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　第Ⅲ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。

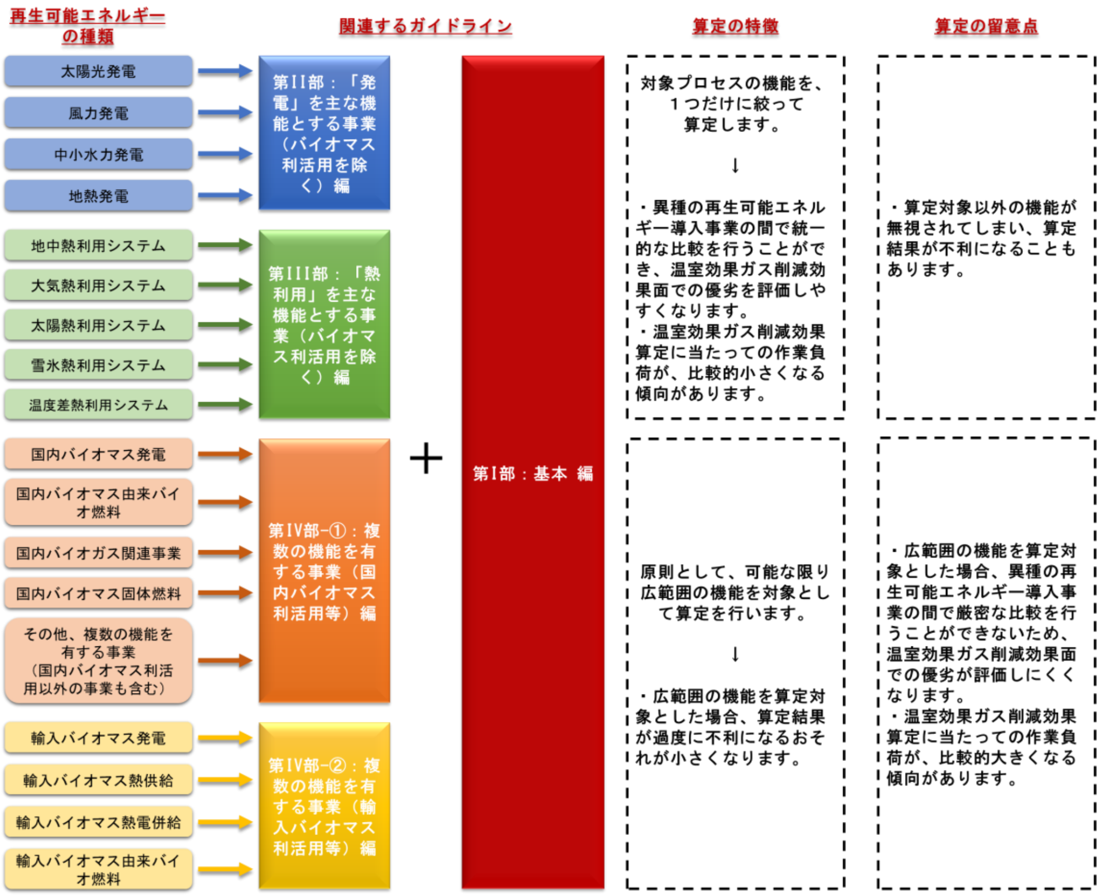


図 1-1　再生可能エネルギーの種類ごとの関連ガイドラインの判定フロー

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℃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℃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℃」）

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℃」）

【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】

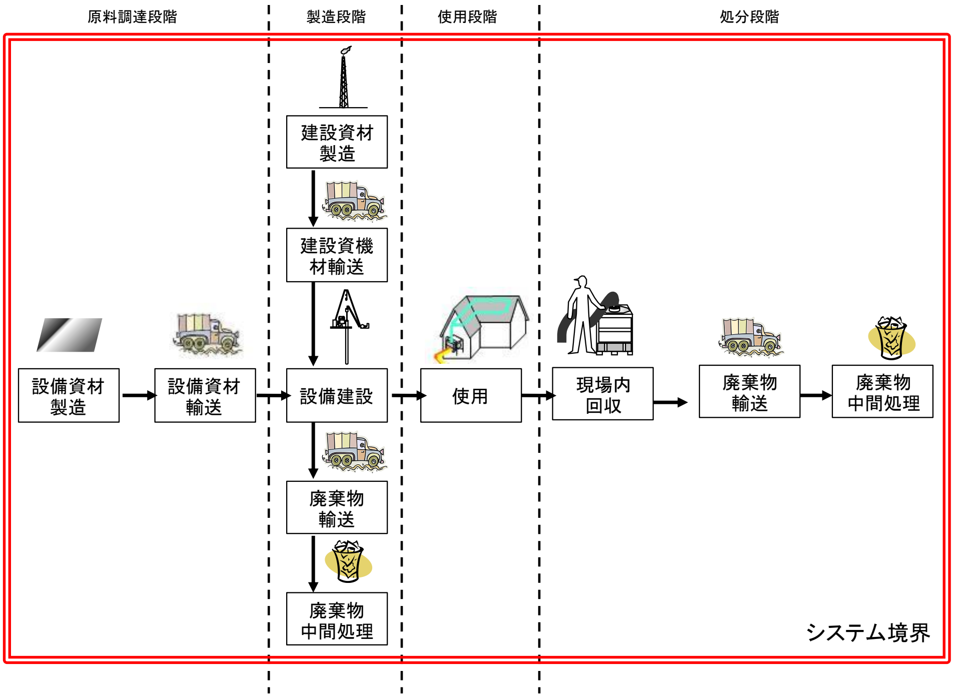
・本ガイドラインにおける LCA 実施者として、「再生可能エネルギー等を生産する設備・施設の製造・販売事業者」、「再生可能エネルギー等の原料の販売・輸入事業者」、「生産された再生可能エネルギー等の利用事業者」等を対象にしているが、原料調達～製造～流通～使用～処分の各段階の定義について、実施者の立場が異なる場合でも可能な限り統一的な比較を行うため、「再生可能エネルギーの製造・販売事業者」の視点からプロセスフローを設定することとした。

