

再生可能エネルギー等の温室効果ガス 削減効果に関する LCA ガイドライン

第Ⅳ部 複数の機能を有する事業 (バイオマス利活用等) 編

平成25年3月

環 境 省

目 次

1. 第Ⅳ部の位置づけ	1
1.1 第Ⅳ部の位置づけ	1
1.2 対象とする再生可能エネルギー等	3
2. LCA実施の目的と調査範囲の設定に関する留意事項	7
2.1 機能単位の設定に関する留意事項	7
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	8
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	14
3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項	20
3.1 原料調達段階に関する留意事項	21
3.2 製造段階に関する留意事項	42
3.3 流通段階に関する留意事項	44
3.4 処分段階に関する留意事項	44
3.5 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項	45
4. 温室効果ガス排出原単位データの収集・設定に関する留意事項	48
5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項	52
5.1 感度分析の実施	52
5.2 温室効果ガス排出削減効果の評価	52
6. レビューの実施に関する留意事項	53

1. 第IV部の位置づけ

1.1 第IV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（バイオマス利活用等）編」（本資料）として、別冊の資料に整理した。再生可能エネルギーの種類ごとに関連するガイドラインの判定フローを図1-1に示す。

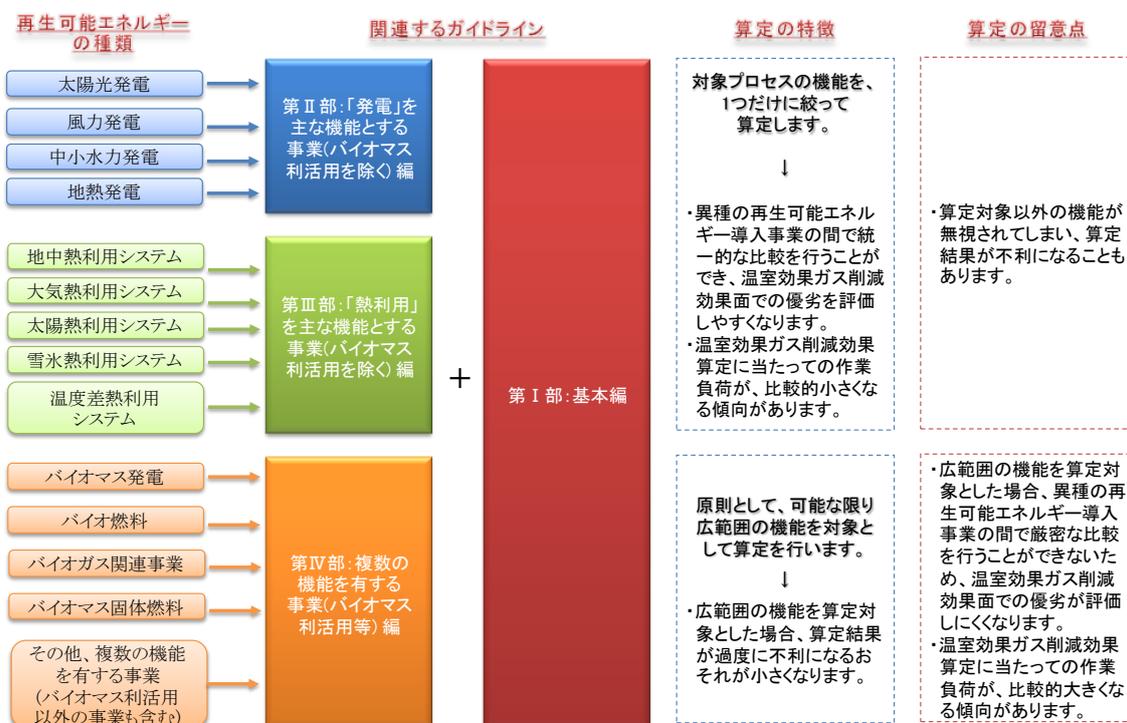


図1-1 再生可能エネルギーの種類ごとの関連ガイドラインの判定フロー

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

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

1.2 対象とする再生可能エネルギー等導入事業

対象とする再生可能エネルギー等導入事業は、以下のとおりとする。

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

【解説・注釈】

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

表 1-1 対象とする複数機能を有する事業の例

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

・森林から資源として切り出した木材（間伐材、林地残材を除く）を利用するバイオマス利活用事業の場合は、事業の実施前後で生体バイオマスの炭素ストック量が減少することがないように、土地利用変化の復元を行うことが重要である。本ガイドラインでは、「バイオマスの燃焼による二酸化炭素排出量はゼロとしてよい」こととしているが（→第Ⅰ部：基本編 5.1.4（p.22））、これは土地利用変化の復元を行うことを前提としている。復元を行わない場合には本ガイドラインの考え方に合致しなくなるため、このような場合には本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し事業の意義を再検討すべきである。

- 以下に示すバイオ燃料は多くの場合、温室効果ガス削減効果が十分に得られない可能性が高いため、本ガイドラインを適用する以前に、関連する知見を利用し温暖化対策としての意義を再検討すべきである。

①泥炭地や森林を転用した土地で栽培した資源作物を用いて製造されるバイオ燃料

②生産されるバイオ燃料量と比較して過剰の化石燃料を使用するバイオ燃料

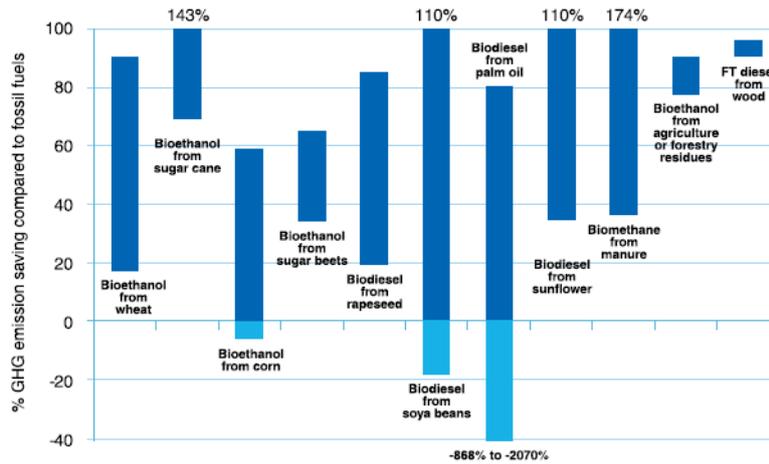
※例えば、生産されるバイオエタノール重量の 2 分の 1 の重油量を用いて製造するケース

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

参考：温室効果ガス削減効果が十分ではない可能性のあるバイオ燃料

①泥炭地・森林を転用して栽培した資源作物を用いて製造されるバイオ燃料

国連環境計画（UNEP）が2009年10月に公表したバイオ燃料の持続可能性について評価した報告書"Assessing Biofuels"では、森林伐採された熱帯泥炭地にプランテーションを造成してパームオイルを生産し、それを原料としてバイオ燃料を生産・使用した場合、化石燃料と比較して20倍以上の温室効果ガスが放出される可能性があることを明らかにしている（図1-2）。



出典：Own compilation based on data from Menichetti/Otto 2008 for bioethanol biodiesel, IFEU(2007) for sugar cane ethanol, and Liska et al. (2009) for corn ethanol;RFA 2008 for biomethane, bioethanol from residues and FT diesel

図1-2 化石燃料と比較したバイオ燃料の温室効果ガス排出量

また、森林を転用してバイオ燃料製造を行う場合も同様な指摘がされている。土地利用変化に伴って排出される温室効果ガスの割戻期間を100年とした場合には、バイオ燃料のライフサイクルにおける温室効果ガス排出量は化石由来燃料と比較して少なくなるが、割戻期間を25年に設定した場合には逆に多くなる（図1-3）。15～20年が事業実施期間の目安となる、森林を転用した土地で栽培された資源作物を原料とするバイオ燃料は温室効果ガス排出量削減に逆効果になる可能性が高いことがわかる。

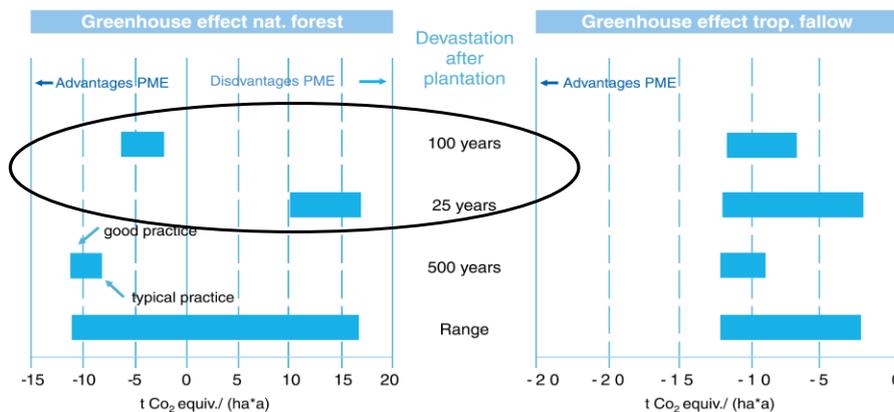


図1-3 森林からパーム園への転用によって製造するバイオディーゼルを異なる期間で割戻した温室効果ガス排出量の違い

出典：IFEU et al. 2007

②生産されるバイオ燃料量と比較して過剰の化石燃料を使用して製造されるバイオ燃料

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

(例)

○1Lのバイオエタノールによって削減できるGHG排出量

$$\begin{aligned} &\rightarrow 21.2 \text{ (MJ/L-EtOH)} / 32.9 \text{ (MJ/L-ガソリン)} \times 2.38 \text{ (kgCO}_2\text{/L-ガソリン)} \\ &= 1.53 \text{ (kgCO}_2\text{/L)} \end{aligned}$$

○0.5Lの重油を燃焼した際のGHG排出量

$$\begin{aligned} &\rightarrow 0.5 \text{ L} \times 2.98 \text{ (kgCO}_2\text{/L)} \\ &= 1.49 \text{ (kgCO}_2\text{/L)} \end{aligned}$$

2. LCA 実施の目的と調査範囲の設定に関する留意事項

2.1 機能単位の設定に関する留意事項

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

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

2.2 プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項

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

(1) バイオマス発電事業

事業の主な機能を「発電」のみに特定できる場合には、電力供給に関わるプロセスのみ、システム境界内として設定することができる（必要に応じて、3.5 で後述するプロセス細分化や配分を行う）。

(2) バイオ燃料製造事業

事業の主な機能を「燃料製造」のみに特定できる場合には、燃料供給に関わるプロセスのみ、システム境界内として設定することができる（必要に応じて、3.5 で後述するプロセス細分化や配分を行う）。

