再生可能エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関するLCAガイドライン

第Ⅳ部-①　複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）　編

平成２５年３月策定

令和３年７月改訂

環　　境　　省

目　　次

１．第Ⅳ部-①の位置づけ ····· 1
1.1　第Ⅳ部-①の位置づけ ····· 1
1.2　対象とする再生可能エネルギー等 ····· 3
1.3　温室効果ガス削減効果が十分ではないバイオ燃料 ····· 4
1.4　森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量の取扱い ····· 8

２．複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）のLCAの基本的な考え方に関する留意事項 ····· 10
2.1　機能単位の設定に関する留意事項 ····· 10
2.2　プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項 ····· 11
2.3　比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項 ····· 17

３．活動量データの収集・設定に関する留意事項 ····· 23
3.1　原料調達段階に関する留意事項 ····· 24
3.2　製造段階に関する留意事項 ····· 50
3.3　流通段階に関する留意事項 ····· 52
3.4　使用段階に関する留意事項 ····· 52
3.5　処分段階に関する留意事項 ····· 53
3.6　温室効果ガス排出削減活動に関する留意事項 ····· 54
3.7　配分（アロケーション）の方法に関する留意事項 ····· 56

４．温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項 ····· 62

５．温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項 ····· 65
5.1　感度分析の実施 ····· 65
5.2　温室効果ガス排出削減効果の評価 ····· 65