・「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

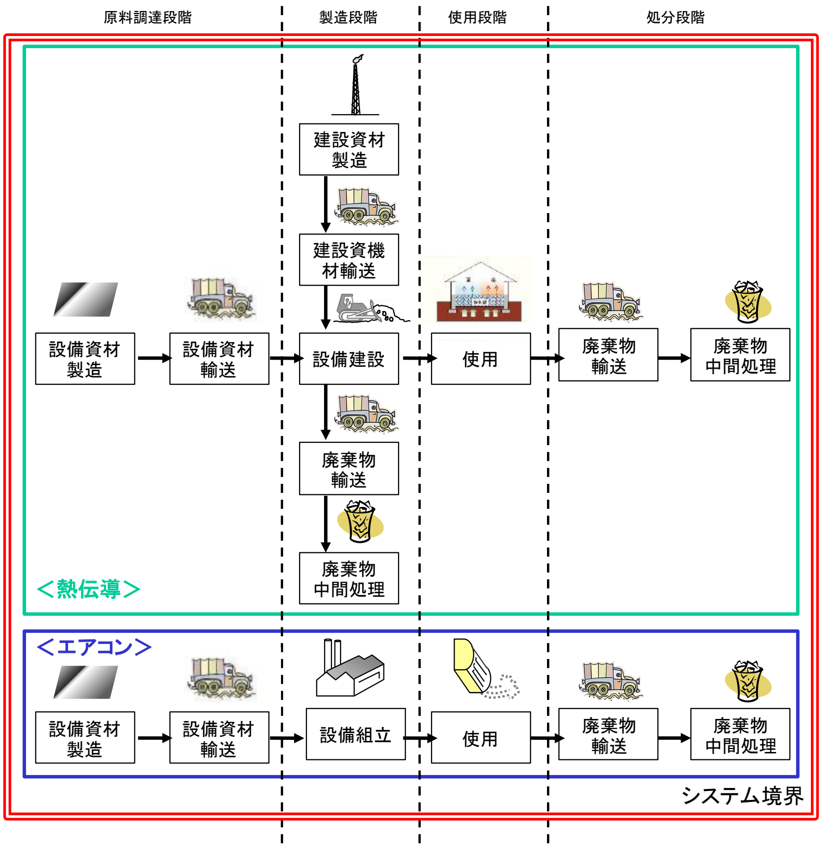
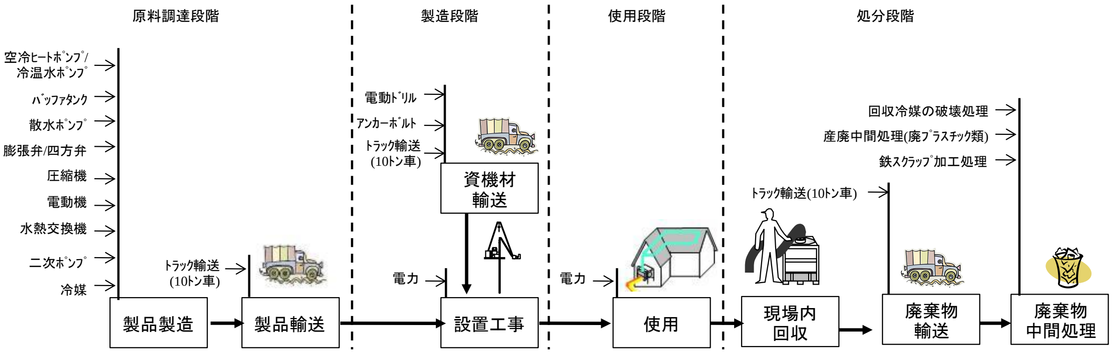


図 2-1　地中熱利用システムのプロセスフローとシステム境界の設定例

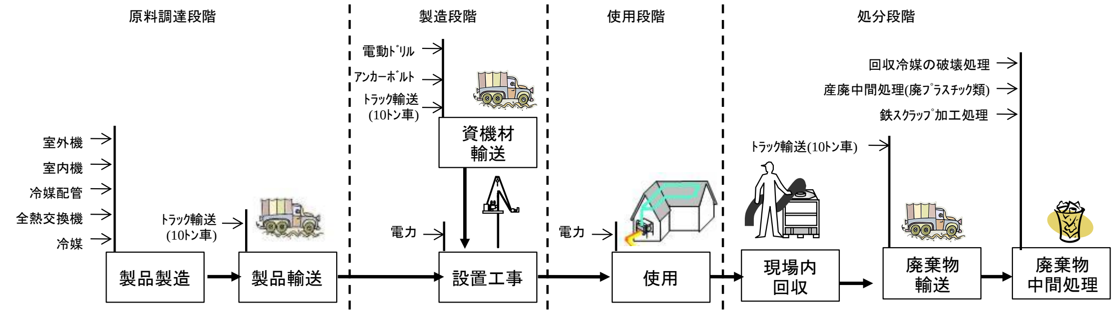
・「大気熱利用システム」のプロセスフローとシステム境界の設定例を図 2-2 に示す。

