

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

第 I 部 基本編

平成 25 年 3 月策定

令和 3 年 7 月改訂

環 境 省

目 次

1. はじめに	1
1.1 本ガイドライン策定の経緯	1
1.2 本ガイドライン策定の目的	3
1.3 本ガイドライン策定に当たっての考え方	4
1.4 本ガイドラインの全体構成	5
2. 用語の解説	6
3. 本ガイドラインが対象とする再生可能エネルギー等	10
3.1 対象とする再生可能エネルギー等	10
3.2 想定される本ガイドラインの読者等	11
3.3 本ガイドラインの活用方法	12
3.4 LCA 実施フロー	14
4. LCA 実施の目的と調査範囲の設定	15
4.1 算定事業モデルと LCA 実施の目的の設定	15
4.2 機能単位の設定	16
4.3 対象影響領域の設定	17
4.4 プロセスフローとシステム境界の明確化	19
4.5 比較対象とするオリジナルプロセスとそのプロセスフローの設定	21
5. 活動量データの収集・設定	22
5.1 活動量データの収集	22
5.1.1 原料調達段階	22
5.1.2 製造段階	24
5.1.3 流通段階	25
5.1.4 使用段階	26
5.1.5 処分段階	27
5.1.6 温室効果ガス排出削減活動	28
5.2 収集データの精度・カットオフ基準・配分の考え方	29
5.2.1 収集データの精度の考え方	29
5.2.2 カットオフ基準の考え方	29
5.2.3 配分（アロケーション）の考え方	30

6. 温室効果ガス排出原単位データの収集・設定	32
6.1 地球温暖化対策法に基づく排出係数の利用	32
6.2 LCI（ライフサイクルインベントリ）データベースの利用	34
6.2.1 LCI データベース利用の優先順位	34
6.2.2 活用可能なLCI データベース（国内）	36
6.2.3 活用可能なLCI データベース（海外）	37
7. 温室効果ガス排出量の評価	38
7.1 温室効果ガス排出量の算定	38
7.2 感度分析の実施	39
7.3 温室効果ガス排出削減効果の評価	40
8. レビューの実施	41
9. 温室効果ガス排出削減効果等の表示	42
10. 終わりに	43

1. はじめに

1.1 本ガイドライン策定の経緯

再生可能エネルギーの推進は、地球温暖化対策のみならず、エネルギーの供給源の多様化、雇用を創出する新産業の育成等といった観点からも重要である。

一方、再生可能エネルギーの導入による温室効果ガス排出削減効果の評価に当たっては、二酸化炭素を排出しない使用時のみに着目するのではなく、ライフサイクル全体を考慮した削減量を評価するライフサイクルアセスメント (LCA) を導入することの重要性が指摘されており、このような考え方が、欧州を中心に世界的にも広まりつつある。

LCA (Life Cycle Assessment : ライフサイクルアセスメント) とは、製品やサービスのライフサイクルを通じた環境への影響を評価する手法である。LCA は、ISO14040 において規格化されているが、その詳細な手法については、各々の目的に照らし合わせて設定することとされている。

こうした中、わが国では、平成 22 年 3 月に経済産業省、環境省及び農林水産省が連携して、「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会報告書」を取りまとめた。さらに環境省では、平成 22 年 3 月に「バイオ燃料の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン」、平成 24 年 3 月に「バイオガス関連事業の LCA に関する補足ガイドライン」及び「地中熱利用システムの温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン」を取りまとめている。さらに平成 25 年 3 月には、検討会を設置し、多様な再生可能エネルギー等の製造事業者や導入事業者が LCA の観点から自らの事業を評価する際に活用することができるよう、上記 3 種類のガイドラインの内容を包含した「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」を策定した。

同 LCA ガイドラインの策定から 8 年が経過した現在、わが国における再生可能エネルギーを取り巻く状況の変化として、パーム油等、国外から輸入されるバイオマスの利用拡大が挙げられる。そのような輸入バイオマスを活用する事業者も LCA の観点から自らの事業を評価することができるよう、輸入バイオマスに関する内容の拡充を中心とした LCA ガイドラインの改訂を行うこととした。なお、本ガイドラインの策定においても、検討会を設置し、専門家の委員から助言をいただいた。

平成 24 年度 LCA 温室効果ガス排出削減効果検証手法検討会 委員名簿

所属・役職	氏名 (敬称略・五十音順)
(株) IHI エネルギーセクターエンジニアリングセンター開発部主査	河西 英一
(独) 産業技術総合研究所安全科学研究部門 素材エネルギー研究グループ 主任研究員	工藤 祐揮
(財) ヒートポンプ・蓄熱センター 業務部	佐々木正信
京都大学環境安全保健機構 環境科学センター 准教授	平井 康宏
横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授	◎本藤 祐樹
東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授	吉田 好邦

◎：座長

令和 2 年度 LCA 温室効果ガス排出削減効果検証手法検討会 委員名簿

所属・役職	氏名 (敬称略・五十音順)
自然エネルギー財団 上級研究員	相川 高信
東京大学大学院農学生命科学研究科 教授	芋生 憲司
(国研) 産業技術総合研究所安全科学研究部門 IDEA ラボ IDEA ラボ長	田原 聖隆
立命館大学理工学部都市工学研究科 教授	橋本 征二
京都大学環境安全保健機構 環境科学センター 准教授	平井 康宏
横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授	◎本藤 祐樹
東京大学大学院工学系研究科 教授	吉田 好邦

◎：座長

1.2 本ガイドライン策定の目的

本ガイドラインは主に以下の目的を想定し、策定した。

- (1) 事業者の自主的なプロセス改善・環境情報開示に当たっての「物差し」の提示
- (2) 各種補助事業等の採択事業における温室効果ガス削減可能性の評価の促進

(1) 事業者の自主的なプロセス改善・環境情報開示に当たっての「物差し」の提示

再生可能エネルギー等の導入事業は、主として「事業性」の観点から進められているのが現状であり、事業の計画・運用に当たり、「温室効果ガス削減可能性」の観点からの検討・見直しはあまり行われていない。

事業者が「温室効果ガス削減可能性」の観点からの事業の見直しを行おうとした場合、「自社が所管するプロセス」の技術開発・工程改善を検討することが多いが、それらは、ライフサイクル全体で見た時には温室効果ガス削減にあまり寄与しないプロセスである場合がある。また、事業の環境情報を消費者にPRしようとした場合、事業者が個別に温室効果ガス削減見込みや実際の削減量を算定するため、算定範囲・方法が事業者ごとに異なっているのが現状であり、算定に当たっての統一的な「物差し」がない。

このような事業者の自主的なプロセス改善、環境情報開示に当たり必要となる、温室効果ガス削減見込みや実際の削減量を算定するための1つの「物差し」として活用いただくことを、本ガイドラインの目的の1つとした。

(2) 各種補助事業の採択事業等における温室効果ガス削減可能性の評価の促進

現状の補助事業等では、応募事業の審査等に当たり、事業者が個別に算定する削減見込みに基づき温室効果ガス削減可能性を判定しており、その算定範囲・方法は事業者ごとに異なっているため、ライフサイクル全体として削減効果が十分に得られない事業が採択等されてしまう可能性が否定できない。

このような事業を区別するため、各種補助事業等に再生可能エネルギー関連事業者が応募等する際、温室効果ガス削減見込みが一定以上であることを確認いただくことを、本ガイドラインの目的の1つとした。

1.3 本ガイドライン策定に当たっての考え方

本ガイドライン策定に当たっての基本的な考え方は、以下のとおりである。

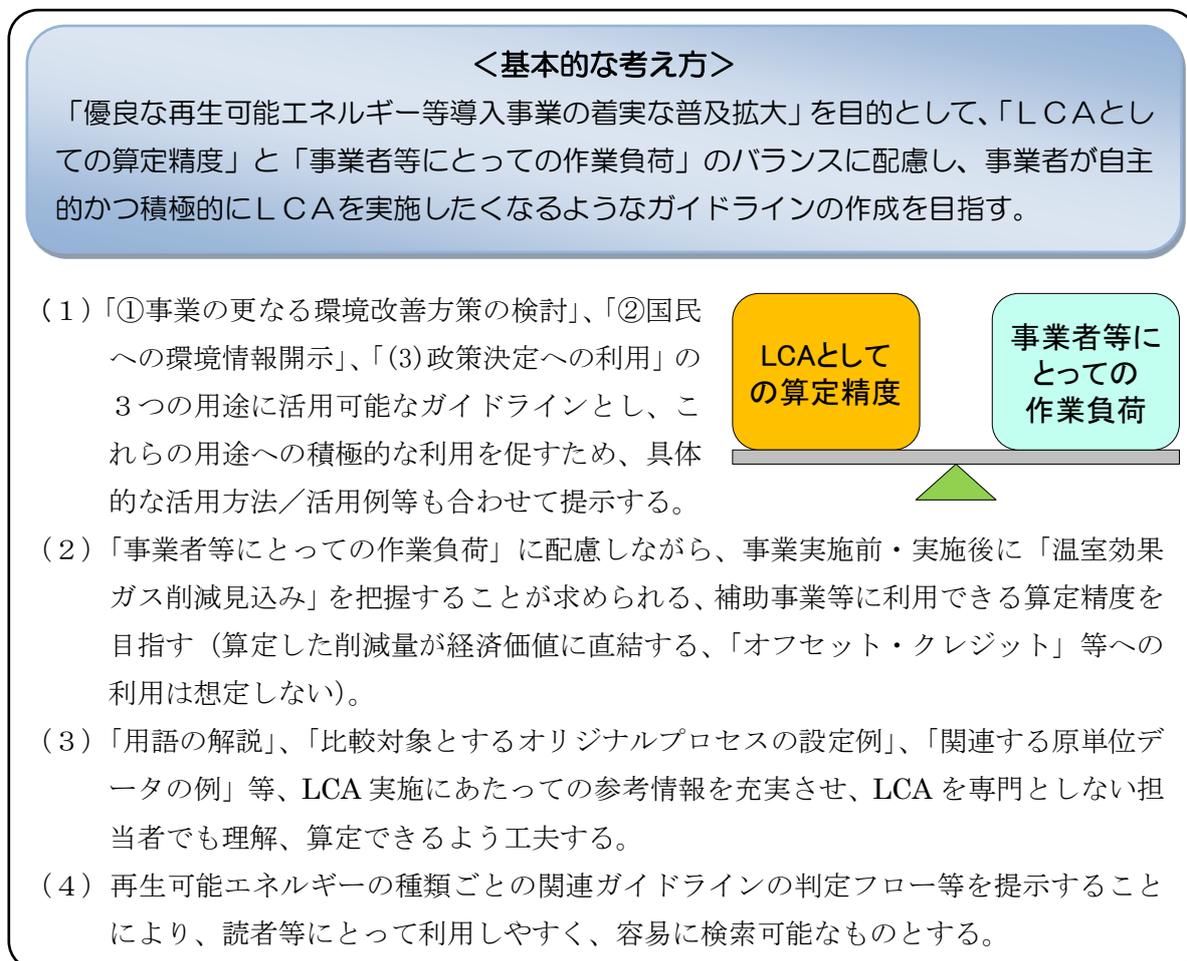


図 1-1 本ガイドライン策定に当たっての基本的な考え方

1.4 本ガイドラインの全体構成

本ガイドラインが対象とする再生可能エネルギー等のすべてに共通する基本的事項は、「第I部 基本編」(本資料)に集約した。また、「発電」や「熱利用」等を主な機能とする再生可能エネルギー等のLCAに特有の事項については、「第II部 『発電』を主な機能とする事業(バイオマス利活用を除く)編」～「第IV部 複数の機能を有する事業(①国内バイオマス利活用等、②輸入バイオマス利活用等)編」として、別冊の資料に整理した。再生可能エネルギーの種類ごとに関連するガイドラインの判定フローを図1-2に示す。



図1-2 再生可能エネルギーの種類ごとの関連ガイドラインの判定フロー

2. 用語の解説

本ガイドラインで使用する用語の解説を以下に示す。(五十音順)

○一次データ

算定する事業者が自らの責任で収集するデータをいう。具体的には、自社で測定をしたデータや、他社への聞き取りを行って収集したデータ等を指す。

○オリジナルプロセス

製造されるバイオ燃料が代替する化石燃料の製品ライフサイクルのプロセスを示す。

○温室効果ガス

太陽によって温められた地表から放射される熱を吸収し、地表付近を温める働きがあるガスを指す。1997年に採択され2005年に発効した京都議定書ではCO₂、CH₄、N₂OのほかHFC類、PFC類、SF₆、NF₃が削減対象の温室効果ガスと定められている。

○温室効果ガス排出削減活動

農地管理手法の改善等、事業の中で追加的に行なわれる活動であって、事業全体からの温室効果ガス排出量の削減につながるものをいう。

○活動量データ

製品を製造する過程で入力(投入等)、又は出力(排出等)される、物又はエネルギーの量的データを指す。

○カットオフ基準

LCAにおいて、商品又はサービス全体の温室効果ガス排出量の算定結果に大きな影響を及ぼさないものとして、一定の基準以下のものは算定を行わなくてもよい取決めをいう。

○機能単位

製品の機能を定量化するための基準単位。機能単位が比較の基準となるため、機能の種類・規模を同一にするだけでなく、それらの量的な値も等しくする必要がある。

○再生可能エネルギー

有限で枯渇の危険性を有する石油・石炭等の化石燃料や原子力と対比して、自然環境の中で繰り返し起こる現象から取り出すエネルギーの総称をいう。具体的には、太陽光や太陽熱、中小水力や風力、バイオマス(持続可能な範囲で利用する場合)、地熱、波力、温度差等を利用した自然エネルギーと、廃棄物の焼却熱利用・発電等のリサイクルエネルギーを指す。

○資源作物

エネルギーや製品材料として利用されることを前提として栽培される作物で、栄養価や食味は関係なく、多収性やデンプン、あるいは糖分が高収率であることが求められる。

る。サトウキビやトウモロコシ、ジャトロファ等が該当する。

○システム境界

製品システムと環境又は他の製品システムとの境界をいう。LCI 分析においては分析の対象範囲を指す。

○生体バイオマス炭素ストック量

動植物が保有する炭素量のこと。

○土壌炭素ストック量

土壌中に含まれる炭素量のこと。土地の利用法によって炭素量は異なる。

○二次データ

算定を行う事業者が自ら収集することが困難で、共通データや文献データ、LCA の実施例から引用するデータのみによって収集されるものをいう。

○配分（アロケーション）

複数種別の商品が混流するプロセスや、異なる部門が混在するサイト等において、全体の排出量から個別商品の排出量を推計することをいう。

○EU 指令

欧州連合が EU 加盟国に対して求める指令。ここでは 2009/28/EC またその改正版である 2018/2001/EC を指す。前者ではバイオ燃料としての認定条件のほか、2020 年までにエネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの比率（20%）、交通部門におけるバイオ燃料の占める比率（10%）に関する目標（法的拘束力のあるもの）等が設定されており、後者は、2030 年までに再生可能エネルギーの比率を 32%、交通部門におけるバイオ燃料の占める比率を 14%とする目標が掲げられている。同指令では上記目標にカウントすることができるバイオマス燃料に対し持続可能性基準を設けており、その 1 つとしてライフサイクル GHG 排出量の計算を求めている。

○GWP（Global Warming Potential：地球温暖化係数）

温室効果ガスの温室効果をもたらす程度を、二酸化炭素の当該程度に対する比で示した係数をいう。

○LCA（Life Cycle Assessment：ライフサイクルアセスメント）

商品又はサービスの原料調達から廃棄・リサイクルに至るまでのライフサイクル全体を通しての環境負荷を定量的に算定する手法。

○LCI 分析

LCA 対象となる商品又はサービスに関して、投入される資源やエネルギー（インプット）、および生産又は排出される製品・排出物（アウトプット）のデータを収集・算出し、環境負荷項目に関する入出力明細表を作成すること。

○REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation : 途上国における森林減少・森林劣化に由来する排出の抑制、並びに森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の増強)

森林減少・劣化の抑制により温室効果ガス排出量を減少させた場合や、あるいは森林保全により炭素蓄積量を維持、増加させた場合に、先進国が途上国への経済的支援(資金支援等)を実施するメカニズムのこと (引用：REDD+プラットフォーム)。

○RTFO (Renewable Transport Fuels Obligation : 再生可能輸送燃料義務)

英国の環境・食糧・農村地域省によって発表された気候変動計画において定められた自動車用燃料への一定割合のバイオ燃料の導入を義務づける再生可能燃料導入義務制度のこと。

(参考) LCA (Life Cycle Assessment : ライフサイクルアセスメント) とは

LCA は一般的には、図 2-1 に示すように、製品やサービス等にかかわる、原料の調達から製造、流通、使用、廃棄、リサイクルに至るライフサイクル全体を対象として、各段階の資源やエネルギーの投入量と様々な排出物の量を定量的に把握し (インベントリ分析)、これらによる様々な環境影響や資源・エネルギーの枯渇への影響等を客観的に可能な限り定量化し (影響評価)、これらの分析・評価に基づいて環境改善等に向けた意思決定を支援するための科学的・客観的な根拠を与え得る手法である。

国際標準化機構 (ISO) では、ライフサイクル評価の実施事例の増加に伴い、その共通基盤を確立することが望ましいと判断し、評価手法の規格化を行っている。LCA の概念と ISO-LCA の枠組みを図 2-1 に、LCA 関連の ISO 規格を表 2-1 に示す。

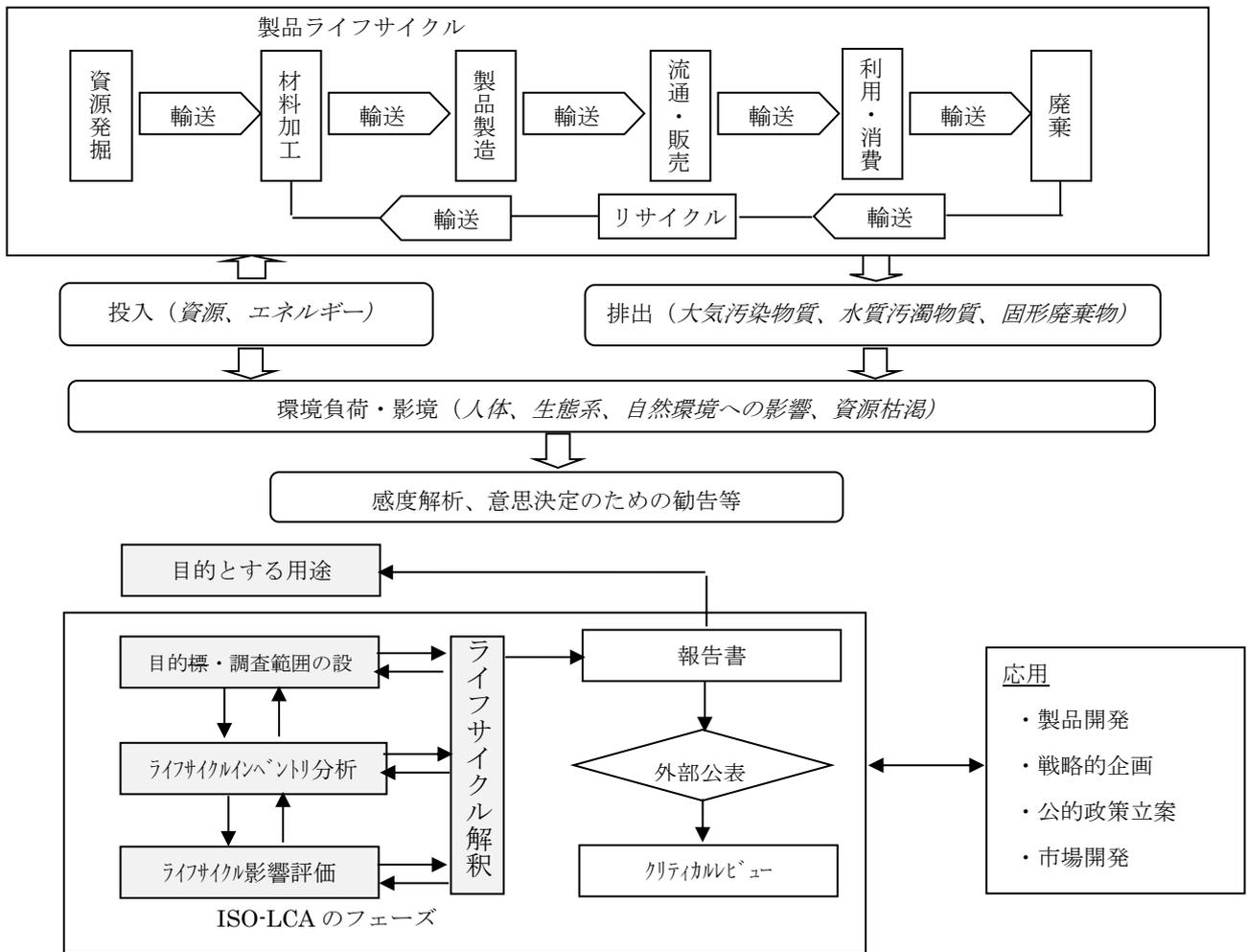


図 2-1 LCA の概念と ISO-LCA の枠組み

表 2-1 LCA 関連の ISO 規格

規格番号	表題
ISO14040 : 2006	原則及び枠組み
ISO14044 : 2006	要求事項及び指針

3. 本ガイドラインが対象とする再生可能エネルギー等

本章では、本ガイドラインにおける基本的事項として以下の内容を示す。

- (1) 対象とする再生可能エネルギー等
- (2) 想定される本ガイドラインのユーザー
- (3) 本ガイドラインの活用方法
- (4) LCA 実施フロー

3.1 対象とする再生可能エネルギー等

- ・本ガイドラインは、再生可能エネルギー全般を対象とする。
- ・本ガイドラインでは、再生可能エネルギー等導入事業を、以下の4種類に分けて解説する。
 - ①「発電」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）： 太陽光発電、風力発電、中小水力発電 等
 - ②「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）： 地中熱利用システム、大気熱利用システム、太陽熱利用システム 等
 - ③複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）： 国内バイオマス由来バイオ燃料、国内バイオガス関連事業、国内バイオマス発電 等
 - ④複数の機能を有する事業（輸入バイオマス利活用等）： 輸入バイオマス発電、輸入バイオマス熱供給、輸入バイオマス熱電併給、輸入バイオマス由来バイオ燃料 等

【解説・注釈】

- ・エネルギーの種別に、参照すべきガイドラインを整理した判定フローを、前述（1.2）の図 1-2 に示した。
- ・上記②で例示した「大気熱利用システム」のうち、家庭用の製品（家庭用洗濯乾燥機等）については、本ガイドラインで対象としている産業用途に比べて、ISO14040/14044 等に沿った、より厳密な検討が可能と考えられる。そのため本ガイドラインでは当面、家庭用の大気熱利用システムを対象外とし、今後の検討において、ガイドラインの対象に含めることが可能と判断された場合には、見直しを行うこととする。以下、単に「大気熱利用システム」という場合には、産業用途の事業やシステム等を指すこととする。

3.2 想定される本ガイドラインの読者等

- ・本ガイドラインの読者としては、以下のいずれかの方々を想定している。
 - ①再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の製造・販売事業者
 - ②再生可能エネルギー等の原料の販売・輸入事業者
 - ③再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の利用事業者（再生可能エネルギーの製造・販売事業者）
 - ④生産された再生可能エネルギー等の利用事業者
 - ⑤その他、再生可能エネルギー等の LCA に関心のある方々
- ・LCA 実施者としては上記の①～④に該当する事業者が考えられるが、実施者の立場によっては、本ガイドラインで定めた LCA に必要な情報を収集することが難しいケースも考えられる。その場合、必要に応じて原材料の調達先・設備設計者・製造業者・施工業者・設備のユーザー等と相談の上、温室効果ガス削減効果を算定することが望ましい。
(例えば、「①再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の製造・販売事業者」の場合、使用段階での設備の稼働状況を把握することが難しい場合がある。また、「③再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の利用事業者」の場合、原料調達段階での再生可能エネルギー等の原料の輸送状況を把握することが難しい可能性が考えられる。)

【解説・注釈】

- ・LCA 実施者は、LCA の観点から事業の改善計画等を立案・実行できる者であることが望ましい。
- ・再生可能エネルギーに関する多様な事業者等を対象とする環境省の技術開発実証事業への応募に当たって、特にバイオ燃料関連事業者に本ガイドラインを用いてライフサイクル全体での温室効果ガス削減率の提示を求めることなどを想定し、上記①～④のように幅広い事業者を活用いただけるガイドラインとして作成した。
- ・LCA を外部コンサルタント等に委託して実施する場合においても、活動量データの収集等に関しては、事業者自らが責任をもって実施することが必要となる。

3.3 本ガイドラインの活用方法

本ガイドラインは、主として以下の目的・用途で活用されることを想定している。

- (1) 事業者の自主的なプロセス改善・環境情報開示における活用
- (2) 各種補助事業等への応募・終了時における活用

【解説・注釈】

・上記(1)の場合、図3-1に示すように、再生可能エネルギー導入事業の「①事業計画時」に本ガイドラインを用いて温室効果ガス削減見込みを算定することで、技術開発・工程改善のポイントを把握することができる。また、「②事業運用時」に本ガイドラインを用いて実際の温室効果ガス削減量を算定することで、技術開発・工程改善のポイントを把握するとともに、「①事業計画時」に想定した温室効果ガス削減効果が得られているか、継続的なモニタリングを行うことができる。さらに、「③事業公表時」に本ガイドラインを用いて温室効果ガス削減見込みや実際の削減量を算定することで、算定結果を消費者・株主等への環境情報開示、事業の環境広告等に活用することができる。

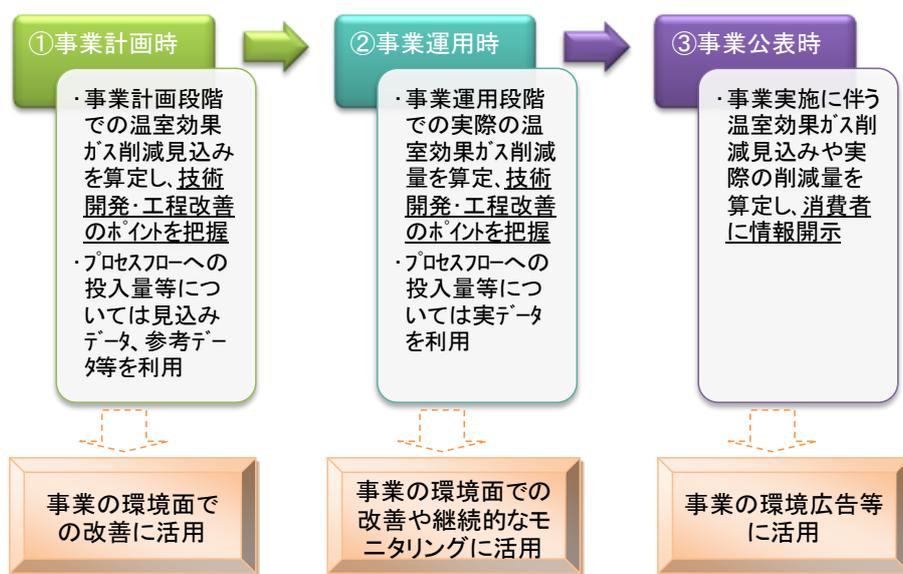


図3-1 事業者の自主的なプロセス改善・環境情報開示における活用

・上記(2)の場合、図3-2に示すように、補助事業等の「①応募時」、「②終了時」に本ガイドラインを用いて削減見込みや実際の削減量を算定し、委託元に報告することで、採択事業の効果的なプロセス改善を行うことができる。

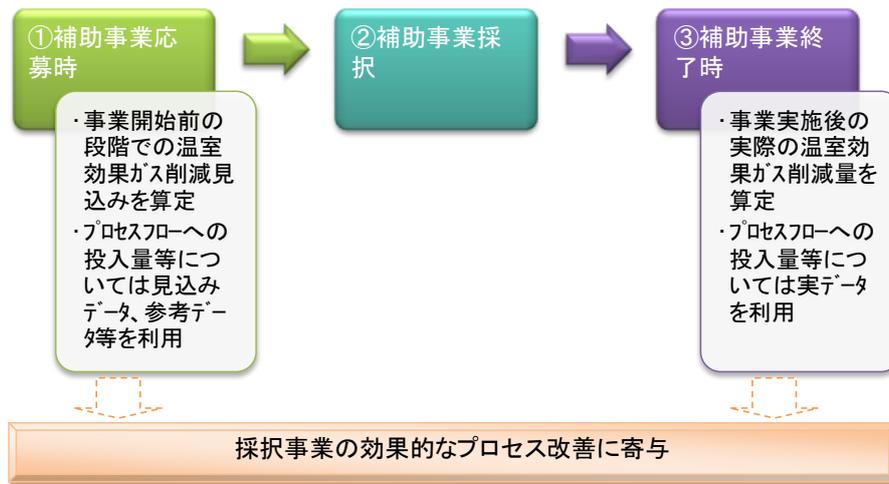


図 3-2 各種補助事業等への応募・終了時における活用

- ・具体的な補助事業等の候補としては、例えば環境省「CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」がある。

3.4 LCA 実施フロー

再生可能エネルギー等の LCA に関する標準的な実施フローを図 3-3 に示す。

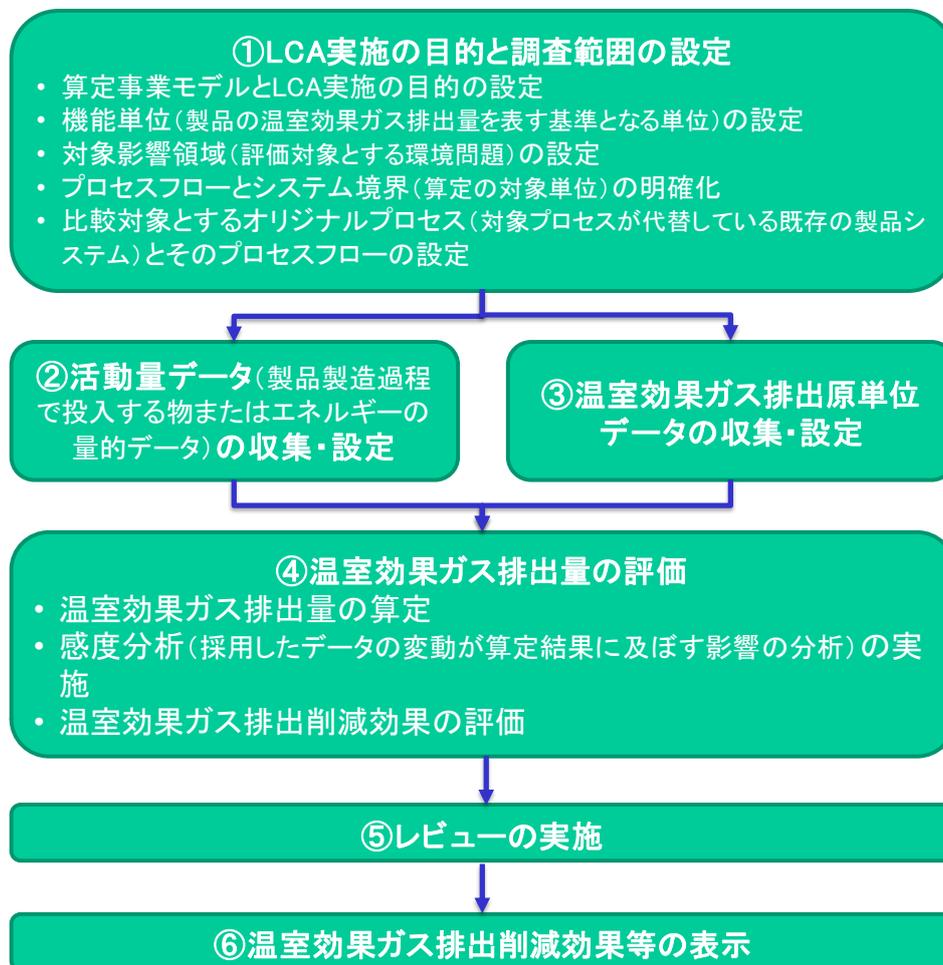


図 3-3 再生可能エネルギー等の LCA に関する標準的な実施フロー

4. LCA実施の目的と調査範囲の設定

4.1 算定事業モデルとLCA実施の目的の設定

- LCA 実施者は、算定対象とする再生可能エネルギー等を明確化するとともに、LCA 実施の目的を設定する。
- 本ガイドラインでは、再生可能エネルギー等を導入した「サイト」ごとに温室効果ガス削減効果を算定することを原則とする。
- ただし、本ガイドラインが各種補助事業等への応募・終了時に活用されること（上記 3.3 参照）を踏まえ、以下を条件として、バイオマス利活用以外の事業に関し、「製品」単位で算定を行うことも認める。
 - (1) サイトにより違いが生じるパラメータ（設備稼働率等）に関して、現実的に妥当性のある条件を想定して算定すること
 - (2) 上記のパラメータに関して、感度分析を行うこと
 - (3) 算定した温室効果ガス排出削減効果を製品カタログ、ホームページ等で表示する場合は、「上記パラメータの想定値」及び「感度分析の結果（概略でよい）」を付記すること

【解説・注釈】

- 上記 3.3 で前述したとおり、再生可能エネルギー等導入事業の①計画時、②運用時、③公表時のいずれの段階においても、本ガイドラインを活用することは有効と考えられる。
- 将来的な事業を想定する場合には、詳細な条件設定が行われることが望ましい。
- LCA 実施の目的には、以下の内容を明確に記載する。
 - (1) 意図する用途：自社製品単独の温室効果ガス排出量の評価、他の製品との温室効果ガス排出削減効果の比較、新製品開発のための参考データとしての温室効果ガス排出量の把握 等
 - (2) 実施する理由：地中熱利用システムのプロセス改善に使用するため、製品カタログ・ホームページ等で一般に開示するため 等
 - (3) 結果を伝える相手：（社内で使用する場合）担当部署、（一般に開示する場合）一般消費者 等

4.2 機能単位の設定

LCA 実施者は、対象とする再生可能エネルギー等の機能（性能特性）の仕様を明確にするとともに、その機能単位を明確に定義し、計量可能なものとする必要がある。

【解説・注釈】

- ・機能単位に関して、ISO14040 では以下のように規定されている。

「LCA の調査範囲を設定する際には、製品の機能（性能特性）の仕様が明確に述べられなければならない。」

「機能単位は、この特定機能を定量化するもので、目的及び調査範囲に整合してなければならない。」

「機能単位を導入する主目的の一つは入力及び出力のデータを正規化（数学的な意味で）する基準を提供することである。したがって、機能単位は明確に定義され、定量化可能でなければならない。」

- ・機能単位の具体的な設定方法については、エネルギー種別によりケースバイケースであるため、第Ⅱ～Ⅳ部を参照のこと。

4.3 対象影響領域の設定

本ガイドラインでは、環境影響評価を行う領域を「地球温暖化」、算定対象とする温室効果ガスを7種類的气体（二酸化炭素 [CO₂]、メタン [CH₄]、一酸化二窒素 [N₂O]、ハイドロフルオロカーボン [HFC]類、パーフルオロカーボン [PFC]類、六フッ化硫黄 [SF₆]、三フッ化窒素[NF₃]）とする。

また、GWP*は、国際ルールに則り IPCC 第4次報告書に記載されている100年係数（例メタンガス：25）を使用する。パリ協定下（2024年以降）においては IPCC 第5次報告書に記載されている100年係数を使用することが望ましい。

※GWP（Global Warming Potential 地球温暖化係数）：温室効果ガスの温室効果をもたらす程度を、二酸化炭素の当該程度に対する比で示した係数

【解説・注釈】

- ・本ガイドラインは地球温暖化対策を最終的な目的としているため、環境影響評価を行う領域は「地球温暖化」とする。評価の手法としては地球温暖化係数を用いて、CO₂換算を行う。
- ・GWPはIPCCの評価報告書において国際的に利用する値が提示されているが、作成時点での科学的知見を反映して更新されることから、どの評価報告書の値を利用するか判断が必要となる。
- ・気候変動枠組み条約（UNFCCC：United Nations Framework Convention on Climate Change）における、先進国の温室効果ガスインベントリ報告書の作成ルールでは、2013～2020年の排出・吸収量の算定（2015～2022年の温室効果ガスインベントリ提出）ではIPCC第4次評価報告書のGWPを用いる。その後は、パリ協定下での透明性枠組みルールが適用され、IPCC第5次評価報告書のGWPを用いることとなっている¹。
- ・本ガイドラインでは7種類の温室効果ガスを算定対象とするとともに、第4次報告書の係数を使用することとするが、2024年以降に実施する算定においては温室効果ガスインベントリとの一貫性を考慮し、第5次報告書の係数を利用することとする（表4-1）。

¹ UNFCCC 決定 24/CP.19 パラグラフ 1 及び Annex III において、2015 年提出以降の温室効果ガスインベントリ報告は、更なる決定が下されるまでは第 4 次評価報告書の GWP を用いることが定められている。UNFCCC 決定 1/CP.24 に基づけば、パリ協定に基づく GHG インベントリ提出は遅くとも 2024 年中に実施し、決定 18/CMA.1 において、新たな GWP 適用ルールとしてパリ協定下の枠組みでは第 5 次評価報告書の値を使うことが定められている。

表 4-1 地球温暖化に関する地球温暖化係数（GWP）

温室効果ガス	100年係数	
	第4次報告書	第5次報告書
二酸化炭素（CO ₂ ）	1	1
メタン（CH ₄ ）	25	28
一酸化二窒素（N ₂ O）	298	265
HFC-23	14,800	12,400
HFC-32	675	677
HFC-125	3,500	3,170
HFC-134a	1,430	1,300
HFC-143a	4,470	4,800
HFC-152a	124	138
HFC-227ea	3,220	3,350
HFC-236fa	9,810	8,060
HFC-43-10mee	1,640	1,650
HFC-404a	3,920	-
HFC-407c	1,770	-
HFC-410a	2,090	-
六フッ化硫黄（SF ₆ ）	22,800	23,500
アンモニア	<1	-
・・・	・・	・・

出典：IPCC 第4次報告書（2007年）、第5次報告書（2014年）

4.4 プロセスフローとシステム境界の明確化

LCA 実施者は、対象とする再生可能エネルギー等の製品プロセスについて、そのプロセスフローを明確化する。プロセスフローは、「再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の利用事業者（再生可能エネルギーの製造・販売事業者）」の視点から、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の各段階を設定する。

システム境界については、上記の全ての段階を境界内に含めることを基本とするが、これらの段階に加え、事業者が独自で温室効果ガス排出削減活動を行う場合には、プロセスフローに含めることができる。

【解説・注釈】

- ・製品プロセスは ISO14040 では以下のように規定されており、それに準拠したプロセスフロー図を作成する必要がある。

「製品プロセスは、プロセスに細分化される。単位プロセスは、中間製品、最終製品及び／又は処理される廃棄物の流れによって相互に連結され、他の製品システムに対しては、製品の流れによって、また、システムの環境とは基本フローによって連結される。」

「製品システムをその構成要素である単位プロセスに分割すると、製品システムの入力と出力の識別が容易になる。多くの場合、入力の一部は出力製品の構成要素として使用される。しかし、単位プロセスの入力であっても出力製品の一部とならない入力もある（例えば補助入力）。単位プロセスは、それが稼動した場合、他の出力（基本フロー及び／又は製品）をも産出する。」

- ・3.2で上述したとおり、本ガイドラインにおける LCA 実施者として、「再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の製造・販売事業者」、「再生可能エネルギー等の原料の販売・輸入事業者」、「生産された再生可能エネルギー等の利用事業者」等を対象にしているが、原料調達～製造～流通～使用～処分の各段階の定義について、実施者の立場が異なる場合でも可能な限り統一的な比較を行うため、「再生可能エネルギーの製造・販売事業者」の視点からプロセスフローを設定することとした。
- ・バイオマス利活用以外の事業では、生産するエネルギーの原料は存在せず、生産設備等に係る温室効果ガス排出のほうが大きいことが多いため、「設備・施設」側の視点から原料調達～製造～流通～使用～処分というプロセスフローを設定する。
- ・バイオマス利活用事業では、エネルギーの原料が必要であり、その調達や処理等に伴う温室効果ガス排出のほうが、設備・施設よりも大きいことが多いため、「原料」側の視点からプロセスフローを設定する。
- ・再生可能エネルギー等の導入に伴い、新たに温室効果ガス排出が生じる場合には、それについても可能な限り考慮する。
- ・農業管理手法の改善、炭素回収・貯留による温室効果ガス排出削減 (CCS: Carbon Capture and Storage)、炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減 (CCU: Carbon Capture

and Utilization)等、事業者が評価対象となる事業の中で実施する追加的な活動によって、事業からの温室効果ガス排出量が削減できる場合、排出削減として排出量から差し引くことができる（詳細は5.1.6「温室効果ガス排出削減活動」を参照）。

- プロセスフローとシステム境界の具体的な設定方法については、エネルギーの種別によりケースバイケースであるため、第Ⅱ～Ⅳ部を参照のこと。

4.5 比較対象とするオリジナルプロセスとそのプロセスフローの設定

比較対象とするオリジナルプロセスとして、対象プロセスと同一の機能を持つプロセスを採用し、そのプロセスフローを明確化する必要がある。なお、システム境界は、4.4で設定した対象プロセスのシステム境界に合致させなければならない。

【解説・注釈】

- ・オリジナルプロセスとそのプロセスフローの具体的な設定方法については、エネルギー種別によりケースバイケースであるため、第Ⅱ～Ⅳ部を参照のこと。

5. 活動量データの収集・設定

5.1 活動量データの収集

LCA 実施者は、プロセスフロー図に記述した各プロセスに関して、プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境（大気等）への排出物の排出量を明らかにする必要があります。

5.1.1 原料調達段階

- ・原料調達段階における活動量データの収集には、例えば以下のようなプロセスが含まれる。
 - (1) 原料の輸送（バイオマス利活用事業の場合）
 - (2) 再生可能エネルギー等生産設備の資材製造（バイオマス利活用以外の事業の場合）
 - (3) 再生可能エネルギー等生産設備の資材輸送（バイオマス利活用以外の事業の場合）
- ・原料輸送や設備資材輸送については、事業の計画や実情を踏まえて片道分か往復分のどちらかを判断する。
- ・設備資材の製造設備や、設備資材・原料の輸送設備（トラック、トレーラー、タンカー等）等の製造時における温室効果ガス排出量は取えて考慮しなくてもよい。
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・往復分と片道分の別については、例えば空荷で戻ることが多い場合には往復分を考慮する。なお、輸入バイオマス利活用等事業では船舶を用いた海上輸送が発生する。事業者は輸送に用いる船舶の往路、復路における積載状況を把握し、その実態に即した評価を行うことが望ましい（詳細は第IV部-②「複数の機能を有する事業（輸入バイオマス利活用等編）」を参照）。
- ・収集した生産設備・施設の資材の活動量データは、機能単位に合わせて想定使用期間を用いた補正を行う必要がある。ここでは以下①～③のいずれかの方法で、想定使用期間を設定する。
 - ①出荷済み製品を対象にランダムサンプリングを行い、使用年数をアンケート調査し、使用年数の平均値を想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ②公的統計資料等を用いて平均的な使用年数を算定し、それを想定寿命（想定使用年数）と設定する。

- ③法定耐用年数を参考に想定寿命（想定使用年数）を設定する。
- ・「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

5.1.2 製造段階

- ・製造段階における活動量データの収集には、例えば以下のようなプロセスが含まれる。
 - (1) 原料の加工・処理（バイオマス利活用事業の場合）
 - (2) 再生可能エネルギー等生産設備の建設資材製造（生産設備の使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
 - (3) 再生可能エネルギー等生産設備の建設資機材輸送（生産設備の使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
 - (4) 再生可能エネルギー等生産設備の加工・組立（生産設備の加工・組立が工場等で行われる場合）
 - (5) 再生可能エネルギー等生産設備の輸送（生産設備の工場等→生産設備の使用場所までの輸送が存在する場合）
 - (6) 再生可能エネルギー等生産設備の建設（生産設備の使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
 - (7) 再生可能エネルギー等生産設備の解体（バイオマス利活用事業の場合）
 - (8) 上記（1）～（7）に伴う廃棄物輸送
 - (9) 上記（1）～（7）に伴う廃棄物中間処理
- ・再生可能エネルギー等生産設備の使用場所で設置工事・土木工事等が発生する場合、建設機材の製造・廃棄に関する温室効果ガス排出量は考慮しなくてもよい。
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。
- ・収集した生産設備・施設やその建設資材の活動量データは、機能単位に合わせて想定使用期間を用いた補正を行う必要がある。ここでは以下①～③のいずれかの方法で、想定使用期間を設定する。
 - ①出荷済み製品を対象にランダムサンプリングを行い、使用年数をアンケート調査し、使用年数の平均値を想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ②公的統計資料等を用いて平均的な使用年数を算定し、それを想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ③法定耐用年数を参考に想定寿命（想定使用年数）を設定する。

5.1.3 流通段階

- ・流通段階における活動量データの収集には、例えば以下のようなプロセスが含まれる。
 - (1) 生産したバイオマス由来燃料等の輸送（バイオマス利活用事業の場合）
 - (2) 外部系統等の既存インフラに接続するための付加的な設備の製造（生産した電力や熱を外部供給する場合）
 - (3) 外部系統等の既存インフラに接続するための付加的な設備・施設の建設（生産した電力や熱を外部供給する場合）
- ・生産したバイオマス由来燃料等の輸送については、事業の計画や実情を踏まえて片道分か往復分のどちらかを判断する。
- ・輸送設備（トラック、トレーラー、タンカー等）等の製造時における温室効果ガス排出量は敢えて考慮しなくてもよい。
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・往復分と片道分の別については、例えば空荷で戻ることが多い場合には往復分を考慮する。
- ・上記(2)、(3)に関しては、既存インフラに関しても何らかの配分等を行うことも考えられるが、データの入手が容易でないこと、既存インフラ部分の温室効果ガス排出量は全体として些少と考えられることから、付加的な設備・資材部分のみ考慮すればよい。
- ・既存インフラに接続するための付加的な設備・施設に関して収集した活動量データは、機能単位に合わせて想定使用期間を用いた補正を行う必要がある。ここでは以下①～③のいずれかの方法で、想定使用期間を設定する。
 - ①出荷済み製品を対象にランダムサンプリングを行い、使用年数をアンケート調査し、使用年数の平均値を想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ②公的統計資料等を用いて平均的な使用年数を算定し、それを想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ③法定耐用年数を参考に想定寿命（想定使用年数）を設定する。

5.1.4 使用段階

- 使用段階における活動量データの収集には、例えば以下のようなプロセスが含まれる。
 - (1) バイオマス由来燃料等の燃焼
 - (2) 再生可能エネルギー等生産設備の使用（バイオマス利活用以外の事業の場合）
 - (3) 再生可能エネルギー等生産設備の保守・メンテナンス（バイオマス利活用以外の事業の場合）
- 上記（1）に関して、バイオマスの燃焼による二酸化炭素排出量はゼロとしてよい。ただし、二酸化炭素以外の温室効果ガスが発生する場合や、副原料等が燃焼する場合の温室効果ガス排出量は考慮しなければならない。
- バイオマス利活用以外の事業で、再生可能エネルギー等を導入した「サイト」単位ではなく、「製品」単位で温室効果ガス削減効果を算定する場合は、サイトにより違いが生じるパラメータ（設備稼働率等）に関して、現実的に妥当性のある条件を想定しなければならない。

【解説・注釈】

- 上記（1）に関して、バイオマス燃焼時の二酸化炭素排出量を除外できるのは、事業の実施後、バイオマス資源を調達する森林における生体バイオマス炭素ストック量が中長期的に復元又は増加することを前提としている。これを行わない場合には本ガイドラインの考え方に合致しなくなるため、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し、実施する事業の地球温暖化対策としての意義を再検討すべきである。

5.1.5 処分段階

- ・処分段階における活動量データの収集には、例えば以下のようなプロセスが含まれる。
 - (1) 冷媒・不凍液の現場内回収（冷媒・不凍液を使用する場合）
 - (2) 再生可能エネルギー等生産設備の解体（バイオマス利活用以外の事業の場合）
 - (3) 再生可能エネルギー等生産設備の解体廃棄物の輸送（バイオマス利活用以外の事業の場合）
 - (4) 再生可能エネルギー等生産設備の現場内回収物・解体廃棄物の中間処理（バイオマス利活用以外の事業の場合）
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・上記(2)に関して、建築物と同時に再生可能エネルギー等生産設備の解体が行われる場合には、解体に伴う温室効果ガス排出量はシステム境界外としてよい。
- ・バイオマス利活用事業の場合、「バイオマス原料の加工・処理に伴い発生する廃棄物・排水の処理」や「再生可能エネルギー等生産設備の解体」、「解体廃棄物の輸送・中間処理」については、製造段階で考慮するものとする。
- ・東日本大震災における震災廃棄物・除染廃棄物等を受け入れる施設では、放射能、塩分、重金属、土砂等の混入により、焼却灰の処理に伴う温室効果ガス排出が無視できないおそれがあるため、留意する必要がある。
- ・「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。
- ・冷媒、不凍液を使用する再生可能エネルギー等の場合は、現場内で回収を行い、破壊処理を行うものとし、それらに伴う温室効果ガス排出量を何らかの方法で考慮する。

5.1.6 温室効果ガス排出削減活動

- ・温室効果ガス排出削減活動における活動量データの収集には、例えば以下のようなプロセスが含まれる。
 - (1) 温室効果ガス削減量、貯留量、回収量
 - (2) 投入されるエネルギー・資材
 - (3) 資材の輸送
 - (4) 土壌改良剤製造設備・二酸化炭素回収設備等の建設（設備の使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
 - (5) 土壌改良剤製造設備・二酸化炭素回収設備等の解体
 - (6) 二酸化炭素漏出量（炭素回収・貯留による温室効果ガス排出削減、炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減の場合）
 - (7) 二酸化炭素の輸送（炭素回収・貯留による温室効果ガス排出削減、炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減の場合）
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・温室効果ガス排出削減活動は評価対象となる事業の中で追加的に実施される活動でなければならず、評価事業のシステム境界を超えた活動は対象外とする（例：評価事業を実施する事業者が別事業として行う炭素クレジットの購入や、CSR 活動として実施する森林保全活動等は、評価事業における温室効果ガス排出削減活動とはみなさない）。
- ・農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減については、事業開始以降に始まった取組でなければならない。
- ・収集した生産設備・施設やその建設資材の活動量データは、機能単位に合わせて想定使用期間を用いた補正を行う必要がある。ここでは以下①～③のいずれかの方法で、想定使用期間を設定する。
 - ①出荷済み製品を対象にランダムサンプリングを行い、使用年数をアンケート調査し、使用年数の平均値を想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ②公的統計資料等を用いて平均的な使用年数を算定し、それを想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ③法定耐用年数を参考に想定寿命（想定使用年数）を設定する。

5.2 収集データの精度・カットオフ基準・配分の考え方

5.2.1 収集データの精度の考え方

LCA 実施者は、収集するデータの精度を高めるように配慮しなければならない。特に温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるプロセスについては、高い精度でデータを収集するよう留意する必要がある。

【解説・注釈】

- ・ LCA 実施者は再生可能エネルギー等の LCA について、どのプロセスがどの程度の影響を与えるかを把握しておかなければならない。
- ・ どのプロセスの温室効果ガス排出量が大きな影響を与えるかについては、LCA 実施前の予想が必ずしも正しくない場合もある。まずは産業連関表のデータを使用して LCA を概算し、その後、影響の大きなプロセスを中心にデータの精度を高める、といった方法も有効である。
- ・ 収集すべき活動量データの単位（重量、価格等）は、入手可能な原単位データの単位にも影響される。最終的な活動量データ、原単位データの選定に当たっては、双方のデータの精度を高めるように配慮しなければならない。

5.2.2 カットオフ基準の考え方

本ガイドラインでは、以下の基準を目安としてカットオフを行う。

＜カットオフ基準（目安）＞

原材料質量の 1%程度未満 かつ 原材料調達コストの 1%程度未満であること
あるいは
当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が当該バイオ燃料の
温室効果ガス総排出量に対して 1%程度未満であること

【解説・注釈】

- ・ カットオフ基準について ISO14040 等に明確な基準はなく、製品製造分野では製品の質量に相当する 5%程度が一般的である。しかし再生可能エネルギー等の場合では、原材料質量の 1%程度未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるものもある。
- ・ 一方、温室効果ガス排出量は調達コストと一定の相関を有することが多い。そのため、質量も調達コストも小さなプロセスや投入物についてはカットオフしてよいこととした。
- ・ LCA 実施者において、温室効果ガス総排出量に対して 1%程度未満と判断することができるプロセスや投入物についても、カットオフできることとした。

5.2.3 配分（アロケーション）の考え方

- ・プロセスの細分化やシステム境界の拡張を図ることにより、配分を回避することを原則とする。配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。
- ・配分がどうしても回避できない場合は、以下の優先順位に基づいて配分を行う。
 - (1) 物理的パラメータ（質量、発熱量等）による配分
 - (2) 製品及び機能間のその他の関係を反映する方法（例えば経済価値）による配分特に、バイオマス利活用事業における主産物とその他製品との間の配分に関しては、配分方法によって算定結果が比較的大きく変わる傾向にあるとともに、配分を行う製品によって適切な配分方法も異なる。そのため、配分を行う対象製品を定めた上で各種配分方法による配分を行い、その結果を評価することとする（詳細は「第Ⅳ部-①：複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）編」、「第Ⅳ部-②：複数の機能を有する事業（輸入バイオマス利活用等）編」等を参照）。

【解説・注釈】

- ・ISO14044 上の配分の考え方は以下のとおりである。

- STEP 1**：可能な場合は、次によって配分を回避することが望ましい。
- 1)配分対象の単位プロセスを2つ又はそれ以上の数のプロセスに細分割して、これらの小プロセスに関係する入力及び出力データを収集する。
 - 2)共製品に関する追加機能を含めるよう製品システムを拡大する。
- STEP 2**：配分が回避できない場合、システムの入力及び出力を、異なる製品又は機能の間でそれらの間に内在する物理的関係を反映する方法で分割して配分することが望ましい。すなわち、そのシステムによって提供される製品又は機能の量的な変化に伴って、入力及び出力が変化するような方法でなければならない。その結果としてもたらされた配分は、共製品の質量又はモルで計量されたフローのような単純な尺度には比例しない。
- STEP 3**：物理的な関係だけを配分の根拠として使用できない場合、入力及び出力は、製品及び機能間のその他の関係を反映する方法で、配分されることが望ましい。例えば、環境上の入力及び出力データは共製品の間で、製品の経済価値に比例させて配分してよい。

- ・プロセス細分化とは、配分対象となるプロセスを製品別に分かれるよう、できる限り細かな小プロセスに細分化して、これら小プロセスの活動量データを収集することを指す。
- ・配分を行う対象製品について、図 5-1 にて示されるフローチャートに基づき「配分対象」と分類される製品に対してのみ配分を行うこととする（配分対象決定例等については「第Ⅳ部-①：複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）編」、「第Ⅳ部-②：複数の機能を有する事業（輸入バイオマス利活用等）編」を参照）。

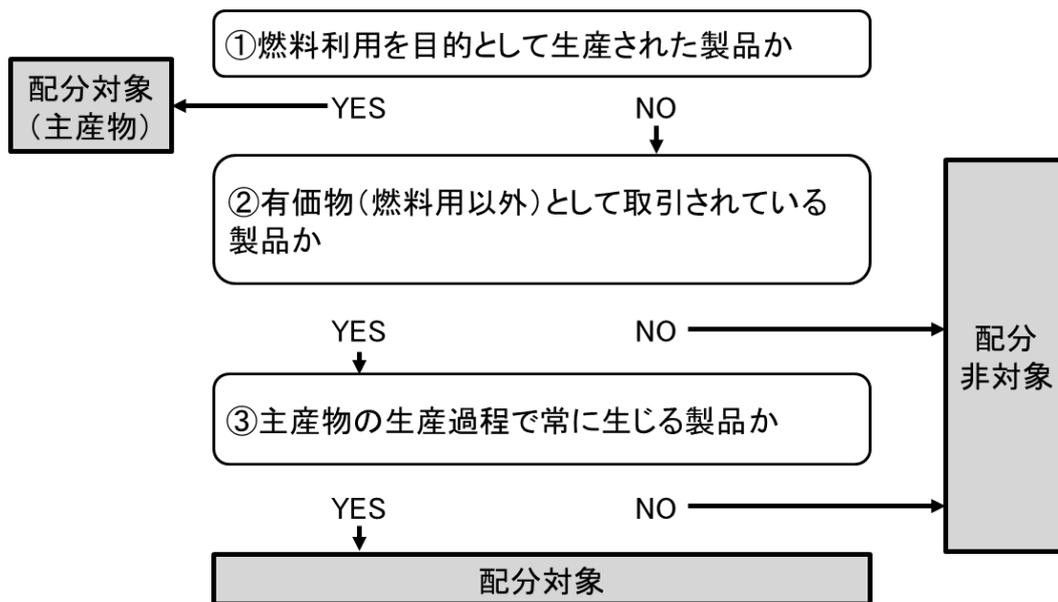


図 5-1 配分対象の決定フローチャート

6. 温室効果ガス排出原単位データの収集・設定

6.1 地球温暖化対策法に基づく排出係数の利用

- ・化石燃料の燃焼に伴う発熱量と二酸化炭素排出係数は地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第3条において示されている数値を用いるものとする。
- ・電力の原単位データには、ライフサイクルを考慮した排出原単位が入手できる場合は、それを使用することを原則とする。入手できない場合には、調達先の電力供給者から公表される電気事業者別排出係数（基礎排出係数）を使用することが可能である。ただし、同一敷地内の自家発電を代替として再生可能エネルギー等を導入する場合には、当該自家発電の電源に関する原単位データを用いる。

【解説・注釈】

- ・平成30年度の電気事業者別排出係数を表6-1に示す。ここで示した電気事業者別排出係数は一部であることから、調達先の電力供給者を確認のうえ、適切な値を用いる必要がある。なお、排出係数は毎年度更新されるので、最新のデータ（URL；<http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc/denki>）を用いることを原則とする。

表 6-1 電力事業者別の二酸化炭素排出係数（平成 30 年度実績）

一般 送配電事業者	排出係数 (tCO ₂ /kWh)		小売電気事業者	排出係数 (tCO ₂ /kWh)	
	基礎 排出係数	調整後 排出係数		基礎 排出係数	調整後 排出係数
北海道電力(株)	0.000462	0.000462	イーレックス (株)	0.000416	0.000597
東北電力(株)	0.000462	0.000462	出光グリーンパワー (株)	0.000137	0.000324
東京電力パワー グリッド(株)	0.000462	0.000462	伊藤忠エネクス (株)	0.000625	0.000815
中部電力(株)	0.000462	0.000462	エネサーブ (株)	0.000424	0.000707
北陸電力(株)	0.000462	0.000462	荏原環境プラント (株)	0.000125	0.000382
関西電力(株)	0.000462	0.000462	オリックス (株)	0.000485	0.000707
中国電力(株)	0.000462	0.000462	(株) エネット	0.000426	0.000450
四国電力(株)	0.000462	0.000462	(株) F-Power	0.000508	0.000527
九州電力(株)	0.000462	0.000462	(株) 日本セレモニー	0.000485	0.000519
沖縄電力(株)	0.000741	0.000720	サミットエナジー (株)	0.000448	0.000519
			ENEOS (株)	0.000503	0.000494
			志賀高原リゾート開発 (株)	0.000000	0.000424
			出光興産 (株)	0.000517	0.000597
			日鉄エンジニアリング (株)	0.000546	0.000630
			ダイヤモンドパワー (株)	0.000502	0.000574
			テス・エンジニアリング (株)	0.000240	0.000627
			東京エコサービス (株)	0.000086	0.000077
			日本テクノ (株)	0.000343	0.000411
			パナソニック (株)	0.000280	0.000525
			丸紅新電力 (株)	0.000442	0.000542
			ミツウロコグリーンエネ ルギー (株)	0.000309	0.000475

出典：「電気事業者別 CO2 排出係数（平成 30 年度実績）」（令和 2 年 1 月 7 日公表、令和 2 年 9 月 15 日一部追加・修正）

6.2 LCI（ライフサイクルインベントリ）データベースの利用

6.2.1 LCI データベース利用の優先順位

- ・投入物の排出原単位に関するデータベース利用の優先順位は以下のとおりとする。

レベル1：事業者自らが実際のデータを調査して使用

レベル2：業界団体等で用いられている標準値を使用

レベル3：積み上げ法に基づく LCI データベースの参照値を使用

レベル4：産業連関法に基づく参照値を使用

ただし、

- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては、極力レベル1～3で対応するものとする。
- ・積み上げ法に基づく LCI データベースの参照値のうち、以下の2条件に該当する原単位データについては、レベル4として取り扱うこととする。
 - ①貨幣単位で示された統計資料を主な情報源にする等、原単位が「価格あたり」又は「製品数量あたり（例：製品1個当たり、1台当たり）」となっているもの
 - ②想定規模・性能等が対象プロセスと一致しない、又は想定規模・性能等の記載がない
- ・設定したプロセスに適した原単位が収集できない場合は、必要としている原単位に最も近似していると考えられる原単位で代替してもよい。

【解説・注釈】

- ・投入物の排出原単位に関して、どのデータベースを使用するかによって LCA の結果が変わるため、排出原単位設定の優先順位を規定することとした。
- ・LCA では投入物等に関するプロセスデータが入手可能な場合には、そこまで掘り下げて検討を行うことが一般的であるが、通常は、自らが直接的に関与できるプロセス以外のデータの入手は容易ではない。そのため、何らかのデータベースを参照することが一般的である。排出原単位のデータベースとしては、積み上げ法に基づくものと産業連関表に基づくものがあり、各々に利点・課題がある。また、これらを組合せた活用（ハイブリッド）も利用されている。
- ・産業連関法に基づく参照値を使用する場合、積み上げ法に基づくものよりも原単位データの部門の分類が“粗い”ことが多く、算定結果において事業者努力が相対的に反映されにくいいため、積み上げ法に基づく参照値の優先順位を高く設定した。
- ・設定したプロセスによっては、原単位データの収集が困難であるため、その場合は必要としている原単位に近い原単位を設定してよい。ただし、その場合は、感度分析の実施によりインベントリ分析結果に与える影響を評価しておくことが望ましい。なお、収集すべき活動量データの単位（重量、価格等）は、入手可能な原単位データの単位にも影響されるため、最終的な活動量データ、原単位データの選定にあたっては、双方のデータの精度を

高めるように配慮しなければならない。

- ・レベル4の産業連関表は最新のCO₂排出原単位 (I-A)¹型*1を使用することとする。また、入手できたコストデータに応じて、「購入者価格基準」か「生産者価格基準」のうち適切なものを選択するものとする。

*1 CO₂排出原単位には、「(I-A)¹」型と「(I-(I-M)A)¹」型の2つがある。「(I-A)¹」型は輸入品の生産に伴うCO₂排出量を、国産品と同じ排出量であると(同じ技術で生産されたと)仮定して計算し、輸入品の生産による排出量も国産品の生産による排出量も含めた値を示している。一方、「(I-(I-M)A)¹」型は輸入品に関するCO₂排出量は含まず、国産品の排出量のみを計算した値を示している。

表 6-2 LCI データベース (積み上げ法、産業連関法) の特徴

手法	積み上げ法	産業連関法
概要	対象となる製品のライフサイクルのプロセスごとの環境負荷項目を調査し、定量的に分析して積み上げていくことで算出する手法。欧米では積み上げ法によるデータ作成が主流となっている。	産業連関表を活用して製品やそれを構成する部品・原料等による環境負荷を理論的に算出する手法。産業連関表とは、一国の産業・商品を部門ごとに分類し、部門間での1年間でのサービスの流れ、投入量、産出量の関係を金額ベースで一覧表にまとめたものである。産業連関法を用いることで、対象となる製品に関する投入量を間接的なものも含め理論的には全て遡って算出することが可能となる。
利点	・インベントリデータの作成根拠が明確	・評価対象範囲の拡大が図れる ・データの客観性が高い ・整合性の高い評価が可能
課題	・プロセス調査に限界があり、全プロセスを網羅するのは困難 (プロセスの関連をどこで打ち切るかについて差異が生じる結果、打ち切り誤差が含まれる) ・実施機関により異なるデータとなり作成手法の信頼性・透明性の担保が必要	・産業連関表の分類が400~500程度であり個々の製品の分析ができない ・金額ベースで算出するため、個々の物質量に基づく厳密解ではない ・製造プロセスが不明なためプロセス分析を行うことができない ・産業連関表が国レベルで整備されているため、輸出入を含む場合の取り扱いが困難

- ・産業連関法に基づく参照値を用いる場合、人件費が含まれた価格をかけ合わせると、温室効果ガス排出量が過大推計となる可能性が高いため、可能な限り人件費を含まない価格を切り分けて収集することが望ましい。
- ・施設建設工程、施設解体工程を考慮する場合、積み上げ法は温室効果ガス排出量算定の際の事業者への負担がかなり大きいこと、施設建設工程、施設解体工程では比較的成本との相関が高いことが想定されることから、産業連関表による参照値の使用でも問題は少ないと考えられる(兵法・本藤・工藤(2013)「産業連関表を用いたGHG排出量の合理的な推計方法—バイオマス事業のプラント建設を事例に—」、第8回日本LCA学会研究発表会)。ただし、特殊な材料を大量に使用して設備を建設する場合は、当該材料については、実データや業界団体等で用いられている標準値、積み上げ法に基づくLCIデータベースの参照値のいずれかを用いて算定することが望ましい。
- ・情報量が少ないほど保守的な(大きめの)値を採用することが望ましいとする考え方もあるが、本ガイドラインでは考慮しないものとする。

6.2.2 活用可能な LCI データベース（国内）

レベル3およびレベル4における LCI データベースとしては、表 6-3 に示すデータベース等が挙げられる。なお、これらのデータベースと同等以上の精度があると考えられるデータベースも利用できるものとする。

表 6-3 活用可能な LCI データベースの例

レベル3 (積み上げ法に基づく参照値)	レベル4 (産業連関法に基づく参照値)
LCA 日本フォーラム IDEA (最新は IDEA v2.3)	3EID (最新は 2015 年表)

【解説・注釈】

- ・各々の LCI データベースの概要を表 6-4 に示す。
- ・使用する LCI データベースによってはデータが古いものもあるため、LCA 実施者はそれらの状況に配慮し最新のデータを活用することが望ましい。

表 6-4 活用可能な各種 LCI データベースの概要

名称	開発者	データベースの概要	備考
LCA 日本フォーラム	52 工業会 (産業環境管理協会 で管理)	52 工業会から自主的に提供された「Gate to Gate」のインベントリデータ 約 250 品目、LCA プロジェクトで収集した調査インベントリデータ約 300 品目、環境排出物質 14(CO ₂ ,CH ₄ ,HFC,PFC,N ₂ O,SF ₆ ,NO _x ,SO _x ,BOD,COD,煤塵,全リン,全窒素,懸濁物質)を収録している。	会員のみ閲覧可能
3EID	(国研) 国立環境研究所	「産業連関表」を用いて算出した“環境負荷原単位”を収録したデータブック。部門別の燃料消費量や排出係数等の算定に要した種々のデータを含めて公開しているため、算定の根拠となる諸数値を確認できるだけでなく、ハイブリッド LCA 等利用者が産業連関表を独自に拡張した分析を行う場合にも利用可能。	無償
IDEA (MiLCA)	(国研) 産業技術総合研究所、(一社) 産業環境管理協会	日本国内の全ての事業（一部サービスを除く）における経済活動を網羅的にカバーしており、全データセットが「日本標準産業分類」を中心とした分類コード体系で整理されている。3,800 以上のデータセットを搭載しており、算定者のデータ収集負荷を大幅に軽減できる。GHG や酸性化、オゾン層破壊、水資源、土地利用等の 170 以上の基本フローで主要影響領域を網羅している。	有償 (サンプルあり)

6.2.3 活用可能な LCI データベース（海外）

- ・海外のサイトにおける事業や、海外から輸入する原料を使用する事業等については、利用可能なデータベースが政府機関等から公表されている場合、それを利用することができる。
- ・本来は当該国で開発されている LCI データベースを活用する必要があるが、各種関連機関のデータや論文等を調べても有効なデータが参照できない場合は、わが国の LCI データベースを準用してもよいこととする。ただし、例えば以下のようなデータについてはわが国のデータを準用することはできないため、独自の計測調査等の実施、もしくは海外で整備されているデータベースや文書を参考にする必要がある。
 - 1) 土地利用変化により発生する温室効果ガス排出量
 - 2) 水田土壌から発生するメタンガス

【解説・注釈】

- ・海外については、わが国ほど LCI データベースが整備されていない状況が多い。また、産業連関表の整備状況も国によってまちまちであり、わが国の産業連関表で算定した結果と単純に比較検討することは難しい。
- ・LCA データベースの開発例としては、タイの MTEC (National Metal and Materials Technology) 等がある。
- ・海外における土地利用変化により発生する温室効果ガス排出量の算定等については、各国の National Inventory Report (<https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>) 等で報告されている国別のデータや、2006 年 IPCC ガイドライン又は 2019 年改良 IPCC ガイドラインにて示されているデフォルト値データを活用することができる（詳細は「第IV部-②：複数の機能を有する事業（輸入バイオマス利活用等）編」等を参照）。
- ・LCA 実施者が当該プロセスを分解し国内のデータベースで算定することが望ましいが、入手困難な排出原単位については、わが国のデータベースを準用してもよいこととする。
- ・土地利用変化や水田に関しては、わが国の固有の土壌等をベースとしたデータは海外とは大きく値が異なることが考えられるため、独自の計測調査等を必要とした。

7. 温室効果ガス排出量の評価

7.1 温室効果ガス排出量の算定

- ・温室効果ガス排出量は、下式により算定する。

$$\text{温室効果ガス排出量} = \Sigma\{\text{GWP} \times (\text{活動量} \times \text{排出原単位})\}$$

- ・GWP（地球温暖化係数）は、IPCC 第4次報告書又は IPCC 第5次報告書に記載されている数値（表 4-1 参照）を使用する。

【解説・注釈】

- ・排出原単位として、産業連関表を用いる場合等では、必ずしもメタンガスや一酸化二窒素の排出量が入手できない場合もある。これらについては、別途データを準備することが適当と考えられるが、概略検討の結果、二酸化炭素排出量に比べて明らかに小さく、前述 5.2.2 のカットオフ基準に該当する場合には、カットオフすることとしてもよい。
- ・本ガイドラインでは第4次報告書の係数を使用することとするが、2024年以降に実施する算定においては温室効果ガスインベントリとの一貫性を考慮し、第5次報告書の係数を利用することとする。

7.2 感度分析の実施

LCA 実施者は、LCA で採用した活動量データ、原単位の変動や配分手法による変化が、温室効果ガス排出量の算定結果にどの程度の影響を及ぼすか、それが許容範囲であるかどうかを検討し、算定結果の信頼性を評価するために、感度分析を実施することが望ましい。

【解説・注釈】

・ISO14044 には、下記 1)～11)に示す選択肢の例が提示されている。

感度点検は、前提条件、手法及びデータの変動が結果に及ぼす影響を判断しようとするものであり、主に特定された問題のなかで最も重要なものの感度が点検される。感度分析の手順とは、ある所定の前提条件、手法又はデータを使って得た結果を、変更された前提条件、手法又はデータを使って得た結果と比較することである。感度分析では、前提条件及びデータをある範囲（たとえば±25%）で変動することによって得られる結果に及ぼす影響を点検する。感度は、変化の百分率等で表示され、結果の重大な変化（たとえば 10%以上）を確認する。

ここで、感度分析の実施は、目的及び調査範囲を設定する際に必要とされるかどうかは、前提条件に基づいて調査中に判断することになる。例えば、以下に示す前提条件、手法又はデータに関する感度分析が有用である。

- 1) 配分原則
- 2) カットオフ基準
- 3) 境界の設定及びシステムの定義
- 4) データに関する判定及び前提条件
- 5) 影響領域の選択
- 6) インベントリ結果の割振り（分類化）
- 7) カテゴリーインディケータ結果の計算（特性化）
- 8) 正規化データ
- 9) 重み付けデータ
- 10) 重み付け方法
- 11) データ品質

7.3 温室効果ガス排出削減効果の評価

温室効果ガス排出削減効果は、以下のいずれかの方法により算定する。

(1) 排出削減量＝オリジナルプロセスの排出量－対象プロセスの排出量

(2) 排出削減率＝ (オリジナルプロセスの排出量－対象プロセスの排出量)
÷オリジナルプロセスの排出量

8. レビューの実施

LCA 実施者は、自らの所属団体で内部レビューを実施する。レビュー実施者は、算定結果の適切性、妥当性等を評価する。

【解説・注釈】

- ・レビューはデータの選択や結果等が LCA 実施主体にとって過度に有利でないかどうかを確認し、LCA の結果を客観的に評価し信頼性を高める手続きとして位置づけられる。
- ・ここでいうレビューとは、ISO14040 への準拠を確認するものではなく、本ガイドラインの算定基準との整合性を取ることを目的とする。
- ・ISO14040 では、本ガイドラインにおける「対象プロセス」と「オリジナルプロセス」のように、異なる製品間の比較主張を行う場合、利害関係者によるレビューを実施しなければならないこととされているが、本ガイドラインでは「事業者にとっての作業負担」を考慮し、内部レビューでよいこととした。ただし、算定結果の適切性や妥当性等に疑義がある場合や、内部レビューのみでは不十分と考えられる場合には、外部レビューを行うことが望ましい。

9. 温室効果ガス排出削減効果等の表示

温室効果ガス排出削減効果を製品カタログ、ホームページ等で表示する場合は、想定した「機能単位」、「システム境界」、「オリジナルプロセス」、「想定寿命（想定使用年数）」を付記しなければならない。また、バイオマス利活用以外の事業で、再生可能エネルギー等を導入した「サイト」単位ではなく、「製品」単位で算定した温室効果ガス削減効果を表示する場合には、「サイトにより違いが生じるパラメータ（設備稼働率等）に関して想定した値」、及び「感度分析の結果（概略でよい）」を付記するとともに、想定値を用いた算定結果が「どのサイトにも適用可能なもの」といった誤解を与えないように表示する必要がある。

【解説・注釈】

- ・環境情報の表示に当たっては、「環境表示ガイドライン」（平成 25 年 3 月、環境省）（<https://www.env.go.jp/policy/hozen/green/ecolabel/guideline/guideline.pdf>）に従うことが求められる。

10. 終わりに

前述したとおり、本ガイドラインは、「(1) 事業者の自主的なプロセス改善・環境情報開示における活用」、「(2) 各種補助事業への応募・終了時における活用」等を目的・用途として想定の上、作成しており、様々な立場の方々に積極的にご活用いただきたい。

本ガイドラインが広く普及することにより、本ガイドラインに関連した補助事業や、高いシナジー効果を有する他施策（経済的手法、情報的手法、規制的手法）との連携も実現可能となると考えられ、効果的な地球温暖化対策につながることを期待している。

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

第Ⅱ部

「発電」を主な機能とする事業
(バイオマス利活用を除く) 編

平成25年3月策定

令和3年7月改訂

環 境 省

目 次

1. 第Ⅱ部の位置づけ	1
1.1 第Ⅱ部の位置づけ	1
1.2 対象とする再生可能エネルギー等	2
2. 「発電」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）のLCAの基本的な考え方に関する留意事項	6
2.1 機能単位の設定に関する留意事項	6
2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項	6
2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項	8
3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項	10
3.1 原料調達段階に関する留意事項	12
3.2 製造段階に関する留意事項	15
3.3 使用段階に関する留意事項	16
3.4 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項	18
4. 温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項	19
5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項	23
6. レビューの実施に関する留意事項	24

1. 第II部の位置づけ

1.1 第II部の位置づけ

本ガイドラインが対象とする再生可能エネルギー等のすべてに共通する基本的事項は、「第I部 基本編」に集約した。また、「発電」や「熱利用」等を主な機能とする再生可能エネルギー等の LCA に特有の事項については、「第II部 『発電』を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）編」（本資料）～「第IV部 複数の機能を有する事業（①国内バイオマス利活用等、②輸入バイオマス利活用等）編」として、別冊の資料に整理した。再生可能エネルギーの種類ごとに関連するガイドラインの判定フローを図1-1に示す。



図1-1 再生可能エネルギーの種類ごとの関連ガイドラインの判定フロー

第II部：「発電」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）編は、第I部：基本編の補足として策定したものである。策定にあたり、第I部：基本編と同様の規定とする項目（例：カットオフ基準）については、記述を割愛することとした。そのため、「発電」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）について LCA を行う際には、第I部：基本編を合わせて参照いただきたい。

1.2 対象とする再生可能エネルギー等

- ・対象とする再生可能エネルギー等は、以下のとおりとする。
 - ①太陽光発電
 - ②風力発電
 - ③中小水力発電
 - ④地熱発電
- ・「④地熱発電」のうち、バイナリー発電に伴う排熱を大量にビニールハウスで使っている場合等、主たる機能を特定しにくく、複数の機能を有すると見なせる事業の場合には、第Ⅳ部：複数の機能を有する事業（バイオマス利活用等）編を参照する。

【解説・注釈】

- ・上記①～④に挙げた再生可能エネルギー等については、表 1-1～1-3、図 1-2 に示すすべての種類を対象とする。

表 1-1 対象とする太陽光発電の種類（2020 年時点）

種類	技術例	変換効率	利用状況等
シリコン系	単結晶、多結晶、ヘテロ接合等	単結晶：20～24% 多結晶：18～20%	低コスト高効率であり、生産量全体の 97%超を占める。
化合物系	III-V 族、CIGS (CIS)、CdTe 等	III-V 族：25～30% CIGS (CIS)：17% CdTe：19%	コストが高いものの、追尾式集光型太陽光発電や宇宙での応用に利用されている。
有機物系	ペロブスカイト等	20～30%	製造コストは低いものの、現時点では開発・実証実験段階である。
量子ドット型	-	50%（高倍集光下）	高い発電効率の潜在性を持つ技術として検討が進められている。

出典：NEDO「太陽光発電開発戦略」（2020 年 12 月）
IEA「TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS 2019」（2019 年）

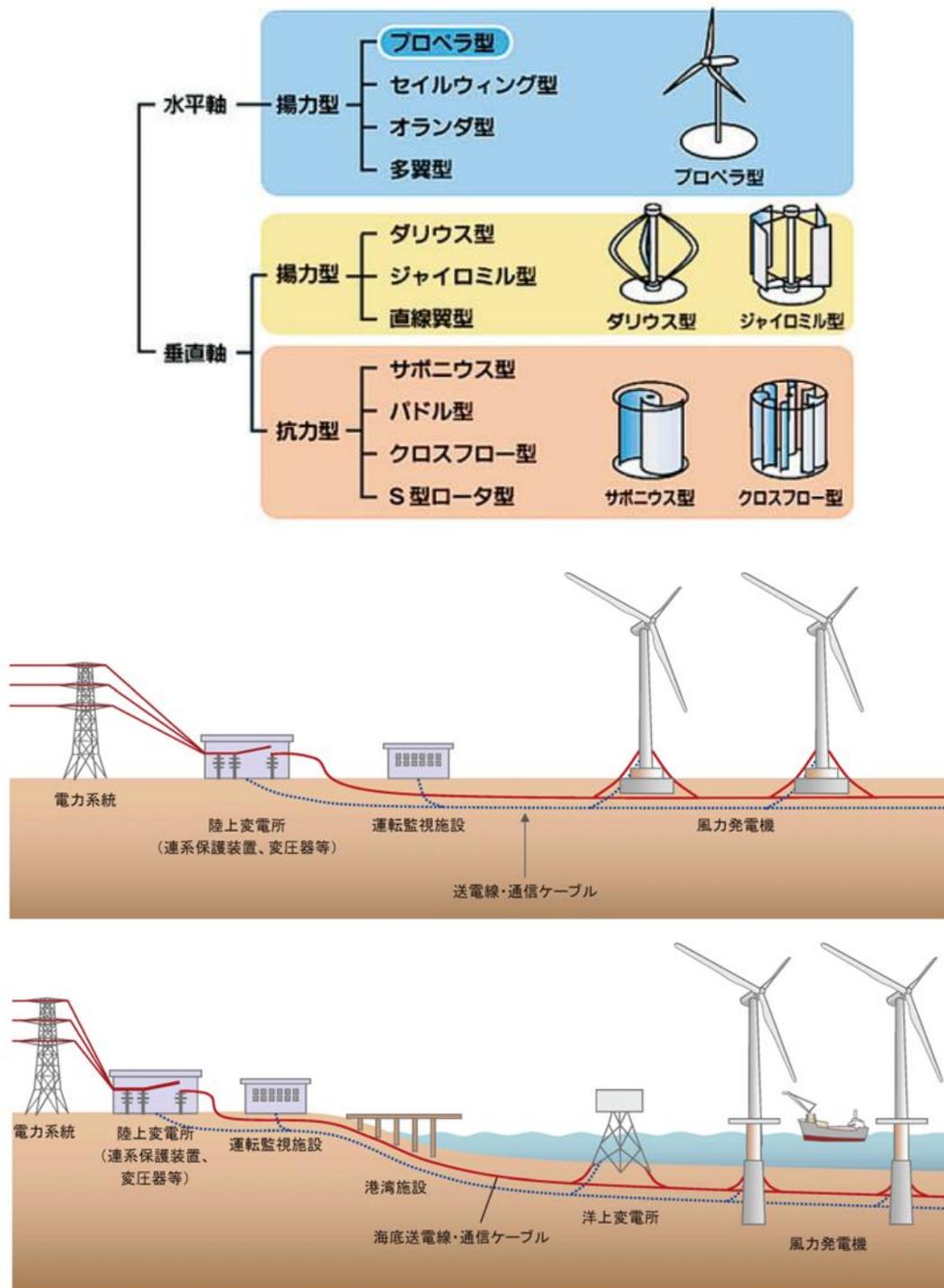


図 1-2 対象とする風力発電の種類と陸上・洋上風力の構成要素

出典：再生可能エネルギー技術白書，NEDO，2014 改訂第2版

表 1-2 対象とする中小水力発電用の水車の種類（2020 年時点）

水車の種類		概要	概略図
衝動水車	ペルトン水車	水をノズルから噴出させ、その勢いでバケットを回転させる。ノズルから噴出する水の量を調節することにより、出力を簡単に調整可能。200m 以上の高落差に適する。	
反動水車	フランシス水車	水を取り込むケーシングの中に羽根車（ランナー）を設置し、そこを流れる水の圧力により回転させる。最も一般的な水車で、数 10m～数 100m の落差に広く使われている。	
	カプラン水車	フランシス水車と同タイプだが、水の圧力変化に合わせて羽根を動かすことで、効率的な発電が可能。5m～80m 程度の落差に適している。	
小水力発電用	水中発電機一体型水車	水車と発電機が一体となっている水中ポンプで水を逆に流し、逆回転させることで発電する。	
	横軸プロペラ水車（固定羽根）	水道等を利用して発電する際に、既設配管の直線部等に直接配置することができる水車。	

出典：資源エネルギー庁ウェブサイト『水力発電について』を基に作成

表 1-3 対象とする地熱発電の種類

種類（発電方式）	技術の特徴	留意点	備考
蒸気フラッシュ発電	噴出蒸気をそのまま利用する。	蒸気中に含まれる不純物による蒸気タービンの腐食。	現在、稼働中の地熱発電所の大半は同方式。
バイナリー発電	熱水をペンタンやアンモニアと熱交換して蒸発させる。	蒸気中に含まれる不純物による熱交換機のみ。	熱水温度は蒸気温度より低いため、発電効率が低い。
高温岩体発電	高温岩体に水を注入して蒸気をえる。	注入した水から得られる蒸気量は場所により異なる。	注入する水のポンプ動力が必要になる。

- 平均風速が十分に確保できない小型風力発電等では、十分な温室効果ガス削減効果が得られない可能性もある（参考：本ガイドラインの策定に当たり実施した LCA ケーススタディでは、平均風速が 4m/s 未満の場合、温室効果ガス削減効果が十分に得られなかった）。このような事業では、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し温暖化対策としての意義を再検討するか、温暖化対策以外を目的とした事業（例：環境学習事業）として位置付けるべきである。

2. 「発電」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）の LCA の基本的な考え方に関する留意事項

2.1 機能単位の設定に関する留意事項

「発電」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）の機能単位は、「1kWh 相当の電力の供給」とする。

【解説・注釈】

- ・主たる機能である「発電機能」を定量化するための基準単位として、「1kWh 相当の電力の供給」と設定した。

2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項

- ・対象プロセスのシステム境界には以下の6段階を含めるものとする。
 - 1) 原料調達段階
 - 2) 製造段階
 - 3) 流通段階
 - 4) 使用段階
 - 5) 処分段階
 - 6) 温室効果ガス排出削減活動（実施する場合に限る）
- ・下記図 2-1 のように、環境中からエネルギーを取り出す「設備」側の視点から、プロセスフローを明確化する。
- ・再生可能エネルギー等の導入に伴い、新たに生じた温室効果ガス排出が考えられる場合には、それについても可能な限り考慮する。
- ・複数のエネルギー源を組み合わせて発電を行う場合は、原則としてシステム拡張を行い、全ての発電設備のプロセスフローをシステム境界内に含める。どうしてもシステム拡張を行えないプロセスの場合には、配分を行う。