６．レビューの実施に関する留意事項 ····· 66

１．第Ⅳ部-①の位置づけ

1.1　第Ⅳ部-①の位置づけ

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

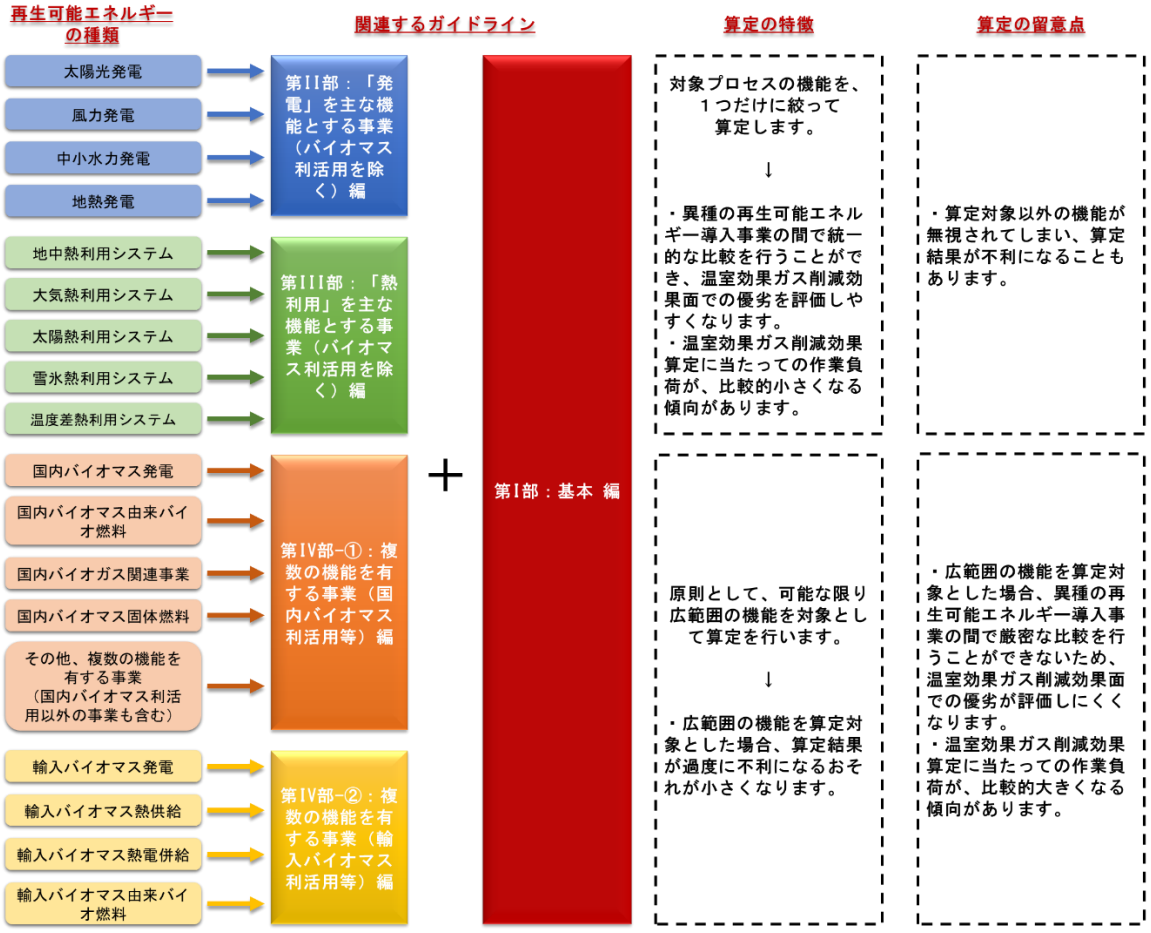


図 1-1　再生可能エネルギーの種類ごとの関連ガイドラインの判定フロー

再生可能エネルギー事業には、発電や燃料製造、熱利用を主目的とする事業のほか、廃棄物処理や堆肥等といった複数の機能を有する事業が存在する。例えばバイオガスは、下水汚泥や食品廃棄物等の廃棄物を処理する過程で生成されており、所内の熱需要や電力需要の一部を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-①：複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等） 編を策定した。策定にあたり、第 I 部：基本編と同様の規定とする項目（例：カットオフ基準）については、記述を割愛することとした。そのため、複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）について LCA を行う際には、第 I 部：基本編を合わせて参照いただきたい。