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

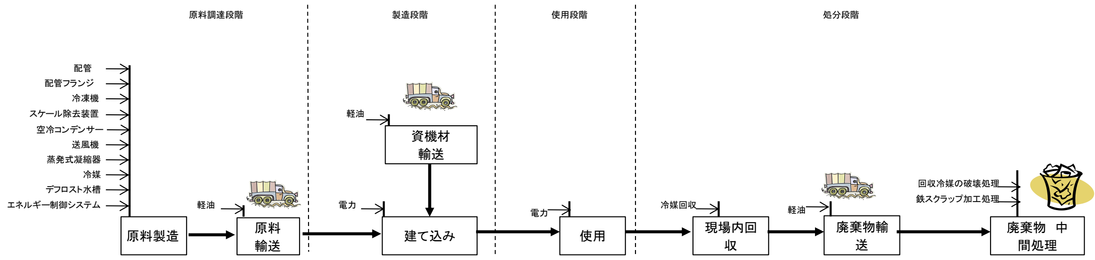


図 2-2　大気熱利用システムのプロセスフローとシステム境界の設定例

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】

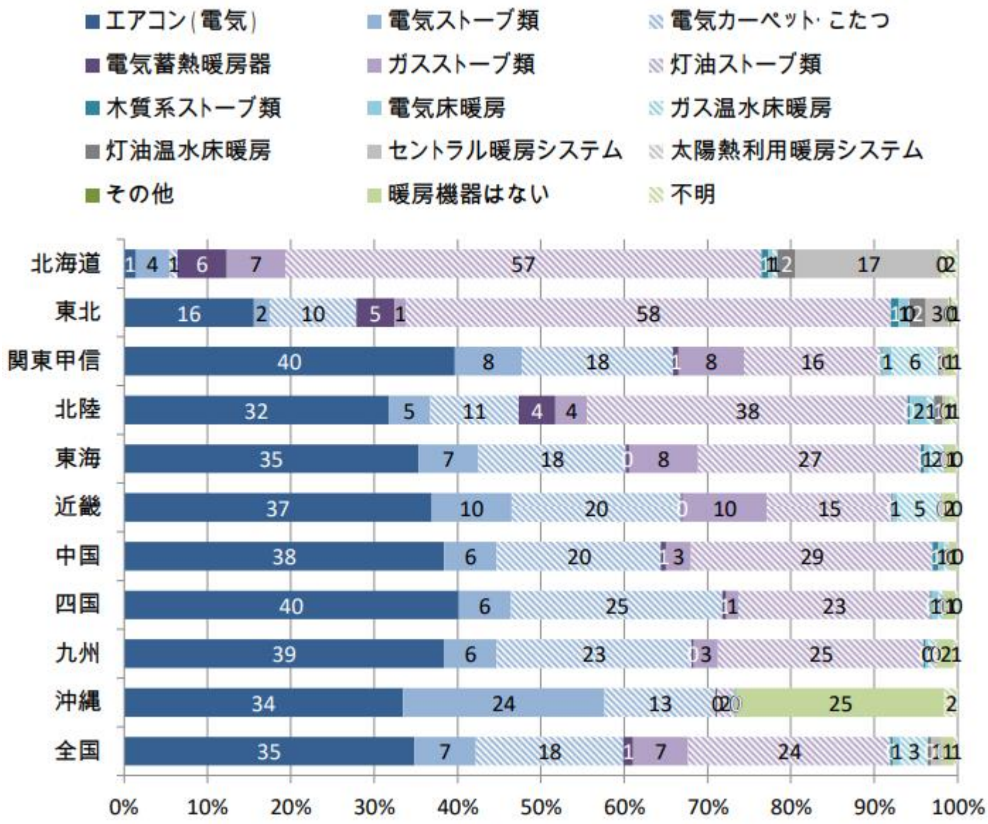
・比較対象とするオリジナルプロセスの設定例を表 2-1 に示す。

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。

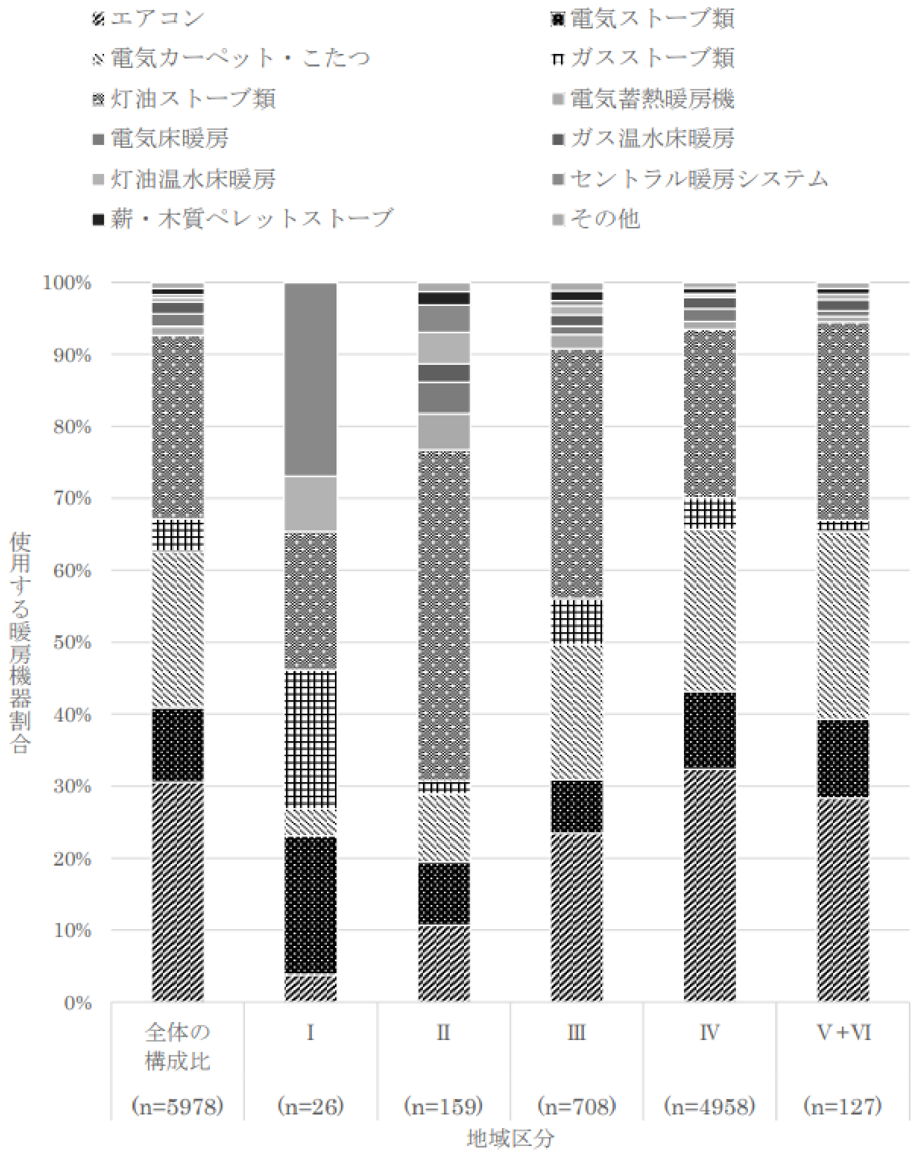
※URL；http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/kateiCO2tokei.html



