率	0.84	—	JRC(2017a)
⑥ 当該工程の GHG 排出量	1.21	g-CO2/MJ- CPO	=①×②×③/④×⑤

< 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 15 搾油工程の排出量の計算 (メタン回収なし)

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.000078	MJ/MJ-CPO	JRC(2017a)
② 投入軽油	0.00445	MJ/MJ-CPO	JRC(2017a)
③ 電力排出係数 (メタン・N2O 含む)	240.7	g-CO2eq/MJ-電力	GREET2022 (インドネシア 系統電力 GHG 排出原単位)
④ 軽油排出係数 (供給およびメタン・N2O 含む)	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
⑤ PKS 及び繊維質の燃焼による CH4 排出	0.000700	g-CH4/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑥ PKS 及び繊維質の燃焼による N2O 排出	0.000996	g-N2O/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑦ POME 由来メタン発生 (回収なし)	0.9844	g-CH4/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑧ 電力由来の GHG 排出 (CO2 換算)	0.02	g-CO2eq/MJ-電力	①×③
⑨ 軽油由来の GHG 排出 (CO2 換算)	0.42	g-CO2/MJ-CPO	②×④
⑩ PKS 及び繊維質の燃焼による CH4 排出 (CO2 換算)	0.02	g-CO2/MJ-CPO	⑤×25
⑪ PKS 及び繊維質の燃焼による N2O 排出 (CO2 換算)	0.30	g-CO2/MJ-CPO	⑥×298
⑫ POME 由来メタン発生 (回収なし) (CO2 換算)	24.61	g-CO2/MJ-CPO	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-CO2/MJ-CPO	= (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-CO2/MJ-CPO	=⑭×1.4

表 16 搾油工程の排出量の計算（メタン回収あり）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.000078	MJ/MJ-CPO	JRC(2017a)
② 投入軽油	0.00445	MJ/MJ-CPO	JRC(2017a)
③ 電力排出係数（メタン・N2O含む）	240.7	g CO2eq/MJ-電力	GREET2022（インドネシア系統電力 GHG 排出原単位）
④ 軽油排出係数（供給およびメタン・N2O含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
⑤ PKS 及び繊維質の燃焼による CH4 排出	0.000700	g-CH4/MJ-CPO	JRC(2017 a)
⑥ PKS 及び繊維質の燃焼による N2O 排出	0.000996	g-N2O/MJ-CPO	JRC(2017 a)
⑦ POME 由来メタン発生（回収あり）	0.1477	g-CH4/MJ-CPO	JRC(2017 a)
⑧ 電力由来の GHG 排出（CO2 換算）	0.02	g-CO2eq/MJ-電力	=①×③
⑨ 軽油由来の GHG 排出（CO2 換算）	0.42	g-CO2/MJ-CPO	=②×④
⑩ PKS 及び繊維質の燃焼による CH4 排出（CO2 換算）	0.02	g-CO2/MJ-CPO	=⑤×25
⑪ PKS 及び繊維質の燃焼による N2O 排出（CO2 換算）	0.30	g-CO2/MJ-CPO	=⑥×298
⑫ POME 由来メタン発生（回収あり）（CO2 換算）	3.69	g-CO2/MJ-CPO	=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-CO2/MJ-CPO	= (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-CO2/MJ-CPO	=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 17 CPO 輸送工程（生産国内）による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 輸送距離（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（メタン・N2O含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ バイオマス燃料発熱量	37000	MJ/t	JRC(2017a)
⑤ 当該排出活動の GHG 排出量	0.25	g-CO2/MJ-CPO	=①×②×③/④

表 18 CPO 輸送工程（海上輸送）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 往復燃費（ケミカルタンカー）	0.095	g-HFO/tkm	JRC(2017a)
③ 重油排出係数（メタン・N2O 含む）	94.2	g-CO2/MJ-HFO	JRC(2017a)
④ CPO 発熱量	37,000	MJ/t	JRC(2017a)
⑤ 当該工程の GHG 排出量	2.18	g-CO2/MJ-CPO	=①×②×③/④

表 19 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	2.92	MJ-軽油/tkm	表 117 より
③ 軽油排出係数（メタン・N2O 含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ CPO 発熱量	37,000	MJ/t	JRC(2017a)
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.15	g-CO2/MJ-CPO	①×②×③/④

< 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。

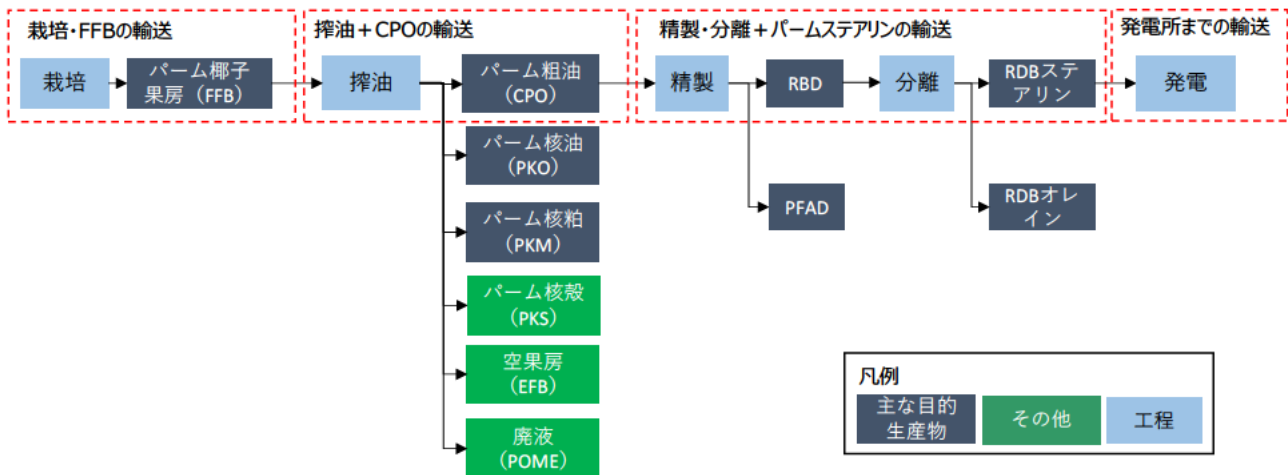


図 2 パーム油（パームステアリン）のライフサイクル GHG 対象工程

<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 20 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)	$=①/\Sigma(①\times②)$
RBD	0.9575	37000	0.9575
PFAD	0.0425	37000	0.0425

表 21 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	$=①/\Sigma(①\times②)$
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 22 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
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 23 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 軽油発熱量	36	MJ/l-軽油	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数 (供給およびメタン・N2O 含む)	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ FFB (湿潤) 当たり排出量	8,114	g-CO2/t-FFB wet	=①×②×③
⑤ FFB 重量当たり得られるパームステアリン熱量	1,737	MJ-CPO/t-FFB wet	表 22
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	—	各工程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-CO2/MJ-パームステアリン	=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 24 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 酸化カリウム製造排出原単位	413	g-CO2/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ⁷
③ FFB (湿潤) 当たり排出量	3,791	g-CO2/t-FFB wet	=①×②
④ FFB 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	表 22
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	—	各工程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-CO2/MJ-パームステアリン	=③/④×⑤

表 25 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 窒素系肥料製造排出原単位	4,572	g-CO2/kg	JRC(2017a)
③ FFB (湿潤) 当たり排出量	23,317	g-CO2/t-FFB wet	=①×②
④ FFB 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	表 22
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	—	各工程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-CO2/MJ-パームステアリン	=③/④×⑤