1.2　対象とする再生可能エネルギー等導入事業

対象とする再生可能エネルギー等導入事業は、以下のとおりとする。

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

【解説・注釈】

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

表 1-1　対象とする複数機能を有する事業の例

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

1.3　温室効果ガス削減効果が十分ではない可能性のあるバイオ燃料

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

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

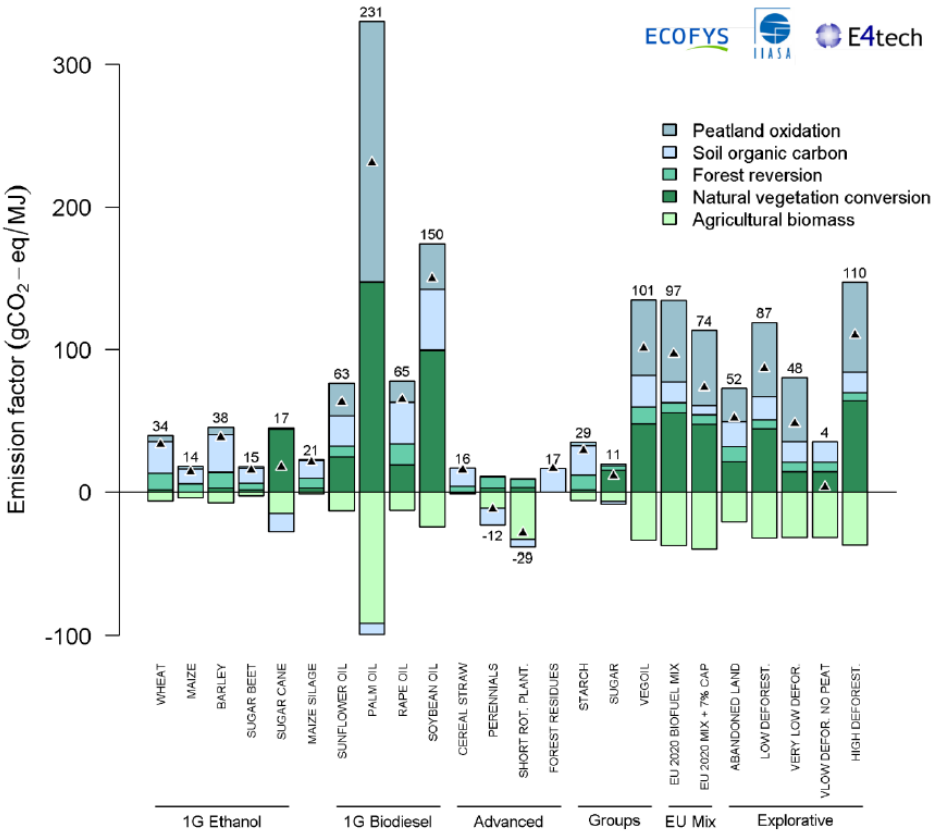
※例えば、生産されるバイオエタノール重量の２分の１の重油量を用いて製造する

【解説・注釈】

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

参考：森林減少、泥炭地開発による温室効果ガス排出量

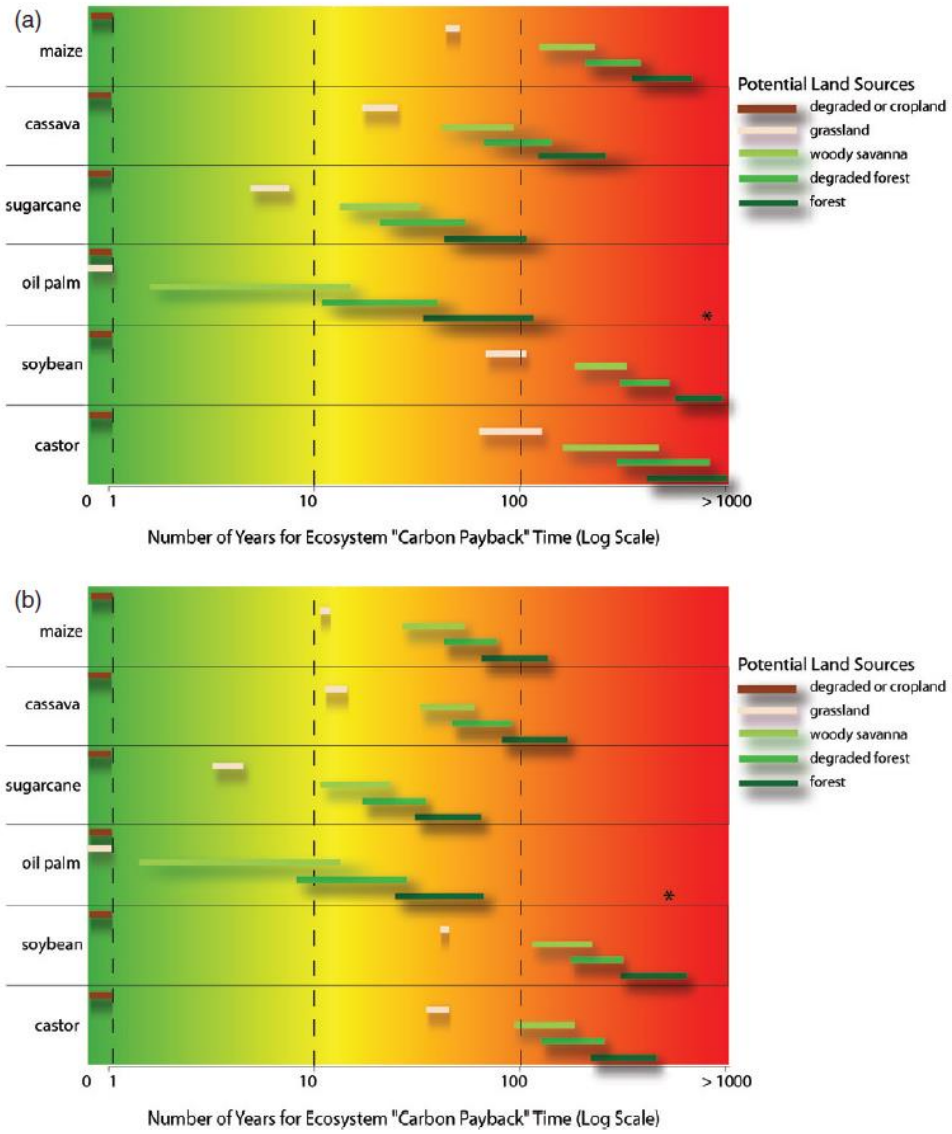
森林減少や泥炭地開発による温室効果ガス排出量を分析した研究は数多く行われている。図 1-2 は、複数のバイオ燃料に対し、土地利用の転用を伴いプランテーションが造成された場合における温室効果ガス排出量について、数値モデルによる計算結果を示している。その結果は、多くのバイオ燃料において、Natural vegetation conversion（図 1-2、緑）もしくは Peatland oxidation（図 1-2、水色）が生じた場合に、多くの温室効果ガスが放出される可能性があることを明らかにしている。



