

地中熱利用システムの温室効果ガス
排出削減効果に関するLCAガイドライン

Ver.1.0

平成24年3月

環 境 省

地中熱利用システムの温室効果ガス排出削減効果に関する LCA ガイドライン

目 次

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. はじめに | 1 |
| 2. 用語の解説 | 2 |
| 3. 本ガイドラインにおける基本的事項 | 5 |
| 3.1 対象とする地中熱利用システム | 5 |
| 3.2 LCA 実施主体 | 6 |
| 3.3 LCA 実施フロー | 7 |
| 4. LCA 実施の目的と調査範囲の設定 | 8 |
| 4.1 算定事業モデルと LCA 実施の目的の設定 | 8 |
| 4.2 機能単位の設定 | 9 |
| 4.3 対象影響領域の設定 | 10 |
| 4.4 プロセスフローとシステム境界の明確化 | 11 |
| 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 | 13 |
| 5. 活動量データの収集・設定 | 18 |
| 5.1 活動量データの収集 | 18 |
| 5.1.1 原料調達段階 | 21 |
| 5.1.2 製造段階 | 23 |
| 5.1.3 流通段階 | 24 |
| 5.1.4 使用段階 | 25 |
| 5.1.5 処分段階 | 27 |
| 5.2 収集データの精度・カットオフ基準・配分の考え方 | 28 |
| 5.2.1 収集データの精度 | 28 |
| 5.2.2 カットオフ基準の考え方 | 28 |
| 5.2.3 配分（アロケーション）の方法 | 29 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 6. 温室効果ガス排出原単位データの収集・設定 | 31 |
| 6.1 地球温暖化対策推進法に基づく排出係数の利用 | 31 |
| 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 | 32 |
| 6.2.1 LCI データ利用の優先順位 | 32 |
| 6.2.2 活用可能な LCI データベース | 34 |
| 7. 温室効果ガス排出量の評価 | 41 |
| 7.1 温室効果ガス排出量の算定 | 41 |
| 7.2 感度分析の実施 | 42 |
| 7.3 温室効果ガス排出削減効果の評価 | 43 |
| 8. 本ガイドラインにおけるレビュー | 44 |

1. はじめに

2020年温室効果ガス排出量25%削減（1990年比）の達成に向けて、再生可能エネルギーの1次エネルギー供給量に占める割合を2020年までに10%とするためには、再生可能エネルギーの導入を強力に推進する必要がある。また、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。

しかし、再生可能エネルギーの導入による温室効果ガス排出量の削減については、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）を導入することが重要である。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）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実施することとされている。

こうした中、我が国においては、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」（以下「バイオ燃料LCAガイドライン」という。）を取りまとめ、公表している。

地中熱利用システムのLCAに関しては、基本的なLCAの実施方法等はバイオ燃料と比べてそれほど異なるものではないが、機能単位の設定方法やシステム境界の取り方などに特徴がある。そのため、環境省では地中熱利用システムのためのLCAガイドラインを策定した。

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）

○オリジナルプロセス

地中熱利用システムが代替していると考えられる、既存の熱源システム（空気熱源ヒートポンプ、ボイラ等）に関する原料調達～製造～流通～使用～処分の一連のプロセスを指す。

○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が削減対象の温室効果ガスと定められている。

○活動量データ

製品を製造する過程で投入する、物又はエネルギーの量的データを指す。原料調達段階における設備資材（ヒートポンプ、バッファタンク、配管等）の投入量、製造段階における建設資材（軽油、水、1号珪砂等）の投入量、使用段階の電力消費量などがこれに当たる。

○カットオフ基準

LCAの算定において、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、それ以下であれば算定を行わなくてもよい一定の基準をいう。

○機能単位

評価する製品の機能や性能を一定の数値単位で表現したもの。製品の温室効果ガス排出量を表す基準となる単位を指す。例えば自動車であれば、「20万kmの走行」が機能単位の一例として挙げられる。

○システム境界

LCAの対象とする製品システムと、環境又は他の製品システムとの境界をいう。特に、LCI分析においては、分析の対象範囲を指す。

○配分（アロケーション）

データを収集する最小単位の生産工程においても複数の製品が作られたり、副製品が生成されたりする場合に、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。

○OLCA (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。

OLCI 分析

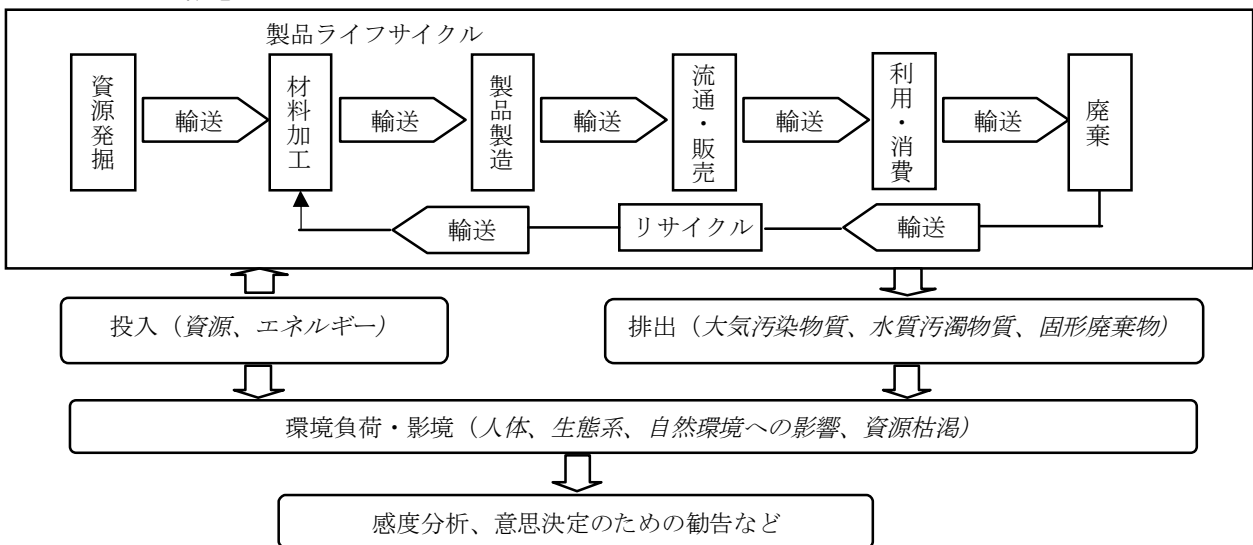
LCA 対象となる商品又はサービスに関して、投入される資源やエネルギー（インプット）、及び生産又は排出される製品・排出物（アウトプット）のデータを収集・算出し、環境負荷項目に関する入出力明細表を作成すること。

(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、製品やサービスなどにかかわる、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など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など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。

<LCA の概念>



<ISO-LCA の枠組み>

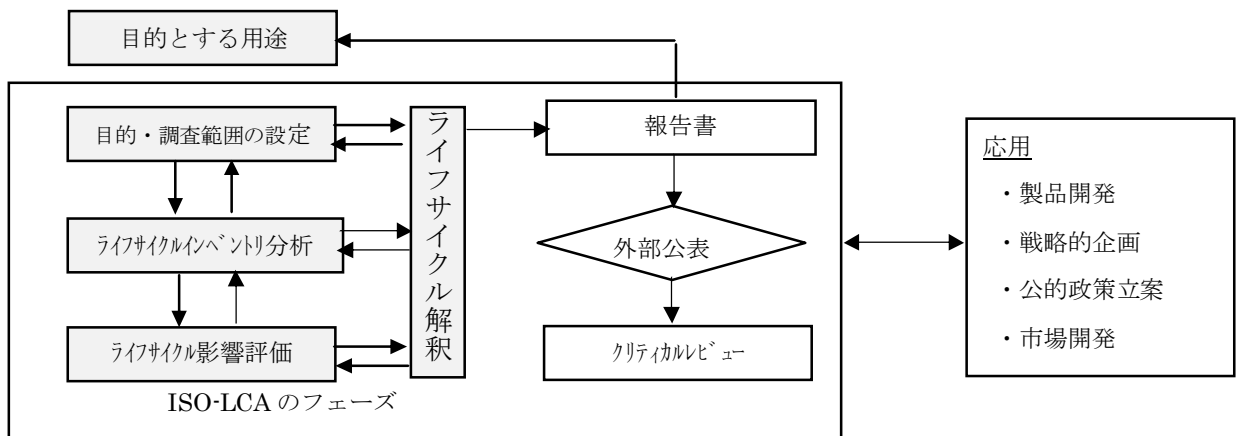


図 2-1 LCA の概念と ISO-LCA の枠組み

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. 本ガイドラインにおける基本的事項

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) 対象とする地中熱利用システム
- (2) LCA 実施主体
- (3) LCA 実施フロー