表 26 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-FFB wet	JRC(2017a)
② リン酸系肥料製造排出原単位	544	g-CO2/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/996 ⁸
③ FFB (湿潤) 当たり排出量	903	g-CO2/t-FFB	=①×②
④ FFB 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	表 22
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	—	各工程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-CO2/MJ-パームステアリン	=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 27 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-メタン/t-FFB wet	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-CO2/t-FFB wet	=①×②×1,000
④ FFB 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	表 22
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	—	各工程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-CO2/MJ-パームステアリン	=③/④×⑤

表 28 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 殺虫剤製造排出原単位	12,011	g-CO2/kg	JRC(2017a)
③ FFB（湿潤）当たり排出量	8,888	g-CO2/t-FFB wet	=①×②
④ FFB 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	表 22
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	—	各工程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-CO2/MJ-パームステアリン	=③/④×⑤

表 29 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-FFB wet	JRC(2017a)
② 排出原単位 (直接排出)	0.0097	kg-N2O/kg	2022 年日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (0.62% [kg-N2O-N/kg-N] ×44/ 28)
③ 排出原単位 (間接排出・大気沈降)	0.0016	kg-N2O/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-NH3-N + NOx-N/kg]×排出係数 0.010 [kg-N2O-N/kg-NH3-N+NOx-N]×44/ 28)
④ 排出原単位 (間接排出・溶脱)	0.0035	kg-N2O/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-N2O-N/kg- N]×44/ 28)
⑤ N2O 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-CO2/t-FFB wet	=①× (②+③+④) ×⑤×1,000
⑦ FFB 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	表 22
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	—	各工程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-CO2/MJ-パームステアリン	=③/④×⑤

< 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 30 FFB 輸送工程による排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 輸送距離 (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 (供給およびメタン・N2O 含む)	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
④ FFB (wet) 重量から発生す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	表 22
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	—	各工程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	1.23	g-CO2/MJ-パームステアリン	=①×②×③/④×⑤

<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 31 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 RDB 発熱量	0.9575	MJ-RBD/MJ-CPO	JRC(2017a)
② RDB 発熱量	37,000	MJ/t-RBD	NESTE 社ウェブサイト9
③ RDB 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-RDB	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
⑤ RDB 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-RDB	=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 32 搾油工程の排出量の計算（メタン回収なし）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.000078	MJ/MJ-CPO	JRC(2017a)
② 投入軽油	0.00445	MJ/MJ-CPO	JRC(2017a)
③ 電力排出係数（メタン・N2O 含む）	240.7	g-CO2eq/MJ-電力	GREET2022 におけるインドネシア系統電力 GHG 排出原単位
④ 軽油排出係数（供給およびメタン・N2O 含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
⑤ PKS 及び繊維質の燃焼による CH4 排出	0.000700	g-CH4/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑥ PKS 及び繊維質の燃焼による N2O 排出	0.000996	g-N2O/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑦ POME 由来メタン発生（回収なし）	0.9844	g-CH4/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑧ 電力由来の GHG 排出（CO2 換算）	0.02	g-CO2eq/MJ-電力	①×③
⑨ 軽油由来の GHG 排出（CO2 換算）	0.42	g-CO2/MJ-CPO	②×④
⑩ PKS 及び繊維質の燃焼による CH4 排出（CO2 換算）	0.02	g-CO2/MJ-CPO	⑤×25
⑪ PKS 及び繊維質の燃焼による N2O 排出（CO2 換算）	0.30	g-CO2/MJ-CPO	⑥×298
⑫ POME 由来メタン発生（回収なし）（CO2 換算）	24.61	g-CO2/MJ-CPO	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-パームステアリン/MJ-CPO	表 31
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	—	各工程のアロケーション比率を乗じて算出
⑮ 当該工程の GHG 排出計	21.69	g-CO2/MJ-パームステアリン	= (⑧+⑨+⑩+⑪+⑫) /⑬×⑭
⑯ 当該工程の GHG 排出計（保守性担保のため⑮を 40%増）	30.36	g-CO2/MJ-パームステアリン	=⑮×1.4

表 33 搾油工程の排出量の計算（メタン回収あり）

	諸元	値	単位	出典
①	投入電力	0.000078	MJ/MJ-CPO	JRC(2017a)
②	投入軽油	0.00445	MJ/MJ-CPO	JRC(2017a)
③	電力排出係数（メタン・N2O 含む）	240.7	g-CO2eq/MJ-電力	GREET2022 におけるインドネシア系統電力 GHG 排出原単位
④	軽油排出係数（供給およびメタン・N2O 含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
⑤	PKS 及び繊維質の燃焼による CH4 排出	0.000700	g-CH4/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑥	PKS 及び繊維質の燃焼による N2O 排出	0.000996	g-N2O/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑦	POME 由来メタン発生（回収あり）	0.1477	g-CH4/MJ-CPO	JRC(2017a)
⑧	電力由来の GHG 排出（CO2 換算）	0.02	g-CO2eq/MJ-電力	①×③
⑨	軽油由来の GHG 排出（CO2 換算）	0.42	g-CO2/MJ-CPO	②×④
⑩	PKS 及び繊維質の燃焼による CH4 排出（CO2 換算）	0.02	g-CO2/MJ-CPO	⑤×25
⑪	PKS 及び繊維質の燃焼による N2O 排出（CO2 換算）	0.30	g-CO2/MJ-CPO	⑥×298
⑫	POME 由来メタン発生（回収あり）（CO2 換算）	3.69	g-CO2/MJ-CPO	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-パームステアリン/MJ-CPO	表 31
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	—	各工程のアロケーション比率を乗じて算出
⑮	当該工程の GHG 排出計	3.72	g-CO2/MJ-パームステアリン	= (⑧+⑨+⑩+⑪+⑫) /⑬×⑭
⑯	当該工程の GHG 排出計（保守性担保のため⑮を40%増）	5.31	g-CO2/MJ-パームステアリン	=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 34 CPO 輸送工程の排出量の計算

	諸元	値	単位	出典
①	輸送距離（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（メタン・N2O 含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
④	CPO 発熱量	37,000	MJ/t-CPO	JRC(2017a)
⑤	CPO 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	表 31
⑥	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	—	各工程のアロケーション比率を乗じて算出
⑦	CPO 輸送（生産国内）工程の GHG 排出	0.15	g-CO2/MJ-パームステアリン	=①×②×③/④/⑤×⑥

<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 35 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	=②×③/①