【解説・注釈】

図 2-1	小水力発電のシステム境界の例
図 2-2	小型風力発電のシステム境界の例

・「小水力発電」の場合のシステム境界の例を図 2-1 に示す。

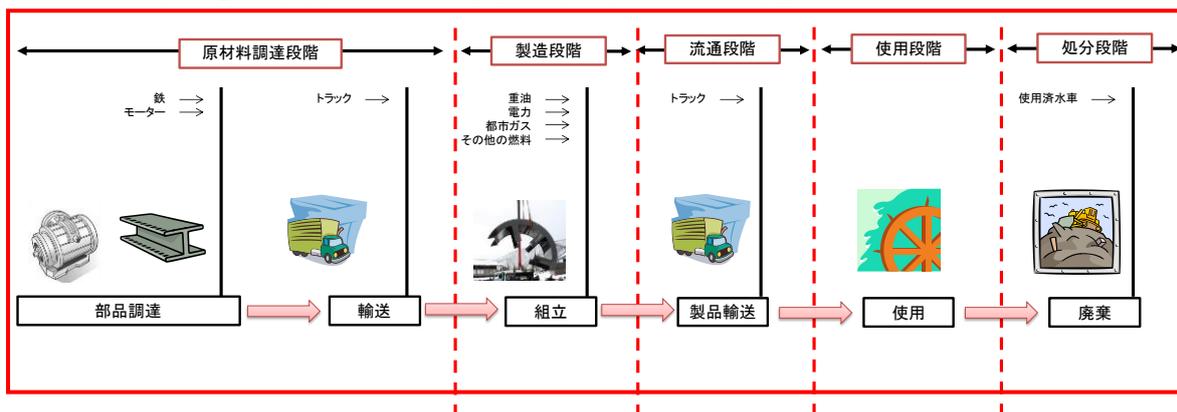


図 2-1 小水力発電のシステム境界の例

・「小型風力発電」の場合のシステム境界の例を図 2-2 に示す。

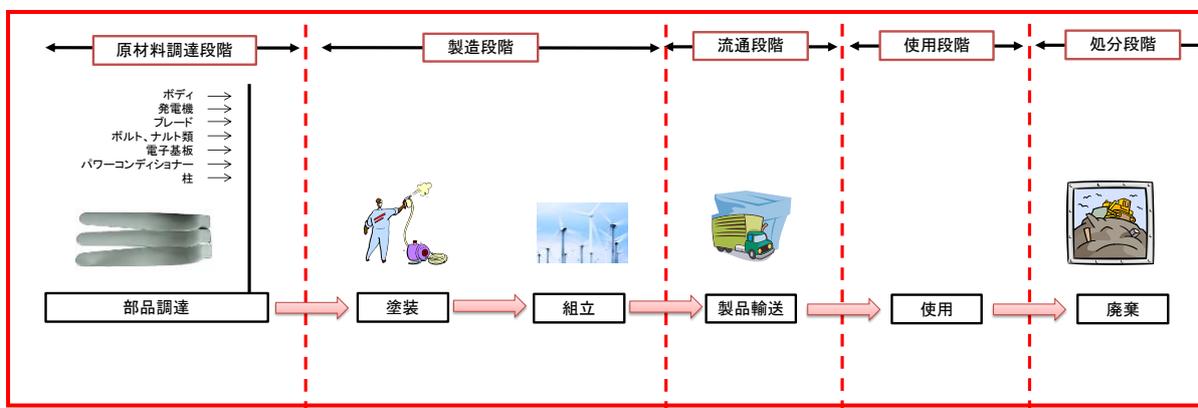


図 2-2 小型風力発電のシステム境界の例

2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項

- ・ライフサイクルを考慮した排出原単位が入手できる場合、「発電」を主な機能とする事業のオリジナルプロセスは原則としてその値を使用することとする。入手できない場合には「系統電力」とし、調達先の電力供給者から公表される電気事業者別排出係数（基礎排出係数）を用いて温室効果ガス排出量を算定する。ただし、同一敷地内の自家発電の代替として再生可能エネルギー等を導入する場合には、当該自家発電の電源に関する原単位データを用いる。
- ・調達先の電力供給者から公表される電気事業者別排出係数（基礎排出係数）には、発電所の建設・解体工程が含まれていないため、製造段階として、それらの工程からの温室効果ガス排出量を合算する必要がある。本ガイドラインでは、系統電力の製造段階における温室効果ガス排出量として、表 2-1 に示す値を用いることを基本とする。ただし、同一敷地内の自家発電の代替として再生可能エネルギー等を導入し、当該自家発電の建設・解体に関する活動量データが入手できる場合には、そちらを用いて温室効果ガス排出量を算定することが望ましい。

表 2-1 系統電力の製造段階における温室効果ガス排出量

工程	温室効果ガス排出量	備考（出典）
発電所設備製造工程	5.01×10^{-4} kgCO ₂ /kWh	（財）電力中央研究所（2016）「日本の発電技術のライフサイクル CO ₂ 排出量評価」における石炭火力（国内炭・輸入炭）の活動量データと、IDEA v2.3 の収録データを用いて算定
発電所建設工程	1.20×10^{-3} kgCO ₂ /kWh	
発電所解体工程	3.86×10^{-5} kgCO ₂ /kWh	常陸那珂発電所 2 号機の事例における活動量データと、IDEA v2.3 の収録データを用いて算定
計	1.74×10^{-3} kgCO ₂ /kWh	

【解説・注釈】

- ・平成 30 年度の電気事業者別排出係数を表 2-2 に示す。ここで示した電気事業者別排出係数は一部であることから、調達先の電力供給者を確認のうえ、適切な値を用いる必要がある。なお、排出係数は毎年度更新されるので、最新のデータ（URL ; <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc/denki>）を用いなければならない。
- ・製造段階（発電所の建設・解体工程）における温室効果ガス排出量は、異種の発電事業について統一的な比較を行うことを目的として固定値とした。

表 2-2 電力事業者別の二酸化炭素 (CO₂) 排出係数 (平成 30 年度実績)

一般 送配電事業者	排出係数 (tCO ₂ /kWh)		小売電気事業者	排出係数 (tCO ₂ /kWh)	
	基礎 排出係数	調整後 排出係数		基礎 排出係数	調整後 排出係数
北海道電力(株)	0.000462	0.000462	イーレックス (株)	0.000416	0.000597
東北電力(株)	0.000462	0.000462	出光グリーンパワー (株)	0.000137	0.000324
東京電力パワー グリッド(株)	0.000462	0.000462	伊藤忠エネクス (株)	0.000625	0.000815
中部電力(株)	0.000462	0.000462	エネサーブ (株)	0.000424	0.000707
北陸電力(株)	0.000462	0.000462	荏原環境プラント (株)	0.000125	0.000382
関西電力(株)	0.000462	0.000462	オリックス (株)	0.000485	0.000707
中国電力(株)	0.000462	0.000462	(株) エネット	0.000426	0.000450
四国電力(株)	0.000462	0.000462	(株) F-Power	0.000508	0.000527
九州電力(株)	0.000462	0.000462	(株) 日本セレモニー	0.000485	0.000519
沖縄電力(株)	0.000741	0.000720	サミットエナジー (株)	0.000448	0.000519
			ENEOS (株)	0.000503	0.000494
			志賀高原リゾート開発 (株)	0.000000	0.000424
			出光興産 (株)	0.000517	0.000597
			日鉄エンジニアリング (株)	0.000546	0.000630
			ダイヤモンドパワー (株)	0.000502	0.000574
			テス・エンジニアリング (株)	0.000240	0.000627
			東京エコサービス (株)	0.000086	0.000077
			日本テクノ (株)	0.000343	0.000411
			パナソニック (株)	0.000280	0.000525
			丸紅新電力 (株)	0.000442	0.000542
			ミツウロコグリーンエネルギー (株)	0.000309	0.000475

出典：「電気事業者別 CO₂ 排出係数 (平成 30 年度実績)」(令和 2 年 1 月 7 日公表、令和 2 年 9 月 15 日一部追加・修正)

3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項

LCA 実施者は、プロセスフロー図に記述した各プロセスに関して、プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境（大気等）への排出物の排出量を明らかにする必要があります。

【解説・注釈】

・活動量データの収集例を表 3-1、3-2 に示す。

表 3-1 活動量データ収集例（小水力発電の場合）

段階	中プロセス	小プロセス	品名	数量	単位	
原料 調達	原材料	水車本体材料	鋼板	〇〇	kg	
			型鋼	〇〇	kg	
		水車架台材料	鋼板	〇〇	kg	
			型鋼	〇〇	kg	
		水路材料	鋼板	〇〇	kg	
			型鋼	〇〇	kg	
	水路架台材料	鋼板	〇〇	kg		
		型鋼	〇〇	kg		
		羽材料	木材	〇〇	m ³	
	発電機			同期モータ	〇〇	百万円
		サイクロ減速機	〇〇	百万円		
		インバーター・コンバータ	〇〇	百万円		
	原材料輸送		製品輸送	〇〇	kg	
製造	水車製造	溶接	電力	〇〇	kWh	
	製品輸送		製品輸送	〇〇	kg	
	設置		水車の設置	〇〇	百万円	
使用	メンテナンス		—	〇〇	百万円	
処分	廃棄			鉄リサイクル	〇〇	kg
				焼却処理（木材）	〇〇	kg
				破碎処理	〇〇	kg
				埋立	〇〇	kg

表 3-2 活動量データ収集例（小型風力発電の場合）

段階	中プロセス	小プロセス	品名	数量	単位	
原料調達	ボディ製造		アルミダイカスト製品	〇〇	kg	
			再生アルミ板	〇〇	kg	
			ステンレス鋼の丸棒	〇〇	kg	
			黄銅伸銅品	〇〇	kg	
			ポリブチレンテレフタレート	〇〇	kg	
			電力	〇〇	kWh	
			水道	〇〇	m ³	
			都市ガス	〇〇	m ³	
	発電機製造			ローターマグネット	〇〇	kg
				電気鋼板	〇〇	kg
				ステーター巻線	〇〇	kg
				モリブデン展伸材	〇〇	kg
				ラジカル軸受	〇〇	kg
	ブレード製造	エポキシ樹脂系プリプレグ製造		炭素繊維	〇〇	kg
				エポキシ樹脂	〇〇	kg
				電力	〇〇	kWh
		発泡ポリウレタン樹脂製造		発泡ポリウレタン	〇〇	kg
				電力	〇〇	kWh
				エポキシ樹脂（接着剤）	〇〇	kg
		ホットプレス工程	電力	〇〇	kWh	
	ボルト、ナット類の製造			ステンレス鋼板	〇〇	kg
				バネ用鋼	〇〇	kg
				一般構造用圧延鋼材	〇〇	kg
				モリブデン展伸材	〇〇	kg
				機械構造用鋼板	〇〇	kg
	電子基板製造			電子基板	〇〇	kg
	パワーコンディショナー			パワーコンディショナー	〇〇	百万円
柱製造			コンクリート	〇〇	kg	
			鉄筋	〇〇	kg	
製造	塗装工程	下塗り工程	エポキシ樹脂	〇〇	kg	
			シンナー	〇〇	kg	
		乾燥工程①	プロパンガス	〇〇	kg	
			電力	〇〇	kWh	
			電力	〇〇	kWh	
		上塗り工程	都市ガス	〇〇	m ³	
			酸化チタン	〇〇	kg	
		印刷工程	ビニル・ウレタン樹脂	〇〇	kg	
			プロパンガス	〇〇	kg	
		乾燥工程②	電力	〇〇	kWh	
	電力		〇〇	kWh		
発電機組立			電力	〇〇	kWh	
製品輸送			製品輸送	〇〇	百万円	
			柱輸送	〇〇	kg	
設置			風車の設置	〇〇	kg	
使用	メンテナンス		—	〇〇	百万円	
処分	廃棄		アルミリサイクル	〇〇	kg	
			破碎処理	〇〇	kg	
			埋立	〇〇	kg	

3.1 原料調達段階に関する留意事項

- ・原料調達段階における活動量データの収集に当たっては、以下の2プロセスを対象とする。
 - (1) 設備資材製造
 - (2) 設備資材輸送
- ・「(2) 設備資材輸送」は、例えば空荷で戻ることが多い場合には往復分を考慮する等、事業の計画や実情を踏まえて片道分か往復分のどちらにするか判断する。
- ・設備資材製造や設備資材輸送（トラック、トレーラー、タンカー等）の設備の製造時における温室効果ガス排出量は考慮しなくてもよい。
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・収集した活動量データは、機能単位に合わせて次の実知識により補正する。

補正後の活動量データ

$$= \text{収集した活動量データ} \div \text{年間の電力供給量} \div \text{発電施設の想定寿命（想定使用年数）} \\ \times \text{その間の当該設備資材の交換回数}$$

- ・発電施設や設備資材の想定寿命（想定使用年数）は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。
 - ①出荷済み製品を対象にランダムサンプリングを行い、使用年数をアンケート調査し、使用年数の平均値を想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ②公的統計資料等を用いて平均的な使用年数を算定し、それを想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ③法定耐用年数を参考に想定寿命（想定使用年数）を設定する。
- ・「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

表 3-3 中小水力発電に関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	水車	30 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」構築物-発電用又は送配電用のもの-小水力発電用のもの（農山漁村電気導入促進法（昭和二十七年法律第三百五十八号）に基づき建設したものに限る。）
	水路	57 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」構築物-発電用又は送配電用のもの-その他の水力発電用のもの（貯水池、調整池及び水路に限る。）
	発電機	22 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-電気業用水力発電設備
	送電設備	22 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備、その他の設備

表 3-4 小型風力発電に関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	風力発電機	17 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-その他の設備、主として金属製のもの
	柱		
	パワーコンディショナー	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備、需要者用計器
	送電設備	22 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備、その他の設備

表 3-5 大型風力発電に関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	風力発電機	17 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-その他の設備、主として金属製のもの
	柱		
	パワーコンディショナー	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備、需要者用計器
	送電設備	22 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備、その他の設備

表 3-6 太陽光発電に関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	太陽光電池	17 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-その他の設備、主として金属製のもの
	付随機器	8 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-その他の設備、その他のもの
	パワーコンディショナー	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備、需要者用計器
	送電設備	22 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備、その他の設備

表 3-7 地熱発電に関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	発電施設	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-電気業用設備、内燃力又はガスタービン発電設備
	発電機	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備-電気設備（照明設備を含む。）-その他のもの
	温水ポンプ	7 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」開発研究用減価償却資産-機械及び装置-汎用ポンプ、はん汎用モーター、はん汎用金属工作機械、はん汎用金属加工機械その他これらに類するもの
	ガス抽出装置	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」ガス業務用設備-供給用設備、その他の設備
	井戸ケーシング	38 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-金属造のもの（骨格材の肉厚が 4 ミリメートルを超えるものに限る。）-事務所用又は美術館用のもの及び左記以外のもの
	取水井用鋼管	50 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-事務所用又は美術館用のもの及び左記以外のもの
	還元井用鋼管		
	コンクリート		
送電設備	22 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備、その他の設備	

3.2 製造段階に関する留意事項

- ・製造段階における活動量データの収集に当たっては、以下の7プロセスを対象とする。
 - (1) 建設資材製造
 - (2) 建設資機材輸送
 - (3) 設備加工・組立（工場等で加工・組立が行われる場合）
 - (4) 設備輸送（工場等→設備使用場所までの輸送が存在する場合）
 - (5) 設備建設
 - (6) 上記（1）～（5）に伴う廃棄物輸送
 - (7) 上記（1）～（5）に伴う廃棄物中間処理
- ・建設機材の製造・廃棄に関する温室効果ガス排出量は考慮しなくてもよい。
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

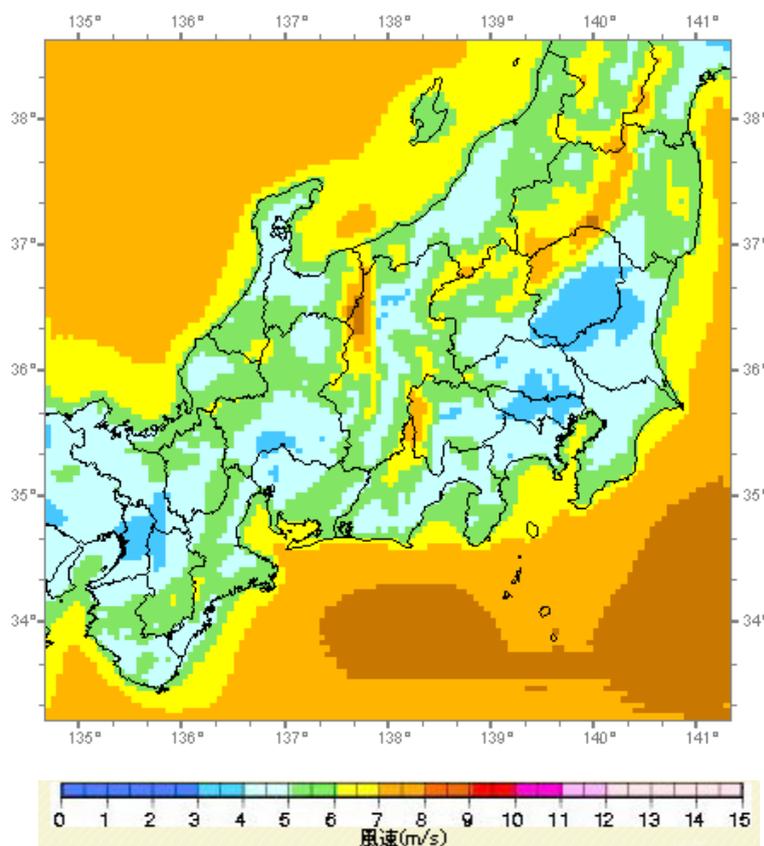
- ・収集した活動量データは、原料調達段階と同様の方法により補正する。
- ・発電施設や設備資材の想定寿命（想定使用年数）は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。
 - ①出荷済み製品を対象にランダムサンプリングを行い、使用年数をアンケート調査し、使用年数の平均値を想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ②公的統計資料等を用いて平均的な使用年数を算定し、それを想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ③法定耐用年数を参考に想定寿命（想定使用年数）を設定する。
- ・「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

3.3 使用段階に関する留意事項

- ・使用段階における活動量データの収集には、例えば以下のようなプロセスが含まれる。
 - (1) 設備使用
 - (2) 設備保守・メンテナンス
- ・再生可能エネルギー等を導入した「サイト」単位ではなく、「製品」単位で温室効果ガス削減効果を算定する場合は、サイトにより違いが生じるパラメータ（設備稼働率等）に関して、現実的に妥当性のある条件を想定しなければならない。

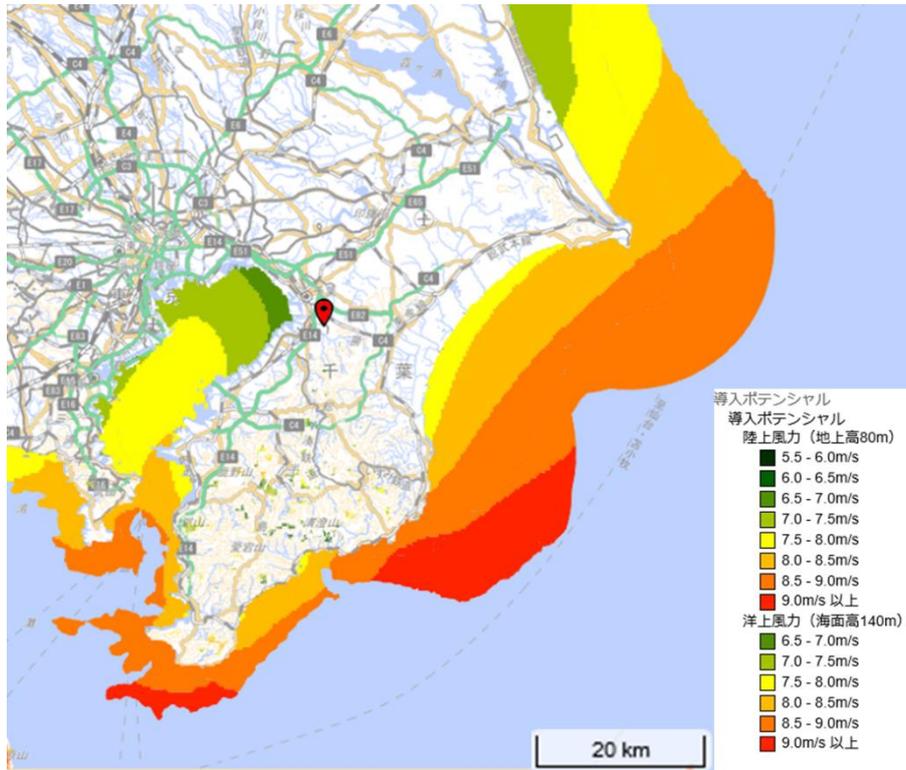
【解説・注釈】

- ・風力発電に関して「現実的に妥当性のある条件」を想定するための参考情報として、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構等や環境省が我が国における地域別の風況マップを公表している。風況マップの例を図 3-1、3-2 に示す。これらの風況マップは、全国を対象に 500m メッシュで解析して作成されている。



出典：NEDO, 局所風況マップ (<http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html>)

図 3-1 風況マップの例 (NEDO)



出典：環境省「再生可能エネルギー情報提供システム」(<http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/>)より作成

図 3-2 風況マップの例 (環境省)

- ・ 中小水力発電等についても、同じ水車、発電機等を用いた場合であっても、サイトにより温室効果ガス効果が大きく変わることが想定されるため、「製品」単位での算定を行う場合には、パラメータが現実的に妥当と言えるかどうか、十分に考慮する必要がある。

3.4 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項

- ・プロセスの細分化やシステム境界の拡張を図ることにより、配分を回避することを原則とする。配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。
- ・配分がどうしても回避できない場合は、以下の優先順位に基づいて配分を行う。
 - （1）物理的パラメータ（質量、発熱量等）による配分
 - （2）製品及び機能間のその他の関係を反映する方法（例えば経済価値）による配分

【解説・注釈】

- ・プロセス細分化とは、配分対象となるプロセスを製品別に分かれるよう出来る限り細かな小プロセスに細分化して、これら小プロセスの活動量データを収集することを指す。

4. 温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項

設定したプロセスに適した原単位が収集できない場合は、必要としている原単位に最も近似していると考えられる原単位で代替してもよい。

【解説・注釈】

- ・設定したプロセスによっては、原単位データの収集が困難であるため、その場合は必要としている原単位に近い原単位を設定してよい。ただし、その場合は、感度分析の実施によりインベントリ分析結果に与える影響を評価しておくことが望ましい。なお、収集すべき活動量データの単位（重量、価格等）は、入手可能な原単位データの単位にも影響されるため、最終的な活動量データ、原単位データの選定にあたっては、双方のデータの精度を高めるように配慮しなければならない。
- ・「発電」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データの情報源を表 4-1、4-2 に示す（数値を記載していない項目については、情報源を参照のこと）。

表 4-1 小水力発電の LCA において使用頻度が高い LCI データの情報源一覧

工程			投入物	ガス種類	数量	単位	情報源	
大区分	中区分	小区分						
原料調達段階	原材料	水車本体材料	鋼板				IDEA v.2.3 : 233122000 機械構造用炭素鋼	
			型鋼				IDEA v.2.3 : 232111000 普通鋼形鋼	
		水車架台材料	鋼板				IDEA v.2.3 : 233122000 機械構造用炭素鋼	
			型鋼				IDEA v.2.3 : 232111000 普通鋼形鋼	
		水路材料	鋼板				IDEA v.2.3 : 233122000 機械構造用炭素鋼	
			型鋼				IDEA v.2.3 : 232111000 普通鋼形鋼	
		水路架台材料	鋼板				IDEA v.2.3 : 233122000 機械構造用炭素鋼	
			型鋼				IDEA v.2.3 : 232111000 普通鋼形鋼	
		羽材料	木材				IDEA v.2.3 : 131111000 板類	
		発電機	同期モータ		CO ₂	3.44E+03	kgCO ₂ /百万円	3EID : 321101 回転電気機器（購入者価格）
					CH ₄	1.53E+02	kgCO ₂ eq/百万円	
					N ₂ O	2.66E+01	kgCO ₂ eq /百万円	
	SF ₆				1.83E+03	kgCO ₂ eq /百万円		
	サイクロ減速機			CO ₂	3.44E+03	kgCO ₂ /百万円	3EID : 321101 回転電気機器（購入者価格）	
CH ₄				1.53E+02	kgCO ₂ eq/百万円			

工程			投入物	ガス種類	数量	単位	情報源
大区分	中区分	小区分					
				N ₂ O	2.66E+01	kgCO ₂ eq /百万円	3EID : 321101 回転電気機器 (購入者価格)
				SF ₆	1.83E+03	kgCO ₂ eq /百万円	
			インバーター・コンバータ	CO ₂	3.44E+03	kgCO ₂ /百万円	
				CH ₄	1.53E+02	kgCO ₂ eq/百万円	
				N ₂ O	2.66E+01	kgCO ₂ eq /百万円	
				SF ₆	1.83E+03	kgCO ₂ eq /百万円	
			製造段階	設置		水車の設置	
CH ₄	1.47E+02	kgCO ₂ eq/百万円					
N ₂ O	2.11E+01	kgCO ₂ eq /百万円					
SF ₆	1.57E+00	kgCO ₂ eq /百万円					
処分段階	廃棄		焼却処理 (木材)				IDEA v.2.3 : 852212000 焼却処理(産廃)サービス
			破碎処理				IDEA v.2.3 : 廃棄・破碎処理サービス
			埋立				IDEA v.2.3 : 852211000 埋立処分(産廃)サービス

表 4-2 小型風力発電の LCA において使用頻度が高い LCI データの情報源一覧

工程			投入物	ガス種類	数量	単位	情報源
大区分	中区分	小区分					
原料調達段階	ボディ製造		アルミダイキャスト製品				IDEA v.2.3 : 245311000 アルミニウム・同合金ダイキャスト
			再生アルミ板				IDEA v.2.3 : 242311200 アルミニウム再生地金, 展伸用
			ステンレス鋼の丸棒				IDEA v.2.3 : 234112000 ステンレス鋼棒鋼
			黄銅伸銅品				IDEA v.2.3 : 243112000 黄銅伸銅品
			ポリブチレンテレフタレート				IDEA v.2.3 : 173539106 ポリブチレンテレフタレート
			水道				IDEA v.2.3 : 361111000 上水道
			都市ガス				IDEA v.2.3 : 341111000 都市ガス
	発電機製造		ローターマグネット				IDEA v.2.3 : 291911203 ネオジム(NdFeB)磁石
			電気鋼板				IDEA v.2.3 : 232117000 冷延電気鋼板
			ステーター巻線				IDEA v.2.3 : 244114000 巻線
			モリブデン展伸材				IDEA v.2.3 : 243919200 モリブデン展伸材
			ラジカル軸受				IDEA v.2.3 : 269411000 ラジアル玉軸受(軸受ユニット用を除く)
	ブレード製造	エポキシ樹脂系プリプレグ製造	炭素繊維				IDEA v.2.3 : 226211000 炭素繊維
			エポキシ樹脂				IDEA v.2.3 : 173527000 エポキシ樹脂
		ホットプレス工程	エポキシ樹脂				IDEA v.2.3 : 173527000 エポキシ樹脂
	ボルト、ナット類の製造		ステンレス鋼板				IDEA v.2.3 : 234114000 ステンレス鋼中厚板
			バネ用鋼				IDEA v.2.3 : 233124000 ばね鋼、軸受鋼
			一般構造用圧延鋼材				IDEA v.2.3 : 232116101 普通鋼冷間圧延鋼板
			モリブデン展伸材				IDEA v.2.3 : 243919200 モリブデン展伸材
			機械構造用鋼板				IDEA v.2.3 : 232115000 普通鋼熱延鋼板
	電子基板製造		電子基板				IDEA v.2.3 : 291300000 集積回路, 4 桁
	パワーコンディショナー		パワーコンディショナー	CO ₂	2.43E+03	kgCO ₂ /百万円	3EID (2015) (購入者価格): 331109 その他の産業用電気機器
				CH ₄	1.29E+02	kgCO ₂ eq/百万円	
				N ₂ O	2.50E+01	kgCO ₂ eq/百万円	

工程			投入物	ガス種類	数量	単位	情報源
大区分	中区分	小区分					
	ナー			SF ₆	1.67E+01	kgCO ₂ eq /百万円	
	柱製造		コンクリート				IDEA v.2.3 : 222300000 コンクリート製品, 4 桁
			鉄筋				IDEA v.2.3 : 254111000 鉄骨
	塗装工程	下塗り工程	エポキシ樹脂				IDEA v.2.3 : 173527000 エポキシ樹脂
			シンナー				IDEA v.2.3 : 175417000 シンナー
		乾燥工程①	プロパンガス				IDEA v.2.3 : 181124000 液化石油ガス (LPG)
		上塗り工程	都市ガス				IDEA v.2.3 : 341111000 都市ガス
	設置		風車の設置	CO ₂	1.49E+03	kgCO ₂ /百万円	3EID : 419103 電気通信 施設建設 (購入者価格)
				CH ₄	9.44E+01	kgCO ₂ eq/百万円	
				N ₂ O	1.59E+01	kgCO ₂ eq /百万円	
				SF ₆	1.17E+00	kgCO ₂ eq /百万円	

5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項

LCA 実施者は、LCA で採用した活動量データ、原単位の変動や配分手法による変化が、温室効果ガス排出量の算定結果にどの程度の影響を及ぼすか、それが許容範囲であるかどうかを検討し、算定結果の信頼性を評価するために、感度分析を実施することが望ましい。

6. レビューの実施に関する留意事項

LCA 実施者は、自らの所属団体で内部レビューを実施する。レビュー実施者はチェックリスト等を基にレビューを行い、結果の適切性、妥当性等を評価する。

【解説・注釈】

- ・レビューはデータの選択や結果等が LCA 実施主体にとって過度に有利でないかどうかを確認し、LCA の結果を客観的に評価し信頼性を高める手続きとして位置づける。
- ・ここでいうレビューとは、ISO14040 への準拠を確認するものではなく、本ガイドラインの算定基準との整合性を取ることを目的とする。
- ・ISO14040 では、本ガイドラインにおける「対象プロセス」と「オリジナルプロセス」のように、異なる製品間の比較主張を行う場合、利害関係者によるレビューを実施しなければならないこととされているが、本ガイドラインでは「事業者にとっての作業負担」を考慮し、内部レビューでよいこととした。ただし、算定結果の適切性や妥当性等に疑義がある場合や、内部レビューのみでは不十分と考えられる場合には、外部レビューを行うことが望ましい。
- ・内部レビューを行うにあたっては、次頁に示すようなチェックリストを用いて行うことが求められる。

表 6-1 内部レビューにおけるチェックシート（例）

		レビュー年月日	〇〇年〇月		
		レビュー実施者	〇〇〇〇		
章	タイトル	項目			Check
2	LCA の基本的な考え方に関する留意事項	1. 機能単位は、「1kWh 相当の電力の使用」としているか？ 2. プロセスフローは明確化されているか？ 3. 比較対象とするオリジナルプロセスは適切に選定されているか？			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	活動量データの収集・設定に関する留意事項	1. 使用する入出力に関する全ての活動量データ（カットオフ基準を満たすものを除く）が収集されているか？ 2. 原料輸送に伴う温室効果ガスは適切に考慮されているか？ 3. 製造段階における温室効果ガスは適切に考慮されているか？ 4. 流通段階における温室効果ガスは適切に考慮されているか？特に、外部電源に接続するための付加的な施設や設備の整備について考慮しているか？ 5. 使用段階における温室効果ガスは適切に考慮されているか？ 6. 物理量（質量、発熱量等）又は経済価値（価格）が相当割合を占める投入物の活動量について一次データを取得し、温室効果ガス排出量を算出しているか？ 7. 高い精度のデータが収集されるよう留意されているか？ 8. カットオフ基準は守られているか？			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	温室効果ガス排出原単位データの収集・設定	1. 設定したプロセスに適切な排出原単位が使用されているか？ 2. 地球温暖化対策法に基づく排出係数は最新のデータが使用されているか？また、利用している電力事業者が公表している原単位が使用されているか？ 3. LCI データベース利用の優先順位は守られているか？ 4. 使用する LCI データは精度が担保され、かつ、最新のものとなっているか？ 5. 海外事業の場合の排出原単位はできるだけ現地のデータが使用されているか？			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	温室効果ガス排出量の評価	1. 配分が回避されるよう、プロセスは可能な限り細分化されているか？ 2. 配分が必要な場合、適切に配分されているか？ 3. 温室効果ガス排出量の評価は適切に行われているか？ 4. GWP には、IPCC 第 4 次報告書（2024 年以降に実施する算定においては第 5 次報告書）に記載された数値が使用されているか？ 5. 感度分析は適切に行われているか？ 6. 温室効果ガス排出削減効果の評価は適切に行われているか？			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

参考資料：「発電」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）における温室効果ガス削減効果算定事例

（本参考資料における温室効果ガス削減効果は、「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」が策定された平成 25 年 3 月時点でのデータを用いた算定結果である）

1. 対象とする再生可能エネルギー等導入事業

本参考資料で温室効果ガス削減効果の算定事例を提示する再生可能エネルギー等導入事業の概要を、別表 1-1 に示す。

別表 1-1 本参考資料で対象とした再生可能エネルギー等導入事業の概要

	対象事業	事業の概要
CASE1	農業用水を用いた小水力発電事業	<ul style="list-style-type: none"> ・直径 3m の上掛け水車 ・最大出力は 2.2kW ・導入設備：水車本体、水車架台、水路（約 12.5m）、水路架台、発電機
CASE2	事業計画段階における小型風力発電システム	<ul style="list-style-type: none"> ・事業の目的：風力発電による系統電力への電力供給 ・水平軸プロペラ式、アップウィンド型 ・定格出力 585W（10 分間平均風速 11m/s） ・ローター直径 1,800mm、重量 20kg ・導入設備：ブレード等本体、柱（6m）、パワーコンディショナー（系統接続用） ・本事業はまだ計画段階のため、設計値を採用

2. CASE1：農業用水を用いた小水力発電事業

（1）対象事業の概要

本事業の主要諸元を別表 2-1 に示す。

別表 2-1 農業用水を用いた小水力発電事業における主要諸元

実施場所	岐阜県郡上市
事業の目的及び概要	<ul style="list-style-type: none"> ・直径 3m の上掛け水車 ・最大出力は 2.2kW
事業開始	2007 年
導入設備	水車本体、水車架台、水路（約 12.5m）、水路架台、発電機

(2) 機能単位等の設定

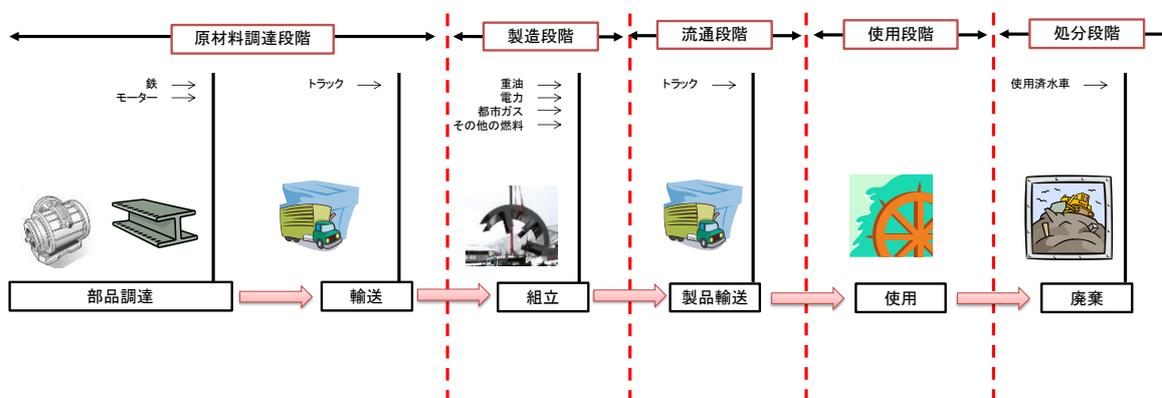
①機能単位の設定

本事例に係る機能単位は、「1kWh の系統電力への電力供給」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

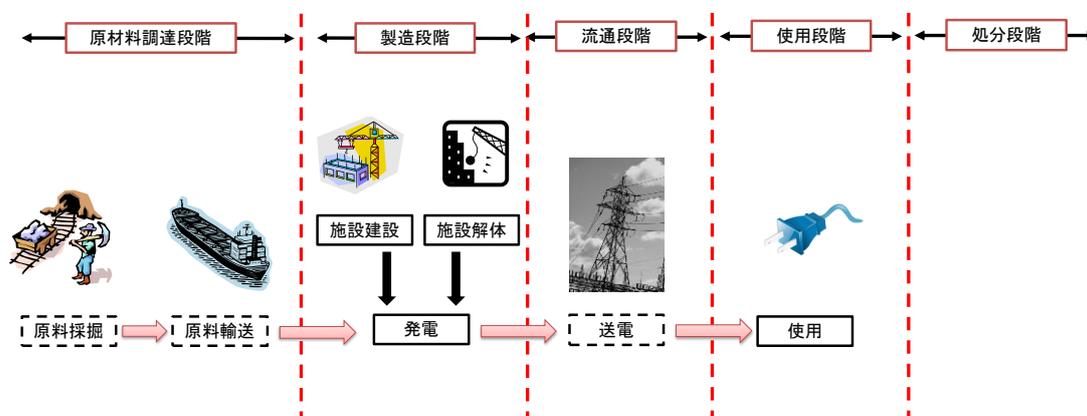
対象プロセスのプロセスフローを別図 2-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の5段階とした。



別図 2-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスは、「系統電力による電力供給」を設定した。オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 2-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。



別図 2-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。年間発電電力量は事業者へのヒアリングより 8,760kWh/年での試算とした。発電効率についてはヒアリングにより 45.5%である。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 2-2 に示す。水車本体、水路及び羽の原料の他、それらを支える架台の原料製造も本段階に含めた。

原材料調達段階の算定について、発電機製造プロセスの活動量が金額におけるデータの入手となったため、2005年の産業連関表に基づく 3EID（購入者価格）を用いて算定した。他のデータについては IDEA ver1.1 を MiLCA にて原単位化し、算定した。

別表 2-2 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
原材料	水車本体	鋼板	8.45E-03	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		型鋼	2.82E-03	kg	自社データ	ヒアリングデータ
	水車架台	鋼板	1.61E-04	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		型鋼	1.34E-03	kg	自社データ	ヒアリングデータ
	水路	鋼板	8.18E-03	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		型鋼	9.74E-04	kg	自社データ	ヒアリングデータ
	水路架台	鋼板	5.33E-04	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		型鋼	3.45E-03	kg	自社データ	ヒアリングデータ
	羽	木材	1.68E-06	m ³	自社データ	ヒアリングデータ
	発電機		同期モータ	1.39E-06	百万円	自社データ
		サイクロ減速機	2.29E-06	百万円	自社データ	ヒアリングデータ
		インバータ・コンパ ータ	4.57E-06	百万円	自社データ	ヒアリングデータ
原材料輸 送		製品輸送(2tトラック, 積載率 58%,10km)	2.59E-02	kg	自社データ	ヒアリングデータ

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 2-3 に示す。製造段階では、水車及び水路当の溶接に要するエネルギーを含めた。事業者より 1 年間の操業データを入手し、製造時の入出力データとした。

製造段階の算定について、水車設置プロセスにおける活動量が金額のみのデータ入

手となったため、2005年の産業連関表に基づく3EID（購入者価格）を用いて算定した。溶接に係るユーティリティについてはIDEA ver1.1をMiLCAにて原単位化し、算定した。

別表 2-3 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
水車製造	溶接	電力	1.40E-03	kWh	自社データ	ヒアリングデータ
設置		水車の設置	3.21E-05	百万円	自社データ	ヒアリングデータ

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表 2-4 に示す。ヒアリングにより、工場から水車設置場所までの距離で、75km とした。

流通段階算定については、MiLCA を利用し、IDEA ver1.1 にて算定した。

別表 2-4 流通段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
製品輸送	製品輸送	製品輸送(4tトラック, 積載率 100%,75km)	2.59E-02	kg	自社データ	ヒアリングデータ

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 2-5 に示す。メンテナンスが該当するが、ヒアリングより、メンテナンスがかからないため、今回は負荷はなしと設定した。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表 2-5 に示す。処分段階はアルミ部分については、リサイクルされる。鋼材等はリサイクル、木材は焼却とし、それ以外は破碎され、埋立を行うこととし、算定した。

処分段階の算定については、MiLCA を利用し、IDEA ver1.1 にて算定した。

別表 2-5 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
廃棄		鉄リサイクル	2.59E-02	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		焼却処理(木材)	1.68E-06	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		破碎処理	3.68E-06	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		埋立	3.68E-06	kg	自社データ	ヒアリングデータ

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。原単位データの選定の考え方は、対象プロセスと同様とした。

(ア) 原材料調達段階におけるプロセスデータ

原材料調達段階は、発電に要する燃料の調達に相当するが、使用時に含まれるため当該段階では該当するプロセスはない。

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 2-6 に示す。使用段階は、系統電力による電力供給をするプロセス（受電端基準）とした。発電設備の負荷については、既に含まれている。

算定に当たっては、IDEA ver1.1 を MiLCA にて原単位化し、算定した。ただし、電力については、温対法算定省令に基づく事業者別排出係数を用いて算定した。

別表 2-6 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
建設段階	発電所設備	鉄鋼（ユニット構成機器）	1.93.E-04	kg	二次情報	財団法人電力中央研究所 Y09027「日本の発電技術のライフサイクル CO2 排出量評価」より 石炭火力（国内炭・輸入炭）の重量、係数を引用。
		鉄鋼（ボイラ）	2.77.E-04	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（タービン）	3.06.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（給水復水）	3.11.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（脱硫）	6.44.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（脱硝）	1.41.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（集塵）	4.19.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（電気）	1.36.E-05	kg	二次情報	〃
	発電所施設建設	鉄鋼（機械その他）	1.36.E-04	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（土木）	3.03.E-04	kg	二次情報	〃
		コンクリート	1.36.E-06	m ³	二次情報	〃
		軽油（燃焼）	2.43.E-03	MJ	二次情報	熱量は温対法により換算
	発電所解体	A重油（燃焼）	1.65.E-04	MJ	二次情報	熱量は温対法により換算
		解体施設面積	2.06.E-07	m ²	自社データ（設計値）	1000MW 相当、常陸那珂発電所 2号機コンクリート基礎面積より
		廃棄物輸送	1.11.E-03	kg	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量が廃棄されるものとし、通常取引している産業廃棄物事業者へ搬送されていると仮定。
		廃棄物処分（金属くず）	7.39.E-04	kg	自社データ（設計値）	建設時現場投入量と同量とする。
建設段階以外	発電	コンクリート	3.27.E-03	kg	自社データ（設計値）	建設時現場投入量と同量とする。
		電力	1.00.E+00	kWh	二次情報	-

(ウ) 使用段階及び処分段階におけるプロセスデータ

処分段階は、発電時に発生する焼却灰の処理等が相当するが、製造段階の系統電力のデータに含まれるため、該当プロセスはない。

(4) LCAの結果の評価

①対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表2-7に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、ライフサイクル温室効果ガス排出量に占める割合が大きいのは使用段階が最も大きく、次に原材料調達段階の順であった。

別表2-7 対象プロセスのLCA算定結果

工程		原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg/kWh)	7.48E-02	7.24E-04	6.28E-04	1.25E-01	4.59E-06	2.01E-01
	割合	37.2%	0.4%	0.3%	62.1%	0.0%	100.0%
CH ₄	排出量(kg/kWh)	5.44E-05	0.00E+00	7.16E-07	1.28E-04	3.63E-11	1.83E-04
	割合	29.7%	0.0%	0.4%	69.9%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排出量(kg/kWh)	1.46E-06	0.00E+00	2.56E-08	4.21E-06	4.46E-12	5.69E-06
	割合	25.6%	0.0%	0.5%	74.0%	0.0%	100.0%
SF ₆	排出量(kg/kWh)	1.70E-08	0.00E+00	4.84E-20	4.17E-12	7.22E-20	1.70E-08
	割合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
温室効果ガス(CO ₂ 換算) [※]	排出量(kg/kWh)	7.70E-02	7.24E-04	6.54E-04	1.29E-01	4.60E-06	2.08E-01
	割合	37.1%	0.3%	0.3%	62.3%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

②オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表2-8に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)については、製造段階のみの結果となっている。

別表 2-8 オリジナルプロセスの L C A 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	5.53E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.53E-01
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
CH ₄	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	1.56E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.56E-06
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
N ₂ O	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	1.62E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-07
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
SF ₆	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	3.58E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.58E-13
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果ガス(CO ₂ 換算) [※]	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	5.53E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.53E-01
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

※IPCC (2007) の 100 年値を用いて特性化を行った。

③温室効果ガス削減効果の算定結果

オリジナルプロセスと対象プロセスにおける温室効果ガス削減効果の算定結果を、別表 2-9 に示す。今回の条件においては 62.4%の削減が見られる結果となった。

別表 2-9 本事業による温室効果ガス排出削減効果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出削減効果 (kg/kWh)	-7.48E-02	5.52E-01	-6.28E-04	-1.25E-01	-4.59E-06	3.52E-01
	削減割合		99.9%				63.6%
CH ₄	排出削減効果 (kg/kWh)	-5.44E-05	1.56E-06	-7.16E-07	-1.28E-04	-3.63E-11	-1.82E-04
	削減割合		100.0%				-11659.3%
N ₂ O	排出削減効果 (kg/kWh)	-1.46E-06	1.62E-07	-2.56E-08	-4.21E-06	-4.46E-12	-5.53E-06
	削減割合		100.0%				-3409.1%
SF ₆	排出削減効果 (kg/kWh)	-1.70E-08	3.58E-13	-4.84E-20	-4.17E-12	-7.22E-20	-1.70E-08
	削減割合		100.0%				4751306.7%
温室効果ガス(CO ₂ 換算) [※]	排出削減効果 (kg/kWh)	-7.70E-02	5.52E-01	-6.54E-04	-1.29E-01	-4.60E-06	3.45E-01
	削減割合		99.9%				62.4%

※IPCC (2007) の 100 年値を用いて特性化を行った。

3. CASE2：事業計画段階における小型風力発電システム

(1) 対象事業の概要

本事業の主要諸元を別表 3-1 に示す。

別表 3-1 事業計画段階における小型風力発電システムにおける主要諸元

実施場所	(本事業はまだ計画段階のため、設計値を採用)
事業の目的 及び概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業の目的：風力発電による系統電力への電力供給 ・ 水平軸プロペラ式、アップウィンド型 ・ 定格出力 585W (10 分間平均風速 11m/s) ・ ローター直径 1,800mm、重量 20kg
導入設備	ブレード等本体、柱 (6m)、パワーコンディショナー (系統接続用)

(2) 機能単位等の設定

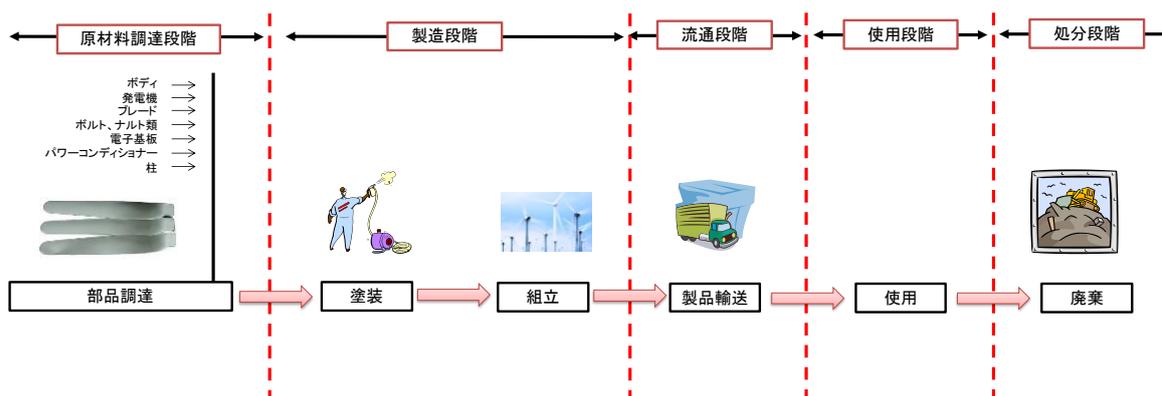
①機能単位の設定

本事例に係る機能単位は、「1kWh の系統電力への電力供給」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

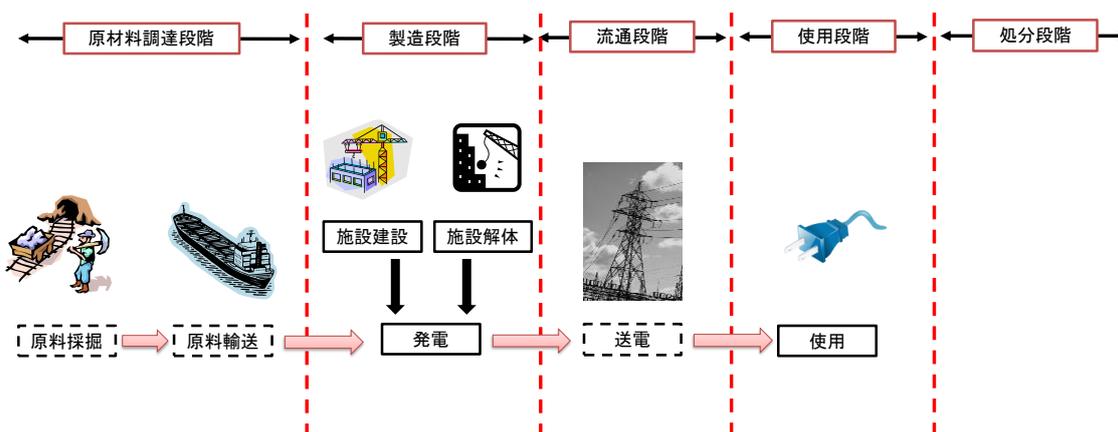
対象プロセスのプロセスフローを別図 3-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の 5 段階とした。



別図 3-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスは、「系統電力による 1kWh の電力供給」を設定した。プロセスフロー別図について、オリジナルプロセスを別図 3-2 に示す。システム境界には、本別図のプロセスが全て含まれる。



別図 3-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。本ケースにおける年間平均風速は、JSWTA0001¹より年間平均風速 5m/s とした。年間発電電力量は事業者データより 1,260kWh/年での試算とした。また、風車の柱についてはヒアリングにより出荷数が多い 6m とし試算した。なお、設備利用率については約 20%である。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 3-2 に示す。ブレード等の原料の他、風車を支える柱の原料製造も本段階に含めた。

原材料調達段階においては、パワーコンディショナーの活動量が金額でのデータ入手となったため、2005 年の産業連関表に基づく 3EID（購入者価格）を用いて算定した。他のデータについては IDEA ver1.1 を MiLCA にて原単位化し、算定した。

¹ 日本小形風力発電協会、「JSWTA0001 小形風車の性能及び安全性に関する規格 (2011 年 11 月 04 日制定)」

別表 3-2 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
ボディ製造		アルミダイカスト製品 (アルミ再生地金)	5.85E-04	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		再生アルミ板	4.05E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		ステンレス鋼の丸棒	8.17E-06	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		青銅伸銅品	6.35E-06	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		ポリブチレンテレフタレート	6.75E-06	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		電力	1.12E-03	kWh	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		水道	1.51E-06	m ³	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		都市ガス	3.56E-04	m ³	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
発電機製造		ローターマグネット	1.43E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		電気鋼板	3.21E-04	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		ステーター巻線	1.54E-04	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		モリブデン展伸材	6.35E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		ラジカル軸受	1.56E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
ブレード製造	エポキシ樹脂系プリプレグ製造	炭素繊維	2.26E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		エポキシ樹脂	1.55E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		電力	4.24E-04	kWh	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
	発泡ポリウレタン樹脂製造	発泡ポリウレタン	2.14E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		電力	2.62E-03	kWh	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
	ホットプレス工程	エポキシ樹脂 (接着剤)	2.38E-06	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		電力	7.38E-03	kWh	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		その他エネルギー				
ボルト、ナット類の製造		ステンレス鋼板	2.38E-07	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		バネ用鋼	4.60E-06	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		一般構造用圧延鋼材	5.32E-06	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		モリブデン展伸材	3.00E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
		機械用構造鋼板	4.13E-06	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
電子基板製造		電子基板	4.21E-05	kg	自社データ	小型風力発電機のLCA 調査報告書
パワーコンディショナー		パワーコンディショナー	3.97E-05	百万円	自社データ	ヒアリングデータ
柱製造		コンクリート	8.88E-02	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		鉄筋	3.91E-03	kg	自社データ	ヒアリングデータ

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 3-3 に示す。製造段階では、風車の組立に要するエネルギー等に関するプロセスを含めた。事業者より 1 年間の操業データを入手し、製造時の入出力データとした。製品流通について、販売先は主に日本国内であるが、地域が特定できないため、仮に本体については、輸送距離を 500km、柱については輸送距離を 500km と設定した。

製造段階においては、風車の設置の活動量が金額でのデータ入手となったため、2005 年の産業連関表に基づく 3EID（購入者価格）を用いて算定した。他のデータについては IDEA ver1.1 を MiLCA にて原単位化し、算定した。

別表 3-3 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
塗装工程	下塗り工程	エポキシ樹脂	1.50E-05	kg	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
		シンナー	6.43E-06	kg	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
	乾燥工程 ①	プロパンガス	2.70E-04	kg	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
		電力	1.92E-04	kWh	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
	上塗り工程	電力	2.86E-06	kWh	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
		都市ガス	3.97E-08	m ³	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
	印刷工程	酸化チタン	1.59E-07	kg	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
		ビニル・ウレタン樹脂	1.47E-07	kg	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
	乾燥工程 ②	プロパンガス	2.70E-04	kg	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
		電力	4.96E-06	kWh	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
発電機組立		電力	5.07E-04	kWh	自社データ	小型風力発電機の LCA 調査報告書
製品輸送	製品輸送 (4tトラック,積載率 62%,500km)	製品輸送 (4tトラック,積載率 62%,500km)	1.39E-03	kg		
	柱輸送 (15tトラック,積載率 62%,500km)	製品輸送 (15tトラック,積載率 62%,500km)	9.24E-02	kg		
設置		風車の設置	2.78E-05	百万円	自社データ	設置見積書

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階は、外部電源に接続するための付加的な施設や設備等が該当するが、本案件では外部電源に接続していないため、該当なしとした。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるメンテナンスによる負荷が考えられるが、本風車の設置後はメンテナンスフリーであるため、使用段階においては、負荷なしとした。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表 3-4 に示す。処分段階はアルミ部分については、リサイクルされる。アルミ以外は破砕され、埋立を行う。

処分段階の算定については、MiLCA を利用し、IDEA ver1.1 にて算定した。

別表 3-4 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
廃棄		アルミリサイクル	6.25E-04	kg		
		破砕処理	9.35E-02	kg	自社データ	ヒアリングデータ
		埋立	9.35E-02	kg	自社データ	ヒアリングデータ

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。原単位データの選定の考え方は、対象プロセスと同様とした。

(ア) 原材料調達段階におけるプロセスデータ

原材料調達段階は、発電に要する燃料の調達に相当するが、使用時に含まれるため当該段階では該当するプロセスはない。

(イ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 3-5 に示す。使用段階は、系統電力による電力供給をするプロセス（受電端基準）とした。発電設備の負荷については、既に含まれている。

製造段階の算定については、IDEA ver1.1 を MiLCA にて原単位化し、算定した。ただし、電力については、温対法算定省令に基づく事業者別排出係数を用いて算定した。

別表 3-5 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
使用	発電所設備	鉄鋼(ユニット構成機器)	1.93.E-04	kg	二次情報	財団法人電力中央研究所 Y09027「日本の発電技術のライフサイクル CO2 排出量評価」より 石炭火力(国内炭・輸入炭)の重量、係数を引用。
		鉄鋼(ボイラ)	2.77.E-04	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(タービン)	3.06.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(給水復水)	3.11.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(脱硫)	6.44.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(脱硝)	1.41.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(集塵)	4.19.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(電気)	1.36.E-05	kg	二次情報	〃
	発電所	鉄鋼(機械その他)	1.36.E-04	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(土木)	3.03.E-04	kg	二次情報	〃
		コンクリート	1.36.E-06	m ³	二次情報	〃
		軽油(燃焼)	2.43.E-03	MJ	二次情報	熱量は温対法により換算
		A重油(燃焼)	1.65.E-04	MJ	二次情報	熱量は温対法により換算
		解体施設面積	2.06.E-07	m ²	自社データ(設計値)	1000MW 相当、常陸那珂発電所 2 号機コンクリート基礎面積より
		廃棄物輸送	1.11.E-03	kg	自社データ(設計値)	建設時投入量と同量が廃棄されるものとし、通常取引している産業廃棄物事業者へ搬送されていると仮定。
		廃棄物処分(金属くず)	7.39.E-04	kg	自社データ(設計値)	建設時現場投入量と同量とする。
	廃棄物処分(コンクリート)	3.27.E-03	kg	自社データ(設計値)	建設時現場投入量と同量とする。	
	電力	1.00.E+00	kWh	二次情報	-	

(ウ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階は、発電時に発生する焼却灰の処理等が相当するが、使用段階の系統電力のデータに含まれるため、該当プロセスはない。

(4) LCAの結果の評価

①対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表3-6に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、ライフサイクル温室効果ガス排出量に占める割合が大きいのは原材料調達段階が最も大きく、次に流通段階の順であった。原材料調達段階における負荷は主にパワーコンディショナー及び柱の製造に関する影響であった。

表 3-6 対象プロセスの L C A 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/kWh)	1.61E-01	9.63E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.29E-03	2.59E-01
	割合	62.3%	37.2%	0.0%	0.0%	0.5%	100.0%
CH ₄	排出量 (kg/kWh)	1.57E-04	1.21E-04	0.00E+00	0.00E+00	7.90E-07	2.79E-04
	割合	56.3%	43.4%	0.0%	0.0%	0.3%	100.0%
N ₂ O	排出量 (kg/kWh)	5.61E-06	4.04E-06	0.00E+00	0.00E+00	8.71E-08	9.75E-06
	割合	57.6%	41.5%	0.0%	0.0%	0.9%	100.0%
SF ₆	排出量 (kg/kWh)	8.97E-08	3.73E-09	0.00E+00	0.00E+00	1.37E-15	9.35E-08
	割合	96.0%	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
温室効果ガス (CO ₂ 換算) [※]	排出量 (kg/kWh)	1.69E-01	1.01E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.34E-03	2.71E-01
	割合	62.3%	37.2%	0.0%	0.0%	0.5%	100.0%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

②オリジナルプロセスの L C A 算定結果

オリジナルプロセスの LCA 算定結果を別表 3-7 に示す。温室効果ガス排出量 (CO₂換算) については、使用段階のみの結果となっている。

別表 3-7 オリジナルプロセスの L C A 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	5.53E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.53E-01
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
CH ₄	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	1.56E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.56E-06
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
N ₂ O	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	1.62E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-07
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
SF ₆	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	3.58E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.58E-13
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果 ガス(CO ₂ 換算) [※]	排出量 (kg/kWh)	0.00E+00	5.53E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.53E-01
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

③温室効果ガス削減効果の算定結果

オリジナルプロセスと対象プロセスにおける温室効果ガス削減効果の算定結果を別表 3-8 に示す。今回の条件においては 57%の削減が見られる結果となった。

別表 3-8 本事業による温室効果ガス排出削減効果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出削減効果 (kg/kWh)	-1.61E-01	4.57E-01	0.00E+00	0.00E+00	-1.29E-03	2.94E-01
	削減割合		82.6%				53.2%
CH ₄	排出削減効果 (kg/kWh)	-1.57E-04	-1.20E-04	0.00E+00	0.00E+00	-7.90E-07	-2.78E-04
	削減割合		-7216.3%				-16747.2%
N ₂ O	排出削減効果 (kg/kWh)	-5.61E-06	-3.88E-06	0.00E+00	0.00E+00	-8.71E-08	-9.58E-06
	削減割合		-2351.0%				-5807.4%
SF ₆	排出削減効果 (kg/kWh)	-8.97E-08	-3.73E-09	0.00E+00	0.00E+00	-1.37E-15	-9.35E-08
	削減割合		-1041537.8%				-26121055.0%
温室効果ガス (CO ₂ 換算) ※	排出削減効果 (kg/kWh)	-1.69E-01	4.52E-01	0.00E+00	0.00E+00	-1.34E-03	2.82E-01
	削減割合		81.8%				51.0%

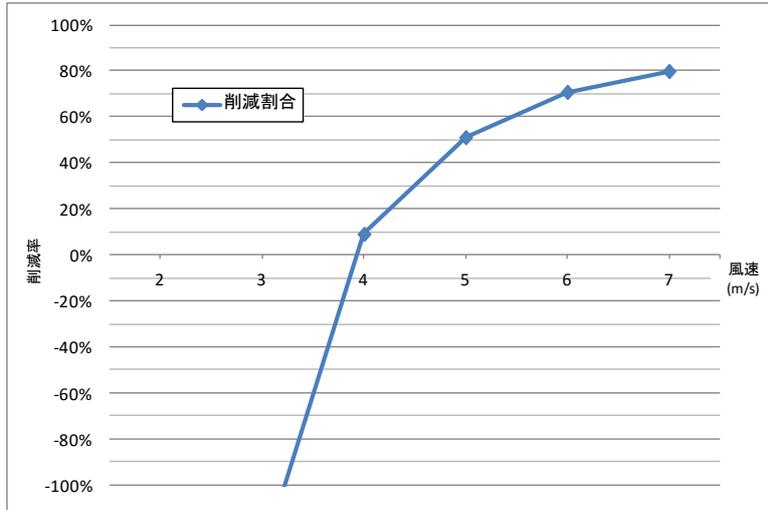
※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

(5) 感度分析の実施

今回のケーススタディの結果においては、平均風速 5m/s の場所に設置した場合での結果である。そのため、2m/s～7m/s の平均風速に違いによる温室効果ガス排出量の感度分析を実施した。別表 3-9 に LCA 算定結果及び削減効果を、その結果を折れ線グラフにしたものを別図 3-3 に示す。結果としては、平均風速 4m/s 以上であれば、削減効果が見込まれる結果となった。

別表 3-9 風速の違いによる温室効果ガス排出削減効果の感度分析結果

風速 (m/s)	対象プロセス 温室効果ガス排出量 (kg/kWh)	オリジナルプロセス 温室効果ガス排出量 (kg/kWh)	削減割合
2	6.64E+00	5.53E-01	-1101.69%
3	1.28E+00	5.53E-01	-131.10%
4	5.03E-01	5.53E-01	8.96%
5	2.71E-01	5.53E-01	51.02%
6	1.62E-01	5.53E-01	70.69%
7	1.12E-01	5.53E-01	79.77%



別図 3-3 風速の違いによる温室効果ガス排出削減効果

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

第Ⅲ部

「熱利用」を主な機能とする事業 (バイオマス利活用を除く) 編

平成25年3月策定

令和3年7月改訂

環 境 省

目 次

1. 第Ⅲ部の位置づけ	1
1.1 第Ⅲ部の位置づけ	1
1.2 対象とする再生可能エネルギー等	2
2. 「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）のLCAの基本的な考え方に関する留意事項	4
2.1 機能単位の設定に関する留意事項	4
2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項	5
2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項	8
3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項	11
3.1 原料調達段階に関する留意事項	14
3.2 製造段階に関する留意事項	18
3.3 使用段階に関する留意事項	19
3.4 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項	21
4. 温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項	22
5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項	31
6. レビューの実施に関する留意事項	32

1. 第三部の位置づけ

1.1 第三部の位置づけ

本ガイドラインが対象とする再生可能エネルギー等のすべてに共通する基本的事項は、「第I部 基本編」に集約した。また、「発電」や「熱利用」等を主な機能とする再生可能エネルギー等のLCAに特有の事項については、「第II部 『発電』を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）編」～「第IV部 複数の機能を有する事業（①国内バイオマス利活用等、②輸入バイオマス利活用等）編」として、別冊の資料に整理した。再生可能エネルギーの種類ごとに関連するガイドラインの判定フローを図1-1に示す。

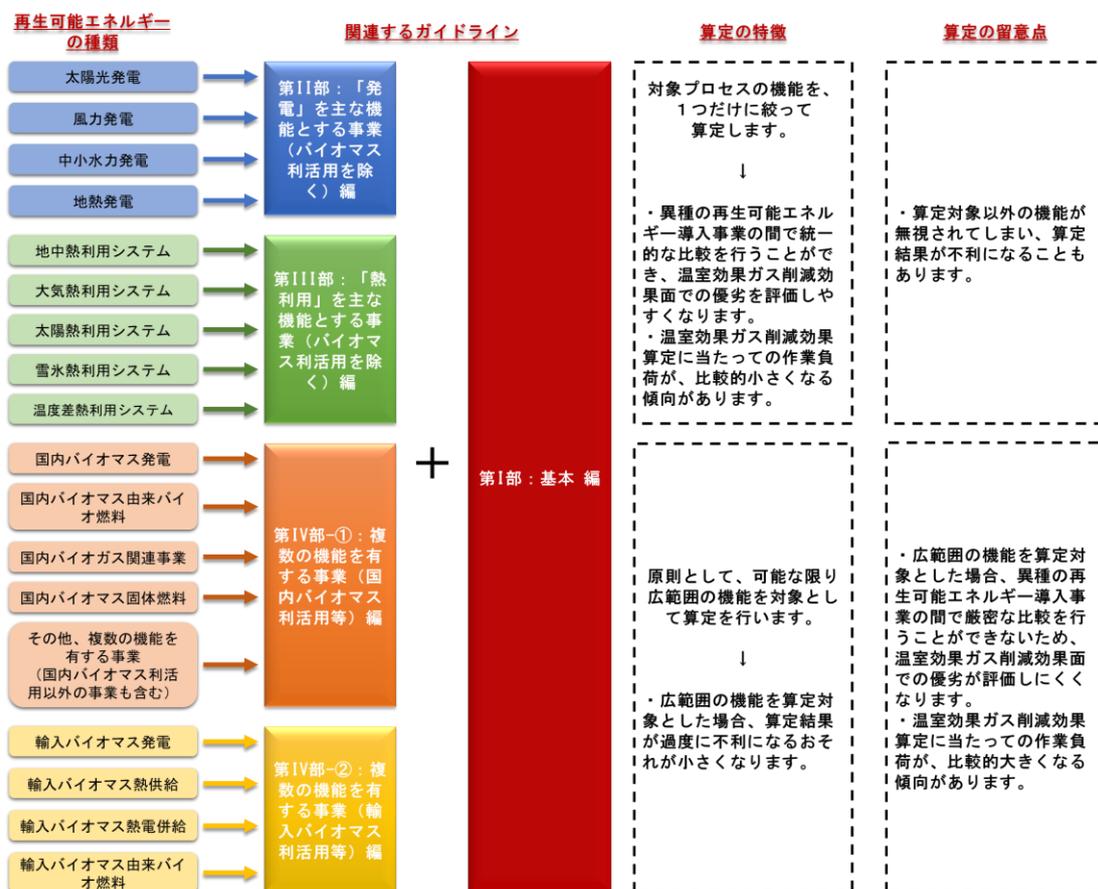


図1-1 再生可能エネルギーの種類ごとの関連ガイドラインの判定フロー

第III部：「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）編は、第I部：基本編の補足として策定したものである。策定にあたり、第I部：基本編と同様の規定とする項目（例：カットオフ基準）については、記述を割愛することとした。そのため、「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）についてLCAを行う際には、第I部：基本編を合わせて参照いただきたい。

1.2 対象とする再生可能エネルギー等

・対象とする再生可能エネルギー等は、以下のとおりとする。

- ①地中熱利用システム
- ②大気熱利用システム（家庭用を除く）
- ③太陽熱利用システム
- ④雪氷熱利用システム
- ⑤温度差熱利用システム

【解説・注釈】

・「①地中熱利用システム」については、表 1-1 に示す全ての要素技術を対象とする。

表 1-1 対象とする地中熱利用システムの要素技術とその機能

要素技術	技術の概要	冷暖房	給湯	融雪
水循環	地中と地表とをパイプで結び、循環ポンプで水・不凍液を循環させて熱交換を行うシステム。	○	×	○
ヒートパイプ	冷媒の蒸発と凝縮を利用し、無動力で地中の熱を地表に搬送して熱利用を行うシステム。	○	×	○
地中熱ヒートポンプ	地中熱交換器内に流体を循環させ、汲み上げた熱をヒートポンプで必要な温度領域の熱に変換するシステム（クローズドループ）。揚水した地下水の熱を、地表にあるヒートポンプで取り出す方式（オープンループ）もある。	○	○	○
熱伝導	床下に砂利層等を敷き詰め、外部から断熱することにより、地中の熱を住宅の冷房・暖房に活用しようとするシステム。	○	×	×
空気循環	パイプを地下に埋設し空気を通すことにより、地盤との間で熱交換を行うシステム。	○	×	×

・「②大気熱利用システム」のうち、家庭用の製品（家庭用洗濯乾燥機等）については、本ガイドラインで対象としている産業用途に比べて、ISO14040/14044 等に沿った、より厳密な検討が可能と考えられる。そのため本ガイドラインでは当面、家庭用の大気熱利用システムを対象外とし、今後の検討において対象に含めることが可能と判断された場合には、見直しを行うこととする。以下、単に「大気熱利用システム」という場合には、産業用途の事業やシステム等を指すこととする。

表 1-2 対象とする大気熱利用システム

熱移動方式	技術概要	利用形態
1) 蒸気圧縮式	気体（ガス状）の圧力と温度の関係を利用	空調、給湯機、冷蔵庫
2) 吸収式	気圧を真空近くまで下げると、水の沸点が5°C程度まで下がることを利用	空調
3) 吸着式	空気中の湿度（水分）が除湿剤等に吸着することを利用	空調
4) 熱電子式	電気を流すと一方向に熱を移す性質をもつ半導体を利用	ホテル用冷蔵庫、可搬式ボトルクーラ、電子素子冷却
5) 空気冷媒冷凍方式	空気の断熱膨張により、-50~-100°Cの空気を得る	冷凍倉庫
6) 化学反応式	発熱反応、吸熱反応等の化学反応を利用し、工場排熱を化学物質に蓄放熱させる。	化学プラント、コージェネレーション

表 1-3 対象とする太陽熱利用システム

熱移動方式	技術概要	利用形態
1) 太陽熱温水器	集熱器と一体型の貯湯層で温水をつくる	給湯
2) 平板型集熱器	金属ケースの受熱箱内部に集熱板を配置	空調
3) 真空管型集熱器	ガラス管内集熱部に不凍液等の熱媒を通す	空調
4) 空気式集熱器	屋根面材として設置し、屋根の通気層の空気を暖める	給湯

表 1-4 対象とする雪氷熱利用システム

熱移動方式	技術概要	利用形態
1) 雪室・氷室	室の中に雪と冷蔵対象物を入れる	冷蔵
2) 雪冷房・冷蔵システム	雪や氷の冷熱を循環させる	冷房
3) アイスシェルター	冬季の外気で水槽を凍結させ夏季にその冷熱を利用	冷房
4) 人工凍土システム	ヒートパイプを使って凍土等を形成	給湯

表 1-5 対象とする温度差熱利用システム

種類	特徴
1) 河川水・海水熱	夏季は外気温度よりも低く、冬季は高い
2) 生活排水や中・下水熱	冬季でも比較的高い温度を保有し、利用度の高い熱源

2. 「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）の LCA の基本的な考え方に関する留意事項

2.1 機能単位の設定に関する留意事項

「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）の LCA に関する機能単位は、「1年間の熱利用」とするが、利用形態に応じて以下の条件を付記することとする。

①空調・給湯：地域、延床面積、建物用途

例)「A市」における「病院用途」での1年間の熱利用（延床面積：「Bm²」）

②冷蔵/冷凍：冷蔵/冷凍容積、庫内温度

例)1年間の熱利用（冷蔵/冷凍容積：「Al」、庫内温度：「B°C」）

③融雪：地域、融雪面積、融雪対象施設

例)「A市」における「道路融雪」での1年間の熱利用（融雪面積：「Bm²」）

④洗濯乾燥：乾燥容量、乾燥温度

例)1年間の熱利用（乾燥容量：「Akg」、乾燥温度：「B°C」）

【解説・注釈】

- ・ISO14040の規定を踏まえれば、本来は機能単位を「1MJ相当の熱利用」等と設定することが望ましいが、このためには当該システムの年間採熱量・排熱量等を把握する必要があり、LCAを実施可能な事業が限定されてしまうことになる。そのため本ガイドラインでは、「同じ設備であっても地域や延床面積、建物用途等によってエネルギー消費量、温室効果ガス排出量が異なる」という熱利用システムの特性を踏まえ、上記①～④の条件を付記した機能単位とした。
- ・再生可能エネルギー等を複数の熱利用形態に利用する場合は、事業全体の機能を表す機能単位を設定することを原則とする。なお、概略検討等を行った結果として、一部の利用形態に関して以下のカットオフ基準を満たす場合には、カットオフの対象とすることができる。

＜カットオフ基準（目安）＞

原材料質量の1%程度未満 かつ 原材料調達コストの1%程度未満であること
あるいは

当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が当該バイオ燃料の
温室効果ガス総排出量に対して1%程度未満であること

2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項

LCAの実施者は、対象とする再生可能エネルギー等の製品プロセスについて、そのプロセスフローを明確化する。プロセスフローは、「再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の利用事業者（再生可能エネルギーの製造・販売事業者）」の視点から、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の各段階を設定する。

システム境界については、上記の全ての段階を境界内に含めることを基本とするが、これらの段階に加え、事業者が独自で温室効果ガス排出削減活動を行う場合には、プロセスフローに含めることができる。

なお、（１）同時に熱回収を行っている場合や、（２）他の熱源と組み合わせて用いる場合には、原則として以下の対応を行う。

（１）同時に熱回収を行っている場合

プロセス細分化又はシステム境界の拡張を行い、どうしてもプロセス細分化やシステム拡張が行えないプロセスの場合に配分を実施する。

（２）他の熱源と組み合わせて用いる場合

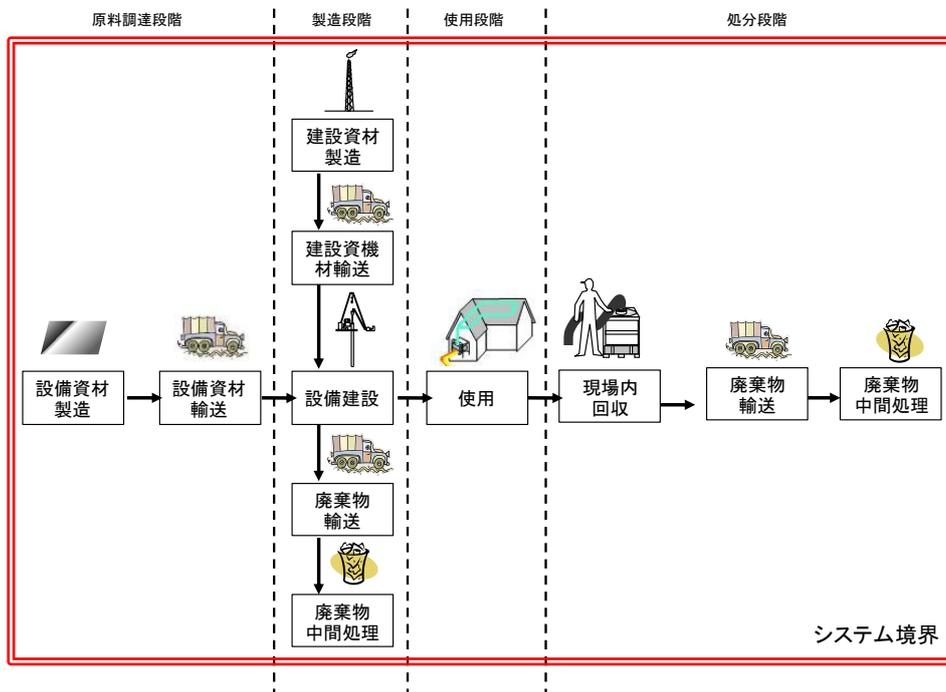
システム拡張を行い、全ての熱源機器のプロセスフローをシステム境界内に含める。どうしてもシステム拡張を行えないプロセスの場合には、配分を行う。

【解説・注釈】

- ・本ガイドラインにおける LCA 実施者として、「再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の製造・販売事業者」、「再生可能エネルギー等の原料の販売・輸入事業者」、「生産された再生可能エネルギー等の利用事業者」等を対象にしているが、原料調達～製造～流通～使用～処分の各段階の定義について、実施者の立場が異なる場合でも可能な限り統一的な比較を行うため、「再生可能エネルギーの製造・販売事業者」の視点からプロセスフローを設定することとした。
- ・「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）の場合、生産するエネルギーの原料は存在せず、生産設備等に係る温室効果ガス排出のほうが大きいことが多い。そのため、「設備・施設」側の視点から原料調達～製造～流通～使用～処分というプロセスフローを設定する。
- ・「地中熱利用システム」のプロセスフローとシステム境界の設定例を図 2-1 に示す。

例 1	地中熱ヒートポンプ（クローズドループ）の場合
例 2	熱伝導の場合

例1：地中熱ヒートポンプ（クローズドループ）の場合



例2：熱伝導の場合

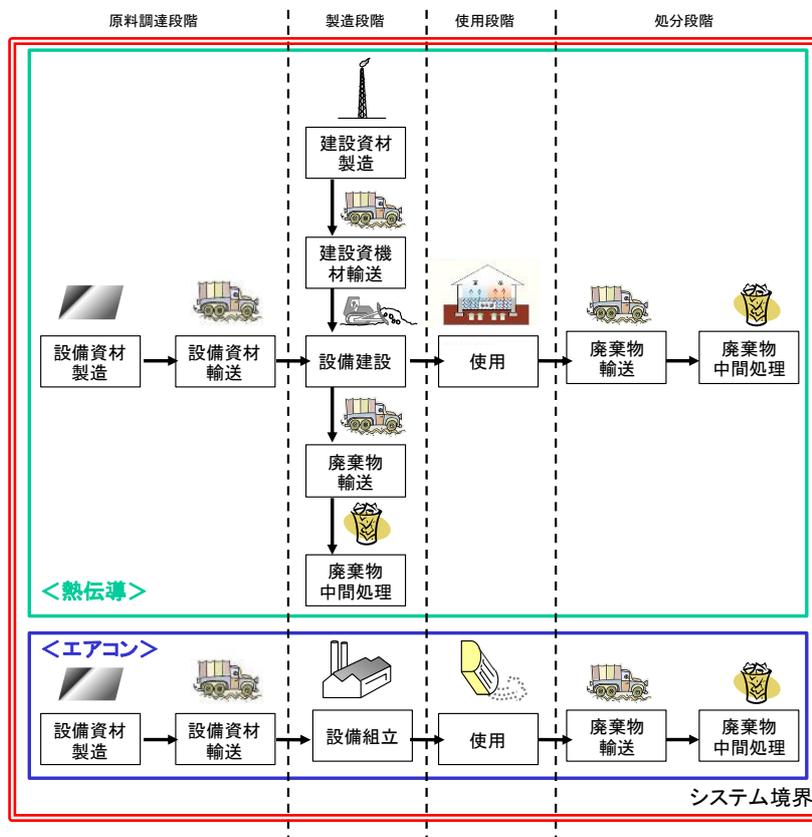
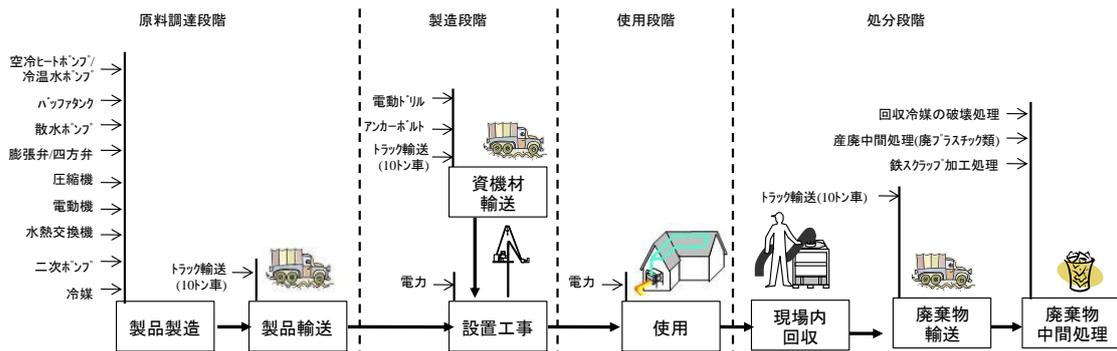


図 2-1 地中熱利用システムのプロセスフローとシステム境界の設定例

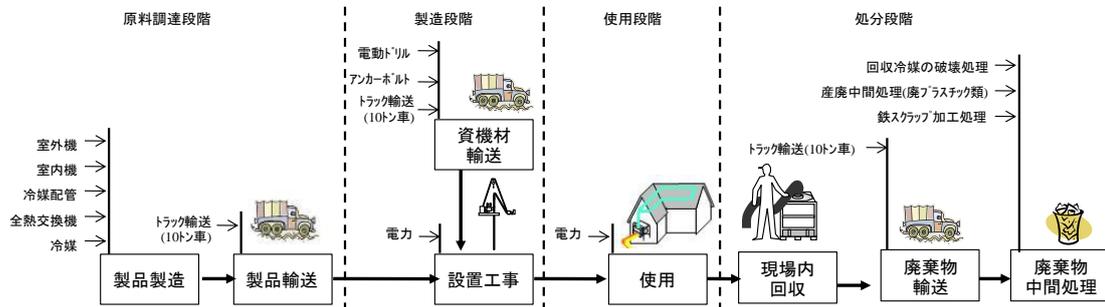
・「大気熱利用システム」のプロセスフローとシステム境界の設定例を図 2-2 に示す。

例 1	オフィスビル（中央熱源方式）における空調利用の場合
例 2	オフィスビル（個別空調方式）における空調利用の場合
例 3	営業倉庫における冷凍/冷蔵事業の場合

例 1：オフィスビル（中央熱源方式）における空調利用の場合



例 2：オフィスビル（個別空調方式）における空調利用の場合



例 3：営業倉庫における冷凍/冷蔵事業の場合

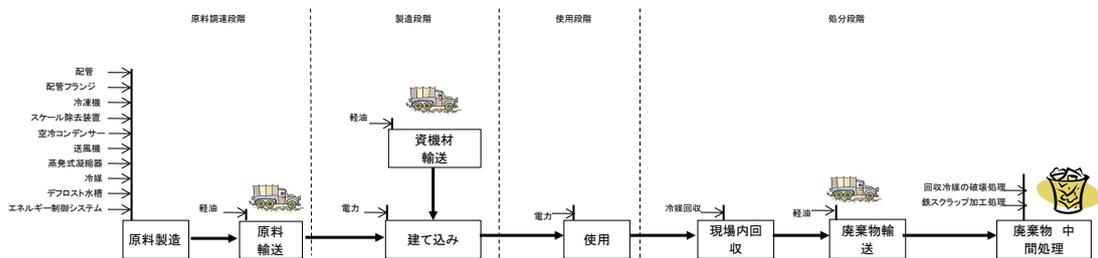


図 2-2 大気熱利用システムのプロセスフローとシステム境界の設定例

2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項

- ・比較対象とするオリジナルプロセスとして、対象プロセスと同一の機能を持ち、以下のいずれかに該当するプロセスを採用し、そのプロセスフローを明確化する必要がある。なお、システム境界は、2.2 で設定した対象プロセスのシステム境界に合致させなければならない。
 - (1) 熱源機器の切り替えを行う場合、切り替え前の熱源
 - (2) システム導入時点における標準的な熱源機器
- ・上記(2)の考え方を採用する場合、「標準的」な熱源機器の設定にあたっては、利用形態ごとに以下の要素に配慮する必要がある。
 - ①空調・給湯：地域、延床面積、建物用途
 - ②冷蔵/冷凍：冷蔵/冷凍容積、庫内温度
 - ③融雪：地域、融雪面積、融雪対象施設
 - ④洗濯乾燥：乾燥容量、乾燥温度
- ・上記(1)、(2)のどれを採用するかについては、LCA実施の目的に合わせて選定する。
 - 例1) LCA実施の目的が「熱源機器切り替え前後の温室効果ガス排出削減効果を評価し、自社のホームページ等でそれを広く一般消費者にアピールすること」であるため、上記(1)の考え方にに基づき、オリジナルプロセスを切り替え前に設置されていた「A重油ボイラ」とした。
 - 例2) 新築物件で、LCA実施の目的が「再生可能エネルギー等が導入されなかった場合と比べた温室効果ガス排出削減効果を評価し、広く一般消費者にアピールすること」であるため、上記(2)の考え方を採用した。具体的には、当該物件が「北海道」の「住宅」であり、LCA実施時点で一般に使用されている熱源機器は「石油ストーブ」と考えられたため、オリジナルプロセスを「石油ストーブ」とした。

【解説・注釈】

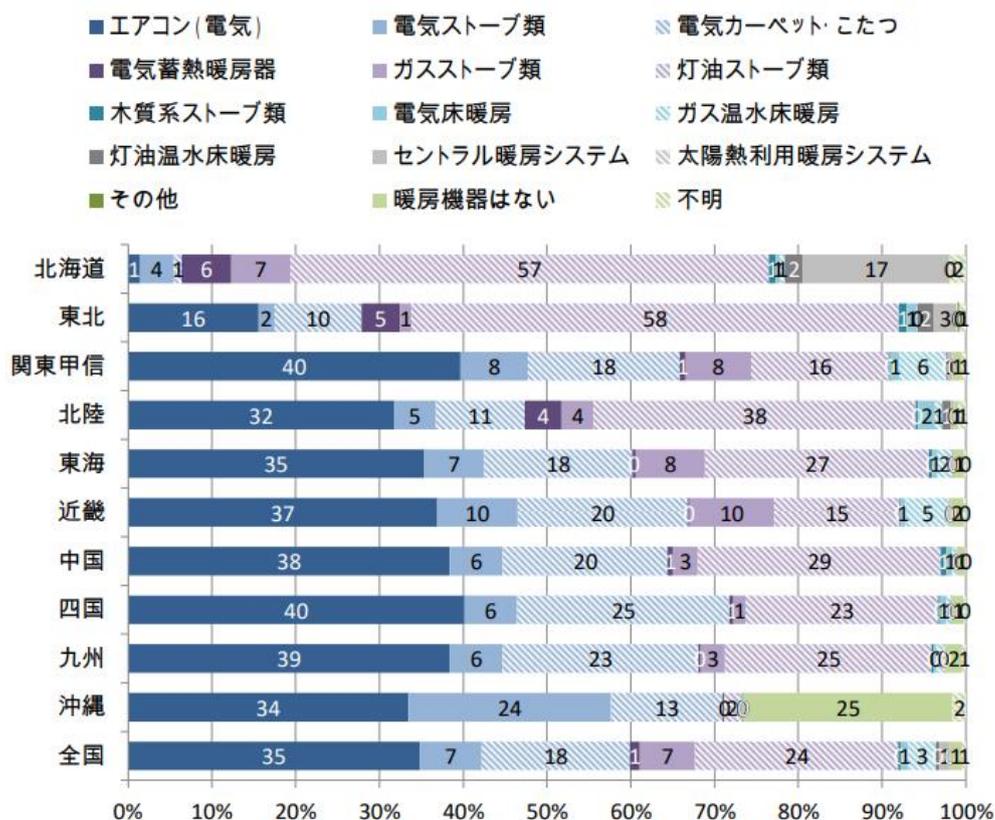
- ・比較対象とするオリジナルプロセスの設定例を表2-1に示す。

表 2-1 比較対象とするオリジナルプロセスの設定例

利用形態	オリジナルプロセス (例)
①空調	(家庭用) エアコン、石油ストーブ (業務用) A重油/灯油ボイラ、吸収式冷温水機、低効率ヒートポンプ、ガス冷温水機
②給湯	(家庭用) 自然冷媒ヒートポンプ給湯機 (エコキュート)、ガス式給湯器 (業務用) A重油/灯油/ガスボイラ、低効率ヒートポンプ
③冷蔵/冷凍	(業務用) 低効率ヒートポンプ
④融雪	(業務用) 電気ロードヒーティング (電熱線式)、A重油ボイラ、散水式消雪システム、除雪車、融雪剤
⑤洗濯乾燥	(業務用) A重油ボイラ