【解説・注釈】

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

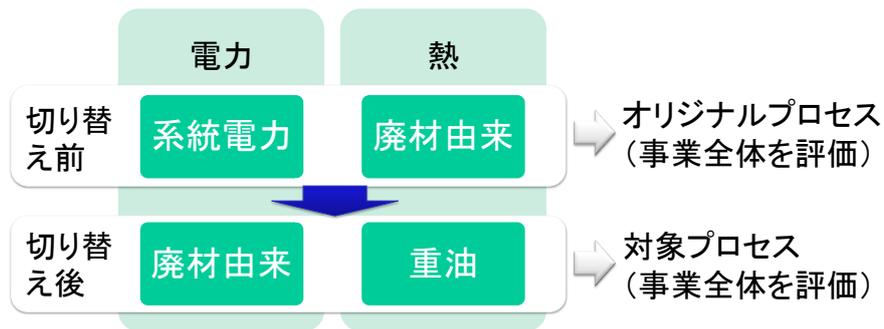


図 2-1 同一事業者が電熱併給事業を行う場合のシステム境界

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

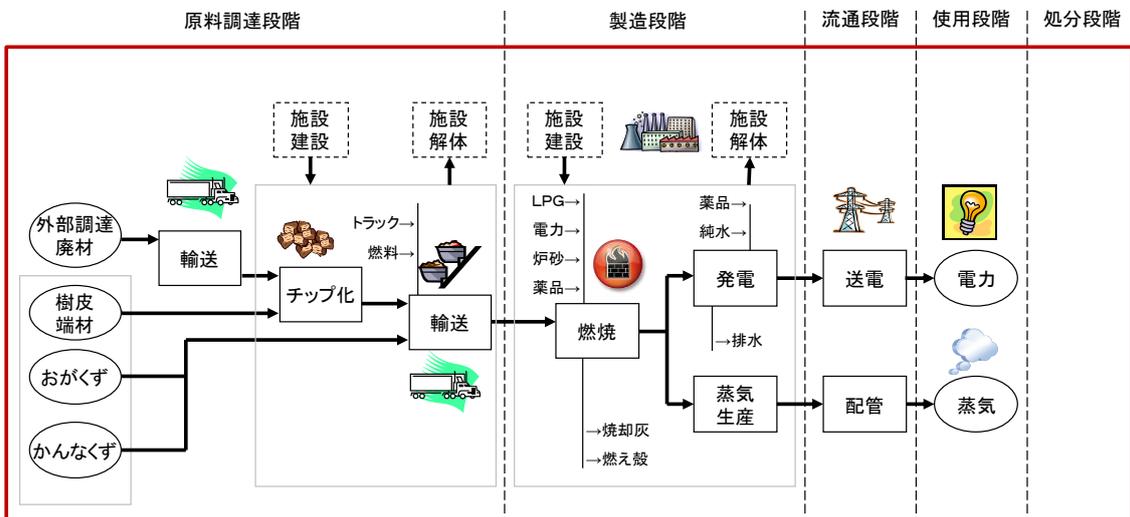


図 2-2 製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業のシステム境界

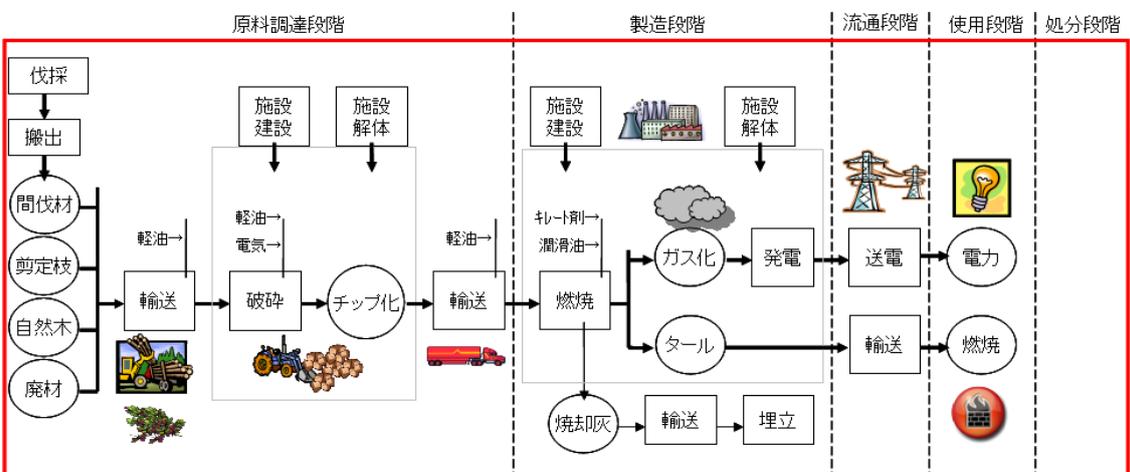


図 2-3 間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業のシステム境界

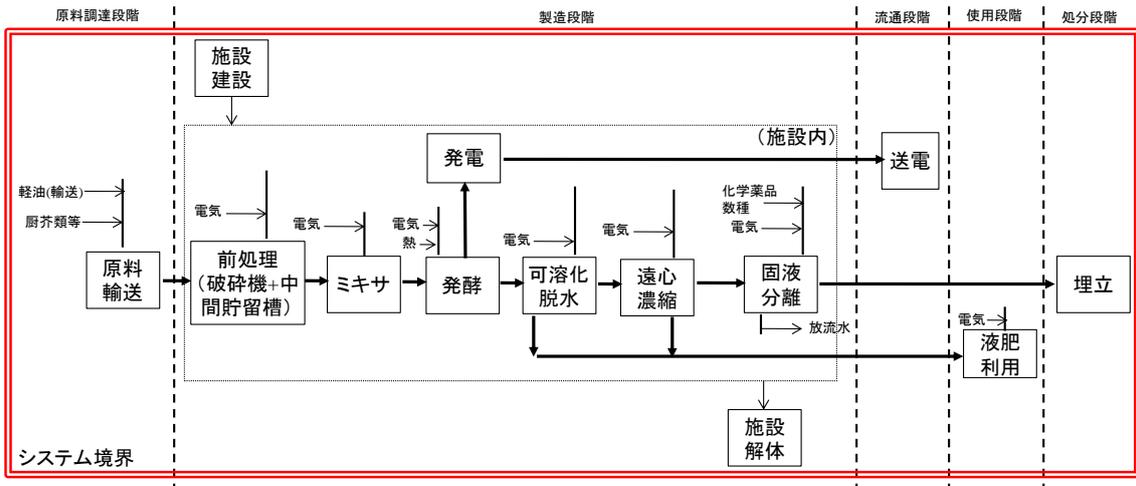


図 2-4 厨芥類を原料とした複数の機能を有する事業のシステム境界

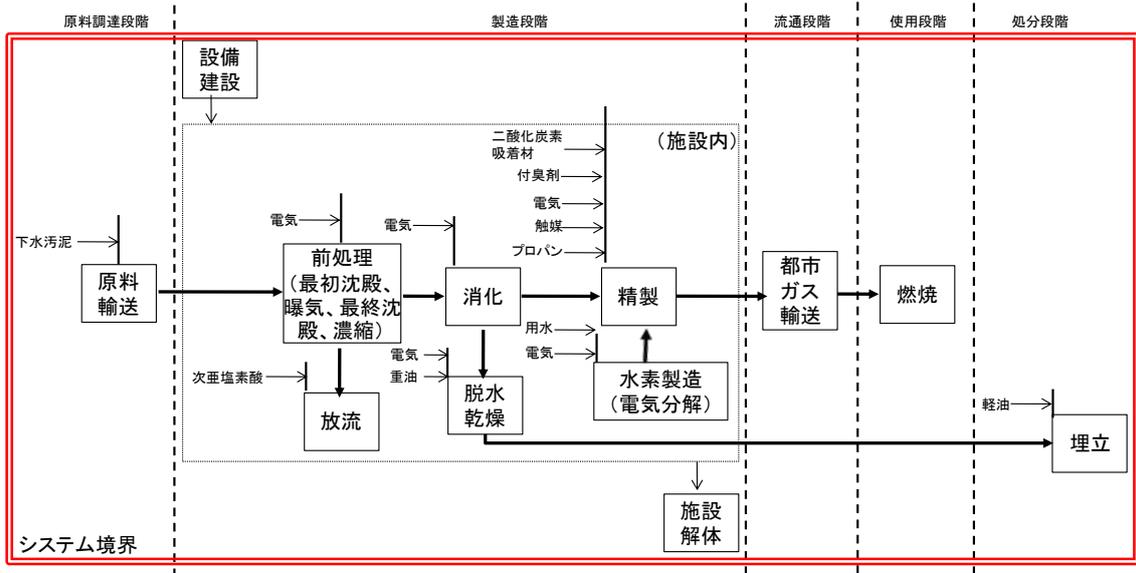


図 2-5 下水汚泥を原料とした複数の機能を有する都市ガス製造事業のシステム境界

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

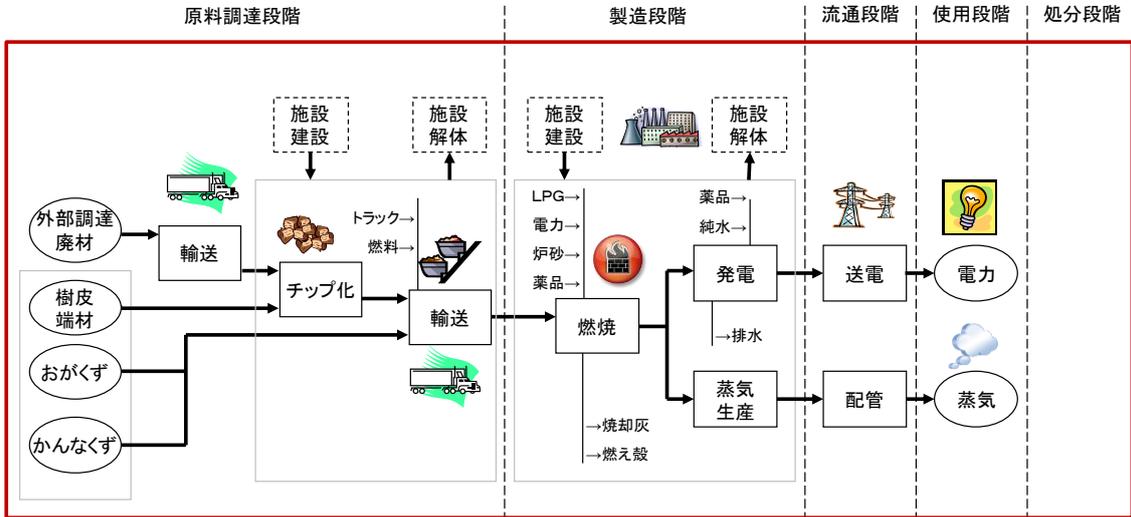


図 2-6 製材廃材を利用した直接燃焼木質バイオマス発電事業のシステム境界

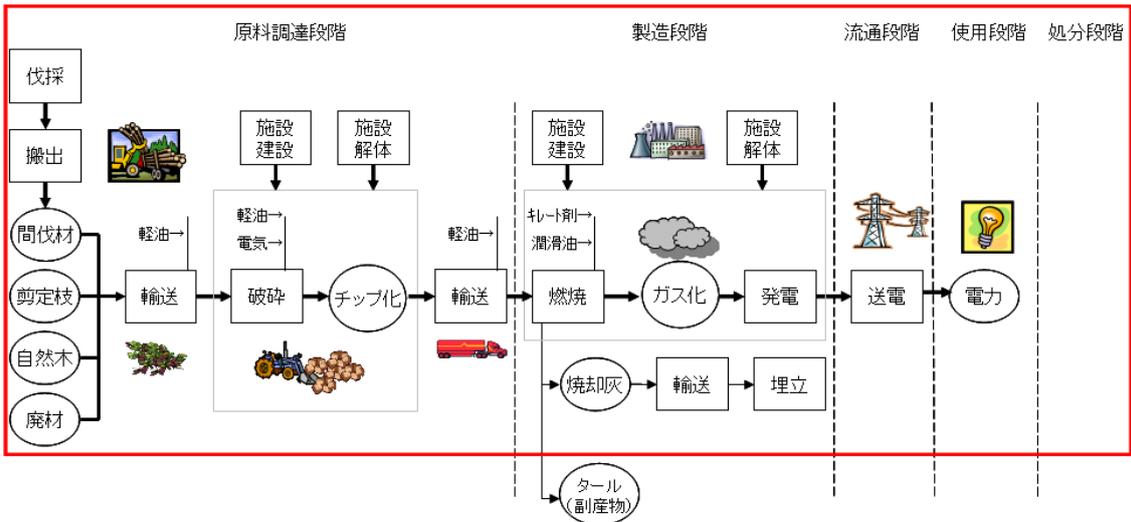


図 2-7 間伐材等を利用したガス化発電事業のシステム境界

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

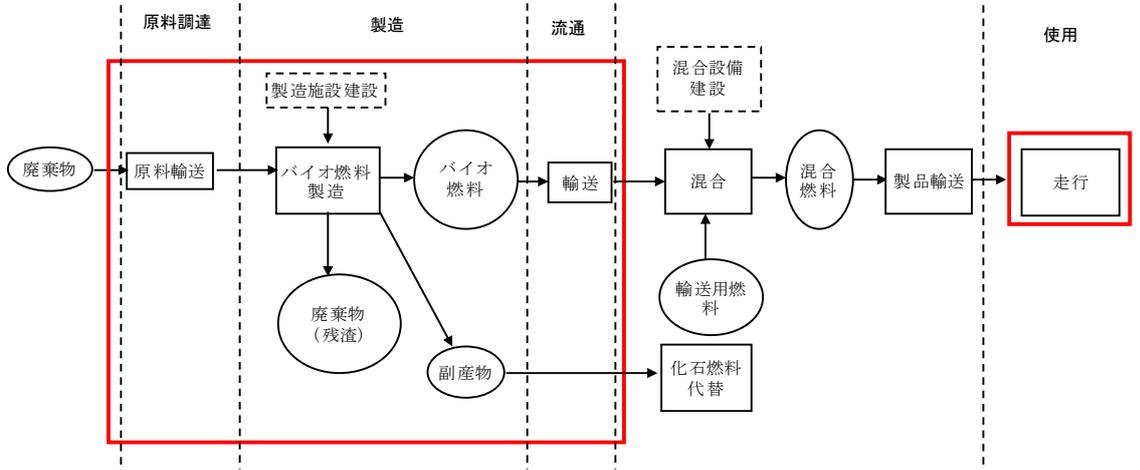


図 2-8 廃棄物由来のバイオ燃料のシステム境界

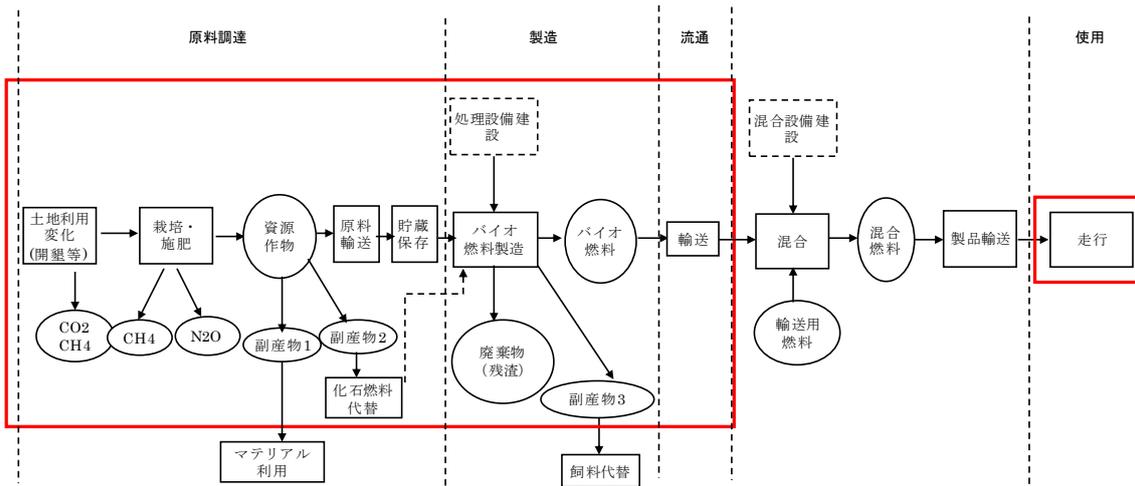


図 2-9 資源作物由来のバイオ燃料のシステム境界

- ・原料が間伐材や短伐期樹木等の場合、植林工程、保育工程等における土地利用変化がライフサイクル全体に与える影響は大きいとされているが、バイオマス利活用事業に関連した土地利用変化に伴う温室効果ガス排出に関して、我が国における詳細データを入手することが困難と考えられるため、本ガイドラインでは「伐採・剪定工程」以降をシステム境界内とする。
- ・複数の機能を有する事業においては、施設建設工程、施設解体工程における温室効果ガス排出量が無視できないことも多いため、原則として施設建設工程、施設解体工程をシステム境界内とする。ただし、概略検討等を行った結果として、第 I 部：基本編に示すカットオフ基準を満たす場合は、カットオフの対象とすることができる。

・施設廃棄・処分工程については、以下の理由から必ずしもシステム境界に含めなくてよい。

- (1)一般に、施設廃棄・処分工程における温室効果ガス排出量は、施設建設工程よりも相対的に小さいと考えられる。
- (2)施設廃棄・処分工程における温室効果ガス排出量を算定するためには、事業者が把握しにくい施設の素材別構成（例：鉄系○t、非鉄△t、コンクリート□t）を明らかにする必要があり、それらの情報収集を事業者に求めることになるため、大きな負担となりかねない。

＜カットオフ基準（目安）＞

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

2.3 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項

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

(1) バイオマス発電事業

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

表 2-1 系統電力の製造段階における温室効果ガス排出量

工程	温室効果ガス排出量	備考（出典）
発電所設備製造工程	$1.53 \times 10^{-3} \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$	（財）電力中央研究所（2010）「日本の発電技術のライフサイクル CO2 排出量評価」における石炭火力（国内炭・輸入炭）の活動量データと、平成 25 年提出用温対法排出係数を用いて算定
発電所建設工程	$1.27 \times 10^{-3} \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$	
発電所解体工程	$3.19 \times 10^{-3} \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$	常陸那珂発電所 2 号機（1000MW 相当）の事例における活動量データと、平成 25 年提出用温対法排出係数を用いて算定
計	$2.83 \times 10^{-3} \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$	

(2) バイオ燃料製造事業

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

表 2-2 化石燃料由来輸送用燃料の温室効果ガス排出量

化石燃料由来輸送用燃料	ガソリン	軽油	天然ガス (LNG)
温室効果ガス排出量	81.7 kgCO ₂ /GJ	77.1 kgCO ₂ /GJ	65.4 kgCO ₂ /GJ
備考 (比較対象)	エタノール	バイオディーゼル	バイオガス

※出典：(財)石油産業活性化センター報告書データを編集, 平成 12 年 3 月

【解説・注釈】

- ・実態として発電が主な目的と見なすことができる「(1) バイオマス発電事業」、燃料製造が主な目的と見なせる「(2) バイオ燃料製造事業」の場合については、異種の事業間で統一的な比較を行うことを目的として固定値とした。
- ・上記表 2-2 に示したガソリンの温室効果ガス排出量は、経済産業省「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準」との整合を取り、本ガイドラインにおいても(財)石油産業活性化センター報告書のデータを用いるとともに、軽油、天然ガス (LNG) の排出量についても、同報告書から引用することとした。なお、これらの温室効果ガス排出量はライフサイクル全体の排出量であり、燃料の燃焼時のみの排出量ではない点に留意すること。
- ・オリジナルプロセスの設定例を以下に示す。

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

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

「製材所廃材の処理プロセス」としては、通常「活性炭の製造プロセス」が考えられるが、この場合、オリジナルプロセスの機能に「活性炭製造」が含まれてしまうため、製造所廃材を原料として製造される活性炭の量に相当する「従来型の活性炭製造プロセス」（ここでは「ヤシ殻由来の活性炭製造プロセス」とする）を、上記の 2 種類のプロセスの和から差し引く必要がある。

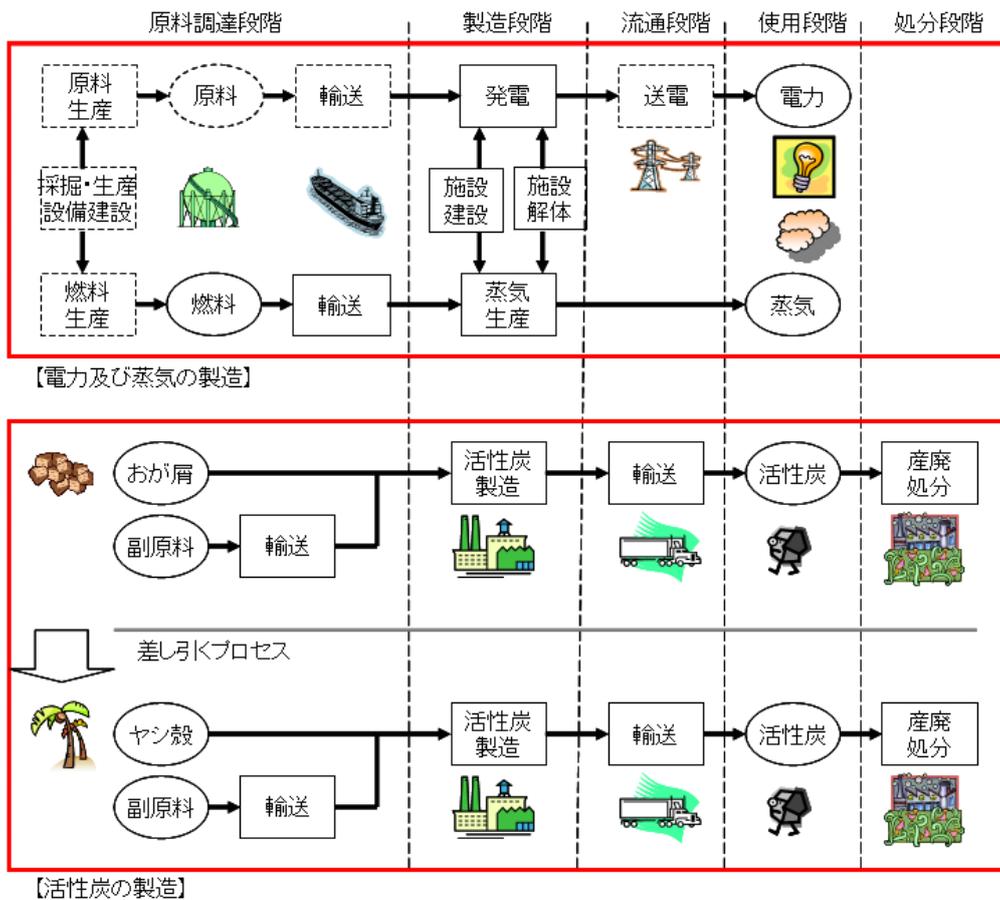


図 2-10 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界 (例)
 (製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス)

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

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

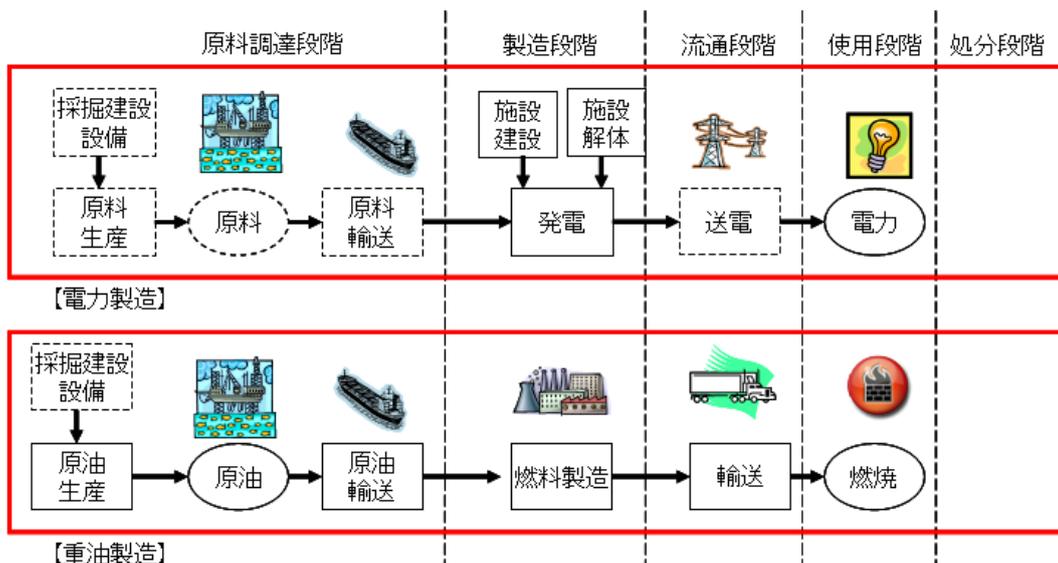


図 2-11 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界 (例)

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

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

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

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

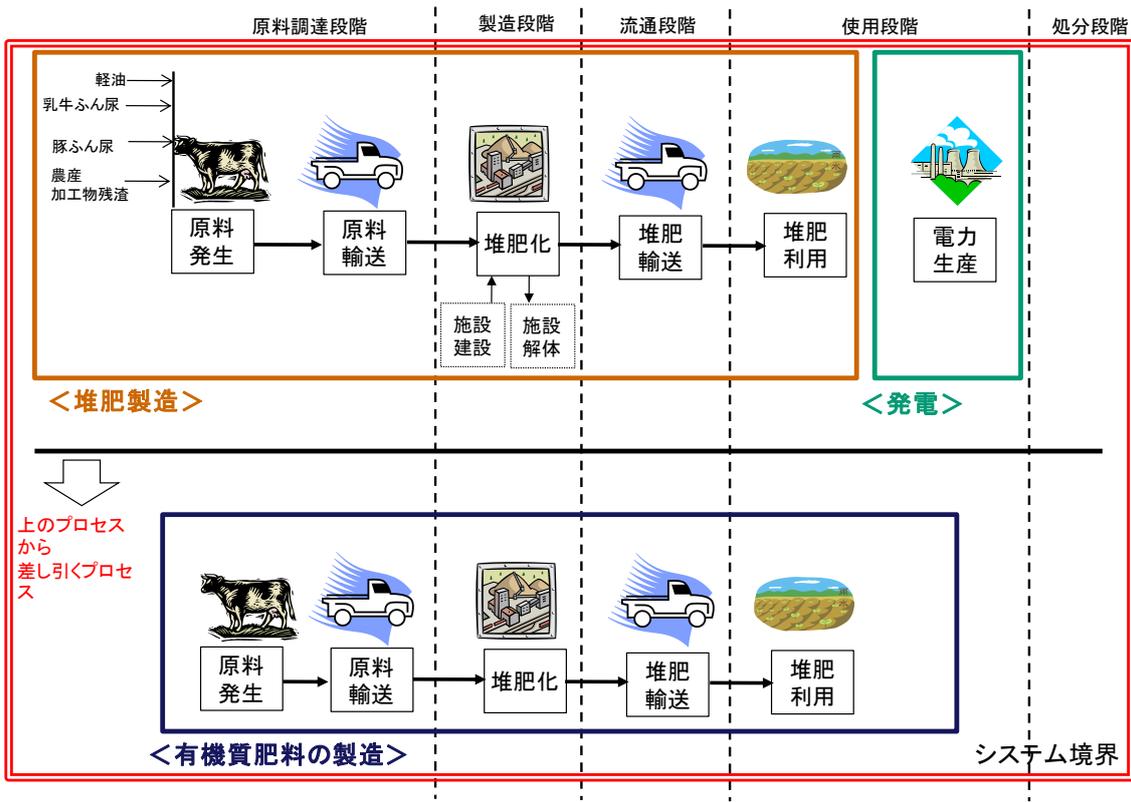
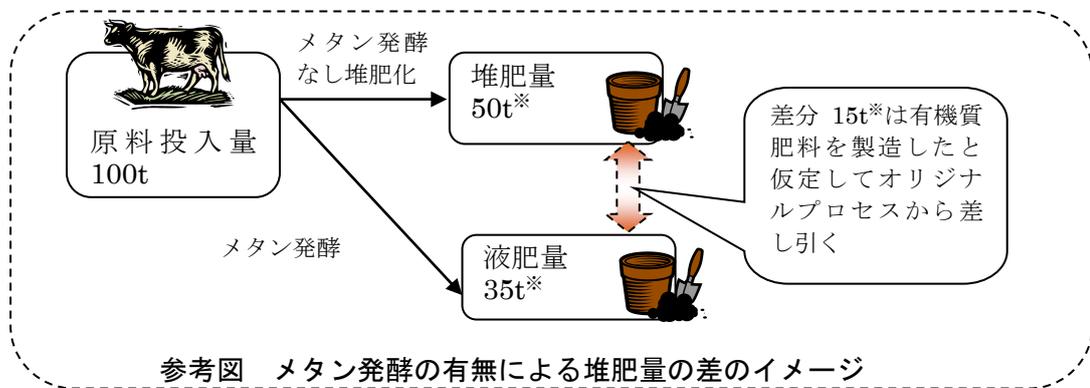


図 2-12 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）



参考図 メタン発酵の有無による堆肥量の差のイメージ

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

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

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

メタン発酵を行った場合の液肥製造量 95t、窒素肥効率 55%

有機質肥料の窒素肥効率 78%と想定した場合、

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

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

<例4：バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス>

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

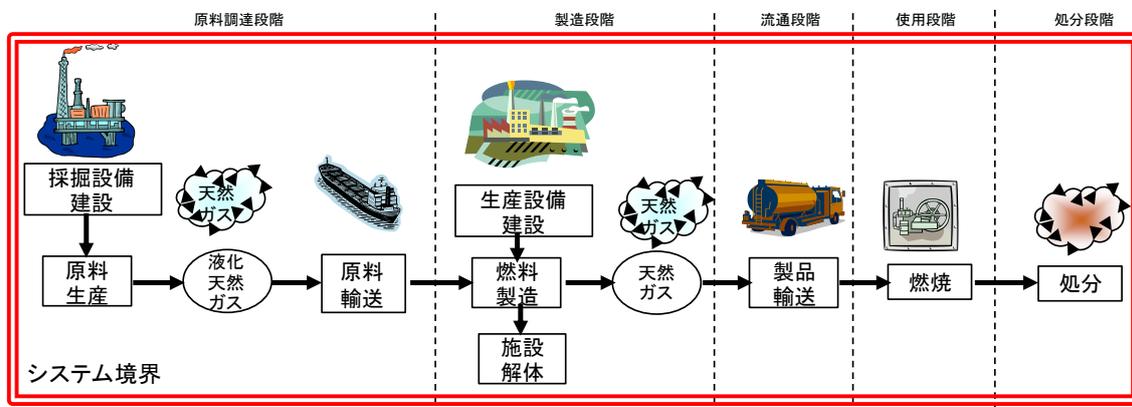


図 2-13 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界 (例)

3. 活動量データの収集・設定に関する留意事項

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

【解説・注釈】

- ・活動量データの収集例を表 3-1 に示す。

表 3-1 活動量データ収集例（廃食用油由来バイオディーゼルの場合）

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

3.1 原料調達段階に関する留意事項

原料調達段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

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

1) 林地残材・間伐材を原料とするケース

①伐採・剪定、②搬出、③原料輸送、④破碎、⑤乾燥、⑥チップ輸送

2) 製材所廃材や建築廃材を原料とするケース

①原料輸送、②破碎、③乾燥、④チップ輸送

3) 資源作物を原料とするケース

①土地利用変化、②栽培、③伐採・剪定、④搬出、⑤調達、⑥原料輸送

4) 既存収集システムにある下水汚泥等を原料とするケース

原料輸送は考慮しなくてもよい。

(2) 廃棄物を原料とすることにより回避される温室効果ガス排出量を考慮する場合には、システム拡張を行うことにより考慮するものとする。

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

【解説・注釈】

- ・林地残材・間伐材を原料とするバイオマス発電の場合、伐採・剪定工程や搬出工程における温室効果ガス排出量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため、留意する必要がある。植林工程、保育工程等については、当該工程における土地利用変化がライフサイクル全体に与える影響は無視できないとされているが、バイオマス発電事業に関連した土地利用変化に伴う温室効果ガス排出に関して、我が国における詳細データを入手することが困難と考えられるため、ここでは考慮しなくてもよいこととした。
- ・製材事業者やその関連事業者がバイオマス発電事業を行っており、製材工場が同一敷地内または近隣地域にある場合、本来は破碎工程や乾燥工程を「製造段階」に分類することが望ましいが、その場合、事業により破碎工程や乾燥工程の位置付けが異なってしまう。そのため、ここでは便宜上、一律に破碎工程や乾燥工程を「原料調達段階」に分類することとした。
- ・上記の「原料輸送」に伴う温室効果ガス排出については、基本的には建築廃材の発生場所からチップ化施設までの輸送手段・距離等の情報を収集し、排出量を算定するが、物理量（質量、発熱量等）や経済価値（価格）が上記（3）の「相当割合」に満たない場合は、代表値や二次データを用いて算定してもよい。

- 下水汚泥のように原料が既存インフラにより収集されている場合には、原料輸送プロセスにおける温室効果ガス排出量はシステム境界に含めなくてよいこととした。ただし、下水汚泥を主原料とした事業において下水汚泥以外の原料を投入する場合には、その原料の輸送工程における温室効果ガス排出量が、システム全体において大きな割合を占める可能性があることから、その原料の調達段階を考慮する必要がある。
- 資源作物を原料とするバイオマス利活用事業の場合、土地利用変化や栽培プロセスにおける温室効果ガス排出量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため留意する必要がある。土地利用変化に伴って発生する温室効果ガス排出量は次頁以降に従って算定する。

(1) 土地利用変化に伴う温室効果ガス排出の取扱いについて

土地利用変化に伴って発生する温室効果ガス排出量は以下に従って算定する。

①土地利用区分

土地利用区分は森林、田、普通畑、樹園地、牧草地、湿地、開発地、その他の土地、の8区分とする。

②算定対象とする土地利用変化

本ガイドラインで対象とする土地利用変化は以下の8タイプとする。

- 1) 田から普通畑への転用
- 2) 田から樹園地への転用
- 3) 普通畑から田への転用
- 4) 普通畑から樹園地への転用
- 5) 樹園地から田への転用
- 6) 樹園地から普通畑への転用
- 7) 草地から田への転用
- 8) 草地から普通畑への転用