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

図 1-2　シナリオごとの土地利用変化における温室効果ガス排出量

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



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

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

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

（例）

○1L のバイオエタノールによって削減できる GHG 排出量

→21.2(MJ/L-EtOH)/ 32.9(MJ/L-ガソリン)×2.38($kgCO_2$/L-ガソリン)

=1.53($kgCO_2$/L)

○0.5 L の重油を燃焼した際の GHG 排出量

→0.5L×2.98($kgCO_2$/L)

=1.49($kgCO_2$/L)

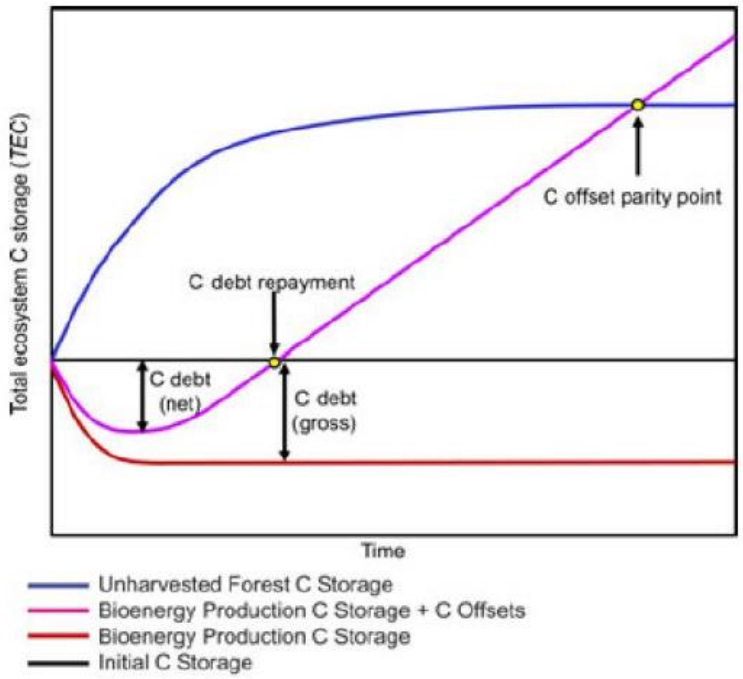
・生産されるバイオ燃料の熱量と比較して数倍の熱量を持つ原料バイオマスを使用して製造されるバイオ燃料等では、使用されるバイオマスを固定燃焼炉の燃料等、液体バイオ燃料への転換以外に活用する方が、温室効果ガス削減効果が大きい場合がある。バイオ燃料の液体燃料としての付加価値等を考慮した上で、その原料の最適な有効利用手段を検討することが望まれる（参考：Assessing Biofuels ,UNEP）。

1.4　森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量の取扱いについて

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

参考：森林からの木材搬出に伴う温室効果ガス排出量

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



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

図 1-4　森林から切り出した木質系バイオマスのカーボンペイバックタイム

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

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

2.1　機能単位の設定に関する留意事項

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

①廃棄物の有効活用を目的として、製材所廃材・建築廃材等を原料として外部に「電力」、「熱」、「燃料」等を供給している国内バイオマス利活用事業の場合、原則的に「1MJ 相当のエネルギーの供給とそれに伴う廃棄物処理」を機能単位とする。