・地域別の暖房器具の使用状況については、環境省の「家庭部門の CO2 排出実態統計調査 (家庭 CO2 統計)」*において、全国の世帯を対象とした家庭のエネルギー使用状況に関する統計法に基づく一般統計調査があり、これを参考にすることもできる。

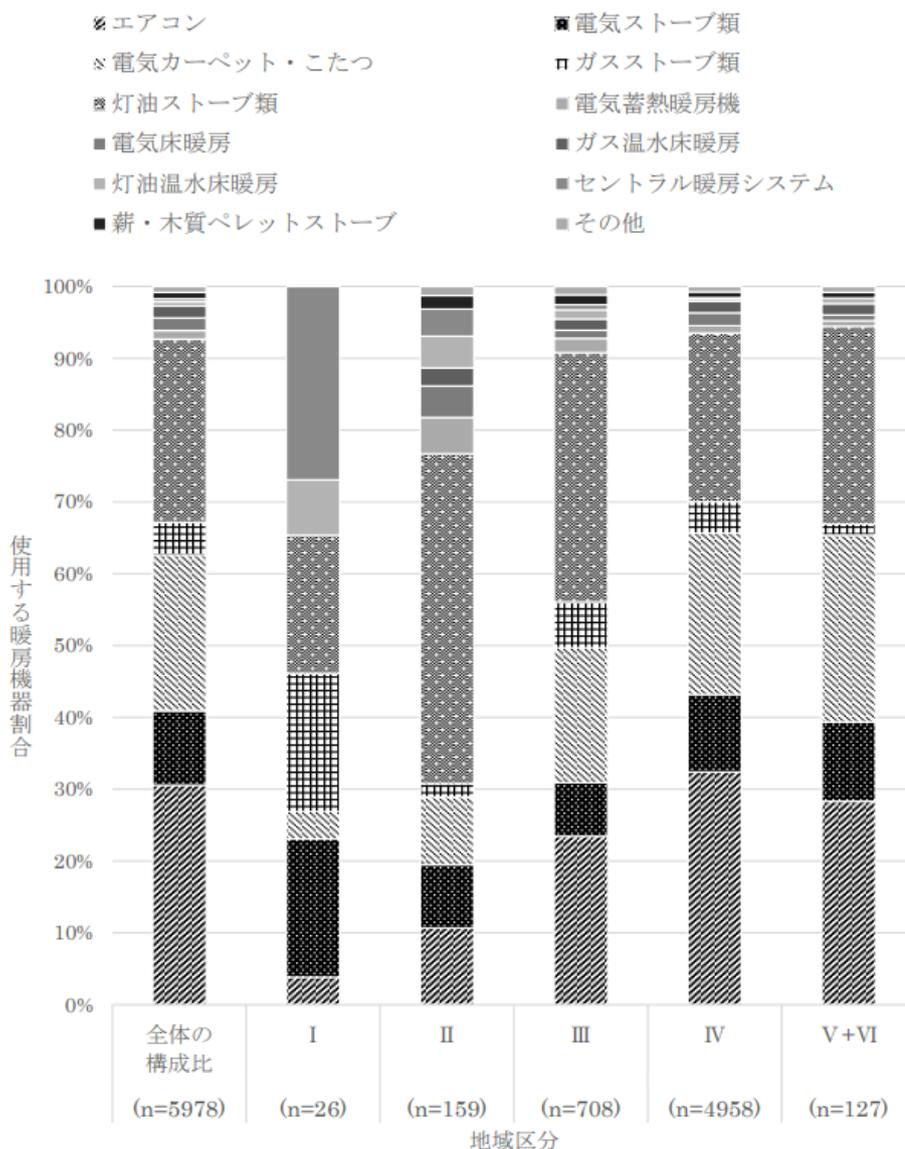
※URL ; <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/kateiCO2tokei.html>



出典：環境省「平成 30 年度 家庭部門の CO2 排出実態統計調査 (確報値)」(<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/kateico2tokei/H30.html>)

図 2-3 地域別の暖房器具の使用割合 (n=9,996 世帯)

- ・その他に、同様の地域別の暖房器具の使用状況に関する調査として、一般社団法人 地球温暖化防止全国ネット（全国地球温暖化防止活動推進センター）「平成 28 年度地域での地球温暖化防止活動基盤形成事業委託業務温室効果ガス排出実態調査年次レポート」も参考となる。



出典：一般社団法人 地球温暖化防止全国ネット（全国地球温暖化防止活動推進センター）「平成 28 年度 地域での地球温暖化防止活動 基盤形成事業委託業務 温室効果ガス排出実態調査 年次レポート」 (https://www.jccca.org/home_section/images/index_data01_H28.pdf.pdf)

図 2-4 地域区分別暖房機器の使用率

※地域区分は I：北海道、II：青森県・岩手県・秋田県、III：宮城県・山形県・福島県・栃木県・新潟県・長野県、V：宮崎県・鹿児島県、VI：沖縄県、IV：その他の都府県

3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項

LCA 実施者は、プロセスフロー図に記述した各プロセスに関して、プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境（大気等）への排出物の排出量を明らかにする必要があります。

【解説・注釈】

- ・活動量データの収集例を表 3-1～3-4 に示す。

表 3-1 活動量データ収集例（地中熱ヒートポンプ（クローズドループ）の場合）

段階	小プロセス	品名	数量	単位
原料調達	設備資材製造	水冷式ヒートポンプ	〇〇	円
		バッファタンク	〇〇	kg
		熱源水配管	〇〇	km
		室内機	〇〇	台
		地中熱交換井	〇〇	円
		循環ポンプ	〇〇	台
		銅管継手	〇〇	個
	冷媒	〇〇	kg	
	設備資材輸送	水冷式ヒートポンプ	〇〇	t·km
		バッファタンク	〇〇	t·km
		熱源水配管	〇〇	t·km
		室内機	〇〇	t·km
		地中熱交換井	〇〇	t·km
		循環ポンプ	〇〇	t·km
銅管継手		〇〇	t·km	
冷媒	〇〇	t·km		
製造	建設資材製造	軽油	〇〇	L
		水	〇〇	m ³
		1号珪砂	〇〇	kg
		ベントナイト	〇〇	kg
	建設資機材輸送	1号珪砂	〇〇	t·km
		ベントナイト	〇〇	t·km
		掘削機（回転振動式）	〇〇	t·km
		泥水ポンプ	〇〇	t·km
	設備建設	軽油	〇〇	MJ
廃棄物輸送	泥水	〇〇	t·km	
廃棄物中間処理	泥水	〇〇	円	
使用	—	電力	〇〇	kWh
処分	廃棄物輸送	金属くず	〇〇	t·km
		廃プラスチック	〇〇	t·km
		冷媒	〇〇	t·km
	廃棄物中間処理	金属くず	〇〇	円
		廃プラスチック	〇〇	kg
		冷媒	〇〇	t

表 3-2 活動量データ収集例（地中熱ヒートポンプ（オープンループ）の場合）

段階	小プロセス	品名	数量	単位
原料調達	設備資材製造	取水井用鋼管	〇〇	kg
		水中ポンプ	〇〇	台
		還元井用鋼管	〇〇	kg
		電動三方弁	〇〇	円
		熱源水槽	〇〇	台
		熱源ポンプ	〇〇	円
		貯湯槽	〇〇	台
		貯湯槽昇温ポンプ	〇〇	kg
		冷温水一次ポンプ	〇〇	円
		給湯加圧ポンプ	〇〇	円
		配管	〇〇	kg
		冷媒	〇〇	kg
		設備資材輸送	取水井用鋼管	〇〇
	水中ポンプ		〇〇	t·km
	還元井用鋼管		〇〇	t·km
	電動三方弁		〇〇	t·km
	熱源水槽		〇〇	t·km
	熱源ポンプ		〇〇	t·km
	貯湯槽		〇〇	t·km
	貯湯槽昇温ポンプ		〇〇	t·km
	冷温水一次ポンプ		〇〇	t·km
	給湯加圧ポンプ		〇〇	t·km
	配管		〇〇	t·km
	冷媒	〇〇	t·km	
製造	建設資材製造	ドリル機械軽油	〇〇	L
		粘土	〇〇	kg
		砂利	〇〇	m ³
	建設資材輸送	ドリル機械	〇〇	t·km
		井戸水汲み上げポンプ	〇〇	t·km
		粘土	〇〇	t·km
		砂利	〇〇	t·km
	設備建設	ドリル機械軽油	〇〇	MJ
		井戸水汲み上げポンプ電力	〇〇	kWh
	廃棄物輸送	泥水	〇〇	t·km
泥水		〇〇	円	
使用	—	電力	〇〇	kWh
処分	廃棄物輸送	鉄くず	〇〇	t·km
		冷媒	〇〇	t·km
	廃棄物中間処理	鉄くず	〇〇	円
		冷媒	〇〇	t

表 3-3 活動量データ収集例（熱伝導の場合）

段階	小プロセス	品名	数量	単位
原料調達	設備資材製造	コンクリート	〇〇	m ³
		断熱材	〇〇	kg
	設備資材輸送	コンクリート	〇〇	t·km
		断熱材	〇〇	t·km
製造	建設資材製造	軽油	〇〇	L
	建設資機材輸送	転圧機械	〇〇	t·km
		高速切断機	〇〇	t·km
		バックホウ	〇〇	t·km
	設備建設	軽油	〇〇	MJ
		電力	〇〇	kWh
使用	—	—	—	—
処分	廃棄物輸送	コンクリートくず	〇〇	t·km
	廃棄物中間処理	コンクリートくず	〇〇	円

表 3-4 活動量データ収集例（空気循環の場合）

段階	小プロセス	品名	数量	単位
原料調達	設備資材製造	ファン	〇〇	台
		ダクト	〇〇	台
		クールチューブ	〇〇	km
	設備資材輸送	ファン	〇〇	t·km
		ダクト	〇〇	t·km
		クールチューブ	〇〇	t·km
製造	建設資材製造	軽油	〇〇	L
		水	〇〇	m ³
		1号珪砂	〇〇	kg
		ベントナイト	〇〇	kg
	建設資機材輸送	1号珪砂	〇〇	t·km
		ベントナイト	〇〇	t·km
		掘削機（回転振動式）	〇〇	t·km
		泥水ポンプ	〇〇	t·km
	設備建設	軽油	〇〇	MJ
	廃棄物輸送	泥水	〇〇	t·km
廃棄物中間処理	泥水	〇〇	円	
使用	—	電力	〇〇	kWh
処分	廃棄物輸送	金属くず	〇〇	t·km
		廃プラスチック	〇〇	t·km
		冷媒	〇〇	t·km
	廃棄物中間処理	金属くず	〇〇	円
		廃プラスチック	〇〇	kg
		冷媒	〇〇	t

3.1 原料調達段階に関する留意事項

- ・原料調達段階における活動量データの収集には、以下の2プロセスを含む。
 - (1) 設備資材製造
 - (2) 設備資材輸送
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを手に入れることが困難な場合については、二次データの利用も認める。
- ・設備資材輸送は事業の計画や実情を加味して、片道分あるいは往復分を考慮する。

【解説・注釈】

- ・収集した活動量データは、機能単位に合わせて次のとおり補正する。

補正後の活動量データ

$$= \text{収集した活動量データ} \div \text{熱利用システムの想定寿命 (想定使用年数)} \\ \times \text{その間の当該設備資材の交換回数}$$

- ・熱利用システムや設備資材の想定寿命（想定使用年数）は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。
 - ①出荷済み製品を対象にランダムサンプリングを行い、使用年数をアンケート調査し、使用年数の平均値を想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ②公的統計資料等を用いて平均的な使用年数を算定し、それを想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ③法定耐用年数を参考に想定寿命（想定使用年数）を設定する。
- ・上記③に関連した法定耐用年数の例を表 3-5、表 3-6 に示す。

表 3-5 地中熱利用システムに関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロ セス	井戸ケーシング	38 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-金属造のもの（骨格材の肉厚が4ミリメートルを超えるものに限る。）-事務所用又は美術館用のもの及び左記以外のもの
	取水井用鋼管	50 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-事務所用又は美術館用のもの及び左記以外のもの
	還元井用鋼管		
	コンクリート		
	地中熱ヒートポンプ	13 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-冷暖房設備（冷凍機の出力が二十二キロワット以下のもの）
		15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-その他のもの
	水中ポンプ	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備-給排水設備
	配管材料		
継手			
電動三方弁			
	熱源水槽		

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
	熱源ポンプ	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-その他のもの
	貯湯槽		
	貯湯槽昇温ポンプ		
	冷温水一次ポンプ		
	給湯加圧ポンプ		
	Uチューブ		
	ファン		
	ダクト		
	クールチューブ		
	アスファルト舗装混 合材	10年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」構築物-舗装道路及び舗装路面-アスファルト敷又は木れんが敷のもの
	オリジナル プロセス		
	A重油ボイラ	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-その他のもの
	電気ロードヒーティ ング(電熱線式)	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-電気設備(照明設備を含む。)-その他のもの
	空冷式ヒートポンプ	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-その他のもの
	水冷式ヒートポンプ	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-給排水又は衛生設備及びガス設備
	冷温水一次ポンプ		
	熱交換器		
	アスファルト舗装混 合材	10年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」構築物-舗装道路及び舗装路面-アスファルト敷又は木れんが敷のもの

表 3-6 大気熱利用システムに関連した法定耐用年数の例(令和2年12月時点)

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	冷蔵倉庫	21年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-工場(作業場を含む。)用又は倉庫用のもの-その他のもの-倉庫事業の倉庫用のもの-冷蔵倉庫用のもの
	冷凍機	12年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」倉庫業用設備
		13年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-冷暖房設備(冷凍機の出力が二十二キロワット以下のもの)
	高効率ヒートポン プ	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-その他のもの
		13年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-冷暖房設備(冷凍機の出力が二十二キロワット以下のもの)
	継手	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-給排水又は衛生設備及びガス設備
	電動三方弁		
	蓄熱槽		
	熱源ポンプ		
	貯湯槽		
	貯湯槽昇温ポンプ		
	冷温水一次ポンプ		
	給湯加圧ポンプ		
	水・冷媒配管	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-給排水又は衛生設備及びガス設備
		13年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-冷暖房設備(冷凍機の出力が二十二キロワット以下のもの)
	ファン	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備-冷房、暖房、通風又はボイラー設備-その他のもの
ダクト			

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
	・ 室外機 ・ 室内機 ・ 全熱交換機	13年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備 －冷房、暖房、通風又はボイラー設備－冷暖房設備（冷凍機 の出力が二十二キロワット以下のもの）
オリジナル プロセス	A 重油ボイラ	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備 －冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの
	低効率ヒートポン プ	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備 －冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの
		13年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備 －冷房、暖房、通風又はボイラー設備－冷暖房設備（冷凍 機の出力が二十二キロワット以下のもの）
	冷温水一次ポンプ 熱交換器	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備 －給排水又は衛生設備及びガス設備

表 3-7 太陽熱利用システムに関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	集熱器	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備 －その他の設備、主として金属製のもの
	蓄熱槽	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設 備－給排水又は衛生設備及びガス設備
	集熱ポンプ	7年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」開発研究用減 価償却資産-機械及び装置-汎用ポンプ、はん汎用モータ ー、はん汎用金属工作機械、はん汎用金属加工機械その 他これらに類するもの
	全熱交換機	13年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設 備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－冷暖房設備（冷 凍機の出力が二十二キロワット以下のもの）
	貯湯槽	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設 備－給排水又は衛生設備及びガス設備
	貯湯槽昇温ポンプ	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設 備－給排水又は衛生設備及びガス設備
	ファン	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設 備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの
	ダクト	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設 備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの

表 3-8 雪氷熱利用システムに関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	雪冷蔵貯蔵庫	21年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物 鉄骨鉄 筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの－工場 （作業場を含む。）用又は倉庫用のもの－その他のもの－ 倉庫事業の倉庫用のもの－冷蔵倉庫用のもの
	ファン	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設 備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの
	ダクト	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設 備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの

表 3-9 温度差熱利用システムに関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象プロセス	高効率ヒートポンプ	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの
		13 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－冷暖房設備（冷凍機の出力が二十二キロワット以下のもの）
	ファン ダクト	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの
	ポンプ 凝縮器	7 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」開発研究用減価償却資産－機械及び装置－汎用ポンプ、はん汎用モーター、はん汎用金属工作機械、はん汎用金属加工機械その他これらに類するもの
	放熱器		
	U チューブ ファン ダクト クールチューブ	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－その他のもの
	全熱交換機	13 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物附属設備－冷房、暖房、通風又はボイラー設備－冷暖房設備（冷凍機の出力が二十二キロワット以下のもの）

- ・「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が 5% 以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。
- ・往復分と片道分の別については、事業計画を考慮した上で判断する（空荷で戻ることが多い場合には往復分を考慮する）。
- ・輸送設備（トラック、トレーラー、タンカー等）の製造時における温室効果ガス排出量は考慮しなくてもよい。

3.2 製造段階に関する留意事項

- ・製造段階における活動量データの収集に当たっては、以下の7プロセスを対象とする。
 - (1) 建設資材製造（システムの使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
 - (2) 建設資機材輸送（システムの使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
 - (3) 設備加工・組立（工場等で加工・組立が行われる場合）
 - (4) 設備輸送（工場等→設備使用場所までの輸送が存在する場合）
 - (5) 設備建設（システムの使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
 - (6) 上記（1）～（5）に伴う廃棄物輸送
 - (7) 上記（1）～（5）に伴う廃棄物中間処理
- ・建設機材の製造・廃棄に関する温室効果ガス排出量は考慮しなくてもよい。
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・収集した活動量データは、原料調達段階と同様の方法により、機能単位に合わせて補正する。
- ・熱利用システムや建設資材の想定寿命（想定使用年数）は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。
 - ①出荷済み製品を対象にランダムサンプリングを行い、使用年数をアンケート調査し、使用年数の平均値を想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ②公的統計資料等を用いて平均的な使用年数を算定し、それを想定寿命（想定使用年数）と設定する。
 - ③法定耐用年数を参考に想定寿命（想定使用年数）を設定する。
- ・「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

3.3 使用段階に関する留意事項

使用段階における温室効果ガス算定にあたっては、以下の点に考慮する。

- ・既設のシステムの場合、一次データの取得を原則とする。具体的には、直近3年程度（最低1年間）のエネルギー消費実績をもとに、1年間の平均的な温室効果ガス排出量を算定することが望ましい。
- ・新設のシステムの場合、設計段階での熱負荷計算の結果をもとに、1年間の温室効果ガス排出量を算定することが望ましい（その場合、熱負荷計算の方法が何であるか（例：地域別・用途別の平均的な原単位を用いた計算、建物ごとの詳細な条件を考慮し専用ソフトウェアを用いた計算）は問わない）。
- ・原則として、使用段階での冷媒の漏洩を考慮するものとする。
- ・設備設計者・製造業者・施工業者等と相談の上、算定することが望ましい。

【解説・注釈】

- ・地中熱ヒートポンプ（クローズドループ）については、新築時等実績データが入手できない場合でも、市販のソフトウェア「Ground Club」（開発元：北海道大学、販売元：ゼネラルヒートポンプ工業㈱）を用いて、年間ヒートポンプ消費電力のシミュレーションを行うことができる（冷暖房負荷条件、地中熱ボアホール施工条件、ヒートポンプ性能条件を入力する必要がある）。
- ・使用段階での冷媒の漏洩については、(社)日本冷凍空調工業会「冷凍空調機器の冷媒漏えい防止ガイドライン」に基づき漏えい点検記録簿を作成している場合等、実態に即した値を把握できる場合には、それを採用することが望ましい。
- ・実績値が把握できない場合には、わが国の温室効果ガスインベントリにおける業務用冷凍空調機器からのHFCs排出量の算定に使用されている、業務用冷凍空調機器の使用時の冷媒漏洩率を使用することもできる（表3-10の「新規」欄の排出係数）。なお、このデータは「事故・故障による排出等も含むため、通常どおり稼働している機器からの排出係数は、これよりも遥かに低い」とされている。

表 3-10 使用段階における冷媒の漏洩に関する排出係数

機器の分類	現在の係数 (2007年のストック に適用される 算出値)	新規 ※	【参考値】 2006 IPCC Guidelines	【参考値】	【参考値】			
				ドイツ	カナダ			
大型冷凍冷蔵機器	遠心式冷凍機	2.3%	7%	2% ≤ x ≤ 15%	Chillers	7% (1)	17% (3)	
	スクリーウー冷凍機	2.8%	12%	10% ≤ x ≤ 35%	Industrial Refrigeration including Food Processing and Cold Storage	7% (1)		
中型冷凍冷蔵機器	輸送用冷凍冷蔵ユニット	9.0%	15%	15% ≤ x ≤ 50%	Transport Refrigeration	15-25%		
	冷凍冷蔵ユニット	1.1%	17%	10% ≤ x ≤ 35%	Medium & Large Commercial Refrigeration	1.5-15% (2)		
	コンデンシングユニット	-	13%	10% ≤ x ≤ 35%	Medium & Large Commercial Refrigeration	1.5-15% (2)		
	別置型冷蔵ショーケース	0.7%	16%	7% ≤ x ≤ 25%	Medium & Large Commercial Refrigeration	1.5-15% (2)		
業務用空調機器	店舗用パッケージエアコン (PAC)	0.9%	3%	1% ≤ x ≤ 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	6.0%		17% (3)
	ビル用パッケージエアコン (PAC)	0.9%	3.5%	1% ≤ x ≤ 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	6.0%		
	産業用パッケージエアコン (PAC)	0.3%	4.5%	1% ≤ x ≤ 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	6.0%		
	GHP	4.4%	5.0%	1% ≤ x ≤ 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	6.0%		
ルームエアコン (RAC)	0.2%	2%	1% ≤ x ≤ 10%	Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	2.5%	—		
小型冷凍冷蔵機器	一体型機器						17% (4)	
	内蔵形冷蔵ショーケース	0.02%	2%	1% ≤ x ≤ 15%	Stand-alone Commercial Application	1.5-15% (2)		
	製氷機	0.02%						
	冷水機	0.02%						
業務用冷蔵庫	0.01%							
チリングユニット	チリングユニット		6%	2% ≤ x ≤ 15%	Chillers	—	—	
	冷凍冷蔵用チリングユニット	2.0%						
カーエアコン (MAC)	5.2%	5.2% (従来どおり)	10% ≤ x ≤ 20%	Mobile A/C	10%	15%		

(1) Industrial Refrigeration (2) Commercial Refrigeration (3) Stationary Air Conditioning (4) Commercial Refrigeration

※ 日本の排出係数には、機器整備時に回収される冷媒を排出分として含んでいるため、単純な国際比較等はない。
また、事故・故障による排出等も含むため、通常どおり稼働している機器からの排出係数は、これよりも遙かに低い。

出典：環境省「温室効果ガス排出・吸収量算定方法の詳細情報・2.F.1 冷蔵庫及び空調機器（業務用冷凍空調機器）」（2020年時点）
(http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/methodology/material/methodology_2F1_1_2020.pdf)

3.4 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項

- プロセスの細分化やシステム境界の拡張を図ることにより、配分を回避することを原則とする。配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。
- 配分がどうしても回避できない場合は、以下の優先順位に基づいて配分を行う。
 - (1) 物理的パラメータ（質量、発熱量等）による配分
 - (2) 製品及び機能間のその他の関係を反映する方法（例えば経済価値）による配分

【解説・注釈】

- プロセス細分化とは、配分対象となるプロセスを製品別に分かれるよう出来る限り細かな小プロセスに細分化して、これら小プロセスの活動量データを収集することを指す。

4. 温室効果ガス排出量原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項

- ・設定したプロセスに適した原単位が収集できない場合は、必要としている原単位に最も近似していると考えられる原単位で代替してもよい。

【解説・注釈】

- ・設定したプロセスによっては、原単位データの収集が困難であるため、その場合は必要としている原単位に近い原単位を設定してよい。ただし、その場合は、感度分析の実施によりインベントリ分析結果に与える影響を評価しておくことが望ましい。なお、収集すべき活動量データの単位（重量、価格等）は、入手可能な原単位データの単位にも影響されるため、最終的な活動量データ、原単位データの選定にあたっては、双方のデータの精度を高めるように配慮しなければならない。
- ・「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データを表 4-1、表 4-2 に示す（数値を記載していない項目については、情報源を参照のこと）。

表 4-1 地中熱利用システム等に関連した原単位データの例（令和 2 年 12 月現在）

投入物	情報源名称*	ガス種類	数量	単位	備考	
電力	LCA 日本フォーラム 「電力生産」	CO ₂	4.691×10^{-1}	kgCO ₂ /kWh	化石資源由来	
		CH ₄	3.820×10^{-4}	kgCH ₄ /kWh	化石資源由来	
		N ₂ O	2.954×10^{-7}	kgN ₂ O/kWh		
		SF ₆	2.530×10^{-12}	kgSF ₆ /kWh		
	IDEA v.2.3 : 331111017 電力, 日本 平均, 2017 年度	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID 「4611001 事業用 電力」 (購入者価格)	CO ₂	30.00	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	1.48	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.16	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	1.8×10^{-2}	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	1.7×10^{-3}	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	2.5×10^{-2}	tCO ₂ eq/百万円		
軽油・重 油等	LCA 日本フォーラム「A 重油」	CO ₂	3.074×10^{-1}	kgCO ₂ /l	A 重油の製造 化石資源由来	
		CH ₄	3.198×10^{-3}	kgCH ₄ /l	化石資源由来	
		N ₂ O	2.130×10^{-6}	kgN ₂ O/l		
		SF ₆	1.320×10^{-13}	kgSF ₆ /l		

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考	
	LCA 日本フォーラム 「軽油」	CO ₂	2.531×10 ⁻¹	kgCO ₂ /l	軽油の製造 化石資源由来	
		CH ₄	3.198×10 ⁻³	kgCH ₄ /l	化石資源由来	
		N ₂ O	2.130×10 ⁻⁶	kgN ₂ O/l		
		SF ₆	1.320×10 ⁻¹³	kgSF ₆ /l		
	IDEA v.2.3 : 181116103 重油, スチ レンモノマー副生	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 181116801A 重油の燃 焼エネルギー	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 181115000 軽油	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 181115801 軽油の燃 焼エネルギー	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID 「211101 石油製 品」(購入者価格)	CO ₂	4.74	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	2.58	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.04	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	1.1×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	7.8×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	1.7×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
・ 空水冷 ヒート ポンプ ・ 室内機	IDEA v.2.3 : 268213000 エアコン ディショナ(ウインド 形、セパレート形を除 く)	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 272213000 エアコン ディショナ	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID 「291401 冷凍機・ 温湿調整装置」(購入者 価格)	CO ₂	2.50	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.12	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.02	tCO ₂ eq/百万円		

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考	
		HFCs	19.6	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	6.4×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	1.7×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
	3EID「332101 民生用エアコンディショナ」(購入者価格)	CO ₂	2.57	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.14	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.03	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	4.5×10 ⁻¹	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	8.4×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	2.8×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
配管材料	LCA 日本フォーラム「溶接鋼管の製造」	CO ₂	1.636	kgCO ₂ /kg	化石資源由来	
		CH ₄	7.079×10 ⁻⁴	kgCH ₄ /kg	発生源不特定	
		N ₂ O	1.366×10 ⁻⁴	kgN ₂ O/kg		
		SF ₆	4.385×10 ⁻¹¹	kgSF ₆ /kg		
	IDEA v.2.3 : 234117000 ステンレス鋼管	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 232119000 普通鋼管	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 253111000 金属製管継手	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID「262201 鋼管」(購入者価格)	CO ₂	12.99	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.36	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.05	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	1.1×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	7.6×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	2.2×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
	3EID「263102 鋳鉄管」(購入者価格)	CO ₂	8.21	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.36	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.06	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	9.0×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	7.6×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	3.3×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
	3EID「289903 配管工事付属品・粉末や金製品・道具類」(購入者価格)	CO ₂	3.85	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.16	tCO ₂ eq/百万円		
N ₂ O		0.02	tCO ₂ eq/百万円			
HFCs		9.5×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円			

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考	
A 重油ボイラ	IDEA v.2.3 : 261112000 水管ボイラ	PFCs	6.8×10^{-4}	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	3.2×10^{-3}	tCO ₂ eq/百万円		
	3EID「291101 ボイラ」 (購入者価格)	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
CO ₂		2.38	tCO ₂ /百万円			
CH ₄		0.10	tCO ₂ eq/百万円			
N ₂ O		0.01	tCO ₂ eq/百万円			
HFCs		9.3×10^{-3}	tCO ₂ eq/百万円			
電気ロードヒーティング (電熱線式)	IDEA v.2.3 : 271913000 産業用電熱装置	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID「331109 その他の産業用電気機器」 (購入者価格)	CO ₂	2.43	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.13	tCO ₂ eq/百万円		
N ₂ O		0.02	tCO ₂ eq/百万円			
HFCs		1.7×10^{-2}	tCO ₂ eq/百万円			
・熱源水槽 ・貯湯槽	IDEA v.2.3 : 267815000 反応機、発生炉、乾留炉、電解槽	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID「301501 化学機械」 (購入者価格)	CO ₂	2.69	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.11	tCO ₂ eq/百万円		
N ₂ O		0.02	tCO ₂ eq/百万円			
HFCs		1.5×10^{-2}	tCO ₂ eq/百万円			
不凍液	IDEA v.2.3 : 173218000 プロピレングリコール	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID「204101 脂肪族中間物」 (購入者価格)	CO ₂	10.99	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	1.20	tCO ₂ eq/百万円		
N ₂ O		0.22	tCO ₂ eq/百万円			
HFCs		1.8×10^{-2}	tCO ₂ eq/百万円			
PFCs	1.6×10^{-3}	tCO ₂ eq/百万円				

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考
		SF ₆	3.2×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円	
コンクリート	LCA 日本フォーラム「アスファルト」	CO ₂	1.750×10 ⁻¹	kgCO ₂ /l	化石資源由来
		CH ₄	3.198×10 ⁻³	kgCH ₄ /l	化石資源由来
		N ₂ O	2.130×10 ⁻⁶	kgN ₂ O/l	
		SF ₆	1.320×10 ⁻¹³	kgSF ₆ /l	
	LCA 日本フォーラム：2252 生コンクリート製造業(コンクリートモルタル)	CO ₂			
	IDEA v.2.3 : 184111000 アスファルト舗装混合材・タール舗装混合材(アスファルトブロック・タールブロックを含む)	CO ₂			
		CH ₄			
		N ₂ O			
		SF ₆			
	3EID「212102 舗装材料」(購入者価格)	CO ₂	5.67	tCO ₂ /百万円	
		CH ₄	0.94	tCO ₂ eq/百万円	
		N ₂ O	0.03	tCO ₂ eq/百万円	
		HFCs	1.2×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円	
		PFCs	8.6×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円	
		SF ₆	1.5×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円	
	3EID「252102 生コンクリート」(購入者価格)	CO ₂	11.88	tCO ₂ /百万円	
		CH ₄	0.37	tCO ₂ eq/百万円	
N ₂ O		0.06	tCO ₂ eq/百万円		
HFCs		1.9×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
PFCs		1.0×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
SF ₆		2.6×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
資機材輸送	IDEA v.2.3 : 441113000 特種用途車輸送サービス, 営業用	CO ₂			
		CH ₄			
		N ₂ O			
		SF ₆			
	3EID「572201 道路貨物輸送(除自家輸送)」(購入者価格)	CO ₂	4.02	tCO ₂ /百万円	
		CH ₄	0.18	tCO ₂ eq/百万円	
		N ₂ O	0.05	tCO ₂ eq/百万円	
		HFCs	8.3×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円	
		PFCs	4.1×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円	
		SF ₆	4.5×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円	

※LCA 日本フォーラムデータベースに収録された原単位データは単位プロセス型のデータであるため、「LCA 日本フォーラム」を情報源として記載されている原単位データについては、IDEA (MiLCA) を用いて積み上げ計算を行った結果を記載している。

表 4-2 大気熱利用システム等に関連した原単位データの例（令和 2 年 12 月現在）

投入物	情報源名称*	ガス種類	数量	単位	備考	
電力	LCA 日本フォーラム 「電力生産」	CO ₂	4.691×10^{-1}	kgCO ₂ /kWh	化石資源由来	
		CH ₄	3.82×10^{-4}	kgCH ₄ /kWh	化石資源由来	
		N ₂ O	2.954×10^{-7}	kgN ₂ O/kWh		
		SF ₆	2.530×10^{-12}	kgSF ₆ /kWh		
	IDEA v.2.3 : 331111017 電力, 日本 平均, 2017 年度	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID 「4611001 事業用 電力」 (購入者価格)	CO ₂	30.00	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	1.48	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.16	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	1.8×10^{-2}	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	1.7×10^{-3}	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	2.5×10^{-2}	tCO ₂ eq/百万円		
軽油・重 油等	LCA 日本フォーラム「A 重油」	CO ₂	3.074×10^{-1}	kgCO ₂ /l	A 重油の生産 化石資源由来	
		CH ₄	3.198×10^{-3}	kgCH ₄ /l	化石資源由来	
		N ₂ O	2.130×10^{-6}	kgN ₂ O/l		
		SF ₆	1.320×10^{-13}	kgSF ₆ /l		
	LCA 日本フォーラム 「軽油」	CO ₂	2.531×10^{-1}	kgCO ₂ /l	軽油の生産 化石資源由来	
		CH ₄	3.198×10^{-3}	kgCH ₄ /l	化石資源由来	
		N ₂ O	2.130×10^{-6}	kgN ₂ O/l		
		SF ₆	1.320×10^{-13}	kgSF ₆ /l		
	IDEA v.2.3 : 181116103 重油, スチ レンモノマー副生	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 181116801A 重油の燃 焼エネルギー	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 181115000 軽油	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
IDEA v.2.3 : 181115801 軽油の燃 焼エネルギー	CO ₂					
	CH ₄					
	N ₂ O					

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考	
	3EID「211101 石油製品」(購入者価格)	SF ₆				
		CO ₂	4.74	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	2.58	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.04	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	1.1×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	7.8×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	1.7×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
・空水冷 ヒート ポンプ ・室内機	IDEA v.2.3 : 268213000 エアコン ディショナ(ウインド 形、セパレート形を除く)	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 272213000 エアコン ディショナ	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID「291401 冷凍機・ 温湿調整装置」(購入者 価格)	CO ₂	2.50	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.12	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.02	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	19.6	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	6.4×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	1.7×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
	3EID「332101 民生用エ アコンディショナ」(購 入者価格)	CO ₂	2.57	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.14	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.03	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	4.5×10 ⁻¹	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	8.4×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	2.8×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
冷凍機	IDEA v.2.3 : 268211000 冷凍機	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
配管材料	LCA 日本フォーラム 「溶接鋼管の製造」	CO ₂	1.636	kgCO ₂ /kg	化石資源由来	
		CH ₄	7.079×10 ⁻⁴	kgCH ₄ /kg	発生源不特定	
		N ₂ O	1.366×10 ⁻⁴	kgN ₂ O/kg		
		SF ₆	4.385×10 ⁻¹¹	kgSF ₆ /kg		
	IDEA v.2.3 : 234117000 ステンレ ス鋼管	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考	
	IDEA v.2.3 : 232119000 普通鋼鋼管	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	IDEA v.2.3 : 253111000 金属製管継手	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID「262201 鋼管」(購入者価格)	CO ₂	12.99	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.36	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.05	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	1.1×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	7.6×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	2.2×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
	3EID「263102 鋳鉄管」(購入者価格)	CO ₂	8.21	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.36	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.06	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	9.0×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	7.6×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	3.3×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
	3EID「289903 配管工事 付属品・粉末や金製品・ 道具類」(購入者価格)	CO ₂	3.85	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.16	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.02	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	9.5×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
PFCs		6.8×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円			
SF ₆		3.2×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円			
A 重油ボイラ	IDEA v.2.3 : 261112000 水管ボイラ	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				
	3EID「291101 ボイラ」 (購入者価格)	CO ₂	2.38	tCO ₂ /百万円		
		CH ₄	0.10	tCO ₂ eq/百万円		
		N ₂ O	0.01	tCO ₂ eq/百万円		
		HFCs	9.3×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円		
		PFCs	9.7×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円		
		SF ₆	1.5×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円		
・熱源水槽 ・貯湯槽	IDEA v.2.3 : 271913000 産業用電熱装置	CO ₂				
		CH ₄				
		N ₂ O				
		SF ₆				

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考
	3EID「301501 化学機械」(購入者価格)	CO ₂	2.69	tCO ₂ /百万円	
		CH ₄	0.11	tCO ₂ eq/百万円	
		N ₂ O	0.02	tCO ₂ eq/百万円	
		HFCs	1.5×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円	
		PFCs	3.4×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円	
		SF ₆	1.3×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円	
不凍液	IDEA v.2.3 : 173218000 プロピレングリコール	CO ₂			
		CH ₄			
		N ₂ O			
		SF ₆			
	3EID「204101 脂肪族中間物」(購入者価格)	CO ₂	10.99	tCO ₂ /百万円	
		CH ₄	1.20	tCO ₂ eq/百万円	
		N ₂ O	0.22	tCO ₂ eq/百万円	
		HFCs	1.8×10 ⁻²	tCO ₂ eq/百万円	
		PFCs	1.6×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円	
		SF ₆	3.2×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円	
資機材輸送	IDEA v.2.3 : 441113000 特種用途車輸送サービス, 営業用	CO ₂			
		CH ₄			
		N ₂ O			
		SF ₆			
	3EID「572201 道路貨物輸送(除自家輸送)」(購入者価格)	CO ₂	4.02	tCO ₂ /百万円	
		CH ₄	0.18	tCO ₂ eq/百万円	
		N ₂ O	0.05	tCO ₂ eq/百万円	
		HFCs	8.3×10 ⁻³	tCO ₂ eq/百万円	
		PFCs	4.1×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円	
		SF ₆	4.5×10 ⁻⁴	tCO ₂ eq/百万円	

※LCA 日本フォーラムデータベースに収録された原単位データは単位プロセス型のデータであるため、「LCA 日本フォーラム」を情報源として記載されている原単位データについては、IDEA (MiLCA) を用いて積み上げ計算を行った結果を記載している。

5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項

LCA 実施者は、LCA で採用した活動量データ、原単位の変動や配分手法による変化が、温室効果ガス排出量の算定結果にどの程度の影響を及ぼすか、それが許容範囲であるかどうかを検討し、算定結果の信頼性を評価するために、感度分析を実施することが望ましい。

6. レビューの実施に関する留意事項

LCA 実施者は、自らの所属団体で内部レビューを実施する。レビュー実施者はチェックリスト等を基にレビューを行い、結果の適切性、妥当性等を評価する。

【解説・注釈】

- ・レビューはデータの選択や結果等が LCA 実施主体にとって過度に有利でないかどうかを確認し、LCA の結果を客観的に評価し信頼性を高める手続きとして位置づける。
- ・ここでいうレビューとは、ISO14040 への準拠を確認するものではなく、本ガイドラインの算定基準との整合性を取ることを目的とする。
- ・ISO14040 では、本ガイドラインにおける「対象プロセス」と「オリジナルプロセス」のように、異なる製品間の比較主張を行う場合、利害関係者によるレビューを実施しなければならないこととされているが、本ガイドラインでは「事業者にとっての作業負担」を考慮し、内部レビューでよいこととした。ただし、算定結果の適切性や妥当性等に疑義がある場合や、内部レビューのみでは不十分と考えられる場合には、外部レビューを行うことが望ましい。
- ・内部レビューを行うにあたっては、次頁に示すようなチェックリストを用いて行うことが求められる。

表 6-1 内部レビューにおけるチェックシート（例）

		レビュー年月日	〇〇年〇月
		レビュー実施者	〇〇〇〇
章	タイトル	項目	Check
2	LCA の基本的な考え 方に関する 留意事項	1. 対象とする熱利用システムは、本ガイドラインに合致しているか？ 2. 機能単位を適切に設定しているか？ 3. プロセスフローは明確化されているか？ 4. 他の熱源と組み合わせる場合、原則としてシステム拡張を行い、全ての熱源機器のプロセスフローをシステム境界内に含めているか？ 5. 比較対象とするオリジナルプロセスとそのプロセスフローを、本ガイドラインに沿って設定しているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	活動量データの収集・ 設定に関する 留意事項	1. 使用する入出力に関する全ての活動量データ(カットオフ基準を満たすものを除く)が収集されているか？ 2. 原料調達段階における温室効果ガスは適切に考慮されているか？ 3. 各設備資材の想定寿命(想定使用年数)を適切に設置しているか？ 4. 製造段階における温室効果ガスは適切に考慮されているか？ 5. 流通段階における温室効果ガスは適切に考慮されているか？ 6. 使用段階における温室効果ガスは適切に考慮されているか？ 7. 物理量(質量、発熱量等)又は経済価値(価格)が相当割合を占める投入物の活動量について一次データを取得し、温室効果ガス排出量を算出しているか？ 8. 高い精度のデータが収集されるよう留意されているか？ 9. カットオフ基準は守られているか？ 10. 配分が回避されるよう、可能な限りシステム境界の拡張やプロセスの細分化が行われているか？ 11. 配分が必要な場合、適切に配分されているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	温室効果ガス排出原単位データの 収集・設定	1. 設定したプロセスに適切な排出原単位が使用されているか？ 2. 地球温暖化対策法に基づく排出係数は最新のデータが使用されているか？また、利用している電力事業者が公表している原単位が使用されているか？ 3. LCI データベース利用の優先順位は守られているか？ 4. 使用する LCI データは精度が担保され、かつ、最新のものとなっているか？ 5. 海外事業の場合の排出原単位はできるだけ現地のデータが使用されているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	温室効果ガス排出量の 評価	1. 配分が回避されるよう、プロセスは可能な限り細分化されているか？ 2. 配分が必要な場合、適切に配分されているか？ 3. 温室効果ガス排出量の評価は適切に行われているか？ 4. GWP には、IPCC 第 4 次報告書(2024 年以降に実施する算定においては第 5 次報告書)に記載された数値が使用されているか？ 5. 感度分析は適切に行われているか？ 6. 温室効果ガス排出削減効果の評価は適切に行われているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

参考資料：「熱利用」を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）における温室効果ガス削減効果算定事例

（本参考資料における温室効果ガス削減効果は、「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」が策定された平成 25 年 3 月時点でのデータを用いた算定結果である）

1. 対象とする再生可能エネルギー等導入事業

本参考資料で温室効果ガス削減効果の算定事例を提示する再生可能エネルギー等導入事業の概要を、別表 1-1 に示す。

別表 1-1 本参考資料で対象とした再生可能エネルギー等導入事業の概要

ケース名	区分	対象事業	事業の概要
CASE1	地中熱利用システム	A 病院	(導入設備) 井水熱源式高効率ヒートポンプ 75HP、熱源水ポンプ×2、給湯槽昇温ポンプ×2、冷温水ポンプ×1、熱源井戸ポンプ×1、給湯加圧ポンプ×1 貯湯槽・熱源水槽、熱源制御盤、熱源監視装置
CASE2		B 道路融雪事業者	水循環(オープンループ)に該当する道路融雪システム <ul style="list-style-type: none"> ・取水井ケーシング径 250mm×深さ 150m ・水中ポンプ 80mm、600Liter/min、15kW ・還元井ケーシング径 250mm×深さ 100m(戻り配管は最低 40m 深さの地下水位以下まで設置) ・消雪面積 1,500m² ・口径 15mm の放熱管を 200mmピッチ、路面より 7cm 深さに埋設 ・取水井と還元井の間は 30m 以上離して設置 ・入口 15℃、出口 10℃で舗装面(歩道又は車道)を加熱 ・水中ポンプは 100m 程度の深さに設置 ・降雪・気温低下で水中ポンプを運転し、降雪終了後、30 分継続運転してからポンプ停止 ・年間運転時間は降雪約 800 時間、凍結防止約 200 時間
CASE3		C 民間オフィスビル	<ul style="list-style-type: none"> ・クローズドループによるもので、基本システムは、ボアホール型の地中熱交換器、ヒートポンプおよび室内機から構成(運転状況をモニターする計測システムを付備) ・RC 造り 5 階建ての小規模なビルで、1~3 階がテナント用のオフィスフロア(各階の専有床面積 101m²) ・改修前:各階でそれぞれ 8 馬力の空気熱源のヒートポンプが 1 台ずつ稼働(3 台合計で暖房 78.0kW、冷房 67.8kW) ・空調設備を 3 フロアまとめたかたちで、ビルマルチタイプの 20 馬力の空水冷式ヒートポンプ(暖房 63.0kW、冷房 56.0kW、地中熱に水冷を利用)に置き換え ・地中熱で十分な熱量が賄えない場合に、バックアップとしての空冷に切り替え可能(地中熱源による水冷運転を基本とし、熱源水の温度と外気温が逆転し、その差が 5℃以上となると自動的に空冷運転) ・4、5 階の居住用フロアについては、地中熱利用による改修の対象でない ・一次側流体:プロピレングリコール 20%の不凍液を毎分 100L で循環 ・二次側:直膨式、冷媒に R410A を使用 ・地中熱交換器:車 2 台分の駐車場(6m×5m)、ボアリング孔 75m×8 本、U 字管(ダブル)、1 号珪砂を充填 ・ボアホールは 2 度の傾斜角で掘削、孔底で 4m 感覚となるように調整 ・ボアホールの上部に雨水浸透弁を設置、地中での熱交換効率の向上を企図 ・地中熱交換器の上部で、地表から 80cm の深さで横引き配管

ケース名	区分	対象事業	事業の概要
CASE4	大気熱利用システム	D 営業倉庫における冷凍/冷蔵事業	<ul style="list-style-type: none"> ・省エネ化によって地球環境負荷低減を図ることを目的として、現在設置されているレゾ式2段圧縮機冷凍機を高効率型スクロール冷凍機へ代替 ・冷蔵容積:94,901m³ ・庫内温度:-25℃±2℃ ・既設レゾ式2段圧縮機冷凍機7台(消費電力105.0kW/台)を高効率型スクロール冷凍機5台(132.868kW/台を4台と88.5kW/台を1台)に代替 ・一部の配管を代替 ・冷却設備電気制御装置(冷却設備制御関連盤、冷却設備動力制御盤、自動制御盤)を新たに導入 ・冷媒はR22を追加投入

2. CASE1：民間A病院

(1) 対象事業とLCA実施の目的の設定

本事業は、エネルギー消費量の低減及び環境負荷の低減を図ることを目的として、空調及び給湯設備について、従来のA重油ボイラから地中熱ヒートポンプ(単体利用、オープンループ)への置き換えを行ったものである。LCA実施の目的は、空調及び給湯設備を従来のA重油ボイラから省エネタイプのヒートポンプに置き換えたことによる温室効果ガス削減効果を評価することである。

(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

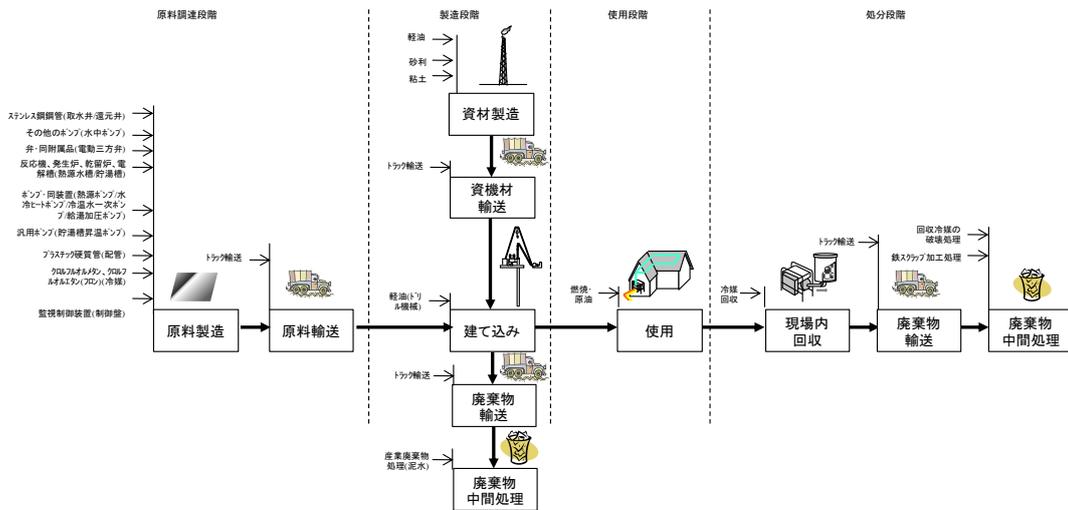
本事例に係る機能単位は、「対象施設が存在する市町村の病院用途での1年間の空調・給湯利用(面積2,790m²)」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフロー

対象プロセスのプロセスフローを別図2-1に示す。プロセスフローの区分は、昨年度策定した「バイオ燃料の温室効果ガス削減効果に関するLCAガイドライン」に沿って、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の5段階とした。原料調達段階はさらに「原料製造」と「原料輸送」の2工程に、製造段階は「資材製造」、「資機材輸送」、「建て込み」、「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の5工程に、処分段階は「現場内回収」、「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の3工程に細分化した。

建て込み工程に必要な機材(ドリル機械、井戸水汲み上げポンプ等)は、当該システムの建て込み以外の用途でも用いられ、その製造工程のGHG排出量に占める当該システムの建て込み分の寄与率は無視できるレベルと考えられるため、本事例では輸送工程のみシステム境界内とし、「機材製造工程」は対象外とした。



別図2-1 対象プロセスのプロセスフロー

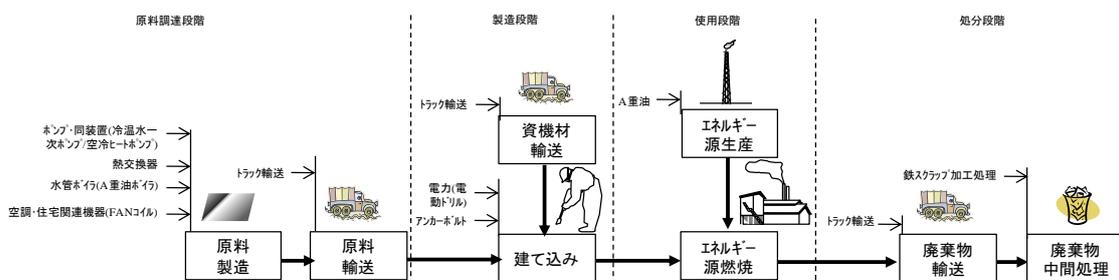
(イ) オリジナルプロセスのプロセスフロー

オリジナルプロセスのプロセスフローを別図2-2に示す。オリジナルプロセスは、地中熱利用システム導入前に設置されていた「A重油ボイラ」と設定した。

プロセスフローの区分は、基本的に対象プロセスと同様とするが、

○製造段階で粘土・砂利を使用しないため、廃棄物輸送・中間処理工程がない

○使用段階で重油を使用するため、重油の「生産」段階と「燃焼」段階に細分化することとした。



別図2-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ

対象プロセスの段階別プロセスデータを以下に示す。なお、取水井用鋼管／還元井用鋼管の使用年数は耐用年数から50年間、その他の部資材の使用年数は15年間と設定し、その間の地中熱利用システムの建て替えを考慮し、各段階の温室効果ガス排出量を割り込んだ。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 2-1 に示す。

原料製造工程では取水井、還元井、水冷ヒートポンプ等に関して自社データを、その他の部材に関して二次情報を用いた（事業者ヒアリングの際に、二次情報を用いた部材の中に、水冷ヒートポンプと同等の重量又は価格のものはないことを確認した）。

原料輸送工程では 10 トントラック（積載率 50%、往復）を用いることとして、Map Fan Web（URL；<http://www.mapfan.com/routemap/routeset.cgi>）で検索し、実際の輸送距離（241.6km）を求めた。

別表2-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
原料製造		取水井用鋼管	5.50E+01	kg	自社データ	<ul style="list-style-type: none"> ・長さの出典:「地下水利用ヒートポンプの導入による燃料費とCO2の削減について」(第6回地下水利用技術セミナー資料) ・材質はSUS304(sch20)と仮定 (http://www.town.kizu.kyoto.jp/attachments/20110113160517655.pdf) ・単位重量の出典はJIS G3459(http://www.tokyo-sekkei.com/91_haikan/haikan_hyou_zumen/51_sus(7_93)/sus304_03_sch20_hyou_zumen.htm)
		水中ポンプ	4.00E-02	台	自社データ	事業者提供資料
		還元井用鋼管	5.61E+01	kg	自社データ	取水井用鋼管に同じ
		電動三方弁	6.72E+02	円	二次情報	(株)アイシステム製太陽熱給湯システム用の価格を当てはめ(http://www.s-aisystem.co.jp/wp-content/uploads/catalog20100706.pdf)
		熱源水槽	4.00E-02	台	自社データ	事業者提供資料
		熱源ポンプ	2.34E+03	円	二次情報	ヤジマ温泉お風呂(株)製CP155の価格を当てはめ(http://www.onsenofuro.com/of_yg.htm)
		水冷ヒートポンプ	2.80E+06	円	自社データ	事業者ヒアリング結果
		貯湯槽	4.00E-02	台	自社データ	事業者提供資料
		貯湯槽昇温ポンプ	4.28E+00	kg	二次情報	(株)川本製作所製GEL-655M-4MN3.7の値を当てはめ(http://www.kawamoto.co.jp/catalog/50hz_2010/50hz2010.htm?p=31_n)
		冷温水一次ポンプ	4.45E+04	円	二次情報	宮崎病院設備改修の価格を当てはめ(http://www.pref.miyazaki.lg.jp/parts/000053646.pdf)
		給湯加圧ポンプ	3.99E+03	円	二次情報	(株)日立製作所製H-PB100FVの値を当てはめ(http://kadenfan.hitachi.co.jp/lineup/category.php/08/080103/1/)
		配管	1.59E+01	kg	二次情報	「関東地方の地中熱利用」水冷システム用の冷却水配管(50A)の値を当てはめ(http://www.geohpaj.org/information/doc/ohoka.pdf)
		冷媒	6.63E-01	kg	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> ・充填体積は東芝キャリア(株)製スクルーチラー空冷ヒートポンプの値を当てはめ (http://www.cextension.jp/tccj/webcat/B00805/B00805.pdf) ・R134aの密度の出典はCHRIP(http://www.safe.nite.go.jp/japan/sougou/view/TotalSrchInput_jp.faces)
	制御盤・制御パネル	4.00E-02	式	自社データ	事業者ヒアリング結果	
原料輸送		取水井用鋼管	1.35E+01	t-km	自社データ	<ul style="list-style-type: none"> ・重量は原料製造段階と同様 ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(241.6km)を算定

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
		水中ポンプ	5.11E+01	t-km	自社データ	・重量は(株)川本製作所製US2-655-3.7R(http://www.kawamoto.co.jp/catalog/50hz_2010/50hz2010.htm?p=220.n) ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(241.6km)を算定
		還元井用鋼管	2.76E+01	t-km	自社データ	取水井用鋼管に同じ
		熱源水槽	2.36E+02	t-km	自社データ	・槽容量の出典:「平成20年度エネルギー使用合理化事業者支援成果」 ・容量1m3当たり重量は、「ゼネラルヒートポンプ製品と納入事例」氷熱水槽の値(ホテルトラスティ名古屋の事例)を当てはめ(http://www.zeneral.co.jp/sikumi/img/tokucho.pdf) ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(241.6km)を算定
		熱源ポンプ	2.20E+00	t-km	自社データ	「関東地方の地中熱利用」水冷システム用の熱源水ポンプの値を当てはめ(http://www.geohpaj.org/information/doc/ohoka.pdf)
		貯湯槽	3.15E+02	t-km	自社データ	熱源水槽に同じ
		貯湯槽昇温ポンプ	2.11E+00	t-km	自社データ	取水井用鋼管に同じ
		給湯加圧ポンプ	1.38E+01	t-km	自社データ	・重量の出典は原料製造段階と同様 ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(241.6km)を算定
		配管	7.84E+00	t-km	自社データ	取水井用鋼管に同じ

b. 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表2-2に示す。製造段階については、施工業者から、ほとんどの入出力に関して自社データを入手できたため、それをもとに活動量を設定し、算定した。

別表2-2 製造段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
資材製造		ドリル機械軽油	5.00E+01	l	自社データ	事業者ヒアリング結果
		粘土	4.00E+01	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		砂利	1.15E+02	m3	自社データ	・重量は事業者ヒアリング結果 ・密度の出典は「ケイ酸塩系表面含浸材によるコンクリートの品質向上効果の基礎的評価」(http://thesis.ceri.go.jp/center/doc/geppou/zairyu/00160470201.pdf)
資機材輸送		ドリル機械	4.15E+00	t-km	自社データ	・重量は「建設機械等損料算定表」(http://www.mlit.go.jp/common/000113697.pdf) ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(10.7km)を算定
		井戸水汲み上げポンプ	6.85E+01	t-km	自社データ	・重量は(株)安間エンジニアリング製NP700(http://www.yasuma-eng.co.jp/service/001.pdf) ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(10.7km)を算定
		粘土	1.24E+00	t-km	自社データ	・重量は事業者ヒアリング結果 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(31.0km)を算定
		砂利	1.11E+00	t-km	自社データ	・重量は事業者ヒアリング結果 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(36.9km)を算定

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
建て込み		ドリル機械軽油	1.89E+03	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果
		井戸水汲み上げポンプ電力	7.54E+01	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果
廃棄物輸送		泥水	1.44E+01	t-km	自社データ	・泥水体積、輸送距離は事業者ヒアリング結果 ・比重の出典は「流動化処理土の地震時力学特性についての基礎的研究」 (http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/2003/58-3/58-3-0621.pdf)
廃棄物中間処理		泥水	1.20E+04	円	自社データ	・泥水体積は事業者ヒアリング結果 ・廃棄物処理単価の出典は「新技術情報提供システム」 (http://www.netis.mlit.go.jp/RenewNetis/Search/Nt/NtDetailPreview.asp?REG_NO=QS-040002&TabType=&nt=nt&pFlg=1)

c. 流通段階におけるプロセスデータ

本事例では、地中熱利用システムを建設する場所と使用する場所は同一であり、その間の流通工程は存在しない。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表2-3に示す。地中熱利用システム導入後の平成21年2月～平成22年1月の1年間の電気使用実績を用いた。

別表2-3 使用段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
		電力	2.91E+05	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表2-4に示す。

処分段階では、「鉄くず」として輸送され、「鉄スクラップへの加工」が行われることとして算定した。

別表2-4 処分段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
廃棄物輸送		鉄くず	1.29E+02	t-km	自社データ	・鉄くず重量は原料製造段階に同じ ・輸送距離は事業者ヒアリング結果
廃棄物中間処理		鉄くず	4.53E+04	円	二次情報	・鉄くず重量は原料製造段階に同じ ・処理単価の出典は鈴木金属ホームページ (http://www.suzukin.jp/01/)

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

なお、A 重油ボイラの耐用年数は、「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」（建物附属設備－冷房、暖房、通風又はボイラ設備－その他のもの）に基づき 15 年と設定し、「原料調達段階」、「製造段階」、「処分段階」からの排出量を 15 年で割り込んだ。原単位データの選定の考え方は、対象プロセスと同様とした。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 2-5 に示す。

算定にあたっての考え方は基本的に対象プロセスと同様であるが、投入される部材は 4 種類のみ（冷温水一次ポンプ、熱交換器、A 重油ボイラ、空冷ヒートポンプ）であり、部材の投入量は対象プロセスよりも小さい。

別表2-5 原料調達段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
原料製造		冷温水一次ポンプ	7.42E+04	円	二次情報	宮崎病院設備改修の価格を当てはめ (http://www.pref.miyazaki.lg.jp/parts/000053646.pdf)
		熱交換器	6.67E-02	台	自社データ	事業者提供資料
		A重油ボイラ	6.67E-02	台	自社データ	事業者提供資料
		空冷ヒートポンプ	6.60E+05	円	二次情報	東大・大岡先生の研究における空冷ヒートポンプの価格を当てはめ (http://www.geohpai.org/information/doc/ohoka.pdf)
原料輸送		冷温水一次ポンプ		t-km	自社データ	・重量は原料製造段階と同様 ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(246.1km)を算定
		熱交換器	9.19E-01	t-km	自社データ	・重量は(株)旭製作所製HEB450-450の値を当てはめ (http://www.theglassplant.com/asahi/japanese/products/coil_heat_exchanger/products4.php) ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(246.1km)を算定
		A重油ボイラ	2.17E+01	t-km	自社データ	・重量は昭和鉄工(株)製SV-3004の値を当てはめ (http://www.showa.co.jp/air/sv/sv_all.pdf) ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(246.1km)を算定
		空冷ヒートポンプ	3.87E+01	t-km	自社データ	・重量はゼネラルヒートポンプ工業(株)製ZP-AE560K-Tの値を当てはめ (http://www.zeneral.co.jp/download/pdf_data/catalog_zpk.pdf) ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき、実際の輸送距離(246.1km)を算定

b. 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 2-6 に示す。

算定にあたっての考え方は基本的に対象プロセスと同様であるが、ドリル機械等の重機を使用せず、電動ドリルを用いた設置工事を想定した。

別表2-6 製造段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
資機材	輸送	電動ドリル	9.70E-03	t-km	自社データ	・重量は日立工機(株)製DH40MRYの値を当てはめ (http://www.hitachi-koki.co.jp/powertools/products/drill/dh40mry/dh40mry.html) ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき実距離を算定
建て込み		電動ドリル	5.87E-01	kWh	二次情報	日立工機(株)製DH40MRYを8時間利用するとして算出 (http://www.hitachi-koki.co.jp/powertools/products/drill/dh40mry/dh40mry.html)

c. 流通段階におけるプロセスデータ

オリジナルプロセスについても、地中熱利用システムを建設する場所と使用する場所は同一であり、その間の流通工程は存在しない。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 2-7 に示す。地中熱利用システム導入前の平成 20 年 2 月～平成 21 年 1 月の 1 年間の重油使用実績を用いた。

別表2-7 使用段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
エネルギー	生産	A重油	1.35E+05	l	自社データ	・A重油の使用料金実績の出典は事業者提供資料 ・評価時点のA重油単価の出典は(財)日本エネルギー経済研究所石油情報センターホームページ(http://oil-info.iej.or.jp/price/data/Ajuyu.pdf) ・A重油ボイラの耐用年数は50年と仮定
エネルギー	燃焼	A重油	5.29E+06	MJ	自社データ	・A重油の体積は重油生産段階に同じ ・A重油のエネルギー単位熱量の出典は「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則」別表第一

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表 2-8 に示す。算定にあたっての考え方は、対象プロセスと同様とした。

別表2-8 処分段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
廃棄物	輸送	鉄くず	1.83E+00	t-km	自社データ	・鉄くず重量は原料輸送段階に同じ ・輸送距離は事業者ヒアリング結果
廃棄物	中間処理	鉄くず	6.19E+03	円	二次情報	・鉄くず重量は原料輸送段階に同じ ・処理単価の出典は鈴木金属ホームページ (http://www.suzukin.jp/01/)

(4) LCAの結果の評価

(ア) 対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 2-9 に示す。温室効果ガス排出量 (CO₂ 換算)

で見ると、使用段階が全体の94.5%を占めた。次いで排出量が多いのは原料調達段階5.2%であり、原料調達+使用で99.7%となった。

別表 2-9 対象プロセスのLCA算定結果

工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計	
CO2	排出量(kg)	3.20.E+03	2.18.E+02	0.00.E+00	8.98.E+04	9.41.E+01	9.33.E+04
	割合	3.4%	0.2%	0.0%	96.2%	0.1%	
CH4	排出量(kg)	2.10.E+00	2.30.E-01	0.00.E+00	0.00.E+00	6.44.E-02	2.39.E+00
	割合	87.7%	9.6%	0.0%	0.0%	2.7%	
N2O	排出量(kg)	2.12.E-01	8.87.E-03	0.00.E+00	0.00.E+00	5.16.E-03	2.26.E-01
	割合	93.8%	3.9%	0.0%	0.0%	2.3%	
SF6	排出量(kg)	7.10.E-02	2.62.E-08	0.00.E+00	0.00.E+00	5.10.E-14	7.10.E-02
	割合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果ガス (CO ₂ 換算) [※]	排出量(kg)	4.93.E+03	2.26.E+02	0.00.E+00	8.98.E+04	9.73.E+01	9.51.E+04
	割合	5.2%	0.2%	0.0%	94.5%	0.1%	

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(イ) オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表2-10に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、使用段階が全体の99.0%を占めた。対象プロセスに比べ使用段階が占める割合が大きい理由は、オリジナルプロセスのほうが原料調達段階での部材投入量が少なく、使用段階での重油使用量が多いためである。

別表 2-10 オリジナルプロセスのLCA算定結果

工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計	
CO2	排出量(kg)	2.36.E+03	1.83.E-01	0.00.E+00	4.23.E+05	1.09.E+01	4.26.E+05
	割合	0.6%	0.0%	0.0%	99.4%	0.0%	
CH4	排出量(kg)	1.44.E+00	1.37.E-06	0.00.E+00	4.52.E+02	6.57.E-03	4.53.E+02
	割合	0.3%	0.0%	0.0%	99.7%	0.0%	
N2O	排出量(kg)	1.34.E-01	2.04.E-08	0.00.E+00	6.70.E+00	6.72.E-04	6.84.E+00
	割合	2.0%	0.0%	0.0%	98.0%	0.0%	
SF6	排出量(kg)	8.40.E-02	2.16.E-20	0.00.E+00	6.19.E-12	6.93.E-15	8.40.E-02
	割合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果ガス (CO ₂ 換算) [※]	排出量(kg)	4.36.E+03	1.83.E-01	0.00.E+00	4.37.E+05	1.12.E+01	4.41.E+05
	割合	1.0%	0.0%	0.0%	99.0%	0.0%	

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(ウ) 温室効果ガス削減効果の算定結果

温室効果ガス削減効果の算定結果を別表2-11に示す。

地中熱利用システムの導入により原料調達段階、製造段階、処分段階の温室効果ガス排出量は増加したが、使用段階の排出量が大きく減少したため、ライフサイクル全体では78.4%の削減となった。

別表 2-11 本事業による温室効果ガス排出削減効果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出削減効果(kg)	-8.35.E+02	-2.18.E+02	0.00.E+00	3.33.E+05	-8.33.E+01	3.32.E+05
	削減割合	-35.3%	-119302.6%	-	78.8%	-765.7%	78.1%
CH ₄	排出削減効果(kg)	-6.58.E-01	-2.30.E-01	0.00.E+00	4.52.E+02	-5.78.E-02	4.51.E+02
	削減割合	-45.8%	-16808330.9%	-	100.0%	-880.1%	99.5%
N ₂ O	排出削減効果(kg)	-7.79.E-02	-8.87.E-03	0.00.E+00	6.70.E+00	-4.49.E-03	6.61.E+00
	削減割合	-58.0%	-43528183.5%	-	100.0%	-667.6%	96.7%
SF ₆	排出削減効果(kg)	1.30.E-02	-2.62.E-08	0.00.E+00	6.19.E-12	-4.40.E-14	1.30.E-02
	削減割合	15.4%	-121024474377750.0%	-	100.0%	-635.1%	15.4%
温室効果ガス (CO ₂ 換算) [※]	排出削減効果(kg)	-5.80.E+02	-2.26.E+02	0.00.E+00	3.47.E+05	-8.60.E+01	3.46.E+05
	削減割合	-13.3%	-123873.2%	-	79.4%	-765.6%	78.4%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(5) 感度分析の実施

上記(4)の結果から、全体のライフサイクルCO₂排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセスともに、使用段階の電力・A重油消費が挙げられた。そのため、以下に示すとおり、電力とA重油について「消費量を±25%変動させた場合^{*}」、「原単位データの情報源を変更した場合」をシナリオとする感度分析を実施した。

※本ケースでは、ISO14044で例示されている変動幅(±25%)を採用した。

<対象プロセス>

○シナリオ1： 使用段階の電力消費量(活動量データ)を±25%変動させた場合

標準ケース： 対象プロセス

ケース1： 使用段階の電力消費量を25%増加させた場合

ケース2： 使用段階の電力消費量を25%減少させた場合

○シナリオ2： 使用段階の電力生産の原単位データ(温対法に基づく電気事業者別排出係数：0.000423tCO₂/kWh)の情報源を変更した場合

ケース1： LCA日本フォーラムデータベース「電力生産」の原単位データ

(4.529×10⁻¹kgCO₂/kWh、1.388×10⁻⁴kgCH₄/kWh、
2.360×10⁻⁵kgN₂O/kWh、1.500×10⁻⁸kgSF₆/kWh)を採用した場合

ケース2： MiLCA「発電,系統電力」の原単位データ(4.633×10⁻¹kgCO₂/kWh、

1.695×10⁻⁴kgCH₄/kWh、5.602×10⁻⁵kgN₂O/kWh、

2.795×10⁻¹⁷kgSF₆/kWh)を採用した場合

<オリジナルプロセス>

- シナリオ1： 使用段階のA重油消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合
標準ケース： 対象プロセス
- ケース1： 使用段階のA重油消費量を25%増加させた場合
- ケース2： 使用段階のA重油消費量を25%減少させた場合
- シナリオ2： 使用段階のA重油生産工程の原単位データ（LCA日本フォーラムデータベース「A重油」： $2.552 \times 10^{-1} \text{kgCO}_2/\text{l}$ 、 $3.042 \times 10^{-3} \text{kgCH}_4/\text{l}$ 、 $4.556 \times 10^{-5} \text{kgN}_2\text{O}/\text{l}$ 、 $2.096 \times 10^{-19} \text{kgSF}_6/\text{l}$ ）の情報源を変更した場合
- ケース1： MiLCA「A重油の製造」の原単位データ（ $2.759 \times 10^{-1} \text{kgCO}_2/\text{l}$ 、 $3.344 \times 10^{-3} \text{kgCH}_4/\text{l}$ 、 $4.966 \times 10^{-5} \text{kgN}_2\text{O}/\text{l}$ 、 $4.586 \times 10^{-17} \text{kgSF}_6/\text{l}$ ）を採用した場合
- ケース2： 3EID「石油製品」（購入者価格）の原単位データ（ $5.51 \text{tCO}_2/\text{百万円}$ 、 $1.92 \text{tCH}_4/\text{百万円}$ 、 $0.04 \text{tN}_2\text{O}/\text{百万円}$ 、 $2.8 \times 10^{-2} \text{tSF}_6/\text{百万円}$ ）を採用した場合

感度分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス>

- シナリオ1： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減も±25%程度であり、当該活動量データの精度がほぼそのままインベントリ分析の精度に直結する結果となった。
- シナリオ2： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は30～50%以上にも上り、当該原単位データの選定が全体のライフサイクルCO₂排出量に与える影響は非常に大きいことがわかった。

<オリジナルプロセス>

- シナリオ1： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減も±25%程度であり、当該活動量データの精度がインベントリ分析の精度に直接的に影響する結果となった。
- シナリオ2： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±5%前後となり、インベントリ分析の結果に与える影響は限定的であることがわかった。

別表2-12 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ1:使用段階の電力消費量 (活動量データ)を±25% 変動させた場合		シナリオ2:使用段階の電力生産の 原単位データの情報源を 変更した場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	-	使用段階の電力 消費量+25%	使用段階の電力 消費量-25%	LCA 日本フォーラム DB「電力生産」	MiLCA「発電, 系統電力」
温室効果ガス 排出量 (kgCO ₂ e/年)	9.51E+04	1.18E+05	7.26E+04	1.29.E+05	1.46.E+05
増減割合	-	23.6%	-23.6%	35.8%	53.6%

別表2-13 オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ1:使用段階のA重油 消費量(活動量データ)を ±25%変動させた場合		シナリオ2:使用段階のA重油 生産工程の原単位データの 情報源を変更した場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	-	使用段階のA重 油消費量+25%	使用段階のA重 油消費量-25%	MiLCA 「A重油の製造」	3EID「石油製品」 (購入者価格)
温室効果ガス 排出量 (kgCO ₂ e/年)	4.41E+05	5.50E+05	3.32E+05	4.72.E+05	4.21.E+05
増減割合	-	24.8%	-24.8%	7.0%	-4.4%

3. CASE2：B道路融雪事業

(1) 対象事業とLCA実施の目的の設定

本事業は、「当該施設が存在する市町村における地下水取水規制を遵守しつつ、エネルギー消費量及びランニングコストの低減を図ること」を目的として、水循環（オープンループ）式の地中熱利用システムを導入したものである。LCA実施の目的は、当該施設が存在する市町村においてオリジナルプロセスと想定される、「電気ロードヒーティング（電熱線式）」に対する温室効果ガス削減効果を評価することである。

(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

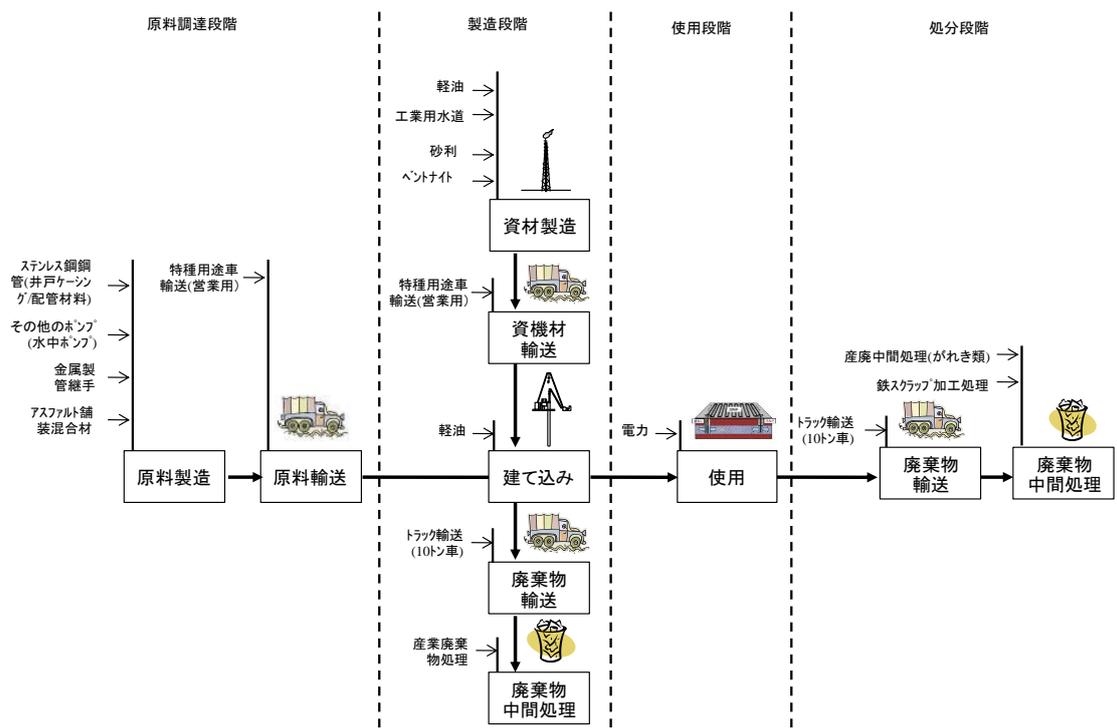
本事例に係る機能単位は、「当該施設が存在する市町村における1年間の道路融雪（面積1,500m²）」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図3-1に示す。

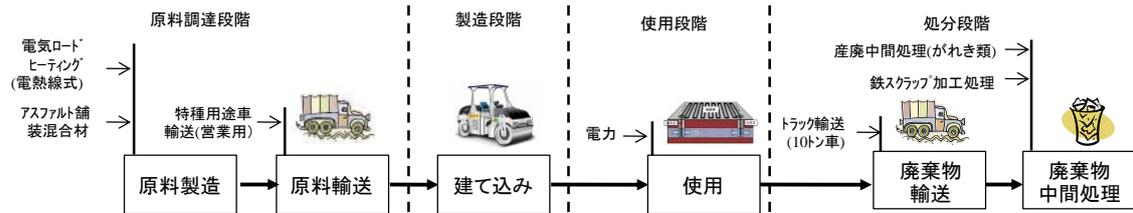
プロセスフローの区分は、CASE1と同様、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の5段階とした。原料調達段階はさらに「原料製造」と「原料輸送」の2工程に、製造段階は「資材製造」、「資機材輸送」、「建て込み」、「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の5工程に、処分段階は「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の2工程に細分化した。本事例についても、CASE1と同様の考え方から、「機材製造工程」はシステム境界外とした。



別図3-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図3-2に示す。オリジナルプロセスは、事業者ヒアリングの結果に基づき「電気ロードヒーティング（電熱線式）」と設定した。プロセスフローの区分は、基本的に対象プロセスと同様とした。



別図3-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ収集

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

なお、各資部材の使用期間は耐用年数と同じとして、「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」に基づき以下のとおり設定し、その間の地中熱利用システムの建て替えを考慮し、各段階の温室効果ガス排出量を割り込んだ。

- 井戸ケーシング： 38年
(構築物－金属造のもの－事務所用又は美術館用のもの及び左記以外のもの)
- 水中ポンプ、配管材料、継手： 15年 (建物付属設備－給排水設備)
- アスファルト舗装混合材： 10年
(構築物－舗装路面－アスファルト敷のもの)

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表3-1に示す。

原料製造工程・原料輸送工程ともに、すべての入出力に関して自社データを入手できたため、それをもとに活動量を設定し、温室効果ガス排出量を算出した。

別表 3-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
原料製造	－	井戸ケーシング	2.79E+02	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		水中ポンプ	7.89E-02	台	自社データ	事業者ヒアリング結果
		配管材料	7.82E+02	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		継手	7.89E-01	個	自社データ	事業者ヒアリング結果
		コンクリート	1.46E+05	円	自社データ	・舗装面積、比重は事業者ヒアリング結果 ・単価は経済調査会「季刊建築施工単価」
原料輸送	－	井戸ケーシング	9.30E+00	t-km	自社データ	・重量は原料製造段階と同様 ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
		水中ポンプ	7.89E-02	t-km	自社データ	事業者ヒアリング結果
		配管材料	2.61E+01	t-km	自社データ	・重量は原料製造段階と同様 ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
		継手	5.92E-01	t-km	自社データ	事業者ヒアリング結果
		コンクリート	8.84E+02	t-km	自社データ	事業者ヒアリング結果

b. 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表3-2に示す。製造段階についても、すべての入出力に関して自社データを入手できたため、それをもとに活動量を設定し、温室効果ガス排出量を算出した。

別表3-2 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
資材製造	—	軽油	7.88E+01	l	自社データ	事業者ヒアリング結果
		水	3.16E+00	m3	自社データ	事業者ヒアリング結果
		砂利	7.37E-01	m3	自社データ	事業者ヒアリング結果
		ベントナイト	1.97E+02	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
資機材輸送	—	軽油	1.32E+03	t-km	自社データ	・体積、輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果 ・密度は石油連盟・日本自動車工業会実測値(冬季)(http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/download/pdf/2004EBXRCP4022.pdf)
		水	6.32E+01	t-km	自社データ	事業者ヒアリング結果
		砂利	3.85E+01	t-km	自社データ	・体積は資材製造工程と同様 ・密度は「ケイ酸塩系表面含浸材によるコンクリートの品質向上効果の基礎的評価」(http://thesis.ceri.go.jp/center/doc/geppou/zairyo/00160470201.pdf) ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
		ベントナイト	3.95E+00	t-km	自社データ	・重量は資材製造工程と同様 ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
		掘削機	5.11E+00	t-km	自社データ	・重量は「建設機械等損料算定表」(http://www.mlit.go.jp/common/000113697.pdf) ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
		泥水ポンプ	1.97E-02	t-km	自社データ	・重量は(株)鶴見製作所製KTV2-80(http://www.tsurumipump.co.jp/products/k_category01/pdf/ktv_sand.pdf) ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
建て込み	—	軽油	2.97E+03	MJ	自社データ	・体積は資材製造工程と同様 ・発熱量換算係数は「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則」別表第一
廃棄物輸送	—	泥水	1.52E+02	t-km	自社データ	・体積、輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果 ・比重は「流動化処理土の地震時力学特性についての基礎的研究」(http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/2003/58-3/58-3-0621.pdf)
廃棄物中間処理	—	泥水	6.32E+04	円	自社データ	・体積は事業者ヒアリング結果 ・処理単価は「新技術情報提供システム」(http://www.netis.mlit.go.jp/RenewNetis/Search/Nt/NtDetailPreview.asp?REG_NO=QS-040002&TabType=&nt=nt&pFlg=1)

c. 流通段階におけるプロセスデータ

地中熱利用システムを建設する場所と使用する場所は同一であり、その間の流通工程は存在しない。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表3-3に示す。事業者ヒアリングの結果をもとに、15kWの水中ポンプが年間で平均約1,000時間（最低800時間～最高1,200時間）稼働するとして、1年間の電力使用量を算出した。

別表3-3 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
使用	—	電力	1.50E+04	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表3-4に示す。

処分段階では、「鉄くず」と「コンクリートくず」に分けて輸送され、鉄くずは「鉄スクラップへの加工」、コンクリートくずは「産廃中間処理（がれき類）」が行われることとして、温室効果ガス排出量を算出した。

別表3-4 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
廃棄物輸送	—	鉄くず	6.73E+01	t-km	自社データ	・重量は原料製造段階に同じ ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
		コンクリートくず	2.65E+02	t-km	自社データ	・重量は原料輸送段階に同じ ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
廃棄物中間処理	—	鉄くず	3.28E+03	円	自社データ	・重量は原料製造段階に同じ ・処理単価の出典は鈴木金属ホームページ(http://www.suzukin.jp/01/)
		コンクリートくず	6.63E+00	kg	自社データ	原料輸送段階に同じ

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ収集

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

なお、電気ロードヒーティング（電熱線式）の使用期間は耐用年数と同じとして、対象プロセスと同様に以下のとおり設定した。

○電気ロードヒーティング（電熱線式）： 15年

（建物付属設備－電気設備－その他のもの）

○アスファルト舗装混合材： 10年

（構築物－舗装路面－アスファルト敷のもの）

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表3-5に示す。

アスファルト舗装混合材の投入重量、原料輸送手段・距離・積載率等は対象プロセスと同様とし、自社データを用いたが、電気ロードヒーティング（電熱線式）の価格については、同じ市町村内で電熱線式の融雪事業を展開している事業者の参考価格を当てはめて、温室効果ガス排出量を算出した。

別表3-5 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
原料製造	—	電気ロードヒーティング(電熱線式)	2.55E+06	円	二次情報	(株)山照電工の参考価格を当てはめ (http://www.yama-shou.co.jp/price.html)
		コンクリート	1.46E+05	円	自社データ	・舗装面積、比重は事業者ヒアリング結果 ・単価は経済調査会「季刊建築施工単価」
原料輸送	—	電気ロードヒーティング(電熱線式)	1.64E+00	t-km	自社データ	・重量は三菱電線工業(株)製強化型ヒーティングケーブルの値を当てはめ (http://www.mitsubishi-cable.co.jp/reinetsu/home/road/catalog/images/pdf/roadheating.pdf) ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
		コンクリート	8.84E+02	t-km	自社データ	事業者ヒアリング結果

b. 製造段階におけるプロセスデータ

電気ロードヒーティング（電熱線式）の場合、地面に電熱線を敷いてその上にアスファルトを被せるという工事となり、通常の道路舗装工事と変わらないため、製造段階での温室効果ガス排出はない。

c. 流通段階におけるプロセスデータ

オリジナルプロセスについても、電気ロードヒーティング（電熱線式）を建設する場所と使用する場所は同一であり、その間の流通工程は存在しない。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表3-6に示す。契約電力については事業者ヒアリング結果を、運転時間については新技術情報システム「地中熱利用路面融雪システム『BHES』」の従来技術の運転時間（800時間/年）を当てはめて、1年間の電力使用量を算出した。

別表3-6 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
使用	—	電力	1.80E+05	kWh	自社データ	・契約電力は事業者ヒアリング結果 ・運転時間は新技術情報システム「地中熱利用路面融雪システム『BHES』」の従来技術の値を当てはめ (http://www.netis.mlit.go.jp/RenewNetis/Search/Nt/NtDetail2.asp?REG_NO=HR-990038&TabType=&nt=nt)

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表3-7に示す。算定にあたっての考え方は、対象プロセスと同様とした。

別表3-7 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
廃棄物 輸送	-	鉄くず	1.97E+00	t-km	自社データ	・鉄くず重量は原料輸送段階に同じ ・輸送距離は事業者ヒアリング結果
		コンクリートくず	7.96E+02	t-km	自社データ	・重量はケーススタディ対象フローに同じ ・輸送距離、積載率は事業者ヒアリング結果
廃棄物 中間処 理	-	鉄くず	3.44E-01	円	二次情報	・鉄くず重量は原料輸送段階に同じ ・処理単価の出典は鈴木金属ホームページ (http://www.suzukin.jp/01/)
		コンクリートくず	1.99E+01	kg	自社データ	廃棄物輸送段階に同じ

(4) LCAの結果の評価

(ア) 対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表3-8に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、原料調達段階が全体の51.5%を占めた。次いで排出量が大きいのを使用段階40.6%、製造段階7.5%であり、原料調達と製造、使用の合計で99.6%となった。