③土地利用変化に伴う温室効果ガス

資源作物を原料とするバイオ燃料のLCAにおいて土地利用変化を伴う場合は、以下の影響による温室効果ガス排出量の変化を考慮しなければならない。

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

④算定に用いる諸データ

土壌炭素ストック量、生体バイオマス炭素ストック量は、平成21年4月に独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィスから公表されている「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」のデータを利用する。なお、算定方法やデータの更新に留意する必要がある。

上記データは日本の標準的な土地を基準にして算定した値である。海外の土地を用いて資源作物を栽培する場合やバイオ燃料を輸入する場合は、土壌炭素ストック量を調査し、算定に用いるデータを得るよう努めることが求められる。

⑤変化期間の設定

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

⑥その他

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

【解説・注釈】

- ・土地利用区分の設定方法を表3-2に示す。

表3-2 土地利用区分の設定方法と把握方法

土地利用区分	土地利用区分の設定方法	把握方法
森林	森林法第5条及び7条の2に基づく森林計画対象森林とする。	森林資源現況調査（林野庁）における森林計画対象森林の人工林、天然林、無立木地、竹林とする。
農地	田、普通畑、樹園地とする。	農水省「耕地及び作付面積統計」における田、普通畑、樹園地とする。
牧草地	牧草地とする。	農水省「耕地及び作付面積統計」における牧草地及び農水省「世界農林業センサス林業地域調査」における採草放牧に利用されている面積とする。
湿地	水面（ダム等）、河川、水路とする。	国交省「土地利用現況把握調査」における水面、河川、水路とする。
開発地	森林、農地、草地、湿地に該当しない都市地域とする。このうち都市緑地は、森林に該当しない総ての樹木植生地とする。	国交省「土地利用現況把握調査」に示される道路、宅地とする。また、内数である都市緑地は国土交通省「都市公園等整備現況把握調査」より把握する。
その他の土地	上記の土地利用区分のいずれにも該当しない土地とする。	国交省「土地利用現況把握調査」における国土面積から他の土地利用区分の合計面積を差し引いて把握する。

出典：温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第5部 森林等の吸収源分科会報告書、環境省、H18

・各々の土地利用区分の定義を表 3-3 に示す。

表 3-3 土地利用区分の定義

土地利用大区分	土地利用小区分	定義
森林	人工林	植栽又は人工下種により生立した林分で、植栽樹種又は人工下種の対象樹種の立木材積（又は本数）の割合が 50%以上を占めるものをいう。
	天然林	立木地のうち、人工林以外の森林をいう。
	無立木地	立木及び竹の樹冠の占有面積歩合の合計が 0.3 未満の林分をいう。
	竹林	立木地以外の森林のうち、竹（笹類を除く。）の樹幹の占有面積歩合が 0.3 以上の林分をいう。ただし、竹の樹幹の占有面積歩合が 0.3 未満であって、立木及び竹の樹冠の占有面積歩合の合計が 0.3 以上の森林のうち、竹の樹冠の占有面積歩合が立木のそれを上回るものを含む。
農地	田	たん水設備（けい畔など）とこれに所要の用水をしうる設備（用水源・用水路）を有する耕地をいう。
	普通畑	畑のうち、樹園地及び牧草地を除いたもので、通常、草本性作物、苗木等を栽培するものをいう。
	樹園地	畑のうち、果樹、茶などの木本性作物を 1a 以上集団的（規則的、連続的）に栽培するものをいう。
牧草地		畑のうち、牧草の栽培を専用する畑をいう。
湿地	水面（ダム等）	湖沼（人造湖及び天然湖沼）並びにため池の満水時の水面。
	河川	河川法第 4 条に定める一級河川、同法第 100 条による準用河川の同法第 6 条に定める河川区域。
	水路	農業用排水路
開発地	道路	一般道路，農道及び林道
	宅地	住宅地，工業用地及びその他の宅地で，建物の敷地及び建物の維持又は効用を果たすために必要な土地
その他の土地		上記のいずれにも該当しない土地

*耕地・・・農作物の栽培を目的とする土地のことをいい、けい畔を含む。

*けい畔・・・水田の保水のために設けられた小さな土手のことを指す。

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

出典：森林資源現況調査，林野庁，H19

耕地及び作付面積統計，農林水産省，H18

日本国温室効果ガスインベントリ報告書，温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編
環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修，H21

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

- 1) 土壌炭素ストック量
- 2) 枯死有機物
- 3) 生体バイオマス炭素ストック量

その中の 2) 枯死有機物は、今後データ整備が進めば算定対象となることも十分考えられるが、現時点では必要データの収集が困難であることから考慮しなくてよいこととした。

- 土地利用変化に伴う温室効果ガス排出量は下式により算定する。

算定式

$$\text{土地利用変化に伴う温室効果ガス排出量} = \{(CS_A - CS_B) / 20 + (BS_A - BS_B) / T\} \times 3.664$$

CS_A: 土地利用変化後の土地利用形態における土壌炭素ストック量

CS_B: 土地利用変化前の土地利用形態における土壌炭素ストック量

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

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

T : プロジェクト期間 (設備の実耐用年数)

*3.663 : C から CO₂ への換算係数 (同位体を考慮)

- 土地利用変化に伴う土壌炭素ストック量は一般には 20 年間程度をかけて変化するとされており、EU 指令、英国の RTFO とともに 20 年で均等配分する方式を採用している。
- 生体バイオマス炭素ストックは土地利用変化が起きた時点でフローとしての取扱いになる。土地利用変化に伴う生体バイオマス炭素ストック量はプロジェクト期間 (設備の実耐用年数) で均等配分することとする。

- ・土壤中炭素ストック量は日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2009年4月）の掲載データを参考にした（表3-4）。ただし、これらのデータは現時点での不確実性を有する値であることに留意する必要がある。また、湿地、開発地及びその他の土地については現在精査中であり、LCA実施にあたっては最新の情報を入手することが求められる。

表3-4 土地利用区別の土壤炭素ストック量

土地利用区分		土壤炭素ストック量[tC/ha]	出典・備考等
森林		84.95 (tC/ha) (2007年度値)	深度0-30cmにおけるデータ。 Kazuhito Morisada, Kenji Ono, Hidesato Kanomata “Organic carbon stock in forest soil in Japan” Geoderma 119 (2004) p.21-32 をもとに CENTURY-jfos で計算した全国平均値。値は毎年変動する。 (参考値) 1990年度: 85.87 t-C/ha 2000年度: 85.87 t-C/ha 2006年度: 86.06 t-C/ha
農地	田	71.38	深度0-30cmにおけるデータ。 農業環境技術研究所中井信委員提供データ（未公表）
	普通畑	86.97	
	樹園地	77.46	
	平均	76.40	
牧草地		134.91	
湿地		—	現在精査中
開発地		—	現在精査中
その他の土地		—	現在精査中

出典：日本国温室効果ガスインベントリ報告書，温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編
環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修，H21

- ・生体バイオマス炭素ストック量は、日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2009年4月)の掲載データを参考にした(表3-5)。

表 3-5 土地利用区別の生体バイオマス炭素ストック量

土地利用区分		生体バイオマス炭素 ストック量[tC/ha]	出典・備考等
森林		63.15 (2007 年度)	森林資源現況調査(林野庁)及び林野庁提供データより算出。値は毎年変動する。 (参考値) 1990 年度: 92.9 t-dm/ha 2000 年度: 111.1 t-dm/ha 2006 年度: 123.7 t-dm/ha
農地	田	0.00	0 と仮定
	普通畑	0.00	0 と仮定
	樹園地	15.32	伊藤大雄・杉浦俊彦・黒田治之「わが国の温暖地落葉果樹園における年間炭素収支の推定」果樹試験場報告第34号別刷より、果樹別の平均年齢と平均成長量を掛け合わせ推定
草地		6.75	GPG-LULUCF Table3.4.2 及び Table 3.4.3 (warm temperate wet)
湿地		0.00	0 と仮定
開発地		0.00	0 と仮定
その他の土地		0.00	0 と仮定

- ・炭素含有率 (CF) 0.5 ((tC/t-dm) GPG-LULUCF デフォルト値)、dm = dry mass(乾物量)
出典: 温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編集
環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修, H21 を編集

(2) 栽培に伴う温室効果ガス排出量の取扱いについて

①算定対象

- ・栽培時に要した肥料、化石燃料や電力、熱等の投入について考慮しなければならない。
- ・資源作物の栽培に伴って水田を使用する場合や施肥、野焼きを行う場合には、以下の温室効果ガス排出量を考慮しなければならない。
 - 1) 水田土壌からのメタンガス
 - 2) 施肥による一酸化二窒素
 - 3) 野焼きにより発生するメタンガスおよび一酸化二窒素
- ・なお、「施肥による一酸化二窒素」は、直接排出（合成肥料や有機質肥料の施肥、窒素固定作物による窒素固定、作物残渣のすき込み、有機質土壌の耕起）と間接排出（大気沈降、窒素溶脱）のうち、直接排出を算定の対象とする。

②算定に用いるデータ

- ・水田土壌からのメタンガス発生量は、独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィスが発行している日本国温室効果ガスインベントリ報告書のデータを用いる。
- ・施肥により発生する一酸化二窒素排出量は、地球環境研究センターと独立行政法人 国立環境研究所が発行している日本国温室効果ガスインベントリ報告書のデータを用いる。

【解説・注釈】

- ・水田土壌から発生するメタンガスの排出係数は、平成 22 年 3 月現在は下表による。

表 3-6 水田土壌から発生するメタンガスの排出係数

区分		排出係数 (gCH ₄ /m ² /年)	温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ eq/ha/年)	
稲作	常時湛水田	28.29	5,940.90	
	間断灌溉 水田 (中干し)	わら施用	15.98(*1)	3,355.80
		各種堆肥施用 無施用		

出典) 環境省日本国温室効果ガスインベントリ報告書のデータを一部編集, H21

* 1 「4. C. 1 間欠灌溉水田 (中干し)」の見かけの排出係数

- ・農用地の土壌からは、合成肥料の施肥等により土壌中にアンモニウムイオンが発生し、好気条件化でそのアンモニウムイオンが硝酸態窒素に酸化される過程で一酸化二窒素が発生する。発生の原因別に以下の5種類が知られている。

- ①合成肥料の施肥に伴う一酸化二窒素
- ②有機質肥料の施肥に伴う一酸化二窒素
- ③窒素固定作物による窒素固定に伴う一酸化二窒素
- ④作物残渣のすき込みに伴う一酸化二窒素
- ⑤有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素

①合成肥料の施肥に伴う一酸化二窒素

合成肥料とは、天然資源原料を化学的に加工して作った肥料を指す。

合成肥料の施肥に伴う一酸化二窒素排出量は下式より求めることができる。

算定式

$$\begin{aligned} & \text{農用地の土壌への合成肥料の施肥に伴う一酸化二窒素 排出量 (kgN}_2\text{O)} \\ & = \text{作物種別の排出係数 [kgN}_2\text{O-N/kgN]} \\ & \quad \times \text{農用地土壌に施用された合成肥料に含まれる窒素量 [kgN]} \times 44/28 \end{aligned}$$

合成肥料の施肥に伴う一酸化二窒素の排出係数は表 3-7 のとおりとする。

表 3-7 農用地の土壌への合成肥料の施肥に伴う一酸化二窒素の排出係数

作物種	排出係数 (kgN ₂ O-N/kgN)
水稻	0.31%
その他の作物	0.62%

出典：温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編
環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修, H21

合成肥料に含まれる窒素量は、農用地土壌に施用した合成肥料の成分表等を用いて算定し（通常、成分の含有率（%）で表示されている）、それに合成肥料の施用量を乗じて算出する。

②有機質肥料の施肥に伴う一酸化二窒素

有機質肥料とは、動物特に家畜の排泄物あるいは落葉落枝、ワラなどを腐らせたもので、ナタネ種子、綿の実、ダイズやイワシの絞りかすなど、主として生物起源の肥料を指す。

有機質肥料の施肥に伴う一酸化二窒素排出量は下式により算定する。

算定式

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

排出係数は合成肥料と同様の数値を用いることとする。

有機質肥料に含まれる窒素量は、農用地土壌に施用した有機質肥料の成分表等を用いて算定し（通常、成分の含有率（％）で表示されている）、それに有機質肥料の施用量を乗じて算出する。

③窒素固定作物による窒素固定に伴う一酸化二窒素

窒素固定作物の固定する窒素に伴う一酸化二窒素は、日本国温室効果ガスインベントリ報告書では下式により算定することとされている。対象となる作物は「豆類（乾燥子実）、野菜」（大豆、小豆、いんげん、らっかせい、さやいんげん、さやえんどう、そらまめ、えだまめ）および「飼料作物」（マメ科牧草）とされており、本ガイドラインで対象とするバイオマス燃料の原料等に関する算定方法については、十分なデータが整備されていない。

そのため、現時点では窒素固定作物による窒素固定に伴う一酸化二窒素排出量は算定する必要はないが、今後関連するデータが整備された場合には、算定対象とすることが求められる。

算定式

窒素固定作物による窒素固定に伴う一酸化二窒素排出量(kgN₂O)

$$= \text{排出係数}[\text{kgN}_2\text{O-N} / \text{kgN}] \times \text{窒素固定作物による窒素固定量 (kgN)} \times 44/28$$

■排出係数

合成肥料と同様の数値、具体的には、対象となる作物を鑑み「その他の作物」の排出係数 (0.0062[kgN₂O-N/kgN]) を用いる。

■窒素固定作物による窒素固定量

○豆類 (乾燥子実)、野菜

窒素固定作物による窒素固定量 (kgN)

$$= \Sigma (\text{窒素固定作物の作物種別の現物収穫量}[\text{t}])$$

$$\times (\text{収穫物中に含まれる作物種別の収穫量比窒素量}[\text{kgN/t}])$$

$$+ \text{収穫物残渣中に含まれる作物種別の収穫量比窒素量}[\text{kgN/t}])$$

○飼料作物

窒素固定作物による窒素固定量 (kgN)

$$= \Sigma (\text{窒素固定作物の作物種別の現物収穫量}[\text{t}])$$

$$\times \text{収穫物中に含まれる作物種別の収穫量比窒素量}[\text{kgN/t}])$$

表 3-8 窒素固定作物の作物種別の収穫量比窒素量

作物種	現物収穫量 1 トン当たりの窒素固定量 (kgN/t)	乾物率
大豆	69.17	1.000
小豆	40.68	1.000
いんげん	50.13	1.000
らっかせい	63.00	1.000
さやいんげん	1.98 ^{*2}	0.302 ^{*1}
さやえんどう	2.65 ^{*2}	0.302 ^{*1}
そらまめ	9.57 ^{*1}	0.302 ^{*1}
えだまめ	9.57	0.302
マメ科牧草	2.74	0.200

*1 えだまめの値を代用

*2 えだまめの値を、それぞれの作物とえだまめの収穫物中窒素含有率比で換算して設定
(出典) 2009 年 環境省日本国温室効果ガスインベントリ報告書のデータを編集

④作物残渣のすき込みに伴う一酸化二窒素

作物残渣の農用地の土壌へのすき込みに伴う一酸化二窒素排出量は下式より算定する。

$$\begin{aligned} & \text{算定式} \\ & \text{農用地の土壌への作物残渣のすき込みに伴う一酸化二窒素排出量(kgN}_2\text{O)} \\ & = \text{排出係数[kgN}_2\text{O/kgN]} \\ & \quad \times \text{作物残渣のすき込みによる窒素投入量[kgN]} \times 44/28 \end{aligned}$$

排出係数は 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)に示されている排出係数 (0.0125[kgN₂O/kgN]) を使用してもよいこととする。

作物残渣のすき込みによる窒素投入量は、牧草、青刈りとうもろこし、及びそれ以外の作物に分けて、以下のように算出する。

■牧草、青刈りとうもろこしの残渣のすき込みによる窒素投入量

牧草、青刈りとうもろこしの残渣のすき込みによる窒素投入量は下式により算定する。我が国独自の「単位面積当たりの収穫物以外の地上部の窒素含有量」(単位: kg-N/10a) に、作物別耕地面積を乗じて算出する。なお、青刈りとうもろこしは、その値に野焼きされる割合 (1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値: 0.1) を除いた割合を乗じる。

$$\begin{aligned} & \text{牧草、青刈りとうもろこしの残渣のすき込みによる窒素投入量(kgN)} \\ & = \sum_{\text{作物別}} \{ \text{単位面積当たり収穫物以外の地上部の窒素含有率[kgN/10a]} \\ & \quad \times \text{作物別耕地面積[ha]} \times (1 - \text{野焼きされる割合}) \} \end{aligned}$$

単位面積当たり収穫物以外の地上部の窒素含有率は表 3-9 のとおりとする。

表 3-9 収穫物以外の地上部の窒素含有量 (kgN/10a)

種類	収穫物以外の地上部の N 含有量
牧草	20.4
青刈りとうもろこし	15.4

*牧草: マメ科牧草、いね科牧草、混播牧草の平均

出典) 2009 年 環境省日本国温室効果ガスインベントリ報告書のデータを編集

■牧草、青刈りとうもろこし以外の作物の残渣のすき込みによる窒素投入量

牧草、青刈りとうもろこし以外の作物の残渣のすき込みによる窒素投入量は下式により算定する。我が国独自の作物別の養分収支データ（尾和、1996）から設定した「作物生産量に対する残渣中に含まれる窒素含有率」（単位：kgN/t）に、年間作物収穫量を乗じ、それに野焼きされる割合を除いた割合を乗じて算出する。

$$\begin{aligned} & \text{牧草、青刈りとうもろこし以外の作物の残渣のすき込みによる窒素投入量(kgN)} \\ & = \sum_{\text{作物別}} \{ \text{年間作物収穫量[t]} \\ & \quad \times \text{作物生産量に対する残渣中に含まれる窒素含有率[kgN/t]} \\ & \quad \times (1 - \text{野焼きされる割合}) \} \end{aligned}$$

作物生産量に対する残渣中に含まれる窒素含有率は表 3-10 のとおりとする。

表 3-10 作物生産量に対する残渣中に含まれる窒素含有率

作物名	収穫量に対する残渣中窒素含有量[kgN/t]
米	7.0
てんさい	1.2
さとうきび	1.1
スイートコーン	6.5

出典) 2009 年 環境省日本国温室効果ガスインベントリ報告書のデータを編集
(尾和(1996)による収穫物現物収量と収穫物以外の地上部 N 含有量の値から設定)

また、式中の「野焼きされる割合」は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値では 0.1 となっている。

⑤有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素

日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2009)では、「黒泥土」と「泥炭土」の2種類を有機質土壌として取り扱っている。そのため、事業実施者は、資源作物の栽培を行う農用地が「黒泥土」または「泥炭土」に該当するかどうかを判定し、それに該当する場合には、有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素排出量を算定する。

黒泥土または泥炭土への該当の有無の判定方法、およびそれに該当する場合の有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素排出量の算定方法は以下のとおりとする。

■黒泥土または泥炭土への該当の有無の判定方法

農業環境技術研究所「土壌情報閲覧システム」(URL ; http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/soil_db/index.phtml)によれば、「黒泥土」および「泥炭土」は表3-11のように定義されている。

「土壌情報閲覧システム」には、インターネットの地図上で閲覧できる土壌図が掲載されているため、これを用いて、資源作物の栽培を行う農用地が黒泥土または泥炭土に該当するかどうかを判定することができる。

表 3-11 黒泥土および泥炭土の定義

土壌分類	定義
黒泥土	以下のいずれかに該当する土壌 a. 全層もしくは作土(または第1層)を除くほぼ全層が黒泥層からなる b. 表層および/または次表層が黒泥層からなり、下層が泥炭層からなる c. 下層がグライ層または灰色ないし灰褐色の無機質土層からなる
泥炭土	以下のいずれかに該当する土壌 a. 全層もしくは作土(または第1層)を除くほぼ全層が泥炭層からなる b. 表層および/または次表層が泥炭層からなり、下層が黒泥層またはグライ層からなる

出典) 農業環境技術研究所「土壌情報閲覧システム」をもとに編集

■有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素排出量の算定方法

黒泥土または泥炭土に該当する場合は、有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素排出量を下式により算定する。

$$\begin{aligned} & \text{有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素 排出量(kgN}_2\text{O)} \\ & = \text{有機質土壌の耕起の排出係数[kgN}_2\text{O-N/ha]} \\ & \quad \times \text{耕起された有機質土壌の面積 [ha]} \times 44/28 \end{aligned}$$

有機質土壌の耕起の排出係数は表3-12のとおりとする。

表 3-12 有機質土壌の耕起の排出係数

区分	排出係数 (kgN ₂ O-N/ha/年)	出典
水田	0.30	Hiroko AKIYAMA, Xiaoyuan YAN and Kazuyuki YAGI. (2006): Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N ₂ O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data, Soil Science and Plant Nutrition (2006) 52, 774-787.による我が国独自の施肥の排出係数から、施肥分の排出を控除して設定
畑地	8	GPG(2000)に示された温帯におけるデフォルト値

出典) 2009年 環境省日本国温室効果ガスインベントリ報告書のデータを編集

有機質土壌の面積については、資源作物の栽培を行う農用地が黒泥土または泥炭土に該当する場合には、農用地全体の面積を使用することとする。

- ・野焼きによって発生する温室効果ガス（メタンガス、一酸化二窒素）については、日本国温室効果ガスインベントリ報告書では稲、小麦、とうもろこし、てんさい、さとうきびに関する排出量データが整備されている。これらの資源作物についての温室効果ガス排出量の算定方法は以下のとおりとする。

■資源作物の野焼きに伴うメタンガス、一酸化二窒素

資源作物の野焼きに伴うメタンガス、一酸化二窒素の排出量は下式より算定する。

資源作物の野焼きに伴うメタンガス排出量(kgCH₄)

$$= \text{メタンガス排出率}[\text{kgCH}_4\text{-C/kgC}] \times \text{全炭素放出量}[\text{kgC}] \times 16/12$$

資源作物の野焼きに伴う一酸化二窒素排出量(kgN₂O)

$$= \text{一酸化二窒素排出率}[\text{kgN}_2\text{O-N/kg-N}] \times \text{全窒素放出量}[\text{kgN}] \times 44/28$$