3.1 対象とする地中熱利用システム

地中熱利用システムには多様な要素技術があるが、基本的に以下の①～③のいずれかに分類されると考えられる。本ガイドラインでは、地中熱利用システムをこれら3種類に分類し、解説する。

- ①水循環・ヒートパイプ・地中熱ヒートポンプ
- ②熱伝導
- ③空気循環

【解説・注釈】

- ・ 「①水循環・ヒートパイプ・地中熱ヒートポンプ」と「②熱伝導」、「③空気循環」では、4.4で後述するように、システム境界の考え方等が異なる。
- ・ 地中熱利用システムの要素技術とその機能との対応関係を表3-1に示す。

表3-1 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。 | ○ | × | × |

3.2 LCA 実施主体

LCA 実施者としては以下のいずれかを想定している。

- ・ 地中熱利用システムの製造・販売事業者
- ・ 地中熱利用システムの導入者（事業者）

【解説・注釈】

- ・ LCA の実施者は、LCA の観点から事業の改善計画などを立案・実行できる者であることが望ましい。
- ・ 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、設備更新前の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 LCA 実施フロー

地中熱利用システムの LCA に関する標準的な実施フローを図 3-1 に示す。

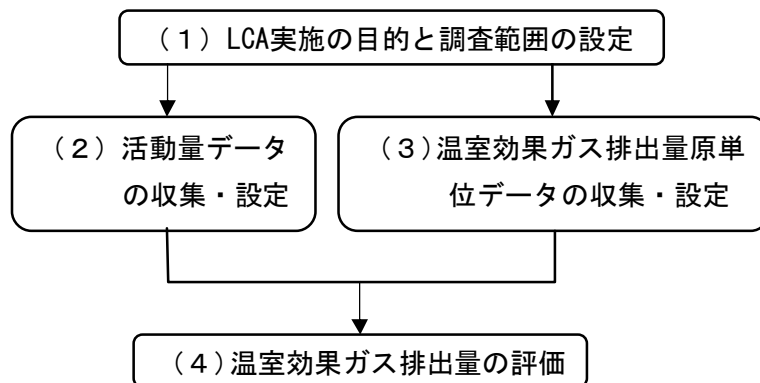


図 3-1 地中熱利用システムの LCA 実施フロー

【解説・注釈】

- ・実施フローを明確化することにより算定結果の妥当性を検証することができるようにする。

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の実施者は、LCAの対象とする地中熱利用システムを明確化するとともに、LCA実施の目的を設定する。

【解説・注釈】

- ・実証段階にある事業についても LCA は有効と考えられるが、将来的な事業化を念頭に算定することが一般的と考えられる。
- ・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 など
 - (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 など
 - (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 など

4.2 機能単位の設定

地中熱利用システムの LCA に関する機能単位は、「1年間の熱利用」とし、対象事業ごとに「地域」、「熱利用の対象となる延床面積」、「建物用途」を特定し、明記することとする。

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」)

【解説・注釈】

- 機能単位の設定に関しては、ISO14040 では以下のように規定されており、LCA 実施者は、調査範囲を設定する際には、製品の機能(性能特性)の仕様を明確にしなければならず、その機能単位は明確に定義され、計量可能でなければならない。

「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。」

- 上記の ISO14040 の規定を踏まえれば、地中熱利用システムについては機能単位を「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 を実施可能な地中熱利用システム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」という地中熱利用システムの特性を踏まえ、地域や延床面積、建物用途等の条件を付記した「1年間の熱利用」を機能単位とする。
- 「空気循環」の場合、「熱利用」以外にも「換気」機能を有するが、これについては現時点で知見が集積されておらず、今後更なる検討を進める必要があるため、本版では機能単位に含めないこととする。すなわち、「空気循環に当たって投入された資源、エネルギーがすべて熱利用のために使用された」と仮定することになるため、「空気循環」による温室効果ガス排出削減効果は過小評価となる可能性がある点に注意が必要である。

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、京都議定書で対象とされている 6 種類のガス（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]）とする。

また、GWP は、IPCC 第 2 次報告書に記載された数値（例 メタンガス：21）を使用する。

※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

【解説・注釈】

- ・本ガイドラインでは、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、特性化係数（100 年係数）を用いる。
- ・IPCC 第 4 次報告書では第 2 次報告書の GWP とは若干異なる値となっているが、京都議定書では第 2 次報告書の特性化係数が前提となっているため、ここでは第 2 次報告書の係数を使用することとした（表 4-1）。なお、国際的な枠組みにおける設定条件の変更等があった場合には係数を見直すことになる。

表 4-1 地球温暖化に関する特性化係数（GWP）

| 温室効果ガス | 第 2 次報告書 | 第 4 次報告書 | | |
|---------------------------|----------|----------|---------|---------|
| | 100 年係数 | 20 年係数 | 100 年係数 | 500 年係数 |
| 二酸化炭素 (CO ₂) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| メタン (CH ₄) | 21 | 72 | 25 | 7.6 |
| 亜酸化窒素 (N ₂ O) | 310 | 289 | 298 | 153 |
| HFC-23 | 11,700 | 12,000 | 14,800 | 12,200 |
| HFC-32 | 650 | 2,330 | 675 | 205 |
| HFC-125 | 2,800 | 6,350 | 3,500 | 1,100 |
| HFC-134a | 1,300 | 3,830 | 1,430 | 435 |
| HFC-143a | 3,800 | 5,890 | 4,470 | 1,590 |
| HFC-152a | 140 | 437 | 124 | 38 |
| HFC-227ea | 2,900 | 5,310 | 3,220 | 1,040 |
| HFC-236fa | 6,300 | 8,100 | 9,810 | 7,660 |
| HFC-43-10mee | 1,300 | 4,140 | 1,640 | 500 |
| 六フッ化硫黄 (SF ₆) | 23,900 | 16,300 | 22,800 | 32,600 |
| ・・・ | ・・ | ・・ | ・・ | ・・ |

出典：IPCC 第 4 次報告書

4.4 プロセスフローとシステム境界の明確化

LCAの実施者は、対象とする地中熱利用システム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。

システム境界については、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の全ての段階を原則、システム境界内に含めることとする（5.2.2に示すカットオフ基準に基づき、プロセスの一部をカットオフする場合を除く。）。

なお、「熱伝導」や「空気循環」など、地中熱利用システムを補助熱源として用いる場合には、原則としてシステム拡張を行い、主となる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は、5.2.3に示す方法により配分を行うものとする。