別表3-8 対象プロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg)	5.95.E+03	8.59.E+02	0.00.E+00	4.83.E+03	4.76.E+01	1.17.E+04
	割合	50.9%	7.3%	0.0%	41.3%	0.4%	
CH ₄	排出量(kg)	3.68.E+00	1.04.E+00	0.00.E+00	0.00.E+00	5.03.E-02	4.77.E+00
	割合	77.1%	21.8%	0.0%	0.0%	1.1%	
N ₂ O	排出量(kg)	2.77.E-01	4.50.E-02	0.00.E+00	0.00.E+00	1.05.E-03	3.23.E-01
	割合	85.7%	13.9%	0.0%	0.0%	0.3%	
SF ₆	排出量(kg)	1.12.E-04	2.24.E-09	0.00.E+00	0.00.E+00	4.41.E-15	1.12.E-04
	割合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果ガス (CO ₂ 換算) [※]	排出量(kg)	6.13.E+03	8.98.E+02	0.00.E+00	4.83.E+03	4.91.E+01	1.19.E+04
	割合	51.5%	7.5%	0.0%	40.6%	0.4%	

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(イ) オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスの LCA 算定結果を別表 3-9 に示す。温室効果ガス排出量 (CO₂換算) でみると、使用段階が全体の 80.4%を占めた。次いで排出量が多いのは原料調達段階 19.4%であり、原料調達と使用の合計で 99.9%となった。

別表3-9 オリジナルプロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg)	1.34.E+04	0.00.E+00	0.00.E+00	5.80.E+04	1.01.E+02	7.15.E+04
	割合	18.8%	0.0%	0.0%	81.1%	0.1%	
CH ₄	排出量(kg)	9.01.E+00	0.00.E+00	0.00.E+00	0.00.E+00	1.12.E-01	9.13.E+00
	割合	98.8%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	
N ₂ O	排出量(kg)	6.83.E-01	0.00.E+00	0.00.E+00	0.00.E+00	1.68.E-03	6.84.E-01
	割合	99.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	
SF ₆	排出量(kg)	5.60.E-03	0.00.E+00	0.00.E+00	0.00.E+00	1.78.E-15	5.60.E-03
	割合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果ガス (CO ₂ 換算)*	排出量(kg)	1.40.E+04	0.00.E+00	0.00.E+00	5.80.E+04	1.04.E+02	7.21.E+04
	割合	19.4%	0.0%	0.0%	80.4%	0.1%	

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(ウ) 温室効果ガス削減効果の算定結果

温室効果ガス削減効果の算定結果を別表3-10に示す。

地中熱利用システムの導入により使用段階の温室効果ガス排出量は 91.7%削減されたが、原料調達段階の削減効果が 56.2%に留まったため、ライフサイクル全体の温室効果ガス削減効果は 83.5%となった。

別表 3-10 本事業による温室効果ガス排出削減効果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出削減効果(kg)	7.50.E+03	-8.59.E+02	0.00.E+00	5.31.E+04	5.30.E+01	5.98.E+04
	削減割合	55.7%	-	-	91.7%	52.7%	83.7%
CH ₄	排出削減効果(kg)	5.34.E+00	-1.04.E+00	0.00.E+00	0.00.E+00	6.22.E-02	4.36.E+00
	削減割合	59.2%	-	-	-	55.3%	47.8%
N ₂ O	排出削減効果(kg)	4.06.E-01	-4.50.E-02	0.00.E+00	0.00.E+00	6.22.E-04	3.62.E-01
	削減割合	59.5%	-	-	-	37.1%	52.9%
SF ₆	排出削減効果(kg)	5.49.E-03	-2.24.E-09	0.00.E+00	0.00.E+00	-2.63.E-15	5.49.E-03
	削減割合	98.0%	-	-	-	-148.0%	98.0%
温室効果ガス (CO ₂ 換算)*	排出削減効果(kg)	7.88.E+03	-8.98.E+02	0.00.E+00	5.31.E+04	5.47.E+01	6.02.E+04
	削減割合	56.2%	-	-	91.7%	52.7%	83.5%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(5) 感度分析の実施

上記 (4) の結果から、全体のライフサイクルCO₂排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセスともに、使用段階の電力消費が挙げられた。そのため、以下に示すとおり、使用段階の水中ポンプと電熱線について「稼働時間を変動させた場合」、「原単位データの情報源を変更した場合」をシナリオとする感度分析を実施した。

<対象プロセス>

- シナリオ1： 使用段階の水中ポンプの稼働時間を変動させた場合
 - 標準ケース： 対象プロセス
 - ケース1： 事業者ヒアリングにより把握した最小稼働時間（800時間/年）とした場合

 - ケース2： 事業者ヒアリングにより把握した最大稼働時間（1,200時間/年）とした場合
- シナリオ2： 使用段階の電力生産の原単位データ（温対法に基づく電気事業者別排出係数：0.000429tCO₂/kWh）の情報源を変更した場合
 - ケース1： LCA日本フォーラムデータベース「電力生産」の原単位データ（4.529×10⁻¹kgCO₂/kWh、1.388×10⁻⁴kgCH₄/kWh、2.360×10⁻⁵kgN₂O/kWh、1.500×10⁻⁸kgSF₆/kWh）を採用した場合
 - ケース2： MiLCA「発電,系統電力」の原単位データ（4.633×10⁻¹kgCO₂/kWh、1.695×10⁻⁴kgCH₄/kWh、5.602×10⁻⁵kgN₂O/kWh、2.795×10⁻¹⁷kgSF₆/kWh）を採用した場合

<オリジナルプロセス>

- シナリオ1： 使用段階の電熱線の稼働時間を変動させた場合
 - 標準ケース： 対象プロセス（800時間/年）
 - ケース1： 対象プロセスと同じ稼働時間（1,000時間/年）とした場合
 - ケース2： 稼働時間600時間/年とした場合
- シナリオ2： 使用段階の電力生産の原単位データの情報源（温対法に基づく電気事業者別排出係数：0.000429tCO₂/kWh）を変更した場合
 - ケース1： LCA日本フォーラムデータベース「電力生産」の原単位データ（4.529×10⁻¹kgCO₂/kWh、1.388×10⁻⁴kgCH₄/kWh、2.360×10⁻⁵kgN₂O/kWh、1.500×10⁻⁸kgSF₆/kWh）を採用した場合
 - ケース2： MiLCA「発電,系統電力」の原単位データ（4.633×10⁻¹kgCO₂/kWh、1.695×10⁻⁴kgCH₄/kWh、5.602×10⁻⁵kgN₂O/kWh、2.795×10⁻¹⁷kgSF₆/kWh）を採用した場合

感度分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス>

- シナリオ1： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±10%程度となり、インベントリ分析の結果に与える影響は限定的であることがわかった。
- シナリオ2： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は10～20%以上となり、当該原単位データの選定が全体のライフサイクルCO₂排出量に与える影響は非常に大きいことがわかった。

<オリジナルプロセス>

- シナリオ1： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減も±20%程度であり、当該活動量データの精度がインベントリ分析の精度に直接的に影響する結果となった。
- シナリオ2： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は20～30%以上にも上り、当該原単位データの選定が全体のライフサイクルCO₂排出量に与える影響は非常に大きいことがわかった。

別表3-11 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ1：使用段階の水中ポンプの稼働時間を変動させた場合		シナリオ2：使用段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	-	使用段階の水中ポンプ稼働時間 800時間	使用段階の水中ポンプ稼働時間 1,200時間	LCA日本フォーラムDB 「電力生産」	MiLCA「発電、系統電力」
温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ e/年)	1.19E+04	1.02E+04	1.21E+04	1.27.E+04	1.36.E+04
増減割合	-	-8.7%	8.7%	14.0%	21.9%

別表3-12 オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ1：使用段階の電熱線の稼働時間を変動させた場合		シナリオ2：使用段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	-	使用段階の電熱線稼働時間 1,000時間	使用段階の電熱線稼働時間 600時間	LCA日本フォーラムDB 「電力生産」	MiLCA「発電、系統電力」
温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ e/年)	7.21E+04	9.16E+04	6.27E+04	9.59.E+04	1.06.E+05
増減割合	-	18.8%	-18.8%	24.3%	37.9%

4. CASE3：C民間オフィスビル

(1) 対象事業とLCA実施の目的の設定

本事業は、エネルギー消費量の低減とヒートアイランド対策、当該施設が存在する市区町村における地中熱利用システムの実証を目的として、地中熱ヒートポンプ（クローズドループ）を導入したものである。LCA実施の目的は、空調設備を従来の空冷式ヒートポンプから地中熱ヒートポンプに置き換えたことによる温室効果ガス削減効果を評価することである。

(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

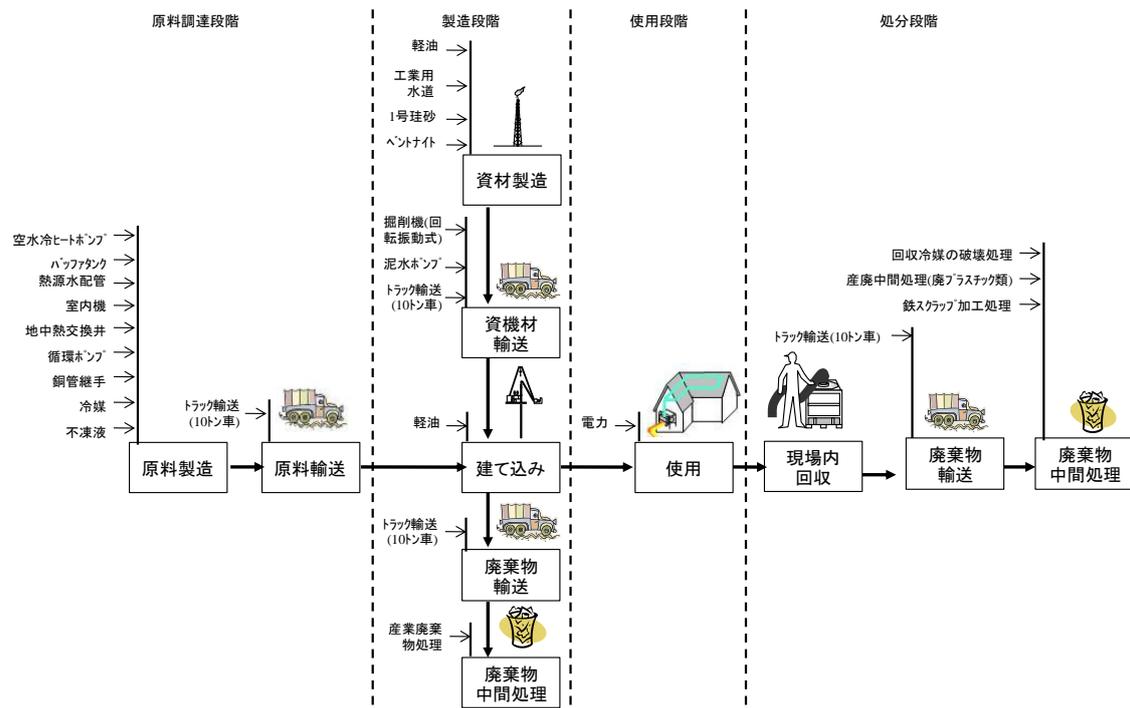
本事例に係る機能単位は、「当該施設が存在する市区町村の事務用途での1年間の空調利用（面積303m²）」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図4-1に示す。

プロセスフローの区分は、CASE1と同様、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の5段階とした。原料調達段階はさらに「原料製造」と「原料輸送」の2工程に、製造段階は「資材製造」、「資機材輸送」、「建て込み」、「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の5工程に、処分段階は「現場内回収」、「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の3工程に細分化される。本事例についても、CASE1と同様の考え方から、「機材製造工程」はシステム境界外とした。



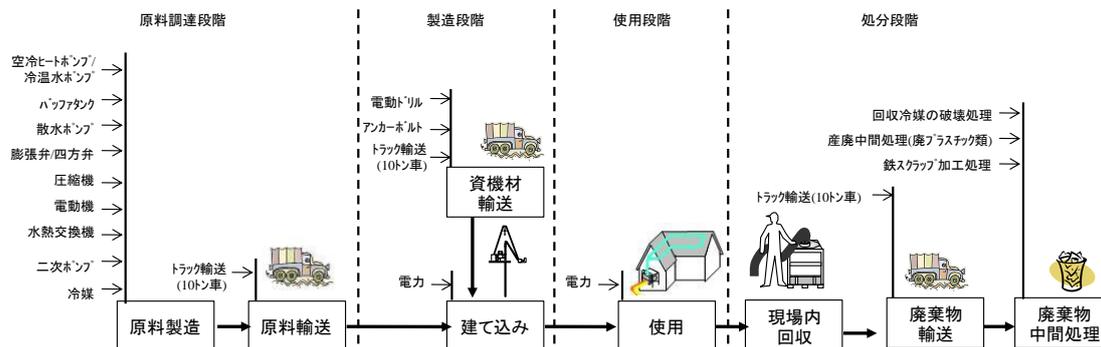
別図4-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図4-2に示す。オリジナルプロセスは、地中熱利用システム導入前に設置されていた「空冷式ヒートポンプ」と設定した。

プロセスフローの区分は基本的に対象プロセスと同様とするが、製造段階の建て込み工程に関して、以下の点で異なる。

- 対象プロセス： 掘削のために軽油、工業用水道、1号珪砂等の資材を使用しており、それらの製造工程、廃水の輸送・中間処理工程が存在する。
- オリジナルプロセス： 電動ドリルやアンカーボルトを用いた比較的簡素な工程であり、電力以外の資材を使用しないため、資材製造・廃棄物輸送・中間処理工程が存在しない。



別図4-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

③ プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

なお、各資部材の使用期間は耐用年数と同じとして、事業者ヒアリング結果に基づき以下のとおりと設定し、各段階の温室効果ガス排出量を1年間に割り戻した。

- 地中熱交換井： 50年
- その他の資材： 20年

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表4-1に示す。

主要原料のうち、室内機や全熱交換器等については自社データが入手できたが、空水冷ヒートポンプや流量計等については二次情報を採用した。

また、原料輸送工程については、10トントラック（積載率50%、往復）を用いることとして、Map Fan Web（URL；<http://www.mapfan.com/routemap/routeset.cgi>）で検索し、実際の輸送距離（17.8km）を求めた。

別表4-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
原料製造	—	空水冷ヒートポンプ	4.18E+05	円	二次情報	東大・大岡先生の研究における水冷ヒートポンプの価格を当てはめ(http://www.geohpai.org/information/doc/ohoka.pdf)
		バッファタンク	2.19E+00	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		熱源水配管	1.80E-03	km	自社データ	事業者ヒアリング結果
		室内機	5.40E-01	台	自社データ	事業者ヒアリング結果
		地中熱交換井	2.80E+03	円	二次情報	Time Plastic Co.,Ltd.製40A U字管の値を当てはめ(http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/list/h21/052-0903a.pdf)
		循環ポンプ	6.00E-02	台	自社データ	事業者ヒアリング結果
		銅管継手	1.80E+02	個	自社データ	事業者ヒアリング結果
		冷媒	6.37E+00	kg	自社データ	・充填体積は事業者ヒアリング結果 ・R410Aの密度は日本フルオロカーボン協会(http://www.jfma.org/database/table.html)
		不凍液	6.50E+00	kg	自社データ	・充填体積、プロピレングリコール濃度は事業者ヒアリング結果 ・不凍液の密度は三菱重工空調システム(株)製コールドラインFP-40の値を当てはめ(http://procat.digital-book.jp/data/mhi06_54-all/237.pdf)

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
原料輸送	-	空水冷ヒートポンプ	2.69E+00	t-km	自社データ	・重量は事業者ヒアリング結果 ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき実距離を算定
		パンプファタンク	1.56E-01	t-km	自社データ	//
		熱源水配管	5.38E-02	t-km	自社データ	//
		室内機	8.07E-01	t-km	自社データ	//
		地中熱交換井	6.39E-01	t-km	自社データ	・体積は事業者ヒアリング結果をもとに算定 ・密度0.941g/cm3、積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき実距離を算定
		循環ポンプ	9.83E-02	t-km	自社データ	//
		銅管継手	1.03E+01	t-km	自社データ	・重量は(株)東尾メック製おっぞんくんφ38.1の値を当てはめ (http://www.mech.co.jp/web/01/04/index.html) ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき実距離を算定
		冷媒	4.54E-01	t-km	自社データ	//
	不凍液	1.85E+00	t-km	自社データ	//	

b. 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表4-2に示す。製造段階については、施工業者から、ほとんどの入出力に関して自社データを入手できたため、それをもとに活動量を設定して算定した。

別表4-2 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
資材製造	-	軽油	4.00E+01	l	自社データ	事業者ヒアリング結果
		3分砂利	3.00E+02	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		ベントナイト	4.00E+01	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
資機材輸送	-	軽油	6.67E-01	t-km	自社データ	・体積は資材製造段階と同様 ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果 ・密度は石油連盟・日本自動車工業会実測値(冬季)(http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/download/pdf/2004EBXRCP4022.pdf)
		3分砂利	1.20E+01	t-km	自社データ	・重量は資材製造段階と同様 ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果
		ベントナイト	4.24E+01	t-km	自社データ	・重量は資材製造段階と同様 ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果
		掘削機	2.23E+02	t-km	自社データ	・重量、輸送距離は事業者ヒアリング結果 ・積載率100%と仮定
		泥水ポンプ	3.50E+01	t-km	自社データ	・重量、輸送距離は事業者ヒアリング結果 ・積載率100%と仮定
		マッドスクリーン	1.06E+01	t-km	自社データ	・重量、輸送距離は事業者ヒアリング結果 ・積載率100%と仮定
		グラウトミキサー	1.40E+01	t-km	自社データ	・重量、輸送距離は事業者ヒアリング結果 ・積載率100%と仮定
		泥水タンク	2.12E+01	t-km	自社データ	・重量、輸送距離は事業者ヒアリング結果 ・積載率100%と仮定
建て込み	-	軽油	3.02E+01	MJ	自社データ	・体積は資材製造工程と同様 ・発熱量換算係数は「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則」別表第一
廃棄物輸送	-	泥水	1.01E+01	t-km	自社データ	・重量は事業者ヒアリング結果 ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき実距離を算定
廃棄物中間処理	-	泥水	7.20E+03	円	自社データ	事業者ヒアリング結果

c. 流通段階におけるプロセスデータ

地中熱利用システムを建設する場所と使用する場所は同一であり、その間の流通工程は存在しない。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表4-3に示す。地中熱利用システム導入後の平成20年11月～21年10月の空調電力消費実績をもとに、1年間の電力使用量を算定した。

別表4-3 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
使用	—	電力	9.74E+03	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表4-4に示す。

処分段階では、現場内で冷媒を回収したのち、「金属くず」と「廃プラスチック」に分けて輸送され、金属くずは「鉄スクラップへの加工」、廃プラスチックは「産廃中間処理（廃プラスチック類）」が行われることとして、温室効果ガス排出量を算出した。

別表4-4 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
廃棄物輸送	—	金属くず	1.69E+01	t-km	自社データ	・重量は原料製造段階に同じ ・積載率50%と仮定 ・輸送距離はCASE1の値を当てはめ
		廃プラスチック	8.94E-01	t-km	自社データ	・重量は原料製造段階に同じ ・積載率50%と仮定 ・輸送距離はCASE1の値を当てはめ
		冷媒	5.10E-01	t-km	自社データ	・重量は原料製造段階に同じ ・積載率50%と仮定 ・輸送距離はCASE1の値を当てはめ
		不凍液	5.20E-01	t-km	自社データ	・重量は原料製造段階に同じ ・積載率50%と仮定 ・輸送距離はCASE1の値を当てはめ
廃棄物中間処理	—	金属くず	1.48E+03	円	二次情報	・重量は原料製造段階に同じ ・処理単価の出典は鈴木金属ホームページ (http://www.suzukin.jp/01/)
		廃プラスチック	1.12E+01	kg	二次情報	原料製造段階に同じ
		冷媒	6.37E-03	t	自社データ	原料製造段階に同じ

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

なお、空冷式ヒートポンプの使用期間は耐用年数と同じとして、「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」（建物付属設備—冷房設備—その他のもの）に基づき「15年」と設定し、各段階の温室効果ガス排出量を1年間に割り戻した。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表4-5に示す。

主要原料のうち、室内機、冷媒については自社データが入手できたが、空冷ヒートポンプについては二次情報を採用した。

また、原料輸送工程については、原料輸送手段・距離・積載率等は対象プロセスと同様とし、自社データを用いて温室効果ガス排出量を算出した。

別表4-5 原料調達段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
原料製造	—	空冷ヒートポンプ	6.60E+05	円	二次情報	東大・大岡先生の研究における空冷ヒートポンプの価格を当てはめ (http://www.geohpaj.org/information/doc/ohoka.pdf)
		室内機	6.00E-01	台	自社データ	事業者ヒアリング結果
		冷媒	7.08E+00	kg	自社データ	ケーススタディー対象フローと同等と仮定
原料輸送	—	空冷ヒートポンプ	2.61E+00	t-km	自社データ	・重量はゼネラルヒートポンプ工業(株)製ZP-AE560K-Tの値を当てはめ (http://www.zeneral.co.jp/download/pdf_data/catalog_zpak.pdf) ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき実距離を算定
		室内機	6.73E-01	t-km	自社データ	・重量は事業者ヒアリング結果 ・積載率50%と仮定 ・輸送距離は事業者ヒアリング結果に基づき実距離を算定
		冷媒	5.04E-01	t-km	自社データ	ケーススタディー対象フローと同等と仮定

b. 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表4-6に示す。製造段階については建て込み工程の活動量データが入手できなかったため、二次情報を用いて温室効果ガス排出量を算出した。

別表4-6 製造段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
資機材輸送	—	電動ドリル	4.81E-01	t-km	自社データ	・重量は日立工機(株)製DH40MRYの値を当てはめ (http://www.hitachi-koki.co.jp/powertools/products/drill/dh40mry/dh40mry.html) ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は対象プロセスと同様と仮定
建て込み	—	電動ドリル	5.87E-01	kWh	二次情報	日立工機(株)製DH40MRYを8時間利用するとして算出 (http://www.hitachi-koki.co.jp/powertools/products/drill/dh40mry/dh40mry.html)

c. 流通段階におけるプロセスデータ

オリジナルプロセスについても、空冷ヒートポンプを建設する場所と使用する場所は同一であり、その間の流通工程は存在しない。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表4-7に示す。地中熱利用システム導入前の平成17年11月～19年10月の空調電力消費実績をもとに、1年間の平均的な電力使用量を算定した。

別表4-7 使用段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
佐田	—	電力	1.89E+04	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表4-8に示す。算定にあたっての考え方は、対象プロセスと同様とした。

別表4-8 処分段階におけるプロセスデータ

工程		入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
大区分	小区分					
廃棄物 輸送	—	金属くず	1.68E+00	t-km	自社データ	・重量は原料製造段階に同じ ・積載率50%と仮定 ・輸送距離はCASE1の値を当てはめ
		廃プラスチック	1.20E-02	t-km	自社データ	//
		冷媒	1.42E-01	t-km	自社データ	//
廃棄物 中間処 理	—	金属くず	5.89E+02	円	二次情報	・重量は原料輸送段階に同じ ・処理単価の出典は鈴木金属ホームページ (http://www.suzukin.jp/01/)
		廃プラスチック	6.00E-01	kg	二次情報	原料輸送段階に同じ
		冷媒	7.08E-03	t	二次情報	原料輸送段階に同じ

(4) LCAの結果の評価

(ア) 対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表4-9に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、使用段階が全体の66.1%を占めた。次いで排出量が多いのは原料調達段階31.4%、製造段階2.0%であり、原料調達+製造+使用で99.5%となった。

別表4-9 対象プロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg)	1.02.E+03	9.21.E+01	0.00.E+00	3.15.E+03	2.10.E+01	4.28.E+03
	割合	23.7%	2.2%	0.0%	73.7%	0.5%	
CH ₄	排出量(kg)	6.22.E-01	1.04.E-01	0.00.E+00	0.00.E+00	6.73.E-03	7.33.E-01
	割合	84.9%	14.2%	0.0%	0.0%	0.9%	
N ₂ O	排出量(kg)	7.32.E-02	4.99.E-03	0.00.E+00	0.00.E+00	8.35.E-04	7.90.E-02
	割合	92.6%	6.3%	0.0%	0.0%	1.1%	
SF ₆	排出量(kg)	1.95.E-02	2.57.E-10	0.00.E+00	0.00.E+00	1.75.E-15	1.95.E-02
	割合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果ガス (CO ₂ 換算) [※]	排出量(kg)	1.50.E+03	9.62.E+01	0.00.E+00	3.15.E+03	2.22.E+01	4.77.E+03
	割合	31.4%	2.0%	0.0%	66.1%	0.5%	

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(イ) オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表4-10に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、使用段階が全体の78.9%を占めた。次いで排出量が多いのは原料調達段階20.9%であり、原料調達+使用で99.9%となった。

別表 4-10 オリジナルプロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO2	排出量(kg)	9.89.E+02	2.47.E-01	0.00.E+00	6.14.E+03	8.46.E+00	7.13.E+03
	割合	13.9%	0.0%	0.0%	86.0%	0.1%	
CH4	排出量(kg)	6.10.E-01	6.34.E-05	0.00.E+00	0.00.E+00	9.97.E-04	6.11.E-01
	割合	99.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	
N2O	排出量(kg)	7.46.E-02	9.44.E-07	0.00.E+00	0.00.E+00	1.02.E-04	7.47.E-02
	割合	99.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	
SF6	排出量(kg)	2.52.E-02	1.00.E-18	0.00.E+00	0.00.E+00	6.66.E-16	2.52.E-02
	割合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果ガス (CO2換算) [*]	排出量(kg)	1.63.E+03	2.48.E-01	0.00.E+00	6.14.E+03	9.23.E+00	7.77.E+03
	割合	20.9%	0.0%	0.0%	78.9%	0.1%	

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(ウ) 温室効果ガス削減効果の算定結果

温室効果ガス削減効果の算定結果を別表4-11に示す。

地中熱利用システムの導入によるライフサイクル全体の温室効果ガス削減効果は38.6%となった。

本事業の場合、空冷式ヒートポンプから地中熱ヒートポンプに切り替えたため、他の2ケースに比べて温室効果ガス削減効果が小さくなったが、実際には今回算定した温室効果ガス削減効果以外にも、ヒートアイランド対策としての効果が期待される。

別表 4-11 本事業による温室効果ガス排出削減効果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO2	排出削減効果(kg)	-2.62.E+01	-9.19.E+01	0.00.E+00	2.98.E+03	-1.26.E+01	2.85.E+03
	削減割合	-2.7%	-35025.8%	-	48.6%	-148.6%	40.0%
CH4	排出削減効果(kg)	-1.20.E-02	-1.04.E-01	0.00.E+00	0.00.E+00	-5.74.E-03	-1.22.E-01
	削減割合	-2.0%	-129336.6%	-	-	-575.7%	-19.9%
N2O	排出削減効果(kg)	1.42.E-03	-4.99.E-03	0.00.E+00	0.00.E+00	-7.33.E-04	-4.30.E-03
	削減割合	1.9%	-418069.9%	-	-	-722.1%	-5.8%
SF6	排出削減効果(kg)	5.71.E-03	-2.57.E-10	0.00.E+00	0.00.E+00	-1.08.E-15	5.71.E-03
	削減割合	22.7%	-20308882063.6%	-	-	-162.2%	22.7%
温室効果ガス (CO2換算) [*]	排出削減効果(kg)	1.30.E+02	-9.59.E+01	0.00.E+00	2.98.E+03	-1.30.E+01	3.00.E+03
	削減割合	8.0%	-36299.3%	-	48.6%	-140.8%	38.6%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

(5) 感度分析の実施

上記(4)の結果から、全体のライフサイクルCO₂排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセスともに、使用段階の電力消費が挙げられた。そのため、以下に示すとおり、電力について「消費量を±25%変動させた場合」、「原単位データの情報源を変更した場合」をシナリオとする感度分析を実施した。

<対象プロセス、オリジナルプロセス共通>

○シナリオ1： 使用段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合

標準ケース： 対象プロセス

ケース1： 使用段階の電力消費量を25%増加させた場合

ケース2： 使用段階の電力消費量を25%減少させた場合

○シナリオ2： 使用段階の電力生産の原単位データ（温対法に基づく電気事業者別排出係数：0.000375tCO₂/kWh）の情報源を変更した場合

ケース1： LCA日本フォーラムデータベース「電力生産」の原単位データ

（4.529×10⁻¹kgCO₂/kWh、1.388×10⁻⁴kgCH₄/kWh、2.360×10⁻⁵kgN₂O/kWh、1.500×10⁻⁸kgSF₆/kWh）を採用した場合

ケース2： MiLCA「発電,系統電力」の原単位データ（4.633×10⁻¹kgCO₂/kWh、

1.695×10⁻⁴kgCH₄/kWh、5.602×10⁻⁵kgN₂O/kWh、

2.795×10⁻¹⁷kgSF₆/kWh）を採用した場合

感度分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス、オリジナルプロセス共通>

○シナリオ1： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±20%程度となり、当該活動量データの精度がインベントリ分析の精度に与える影響は大きいことがわかった。

○シナリオ2： 温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は20～30%以上となり、当該原単位データの選定が全体のライフサイクルCO₂排出量に与える影響は非常に大きいことがわかった。

別表4-12 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ1：使用段階の電力 消費量（活動量データ）を ±25%変動させた場合		シナリオ2：使用段階の 電力生産の原単位データの 情報源を変更した場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	-	使用段階の電力消費量+25%	使用段階の電力消費量-25%	LCA日本フォーラムDB「電力生産」	MiLCA「発電,系統電力」
温室効果ガス 排出量 (kgCO ₂ e/年)	4.77E+03	5.48E+03	3.91E+03	5.69.E+03	6.25.E+03
増減割合	-	16.8%	-16.8%	21.1%	33.2%

別表4-13 オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ1：使用段階の電力 消費量（活動量データ）を ±25%変動させた場合		シナリオ2：使用段階の 電力生産の原単位データの 情報源を変更した場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概 要	-	使用段階の電 力消費量+25%	使用段階の電 力消費量-25%	LCA 日本フォー ム DB「電力生産」	MiLCA「発電、 系統電力」
温室効果ガス 排出量 (kgCO ₂ e/年)	7.77E+03	9.31E+03	6.24E+03	9.70.E+03	1.08.E+04
増減割合	-	19.7%	-19.7%	24.8%	39.0%

5. CASE4：D 営業倉庫における冷凍／冷蔵事業

(1) 対象事業の概要

本事業は、省エネ化によって地球環境負荷低減を図ることを目的として、営業倉庫における冷凍／冷蔵設備について、従来のレシプロ式2段圧縮機冷凍機から高効率型スクリー冷却機への置き換えを行ったものである。LCA実施の目的は、冷凍／冷蔵設備を従来のレシプロ式2段圧縮機冷凍機から高効率型スクリー冷却機に置き換えたことによる温室効果ガス削減効果を評価することである。

(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

本事例に係る機能単位は、「東京都大田区における産業用冷蔵倉庫での1年間の熱利用（冷蔵容積：94,901m³、庫内温度：-25°C±2°C）」と設定した。

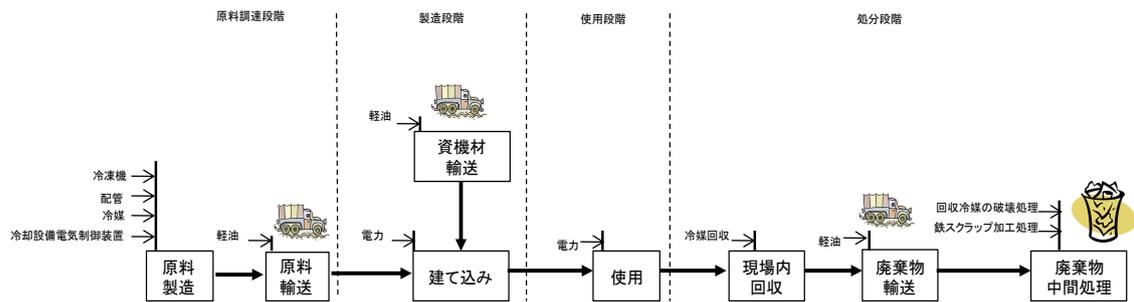
②プロセスのプロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図5-1に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。

プロセスフローの区分は、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の5段階とした。原料調達段階はさらに「原料製造」と「原料輸送」の2工程に、製造段階は「資機材輸送」、「建て込み」の2工程に、処分段階は「現場内回収」、「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の3工程に細分化した。

建て込み工程に必要な機材（電動カッター、クレーン等）は、当該システムの建て込み以外の用途でも用いられ、その製造工程の温室効果ガス排出量に占める当該システムの建て込み分の寄与率は無視できるレベルと考えられるため、本事例では輸送工程のみシステム境界内とし、「機材製造工程」は対象外とした。同様の理由から冷媒回収装置の「機材製造工程」も対象外とした。

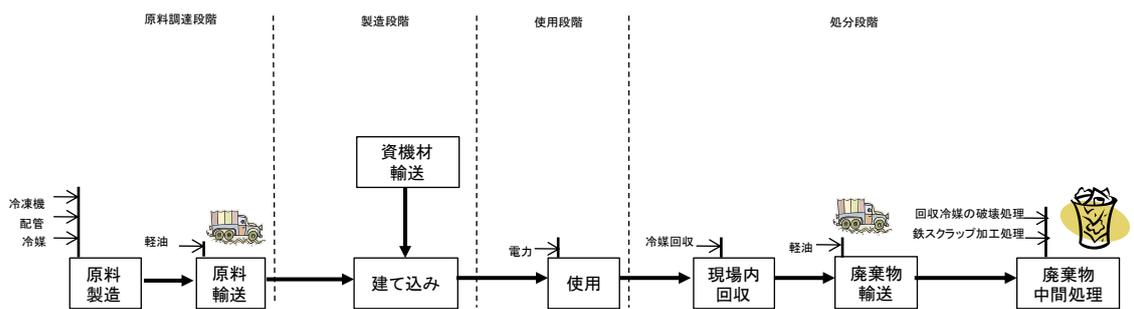


*入力は改修事業前後で切り替えがあった項目のみ対象とした

別図 5-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフローを別図 5-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は対象プロセスと同様である。



*入力は改修事業前後で切り替えがあった項目のみ対象とした

別図 5-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

本事業は一部の設備の改修が対象になっており、改修前の設備を導入したのは昭和 47 年であったため、改修していない既存設備に関するデータは入手できなかった。そのため、本ケーススタディでは、改修前後で切り替えがあった投入物の活動量データのみを考慮することとする。

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。なお、新設の設備の想定使用期間は、事業者ヒアリング結果から法定耐用年数の「12 年間」を採用し、使用段階以外の項目の温室効果ガス排出量を割り戻して、年間の排出量を算定した。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 5-1 に示す。

原料製造工程に関しては一次データが入手できたが、原料輸送工程については冷凍機以外の原料の輸送距離の情報が得られなかったため、冷凍機と同じ距離と仮定して算定した。

別表 5-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	削減量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
原料製造工程	-	冷凍機(新規)	1.85E+03	kg	自社データ	事業者提供資料
		配管(新規)	1.58E+02	kg	自社データ	・事業者提供資料より配管の種類と長さを設定 ・配管用ステンレス鋼管JISG3459の値を当てはめ (http://www.sus-yamatoku.co.jp/product/speclist_01.html)
		冷媒	5.22E+02	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		冷却設備電気制御装置	3.33E-01	式	自社データ	事業者ヒアリング結果
原料輸送工程	-	冷凍機	1.09E+03	t-km	自社データ	・重量は原料製造工程と同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は改修前の設備ではヒアリング結果に基づき、既存の設備では41km、新規の設備では590kmとした
		配管	9.32E+01	t-km	二次情報	・重量は原料製造工程と同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は冷凍機と同じ
		冷媒	3.08E+02	t-km	二次情報	・重量は原料製造工程と同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は冷凍機と同じ
		冷却設備電気制御装置	3.54E+00	t-km	二次情報	・式数は事業者ヒアリング結果を使用 ・重量は一式18kgと仮定 ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は590kmと仮定

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 5-2 に示す。

機材輸送距離と機材使用時間については事業者提供資料に基づき設定した。それ以外は二次情報を使用した。

別表 5-2 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	削減量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
機材輸送工程	—	電動カッター	1.79E+00	t-km	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> 重量が36.5kgの電動カッターが一台と仮定 (http://www2.panasonic.biz/es/catalog/web_catalog/denro2010/index.html) 積載率100%と仮定 輸送距離は事業者提供資料に基づき40kmと仮定
		クレーン	3.92E+02	t-km	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> 重量が7.98tのトラッククレーンが1台と仮定 積載率100%と仮定 輸送距離は事業者提供資料に基づき40kmと仮定
建て込み	—	電動カッターの使用	1.20E+01	kWh	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> 事業者提供資料に基づき電気カッターを8時間使用と仮定 電気カッターの定格出力が2.4kW/minと仮定 (http://t-a-c.ocnk.net/product/239)
	クレーンの使用	軽油の製造	2.08E+00	L	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> 事業者提供資料に基づきトラッククレーンを8時間使用と仮定 トラッククレーンの燃費消費量が0.052L/hと仮定 (http://www.rent.co.jp/icons/kenki/contents/01car/trac_creato.htm)
		軽油の燃焼	7.95E+01	MJ	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> 事業者提供資料に基づきトラッククレーンを8時間使用と仮定 トラッククレーンの燃費消費量が0.052L/hと仮定 (http://www.rent.co.jp/icons/kenki/contents/01car/trac_creato.htm) 軽油の発熱量は37.7MJ/L(エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則別表第一)

(ウ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 5-3 に示す。使用段階については改修事業後の平成 23 年度の実績値を採用した。

別表 5-3 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	削減量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
使用工程	—	電力	3.56E+06	kWh	自社データ	<ul style="list-style-type: none"> ・電力消費量(原油換算)は事業者ヒアリング結果(平成23年度実績) ・原油→電力の換算はエネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則別表第一を使用

(エ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表 5-4 に示す。

冷媒以外の原料の主成分が鉄であることから、それらの総重量に関して「鉄スクラップへの加工」が行われることとして、温室効果ガス排出量を算出した。冷媒の現場内回収についてはデータが入手できなかったため、ここではシステム境界外とした。

別表5-4 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	削減量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
現場内回収	—	冷媒回収				
廃棄物輸送工程	—	冷媒	2.61E+01	t-km	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> ・重量は原料製造工程に同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は50kmと仮定
		鉄くず	1.02E+02	t-km	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> ・重量は原料製造工程に同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は50kmと仮定
廃棄物中間処理工程	—	冷媒	5.22E-01	t	二次情報	原料製造工程に同じ
		鉄くず	2.03E+03	kg	二次情報	原料製造工程に同じ

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。なお、既存設備の想定使用期間は事業者ヒアリング結果から「37 年間」(実績値)とし、使用段階以外の項目の温室効果ガス排出量を割り戻して、年間の排出量を算定した。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 5-5 に示す。

原料製造工程に関しては一次データが入手できたが、原料輸送工程については冷凍機以外の原料の輸送距離の情報が得られなかったため、冷凍機と同じ距離と仮定した。

別表 5-5 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	削減量	単位	情報源区分 (別表 5-4)	情報源名称
原料製造工程	—	冷凍機(既存)	7.15E+02	kg	自社データ	事業者提供資料
		配管(既存)	7.67E+01	kg	自社データ	・事業者提供資料より配管の種類と長さを設定 ・配管用ステンレス鋼管JISG3459の値を当てはめ (http://www.sus-yamatoku.co.jp/product/speclist_01.html)
		冷媒	1.62E+02	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
原料輸送工程	—	冷凍機	2.93E+01	t-km	自社データ	・重量は原料製造工程と同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は改修前の設備ではヒアリング結果に基づき41kmとした
		配管	3.15E+00	t-km	二次情報	・重量は原料製造工程と同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は冷凍機と同じ
		冷媒	6.65E+00	t-km	二次情報	・重量は原料製造工程と同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は冷凍機と同じ

(イ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 5-6 に示す。使用段階については改修事業前の実績値（平成 20 年度）を採用した。

別表 5-6 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	削減量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
使用工程	—	電力	4.20E+06	kWh	自社データ	<ul style="list-style-type: none"> ・電力消費量(原油換算)は事業者ヒアリング結果 ・原油→電力の換算はエネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則別表第一を使用

(ウ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表 5-7 に示す。

冷媒以外の原料の主成分が鉄系であることから、それらの総重量に関して「鉄スクラップへの加工」が行われることとして、温室効果ガス排出量を算出した。冷媒の現場内回収についてはデータが入手できなかったため、ここではシステム境界外とした。

別表 5-7 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	削減量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
現場内回収	—	冷媒回収				
廃棄物輸送工程	—	冷媒	8.11E+00	t-km	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> ・重量は原料製造工程に同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は50kmと仮定
		鉄くず	1.07E+00	t-km	二次情報	<ul style="list-style-type: none"> ・重量は原料製造工程に同じ ・積載率100%と仮定 ・輸送距離は50kmと仮定
廃棄物中間処理工程	—	冷媒	1.62E-01	t	二次情報	原料製造工程に同じ
		鉄くず	7.92E+02	kg	二次情報	原料製造工程に同じ

(4) LCAの結果の評価

①対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表5-8に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、ライフサイクル温室効果ガス排出量に占める割合が大きいのは使用段階(97.0%)、原料調達段階(3.0%)であり、その他の段階はいずれも1%未満であった。

別表5-8 対象プロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg)	3.48E+04	5.53E+01	1.65E+06	4.93E+02	1.68E+06
	割合	2.07%	0.00%	97.90%	0.03%	
CH ₄	排出量(kg)	2.19E+01	1.55E-02	6.03E+02	2.01E-02	6.25E+02
	割合	3.50%	0.00%	96.49%	0.00%	
N ₂ O	排出量(kg)	2.64E+00	8.72E-04	1.99E+02	4.89E-04	2.02E+02
	割合	1.31%	0.00%	98.69%	0.00%	
SF ₆	排出量(kg)	7.10E-01	4.44E-16	9.94E-11	2.57E-15	7.10E-01
	割合	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
温室効果ガス(CO ₂ 換算)	排出量(kg)	5.23E+04	5.59E+01	1.72E+06	4.94E+02	1.78E+06
	割合	2.95%	0.00%	97.02%	0.03%	

※IPCC(2007)100年値を用いて特性化を行った

②オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表5-9に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、ライフサイクル温室効果ガス排出量に占める割合が大きいのは使用段階(99.0%)、次に原料調達段階(0.98%)であり、その他の段階はいずれも1%未満であった。

別表5-9 オリジナルプロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg)	1.33E+04	0.00E+00	1.94E+06	1.53E+02	1.96E+06
	割合	0.68%	0.00%	99.31%	0.01%	
CH ₄	排出量(kg)	8.28E+00	0.00E+00	7.11E+02	2.10E-03	7.20E+02
	割合	1.15%	0.00%	98.85%	0.00%	
N ₂ O	排出量(kg)	9.95E-01	0.00E+00	2.35E+02	1.05E-04	2.36E+02
	割合	0.42%	0.00%	99.58%	0.00%	
SF ₆	排出量(kg)	2.74E-01	0.00E+00	1.17E-10	9.11E-16	2.74E-01
	割合	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
温室効果ガス(CO ₂ 換算) [※]	排出量(kg)	2.01E+04	0.00E+00	2.03E+06	1.53E+02	2.05E+06
	割合	0.98%	0.00%	99.01%	0.01%	

※IPCC(2007)100年値を用いて特性化を行った

③温室効果ガス削減効果の算定結果

温室効果ガス削減効果の算定結果を別表 5-10 に示す。

本事業によるライフサイクル全体の温室効果ガス削減効果は 13.5%となった。段階別にみると、設備の高機能化に伴い、原料調達段階や製造段階、処分段階の温室効果ガス排出量は増加したが、使用段階の排出量が大幅に減少した。

なお、上記の排出削減率は、改修前後で切り替えがあった投入物の活動量データのみを考慮して算定したため、冷蔵倉庫全体の排出削減率を算定する場合、削減率は 13.5%よりも小さくなる。

別表 5-10 本事業による温室効果ガス排出削減効果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出削減効果(kg)	-2.15.E+04	-5.53.E+01	0.00.E+00	2.96.E+05	-3.40.E+02	2.75.E+05
	削減割合	-160.8%	-	0.0%	15.2%	-222.5%	14.0%
CH ₄	排出削減効果(kg)	-1.36.E+01	-1.55.E-02	0.00.E+00	1.08.E+02	-1.80.E-02	9.48.E+01
	削減割合	-164.4%	-	0.0%	15.2%	-857.7%	13.2%
N ₂ O	排出削減効果(kg)	-1.65.E+00	-8.72.E-04	0.00.E+00	3.58.E+01	-3.84.E-04	3.42.E+01
	削減割合	-165.4%	-	0.0%	15.2%	-365.2%	14.5%
SF ₆	排出削減効果(kg)	-4.36.E-01	-4.44.E-16	0.00.E+00	1.79.E-11	-1.66.E-15	-4.36.E-01
	削減割合	-159.0%	-	0.0%	15.2%	-182.4%	-159.0%
温室効果ガス (CO ₂ 換算) [*]	排出削減効果(kg)	-3.22.E+04	-5.59.E+01	0.00.E+00	3.10.E+05	-3.41.E+02	2.77.E+05
	削減割合	-160.4%	-	0.0%	15.2%	-222.8%	13.5%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った

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

第Ⅳ部-① 複数の機能を有する事業 (国内バイオマス利活用等) 編

平成25年3月策定

令和3年7月改訂

環 境 省

目 次

1. 第Ⅳ部-①の位置づけ	1
1.1 第Ⅳ部-①の位置づけ	1
1.2 対象とする再生可能エネルギー等	3
1.3 温室効果ガス削減効果が十分ではないバイオ燃料	4
1.4 森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量の取扱い	8
2. 複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）のLCAの基本的な考え方に関する留意事項	10
2.1 機能単位の設定に関する留意事項	10
2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項	11
2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項	17
3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項	23
3.1 原料調達段階に関する留意事項	24
3.2 製造段階に関する留意事項	50
3.3 流通段階に関する留意事項	52
3.4 使用段階に関する留意事項	52
3.5 処分段階に関する留意事項	53
3.6 温室効果ガス排出削減活動に関する留意事項	54
3.7 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項	56
4. 温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項	62
5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項	65
5.1 感度分析の実施	65
5.2 温室効果ガス排出削減効果の評価	65
6. レビューの実施に関する留意事項	66

1. 第IV部-①の位置づけ

1.1 第IV部-①の位置づけ

本ガイドラインが対象とする再生可能エネルギー等のすべてに共通する基本的事項は、「第I部 基本編」に集約した。また、「発電」や「熱利用」等を主な機能とする再生可能エネルギー等のLCAに特有の事項については、「第II部 『発電』を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）編」～「第IV部 複数の機能を有する事業（①国内バイオマス利活用等、②輸入バイオマス利活用等）編」として、別冊の資料に整理した。再生可能エネルギーの種類ごとに関連するガイドラインの判定フローを図1-1に示す。

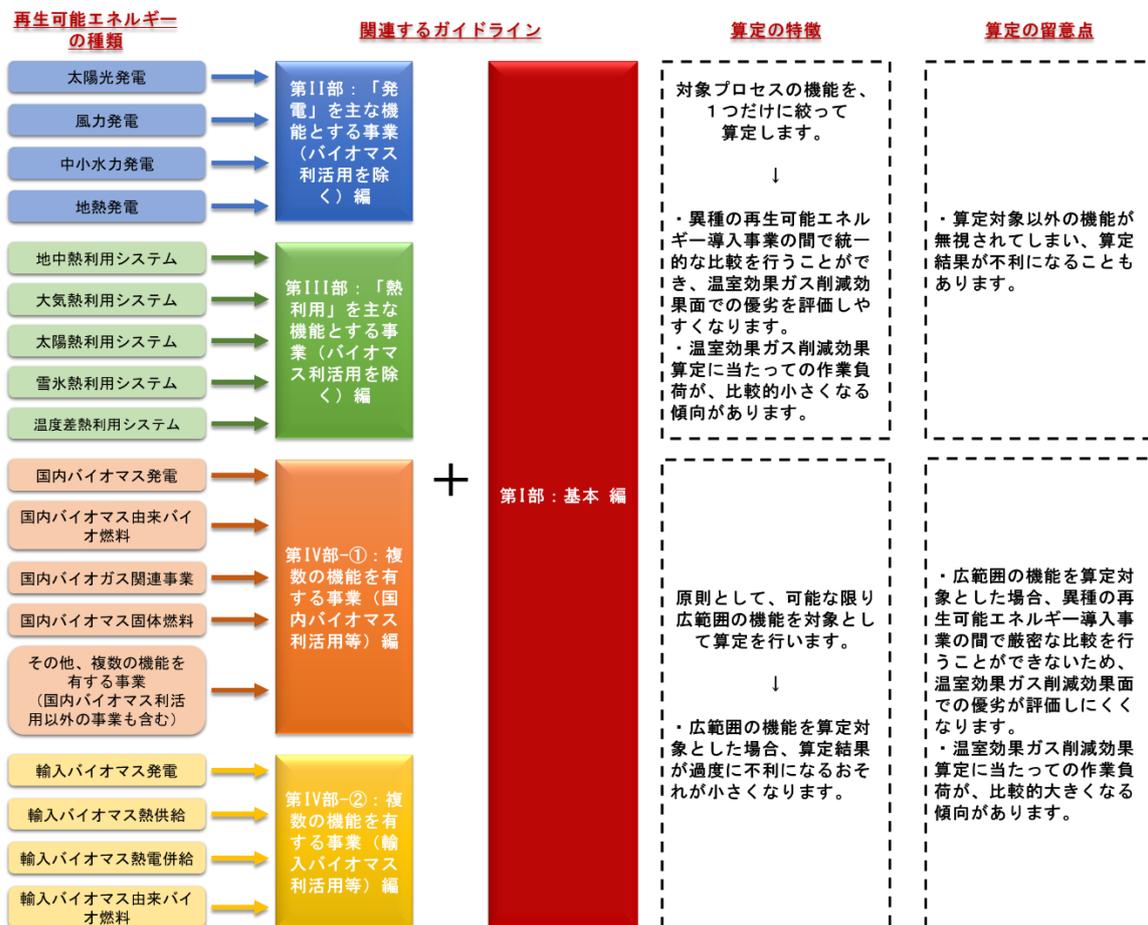


図1-1 再生可能エネルギーの種類ごとの関連ガイドラインの判定フロー

再生可能エネルギー事業には、発電や燃料製造、熱利用を主目的とする事業のほか、廃棄物処理や堆肥等といった複数の機能を有する事業が存在する。例えばバイオガスは、下水汚泥や食品廃棄物等の廃棄物を処理する過程で生成されており、所内の熱需要や電力需要の一部を賅っていることが多い。

これら複数の機能を有する事業は、LCA の実施にあたっては、機能単位やシステム境界の設定、オリジナルプロセスの考え方、配分の実施等において他事業と比べて複雑な側面があることから、第 I 部：基本編の補足として、第IV部-①：複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）編を策定した。策定にあたり、第 I 部：基本編と同様の規定とする項目（例：カットオフ基準）については、記述を割愛することとした。そのため、複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）について LCA を行う際には、第 I 部：基本編を合わせて参照いただきたい。

1.2 対象とする再生可能エネルギー等導入事業

対象とする再生可能エネルギー等導入事業は、以下のとおりとする。

- 1) 国内バイオマス発電事業
- 2) 国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業
- 3) 国内バイオガス関連事業
- 4) 国内バイオマス固体燃料製造事業
- 5) その他、複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用以外の事業も含む）

【解説・注釈】

・対象とする複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）の例を表 1-1 に示す。

表 1-1 対象とする複数機能を有する事業の例

事業区分	原料例	複数の機能
1) 国内バイオマス発電事業	間伐材、林地残材、未利用材等	・発電、未利用物・廃棄物利用
2) 国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業	廃油、資源作物、間伐材、林地残材等	・化石燃料代替、未利用物・廃棄物の利用
3) 国内バイオガス関連事業	生活系・事業系厨芥類、畜産廃棄物、下水汚泥	・発電、化石燃料代替、未利用物・廃棄物利用
4) 国内バイオマス固体燃料製造事業	間伐材、林地残材、未利用材等	・化石燃料代替、未利用物・廃棄物利用
5) その他、複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用以外の事業も含む）	—	—

1.3 温室効果ガス削減効果が十分ではない可能性のあるバイオ燃料

以下に示す事象においては、基本的に温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高いため、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し事業の意義を再検討すべきである。

- ① 森林減少（森林から農地への土地利用変化）を伴う事業
- ② 泥炭地の新規開発を伴う事業
- ③ 天然林や人工林等、森林からの木材搬出を行う場合に、現場の生体バイオマス炭素ストック量（動植物が保有する炭素量）の減少を伴う事業（土地利用変化に該当しない場合も含む）（詳細は 1.4「森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量の取扱い」を参照）
- ④ 生産されるバイオ燃料量と比較して過剰の化石燃料を使用するバイオ燃料を用いた事業

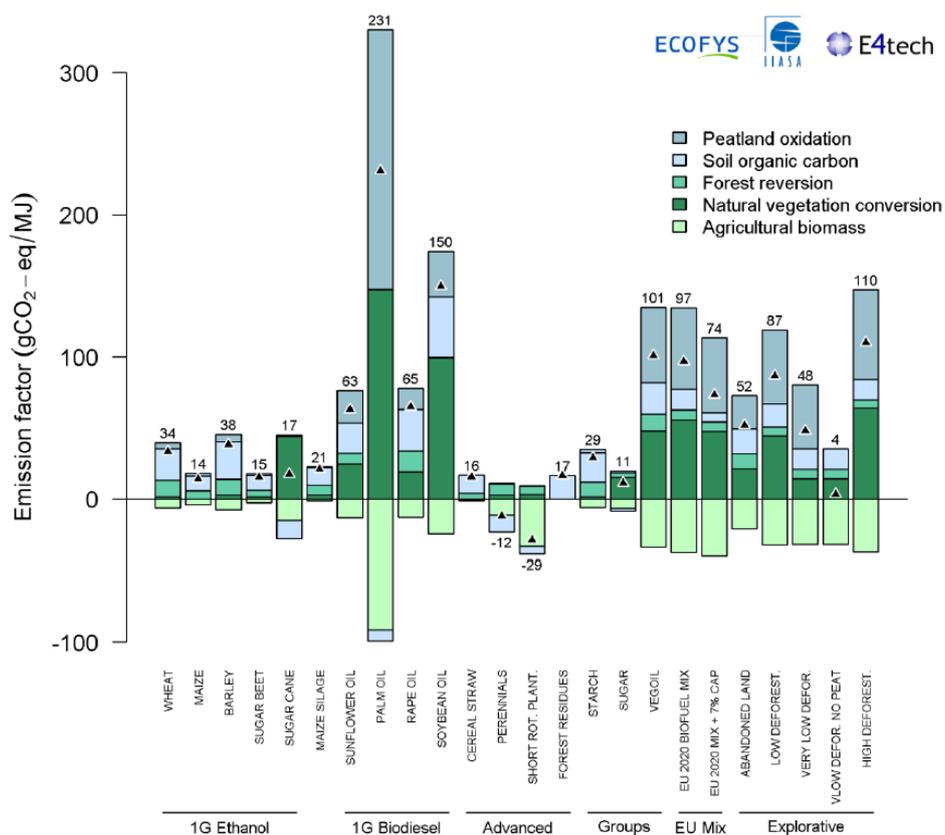
※例えば、生産されるバイオエタノール重量の2分の1の重油量を用いて製造する

【解説・注釈】

- ・森林減少については、土地利用変化によって森林が持つ炭素ストック量が大きく失われることから、事業実施前後で土地利用変化による炭素減少量を復元することは現実的ではなく、温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高い。
- ・泥炭地の新規開発については、排水・耕起等で土壌有機物の分解が生じ、大きな排出源となることから、温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高い。事業を行う土地が泥炭地であるかどうかについては、農業・食品産業技術総合研究機構「日本土壌インベントリー」（<https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/>）に掲載されているオンライン土壌図を用いて判読することが可能である。

参考：森林減少、泥炭地開発による温室効果ガス排出量

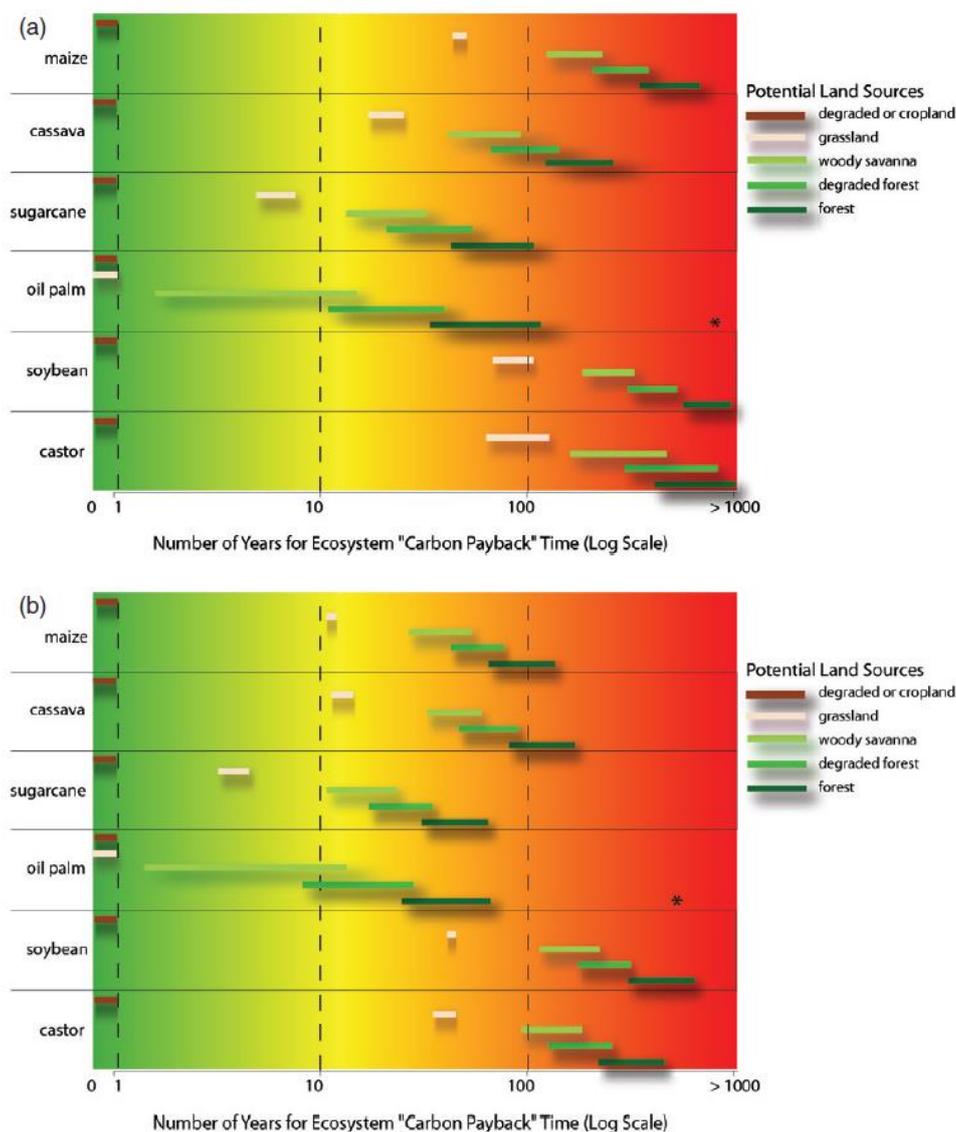
森林減少や泥炭地開発による温室効果ガス排出量を分析した研究は数多く行われている。図 1-2 は、複数のバイオ燃料に対し、土地利用の転用を伴いプランテーションが造成された場合における温室効果ガス排出量について、数値モデルによる計算結果を示している。その結果は、多くのバイオ燃料において、Natural vegetation conversion（図 1-2、緑）もしくは Peatland oxidation（図 1-2、水色）が生じた場合に、多くの温室効果ガスが放出される可能性があることを明らかにしている。



出典：Valin, Hugo, et al. "The land use change impact of biofuels consumed in the EU: Quantification of area and greenhouse gas impacts." (2015).

図 1-2 シナリオごとの土地利用変化における温室効果ガス排出量

また、森林等の転用を伴うバイオ燃料の製造については、カーボンペイバックタイム（CPT: Carbon Payback Time）の観点からも同様の指摘がされている。ここでの CPT とは、バイオマス等を使用することによる温室効果ガス削減量が、土地の転用時における温室効果ガス排出量を相殺し、炭素削減効果が発現するまでの期間を示す。この期間はプランテーションに転用される前の土地の状態や転用後に栽培される資源作物の種類に依存し（図 1-3）、土地転用前の炭素ストック量を復元するためには、CPT より長い時間事業を継続する必要がある。そのため、事業実施期間が CPT より短い場合には温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高いと言える。



出典：Bioenergy, I.E.A. "Bioenergy, land use change and climate change mitigation." Report for policy advisors and policy makers. IEA Bioenergy: ExCo 3 (2010). (IEAの文書にて掲載されている図はGibbs, Holly K., et al. "Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: the effects of changing yield and technology." Environmental research letters 3.3 (2008): 034001. より引用)

図 1-3 バイオ燃料の原料ごとのカーボンペイバックタイム：(a) 2000年時の収量を用いて計算を行った場合のCPT、(b) 世界上位10%の収量を用いて計算を行った場合のCPT

- ・生産されるバイオエタノールの半分量の重油を使用したケースを想定し、1Lのバイオエタノールによって削減できる温室効果ガス排出量と0.5Lの重油を燃焼した際の温室効果ガス排出量を算定すると以下のような結果となる。このような場合は、温室効果ガス排出量削減に寄与しないことが明らかであるため、このようなケースにおけるバイオ燃料はLCA対象外とする。

(例)

○1Lのバイオエタノールによって削減できるGHG排出量

$$\rightarrow 21.2(\text{MJ/L-EtOH}) / 32.9(\text{MJ/L-ガソリン}) \times 2.38(\text{kgCO}_2/\text{L-ガソリン})$$

$$= 1.53(\text{kgCO}_2/\text{L})$$

○0.5Lの重油を燃焼した際のGHG排出量

$$\rightarrow 0.5\text{L} \times 2.98(\text{kgCO}_2/\text{L})$$

$$= 1.49(\text{kgCO}_2/\text{L})$$

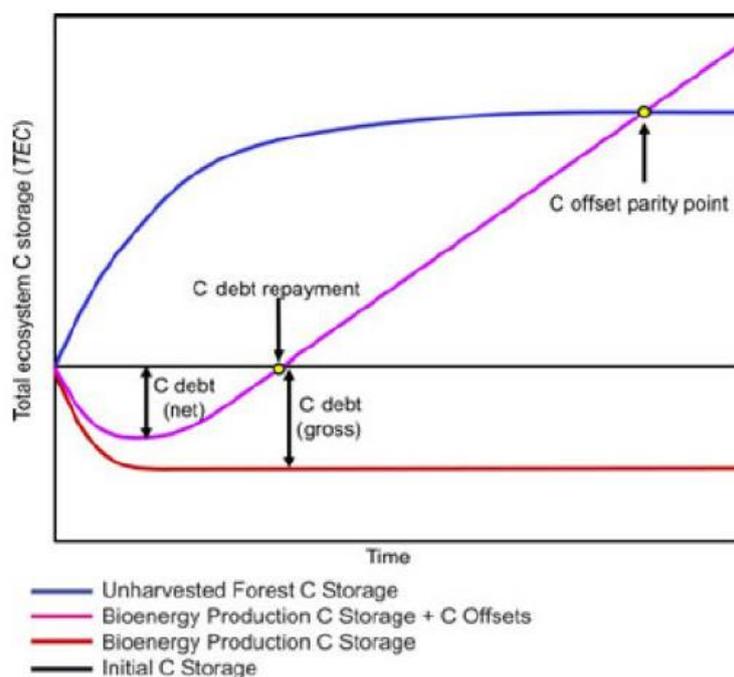
- ・生産されるバイオ燃料の熱量と比較して数倍の熱量を持つ原料バイオマスを使用して製造されるバイオ燃料等では、使用されるバイオマスを固定燃焼炉の燃料等、液体バイオ燃料への転換以外に活用する方が、温室効果ガス削減効果が大きい場合がある。バイオ燃料の液体燃料としての付加価値等を考慮した上で、その原料の最適な有効利用手段を検討することが望まれる（参考：Assessing Biofuels ,UNEP）。

1.4 森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量の取扱いについて

本ガイドラインでは、「バイオマスの燃焼による二酸化炭素排出量はゼロとしてよい」こととしているが（→第Ⅰ部：基本編 5.1.4 (p.26)）、これは事業の実施後、バイオマス資源を調達する森林における生体バイオマス炭素ストック量が中長期的に復元又は増加することを前提としている。これを行わない場合には本ガイドラインの考え方に合致しなくなるため、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し、実施する事業の地球温暖化対策としての意義を再検討すべきである。

参考：森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量

燃料利用を目的として森林から木材搬出を行った場合の温室効果ガス排出については多くの研究が行われている。欧州委員会の共同研究センター（Joint Research Centre）による、木質系バイオマスに関する研究をレビューした報告書「Carbon accounting of forest bioenergy -Conclusions and recommendations from a critical literature review」（2014年）では、森林から木材搬出を行った直後には林内の炭素量が大きく失われることから、木質系バイオマスの活用による化石燃料の代替効果が発現するまでに一定の期間を要するとされている。



出典：Joint Research Centre 「Carbon accounting of forest bioenergy -Conclusions and recommendations from a critical literature review」（2014年）

図 1-4 森林から切り出した木質系バイオマスのカーボンペイバックタイム

図 1-4 における黒線は、木材搬出を行う前における林内の初期炭素ストック量を示している。また、赤線が木材搬出による炭素ストック量の減少を、青線が木材搬出を実施しなかった場合に得られる林内の炭素ストック量の増加を表している。さらにこの図は、赤線で示される減少分に、木材搬出後の林内炭素ストック量の回復や木質系バイオマスの化石燃料代替効果を考慮した炭素ストック量の変化を紫線で示している。紫線と黒線の交わる「C debt repayment」は、木材搬出を行うことによる森林からの炭素減少量と、木質系バイオマスの燃料利用によって防ぐことができた化石燃料由来の炭素排出量が同等となる時点を表す。また、紫線と青線が交わる「C offset parity point」では、木材搬出を行わなかった場合、林内に蓄積されるはずであった炭素ストック量まで回復するのに要する時間を示している。この C debt repayment や C offset parity point に到達するまでの時間を考慮せず、林内の炭素ストック量の復元又は増加を伴わない事業においては、事業を実施しない場合と比較し多量の温室効果ガスが排出されることになり、地球温暖化対策としての効果が十分に得られない可能性が高いと言える。

2. 複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）の LCA の基本的な考え方に関する留意事項

2.1 機能単位の設定に関する留意事項

複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）の LCA を行う場合の機能単位は、当該事業の目的に応じて設定する。標準的な考え方を以下に示す。

- ① 廃棄物の有効活用を目的として、製材所廃材・建築廃材等を原料として外部に「電力」、「熱」、「燃料」等を供給している国内バイオマス利活用事業の場合、原則的に「1MJ 相当のエネルギーの供給とそれに伴う廃棄物処理」を機能単位とする。
- ② 国内バイオマス利活用事業であっても、以下のいずれかに該当し、事業の主な機能を「エネルギー供給」等、単一機能に特定できる場合には、機能単位を「1MJ 相当のエネルギーの供給」としてよい。
 - 1) 比較的大規模な国内バイオマス発電事業を行う場合
 - 2) 比較的大規模な国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業を行う場合
 - 3) 比較的大規模な国内バイオガス関連事業を行う場合
 - 4) 製造したバイオガスを一般家庭等に都市ガス代替品、プロパンガス代替品として供給する場合
 - 5) 比較的大規模な国内バイオマス固体燃料製造事業を行う場合

2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項

- ・対象プロセスのシステム境界には以下の6段階を含めるものとする。
 - 1) 原料調達段階
 - 2) 製造段階
 - 3) 流通段階
 - 4) 使用段階
 - 5) 処分段階
 - 6) 温室効果ガス排出削減活動（実施する場合に限る）
- ・システム境界は、対象プロセスが有する機能に応じてシステム拡張を行い、設定するものとする。ただし、2.1②で前述したように、（1）国内バイオマス発電事業、（2）国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業の場合には、以下の考え方を採用することもできる。

（1）国内バイオマス発電事業

事業の主な機能を「発電」のみに特定できる場合には、電力供給に関わるプロセスのみ、システム境界内として設定することができる（必要に応じて、3.7で後述するプロセス細分化や配分を行う）。

（2）国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業

事業の主な機能を「燃料製造」のみに特定できる場合には、燃料供給に関わるプロセスのみ、システム境界内として設定することができる（必要に応じて、3.7で後述するプロセス細分化や配分を行う）。

【解説・注釈】

- ・複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）の場合、上記（1）、（2）に掲げた場合を除き、原則として事業全体をシステム境界に含める。例えば、図 2-1 に示すように、廃材を燃やし、同じ敷地内の別の工場に熱を供給していた製材所が、バイオマス発電による電力供給に切り替えるとともに、熱源として重油ボイラを使うこととなった場合は、事業全体を算定対象とすることが望ましい（少なくとも「電力供給」と「熱供給」を同一事業者が行う場合には、電熱併給事業全体として算定を行う）。

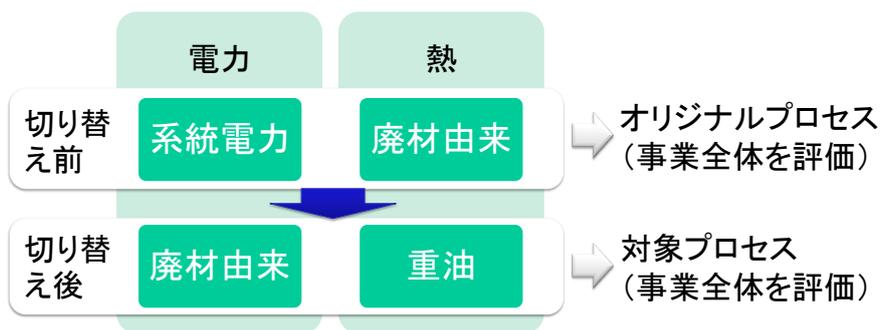


図 2-1 同一事業者が電熱併給事業を行う場合のシステム境界

・複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）のシステム境界の例を、図 2-2～2-5 に示す。

図 2-2	製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業のシステム境界
図 2-3	間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業のシステム境界
図 2-4	厨芥類を原料とした複数の機能を有する事業のシステム境界
図 2-5	下水汚泥を原料とした複数の機能を有する都市ガス製造事業のシステム境界

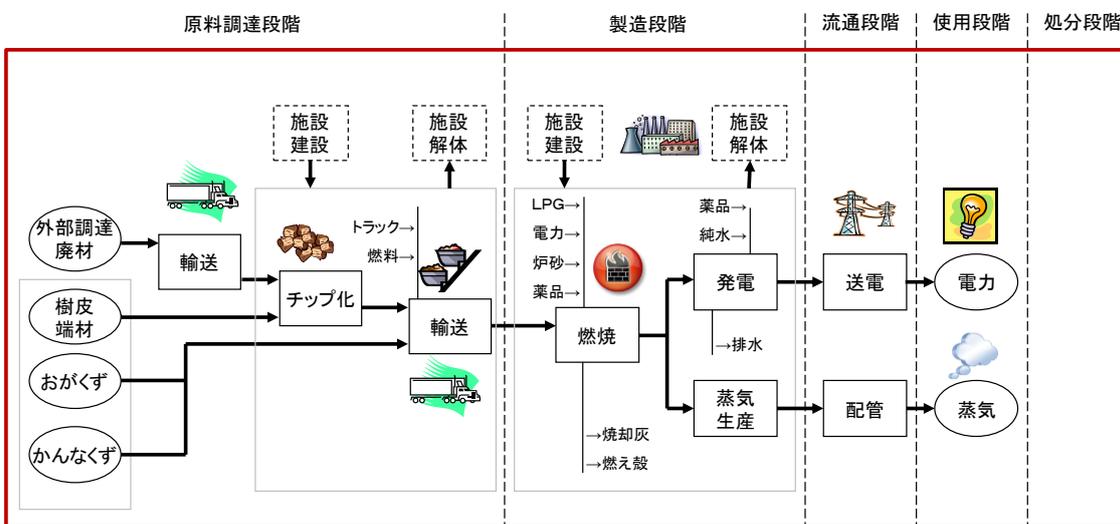


図 2-2 製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業のシステム境界

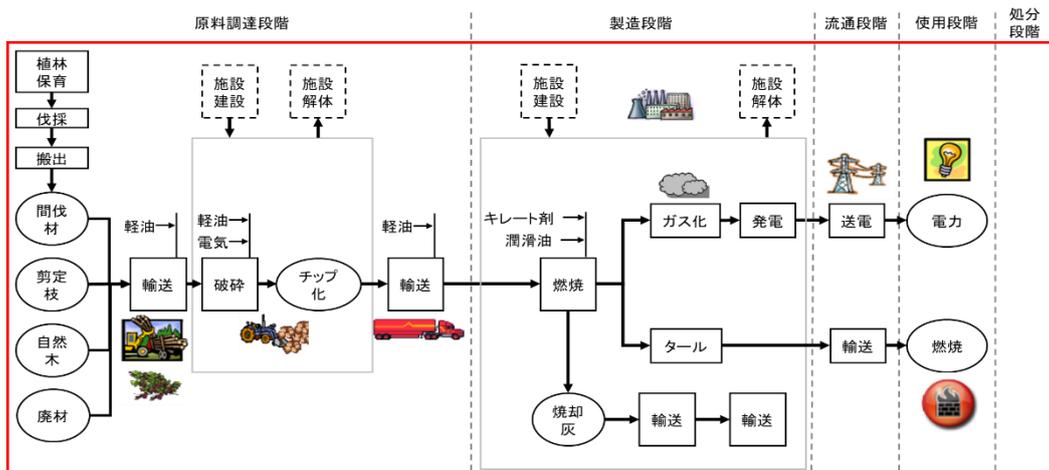


図 2-3 間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業のシステム境界

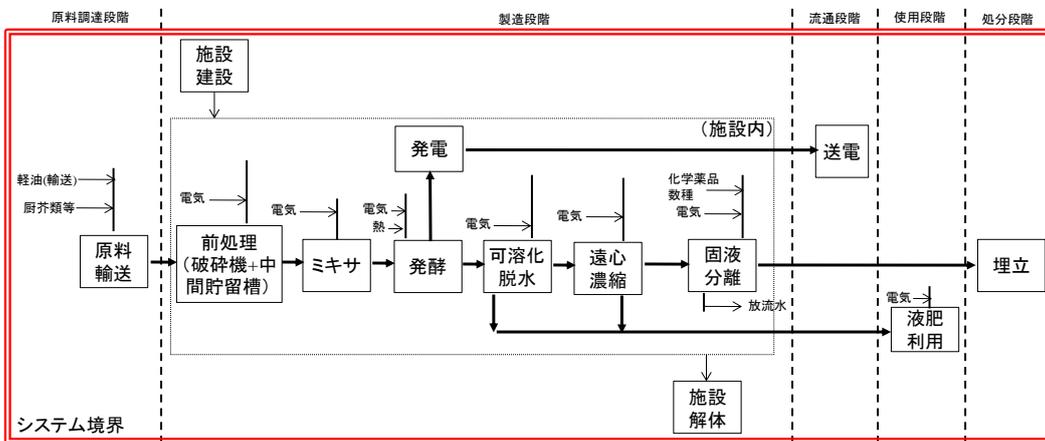


図 2-4 厨芥類を原料とした複数の機能を有する事業のシステム境界

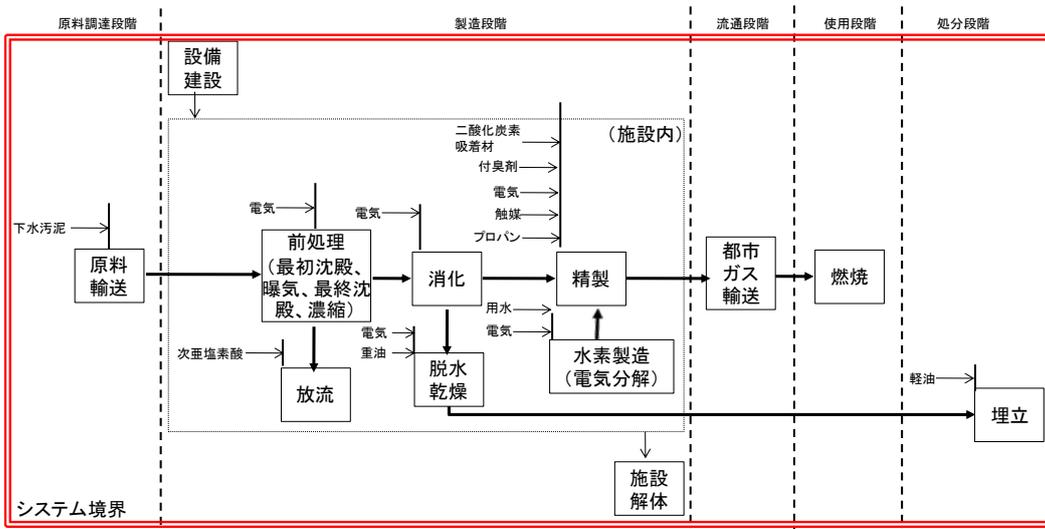


図 2-5 下水汚泥を原料とした複数の機能を有する都市ガス製造事業のシステム境界

- ・比較的大規模な国内バイオマス発電事業を行い、電力供給に関わるプロセスのみをシステム境界内とした場合の設定例を、図 2-6、2-7 に示す。

図 2-6	製材廃材を利用した直接燃焼木質バイオマス発電事業のシステム境界
図 2-7	間伐材等を利用したガス化発電事業のシステム境界

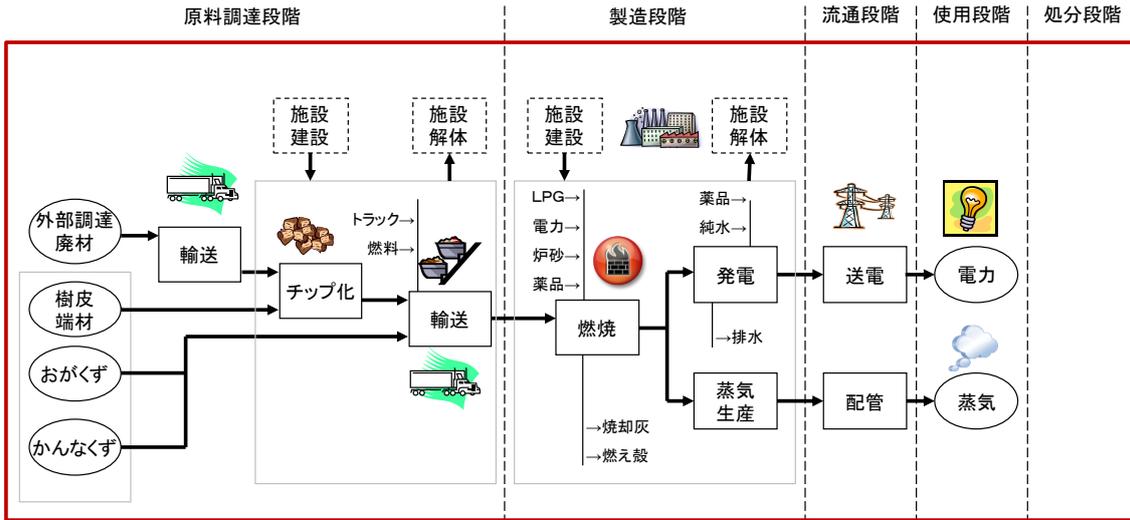


図 2-6 製材廃材を利用した直接燃焼木質バイオマス発電事業のシステム境界

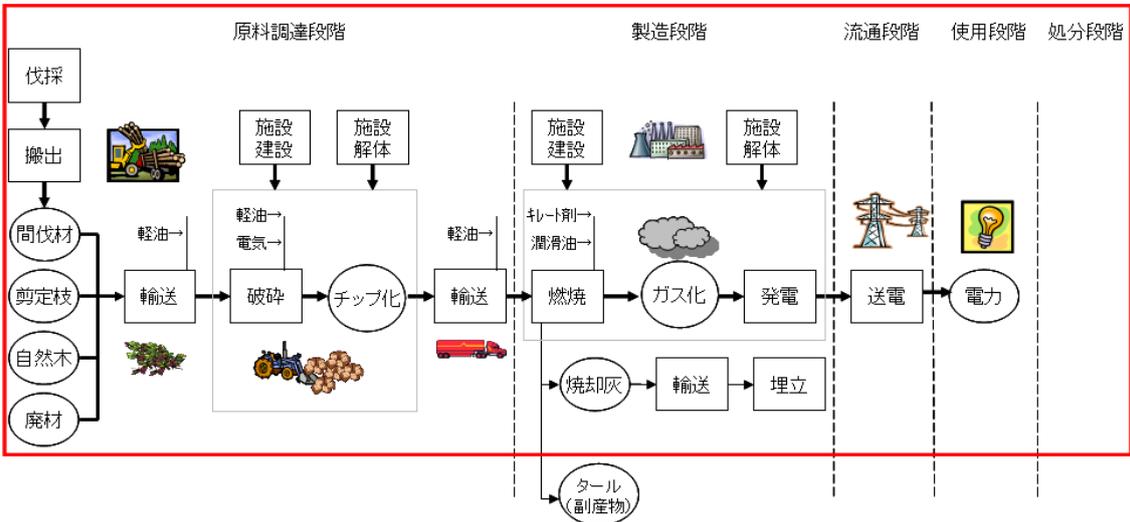


図 2-7 間伐材等を利用したガス化発電事業のシステム境界

- ・比較的大規模な国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業を行い、燃料供給に関わるプロセスのみをシステム境界内とした場合の設定例を、図 2-8、2-9 に示す。

図 2-8	廃棄物（廃油等）由来のバイオ燃料のシステム境界
図 2-9	資源作物由来のバイオ燃料のシステム境界

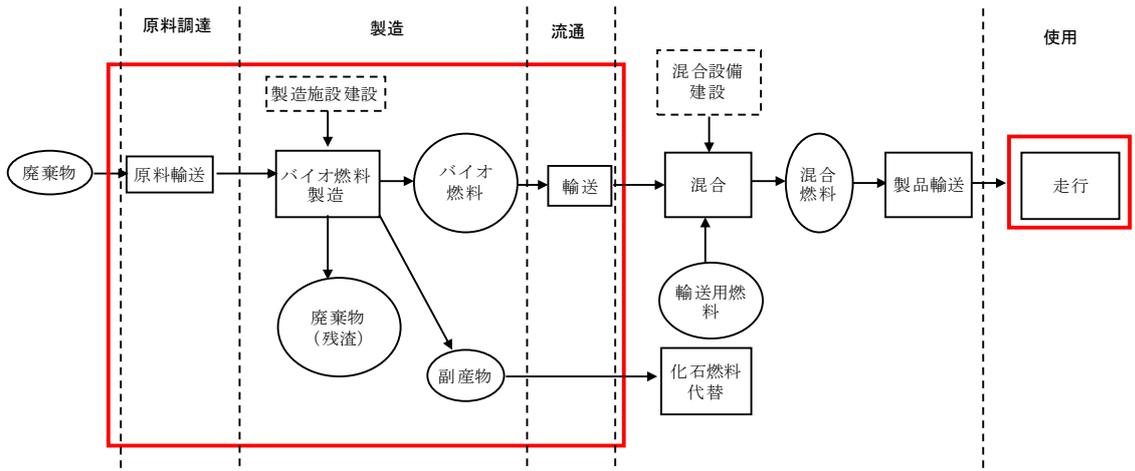


図 2-8 廃棄物（廃油等）由来のバイオ燃料のシステム境界

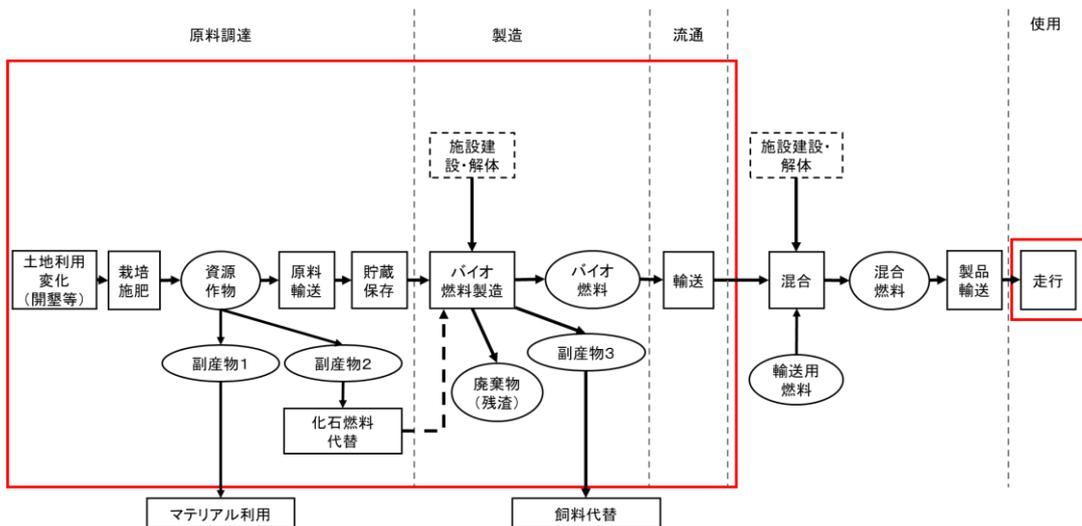


図 2-9 資源作物由来のバイオ燃料のシステム境界

- ・木質系バイオマスを原料とする場合の植林プロセス、保育プロセス等について、国内においては施肥等が一般的に行われていないことから、これらのプロセスに伴う温室効果ガス排出に関して詳細なデータが入手困難な場合は、考慮しなくてもよいこととした。
- ・複数の機能を有する事業においては、施設建設工程、施設解体工程における温室効果ガス

排出量が無視できないことも多いため、原則として施設建設工程、施設解体工程をシステム境界内とする。ただし、概略検討等を行った結果として、第Ⅰ部：基本編に示すカットオフ基準を満たす場合は、カットオフの対象とすることができる。

- ・バイオ燃料の場合は、「輸送」と「走行」の間に「混合」プロセスがあることが多く本来は含めるべきだが、事業者自らがコントロールできない可能性が高く、また詳細データが十分に集積されていないこと等から考慮しなくてよいこととした。
- ・施設廃棄・処分工程については、以下の理由から必ずしもシステム境界に含めなくてよい。
 - (1)一般に、施設廃棄・処分工程における温室効果ガス排出量は、施設建設工程よりも相対的に小さいと考えられる。
 - (2)施設廃棄・処分工程における温室効果ガス排出量を算定するためには、事業者が把握しにくい施設の素材別構成（例：鉄系○t、非鉄△t、コンクリート□t）を明らかにする必要があり、それらの情報収集を事業者に求めることになるため、大きな負担となりかねない。