メタンガス、一酸化二窒素の排出率は、1996年改訂 IPCC ガイドライン及びGPG(2000)に示された、表 3-13 のデフォルト値を用いる。

表 3-13 資源作物の野焼きに伴うメタン、一酸化二窒素排出率

	値	単位
CH ₄	0.005	kgCH ₄ -C/kgC
N ₂ O	0.007	kgN ₂ O-N/kgN

資源作物の野焼きに伴う全炭素放出量、全窒素放出量は、1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)に示されたデフォルト手法に従い、下式により算定する。作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率、残渣の炭素含有率、窒素含有率は表 3-14 のとおりとする。

$$\begin{aligned}
 & \text{資源作物の野焼きに伴う全炭素放出量、全窒素放出量(kgC、kgN)} \\
 & = \text{年間作物収穫量[t]} \times \text{作物収穫量に対する残渣の比率} \times \text{残渣の平均乾物率[t-dm/t]} \\
 & \quad \times \text{野焼きされる割合} \times \text{酸化率} \\
 & \quad \times \text{残渣の炭素含有率または窒素含有率[tC/t-dm、tN/t-dm]} \times 10^3 \\
 & \qquad \qquad \qquad *dm=\text{dry mass(乾物量)}
 \end{aligned}$$

表 3-14 作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率、残渣の炭素含有率、窒素含有率

作物	残渣の比率 a)	残渣の平均乾物率 a)	炭素含有率 a)	窒素含有率	野焼きされる割合 b)	酸化率 b)
稲	1.4	0.85	0.4144	0.0068 ^g	0.10	0.90
小麦(子実用)	1.3	0.85	0.4853	0.0045 ^g	0.10	0.90
小麦(青刈り用)	---	0.17 ^{c)}	0.48 ^{e)}	0.016 ^{f)}	0.10	0.90
とうもろこし	1.0	0.86	0.4709	0.0164 ^g	0.10	0.90
てんさい	0.2	0.2	0.4072	0.0192 ^g	0.10	0.90
さとうきび	1.62	0.83 ^{d)}	0.4235	0.0423 ^g	0.10	0.90

a) GPG(2000)p4.58 Table4.16

b) 1996 改訂 IPCC ガイドライン vol3 p4.83

c) 日本標準飼料成分表(農業技術研究機構)に掲載の青刈り麦類の乾物率を基に設定

d) 1996 改訂 IPCC ガイドライン vol2 Table4-15

e) GPG(2000)の小麦(子実用)の値を収穫量で按分して設定

f) 経年的に数値が変化する

g) 尾和、我が国の農作物の栄養収支(1996)

- ・上記で挙げた以外の資源作物についても、今後データが整備された場合には、算定対象とすることが求められる。
- ・「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。
- ・チップ化工程やチップー設備の建設・解体工程の活動量データを入手することが難しい場合は、表 3-15 に示すデータを参考にすることもできる。

表 3-15 チップ化工程やチップー設備の建設・解体工程に関する活動量データの例

区分	投入物	活動量データ	出典	備考	
チップ化工程	電力	0.0832 kWh/t・木材	プラスチック処理促進協会(1993)「プラスチック製品の使用量増加が地球環境に及ぼす影響」	我が国のパルプ産業で木材をチップ化するための消費電力	
	丸太	(重量配分値)8.77×10 ⁻² t/GJ (価値配分値)9.66×10 ⁻² t/GJ	林野庁(2012)「木質バイオマス LCA 評価事業報告書」	全国 3 事業者の平均	
	枕木	(重量配分値)1.64×10 ⁻³ t/GJ (価値配分値)1.64×10 ⁻³ t/GJ			
	木枝・抜根	(重量配分値)6.61×10 ⁻³ t/GJ (価値配分値)6.61×10 ⁻³ t/GJ			
	軽油	(重量配分値)2.47×10 ⁻¹ L/GJ (価値配分値)2.58×10 ⁻¹ L/GJ			
	混合ガソリン	(重量配分値)2.69×10 ⁻³ L/GJ (価値配分値)3.66×10 ⁻³ L/GJ			
	A 重油	(重量配分値)1.30×10 ⁻¹ L/GJ (価値配分値)2.05×10 ⁻¹ L/GJ			
	購入電力	(重量配分値)9.67×10 ⁻¹ kWh/GJ (価値配分値)9.50×10 ⁻¹ kWh/GJ			
	グリース	(重量配分値)1.17×10 ⁻⁴ L/GJ (価値配分値)1.17×10 ⁻⁴ L/GJ			
	チェーンオイル	(重量配分値)4.25×10 ⁻³ L/GJ (価値配分値)4.64×10 ⁻³ L/GJ			
	チップーの刃	(重量配分値)1.60×10 ⁻⁷ t/GJ (価値配分値)1.60×10 ⁻⁷ t/GJ			
	チップー動力・軽油	1.30×10 ⁻² MJ/MJ			本ガイドライン算定事例:CASE1-1、1-3(「発電事業」として評価した場合)
	刃交換等メンテナンス	8.14×10 ⁻² 円/MJ		機械費用の 2%と仮定した推計値	
	チップー動力・軽油	2.64×10 ⁻³ MJ/MJ	本ガイドライン算定事例:CASE1-2、1-4(「電熱併給事業」として評価した場合)	事業者ヒアリング結果	
刃交換等メンテナンス	1.65×10 ⁻² 円/MJ		機械費用の 2%と仮定した推計値		
チップー設備の建設・解体	チップー設備製造(2台)	A:1.03×10 ⁻¹ 円/MJ B:4.05×10 ⁻¹ 円	本ガイドライン算定事例:CASE1-1、1-3(「発電事業」として評価した場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者ヒアリング結果 ・使用期間 8年と想定 	
	チップ工場建設	3.99×10 ⁻³ 円/MJ			<ul style="list-style-type: none"> ・事業者ヒアリング結果 ・使用期間 15年と想定
	チップ工場解体	1.68×10 ⁻⁷ m ² /MJ			<ul style="list-style-type: none"> ・事業者ヒアリング結果 ・原単位データとして「IDEA(MiLCA):廃棄・建築物現場解体(1m²あたり)」を用いることを想定
	チップー設備製造(2台)	A:2.09×10 ⁻² 円/MJ B:8.22×10 ⁻² 円	本ガイドライン算定事例:CASE1-2、1-4(「電熱併給事業」として評価した場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者ヒアリング結果 ・使用期間 8年と想定 	
	チップ工場建設	8.10×10 ⁻⁴ 円/MJ			<ul style="list-style-type: none"> ・事業者ヒアリング結果 ・使用期間 15年と想定
	チップ工場解体	3.40×10 ⁻⁸ m ² /MJ			<ul style="list-style-type: none"> ・事業者ヒアリング結果 ・原単位データとして「IDEA(MiLCA):廃棄・建築物現場解体(1m²あたり)」を用いることを想定

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

・施設建設工程、施設解体工程を考慮する場合、対象プロセスの機能に関わる施設（例：チップ化施設の場合、破砕施設、乾燥施設等）のみを考慮する（環境学習施設等が併設されている場合、当該部分は考慮しない）。環境学習施設等が併設されているが、施設全体の建設費・土木費しか入手できない等の場合には、延床面積等を基準とした配分を行ってもよいこととする。また、施設の想定使用期間は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。

- ①実績値（複数ある場合にはその平均値）から設定
- ②公的統計資料等に基づく平均的な使用年数を想定
- ③法定耐用年数を参考にして設定

・上記③に関連した法定耐用年数の例を表 3-16～3-19 に示す。ただし、表 3-16～3-19 に示した法定耐用年数は平成 24 年 1 月時点のものであり、引用にあたっては最新の改訂版を確認する必要がある。

表 3-16 バイオマス発電事業等に関連した法定耐用年数等の例（平成 24 年 1 月時点）

区分	区分	法定耐用年数	出典
対象プロセス	チップー設備	8 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」木材又は木製品(家具を除く。)製造業用設備
	タグライナー設備		
	旋回篩機設備		
	発電設備	15 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-内燃力又はガスタービン発電設備
	発電(送配電)設備	22 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-その他の設備
	チップ工場建屋	38 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-工場(作業場を含む。)用又は倉庫用のもの-その他のもの-その他のもの

区分	区分	法定耐用年数	出典
	発電所建屋	38年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-変電所用、発電所用、送受信所用、停車場用、車庫用、格納庫用、荷扱所用、映画製作ステージ用、屋内スケート場用、魚市場用又はと畜場用のもの
オリジナルプロセス	石炭火力発電所 発電設備	15年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-内燃力又はガスタービン発電設備
	石炭火力発電所 発電所建屋	38年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの-変電所用、発電所用、送受信所用、停車場用、車庫用、格納庫用、荷扱所用、映画製作ステージ用、屋内スケート場用、魚市場用又はと畜場用のもの

表 3-17 バイオ燃料製造事業に関連した法定耐用年数の例（平成 24 年 1 月時点）

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

表 3-18 バイオガス関連事業に関連した法定耐用年数の例（平成 24 年 1 月時点）

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象プロセス	受入槽 污泥貯留槽 搾汁液槽 消化液分離槽	12年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」生産用機械器具（物の生産の用に供されるものをいう。）製造業用設備（次号及び第二一号に掲げるものを除く。）-その他の設備
	搾汁脱水機 污泥脱水機	8年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」化学工業用設備-その他の設備
	ガスホルダー ガス精製設備 発酵槽	10年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」ガス業用設備-製造用設備

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
	工場	17年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」金属造のもの（骨格材の肉厚が三ミリメートル以下のものに限る。）-その他のもの工場（作業場を含む。）用又は倉庫用のもの-その他のもの

表 3-19 バイオマス固体燃料製造事業に関連事業に関連した法定耐用年数の例

（平成 24 年 1 月時点）

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

3.2 製造段階に関する留意事項

製造段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

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

【解説・注釈】

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

- ・上記（４）でいう「相当割合」とは、ライフサイクル全体に占める割合が 5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物（例：メタン発酵後に脱水・排水処理を行っている場合の凝集沈殿剤、排水処理剤）については考慮する必要がある。

3.3 流通段階に関する留意事項

流通段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

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

【解説・注釈】

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

3.4 処分段階に関する留意事項

処分段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- ・処分段階については状況に応じて考慮するものとする。

【解説・注釈】

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

3.5 配分（アロケーション）の方法に関する留意事項

- ・プロセスの細分化を図ることにより、配分を回避することを原則とする。配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。
- ・2.1 で前述したとおり、「事業の主な機能を『発電』のみに特定できるバイオマス発電事業」、「事業の主な機能を『燃料供給』のみに特定できるバイオ燃料製造事業」等については、エネルギー供給に関わるプロセスのみをシステム境界内として算定してよいこととしているが、この場合の「主産物と副産物の間の配分」においては、図 3-1 に示す手順で配分を行うこととする。
- ・以下、「事業の主な機能を『発電』のみに特定できるバイオマス発電事業」、「事業の主な機能を『燃料供給』のみに特定できるバイオ燃料製造事業」における「主産物と副産物の間の配分」に関する配分の方法を示す。

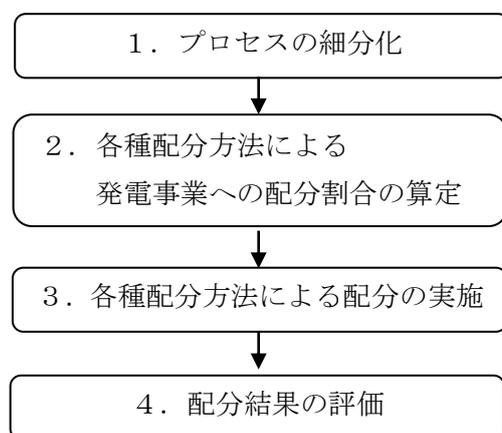


図 3-1 主産物と副産物の間の配分の手順

（事業の主な機能を「発電」のみに特定できるバイオマス発電事業等の場合）

【解説・注釈】

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

(1) プロセス細分化

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

(2) 各種配分方法による発電プロセスへの配分割合の算定

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

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

【解説・注釈】

- ・バイオマス発電の配分では、その配分方法によって算定結果上の大きな差異が生じることが多く予想されるため、5種類の配分方法の全てについて検討することを基本とした。
- ・全量割当は本来的には配分とは言えないが、配分実施前の算定値を認識することも必要と考えられることから、あえて一つの配分手法と位置付けることとした。
- ・各種配分方法の特徴と算定方法を表3-20に示す。

表3-20 各種配分方法の特徴と算定方法

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

(3) 各種配分方法による配分の実施

配分の実施にあたっては、(2) で算定した配分割合に応じて配分する。

(4) 配分結果の評価

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

【解説・注釈】

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

4. 温室効果ガス排出原単位データの収集・設定に関する留意事項

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

【解説・注釈】

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

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

工程			入力	数量	単位	情報源	データレベル
大区分	中区分	小区分					
原料調達段階	輸送	原料輸送	原料(家庭ごみなど)	2.48×10^{-1}	kgCO ₂ /tkm	IDEA (MiLCA) : 特種用途車輸送 (営業用)	3
				2.77×10^{-4}	kgCH ₄ /tkm		
				4.11×10^{-6}	kgN ₂ O/tkm		
				4.46×10^{-18}	kgSF ₆ /tkm		
製造段階	建設段階	堆肥化プラント	設備費	2.89×10^3	kgCO ₂ /百万円	3EID: 化学機械(購入者価格)	4
			土木費	3.89×10^3	kgCO ₂ /百万円	3EID: その他の土木建設(購入者価格)	4
	建設段階以外	堆肥化	有機質肥料	6.63×10^{-2}	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA) : 有機質肥料の製造(有機質肥料 1kg 当たり) ※統計データから作成された原単位のため、含水率不明	3
				5.66×10^{-5}	kgCH ₄ /kg		
				5.25×10^{-6}	kgN ₂ O/kg		
				4.80×10^{-13}	kgSF ₆ /kg		
	前処理	用水	1.13×10^{-1}	kgCO ₂ /m ³	IDEA] (MiLCA) : 工業用水道	3	
			4.24×10^{-5}	kgCH ₄ /m ³			
			1.37×10^{-5}	kgN ₂ O/m ³			
			5.68×10^{-14}	kgSF ₆ /m ³			
	発酵促進	消泡剤	4.22	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA) : その他の界面活性剤の製造(その他の界面活性剤 1kg 当たり)	3	
			8.29×10^{-3}	kgCH ₄ /kg			
			9.84×10^{-4}	kgN ₂ O/kg			
			5.38×10^{-11}	kgSF ₆ /kg			
	凝集沈殿	硫酸アルミニウム	1.22	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA) : ポリ酢酸ビニルの製造(ポリ酢酸ビニル 1kg 当たり)	3	
			9.34×10^{-4}	kgCH ₄ /kg			
8.19×10^{-5}			kgN ₂ O/kg				
6.62×10^{-12}			kgSF ₆ /kg				

工程			入力	数量	単位	情報源	データレベル			
大区分	中区分	小区分								
		都市ガス製造	都市ガス	9.55×10 ⁻³	kgCO ₂ /MJ	LCA 日本フォーラムデータベース：LNG（都市ガス 13A 用）	3			
				3.05×10 ⁻⁵	kgCH ₄ /MJ					
	排水処理	化学薬品	苛性ソーダ		9.17×10 ⁻¹	kgCO ₂ /kg	LCA 日本フォーラムデータベース：苛性ソーダ：48.5%水溶液（苛性ソーダ 1kg 当たり）	3		
					3.43×10 ⁻⁴	kgCH ₄ /kg				
					7.97×10 ⁻⁵	kgN ₂ O/kg				
					2.76×10 ⁻¹³	kgSF ₆ /kg				
			次亜塩素酸ナトリウム				5.23×10 ⁻¹	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA)：次亜塩素酸ナトリウムの製造（次亜塩素酸ナトリウム 1kg 当たり）	3
							3.16×10 ⁻⁴	kgCH ₄ /kg		
							3.76×10 ⁻⁵	kgN ₂ O/kg		
							7.09×10 ⁻¹³	kgSF ₆ /kg		
			希硫酸				5.30×10 ⁻²	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA)：硫酸（100%換算）の製造（硫酸,100%換算（硫酸（100%換算、日本平均））1kg 当たり）	3
							3.72×10 ⁻⁵	kgCH ₄ /kg		
							5.66×10 ⁻⁶	kgN ₂ O/kg		
							2.96×10 ⁻¹²	kgSF ₆ /kg		
	メタノール				1.31	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA)：メタノールの製造（メタノール 1kg 当たり）	3		
					2.35×10 ⁻³	kgCH ₄ /kg				
					5.77×10 ⁻⁴	kgN ₂ O/kg				
					1.76×10 ⁻¹⁴	kgSF ₆ /kg				
	硫酸第二鉄				3.08×10 ⁻²	kgCO ₂ /kg	LCA 日本フォーラムデータベース：塩基性硫酸第二鉄液（慣用名：ポリ硫酸第二鉄）製造	3		
					2.04×10 ⁻⁶	kgN ₂ O/kg				
					2.57×10 ⁻⁹	kgSF ₆ /kg				
	流通段階	都市ガス輸送	都市ガス供給	都市ガス	2.40×10 ⁻⁴	kgCO ₂ /MJ	LCA 日本フォーラムデータベース：都市ガス 13A（製造・供給）	3		
					9.05×10 ⁻⁷	kgCH ₄ /MJ				
	使用段階	使用	農地還元	堆肥・液肥	2.87×10 ⁻⁷	kgCH ₄ /kg	楊ら、ライフサイクルでの環境面と経済面を考慮した生ごみ再資源化技術評価,日本 LCA 学会誌,Vol.2(2006),No.4：生ごみ分解による CH ₄ 、N ₂ O 排出（堆肥 1kg 当たり）※含水率 30%	3		
8.44×10 ⁻⁷					kgN ₂ O/kg					
都市ガス燃焼			都市ガス		6.09×10 ⁻²	kgCO ₂ /MJ			LCA 日本フォーラムデータベース：都市ガス 13A（天然ガス生産－燃焼）	3
					3.10×10 ⁻⁵	kgCH ₄ /MJ				

※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上流側のプロセスデータに IDEA(MiLCA)収録データを利用し、MiLCA 上で積み上げ計算を行った結果を記載している。

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

工程			入力	数量	単位	情報源	
大区分	中区分	小区分					
原料調達段階	伐採・剪定	作業路開設	混合ガソリン・軽油・グリース	7.9	kgCO ₂ eq/t	「木質バイオマス LCA 評価事業報告書」（林野庁、平成 24 年 3 月）：丸太	
				伐倒・造材	11.6		kgCO ₂ eq/t
					搬出		3.3
		伐採	丸太（原木）(原木(国産))	9.89	kgCO ₂ /m ³		IDEA (MiLCA)：丸太(原木)の生産
				1.16×10 ⁻²	kgCH ₄ /m ³		
				3.18×10 ⁻⁴	kgN ₂ O/m ³		
			8.36×10 ⁻¹⁰	kgSF ₆ /m ³			

工程			入力	数量	単位	情報源	
大区分	中区分	小区分					
			あかまつ・くろまつ	3.25	kgCO ₂ /m ³	IDEA (MiLCA) : あかまつ・くろまつの生産	
				3.81×10 ⁻³	kgCH ₄ /m ³		
				5.81×10 ⁻⁵	kgN ₂ O/m ³		
				3.28×10 ⁻¹⁴	kgSF ₆ /m ³		
			からまつ	3.17	kgCO ₂ /m ³		IDEA (MiLCA) : からまつの生産
				3.65×10 ⁻³	kgCH ₄ /m ³		
				2.99×10 ⁻⁴	kgN ₂ O/m ³		
				3.15×10 ⁻¹¹	kgSF ₆ /m ³		
			すぎ	11.7	kgCO ₂ /m ³		IDEA (MiLCA) : すぎの生産
				1.39×10 ⁻²	kgCH ₄ /m ³		
				4.89×10 ⁻⁴	kgN ₂ O/m ³		
				2.23×10 ⁻⁹	kgSF ₆ /m ³		
		ひのき	12.9	kgCO ₂ /m ³	IDEA (MiLCA) : ひのきの生産		
			1.53×10 ⁻²	kgCH ₄ /m ³			
			4.57×10 ⁻⁴	kgN ₂ O/m ³			
			2.16×10 ⁻¹¹	kgSF ₆ /m ³			
		高木剪定	トラック運	13.95	kgCO ₂ /h	「街路樹の LCCO ₂ に関する研究」(松江ら、平成23年3月)	
	原材料調達	原料木材の輸送	外部調達原料の輸送	1.27×10 ⁻¹	kgCO ₂ /tkm	IDEA (MiLCA) : トラック輸送 (10 t 車)	
				1.41×10 ⁻⁴	kgCH ₄ /tkm		
				2.10×10 ⁻⁶	kgN ₂ O/tkm		
2.23×10 ⁻¹⁸				kgSF ₆ /tkm			
製造段階	施設建設	チップ化設備	チップー設備	1.21×10 ⁻³	kgCO ₂ /円	IDEA (MiLCA) : 製材機械の製造概算	
				7.42×10 ⁻⁷	kgCH ₄ /円		
				7.87×10 ⁻⁸	kgN ₂ O/円		
				1.82×10 ⁻⁸	kgSF ₆ /円		
	施設建設	発電所設備	発電設備	2.82×10 ⁻³	kgCO ₂ /円	IDEA (MiLCA) : その他の発電機の製造	
				1.90×10 ⁻⁶	kgCH ₄ /円		
				3.94×10 ⁻⁷	kgN ₂ O/円		
				1.35×10 ⁻⁷	kgSF ₆ /円		
	チップ製造	破碎・チップ化等処理	チップー動力・軽油	7.42×10 ⁻²	kgCO ₂ /MJ	IDEA (MiLCA) : 軽油の燃焼	
				8.31×10 ⁻⁵	kgCH ₄ /MJ		
				1.23×10 ⁻⁶	kgN ₂ O/MJ		
				1.31×10 ⁻¹⁸	kgSF ₆ /MJ		
			刃交換等メンテナンス	1.92×10 ⁻³	kgCO ₂ /円	IDEA (MiLCA) : 機械刃物の製造	
				1.06×10 ⁻⁶	kgCH ₄ /円		
				8.87×10 ⁻⁸	kgN ₂ O/円		
				3.42×10 ⁻¹⁴	kgSF ₆ /円		
	発電	発電	補助燃料・LPG	7.18×10 ⁻²	kgCO ₂ /MJ	IDEA (MiLCA) : 液化石油ガス (LPG) の燃焼	
				8.75×10 ⁻⁵	kgCH ₄ / MJ		
				1.30×10 ⁻⁶	kgN ₂ O/ MJ		
				1.08×10 ⁻¹⁸	kgSF ₆ / MJ		
木材の燃焼			0*	kgCO ₂ / MJ	IDEA (MiLCA) : 木材の燃焼をもとに設定		
			1.62×10 ⁻⁶	kgCH ₄ / MJ			
			4.61×10 ⁻⁸	kgN ₂ O/ MJ			
			1.61×10 ⁻¹³	kgSF ₆ / MJ			