表 36 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-RBD	JRC(2017a)
② 投入リン酸	0.00002	kg/MJ-RBD	JRC(2017a)
③ 投入酸性白土 (Bleaching earth)	0.00025	kg/MJ-RBD	JRC(2017a)
④ 投入蒸気(NG boiler)	0.0116	MJ-heat/MJ-RBD	JRC(2017a)
⑤ 電力排出係数 (メタン・N2O 含む)	240.7	g-CO2eq/MJ-電力	GREET2022 におけるインドネシア系統電力 GHG 排出原単位
⑥ リン酸排出係数	3,124.7	g-CO2eq/kg	JRC(2017a)
⑦ 酸性白土排出係数	199.8	g-CO2eq/kg	COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/99610
⑧ 蒸気由来の CH4 排出係数(NG boiler)	0.0028	g-CH4/MJ-heat	JRC(2017a)
⑨ 蒸気由来の N2O 排出係数(NG boiler)	0.0011	g-N2O/MJ-heat	JRC(2017a)
⑩ 蒸気由来の CO2 排出	56.2	g-CO2/MJ-heat	JRC(2017a)
⑪ 電力由来の GHG 排出	0.28	g-CO2eq/MJ-RBD	=①×⑤
⑫ リン酸由来の GHG 排出	0.06	g-CO2eq/MJ-RBD	=②×⑥
⑬ 酸性白土由来の GHG 排出	0.05	g-CO2eq/MJ-RBD	=
⑭ 蒸気由来の CH4 排出	0.0008	g-CO2eq/MJ-RBD	=④×⑧×25
⑮ 蒸気由来の N2O 排出	0.0038	g-CO2eq/MJ-RBD	=④×⑨×298
⑯ 蒸気由来の CO2 排出	0.6519	g-CO2/MJ-RBD	=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-パームステアリン/MJ-RBD	表 22
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	-	各工程のアロケーション比率を乗じて算出
⑲ 当該工程の GHG 排出量	1.07	g-CO2/MJ-パームステアリン	=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㉑を 40%増)	1.49	g-CO2/MJ-パームステアリン	=⑲×1.4

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

<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。

<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 37 パームステアリン輸送工程（生産国内）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	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（メタン・N2O含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
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WG資料4記載の値から単位換算
⑤ 当該工程のGHG排出量	0.07	g-CO2/MJ-パームステアリン	=①×②×③/④

表 38 パームステアリン輸送工程（タンカー）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 往復燃費（ケミカルタンカー）	0.095	g-HFO/tkm	JRC(2017a)
③ 重油排出係数（メタン・N2O含む）	94.2	g-CO2/MJ-HFO	JRC(2017a)
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WG資料4記載の値から単位換算
⑤ 当該工程のGHG排出量	2.22	g-CO2/MJ-CPO	=①×②×③/④

表 39 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 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	2.92	MJ-軽油/tkm	表117より
③ 軽油排出係数（メタン・N2O含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017a)
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WG資料4
⑤ 当該工程のGHG排出量	0.15	g-CO2/MJ-パームステアリン	=①×②×③/④

<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。

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

2. 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。

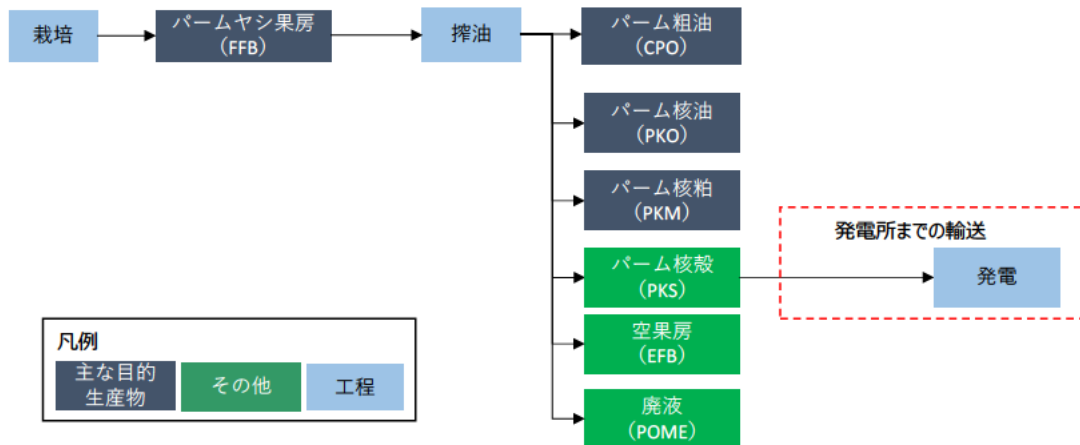


図3 PKSのライフサイクルGHG対象工程

<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 40 PKS 輸送工程の排出量の計算 (生産国内輸送)

諸元	値	単位	出典
① 輸送距離 (搾油工場→港)	120	km	JRC(2017a)
② 往復燃費	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数 (メタン・N ₂ O 含む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017b)
④ PKS 発熱量	14,020	MJ/t-PKS (乾燥)	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
⑤ PKS 輸送工程の排出量 Handy Size	0.66	g-CO ₂ /MJ-PKS	=①×②×③/④

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)) は、木質チップや農業残渣に適用されている、かさ密度 0.22t/m³ を想定した値と、ペレットに適用されている、かさ密度 0.65t/m³ を想定した値の 2 種類の値が設けられているが、PKS は EU RED2 において農業残渣扱いとなっていることから、かさ密度 0.22t/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 41 PKS 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 0.65t/m ³ 以上、Handy Size)	20.73	g-CO ₂ /tkm	JRC(2017b)
③ PKS 発熱量	14,020	MJ/t-PKS (乾燥)	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
④ 当該工程の GHG 排出量	9.61	g-CO ₂ /MJ-PKS	=①×②/③

表 42 PKS 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 0.65t/m ³ 以上、Handy Size)	20.73	g-CO ₂ /tkm	JRC(2017b)
③ PKS 発熱量	14,020	MJ/t-PKS (乾燥)	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
④ 当該工程の GHG 排出量	13.31	g-CO ₂ /MJ-PKS	=①×②/③

表 43 PKS 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 0.65t/m ³ 以上、Handy Size)	13.19	g-CO ₂ /tkm	JRC(2017b)
③ PKS 発熱量	14,020	MJ/t-PKS (乾燥)	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
④ 当該工程の GHG 排出量	6.12	g-CO ₂ /MJ-PKS	=①×②/③

表 44 PKS 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)	13.19	g-CO ₂ /tkm	JRC(2017b) s
③ PKS 発熱量	14,020	MJ/t-PKS (乾燥)	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
④ 当該工程の GHG 排出量	8.47	g-CO ₂ /MJ-PKS	=①×②/③

表 45 PKS 輸送工程の排出量の計算 (日本国内輸送)

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	2.92	MJ-軽油/tkm	表 117 より
③ 軽油排出係数 (メタン・N ₂ O 含む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017b)
④ PKS 発熱量	14,020	MJ/t-PKS (乾燥)	Phyllis2 (Net calorific value (LHV))
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.40	g-CO ₂ /MJ-PKS	=①×②/③

< 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 46 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)
① 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 /MJ PKS	=①×25+②×298