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る。

【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	○○	円
		バッファタンク	○○	kg
		熱源水配管	○○	km
		室内機	○○	台
		地中熱交換井	○○	円
		循環ポンプ	○○	台
		銅管継手	○○	個
		冷媒	○○	kg
	設備資材輸送	水冷式ヒートポンプ	○○	t-km
		バッファタンク	○○	t-km
		熱源水配管	○○	t-km
		室内機	○○	t-km
		地中熱交換井	○○	t-km
		循環ポンプ	○○	t-km
		銅管継手	○○	t-km
		冷媒	○○	t-km
製造	建設資材製造	軽油	○○	L
		水	○○	m^3
		1 号硅砂	○○	kg
		ベントナイト	○○	kg
	建設資機材輸送	1 号硅砂	○○	t-km
		ベントナイト	○○	t-km
		掘削機（回転振動式）	○○	t-km
		泥水ポンプ	○○	t-km
	設備建設	軽油	○○	MJ
	廃棄物輸送	泥水	○○	t-km
	廃棄物中間処理	泥水	○○	円
使用	ー	電力	○○	kWh
処分	廃棄物輸送	金属くず	○○	t-km
		廃プラスチック	○○	t-km
		冷媒	○○	t-km
	廃棄物中間処理	金属くず	○○	円
		廃プラスチック	○○	kg
		冷媒	○○	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	○○	kg
		水中ポンプ	○○	台
		還元井用鋼管	○○	kg
		電動三方弁	○○	円
		熱源水槽	○○	台
		熱源ポンプ	○○	円
		貯湯槽	○○	台
		貯湯槽昇温ポンプ	○○	kg
		冷温水一次ポンプ	○○	円
		給湯加圧ポンプ	○○	円
		配管	○○	kg
		冷媒	○○	kg
	設備資材輸送	取水井用鋼管	○○	t-km
		水中ポンプ	○○	t-km
		還元井用鋼管	○○	t-km
		電動三方弁	○○	t-km
		熱源水槽	○○	t-km
		熱源ポンプ	○○	t-km
		貯湯槽	○○	t-km
		貯湯槽昇温ポンプ	○○	t-km
		冷温水一次ポンプ	○○	t-km
		給湯加圧ポンプ	○○	t-km
		配管	○○	t-km
		冷媒	○○	t-km
製造	建設資材製造	ドリル機械軽油	○○	L
		粘土	○○	kg
		砂利	○○	m^3
	建設資機材輸送	ドリル機械	○○	t-km
		井戸水汲み上げポンプ	○○	t-km
		粘土	○○	t-km
		砂利	○○	t-km
	設備建設	ドリル機械軽油	○○	MJ
		井戸水汲み上げポンプ電力	○○	kWh
	廃棄物輸送	泥水	○○	t-km
	廃棄物中間処理	泥水	○○	円
使用	―	電力	○○	kWh
処分	廃棄物輸送	鉄くず	○○	t-km
		冷媒	○○	t-km
	廃棄物中間処理	鉄くず	○○	円
		冷媒	○○	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	○○	m^3
		断熱材	○○	kg
	設備資材輸送	コンクリート	○○	t-km
		断熱材	○○	t-km
製造	建設資材製造	軽油	○○	L
	建設資機材輸送	転圧機械	○○	t-km
		高速切断機	○○	t-km
		バックホウ	○○	t-km
	設備建設	軽油	○○	MJ
		電力	○○	kWh
使用	－	－	－	－
処分	廃棄物輸送	コンクリートくず	○○	t-km
	廃棄物中間処理	コンクリートくず	○○	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	○○	台
		ダクト	○○	台
		クールチューブ	○○	km
	設備資材輸送	ファン	○○	t-km
		ダクト	○○	t-km
		クールチューブ	○○	t-km
製造	建設資材製造	軽油	○○	L
		水	○○	m^3
		1 号硅砂	○○	kg
		ベントナイト	○○	kg
	建設資機材輸送	1 号硅砂	○○	t-km
		ベントナイト	○○	t-km
		掘削機（回転振動式）	○○	t-km
		泥水ポンプ	○○	t-km
	設備建設	軽油	○○	MJ
	廃棄物輸送	泥水	○○	t-km
	廃棄物中間処理	泥水	○○	円
使用	－	電力	○○	kWh
処分	廃棄物輸送	金属くず	○○	t-km
		廃プラスチック	○○	t-km
		冷媒	○○	t-km
	廃棄物中間処理	金属くず	○○	円
		廃プラスチック	○○	kg
		冷媒	○○	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。
・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。
<u>補正後の活動量データ</u>
　＝収集した活動量データ÷熱利用システムの想定寿命（想定使用年数）
　　×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		
	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	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
	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」建物付属設備-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」建物付属設備-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-給排水又は衛生設備及びガス設備
	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）
	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）
	継手	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
	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」建物付属設備－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）
	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）

<table>
<tr><th>区分</th><th>設備資材</th><th>法定耐用年数</th><th>出典</th></tr>
<tr><td rowspan="12">対象プロセス</td><td rowspan="2">高効率ヒートポンプ</td><td>15 年</td><td>「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</td></tr>
<tr><td>13 年</td><td>「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）</td></tr>
<tr><td>ファン</td><td rowspan="2">15 年</td><td rowspan="2">「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</td></tr>
<tr><td>ダクト</td></tr>
<tr><td>ポンプ</td><td rowspan="3">7 年</td><td rowspan="3">「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</td></tr>
<tr><td>凝縮器</td></tr>
<tr><td>放熱器</td></tr>
<tr><td>U チューブ</td><td rowspan="4">15 年</td><td rowspan="4">「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</td></tr>
<tr><td>ファン</td></tr>
<tr><td>ダクト</td></tr>
<tr><td>クールチューブ</td></tr>
<tr><td>全熱交換機</td><td>13 年</td><td>「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）</td></tr>
</table>

・「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】 ドイツ	【参考値】 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)
	スクリュー冷凍機		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			2%	1%≦x≦15%	Stand-alone Commercial Application	1.5-15% (2)	17% (4)
		内蔵形冷蔵ショーケース	0.02%					
		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%					
		空調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

<u>※ 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。</u>

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_2O	2.954×10^{-7}	kgN_2O/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.16	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.8×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	1.7×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	2.5×10^{-2}	tCO_2eq/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_2O	2.130×10^{-6}	kgN_2O/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_2O	2.130×10^{-6}	kgN_2O/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_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：181116801A 重油の燃焼エネルギー	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：181115000 軽油	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：181115801 軽油の燃焼エネルギー	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.04	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.1×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	7.8×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.7×10^{-3}	tCO_2eq/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_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：272213000 エアコンディショナ	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.02	tCO_2eq/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_2eq/百万円	
		PFCs	6.4×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.7×10^{-2}	tCO_2eq/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_2eq/百万円	
		N_2O	0.03	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	4.5×10^{-1}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	8.4×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	2.8×10^{-2}	tCO_2eq/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_2O	1.366×10^{-4}	kgN_2O/kg	
		SF_6	4.385×10^{-11}	$kgSF_6/kg$	
	IDEA v.2.3 ：234117000 ステンレス鋼鋼管	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：232119000 普通鋼鋼管	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：253111000 金属製管継手	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.05	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.1×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	7.6×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	2.2×10^{-3}	tCO_2eq/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_2eq/百万円	
		N_2O	0.06	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	9.0×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	7.6×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	3.3×10^{-3}	tCO_2eq/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_2eq/百万円	
		N_2O	0.02	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	9.5×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考
		PFCs	6.8×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	3.2×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
A 重油ボイラ	IDEA v.2.3 ：261112000 水管ボイラ	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.01	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	9.3×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	9.7×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.5×10^{-2}	tCO_2eq/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.02	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.7×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	4.5×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.7×10^{-2}	tCO_2eq/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.02	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.5×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	3.4×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.3×10^{-2}	tCO_2eq/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.22	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.8×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	1.6×10^{-3}	tCO_2eq/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_2eq/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_2O	2.130×10^{-6}	kgN_2O/l	
		SF_6	1.320×10^{-13}	$kgSF_6/l$	
	LCA 日本フォーラ：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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.03	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.2×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	8.6×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.5×10^{-3}	tCO_2eq/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_2eq/百万円	
		N_2O	0.06	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.9×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	1.0×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	2.6×10^{-3}	tCO_2eq/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.05	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	8.3×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	4.1×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	4.5×10^{-4}	tCO_2eq/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_2O	2.954×10^{-7}	kgN_2O/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.16	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.8×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	1.7×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	2.5×10^{-2}	tCO_2eq/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_2O	2.130×10^{-6}	kgN_2O/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_2O	2.130×10^{-6}	kgN_2O/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_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：181116801A 重油の燃焼エネルギー	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：181115000 軽油	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：181115801 軽油の燃焼エネルギー	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			