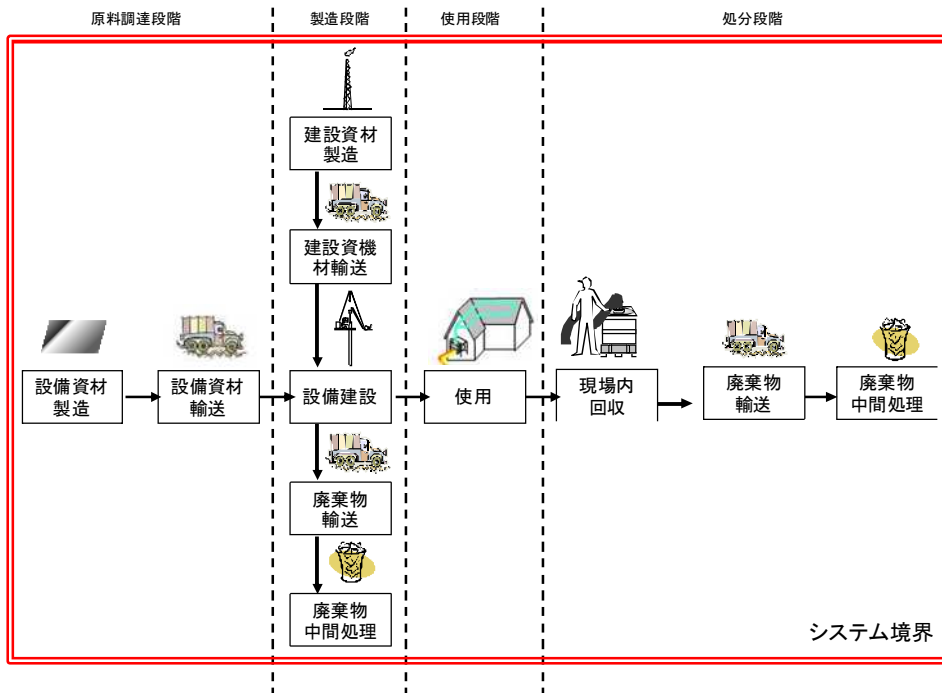
【解説・注釈】

- ・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ことが必要になる。

「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。」

- ・地中熱利用システムの場合、使用するエネルギーを環境中から取得するため、バイオ燃料のLCAガイドラインと異なり、「使用するエネルギー」側からの視点で原料調達～製造～流通～使用～処分というプロセスフローを設定することができない。
- ・そのため、環境中から地中熱を取り出す「設備」側の視点から、プロセスフローを明確化する。それに伴って、バイオ燃料LCAガイドラインと異なり、「設備建設工程」をシステム境界内に含める必要がある（5.2.2に示すカットオフ基準に基づき、カットオフする場合を除く。）。
- ・「空気循環」の場合、「熱利用」以外にも「換気」機能を有するが、これについては現時点で知見が集積されておらず、今後更なる検討を進める必要があるため、本版では換気システム等をシステム境界内に含めないこととする。
- ・地中熱は地産地消型エネルギーであるため、ほとんどの場合で「流通段階」での温室効果ガス排出はない。
- ・プロセスフローとシステム境界の設定例を図4-1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

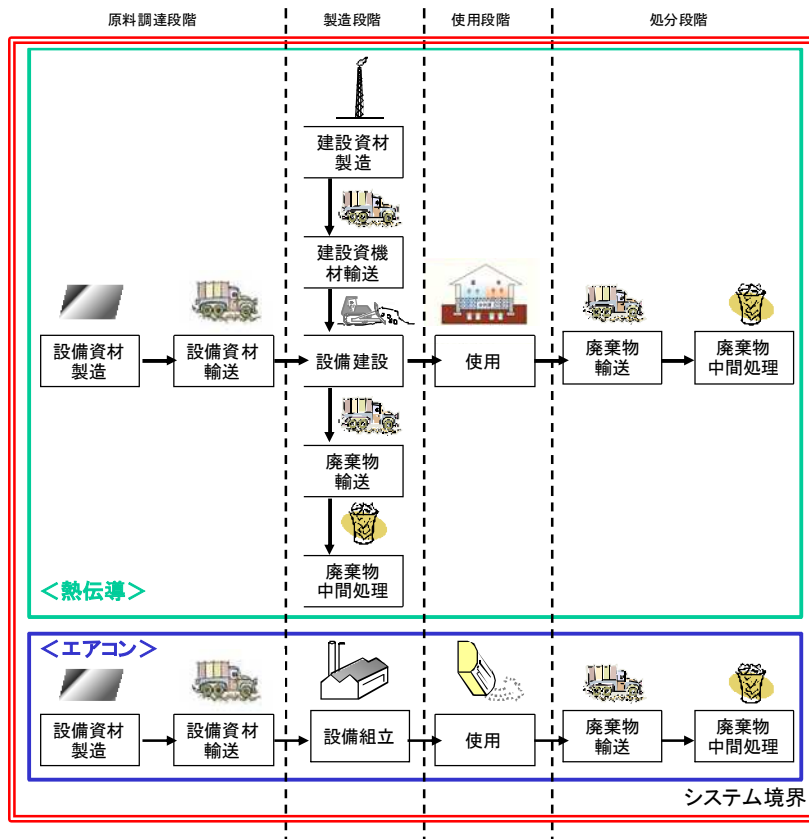


図 4-1 プロセスフローとシステム境界の設定例

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、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。

- (1) 「地域」、「熱利用の対象となる延床面積」、「建物用途」を考慮した、1990年時点での熱源として想定される、標準的な熱源機器
- (2) 熱源機器の切り替えを行う場合、切り替え前の熱源機器
- (3) 新築の場合、「地域」、「熱利用の対象となる延床面積」、「建物用途」を考慮した、地中熱利用システム導入時点における標準的な熱源機器

・上記(1)～(3)のどれを採用するかについては、4.1 で設定した 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(2)の考え方にに基づき、オリジナルプロセスを熱源機器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「地中熱利用システム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(3)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 4-2 に示す。

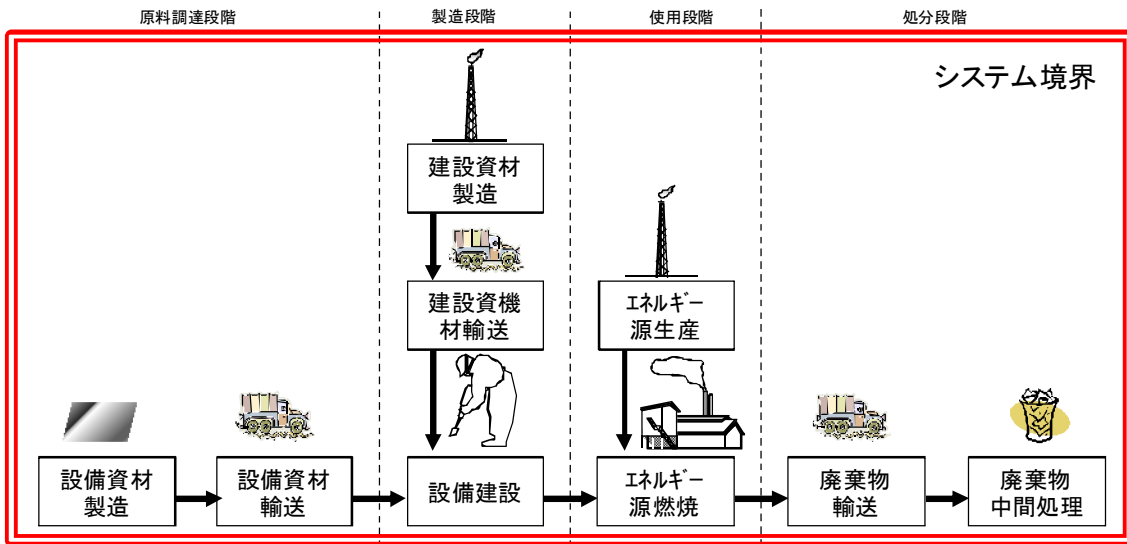
表 4-2 比較対象とするオリジナルプロセスの設定例

| 地中熱利用システムの機能 | オリジナルプロセス (例) |
|--------------|--|
| 冷暖房 | (家庭用) エアコン、石油ストーブ (業務用) A 重油ボイラ、空冷式ヒートポンプ、ガス冷温水機 |
| 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 重油ボイラ、空冷式ヒートポンプ |
| 融雪 | 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 |

※自然冷媒ヒートポンプ給湯機は 1990 年時点では上市されていないため、上記(1)の考え方を採用してオリジナルプロセスを設定する場合には適切でない。

- ・地中熱利用システムが「空気循環」の場合、対象プロセスと機能を同一にするため、本版では換気システム等をシステム境界内に含めないこととする。
- ・上記の例1、例2の場合のプロセスフローとシステム境界の設定例を図4-2に示す。