3. 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。

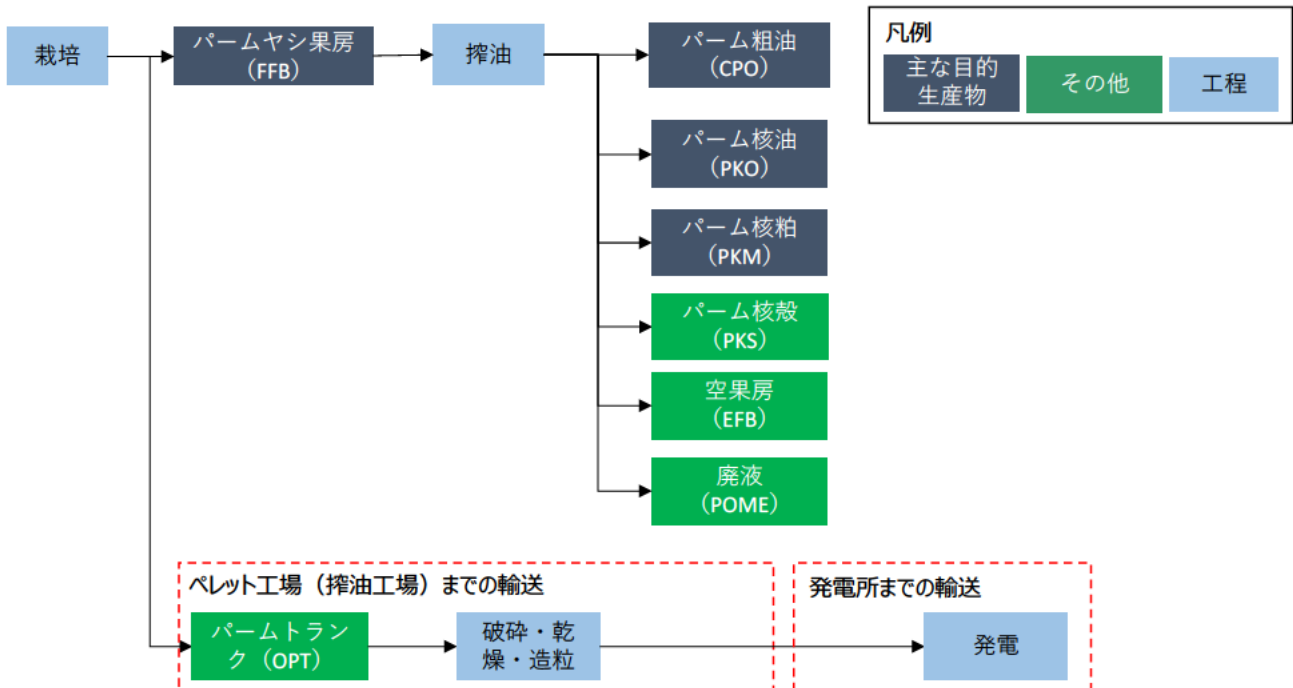


図 4 パームトランクペレットのライフサイクル GHG 対象工程

<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 47 パームトランク収集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 距離（農園→搾油工場）	50	km	JRC(2017a)
② 往復燃費	2.24	MJ/tkm	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（メタン・N ₂ O 含む）	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017a)
④ パームトランクの重量当たり発熱量	13,300	MJ/t-OPT	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に含水率 30%を想定）
⑤ 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-OPT /MJ-ペレット	JRC(2017b)（自然乾燥後の原木比率）
⑥ 当該工程の GHG 排出量	0.81	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②×③/④×⑤

表 48 パームトランク収集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 距離（農園→搾油工場）	50	km	JRC(2017a)
② 往復燃費	2.24	MJ/tkm	JRC(2017a)
③ 軽油排出係数（メタン・N ₂ O 含む）	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017a)
④ パームトランクの重量当たり発熱量	13,300	MJ/t-OPT	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に含水率 30%を想定）
⑤ 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）	1.291	MJ-OPT /MJ-ペレット	JRC(2017b)（自然乾燥後の原木比率）
⑥ 当該工程の GHG 排出量	1.03	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②×③/④×⑤

<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 49 破砕工程の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用）

諸元	値	単位	出典
① 破砕時の投入軽油量	0.003357	MJ-軽油/MJ-OPT	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（CH ₄ ・N ₂ O 含む）	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017b)
③ 破砕後 1MJ 当たりの破砕工程 CO ₂ 換算排出量	0.32	MJ/t-OPT	=①×②
④ 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-OPT /MJ-ペレット	JRC(2017b)
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.32	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=③/④
⑥ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため②を 40%増）	0.45	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=⑤×1.4

表 50 乾燥工程の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用）

諸元	値	単位	出典
① ボイラ用天然ガス投入	0.185	MJ-軽油/MJ-ペレット	JRC(2017b)
② 天然ガス排出係数 (CH ₄ ・N ₂ O 含む)	66	g-CO ₂ /MJ-天然ガス	JRC(2017b)
③ 当該工程の GHG 排出量	12.21	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため②を 40%増)	17.09	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=④×1.4

表 51 造粒工程の排出量の計算

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	240.7	g-CO ₂ /MJ-電力	GREET2022 (インドネシア系統電力 GHG 排出原単位)
③ 当該工程の GHG 排出量	12.04	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため②を 40%増)	16.85	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=④×1.4

<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 52 破碎工程の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用）

諸元	値	単位	出典
① 破碎時の投入軽油量	0.003357	MJ-軽油/MJ-OPT	JRC(2017b)
② 軽油排出係数 (CH ₄ ・N ₂ O 含む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017b)
③ 破碎後 1MJ 当たりの破碎工程 CO ₂ 換算排出量	0.32	MJ/t-OPT	=①×②
④ 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-OPT /MJ-ペレット	JRC(2017b)
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.412	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=③/④
⑥ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため②を 40%増)	0.58	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=⑤×1.4

表 53 乾燥工程の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用）

諸元	値	単位	出典
① ボイラ用バイオマス投入	0.240	MJ-ウッドチップ /MJ-ペレット	JRC(2017b)
② 木質バイオマス CH ₄ ・N ₂ O 排出係数	0.487	g-CO ₂ /MJ-ウッドチップ	JRC(2017b)
③ 当該工程の GHG 排出量	0.117	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため②を 40%増)	0.16	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=④×1.4

< 輸送工程（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 54 パームトランクペレット輸送工程の排出量の計算（生産国内輸送）

諸元	値	単位	出典
① 輸送距離（搾油工場→港）	120	km	JRC(2017a)
② 往復燃費	0.811	MJ/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（メタン・N2O 含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ OPT ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.54	g-CO2/MJ-ペレット	=①×②×③/④

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 55 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-CO2/tkm	JRC(2017b)
③ OPT ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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-CO2/MJ-ペレット	=①×②/③

表 56 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-CO2/tkm	JRC(2017b)
③ OPT ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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-CO2/MJ-ペレット	=①×②/③

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

表 57 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
③ 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 /tkm	JRC(2017b)
③ OPT ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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 /MJ-ペレット	=①×②/③

表 58 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
④ 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 /tkm	JRC(2017b)
③ OPT ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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 /MJ-ペレット	=①×②/③

表 59 パームトランクペレット輸送工程の排出量の計算 (日本国内輸送)

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	2.92	MJ-軽油/tkm	表 117 より
③ 軽油排出係数 (メタン・N ₂ O 含む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017b)
④ OPT ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	同上 (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定)
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.32	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②×③/④

< 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 60 発電工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① CH ₄ 排出量 (ペレット)	0.00297	g-CH ₄ /MJ ペレット	JRC(2017b)
② N ₂ O 排出量 (ペレット)	0.00059	g-N ₂ O/MJ ペレット	JRC(2017b)
③ 発電工程の排出量	0.25	g-CO ₂ /MJ ペレット	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
- その他の伐採木（※肥料投入の無いものに限る）
- 製材残渣

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 61 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-CO₂/MJ-チップ)

工程	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
輸送工程（林地残材等収集）	1.23	
加工工程	0.45	
輸送工程（チップ生産国輸送）	1.74	
輸送工程（チップ海上輸送）	14.13	8.98
輸送工程（日本国内）	0.42	
発電	0.41	
合計	18.38	13.23

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	29.46	20.27

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	43.38	29.11

表 62 輸入木質チップ（その他の伐採木）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂/MJ-チップ)

	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
栽培工程	1.09	
加工工程	0.45	
輸送工程（チップ生産国内輸送）	1.74	
輸送工程（チップ海上輸送）	14.13	8.98
輸送工程（日本国内）	0.42	
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 63 輸入木質チップ（製材残渣）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂/MJ-チップ)