投入物	情報源名称※	ガス種類	数量	単位	備考
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.04	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.1×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	7.8×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.7×10^{-3}	tCO_2eq/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_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：272213000 エアコンディショナ	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.02	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	19.6	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	6.4×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.7×10^{-2}	tCO_2eq/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_2eq/百万円	
		N_2O	0.03	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	4.5×10^{-1}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	8.4×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	2.8×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
冷凍機	IDEA v.2.3 ：268211000 冷凍機	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2O	1.366×10^{-4}	kgN_2O/kg	
		SF_6	4.385×10^{-11}	$kgSF_6/kg$	
	IDEA v.2.3 ：234117000 ステンレス鋼鋼管	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2O			
		SF_6			
	IDEA v.2.3 ：253111000 金属製管継手	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.05	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.1×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	7.6×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	2.2×10^{-3}	tCO_2eq/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_2eq/百万円	
		N_2O	0.06	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	9.0×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	7.6×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	3.3×10^{-3}	tCO_2eq/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_2eq/百万円	
		N_2O	0.02	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	9.5×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	6.8×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	3.2×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
A 重油ボイラ	IDEA v.2.3 ：261112000 水管ボイラ	CO_2			
		CH_4			
		N_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.01	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	9.3×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	9.7×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.5×10^{-2}	tCO_2eq/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.02	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.5×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	3.4×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	1.3×10^{-2}	tCO_2eq/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.22	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	1.8×10^{-2}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	1.6×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	3.2×10^{-3}	tCO_2eq/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_2O			
		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_2eq/百万円	
		N_2O	0.05	tCO_2eq/百万円	
		HFCs	8.3×10^{-3}	tCO_2eq/百万円	
		PFCs	4.1×10^{-4}	tCO_2eq/百万円	
		SF_6	4.5×10^{-4}	tCO_2eq/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）

章	タイトル	項目	Check
		レビュー年月日	○○年○月
		レビュー実施者	○○○○
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て用いる場合、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？	☐
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？	☐
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？	☐
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？	

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ﾎﾟﾝﾌﾟ 75HP、熱源水ﾎﾟﾝﾌﾟ×2、給湯槽昇温ﾎﾟﾝﾌﾟ×2、冷温水ﾎﾟﾝﾌﾟ×1、熱源井戸ﾎﾟﾝﾌﾟ×1、給湯加圧ﾎﾟﾝﾌﾟ×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(ｵｰﾌﾟﾝﾙｰﾌﾟ)に該当する道路融雪ｼｽﾃﾑ ・取水井ｹｰｼﾝｸﾞ径 250mm×深さ 150m ・水中ﾎﾟﾝﾌﾟ 80mm、600Liter/min、15kW ・還元井ｹｰｼﾝｸﾞ径 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 1,500m^2 ・口径 15mm の放熱管を 200mm ﾋﾟｯﾁ、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 ・水中ﾎﾟﾝﾌﾟは 100m 程度の深さに設置 ・降雪・気温ｾﾝｻで水中ﾎﾟﾝﾌﾟを運転し、降雪終了後、30 分継続運転してからﾎﾟﾝﾌﾟ停止 ・年間運転時間は降雪約 800 時間、凍結防止約 200 時間
CASE3		C 民間ｵﾌｨｽﾋﾞﾙ	・ｸﾛｰｽﾞﾄﾞﾙｰﾌﾟによるもので、基本ｼｽﾃﾑは、ﾎﾞｱﾎｰﾙ型の地中熱交換器、ﾋｰﾄﾎﾟﾝﾌﾟ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 階建ての小規模なﾋﾞﾙで、1~3 階がﾃﾅﾝﾄ用のｵﾌｨｽﾌﾛｱｰ(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ﾎﾟﾝﾌﾟが 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 ﾌﾛｱｰまとめたかたちで、ﾋﾞﾙﾏﾙﾁﾀｲﾌﾟの 20 馬力の空水冷式ﾋｰﾄﾎﾟﾝﾌﾟ(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、ﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ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 階の居住用ﾌﾛｱｰについては、地中熱利用による改修の対象でない ・一次側流体:ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙ 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)、ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ孔 75m×8 本、U 字管(ﾀﾞﾌﾞﾙ)、1 号硅砂を充填 ・ﾎﾞｱﾎｰﾙは 2 度の傾斜角で掘削、孔底で 4m 感覚となるように調整 ・ﾎﾞｱﾎｰﾙの上部に雨水浸透升を設置、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	・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ｼﾌﾟﾛ式2段圧縮機冷凍機を高効率型ｽｸﾘｭｰ冷凍機へ代替 ・冷蔵容積：94,901m^3 ・庫内温度：-25℃±2℃ ・既設ﾚｼﾌﾟﾛ式2段圧縮機冷凍機7台（消費電力105.0kW/台）を高効率型ｽｸﾘｭｰ冷凍機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

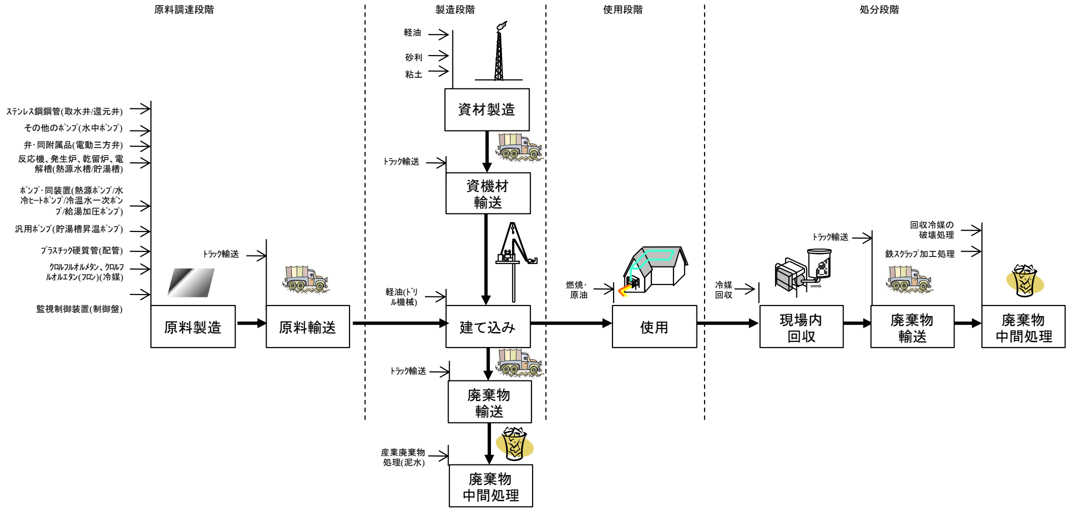
本事例に係る機能単位は、「対象施設が存在する市町村の病院用途での１年間の空調・給湯利用（面積2,790m^2）」と設定した。