例1：A重油ボイラの場合



例2：石油ストーブの場合

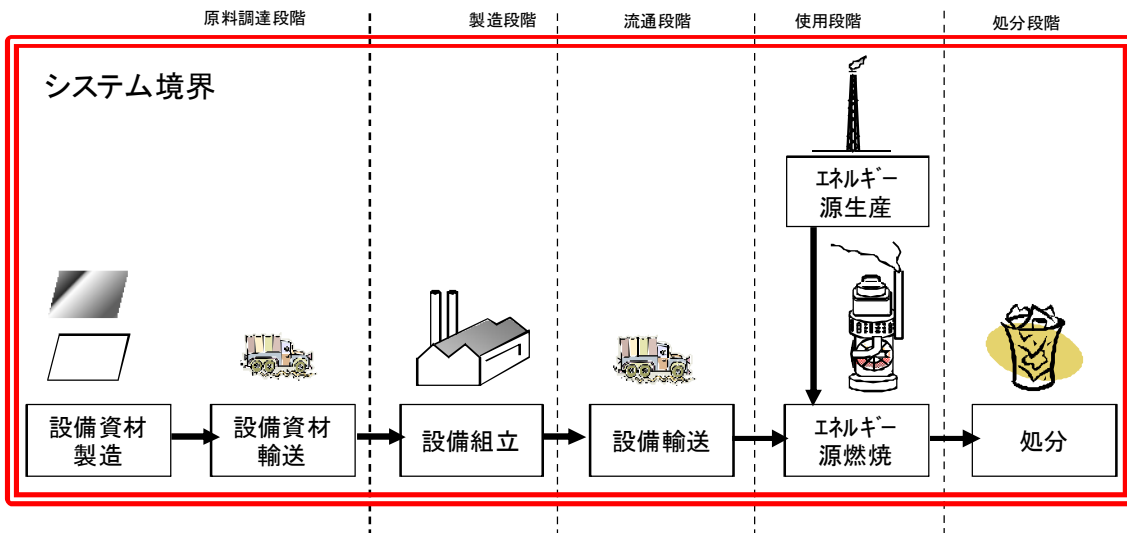
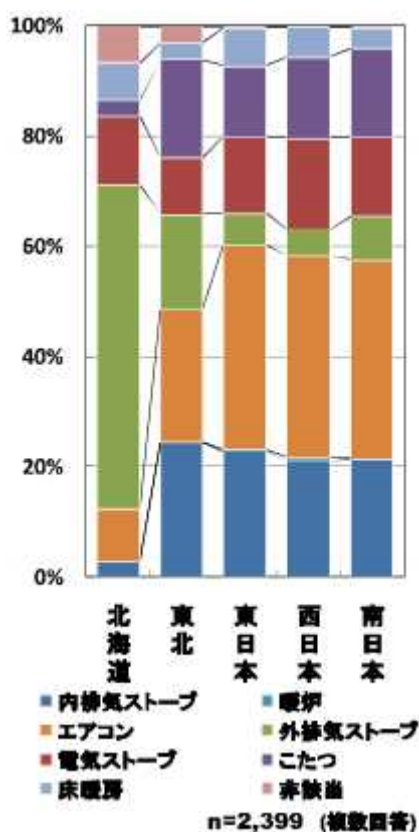


図4-2 比較対象とするオリジナルプロセスのプロセスフローの設定例

- ・地域別の暖房器具の使用状況については、(独)製品評価技術基盤機構化学物質管理センター「NITE 化学物質管理センター成果発表会 2010 ポスターセッション資料：室内暴露評価にかかわる生活・行動パターンの調査と解析」

(http://www.safe.nite.go.jp/seika2010/pdf/poster/2010_shitsunaibakuro.pdf) において、インターネットを利用したアンケート調査結果があり、これを参考にすることもできる。ただし、本調査結果は暫定データであり、今後確報データが公表された場合には、そちらを参照すること。



出典：(独)製品評価技術基盤機構化学物質管理センター
「NITE 化学物質管理センター成果発表会 2010
ポスターセッション資料：
室内暴露評価にかかわる生活・行動パターンの調査と解析」
http://www.safe.nite.go.jp/seika2010/pdf/poster/2010_shitsunaibakuro.pdf

図 4-3 地域別の暖房器具の使用割合

- ・上記のほか、三菱電機（株）による地域別の家庭で使用する暖房機器に関する調査結果（7地域各100名、計700名に対するインターネット・アンケート）も参考にすることができる。

表 4-3 各地域別の家庭で使用する暖房機器（複数回答）

| 暖房種類／地域 | 北海道 東北 | 関 東 | 中 部 | 近 畿 | 中 国 | 四 国 | 沖 縄 九 州 | 合 計 |
|-----------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|------|
| エアコン | 21 | 83 | 62 | 80 | 72 | 82 | 74 | 474 |
| 石油ファンヒーター | 58 | 35 | 58 | 41 | 70 | 57 | 48 | 367 |
| ホットカーペット | 19 | 44 | 46 | 49 | 44 | 58 | 50 | 310 |
| こたつ | 23 | 34 | 35 | 39 | 50 | 54 | 30 | 265 |
| 石油ストーブ | 51 | 14 | 30 | 21 | 24 | 28 | 35 | 203 |
| ハロゲンヒーター | 11 | 19 | 19 | 17 | 24 | 21 | 21 | 132 |
| 電気ストーブ | 15 | 14 | 13 | 23 | 17 | 29 | 16 | 127 |
| 電気ファンヒーター | 7 | 9 | 15 | 16 | 11 | 10 | 11 | 79 |
| ガスファンヒーター | 4 | 15 | 9 | 28 | 4 | 2 | 4 | 66 |
| その他 | 11 | 10 | 11 | 3 | 5 | 5 | 3 | 48 |
| パネルヒーター | 19 | 8 | 3 | 5 | 2 | 8 | 2 | 47 |
| 床暖房 | 7 | 9 | 5 | 6 | 2 | 2 | 3 | 34 |
| 使っていない | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 合計 | 246 | 294 | 306 | 328 | 325 | 356 | 299 | 2154 |

出典：「三菱エアコン霧ヶ峰 エアコン暖房主婦調査」（平成17年9月）

http://www.mitsubishielectric.co.jp/home/kirigamine/08corporation/report/vol01_01.html#r01

- ・1990年時点の標準的な熱源機器については、「ヒートポンプ・蓄熱システムデータブック 2011」（(財) ヒートポンプ・蓄熱センター、平成23年3月）

(<http://www.hptci.or.jp/material/handbook/>)において、家庭部門及び業務・産業部門の国内出荷台数のデータがあり、これを参考にすることもできる。ただし、本来オリジナルプロセスは、熱源機器の「設置台数」等（ストック）を基に設定すべきであるのに対し、下記データは「出荷台数」（フロー）であることに留意すること。

表 4-3 1990年時点の熱源機器の国内出荷台数

| 分類 | 熱源機器種類 | 国内出荷台数（1990年度）（台） | |
|---------|--------|-------------------|-----------|
| 家庭部門 | エアコン | カーエアコン | 6,316,518 |
| | | ルームエアコン | 6,590,422 |
| | 暖房機器 | 電気ストーブ | 2,546,962 |
| | | ガスストーブ | 542,867 |
| | | ガス温風暖房機 | 155,746 |
| | | ガス温水給湯暖房機 | 52,280 |
| | | 石油ストーブ | 7,944,970 |
| | | 石油温風暖房機 | 426,879 |
| | | エアコン（冷房専用を除く） | 4,893,911 |
| | 給湯機器 | 電気温水器 | 256,892 |
| | | ガス湯沸器 | 3,642,693 |
| | | ガス風呂がま | 1,611,753 |
| | | 石油給湯器 | 687,248 |
| 太陽熱温水器 | | 165,311 | |
| 業務・産業部門 | 空調機器 | パッケージエアコン | 1,002,068 |
| | | チリングユニット | 14,739 |
| | 給湯機器 | 油だき温水ボイラ | 38,997 |
| | | 真空・無圧式温水発生機（油だき） | 6,029 |
| | | 真空・無圧式温水発生機（ガスだき） | 2,616 |

※「油だき温水ボイラ(業務用)」の能力は、30,001kcal/h 以上

※真空・無圧式温水発生機(油だき)、真空・無圧式温水発生機(ガスだき)は、定格出力が 46.5kW 以上

※業務用で使用されている燃焼式小型給湯器は、ここでは計上していない。

出典：「ヒートポンプ・蓄熱システムデータブック 2011」

((財) ヒートポンプ・蓄熱センター、平成23年3月)

<http://www.hptci.or.jp/material/handbook/>

- ・バイオ燃料 LCA ガイドラインでは、比較対象とするオリジナルプロセスを一律に「化石燃料由来の輸送用燃料（ガソリン、軽油、天然ガス）」としていた。しかし、地中熱利用システムの機能である「冷暖房」、「給湯」、「融雪」には多様な設備機器が用いられ、どれが適切であるかも、地域、建物用途、延床面積、時点等によって異なる。そのため、LCA の実施目的に合わせて設定することとした。