工程	Handy Size 6,500km 輸送	Supramax 6,500km 輸送
加工工程	0.45	
輸送工程（チップ生産国内輸送）	1.74	
輸送工程（チップ海上輸送）	14.13	8.98
輸送工程（日本国内）	0.42	
発電	0.41	
合計	17.15	12.00

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	28.23	19.04

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	42.15	27.88

表 64 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-CO₂/MJ-ペレット)

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）	1.24		1.59	
輸送工程（原料輸送）	0.89		1.13	
加工工程	27.92		11.11	
輸送工程（生産国内ペレット輸送）	1.35			
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）	0.32			
発電	0.25			
合計	35.08	33.98	18.86	17.76

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	36.27	34.75	20.05	18.53

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	40.57	37.53	24.35	21.31

表 65 輸入木質ペレット（その他の伐採木）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂/MJ-ペレット)

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	1.11		1.41	
輸送工程（原料輸送）	0.89		1.13	
加工工程	27.92		11.11	
輸送工程（生産国内ペレット輸送）	1.35			
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）	0.32			
発電	0.25			
合計	34.95	33.85	18.68	17.58

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	36.14	34.62	19.87	18.35

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	40.44	37.40	24.17	21.13

表 66 輸入木質ペレット（製材残渣）のライフサイクル GHG 既定値(g-CO₂/MJ-ペレット)

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	16.07		5.91	
輸送工程（生産国内ペレット輸送）	1.35			
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）	0.32			
発電	0.25			
合計	21.10	19.99	10.93	9.84

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	22.29	20.76	12.12	10.61

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	26.59	23.55	16.42	13.39

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。

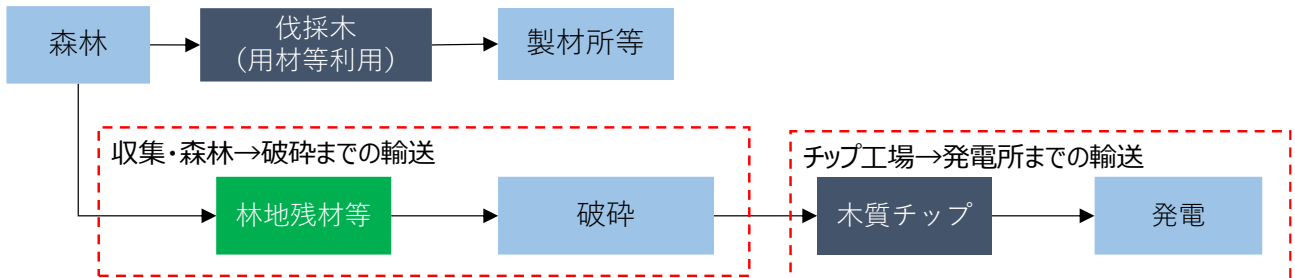


図 5 林地残材等由来の木質チップのライフサイクル GHG 対象工程

<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 67 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	林地残材等収集における投入軽油	0.0120	MJ-軽油 /MJ-林地残材等	JRC (2017b)
②	軽油排出係数 CO2	95.1	g-CO2/MJ-経由	JRC (2017b)
③	チップ製造に要する林地残材等量	1.079	MJ-林地残材等 /MJ-チップ	JRC (2017b)
④	当該工程の GHG 排出量	1.23	g-CO2/MJ-チップ	=①×②×③

<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 68 加工工程（破碎）の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 破碎時の投入軽油量	0.0034	MJ-軽油/MJ-チップ	JRC(2017b)
② 軽油排出係数（メタン・N2O含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ 当該工程の GHG 排出量	0.32	g-CO2/MJ-チップ	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため③を 40%増）	0.45	g-CO2/MJ-チップ	=③×1.4

<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 69 木質チップ輸送工程の排出量の計算（生産国内輸送）

諸元	値	単位	出典
① 距離（生産国内）	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	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（メタン・N2O含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ/t-チップ	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%を想定）
⑤ 当該工程の GHG 排出量	1.74	g-CO2/MJ-チップ	=①×②×③/④

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 70 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-CO2/tkm	JRC(2017b)より算定
③ 木質チップ発熱量	13,300	MJ/t-チップ	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-CO2/MJ-チップ	=①×②/③

表 71 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 /tkm	JRC(2017b)より算定
③ 木質チップ発熱量	13,300	MJ/t-チップ	同上 (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 /MJ-チップ	=①×②/③

表 72 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 /tkm	JRC(2017b)より算定
③ 木質チップ発熱量	13,300	MJ/t-チップ	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 /MJ-チップ	=①×②/③

表 73 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 /tkm	JRC(2017b)より算定
③ 木質チップ発熱量	13,300	MJ/t-チップ	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 /MJ-チップ	=①×②/③

表 74 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 /tkm	JRC(2017b)より算定
③ 木質チップ発熱量	13,300	MJ/t-チップ	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 /MJ チップ	=①×②/③

表 75 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 /tkm	JRC(2017b)より算定
③ 木質チップ発熱量	13,300	MJ/t-チップ	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 /MJ チップ	=①×②/③

表 76 木質チップ輸送工程の排出量の計算（日本国内輸送）

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	2.92	MJ-軽油/tkm	表 117 より
③ 軽油排出係数（メタン・N2O 含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ バイオマス燃料発熱量	13,300	MJ/t-チップ	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 30%を想定）
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.42	g-CO2/MJ-チップ	=①×②×③/④

< 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 77 発電工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① CH4 排出量（木質チップ）	0.00489	g-CH4/MJ-チップ	JRC(2017b)
② N2O 排出量（木質チップ）	0.00098	g-N2O/MJ-チップ	JRC(2017b)
③ 発電工程の排出量	0.41	g-CO2/MJ-チップ	①×25+②×298

2-2. その他の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。

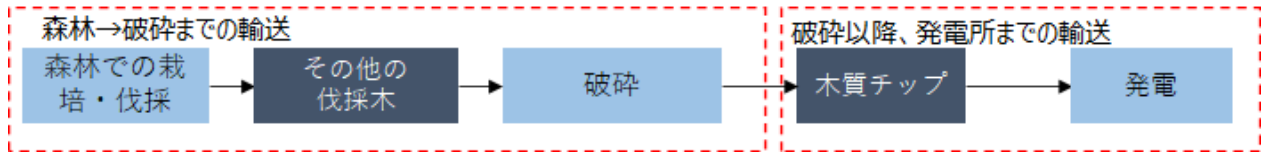


図 6 その他の伐採木由来の木質チップのライフサイクル GHG 対象工程

<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 78 栽培工程の排出量の計算

諸元	値	単位	出典
① 栽培・伐採における投入軽油	0.01066	MJ-軽油/MJ-その他の伐採木	JRC(2017b)
② 軽油排出係数 CO2	95.1	gCO2/MJ-軽油	同上
③ チップ製造に要するその他の伐採木量	1.079	MJ-その他の伐採木/MJ-チップ	JRC(2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.09	g-CO2/MJ-チップ	=①×②×③