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。

建て込み工程で必要な機材（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

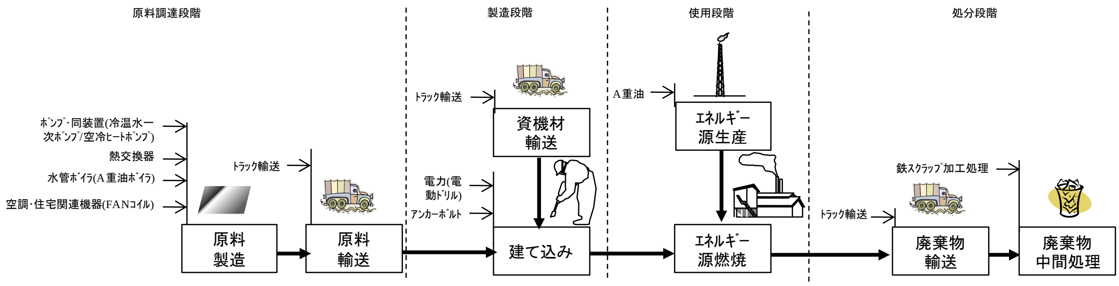
（イ）オリジナルプロセスのプロセスフロー

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、

〇製造段階で粘土・砂利を使用しないため、廃棄物輸送・中間処理工程がない

〇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 大区分	工程 小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
原料製造		取水井用鋼管	5.50E+01	kg	自社データ	・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	・充填体積は東芝キャリア(株)製スクリュ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	・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/zairyo/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.geohpaj.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_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 大区分	工程 小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
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 大区分	工程 小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
エネルギー源生産		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.ieej.or.jp/price/data/Ajuyu.pdf) ・A重油ボイラの耐用年数は50年と仮定
エネルギー源燃焼		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 大区分	工程 小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
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（CO_2 換算）

でみると、使用段階が全体の 94.5%を占めた。次いで排出量が大き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 (CO2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（CO_2 換算）でみると、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 (CO2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
CO2	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%
CH4	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%
N2O	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%
SF6	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(CO2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CO_2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：0.000423tCO_2/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^{-1}kgCO2/kWh、1.388×10^{-4}kgCH4/kWh、2.360×10^{-5}kgN2O/kWh、1.500×10^{-8}kgSF_6/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^{-1}kgCO_2/kWh、1.695×10^{-4}kgCH_4/kWh、5.602×10^{-5}kgN_2O/kWh、2.795×10^{-17}kgSF_6/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」: 2.552×10^{-1}kgCO_2/l、3.042×10^{-3}kgCH_4/l、4.556×10^{-5}kgN_2O/l、2.096×10^{-19}kgSF_6/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（2.759×10^{-1}kgCO_2/l、3.344×10^{-3}kgCH_4/l、4.966×10^{-5}kgN_2O/l、4.586×10^{-17}kgSF_6/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（5.51tCO_2/百万円、1.92tCH_4/百万円、0.04tN_2O/百万円、2.8×10^{-2}tSF_6/百万円）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（CO_2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（CO_2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CO_2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（CO_2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（CO_2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_2e/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_2e/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

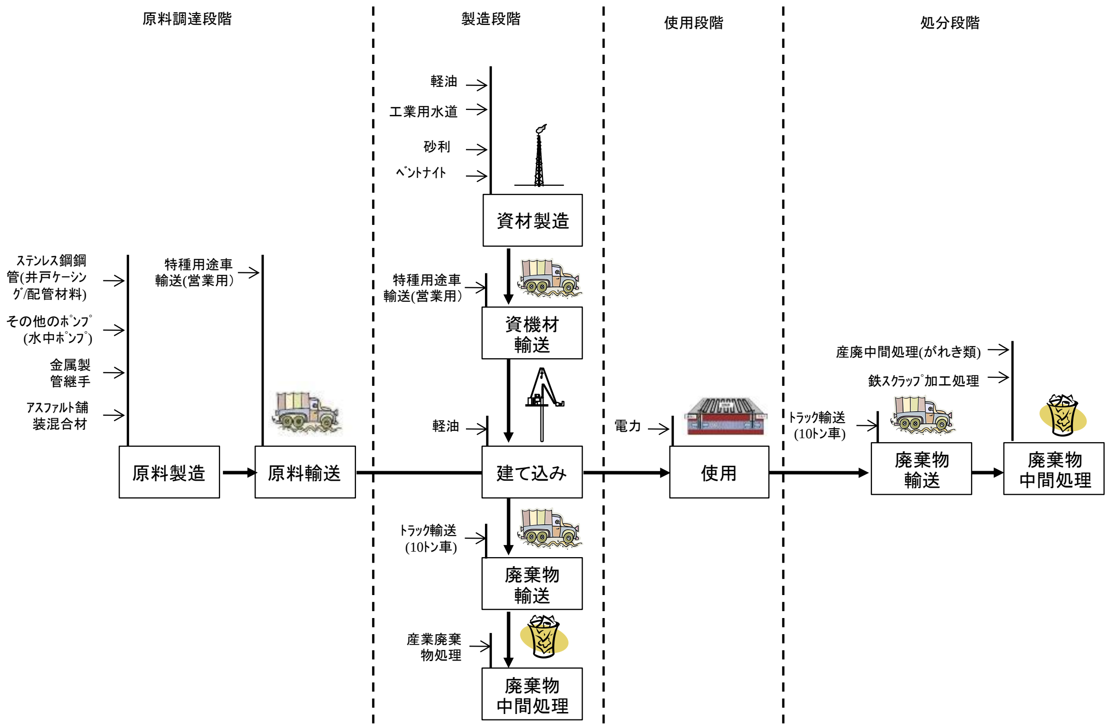
本事例に係る機能単位は、「当該施設が存在する市町村における1年間の道路融雪（面積1,500m²)」と設定した。