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。

【解説・注釈】

・活動量データの収集例を表 5-1～5-4 に示す。

表 5-1 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 5-2 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 |
| | 建設資機材輸送 | 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 |
| 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 | 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 5-3 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 |

| 段階 | 小プロセス | 品名 | 数量 | 単位 |
|----|---------|----------|----|------|
| | | 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 5-4 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 |

- ・ 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。

例) 重量ベースの原単位データしか得られない品目

→ 活動量データも重量ベースで収集する必要

価格ベースの原単位データしか得られない品目

→ 活動量データも価格ベースで収集する必要

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
- ・設備資材輸送は事業の計画や実情を踏まえて、片道分か往復分のいずれかを考慮する。
- ・輸送設備（トラック、トレーラー、タンカーなど）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

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

- ・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。なお、7.3に後述するとおり、温室効果ガス削減効果を製品カタログ等に表示する場合には、設定した想定使用年数を付記する必要がある。
 - 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。
- ・法定耐用年数の例を表5-2に示す。ただし、表5-2に示した法定耐用年数は平成24年3月時点のものであり、引用に当たっては最新の情報を確認する必要がある。

表5-5 地中熱利用システムに関連した法定耐用年数の例（平成24年3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・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 | | |

| 区分 | 設備資材 | 法定耐用年数 | 出典 | | | | | | |
|----|---|--------|--|--------------------------------|-----|---|---------------|--------|---|
| | 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、通風又はボイラ設備-冷暖房設備(冷凍機の出力が22kW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、通風又はボイラ設備-その他のもの | | | | | | |
| | 水中ポンプ 配管材料 継手 電動三方弁 熱源水槽 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 | 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 | | | | | | |
| | | | | 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」建物付属設備 -冷房、暖房、通風又はボイラ設備-その他のもの | | | |
| | | | | | | | 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 路面-アスファルト敷のもの |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | オリジナル プロセス | A重油ボイラ | 15年 |
| | | | | 電気ロートヒータリング (電熱線式) | 15年 | 「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物付属設備 -電気設備-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」建物付属設備 -冷房設備-その他のもの | | | |
| | | | | 水冷式ヒートポンプ | | | | | |
| | | | | 冷温水一次ポンプ | 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 | | | |
| | | | | 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 路面-アスファルト敷のもの | | | | | | |

- ・「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（例：不凍液、道路融雪設備建設時のコンクリート）については考慮する必要がある。
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスの例としては、以下のようなものが考えられる（あくまで一例であり、算定事業ごとに個別に判断すること）。
 - 例1) 水循環（オープンループ）： 井戸ケーシング・配管材料・アスファルト舗装混合材の製造、アスファルト舗装混合材の輸送など
 - 例2) ヒートポンプ（クローズドループ）： ヒートポンプ・室内機・不凍液の製造など
 - 例3) ヒートポンプ（オープンループ）： ヒートポンプの製造など
- ・設備資機材輸送は、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など、事業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。

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当たっては、以下の5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) 設備建設
 - (4) 廃棄物輸送
 - (5) 廃棄物中間処理
- ・比較対象とするオリジナルプロセスが家庭用の設備機器（エアコン、石油ストーブ、エコキュート等）である場合は、設備機器を使用する現場ではなく、加工工場で組み立てが行われるため、以下の3プロセスを対象とする。
 - (1) 設備組立
 - (2) 廃棄物輸送
 - (3) 廃棄物中間処理
- ・ただし、建設機材の製造時・廃棄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、原料調達段階と同様の方法により補正する。
- ・「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（例：掘削機の輸送、泥水の中間処理）については考慮する必要がある。
- ・ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスの例としては、以下のようなものが考えられる（以下はあくまで一例であり、算定事業ごとに個別に判断すること）。
 - 例1) 水循環（オープンループ）： 設備建設工程（軽油の使用）、泥水の中間処理など
 - 例2) ヒートポンプ（クローズドループ）： 掘削機の輸送、設備建設工程（軽油の使用）など

5.1.3 流通段階

- 地中熱利用システムの流通段階における温室効果ガス排出量は、原則として考慮しなくてよい。
- ただし、比較対象とするオリジナルプロセスが家庭用の設備機器（エアコン、石油ストーブ、エコキュート等）である場合は、加工工場から設備機器の使用場所までの輸送プロセスが存在するため、それを考慮する。
- 算定の考え方は「原料輸送」における考え方と同様とする。

【解説・注釈】

- 地中熱は地産地消型のエネルギーであり、建設する場所と使用する場所が同一であるため、ほとんどの場合で設備機器の流通段階が存在しないと考えられる。
- 一方、比較対象とするオリジナルプロセスが家庭用の設備機器（エアコン、石油ストーブ、エコキュート等）である場合は、組立をする場所と使用する場所が異なるため、設備機器の流通段階を考慮する必要がある。
- 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。

5.1.4 使用段階

使用段階における温室効果ガス算定に当たっては、以下の点に考慮する。

- ・既設の地中熱利用システムを算定対象とする場合は、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基に、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。
- ・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・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、新築時など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株）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、「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会（第21回）資料1-1：冷凍空調機器に関する使用時排出係数等の見直しについて」において、表5-6に示すような調査結果があり、この表の「新規」欄の排出係数を用いることもできる。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 5-6 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) | |
| | スクリーン冷凍機 | 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% | | |
| | EHF | 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できない。
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：「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会（第21回）資料
1-1：冷凍空調機器に関する使用時排出係数等の見直しについて」)

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当たっては、以下の点に考慮する。

- ・以下の3プロセスを対象とする。
 - (1) (冷媒・不凍液を使用する場合) 現場内回収
 - (2) 廃棄物輸送
 - (3) 廃棄物中間処理 (冷媒・不凍液を使用する場合、その破壊処理を含む。)
- ・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】

- ・地中熱利用システムは、建築物と同時に処分が行われることが想定されるため、撤去時の重機類の使用に伴う温室効果ガス排出量はシステム境界外とし、発生した廃棄物の輸送・中間処理を対象とする。
- ・冷媒、不凍液を使用する地中熱利用システムの場合は、現場内で回収を行い、破壊処理を行うものとする。

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

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 実施者は地中熱利用システムの 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。そのため、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

本ガイドラインにおけるカットオフ基準は以下のとおりとする。

＜カットオフ基準＞

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

概略検討の結果、当該プロセスや投入物に起因する温室効果ガス排出量が当該システムの温室効果ガス総排出量に対して 1%未満であることが明らかであること

【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、地中熱利用システムの場合では、原材料質量の 1%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。
- ・ 実施者の判断として、概略検討の結果、明らかに温室効果ガス総排出量に対して 1%未満であ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）の方法

- ・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) 熱量による配分

(2) エネルギー消費効率※・定格出力等による配分

※成績係数 (COP : Coefficient of Performance)、
通年エネルギー消費効率 (APF : Annual Performance Factor)、
期間成績係数 (IPLV : Integrated Part Load Value) 等