<加工工程（破砕）>

加工工程（破砕）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. 製材残渣由来の木質チップ

(1) 対象工程等

<対象工程>

対象工程は以下のとおりである。

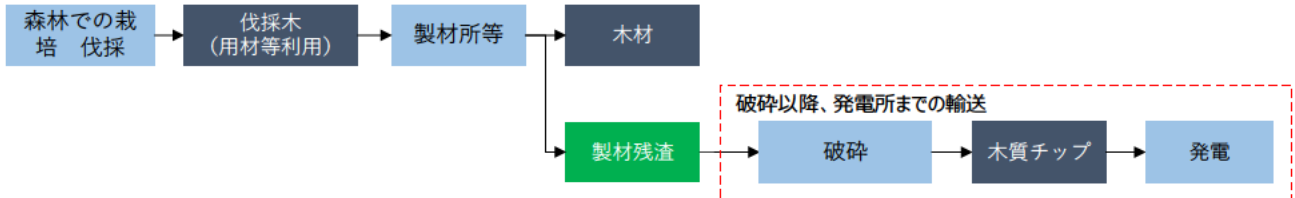


図 7 木質チップ（製材残渣）のライフサイクル GHG 対象工程

<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）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。

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。

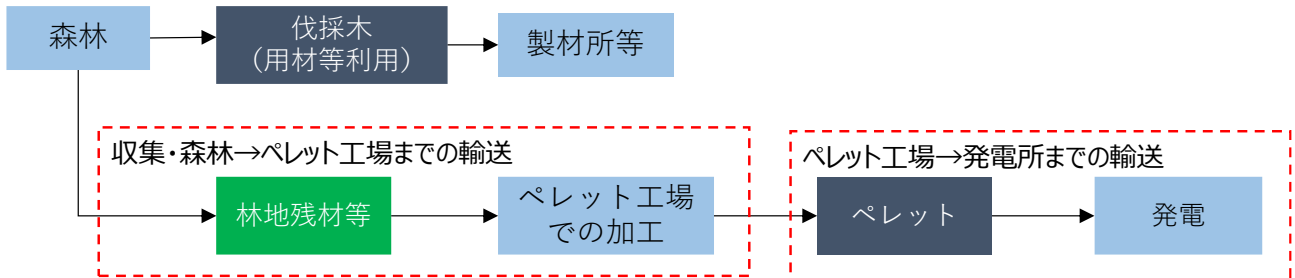


図 8 木質ペレット（林地残材等由来）のライフサイクル GHG 対象工程

<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 79 林地残材等収集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 林地残材等収集における投入軽油	0.0120	MJ-軽油/MJ-林地残材等（自然乾燥前）	JRC(2017b)
② 軽油排出係数 CO2	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ ペレット製造に要する林地残材等量（自然乾燥前）	1.090	MJ-林地残材等（自然乾燥前）/MJ-ペレット	JRC (2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.24	g-CO2/MJ-ペレット	=①×②×③

表 80 林地残材等収集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 林地残材等収集における投入軽油	0.012	MJ-軽油/MJ-林地残材等（自然乾燥前）	JRC (2017b)
② 軽油排出係数 CO2	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC (2017b)
③ ペレット製造に要する林地残材等量（自然乾燥前）	1.393	MJ-林地残材等（自然乾燥前）/MJ-ペレット	JRC (2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.59	g-CO2/MJ-ペレット	=①×②×③

< 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 81 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	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC (2017b)
③	軽油排出係数 (CH ₄ ・N ₂ O 含む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC (2017b)
④	林地残材等の発熱量	9500	MJ/t-林地残材等 (自然乾燥前)	同上 (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 50%を想定)
⑤	原料 1 MJ 当たり CO ₂ 換 算排出量	0.812	g-CO ₂ /MJ-林地残材等 (自然乾燥前)	=①×②×③/④
⑥	ペレット製造に要する林 地残材等量 (自然乾燥 前)	1.090	MJ-林地残材等 (自然乾 燥前) /MJ-ペレット	JRC(2017b)
⑦	当該工程の GHG 排出量	0.89	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=⑤×⑥

表 82 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	0.811	MJ-軽油/tkm	JRC (2017b)
③	軽油排出係数 (CH ₄ ・N ₂ O 含む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC (2017b)
④	林地残材等の発熱量	9500	MJ/t-林地残材等 (自然乾燥前)	同上 (絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 50%を想定)
⑤	原料 1 MJ 当たり CO ₂ 換 算排出量	0.812	g-CO ₂ /MJ-林地残材等 (自然乾燥前)	=①×②×③/④
⑥	ペレット製造に要する林 地残材等量 (自然乾燥 前)	1.393	MJ-林地残材等 (自然乾 燥前) /MJ-ペレット	JRC(2017b)
⑦	当該工程の GHG 排出量	1.13	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=⑤×⑥

< 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 83 破砕工程の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用）

	諸元	値	単位	出典
①	破砕工程の投入軽油量	0.003357	MJ 軽油/MJ-林地残材 等 (自然乾燥後)	JRC (2017b)
②	軽油排出係数 (CH ₄ ・N ₂ O 含 む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC (2017b)
③	破砕後 1MJ 当たりの破砕工程 CO ₂ 換算排出量	0.32	g-CO ₂ /MJ-林地残材等 (自然乾燥後)	=①×②
④	ペレット製造に要する林地残材 等量 (自然乾燥後)	1.035	MJ-林地残材等 (自然 乾燥後) /MJ-ペレット	JRC(2017b)計算デー タより導出
⑤	当該工程の GHG 排出量	0.33	MJ/MJ-ペレット	=③×④
⑥	当該工程の GHG 排出量 (保守 性担保のため⑤を 40%増)	0.46	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=⑤×1.4

表 84 乾燥工程の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用）

諸元	値	単位	出典
① ボイラ用天然ガス投入	0.185	MJ-天然ガス/MJ-ペレット	JRC (2017b)
② 天然ガス排出係数 (CH ₄ ・N ₂ O 含む)	66	g-CO ₂ /MJ-天然ガス	JRC (2017b)
③ 当該工程の GHG 排出量	12.21	MJ/MJ-ペレット	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため③を 40%増)	17.09	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=③×1.4

表 85 造粒工程の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用）

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	148.1	g-CO ₂ /MJ-電力	GREET2022 を元に想定
③ 当該工程の GHG 排出量	7.41	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため③を 40%増)	10.37	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=③×1.4

<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 86 破碎工程の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用）

諸元	値	単位	出典
① 破碎工程の投入軽油量	0.003357	MJ-軽油/MJ-林地残材等 (自然乾燥後)	JRC(2017b)
② 軽油排出係数 (CH ₄ ・N ₂ O 含む)	95.1	g-CO ₂ /MJ-軽油	JRC(2017b)
③ 破碎後 1MJ 当たりの破碎工程 CO ₂ 換算排出量	0.32	g-CO ₂ /MJ-林地残材等 (自然乾燥後)	=①×②
④ ペレット製造に要する林地残材等量 (自然乾燥後)	1.291	MJ-林地残材等 (自然乾燥後) /MJ-ペレット	JRC(2017b)
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.412	MJ/MJ-ペレット	=③×④
⑥ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため⑤を 40%増)	0.58	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=⑤×1.4

表 87 乾燥工程の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用）

諸元	値	単位	出典
① ボイラ用バイオマス投入	0.239	MJ-ウッドチップ/MJ-ペレット	JRC(2017b)
② ウッドチップボイラ CH ₄ ・N ₂ O 排出係数	0.487	g-CO ₂ /MJ	JRC(2017b)
③ 当該工程の GHG 排出量	0.116	g-CO ₂ /MJ-燃料	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため③を 40%増)	0.16	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=③×1.4

< 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 88 ペレット輸送工程の排出量の計算（生産国内輸送）