工程			入力	数量	単位	情報源	
大区分	中区分	小区分					
		工業用水の使用		1.13×10^{-1}	kgCO ₂ /m ³	IDEA (MiLCA) : 工業用水	
				4.24×10^{-5}	kgCH ₄ /m ³		
				1.37×10^{-5}	kgN ₂ O/m ³		
				5.68×10^{-14}	kgSF ₆ /m ³		
		廃棄物	排水 (公共下水)		2.67×10^{-1}	kgCO ₂ /m ³	IDEA (MiLCA) : 下水道処理
					9.89×10^{-4}	kgCH ₄ /m ³	
					6.39×10^{-4}	kgN ₂ O/m ³	
					1.18×10^{-12}	kgSF ₆ /m ³	
		廃棄・焼却灰溶融 (電気式)			5.31×10^{-1}	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA) : 廃棄・焼却灰溶融 (電気式)
					2.07×10^{-4}	kgCH ₄ /kg	
					4.31×10^{-5}	kgN ₂ O/kg	
					4.36×10^{-12}	kgSF ₆ /kg	
		廃棄・焼却灰溶融 (燃料式)			9.36×10^{-2}	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA) : 廃棄・焼却灰溶融 (燃料式)
					3.59×10^{-5}	kgCH ₄ /kg	
					7.38×10^{-6}	kgN ₂ O/kg	
					1.48×10^{-12}	kgSF ₆ /kg	
		産廃処理(動植物性残渣)			1.79×10^{-1}	kgCO ₂ /kg	IDEA (MiLCA) : 産廃中間処理, 動植物性残渣
					2.00×10^{-4}	kgCH ₄ /kg	
					2.98×10^{-6}	kgN ₂ O/kg	
					1.29×10^{-16}	kgSF ₆ /kg	

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

5. 温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項

5.1 感度分析の実施に関する留意事項

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

5.2 温室効果ガス排出削減効果の評価に関する留意事項

- ・温室効果ガス排出削減効果を表す場合は、以下のいずれかの方法で算定する。
 - ①排出削減量＝オリジナルプロセスの排出量－対象プロセスの排出量
 - ②排出削減率＝
$$\frac{\text{オリジナルプロセスの排出量} - \text{対象プロセスの排出量}}{\text{オリジナルプロセスの排出量}} \times 100(\%)$$
- ・温室効果ガス排出削減効果を製品カタログやホームページ等に表示する場合は、想定した「機能単位」、「システム境界」、「オリジナルプロセス」、「想定寿命（想定使用年数）」を付記しなければならない。また、製造されたバイオガスを燃料として得られるエネルギーの全量を所内で利用している場合等、仮想的に「生産したエネルギーを所外に供給するとともに、所内で利用するエネルギーを外部から購入する」というシナリオを採用した場合には、その旨を付記することとする。

6. レビューの実施に関する留意事項

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

【解説・注釈】

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

表 6-1 内部レビューにおけるチェックシート（例）

		レビュー年月日	平成〇〇年〇月〇日
		レビュー実施者	〇〇〇〇
章	タイトル	項目	Check
2	LCA の基本的な考え方に関する留意事項	1. LCA を実施する当該事業と LCA の実施目的が明確か？ 2. 機能単位の設定は適切か？ 3. システム境界内に建設段階が含まれているか？ 4. 堆肥が製造されるプロセスの場合、システム境界内に堆肥利用までが含まれているか？ 5. 当該事業実施の主目的の一つに廃棄物処理がある場合、オリジナルプロセスがシステム拡張されているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	活動量データの収集・設定に関する留意事項	1. 生産した熱は全て施設内で消費されると想定しているか？ 2. 生産した電力全てが外部に供給されると想定しているか？ 3. バイオガス関連事業では、オリジナルプロセスにおいて、メタン発酵に伴う堆肥製造量の減少分を差し引いているか？ 4. 製造段階の排水処理は、処分段階ではなく製造段階に含まれているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	温室効果ガス排出原単位データの収集・設定	1. 設定したプロセスに適切な排出原単位が使用されているか？ 2. 排出原単位使用の優先順位が守られているか？ 3. 排出原単位は最新のもので使用されているか？ 4. 電力の原単位は、利用している電力事業者が公表している原単位が使用されているか？ 5. 電力の原単位は、実排出係数が使用されているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	温室効果ガス排出量の評価	1. 温室効果ガス排出量の算定は適切に行われているか？ 2. 感度分析は適切に行われているか？ 3. 温室効果ガス排出削減効果の評価は適切に行われているか？	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

参考資料：複数の機能を有する事業における温室効果ガス削減効果算定事例

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を、別表 1-1 に示す。

別表 1-1 本参考資料で対象とする再生可能エネルギー等導入事業

	対象事業	事業の概要
CASE 1	畜ふん尿と食品廃棄物を原料としたバイオガス製造事業	畜ふん尿と食品廃棄物を原料として堆肥を製造する。その過程で得られるバイオガスをガスエンジンの燃料として利用し、所内の動力源として利用する。
CASE 2	都市ごみを原料とした高効率乾式メタン発酵によるバイオガス製造事業【計画段階の算定事例】	都市ガスを原料として高効率乾式メタン発酵を行い、バイオガスを取り出してガスエンジンの燃料として利用し、所内の動力源に利用する。
CASE 3	下水汚泥由来バイオガスを原料とした都市ガス製造事業	下水汚泥から製造されたバイオガスを高度精製し、都市ガス代替品として利用する。
CASE 4	電熱併給及び廃材を利用した活性炭製造事業	<ul style="list-style-type: none"> ・製材工場と同一敷地内に発電所を設置し、製材工場から発生する廃材を原料として電力及び熱を製造する ・電気及び熱は製材工場のみでなく、電力会社、近隣工場への供給を行う
CASE5	間伐材等を利用したガス化発電およびタール製造事業	<ul style="list-style-type: none"> ・間伐材、公共工事等に伴う自然木を主原料としてガス化発電を行う ・ガス化工程で排出されるタールは重油代替燃料として販売する
CASE6	下水汚泥由来のバイオマス固体燃料製造事業	公共下水道終末処理場から発生する脱水汚泥を造粒乾燥させてペレット状の固形燃料を生成し、製紙工場の石炭ボイラーの補助燃料として利用する。

2. CASE1：畜ふん尿と食品廃棄物を原料としたバイオガス製造事業

(1) 対象事業とLCA実施の目的の設定

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

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

(2) 機能単位等の設定

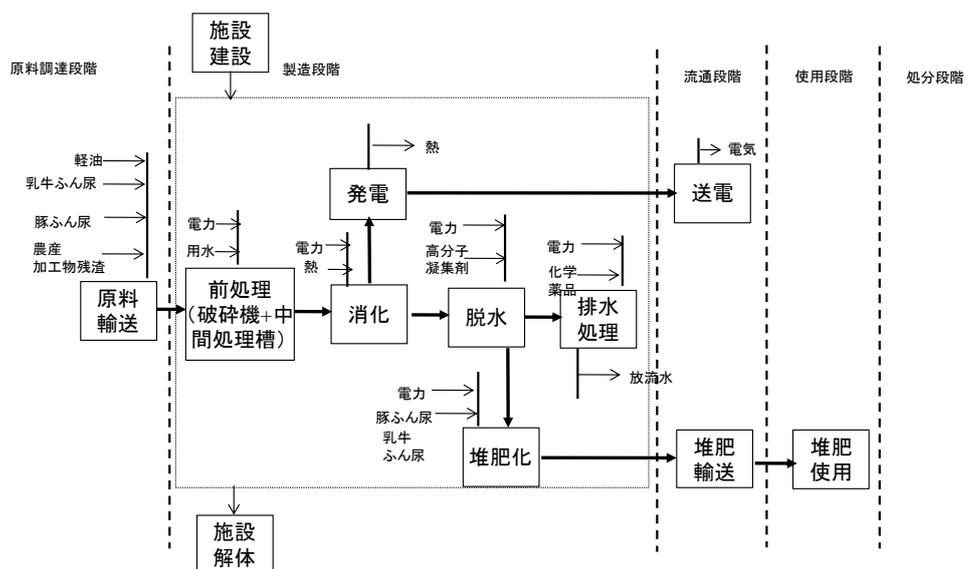
①機能単位の設定

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

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

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



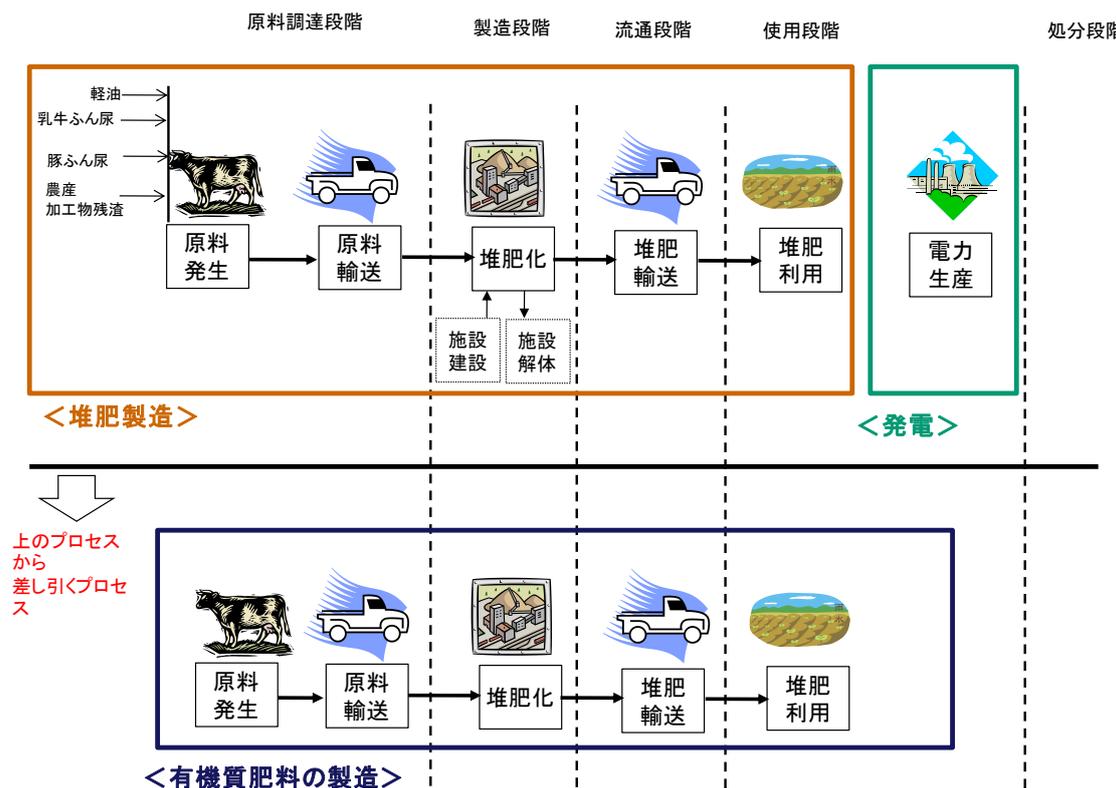
別図2-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

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

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

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



別図2-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表2-1に示す。

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

別表2-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

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

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表2-2に示す。

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

別表2-2 建設段階におけるプロセスデータ

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

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

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

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

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

別表2-3 建設段階以外におけるプロセスデータ

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

c. 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表2-4に示す。

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

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

別表2-4 流通段階におけるプロセスデータ

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

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表2-5に示す。

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

別表2-5 使用段階におけるプロセスデータ

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

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ

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

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表1-6に示す。

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

別表2-6 原料調達段階におけるプロセスデータ

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

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表2-7に示す。

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

電力供給施設建設費は、既設火力発電所のデータをもとに設定した。

別表2-7 建設段階におけるプロセスデータ

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

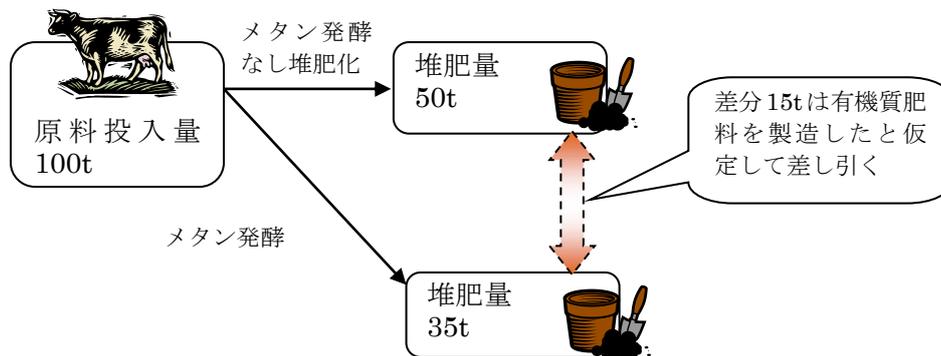
(2) 建設段階以外のプロセスデータ

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

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

別表2-8 建設段階以外のプロセスデータ

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



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

別図 2-3 メタン発酵段階の有無による堆肥製造量の違いのイメージ

c. 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表 2-9 に示す。

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

別表2-9 流通段階におけるプロセスデータ

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

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表2-10に示す。

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

別表2-10 使用段階におけるプロセスデータ

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

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) インベントリ分析の実施

インベントリ分析の結果は別添に示す。

(5) 感度分析の実施

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

<対象プロセス、オリジナルプロセス共>

○シナリオ1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合

標準ケース：対象プロセス

ケース1：製造段階の電力消費量を25%増加させた場合

ケース2：製造段階の電力消費量を25%減少させた場合

○シナリオ2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合

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

ケース2：MiLCA「発電、系統電力」の原単位データを採用した場合

感度分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス>

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±13%となった。

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

<オリジナルプロセス>

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±11.5%となった。

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

別表2-11 対象プロセスの感度分析結果

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

別表2-12 オリジナルプロセスの感度分析結果

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

(6) 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2-13に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、製造段階が全体の97.2%を占めた。次いで排出量が大きいの原料調達段階1.9%であり、製造+原料調達で99.1%となった。

別表2-13 対象プロセスのLCA算定結果

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

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(イ) オリジナルプロセスのLCA 算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表2-14に示す。温室効果ガス排出量（CO₂換算）で見ると、製造段階が全体の97.2%を占めた。次いで排出量が大きいの原料調達段階1.7%であり、製造段階と原料調達段階で98.9%となった。製造段階では、電力生産や有機質肥料の製造が大きな割合を占めている。

別表2-14 オリジナルプロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	5.51E-03	3.23E-01	3.17E-03	0.00E+00	0.00E+00	3.32E-01
	割合	1.7%	97.4%	1.0%	—	—	100%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	6.16E-06	1.26E-04	3.55E-06	6.12E-07	0.00E+00	1.36E-04
	割合	4.5%	92.4%	2.6%	0.5%	—	100%
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	9.15E-08	1.16E-05	5.27E-08	1.80E-06	0.00E+00	1.35E-05
	割合	0.7%	85.6%	0.4%	13.3%	—	100%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	9.91E-20	7.25E-11	5.71E-20	0.00E+00	0.00E+00	7.25E-11
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	—	—	100%
温室効果ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	5.69E-03	3.29E-01	3.27E-03	5.52E-04	0.00E+00	3.39E-01
	割合	1.7%	97.2%	1.0%	0.2%	—	100%

*IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(ウ) 温室効果ガス排出削減効果の算定結果

温室効果ガス排出削減効果の算定結果を別表2-15に示す。本事業による温室効果ガス排出量の削減率は11.1%となった。

別表2-15 本事業による温室効果ガス排出削減率

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

*IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

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

(1) 対象事業と LCA 実施の目的の設定

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

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

※本事例は、実稼働中の事業ではなく、(独)国立環境研究所の平成 18 年度環境省受託業務「バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発」報告書中のフィージビリティスタディを参考に算定した、計画段階の事業である。

(2) 機能単位等の設定

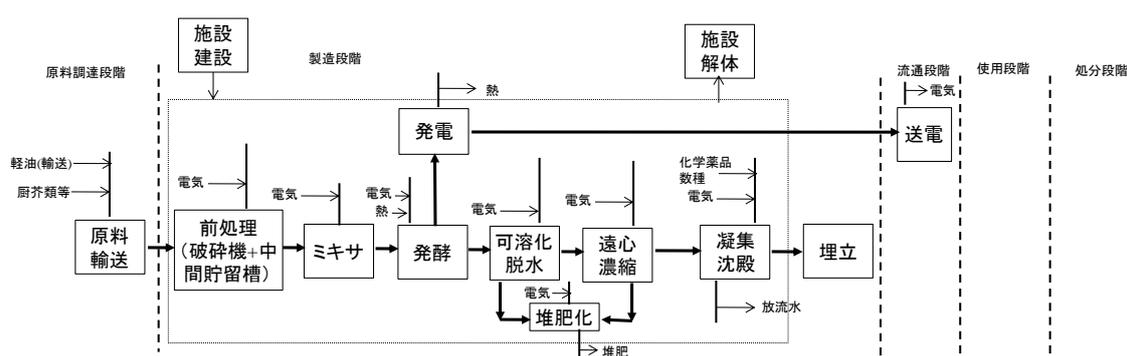
①機能単位の設定

「1MJ の電力生産とそれに必要なごみ処理」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

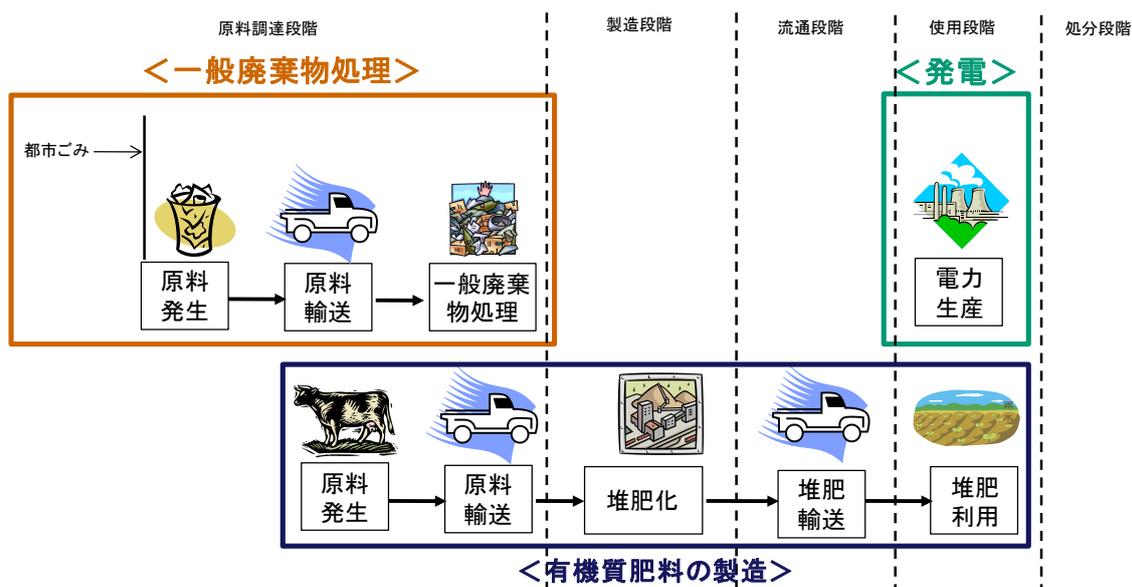
プロセスフローの区分は、バイオ燃料の LCA ガイドラインに沿って設定した。システム境界には、原料調達段階と製造段階、流通段階、使用段階、処分段階の 5 段階が含まれる。製造段階では、発酵工程においてバイオガスが生産される。バイオガスはガスエンジンの燃料となり、発電された電力の一部は所内電源として、発電時に発生した熱は可溶化槽の保温に利用される。また、可溶化脱水工程と遠心濃縮工程から排出された発酵残渣は堆肥化される。



別図 3-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 3-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。また、本事業が担っている機能は、1) 都市ごみの堆肥化処理、2) 電力供給の 2 機能である。都市ごみを原料とした堆肥化処理技術はまだ開発段階であるため、本ケースでは堆肥の利用工程をシステム境界に含めないこととした。



別図 3-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスにおける段階別のプロセスデータを示す。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 3-1 に示す。原料は 2t パッカー車（積載率 100%、燃費 5km/L）で往復 10km 運ぶことを想定して算定した。

別表 3-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
輸送	原料	原料(家庭ごみ)	5.4E-03	tkm	自社設計値	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t パッカー車（燃費 5km/L）、積載率 100%、往復 10km

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 3-2 に示す。本事業のインシヤルコストは設計値で 34 億円となっているが、各工程における個別のプラント装置のコストや部材の種類といった詳細なデータまでは入手できなかったため、原単位データとして 3EID を使用した。なお、一般的にインシヤルコストの約 6 割が設備費、約 4 割が土木費であることから、総事業費を設備費と土木費に振り分けて算定した。

別表 3-2 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	建設	設備費	2.9E-06	百万円	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発, (独) 国立環境研究所, 平成 19 年 3 月をもとに、初期投資の 6 割を設備費、使用期間 (耐用年数と同等と仮定) 17 年と設定
	土木	土木費	2.0E-06	百万円	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発, (独) 国立環境研究所, 平成 19 年 3 月をもとに、初期投資の 4 割を土木費、使用期間 (耐用年数と同等と仮定) 17 年と設定
解体段階	解体	施設面積	4.5E-05	m ²	二次情報	使用期間は耐用年数と同等と仮定し、17 年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

原料製造段階におけるプロセスデータを別表 3-3 に示す。

原料製造段階は主に前処理と発酵、発電、可溶化、脱水工程からなる。製造段階におけるプロセスデータとしては電力と熱が考えられるが、いずれもバイオガスを燃料としたガスエンジンから供給される。本検討では 1MJ の電力生産を機能単位としているため、生産された電力は全て外部に供給し、施設で必要となる電力は外部から投入されることを想定した。