＜カットオフ基準（目安）＞

原材料質量の1%程度未満 かつ 原材料調達コストの1%程度未満であること
あるいは
当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が当該バイオ燃料の
温室効果ガス総排出量に対して1%程度未満であること

2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項

- ・ LCA 実施者は LCA 実施に先だってオリジナルプロセスを、対象プロセスと同じ効用が得られる、対象プロセスが実施されなかった場合の通常のプロセス（ベースラインとなるプロセス）として、明確化する必要がある。
- ・ 国内バイオマス利活用事業は、「電力供給」、「熱供給」、「燃料供給」、「廃棄物処理」といった複数の機能を有することが多いため、対象国内バイオマス事業が有する機能に応じて、それを代替する機能を持つオリジナルプロセスを設定する必要がある。
- ・ なお、(1) 国内バイオマス発電事業、(2) 国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業の場合には、以下の考え方を採用することもできる。

(1) 国内バイオマス発電事業

- ・ 実態として発電が主な目的と見なすことができる事業において、ライフサイクルを考慮した排出原単位が入手できる場合、オリジナルプロセスは原則としてその値を使用することとする。入手できない場合には「系統電力」とし、調達先の電力供給者から公表される電気事業者別排出係数（基礎排出係数）を用いて温室効果ガス排出量を算定する。ただし、同一敷地内の自家発電の代替として再生可能エネルギー等を導入する場合には、当該自家発電の電源に関する原単位データを用いる。
- ・ なお、調達先の電力供給者から公表される電気事業者別排出係数（基礎排出係数）には、発電所の建設・解体工程が含まれていないため、製造段階として、それらの工程からの温室効果ガス排出量を合算する必要がある。本ガイドラインでは、系統電力の製造段階における温室効果ガス排出量として、表 2-1 に示す値を用いることを基本とする。ただし、同一敷地内の自家発電の代替として再生可能エネルギー等を導入し、当該自家発電の建設・解体に関する活動量データが入手できる場合には、そちらを用いて温室効果ガス排出量を算定することが望ましい。

表 2-1 系統電力の製造段階における温室効果ガス排出量

工程	温室効果ガス排出量	備考（出典）
発電所設備製造工程	5.01×10^{-4} kgCO ₂ /kWh	（財）電力中央研究所（2016）「日本の発電技術のライフサイクル CO ₂ 排出量評価」における石炭火力（国内炭・輸入炭）の活動量データと、IDEA v2.3 の収録データを用いて算定
発電所建設工程	1.20×10^{-3} kgCO ₂ /kWh	
発電所解体工程	3.86×10^{-5} kgCO ₂ /kWh	常陸那珂発電所 2 号機の事例における活動量データと、IDEA v2.3 の収録データを用いて算定
計	1.74×10^{-3} kgCO ₂ /kWh	

(2) 国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業

- ・実態として燃料製造が主な目的と見なすことができる事業の場合には、オリジナルプロセスは原則として「化石燃料由来の輸送用燃料（ガソリン、軽油、天然ガス）」とし、温室効果ガス排出量は表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 化石燃料由来輸送用燃料の温室効果ガス排出量

化石燃料由来輸送用燃料	ガソリン	軽油	天然ガス(LNG)
温室効果ガス排出量	2.32 kgCO ₂ /L	2.58 kgCO ₂ /L	2.70 kgCO ₂ /kg
備考(比較対象)	エタノール	バイオディーゼル	バイオガス

出典：環境省「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」平成 29 年 3 月

【解説・注釈】

- ・実態として発電が主な目的と見なすことができる「(1) 国内バイオマス発電事業」、燃料製造が主な目的と見なせる「(2) 国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業」の場合については、異種の事業間で統一的な比較を行うことを目的として固定値とした。
- ・オリジナルプロセスの設定例を以下に示す。

図 2-10	製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス
図 2-11	間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス
図 2-12	牛ふん尿のメタン発酵による発電を行うとともに、その副産物を液肥として利用する事業に関するオリジナルプロセス
図 2-13	バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス

<例 1：製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス>

製材所廃材を原料とした直接燃焼により、発電と熱供給を行う事業のオリジナルプロセスを図 2-10 に示す。本事業の機能は、「発電」と「熱供給」、「それに伴う廃棄物処理」の 3 つであるため、オリジナルプロセスでは「系統電力(全電源平均)及び蒸気の生産プロセス」と「製材所廃材の処理プロセス」を考慮する必要がある。

「製材所廃材の処理プロセス」としては、通常「活性炭の製造プロセス」が考えられるが、この場合、オリジナルプロセスの機能に「活性炭製造」が含まれてしまうため、製造所廃材を原料として製造される活性炭の量に相当する「従来型の活性炭製造プロセス」（ここでは「ヤシ殻由来の活性炭製造プロセス」とする）を、上記の 2 種類のプロセスの和から差し引く必要がある。なお、比較的大規模な国内バイオマス発電・熱供給事業においては、事業の

機能を「発電」と「熱供給」とし、「それに伴う廃棄物処理」はオリジナルプロセスから除くことも可能である。

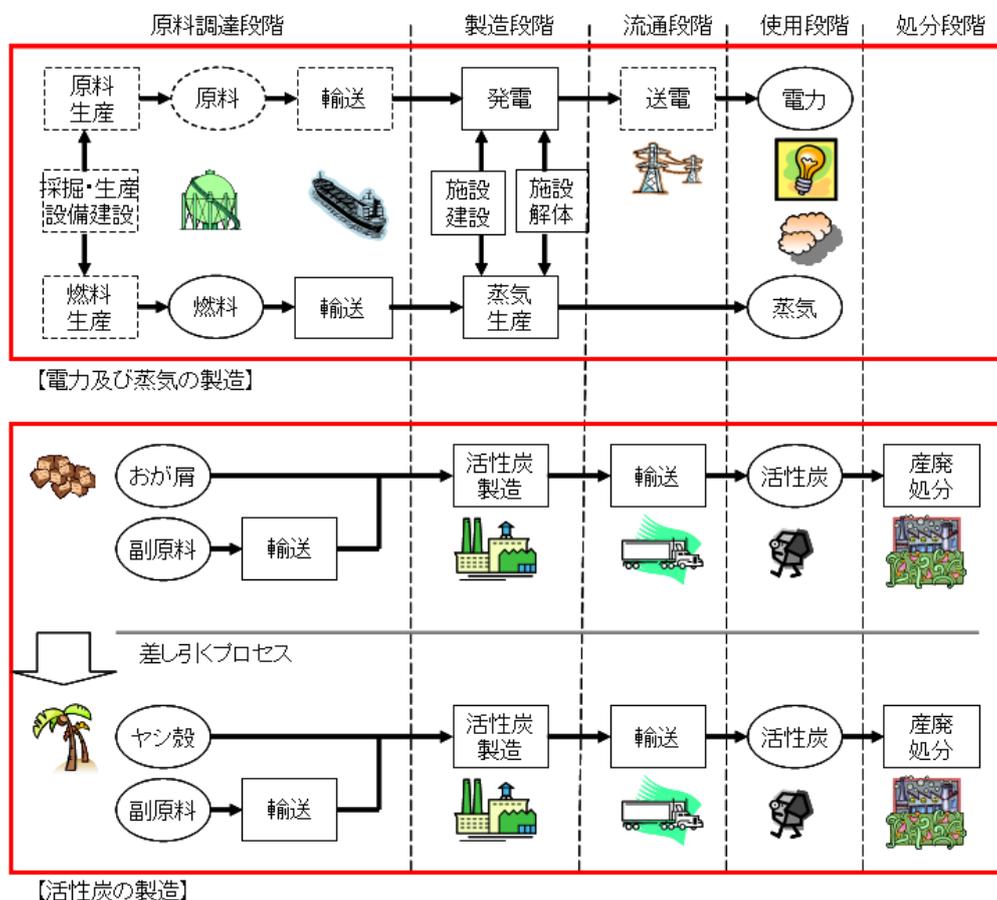


図 2-10 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）
（製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス）

<例 2：間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス>

間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電により、電力と燃料（タール）を外部に供給する事業のオリジナルプロセスを図 2-11 に示す。本事業の機能は、「発電」と「燃料供給」の 2 つであるため、オリジナルプロセスでは「系統電力（全電源平均）の生産プロセス」と「重油の製造プロセス」を考慮する。

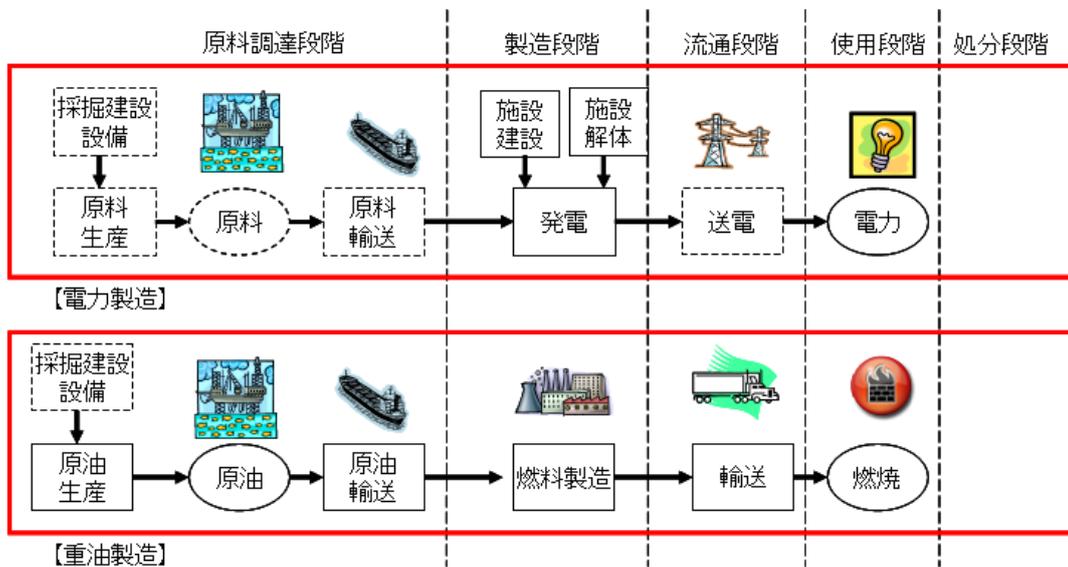


図 2-11 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界 (例)

(間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス)

<例 3 : 牛ふん尿のメタン発酵による発電を行うとともに、その副産物を液肥として利用する事業に関するオリジナルプロセス>

牛ふん尿からメタンガスを製造し、発電を行うとともに、副産物を液肥として利用する事業のオリジナルプロセスを図 2-12 に示す。本事業の機能は、「発電」と「それに必要な原料の処理」の 2 つであるため、オリジナルプロセスでは「系統電力 (全電源平均) の生産プロセス」と「従来型の堆肥製造プロセス」を考慮する必要がある。

なお、メタン発酵により得られる液肥は、一般に従来型の堆肥化により製造される堆肥と比べて単位重量当たりの肥料成分量が小さいため、不足する肥料成分に相当する量の「有機質肥料の製造プロセス」を上記の 2 種類のプロセスの和から差し引く必要がある。

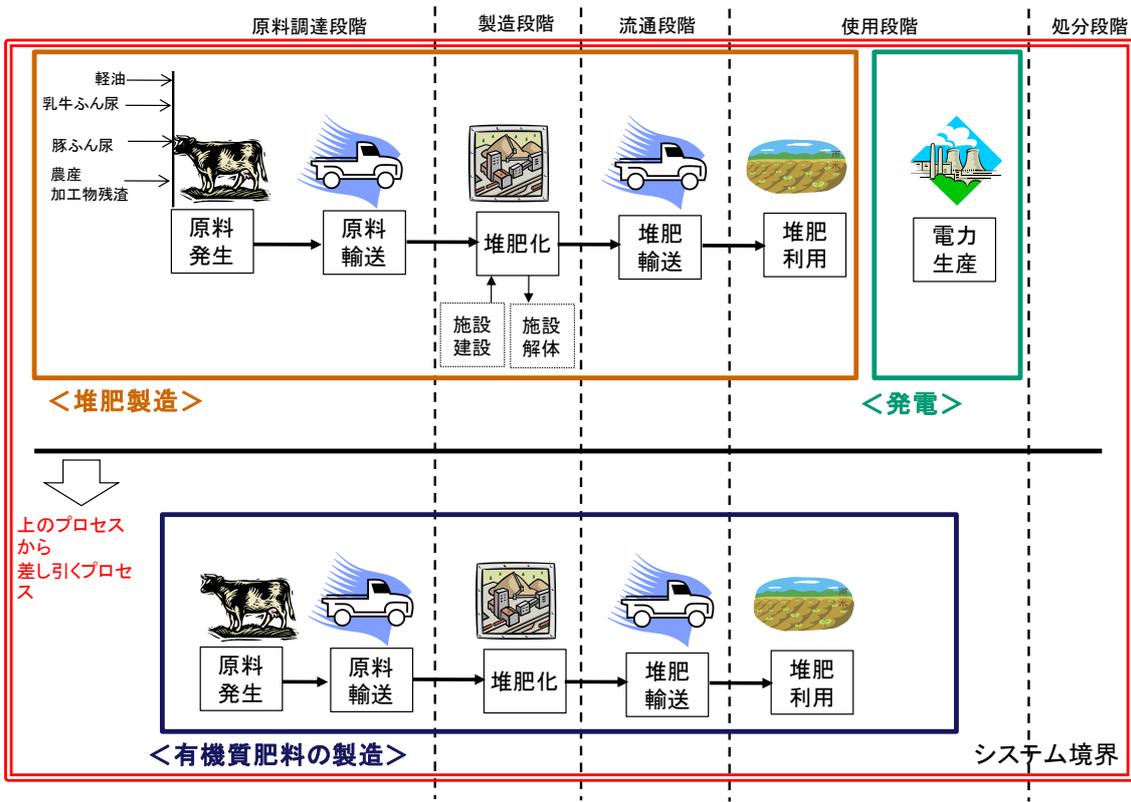
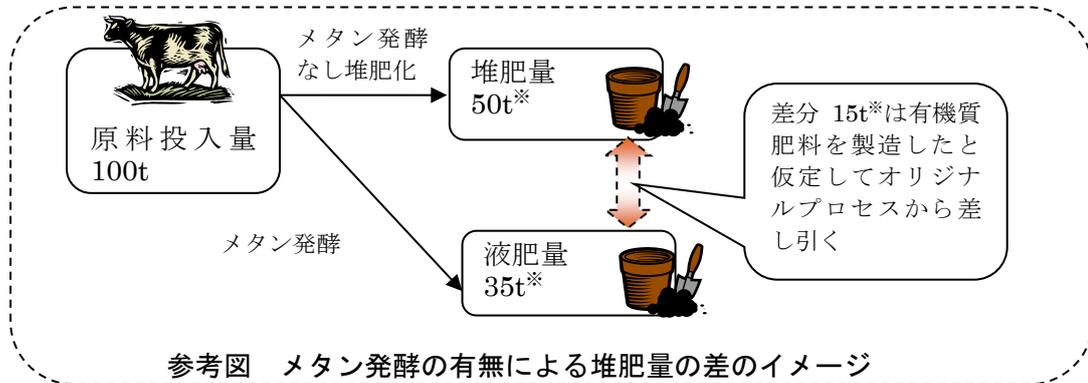


図 2-12 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界 (例)

(牛ふん尿のメタン発酵による発電を行うとともに、その副産物を液肥として利用する事業に関するオリジナルプロセス)



※「堆肥」と「液肥」では単位重量当たりの肥料成分量が異なるため、単純な重量比較ができない。化学肥料に比べた有機物中窒素の相対的な効果を表す比率である「肥効率」、又は「農林水産省『農業物価統計調査』における全国平均価格」等を用いて、有機質肥料の場合の相当重量に換算した上で、差分を算出する。

※この場合、「肥効率」には、本来全ての肥料成分の値を用いるべきであるが、窒素以外の成分については情報が充実していないため、ここでは窒素成分の肥効率を用いることとする。

例) メタン発酵を行わずに堆肥化を行った場合の堆肥製造量 64t、窒素肥効率 100%
 (化学肥料と同等の窒素肥効率と想定)

メタン発酵を行った場合の液肥製造量 95t、窒素肥効率 55%

有機質肥料の窒素肥効率 78%と想定した場合、

差分として差し引く有機質肥料の重量 = $(64 \times 1.00 - 95 \times 0.55) \div 0.78 = 15(t)$

※本来、「メタン発酵を行わずに堆肥化を行った場合の堆肥」も「メタン発酵を行った場合の液肥」も、動物・植物性の有機物のうち肥料成分を含むものを原料とした肥料であり、「有機質肥料」となる。しかし現状、肥料関連の原単位データは「化学肥料」と「有機質肥料」しか整備されていないため、「堆肥」と「液肥」の双方に「有機質肥料」の原単位データを充てると、原単位上で「堆肥」と「液肥」の肥料成分の違いが考慮されず、堆肥化に比べてメタン発酵が過度に不利になってしまう。そのため、このような場合には堆肥に「化学肥料」、液肥に「有機質肥料」の原単位データを当てはめることを認める。

＜例4：バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス＞

バイオガスを都市ガス代替品として活用する事業のオリジナルプロセスを図 2-13 に示す。本事業の機能は都市ガス代替品の供給であるため、オリジナルプロセスは都市ガスの製造と利用である。

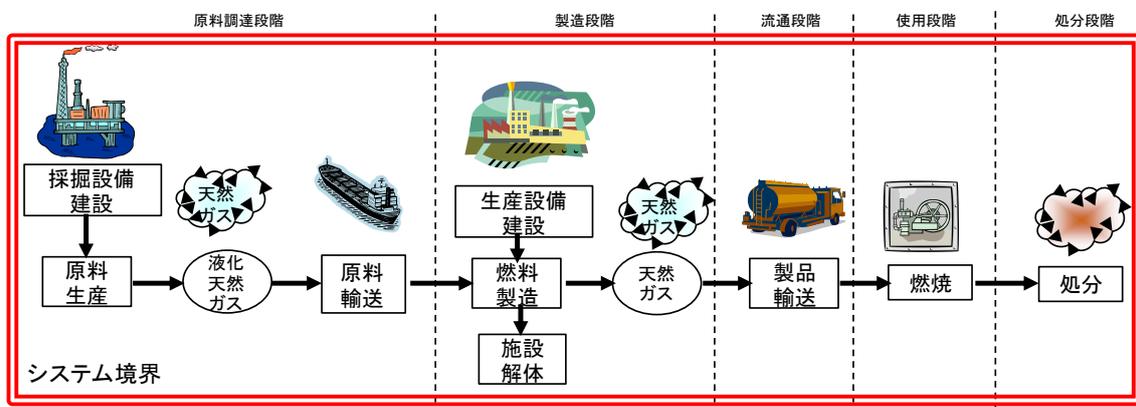


図 2-13 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界 (例)
 (バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス)

3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項

LCA 実施者は、プロセスフロー図に記述した各プロセスに関して、プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境（大気等）への排出物の排出量を明らかにする必要があります。

【解説・注釈】

- ・活動量データの収集例を表 3-1 に示す。

表 3-1 活動量データ収集例（廃食用油由来バイオディーゼルの場合）

段階	小プロセス	入出	品名	数量	単位
原料調達	原料調達	入力	廃食用油	〇〇	kL/日
	原料	入力	軽油	〇〇	L/日
製造	前処理	入力	灯油	〇〇	t/日
		入力	電力	〇〇	kWh/日
	反応	入力	水酸化カリウム	〇〇	t/日
		入力	メタノール	〇〇	t/日
		入力	灯油	〇〇	t/日
		入力	電力	〇〇	kWh/日
	分離（メタノール回収、温水洗浄、水分除去）	出力	グリセリン	〇〇	t/日
		入力	上水	〇〇	m ³ /日
		入力	灯油	〇〇	t/日
		入力	電力	〇〇	kWh/日
	出力	バイオディーゼル	〇〇	kL/日	
流通	製品輸送	入力	軽油	〇〇	L/日

3.1 原料調達段階に関する留意事項

原料調達段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

(1) 複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用）の場合、原料調達に関するプロセス（原料輸送を含む）を考慮する必要がある。原料調達に関して考慮すべきプロセスは、原料によって主に以下の4種類に分けられる。

1) 木質系バイオマスを原料とするケース

①土地利用変化、②植林・保育、③伐採、④搬出、⑤原料加工、⑥燃料輸送

2) 資源作物を原料とするケース

①土地利用変化、②栽培、③伐採、④搬出、⑤調達、⑥原料輸送

3) 資源作物から発生する残さを原料とするケース

①原料加工、②原料輸送

4) 既存収集システムにある下水汚泥等を原料とするケース

原料輸送は考慮しなくてもよい。

(2) 廃棄物を原料とすることにより回避される温室効果ガス排出量については、その効果が明らかであり、かつ定量的に示すことができる場合には、システム拡張を行うことにより考慮するものとする。

(3) ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・木質系バイオマスを原料とする場合の植林プロセス、保育プロセス等について、国内においては施肥等が一般的に行われていないことから、これらのプロセスに伴う温室効果ガス排出に関して詳細なデータが入手困難な場合は、考慮しなくてもよいこととした。
- ・木質系バイオマスを原料とするバイオマス発電の場合、伐採プロセスや搬出プロセスにおける温室効果ガス排出量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため、留意する必要がある。特に伐採プロセスについては、事業で活用するバイオマスを収集する目的で伐採を行う場合には、伐採にて投入されるエネルギー量等を把握し、当該プロセスの LCA を行う必要がある。なお木質系バイオマスのうち、製材端材や建築廃材等、発生地点が製材工場や建築現場と考えられるものについては、伐採プロセスはシステム対象外となる（詳細については、3.7「配分（アロケーション）の方法に関する留意事項」を参照）。
- ・製材事業者やその関連事業者が国内バイオマス発電事業を行っており、製材工場が同一敷地内又は近隣地域にある場合、本来は破碎プロセスや乾燥プロセスを「製造段階」に分類することが望ましいが、その場合、事業により破碎プロセスや乾燥プロセスの位置付けが異なってしまう。そのため、ここでは便宜上、一律に破碎プロセスや乾燥プロセスを「原

料調達段階」に分類することとした。

- 原料調達に関するプロセスは、原料の発生地点後のプロセスを考慮するものとする。このため、資源作物から発生する残さ等は、それらが発生するまでの資源作物栽培プロセス等における温室効果ガス排出量はシステム境界に含めず、また下水汚泥のように原料が既存インフラにより収集されている場合には、原料輸送プロセスにおける温室効果ガス排出量もシステム境界に含めなくてよいこととした。ただし、下水汚泥を主原料とした事業において下水汚泥以外の原料を投入する場合には、その原料の輸送工程における温室効果ガス排出量がシステム全体において大きな割合を占める可能性があることから、その原料の調達段階を考慮する必要がある。
- 廃棄物を原料とする場合に回避される温室効果ガスとしては、「生ごみの焼却処理等のプロセスで発生する温室効果ガス」や「放置されているヤシ殻から発生するメタンガス」のようなものが考えられる。
- 土地利用変化や栽培プロセスにおける温室効果ガス排出・吸収量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため留意する必要がある。土地利用変化に伴って発生する温室効果ガス排出・吸収量、栽培プロセスにおける温室効果ガス排出量は次頁以降に従って算定する。
- 「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が 5% 以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

(1) 土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量の取扱いについて

土地利用変化に伴って発生する温室効果ガス排出・吸収量は以下に従って算定する。なお、土地利用変化に伴い大きく炭素量が損失し、失われた炭素量の中長期的な復元又はその増加が困難である場合には、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し事業の意義を再検討すべきである。

①土地利用区分

土地利用変化を考慮する際の土地利用区分は、森林、田、普通畑、樹園地、耕作放棄地、牧草地、採草放牧地、原野、湿地、開発地、その他の土地、の 11 区分とする。

後述する土地利用の定義を参考に、土地転用前の土地利用区分と、栽培する資源作物の形式に合致する適切な現状の土地利用区分を選択する。

②算定対象とする土地利用変化

本ガイドラインで対象とする土地利用変化は、森林又は資源作物栽培地（普通畑、牧草地等）への土地利用変化とする（1.3 に示すとおり、森林や泥炭地からの土地利用変化を含む事業については、事業の意義を再検討すべき事業に該当する）。

③土地利用変化に伴う温室効果ガス

土地利用変化を伴う場合は、以下の影響による温室効果ガス排出・吸収量の変化を考慮しなければならない。

- 1) 土壌炭素ストック量の変化
- 2) 生体バイオマス炭素ストック量の変化

④算定に用いる諸データ

土壌炭素ストック量、生体バイオマス炭素ストック量は、令和 2 年 4 月に独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィスから公表されている「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」のデータを利用する。なお、算定方法やデータの更新に留意する必要がある。

上記データは日本の標準的な土地を基準にして算定した値である。国外の土地を対象とした土地利用変化からの温室効果ガス排出・吸収量の算定は、「第IV部-② 複数の機能を有する事業（輸入バイオマス利活用等） 編」を参照のこと。

⑤変化期間の設定

土壌炭素ストック量の変化期間は 20 年間、生体バイオマス炭素ストック量の変化期間はプロジェクト期間（設備の実耐用年数）と同一とする。

⑥その他

土地利用形態の変化の基準日については、温室効果ガス排出・吸収量に一定程度以上の影響を及ぼすと考えられる相当な日を考慮する。

【解説・注釈】

・わが国が利用している土地利用区分の定義を表 3-2 に示す。

表 3-2 土地利用区分の設定方法と把握方法

土地利用大区分	土地利用小区分	定義	把握方法
森林	人工林	植栽又は人工下種により生立した林分で、植栽樹種又は人工下種の対象樹種の立木材積（又は本数）の割合が 50%以上を占めるものをいう。	国家森林資源データベース（林野庁）における森林計画対象森林の人工林、天然林、無立木地、竹林とする。
	天然林	立木地のうち、人工林以外の森林をいう。	
	無立木地	立木及び竹の樹冠の占有面積歩合の合計が 0.3 未満の林分をいう。	
	竹林	立木地以外の森林のうち、竹（笹類を除く。）の樹幹の占有面積歩合が 0.3 以上の林分をいう。ただし、竹の樹幹の占有面積歩合が 0.3 未満であって、立木及び竹の樹冠の占有面積歩合の合計が 0.3 以上の森林のうち、竹の樹冠の占有面積歩合が立木のそれを上回るものを含む。	
農地	田	たん水設備（けい畔等）とこれに所要の用水をしうる設備（用水源・用水路）を有する耕地をいう。	農林水産省「耕地及び作付面積統計」における田、普通畑、樹園地とする。
	普通畑	畑のうち、樹園地及び牧草地を除いたもので、通常、草本性作物、苗木等を栽培するものをいう。木本性作物を栽培するものであっても、苗木を栽培するものや 1 a 以上の集団性がない栽培形態であるものを含む。	
	樹園地	畑のうち、果樹、茶等の木本性作物を 1 a 以上集団的（規則的、連続的）に栽培するものをいう。	
	耕作放棄地	現に耕作に供されておらず、耕作の放棄により荒廃し、通常の農作業では作物の栽培が客観的に不可能とする。	

土地利用 大区分	土地利用 小区分	定義	把握方法
		なっている農地をいう。	
草地	牧草地	畑のうち、専ら牧草の栽培を供されるものをいう。	農林水産省「耕地及び作付面積統計」における牧草地とする。
	採草放牧地	農地以外で主として耕作又は養畜の事業のための採草又は家畜の放牧の目的に供されるものをいう（森林に含まれる場合を除く）。	農林水産省「世界農林業センサス林業地域調査」における採草放牧に利用されている面積とする。
	原野	牧草地及び採草放牧地以外の草生地をいう。	国土交通省「土地利用現況把握調査」より把握された牧草地及び採草放牧地以外の草生地「原野等」から「世界農林業センサス林業地域調査報告書」の採草放牧地を除いた土地の面積とする。
湿地	水面(ダム等)	湖沼（人造湖及び天然湖沼）並びにため池の満水時の水面	国土交通省「土地利用現況把握調査」における水面、河川、水路とする。
	河川	一級河川、二級河川、準用河川における河川区域	
	水路	農業用排水路	
開発地	道路	一般道路，農道及び林道	国土交通省「土地利用現況把握調査」に示される道路、宅地、並びに「その他」に含まれる土地のうち学校教育施設用地、公園・緑地等、交通施設用地、環境衛生施設用地、ゴルフ場、スキー場及びレクリエーション用施設、その他とする。また、内数である都市緑地は国土交通省が管轄する都市緑地に関係する統計や調査より把握する。
	宅地	住宅地，工業用地及びその他の宅地で，建物の敷地及び建物の維持又は効用を果たすために必要な土地	
その他の土地		上記のいずれにも該当しない土地	

*耕地：農作物の栽培を目的とする土地のことをいい、けい畔を含む。

*けい畔：水田の保水のために設けられた小さな土手のことを指す。

*畑：田以外の耕地をいう。これには、通常、畑と呼ばれている普通畑のほか、樹園地及び牧草地を含む。

出典：林野庁「森林資源現況調査」（2017年）、農林水産省「耕地及び作付面積統計」（2019年）、国土交通省「土地利用現況把握調査」（2018年）、農林水産省「農林業センサス」（2015年）、温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2020年）

- 土地利用変化に伴う温室効果ガス排出に影響を与える炭素プールとしては以下の3点が知られている。

- 1) 土壌炭素
- 2) 枯死有機物
- 3) 生体バイオマス

その中の2) 枯死有機物について、森林からの土地転用は、そもそも温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高いため、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し温暖化対策としての意義を再検討すべきである。また、森林以外の土地利用では、顕著なストック量を持つ炭素プールではない。このため、枯死有機物の炭素プールについては考慮しない。

- 土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量は下式により算定する。

算定式

土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量

$$= \{ (CS_A - CS_B) / 20 + (BS_A - BS_B) / T \} \times (44 / 12)$$

CS_A: 土地利用変化後の土地利用形態における土壌炭素ストック量

CS_B: 土地利用変化前の土地利用形態における土壌炭素ストック量

BS_A: 土地利用変化後の土地利用形態における生体バイオマス炭素ストック量

BS_B: 土地利用変化前の土地利用形態における生体バイオマス炭素ストック量

T : プロジェクト期間 (設備の実耐用年数)

- 土地利用変化に伴う土壌炭素ストック量は一般には20年間程度をかけて変化するとされており、2006年IPCCガイドライン、改正欧州再生可能エネルギー指令 (EU RED II : Renewable Energy Directive II)、英国の再生可能燃料義務 (RTFO : The Renewable Transport Fuel Obligation) とともに20年で均等配分する方式を採用している。
- 土地利用変化に伴う生体バイオマス中の炭素ストックは、実際には土地利用変化が起きた時点で全て大気中へCO₂として排出される。そのため、土地利用変化に伴う生体バイオマス炭素ストック変化量はプロジェクト期間 (設備の実耐用年数) で均等配分することとする。

- ・ 土壌炭素ストック量は日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2020年4月）の掲載データを参考にした（表 3-3）。ただし、これらのデータは現時点での不確実性を有する値であることに留意する必要があるほか、各土地利用の土壌炭素量の平均値を示しているにすぎず、特に作物栽培地の土壌炭素量は堆肥や作物残さ中の炭素量や、その投入量に依存することに注意が必要である。従って、資源作物栽培地への土地利用変化の場合、土地利用変化後の土壌炭素ストック量（CS_A）は、2006年 IPCC ガイドラインおよび2019年改良版の変化係数（表 3-4）を用いて、以下の様に計算する。

算定式

土地利用変化後の土壌炭素ストック量（CS_A）

$$= CS_B \times \text{土地利用変化係数} (F_{LU}) \times \text{管理係数} (F_{MG}) \times \text{有機物投入係数} (F_I)$$

CS_A: 土地利用変化後の土地利用形態における土壌炭素ストック量。

CS_B: 土地利用変化前の土地利用形態における土壌炭素ストック量、表 3-3 の値を利用する。

F_{LU}: 土地利用に応じた調整係数、表 3-4 から適切な値を選択。

F_{MG}: 土地管理に応じた調整係数、表 3-4 から適切な値を選択。ただし、わが国の環境では通常、不耕起、省耕起栽培には適さないことから、1.0 を用いる。

F_I: 炭素投入量に応じた調整係数、表 3-4 から適切な値を選択。

表 3-3 土地利用区別の土壌炭素ストック量（鈹質土壌）

土地利用区分		土壌炭素ストック量[t-C/ha]
森林		85.42 (2018 年度値)
農地	田	71.38
	普通畑	86.97
	樹園地	77.46
	平均	76.46
牧草地		134.91
湿地		88.00
開発地		—
その他の土地		—

出典：温室効果ガスインベントリオフィス（G10）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2020年）

表 3-4 土壤炭素ストック量の計算に用いる調整係数

調整係数	区分		値
F _{LU}	20年以上単年生作物が栽培されている農地	Cool temperate	0.70
		Warm temperate	0.69
	20年以上水稻が栽培されている水田	-	1.35
	多年生作物／樹木作物	-	0.72
	休耕地	-	0.82
F _{MG}	耕起栽培	-	1.00
	省耕起栽培	Cool temperate	1.04
		Warm temperate	1.05
	不耕起栽培	Cool temperate	1.09
Warm temperate		1.10	
F _I	作物残さの一部をすき込み	-	0.92
	作物残さの全てをすき込み	-	1.00
	作物残さのすき込みに加え、追加的に炭素の投入を実施（緑肥利用無）	-	1.11
	作物残さのすき込みに加え、追加的に炭素の投入を実施（緑肥利用有）	-	1.44

(注) Warm temperate:年平均気温が10℃より高い地域、Cool temperate:年平均気温が0℃より高く10℃以下の地域

出典：2019年改良 IPCC ガイドライン、Volume 4、Chapter 5、Table 5.5 より日本の気候に適する値を抽出

- ・開発地における土壤炭素ストック量は現在精査中であるものの、一般的に開発地から資源作物栽培地への転用では土壤中の炭素ストック量が増加に転じる可能性が高いことから、開発地から資源作物栽培地への転用における土壤炭素ストック変化量はゼロとする。
- ・その他の土地については、温室効果ガスインベントリにおいては、基本的には炭素ストックの存在しない土地が割り当てられている。したがって、通常は作物栽培を実施できる土地ではないが、仮にプロジェクト対象地の土地利用がその他の土地からの転用に該当する場合、作土層の構築が必要で土壤中の炭素ストック量が増加に転じるとみなし、土壤炭素ストック変化量はゼロとする。

- 生体バイオマス炭素ストック量は、日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2020年4月）の掲載データを参考にした（表3-5）。
- 森林の生体バイオマス炭素ストック量について、樹種や林齢等が把握できる場合には、林野庁「森林資源の現況」（<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/index.html>）より入手できる樹種別齢級別面積、樹種別齢級別蓄積から、樹種別齢級別のhaあたりの蓄積量を計算し、下式と表3-6を用いて生体バイオマス炭素ストック量に換算することが望ましい。

算定式

生体バイオマス炭素ストック量 (C)

$$= V \times \text{Area} \times D \times \text{BEF} \times (1+R) \times \text{CF}$$

V: haあたりの材積

Area: 原材料調達森林面積

D: 容積密度、表3-6から適切な値を選択

BEF: バイオマス拡大係数、表3-6から適切な値を選択

R: 地上部に対する地下部の比率、表3-6から適切な値を選択

CF: 乾物重当たりの炭素含有量、表3-6から適切な値を選択

表 3-5 土地利用区別の生体バイオマス炭素ストック量

土地利用区分		生体バイオマスストック 量又は炭素ストック量	出典・備考等
森林		50 [t-C/ha]	国家森林資源データベース（林野庁）からのデータを踏まえた 2018 年度値より設定。樹種や林齢が把握できる場合には、林野庁「森林資源の現況」より入手できるデータを用いて生体バイオマスストック量を算定することが望ましい。
農地	田畑 平均	1.7 [t-C/ha]	水田と普通畑にすき込まれた作物残さ中炭素量の 1990-2017 年平均値より設定（各年の作物作付面積で加重平均した値の平均値）
	田	2.0 [t-C/ha]	水田にすき込まれた作物残さ中炭素量の 1990-2017 年平均値より設定
	普通畑	1.3 [t-C/ha]	普通畑にすき込まれた作物残さ中炭素量の 1990-2017 年平均値より設定（各年の作物作付面積で加重平均した値の平均値）
	樹園地	10.7 [t-C/ha]	日本国温室効果ガスインベントリデータからの計算値（2018 年値）
草地		13.5 [t-d.m./ha]	デフォルト値（2006 年 IPCC ガイドライン Table6.4 warm temperate wet）
湿地		0.00	0 と仮定
開発地		0.00	0 と仮定
その他の土地		0.00	0 と仮定

炭素含有率（CF）針葉樹：0.51、広葉樹：0.48（(t-C/t-d.m.）わが国の研究結果）、dm = dry matter(乾物量)

出典：温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2020 年）を編集

表 3-6 樹種別のバイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、容積密度等

		BEF [-]		R [-]	D [t-d.m./m ³]	CF [t-C/t-d.m.]	備考
		≤20	>20				
針 葉 樹	スギ	1.57	1.23	0.25	0.314	0.51	
	ヒノキ	1.55	1.24	0.26	0.407		
	サワラ	1.55	1.24	0.26	0.287		
	アカマツ	1.63	1.23	0.26	0.451		
	クロマツ	1.39	1.36	0.34	0.464		
	ヒバ	2.38	1.41	0.20	0.412		
	カラマツ	1.50	1.15	0.29	0.404		
	モミ	1.40	1.40	0.40	0.423		
	トドマツ	1.88	1.38	0.21	0.318		
	ツガ	1.40	1.40	0.40	0.464		
	エゾマツ	2.18	1.48	0.23	0.357		
	アカエゾマツ	2.17	1.67	0.21	0.362		

	BEF [-]		R [-]	D [t-d.m./m ³]	CF [t-C/t-d.m.]	備考		
	≤20	>20						
	マキ	1.39	1.23	0.20	0.455			
	イチイ	1.39	1.23	0.20	0.454			
	イチョウ	1.50	1.15	0.20	0.450			
	外来針葉樹	1.41	1.41	0.17	0.320			
	その他針葉樹	2.55	1.32	0.34	0.352	北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、栃木、群馬、埼玉、新潟、富山、山梨、長野、岐阜、静岡に適用		
		1.39	1.36	0.34	0.464	沖縄に適用		
		1.40	1.40	0.40	0.423	上記以外の都道府県に適用		
広葉樹	ブナ	1.58	1.32	0.26	0.573	0.48		
	カシ	1.52	1.33	0.26	0.646			
	クリ	1.33	1.18	0.26	0.419			
	クヌギ	1.36	1.32	0.26	0.668			
	ナラ	1.40	1.26	0.26	0.624			
	ドノロキ	1.33	1.18	0.26	0.291			
	ハンノキ	1.33	1.25	0.26	0.454			
	ニレ	1.33	1.18	0.26	0.494			
	ケヤキ	1.58	1.28	0.26	0.611			
	カツラ	1.33	1.18	0.26	0.454			
	ホオノキ	1.33	1.18	0.26	0.386			
	カエデ	1.33	1.18	0.26	0.519			
	キハダ	1.33	1.18	0.26	0.344			
	シナノキ	1.33	1.18	0.26	0.369			
	センノキ	1.33	1.18	0.26	0.398			
	キリ	1.33	1.18	0.26	0.234			
	外来広葉樹	1.41	1.41	0.16	0.660			
	カンバ	1.31	1.20	0.26	0.468			
		その他広葉樹	1.37	1.37	0.26		0.469	千葉、東京、高知、福岡、長崎、鹿児島、沖縄に適用
			1.52	1.33	0.26		0.646	三重、和歌山、大分、熊本、宮崎、佐賀に適用
	1.40		1.26	0.26	0.624	上記以外の都道府県に適用		

(注) BEF：バイオマス拡大係数（「20」は林齢），R：地上部に対する地下部の比率、D：容積密度、CF：炭素含有率

出典：温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2020年）

(2) 栽培に伴う温室効果ガス排出量の取扱いについて

①算定対象

- ・栽培時に要した肥料、化石燃料や電力、熱等の投入について考慮しなければならない。
- ・資源作物の栽培に伴って水田・畑等の農地を利用する場合には、以下からの温室効果ガス排出量について考慮しなければならない。
 - 1) 水田からのメタン (CH₄) の排出
 - 2) 農地からのメタン (CH₄) 及び一酸化二窒素 (N₂O) の排出
 - 3) 野焼きによるメタン (CH₄) 及び一酸化二窒素 (N₂O) の排出
 - 4) 石灰施用、尿素施用、有機質土壌の耕起による二酸化炭素 (CO₂) の排出
- ・なお、「農地からの一酸化二窒素 (N₂O) の排出」は、直接排出（肥料の施肥、作物残さのすき込み、農用地土壌からの排出）と間接排出（大気沈降、窒素溶脱）に大別されるが、このうち直接排出のみを算定の対象とする。
- ・資源作物の栽培には土壌中の炭素ストック変化も伴うものの、その算定に必要なデータを入手することは困難と思われるため、栽培に伴う土壌中の炭素ストック変化は考慮しないこととする。

②算定に用いるデータ

算定に当たっては、以下の文献にあるデータを用いることができる。

- ・温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」

<http://www.nies.go.jp/gio/aboutghg/index.html>

- ・農業・食品産業技術総合研究機構 「日本土壌インベントリー」

<https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/>

【解説・注釈】

1) 水田からのメタン (CH₄) の排出

- ・水田に水を張ると土壌が還元状態になり、嫌気性細菌の活動が活発化することで土壌中の有機物が分解されメタン (CH₄) が発生する。水田からのメタン (CH₄) の排出量は、下式により求めることができる。

算定式

水田からのメタン (CH₄) の排出量 [kg-CH₄]

$$= \text{水稲作付面積 [ha]} \times \text{水田種別・地域別の排出原単位 [g-CH}_4\text{-C/ha/year]} \times 10^{-3} \times 16/12$$

- ・水稲作付面積は、算定対象となる水田の面積とする。

- ・水田種別・地域別の排出源単位は表 3-7 のとおりとする。算定対象となる水田の水管理方法及び地域によって排出原単位は異なる。稲の育成期間中に複数回の落水（中干し）を行う場合は「間断灌漑水田」、落水を行わず育成期間中常に水を張っている場合は「常時湛水田」を選択する。

表 3-7 水田種別・地域別の排出原単位 [g-CH₄-C/ha/year]

地域区分	常時湛水田	間断灌漑水田
北海道	0.383	0.255
東北	0.528	0.384
北陸	0.423	0.290
関東	0.225	0.163
東海・近畿	0.256	0.147
中国・四国	0.281	0.194
九州・沖縄	0.264	0.159

出典：温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2020年）を編集

2) 農地からのメタン（CH₄）及び一酸化二窒素（N₂O）の排出

- ・農地からの一酸化二窒素（N₂O）の排出は、肥料の施肥、作物残さのすき込み、農用地土壌からの排出等が生じ、有機質土壌の排水を伴う場合にはメタン（CH₄）も排出される。それらは以下の6種類の排出源に整理され、このうち、作物の栽培に直接関係しない「放牧家畜の排せつ物に伴う排出」を除いた5種類を算定対象とする。

2-1) 化学肥料の施肥に伴う排出

2-2) 有機質肥料の施肥に伴う排出

2-3) 作物残さのすき込みに伴う排出

2-4) 鈰質土壌（無機質土壌）における土壌中有機物の分解に伴う排出

2-5) 有機質土壌の耕起に伴う排出（※CH₄、N₂O以外のCO₂排出も含めて記載する）

2-6) 放牧家畜の排せつ物に伴う排出

2-1) 化学肥料の施肥に伴う排出

化学肥料とは、天然資源原料を化学的に加工して作った肥料を指す。窒素を含む化学肥料を農地に施肥することで土壌中に発生したアンモニウムイオン（NH₄⁺）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（N₂O）が発生する。化学肥料の施肥に伴う一酸化二窒素（N₂O）の排出量は、下式より求めることができる。

算定式

$$\begin{aligned} & \text{化学肥料の施肥に伴う一酸化二窒素の排出量 [kg-N}_2\text{O]} \\ & = \text{施用された化学肥料に含まれる窒素量 [kg-N]} \\ & \quad \times \text{作物種別・肥料別の排出原単位 [kg-N}_2\text{O-N/kg-N]} \times 44/28 \end{aligned}$$

施用された化学肥料に含まれる窒素量[kg-N]は、施用した化学肥料の成分表等を用いて窒素の含有率 [%]を求め、肥料の施用量 [kg] を乗じて算出する。

作物種別の排出係数は表 3-8 のとおりとする。なお、硝化抑制剤を含まない通常の化学肥料と硝化抑制剤入り化学肥料に分けて算定を行う。ただし、水稻については硝化抑制剤入り化学肥料が施用される可能性がほとんどないことから、硝化抑制剤を含む場合の排出原単位は設定しない。

表 3-8 化学肥料の施肥に伴う一酸化二窒素 (N₂O) 排出の作物種別・肥料別排出原単位 [kg-N₂O-N/kg-N]

作物種	排出原単位 (硝化抑制剤を含まず)	排出原単位 (硝化抑制剤を含む)
水稻	0.0031	—
茶	0.029	0.021
その他の作物	0.0062	0.0046

出典：温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2020 年)を編集

2-2) 有機質肥料の施肥に伴う排出

有機質肥料とは、家畜の排せつ物 (堆肥等、副資材含む)、なたね油粕といった生物起源の肥料を指す。一酸化二窒素 (N₂O) の発生メカニズムは化学肥料と同様である。有機質肥料の施肥に伴う一酸化二窒素 (N₂O) の排出量は、下式により算定する。

算定式

$$\begin{aligned} & \text{農用地の土壌への有機質肥料の施肥に伴う一酸化二窒素の排出量 [kg-N}_2\text{O]} \\ & = \text{施用された有機質肥料に含まれる窒素量 [kg-N]} \\ & \quad \times \text{作物種別の排出原単位 [kg-N}_2\text{O-N/kg-N]} \times 44/28 \end{aligned}$$

有機質肥料に含まれる窒素量は、施用した有機質肥料の成分表又は表 3-9、表 3-10 を用いて窒素の含有率 [%] を求め、肥料の施用量 [kg] を乗じて算出する。家畜排せつ物の場合は、ふん・尿等を直接施用した場合と、堆肥化して施用した場合で窒素含有率が異なる。

表 3-9 有機質肥料種別の窒素含有率（家畜排せつ物）

肥料種		窒素含有率 [%]
排せつ物	乳用牛	0.5%
	肉用牛	0.5%
	豚	0.6%
	鶏	2.2%
堆肥	牛	1.9%
	豚	3.0%
	鶏	3.2%

出典：排せつ物：築城・原田（1997）「家畜の排泄物量推定プログラム」をもとに作成
堆肥：農業・食品産業技術総合研究機構「家畜ふん堆肥の成分的特徴」

表 3-10 有機質肥料種別の窒素含有率（家畜排せつ物以外）

有機質肥料種	窒素含有率 [%]
魚かす	8.0%
蒸製骨粉	4.1%
その他の動物質肥料	7.5%
大豆油粕	7.5%
なたね油粕	5.1%
その他の植物質肥料	4.6%
汚泥	2.7%

出典：汚泥以外：「ポケット肥料要覧」、汚泥：日本下水道協会データより設定

作物種別の排出原単位は化学肥料と同様の数値を用いる（表 3-8）。ただし、硝化抑制剤は有機質資料には含まれないため、硝化抑制剤を含まない場合の排出原単位を用いる。

2-3) 作物残さのすき込みに伴う排出

作物残さのすき込みは、土壌管理や残さの処理のために実施される。すき込まれた作物残さに含まれていた窒素分により発生したアンモニウムイオン（ NH_4^+ ）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（ N_2O ）が発生する。作物残さのすき込みに伴う一酸化二窒素（ N_2O ）の排出量は、下式により算定する。

算定式

$$\begin{aligned} & \text{作物残さのすき込みに伴う一酸化二窒素の排出量 [kg-N}_2\text{O]} \\ & = \text{土壌にすき込まれる残さ由来の窒素量 [kg-N]} \\ & \quad \times \text{作物残さのすき込みの N}_2\text{O 排出係数 [kg-N}_2\text{O/kg-N]} \times 44/28 \end{aligned}$$

土壌にすき込まれる残さ由来の窒素量は、各作物種の収穫量 [現物 t] に、収穫量当たりの残さ発生比、残さの窒素含有率 [%] を乗じて算出する。

算定式

土壌にすき込まれる残さ由来の窒素量 [kg-N]

= すき込んだ残さの量 [現物 t] × 残さの窒素含有率 [%] × 10³

= 収穫量 [現物 t] × 収穫量当たりの残さすき込み量比率
× 残さの窒素含有率 [%] × 10³

すき込んだ残さの量及び残さの窒素含有率が不明な場合は、表 3-11 の収穫量当たりの残さすき込み量比率及び残さの窒素含有率 [kg-N/現物 t] を用いてよい。

表 3-11 収穫量当たりの残さすき込み量比率及び残さの窒素含有率 [%]

作物種	収穫量当たりの 残さすき込み量 比率	残さの 窒素含有率	作物種	収穫量当たり のすき込み量 比率	残さの 窒素含有率
稲	1.428	0.688%	ねぎ	0.491	0.176%
麦類	1.388	0.368%	なす	0.588	0.400%
そば	1.058	0.912%	トマト	0.620	0.400%
かんしょ	0.426	0.272%	きゅうり	0.620	0.400%
ばれいしょ	0.212	0.352%	すいか	0.600	0.400%
大豆	1.396	1.088%	露地メロン	0.600	0.400%
小豆	0.894	0.976%	未成熟 とうもろこし	1.200	0.352%
さやいんげん	0.600	1.008%	さといも	0.608	0.320%
らっかせい	0.000	—	ソルゴー	0.444	0.288%
葉たばこ	1.000	2.810%	牧草まぜまき	0.444	0.480%
だいこん	0.631	0.320%	家畜用ビート	0.444	0.192%
にんじん	0.553	0.480%	飼料用かぶ	0.444	0.192%
ごぼう	1.217	0.480%	青刈り トウモロコシ	0.444	0.208%
はくさい	0.534	0.400%	牧草いね科	0.444	0.320%
キャベツ	0.672	0.272%	茶	0.040	1.375%
ほうれん草	0.200	0.528%	ねぎ	0.491	0.176%

出典：松本「地域における窒素フローの推定方法の確立とこれによる環境負荷の評価」（2000）

作物残さのすき込みの N₂O 排出原単位（EF）は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値である 0.01 [kgN₂O-N/kgN] を用いる。

2-4) 鈹質土壌（無機質土壌）における土壌中有機物の分解に伴う排出

鈹質土壌（無機質土壌）において、耕起等の営農活動により土壌中の有機物が酸化や微生物の働きによって分解される。その際に炭素は二酸化炭素（CO₂）等の形で失われるが、有機物中の窒素は微生物により無機化され、アンモニウムイオン（NH₄⁺）として土壌中に残存する。このアンモニウムイオン（NH₄⁺）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（N₂O）が発生する。鈹質土壌（無機質土壌）における土壌中有機物の分解に伴う一酸化二窒素（N₂O）の排出量は、下式より求めることができる。

算定式

$$\begin{aligned} & \text{鈹質土壌における土壌中有機物の分解に伴う一酸化二窒素の排出量 [kg-N}_2\text{O]} \\ & = \text{鈹質土壌の耕地面積 [ha]} \\ & \quad \times \text{単位面積当たりの土壌有機物中の炭素の消失により} \\ & \quad \quad \text{無機化された窒素からの N}_2\text{O 排出量 [kg-N}_2\text{O-N/ha]} \times 44/28 \end{aligned}$$

鈹質土壌の耕地面積は、算定対象となる耕地面積全体から、「2-5) 有機質土壌の耕起に伴う排出」で求める有機質土壌の耕地面積を引いて求める。農業・食品産業技術総合研究機構「日本土壌インベントリー」(<https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/>)に掲載されているオンライン土壌図を用いて判読し、算定対象となる耕地内に有機質土壌が存在しない場合には、耕地面積全体を鈹質土壌とみなしてよい。

単位面積当たりの土壌有機物中の炭素の消失により無機化された窒素からの N₂O 排出量は、日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (NIR) で採用している 0.23 [kgN₂O-N/ha] を使用する。

2-5) 有機質土壌の耕起に伴う排出

有機質土壌において、耕起等の営農活動により土壌中の有機物が酸化や微生物の働きにより分解されると、有機物中の窒素はアンモニウムイオン（NH₄⁺）として土壌中に残存する。このアンモニウムイオン（NH₄⁺）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（N₂O）が発生する。有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素（N₂O）の排出量は、下式より求めることができる。

なおわが国では、有機質土壌は主に北海道及び東北地方を中心に存在している。

算定式

$$\begin{aligned} & \text{有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素の排出量 [kg-N}_2\text{O]} \\ & = \text{耕起された有機質土壌の面積 [ha]} \\ & \quad \times \text{有機質土壌の耕起における排出原単位 [kg-N}_2\text{O-N/ha]} \times 44/28 \end{aligned}$$

有機質土壌の耕地面積は農業・食品産業技術総合研究機構「日本土壌インベントリー」(<https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/>)に掲載されているオンライン土壌図を用いて判読することで求める。算定対象となる耕地が「有機質土」に分類された場合に有機質土壌とみなす。ただし、有機質土壌面積の算定が難しい場合には、算定対象となる耕地内に有機質土壌が存在するかによって判断する。算定対象となる耕地内に有機質土壌が存在した場合には、耕地面積全体を有機質土壌とみなしてよい。

有機質土壌の耕起の排出原単位は表 3-12 のとおりとする。

表 3-12 有機質土壌の耕起に伴う N₂O 排出原単位 [kg-N₂O-N/ha/year]

区分	排出原単位
水田	0.30
畑地	8.00

出典：温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2020 年)を編集

有機質土壌の耕起に伴い二酸化炭素 (CO₂) 排出も生じる。この二酸化炭素 (CO₂) 排出量の算定は、一酸化二窒素 (N₂O) 排出の算定と同様に、有機質土壌面積に排出原単位を乗じることで求める。算定に使用する排出源単位は表 3-13 のとおりとする。

表 3-13 有機質土壌の耕起に伴う CO₂ 排出原単位 [t-C/ha/year]

区分	気候帯	排出原単位
水田	Cold temperate	1.55
	Warm temperate	1.55
畑地	Cold temperate	4.18
	Warm temperate	10.0

(注) Warm temperate:年平均気温が 10℃より高い地域、Cool temperate:年平均気温が 0℃より高く 10℃以下の地域

出典：温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2020 年)を編集

さらに、有機質土壌の排水を伴う場合にはメタン (CH₄) も発生する。この土壌排水に伴うメタン (CH₄) 排出は、下式により求めることができ、その算定に使用する排出源単位は表 3-14 のとおりとする。なお、排水路が占める割合については、2013 湿地ガイドライン Table 2.4 にある 0.05 を用いることとする。

算定式

有機質土壌からの CH₄ 排出量 [kg-CH₄]

$$= \text{有機質土壌面積 [ha]} \times \{ (1 - \text{排水路の割合}) \times \text{直接排出原単位 [kg-CH}_4\text{/ha]} + \text{排水路の割合} \times \text{排水路からの CH}_4\text{ 排出原単位 [kg-CH}_4\text{/ha]} \}$$

表 3-14 有機質土壌の排水に伴う CH₄ 排出原単位 [kg-CH₄/ha/year]

	区分	排出原単位
地表からの排出	農地	0
排水路からの排出	農地	1,165

出典：温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2020年）を編集

3) 農作物残さの野焼きによるメタン（CH₄）及び一酸化二窒素（N₂O）の排出

- 農作物残さの野焼きは、土壌管理や病虫害の駆除のために実施される。作物残さを焼却する際の不完全燃焼により、メタン（CH₄）及び一酸化二窒素（N₂O）が大気中に放出される。作物残さ中の有機炭素は二酸化炭素（CO₂）として大気中に放出される部分もあるが、二酸化炭素（CO₂）の排出は吸収とのバランスで考慮されるもので、作物栽培では成長に伴う二酸化炭素（CO₂）吸収は考慮していないため二酸化炭素（CO₂）排出は計算を行わない。野焼きによるメタン（CH₄）及び一酸化二窒素（N₂O）の排出は、下式により求められる。

算定式

資源作物の残さの野焼きに伴うメタンの排出量 [kg-CH₄]

= 残さの焼却量 [乾物 t] × 排出原単位 [kg-CH₄/乾物 t]

資源作物の残さの野焼きに伴う一酸化二窒素の排出量 [kg-N₂O]

= 残さの焼却量 [乾物 t] × 排出原単位 [kg-N₂O/乾物 t]

- メタン（CH₄）及び一酸化二窒素（N₂O）の排出の排出原単位は、表 3-15 のとおりとする。

表 3-15 資源作物の残さの野焼きに伴うメタン、一酸化二窒素排出原単位

	値	単位
CH ₄	2.7	kg-CH ₄ /乾物 t
N ₂ O	0.07	kg-N ₂ O/乾物 t

出典：温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2020年）を編集

- 残さの焼却量が不明な場合、日本国温室効果ガスインベントリ報告書に記載のある以下の作物種については、作物種別の単位面積当たり焼却可能残さ量、燃焼係数、残さの焼却割合を乗じることで算出してもよい。ただし、稲（稲わら・もみがら）の場合は単位面積当たり燃焼重量、燃焼係数のみを用いる（表 3-16）。

算定式

残さの焼却量（稲以外） [乾物 t]

= 作付面積 [ha] × 単位面積当たり焼却可能残さ量 [乾物 t/ha] × 燃焼係数
× 残さの焼却割合 [%]

残さの焼却量（稲） [乾物 t]

= 作付面積 [ha] × 単位面積当たり焼却可能残さ量 [乾物 t/ha] × 燃焼係数

表 3-16 作物種別の残さの焼却割合、単位面積当たり残さ量、燃焼係数

作物	単位面積当たり焼却可能残さ量 [乾物 t/ha]	燃焼係数	残さの焼却割合
豆類	10		0.12
野菜類、てんさい、とうもろこし、いも類、そば、なたね、い、葉たばこ	10		0.07
さとうきび	6.5		0.07
麦類	4		0.069
稲（稲わら、もみがら）	0.136	0.80	

出典：温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2020年）を編集

（注）稲以外については、単位面積当たり焼却可能残さ量に燃焼係数を乗じた値を示す

4) 石灰及び尿素の施用による二酸化炭素（CO₂）の排出

- 石灰肥料は、土壌の中和や作物に必要な成分の供給のため農地に施用されている。また、尿素は必須の栄養素である窒素を作物に与えるために農地に施用されている。これらの肥料を農地に施用することにより、二酸化炭素（CO₂）が発生する。石灰及び尿素の施用による二酸化炭素（CO₂）の排出は、下式により求められる。なお、石灰肥料及び尿素の施用量は、実際の施用量を利用する。

算定式

石灰及び尿素の施用による二酸化炭素の排出量 [kg-CO₂]

= 施用量 [t] × 排出原単位 [t-C/ t] × 44/12

- ・二酸化炭素（CO₂）排出の排出原単位は、表 3-17 の通りである。

表 3-17 石灰及び尿素有施用に関する排出源単位 [t-C/ha]

種類	排出原単位 [t-C/t]
石灰	0.12
ドロマイト	0.13
尿素	0.20

出典：「2006年 IPCC ガイドライン」をもとに作成

(3) 活動量データの例について

・チップ化工程やチップー設備の建設・解体工程の活動量データを入手することが難しい場合は、表 3-18 に示すデータを参考にすることもできる。

表 3-18 チップ化工程やチップー設備の建設・解体工程に関する活動量データの例

区分	投入物	活動量データ	出典	備考
チップ化工程	電力	0.0832 kWh/t・木材	プラスチック処理促進協会(1993)「プラスチック製品の使用量増加が地球環境に及ぼす影響」	我が国のパルプ産業で木材をチップ化するための消費電力
	丸太	(重量配分値)8.77×10 ⁻² t/GJ (価値配分値)9.66×10 ⁻² t/GJ	林野庁(2012)「木質バイオマス LCA 評価事業報告書」	全国 3 事業者の平均
	枕木	(重量配分値)1.64×10 ⁻³ t/GJ (価値配分値)1.64×10 ⁻³ t/GJ		
	木枝・抜根	(重量配分値)6.61×10 ⁻³ t/GJ (価値配分値)6.61×10 ⁻³ t/GJ		
	軽油	(重量配分値)2.47×10 ⁻¹ L/GJ (価値配分値)2.58×10 ⁻¹ L/GJ		
	混合ガソリン	(重量配分値)2.69×10 ⁻³ L/GJ (価値配分値)3.66×10 ⁻³ L/GJ		
	A 重油	(重量配分値)1.30×10 ⁻¹ L/GJ (価値配分値)2.05×10 ⁻¹ L/GJ		
	購入電力	(重量配分値)9.67×10 ⁻¹ kWh/GJ (価値配分値)9.50×10 ⁻¹ kWh/GJ		
	グリース	(重量配分値)1.17×10 ⁻⁴ L/GJ (価値配分値)1.17×10 ⁻⁴ L/GJ		
	チェーンオイル	(重量配分値)4.25×10 ⁻³ L/GJ (価値配分値)4.64×10 ⁻³ L/GJ		
	チップーの刃	(重量配分値)1.60×10 ⁻⁷ t/GJ (価値配分値)1.60×10 ⁻⁷ t/GJ		
	チップー動力・軽油	1.30×10 ⁻² MJ/MJ	本ガイドライン算定事例:CASE1-1、1-3(「発電事業」として評価した場合)	事業者ヒアリング結果
	刃交換等メンテナンス	8.14×10 ⁻² 円/MJ		機械費用の 2%と仮定した推計値
	チップー動力・軽油	2.64×10 ⁻³ MJ/MJ	本ガイドライン算定事例:CASE1-2、1-4(「電熱併給事業」として評価した場合)	事業者ヒアリング結果
刃交換等メンテナンス	1.65×10 ⁻² 円/MJ		機械費用の 2%と仮定した推計値	
チップー設備の建設・解体	チップー設備製造(2台)	A:1.03×10 ⁻¹ 円/MJ B:4.05×10 ⁻¹ 円	本ガイドライン算定事例:CASE1-1、1-3(「発電事業」として評価した場合)	・事業者ヒアリング結果 ・使用期間 8 年と想定
	チップ工場建設	3.99×10 ⁻³ 円/MJ		・事業者ヒアリング結果 ・使用期間 15 年と想定
	チップ工場解体	1.68×10 ⁻⁷ m ² /MJ		・事業者ヒアリング結果 ・原単位データとして「IDEA(MiLCA):廃棄・建築物現場解体(1m ² あたり)」を用いることを想定
	チップー設備製造(2台)	A:2.09×10 ⁻² 円/MJ B:8.22×10 ⁻² 円	本ガイドライン算定事例:CASE1-2、1-4(「電熱併給事業」として評価した場合)	・事業者ヒアリング結果 ・使用期間 8 年と想定
	チップ工場建設	8.10×10 ⁻⁴ 円/MJ		・事業者ヒアリング結果 ・使用期間 15 年と想定
	チップ工場解体	3.40×10 ⁻⁸ m ² /MJ		・事業者ヒアリング結果

区分	投入物	活動量データ	出典	備考
				・原単位データとして「IDEA(MiLCA):廃棄・建築物現場解体(1m ² あたり)」を用いることを想定
	チップ・設備製造・工場建設	約 350,000 千円/施設	真庭バイオマス集積基地の事例	・建築面積:1,791.44m ² ・主な設備:ハーカー機、チップ・、樹皮破砕機 ・バイオマス収集量:10,300t/年
	チップ・設備製造・工場建設	約 35,000 千円/施設	平成 21 年度庄内町木質バイオマス利活用システム可能性調査事業	年間定格生産量:1,500t/年(生チップ 5,550 m ³ /年)
	チップ・設備製造	4,800 万円/施設	古屋製材(株)の事例	日燃焼量(生材換算):15~20t/日
	チップ工場建設	9,400 万円/施設		
	チップ・設備製造	10,980 円/m ³	芦別市(2011)「平成 22 年度芦別市木質バイオマス有効利用実証調査等業務(「緑の分権改革」推進事業)報告書」	・移動式破砕機(牽引式) ・破砕機質量:5,300kg ・処理能力:1.7m ³ /h(実績値、定格値は 5m ³ /h) ・移動式破砕機(自走式) ・破砕機質量:19,900kg ・処理能力:20m ³ /h ・破砕機、振動篩、磁選機、ホッパー・コンベアー類、トラックスケール(乾燥機) ・処理能力:3t/h(6,240t/年) ・最大投入寸法:250φ
		2,325 円/m ³		
	チップ・設備製造	29,000 千円/施設 (乾燥機導入の場合)96,000 千円/施設		
	チップ工場建設	20,000 千円/施設		

- ・施設建設工程、施設解体工程を考慮する場合、対象プロセスの機能に関わる施設(例:チップ化施設の場合、破砕施設、乾燥施設等)のみを考慮する(環境学習施設等が併設されている場合、当該部分は考慮しない)。環境学習施設等が併設されているが、施設全体の建設費・土木費しか入手できない等の場合には、延床面積等を基準とした配分を行ってもよいこととする。また、施設の想定使用期間は、以下①~③のいずれかの方法で設定する。
 - ①実績値(複数ある場合にはその平均値)から設定
 - ②公的統計資料等に基づく平均的な使用年数を想定
 - ③法定耐用年数を参考にして設定
- ・上記③に関連した法定耐用年数の例を表 3-19~3-22 に示す。ただし、表 3-19~3-22 に示した法定耐用年数は令和 2 年 12 月時点のものであり、引用にあたっては最新の改訂版を確認する必要がある。

表 3-19 バイオマス発電事業等に関連した法定耐用年数等の例（令和2年12月時点）

区分	区分	法定耐用年数	出典
対象プロセス	チップ-設備	8年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」木材又は木製品(家具を除く。)製造業用設備
	タブグラインダー-設備		
	旋回篩機設備		
	発電設備	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-内燃力又はガスタービン発電設備
	発電(送配電)設備	22年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備-その他の設備
	チップ工場建屋	38年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-工場(作業場を含む。)用又は倉庫用のもの-その他のもの-その他のもの
	発電所建屋	38年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-変電所用、発電所用、送受信所用、停車場用、車庫用、格納庫用、荷扱所用、映画製作ステージ用、屋内スケート場用、魚市場用又はと畜場用のもの
オリジナルプロセス	石炭火力発電所 発電設備	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-内燃力又はガスタービン発電設備
	石炭火力発電所 発電所建屋	38年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-変電所用、発電所用、送受信所用、停車場用、車庫用、格納庫用、荷扱所用、映画製作ステージ用、屋内スケート場用、魚市場用又はと畜場用のもの

表 3-20 バイオ燃料製造事業に関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	ホッパー 原料サイロ 選別機 石抜機 除鉄器 粉碎機 ふるい機	12 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」生産用機械器具（物の生産の用に供されるものをいう。）製造業用設備（次号及び第二一号に掲げるものを除く。）-その他の設備
	浸漬装置 ボイラー 蒸留・発酵・培養 タンク 液化・混合タンク 液化液クーラー チューブドライヤー 蒸留塔・濃縮管 分離機・混合機 熱風発生炉 空気予熱器 排ガスボイラー 乾燥機	8 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」化学工業用設備-その他の設備
	ガス化炉 ガス改質塔 ガス液化器	10 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」ガス業用設備-製造用設備
	工場	17 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」金属造のもの（骨格材の肉厚が三ミリメートル以下のものに限る。）-工場（作業場を含む。）用又は倉庫用のもの-その他のもの

表 3-21 バイオガス関連事業に関連した法定耐用年数の例（令和 2 年 12 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	受入槽 汚泥貯留槽 搾汁液槽 消化液分離槽	12 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」生産用機械器具（物の生産の用に供されるものをいう。）製造業用設備（次号及び第二一号に掲げるものを除く。）-その他の設備
	搾汁脱水機 汚泥脱水機	8 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」化学工業用設備-その他の設備
	ガスホルダー ガス精製設備 発酵槽	10 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」ガス業用設備-製造用設備
	工場	17 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」金属造のもの（骨格材の肉厚が三ミリメートル以下のものに限る。）-工場（作業場を含む。）用又は倉庫用のもの-その他のもの

表 3-22 バイオマス固体燃料製造事業に関連事業に関連した法定耐用年数の例
(令和2年12月時点)

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象 プロセス	受入ホッパー 貯留ホッパー 袋詰機	12年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」生産用機械器具（物の生産の用に供されるものをいう。）製造業用設備（次号及び第二一号に掲げるものを除く。）-その他の設備
	乾燥機 炭化炉 熱風炉 熱交換器 炭化炉 集塵機	8年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」化学工業用設備-その他の設備
	工場	17年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」金属造のもの（骨格材の肉厚が三ミリメートル以下のものに限る。）-工場（作業場を含む。）用又は倉庫用のもの-その他のもの

3.2 製造段階に関する留意事項

製造段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- (1) 原料の貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力・熱等の投入を含むものとする。
- (2) 原則として、施設や設備の建設（建設資材製造、建設資機材輸送、設備建設）、保守・点検に係るプロセスを考慮するものとする。
- (3) 製造されたエネルギーの全量を施設内で利用している場合、仮想的に「生産したエネルギーを外部に供給するとともに、施設内で利用するエネルギーを外部から購入する」というシナリオを設定して、LCA を行ってよいこととする。
- (4) 本来的には全ての投入物の活動量に対して一次データを取得することが望ましいが、最低限、物理量（質量、発熱量等）又は経済価値（価格）が相当割合を占める活動量について一次データを取得し、温室効果ガス排出量を算出することを必須とする。

【解説・注釈】

- ・複数の機能を有する事業では、施設や設備の建設に係る温室効果ガス排出量が無視できない可能性があるため、これらの工程を考慮して LCA を実施することとした。
- ・メタン発酵により得られる液肥は、一般的に従来型の堆肥化により製造される堆肥と比べて肥効率が小さくなるため、その減少分をオリジナルプロセスから差し引く必要がある。
- ・施設や設備の建設に係るプロセスとしては、対象プロセスの機能に関する施設（ガス化施設、堆肥化施設等）のみを考慮するものとし、例えば、環境学習施設等が併設されている場合、当該部分は考慮しない。環境学習施設等が併設されているが、施設全体の建設費・土木費しか入手できない等の場合には、延床面積等を基準とした配分を行ってもよいこととする。
- ・施設や設備の想定使用期間は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。
 - ①実績値（複数ある場合にはその平均値）から設定
 - ②公的統計資料等に基づく平均的な使用年数を想定
 - ③法定耐用年数を参考にして設定
- ・複数の機能を有する発電事業において、生産電力の全量を施設内で利用している場合、システム境界外に出力されるエネルギーはゼロとなるため、厳密には「1MJ のエネルギー供給」を機能単位とした LCA は実施できない。しかしながら、同様の事業であっても生産電力を外部供給する場合には評価可能となる。その整合を図るため、本ガイドラインでは生産電力の全量を施設内利用している場合であっても、仮想的に外部供給しているシナリオを設定してもよいこととした。

- ・上記（５）でいう「相当割合」とは、ライフサイクル全体に占める割合が５％以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物（例：メタン発酵後に脱水・排水処理を行っている場合の凝集沈殿剤、排水処理剤）については考慮する必要がある。

3.3 流通段階に関する留意事項

流通段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- ・生産した電力を外部供給する場合、外部電源に接続するための付加的な施設や設備の整備については考慮する必要がある。なお、既存の施設や設備が活用可能な場合は、活用可能な範囲については考慮しなくてもよい。
- ・生産した熱や電気を既存の施設・設備により輸送・販売する場合には、それら既存の施設・設備については考慮しなくてもよいが、付加的な施設や設備については考慮する必要がある。

【解説・注釈】

- ・既存の施設や設備についても何らかの配分等を行うことも考えられるが、それらのデータを入手することは容易ではないこと、既存インフラ部分の温室効果ガス排出量は全体として些少と考えられることから、付加的な整備部分についてのみ考慮すればよいこととした。

3.4 使用段階に関する留意事項

使用段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する

- ・バイオ燃料の燃焼による二酸化炭素（CO₂）排出はゼロとしてよい。ただし、二酸化炭素（CO₂）以外の温室効果ガスが発生する場合は考慮しなければならない。
- ・副原料等が燃焼する場合の温室効果ガス排出量は考慮しなければならない。

【解説・注釈】

- ・輸送設備の製造に関わる温室効果ガス排出量は考慮しなくてよい。
- ・混合燃料（E10、B5等）について、混合したバイオエタノール、バイオディーゼル単位数あたりの効果を、代替される化石燃料由来の液体燃料と比較することを念頭においている。そのため、混合するガソリンや軽油の温室効果ガス排出量を考慮する必要はない。
- ・バイオ燃料の使用段階で考慮しなければならない温室効果ガス排出量としては、「バイオディーゼル製造時に用いる化石燃料起源のメタノール中の炭素分の燃焼による温室効果ガス排出量」等が挙げられる。

3.5 処分段階に関する留意事項

処分段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- ・処分段階については状況に応じて考慮するものとする。

【解説・注釈】

- ・処分段階において考慮すべき例として、例えば余剰バイオガスをフレアスタック等により処分すること等が考えられる。その場合、バイオガスの燃焼に係る二酸化炭素（CO₂）排出量についてはカーボンニュートラルによりゼロとしてよいが、当該フレアスタック設備の建設等に関しては考慮する必要がある。
- ・また、バイオガスの製造に伴い発生する廃棄物の処理や排水処理については、製造段階で考慮するものとする。
- ・施設や設備の廃棄・処分プロセスについては、2.2 で前述した理由から、必ずしもシステム境界に含めなくてよい。

3.6 温室効果ガス排出削減活動に関する留意事項

事業者による以下のような自発的に行う追加的な活動によって、事業からの温室効果ガス排出量が削減できる場合、排出削減として排出量から差し引くことができる。

- ・ 農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減
- ・ 炭素回収・貯留による温室効果ガス排出削減（CCS：Carbon Capture and Storage）
- ・ 炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減（CCU：Carbon Capture and Utilization）

【解説・注釈】

- ・ 温室効果ガス排出削減活動は、評価対象となる事業の中で実施される活動でなければならず、評価事業のシステム境界を超えた活動は対象外とする（例：評価事業を実施する事業者が別事業として行う炭素クレジットの購入や、CSR 活動として実施する森林保全活動等は、評価事業における温室効果ガス排出削減活動とはみなさない）。
- ・ 農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減については、事業開始以降に始まった取組でなければならぬ。
- ・ 農業管理手法の改善に関する具体的な活動例は以下のとおりである。
 - 1) 原料栽培手法の改善（不耕起栽培の実施等）
 - 2) 農業サイクルの改善や食物残さ管理手法の改善
 - 3) 肥料や緑肥管理手法の改善
 - 4) 土壌改良剤の使用（バイオ炭の施用等）
- ・ 温室効果ガス削減活動による排出量削減効果を評価する場合、削減量だけではなく、その活動を実施するために投入したエネルギー消費による温室効果ガス排出量等の付随的な排出活動も考慮しなければならない。
- ・ 炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減については、回収された CO₂ を材料として製造した製品の LCA についても考慮し、従来の手法で作られる同製品の LCA をオリジナルプロセスに含めた温室効果ガス排出削減量を評価することが望ましい（図 3-1）。

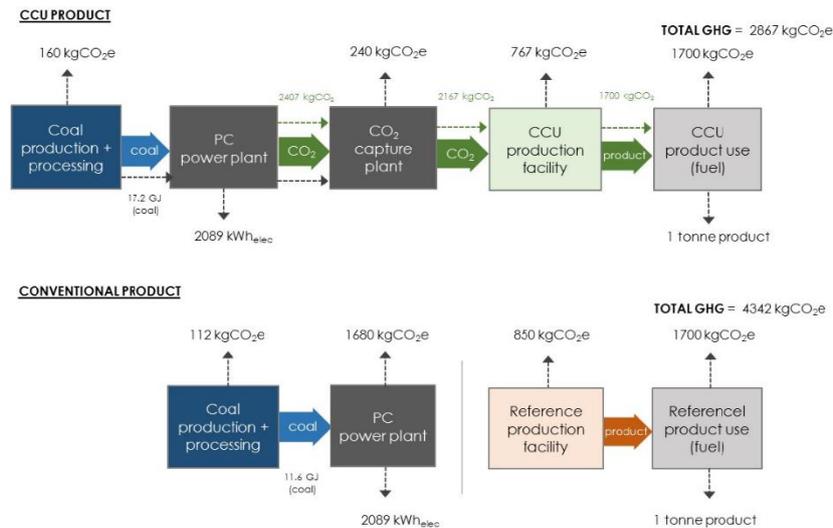


図 3-1 CCU を実施した場合における温室効果ガス排出削減効果の考え方

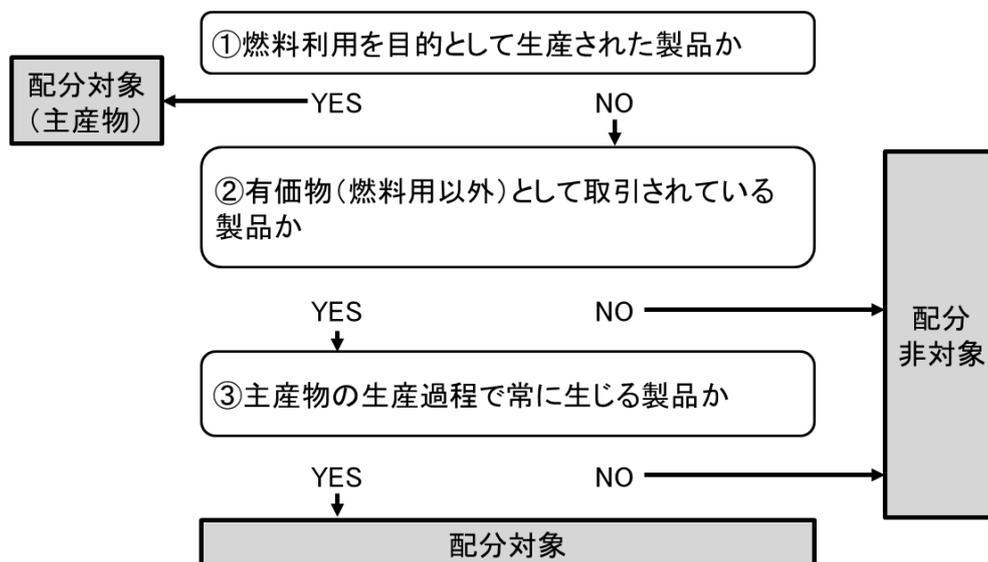
出典：IEA GREENHOUSE GAS R&D PROGRAMME 「2018-TR01b Greenhouse Gas Emissions Accounting for CO₂ Capture and Utilisation (CCU) Technologies」 (2018 年)

・温室効果ガス排出削減効果の算定の実施にあたっては、以下に示すような算定手法を詳細に述べた既存のガイドラインを参照することが望ましい。

- 1) 農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減
 - ・バイオ燃料の持続可能性に関する国際的な認証スキームである **International Sustainability et Carbon Certification (ISCC)** が作成したライフサイクル GHG 排出量算定マニュアル (ISCC 「ISCC 205 Greenhouse gas emission version 3.0」 (2016 年))
 - ・「バイオ炭の農地施用」等、日本の J-クレジット制度にて対象としている取組については、同制度が定めている方法論 等
- 2) 炭素回収・貯留による温室効果ガス排出削減
 - ・ISCC 205 Greenhouse gas emission version 3.0
 - ・国際エネルギー機関 (IEA : International Energy Agency) による報告書 「Review of GHG Accounting Rules for CCS」 (2016 年) 等
- 3) 炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減
 - ・IEA が作成した CCU に関するガイドライン 「Greenhouse Gas Emission Accounting for CO₂ Capture and Utilisation (CCU) Technologies -Greenhouse Gas Accounting Guidelines for CCU」 (2018 年) 等

3.7 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項

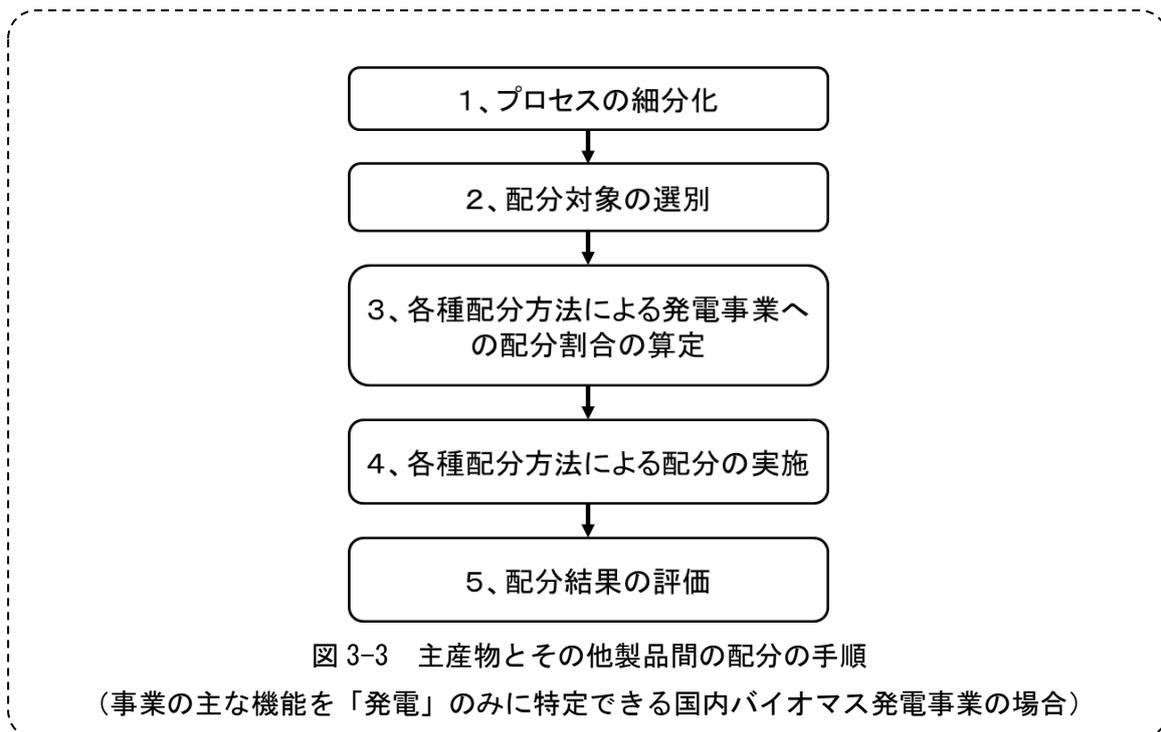
- ・プロセスの細分化を図ることにより、配分を回避することを原則とする。配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。
- ・2.1 で前述したとおり、「事業の主な機能を『発電』のみに特定できる国内バイオマス発電事業」、「事業の主な機能を『燃料供給』のみに特定できる国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業」等については、エネルギー供給に関わるプロセスのみをシステム境界内として算定してよいこととしているが、国内バイオマス利活用事業については、そのシステム境界内で発生する製品が多岐に渡ることから、それら製品の中で配分を行う対象については、図 3-2 に示すフローチャートにて「配分対象」となったものについて行うこととする。



（補足）「③主産物の生産過程で常に生じる製品か」が「Yes」となる例としては、パーム油の搾油時に生じる PKS 等がある。一方「No」となる例としては、食用ココナツ油製造時に偶発的に生じる、低品質であり食用に用いることができないココナツ油（燃料用）等がある。

図 3-2 配分対象の決定フローチャート

- ・この場合の「主産物とその他製品間の配分」においては、図 3-3 に示す手順で配分を行うこととする。
- ・以下、「事業の主な機能を『発電』のみに特定できる国内バイオマス発電事業」、「事業の主な機能を『燃料供給』のみに特定できる国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業」における「主産物とその他製品間の配分」に関する配分の方法を示す。



【解説・注釈】

- ・ 配分（アロケーション）は原則として避けることが LCA の基本であり、分割できるプロセスは全て分割する。それでも原理的に分けられないものが発生した場合に限り配分を実施するものとする。
- ・ 国内バイオマス利活用事業の場合、配分方法によって算定結果が比較的大きく変わる傾向にあるとともに、生成する製品によって適切な配分方法も異なるため、各種配分方法による配分を行い、その結果を評価することとした。

(1) プロセス細分化

配分対象となるプロセスを製品別に分かれるよう出来る限り細かな小プロセスに細分化して、これら小プロセスの活動量データを収集するよう努めなければならない。

(2) 配分対象の選別

小プロセスへの配分が困難な場合には図 3-2 のフローチャートに基づき、配分対象を決定する。このフローチャートは、事業で利用するバイオマスが主産物であるかどうかの判断にも活用することができる。木質系バイオマスの事例においては、主産物かどうかによって植林・保育、伐採プロセスの扱いが変わってくることから、表 3-23 のとおり同フローチャートより植林・保育、伐採プロセスをシステム境界内に含めるかどうか判断することも可能である。

(例)

- ・パターン A：育林・保育のために行われた間伐によって発生したものであり、従来山林に切り捨てられていた木質系バイオマス。
- ・パターン B：バイオマス発電への活用を目的として伐採された木質系バイオマス。
- ・パターン C：製紙用を目的として伐採された木材のうち、品質の問題から製紙用には利用できず、発電用のみに活用できる木質系バイオマス。

表 3-23 木質バイオマス事業例におけるフローチャートの活用

	フローチャートのチェック項目			植林・保育、伐採プロセスの扱い
	①	②	③	
パターン A	No	No	-	主産物ではないことからシステム境界外
パターン B	Yes	-	-	主産物であるためシステム境界内
パターン C	No	No	-	主産物ではないことからシステム境界外

①燃料利用を目的として生産された製品か、②有価物（燃料用以外）として取引されている製品か、③主産物の生産過程で常に生じる製品か

(3) 各種配分方法による発電プロセスへの配分割合の算定

配分割合の算定にあたっては、以下の 5 種類の配分方法について全て算定することが望ましい。

- ①全量割当
- ②代替法
- ③重量按分法
- ④熱量按分法
- ⑤市場価値按分法

【解説・注釈】

- ・バイオマス発電の配分では、その配分方法によって算定結果上の大きな差異が生じることが多く予想されるため、5種類の配分方法の全てについて検討することを基本とした。
- ・全量割当は本来的には配分とは言えないが、配分実施前の算定値を認識することも必要と考えられることから、あえて一つの配分手法と位置付けることとした。
- ・各種配分方法の特徴と算定方法を表 3-24 に示す。