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	0.811	MJ・軽油/tkm	JRC(2017b)
③ 軽油排出係数（メタン・N2O 含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
⑤ 当該工程の GHG 排出量	1.35	g-CO2/MJ-ペレット	=①×②×③/④

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¹³、かさ密度 0.65t/m³ の排出原単位を引用した。

表 89 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-CO2/tkm	JRC(2017b)
③ 木質ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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-CO2/MJ-ペレット	=①×②/③

表 90 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-CO2/tkm	JRC(2017b)
③ 木質ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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-CO2/MJ-ペレット	=①×②/③

¹³ <https://www.nedo.go.jp/content/100932088.pdf>（2022 年 11 月 10 日閲覧）

表 91 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 /tkm	JRC(2017b)
③ 木質ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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 /MJ-ペレット	=①×②/③

表 92 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 /tkm	JRC(2017b)
③ 木質ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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 /MJ-ペレット	=①×②/③

表 93 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 /tkm	JRC(2017b)
③ 木質ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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 /MJ-ペレット	=①×②/③

表 94 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 /tkm	JRC(2017b)
③ 木質ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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 /MJ-ペレット	=①×②/③

表 95 ペレット輸送工程の排出量の計算（日本国内輸送）

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	2.92	MJ-軽油/tkm	表 117 より
③ 軽油排出係数（メタン・N2O 含む）	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
④ ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	JRC(2017b)（絶乾発熱量 19,000MJ/t に対し含水率 10%を想定）
⑤ 当該工程の GHG 排出量	0.32	g-CO2/MJ-ペレット	=①×②×③/④

< 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 96 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-CO2/MJ ペレット	①×25+②×298

3-2. その他の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。

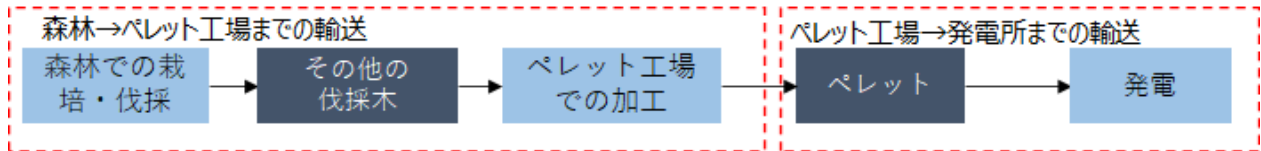


図 9 木質ペレット（その他の伐採木由来）のライフサイクル GHG 対象工程

<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

<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 97 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 栽培における投入軽油	0.01066	MJ-軽油/MJ-その他の伐採木（自然乾燥前）	JRC(2017b)
② 軽油排出係数 CO2	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ ペレット製造に要するその他の伐採木量（自然乾燥前）	1.090	MJ-その他の伐採木/MJ-ペレット	JRC (2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.11	g-CO2/MJ-ペレット	=①×②×③

表 98 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 栽培における投入軽油	0.01066	MJ-軽油/MJ-その他の伐採木（自然乾燥前）	JRC(2017b)
② 軽油排出係数 CO2	95.1	g-CO2/MJ-軽油	JRC(2017b)
③ ペレット製造に要するその他の伐採木量（自然乾燥前）	1.393	MJ-その他の伐採木（自然乾燥前）/MJ-ペレット	JRC (2017b)
④ 当該工程の GHG 排出量	1.41	g-CO2/MJ-ペレット	=①×②×③

< 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. 製材残渣由来のペレット

(1) 対象工程

<対象工程>

対象工程は以下のとおりである。

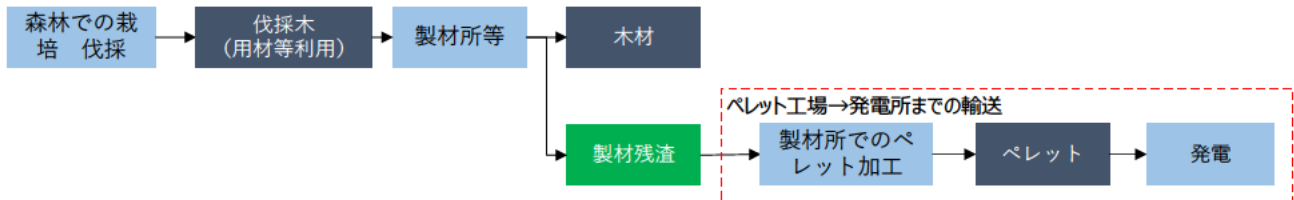


図 10 木質ペレット（製材残渣由来）のライフサイクル GHG 対象工程

<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 99 製材残渣の乾燥工程の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用）

諸元	値	単位	出典
① ボイラ用天然ガス投入	0.111	MJ-天然ガス/MJ-ペレット	JRC(2017b)
② 天然ガス排出係数 (CH ₄ ・N ₂ O 含む)	66	g-CO ₂ /MJ-天然ガス	JRC(2017b)
③ 乾燥工程 GHG 排出量	7.33	MJ/MJ-ペレット	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため③を 40%増)	10.26	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=③×1.4

表 100 製材残渣の造粒工程の排出量の計算（乾燥熱源に化石燃料を利用）

諸元	値	単位	出典
① 投入電力	0.028	MJ-電力/MJ-ペレット	JRC(2017b)
② 電力排出係数	148.1	g-CO ₂ /MJ-電力	GREET2022 を元に想定
③ 造粒工程 GHG 排出量	4.15	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量 (保守性担保のため③を 40%増)	5.81	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=③×1.4

<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 101 乾燥工程の排出量の計算（乾燥熱源にバイオマスを利用）

諸元	値	単位	出典
② ボイラ用バイオマス投入	0.143	MJ-ウッドチップ/MJ-ペレット	JRC(2017b)
② ウッドチップボイラ CH ₄ ・N ₂ O 排出係数	0.487	g-CO ₂ /MJ-ウッドチップ	JRC(2017b)
③ 乾燥工程 GHG 排出量	0.07	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=①×②
④ 当該工程の GHG 排出量（保守性担保のため③を 40%増）	0.10	g-CO ₂ /MJ-ペレット	=③×1.4

<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. その他のバイオマスのライフサイクルGHG既定値

1. 国内木質バイオマスの既定値

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
- その他の伐採木（※肥料投入の無いものに限る）
- 製材残渣

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 102 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-CO₂/MJ-チップ）

工程	排出量
輸送工程（林地残材等収集）	0.66
輸送工程（原木輸送）	表 105 を参照
加工工程（破砕）	4.39
輸送工程（チップ輸送）	表 106 を参照
発電	0.41

表 103 国内木質チップ（その他の伐採木）のライフサイクル GHG 既定値（g-CO₂/MJ-チップ）

工程	排出量
栽培工程（伐採収集含む）	1.09
輸送工程（原木輸送）	表 105 を参照
加工工程（破砕）	4.39
輸送工程（チップ輸送）	表 106 を参照
発電	0.41

表 104 国内木質チップ（製材残渣）のライフサイクル GHG 既定値（g-CO₂/MJ-チップ）

工程	排出量
加工工程（破砕）	4.39
輸送工程（チップ輸送）	表 106 を参照
発電	0.41

表 105 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-CO₂/MJ-チップ)

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	0.56	1.12	1.69	2.25	2.81	5.62	8.43	11.23	16.85
10 トン車以上	0.32	0.63	0.95	1.26	1.58	3.15	4.73	6.31	9.46
20 トン車以上	0.19	0.39	0.58	0.78	0.97	1.94	2.92	3.89	5.83