別表 3-3 製造段階 (建設以外) におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
建設段階以外	製造	電気	6.4E-02	kWh	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発, (独) 国立環境研究所, 平成19年3月
	排水処理	苛性ソーダ	5.7E-04	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
		次亜塩素酸ナトリウム	9.0E-04	kWh	自社データ	ヒアリング結果
		硫酸アルミニウム	9.0E-04	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
		希硫酸	5.7E-05	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
		メタノール	1.3E-03	kg	二次情報	類似事業に対する調査結果より推定
	埋立	埋立	3.0E-03	kg	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発, (独) 国立環境研究所, 平成19年3月

c. 流通段階におけるプロセスデータ

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

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ

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

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 3-4 に示す。

原料は 2t パッカー車（積載率 100%、燃費 5km/L）で往復 10km 輸送することを想定し、算定した。

別表 3-4 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
輸送	原料	原料(家庭ごみ)	5.4E-03	tkm	自社設計値	・ヒアリングをもとに輸送距離を想定 ・2t パッカー車(燃費 5km/L)、積載率 100%、往復 10km

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 3-5 に示す。

堆肥設備建設費は総事業の 6 割を建設費、4 割を土木費と設定、電力設備建設費は設備容量 70 万 kW、設備稼働率 60%、使用期間（耐用年数と同等と仮定）38 年と設定して算定した。

別表 3-5 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	堆肥設備	設備費	3.3E-07	百万円	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発，（独）国立環境研究所，平成 19 年 3 月をもとに、初期投資の 6 割が設備費、使用期間（耐用年数と同等と仮定）17 年と設定
		土木費	2.2E-07	百万円	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発，（独）国立環境研究所，平成 19 年 3 月をもとに、初期投資の 4 割が土木費、使用期間（耐用年数と同等と仮定）17 年と設定
	電力供給設備	電力設備建設費	2.5E-01	円	推定	敦賀火力発電所 2 号機（70 万 kW）を参考に、70 万 kW、設備稼働率 60%、使用期間 38 年から、0.91 円/kWh と設定
解体段階	解体	施設面積	4.5E-05	m ²	二次情報	使用期間は耐用年数と同等と仮定し、17 年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設段階以外の原料製造段階におけるプロセスデータを別表3-6に示す。

別表 3-6 オリジナルプロセスの製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階以外	堆肥化	有機質肥料	2.0E-01	kg	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発，（独）国立環境研究所，平成 19 年 3 月
	発電	電力	2.8E-01	kWh	自社設計値	バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発，（独）国立環境研究所，平成 19 年 3 月

c. 流通段階におけるプロセスデータ

外部への電力供給における当施設から近隣のグリッドまでの送電線設置に伴う温室効果ガス排出については、対象プロセスの「c. 流通段階」に示したとおり、本ケーススタディにおいてはゼロとカウントすることとした。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) インベントリ分析の実施

インベントリ分析の結果については別添に示す。

(5) 感度分析の実施

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

<対象プロセス、オリジナルプロセス共>

○シナリオ1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合

標準ケース：対象プロセス

ケース1：製造段階の電力消費量を25%増加させた場合

ケース2：製造段階の電力消費量を25%減少させた場合

○シナリオ2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合

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

ケース2：MiLCA「発電、系統電力」の原単位データを採用した場合

感度分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス>

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は約±16%となった。

○シナリオ2：LCA 日本フォーラムデータベースを用いた場合で15.3%、MiLCAを用いた場合で9.7%の温室効果ガス（CO₂換算）が削減されることがわかった。

<オリジナルプロセス>

○シナリオ1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±22.2%となった。

○シナリオ 2 : LCA 日本フォーラムデータベースを用いた場合で 21.0%、MiLCA を用いた場合で 12.0%の温室効果ガス (CO₂ 換算) が削減されることがわかった。

別表3-7 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ 1: 製造段階の電力消費量 (活動量データ) を±25%変動さ せた場合		シナリオ 2: 製造段階の電力生産の 原単位データの情報源を変更した 場合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	—	製造段階の電力消費量+25%	製造段階の電力消費量-25%	LCA日本フォーラム DB「電力生産」	MiLCA「発電,系統電力」
温室効果ガス 排出量 (kgCO ₂ e/MJ)	5.63E-02	6.54E-02	4.73E-02	4.77E-02	5.14E-02
増減割合	—	16.2%	-16.0%	-15.3%	-9.7%

別表3-8 オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ 1: 製造段階の電力消費量 (活動量データ) を±25%変動さ せた場合		シナリオ 2: 製造段階の電力生産の 原単位データの情報源を変更した 場合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	—	製造段階の電力消費量+25%	製造段階の電力消費量-25%	LCA日本フォーラム DB「電力生産」	MiLCA「発電,系統電力」
温室効果ガス 排出量 (kgCO ₂ e/MJ)	1.17E-01	2.15E-01	1.37E-01	1.39E-01	1.55E-01
増減割合	—	22.2%	-22.2%	-21.0%	-12.0%

(6) 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 3-9 に示す。温室効果ガス排出量 (CO₂ 換算) でみると、製造段階が全体の 97.6%を占めた。次いで原料調達段階が 2.4%であり、製造段階と原料調達段階を合わせて 100%となった。

別表 3-9 対象プロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	1.33E-03	5.16E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.30E-02
	割合	2.5%	97.5%	—	—	—	100%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	1.48E-06	1.21E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E-04
	割合	1.2%	98.8%	—	—	—	100%

	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
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	2.20E-08	1.01E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-06
	割合	2.1%	97.9%	—	—	—	100%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	2.39E-20	3.24E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.24E-10
	割合	—	100.0%	—	—	—	100%
温室効果 ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	1.37E-03	5.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.63E-02
	割合	2.4%	97.6%	—	—	—	100%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(イ) オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表3-10に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、製造段階が全体の99.2%を占めた。次いで排出量が大きいの原料調達段階0.8%であり、製造段階と原料調達段階で100.0%となった。製造段階では、電力生産や有機質肥料の製造が大きな割合を占めている。

別表3-10 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
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	1.33E-03	1.71E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.72E-01
	割合	0.8%	99.2%	0.0%	0.0%	0.0%	
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	1.48E-06	1.20E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-05
	割合	11.0%	89.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	2.20E-08	1.07E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-06
	割合	2.0%	98.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	2.39E-20	1.08E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.08E-10
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果 ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	1.37E-03	1.72E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.73E-01
	割合	0.8%	99.2%	0.0%	0.0%	0.0%	

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(ウ) 温室効果ガス排出削減効果の算定結果

温室効果ガス排出削減効果の算定結果を別表3-11に示す。本事業による温室効果ガス排出量の削減率は68.0%となった。

別表 3-11 本事業による温室効果ガス排出削減率

	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	69.8%	0.0%	0.0%	0.0%	69.3%
CH ₄	0.0%	-905.3%	0.0%	0.0%	0.0%	-805.8%
N ₂ O	0.0%	6.3%	0.0%	0.0%	0.0%	6.1%
SF ₆	0.0%	-199.5%	0.0%	0.0%	0.0%	-199.5%
温室効果ガス(CO ₂ 換算) [*]	0.0%	68.0%	0.0%	0.0%	0.0%	67.4%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

4. CASE3：下水汚泥由来バイオガスを原料とした都市ガス製造事業

(1) 対象事業とLCA実施の目的の設定

本事例は、下水汚泥由来消化ガスを原料として都市ガス代替品を製造する事業である。従来は消化槽の加温等場内利用に限られていた消化ガスを高度精製することにより、都市ガス代替品として活用することを目的とする。

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

(2) 機能単位等の設定

①機能単位の設定

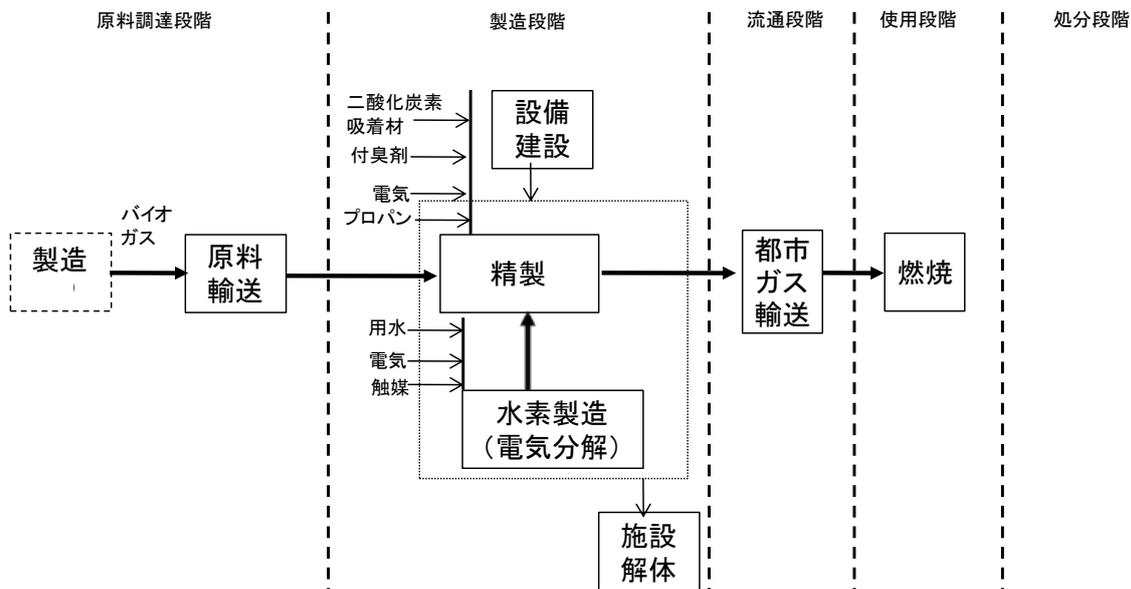
本事業の機能単位は「1MJ相当の精製バイオガスの製造」とした。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図4-1に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。

プロセスフローの区分は、原料調達段階と製造段階、流通段階、使用段階、処分段階の5段階とした。

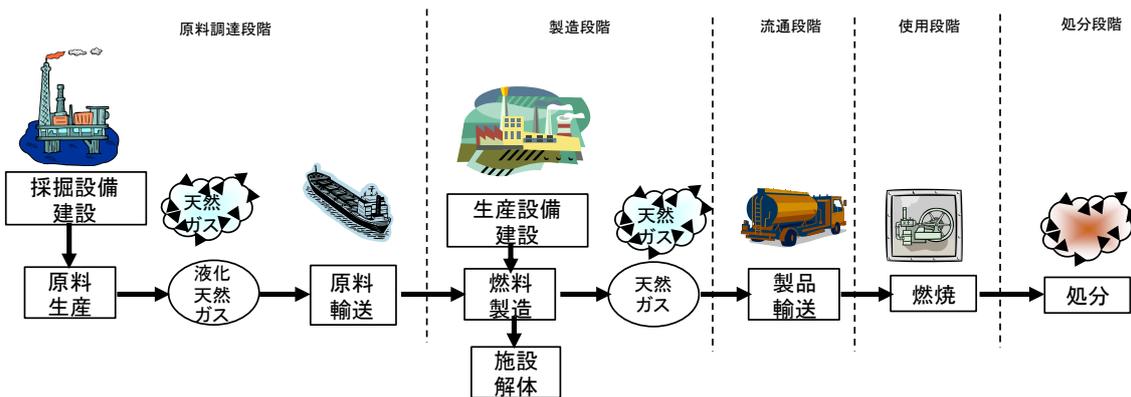


別図 4-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 4-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。

本事業が担っている機能は、熱需要者に対する高度精製ガスによる熱供給であるため、「都市ガスの利用」をオリジナルプロセスとした。



別図4-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー（都市ガスの利用）

(3) プロセスデータの収集

(ア) 対象プロセスのプロセスデータ

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 4-1 に示す。原料調達段階については、昨年度調査において、消化ガス製造工程と原料輸送工程を対象とした LCA ケーススタディを行っているため、そのプロセスデータを引用した。

別表 4-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
原料調達	原料	消化ガス調達	2.5E-02	m ³	自社データ	ヒアリング結果

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表4-2に示す。建設段階の詳細なデータは得られなかったため、総事業費の6割を設備費、4割を土木費として活動量データを設定した。

別表4-2 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	建設	設備費	3.8E-07	百万円	自社データ	初期投資の 6 割が設備費、使用期間（耐用年数と同等と仮定）17 年と設定
	土木	土木費	2.5E-06	百万円	自社データ	初期投資の 4 割が土木費、使用期間（耐用年数と同等と仮定）17 年と設定
解体段階	解体	施設面積	9.0E-05	m ²	二次情報	使用期間は耐用年数と同等と仮定し、17 年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

製造段階（建設以外）におけるプロセスデータを別表 4-3 に示す。製造段階では、微量成分除去と熱量調整、付臭、成分測定を実施しており、投入物としては電気と用水、触媒、二酸化炭素吸着材、プロパンガス、付臭剤が挙げられる。用水は消化ガス中の酸素分を除去するための水素を製造するために、触媒は水素と酸素の反応速度を高めるために使用される。触媒の種類、投入量については具体的なデータが得られなかったため、水素と酸素の反応に一般的に使用される白金触媒を想定し設定した。二酸化炭素除去剤についても同様に、一般的に使用されるゼオライトを想定して活動量データを設定した。

別表 4-3 製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分(自社データ/二次情報等)	情報源名称
建設段階以外	電気分解	用水	4.2E-07	m ³	自社データ	ヒアリング結果
	微量成分除去	触媒	1.7E-10	kg	二次情報	酸素除去に利用する一般的な触媒を想定
		二酸化炭素除去剤	5.2E-08	kg	二次情報	二酸化炭素除去に使用する一般的な除去剤を想定
	付臭	付臭剤	3.6E-08	kg	二次情報	ヒアリング結果
	高度精製全体	電力	5.5E-04	kWh	自社データ	ヒアリング結果
	熱量調整	プロパン	2.5E-03	m ³	自社データ	ヒアリング結果

c. 流通段階におけるプロセスデータ

当施設から製造したガスの使用先（家庭、産業等）までの配管距離については、今回情報を入手できなかったため、オリジナルプロセスにおける流通段階からの温室効果ガス排出はゼロカウントとし、当施設の導入にあたり追加的に設置した配管に伴う温室効果ガス排出について、対象プロセスで考慮することを検討した。しかし、本事業の場合、当バイオガスプラントから都市ガスのガス管への注入地点までの配管距離は非常に短く、ライフサイクル全体に占める流通段階からの温室効果ガス排出量は些少（1%未満）と考えられるため、カットオフの対象とした。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 4-4 に示す。

別表 4-4 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
使用段階	燃焼	高度精製ガス	2.5E-01	MJ	自社データ	ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(イ) オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

a. 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階に属するプロセスには天然ガスの採掘や輸送があるが、これらの工程からの温室効果ガス排出は、製造段階で用いた「都市ガス」の原単位データの中で考慮されているため、ここでは計上しないこととした。

b. 製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表4-5に示す。

施設建設工程については、参考となる建設コストが入手できなかったため、建設コスト100億円、年間供給量120万m³（液）、使用期間（耐用年数と同等と仮定）38年の設備を想定し、都市ガス日製造量に対するコストを算定した。施設解体工程については、参考となる情報が得られなかったため、対象プロセスと同じプロセスデータを使用することとした。

別表 4-5 建設段階におけるプロセスデータ

大区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階	建設	都市ガス 製造設備 建設費	9.3E-06	円	二次情報	年間供給量 120 万 m ³ （液）、建設コスト 100 億円、使用期間 38 年から、0.000365 円/m ³ と想定
解体段階	解体	施設面積	9.0E-05	m ²	二次情報	使用期間は耐用年数と同等と仮定し、17 年と設定

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

製造段階（建設以外）におけるプロセスデータを別表4-6に示す。

別表 4-6 製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階 以外	製造	都市ガス	2.8E-02	m ³	自社データ	ヒアリング結果

c. 流通段階におけるプロセスデータ

対象プロセスの「c. 流通段階」に示したとおり、本ケーススタディにおいては、オリジナルプロセスにおける流通段階からの温室効果ガス排出はゼロとカウントすることとした。

d. 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 4-7 に示す。

別表 4-7 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
使用段階	燃焼	都市ガス	1.0E+00	MJ	自社データ	ヒアリング結果

e. 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) インベントリ分析

インベントリ分析の結果を別添に示す。

(5) 感度分析の実施

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

<対象プロセス、オリジナルプロセス共>

○シナリオ 1：使用段階の燃焼量を±25%変動させた場合

標準ケース：対象プロセス

ケース 1：使用段階の燃焼量を 25%増加させた場合

ケース 2：使用段階の燃焼量を 25%減少させた場合

○シナリオ 2：使用段階の燃焼の原単位データを±10%変動させた場合※

※高度精製ガスや都市ガスの燃焼工程の原単位については、今回、標準ケースで採用したもの以外のデータを入手できなかったため、標準ケースで採用した原単位データを±10%変動させた場合についての感度分析を行うこととした。

ケース 1：燃焼工程の原単位データを 10%増加させた場合

ケース 2：燃焼工程の原単位データを 10%減少させた場合

インベントリ分析の結果を以下に示す。

<対象プロセス>

○シナリオ 1：温室効果ガス排出量 (CO₂ 換算) の増減は±10.6%となった。

○シナリオ 2：温室効果ガス排出量 (CO₂ 換算) の増減は±4.3%となった。

<オリジナルプロセス>

- シナリオ 1：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±19.0%となった。
- シナリオ 2：温室効果ガス排出量（CO₂換算）の増減は±7.6%となった。

別表4-8 対象プロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ 1：使用段階の燃焼量を ±25%変動させた場合		シナリオ 2：使用段階の燃焼工程の 原単位データを±10%変動させた場 合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	—	使用段階の 燃焼量+25%	使用段階の 燃焼量-25%	燃焼工程の原単 位+10%	燃焼工程の原単 位-10%
温室効果ガス 排出量 (kgCO _{2e} /MJ)	3.97E-02	4.39E-02	3.55E-02	4.14E-02	3.80E-01
増減割合	—	10.6%	-10.6%	4.3%	-4.3%

別表4-9 オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準 ケース	シナリオ 1：使用段階の燃焼量を ±25%変動させた場合		シナリオ 2：使用段階の燃焼工程の 原単位データを±10%変動させた場 合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	—	使用段階の 燃焼量+25%	使用段階の 燃焼量-25%	燃焼工程の原単 位+10%	燃焼工程の原単 位-10%
温室効果ガス 排出量 (kgCO _{2e} /MJ)	9.24E-02	1.10 E-01	7.51 E-02	9.94E-01	8.55E-01
増減割合	—	19.0%	-19.0%	7.6%	-7.6%

(6) 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 4-10 に示す。温室効果ガス排出量（CO₂換算）で見ると、原料調達段階が全体の約 48.8%を占めている。次いで排出量が多いのは使用段階 42.5%と製造段階 8.7%であり、原料調達段階と使用段階で 91.3%となった。

別表 4-10 対象プロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	1.94E-02	3.41E-03	0.00E+00	1.63E-02	0.00E+00	3.91E-02
	割合	49.6%	8.7%	—	41.7%	—	100%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	1.04E-06	0.00E+00	2.74E-06	0.00E+00	3.78E-06
	割合	—	27.5%	—	72.5%	—	100%

	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
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	1.12E-07	0.00E+00	1.69E-06	0.00E+00	1.81E-06
	割合	—	6.2%	—	93.8%	—	100%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	4.58E-17	0.00E+00	3.74E-20	0.00E+00	4.58E-17
	割合	—	99.9%	—	0.1%	—	100%
温室効果 ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	1.94E-02	3.46E-03	0.00E+00	1.69E-02	0.00E+00	3.97E-02
	割合	48.8%	8.7%	—	42.5%	—	100%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(イ) オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表4-11に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、使用段階が全体の75.0%を占めた。次いで排出量が大きいののは、製造段階25.0%となった。

別表4-11 オリジナルプロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.01E-02	0.00E+00	6.70E-02	0.00E+00	8.71E-02
	割合	—	23.1%	—	76.9%	—	100%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	1.50E-05	0.00E+00	1.13E-05	0.00E+00	2.63E-05
	割合	—	57.1%	—	42.9%	—	100%
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	8.70E-06	0.00E+00	6.96E-06	0.00E+00	1.57E-05
	割合	—	55.6%	—	44.4%	—	100%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.67E-15	0.00E+00	1.54E-19	0.00E+00	2.67E-15
	割合	—	100.0%	—	0.0%	—	100%
温室効果 ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.31E-02	0.00E+00	6.93E-02	0.00E+00	9.24E-02
	割合	—	25.0%	—	75.0%	—	100%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

(ウ) 温室効果ガス排出削減効果の算定結果

温室効果ガス削減効果の算定結果を別表4-12に示す。本事業による温室効果ガス排出量の削減率は全体で約57.0%となった。特に製造段階と使用段階における削減効果が大きかった。

別表4-12 本事業による温室効果ガス排出削減率

	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	83.1%	0.0%	75.7%	0.0%	55.1%
CH ₄	0.0%	93.1%	0.0%	75.7%	0.0%	85.6%
N ₂ O	0.0%	98.7%	0.0%	75.7%	0.0%	88.5%
SF ₆	0.0%	98.3%	0.0%	75.7%	0.0%	98.3%
温室効果ガス(CO ₂ 換算) [*]	0.0%	85.0%	0.0%	75.7%	0.0%	57.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

5. CASE4：電熱併給及び廃材を利用した活性炭製造事業

(1) 対象事業の概要

本事例は、製材所廃材を原料として直接燃焼発電と熱供給を行う事業である。関連製材会社で発生する製材廃材の有効利用により電力と熱を生産し、関連製材会社及び電力会社、熱供給会社へと供給することで、収益を獲得し運営を行っている。

本事業が実施されない場合、燃料となる木質バイオマスは活性炭などの原料として使用されるため、対象プロセスとして電力、熱、パーティクルボード製造、オリジナルプロセスとして電力製造及び製材廃材の利用をシステム境界に設定した。