【解説・注釈】

- ・ ISOTR14049 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。

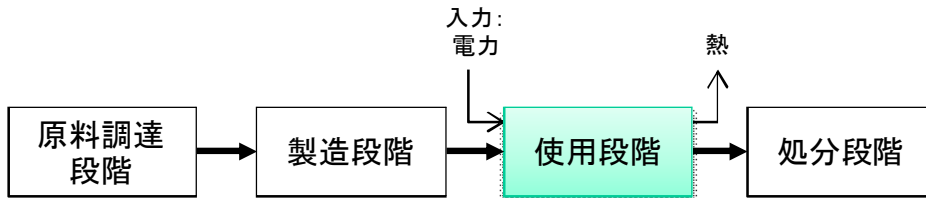
2) 共製品に関する追加機能を含めるよう製品システムを拡大する。

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。細分化の例を図 5-1 に示す。

細分化前



細分化後

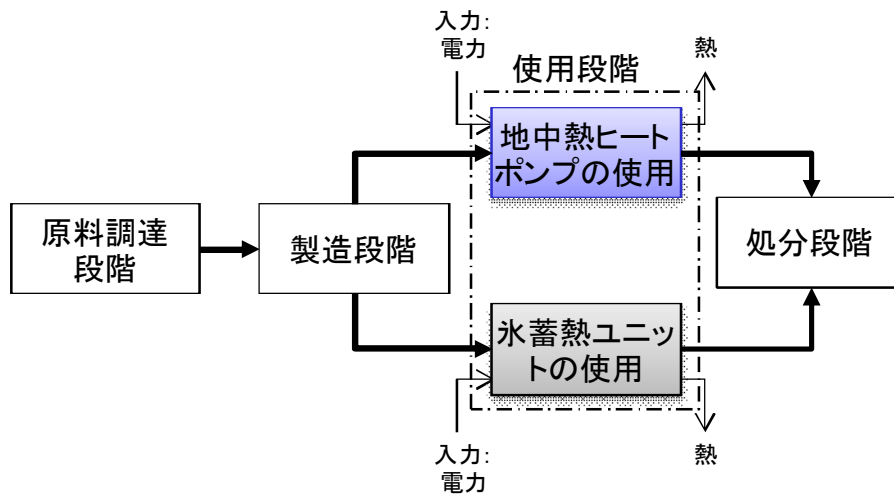


図 5-1 プロセスの細分化 (例)

- 地中熱利用システムにおいては、共製品が発生するケースはほとんどないと考えられる一方、他の熱源機器と組み合わせて使用するケースがあり、その際、配分が必要となる場合があると考えられる。他の熱源機器との配分の場合には、エネルギー消費効率又は定格出力による配分が最も適当と考えられるため、上記のような判断基準とした。
- 「熱伝導」や「空気循環」など、地中熱利用システムを補助熱源として利用している場合、配分による誤差が大きくなる可能性があるため、結果の評価に留意する必要がある。

6. 温室効果ガス排出量原単位データの収集・設定

6.1 地球温暖化対策推進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。
- ・電力の温室効果ガス排出原単位データは、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を使用することを原則とする。

【解説・注釈】

- ・電力については、ライフサイクルを考慮した排出係数が電力事業者別に公表されていないこともあり、地球温暖化対策推進法に基づく排出係数を用いることとしているが、ライフサイクルを考慮した排出係数が入手できる場合にはそれを使用することが望ましい。
- ・平成 22 年度の電気事業者別排出係数を表 6-1 に示す。なお、排出係数は毎年度更新されるので、最新のデータを用いなければならない。

表 6-1 電力事業者別の二酸化炭素排出係数（2010 年度実績）

| 一般 電気事業者名 | 排出係数 (tCO ₂ /kWh) | | 特定規模 電気事業者名 | 排出係数 (tCO ₂ /kWh) | |
|--------------|------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|-------------|
| | 実 排出係数 | 調整後 排出係数 | | 実 排出係数 | 調整後 排出係数 |
| 北海道電力(株) | 0.000353 | 0.000344 | イーレックス(株) | 0.000560 | 0.000418 |
| 東北電力(株) | 0.000429 | 0.000326 | 出光グリーンパワー(株) | 0.000345 | 0.000345 |
| 東京電力(株) | 0.000375 | 0.000374 | 伊藤忠エネクス(株) | 0.000420 | 0.000420 |
| 中部電力(株) | 0.000473 | 0.000341 | エネサーブ(株) | 0.000474 | 0.000443 |
| 北陸電力(株) | 0.000423 | 0.000224 | 王子製紙(株) | 0.000423 | 0.000423 |
| 関西電力(株) | 0.000311 | 0.000281 | オリックス(株) | 0.000585 | 0.000585 |
| 中国電力(株) | 0.000728 | 0.000491 | (株)エネット | 0.000409 | 0.000409 |
| 四国電力(株) | 0.000326 | 0.000326 | (株)F-Power | 0.000490 | 0.000490 |
| 九州電力(株) | 0.000385 | 0.000348 | (株)G-Power | 0.000009 | 0.000000 |
| 沖縄電力(株) | 0.000935 | 0.000692 | サミットエナジー(株) | 0.000544 | 0.000544 |
| | | | J X 日鉱日石エネルギー(株) | 0.000420 | 0.000420 |
| | | | 昭和シェル石油(株) | 0.000355 | 0.000355 |
| | | | 新日鉄エンジニアリング(株) | 0.000672 | 0.000672 |
| | | | 泉北天然ガス発電(株) | 0.000386 | 0.000386 |
| | | | ダイヤモンドパワー(株) | 0.000498 | 0.000498 |
| | | | テス・エンジニアリング(株) | 0.000328 | 0.000328 |
| | | | 東京エコサービス(株) | 0.000057 | 0.000057 |
| | | | 日本テクノ(株) | 0.000638 | 0.000638 |
| | | | 日本ロジック 協同組合 | 0.000540 | 0.000540 |
| | | | パナソニック(株) | 0.000591 | 0.000591 |
| | | | 丸紅(株) | 0.000456 | 0.000417 |
| | | | ミツウロコグリーンエネルギー(株) | 0.000494 | 0.000494 |
| | | | やまがたグリーンパワー(株) | 0.000232 | 0.000232 |

出典：「電気事業者別の CO₂排出係数（2010 年度実績）」（平成 24 年 1 月 17 日公表）

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 データ利用の優先順位

- ・投入物の排出原単位に関するデータ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。

【解説・注釈】

- ・投入物の排出原単位に関して、どのデータ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、これらを組み合わせたもの（ハイブリッド）も利用されている。
 - ・特殊な工程を経て製造される投入物等、データベースの排出原単位を用いることが妥当でない場合は、当該投入物の製造プロセスを細分化するなどの工夫が求められる。
 - ・求めようとする品目と同一の品目が産業連関表にない場合には、類似の項目を選択する。
 - ・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。
 - ・設備等の建設に関する LCA を算定する場合は、積み上げ法は事業者への負担がかなり大きいことと、比較的成本との相関が高いことが想定されるため、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。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、レベル1～3で算定することが望ましい。
 - ・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、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」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、産業関連法）の特徴

| 手法 | 積み上げ法 | 産業関連法 |
|----|---|--|
| 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。 | 産業関連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。産業関連表とは、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。産業関連法を用いることで、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 | <ul style="list-style-type: none"> ・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 | <ul style="list-style-type: none"> ・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 | <ul style="list-style-type: none"> ・産業関連表の分類が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 ・産業関連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 |

6.2.2 活用可能な LCI データベース

レベル 3 及びレベル 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などが挙げられる。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 JEMAI-LCA Pro Simple LCA MiLCA | 3EID (最新は 2005 年表) Easy LCA |

【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や、数値が固定化されていないものもあるため、LCA 実施者はそれらの状況に配慮し、データベースの版を確認しながら、最新の版を活用することが望ましい。
- 地中熱利用システムに関連した原単位データの例を表 6-5 に示す。ただし、表 6-5 に示した原単位データは平成 23 年 3 月時点のものであり、使用に当たっては最新のデータを確認すること。

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 |
| Simple LCA | 産業環境管理協会 | 製品グリーンパフォーマンス高度化推進事業(経済産業省)において、(独)産業技術総合研究所と(社)産業環境管理協会が共同開発した LCA 支援ソフトウェア。入門用、教育用としての利用を目的とし、機能を制限しつつも、操作性の向上を図っている。 | 無償 |
| 3EID | 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など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 など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。以下のような利点と弱点を有することに注意が必要。 <利点> ・原単位があれば、計算が簡単で手間がかからない ・平均的な製品や素材の排出量が計算できる ・広告や金融、行政サービスなど、積み上げ法では把握しにくい部門からの排出量も含まれる等 <弱点> ・個々の製品の生産過程の特徴を反映した排出量が計算されない(あくまで平均的な製品の排出量) ・一つの部門に該当する商品やサービスは複数存在することが多く、原単位はそうした多種の製品の平均的な単位生産額当たりの排出量を示す等 | 無償 |
| Easy LCA | 東芝 | 製品の設計時に製品の環境影響を定量評価し、科学的に分析・改善に結び付けていくライフサイクルアセスメント(LCA)を効率的に実施する支援ツール。機能として、①製品のユニット別、部品別に環境負荷量を定量評価、②旧製品と新製品の比較機能、③CO ₂ ・NO _x ・SO _x をはじめ、30 種類のインベントリ評価、④インパクト評価がある。 | 有償 |
| MiLCA | 産業環境管理協会 | JEMAI-LCA-Pro の後継として 2010 年に開発された。積み上げ法に基づき 3000 以上のプロセスデータを標準搭載。プロセスデータ管理、統合評価手法として日本版被害算定型影響評価手法(LIME2)を含むケーススタディ実施、ISO14040(2006), ISO14044(2006)に準拠した報告書の作成支援機能などを持つ。 プロセスデータが豊富な分、精度にばらつきがあり、当面は頻繁な改訂が見込まれる。 | 有償 (機能 制限付 無償版 あり) |