表 3-24 各種配分方法の特徴と算定方法

方法	特徴	配分方法	配分割合の算定方法
全量割当	事業者の恣意性が入りにくいですが、実際の排出量よりも大きく評価される恐れがある。	分離できないプロセスは全て発電のためのプロセスとみなす。	全ての温室効果ガス排出量を発電プロセスの温室効果ガス排出量とする。
代替法	他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量が既知の場合に有効。ただし、他製品の生成量が大きな場合には誤差が生じやすい（そのような場合には適用すべきではない）。	他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量を、主産物と他製品の両者を含む温室効果ガス排出量全体から差し引く。	全温室効果ガス排出量から他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量を差し引いたものを発電プロセスの温室効果ガス排出量とする。
重量按分法	算定方法は単純だが、他の方法と比較して説得力や妥当性に欠ける。	主産物および他製品の重量比による。	製造される主産物と他製品の重量比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する。
熱量按分法	他製品がエネルギー源である場合には有用。ただし、マテリアル利用されるものである場合にはあまり意味をなさなくなる。	主産物および他製品の熱量比による。	製造される主産物と他製品の熱量比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する。
市場価値按分法	市場価値は様々な外的要因によって変化しうるため、一貫性のある評価は困難。	主産物および他製品の市場価値比による。	製造される主産物と他製品の市場価値比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する。 なお、将来の市場価値を想定する場合には想定根拠を示す必要がある。

- ・各種配分方法における配分方法の算定例を表 3-25 に示す。

表 3-25 各種配分方法における配分割合の算定例（バイオエタノール）

配分方法	配分過程			バイオエタノール への配分割合
	製品	換算データ等	配分量	
全量割当	バイオエタノール	-	-	100%
	他製品	-	-	
代替法	バイオエタノール	(主産物、他製品の両者を含む温室効果ガス排出量全体：40,000t-CO ₂) - (他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量：500t-CO ₂)	39,500tCO ₂	98.8%
	他製品	他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量：500t-CO ₂	500tCO ₂	
重量按分法	バイオエタノール	0.789t/kL	20,000t	57.1%
	他製品	-	15,000t	
熱量按分法	バイオエタノール	21.2GJ/kL	537,399GJ	68.8%
	他製品	16.3GJ/dry-t	244,500GJ	
市場価値按分法	バイオエタノール	120 円/L	30.4 億円	91.6%
	他製品	18,900 円/t	2.8 億円	

(4) 各種配分方法による配分の実施

配分の実施にあたっては、(3) で算定した配分割合に応じて配分する。

【解説・注釈】

- ・各種配分方法における配分実施結果例を表 3-26 に示す。

表 3-26 各種配分方法による配分実施結果例

段階	配分手法別の温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ /GJ)				
	全量割当	代替法	重量按分法	熱量按分法	市場価値按分法
原料調達	5.0	4.9	2.9	3.4	4.6
製造	20.0	19.8	11.4	13.8	18.3
流通	10.0	9.9	5.7	6.9	9.2
使用	30.0	29.6	17.1	20.6	27.5
処分	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	75.0	74.1	42.8	51.6	68.7

(5) 配分結果の評価

- ・各種配分方法における算定結果を示し、感度分析を実施することが望ましい。
- ・各種配分方法における算定結果、感度分析の結果を踏まえ、出来る限り合理的に説明できる配分方法を採用する。

【解説・注釈】

- ・感度分析を実施することで、算定結果に対する各プロセスの影響度合いを評価する必要がある。ここで示す感度分析とは、原料調達、製造、流通、使用の各プロセスにおいて配分を実施した際の変動幅が合計の温室効果ガス排出量にどの程度影響しているかを確認するものである。
- ・各種配分方法による算定結果を示すことが求められる。図 3-4 に例を示す。

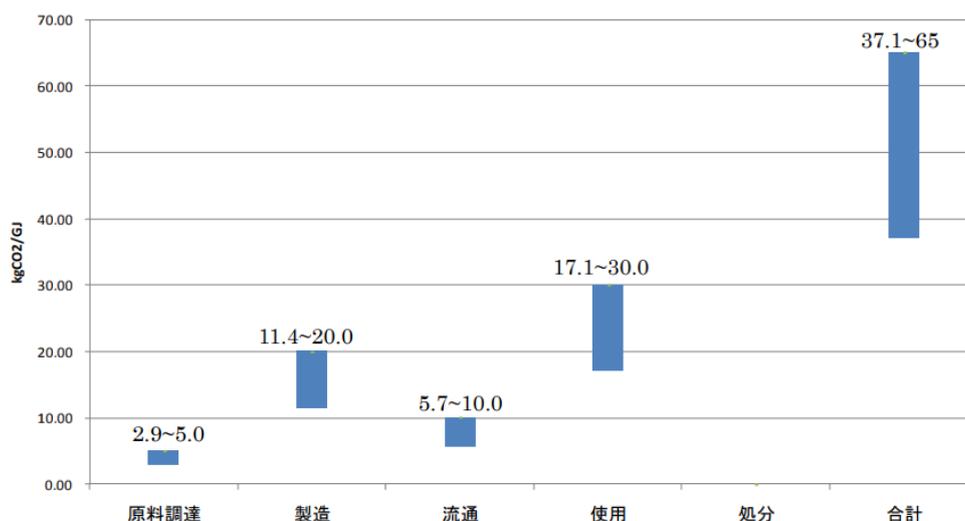


図 3-4 各配分方法による感度分析結果例

4. 温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項

・設定したプロセスに適した原単位が収集できない場合は、必要としている原単位に最も近似していると考えられる原単位で代替してもよい。

【解説・注釈】

- ・設定したプロセスによっては、原単位データの収集が困難であるため、その場合は必要としている原単位に近い原単位を設定してよいこととした。ただし、その場合は、感度分析の実施によりインベントリ分析結果に与える影響を評価しておくことが望ましい。なお、収集すべき活動量データの単位（重量、価格等）は、入手可能な原単位データの単位にも影響されるため、最終的な活動量データ、原単位データの選定にあたっては、双方のデータの精度を高めるように配慮しなければならない。
- ・複数の機能を有する事業を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データの例を表 4-1、4-2 に示す（数値を記載していない項目については、情報源を参照のこと）。

表 4-1 バイオガス関連事業を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データ一覧

工程			入力	数量	単位	情報源	データレベル			
大区分	中区分	小区分								
原料調達段階	輸送	原料輸送	原料(家庭ごみ等)			IDEA v.2.3 : 441113000 特種用途車輸送サービス, 営業用	3			
製造段階	建設段階	堆肥化プラント	設備費	2.89×10 ³	kgCO ₂ /百万円	3EID:化学機械(購入者価格)	4			
			土木費	3.89×10 ³	kgCO ₂ /百万円	3EID:その他の土木建設(購入者価格)	4			
	建設段階以外	堆肥化	有機質肥料				IDEA v.2.3 : 106311000 有機質肥料	3		
				前処理	用水				IDEA v.2.3 : 362111000 工業用水道	3
						発酵促進	消泡剤			
	凝集沈殿	硫酸アルミニウム						IDEA v.2.3 : 1173528000 ポリ酢酸ビニル	3	
都市ガス製造			都市ガス				LCA 日本フォーラムデータベース: 3611 都市ガス 13A(天然ガス)	3		

工程			入力	数量	単位	情報源	データレベル			
大区分	中区分	小区分								
	排水処理	化学薬品	苛性ソーダ	1.09	kgCO ₂ /kg	LCA 日本フォーラムデータベース：苛性ソーダ：48.5%水溶液（苛性ソーダ 1kg 当たり）	3			
				7.20×10 ⁻³	kgCH ₄ /kg					
				1.37×10 ⁻⁴	kgN ₂ O/kg					
				1.05×10 ⁻⁷	kgSF ₆ /kg					
					次亜塩素酸ナトリウム			IDEA v.2.3 ：172117000 次亜塩素酸ナトリウム, 12% 水溶液	3	
					希硫酸			IDEA v.2.3 ：172921000 硫酸, 98%	3	
					メタノール			IDEA v.2.3 ：173919100 メタノール	3	
					硫酸第二鉄			LCA 日本フォーラムデータベース：202939 その他の無機化学工業製品（塩基性硫酸第二鉄液（慣用名：ポリ硫酸第二鉄）製造）	3	
			流通段階	都市ガス輸送	都市ガス供給	都市ガス		LCA 日本フォーラムデータベース：3611 都市ガス 13A（製造・供給）	3	
			使用段階	使用	農地還元	堆肥・液肥	2.87×10 ⁻⁷	kgCH ₄ /kg	楊ら、ライフサイクルでの環境面と経済面を考慮した生ごみ再資源化技術評価, 日本 LCA 学会誌, Vol.2(2006), No.4 : 生ごみ分解による CH ₄ , N ₂ O 排出（堆肥 1kg 当たり）※含水率 30%	3
							8.44×10 ⁻⁷	kgN ₂ O/kg		
					都市ガス燃焼	都市ガス		LCA 日本フォーラムデータベース：3611 都市ガス 13A（天然ガス生産－燃焼）	3	

※LCA 日本フォーラムデータベースに収録された原単位データは単位プロセス型のデータであるため、「LCA 日本フォーラム」を情報源として記載されている原単位データについては、環境省が当該プロセスより上流側のプロセスデータに MiLCA 収録データを利用し、MiLCA 上で積み上げ計算を行った結果を記載している。

表 4-2 バイオマス発電を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データ一覧

工程			入力	数量	単位	情報源
大区分	中区分	小区分				
原料調達段階	伐採	作業路開設	混合ガソリン・軽油・グリース	7.9	kgCO ₂ eq/t	「木質バイオマス LCA 評価事業報告書」(林野庁、平成 24 年 3 月)：丸太
		伐倒・造材		11.6	kgCO ₂ eq/t	
		搬出		3.3	kg-CO ₂ eq/t	
		伐採	軽油	6.05×10 ⁻²	kgCO ₂ /kg	JEMAI-LCA Pro：原木（国産）
		9.77×10 ⁻⁷	kgN ₂ O/kg			

工程			入力	数量	単位	情報源	
大区分	中区分	小区分					
		高木剪定	トラック運 転	13.95	kgCO ₂ /h	「街路樹の LCCO ₂ に関する研究」(松江ら、平成 23 年 3 月)	
	原材料調 達	原料木材の 輸送	外部調達原 料の輸送			IDEA v.2.3 : 441111404 トラック輸送 サービス, 10 トン車, 積載 率_平均	
製造段 階	施設建 設	チップ化設 備	チッパー設 備			IDEA v.2.3 : 266211000 製材機械	
						IDEA v.2.3 : 271139000 その他の発電 機	
	チップ 製造	破碎・チッ プ化等処理	チッパー動 力・軽油			IDEA v.2.3 : 181115801 軽油の燃焼エ ネルギー	
				刃交換等メ ンテナンス			IDEA v.2.3 : 252200000 機械刃物, 4 桁
	発電	発電	補助燃料・ LPG			IDEA v.2.3 : 181124801 液化石油ガス (LPG) の燃焼エネルギー	
				木材の燃焼			IDEA v.2.3 : 022211802 木材の燃焼熱 量
			工業用水の 使用			IDEA v.2.3 : 362111000 工業用水道	
		廃棄物	排水 (公共下 水)				IDEA v.2.3 : 851811000 下水道処理サ ービス
				焼却灰溶融 (電気式)	2.74×10 ⁻²	kgCO ₂ /kg	JEMAI-LCA Pro : 廃棄・焼 却灰溶融 (電気式) NEDO
				焼却灰溶融 (燃料式)	3.17×10 ⁻⁷	kg-N ₂ O/kg	
7.34×10 ⁻³	kgCO ₂ /kg				JEMAI-LCA Pro : 廃棄・焼 却灰溶融 (燃料式) NEDO		
埋立処理 (不 燃残さ)	7.38×10 ⁻⁸	kg-N ₂ O/kg					
	2.25×10 ⁻³	kgCO ₂ /kg	JEMAI-LCA Pro : 廃棄・埋 立処理 (不燃残さ) NEDO				
			2.67×10 ⁻⁸	kg-N ₂ O/kg			

※IDEA (MiLCA) には CO₂ の原単位データも収録されているが、本ガイドラインでは「バイオマスの燃焼による CO₂ 排出量をゼロとしてよい」こととしているため、ここではゼロと設定した。

5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項

5.1 感度分析の実施に関する留意事項

感度分析では、データの妥当性や算定結果の信頼性を評価することを目的として、LCAで採用した活動量データや原単位データをある範囲で変動させたり、配分手法等を変更したりすることにより、温室効果ガス排出量の算定結果にどの程度の影響を及ぼすか、それが許容範囲であるかどうかを検討する。

5.2 温室効果ガス排出削減効果の評価に関する留意事項

・温室効果ガス排出削減効果を表す場合は、以下のいずれかの方法で算定する。

①排出削減量＝オリジナルプロセスの排出量－対象プロセスの排出量

②排出削減率＝
$$\frac{\text{オリジナルプロセスの排出量} - \text{対象プロセスの排出量}}{\text{オリジナルプロセスの排出量}} \times 100(\%)$$

・温室効果ガス排出削減効果を製品カタログやホームページ等に表示する場合は、想定した「機能単位」、「システム境界」、「オリジナルプロセス」、「想定寿命（想定使用年数）」を付記しなければならない。また、製造されたバイオガスを燃料として得られるエネルギーの全量を所内で利用している場合等、仮想的に「生産したエネルギーを所外に供給するとともに、所内で利用するエネルギーを外部から購入する」というシナリオを採用した場合には、その旨を付記することとする。

6. レビューの実施に関する留意事項

LCA 実施者は、自らの所属団体で内部レビューを実施する。レビュー実施者はチェックリスト等を基にレビューを行い、結果の適切性、妥当性等を評価する。

【解説・注釈】

- ・レビューはデータの選択や結果等が LCA 実施主体にとって過度に有利でないかどうかを確認し、LCA の結果を客観的に評価し信頼性を高める手続きとして位置づける。
- ・ここでいうレビューとは、ISO14040/14044 への準拠を確認するものではなく、本ガイドラインの算定基準との整合性を取ることを目的とする。
- ・ISO14040 では、本ガイドラインにおける「対象プロセス」と「オリジナルプロセス」のように、異なる製品間の比較主張を行う場合、利害関係者によるレビューを実施しなければならないこととされているが、本ガイドラインでは「事業者にとっての作業負担」を考慮し、内部レビューでよいこととした。ただし、算定結果の適切性や妥当性等に疑義がある場合や、内部レビューのみでは不十分と考えられる場合には、外部レビューを行うことが望ましい。
- ・内部レビューを行うにあたっては、次頁に示すようなチェックリストを用いて行うことが求められる。

表 6-1 内部レビューにおけるチェックシート（例）

		レビュー年月日	〇〇年〇月〇日
		レビュー実施者	〇〇〇〇
章	タイトル	項目	Check
2	LCA の基本的な考え方に関する留意事項	1. LCA を実施する当該事業と LCA の実施目的が明確か？ 2. 機能単位の設定は適切か？ 3. システム境界内に建設段階が含まれているか？ 4. 堆肥が製造されるプロセスの場合、システム境界内に堆肥利用までが含まれているか？ 5. 当該事業実施の主目的の一つに廃棄物処理がある場合、オリジナルプロセスがシステム拡張されているか？ 6. 事業実施後、事業者がバイオマス資源を調達した森林における炭素ストック量が減少していないか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	活動量データの収集・設定に関する留意事項	1. 生産した熱は全て施設内で消費されると想定しているか？ 2. 生産した電力全てが外部に供給されると想定しているか？ 3. バイオガス関連事業では、オリジナルプロセスにおいて、メタン発酵に伴う堆肥製造量の減少分を差し引いているか？ 4. 製造段階の排水処理は、処分段階ではなく製造段階に含まれているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	温室効果ガス排出原単位データの収集・設定	1. 設定したプロセスに適切な排出原単位が使用されているか？ 2. 排出原単位使用の優先順位が守られているか？ 3. 排出原単位は最新のものが使用されているか？ 4. 電力の原単位は、利用している電力事業者が公表している原単位が使用されているか？ 5. 電力の原単位は、基礎排出係数が使用されているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	温室効果ガス排出量の評価	1. 温室効果ガス排出量の算定は適切に行われているか？ 2. 感度分析は適切に行われているか？ 3. 温室効果ガス排出削減効果の評価は適切に行われているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

参考資料：複数の機能を有する事業における温室効果ガス削減効果算定事例

(本参考資料における温室効果ガス削減効果は、「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」が策定された平成 25 年 3 月時点でのデータを用いた算定結果である)

1. 対象とする再生可能エネルギー等導入事業

本資料で温室効果ガス削減効果の算定事例を提示する再生可能エネルギー等導入事業を、別表 1-1 に示す。

別表 1-1 本資料で対象とする再生可能エネルギー等導入事業

	対象事業	事業の概要
CASE 1	畜ふん尿と食品廃棄物を原料としたバイオガス製造事業	畜ふん尿と食品廃棄物を原料として堆肥を製造する。その過程で得られるバイオガスをガスエンジンの燃料として利用し、所内の動力源として利用する。
CASE 2	都市ごみを原料とした高効率乾式メタン発酵によるバイオガス製造事業	都市ガスを原料として高効率乾式メタン発酵を行い、バイオガスを取り出してガスエンジンの燃料として利用し、所内の動力源に利用する。
CASE 3	下水汚泥由来バイオガスを原料とした都市ガス製造事業	下水汚泥から製造されたバイオガスを高度精製し、都市ガス代替品として利用する。
CASE 4	電熱併給及び廃材を利用した活性炭製造事業	<ul style="list-style-type: none"> ・製材工場と同一敷地内に発電所を設置し、製材工場から発生する廃材を原料として電力及び熱を製造する ・電気及び熱は製材工場のみでなく、電力会社、近隣工場への供給を行う
CASE5	間伐材等を利用したガス化発電およびタール製造事業	<ul style="list-style-type: none"> ・間伐材、公共工事等に伴う自然木を主原料としてガス化発電を行う ・ガス化工程で排出されるタールは重油代替燃料として販売する

2. CASE1：畜ふん尿と食品廃棄物を原料としたバイオガス製造事業

(1) 対象事業とLCA実施の目的の設定

本事例は、畜ふん尿と食品廃棄物を原料としてメタン発酵と堆肥化を行うことにより、堆肥を製造する事業である。バイオガス生産の目的は、ガスエンジンにより電気と熱を生産し、施設内の電気と熱需要を賄うことで事業におけるユーティリティ費を削減することである。

また、LCA 実施の目的は、事業実施による温室効果ガス削減効果の定量化である。

(2) 機能単位等の設定

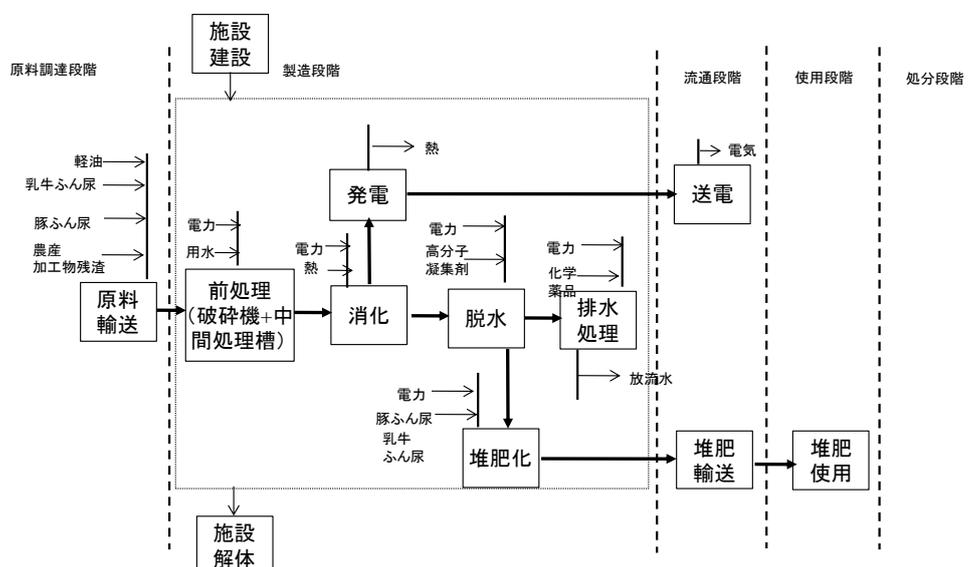
①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「1MJの電力生産とそれに必要な原料の堆肥化処理」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図2-1に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の5段階とした。製造段階は、前処理、消化（メタン発酵）、発電、脱水、堆肥化、排水処理の6つの工程に細分化した。



別図2-1 対象プロセスのプロセスフロー

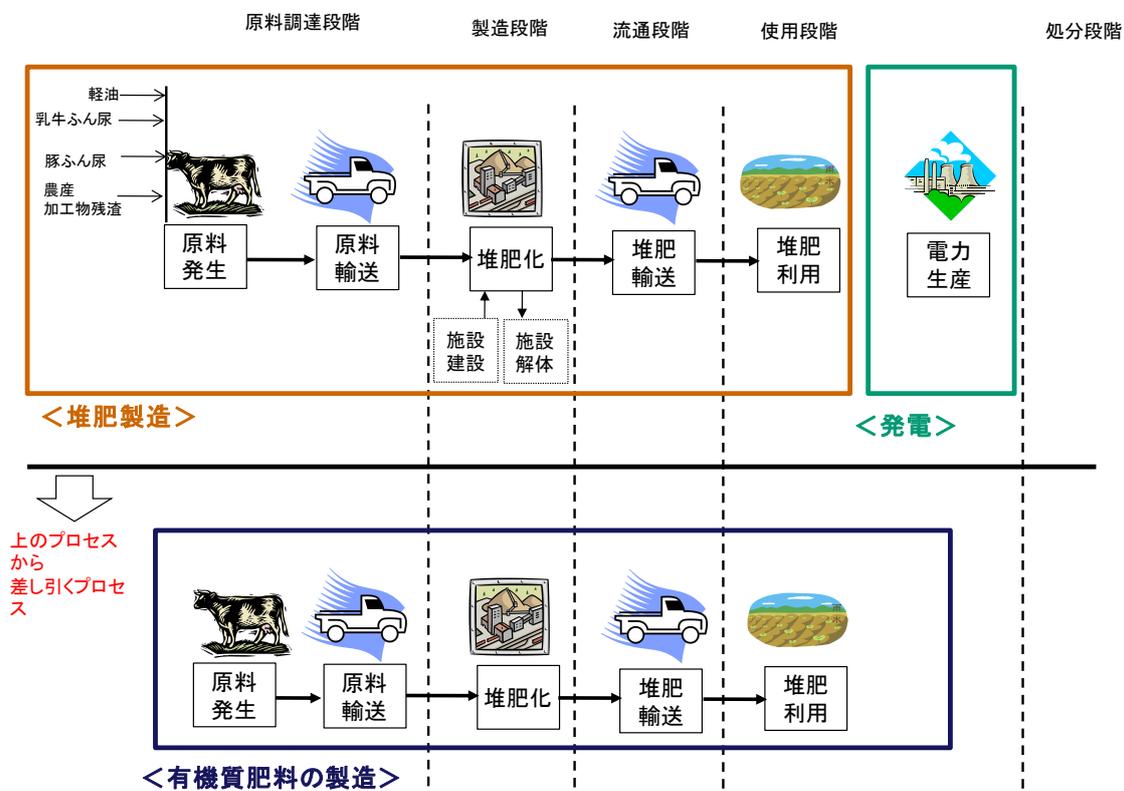
(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図2-2に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。

本事業が実施される以前は一般的な堆肥化が行われていたと仮定し、オリジナルプロセスに設定した。本事業が担っている機能は、「畜ふん尿と食品廃棄物の堆肥化処理」と「電力の供給」である。

ただし、本事業における堆肥化過程ではメタン発酵処理を行うため、製造される堆肥量は一般的な堆肥化処理を行った場合よりも少ない。そのため一般的な堆肥化によって製造される堆肥量とメタン発酵によって製造される堆肥量の差を考慮するため、その差分について「有機質肥料の製造」プロセスを想定し、「堆肥化処理」+「電力の供給」から

差引くこととした。



別図2-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表2-1に示す。

原料として地域の畜産家から排出される乳牛ふん尿と豚ふん尿、食品加工工場から排出される農業加工物残さがあり、それらを特殊用途車（積載率100%）で往復6km輸送することとし、実重量データを用いて算定した。

別表2-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
輸送	原料	乳牛ふん尿	1.9E-02	tkm	自社データ	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t バキューム車（燃費 5km/L）、積載率 100%、往復 6km
	原料	豚ふん尿	2.3E-03	tkm	自社データ	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t バキューム車（燃費 5km/L）、積載率 100%、往復 6km
	原料	農産加工物残さ	1.3E-03	tkm	自社データ	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2tトラック（燃費 5km/L）、積載率 50%、往復 6km

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表2-2に示す。

建設段階における詳細なデータは得られなかったため、3EID データ（購入者価格）を使用した。総事業費の約 6 割が設備費、約 4 割が土木費であると想定して、総事業費を設備費と土木費に振り分けて算定した。解体段階については、施設面積をベースとして温室効果ガス排出量の算定を行った。

別表2-2 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	建設	設備費	9.2E-06	百万円	自社データ	初期投資の 6 割が設備費、使用期間は耐用年数と同等と仮定し 17 年と設定
	土木	土木費	6.2E-06	百万円	自社データ	初期投資の 4 割が土木費、使用期間は耐用年数と同等と仮定し 17 年と設定
解体段階	解体	施設面積	9.6E-05	m ²	二次情報	対象プロセスの全施設面積の 3 分の 2 を堆肥化施設面積、使用期間は耐用年数と同等と仮定し 17 年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表2-3に示す。製造段階は、前処理工程と、消化（メタン発酵）、発電、脱水、堆肥化の 5 工程に細分化した。

排水処理に関連する本事業の生データは入手できなかったため、他地域における同様の事業の実データを参考に活動量を設定した。

本事業では、電力についてはバイオガスから供給された電力が全量投入されているが、1MJのエネルギー生産を機能単位とした評価を行うため、仮想的に全量、外部から系統電力を購入するケースを想定した。

別表2-3 建設段階以外におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分（自社データ/二次情報等）	情報源
建設段階以外	前処理	用水	1.3E-05	m ³	自社データ計画値から推定	JARUSバイオマス利活用技術情報データベース
	凝集沈殿	硫酸アルミニウム	2.1E-02	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
	製造	電力	2.8E-01	kWh	自社データ	ヒアリング結果
	排水処理	苛性ソーダ	1.3E-02	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
		次亜塩素酸ナトリウム	2.1E-02	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
		希硫酸	6.4E-04	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
		メタノール	3.0E-02	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定

c. 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表2-4に示す。

製造した堆肥については、特殊用途車（積載率100%）で往復6km輸送することとし、実重量データを用いて算定した。

外部への電力供給における当施設から近隣のグリッドまでの送電線の距離については、今回情報を入手できなかったため、オリジナルプロセスにおける流通段階からの温室効果ガス排出はゼロカウントとし、当施設の導入にあたり追加的に設置した送電線設置に伴う温室効果ガス排出について、対象プロセスで考慮することを検討した。しかし、本事業の場合、当施設から送電線までの距離は短く、ライフサイクル全体に占める流通段階からの温室効果ガス排出量は些少（1%未満）と考えられるため、カットオフの対象とした。

別表2-4 流通段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
輸送	製品	堆肥	8.9E-03	tkm	自社データ	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t バキューム車（燃費 5km/L）、積載率 100%、往復 6km

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表2-5に示す。

農地での堆肥の分解により生じるCH₄およびN₂Oの排出を計上する。畜ふん尿を原料とする原単位データを入手できなかったため、生ごみを原料としたコンポストを農地で使用した場合のCH₄及びN₂O発生量データを使用した。

別表2-5 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
使用	農地還元	堆肥	1.5E-03	t	自社データ	ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。原単位データの選定の考え方は、対象プロセスと同様とした。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表2-6に示す。

家畜ふん尿・食品廃棄物の調達については、本施設と同じ場所に堆肥化施設があると想定し、対象プロセスと同じ条件で算定を行った。

別表2-6 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
輸送	原料	乳牛ふん尿	1.9E-02	tkm	自社データ	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t バキューム車 (燃費 5km/L)、積載率 100%、往復 6km
	原料	豚ふん尿	2.3E-03	tkm	自社データ	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t バキューム車 (燃費 5km/L)、積載率 100%、往復 6km
	原料	農産加工物残さ	1.3E-03	tkm	自社データ	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2tトラック (燃費 5km/L)、積載率 50%、往復 6km

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表2-7に示す。

建設段階は、堆肥化施設の建設工程と電力供給施設の建設工程から成る。堆肥化施設建設費は、本施設総建設費からメタン発酵施設建設費を差し引いた値をもとに、設備費と土木費の割合、使用期間（耐用年数と同等と仮定）等を設定し算定した。電力供給施設建設費は、既設火力発電所のデータをもとに設定した。

別表2-7 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	建設	設備費	3.6E-06	百万円	自社データ	初期投資の6割が設備費、使用期間(=耐用年数)は17年と設定
	土木	土木費	2.4E-06	百万円	自社データ	初期投資の4割が土木費、使用期間(=耐用年数)は17年と設定
	電力供給設備	電力設備建設費	2.5E-01	円	推定	敦賀火力発電所2号機(70万kW、1,275億円)を参考に、70万kW、設備稼働率60%、実耐用年数38年から、0.91円/kWhと設定
解体段階	解体	施設面積	4.8E-05	m ²	二次情報	対象プロセスの全施設面積の3分の2を堆肥化施設面積、使用期間(=耐用年数)は17年と設定

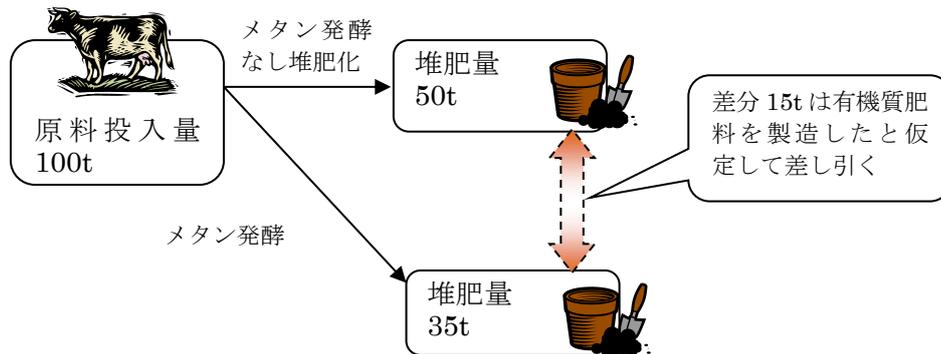
(2) 建設段階以外のプロセスデータ

製造段階における建設段階以外のプロセスデータを別表2-8に示す。施設内における堆肥化工程単独の電力使用量データは得られなかったため、堆肥製造における電力使用分は使用段階でまとめて計上した。

オリジナルプロセスにおける堆肥製造では、原料投入量の約5割の量の堆肥が製造されることを想定している。一方、対象プロセスにおいては、堆肥化過程においてメタン発酵を行うため、製造される堆肥量はオリジナルプロセスに比べて少ない。堆肥製造量の違いのイメージを別図2-3に示す。本検討では、この差分について「有機質肥料の製造」プロセスを想定し、オリジナルプロセスから差し引くこととした。

別表2-8 建設段階以外のプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階以外	有機質肥料の製造	堆肥	1.8 E-00	kg	自社データ	ヒアリング結果
	"	堆肥(差し引く分)	4.7E-01	kg	自社データ	図3-20を参照
	電力	電気	2.8E-01	kWh	推定	敦賀火力発電所2号機(70万kW、1,275億円)を参考に、70万kW、設備稼働率60%、使用期間(耐用年数と同等と仮定)38年から、0.91円/kWhと設定



*原料投入量と堆肥製造量の割合は、関東におけるバイオマスの事業化支援サイト、バイオマスタウンレポート 千葉県睦沢町かずさ有機センターデータ（原料投入量7,300t→堆肥製造量3,500t）を参考に設定した。

別図 2-3 メタン発酵段階の有無による堆肥製造量の違いのイメージ

c. 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表 2-9 に示す。

製造した堆肥の輸送に関して、特殊用途車（積載率100%）で往復6km運ぶこととし、実重量データを用いて算定した。外部への電力供給における当施設から近隣のグリッドまでの送電線設置に伴う温室効果ガス排出については、対象プロセスの「c. 流通段階」に示したとおり、本ケーススタディにおいてはゼロとカウントすることとした。

別表2-9 流通段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
輸送	製品	堆肥	1.3E-02	tkm	自社データ	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t バキューム車（燃費 5km/L）、積載率 100%、往復 6km

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表2-10に示す。

農地での堆肥の分解により生じるCH₄およびN₂Oの排出を計上する。畜ふん尿を原料とした原単位データがなかったため、生ごみを原料としたコンポストを農地で使用した場合のCH₄及びN₂O発生量データを使用した。

別表2-10 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
使用	農地還元	堆肥	2.1E-03	t	自社データ	ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) LCAの結果の評価

(ア) 対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表2-11に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、製造段階が全体の97.2%を占めた。次いで排出量が大きいの原料調達段階1.9%であり、製造+原料調達で99.1%となった。

別表2-11 対象プロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg/MJ)	5.51E-03	2.85E-01	2.22E-03	0.00E+00	0.00E+00	2.92E-01
	割合	1.9%	97.4%	0.8%	—	—	100%
CH ₄	排出量(kg/MJ)	6.16E-06	9.59E-05	2.48E-06	4.29E-07	0.00E+00	1.05E-04
	割合	5.9%	91.4%	2.4%	0.4%	—	100%
N ₂ O	排出量(kg/MJ)	9.15E-08	1.96E-05	3.69E-08	1.26E-06	0.00E+00	2.10E-05
	割合	0.4%	93.4%	0.2%	6.0%	—	100%
SF ₆	排出量(kg/MJ)	9.91E-20	1.53E-13	4.00E-20	0.00E+00	0.00E+00	1.53E-13
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	—	—	100%
温室効果ガス(CO ₂ 換算)*	排出量(kg/MJ)	5.69E-03	2.93E-01	2.29E-03	3.86E-04	0.00E+00	3.01E-01
	割合	1.9%	97.2%	0.8%	0.1%	—	100%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(イ) オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表2-12に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、製造段階が全体の97.2%を占めた。次いで排出量が大きいの原料調達段階1.7%であり、製造段階と原料調達段階で98.9%となった。製造段階では、電力生産や有機質肥料の製造が大きな割合を占めている。

別表2-12 オリジナルプロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg/MJ)	5.51E-03	3.23E-01	3.17E-03	0.00E+00	0.00E+00	3.32E-01
	割合	1.7%	97.4%	1.0%	—	—	100%
CH ₄	排出量(kg/MJ)	6.16E-06	1.26E-04	3.55E-06	6.12E-07	0.00E+00	1.36E-04
	割合	4.5%	92.4%	2.6%	0.5%	—	100%
N ₂ O	排出量(kg/MJ)	9.15E-08	1.16E-05	5.27E-08	1.80E-06	0.00E+00	1.35E-05

	割合	0.7%	85.6%	0.4%	13.3%	—	100%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	9.91E-20	7.25E-11	5.71E-20	0.00E+00	0.00E+00	7.25E-11
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	—	—	100%
温室効果 ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	5.69E-03	3.29E-01	3.27E-03	5.52E-04	0.00E+00	3.39E-01
	割合	1.7%	97.2%	1.0%	0.2%	—	100%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(ウ) 温室効果ガス排出削減効果の算定結果

温室効果ガス排出削減効果の算定結果を別表 2-13 に示す。本事業による温室効果ガス排出量の削減率は 11.1%となった。

別表 2-13 本事業による温室効果ガス排出削減率

	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	11.8%	30.0%	0.0%	0.0%	11.8%
CH ₄	0.0%	23.7%	30.0%	30.0%	0.0%	22.8%
N ₂ O	0.0%	-69.6%	30.0%	30.0%	0.0%	-55.4%
SF ₆	0.0%	99.8%	30.0%	0.0%	0.0%	99.8%
温室効果ガス (CO ₂ 換算)*	0.0%	11.1%	30.0%	30.0%	0.0%	11.1%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(5) 感度分析の実施

上記(4)の結果から、全体のライフサイクル CO₂ 排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセスともに、製造段階の電力が挙げられた。そのため、以下に示すとおり、電力について「消費量を±25%変動させた場合」、「原単位データの情報源を変更した場合」をシナリオとする感度分析を実施した。

<対象プロセス、オリジナルプロセス共>

○シナリオ 1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合

標準ケース：対象プロセス

ケース 1：製造段階の電力消費量を 25%増加させた場合

ケース 2：製造段階の電力消費量を 25%減少させた場合

○シナリオ 2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合

ケース 1：LCA 日本フォーラムデータベース「電力生産」の原単位データを採用した場合

ケース 2：MiLCA「発電、系統電力」の原単位データを採用した場合

感度分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス>

- シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±13%となった。
- シナリオ2：LCA 日本フォーラムデータベースを用いた場合で 12.3%、MiLCA を用いた場合で 7%、温室効果ガス（CO₂換算）が削減されることがわかった。

<オリジナルプロセス>

- シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±11.5%となった。
- シナリオ2：LCA 日本フォーラムデータベースを用いた場合で 20.4%、MiLCA を用いた場合で 6.2%、温室効果ガス（CO₂換算）が削減されることがわかった。

別表2-14 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ1：製造段階の電力消費 量（活動量データ）を±25%変動 させた場合		シナリオ2：製造段階の電力生産 の原単位データの情報源を変更し た場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	—	製造段階の電 力消費量+25%	製造段階の電力 消費量-25%	LCA 日本フォー ラム DB「電力生 産」	MiLCA「発 電,系統電力」
温室効果ガス排 出量 (kgCO ₂ e/MJ)	3.01E-01	3.40E-01	2.62E-01	2.64E-01	2.80E-01
増減割合	—	13.0%	-13.0%	-12.3%	-7.0%

別表2-15 オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ1：製造段階の電力消費 量（活動量データ）を±25%変動 させた場合		シナリオ2：製造段階の電力生産 の原単位データの情報源を変更し た場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	—	製造段階の電 力消費量+25%	製造段階の電力 消費量-25%	LCA 日本フォー ラム DB「電力生 産」	MiLCA「発 電,系統電力」
温室効果ガス排 出量 (kgCO ₂ e/MJ)	3.39 -01	3.78 E-01	3.00 E-01	3.01 E-01	3.18E-01
増減割合	—	11.5%	-11.5%	-20.4%	-6.2%

3. CASE2：都市ごみを原料とした高効率乾式メタン発酵によるバイオガス製造事業

(1) 対象事業と LCA 実施の目的の設定

本事例は、都市ごみ（主に厨芥類と紙ごみ）を原料とした高効率乾式メタン発酵と堆肥化を行うことにより、排水処理量を少なくしつつ堆肥を製造する事業である（※）。バイオガス利用の目的は、所内動力として活用することで事業におけるユーティリティ費を削減し、さらに余剰電力を外部に供給することで電力販売収入を得ることである。

また、LCA 実施の目的は、事業実施による温室効果ガス削減効果の定量化である。

※本事例は、実稼働中の事業ではなく、(独)国立環境研究所の平成 18 年度環境省受託業務「バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発」報告書中のフィージビリティスタディを参考に算定した、計画段階の事業である。

(2) 機能単位等の設定

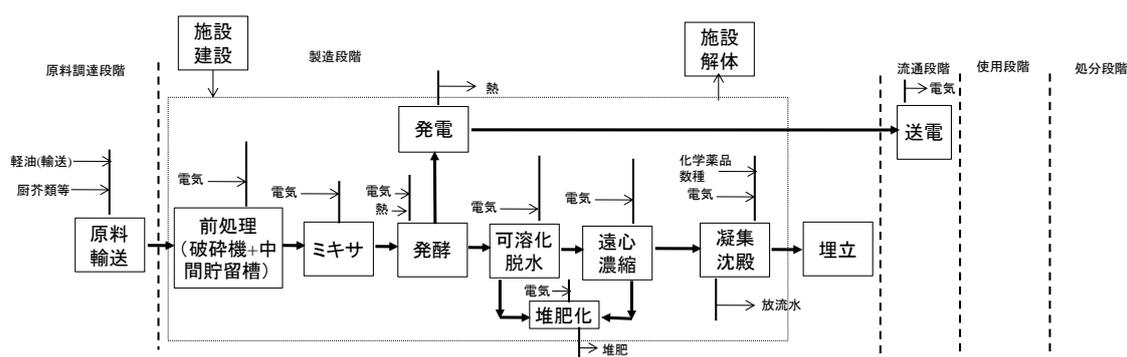
①機能単位の設定

「1MJ の電力生産とそれに必要なごみ処理」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

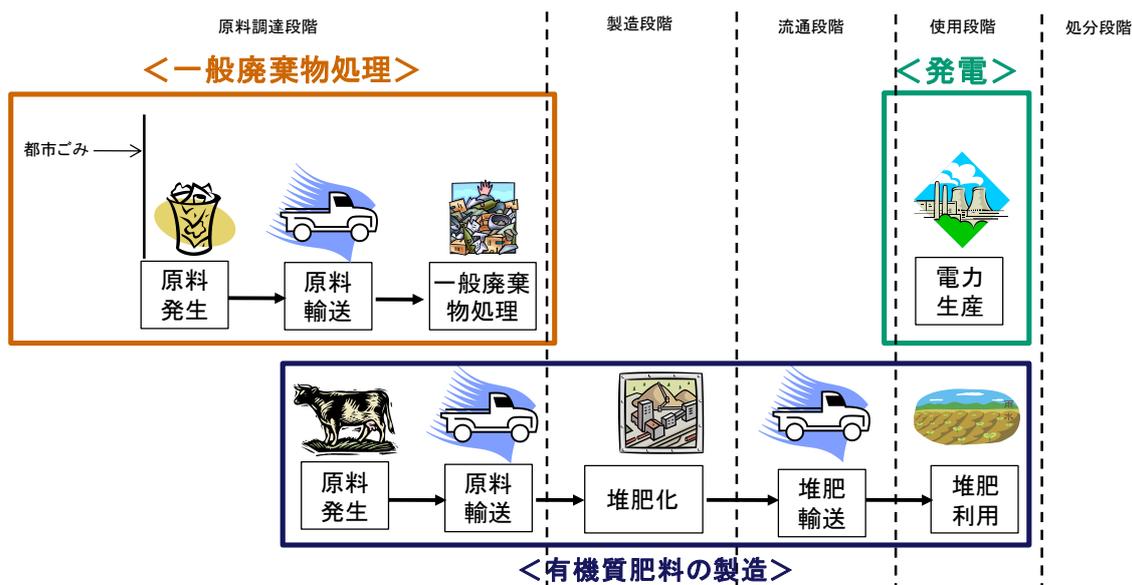
プロセスフローの区分は、バイオ燃料の LCA ガイドラインに沿って設定した。システム境界には、原料調達段階と製造段階、流通段階、使用段階、処分段階の 5 段階が含まれる。製造段階では、発酵工程においてバイオガスが生産される。バイオガスはガスエンジンの燃料となり、発電された電力の一部は所内電源として、発電時に発生した熱は可溶化槽の保温に利用される。また、可溶化脱水工程と遠心濃縮工程から排出された発酵残さは堆肥化される。



別図 3-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 3-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。また、本事業が担っている機能は、1) 都市ごみの堆肥化処理、2) 電力供給の 2 機能である。都市ごみを原料とした堆肥化処理技術はまだ開発段階であるため、本ケースでは堆肥の利用工程をシステム境界に含めないこととした。



別図 3-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスにおける段階別のプロセスデータを示す。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 3-1 に示す。原料は 2t パッカー車（積載率 100%、燃費 5km/L）で往復 10km 運ぶとことを想定して算定した。

別表 3-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
輸送	原料	原料(家庭ごみ)	5.4E-03	tkm	自社設計値	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t パッカー車（燃費 5km/L）、積載率 100%、往復 10km

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 3-2 に示す。本事業のイニシャルコストは設計値で 34 億円となっているが、各工程における個別のプラント装置のコストや部材の種類といった詳細なデータまでは入手できなかったため、原単位データとして 3EID を使用した。なお、一般的にイニシャルコストの約 6 割が設備費、約 4 割が土木費であることから、総事業費を設備費と土木費に振り分けて算定した。

別表 3-2 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	建設	設備費	2.9E-06	百万円	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発, (独) 国立環境研究所, 平成 19 年 3 月をもとに、初期投資の 6 割を設備費、使用期間 (耐用年数と同等と仮定) 17 年と設定
	土木	土木費	2.0E-06	百万円	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発, (独) 国立環境研究所, 平成 19 年 3 月をもとに、初期投資の 4 割を土木費、使用期間 (耐用年数と同等と仮定) 17 年と設定
解体段階	解体	施設面積	4.5E-05	m ²	二次情報	使用期間は耐用年数と同等と仮定し、17 年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

原料製造段階におけるプロセスデータを別表3-3に示す。

原料製造段階は主に前処理と発酵、発電、可溶化、脱水工程からなる。製造段階におけるプロセスデータとしては電力と熱が考えられるが、いずれもバイオガスを燃料としたガスエンジンから供給される。本検討では1MJの電力生産を機能単位としているため、生産された電力は全て外部に供給し、施設で必要となる電力は外部から投入されることを想定した。

別表 3-3 製造段階 (建設以外) におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
建設段階以外	製造	電気	6.4E-02	kWh	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発, (独) 国立環境研究所, 平成19年3月
	排水処理	苛性ソーダ	5.7E-04	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
		次亜塩素酸ナトリウム	9.0E-04	kWh	自社データ	ヒアリング結果
		硫酸アルミニウム	9.0E-04	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
		希硫酸	5.7E-05	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
		メタノール	1.3E-03	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
	埋立	埋立	3.0E-03	kg	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発, (独) 国立環境研究所, 平成19年3月

c. 流通段階におけるプロセスデータ

外部への電力供給における当施設から近隣のグリッドまでの送電線の距離については、今回情報を入手できなかったため、オリジナルプロセスにおける流通段階からの温室効果ガス排出はゼロカウントとし、当施設の導入にあたり追加的に設置した送電線設置に伴う温室効果ガス排出について、対象プロセスで考慮することを検討した。しかし、本事業の場合、当施設と送電線が隣接していることを想定しており、ライフサイクル全体に占める流通段階からの温室効果ガス排出量は些少（1%未満）と考えられるため、カットオフの対象とした。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。原単位データの選定の考え方は、対象プロセスと同様とした。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 3-4 に示す。

原料は 2t パッカー車（積載率 100%、燃費 5km/L）で往復 10km 輸送することを想定し、算定した。

別表 3-4 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
輸送	原料	原料(家庭ごみ)	5.4E-03	tkm	自社設計値	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t パッカー車(燃費 5km/L)、積載率 100%、往復 10km

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 3-5 に示す。

堆肥設備建設費は総事業の 6 割を建設費、4 割を土木費と設定、電力設備建設費は設備容量 70 万 kW、設備稼働率 60%、使用期間（耐用年数と同等と仮定）38 年と設定して算定した。

別表 3-5 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	堆肥設備	設備費	3.3E-07	百万円	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発，（独）国立環境研究所，平成 19 年 3 月をもとに、初期投資の 6 割が設備費、使用期間（耐用年数と同等と仮定）17 年と設定
		土木費	2.2E-07	百万円	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発，（独）国立環境研究所，平成 19 年 3 月をもとに、初期投資の 4 割が土木費、使用期間（耐用年数と同等と仮定）17 年と設定
	電力供給設備	電力設備建設費	2.5E-01	円	推定	敦賀火力発電所 2 号機（70 万 kW）を参考に、70 万 kW、設備稼働率 60%、使用期間 38 年から、0.91 円/kWh と設定
解体段階	解体	施設面積	4.5E-05	m ²	二次情報	使用期間は耐用年数と同等と仮定し、17 年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設段階以外の原料製造段階におけるプロセスデータを別表 3-6 に示す。

別表 3-6 オリジナルプロセスの製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階以外	堆肥化	有機質肥料	2.0E-01	kg	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発，（独）国立環境研究所，平成 19 年 3 月
	発電	電力	2.8E-01	kWh	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発，（独）国立環境研究所，平成 19 年 3 月

c. 流通段階におけるプロセスデータ

外部への電力供給における当施設から近隣のグリッドまでの送電線設置に伴う温室効果ガス排出については、対象プロセスの「c. 流通段階」に示したとおり、本ケーススタディにおいてはゼロとカウントすることとした。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) LCA の結果の評価

(ア) 対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 3-7 に示す。温室効果ガス排出量 (CO₂ 換算) でみると、製造段階が全体の 97.6%を占めた。次いで原料調達段階が 2.4%であり、製造段階と原料調達段階を合わせて 100%となった。

別表 3-7 対象プロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	1.33E-03	5.16E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.30E-02
	割合	2.5%	97.5%	—	—	—	100%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	1.48E-06	1.21E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E-04
	割合	1.2%	98.8%	—	—	—	100%
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	2.20E-08	1.01E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-06
	割合	2.1%	97.9%	—	—	—	100%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	2.39E-20	3.24E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.24E-10
	割合	—	100.0%	—	—	—	100%
温室効果ガス (CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	1.37E-03	5.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.63E-02
	割合	2.4%	97.6%	—	—	—	100%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

(イ) オリジナルプロセスの LCA 算定結果

オリジナルプロセスの LCA 算定結果を別表 3-8 に示す。温室効果ガス排出量 (CO₂ 換算) で見ると、製造段階が全体の 99.2%を占めた。次いで排出量が多いのは原料調達段階 0.8%であり、製造段階と原料調達段階で 100.0%となった。製造段階では、電力生産や有機質肥料の製造が大きな割合を占めている。

別表 3-8 オリジナルプロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	1.33E-03	1.71E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.72E-01
	割合	0.8%	99.2%	0.0%	0.0%	0.0%	
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	1.48E-06	1.20E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-05
	割合	11.0%	89.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	2.20E-08	1.07E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-06
	割合	2.0%	98.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	2.39E-20	1.08E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.08E-10
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果 ガス (CO ₂ 換 算)*	排出量 (kg/MJ)	1.37E-03	1.72E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.73E-01
	割合	0.8%	99.2%	0.0%	0.0%	0.0%	

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

(ウ) 温室効果ガス排出削減効果の算定結果

温室効果ガス排出削減効果の算定結果を別表 3-9 に示す。本事業による温室効果ガス排出量の削減率は 68.0%となった。

別表 3-9 本事業による温室効果ガス排出削減率

	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	69.8%	0.0%	0.0%	0.0%	69.3%
CH ₄	0.0%	-905.3%	0.0%	0.0%	0.0%	-805.8%
N ₂ O	0.0%	6.3%	0.0%	0.0%	0.0%	6.1%
SF ₆	0.0%	-199.5%	0.0%	0.0%	0.0%	-199.5%
温室効果ガ ス(CO ₂ 換 算)*	0.0%	68.0%	0.0%	0.0%	0.0%	67.4%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

(5) 感度分析の実施

上記(4)の結果から、全体のライフサイクル CO₂ 排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセス共に、製造段階の電力が挙げられた。そのため、以下に示すとおり、電力の消費量について「電力消費量を±25%変動させた場合」、「原単位データの情報源を変更した場合」をシナリオとする感度分析を実施した。

<対象プロセス、オリジナルプロセス共>

○シナリオ1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合

標準ケース：対象プロセス

ケース1：製造段階の電力消費量を25%増加させた場合

ケース2：製造段階の電力消費量を25%減少させた場合

○シナリオ2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合

ケース1：LCA日本フォーラムデータベース「電力生産」の原単位データを採用した場合

ケース2：MiLCA「発電、系統電力」の原単位データを採用した場合

感度分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス>

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は約±16%となった。

○シナリオ2：LCA日本フォーラムデータベースを用いた場合で15.3%、MiLCAを用いた場合で9.7%の温室効果ガス（CO₂換算）が削減されることがわかった。

<オリジナルプロセス>

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±22.2%となった。

○シナリオ2：LCA日本フォーラムデータベースを用いた場合で21.0%、MiLCAを用いた場合で12.0%の温室効果ガス（CO₂換算）が削減されることがわかった。

別表3-10 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合		シナリオ2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	—	製造段階の電力消費量+25%	製造段階の電力消費量-25%	LCA日本フォーラムDB「電力生産」	MiLCA「発電,系統電力」
温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ e/MJ)	5.63E-02	6.54E-02	4.73E-02	4.77E-02	5.14E-02
増減割合	—	16.2%	-16.0%	-15.3%	-9.7%

別表3-11 オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ 1：製造段階の電力消費 量（活動量データ）を±25%変動 させた場合		シナリオ 2：製造段階の電力生産 の原単位データの情報源を変更し た場合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	—	製造段階の電 力消費量+25%	製造段階の電力 消費量-25%	LCA 日本フォー ラム DB「電力生 産」	MiLCA「発 電,系統電 力」
温室効果ガス 排出量 (kgCO _{2e} /MJ)	1.17E-01	2.15E-01	1.37E-01	1.39E-01	1.55E-01
増減割合	—	22.2%	-22.2%	-21.0%	-12.0%

4. CASE3：下水汚泥由来バイオガスを原料とした都市ガス製造事業

(1) 対象事業と LCA 実施の目的の設定

本事例は、下水汚泥由来消化ガスを原料として都市ガス代替品を製造する事業である。従来は消化槽の加温等場内利用に限られていた消化ガスを高度精製することにより、都市ガス代替品として活用することを目的とする。

また、LCA 実施の目的は、事業実施による温室効果ガス削減効果の定量化である。

(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

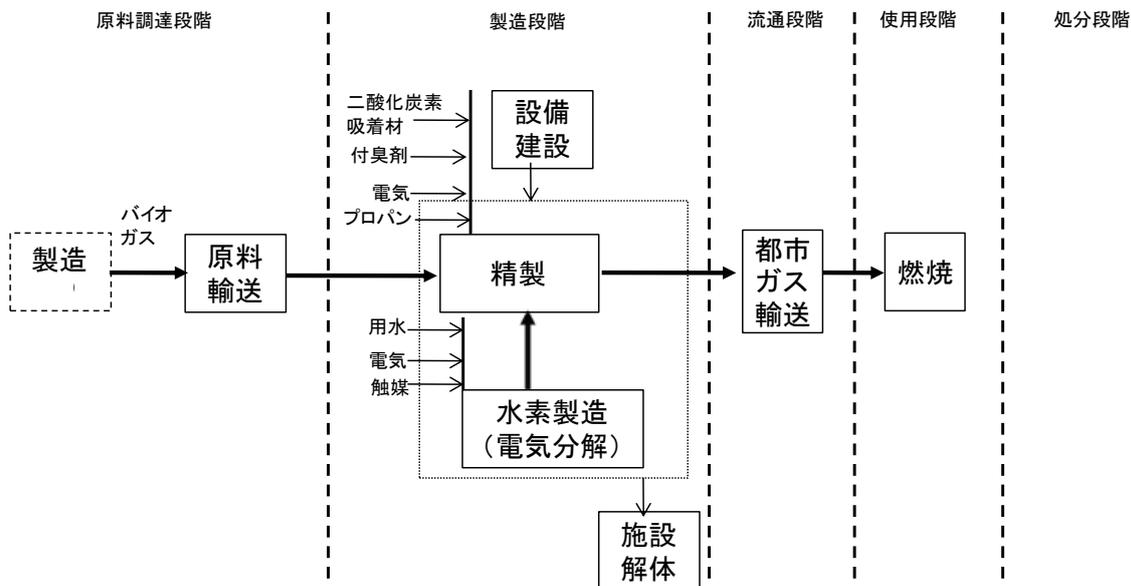
本事業の機能単位は「1MJ 相当の精製バイオガスの製造」とした。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図 4-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。

プロセスフローの区分は、原料調達段階と製造段階、流通段階、使用段階、処分段階の 5 段階とした。

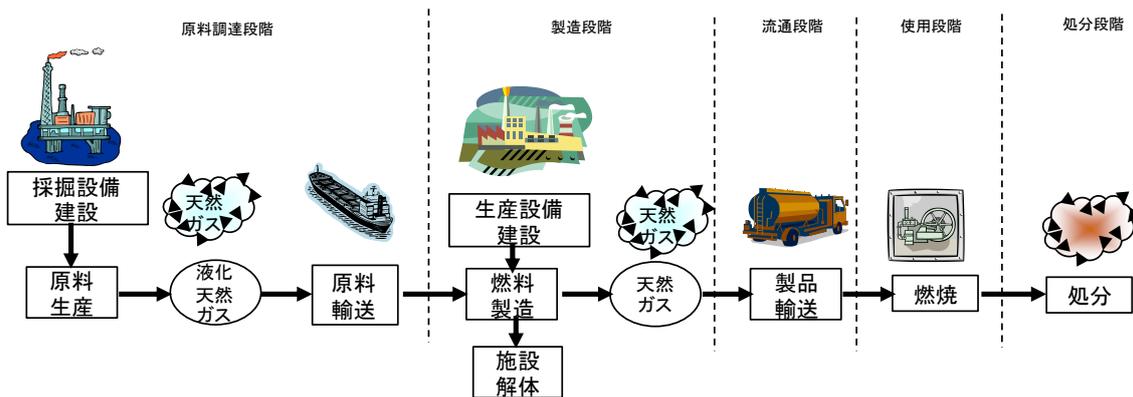


別図 4-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 4-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。

本事業が担っている機能は、熱需要者に対する高度精製ガスによる熱供給であるため、「都市ガスの利用」をオリジナルプロセスとした。



別図4-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー（都市ガスの利用）

(3) プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 4-1 に示す。原料調達段階については、昨年度調査において、消化ガス製造工程と原料輸送工程を対象とした LCA ケーススタディを行っているため、そのプロセスデータを引用した。

別表 4-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
原料調達	原料	消化ガス調達	2.5E-02	m ³	自社データ	ヒアリング結果

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表4-2に示す。建設段階の詳細なデータは得られなかったため、総事業費の6割を設備費、4割を土木費として活動量データを設定した。

別表4-2 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	建設	設備費	3.8E-07	百万円	自社データ	初期投資の6割が設備費、使用期間(耐用年数と同等と仮定)17年と設定
	土木	土木費	2.5E-06	百万円	自社データ	初期投資の4割が土木費、使用期間(耐用年数と同等と仮定)17年と設定
解体段階	解体	施設面積	9.0E-05	m ²	二次情報	使用期間は耐用年数と同等と仮定し、17年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

製造段階(建設以外)におけるプロセスデータを別表 4-3 に示す。製造段階では、微量成分除去と熱量調整、付臭、成分測定を実施しており、投入物としては電気と用水、触媒、二酸化炭素吸着材、プロパンガス、付臭剤が挙げられる。用水は消化ガス中の酸素分を除去するための水素を製造するために、触媒は水素と酸素の反応速度を高めるために使用される。触媒の種類、投入量については具体的なデータが得られなかったため、水素と酸素の反応に一般的に使用される白金触媒を想定し設定した。二酸化炭素除去剤についても同様に、一般的に使用されるゼオライトを想定して活動量データを設定した。

別表 4-3 製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
建設段階以外	電気分解	用水	4.2E-07	m ³	自社データ	ヒアリング結果
	微量成分除去	触媒	1.7E-10	kg	二次情報	酸素除去に利用する一般的な触媒を想定
		二酸化炭素除去剤	5.2E-08	kg	二次情報	二酸化炭素除去に使用する一般的な除去剤を想定
	付臭	付臭剤	3.6E-08	kg	二次情報	ヒアリング結果
	高度精製全体	電力	5.5E-04	kWh	自社データ	ヒアリング結果
	熱量調整	プロパン	2.5E-03	m ³	自社データ	ヒアリング結果

c. 流通段階におけるプロセスデータ

当施設から製造したガスの使用先（家庭、産業等）までの配管距離については、今回情報を入手できなかったため、オリジナルプロセスにおける流通段階からの温室効果ガス排出はゼロカウントとし、当施設の導入にあたり追加的に設置した配管に伴う温室効果ガス排出について、対象プロセスで考慮することを検討した。しかし、本事業の場合、当バイオガスプラントから都市ガスのガス管への注入地点までの配管距離は非常に短く、ライフサイクル全体に占める流通段階からの温室効果ガス排出量は些少（1%未満）と考えられるため、カットオフの対象とした。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 4-4 に示す。

別表 3-4 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
使用段階	燃焼	高度精製ガス	2.5E-01	MJ	自社データ	ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階に属するプロセスには天然ガスの採掘や輸送があるが、これらの工程からの温室効果ガス排出は、製造段階で用いた「都市ガス」の原単位データの中で考慮されているため、ここでは計上しないこととした。

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表4-5に示す。

施設建設工程については、参考となる建設コストが入手できなかったため、建設コスト100億円、年間供給量120万m³（液）、使用期間（耐用年数と同等と仮定）38年の設備を想定し、都市ガス日製造量に対するコストを算定した。施設解体工程については、参考となる情報が得られなかったため、対象プロセスと同じプロセスデータを使用することとした。

別表 4-5 建設段階におけるプロセスデータ

大区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	建設	都市ガス 製造設備 建設費	9.3E-06	円	二次情報	年間供給量 120 万 m ³ （液）、建設コスト 100 億円、使用期間 38 年から、0.000365 円/m ³ と想定
解体段階	解体	施設面積	9.0E-05	m ²	二次情報	使用期間は耐用年数と同等と仮定し、17 年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

製造段階（建設以外）におけるプロセスデータを別表4-6に示す。

別表 4-6 製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階 以外	製造	都市ガス	2.8E-02	m ³	自社データ	ヒアリング結果

c. 流通段階におけるプロセスデータ

対象プロセスの「c. 流通段階」に示したとおり、本ケーススタディにおいては、オリジナルプロセスにおける流通段階からの温室効果ガス排出はゼロとカウントすることとした。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 4-7 に示す。

別表 4-7 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
使用段階	燃焼	都市ガス	1.0E+00	MJ	自社データ	ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) LCA の結果の評価

(ア) 対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 4-8 に示す。温室効果ガス排出量 (CO₂換算) でみると、原料調達段階が全体の約 48.8%を占めている。次いで排出量が多いのは使用段階 42.5%と製造段階 8.7%であり、原料調達段階と使用段階で 91.3%となった。

別表 4-8 対象プロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	1.94E-02	3.41E-03	0.00E+00	1.63E-02	0.00E+00	3.91E-02
	割合	49.6%	8.7%	—	41.7%	—	100%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	1.04E-06	0.00E+00	2.74E-06	0.00E+00	3.78E-06
	割合	—	27.5%	—	72.5%	—	100%
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	1.12E-07	0.00E+00	1.69E-06	0.00E+00	1.81E-06
	割合	—	6.2%	—	93.8%	—	100%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	4.58E-17	0.00E+00	3.74E-20	0.00E+00	4.58E-17
	割合	—	99.9%	—	0.1%	—	100%
温室効果ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	1.94E-02	3.46E-03	0.00E+00	1.69E-02	0.00E+00	3.97E-02
	割合	48.8%	8.7%	—	42.5%	—	100%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

(イ) オリジナルプロセスの LCA 算定結果

オリジナルプロセスの LCA 算定結果を別表 4-9 に示す。温室効果ガス排出量 (CO₂換算) でみると、使用段階が全体の 75.0%を占めた。次いで排出量が多いのは、製造段階 25.0%となった。

別表4-9 オリジナルプロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.01E-02	0.00E+00	6.70E-02	0.00E+00	8.71E-02
	割合	—	23.1%	—	76.9%	—	100%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	1.50E-05	0.00E+00	1.13E-05	0.00E+00	2.63E-05
	割合	—	57.1%	—	42.9%	—	100%
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	8.70E-06	0.00E+00	6.96E-06	0.00E+00	1.57E-05
	割合	—	55.6%	—	44.4%	—	100%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.67E-15	0.00E+00	1.54E-19	0.00E+00	2.67E-15
	割合	—	100.0%	—	0.0%	—	100%
温室効果 ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.31E-02	0.00E+00	6.93E-02	0.00E+00	9.24E-02
	割合	—	25.0%	—	75.0%	—	100%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(ウ) 温室効果ガス排出削減効果の算定結果

温室効果ガス削減効果の算定結果を別表4-10に示す。本事業による温室効果ガス排出量の削減率は全体で約57.0%となった。特に製造段階と使用段階における削減効果が大きかった。

別表4-10 本事業による温室効果ガス排出削減率

	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	83.1%	0.0%	75.7%	0.0%	55.1%
CH ₄	0.0%	93.1%	0.0%	75.7%	0.0%	85.6%
N ₂ O	0.0%	98.7%	0.0%	75.7%	0.0%	88.5%
SF ₆	0.0%	98.3%	0.0%	75.7%	0.0%	98.3%
温室効果ガ ス(CO ₂ 換 算)*	0.0%	85.0%	0.0%	75.7%	0.0%	57.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(5) 感度分析の実施

上記(4)の結果から、全体のライフサイクルCO₂排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセスともに使用段階の燃焼が挙げられた。そのため、以下に示すとおり、燃焼について「燃焼量を±25%変動させた場合」、「燃焼の原単位データを±25%変動させた場合」をシナリオとする感度分析を実施した。

<対象プロセス、オリジナルプロセス共>

○シナリオ1：使用段階の燃焼量を±25%変動させた場合

標準ケース：対象プロセス

ケース1：使用段階の燃焼量を25%増加させた場合

ケース2：使用段階の燃焼量を25%減少させた場合

○シナリオ2：使用段階の燃焼の原単位データを±10%変動させた場合※

※高度精製ガスや都市ガスの燃焼工程の原単位については、今回、標準ケースで採用したものの以外のデータを手に入できなかったため、標準ケースで採用した原単位データを±10%変動させた場合についての感度分析を行うこととした。

ケース1：燃焼工程の原単位データを10%増加させた場合

ケース2：燃焼工程の原単位データを10%減少させた場合

インベントリ分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス>

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±10.6%となった。

○シナリオ2：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±4.3%となった。

<オリジナルプロセス>

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±19.0%となった。

○シナリオ2：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±7.6%となった。

別表4-11 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ1：使用段階の燃焼量 を±25%変動させた場合		シナリオ2：使用段階の燃焼工程の 原単位データを±10%変動させた場 合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	—	使用段階の 燃焼量+25%	使用段階の 燃焼量-25%	燃焼工程の原単 位+10%	燃焼工程の原単 位-10%
温室効果ガス 排出量 (kgCO ₂ e/MJ)	3.97E-02	4.39E-02	3.55E-02	4.14E-02	3.80E-01
増減割合	—	10.6%	-10.6%	4.3%	-4.3%

別表4-12 オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ 1：使用段階の燃焼量 を±25%変動させた場合		シナリオ 2：使用段階の燃焼工程の 原単位データを±10%変動させた場 合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	—	使用段階の 燃焼量+25%	使用段階の 燃焼量-25%	燃焼工程の原単 位+10%	燃焼工程の原単 位-10%
温室効果ガス 排出量 (kgCO ₂ e/MJ)	9.24E-02	1.10 E-01	7.51 E-02	9.94E-01	8.55E-01
増減割合	—	19.0%	-19.0%	7.6%	-7.6%

5. CASE4：電熱併給及び廃材を利用した活性炭製造事業

(1) 対象事業の概要

本事例は、製材所廃材を原料として直接燃焼発電と熱供給を行う事業である。関連製材会社で発生する製材廃材の有効利用により電力と熱を生産し、関連製材会社及び電力会社、熱供給会社へと供給することで、収益を獲得し運営を行っている。

本事業が実施されない場合、燃料となる木質バイオマスは活性炭等の原料として使用されるため、対象プロセスとして電力、熱、パーティクルボード製造、オリジナルプロセスとして電力製造及び製材廃材の利用をシステム境界に設定した。

オリジナルプロセスでは原料となる木質バイオマス 3.4kg から活性炭 1kg が作られるものとした。

(2) 機能単位等の設定

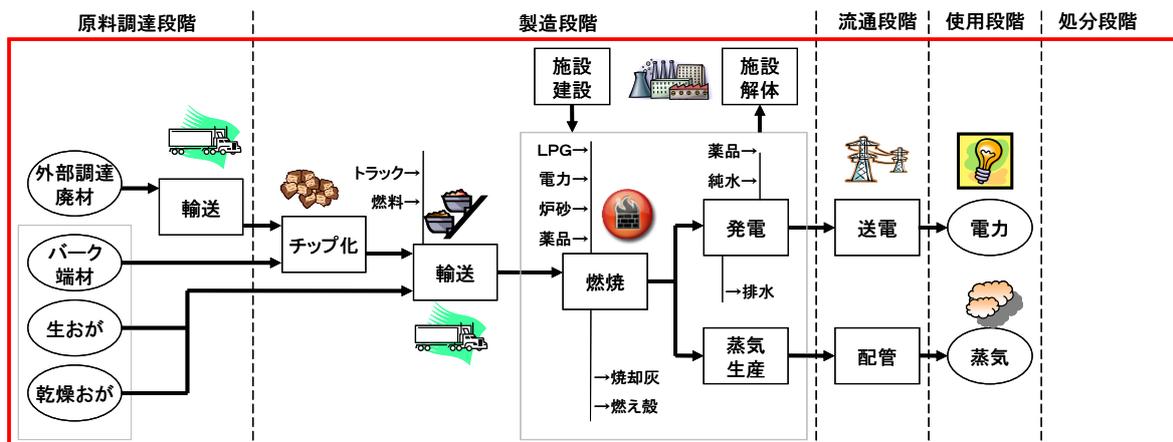
①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算 1 MJ あたりのエネルギー生産と木質廃棄物の処理」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図 5-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、バイオ燃料の LCA ガイドラインに沿って、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の 5 段階とした。

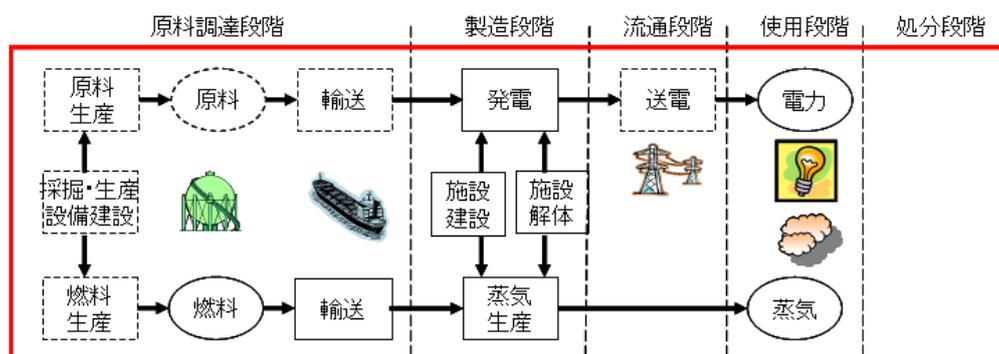


【電気及び熱の製造】

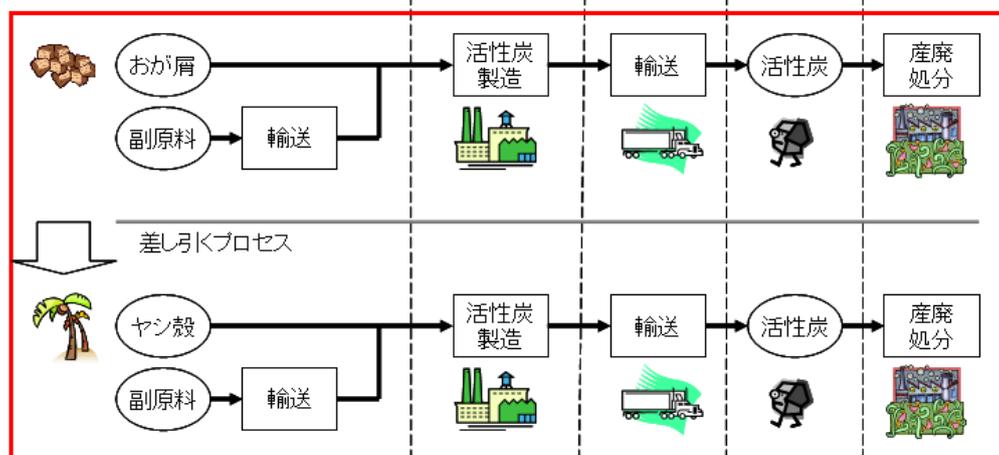
別図 5-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 5-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。



【電力及び蒸気の製造】



【活性炭の製造】

別図 5-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 5-1 に示す。

別表 5-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
原料調達		製材廃材 樹皮	5.95E-05	t	自社データ	事業者ヒアリング結果
		製材廃材 かんなくず	9.54E-06	t	自社データ	事業者ヒアリング結果
		製材廃材 おがくず	3.49E-05	t	自社データ	事業者ヒアリング結果
		製材廃材 外部調達原料	1.83E-05	t	自社データ	事業者ヒアリング結果
原材料調達	原料木材の輸送	外部調達原料の輸送	1.83E-03	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

a. 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 5-2 に示す。

別表 5-2 製造段階（建設段階）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
施設建設	チップ化設備	チップper設備A	2.09E-02	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は耐用年数と同じく8年とした
		チップper設備B	8.22E-02	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は耐用年数と同じく8年とした
	発電所設備	純水装置	1.86E-02	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
		貫流ボイラ設備	6.43E-03	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
		発電設備	1.83E-01	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
		発電（送配電）設備	6.86E-03	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
		貫流ボイラ棟内盤	6.59E-05	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
	チップ工場建設	チップ工場 建屋	8.10E-04	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
	発電所建設	発電所設備建屋	1.56E-02	円	自社データ	事業者ヒアリング結果
		燃料倉庫	3.44E-03	円	自社データ	事業者ヒアリング結果
施設解体	チップ製造設備/施設解体	チップ製造工場解体作業	3.40E-08	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果
	燃料倉庫解体	燃料倉庫解体作業	2.62E-08	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果
	発電所施設解体	発電所解体作業	5.24E-07	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果

b. 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 5-3 に示す。かんなくず、外部調達燃料は直接発電所燃料倉庫に運び込まれるため、サイト内輸送はない。

メンテナンスに係る詳細データが入手できなかったため、文献値により推計を行った。

別表 5-3 建設以外の製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
チップ製造	破碎・チップ化等処理	チップー動力・軽油	2.64E-03	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果
		刃交換等メンテナンス	1.65E-02	円	推計値	機械費用の2%と仮定
	サイト内輸送 (チップ工場・発電所)	樹皮の輸送	3.57E-05	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果 輸送距離0.6km、10 t トラックの積載率100%とした
		おがくずの輸送	2.10E-05	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果 輸送距離0.6km、10 t トラックの積載率100%とした
発電	発電	補助燃料 L P G	3.71E-03	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 m ³ から重量へは温対法により換算
		木材の燃焼	1.76E+00	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 熱量は温対法により換算
		外部電力の使用	6.86E-04	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果
		工業用水の使用	4.24E-04	m ³	自社データ	事業者ヒアリング結果
		上水の使用	2.96E-07	m ³	自社データ	事業者ヒアリング結果
		炉砂	1.14E-03	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		塩酸	6.26E-05	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		苛性ソーダ	1.98E-05	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		凝集剤	9.86E-07	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		次亜鉛素酸ソーダ	3.04E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		重亜硫酸ソーダ	2.40E-07	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		消泡剤	2.47E-08	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		防食剤	5.77E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		脱硝剤	6.72E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		脱酸剤	9.93E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		その他薬品	1.55E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
貫流ボイラ用薬品	4.71E-08	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果		
油脂類 (潤滑油等)	5.60E-06	ℓ	自社データ	事業者ヒアリング結果		

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
	資材輸送	鹿島産炉砂の輸送	5.72E-06	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		外国産炉砂の国内輸送	1.14E-06	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		外国産炉砂の国間輸送	2.74E-03	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		薬品類の輸送	3.02E-05	tkm	推計値	事業者ヒアリングから推計
		排水（公共下水）	9.53E-05	m ³	自社データ	事業者ヒアリング結果
	廃棄物	焼却灰の発生・処分	3.04E-03	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		燃え殻の発生・処分	5.85E-04	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
	廃棄物輸送	焼却灰・燃え殻の輸送①	1.94E-04	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		焼却灰・燃え殻の輸送②	1.95E-04	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他管理 等	メンテナンス	9.90E-06	円	推計値	総工費の4.4%と仮定

（ウ）流通段階におけるプロセスデータ

流通段階における外部への電力供給の際の当施設から近隣のグリッドまでの送電線の敷設および熱供給の配管については、当施設と送電線、供給先が隣接しており、ライフサイクル全体に占める流通段階からの GHG 排出量は些少（1%未満）と考えられることから、カットオフの対象とした。

（エ）使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

（オ）処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

（ア）原料調達段階におけるプロセスデータ

原材料調達にかかるプロセスは製造段階の原単位に含まれるものとし、ここでは計上しないものとした。

（イ）製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 5-4 に示す。

別表 5-4 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
発電所建設段階	発電所施設設備	鉄鋼（ユニット機器）	1.09.E-05	kg	二次情報	財団法人電力中央研究所 Y09027「日本の発電技術のライフサイクルCO ₂ 排出量評価」より 石炭火力（国内炭・輸入炭）の数値を引用
		鉄鋼（ボイラ）	1.56.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（タービン）	1.72.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（給水復水）	1.75.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（脱硫）	3.63.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（脱硝）	7.94.E-07	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（集塵）	2.36.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（電気）	7.64.E-07	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（機械その他）	7.65.E-06	kg	二次情報	〃
	貫流ボイラ（蒸気製造バックアップ用）	6.43.E-03	円	二次情報	蒸気製造バックアップ用ボイラ設備	
	発電所建設	鉄鋼（土木）	1.71.E-05	kg	二次情報	財団法人電力中央研究所 Y09027「日本の発電技術のライフサイクルCO ₂ 排出量評価」より 石炭火力（国内炭・輸入炭）の数値を引用
		コンクリート	7.69.E-08	kg	二次情報	〃
		軽油（燃焼）	1.37.E-04	MJ	二次情報	熱量は温対法により換算
		A重油（燃焼）	9.31.E-06	kg	二次情報	熱量は温対法により換算
	発電所解体	解体施設面積	1.16.E-08	m ²	自社データ（設計値）	1000MW相当、常陸那珂発電所2号機コンクリート基礎面積より引用
廃棄物輸送		2.03.E-05	tkm	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量が廃棄されるものとし、通常取引している産業廃棄物事業者へ搬送されていると仮定	
廃棄物処分（金属くず）		4.16.E-05	kg	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量とする	
廃棄物処分（コンクリート）		1.84.E-04	kg	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量とする	
建設段階以外	電力の製造	6.53E-02	kWh	自社データ	省エネ法により 1kWh = 9.76MJで換算	
	蒸気の製造	4.50E-01	MJ	自社データ	ヒアリング結果	
	製材廃材利用	製材廃材由来活性炭	3.60E-02	kg	推計値	LCA日本フォーラムデータベースより、オガコ3.4kg=活性炭1kgとする
	差引く分	ヤシ殻由来活性炭	3.60E-02	kg	推計値	製材廃材による製造量と同量

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

製材廃材由来の活性炭の流通プロセスは、同量のヤシ殻由来活性炭の流通プロセスを差し引くことで相殺される。このため、実質的な流通段階におけるプロセスはない。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスデータはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

流通段階と同様、実質的な処分段階におけるプロセスはない。

(4) LCAの結果の評価

①対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表5-5に示す。GHG排出量(CO₂換算)で見ると、製造段階が全体の91.4%を占め、次いで原材料調達段階が8.6%となった。

別表5-5 対象プロセスのLCA算定結果(一次エネルギー換算1MJあたり)

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	2.32E-04	1.75E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.98E-03
	割合	11.7%	88.3%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	2.59E-07	6.61E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.21E-07
	割合	28.2%	71.8%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	3.85E-09	2.67E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.71E-07
	割合	1.4%	98.6%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	4.09E-21	2.72E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.72E-08
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
GHG (CO ₂ 換算)※	排出量 (kg/MJ)	2.40E-04	2.55E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.79E-03
	割合	8.6%	91.4%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

②オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表5-6に示す。

別表 5-6 オリジナルプロセスの L C A 算定結果
(一次エネルギー換算 1MJ あたり)

	工程	原材料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排 出 量 (kg/MJ)	0.00E+00	8.24E-02	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	8.24E-02
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
CH ₄	排 出 量 (kg/MJ)	0.00E+00	7.31E-08	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	7.31E-08
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排 出 量 (kg/MJ)	0.00E+00	8.65E-09	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	8.65E-09
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
SF ₆	排 出 量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.27E-10	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	2.27E-10
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
GHG (CO ₂ 換 算) ※	排 出 量 (kg/MJ)	0.00E+00	1.09E-01	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	1.09E-01
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

③温室効果ガス削減効果の算定結果

GHG 削減効果の算定結果を別表 5-7 に示す。本事業による GHG 排出量の削減率は 97.4%となった。

別表 5-7 本事業による GHG 排出削減率

	原材料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	97.9%	0.0%	0.0%	0.0%	97.6%
CH ₄	0.0%	-809.4%	0.0%	0.0%	0.0%	-1164.4%
N ₂ O	0.0%	-2991.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-3035.6%
SF ₆	0.0%	-11880.5%	0.0%	0.0%	0.0%	-11880.5%
GHG (CO ₂ 換 算) ※	0.0%	97.7%	0.0%	0.0%	0.0%	97.4%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

6. CASE5：間伐材等を利用したガス化発電およびタール製造事業

(1) 対象事業の概要

本事例は、間伐材や剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業である。

(2) 機能単位等の設定

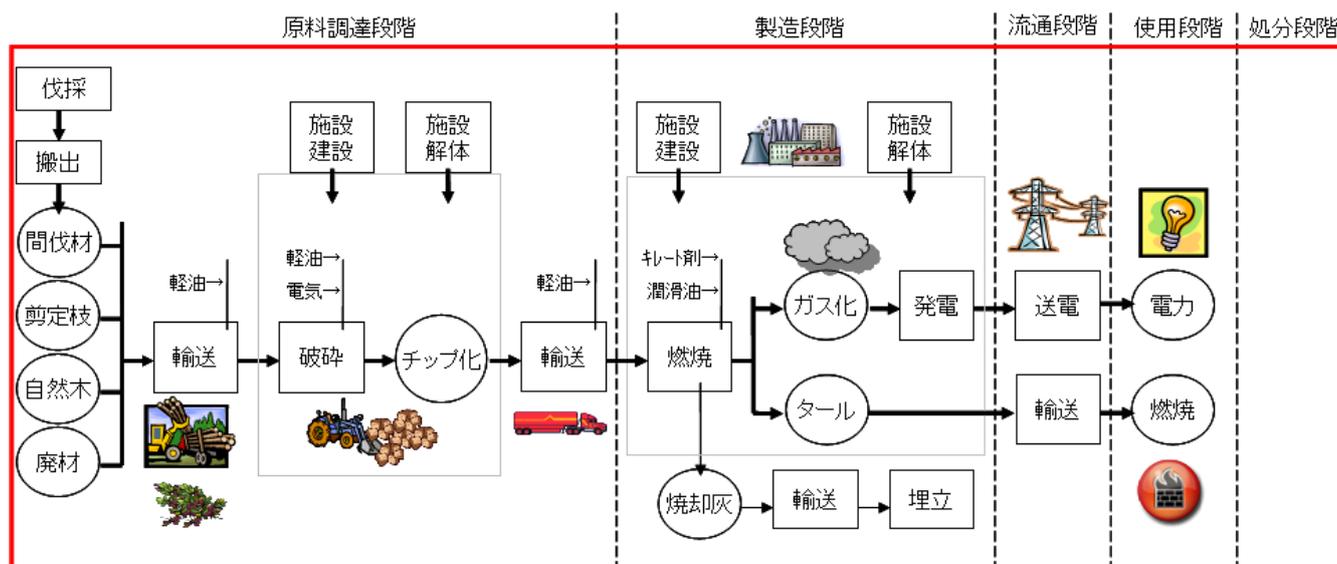
①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算 1 MJ のエネルギー生産」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図 6-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の 5 段階とした。

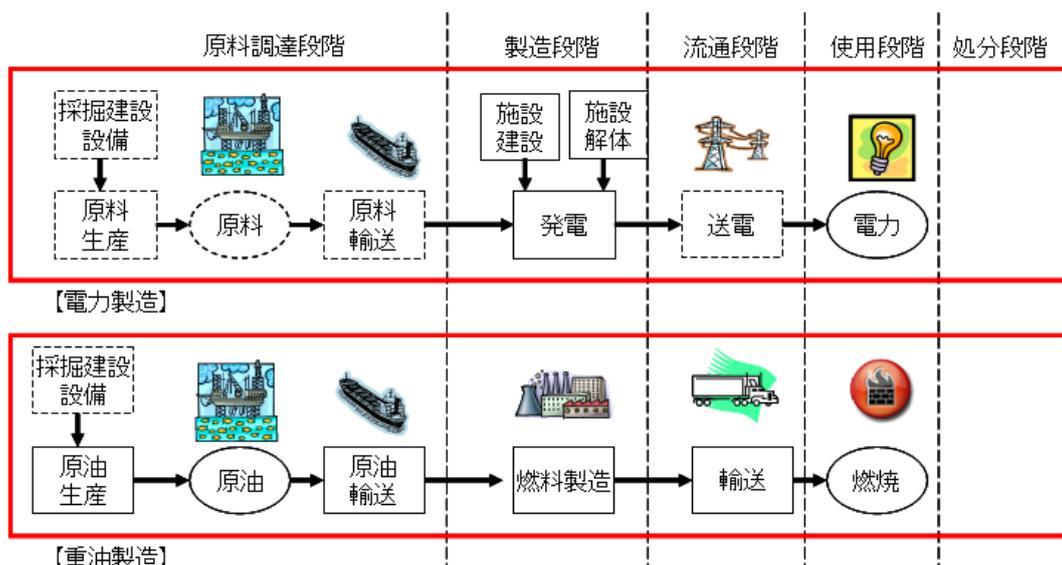


別図 6-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 6-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。

本事例では発電時のガス化プロセスで副産物として生成されるタールを重油代替として使用するため、オリジナルプロセスの持つ機能は「発電」と「重油の製造」の 2 つとした。