オリジナルプロセスでは原料となる木質バイオマス 3.4kg から活性炭 1kg が作られるものとした。

(2) 機能単位等の設定

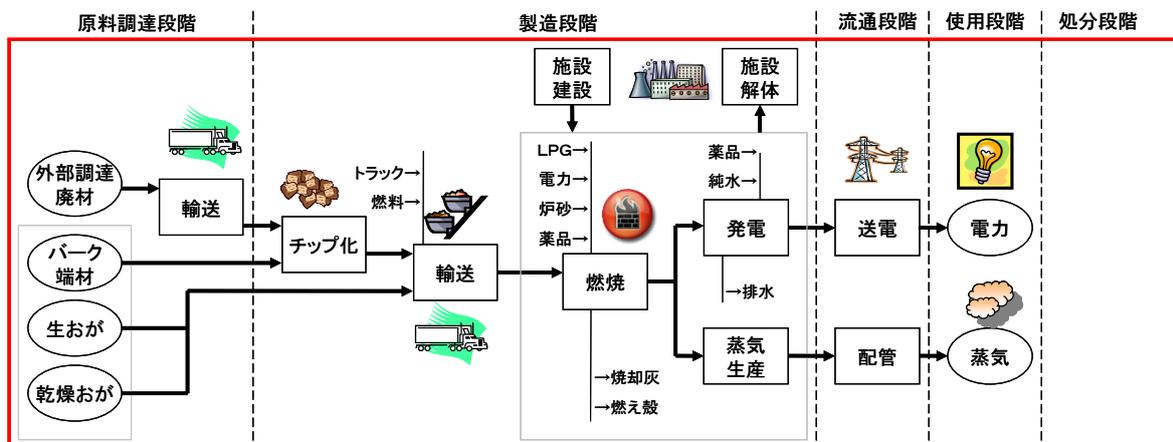
①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算 1MJ あたりのエネルギー生産と木質廃棄物の処理」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図 5-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、バイオ燃料の LCA ガイドラインに沿って、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の 5 段階とした。

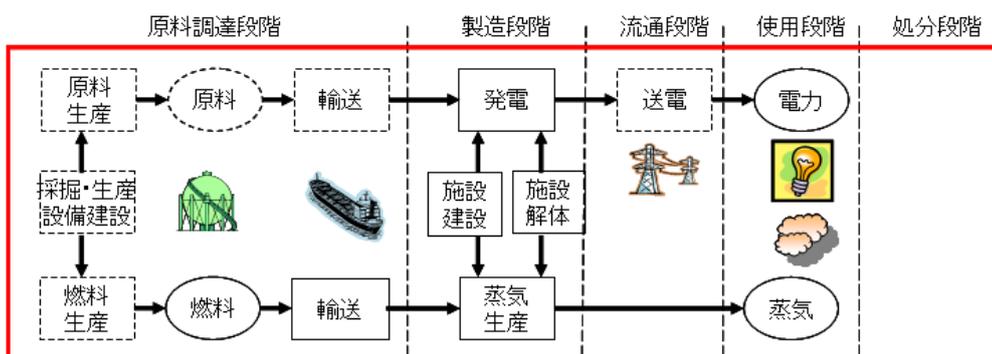


【電気及び熱の製造】

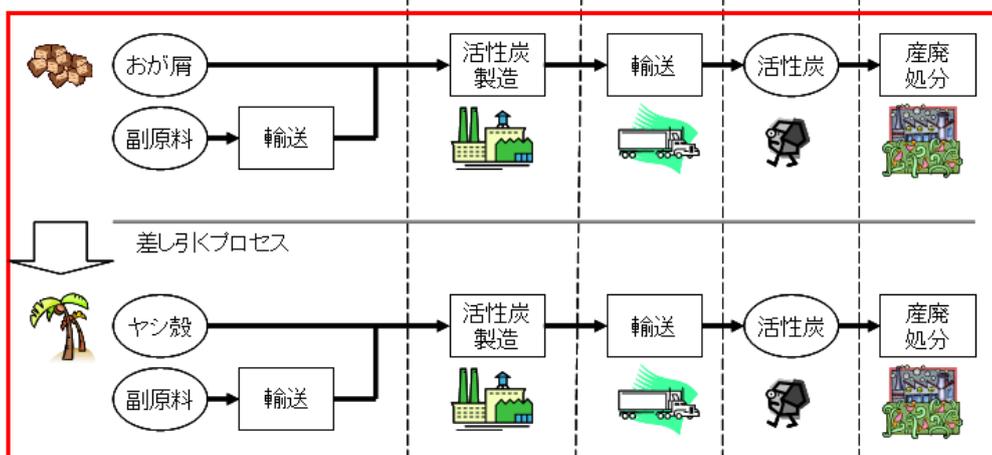
別図 5-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 5-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。



【電力及び蒸気の製造】



【活性炭の製造】

別図 5-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 5-1 に示す。

別表 5-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
原料調達		製材廃材 樹皮	5.95E-05	t	自社データ	事業者ヒアリング結果
		製材廃材 かんなくず	9.54E-06	t	自社データ	事業者ヒアリング結果
		製材廃材 おがくず	3.49E-05	t	自社データ	事業者ヒアリング結果
		製材廃材 外部調達原料	1.83E-05	t	自社データ	事業者ヒアリング結果
原材料調達	原料木材の輸送	外部調達原料の輸送	1.83E-03	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

a. 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 5-2 に示す。

別表 5-2 製造段階（建設段階）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
施設建設	チップ化設備	チップパー設備A	2.09E-02	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は耐用年数と同じく8年とした
		チップパー設備B	8.22E-02	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は耐用年数と同じく8年とした
	発電所設備	純水装置	1.86E-02	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
		貫流ボイラ設備	6.43E-03	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
		発電設備	1.83E-01	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
		発電（送配電）設備	6.86E-03	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
		貫流ボイラ棟内盤	6.59E-05	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした
チップ工場建設	チップ工場 建屋	8.10E-04	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用期間は事業計画により15年とした	

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
	発電所建設	発電所設備建屋	1.56E-02	円	自社データ	事業者ヒアリング結果
		燃料倉庫	3.44E-03	円	自社データ	事業者ヒアリング結果
施設解体	チップ製造設備/施設解体	チップ製造工場解体作業	3.40E-08	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果
		燃料倉庫解体作業	2.62E-08	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果
		発電所施設解体	5.24E-07	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果

b. 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 5-3 に示す。かんなくず、外部調達燃料は直接発電所燃料倉庫に運び込まれるため、サイト内輸送はない。

メンテナンスに係る詳細データが入手できなかったため、文献値により推計を行った。

別表 5-3 建設以外の製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
チップ製造	破碎・チップ化等処理	チップー動力・軽油	2.64E-03	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果
		刃交換等メンテナンス	1.65E-02	円	推計値	機械費用の2%と仮定
	サイト内輸送(チップ工場-発電所)	樹皮の輸送	3.57E-05	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果 輸送距離0.6km、10 tトラックの積載率100%とした
		おがくずの輸送	2.10E-05	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果 輸送距離0.6km、10 tトラックの積載率100%とした
発電	発電	補助燃料 LPG	3.71E-03	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 m ³ から重量へは温対法により換算
		木材の燃焼	1.76E+00	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 熱量は温対法により換算
		外部電力の使用	6.86E-04	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果
		工業用水の使用	4.24E-04	m ³	自社データ	事業者ヒアリング結果
		上水の使用	2.96E-07	m ³	自社データ	事業者ヒアリング結果
		炉砂	1.14E-03	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		塩酸	6.26E-05	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		苛性ソーダ	1.98E-05	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		凝集剤	9.86E-07	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		次亜鉛素酸ソーダ	3.04E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		重亜硫酸ソーダ	2.40E-07	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		消泡剤	2.47E-08	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		防食剤	5.77E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		脱硝剤	6.72E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		脱酸剤	9.93E-08	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		その他薬品	1.55E-06	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		貫流ボイラ用薬品	4.71E-08	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
油脂類(潤滑油等)	5.60E-06	ℓ	自社データ	事業者ヒアリング結果		

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
	資材輸送	鹿島産炉砂の輸送	5.72E-06	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		外国産炉砂の国内輸送	1.14E-06	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		外国産炉砂の国間輸送	2.74E-03	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		薬品類の輸送	3.02E-05	tkm	推計値	事業者ヒアリングから推計
		排水（公共下水）	9.53E-05	m ³	自社データ	事業者ヒアリング結果
	廃棄物	焼却灰の発生・処分	3.04E-03	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		燃え殻の発生・処分	5.85E-04	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
	廃棄物輸送	焼却灰・燃え殻の輸送①	1.94E-04	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		焼却灰・燃え殻の輸送②	1.95E-04	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他管理 等	メンテナンス	9.90E-06	円	推計値	総工費の4.4%と仮定

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階における外部への電力供給の際の当施設から近隣のグリッドまでの送電線の敷設および熱供給の配管については、当施設と送電線、供給先が隣接しており、ライフサイクル全体に占める流通段階からの GHG 排出量は些少（1%未満）と考えられることから、カットオフの対象とした。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原材料調達にかかるプロセスは製造段階の原単位に含まれるものとし、ここでは計上しないものとした。

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 5-4 に示す。

別表 5-4 製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称	
発電所建設段階	発電所施設設備	鉄鋼（ユニット機器）	1.09.E-05	kg	二次情報	財団法人電力中央研究所 Y09027「日本の発電技術のライフサイクルCO ₂ 排出量評価」より 石炭火力（国内炭・輸入炭）の数値を引用	
		鉄鋼（ボイラ）	1.56.E-05	kg	二次情報	〃	
		鉄鋼（タービン）	1.72.E-06	kg	二次情報	〃	
		鉄鋼（給水復水）	1.75.E-06	kg	二次情報	〃	
		鉄鋼（脱硫）	3.63.E-06	kg	二次情報	〃	
		鉄鋼（脱硝）	7.94.E-07	kg	二次情報	〃	
		鉄鋼（集塵）	2.36.E-06	kg	二次情報	〃	
		鉄鋼（電気）	7.64.E-07	kg	二次情報	〃	
		鉄鋼（機械その他）	7.65.E-06	kg	二次情報	〃	
		貫流ボイラ（蒸気製造バックアップ用）	6.43.E-03	円	二次情報	蒸気製造バックアップ用ボイラ設備	
	発電所建設	鉄鋼（土木）	鉄鋼（土木）	1.71.E-05	kg	二次情報	財団法人電力中央研究所 Y09027「日本の発電技術のライフサイクルCO ₂ 排出量評価」より 石炭火力（国内炭・輸入炭）の数値を引用
			コンクリート	7.69.E-08	kg	二次情報	〃
			軽油（燃焼）	1.37.E-04	MJ	二次情報	熱量は温対法により換算
			A重油（燃焼）	9.31.E-06	kg	二次情報	熱量は温対法により換算
	発電所解体	解体施設面積	解体施設面積	1.16.E-08	m ²	自社データ（設計値）	1000MW相当、常陸那珂発電所2号機コンクリート基礎面積より引用
			廃棄物輸送	2.03.E-05	tkm	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量が廃棄されるものとし、通常取引している産業廃棄物事業者へ搬送されていると仮定
			廃棄物処分（金属くず）	4.16.E-05	kg	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量とする
廃棄物処分（コンクリート）			1.84.E-04	kg	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量とする	
建設段階以外		電力の製造	6.53E-02	kWh	自社データ	省エネ法により1kWh=9.76MJで換算	
		蒸気の製造	4.50E-01	MJ	自社データ	ヒアリング結果	
	製材 廃材 利用	製材廃材由来活性炭	3.60E-02	kg	推計値	LCA日本フォーラムデータベースより、カ ³ =3.4kg=活性炭1kgとする	
	差引く分	ヤシ殻由来活性炭	3.60E-02	kg	推計値	製材廃材による製造量と同量	

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

製材廃材由来の活性炭の流通プロセスは、同量のヤシ殻由来活性炭の流通プロセスを差し引くことで相殺される。このため、実質的な流通段階におけるプロセスはない。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスデータはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

流通段階と同様、実質的な処分段階におけるプロセスはない。

(4) インベントリ分析の実施

インベントリ分析の結果を別添に示す。

(5) LCAの結果の評価

①対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表 5-5 に示す。GHG 排出量 (CO₂換算) でみると、製造段階が全体の 91.4%を占め、次いで原材料調達段階が 8.6%となった。

別表 5-5 対象プロセスのLCA算定結果 (一次エネルギー換算 1MJあたり)

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg/MJ)	2.32E-04	1.75E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.98E-03
	割合	11.7%	88.3%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
CH ₄	排出量(kg/MJ)	2.59E-07	6.61E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.21E-07
	割合	28.2%	71.8%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排出量(kg/MJ)	3.85E-09	2.67E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.71E-07
	割合	1.4%	98.6%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
SF ₆	排出量(kg/MJ)	4.09E-21	2.72E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.72E-08
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
GHG (CO ₂ 換算) ※	排出量(kg/MJ)	2.40E-04	2.55E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.79E-03
	割合	8.6%	91.4%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

②オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表 5-6 に示す。

別表 5-6 オリジナルプロセスのLCA算定結果
(一次エネルギー換算 1MJあたり)

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	8.24E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.24E-02
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

	工程	原材料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CH ₄	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	7.31E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.31E-08
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	8.65E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.65E-09
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
SF ₆	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	2.27E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.27E-10
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
GHG (CO ₂ 換算) ※	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	1.09E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E-01
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

③温室効果ガス削減効果の算定結果

GHG削減効果の算定結果を別表5-7に示す。本事業によるGHG排出量の削減率は97.4%となった。

別表5-7 本事業によるGHG排出削減率

	原材料調達 段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	97.9%	0.0%	0.0%	0.0%	97.6%
CH ₄	0.0%	-809.4%	0.0%	0.0%	0.0%	-1164.4%
N ₂ O	0.0%	-2991.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-3035.6%
SF ₆	0.0%	-11880.5%	0.0%	0.0%	0.0%	-11880.5%
GHG (CO ₂ 換算) ※	0.0%	97.7%	0.0%	0.0%	0.0%	97.4%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

6. CASE5：間伐材等を利用したガス化発電およびタール製造事業

(1) 対象事業の概要

本事例は、間伐材や剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業である。

(2) 機能単位等の設定

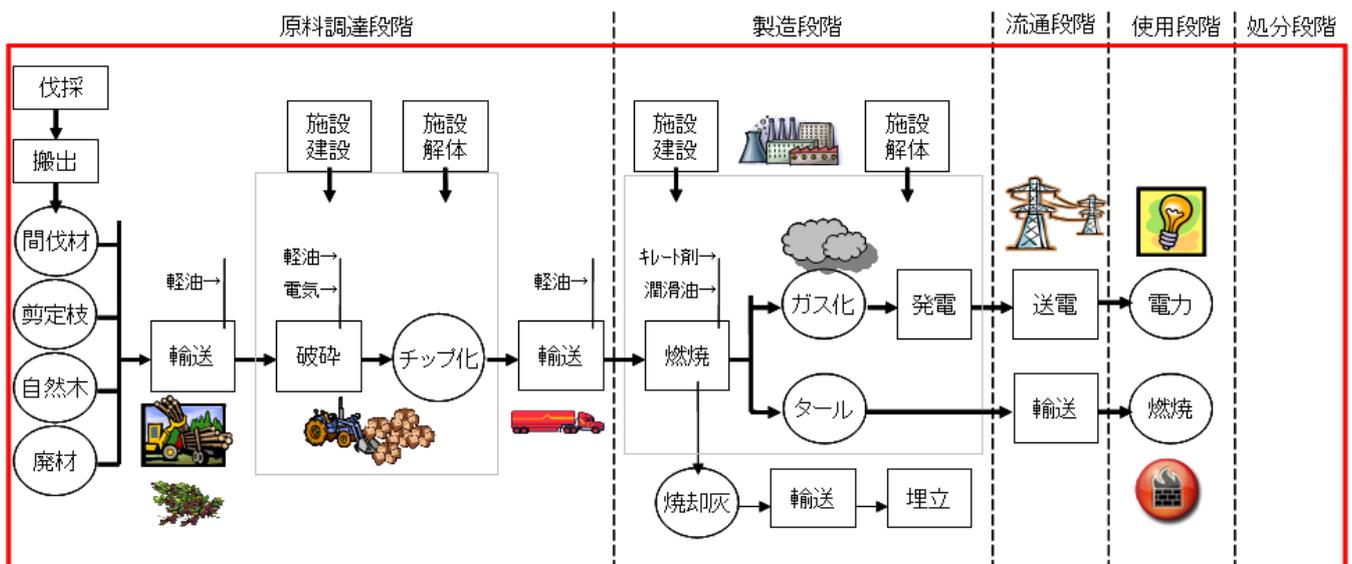
①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算 1 MJ のエネルギー生産」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

対象プロセスのプロセスフローを別図 6-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の 5 段階とした。

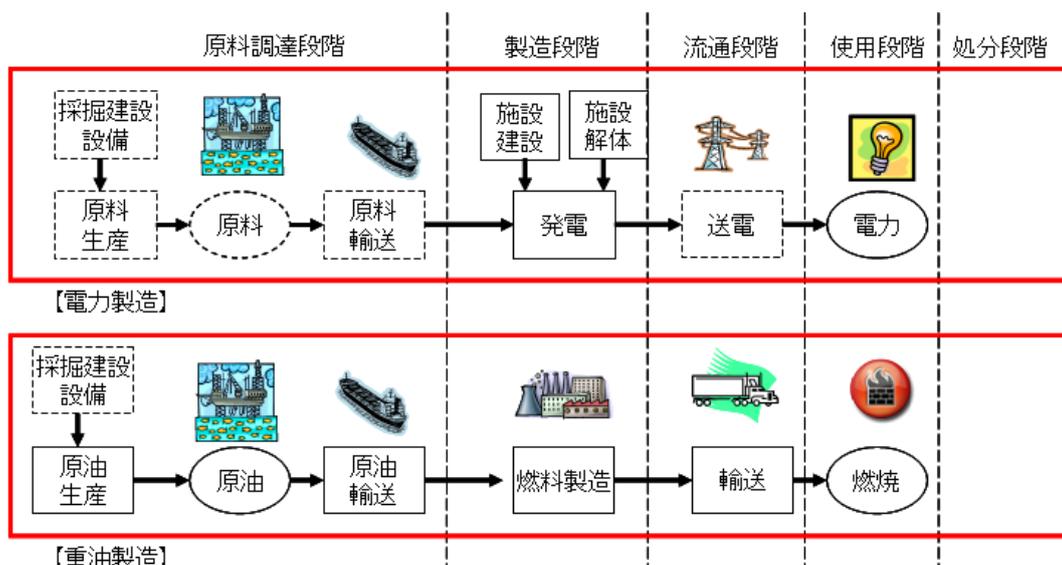


別図 6-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図 6-2 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。

本事例では発電時のガス化プロセスで副産物として生成されるタールを重油代替として使用するため、オリジナルプロセスの持つ機能は「発電」と「重油の製造」の 2 つとした。



別図 6-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(3) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 6-1 に示す。

別表 6-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
木材調達	原料木材の調達	間伐材伐採チェーンソー用ガソリン	1.84E-03	ℓ	推計値	文献値 徳島県林業総合技術センター、「間伐材搬出の手引き」より0.6ℓ/m ³ 、500kg/m ³ と仮定
		間伐材森内作業車用ガソリン	3.07E-03	ℓ	推計値	文献値 徳島県林業総合技術センター、「間伐材搬出の手引き」より1.0ℓ/m ³ 、500kg/m ³ と仮定
	原料木材の輸送	間伐材	1.33E-02	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		剪定枝	4.84E-04	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		廃材自然木	4.44E-03	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他木材輸送用軽油の使用	7.26E-02	MJ	推計値	事業者ヒアリング結果	
チップ工場建設段階	チップ工場設備	キングチップパー 設備	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
		タブグラインダー 設備	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
		タブグラインダー周辺機器	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
		旋回篩機 設備	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
	チップ工場 解体	チップ工場土木建設	7.23E-02	円	推計値	類似工場の建設費より 推計 使用年数20年
		チップ工場解体作業	1.55E-06	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年
チップ 製造	破砕・チップ 化等処理	チップ工場電力	2.34E-03	kWh	自社データ	事業者ヒアリング結果
		チップ工場 軽油の使用	1.98E-02	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 熱量は温対法により換 算
	原料輸送	チップ輸送 軽油の使用	1.05E-02	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他管理 等	メンテナンス費	(非公開)	千円	自社データ	設備費の4.4%と想定

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

a. 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 6-2 に示す。

別表 6-2 製造段階（建設段階）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
発電所 建設	発電所設備	ガスエンジン、発電機	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数15年
		その他設備	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年
	発電所建設	発電所土木建築	(非公開)	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年
		発電所解体作業	1.16E-06	m ²	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年

b. 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 6-3 に示す。

別表 6-3 製造段階（建設段階以外）におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
発電	投入物	キレート剤	4.76E-05	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		潤滑剤	1.02E-04	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		ガス化発電	1.15E+00	MJ	推計値	事業者ヒアリング結果 よりガス熱量を推計
	廃棄物	焼却灰の輸送 軽油 の使用	1.60E-04	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 2 tトラック（燃費9km/ ℓ）で往復16km
		焼却灰の処分	4.78E-03	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他管理 等	メンテナンス等	(非公開)	千円	自社データ	事業者ヒアリングによ り、設備費の1%と設定

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表 6-4 に示す。

別表 6-4 流通段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
流通		タール輸送 軽油の使用	6.12E-03	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果 温対法により熱量換算

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

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

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

通常発電のための資源採掘、輸送なども想定されるが、製造段階の原単位に含まれるものとし、ここでは計上しないものとした。したがって、原料調達段階におけるプロセスデータはない。

(イ) 製造段階におけるプロセスデータ

a. 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 6-5 に示す。既存 L C A 文献による発電所モデルケースのデータから、石炭火力発電所の活動量データを引用し、設備容量 100 万 kW、発電効率 70%、使用年数は 40 年として算定を行った。

別表 6-5 建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
発電所 建設段階	発電所 施設設備	鉄鋼(ユニット構成機器)	1.66.E-05	kg	二次情報	電中研 Y09027報告「日本の発電技術のライフサイクルCO ₂ 排出量評価」より 石炭火力(国内炭・輸入炭)の数値・係数を引用
		鉄鋼(ボイラ)	2.39.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(タービン)	2.63.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(給水復水)	2.68.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(脱硫)	5.54.E-06	kg	二次情報	〃