表 6-5 地中熱利用システム等に関連した原単位データの例(平成 23 年 3 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 | 4.529 × 10 ⁻¹ | kg/kWh | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 1.388 × 10 ⁻⁴ | kg/kWh | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 2.360 × 10 ⁻⁵ | kg/kWh | |
| | | SF ₆ | 1.500 × 10 ⁻⁸ | kg/kWh | |
| | MiLCA 「発電, 系統電力」 | CO ₂ | 4.633 × 10 ⁻¹ | kg/kWh | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 1.695 × 10 ⁻⁴ | kg/kWh | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 5.602 × 10 ⁻⁵ | kg/kWh | |
| | | SF ₆ | 2.795 × 10 ⁻¹⁷ | kg/kWh | |
| 3EID 「事業用電力」 | CO ₂ | 27.34 | t/百万円 | | |
| | CH ₄ | 0.61 | t/百万円 | | |

| 投入物 | 情報源名称* | ガス種類 | 数量 | 単位 | 備考 |
|------------|------------------|----------------------|-------------------------|-------|------------------|
| | | N ₂ O | 0.15 | t/百万円 | |
| | | HFCs | 5.8×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | PFCs | 2.7×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | SF ₆ | 2.7×10^{-2} | t/百万円 | |
| | | GHG | 28.20 | t/百万円 | |
| 軽油・重油等 | LCA 日本フォーラム「A重油」 | CO ₂ | 2.552×10^{-1} | kg/l | A重油の製造 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 3.042×10^{-3} | kg/l | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 4.556×10^{-5} | kg/l | |
| | | SF ₆ | 2.096×10^{-19} | kg/l | |
| | LCA 日本フォーラム「軽油」 | CO ₂ | 2.009×10^{-1} | kg/l | 軽油の製造 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 3.042×10^{-3} | kg/l | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 4.556×10^{-5} | kg/l | |
| | | SF ₆ | 2.096×10^{-19} | kg/l | |
| | MiLCA「A重油の製造」 | CO ₂ | 2.759×10^{-1} | kg/l | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 3.344×10^{-3} | kg/l | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 4.966×10^{-5} | kg/l | |
| | | SF ₆ | 4.586×10^{-17} | kg/l | |
| | MiLCA「A重油の燃焼」 | CO ₂ | 7.635×10^{-2} | kg/MJ | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 8.543×10^{-5} | kg/MJ | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 1.268×10^{-6} | kg/MJ | |
| | | SF ₆ | 1.171×10^{-18} | kg/MJ | |
| | MiLCA「軽油の製造」 | CO ₂ | 2.110×10^{-1} | kg/l | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 3.156×10^{-3} | kg/l | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 4.686×10^{-5} | kg/l | |
| | | SF ₆ | 4.972×10^{-17} | kg/l | |
| | MiLCA「軽油の燃焼」 | CO ₂ | 7.423×10^{-2} | kg/MJ | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 8.305×10^{-5} | kg/MJ | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 1.233×10^{-6} | kg/MJ | |
| | | SF ₆ | 1.308×10^{-18} | kg/MJ | |
| 3EID「石油製品」 | CO ₂ | 5.51 | t/百万円 | | |
| | CH ₄ | 1.92 | t/百万円 | | |
| | N ₂ O | 0.04 | t/百万円 | | |
| | HFCs | 4.9×10^{-3} | t/百万円 | | |
| | PFCs | 1.2×10^{-3} | t/百万円 | | |
| | SF ₆ | 2.8×10^{-2} | t/百万円 | | |
| | GHG | 7.67 | t/百万円 | | |

| 投入物 | 情報源名称* | ガス種類 | 数量 | 単位 | 備考 |
|----------------------------|--|----------------------|-------------------------|-------|---|
| ・空水冷 ヒート ポンプ ・室内機 | MiLCA「エアコンディ ショナ(ウインド形、セ パレート形を除く)の製 造」 | CO ₂ | 9.423×10 ² | kg/台 | 想定単価:813,027 円/台 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 5.270×10 ⁻¹ | kg/台 | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 6.591×10 ⁻² | kg/台 | |
| | | SF ₆ | 2.205×10 ⁻² | kg/台 | |
| | MiLCA「エアコンディ ショナの製造」 | CO ₂ | 1.037×10 ² | kg/台 | ウインド形、セパレート形 等が含まれる 想定単価:57,335 円/台 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 5.026×10 ⁻² | kg/台 | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 4.823×10 ⁻³ | kg/台 | |
| | | SF ₆ | 9.053×10 ⁻⁴ | kg/台 | |
| | 3EID「冷凍機・温湿調 整装置」 | CO ₂ | 2.89 | t/百万円 | |
| | | CH ₄ | 0.07 | t/百万円 | |
| | | N ₂ O | 0.02 | t/百万円 | |
| | | HFCs | 3.4 | t/百万円 | |
| | | PFCs | 1.1×10 ⁻² | t/百万円 | |
| | | SF ₆ | 1.9×10 ⁻² | t/百万円 | |
| | | GHG | 6.46 | t/百万円 | |
| | 3EID「民生用エアコン ディショナ」 | CO ₂ | 2.88 | t/百万円 | |
| | | CH ₄ | 0.08 | t/百万円 | |
| | | N ₂ O | 0.03 | t/百万円 | |
| | | HFCs | 3.9×10 ⁻¹ | t/百万円 | |
| | | PFCs | 8.6×10 ⁻² | t/百万円 | |
| SF ₆ | | 3.5×10 ⁻² | t/百万円 | | |
| GHG | | 3.51 | t/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 | kg/kg | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 7.079×10 ⁻⁴ | kg/kg | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 1.366×10 ⁻⁴ | kg/kg | |
| | | SF ₆ | 4.385×10 ⁻¹¹ | kg/kg | |
| | MiLCA「ステンレス鋼 鋼管の製造」 | CO ₂ | 3.589 | kg/kg | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 1.386×10 ⁻³ | kg/kg | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 1.348×10 ⁻⁴ | kg/kg | |
| | | SF ₆ | 4.174×10 ⁻¹¹ | kg/kg | |
| | MiLCA「普通鋼鋼管の 製造」 | CO ₂ | 1.830 | kg/kg | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 1.032×10 ⁻³ | kg/kg | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 2.571×10 ⁻⁵ | kg/kg | |
| | | SF ₆ | 5.766×10 ⁻¹¹ | kg/kg | |
| | MiLCA「金属製管継手 の製造」 | CO ₂ | 5.404×10 ⁻¹ | kg/個 | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 3.067×10 ⁻⁴ | kg/個 | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 2.893×10 ⁻⁵ | kg/個 | |