別図 6-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 6-1 に示す。

別表 6-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
木材調達	原料木材の調達	間伐材伐採チェーンソー用ガソリン	1.84E-03	ℓ	推計値	文献値 徳島県林業総合技術センター、「間伐材搬出の手引き」より 0.6ℓ/m ³ 、500kg/m ³ と仮定
		間伐材森内作業車用ガソリン	3.07E-03	ℓ	推計値	文献値 徳島県林業総合技術センター、「間伐材搬出の手引き」より 1.0ℓ/m ³ 、500kg/m ³ と仮定
	原料木材の輸送	間伐材	1.33E-02	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		剪定枝	4.84E-04	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		廃材自然木	4.44E-03	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他木材輸送用軽油の使用	7.26E-02	MJ	推計値	事業者ヒアリング結果	
チップ工場建設段階	チップ工場設備	キングチップパー 設備	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
		タブグラインダー 設備	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
		タブグラインダー周辺機器	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
		旋回篩機 設備	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
	チップ工場解体	チップ工場土木建設	7.23E-02	円	推計値	類似工場の建設費より推計 使用年数20年
		チップ工場解体作業	1.55E-06	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年
チップ製造	破碎・チップ化等処理	チップ工場電力	2.34E-03	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果
		チップ工場 軽油の使用	1.98E-02	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 熱量は温対法により換算
	原料輸送	チップ輸送 軽油の使用	1.05E-02	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他管理等	メンテナンス費	(非公開)	千円	自社データ	設備費の4.4%と想定

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

a. 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 6-2 に示す。

別表 4-6 製造段階（建設段階）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
発電所建設	発電所設備	ガスエンジン、発電機	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数15年
		その他設備	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年
	発電所建設	発電所土木建築	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年
		発電所解体作業	1.16E-06	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年

b. 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 6-3 に示す。

別表 6-3 製造段階（建設段階以外）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
発電	投入物	キレート剤	4.76E-05	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		潤滑剤	1.02E-04	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		ガス化発電	1.15E+00	MJ	推計値	事業者ヒアリング結果よりガス熱量を推計
	廃棄物	焼却灰の輸送 軽油の使用	1.60E-04	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 2tトラック（燃費 9km/l）で往復16km
		焼却灰の処分	4.78E-03	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他管理 等	メンテナンス等	(非公開)	千円	自社データ	事業者ヒアリングにより、設備費の1%と設定

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表 6-4 に示す。

別表 6-4 流通段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
流通		タール輸送 軽油の使用	6.12E-03	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 温対法により熱量換算

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。原単位データの選定の考え方は、対象プロセスと同様とした。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

通常発電のための資源採掘、輸送等も想定されるが、製造段階の原単位に含まれるものとし、ここでは計上しないものとした。したがって、原料調達段階におけるプロセスデータはない。

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

a. 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 6-5 に示す。既存 LCA 文献による発電所モデルケースのデータから、石炭火力発電所の活動量データを引用し、設備容量

100万kW、発電効率70%、使用年数は40年として算定を行った。

別表 6-5 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
発電所建設段階	発電所施設設備	鉄鋼(ユニット構成機器)	1.66.E-05	kg	二次情報	電中研 Y09027報告「日本の発電技術のライフサイクルCO ₂ 排出量評価」より 石炭火力(国内炭・輸入炭)の数値・係数を引用
		鉄鋼(ボイラ)	2.39.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(タービン)	2.63.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(給水復水)	2.68.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(脱硫)	5.54.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(脱硝)	1.21.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(集塵)	3.61.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(電気)	1.17.E-06	kg	二次情報	〃
	発電所施設建設	鉄鋼(機械その他)	1.17.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(土木)	2.61.E-05	kg	二次情報	〃
		コンクリート	1.18.E-07	kg	二次情報	〃
		軽油の燃焼	2.10.E-04	kg	二次情報	熱量は温対法により換算
	発電所解体	Δ重油の燃焼	1.43.E-05	kg	二次情報	熱量は温対法により換算
		解体施設面積	1.77.E-08	m ²	自社データ(設計値)	
		廃棄物輸送	3.46.E-05	tkm	自社データ(設計値)	建設時投入量と同量が廃棄されるものとし、通常取引する産廃事業者へ運ばれるものと仮定
		廃棄物処分(金属くず)	6.36.E-05	kg	自社データ(設計値)	建設時投入量と同量
		廃棄物処分(コンクリート)	2.82.E-04	kg	自社データ(設計値)	建設時投入量と同量

b. 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 6-6 に示す。電力製造時の原単位は、発電事業を行う地域の差を考慮し、温対法算定省令に基づく電気事業者ごとの実排出係数を用いて算定を行った。

別表 6-6 建設以外の製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階以外	発電	発電量	8.62.E-02	MJ	二次情報	省エネ法により 1kWh=9.76MJ で換算

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

外部への電力供給における当施設からの近隣のグリッドまでの送電線設置に伴う GHG 排出については、対象プロセスの「(ウ) 流通段階」に示したとおり、本ケーススタディにおいてはゼロとカウントすることとした。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 6-7 に示す。

別表 6-7 建設以外の製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
使用		A 重油の使用	1.57.E-01	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) LCAの結果の評価

①対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 6-8 に示す。GHG 排出量 (CO₂ 換算) でみると、原材料調達段階が全体の 60.2% を占め、次いで製造段階が 37.4%、流通段階が 2.3% となった。

別表 6-8 対象プロセスの LCA 算定結果 (一次エネルギー換算 1MJ あたり)

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	1.17E-02	3.55E-03	4.54E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-02
	割合	74.4%	22.7%	2.9%	0.0%	0.0%	100.0%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	1.17E-05	6.46E-05	5.08E-07	0.00E+00	0.00E+00	7.68E-05
	割合	15.2%	84.1%	0.7%	0.0%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	1.86E-07	1.08E-06	7.54E-09	0.00E+00	0.00E+00	1.27E-06
	割合	14.6%	84.8%	0.6%	0.0%	0.0%	100.0%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	4.92E-10	8.73E-08	8.00E-21	0.00E+00	0.00E+00	8.78E-08
	割合	0.6%	99.4%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
GHG (CO ₂ 換算) ※	排出量 (kg/MJ)	1.20E-02	7.48E-03	4.69E-04	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-02
	割合	60.2%	37.4%	2.3%	0.0%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

②オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表6-9に示す。GHG排出量(CO₂換算)で見ると、製造段階が全体の79.6%を占め、次いで使用段階が20.4%となった。

別表6-9 オリジナルプロセスのLCA算定結果(一次エネルギー換算1MJあたり)

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	4.85E-02	0.00E+00	1.20E-02	0.00E+00	6.05E-02
	割合	0.0%	80.1%	0.0%	19.9%	0.0%	100.0%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	7.86E-08	0.00E+00	1.35E-05	0.00E+00	1.35E-05
	割合	0.0%	0.6%	0.0%	99.4%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排出量(kg)	0.00E+00	5.85E-09	0.00E+00	2.00E-07	0.00E+00	2.05E-07
	割合	0.0%	2.8%	0.0%	97.2%	0.0%	100.0%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.80E-14	0.00E+00	2.80E-14	0.00E+00	2.80E-14
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
GHG (CO ₂ 換算)※	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	4.85E-02	0.00E+00	1.24E-02	0.00E+00	6.09E-02
	割合	0.0%	79.6%	0.0%	20.4%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

③温室効果ガス削減効果の算定結果

GHG削減効果の算定結果を別表6-10に示す。本事業によるGHG排出量の削減率は67.2%となった。

別表6-10 本事業によるGHG排出削減率

	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	92.7%	0.0%	100.0%	0.0%	74.1%
CH ₄	0.0%	-82098.7%	0.0%	100.0%	0.0%	-467.6%
N ₂ O	0.0%	-18337.3%	0.0%	100.0%	0.0%	-518.8%
SF ₆	0.0%	-311588260.2%	0.0%	100.0%	0.0%	-313344554.0%
GHG(CO ₂ 換算)※	0.0%	84.6%	0.0%	100.0%	0.0%	67.2%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

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

第Ⅳ部-② 複数の機能を有する事業 (輸入バイオマス利活用等) 編

令和 3 年 7 月策定

環 境 省

目 次

1. 第Ⅳ部-②の位置づけ	1
1.1 第Ⅳ部-②の位置づけ	1
1.2 対象とする再生可能エネルギー等導入事業	2
1.3 温室効果ガス削減効果が十分ではないバイオ燃料	3
1.4 森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量の取扱い	8
2. 複数の機能を有する事業（輸入バイオマス利活用等）のLCAの基本的な考え方に関する留意事項	10
2.1 機能単位の設定に関する留意事項	10
2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項	11
2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項	17
3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項	22
3.1 原料調達段階に関する留意事項	23
3.2 製造段階に関する留意事項	39
3.3 流通段階に関する留意事項	40
3.4 使用段階に関する留意事項	40
3.5 処分段階に関する留意事項	41
3.6 温室効果ガス排出削減活動に関する留意事項	42
3.7 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項	44
4. 温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項	52
5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項	56
5.1 感度分析の実施	56
5.2 温室効果ガス排出削減効果の評価	56
6. レビューの実施に関する留意事項	57
7. 参考文献	59

1. 第IV部-②の位置づけ

1.1 第IV部-②の位置づけ

本ガイドラインが対象とする再生可能エネルギー等のすべてに共通する基本的事項は、「第I部 基本編」に集約した。また、「発電」や「熱利用」等を主な機能とする再生可能エネルギー等の LCA に特有の事項については、「第II部 『発電』を主な機能とする事業（バイオマス利活用を除く）編」～「第IV部 複数の機能を有する事業（①国内バイオマス利活用等、②輸入バイオマス利活用等）編」として、別冊の資料に整理した。再生可能エネルギーの種類ごとに関連するガイドラインの判定フローを図 1-1 に示す。



図 1-1 再生可能エネルギーの種類ごとの関連ガイドラインの判定フロー

輸入バイオマスを用いた事業は、LCA の実施にあたっては、機能単位やシステム境界の設定、海上輸送に係る温室効果ガス排出量の考え方、配分の実施等において他事業と比べて複雑な側面があることから、第I部：基本編の補足として、第IV部-② 輸入バイオマス利活用等 編を策定した。策定にあたり、第I部：基本編と同様の規定とする項目（例：カットオフ基準）については、記述を割愛することとした。そのため、輸入バイオマスを用いた事業について LCA を行う際には、第I部：基本編を合わせて参照いただきたい。

1.2 対象とする再生可能エネルギー等導入事業

対象とする再生可能エネルギー等導入事業は、以下のとおりとする。

- 1) 輸入バイオマス発電事業
- 2) 輸入バイオマス熱供給事業
- 3) 輸入バイオマス電熱併給事業
- 4) 輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業
- 5) その他、輸入バイオマスを用いた事業

【解説・注釈】

- ・上記 1)～5)に挙げた再生可能エネルギー等導入事業については、表 1-1 に示すような原料を用いたすべての事業を対象とする。

表 1-1 輸入バイオマス利活用等事業において活用される原料の例

原料区分	原料例	主な輸入国
木質系バイオマス	間伐材、林地残材、未利用材等	アメリカ、カナダ、ベトナム、オーストラリア等
資源作物	パーム油、大豆油、ジャトロファ種子等	インドネシア、マレーシア、タイ、中国等
資源作物から発生する残さ	パーム椰子殻 (PKS)、パーム空果房 (EFB)、ココナッツ殻等	インドネシア、マレーシア、フィリピン等

1.3 温室効果ガス削減効果が十分ではない可能性のあるバイオ燃料

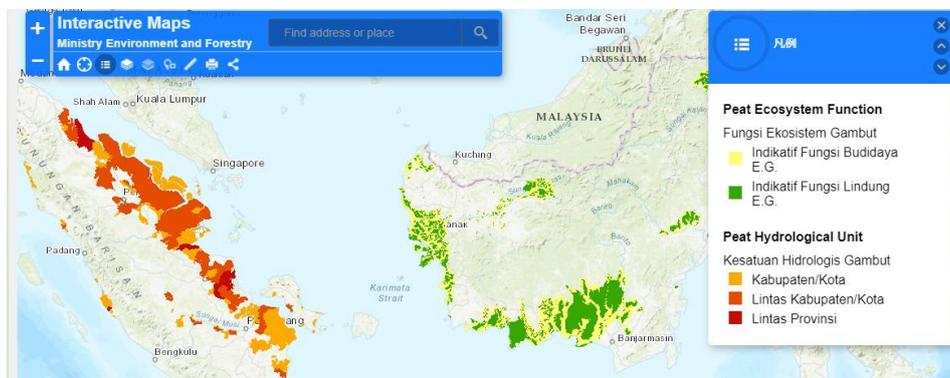
以下に示す事象においては、基本的に温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高いため、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し事業の意義を再検討すべきである。

- ① 森林減少（森林から農地への土地利用変化）を伴う事業
- ② 泥炭地の新規開発を伴う事業
- ③ 天然林や人工林等、森林からの木材搬出を行う場合に、現場の生体バイオマス炭素ストック量（動植物が保有する炭素量）の減少を伴う事業（土地利用変化に該当しない場合も含む）（詳細は 1.4 「森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量の取扱い」を参照）
- ④ 生産されるバイオ燃料量と比較して過剰の化石燃料を使用するバイオ燃料を用いた事業

※例えば、生産されるバイオエタノール重量の2分の1の重油量を用いて製造するケース

【解説・注釈】

- ・森林減少については、土地利用変化によって森林が持つ炭素ストック量が大きく失われることから、事業実施前後で土地利用変化による炭素減少量を復元することは現実的ではなく、温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高い。
- ・泥炭地の新規開発については、排水・耕起等で土壌有機物の分解が生じ大きな排出源となることから、温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高い。事業を行う土地が泥炭地であるかどうかについては、事業を行う国における土壌マップ等を活用し把握することが望ましい（図 1-2）。

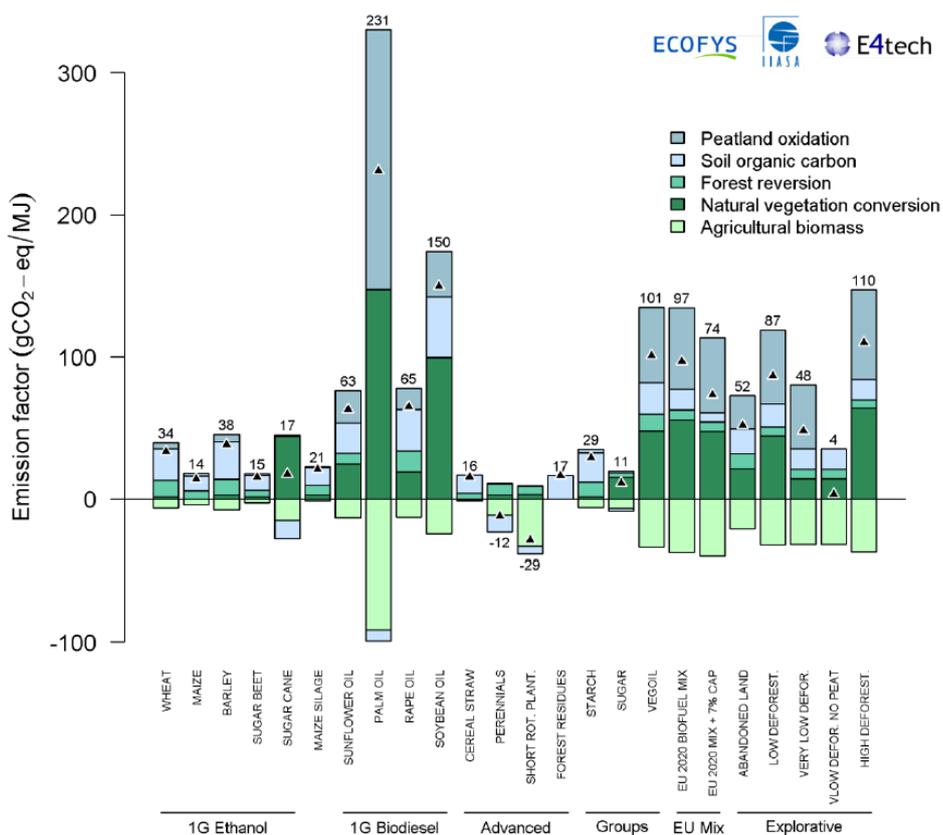


出典：Ministry Environment and Forestry, Indonesia

図 1-2 土壌マップの例（インドネシア）

参考：森林減少、泥炭地開発による温室効果ガス排出量

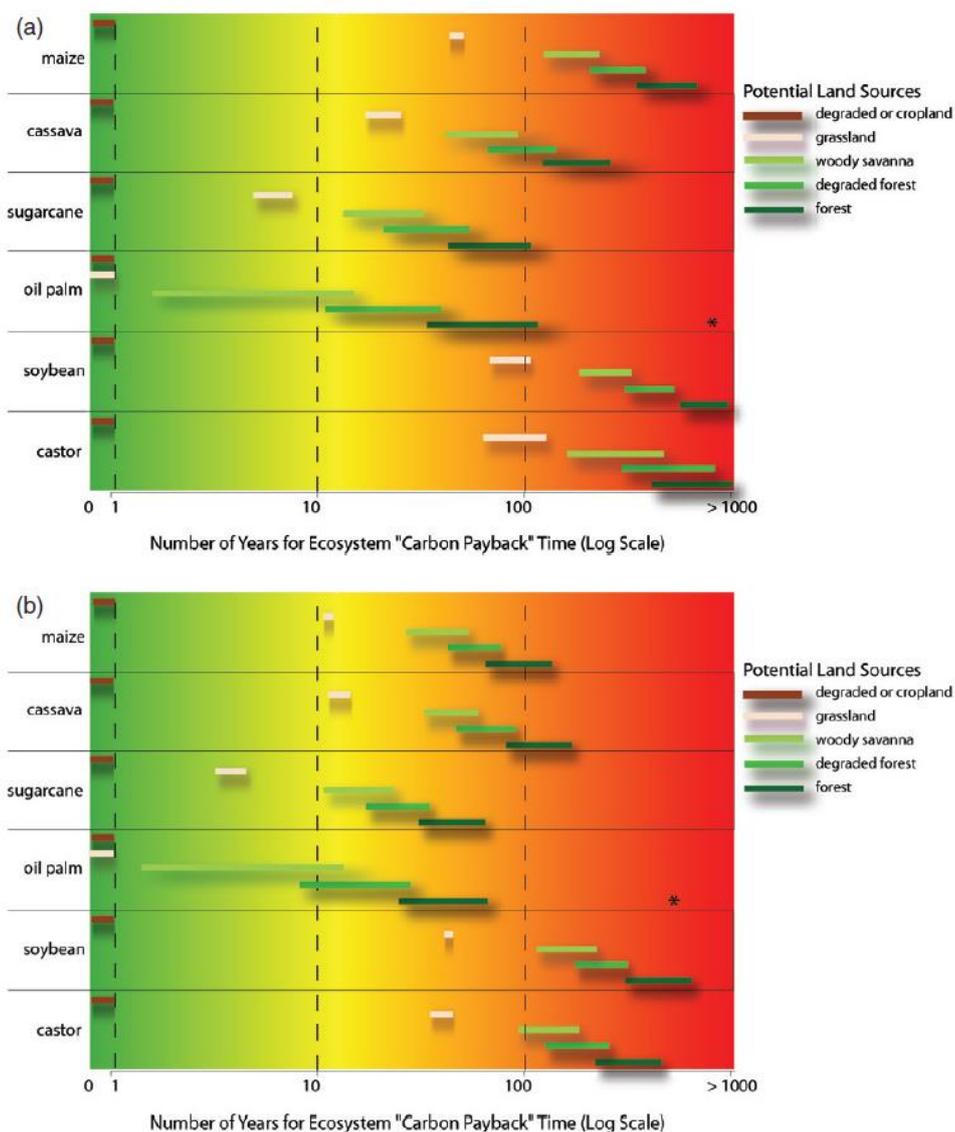
森林減少や泥炭地開発による温室効果ガス排出量を分析した研究は数多く行われている。図 1-3 は、複数のバイオ燃料に対し、土地利用の転用を伴いプランテーションが造成された場合における温室効果ガス排出量について、数値モデルによる計算結果を示している。その結果は、多くのバイオ燃料において、Natural vegetation conversion（図 1-3、緑）もしくは Peatland oxidation（図 1-3、水色）が生じた場合に、多くの温室効果ガスが放出される可能性があることを明らかにしている。



出典：Valin, Hugo, et al. "The land use change impact of biofuels consumed in the EU: Quantification of area and greenhouse gas impacts." (2015).

図 1-3 シナリオごとの土地利用変化における温室効果ガス排出量

また、森林等の転用を伴うバイオ燃料の製造については、カーボンペイバックタイム（CPT: Carbon Payback Time）の観点からも同様の指摘がされている。ここでの CPT とは、バイオマス等を使用することによる温室効果ガス削減量が、土地の転用時における温室効果ガス排出量を相殺し、炭素削減効果が発現するまでの期間を示す。この期間はプランテーションに転用される前の土地の状態や転用後に栽培される資源作物の種類に依存し（図 1-4）、土地転用前の炭素ストック量を復元するためには、CPT より長い時間事業を継続する必要がある。そのため、事業実施期間が CPT より短い場合には温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高いと言える。



出典：Bioenergy, I. E. A. "Bioenergy, land use change and climate change mitigation." Report for policy advisors and policy makers. IEA Bioenergy: ExCo 3 (2010). (IEA の文書にて掲載されている図は Gibbs, Holly K., et al. "Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: the effects of changing yield and technology." Environmental research letters 3.3 (2008): 034001. より引用)

図 1-4 バイオ燃料の原料ごとのカーボンペイバックタイム：(a) 2000 年時の収量を用いて計算を行った場合の CPT、(b) 世界上位 10%の収量を用いて計算を行った場合の CPT

- ・生産されるバイオエタノールの半分量の重油を使用したケースを想定し、1Lのバイオエタノールによって削減できる温室効果ガス排出量と0.5Lの重油を燃焼した際の温室効果ガス排出量を算定すると以下のような結果となる。このような場合は、温室効果ガス排出量削減に寄与しないことが明らかであるため、このようなケースにおけるバイオ燃料はLCA対象外とする。

(例)

- ・1Lのバイオエタノールによって削減できるGHG排出量
→ $21.2(\text{MJ/L-EtOH}) / 32.9(\text{MJ/L-ガソリン}) \times 2.38(\text{kgCO}_2/\text{L-ガソリン})$
=1.53(kgCO₂/L)
- ・0.5Lの重油を燃焼した際のGHG排出量
→ $0.5\text{L} \times 2.98(\text{kgCO}_2/\text{L})$
=1.49(kgCO₂/L)

- ・生産されるバイオ燃料の熱量と比較して数倍の熱量を持つ原料バイオマスを使用して製造されるバイオ燃料等では、使用されるバイオマスを固定燃焼炉の燃料等、液体バイオ燃料への転換以外に活用する方が、温室効果ガス削減効果が大きい場合がある。バイオ燃料の液体燃料としての付加価値等を考慮した上で、その原料の最適な有効利用手段を検討することが望まれる（参考：Assessing Biofuels ,UNEP）。

参考：EUにおける取組

欧州委員会では、バイオ燃料を含む再生可能エネルギーの活用促進を目的とした様々な施策が講じられている。その代表的な例として 2009 年に策定された再生可能エネルギー指令（EU RED：Renewable Energy Directive）がある。同指令では、EU 全体でエネルギー最終消費量に占める再生可能エネルギーの割合を 20%以上とする数値目標を定め、その達成に向けた義務目標の設定を各国に求めている。また輸送用燃料については、2020 年までにバイオ燃料の混合率を 10%以上とする義務目標が定められた。その 9 年後の 2018 年に策定された改正欧州再生可能エネルギー指令（EU RED II）では、2030 年目標として EU 全体でエネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合を 32%以上、輸送用燃料に占める割合を 14%とすることが掲げられ、現在その目標達成に向けて EU 各国が再生可能エネルギーの普及を進めているところである。このようにバイオ燃料を含む再生可能エネルギーの推進施策を進めていく中で、EU は泥炭地開発等、多量な温室効果ガス排出に寄与する可能性のあるバイオ燃料について、以下のような持続可能性基準を設けている。

Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources

Article 29（一部抜粋のうえ仮訳）

4：EU RED II における再生可能エネルギーに関する目標にカウントされるバイオ燃料は、2008 年 1 月以降に以下の条件に当てはまる高い炭素蓄積を有する土地を転用した農地で栽培されたものであってはならない。

(a) 湿地（永続的又は 1 年の大半が水に覆われている土地）

(b) 樹高が最低 5m に達する樹木の樹冠面積率が 30%、面積が 1ha を超える森林

(c) 樹高が最低 5m に達する樹木の樹冠面積率が 10~30%、面積が 1ha を超える森林であり、EU RED II で定めるライフサイクル GHG 排出量の基準を満たさない場合

5：EU RED II における再生可能エネルギーに関する目標にカウントされるバイオ燃料は、2008 年 1 月以降に泥炭地であった土地を転用した農地で栽培されたものであってはならない（農地への転用に泥炭地の排水を伴わないことを証明できる場合を除く）。

なお同様に、バイオ燃料の持続可能性認証機関である持続可能なパーム油のための円卓会議（RSPO: Roundtable on Sustainable Palm Oil）や持続可能なバイオ燃料に関する円卓会議（RSB: Roundtable on Sustainable Biomaterials）等においても、森林や泥炭地等の高い炭素蓄積を有する土地の転用を禁止している（禁止する基準年は認証機関によって異なる）。

このような国際的な動向からも、森林や泥炭地等を転用して造成された土地で栽培された原料由来のバイオ燃料については、温室効果ガスの削減効果の観点からその活用は不適切であると言える。

1.4 森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量の取扱い

本ガイドラインでは、「バイオマスの燃焼による二酸化炭素排出量はゼロとしてよい」こととしているが（→第 I 部：基本編 5.1.4 (p.26)）、これは事業の実施後、バイオマス資源を調達する森林における生体バイオマス炭素ストック量が中長期的に復元又は増加することを前提としている。これを行わない場合には本ガイドラインの考え方に合致しなくなるため、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し、実施する事業の地球温暖化対策としての意義を再検討すべきである。

$${}^1 \text{ CSC} = (\text{C}_{\text{After}} - \text{C}_{\text{Before}}) \times \text{Area} \geq 0$$

CSC：炭素ストック変化量 [t-C], C_{After}：事業実施後におけるバイオマス資源を調達する森林の平均炭素ストック量 [t-C/ha], C_{Before}：事業実施前におけるバイオマス資源を調達する森林の平均炭素ストック量 [t-C/ha], Area：バイオマス資源を調達する森林面積 [ha]
これらデータについては、例えば、実際のデータを調査するほか、事業対象国における National Forestry Inventory や REDD+事業における報告書から把握できる国別データ、2019年改良 IPCC ガイドラインにおけるデフォルト値データ等の活用が考えられる。

参考：森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量

燃料利用を目的として森林から木材搬出を行った場合の温室効果ガス排出については多くの研究が行われている。欧州委員会の共同研究センター（Joint Research Centre）による、木質系バイオマスに関する研究をレビューした報告書「Carbon accounting of forest bioenergy -Conclusions and recommendations from a critical literature review」（2014年）では、森林から木材搬出を行った直後には林内の炭素量が大きく失われることから、木質系バイオマスの活用による化石燃料の代替効果が発現するまでに一定の期間を要するとされている。

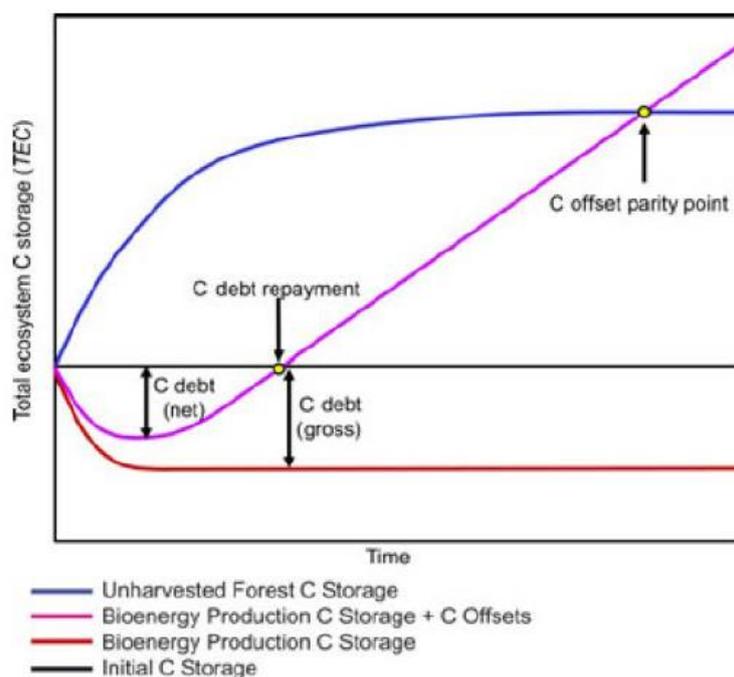


図 1-5 森林から切り出した木質系バイオマスのカーボンペイバックタイム

出典：Joint Research Centre 「Carbon accounting of forest bioenergy -Conclusions and recommendations from a critical literature review」 (2014年)

図 1-5 における黒線は、木材搬出を行う前における林内の初期炭素ストック量を示している。また、赤線が木材搬出による炭素ストック量の減少を、青線が木材搬出を実施しなかった場合に得られる林内の炭素ストック量の増加を表している。さらにこの図は、赤線で示される減少分に、木材搬出後の林内炭素ストック量の回復や木質系バイオマスの化石燃料代替効果を考慮した炭素ストック量の変化を紫線で示している。紫線と黒線の交わる「C debt repayment」は、木材搬出を行うことによる森林からの炭素減少量と、木質系バイオマスの燃料利用によって防ぐことができた化石燃料由来の炭素排出量が同等となる時点を表す。また、紫線と青線が交わる「C offset parity point」では、木材搬出を行わなかった場合、林内に蓄積されるはずであった炭素ストック量まで回復するのに要する時間を示している。この C debt repayment や C offset parity point に到達するまでの時間を考慮せず、林内の炭素ストック量の復元又は増加を伴わない事業においては、事業を実施しない場合と比較し多量の温室効果ガスが排出されることになり、地球温暖化対策としての効果が十分に得られない可能性が高いと言える。

2. 複数の機能を有する事業（輸入バイオマス利活用等）の LCA の基本的な考え方に関する留意事項

2.1 機能単位の設定に関する留意事項

輸入バイオマス事業の LCA を行う場合の機能単位は、当該事業の目的に応じて設定する。標準的な考え方を以下に示す。

- ① 廃棄物の有効活用を目的として、製材所廃材・建築廃材等を原料として外部に「電力」、「熱」、「燃料」等を供給している輸入バイオマス事業の場合、原則的に「1MJ 相当のエネルギーの供給とそれに伴う廃棄物処理」を機能単位とする。
- ② 輸入バイオマス利活用事業であっても、以下のいずれかに該当し、事業の主な機能を「エネルギー供給」等、単一機能に特定できる場合には、機能単位を「1MJ 相当のエネルギーの供給」としてよい。
 - 1) 比較的大規模な輸入バイオマス発電事業を行う場合
 - 2) 比較的大規模な輸入バイオマス熱供給事業を行う場合
 - 3) 比較的大規模な輸入バイオマス電熱併給事業を行う場合
 - 4) 比較的大規模な輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業を行う場合

2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項

- ・対象プロセスのシステム境界には以下の6段階を含めるものとする。
 - 1) 原料調達段階
 - 2) 製造段階
 - 3) 流通段階
 - 4) 使用段階
 - 5) 処分段階
 - 6) 温室効果ガス排出削減活動（実施する場合に限る）
- ・システム境界は、対象プロセスが有する機能に応じてシステム拡張を行い、設定するものとする。ただし、2.1②で前述したように、（1）輸入バイオマス発電事業、（2）輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業の場合には、以下の考え方を採用することもできる。

（1）輸入バイオマス発電事業

事業の主な機能を「発電」のみに特定できる場合には、電力供給に関わるプロセスのみ、システム境界内として設定することができる（必要に応じて、3.7で後述するプロセス細分化や配分を行う）。

（2）輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業

事業の主な機能を「燃料製造」のみに特定できる場合には、燃料供給に関わるプロセスのみ、システム境界内として設定することができる（必要に応じて、3.7で後述するプロセス細分化や配分を行う）。

【解説・注釈】

- ・本ガイドラインのシステム境界の考え方は「事業の評価」に焦点を当てていることから、そのシステム境界の考え方は「燃料の製造」に焦点を当てている EU RED II 等と異なることに留意が必要である（表 2-1）。

表 2-1 LCA ガイドラインと EU RED II におけるシステム境界の違い

LCA ガイドライン		EU RED II	
原料調達段階	<ul style="list-style-type: none"> ・土地利用変化における土壌炭素ストック量の変化期間は 20 年間、生体バイオマス炭素ストック量の変化はプロジェクト期間（設備の実耐用年数）で均等配分 ・栽培時に要した肥料、化石燃料や電力、熱等の投入に加え、施肥や野焼き、水田土壌からの CH₄、N₂O 排出を考慮 ・原料の貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力・熱等の投入に加え、施設や設備の建設、保守・点検に係るプロセスを考慮 ・バイオマス由来燃料（バイオ燃料）等の輸送に伴う排出を考慮 	Land use change	・地上・地中の炭素ストック変化を 20 年に配分して計上
		Extraction / Cultivation	・原料の栽培や収穫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、有機物の発酵及び施肥に伴う GHG の排出
		Processing	・燃料の製造に要した化石燃料や電力・熱の消費、加工に用いられた化学物質の製造・調達に伴う GHG の排出
		Transport and Distribution	・原料の輸送や貯蔵・中間処理に要した化石燃料や電力・熱の消費、および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
製造段階	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料の貯蔵、バイオマス燃焼からの排出（CH₄、N₂O）に加え、施設や設備の建設、保守・点検に係るプロセスを考慮 	Fuel in use	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオマス燃料の使用による CO₂ 排出は 0 とみなす ・非 CO₂ 温室効果ガス（CH₄、N₂O）排出は含める
流通段階	<ul style="list-style-type: none"> ・外部電源に接続するための付加的な施設や設備の整備に係るプロセスを考慮 	/	/
使用段階	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオ燃料の場合、二酸化炭素以外の温室効果ガス、副原料等が燃焼する場合の温室効果ガスは考慮 		
処分段階	<ul style="list-style-type: none"> ・余剰バイオガスをフレアスタック等にて処分する場合に同設備の建設等に係るプロセスを考慮 		

- ・ 輸入バイオマスを用いた事業の場合、上記（１）、（２）に掲げた場合を除き、原則として事業全体をシステム境界に含める。例えば、図 2-1 に示すように、廃材を燃やし、同じ敷地内の別の工場に熱を供給していた製材所が、バイオマス発電による電力供給に切り替えるとともに、熱源として重油ボイラを使うこととなった場合は、事業全体を算定対象とすることが望ましい（少なくとも「電力供給」と「熱供給」を同一事業者が行う場合には、電熱併給事業全体として算定を行う）。

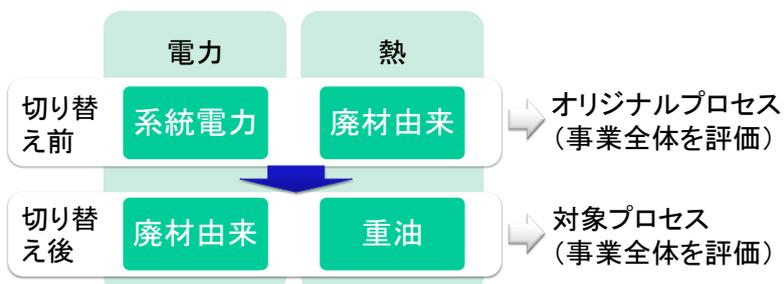


図 2-1 同一事業者が電熱併給事業を行う場合のシステム境界

- ・ 輸入バイオマスを用いた事業のシステム境界の例を、図 2-2～2-6 に示す。

図 2-2	廃材と資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業のシステム境界
図 2-3	木質系バイオマスを原料としたガス化発電事業のシステム境界
図 2-4	資源作物を原料とした植物油直接燃焼発電事業のシステム境界
図 2-5	資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業のシステム境界
図 2-6	資源作物由来のバイオ燃料のシステム境界

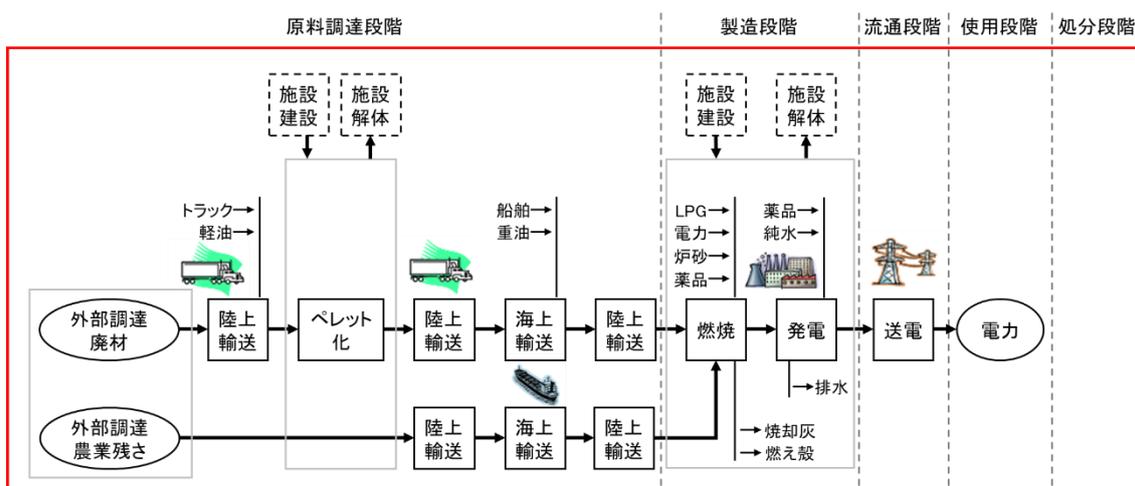


図 2-2 廃材と資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業のシステム境界

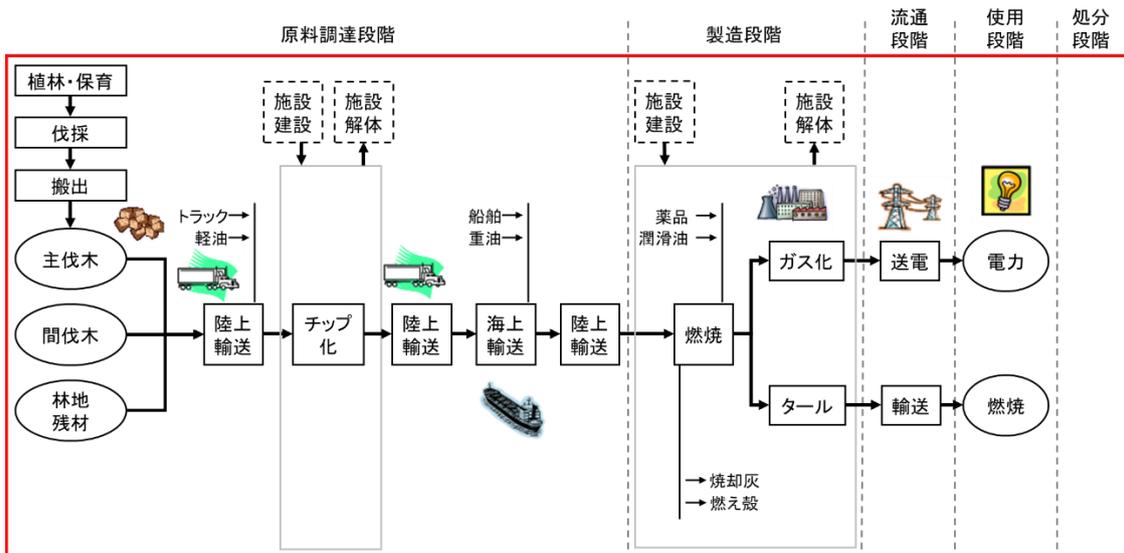


図 2-3 木質系バイオマス为原料としたガス化発電事業のシステム境界

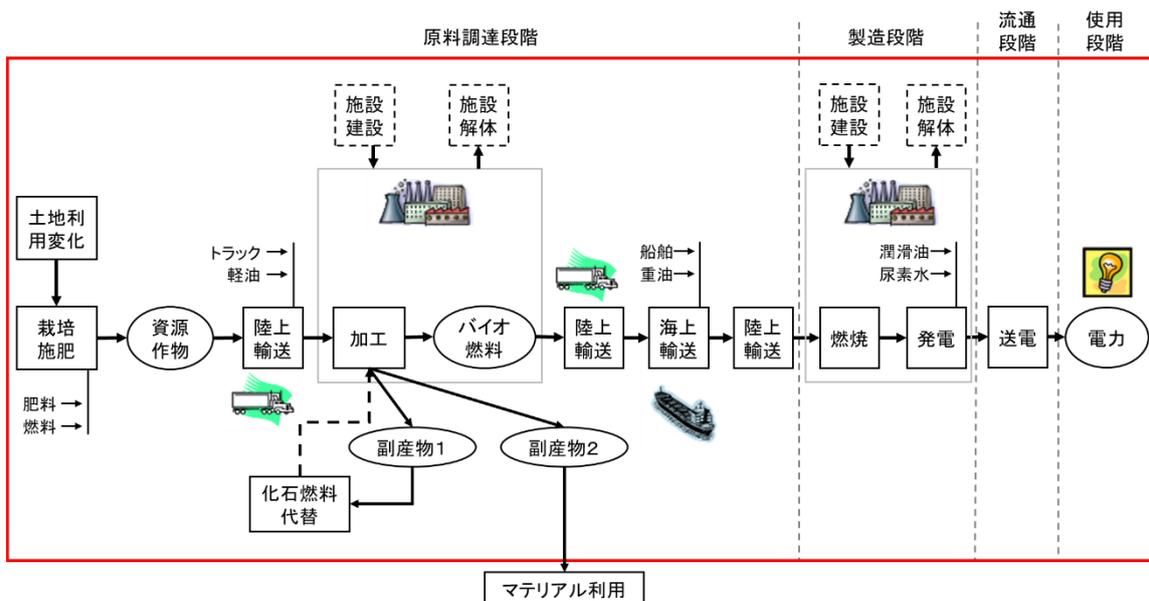


図 2-4 資源作物为原料とした植物油直接燃焼発電事業のシステム境界

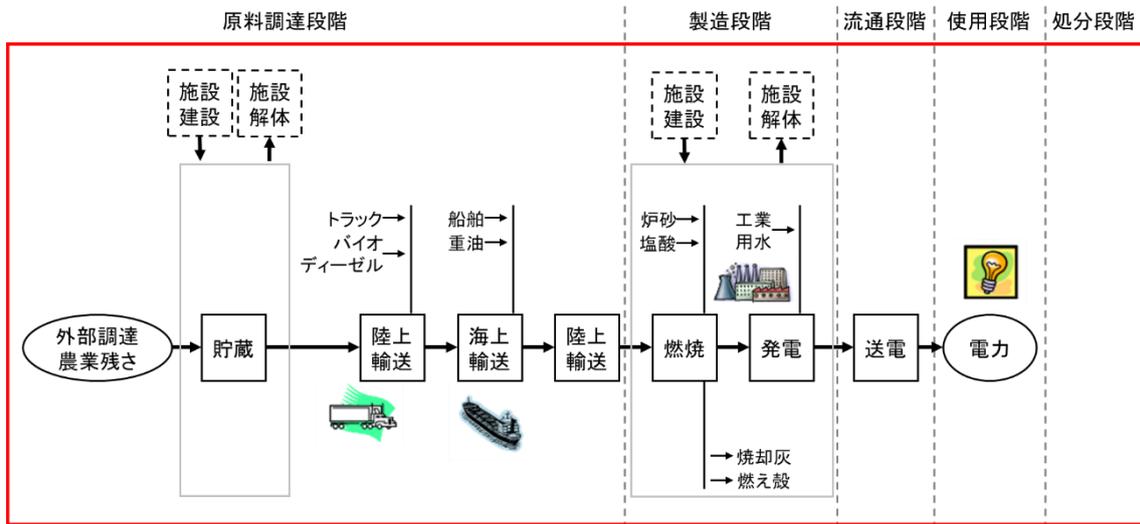


図 2-5 資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業のシステム境界

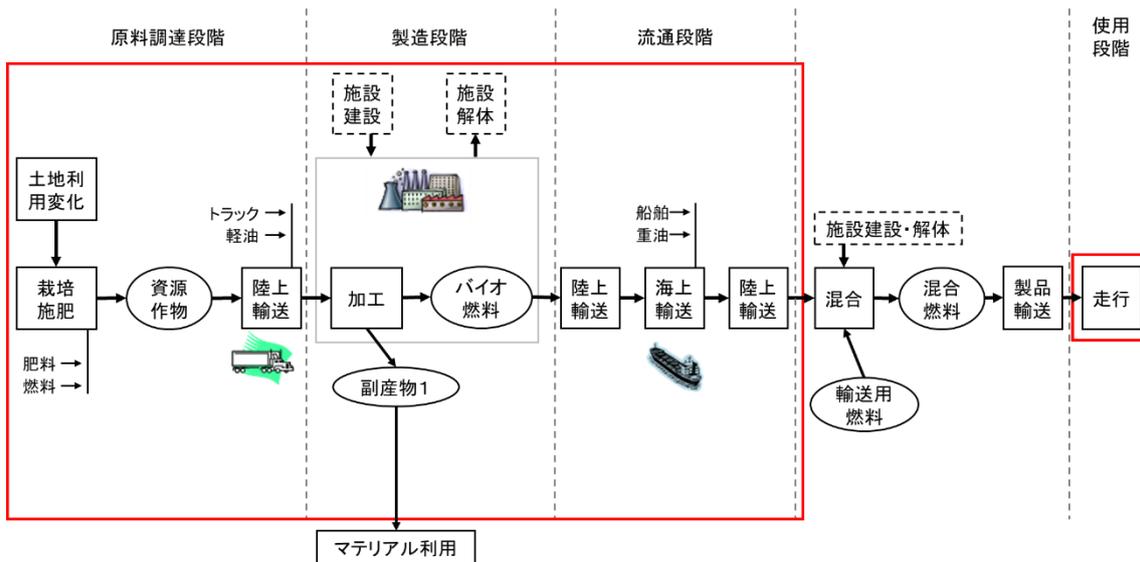


図 2-6 資源作物由来のバイオ燃料のシステム境界

- ・複数の機能を有する事業においては、施設建設工程、施設解体工程における温室効果ガス排出量が無視できないことも多いため、原則として施設建設工程、施設解体工程をシステム境界内とする。ただし、概略検討等を行った結果として、第Ⅰ部：基本編に示すカットオフ基準を満たす場合は、カットオフの対象とすることができる。
- ・バイオ燃料の場合は、「輸送」と「走行」の間に「混合」プロセスがあることが多く本来は含めるべきだが、事業者自らがコントロールできない可能性が高く、また詳細データが十分に集積されていないこと等から考慮しなくてよいこととした。
- ・施設廃棄・処分工程については、以下の理由から必ずしもシステム境界に含めなくてよい。
 - (1)一般に、施設廃棄・処分工程における温室効果ガス排出量は、施設建設工程よりも相対的に小さいと考えられる。
 - (2)施設廃棄・処分工程における温室効果ガス排出量を算定するためには、事業者が把握しにくい施設の素材別構成（例：鉄系○t、非鉄△t、コンクリート□t）を明らかにする必要があり、それらの情報収集を事業者に求めることになるため、大きな負担となりかねない。

— <カットオフ基準（目安）> —

原材料質量の1%程度未満 かつ 原材料調達コストの1%程度未満であること
 あるいは、
 当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が当該バイオ燃料の
 温室効果ガス総排出量に対して1%程度未満であること

2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項

- ・ LCA 実施者は LCA 実施に先だってオリジナルプロセスを、対象プロセスと同じ効用が得られる、対象プロセスが実施されなかった場合の通常のプロセス（ベースラインとなるプロセス）として、明確化する必要がある。
- ・ 輸入バイオマス利活用事業は、「電力供給」、「熱供給」、「電熱併給」、「燃料供給」といった複数の機能を有することが多いため、対象輸入バイオマス利活用事業が有する機能に応じて、それを代替する機能を持つオリジナルプロセスを設定する必要がある。
- ・ なお、(1) 輸入バイオマス発電事業、(2) 輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業の場合には、以下の考え方を採用することもできる。

(1) 輸入バイオマス発電事業

- ・ 実態として発電が主な目的と見なすことができる事業において、ライフサイクルを考慮した排出原単位が入手できる場合、オリジナルプロセスは原則としてその値を使用することとする。入手できない場合には「系統電力」とし、調達先の電力供給者から公表される電気事業者別排出係数（基礎排出係数）を用いて温室効果ガス排出量を算定する。ただし、同一敷地内の自家発電の代替として再生可能エネルギー等を導入する場合には、当該自家発電の電源に関する原単位データを用いる。
- ・ なお、調達先の電力供給者から公表される電気事業者別排出係数（基礎排出係数）には、発電所の建設・解体工程が含まれていないため、製造段階として、それらの工程からの温室効果ガス排出量を合算する必要がある。本ガイドラインでは、系統電力の製造段階における温室効果ガス排出量として、表 2-2 に示す値を用いることを基本とする。ただし、同一敷地内の自家発電の代替として再生可能エネルギー等を導入し、当該自家発電の建設・解体に関する活動量データが入手できる場合には、そちらを用いて温室効果ガス排出量を算定することが望ましい。

表 2-2 系統電力の製造段階における温室効果ガス排出量

工程	温室効果ガス排出量	備考（出典）
発電所設備製造工程	5.01×10^{-4} kgCO ₂ /kWh	(財) 電力中央研究所 (2016) 「日本の発電技術のライフサイクル CO ₂ 排出量評価」における石炭火力（国内炭・輸入炭）の活動量データと、IDEA v2.3 の収録データを用いて算定
発電所建設工程	1.20×10^{-3} kgCO ₂ /kWh	
発電所解体工程	3.86×10^{-5} kgCO ₂ /kWh	常陸那珂発電所 2 号機の事例における活動量データと、IDEA v2.3 の収録データを用いて算定
計	1.74×10^{-3} kgCO ₂ /kWh	

(2) 輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業

- ・実態として燃料製造が主な目的と見なすことができる事業の場合には、オリジナルプロセスは原則として「化石燃料由来の輸送用燃料（ガソリン、軽油、天然ガス）」とし、温室効果ガス排出量は表 2-3 に示すとおりとする。

表 2-3 化石燃料由来輸送用燃料の温室効果ガス排出量

化石燃料由来 輸送用燃料	ガソリン	軽油	天然ガス(LNG)
温室効果ガス 排出量	2.32 kgCO ₂ /L	2.58 kgCO ₂ /L	2.70 kgCO ₂ /kg
備考 (比較対象)	エタノール	バイオディーゼル	バイオガス

出典：環境省「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」平成 29 年 3 月

【解説・注釈】

- ・実態として発電が主な目的と見なすことができる「(1) 輸入バイオマス発電事業」、燃料製造が主な目的と見なせる「(2) 輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業」の場合については、異種の事業間で統一的な比較を行うことを目的として固定値とした。
- ・オリジナルプロセスの設定例を以下に示す。

図 2-7	廃材と資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス
図 2-8	木質系バイオマスを原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス
図 2-9	資源作物を原料とした植物油直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス
図 2-10	資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス

<例 1：廃材と資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス>

製材所廃材を原料とした直接燃焼により、発電と熱供給を行う事業のオリジナルプロセスを図 2-7 に示す。本事業の機能は、「発電」と「それに伴う廃棄物処理」の 2 つであるため、オリジナルプロセスでは「系統電力（全電源平均）の生産プロセス」と「製材所廃材の処理プロセス」を考慮する必要がある。

「製材所廃材の処理プロセス」としては、通常「活性炭の製造プロセス」が考えられるが、この場合、オリジナルプロセスの機能に「活性炭製造」が含まれてしまうため、製造所廃材を原料として製造される活性炭の量に相当する「従来型の活性炭製造プロセス」（ここでは「ヤシ殻由来の活性炭製造プロセス」とする）を、上記の 2 種類のプロセスの和から差し引

く必要がある。なお、比較的大規模な輸入バイオマス発電事業においては、事業の機能を「発電」のみとし、図 2-7 における「電力の製造」のみをオリジナルプロセスとすることも可能である。

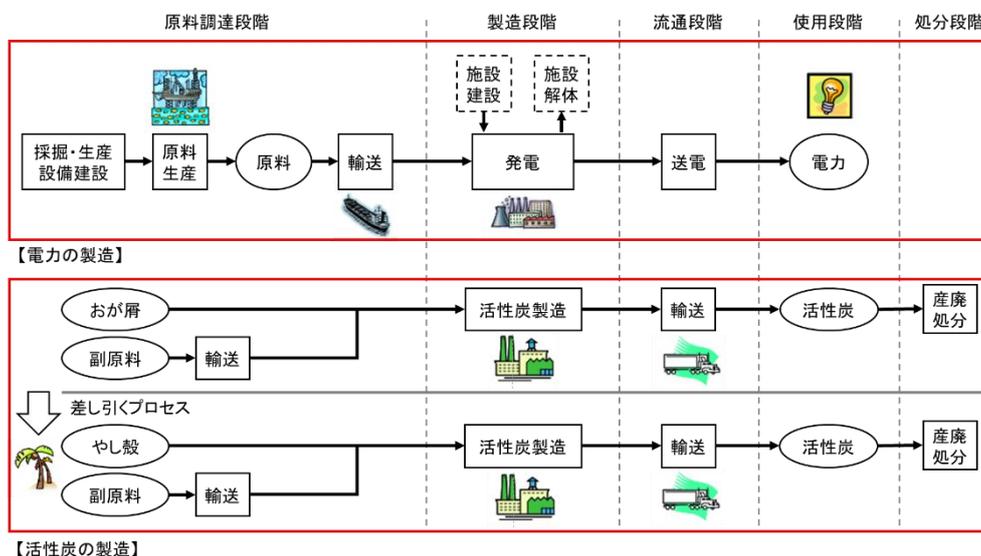


図 2-7 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）
 （廃材と資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス）

<例 2：木質系バイオマスを原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス>

間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電により、電力と燃料（タール）を外部に供給する事業のオリジナルプロセスを図 2-8 に示す。本事業の機能は、「発電」と「燃料供給」の 2 つであるため、オリジナルプロセスでは「系統電力（全電源平均）の生産プロセス」と「重油の製造プロセス」を考慮する。

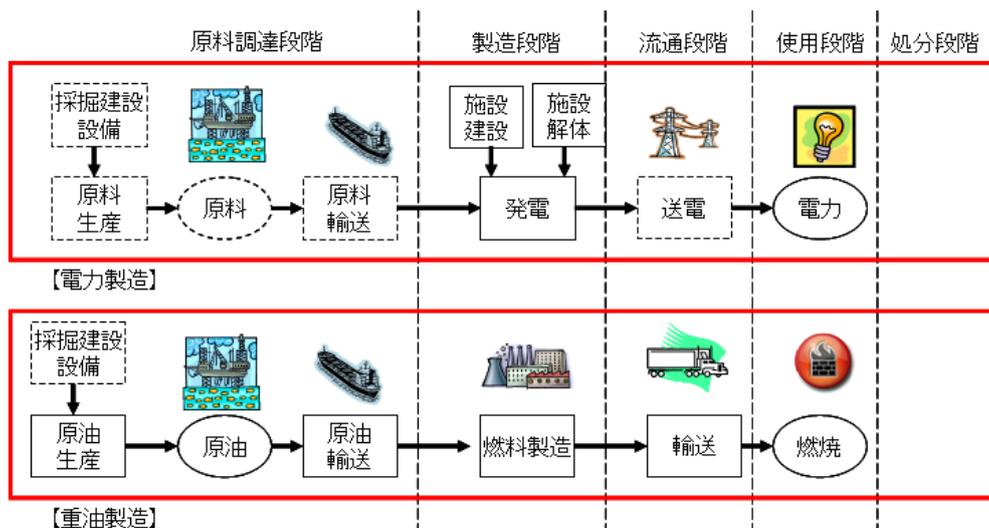


図 2-8 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界 (例)
 (木質系バイオマスを原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス)

<例 3：資源作物を原料とした植物油直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス>

資源作物を原料として製造された植物油の直接燃焼発電事業のオリジナルプロセスを図 2-9 に示す。本事業の機能は「発電」であるため、オリジナルプロセスは「系統電力（全電源平均）の生産プロセス」となる。

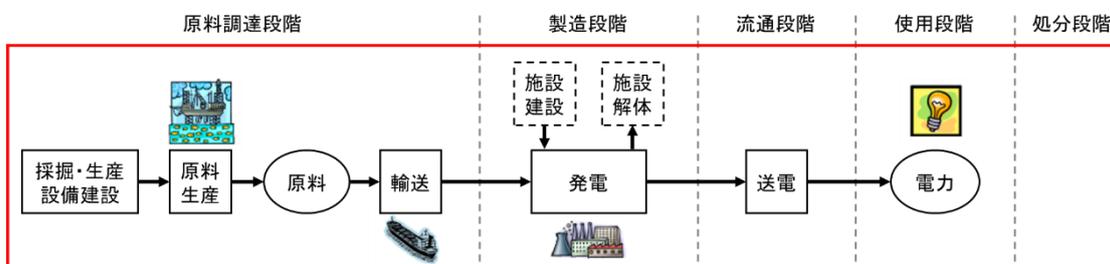


図 2-9 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界 (例)
 (資源作物を原料とした植物油直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス)

<例 4：資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス>

資源作物から発生する残さを原料として活用した直接燃焼発電事業のオリジナルプロセスを図 2-10 に示す。本事業の機能は「発電」であるため、オリジナルプロセスは例 3 と同様に「系統電力（全電源平均）の生産プロセス」となる。

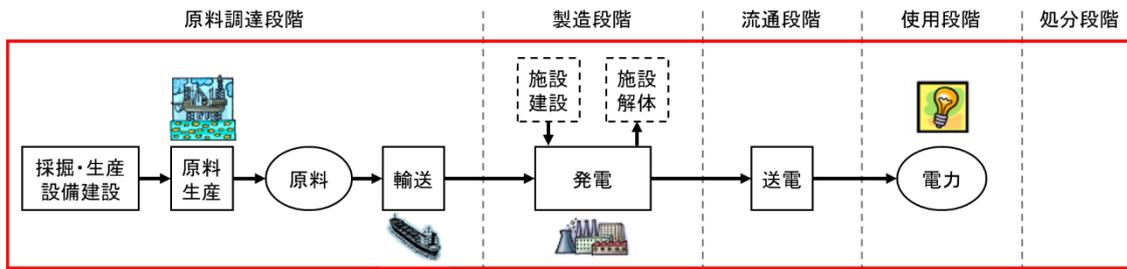


図 2-10 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）
 （資源作物から発生する残さを原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス）

3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項

LCA 実施者は、プロセスフロー図に記述した各プロセスに関して、プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境（大気等）への排出物の排出量を明らかにする必要があります。

【解説・注釈】

- ・活動量データの収集例を表 3-1 に示す。

表 3-1 活動量データ収集例（パーム油を用いた直接燃焼発電事業の場合）

段階	小区分	入出	品名	数量	単位
原料調達	原料栽培	入力	窒素肥料施肥量	〇〇	kg/日
		入力	リン肥料施肥量	〇〇	kg/日
		入力	カリウム肥料施肥量	〇〇	kg/日
		入力	殺虫剤散布量	〇〇	kg/日
		入力	ディーゼル投入量	〇〇	L/日
	原料輸送（陸上）	入力	軽油消費量	〇〇	L/日
	燃料生産施設建設	入力	施設建設費費用	〇〇	円
	燃料生産施設解体	入力	解体作業（施設面積）	〇〇	m ²
	原料加工	入力	原料投入量	〇〇	kg/日
		入力	電力消費量	〇〇	kWh/日
		出力	POME 発生量	〇〇	kg/日
出力		燃料製造量	〇〇	kg/日	
燃料輸送（海上）	入力	重油消費量	〇〇	L/日	
製造	発電所建設	入力	発電所建設費用	〇〇	円
	発電所解体	入力	解体作業（施設面積）	〇〇	m ²
	資材投入	入力	潤滑油投入量	〇〇	t/日
		入力	尿素水投入量	〇〇	L/日
	その他管理等	入力	メンテナンス費用	〇〇	円/年
流通	送電設備建設	入力	送電鉄塔建設費用	〇〇	円

3.1 原料調達段階に関する留意事項

原料調達段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

(1) 輸入バイオマスを用いた事業の場合、原料調達に関するプロセス（原料輸送を含む）を考慮する必要がある。原料調達に関して考慮すべきプロセスは、原料によって主に以下の3種類に分けられる。

1) 木質系バイオマスを原料とするケース

①土地利用変化、②植林・保育、③伐採、④搬出、⑤原料加工、⑥燃料輸送

2) 資源作物（主に植物油等）を原料とするケース

①土地利用変化、②原料栽培、③原料輸送、④原料加工、⑤燃料輸送

3) 資源作物から発生する残さを原料とするケース

①原料加工、②原料輸送

(2) 廃棄物を原料とすることにより回避される温室効果ガス排出量については、その効果が明らかであり、かつ定量的に示すことができる場合には、システム拡張を行うことにより考慮するものとする。

(3) ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

【解説・注釈】

- ・木質系バイオマスを原料とするバイオマス発電の場合、伐採プロセスや搬出プロセスにおける温室効果ガス排出量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため、留意する必要がある。特に伐採プロセスについて、事業で活用する木質系バイオマスを収集する目的で伐採を行う場合には、伐採にて投入されたエネルギー量等を把握し、当該プロセスの LCA を行う必要がある。なお木質系バイオマスのうち、製材端材や建築廃材等、発生地点が製材工場や建築現場と考えられるものについては、伐採プロセスはシステム対象外とした（詳細については、3.7「配分（アロケーション）の方法に関する留意事項」を参照）。
- ・製材事業者やその関連事業者が輸入バイオマス発電事業を行っており、製材工場が同一敷地内又は近隣地域にある場合、本来は破碎プロセスや乾燥プロセスを「製造段階」に分類することが望ましいが、その場合、事業により破碎プロセスや乾燥プロセスの位置付けが異なってしまう。そのため、ここでは便宜上、一律に破碎プロセスや乾燥プロセスを「原料調達段階」に分類することとした。
- ・植物油の搾油工場等、国外に位置する施設の建設・解体に係る温室効果ガス排出量については、その算定に必要な活動量データの入手が困難であることが想定される。一方で、事業のために事業者が独自で建設した設備に対しては、当該排出量についても算定ができ

- る可能性が高いことも踏まえ、実情を踏まえたデータの収集・算定を行うことが望ましい。
- ・廃棄物を原料とする場合に回避される温室効果ガスとしては「放置されているパーム椰子殻から発生するメタンガス」のようなものが考えられる。
 - ・輸入国から日本までの海上輸送について、その復路の取扱いについては、例えば空荷で戻ることが多い場合には往復分を LCA の対象とすることが望ましい。そのため、事業者は輸送に用いる船舶の往路、復路における積載状況を把握し、可能な限りその実態に即した評価を行うことが望ましい。例えば往路にて、事業で活用する輸入バイオマスが最大積載量の 50%、残りの 50%をその他の貨物が占める場合には、往路における船舶の燃料消費に係る温室効果ガス排出量の 50%を当該輸入バイオマスの LCA に含めるといった方法が考えられる（その他の計算例については本資料巻末にある「参考資料」を参照）。なお、貨物積載状況を輸送毎に確認・証明する手段がない場合も考えられ²、その場合には、往路のみを考慮した値と往復分を考慮した値を計算する等、感度分析を行うことが望ましい。

参考：船舶による海上輸送からの温室効果ガス排出量

LCA における船舶による海上輸送プロセスから生じる温室効果ガス排出量は、輸送に用いる船舶の燃費等だけではなく、復路の積載率や輸送する輸入バイオ燃料の種類の影響も受ける。

①復路の積載率

使用する輸入バイオマスを対象とした専用船等を用いて海上輸送を行う場合、復路における積載率は 0% になることも考えられる。この場合、日本から輸入バイオマス調達国までの復路の輸送についても、事業で使用する輸入バイオマスの海上輸送プロセスの一部として考えられることから、復路時に生じる温室効果ガス排出量も当該輸入バイオマスの LCA に加味しなければならない。そのため、復路時においても船舶の積載率を一定程度保つことによって、可能な限り輸入バイオマスの LCA に含まれる温室効果ガス排出量を削減することが望ましい。

②輸送するバイオマスの種類

輸入バイオマスが持つ熱量やかさ密度によっても、船舶による海上輸送からの温室効果ガス排出量が大きく異なる。EU RED II ではバイオマスのライフサイクルを栽培工程・加工工程・輸送工程・燃焼工程の 4 つに区分（詳細は 2.2 「プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項」を参照）し、かさ密度の異なる複数のバイオマスに対してライフサイクル GHG 排出量の既定値を策定している（表 3-2）。

² 経済産業省 第 9 回総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 新エネルギー小委員会 バイオマス持続可能性ワーキンググループ 資料 3 「木質バイオマス発電のライフサイクル GHG について（一般社団法人バイオマス発電事業者協会）」

表 3-2 EU RED II での既定値（一部抜粋）（輸送距離が 10,000km 以上の場合）

バイオマス	かさ密度 [kg/m ³]	栽培工程 [gCO ₂ /MJ]	加工工程 [gCO ₂ /MJ]	輸送工程 [gCO ₂ /MJ]	燃焼工程 [gCO ₂ /MJ]	輸送工程が 全体に占める 割合 [%]
木質チップ	155	0.0	1.6	20.5	0.4	91.1
木質ペレット	650	0.0	2.4	8.2	0.3	75.2
農業残さ A	125	0.0	0.9	28.3	0.2	96.3
農業残さ B	300	0.0	0.9	13.6	0.2	92.5

(注) 木質チップ・木質ペレットについては、原料が「forest residues」の値を記載。

(注) 木質ペレットについては、ペレット加工に用いるエネルギー源に木質チップとして、コージェネレーションシステムを用いたシナリオの値を記載

(注) 農業残さ A と B の違いはかさ密度の違いである。

(注) 輸送工程の値には船舶による海上輸送に加え、陸上輸送からの温室効果ガス排出量も含む。

出典：Europe Commission 「Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources」

このようにかさ密度の小さいバイオマスを長距離輸送した場合には、輸送工程からの温室効果ガス排出量の全体に占める割合が非常に大きくなることから、かさ密度の小さいバイオマスを使用する場合には、可能な限り輸送距離を短くすることで船舶による海上輸送からの温室効果ガス排出量を小さくするよう努めることが望ましい。

- ・原料調達に関するプロセスは、原料の発生地地点後のプロセスを考慮するものとする。このため、資源作物から発生する残さ等は、それらが発生するまでの資源作物栽培プロセス等における温室効果ガス排出量はシステム境界に含めなくてよいこととした。ただし、資源作物から発生する残さを主原料とした事業において、残さ以外の原料と混焼する場合（PKS と木質ペレットの混焼等）には、その残さ以外の原料の加工・輸送プロセスにおける温室効果ガス排出量が、システム全体において大きな割合を占める可能性があることから、その主原料と混焼する残さ以外の原料の調達段階を考慮する必要がある。
- ・土地利用変化や栽培プロセスにおける温室効果ガス排出・吸収量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため留意する必要がある。土地利用変化に伴って生じる温室効果ガス排出・吸収量、栽培プロセスにおける温室効果ガス排出量は次頁以降に従って算定する。
- ・「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が 5% 以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

(1) 土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量の取扱いについて

土地利用変化に伴って発生する温室効果ガス排出・吸収量は以下に従って算定する。なお、土地利用変化に伴い大きく炭素量が損失し、失われた炭素量の中長期的な復元又は増加が困難である場合には、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し事業の意義を再検討すべきである。

①土地利用区分

土地利用変化を考慮する際の土地利用区分は、森林、農地、草地、湿地、開発地、その他の土地、の6区分とする。

②算定対象とする土地利用変化

本ガイドラインで対象とする土地利用変化は、森林又は資源作物栽培地（農地等）への土地利用変化とする（1.3に示すとおり、森林や泥炭地からの土地利用変化を含む事業については、事業の意義を再検討すべき事業に該当する）。

③土地利用変化に伴う温室効果ガス

土地利用変化を伴う場合は、以下の影響による温室効果ガス排出・吸収量の変化を考慮しなければならない。

- 1) 土壌炭素ストック量の変化
- 2) 生体バイオマス炭素ストック量の変化

④算定に用いる諸データ

・土地利用変化に伴って発生する温室効果ガス排出・吸収量の算定に使用するデータの優先順位は以下のとおりとする。

- 1) 事業者自らが実際のデータを調査して使用
- 2) 事業対象となる国における National Inventory Report (<https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>) 等で報告されている国別のデータを使用
- 3) 2006年 IPCC ガイドライン又は 2019年改良 IPCC ガイドラインにて示されているデフォルト値データを使用

⑤変化期間の設定

・土壌炭素ストック量の変化期間は20年間、生体バイオマス炭素ストック量の変化期間はプロジェクト期間（設備の実耐用年数）と同一とする。

⑥その他

・土地利用形態の変化の基準日については、温室効果ガス排出・吸収量に一定程度以上の影響を及ぼすと考えられる相当な日を考慮する。

【解説・注釈】

- ・ 2006 年 IPCC ガイドラインにおける土地利用区分の概要を表 3-3 に示す。事業を実施する国における実際の土地利用区分については、その国の National Inventory Report (NIR) 等から把握することが望ましい。

表 3-3 土地利用区分の概要

土地利用区分	概要
森林	各国が National Inventory Report にて定める森林の定義に該当する植生が見られる土地。皆伐等の影響で一時的に定義を満たさない土地も含む。
農地	森林の定義を満たさない土地であり、水田やアグロフォレストリーを含む耕作地。
草地	森林の定義を満たさない低木や草本系植物が占め、農地には該当しない植生が見られる土地。
湿地	森林・農地・草地・開発地に含まれず、恒常的にもしくは 1 年の大半が水に覆われている土地や泥炭採掘が行われている土地。
開発地	各国の定義に該当する開発された土地であり、交通インフラや都市等を含む。
その他の土地	森林・農地・草地・湿地・開発地に含まれない土地。

出典：2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 3

- ・ 土地利用変化に伴う温室効果ガス排出に影響を与える炭素プールとしては以下の 3 点が知られている。

- 1) 土壌炭素
- 2) 枯死有機物
- 3) 生体バイオマス

その中の 2) 枯死有機物について、森林からの土地転用は、そもそも温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高いため、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し温暖化対策としての意義を再検討すべきである。また、森林以外の土地利用では、顕著なストック量を持つ炭素プールではない。このため、枯死有機物の炭素プールについては考慮しない。

- 土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量は下式により算定する。

算定式

土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量

$$= \{ (CS_A - CS_B) / 20 + (BS_A - BS_B) / T \} \times (44 / 12)$$

CS_A: 土地利用変化後の土地利用形態における土壌炭素ストック量

CS_B: 土地利用変化前の土地利用形態における土壌炭素ストック量

BS_A: 土地利用変化後の土地利用形態における生体バイオマス炭素ストック量

BS_B: 土地利用変化前の土地利用形態における生体バイオマス炭素ストック量

T : プロジェクト期間 (設備の実耐用年数)

- 土地利用変化に伴う土壌炭素ストック量は一般には 20 年間程度をかけて変化するとされており、2006 年 IPCC ガイドライン、EU RED II、英国の再生可能燃料義務 (RTFO : The Renewable Transport Fuel Obligation) においても 20 年で均等配分する方式を採用している。
- 土地利用変化に伴う生体バイオマス中の炭素ストックは、実際には土地利用変化が起きた時点で全て大気中へ CO₂ として排出される。そのため、土地利用変化に伴う生体バイオマス炭素ストック変化量はプロジェクト期間 (設備の実耐用年数) で均等配分することとする。

参考：間接的土地利用変化

近年 EU を中心に、主に植物油等のバイオ燃料を対象とした間接的土地利用変化による温室効果ガスの排出が、国際的に注目を集めている。間接的土地利用変化は、バイオ燃料の原料となる資源作物の生産により、当該土地で従来生産されていた作物等が、別の土地で生産されるようになることに伴う土地転換のことを示す（図 3-1）。

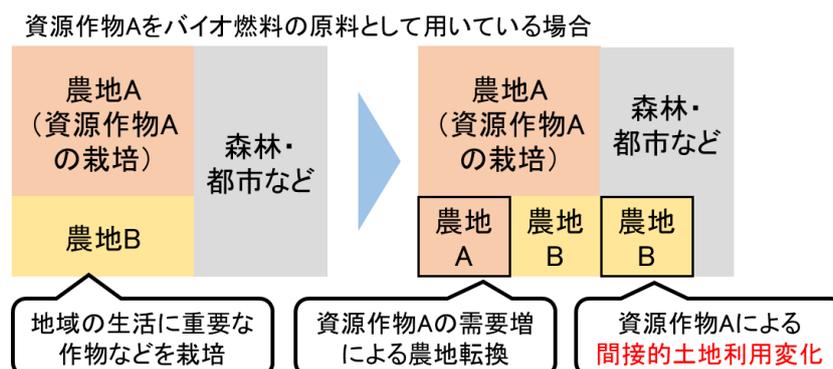


図 3-1 間接的土地利用変化の概要

EU RED II では、複数の資源作物について間接的土地利用変化による温室効果ガス排出量の代表的な値を設定している（表 3-4）。一方でこれら値は参考値としての位置づけであり、EU RED II におけるライフサイクル GHG 排出量に関する持続可能性基準では、間接的土地利用変化は算定対象外である。

表 3-4 EU RED II における間接的土地利用変化による温室効果ガス排出量 (g-CO2eq/MJ)

資源作物	平均値	バラつき
穀物・澱粉含有作物	12	8-16
糖料作物	13	4-17
油糧作物	55	33-66

出典：Europe Commission 「Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources」

なお、EU RED II 補足文書³では、資源作物ごとの 2008 年以降の年拡大栽培面積（表 3-5）を基にした間接的土地利用変化リスクに対する独自の評価手法を定め、「間接的土地利用変化リスクが高い」資源作物の燃料利用を 2030 年までに段階的にゼロとする方針を示している。なお、補足文書策定時点ではパーム油のみが「間接的土地利用変化リスクが高い作物」に位置づけられている。

³ COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) of 13.3.2019 supplementing Directive (EU) 2018/2001 as regards the determination of high indirect land-use change-risk feedstock for which a significant expansion of the production area into land with high carbon stock is observed and the certification of low indirect landuse change-risk biofuels, bioliquids and biomass fuel

表 3-5 資源作物ごとの 2008 年以降における栽培面積の拡大状況

資源作物	2008 年以降の年 平均拡大面積 (kha)	2008 年以降の年 平均拡大面積 (%)	森林からの 転用割合 (%)	泥炭地等からの 転用割合 (%)
小麦	-263.4	-0.1	1.0	-
メイズ	4,027.5	2.3	4.0	-
サトウキビ	299.8	1.2	5.0	-
テンサイ	39.1	0.9	0.1	-
菜種	301.9	1.0	1.0	-
アブラヤシ	702.5	4.0	45.0	23.0
大豆	3,183.5	3.0	8.0	-
ひまわり	127.3	0.5	1.0	-

出典: Europe Commission 「ANNEX to the COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) supplementing Directive (EU) 2018/2001 as regards the determination of high indirect land-use change-risk feedstock for which a significant expansion of the production area into land with high carbon stock is observed and the certification of low indirect land-use change-risk biofuels, bioliquids and biomass fuels」

2021 年 3 月時点では、この EU による独自の手法に基づいた間接的土地利用変化リスク評価が行われた事例はなく、評価手法自体についても EU 内で改善の検討が進められている段階であることから、間接的土地利用変化について信頼性のある評価を行うことは難しいと言える。そのため、改訂ガイドライン策定時点においては、間接的土地利用変化による温室効果ガス排出量は算定対象外とするものの、今後本論点に関する科学的知見が充実していくことで間接的土地利用変化について信頼足る評価が可能となった際には、事業者自らにより間接的土地利用変化による温室効果ガス排出量の評価を行うことが望ましい。

(2) 栽培に伴う温室効果ガス排出量の取扱いについて

①算定対象

- ・栽培時に要した肥料、化石燃料や電力、熱等の投入について考慮しなければならない。
- ・資源作物の栽培に伴って水田を使用する場合や施肥、野焼きを行う場合には、以下の温室効果ガス排出量を考慮しなければならない。
 - 1) 水田からのメタン (CH_4) の排出
 - 2) 農地からのメタン (CH_4) 及び一酸化二窒素 (N_2O) の排出
 - 3) 野焼きによるメタン (CH_4) および一酸化二窒素 (N_2O) の排出
 - 4) 石灰施用、尿素施用、有機質土壌の耕起による二酸化炭素 (CO_2) の排出
- ・なお、「農地からの一酸化二窒素 (N_2O) の排出」は、直接排出（肥料の施肥、作物残さのすき込み、農用地土壌からの排出）と間接排出（大気沈降、窒素溶脱）に大別されるが、このうち直接排出のみを算定の対象とする。
- ・資源作物の栽培には土壌中の炭素ストック変化も伴うものの、その算定に必要なデータを入手することは困難と思われるため、栽培に伴う土壌中の炭素ストック変化は考慮しないこととする。

②算定に用いるデータ

- ・水田土壌からのメタン (CH_4) の排出、農地からのメタン (CH_4) 及び一酸化二窒素 (N_2O) の排出、野焼きによるメタン (CH_4) 及び一酸化二窒素 (N_2O) の排出、石灰施用、尿素施用、有機質土壌の耕起による二酸化炭素 (CO_2) の排出の算定に使用するデータの優先順位は以下のとおりとする。
 - 1) 事業者自らが実際のデータを調査して使用
 - 2) 事業対象となる国における National Inventory Report 等で報告されている国別のデータや FAO stat から把握できる国別の排出量データを使用
 - 3) 2006年 IPCC ガイドライン又は 2019年改良 IPCC ガイドラインにて示されているデフォルト値データを使用

【解説・注釈】

1) 水田からのメタン (CH_4) の排出

- ・水田に水を張ると土壌が還元状態になり、嫌気性細菌の活動が活発化することで土壌中の有機物が分解されメタン (CH_4) が発生する。水田からのメタン (CH_4) の排出量の算定を行うにあたり、実際のデータが把握できない場合や国独自で整備されているデータベース等がない場合には、FAO stat 「Rice Cultivation」から把握できる見かけの排出原単位 (IEF : Implied Emission Factor) [gCH_4/m^2]に事業実施水田面積を乗じることで排出量を計算することができる。また、事業実施水田における湛水期間や有機物投入量が把握できる場合には 2006年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 5「Cropland」P5.44 (5.5

Methane Emissions from Rice Cultivation) に記載されている算定式等を活用することができる。

算定式

水田からのメタン排出量 [kg-CH₄]

= 年間水田作付面積 [ha/year] × 水田種別・地域種別の日排出原単位 [g-CH₄/ha/day]
× 年間栽培日数 [day/year] × 10⁻³

2) 農地からのメタン (CH₄) 及び一酸化二窒素 (N₂O) の排出

- ・農地からの一酸化二窒素 (N₂O) の排出は、肥料の施肥、作物残さのすき込み、農用地土壌からの排出等が生じ、有機質土壌の排水を伴う場合にはメタン (CH₄) も排出される。それらは以下の6種類の排出源に整理され、このうち、作物の栽培に直接関係しない「放牧家畜の排せつ物に伴う排出」を除いた5種類を算定対象とする。

2-1) 化学肥料の施肥に伴う排出

2-2) 有機質肥料の施肥に伴う排出

2-3) 作物残さのすき込みに伴う排出

2-4) 鈰質土壌 (無機質土壌) における土壌中有機物の分解に伴う排出

2-5) 有機質土壌の耕起に伴う排出 (※CH₄、N₂O 以外の CO₂ 排出も含めて記載する)

2-6) 放牧家畜の排せつ物に伴う排出

2-1) 化学肥料の施肥に伴う排出

化学肥料とは、天然資源原料を化学的に加工して作った肥料を指す。窒素を含む化学肥料を農地に施肥することで土壌中に発生したアンモニウムイオン (NH₄⁺) から、微生物の働きによって一酸化二窒素 (N₂O) が発生する。

化学肥料の施肥に伴う一酸化二窒素 (N₂O) の排出量の算定を行うにあたり、実際のデータが把握できない場合や国独自で整備されているデータベース等がない場合には、FAO stat 「Synthetic Fertilizers」における国別の排出量データ [GgN₂O] を国土全体の農地面積 [ha] で除することで得られる面積当たりの排出量 [GgN₂O/ha] や 2006 年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 11 「N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application」 P11.6 (11.2.1 Direct N₂O emission) の算定式等を活用することができる。

2-2) 有機質肥料の施肥に伴う排出

有機質肥料とは、家畜の排せつ物（堆肥等、副資材を含む）、なたね油粕といった生物起源の肥料を指す。一酸化二窒素（ N_2O ）の発生メカニズムは化学肥料と同様である。有機質肥料の施肥に伴う排出量の算定を行うにあたり、実際のデータが把握できない場合や国独自で整備されているデータベース等がない場合には、FAO stat「Manure applied to Soils」における国別の排出量データ[GgN₂O]を国土全体の農地面積[ha]で除することで得られる面積当たりの排出量[GgN₂O/ha]や 2006 年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 11「N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application」P11.6（11.2.1 Direct N₂O emission）の算定式等を活用することができる。

2-3) 作物残さのすき込みに伴う排出

作物残さのすき込みは、土壌管理や残さ処理のために実施される。すき込まれた作物残さに含まれていた窒素分により発生したアンモニウムイオン（NH₄⁺）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（ N_2O ）が発生する。農用地の土壌へのすき込みに伴う一酸化二窒素（ N_2O ）の算定を行うにあたり、実際のデータが把握できない場合や国独自で整備されているデータベース等がない場合には、FAO stat「Crop Residues」における国別の排出量データ[GgN₂O]を国土全体の農地面積[ha]で除することで得られる面積当たりの排出量[GgN₂O/ha]や 2006 年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 11「N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application」P11.6（11.2.1 Direct N₂O emission）の算定式等を活用することができる。

2-4) 鉍質土壌（無機質土壌）における土壌中有機物の分解に伴う排出

鉍質土壌（無機質土壌）において、耕起等の営農活動により土壌中の有機物が酸化や微生物の働きによって分解される。その際に炭素は二酸化炭素（CO₂）等の形で失われるが、有機物中の窒素は微生物により無機化され、アンモニウムイオン（NH₄⁺）として土壌中に残存する。このアンモニウムイオン（NH₄⁺）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（ N_2O ）が発生する。

2006 年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 11「N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application」P11.6（11.2.1 Direct N₂O emission）では当該排出に対する算定式が示されているが、その算定には土壌中の炭素ストック減少量を把握する必要がある。本ガイドラインにおいては、栽培に伴う土壌中の炭素ストック変化を考慮しないこととしているため、鉍質土壌（無機質土壌）における土壌中有機物の分解に伴う排出量についてはゼロとすることとする。なお、当該排出が生じていることが明らかな場合には、実際のデータを調査し評価することが望ましい。

2-5) 有機質土壌の耕起に伴う排出

有機質土壌において、耕起等の営農活動により土壌中の有機物が酸化や微生物の働きにより分解されると、有機物中の窒素はアンモニウムイオン (NH_4^+) として土壌中に残存する。このアンモニウムイオン (NH_4^+) から、微生物の働きによって一酸化二窒素 (N_2O) が発生する。鉱質土壌における土壌中有機物の分解に伴う排出の算定を行うにあたり、実際のデータが把握できない場合や国独自で整備されているデータベース等がない場合には、FAO stat「Cultivation of Organic Soils」から把握できる見かけの排出原単位 ($\text{kgN}_2\text{O-N/ha}$) に事業を実施する有機質土壌の面積を乗じることで排出量を計算することができる。また、2006年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 11「 N_2O Emissions from Managed Soils, and CO_2 Emissions from Lime and Urea Application」P11.6 (11.2.1 Direct N_2O emission) の算定式等も活用することができる。

有機質土壌の耕起に伴い二酸化炭素 (CO_2) 排出も生じる。この二酸化炭素 (CO_2) 排出量の算定には、同 2006年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 5「Cropland」P5.16「Organic soils」の算定方法を適用することができる。さらに、有機質土壌の排水を伴う場合にはメタン (CH_4) も発生する。この土壌排水に伴うメタン (CH_4) 排出には、2013 湿地ガイドライン Chapter 2「Drained Inland Organic Soils」P2.21「Non- CO_2 emissions and removals from drained inland organic soils」の算定方法を活用することができる。

なお、事業を行う土地が有機質土壌に該当するかは、事業を行う国の土壌マップ等を用いて把握することが望ましい。

3) 野焼きによるメタン (CH_4) 及び一酸化二窒素 (N_2O) の排出

- ・農作物残さの野焼きは、土壌管理や害虫病の駆除のために実施される。作物残さを焼却する際の不完全燃焼により、メタン (CH_4) 及び一酸化二窒素 (N_2O) が大気中に放出される。資源作物の野焼きに伴うメタンガス、一酸化二窒素の排出量の算定を行うにあたり、実際のデータが把握できない場合や国独自で整備されているデータベース等がない場合には、FAO stat「Buring – Crop Residues」における国別の排出量データ [GgN_2O] を国土全体の農地面積 [ha] で除することで得られる面積当たりの排出量 [$\text{GgN}_2\text{O/ha}$] や 2006年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 5「Cropland」P5.24 (5.2.4 Non- CO_2 greenhouse gas emissions from biomass burning) の算定式等を活用することができる。

算定式

資源作物の残さの野焼きに伴うメタンの排出量 [t-CH_4]

＝焼却面積 [ha] × 焼却量 [t/ha] × 燃焼係数 [-] × 排出原単位 [$\text{g-CH}_4/\text{乾物 kg}$] × 10^{-3}

資源作物の残さの野焼きに伴う一酸化二窒素の排出量 [$\text{t-N}_2\text{O}$]

＝焼却面積 [ha] × 焼却量 [t/ha] × 燃焼係数 [-] × 排出原単位 [$\text{g-N}_2\text{O}/\text{乾物 kg}$] × 10^{-3}