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。

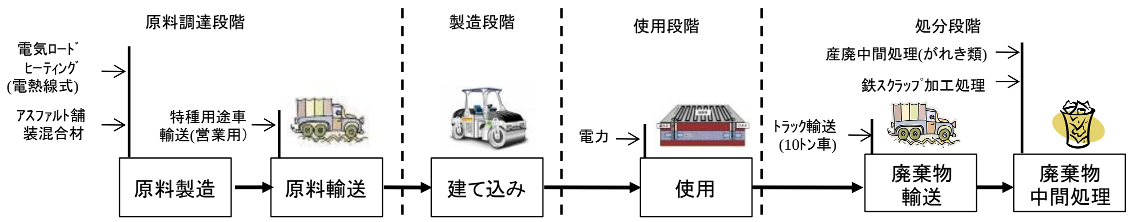
プロセスフローの区分は、CASE1と同様、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の５段階とした。原料調達段階はさらに「原料製造」と「原料輸送」の２工程に、製造段階は「資材製造」、「資機材輸送」、「建て込み」、「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の５工程に、処分段階は「廃棄物輸送」、「廃棄物中間処理」の２工程に細分化した。本事例についても、CASE1と同様の考え方から、「機材製造工程」はシステム境界外とした。



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。

〇井戸ケーシング：　　　　　　　　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	ー	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	ー	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	ー	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	ー	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	ー	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	ー	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	ー	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（CO_2 換算）でみると、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は使用段階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
CO2	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%	
CH4	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%	
N2O	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%	
SF6	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(CO2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（CO_2換算）でみると、使用段階が全体の 80.4%を占めた。次いで排出量が大き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
CO2	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%	
CH4	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%	
N2O	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%	
SF6	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(CO2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
CO2	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%
CH4	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%
N2O	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%
SF6	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(CO2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CO_2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＞

〇シナリオ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：0.000429tCO_2/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^{-1}kgCO_2/kWh、1.388×10^{-4}kgCH_4/kWh、2.360×10^{-5}kgN_2O/kWh、1.500×10^{-8}kgSF_6/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^{-1}kgCO_2/kWh、1.695×10^{-4}kgCH_4/kWh、5.602×10^{-5}kgN_2O/kWh、2.795×10^{-17}kgSF_6/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：0.000429tCO_2/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^{-1}kgCO_2/kWh、1.388×10^{-4}kgCH_4/kWh、2.360×10^{-5}kgN_2O/kWh、1.500×10^{-8}kgSF_6/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^{-1}kgCO_2/kWh、1.695×10^{-4}kgCH_4/kWh、5.602×10^{-5}kgN_2O/kWh、2.795×10^{-17}kgSF_6/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（CO_2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（CO_2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CO_2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（CO_2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（CO_2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CO_2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

<table>
<tr><th rowspan="2">区分</th><th rowspan="2">標準
ケース</th><th colspan="2">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</th><th colspan="2">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</th></tr>
<tr><th>ケース１</th><th>ケース２</th><th>ケース１</th><th>ケース２</th></tr>
<tr><td>シナリオの概要</td><td>-</td><td>使用段階の水中ポンプ稼働時間
800 時間</td><td>使用段階の水中ポンプ稼働時間
1,200 時間</td><td>LCA 日本フォーラム DB
「電力生産」</td><td>MiLCA「発電,系統電力」</td></tr>
<tr><td>温室効果ガス排出量
（kgCO₂e/年）</td><td>1.19E+04</td><td>1.02E+04</td><td>1.21E+04</td><td>1.27.E+04</td><td>1.36.E+04</td></tr>
<tr><td>増減割合</td><td>-</td><td>-8.7%</td><td>8.7%</td><td>14.0%</td><td>21.9%</td></tr>
</table>

別表 3-12　オリジナルプロセスの感度分析結果

<table>
<tr><th rowspan="2">区分</th><th rowspan="2">標準
ケース</th><th colspan="2">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</th><th colspan="2">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</th></tr>
<tr><th>ケース１</th><th>ケース２</th><th>ケース１</th><th>ケース２</th></tr>
<tr><td>シナリオの概要</td><td>-</td><td>使用段階の電熱線稼働時間
1,000 時間</td><td>使用段階の電熱線稼働時間
600 時間</td><td>LCA 日本フォーラム DB
「電力生産」</td><td>MiLCA
「発電,系統電力」</td></tr>
<tr><td>温室効果ガス排出量
（kgCO₂e/年）</td><td>7.21E+04</td><td>9.16E+04</td><td>6.27E+04</td><td>9.59.E+04</td><td>1.06.E+05</td></tr>
<tr><td>増減割合</td><td>-</td><td>18.8%</td><td>-18.8%</td><td>24.3%</td><td>37.9%</td></tr>
</table>

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

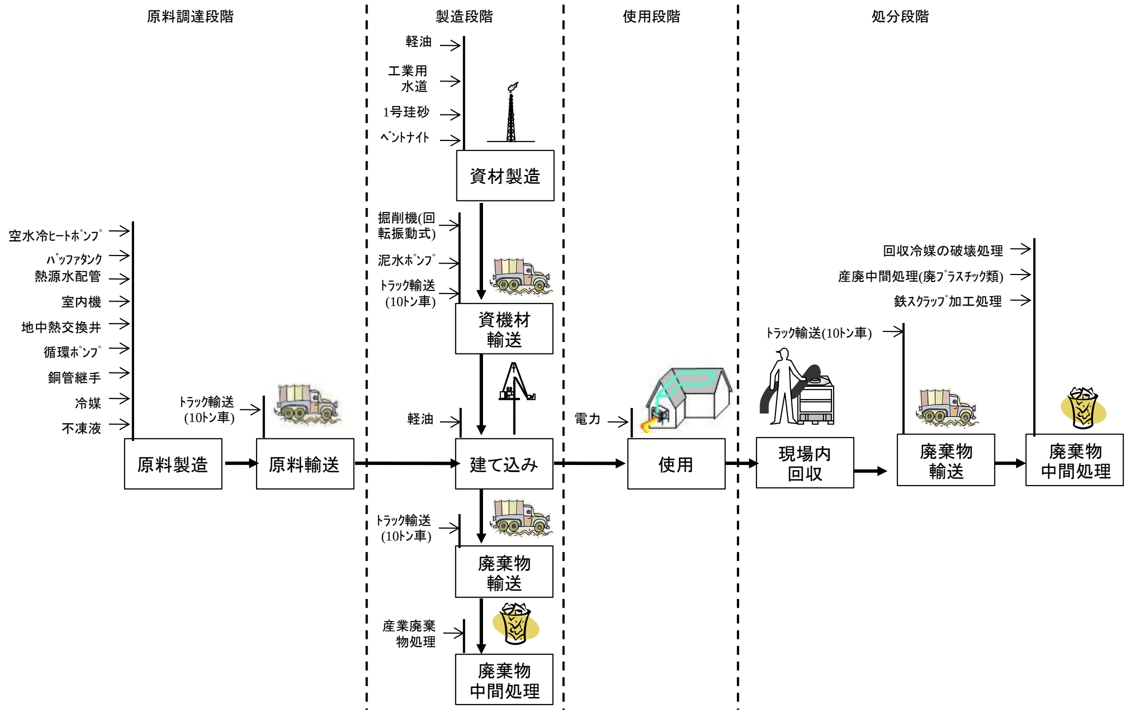
本事例に係る機能単位は、「当該施設が存在する市区町村の事務所用途での1年間の空調利用（面積303m^2)」と設定した。