| 投入物 | 情報源名称* | ガス種類 | 数量 | 単位 | 備考 | |
|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|--------|--------|
| | 3EID「鋼管」 | SF ₆ | 1.159×10 ⁻¹¹ | kg/個 | | |
| | | CO ₂ | 16.39 | t/百万円 | | |
| | | CH ₄ | 0.24 | t/百万円 | | |
| | | N ₂ O | 0.06 | t/百万円 | | |
| | | HFCs | 5.0×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | PFCs | 1.2×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | SF ₆ | 2.5×10 ⁻² | t/百万円 | | |
| | | GHG | 16.74 | t/百万円 | | |
| | 3EID「鋳鉄管」 | CO ₂ | 12.04 | t/百万円 | | |
| | | CH ₄ | 0.19 | t/百万円 | | |
| | | N ₂ O | 0.05 | t/百万円 | | |
| | | HFCs | 4.3×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | PFCs | 1.1×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | SF ₆ | 2.9×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | GHG | 12.31 | t/百万円 | | |
| | 3EID「配管工事付属品・粉末や金製品・道具類」 | CO ₂ | 4.28 | t/百万円 | | |
| | | CH ₄ | 0.09 | t/百万円 | | |
| | | N ₂ O | 0.03 | t/百万円 | | |
| | | HFCs | 5.1×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | PFCs | 1.4×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | SF ₆ | 1.1×10 ⁻² | t/百万円 | | |
| A 重油ボイラ | MiLCA「水管ボイラ」 | CO ₂ | 1.31×10 ⁴ | kg/台 | 化石資源由来 | |
| | | CH ₄ | 7.65 | kg/台 | 発生源不特定 | |
| | | N ₂ O | 6.73×10 ⁻¹ | kg/台 | | |
| | | SF ₆ | 5.06×10 ⁻¹ | kg/台 | | |
| | 3EID「ボイラ」 | CO ₂ | 2.72 | t/百万円 | | |
| | | CH ₄ | 0.06 | t/百万円 | | |
| | | N ₂ O | 0.02 | t/百万円 | | |
| | | HFCs | 4.4×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | PFCs | 1.2×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | | SF ₆ | 6.5×10 ⁻³ | t/百万円 | | |
| | 電気ロードヒーティング (電熱線式) | MiLCA「産業用電熱装置の製造」 | CO ₂ | 4.445×10 ⁻³ | kg/円 | 化石資源由来 |
| | | | CH ₄ | 2.680×10 ⁻⁶ | kg/円 | 発生源不特定 |
| | | | N ₂ O | 2.159×10 ⁻⁷ | kg/円 | |
| | | | SF ₆ | 2.198×10 ⁻⁹ | kg/円 | |
| 3EID「その他の産業用電気機器」 | | CO ₂ | 2.90 | t/百万円 | | |
| | | CH ₄ | 0.08 | t/百万円 | | |
| | | N ₂ O | 0.03 | t/百万円 | | |
| | | HFCs | 8.3×10 ⁻³ | t/百万円 | | |

| 投入物 | 情報源名称* | ガス種類 | 数量 | 単位 | 備考 |
|-------------------|---|------------------|-------------------------|-------------------|--------|
| | | PFCs | 6.3×10^{-2} | t/百万円 | |
| | | SF ₆ | 5.1×10^{-2} | t/百万円 | |
| | | GHG | 3.15 | t/百万円 | |
| ・熱源水 槽 ・貯湯槽 | MiLCA「反応機、発生 炉、乾留炉、電解槽の製 造」 | CO ₂ | 1.11×10^4 | kg/台 | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 7.23 | kg/台 | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 6.81×10^{-1} | kg/台 | |
| | | SF ₆ | 2.41×10^{-1} | kg/台 | |
| | 3EID「化学機械」 | CO ₂ | 2.89 | t/百万円 | |
| | | CH ₄ | 0.07 | t/百万円 | |
| | | N ₂ O | 0.02 | t/百万円 | |
| | | HFCs | 5.9×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | PFCs | 5.6×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | SF ₆ | 7.9×10^{-3} | t/百万円 | |
| GHG | 3.02 | t/百万円 | | | |
| 不凍液 | MiLCA「プロピレンゲ リコールの製造プロセ ス」 | CO ₂ | 1.551×10^1 | kg/kg | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 8.880×10^{-3} | kg/kg | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 1.447×10^{-3} | kg/kg | |
| | | SF ₆ | 2.202×10^{-10} | kg/kg | |
| | 3EID「脂肪族中間物」 | CO ₂ | 12.96 | t/百万円 | |
| | | CH ₄ | 0.87 | t/百万円 | |
| | | N ₂ O | 0.49 | t/百万円 | |
| | | HFCs | 6.1×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | PFCs | 2.0×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | SF ₆ | 4.5×10^{-3} | t/百万円 | |
| GHG | 14.61 | t/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 | 1.228×10^{-1} | kg/l | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 3.042×10^{-3} | kg/l | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 4.556×10^{-5} | kg/l | |
| | | SF ₆ | 2.096×10^{-19} | kg/l | |
| | LCA 日本フォーラム 「コンクリートモルタ ル」 | CO ₂ | 1.1 | kg/m ³ | |
| | MiLCA「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)の製造」 | CO ₂ | 1.311×10^{-2} | kg/円 | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 1.333×10^{-5} | kg/円 | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 8.868×10^{-7} | kg/円 | |
| | | SF ₆ | 2.288×10^{-11} | kg/円 | |
| | 3EID「舗装材料」 | CO ₂ | 3.27 | t/百万円 | |
| | | CH ₄ | 0.51 | t/百万円 | |
| | | N ₂ O | 0.04 | t/百万円 | |
| | | HFCs | 7.5×10^{-3} | t/百万円 | |

| 投入物 | 情報源名称* | ガス種類 | 数量 | 単位 | 備考 |
|-------|---------------------|------------------|-------------------------|--------|--------|
| | | PFCs | 1.5×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | SF ₆ | 2.1×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | GHG | 3.88 | t/百万円 | |
| | 3EID「生コンクリート」 | CO ₂ | 26.61 | t/百万円 | |
| | | CH ₄ | 0.22 | t/百万円 | |
| | | N ₂ O | 0.35 | t/百万円 | |
| | | HFCs | 2.1×10^{-2} | t/百万円 | |
| | | PFCs | 1.6×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | SF ₆ | 2.6×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | GHG | 27.22 | t/百万円 | |
| 資機材輸送 | MiLCA「特種用途車輸送(営業用)」 | CO ₂ | 2.476×10^{-1} | kg/tkm | 化石資源由来 |
| | | CH ₄ | 2.771×10^{-4} | kg/tkm | 発生源不特定 |
| | | N ₂ O | 4.114×10^{-6} | kg/tkm | |
| | | SF ₆ | 4.460×10^{-18} | kg/tkm | |
| | 3EID「道路貨物輸送(除自家輸送)」 | CO ₂ | 3.55 | t/百万円 | |
| | | CH ₄ | 0.18 | t/百万円 | |
| | | N ₂ O | 0.04 | t/百万円 | |
| | | HFCs | 6.9×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | PFCs | 1.2×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | SF ₆ | 1.1×10^{-3} | t/百万円 | |
| | | GHG | 3.79 | t/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」を情報源とした原単位データについては、環境省が当該プロセスより川上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。

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 は、IPCC 第2次報告書に記載された数値（表 4-1 参照）を使用する。

※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

【解説・注釈】

- ・排出原単位として、産業連関表を用いる場合などでは、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切と考えられるが、概略検討の結果、二酸化炭素の排出量に比べて明らかに小さく、上記 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。

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、以下の 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、変化の百分率などで表示され、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

・ 感度分析を行うべき項目の例としては、使用段階で採用した「使用期間」、「活動量データ（例：年による変動）」、「原単位データ（例：情報源による変動）」等が考えられる。

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
- 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。

【解説・注釈】

- 温室効果ガス排出削減効果については、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効果の評価することが重要である。このため、(2) 排出削減率で表す場合には、原則として設備全体・全ライフサイクルにおける削減率を算定する。

8. 本ガイドラインにおけるレビュー

LCA 実施者は、自らの所属団体に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。
- ・内部レビューを行うに当たっては、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 8-1 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 | 平成〇〇年〇月 | | |
|---|----------------------|--|---------|--|--|
| | | レビュー実施者 | 〇〇〇〇 | | |
| 章 | タイトル | 項目 | | | Check |
| 3 | 本ガイドラインにおける基本的事項 | 1. 対象とする地中熱利用システムが本ガイドラインに該当しているか？ 2. LCA 実施者は事業の改善計画などを立案・実行できる者か？ | | | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 4 | LCA 実施の目的と調査範囲の設定 | 1. 算定する事業モデルと LCA 実施の目的は明確化されているか？ 2. 機能単位を適切に設定しているか？ 3. プロセスフローとシステム境界を、本ガイドラインに沿って設定しているか？ 4. 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"/> |
| 5 | 活動量データの収集・設定 | 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. 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？ 9. 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？ 10. 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"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 6 | 温室効果ガス排出原単位データの収集・設定 | 1. 地球温暖化対策推進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？ 2. LCI データ利用の優先順位は守られているか？ 3. 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？ 4. 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"/> |
| 7 | 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"/> |