表 106 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-CO₂/MJ-チップ)

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	0.43	0.87	1.30	1.74	2.17	4.34	6.51	8.68	13.01
10 トン車以上	0.24	0.49	0.73	0.97	1.22	2.44	3.65	4.87	7.31
20 トン車以上	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75	1.50	2.25	3.00	4.50

<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 107 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-CO₂/MJ-ペレット）

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）	0.66	0.85
輸送工程（原木輸送）	表 110 を参照	表 111 を参照
加工工程	23.39	17.54
輸送工程（ペレット輸送）	表 112 を参照	
発電	0.25	

表 108 国内木質ペレット（その他の伐採木）のライフサイクル GHG 既定値
(g-CO₂/MJ-ペレット)

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）	1.11	1.41
輸送工程（原木輸送）	表 110 を参照	表 111 を参照
加工工程	23.39	17.54
輸送工程（ペレット輸送）	表 112 を参照	
発電	0.25	

表 109 国内木質ペレット（製材残渣）のライフサイクル GHG 既定値 (g-CO₂/MJ-ペレット)

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	16.06	5.90
輸送工程（ペレット輸送）	表 112 を参照	
発電	0.25	

表 110 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-CO₂/MJ-ペレット)

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	0.57	1.13	1.70	2.27	2.84	5.67	8.51	11.35	17.02
10 トン車以上	0.32	0.64	0.96	1.27	1.59	3.19	4.78	6.37	9.56
20 トン車以上	0.20	0.39	0.59	0.79	0.98	1.96	2.95	3.93	5.89

表 111 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-CO₂/MJ-ペレット)

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	0.73	1.45	2.18	2.90	3.63	7.25	10.88	14.50	21.75
10 トン車以上	0.41	0.81	1.22	1.63	2.04	4.07	6.11	8.14	12.22
20 トン車以上	0.25	0.50	0.75	1.00	1.26	2.51	3.77	5.02	7.53

表 112 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-CO₂/MJ-ペレット)

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	0.29	0.58	0.87	1.16	1.45	2.89	4.34	5.78	8.68
10 トン車以上	0.16	0.32	0.49	0.65	0.81	1.62	2.44	3.25	4.87
20 トン車以上	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00	1.50	2.00	3.00

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。

表 113 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	出所
①	木質チップ製造由来排出量	0.05	t-CO ₂ /t-チップ	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	木質チップ発熱量	11,400	MJ/t-チップ	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 /MJ-チップ	=①÷②×1,000,000

表 114 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	出所
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 /t-ペレット	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	木質ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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 /MJ-ペレット	=①÷②×1,000,000

表 115 木質チップ加工時（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	出所
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 /t-ペレット	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	木質ペレット発熱量	17,100	MJ/t-ペレット	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 /MJ-ペレット	=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11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（5.78kg-CO₂/wet-t）を引用するものとした。具体的な計算過程は表116のとおり。

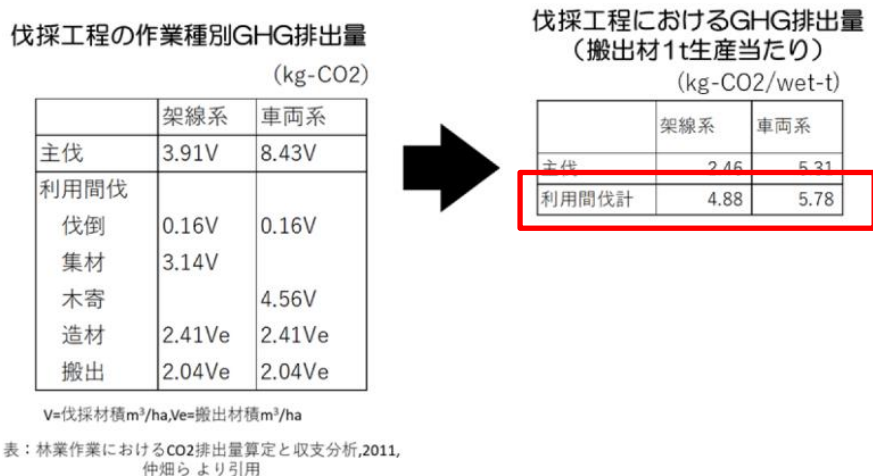


図 11 国内における伐採工程における GHG 排出量の分析

出所) 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 116 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	出所
①	林地残材等の収集による排出量 (搬出材重量当たり)	5,780	g-CO ₂ /搬出材 wet-t	木質協 (2022)
②	同上 (搬出材熱量当たり)	0.608	g-CO ₂ /MJ-搬出材	=①÷9,500 (表 119)
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-チップ	表 120
④	同上 (乾燥工程が化石燃料利用のペレットの場合)	1.090	MJ-搬出材/MJ-ペレット	表 120
⑤	同上 (乾燥工程がバイオマス利用のペレットの場合)	1.393	MJ-搬出材/MJ-ペレット	表 120
⑥	輸送工程 (林地残材等収集) の排出量 (チップの場合)	0.66	g-CO ₂ /MJ チップ	=②×③
⑦	同上 (乾燥工程が化石燃料利用のペレットの場合)	0.66	g-CO ₂ /MJ ペレット	=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)	0.85	g-CO ₂ /MJ ペレット	=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とおり算出した。

表 117 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	①燃費 km/l	②積載率	③最大積載量 トン	④積載量 トン	⑤燃費 l-軽油 /tkm	⑥往復燃費 l-軽油/tkm	⑦往復燃費 MJ-軽油/tkm
	省エネ 法告示 14	JRC(2017b)	—	= ② × ③	= 1/(① × ④)	=⑤×2	=⑥×軽油発熱量 (低位発熱量 36 MJ/l)
4 トン以上	5.13	0.675	4	2.70	0.0722	0.144	5.20
10 トン以上	3.65	0.675	10	6.75	0.0406	0.081	2.92
20 トン以上	2.97	0.675	20	13.5	0.0249	0.05	1.79

輸送由来の排出量については、以下のとおり算出した。

表 118 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	$= \text{サイズ別往復燃費 (MJ-軽油/tkm, 表 117 より)} \times \text{輸送距離 (km)}$ $\times \text{軽油排出係数 (95.1g-CO}_2\text{/MJ-軽油, JRC(2017a)より)}$ $\div \text{原木の発熱量 (MJ/t, 表 119 より)}$ $\times \text{各バイオマス燃料の製造に必要な原木量 (MJ-原木/MJ-バイオマス燃料, 表 120 より)}$
チップ・ペレット輸送	$= \text{サイズ別往復燃費 (MJ-軽油/tkm, 表 117 より)} \times \text{輸送距離 (km)}$ $\times \text{軽油排出係数 (95.1g-CO}_2\text{/MJ-軽油, JRC(2017a)より)}$ $\div \text{各バイオマス燃料の発熱量 (MJ/t, 表 119 より)}$

表 119 原木・バイオマス燃料の発熱量

	含水率 (JRC(2017a)より)	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

出所) JRC (2017b)

表 120 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-バイオマス燃料)
チップ	1.079
ペレット (乾燥工程が化石燃料利用の場合)	1.090
ペレット (乾燥工程がバイオマス利用の場合)	1.393

出所) JRC (2017b)

3. その他バイオマスの既定値について

メタン発酵バイオガスや廃棄物に関しては、別途、より簡便にライフサイクル GHG の

14 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

排出量の基準を下回ることを確認する方法について検討を進めるものとする。