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
		鉄鋼(脱硝)	1.21.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(集塵)	3.61.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(電気)	1.17.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(機械その他)	1.17.E-05	kg	二次情報	〃
	発電所 施設建 設	鉄鋼(土木)	2.61.E-05	kg	二次情報	〃
		コンクリート	1.18.E-07	kg	二次情報	〃
		軽油の燃焼	2.10.E-04	kg	二次情報	熱量は温対法により換算
		A重油の燃焼	1.43.E-05	kg	二次情報	熱量は温対法により換算
	発電所 解体	解体施設面積	1.77.E-08	m ²	自社データ (設計値)	
		廃棄物輸送	3.46.E-05	tkm	自社データ (設計値)	建設時投入量と同量が廃棄されるものとし、通常取引する産廃事業者へ運ばれるものと仮定
		廃棄物処分(金属くず)	6.36.E-05	kg	自社データ (設計値)	建設時投入量と同量
		廃棄物処分(コンクリート)	2.82.E-04	kg	自社データ (設計値)	建設時投入量と同量

b. 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 6-6 に示す。電力製造時の原単位は、発電事業を行う地域の差を考慮し、温対法算定省令に基づく電気事業者ごとの実排出係数を用いて算定を行った。

別表 6-6 建設以外の製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
建設段階以外	発電	発電量	8.62.E-02	MJ	二次情報	省エネ法により 1kWh=9.76MJ で換算

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

外部への電力供給における当施設からの近隣のグリッドまでの送電線設置に伴う GHG 排出については、対象プロセスの「(ウ) 流通段階」に示したとおり、本ケーススタディにおいてはゼロとカウントすることとした。

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 6-7 に示す。

別表 6-7 建設以外の製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源
使用		A 重油の使用	1.57.E-01	MJ	自社データ	事業者ヒアリング結果

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

(4) インベントリ分析の実施

インベントリ分析の結果を別添に示す。

(5) LCAの結果の評価

①対象プロセスのLCA算定結果

対象プロセスのLCA算定結果を別表 6-8 に示す。GHG 排出量 (CO₂ 換算) でみると、原材料調達段階が全体の 60.2% を占め、次いで製造段階が 37.4%、流通段階が 2.3% となった。

別表 6-8 対象プロセスのLCA算定結果 (一次エネルギー換算 1MJ あたり)

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	1.17E-02	3.55E-03	4.54E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-02
	割合	74.4%	22.7%	2.9%	0.0%	0.0%	100.0%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	1.17E-05	6.46E-05	5.08E-07	0.00E+00	0.00E+00	7.68E-05
	割合	15.2%	84.1%	0.7%	0.0%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排出量 (kg/MJ)	1.86E-07	1.08E-06	7.54E-09	0.00E+00	0.00E+00	1.27E-06
	割合	14.6%	84.8%	0.6%	0.0%	0.0%	100.0%
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	4.92E-10	8.73E-08	8.00E-21	0.00E+00	0.00E+00	8.78E-08
	割合	0.6%	99.4%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
GHG (CO ₂ 換算) ※	排出量 (kg/MJ)	1.20E-02	7.48E-03	4.69E-04	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-02
	割合	60.2%	37.4%	2.3%	0.0%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

②オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表 6-9 に示す。GHG 排出量 (CO₂ 換算) でみると、製造段階が全体の 79.6% を占め、次いで使用段階が 20.4% となった。

別表 6-9 オリジナルプロセスのLCA算定結果 (一次エネルギー換算 1MJ あたり)

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	4.85E-02	0.00E+00	1.20E-02	0.00E+00	6.05E-02
	割合	0.0%	80.1%	0.0%	19.9%	0.0%	100.0%
CH ₄	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	7.86E-08	0.00E+00	1.35E-05	0.00E+00	1.35E-05
	割合	0.0%	0.6%	0.0%	99.4%	0.0%	100.0%
N ₂ O	排出量 (kg)	0.00E+00	5.85E-09	0.00E+00	2.00E-07	0.00E+00	2.05E-07
	割合	0.0%	2.8%	0.0%	97.2%	0.0%	100.0%

	工程	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
SF ₆	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	2.80E-14	0.00E+00	2.80E-14	0.00E+00	2.80E-14
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
GHG (CO ₂ 換算) ※	排出量 (kg/MJ)	0.00E+00	4.85E-02	0.00E+00	1.24E-02	0.00E+00	6.09E-02
	割合	0.0%	79.6%	0.0%	20.4%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

③温室効果ガス削減効果の算定結果

GHG 削減効果の算定結果を別表 6-10 に示す。本事業による GHG 排出量の削減率は 67.2%となった。

別表 6-10 本事業による GHG 排出削減率

	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	0.0%	92.7%	0.0%	100.0%	0.0%	74.1%
CH ₄	0.0%	-82098.7%	0.0%	100.0%	0.0%	-467.6%
N ₂ O	0.0%	-18337.3%	0.0%	100.0%	0.0%	-518.8%
SF ₆	0.0%	-311588260.2%	0.0%	100.0%	0.0%	-313344554.0%
GHG (CO ₂ 換算) ※	0.0%	84.6%	0.0%	100.0%	0.0%	67.2%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

7. CASE6 : 下水汚泥由来のバイオマス固体燃料製造事業

本事例に関するケーススタディ結果の概要を次ページに示す。

下水汚泥由来のバイオマス固体燃料製造事業のLCAケーススタディ結果

■目的：バイオマスを固体燃料化することによる温室効果ガス削減効果を把握するため、下水汚泥を固体燃料化するプロセスと、埋立処分するプロセスの評価を行った。機能単位は「1MJの熱供給と0.372kgの脱水汚泥処理」と設定した。(0.372kgの脱水汚泥から1MJ相当の固形燃料が製造できるため)

■対象プロセス

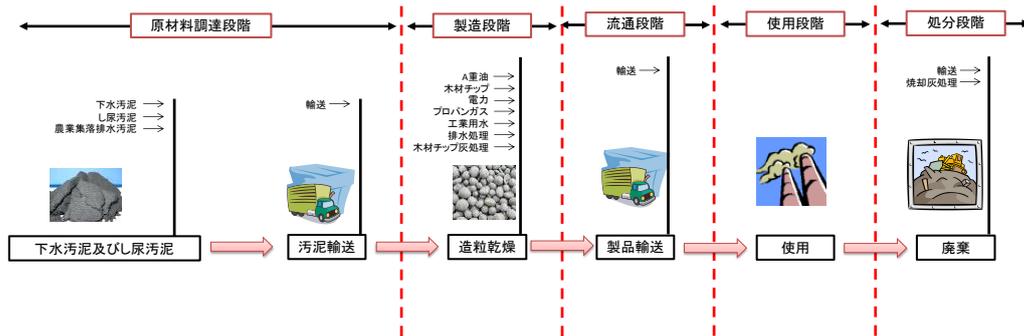


図 対象プロセスのプロセスフロー

導入設備	ペレット製造機、木チップボイラー
年間生産量	1,800ton
固体燃料発熱量	17.2MJ/kg (含水率 80%)
施設建設	データ未収集

■オリジナルプロセス

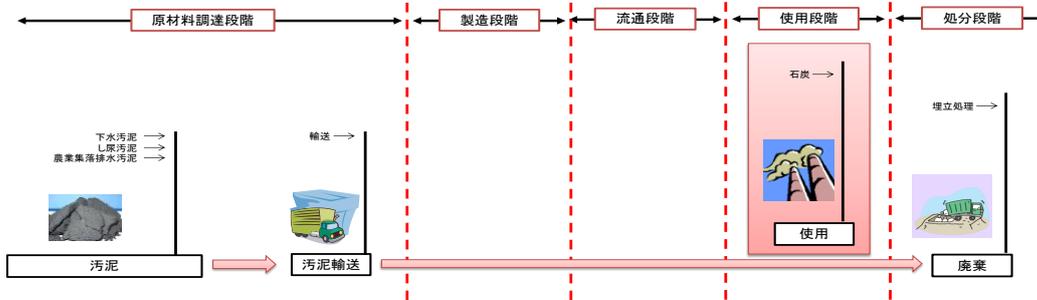
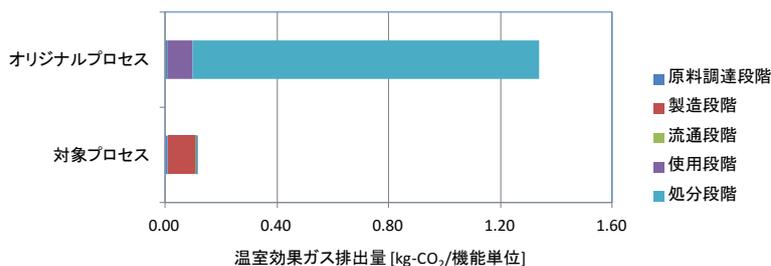


図 2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

データ源	IDEA v.1.1 の系統電力および汚泥処理のデータを利用
------	--------------------------------

■結果



温室効果ガス排出量は対象プロセスにより約 91% 削減される。

以下、ケーススタディ結果の詳細を示す。

(1) 対象事業の概要

本事例は、公共下水道終末処理場から発生する脱水汚泥を造粒乾燥させてペレット状の固形燃料を生成し、製紙工場の石炭ボイラーの補助燃料として利用する事業である。

(2) 機能単位等の設定

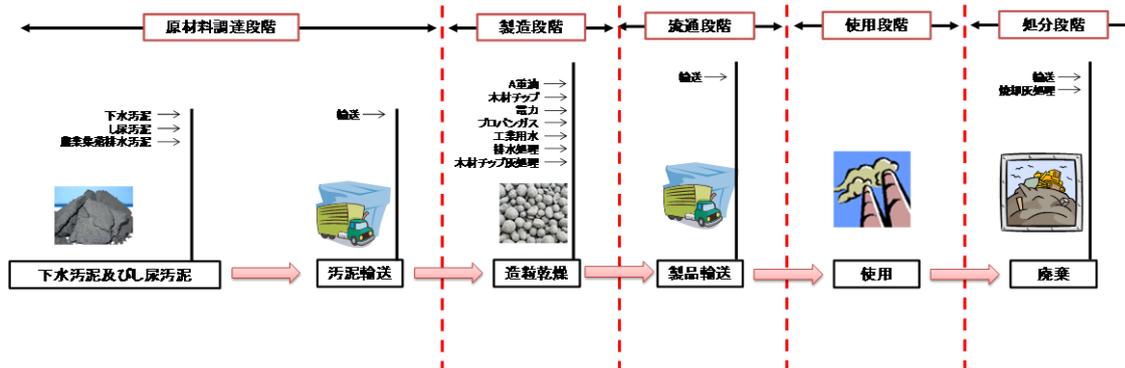
①機能単位の設定

本事業では、0.372kgの脱水汚泥から1MJ相当の固形燃料が製造できるため、本事業の機能単位は「1MJの熱供給と0.372kgの脱水汚泥処理」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

(ア) 対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

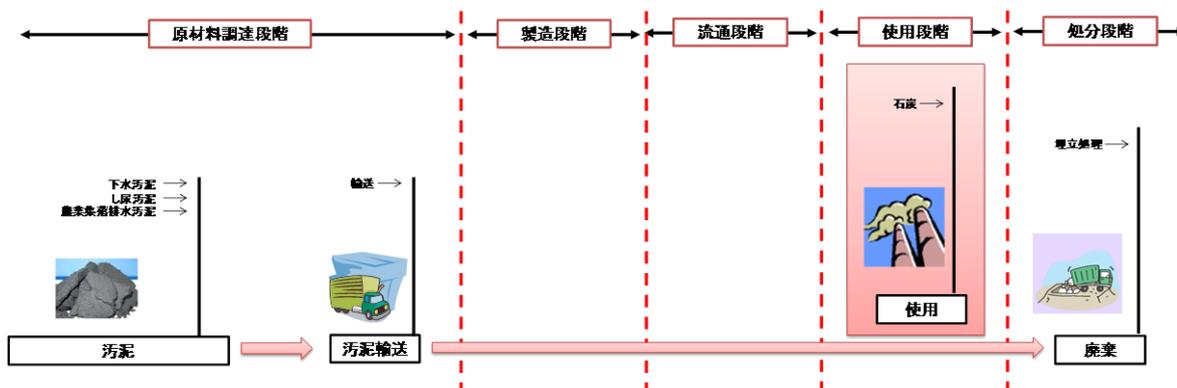
対象プロセスのプロセスフローを別図7-1に示す。システム境界には、本図のプロセスを全て含めることとした。プロセスフローの区分は、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の5段階とした。



別図7-1 対象プロセスのプロセスフロー

(イ) オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

オリジナルプロセスは、「脱水汚泥の埋立処理と石炭による熱供給」と設定した。オリジナルプロセスのプロセスフロー図を別図7-2に示す。



別図7-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

(2) プロセスデータの収集

①対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

(ア) 原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表7-1に示す。原料である下水汚泥は含水率80%程度の脱水ケーキであり、埋立等のオリジナルプロセスにおける原料と違いがないため、前処理は不要とした。そのため、下水汚泥を県内から輸送するプロセスのみ考慮した。

算定に当たっては、I D E A ver1.1 (MiLCA) のデータベースを利用した。

別表 7-1 原料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
汚泥調達		下水汚泥	3.20E-01	kg	自社データ	事業者提供資料
		し尿汚泥	5.08E-02	kg	自社データ	事業者提供資料
		その他汚泥	1.73E-03	kg	自社データ	事業者提供資料
汚泥輸送		トラック輸送(10tトラック, 100km, 積載率100%, 復路空荷)	3.72E-01	kg	自社データ	事業者提供資料

(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7-2に示す。製造段階では、熱源として主に木チップ、重油を用いて汚泥の乾燥を行っている。事業者より1年間の操業データ入手し、1MJ相当の固形燃料製造時の入出力データとした。また、製造プラントについては、文献値を用いて算定した。なお、使用する水は隣接する浄化センターからの処理済水を利用している。

電力については温対法算定省令に基づく事業者別排出係数を用いて算定し、その他においてはI D E A ver1.1をMiLCAにて原単位化し、算定した。

別表 7-2 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	情報源名称
造粒乾燥		木チップの調達	3.53E-02	kg	自社データ	事業者提供資料
		木チップの燃焼	4.43E-01	MJ	自社データ	事業者提供資料 (3,000kcal/kg)
		木チップ灰処理	4.46E-05	kg	自社データ	事業者提供資料
		A重油の燃焼(調達含む)	2.11E-02	L	自社データ	事業者提供資料
		電力	4.64E-02	kWh	自社データ	事業者提供資料
		LPG	2.05E-06	kg	自社データ	事業者提供資料
		処理水利用	4.86E-03	m ³	自社データ	事業者提供資料
		排水処理	4.86E-03	m ³	自社データ	事業者提供資料
		粉末汚泥	年間数十kgと少量のためカットオフ		自社データ	事業者提供資料
製造プラント建設		施設建設費	9.85E-09	百万円	二次情報	文献値

(ウ) 流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表7-3に示す。現在、ほぼ全量を近隣の製紙会社へ売却しているため、当該工場への輸送距離を適用した。

算定に当たっては、I D E A ver1.1 (MiLCA) のデータベースを利用した。

別表 7-3 流通段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
製品輸送		タンクローリー輸送(16kL, 150km, 積載率 100%, 復路空荷)	5.97E-02	kg	自社データ	事業者提供資料

(エ) 使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表7-4に示す。使用段階では、日本製紙株式会社岩沼工場の石炭ボイラーの補助燃料として使用する。現在、99%以上の熱量は石炭によって賄われており、当該製品の品質による影響は確認されていない。使用段階においては、焼却時における製品由来のメタンおよび一酸化二窒素の排出を考慮する。

使用段階については、I D E A ver1.1をMiLCAにて原単位化し、算定した。

別表 7-4 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
使用		燃焼	1.00E+00	MJ	自社データ	事業者提供資料

(オ) 処分段階におけるプロセスデータ

処分段階におけるプロセスデータを別表7-5に示す。処分段階では、石炭ボイラーから排出される焼却灰の処理を考慮することとした。焼却灰の処理に当たっては石炭灰との区別がつかないため、成分分析の結果から得られた灰分の割合を利用して発生量を算定した。

処分段階については、I D E A ver1.1をMiLCAにて原単位化し、算定した。

別表 7-5 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
廃棄		トラック輸送(4tトラック, 50km, 積載率 62%, 復路空荷)	9.84E-03	kg	二次情報	事業者提供資料
		焼却灰の熔融・埋立	9.84E-03	kg	二次情報	事業者提供資料

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

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

(ア) 原材料調達段階におけるプロセスデータ

原材料調達段階におけるプロセスデータを別表7-6に示す。原材料調達段階では、汚泥輸送プロセスを考慮した。

算定に当たっては、I D E A ver1.1 (MiLCA) のデータベースを利用した。

別表 7-6 原材料調達段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
汚泥 調達		下水汚泥	3.20E-01	kg	自社データ	事業者提供資料
		し尿汚泥	5.08E-02	kg	自社データ	事業者提供資料
		その他汚泥	1.73E-03	kg	自社データ	事業者提供資料
汚泥 輸送		トラック輸送(10t トラック, 100km, 積載 率 100%, 復路空荷)	3.72E-01	kg	自社データ	事業者提供資料

(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7-7に示す。使用段階では、石炭による熱供給プロセスを考慮した。

算定に当たっては、I D E A ver1.1をMiLCAにて原単位化し、利用した。

別表 7-7 使用段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
使用		石炭の燃焼	1.00E+00	MJ	二次情報	機能単位

(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7-8に示す。処分段階では汚泥の適正処理を考慮し、脱水汚泥の輸送距離は対象プロセスに同じとした。

埋立によるCH₄発生量については、温対法算定省令に基づく排出係数を用いて算定し、その他の環境負荷についてはI D E A ver1.1をMiLCAにて原単位化し、利用した。

別表 7-8 処分段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
廃棄		埋立	3.72E-01	kg	二次情報	
		埋立によるメタン発生	3.72E-01	kg	二次情報	

(3) インベントリ分析の実施

インベントリ分析の結果を別添に示す。

(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7-9に示す。温室効果ガス排出量(CO₂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製造段階が最も大きく、次に原料調達段階の順であった。

別表 7-9 対象プロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出量 (kgCO ₂ /MJ)	6.32.E-03	9.94.E-02	1.17.E-03	0.00.E+00	1.15.E-03	1.08.E-01
	割合	5.8%	92.0%	1.1%	0.0%	1.1%	100.0%
CH ₄	排出量 (kgCH ₄ /MJ)	7.15.E-06	1.09.E-04	1.41.E-06	3.90.E-06	6.18.E-07	1.23.E-04
	割合	5.8%	89.3%	1.2%	3.2%	0.5%	100.0%
N ₂ O	排出量 (kgN ₂ O/MJ)	2.16.E-07	2.16.E-06	4.13.E-08	5.80.E-07	8.24.E-08	3.08.E-06
	割合	7.0%	70.1%	1.3%	18.8%	2.7%	100.0%

	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
SF ₆	排出量 (kgSF ₆ /MJ)	0.00.E+00	7.77.E-12	0.00.E+00	0.00.E+00	1.46.E-14	7.78.E-12
	割合	0.0%	99.8%	0.0%	0.0%	0.2%	100.0%
温室効果ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kgCO ₂ e/MJ)	6.56.E-03	1.03.E-01	1.22.E-03	2.70.E-04	1.19.E-03	1.12.E-01
	割合	5.9%	91.8%	1.1%	0.2%	1.1%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

②オリジナルプロセスのLCA算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表7-10に示す。温室効果ガス排出量(CO₂換算)で見ると、ライフサイクル温室効果ガス排出量に占める割合が大きいのは処分段階であり、次に使用段階の順であった。

別表 7-10 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
CO ₂	排出量 (kgCO ₂ /MJ)	6.32.E-03	0.00.E+00	0.00.E+00	9.13.E-02	1.42.E-03	9.91.E-02
	割合	6.4%	0.0%	0.0%	92.2%	1.4%	100.0%
CH ₄	排出量 (kgCH ₄ /MJ)	7.15.E-06	0.00.E+00	0.00.E+00	3.27.E-05	4.95.E-02	4.96.E-02
	割合	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	99.9%	100.0%
N ₂ O	排出量 (kgN ₂ O/MJ)	2.16.E-07	0.00.E+00	0.00.E+00	6.14.E-07	6.89.E-08	8.99.E-07
	割合	24.0%	0.0%	0.0%	68.3%	7.7%	100.0%
SF ₆	排出量 (kgSF ₆ /MJ)	0.00.E+00	0.00.E+00	0.00.E+00	4.74.E-16	6.26.E-16	1.10.E-15
	割合	0.0%	0.0%	0.0%	43.1%	56.9%	100.0%
温室効果ガス(CO ₂ 換算)*	排出量 (kgCO ₂ e/MJ)	6.56.E-03	0.00.E+00	0.00.E+00	9.23.E-02	1.24.E+00	1.34.E+00
	割合	0.5%	0.0%	0.0%	6.9%	92.6%	100.0%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。

③温室効果ガス削減効果の算定結果

温室効果ガス削減効果の算定結果を別表7-11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約91.6%となった。段階別にみると、処分段階の排出量が減少した。これは、埋立処分場から排出されるメタンが削減されたことが大きく貢献していることがわかった。

別表 7-11 本事業による温室効果ガス排出削減効果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO ₂	排出削減効果 (kgCO ₂ /MJ)	0.00.E+00	-9.94.E-02	-1.17.E-03	9.13.E-02	2.70.E-04	-9.02.E-03
	削減割合	0.0%			100.0%	19.0%	-9.1%
CH ₄	排出削減効果 (kgCH ₄ /MJ)	0.00.E+00	-1.09.E-04	-1.41.E-06	2.88.E-05	4.95.E-02	4.94.E-02
	削減割合	0.0%			88.1%	100.0%	99.8%
N ₂ O	排出削減効果 (kgN ₂ O/MJ)	0.00.E+00	-2.16.E-06	-4.13.E-08	3.40.E-08	-1.36.E-08	-2.18.E-06
	削減割合	0.0%			5.5%	-19.7%	-242.6%
SF ₆	排出削減効果 (kgSF ₆ /MJ)	0.00.E+00	-7.77.E-12	0.00.E+00	4.74.E-16	-1.40.E-14	-7.78.E-12
	削減割合	0.0%			100.0%	-2233.4%	-707880.1%
温室効果ガス(CO ₂ 換算)*	排出削減効果 (kgCO ₂ e/MJ)	0.00.E+00	-1.03.E-01	-1.22.E-03	9.21.E-02	1.24.E+00	1.23.E+00
	削減割合	0.0%			99.7%	99.9%	91.6%

※IPCC(2007)の100年値を用いて特性化を行った。