- メタン (CH₄) 及び一酸化二窒素 (N₂O) の排出の排出原単位や燃焼係数には、2006 年 IPCC ガイドラインにて示されている、表 3-6、表 3-7 のデフォルト値を用いることができる。

表 3-6 資源作物の残さの野焼きに伴うメタン、一酸化二窒素排出原単位

	値	単位
CH ₄	2.7	g-CH ₄ /乾物 kg
N ₂ O	0.07	g-N ₂ O/乾物 kg

出典：2006 年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 2 「Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories」 P2.54 Table 2.5

表 3-7 資源作物の残さの野焼きに関する燃焼係数

作物	値
麦類	0.9
メイズ	0.8
稲	0.8
サトウキビ	0.8

出典：2006 年 IPCC ガイドライン Volume 4 Chapter 2 「Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories」 P2.56 Table 2.6

4) 石灰及び尿素の施用による二酸化炭素 (CO₂) の排出

- 石灰肥料は、土壌の中和や作物に必要な成分の供給のため農地に施用される。また、尿素は必須の栄養素である窒素を作物に与えるために農地に施用される。これらの肥料を農地に施用することにより、二酸化炭素 (CO₂) が発生する。石灰及び尿素の施用による二酸化炭素 (CO₂) 排出量は、事業実施農地における石灰及び尿素の投入量が把握できる場合、表 3-8 の排出原単位を用いることで把握することができる。

表 3-8 石灰及び尿素の施用に関する排出源単位

種類	排出原単位 [t-C/t]
石灰	0.12
ドロマイト	0.13
尿素	0.20

出典：2006 年 IPCC ガイドラインを基に作成

(3) 活動量データの例について

- 原料栽培や中間処理に関する活動量データを入手することが難しい場合は、表 3-9、表 3-10 に示すデータを参考にすることもできる。これらは、EU RED II にて設定されているライフサイクル GHG 排出量既定値の算定方法を示した JRC Science for policy report⁴、また同レポートで引用されている論文から抽出した数値である。なお、事業者は可能な限り自らが実際のデータを調査することが望ましい。

表 3-9 木質系バイオマスに関する活動量データの例

区分	工程	数量	単位	出典<対象地域>
ディーゼル使用量	丸太伐採	0.0107	MJ/MJ _{woodchips}	JRC (2017) (Berg and Lindholm 2005 等) <スウェーデン>
	切り株伐採・林地残材収集・チップ化	0.0120	MJ/MJ _{woodchips}	JRC (2017) (Lindholm et al.2010 等) <スウェーデン>
	ハーベスタ	5.76	L/ton	Roder et al.2015<米国>
	フォワーダ	4.97	L/ton	Roder et al.2015<米国>
	チップ化 (ドラムチップ)	1.85	L/ton	Roder et al.2015<米国>
	チップ化	0.00336	MJ/MJ _{woodchips}	JRC (2017) (Lindholm et al.2010 等) <スウェーデン>
電気消費量	ペレット化	0.05	MJ/MJ _{woodpellets}	JRC (2017) (Ryckmans 2012 等) <全世界における 50 以上のペレット工場を代表する値>
熱消費量		0.185	MJ/MJ _{woodpellets}	
ディーゼル消費量		0.002	MJ/MJ _{woodpellets}	

(注) ディーゼル使用量等について、木質チップの熱量当たりの値を示す。

(注) 「バイオマスの低位発熱量あたり」の活動量について、事業で用いる輸入バイオマスの低位発熱量が把握できない場合には、バイオマスのデータベースである Phyllis 2 (<https://phyllis.nl/>) 等を活用することができる。

(注) 出典の詳細は「7. 参考文献」を参考のこと。

⁴ JRC science for policy report 「Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation」(2019年)、「Solid and gaseous bioenergy pathways: input values and GHG emissions」(2017年)

表 3-10 資源作物に関する活動量データの例

区分	工程	数量	単位	出典<対象地域>
苗木生産量	ひまわり栽培	0.00035	kg/MJ _{sunflower seed}	JRC (2019) (FAO stat 等) <地域共通>
	大豆栽培	0.00173	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (FAO stat 等) <EU>
		0.00122	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Jungbluth et al.2007 等) <ブラジル>
		0.00157	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Hilbert et al.2010 等) <アルゼンチン>
		0.00118	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Pradhan et al.2011 等) <米国>
	パーム栽培	0.00033	seed/kg _{FFB}	Choo et al.2011<マレーシア>
	メイズ栽培	0.00050	kg/MJ _{maize}	JRC (2019) (FAO stat 等) <EU>
	菜種栽培	0.00036	kg/MJ _{rapeseed}	JRC (2019) (FAO stat 等) <地域共通>
P ₂ O ₅ 施肥量	ひまわり栽培	0.00061	kg/MJ _{sunflower seed}	JRC (2019) (ADEME 2010 等) <フランス>
	大豆栽培	0.00040	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <EU>
		0.00122	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <ブラジル>
		0.00032	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <アルゼンチン>
		0.00021	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <米国>
メイズ栽培	0.00030	kg/MJ _{maize}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <EU>	
K ₂ O 施肥量	ひまわり栽培	0.00046	kg/MJ _{sunflower seed}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <フランス>
	大豆栽培	0.00057	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <EU>
		0.00117	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <ブラジル>
		0.000003	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <アルゼンチン>
		0.00039	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <米国>
メイズ栽培	0.00030	kg/MJ _{maize}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <EU>	
CaCO ₃ 施肥量	大豆栽培	0.00166	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (JRC による計算) <EU>
		0.01000	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (JRC による計算) <ブラジル>
		0.00771	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (JRC による計算) <アルゼンチン>
		0.00453	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (JRC による計算) <米国>
	パーム栽培	0.00000	kg/MJ _{FFB}	JRC (2019) (MPOB へのヒアリング結果) <マレーシア>
	メイズ栽培	0.00130	kg/MJ _{maize}	JRC (2019) (JRC による計算) <EU>
N ₂ 施肥量	大豆栽培	0.00004	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (GNOC モデル) <EU>
		0.00009	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <ブラジル>
		0.00013	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (IFA 2013 等) <アルゼンチン>
		0.00005	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (GNOC モデル) <米国>
	パーム栽培	0.00032	kg/MJ _{FFB}	JRC (2019) (GNOC モデル) <マレーシア>
	メイズ栽培	0.00110	kg/MJ _{maize}	JRC (2019) (GNOC モデル) <EU>
EFB の堆肥化	パーム栽培	0.01420	kg/MJ _{FFB}	JRC (2019) (Schmid 2007 等) <インドネシア・マレーシア>
殺虫剤散布量	大豆栽培	0.00014	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (CAPRI データ) <EU>
		0.00003	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Jungbluth et al.,2007 等) <ブラジル>
		0.00012	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Muzio et al.2009 等) <アルゼンチン>

区分	工程	数量	単位	出典<対象地域>
		0.00003	kg/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Pradhan et al.2011 等) <米国>
	パーム栽培	0.00005	kg/MJ _{FFB}	JRC (2019) (Choo et al.2011 等) <マレーシア>
	メイズ栽培	0.00001	kg/MJ _{maize}	JRC (2019) (CAPRI データ) <EU>
ディーゼル消費量	大豆栽培	0.05802	MJ/MJ _{soybean}	JRC (2019) (CAPRI データ) <EU>
		0.02810	MJ/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Pradhan et al.2011 等) <ブラジル>
		0.03130	MJ/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Muzio et al.,2009 等) <アルゼンチン>
		0.02742	MJ/MJ _{soybean}	JRC (2019) (Pradhan et al.2011 等) <米国>
	パーム栽培	0.00537	MJ/MJ _{FFB}	JRC (2019) (Choo et al.2011 等) <マレーシア>
	メイズ栽培	0.03120	MJ/MJ _{maize}	JRC (2019) (CAPRI データ) <EU>
電力消費量	稲・麦ペレット化	0.02000	MJ/MJ _{pellets}	JRC (2017) (複数文献に基づく) <EU>
電力消費量	パーム油精製	0.00116	MJ/MJ _{oil}	JRC (2019) (Choo et al.2011 等) <マレーシア>
H ₃ PO ₄ 消費量		0.00002	kg/MJ _{oil}	
漂白土消費量		0.00025	kg/MJ _{oil}	
蒸気消費量		0.01160	MJ/MJ _{oil}	

(注)「バイオマスの低位発熱量あたり」の活動量について、事業で用いる輸入バイオマスの低位発熱量が把握できない場合には、バイオマスのデータベースである Phyllis 2 (<https://phyllis.nl/>) 等を活用することができる。

3.2 製造段階に関する留意事項

製造段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- (1) 原料の貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力・熱等の投入を含むものとする。
- (2) 原則として、施設や設備の建設（建設資材製造、建設資機材輸送、設備建設）、保守・点検に係るプロセスを考慮するものとする。
- (3) 製造されたエネルギーの全量を施設内で利用している場合、仮想的に「生産したエネルギーを外部に供給するとともに、施設内で利用するエネルギーを外部から購入する」というシナリオを設定して、LCA を行ってよいこととする。
- (4) 本来的には全ての投入物の活動量に対して一次データを取得することが望ましいが、最低限、物理量（質量、発熱量等）又は経済価値（価格）が相当割合を占める活動量について一次データを取得し、温室効果ガス排出量を算出することを必須とする。

【解説・注釈】

- ・複数の機能を有する事業では、施設や設備の建設に係る温室効果ガス排出量が無視できない可能性があるため、これらの工程を考慮して LCA を実施することとした。
- ・施設や設備の建設に係るプロセスとしては、対象プロセスの機能に関する施設（ガス化施設、発電施設等）のみを考慮するものとし、例えば、環境学習施設等が併設されている場合、当該部分は考慮しない。環境学習施設等が併設されているが、施設全体の建設費・土木費しか入手できない等の場合には、延床面積等を基準とした配分を行ってもよいこととする。
- ・施設や設備の想定使用期間は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。
 - ①実績値（複数ある場合にはその平均値）から設定
 - ②公的統計資料等に基づく平均的な使用年数を想定
 - ③法定耐用年数を参考にして設定
- ・複数の機能を有する電事業において、生産電力の全量を施設内で利用している場合、システム境界外に出力されるエネルギーはゼロとなるため、厳密には「1MJ のエネルギー供給」を機能単位とした LCA は実施できない。しかしながら、同様の事業であっても生産電力を外部供給する場合には評価可能となる。その整合を図るため、本ガイドラインでは生産電力の全量を施設内利用している場合にあっても、仮想的に外部供給しているシナリオを設定してもよいこととした。
- ・上記（5）でいう「相当割合」とは、ライフサイクル全体に占める割合が 5% 以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

3.3 流通段階に関する留意事項

流通段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- ・生産した電力を外部供給する場合、外部電源に接続するための付加的な施設や設備の整備については考慮する必要がある。なお、既存の施設や設備が活用可能な場合は、活用可能な範囲については考慮しなくてもよい。
- ・生産した熱や電気を既存の施設・設備により輸送・販売する場合には、それら既存の施設・設備については考慮しなくてもよいが、付加的な施設や設備については考慮する必要がある。

【解説・注釈】

- ・既存の施設や設備についても何らかの配分等を行うことも考えられるが、それらのデータを入手することは容易ではないこと、既存インフラ部分の温室効果ガス排出量は全体として些少と考えられることから、付加的な整備部分についてのみ考慮すればよいこととした。

3.4 使用段階に関する留意事項

使用段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する

- ・バイオ燃料の燃焼による二酸化炭素（CO₂）排出はゼロとしてよい。ただし、二酸化炭素（CO₂）以外の温室効果ガスが発生する場合は考慮しなければならない。
- ・副原料等が燃焼する場合の温室効果ガス排出量は考慮しなければならない。

【解説・注釈】

- ・輸送設備の製造に関わる温室効果ガス排出量は考慮しなくてよい。
- ・混合燃料（E10、B5等）について、混合したバイオエタノール、バイオディーゼル単位数あたりの効果を、代替される化石燃料由来の液体燃料と比較することを念頭においている。そのため、混合するガソリンや軽油の温室効果ガス排出量を考慮する必要はない。
- ・バイオ燃料の使用段階で考慮しなければならない温室効果ガス排出量としては、「バイオディーゼル製造時に用いる化石燃料起源のメタノール中の炭素分の燃焼による温室効果ガス排出量」等が挙げられる。

3.5 処分段階に関する留意事項

処分段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- ・処分段階については状況に応じて考慮するものとする。

【解説・注釈】

- ・処分段階において考慮すべき例として、例えば余剰バイオガスをフレアスタック等により処分すること等が考えられる。その場合、バイオガスの燃焼に係る二酸化炭素（CO₂）排出量についてはカーボンニュートラルによりゼロとしてよいが、当該フレアスタック設備の建設等に関しては考慮する必要がある。
- ・また、バイオガスの製造に伴い発生する廃棄物の処理や排水処理については、製造段階で考慮するものとする。
- ・施設や設備の廃棄・処分プロセスについては、2.2 で前述した理由から、必ずしもシステム境界に含めなくてよい。

3.6 温室効果ガス排出削減活動に関する留意事項

事業者による以下のような自発的に行う追加的な活動によって、事業からの温室効果ガス排出量が削減できる場合、排出削減として排出量から差し引くことができる。

- ・ 農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減
- ・ 炭素回収・貯留による温室効果ガス排出削減（CCS：Carbon Capture and Storage）
- ・ 炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減（CCU：Carbon Capture and Utilization）

【解説・注釈】

- ・ 温室効果ガス排出削減活動は、評価対象となる事業の中で実施される活動でなければならず、評価事業のシステム境界を超えた活動は対象外とする（例：評価事業を実施する事業者が別事業として行う炭素クレジットの購入や、CSR 活動として実施する森林保全活動等は、評価事業における温室効果ガス排出削減活動とはみなさない）。
- ・ 農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減については、事業開始以降に始まった取組でなければなければならない。
- ・ 農業管理手法の改善に関する具体的な活動例は以下のとおりである。
 - 1) 原料栽培手法の改善（不耕起栽培の実施等）
 - 2) 農業サイクルの改善や食物残さ管理手法の改善
 - 3) 肥料や緑肥管理手法の改善
 - 4) 土壌改良剤の使用（バイオ炭の施用等）
- ・ 温室効果ガス削減活動による排出量削減効果を評価する場合、削減量だけではなく、その活動を実施するために投入したエネルギー消費による温室効果ガス排出量等の付随的な排出活動も考慮しなければならない。
- ・ 炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減については、回収された CO₂ を材料として製造した製品の LCA についても考慮し、従来の手法で作られる同製品の LCA をオリジナルプロセスに含めた温室効果ガス排出削減量を評価することが望ましい（図 3-2）。

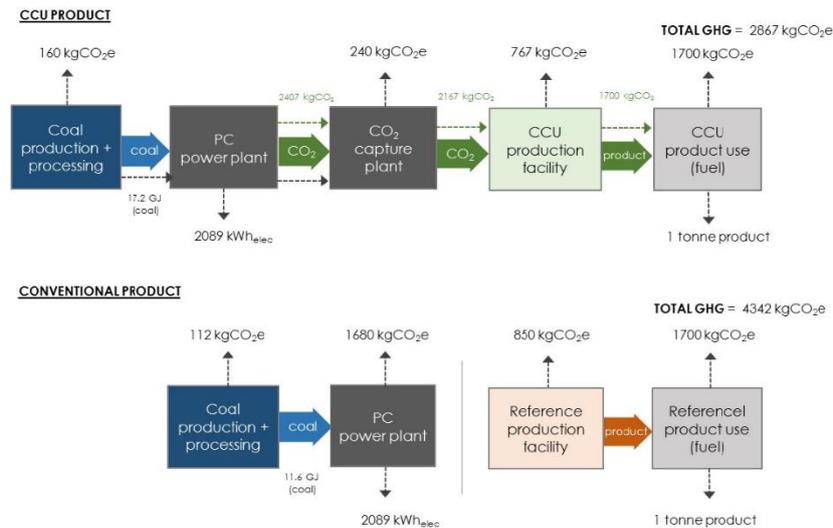


図 3-2 CCU を実施した場合における温室効果ガス排出削減効果の考え方

出典：IEA GREENHOUSE GAS R&D PROGRAMME 「2018-TR01b Greenhouse Gas Emissions Accounting for CO₂ Capture and Utilisation (CCU) Technologies」 (2018 年)

・温室効果ガス排出削減効果の算定の実施にあたっては、以下に示すような算定手法を詳細に述べた既存のガイドラインを参照することが望ましい。

1) 農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減

- ・バイオ燃料の持続可能性に関する国際的な認証スキームである International Sustainability et Carbon Certification (ISCC) が作成したライフサイクル GHG 排出量算定マニュアル (ISCC 「ISCC 205 Greenhouse gas emission version 3.0」 (2016 年))
- ・「バイオ炭の農地施用」等、日本の J-クレジット制度にて対象としている取組については、同制度が定めている方法論 等

2) 炭素回収・貯留による温室効果ガス排出削減

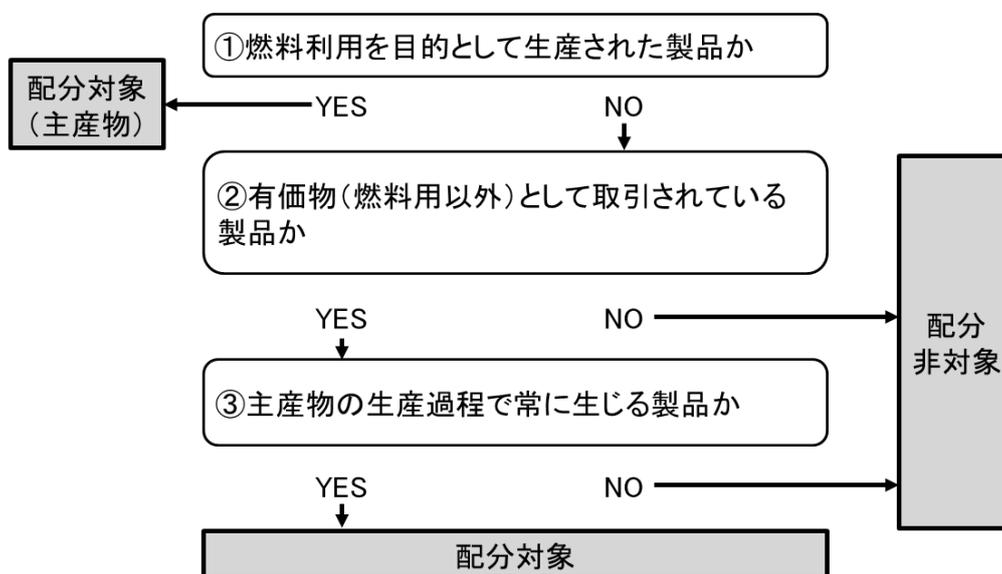
- ・ ISCC 205 Greenhouse gas emission version 3.0
- ・ 国際エネルギー機関 (IEA : International Energy Agency) による報告書 「Review of GHG Accounting Rules for CCS」 (2016 年) 等

3) 炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減

- ・ IEA が作成した CCU に関するガイドライン 「Greenhouse Gas Emission Accounting for CO₂ Capture and Utilisation (CCU) Technologies -Greenhouse Gas Accounting Guidelines for CCU」 (2018 年) 等

3.7 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項

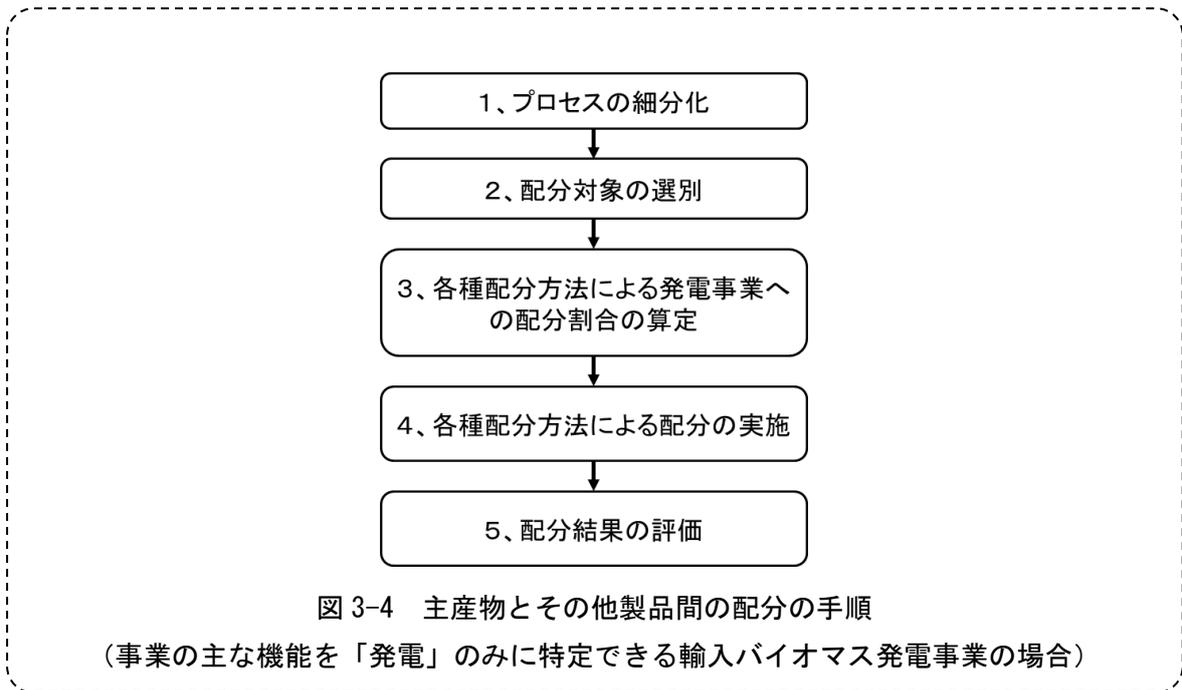
- ・プロセスの細分化を図ることにより、配分を回避することを原則とする。配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。
- ・2.1 で前述したとおり、「事業の主な機能を『発電』のみに特定できる輸入バイオマス発電事業」、「事業の主な機能を『燃料供給』のみに特定できる輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業」等については、エネルギー供給に関わるプロセスのみをシステム境界内として算定してよいこととしているが、特にパーム油等、資源作物を用いたバイオ燃料については、そのシステム境界内で発生する製品が多岐に渡ることから、それら製品の中での配分を行う対象については、図 3-3 に示すフローチャートにて「配分対象」となったものについて行うこととする。



（補足）「③主産物の生産過程で常に生じる製品か」が「Yes」となる例としては、パーム油の搾油時に生じる PKS 等がある。一方「No」となる例としては、食用ココナツ油製造時に偶発的に生じる、低品質であり食用に用いることができないココナツ油（燃料用）等がある。

図 3-3 配分対象の決定フローチャート

- ・この場合の「主産物とその他製品間の配分」においては、図 3-4 に示す手順で配分を行うこととする。
- ・以下、「事業の主な機能を『発電』のみに特定できる輸入バイオマス発電事業」、「事業の主な機能を『燃料供給』のみに特定できる輸入バイオマス由来バイオ燃料製造事業」における「主産物とその他製品間の配分」に関する配分の方法を示す。



【解説・注釈】

- ・配分（アロケーション）は原則として避けることが LCA の基本であり、分割できるプロセスは全て分割する。それでも原理的に分けられないものが発生した場合に限り配分を実施するものとする。
- ・輸入バイオマス利活用事業の場合、配分方法によって算定結果が比較的大きく変わる傾向にあるとともに、生成する製品によって適切な配分方法も異なるため、各種配分方法による配分を行い、その結果を評価することとした。

(1) プロセス細分化

配分対象となるプロセスを製品別に分かれるよう出来る限り細かな小プロセスに細分化して、これら小プロセスの活動量データを収集するよう努めなければならない。

(2) 配分対象の選別

小プロセスへの配分が困難な場合には図 3-3 のフローチャートに基づき、配分対象を決定する。

例 1) 非食用の RBD パーム油発電事業例における配分対象

図 3-5 に示すような想定事業では、農園で栽培したパーム椰子を搾油・精製することで得られる RBD パーム油を発電用燃料として用いる。その過程で生じる PKS や EFB 等の残さや、搾油時に得られるパーム核油・パーム核粕等の利用形態、またその利用形態に基づいた配分対象の決定は表 3-11 のとおりである。

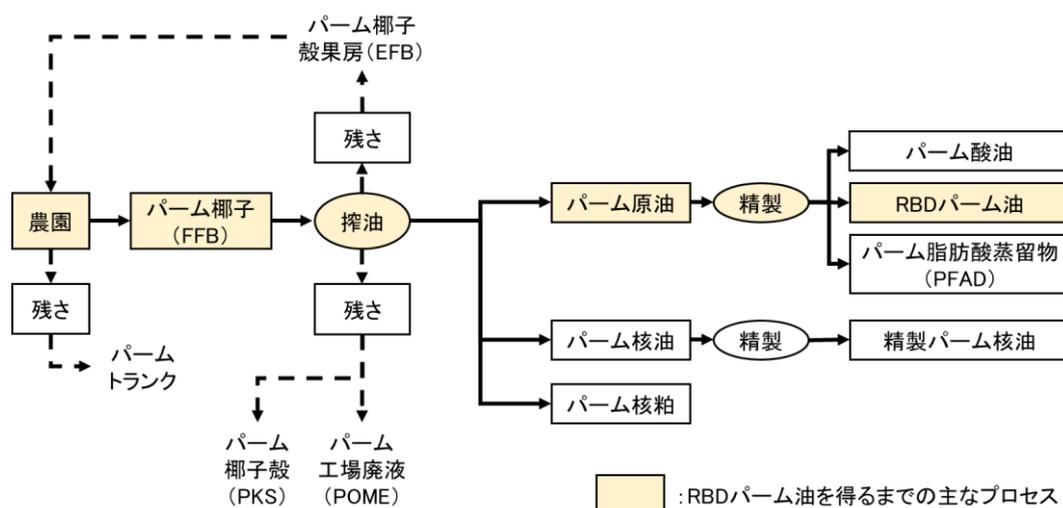


図 3-5 パーム油を用いた発電事業例

表 3-11 図 3-5 の事業例における配分対象

製品	本事業における利用形態	フローチャートのチェック項目			配分
		①	②	③	
パームトランク	燃料利用（ペレット化）	No	No	-	非対象
PKS	燃料利用（直接燃焼）	No	No	-	非対象
EFB	一部燃料利用（ペレット化）、一部肥料として農地に還元	No	No	-	非対象
POME	廃棄	No	No	-	非対象
パーム核油	化学製品の原料として利用	No	Yes	Yes	対象
パーム核粕	家畜用飼料として利用	No	Yes	Yes	対象
パーム酸油	廃棄	No	No	-	非対象
RBD パーム油	発電用燃料	Yes	-	-	主産物
PFAD	廃棄	No	No	-	非対象

①燃料利用を目的として生産された製品か、②有価物（燃料用以外）として取引されている製品か、③主産物の生産過程で常に生じる製品か

例 2) PKS 発電事業例における配分対象

PKS は主産物ではないため、それらが発生するパーム椰子の搾油後に生じるプロセスを考慮する。しかし、搾油後のプロセスで生じる他の製品はないことから、配分対象となる其他製品は存在しない（図 3-6）。

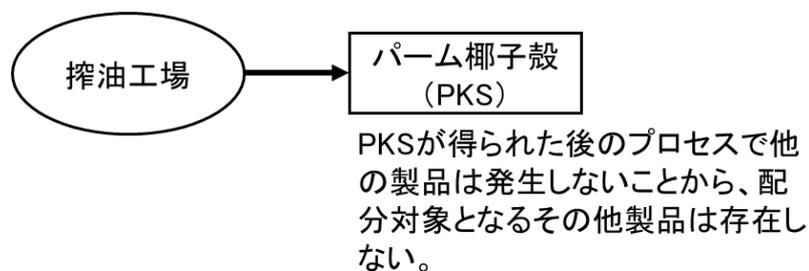


図 3-6 PKS を用いた発電事業例

例 3) 木質系バイオマス事業例におけるフローチャートの活用

木質系バイオマス等では、原料によっては主産物として利用されるものと主産物以外として利用されるものがあり、事業で利用するバイオマスが主産物であるかどうかの判断にも同フローチャートを活用することができる。木質系バイオマスの事例においては、主産物かどうかによって、植林・保育、伐採プロセスの扱いが変わってくることから、表 3-12 のとおり同フローチャートより植林・保育、伐採プロセスをシステム境界内に含めるのかどうか判断することも可能である。

- ・パターン A：育林・保育のために行われた間伐によって発生したものであり、従来山林に切り捨てられていた木質系バイオマス
- ・パターン B：バイオマス発電への活用を目的として伐採された木質系バイオマス
- ・パターン C：製紙用を目的として伐採された木材のうち、品質の問題から製紙用には利用できず、発電用のみ活用できる木質系バイオマス

表 3-12 木質バイオマス事業例におけるフローチャートの活用

	フローチャートのチェック項目			植林・保育、伐採プロセスの扱い
	①	②	③	
パターン A	No	No	-	主産物ではないことからシステム境界外
パターン B	Yes	-	-	主産物であるためシステム境界内
パターン C	No	No	-	主産物ではないことからシステム境界外

①燃料利用を目的として生産された製品か、②有価物（燃料用以外）として取引されている製品か、③主産物の生産過程で常に生じる製品か

（3）各種配分方法による発電プロセスへの配分割合の算定

配分割合の算定にあたっては、以下の 5 種類の配分方法について全て算定することが望ましい。

- ①全量割当
- ②代替法
- ③重量按分法
- ④熱量按分法
- ⑤市場価値按分法

【解説・注釈】

- ・バイオマス発電の配分では、その配分方法によって算定結果上の大きな差異が生じることが多く予想されるため、5種類の配分方法の全てについて検討することを基本とした。
- ・全量割当は本来的には配分とは言えないが、配分実施前の算定値を認識することも必要と考えられることから、あえて一つの配分手法と位置付けることとした。
- ・各種配分方法の特徴と算定方法を表 3-13 に示す。

表 3-13 各種配分方法の特徴と算定方法

方法	特徴	配分方法	配分割合の算定方法
全量割当	事業者の恣意性が入りにくいが、実際の排出量よりも大きく評価される恐れがある。	分離できないプロセスは全て発電のためのプロセスとみなす。	全ての温室効果ガス排出量を発電プロセスの温室効果ガス排出量とする。
代替法	他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量が既知の場合に有効。ただし、他製品の生成量が大きな場合には誤差が生じやすい（そのような場合には適用すべきではない）。	他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量を、主産物と他製品の両者を含む温室効果ガス排出量全体から差し引く。	全温室効果ガス排出量から他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量を差し引いたものを発電プロセスの温室効果ガス排出量とする。
重量按分法	算定方法は単純だが、他の方法と比較して説得力や妥当性に欠ける。	主産物および他製品の重量比による。	製造される主産物と他製品の重量比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する。
熱量按分法	他製品がエネルギー源である場合には有用。ただし、マテリアル利用されるものである場合にはあまり意味をなさなくなる。	主産物および他製品の熱量比による。	製造される主産物と他製品の熱量比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する。
市場価値按分法	市場価値は様々な外的要因によって変化しうるため、一貫性のある評価は困難。	主産物および他製品の市場価値比による。	製造される主産物と他製品の市場価値比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する。 なお、将来の市場価値を想定する場合には想定根拠を示す必要がある。

- ・各種配分方法における配分方法の算定例を表 3-14 に示す。

表 3-14 各種配分方法における配分割合の算定例（バイオエタノール）

配分方法	配分過程			バイオエタノール への配分割合
	製品	換算データ等	配分量	
全量割当	バイオエタノール	-	-	100%
	他製品	-	-	
代替法	バイオエタノール	(主産物、他製品の両者を含む温室効果ガス排出量全体：40,000t-CO ₂) - (他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量：500t-CO ₂)	39,500tCO ₂	98.8%
	他製品	他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量：500t-CO ₂	500tCO ₂	
重量按分法	バイオエタノール	0.789t/kL	20,000t	57.1%
	他製品	-	15,000t	
熱量按分法	バイオエタノール	21.2GJ/kL	537,399GJ	68.8%
	他製品	16.3GJ/dry-t	244,500GJ	
市場価値按分法	バイオエタノール	120 円/L	30.4 億円	91.6%
	他製品	18,900 円/t	2.8 億円	

(4) 各種配分方法による配分の実施

配分の実施にあたっては、(3) で算定した配分割合に応じて配分する。

【解説・注釈】

- ・各種配分方法における配分実施結果例を表 3-15 に示す。

表 3-15 各種配分方法による配分実施結果例

段階	配分手法別の温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ /GJ)				
	全量割当	代替法	重量按分法	熱量按分法	市場価値按分法
原料調達	5.0	4.9	2.9	3.4	4.6
製造	20.0	19.8	11.4	13.8	18.3
流通	10.0	9.9	5.7	6.9	9.2
使用	30.0	29.6	17.1	20.6	27.5
処分	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	75.0	74.1	42.8	51.6	68.7

(5) 配分結果の評価

- ・各種配分方法における算定結果を示し、感度分析を実施することが望ましい。
- ・各種配分方法における算定結果、感度分析の結果を踏まえ、出来る限り合理的に説明できる配分方法を採用する。

【解説・注釈】

- ・感度分析を実施することで、算定結果に対する各プロセスの影響度合いを評価する必要がある。ここで示す感度分析とは、原料調達、製造、流通、使用の各プロセスにおいて配分を実施した際の変動幅が合計の温室効果ガス排出量にどの程度影響しているかを確認するものである。
- ・各種配分方法による算定結果を示すことが求められる。図 3-7 に例を示す。

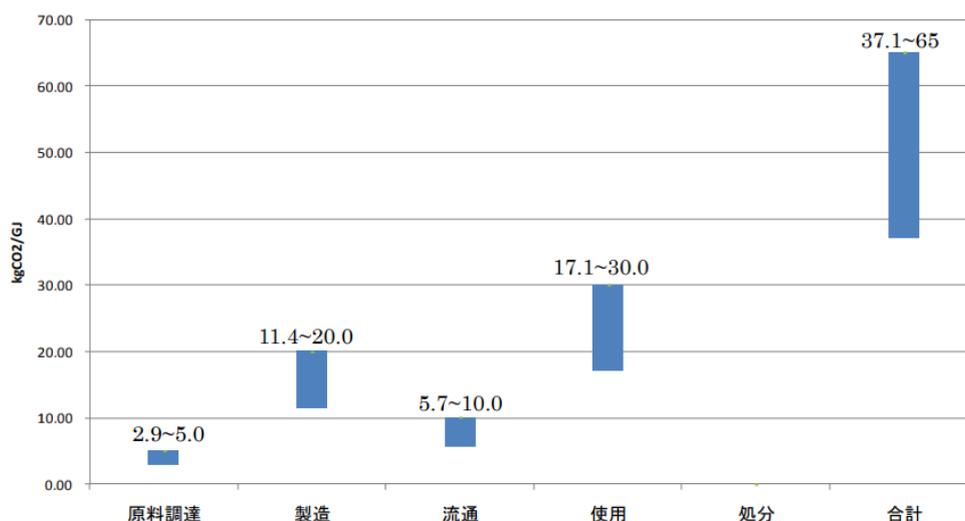


図 3-7 各配分方法による感度分析結果例

4. 温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項

- ・設定したプロセスに適した原単位が収集できない場合は、必要としている原単位に最も近似していると考えられる原単位で代替してもよい。

【解説・注釈】

- ・設定したプロセスによっては、原単位データの収集が困難であるため、その場合は必要としている原単位に近い原単位を設定してよいこととした。ただし、その場合は、感度分析の実施によりインベントリ分析結果に与える影響を評価しておくことが望ましい。なお、収集すべき活動量データの単位（重量、価格等）は、入手可能な原単位データの単位にも影響されるため、最終的な活動量データ、原単位データの選定にあたっては、双方のデータの精度を高めるように配慮しなければならない。
- ・輸入バイオマスによっては、LCA に関する科学的知見が十分ではなく、近似する原単位データの収集についても困難であることが想定される。その場合は利用する輸入バイオマスに最も類似していると考えられる作物の排出原単位で代替してもよいこととした。この「最も類似していると考えられる作物」については、例えば、以下のような考え方をを用いることができる。

例1) 苗木栽培に係る排出原単位における「類似する作物」の考え方の例

例えば、苗木生産にかかる排出原単位は同じイネ科植物では近い値を示す一方で、異なる科であるテンサイとは大きく値が異なる（表 4-1）。

表 4-1 苗木生産にかかる排出原単位の違い [gCO₂eq/kg]

作物種	大麦	メイズ	ライ麦	小麦	テンサイ
排出原単位	310.6	310.6	312.1	283.9	3,651.7

出典：JRC Science for policy report 「Definition of input data to assess GHG default emissions from biosuels in EU legislation Version 1d」(2019年) Table 44

例2) 土壌中からの N₂O 排出に係る排出源単位

2019 年改良 IPCC ガイドラインでは、農地からの直接 N₂O 排出量の計算に用いる排出原単位を Wet と Dry の2つの気候区分で設定している (表 4-2)。

表 4-2 気候条件によって排出原単位が異なる例

	区分	値	下限値～上限値
化学肥料の施肥における土壌中有機物の分解に関する排出原単位 [kgN ₂ O-N/kgN]	Wet climates	0.016	0.013～0.019
	Dry Climates	0.005	0.000～0.011

出典：2019 年改良 IPCC ガイドライン、Volume 4、Chapter 11、Table 11.1

例3) 中間処理方法による「類似する作物」の考え方の例

輸入バイオマスの中間処理方法は用いるその種類によって異なり、例えば、国内での利用が想定されるバイオマスの中間処理方法は表 4-3 のように分類される。

表 4-3 国内での利用が想定されるバイオマスを対象とした中間処理方法の分類例

処理方法	処理方法が該当するバイオマスの種類
精製・搾油	植物油等 (例：パーム油、大豆油、脱炭酸 PAO 等)
ペレット化	果房を含む木質系バイオマス、草本系バイオマス等 (例：木質ペレット、EFB、稲わらペレット等)
チップ化	木質系バイオマス等 (例：木質チップ等)
加工処理を必要とせず直接燃焼するもの	椰子殻を含む果実殻等 (例：未利用ココナッツ、ベンコワン種子、くるみ殻等)

- ・ 輸入バイオマス利活用事業を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データの例を表 4-4、4-5 に示す。ここで示すデータは、表 3-8、表 3-9 と同様に EU RED II にて設定されているライフサイクル GHG 排出量既定値の算定方法を示した JRC Science for policy report、また同レポートで引用されている論文から抽出した値に加え、EU RED II における既定値、また IDEA v2.3 での IDEA 製品コードを示している。

表 4-4 輸入バイオマス事業を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データ一覧

工程			数量	単位	出典<対象地域>	
大区分	中区分	小区分				
原料調達段階	陸上輸送におけるディーゼル消費	40t トラック、復路：空荷	0.81	MJ/tkm	JRC (2019) (EMEP/EEA 等) <地域共通>	
			0.0034	gCH ₄ /tkm		
			0.0015	gN ₂ O/tkm		
	海上輸送船舶	バルク運搬船				IDEA v2.3 : 451200105 「その他バルク運搬船輸送サービス,<8 万 DWT」、 451200106 「その他バルク運搬船輸送サービス,>8 万 DWT」
		コンテナ船				
電力消費	公共電力				IDEA v2.3 : 332001015~332142015 (各国の公共電力使用に係る排出係数)	
燃料のライフサイクル GHG 排出量	ディーゼル	95.1	gCO ₂ eq/MJ _{final fuel}	JRC (2019) (EU での設定値) <地域共通>		
	ガソリン	93.3	gCO ₂ eq/MJ _{final fuel}			
	HFO	94.2	gCO ₂ eq/MJ _{final fuel}	JRC (2019) (WELL-TO-TANK Report Version 4a) <地域共通>		

(注) 出典の詳細は「7. 参考文献」を参考のこと

表 4-5 資源作物を用いた事業を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データ一覧

工程		数量	単位	出典<対象地域>	
大区分	中区分 小区分				
原料調達段階	苗木生産	パーム栽培	0.0500	kgCO ₂ eq/seedling	Choo et al.,2011<マレーシア>
		菜種栽培	0.7565	kgCO ₂ eq/kg	JRC (2019) (Kaltschmitt, 1997 等) <地域共通>
		ひまわり栽培	0.7565	kgCO ₂ eq/kg	
		メイズ栽培	0.3106	kgCO ₂ eq/kg	
	肥料製造	P ₂ O ₅ 製造	0.5417	kgCO ₂ eq/kg	JRC (2019) (Fertilizer Europe 等) <地域共通>
		K ₂ O 製造	0.4167	kgCO ₂ eq/kg	
		CaCO ₃ 製造	0.0391	kgCO ₂ eq/kg	JRC (2019) (モデル計算等) <地域共通>
		N ₂ 製造	4.5719	kgCO ₂ eq/kg	JRC (2019) (JRC による計算) <地域共通>
	土壌酸性化の中和処理	大豆栽培	0.44534	gCO ₂ eq/MJ _{soybean}	JRC (2019) (JRC による計算) <EU>
			4.30911	gCO ₂ eq/MJ _{soybean}	JRC (2019) (JRC による計算) <ブラジル>
			3.39811	gCO ₂ eq/MJ _{soybean}	JRC (2019) (JRC による計算) <アルゼンチン>
			1.56184	gCO ₂ eq/MJ _{soybean}	JRC (2019) (JRC による計算) <米国>
	搾油	パーム搾油 (CH ₄ 回収有)	3.8	gCO ₂ eq/MJ	EU RED II における既定値 (EU RED II ANNEX V) <マレーシア>
		パーム搾油 (CH ₄ 回収無)	21.8	gCO ₂ eq/MJ	
		菜種搾油	3.1	gCO ₂ eq/MJ	EU RED II における既定値 (EU RED II ANNEX V) <EU>
		ひまわり搾油	3.0	gCO ₂ eq/MJ	
		大豆搾油	3.4	gCO ₂ eq/MJ	
	搾油以外の燃料加工	菜種油加工	0.6	gCO ₂ eq/MJ	EU RED II における既定値 (EU RED II ANNEX V) <EU>
		ひまわり油加工	0.8	gCO ₂ eq/MJ	
		大豆油加工	0.8	gCO ₂ eq/MJ	

(注) 出典の詳細は「7. 参考文献」を参考のこと

5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項

5.1 感度分析の実施に関する留意事項

感度分析では、データの妥当性や算定結果の信頼性を評価することを目的として、LCAで採用した活動量データや原単位データをある範囲で変動させたり、配分手法等を変更したりすることにより、温室効果ガス排出量の算定結果にどの程度の影響を及ぼすか、それが許容範囲であるかどうかを検討する。

5.2 温室効果ガス排出削減効果の評価に関する留意事項

・温室効果ガス排出削減効果を表す場合は、以下のいずれかの方法で算定する。

①排出削減量＝オリジナルプロセスの排出量－対象プロセスの排出量

②排出削減率＝
$$\frac{\text{オリジナルプロセスの排出量} - \text{対象プロセスの排出量}}{\text{オリジナルプロセスの排出量}} \times 100(\%)$$

・温室効果ガス排出削減効果を製品カタログやホームページ等に表示する場合は、想定した「機能単位」、「システム境界」、「オリジナルプロセス」、「想定寿命（想定使用年数）」を付記しなければならない。また、製造されたバイオガスを燃料として得られるエネルギーの全量を所内で利用している場合等、仮想的に「生産したエネルギーを所外に供給するとともに、所内で利用するエネルギーを外部から購入する」というシナリオを採用した場合には、その旨を付記することとする。

6. レビューの実施に関する留意事項

LCA 実施者は、自らの所属団体で内部レビューを実施する。レビュー実施者はチェックリスト等を基にレビューを行い、結果の適切性、妥当性等を評価する。

【解説・注釈】

- ・レビューはデータの選択や結果等が LCA 実施主体にとって過度に有利でないかどうかを確認し、LCA の結果を客観的に評価し信頼性を高める手続きとして位置づける。
- ・ここでいうレビューとは、ISO14040/14044 への準拠を確認するものではなく、本ガイドラインの算定基準との整合性を取ることを目的とする。
- ・ISO14040 では、本ガイドラインにおける「対象プロセス」と「オリジナルプロセス」のように、異なる製品間の比較主張を行う場合、利害関係者によるレビューを実施しなければならないこととされているが、本ガイドラインでは「事業者にとっての作業負担」を考慮し、内部レビューでよいこととした。ただし、算定結果の適切性や妥当性等に疑義がある場合や、内部レビューのみでは不十分と考えられる場合には、外部レビューを行うことが望ましい。
- ・内部レビューを行うにあたっては、次頁に示すようなチェックリストを用いて行うことが求められる。

表 6-1 内部レビューにおけるチェックシート（例）

		レビュー年月日	〇〇年〇月〇日	
		レビュー実施者	〇〇〇〇	
章	タイトル	項目		Check
2	LCA の基本的な考え方に関する留意事項	1. LCA を実施する当該事業と LCA の実施目的が明確か？	<input type="checkbox"/>	
		2. 機能単位の設定は適切か？	<input type="checkbox"/>	
		3. システム境界内に建設段階が含まれているか？	<input type="checkbox"/>	
		4. 実態に応じて、船舶による海上輸送における復路便が考慮されているか？	<input type="checkbox"/>	
		5. 当該事業実施の主目的の一つに廃棄物処理がある場合、オリジナルプロセスがシステム拡張されているか？	<input type="checkbox"/>	
		6. 事業実施後、事業者がバイオマス資源を調達する森林における生体バイオマス炭素ストック量が中長期的に減少しないか？	<input type="checkbox"/>	
3	活動量データの収集・設定に関する留意事項	1. 生産したエネルギーのうち施設内で消費されるエネルギー量と外部に供給される量をそれぞれ把握しているか？	<input type="checkbox"/>	
		2. 輸入バイオガス関連事業では、オリジナルプロセスにおいて、メタン発酵に伴う堆肥製造量の減少分を差し引いているか？	<input type="checkbox"/>	
		3. 製造段階の排水処理は、処分段階ではなく製造段階に含まれているか？	<input type="checkbox"/>	
4	温室効果ガス排出原単位データの収集・設定	1. 設定したプロセスに適切な排出原単位が使用されているか？	<input type="checkbox"/>	
		2. 排出原単位使用の優先順位が守られているか？	<input type="checkbox"/>	
		3. 排出原単位は最新のものが使用されているか？	<input type="checkbox"/>	
		4. 電力の原単位は、利用している電力事業者が公表している原単位が使用されているか？	<input type="checkbox"/>	
		5. 電力の原単位は、基礎排出係数が使用されているか？	<input type="checkbox"/>	
5	温室効果ガス排出量の評価	1. 温室効果ガス排出量の算定は適切に行われているか？	<input type="checkbox"/>	
		2. 感度分析は適切に行われているか？	<input type="checkbox"/>	
		3. 温室効果ガス排出削減効果の評価は適切に行われているか？	<input type="checkbox"/>	

7. 参考文献

表 3-9、表 3-10、表 4-4、表 4-5 に記載した各種数値の出典の詳細は以下のとおりである。

- Direction de l'Agriculture et des Bioénergies de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie France (ADEME), 2010, Direction Production et Energies Durables (DEPD), Life Cycle Assessments Applied to First Generation Biofuels Used in France, Final report, February 2010 and Appendix to final report, December 2009.
- Berg, S., Lindholm, E. L., 2005, 'Energy use and environmental impacts of forest operations in Sweden', Journal of Cleaner production, (13) 33–42.
- CAPRI database <<https://www.capri-model.org/dokuwiki/doku.php?>>
- Choo, Y. M., Muhamad, H., Hashim, Z., Subramaniam, V., Puah, C. W., Tan, Y., 2011, 'Determination of GHG contributions by subsystem in the oil palm supply chain using the LCA Approach', Int J. Life Cycle Assess, (16) 669-681.
- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2013 - Technical report N12/2013 <<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>>
- FAO stat <<http://www.fao.org/faostat/en/>>
- FEDIOL, 2013, Lifecycle assessment of EU oilseed crushing and vegetable oil refining', May 2013.
- Fertilizer Europe <<https://www.fertilizerseurope.com/>>
- Franke, B., Reinhardt, G., Malavelle, J. and Faaij, A. P. C., Fritsche, U., 2012, Global Assessments and Guidelines for Sustainable Liquid Biofuels. A GEF Targeted Research Project. Heidelberg/Paris/Utrecht/Darmstadt.
- Global Emissions Model for Integrated Systems (GEMIS) v.4.93 <<http://iinas.org/gemis.html>>
- Global Nitrous Oxide Calculator (GNOC) <<https://gnoc.irc.ec.europa.eu/>>
- Hagberg, L., Särnholm, E., Gode, J., Ekvall, T. and Rydberg, T., 2009, LCA calculations on Swedish wood pellet production chains, IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd., Stockholm. Sweden.
- Hilbert, J. A., Donato, L. B., Muzio, J. and Huega, I., 2010, 'Comparative analysis of energy consumption and GHG emissions from the production of biodiesel from soybean under conventional and no-tillage farming systems', Communication to JRC and DG-TREN 09.09.2010. INTA document IIR-BC-INF-06-09 by Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (INTA).
- IMO, 2009. Buhaug, Ø., Corbett, J. J., Eyring, V., Endresen, Ø., Faber, J. et al., 2009, Second IMO GHG Study 2009, prepared for International Maritime Organization (IMO), London, UK, April 2009.
- International Fertilizer Association (IFA) <<https://www.fertilizer.org/>>
- Jungbluth N., Chudacoff M., Dauriat A., Dinkel F., Doka G., Faist Emmenegger M., Gnansounou

- E., Kljun N., Spielmann M., Stettler C. and Sutter J., 2007, Life Cycle Inventories of Bioenergy. Final report ecoinvent data v2.0 No. 17. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- Kaltschmitt, M. and Reinhardt, G., 1997, *Nachwachsende Energieträger: Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung*; Vieweg 1997; ISBN 3-528-06778-0.
 - Lastauto Omnibus Katalog, 2010.
 - Lindholm, E.-L., Berg, S. and Hansson, P.-A., 2010, 'Energy efficiency and the environmental impact of harvesting stumps and logging residues', *Eur. J. Forest Res.*, (129) 1223–1235.
 - Muzio, J., Hilbert, J.A., Donato, L. B., Arena, P., Allende, D., 2009, 'Argentina's Technical Comments based on information provided by Directorate-General for Energy and Transport on biodiesel from soybean'. INTA document IIR-BC-INF-14-08, by Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (02/04/09).
 - Pradhan, A., Shrestha, D.S., McAloon, A., Yee W., Haas, M., Duffield, J.A., 2011, 'Energy Life-cycle assessment of soybean biodiesel revisited', *Transactions of the ASABE*, 54(3) 1031-1039.
 - Röder, M., Whittaker, C. and Thornley, P., 2015, 'How certain are greenhouse gas reductions from bioenergy? Life cycle assessment and uncertainty analysis of wood pellet-to-electricity supply chains from forest residues', *Biomass and Bioenergy*, 79 50-63.
 - Schmidt, J. H., 2007, *Life cycle assessment of rapeseed oil and palm oil. Part 3: Life cycle inventory of rapeseed oil and palm oil*, Aalborg University.
 - Umweltbundesamt (UBA), 1999, Kraus, K., Niklas, G., Tappe, M., 'Umweltbundesamt, Deutschland: Aktuelle Bewertung des Einsatzes von Rapsöl/RME im Vergleich zu DK: Texte 79/99', ISSN 0722-186X.
 - JEC (Joint Research Centre-EUCAR-CONCAWE collaboration), Well-To-Tank Report Appendix 1- Version 4.a. Conversion factors and fuel properties. Well-To-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context, EUR 26237 EN, 2014.

参考資料：輸入バイオマス事業における温室効果ガス削減効果算定事例

1. 対象とする再生可能エネルギー等導入事業

(1) 対象事業とオリジナルプロセス

本資料で温室効果ガス削減効果の算定事例を提示する再生可能エネルギー等導入事業を、別表 1-1 に示す。なお、本算定事例に当たって、オリジナルプロセスの設定やそれによる削減率の算出をしているが、これらはいくまで一つの算定・比較方法の例示であることに留意が必要である。

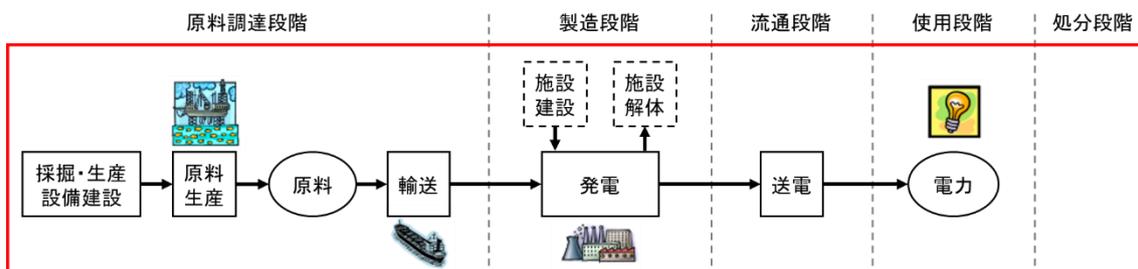
別表 1-1 本資料で対象とする再生可能エネルギー等導入事業

	対象事業	事業の概要
CASE 1	木質ペレットと資源作物から発生する残さを用いた混焼発電事業	異なる国から調達する木質ペレットとパーム椰子殻（PKS）を直接燃焼することで発電を行う。
CASE 2	パーム油を用いた発電・排熱回収発電事業	東南アジアから輸入するパーム精製油を直接燃焼することで発電を行い、同時に燃焼時に発生する排熱を回収することで、排熱回収発電も行う。
CASE 3	資源作物から発生する残さを用いた発電事業と炭素回収・貯留事業	東南アジアから調達する PKS を直接燃焼することで発電を行い、燃焼時に発生する二酸化炭素を炭素回収技術によって回収し、海底への貯留を行う。

上に示す3つの事例は、全て輸入バイオマスを用いた発電事業であることから、これら事業が実施されない場合には、輸入バイオマスの代わりに化石燃料等が発電の燃料として使用される。そのため、3つの事業事例に対するオリジナルプロセスとして、系統電力による電力製造をシステム境界に設定した。

(2) 機能単位等の設定

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 1-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。



別図 1-1 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原材料調達にかかるプロセスは製造段階の原単位に含まれるものとし、ここでは計上しないものとした。

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 1-2 に示す。既存 LCA 文献による発電所モデルケースのデータから、石炭火力発電所の活動量データを引用し、設備容量 100 万 kW、設備利用率 70%、使用年数は 40 年として算定を行った。

別表 1-2 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考	
発電所建設・解体	発電所設備	鉄鋼（ボイラ）投入量	1.22E-05	kg/MJ	二次情報	財団法人電力中央研究所 Y06「日本における発電技術のライフサイクルCO ₂ 排出量総合評価」より石炭火力（国内炭・輸入炭）の数値を引用	
		鉄鋼（タービン）投入量	1.31E-06	kg/MJ	二次情報		
		鉄鋼（給水復水）投入量	7.81E-07	kg/MJ	二次情報		
		鉄鋼（脱硫）投入量	2.68E-06	kg/MJ	二次情報		
		鉄鋼（脱硝）投入量	5.88E-07	kg/MJ	二次情報		
		鉄鋼（集塵）投入量	1.75E-06	kg/MJ	二次情報		
		鉄鋼（電気）投入量	4.42E-07	kg/MJ	二次情報		
		鉄鋼（機械その他）投入量	5.12E-06	kg/MJ	二次情報		
	発電所建設	鉄鋼（土木）投入量	3.10E-05	kg/MJ	二次情報	財団法人電力中央研究所 Y06「日本における発電技術のライフサイクルCO ₂ 排出量総合評価」より石炭火力（国内炭・輸入炭）の数値を引用	
		コンクリート投入量	1.46E-07	m ³ /MJ	二次情報		
		軽油 燃焼量	6.61E-06	L/MJ	二次情報		熱量は温対法により換算
		A重油 燃焼量	4.33E-07	L/MJ	二次情報		熱量は温対法により換算
	発電所解体	解体作業（施設面積）	3.14E-07	m ² /MJ	二次情報	1,000MW相当、常陸那珂共同火力発電所2号機における活動量データより引用	
	発電	電力の製造	発電量	1.02E-01	kWh/MJ	二次情報	省エネ法により1kWh=9.76MJで換算
廃棄物の発生・処分		金属くず 発生・処分量	5.59E-05	kg/MJ	二次情報	建設時投入量と同量とする	
		コンクリート 発生・処分量	3.36E-04	kg/MJ	二次情報	建設時投入量と同量とする	
廃棄物輸送		金属くず・コンクリート 輸送距離	5.60E-05	km/MJ	二次情報	建設時投入量と同量とする	

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階に属するプロセスデータはない。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスデータはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

流通段階と同様、実質的な処分段階におけるプロセスはない。

(4) オリジナルプロセスの LCA 算定結果

オリジナルプロセスの LCA 算定結果を別表 1-3 に示す。本オリジナルプロセスで発生する温室効果ガスは全て製造段階で生じることから、原料調達段階、流通段階、使用段階、処分段階に占める割合は 0.0%となっている。

別表 1-3 オリジナルプロセスの LCA 算定結果（一次エネルギー換算 1MJ あたり）

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
温室効果ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	4.75E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.75E-02
	割合	—	100.0%	—	—	—	100.0%

2. CASE 1：木質ペレットと資源作物から発生する残さを用いた混焼発電事業

(1) 対象事業の概要

本事例は、東南アジアで生産された木質ペレットと、パーム油生産の際に生じる残さであるパームやし殻（PKS：Palm Kernel Shell）を輸入し、これらを燃料として直接燃焼発電を行う事業である。

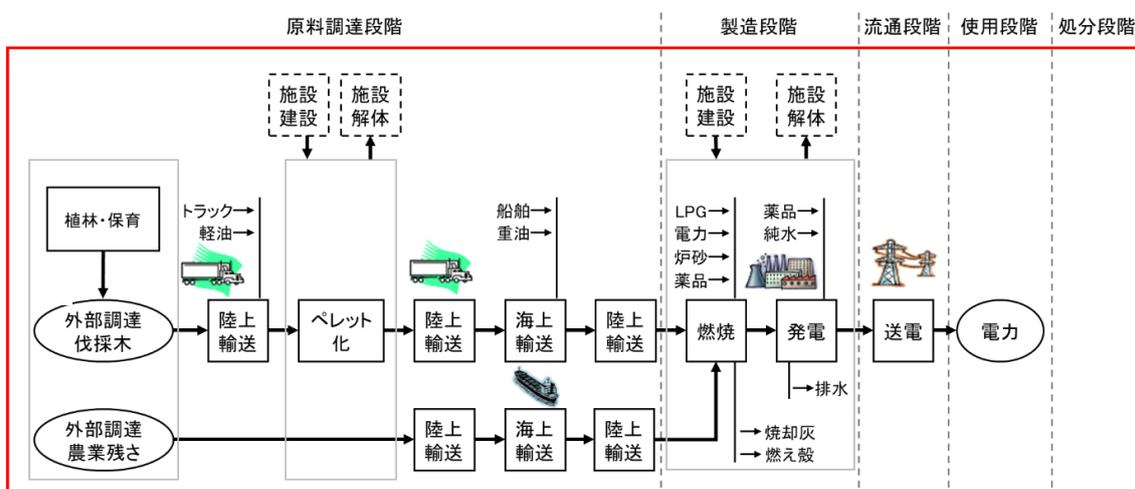
(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算 1MJ あたりのエネルギー生産」と設定した。

②対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図 2-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。本ガイドラインの考え方に沿って、プロセスフローの区分は、原料調達段階と製造段階、流通段階、使用段階、処分段階の 5 段階とした。



別図 2-1 対象プロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 2-1 に示す。

伐採時の燃料消費量は事業者データが得られなかったため、既往文献から引用した。事象者へのヒアリングに基づき、別表 2-2 に示した通り、各輸送工程における往路・復路の積荷実態を踏まえて復路分の排出量の算定要否を判断した。なお、往路については、いずれの輸送工程も本事業における原料や燃料を積載率 100%で輸送していることから、輸送に係る全排出量を計上した。

別表 2-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考
木質ペレット						
栽培工程	肥料製造・使用	肥料消費量	9.96E-06	kg/MJ	自社データ	N=30%, P ₂ O ₅ =20%, K ₂ O=15%, S=15%
	伐採	伐採時のディーゼル消費量	1.27E-02	MJ-fuel/MJ	既往文献	-
輸送工程	原料輸送	輸送距離 (伐採場所～ペレット工場)	1.23E-08	km/MJ	自社データ	平均値
加工工程	ペレット工場建設・解体	ペレット工場建設費用	8.22E-02	円/MJ	自社データ	耐用年数 10 年
		施設面積	4.93E-06	m ² /MJ	自社データ	-
	ペレット加工	電力消費量	4.81E-03	kWh/MJ	自社データ	-
		潤滑油①消費量	1.48E-06	kg/MJ	自社データ	-
		潤滑油②消費量	7.40E-06	L/MJ	自社データ	-
		ディーゼル消費量	3.70E-05	L/MJ	自社データ	-
	燃料保管場所建設・解体	燃料貯蔵施設建設費用	1.64E-03	円/MJ	自社データ	耐用年数 15 年
		解体作業 (施設面積)	1.64E-07	m ² /MJ	自社データ	-
燃料保管場所運営	電力消費量	6.17E-08	kWh/MJ	自社データ	-	
輸送工程	燃料輸送	輸送距離 (ペレット工場～港)	1.48E-08	km/MJ	自社データ	-
		海上輸送距離	6.09E-07	km/MJ	自社データ	-
		輸送距離 (港～発電所)	2.63E-09	km/MJ	自社データ	-
PKS						

加工工程	ストックヤード建設・解体	ストックヤード建設費用	6.85E-02	円/MJ	自社データ	概算値
		解体作業（施設面積）	1.07E-06	m ² /MJ	自社データ	-
	ストックヤード運営	輸送機器燃料（ディーゼル）消費量	1.49E-04	L/MJ	自社データ	-
輸送工程	燃料輸送	輸送距離（発生地点～ストックヤード）	1.23E-08	km/MJ	自社データ	-
		海上輸送距離	8.22E-07	km/MJ	自社データ	-
		輸送距離（港～発電所）	1.51E-08	km/MJ	自社データ	-

別表 2-2 輸送の実態に基づく復路の取扱い

輸送の種類・行程	往路・復路の積荷の実態 (事業者ヒアリングに基づく)	本試算での復路の取扱い
木質ペレット		
伐採場所～ペレット工場	トラック輸送（30tトラック） 往路は積載率 100%、復路は空荷	積載率 0%の場合の排出原単位を用いて算定・計上
ペレット工場～港	トラック輸送（40tトラック） 往路は積載率 100%、復路は空荷	積載率 0%の場合の排出原単位を用いて算定・計上
海上輸送	載貨重量 19,000DWT 往路は木質ペレット、復路は鋼材/セメントを輸送 積載率は往復ともほぼ 100%	復路は別事業の物資輸送に用いられているため、算定・計上せず
港～発電所	トラック輸送（20tトラック） 往路は積載率 100%、復路は空荷	積載率 0%の場合の排出原単位を用いて算定・計上
PKS		
発生地点～ストックヤード	トラック輸送（20tトラック） 往路は積載率 100%、復路は空荷	積載率 0%の場合の排出原単位を用いて算定・計上
海上輸送	載貨重量 13,000DWT 往路は PKS、復路は鋼材/セメントを輸送 積載率は往復ともほぼ 100%	復路は別事業の物資輸送に用いられているため、算定・計上せず
港～発電所	トラック輸送（10tトラック） 往路は積載率 100%、復路は空荷	積載率 0%の場合の排出原単位を用いて算定・計上

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 2-3 に示す。

別表2-3 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考
施設建設・解体	発電所設備整備	燃料設備費用	2.36E-01	円/MJ	自社データ	耐用年数 15 年
		マハテン設備費用	1.65E-01	円/MJ	自社データ	耐用年数 15 年
		ボイラ設備費用	1.67E+00	円/MJ	自社データ	耐用年数 15 年
		タービン設備費用	1.21E+00	円/MJ	自社データ	耐用年数 15 年
		ユーティリティ設備費用	6.40E-02	円/MJ	自社データ	耐用年数 15 年
		荷役設備費用	6.96E-02	円/MJ	自社データ	耐用年数 15 年

	施設建設	電気・発電機設備費用	2.58E-01	円/MJ	自社データ	耐用年数 15 年
		タービン建屋費用	7.75E-02	円/MJ	自社データ	耐用年数 20 年
		ユーティリティ関連建屋費用	9.62E-02	円/MJ	自社データ	耐用年数 13 年
		燃料置き場・倉庫費用	3.98E-01	円/MJ	自社データ	耐用年数 13 年
	解体	解体作業（発電所施設床面積）	1.15E-06	m ² /MJ	自社データ	耐用年数 13 年
		解体作業（燃料倉庫施設床面積）	2.67E-06	m ² /MJ	自社データ	耐用年数 13 年
燃焼工程	資材投入	外部電力使用量	3.84E-04	kWh/MJ	自社データ	-
		工場用水使用量	7.58E-06	m ³ /MJ	自社データ	-
		上水使用量	1.05E-07	m ³ /MJ	自社データ	-
		炉砂 投入量	4.93E-04	kg/MJ	自社データ	-
		塩酸 投入量	3.29E-06	kg/MJ	自社データ	-
		苛性ソーダ 投入量	2.47E-06	kg/MJ	自社データ	-
		清缶剤 投入量	6.58E-09	kg/MJ	自社データ	-
		脱酸剤 投入量	9.87E-09	kg/MJ	自社データ	-
		pH調整剤 投入量	1.69E-07	kg/MJ	自社データ	-
		亜硫酸ソーダ 投入量	8.22E-09	kg/MJ	自社データ	-
	資材輸送	炉砂 輸送距離	4.93E-09	km/MJ	自社データ	-
		塩酸 輸送距離	9.21E-09	km/MJ	自社データ	-
		苛性ソーダ 輸送距離	9.21E-09	km/MJ	自社データ	-
		清缶剤 輸送距離	1.76E-08	km/MJ	自社データ	-
		脱酸剤 輸送距離	1.76E-08	km/MJ	自社データ	-
		pH調整剤 輸送距離	1.76E-08	km/MJ	自社データ	-
		亜硫酸ソーダ 輸送距離	1.76E-08	km/MJ	自社データ	-
	廃棄物の発生・処分	燃焼灰（飛灰）発生・処分量	7.70E-07	t/MJ	自社データ	-
		燃焼灰（炉底灰）発生・処分量	8.44E-07	t/MJ	自社データ	-
		燃え殻発生・処分量	3.99E-08	t/MJ	自社データ	-
	廃棄物の輸送	燃焼灰（飛灰）輸送距離	6.58E-11	km/MJ	自社データ	-
		燃焼灰（炉底灰）輸送距離	6.58E-11	km/MJ	自社データ	-
		燃え殻 輸送距離	9.87E-09	km/MJ	自社データ	-

	その他 管理等	メンテナンス	1.28E-01	円/MJ	自社データ	-
--	------------	--------	----------	------	-------	---

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階に属するプロセスはない。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) LCA の結果の評価

①対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 2-4 に示す。GHG 排出量 (CO₂換算) でみると、原料調達段階が全体の 65.6%を占めた。

別表 2-4 対象プロセスの LCA 算定結果 (一次エネルギー換算 1MJ あたり)

	工程	原材料調 達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
GHG (CO ₂ 換算)	排出量 (kg/MJ)	8.07E-03	4.24E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.23E-02
	割合	65.6%	34.4%	—	—	—	100%

②温室効果ガス排出削減効果の算定結果

本事業による GHG 排出量の削減率は 74.1%となった。

(5) 感度分析の実施

全体のライフサイクル CO₂ 排出量に与える影響が最も大きい工程として、原料調達段階のうちペレット加工が挙げられた。これを踏まえ、以下に示すとおり、ペレット加工に係る消費電力を全て再生可能エネルギーで賄うシナリオ (シナリオ 1) を設定した。また、燃料の木質ペレットと PKS の混焼率を変化させるシナリオ (シナリオ 2) を設定し、「全て木質ペレットとした場合」(ケース 1)、「全て PKS とした場合」(ケース 2)、「木質ペレットと PKS を半量ずつとした場合」(ケース 3) の 3 ケースについて感度分析を実施した。

感度分析の結果を以下に示す (別表 2-5)。

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）が標準ケースと比較し 35.7%減少し、オリジナルプロセスからの削減率は 83.3%となった。

標準ケース：対象プロセス（輸入元の国における系統電力の排出係数を使用）

○シナリオ2：燃料の混焼率（重量ベース）を変動させる

標準ケース：対象プロセス

ケース1（木質ペレット 100%）：温室効果ガス排出量（CO₂換算）が標準ケースと比較し 48.8%増加し、オリジナルプロセスからの削減率は 61.4%となった。

ケース2（PKS100%）：温室効果ガス排出量（CO₂換算）が標準ケースと比較し 44.1%減少し、オリジナルプロセスからの削減率は 85.5%となった。

ケース3（木質ペレット 50%、PKS50%）：温室効果ガス排出量（CO₂換算）が標準ケースと比較し 2.3%増加し、オリジナルプロセスからの削減率は 73.5%となった。

別表2-5 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ1：ペレット加工に係る消費電力を再エネとした場合	シナリオ2：発電における燃料の混焼率（重量ベース）を変動させた場合		
			ケース1	ケース2	ケース3
シナリオの概要	—	ペレット加工に再エネ電力を使用	木質ペレット 100%	PKS 100%	木質ペレット 50%、PKS 50%
温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ e/MJ)	1.23E-02	7.92E-03	1.83E-02	6.89E-03	1.26E-02
増減割合	—	-35.7%	48.8%	-44.1%	2.3%
オリジナルプロセスからの削減効果	74.1%	83.3%	61.4%	85.5%	73.5%

3. CASE 2 : パーム油を用いた発電事業

(1) 対象事業の概要

本事例は、東南アジアで栽培されたアブラヤシを原料にしたパーム油を輸入し、直接燃焼発電を行うと同時に、燃焼時に発生する排熱を回収し排熱回収発電も行う事業である。東南アジアでのパーム油の調達には現地会社が担っており、国内事業者はパーム油が日本の港へ到着後のプロセスへ主に関与している。なお、本事業で使用しているパーム油はすべて持続可能性認証である Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) 認証を取得した認証油である。さらには、加工プロセスに要するエネルギーの 80%以上を農業残さ等の再生可能エネルギーで賄い、搾油時に発生するパーム工場廃液 (POME: Palm Oil Mill Effluent) の一部を再利用する等、当該事業で用いるパーム油は、多くの環境に配慮した取組の下で生産されている。

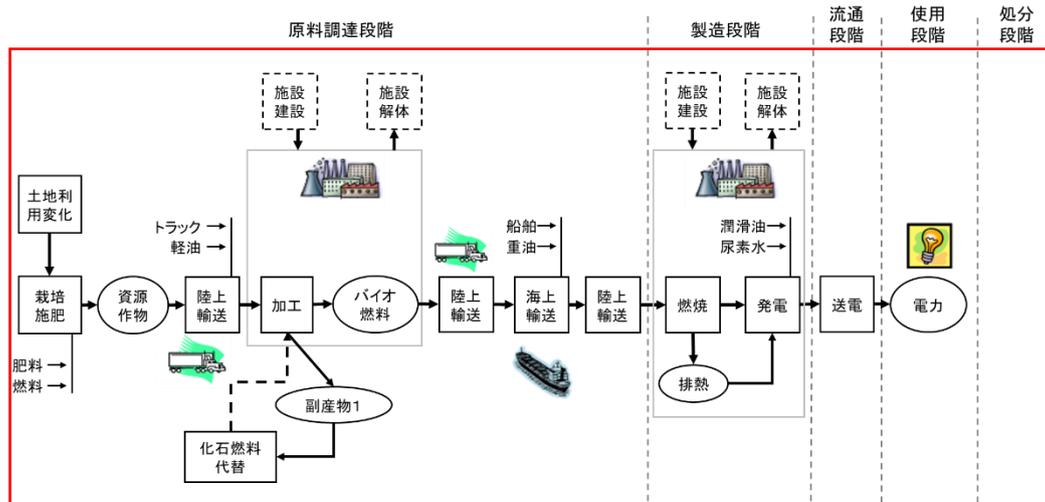
(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算 1MJ あたりのエネルギー生産」と設定した。

②対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図 3-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、本ガイドラインの考え方に沿って、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の 5 段階とした。



別図 3-1 対象プロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 3-1 に示す。

本事業で用いるパーム油については生産国における複数の農園から調達を行っていることから、同事業で用いているパーム油のみを対象とした、栽培時における肥料施肥量等、LCA の算定に必要な細かい活動量を把握することが困難であった。そのため、本試算ではパーム油の調達を担当する現地法人が作成する活動報告書を基に、パーム油生産国内で発生する排出源からの温室効果ガス排出量の推計を行った。なお、本事業で使用するパーム油は RSPO 認証油であることから土地利用変化は生じていないとした。

本試算においては、事業者へのヒアリングに基づき、重量按分法を用いて搾油時に発生するパーム油とパーム核油の間で温室効果ガス排出量を配分した（パーム油：パーム核油=22:5）。

事象者へのヒアリングに基づき、別表 3-2 に示した通り、各輸送工程における往路・復路の積荷実態を踏まえて復路分の排出量の算定要否を判断した。

別表 3-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考
栽培工程	原料栽培	農業機械からの排出量	7.05E-06	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	現地法人が作成する活動報告書より推計
		農薬に係る排出量	3.91E-03	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	
加工工程	原料加工	発電に係る排出量	9.88E-04	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	現地法人が作成する活動報告書より推計
		ボイラからの排出量	4.70E-03	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	
		重機器の使用に係る排出量	2.71E-04	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	
		その他機器の使用に係る排出量	2.82E-05	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	
		購入電力に係る排出量	1.72E-03	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	
		購入蒸気に係る排出量	1.37E-04	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	
		POME 処理に係る排出量	2.19E-02	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	
輸送工程	燃料輸送	国外輸送時における排出量（農園～港）	4.40E-04	kgCO ₂ eq/MJ	推計値	現地法人が作成する活動報告書より推計
		輸送距離	2.32E-06	km/MJ	二次データ	自社データを基にPortWorld ツールより計算
		輸送距離（港～発電所）	1.82E-08	km/MJ	自社データ	

別表3-2 輸送の実態に基づく復路の取扱い

輸送の種類・行程	往路・復路の積荷の実態 (事業者ヒアリングに基づく)	本試算での復路の取扱い
パーム油調達国内で発生する輸送	輸送実態については不明	現地法人が作成する活動報告書を基に輸送に係る排出量を推計
海上輸送	コンテナ船（2,546TEUまたは4,578TEU） 往路：パーム油を載せたコンテナは積載率100%、同コンテナ船に積まれているその他コンテナの状態は不明 復路：パーム油の運搬に使用したコンテナは積載率0%、同コンテナ船に積まれているその他コンテナの状態は不明	パーム油を運んだコンテナの有無にかかわらずコンテナ船による輸送が行われると考えられるため、算定・計上せず
港～発電所	トラック輸送（最大積載量13.1tトラック） 往路は積載率100%、復路は空荷	国土交通省「自動車燃費一覧」（2020年）の燃費を用いて算定・計上

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 3-3 に示す。

別表 3-3 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考
施設建設・解体	発電所設備	エンジン費用	2.35E-02	円/MJ	自社データ	使用期間：35年
		排熱回収発電費用	8.15E-03	円/MJ	自社データ	使用期間：35年
	発電所建設	発電所建設費用	3.45E-02	円/MJ	自社データ	各種装置を含む値 耐用年数：40年
	発電所施設解体	解体作業（施設面積）	3.04E-08	m ² /MJ	自社データ	
燃焼工程	資材投入	潤滑油 投入量	4.36E-08	t/MJ	自社データ	
		尿素水 投入量	1.62E-06	t/MJ	自社データ	
	資材輸送	潤滑油 輸送距離	1.71E-08	km/MJ	自社データ	
		尿素水 輸送距離	1.71E-08	km/MJ	自社データ	
	その他管理	メンテナンス費用	1.49E-01	円/MJ	自社データ	

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表 3-4 に示す。

別表 3-4 流通段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考
送電	送電設備建設	送電鉄塔建設費用	5.46E-04	円/MJ	自社データ	

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) LCA の結果の評価

①対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 3-5 に示す。GHG 排出量 (CO₂ 換算) でみると、原料調達段階が全体の 91.97%を占め、次いで製造段階が 8.02%となった。

別表 3-5 対象プロセスの LCA 算定結果（一次エネルギー換算 1MJ あたり）

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
GHG (CO ₂ 換算)	排出量 (kg/MJ)	3.85E-02	3.36E-03	1.79E-06	0.00E+00	0.00E+00	4.19E-02
	割合	91.97%	8.02%	0.00%	—	—	100%

②温室効果ガス削減効果の算定結果

本事業による GHG 排出量の削減率は 11.9%となった。

(5) 感度分析の実施

対象プロセスにおける全体のライフサイクル CO₂ 排出量に与える影響が最も大きい工程は、原料調達段階の「POME 処理に係る排出量」であることが明らかとなった。本事業において東南アジアでパーム油の調達を行っている現地法人は、POME 再利用率を 2030 年までに 40%まで向上させることを目標にしていることから、POME 再利用率 40%目標を達成した場合のシナリオ（シナリオ 1）を設定し、感度分析を実施した。また配分を重量按分ではなく熱量按分で行うシナリオ（シナリオ 2）、市場価値で按分を行うシナリオ（シナリオ 3）についても感度分析を実施した。

感度分析の結果を以下に示す（別表 3-6）。

○シナリオ 1

温室効果ガス排出量（CO₂換算）が標準ケースと比較し、16.21%減少した。

○シナリオ 2

温室効果ガス排出量（CO₂換算）が標準ケースと比較し、0.01%増加した。

○シナリオ 3

温室効果ガス排出量（CO₂換算）が標準ケースと比較し、3.21%減少した。

別表 3-6 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3
シナリオ概要	—	POME 再利用率が 40%	配分方法に熱量按分法を適用 ¹⁾	配分方法に市場価値按分法を適用 ²⁾
温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ eq/MJ)	4.19E-02	3.51E-02	4.19E-02	4.05E-02
増減割合	—	-16.2%	0.01%	-3.21%
オリジナルプロセスからの削減効果	11.9%	26.2%	11.9%	14.7%

1) CPO の低位発熱量を 37.02 MJ/kg（自社データ）、PKO の低位発熱量を EU RED II より 37 MJ/kg として按分した。

2) Malaysian Palm Oil Board が公表している 2019 年の CPO と PKO の平均価格を基に按分した。

4. CASE 3：資源作物から発生する残さを用いた発電事業と炭素回収・貯留事業

(1) 対象事業の概要

本事業は、東南アジアから調達する PKS を直接燃焼することで発電を行い、燃焼時に発生する CO₂ を炭素回収技術によって回収し、海底への貯留（CCS）を行うものである。対象プロセスとしては PKS の直接燃焼による電力製造とし、CCS については、本ガイドラインの考え方に従い、対象プロセスにおける温室効果ガス排出削減活動として考慮した。

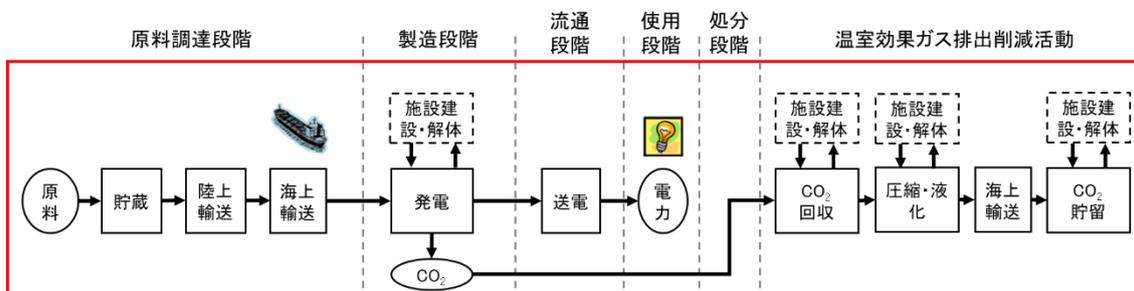
(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算 1MJ あたりのエネルギー生産」と設定した。

②対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図 4-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」、「温室効果ガス排出削減活動」の 6 段階とした。



別図 4-1 対象プロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 4-1 に示す。

事象者へのヒアリングに基づき、別表 4-2 に示した通り、各輸送工程における往路・復路の積荷実態を踏まえて復路分の排出量の算定要否を判断した。

別表 4-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考
輸送工程	燃料輸送	輸送距離（搾油工場～ストックヤード）	6.46E-10	km/MJ	自社データ	バイオディーゼル使用
加工工程	燃料保管場所建設	ストックヤード建築費用	3.45E-04	円/MJ	自社データ	概算値、耐用年数30年
	燃料保管場所解体	解体作業（施設面積）	3.88E-07	m ² /MJ	自社データ	耐用年数30年
輸送工程	燃料輸送	輸送距離（ストックヤード～港）	3.88E-08	km/MJ	自社データ	
		海上輸送距離	1.81E-06	km/MJ	自社データ	
		輸送距離（港～発電所）	3.88E-10	km/MJ	自社データ	

別表4-2 輸送の実態に基づく復路の取扱い

輸送の種類・行程	往路・復路の積荷の実態 (事業者ヒアリングに基づく)	本試算での復路の取扱い
発生地点～ストックヤード、ストックヤード～港	トラック輸送（10tトラック） 燃料にバイオディーゼルを使用 往路は積載率 100%、復路は空荷	環境省「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック（C.輸送機器用）」よりバイオディーゼル燃料の燃費を設定し、算定・計上
海上輸送	10,000t 船舶 往路：PKS で 50~100%を占める。他の貨物も同時に運搬されることもある。 復路：日本出港時は積載率 0%、途中で貨物を載せ、最終的に積載率 50~100%になることが多い。	復路時に発生する温室効果ガス排出量の 75%は他の貨物の責任と考え、残りの 25%を PKS のシステム境界内とし、算定・計上
港～発電所	トラック輸送（10tトラック） 往路は積載率 100%、復路は空荷	積載率 0%の場合の排出原単位を用いて算定・計上

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 4-3 に示す。

別表 4-3 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考
施設建設・解体	発電所建設	発電所建設費用	1.72E-01	円/MJ	自社データ	各種装置を含む、耐用年数30年
	発電所施設解体	解体作業（施設面積）	5.60E-06	m ² /MJ	自社データ	耐用年数30年
燃焼工程	資材投入	工業用水投入量	3.13E-04	m ³ /MJ	自社データ	
		炉砂投入量	1.42E-06	t/MJ	自社データ	
		塩酸投入量	4.65E-05	kg/MJ	自社データ	
	資材輸送	炉砂輸送距離	3.62E-08	km/MJ	自社データ	
		塩酸輸送距離	3.88E-09	km/MJ	自社データ	
	廃棄物の発生・処分	焼却灰発生・処分量	1.50E-06	t/MJ	自社データ	
		燃え殻発生・処分量	1.42E-06	t/MJ	自社データ	
	廃棄物輸送	焼却灰・燃え殻輸送距離	4.13E-08	km/MJ	自社データ	
	その他管理等	メンテナンス費用	6.46E-02	円/MJ	自社データ	

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階に属するプロセスはない。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(カ) 温室効果ガス排出削減活動におけるプロセスデータ

温室効果ガス排出削減活動におけるプロセスデータを別表 4-4 に示す。

別表 4-4 温室効果ガス排出削減活動におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	備考
温室効果ガス排出削減活動	吸収再生塔建設	鉄鋼（吸収塔・回収塔）投入量	1.72E-09	t/MJ	自社データ	耐用年数30年
		鉄鋼（パイプその他）投入量	4.31E-09	m ² /MJ	自社データ	耐用年数30年
		コンクリート投入量	2.15E-03	m ³ /MJ	自社データ	耐用年数30年
	吸収再生施設解体	解体作業（施設面積）	1.03E-06	m ² /MJ	自社データ	耐用年数30年
	資材投入	電力消費	2.67E-04	kWh/MJ	自社データ	
		MEA 投入量	1.79E-04	kg/MJ	自社データ	
		NaOH 投入量	7.23E-05	kg/MJ	自社データ	
	資材輸送	MEA 輸送距離	3.10E-07	km/MJ	自社データ	
		NaOH 輸送距離	3.88E-09	km/MJ	自社データ	
	廃棄物の発生・処分	MEA 廃棄物 発生・処分量	2.26E-04	kg/MJ	自社データ	
	廃棄物輸送	廃棄物 輸送距離	4.13E-08	km/MJ	自社データ	
	資材投入	電力消費	8.26E-03	kWh/MJ	自社データ	
	漏洩	CO ₂ 漏洩量	0.00E+00	tCO ₂ /MJ	自社データ	
	CO ₂ 輸送	海上輸送距離	1.51E-07	km/MJ	自社データ	
	資材投入	A重油 投入量	2.29E-04	L/MJ	自社データ	

(4) LCA の結果の評価

①対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 4-5 に示す。GHG 排出量 (CO₂換算) でみると、温室効果ガス排出削減活動の効果により、ライフサイクルで-4.65E-02 kgCO₂/MJ のネガティブエミッションとなった。温室効果ガス排出削減活動を考慮しない場合、製造段階が全体の 57.79%を占め、次いで原料調達段階が 47.21%となった。

別表 4-5 対象プロセスの LCA 算定結果（一次エネルギー換算 1MJ あたり）

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通～処分段階	温室効果ガス排出削減活動	合計
GHG (CO ₂ 換算)	排出量 (kg/MJ)	3.94E-03	4.41E-03	0.00E+00	-5.49E-02	-4.65E-02
	割合	47.21%	52.79%	—	—	—

(注) 割合は CCS を含まない場合の割合を示す。

②温室効果ガス削減効果の算定結果

GHG 削減効果の算定結果、本事業による GHG 排出量の削減率は 197.9%となった。

(5) 感度分析の実施

本事業では、CCS による CO₂回収が LCA に与える影響が非常に大きいことから、CCS を行わないシナリオ（シナリオ1）を設定し、感度分析を行った。感度分析の結果を以下に示す。

○シナリオ1

ネガティブエミッションであった標準ケースの温室効果ガス排出量（CO₂換算）が 8.35E-03 kgCO₂eq/MJ の排出となり、この場合のオリジナルプロセスからの削減効果は 82.4%となった。