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

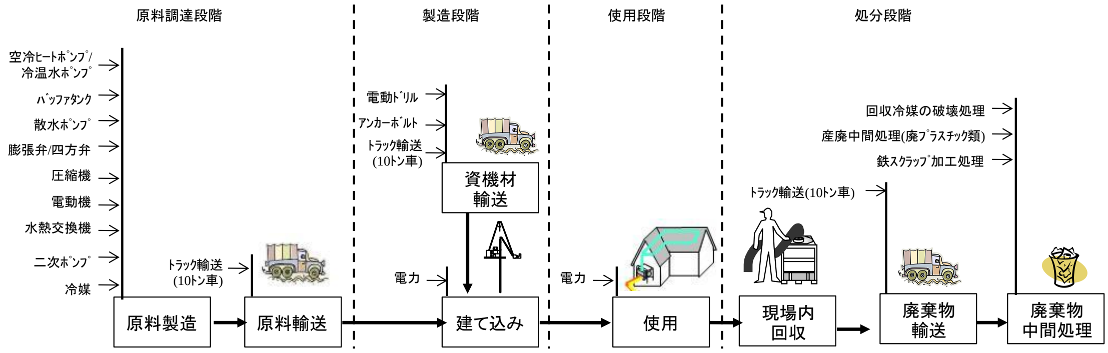
（イ）オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

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号硅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	ー	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.geohpaj.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)製コールドブライン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
		バッファタンク	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	ー	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	ー	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	ー	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 大区分	工程 小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
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 大区分	工程 小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
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					
使用	—	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（CO_2換算）でみると、使用段階が全体の66.1％を占めた。次いで排出量が大き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
CO2	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%	
CH4	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%	
N2O	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%	
SF6	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(CO2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（CO_2換算）でみると、使用段階が全体の78.9％を占めた。次いで排出量が大き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CO_2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：0.000375tCO_2/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^{-1}kgCO_2/kWh、1.388×10^{-4}kgCH_4/kWh、2.360×10^{-5}kgN_2O/kWh、1.500×10^{-8}kgSF_6/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^{-1}kgCO_2/kWh、1.695×10^{-4}kgCH_4/kWh、5.602×10^{-5}kgN_2O/kWh、2.795×10^{-17}kgSF_6/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＞

〇シナリオ1： 温室効果ガス排出量（CO_2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（CO_2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CO_2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_2e/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（$kgCO_2e$/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ュー冷凍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ュー冷凍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：94,901m^3、庫内温度：-25℃±2℃）」と設定した。

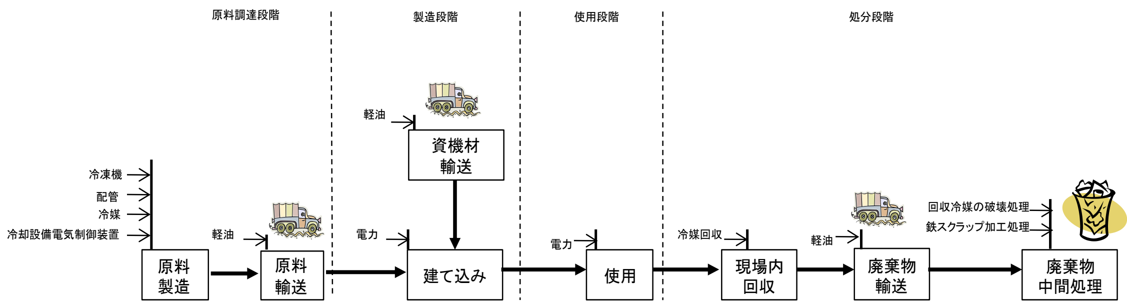
②プロセスのプロセスフローとシステム境界の設定

（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。

建て込み工程で必要な機材（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。

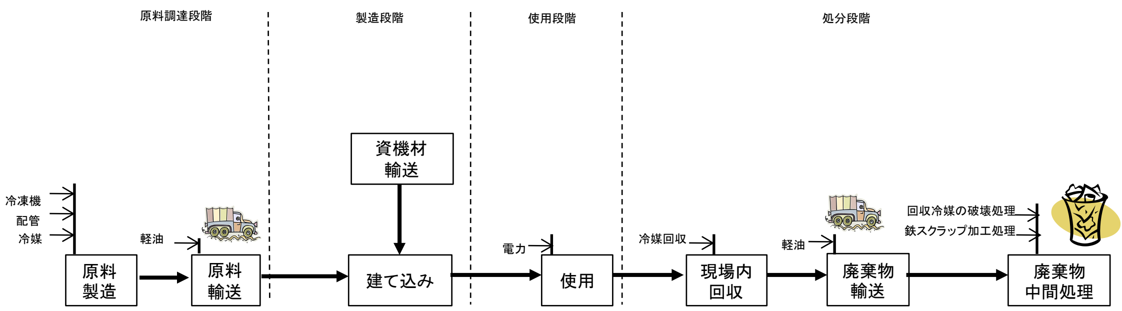


*入力は改修事業前後で切り替えがあった項目のみ対象とした

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に同じ ・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に同じ ・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に同じ ・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	・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	・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	・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 ・電気カッターの出定格出力が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	・事業者提供資料に基づきトラッククレーンをを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_crean_eco.htm)
		軽油の燃焼	7.95E+01	MJ	二次情報	・事業者提供資料に基づきトラッククレーンをを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_crean_eco.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	・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	・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	・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(自社データ/	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に同じ ・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に同じ ・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に同じ ・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	・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	・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	・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（CO_2 換算）でみると、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_2O	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(CO2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（CO_2 換算）でみると、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_2O	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
CO2	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%
CH4	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%
N2O	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%
SF6	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(CO2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