②国内バイオマス利活用事業であっても、以下のいずれかに該当し、事業の主な機能を「エネルギー供給」等、単一機能に特定できる場合には、機能単位を「1MJ 相当のエネルギーの供給」としてよい。

1) 比較的大規模な国内バイオマス発電事業を行う場合
2) 比較的大規模な国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業を行う場合
3) 比較的大規模な国内バイオガス関連事業を行う場合
4) 製造したバイオガスを一般家庭等に都市ガス代替品、プロパンガス代替品として供給する場合
5) 比較的大規模な国内バイオマス固体燃料製造事業を行う場合

2.2　プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項

・対象プロセスのシステム境界には以下の６段階を含めるものとする。

1) 原料調達段階
2) 製造段階
3) 流通段階
4) 使用段階
5) 処分段階
6) 温室効果ガス排出削減活動（実施する場合に限る）

・システム境界は、対象プロセスが有する機能に応じてシステム拡張を行い、設定するものとする。ただし、2.1②で前述したように、（１）国内バイオマス発電事業、（２）国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業の場合には、以下の考え方を採用することもできる。

（１）国内バイオマス発電事業

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

（２）国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業

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

【解説・注釈】

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

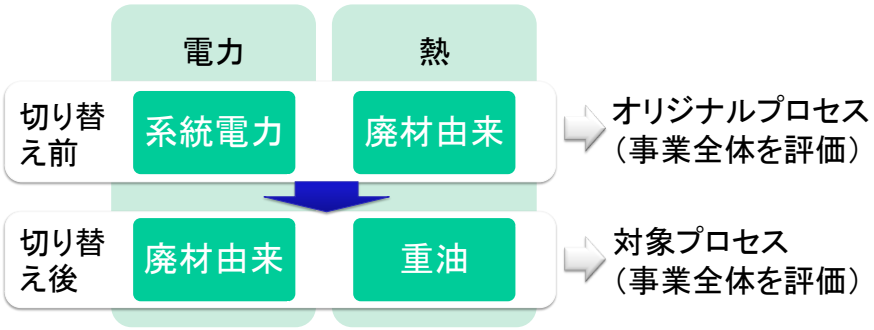


図 2-1　同一事業者が電熱併給事業を行う場合のシステム境界

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

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

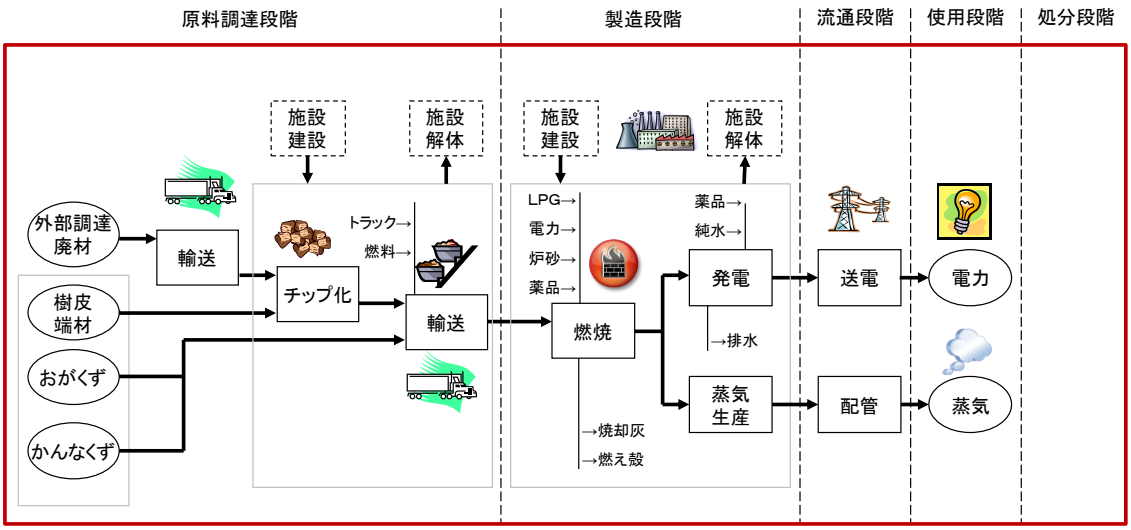


図 2-2　製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業のシステム境界

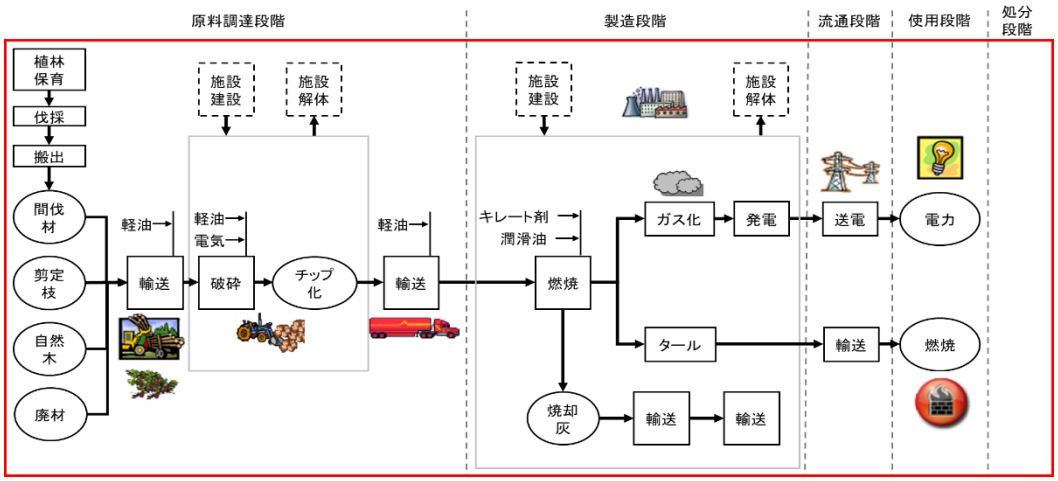


図 2-3　間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業のシステム境界

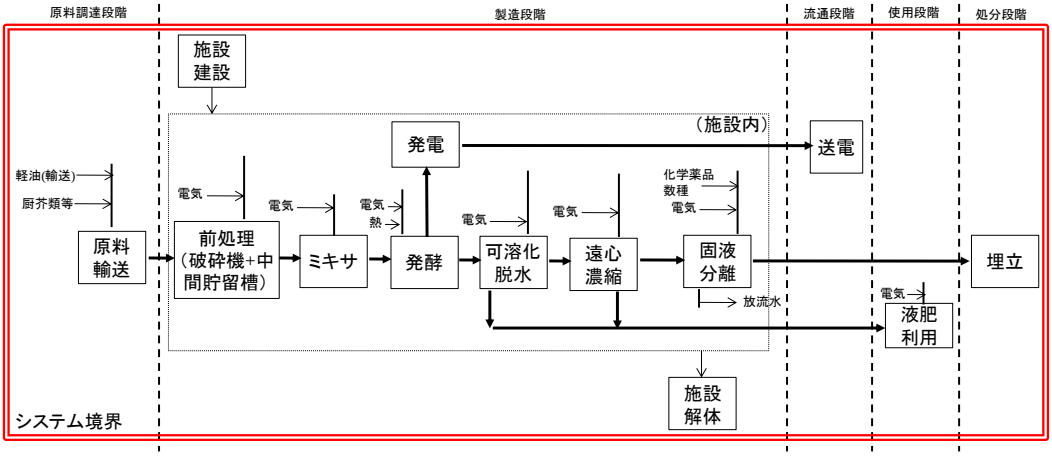


図 2-4　厨芥類を原料とした複数の機能を有する事業のシステム境界

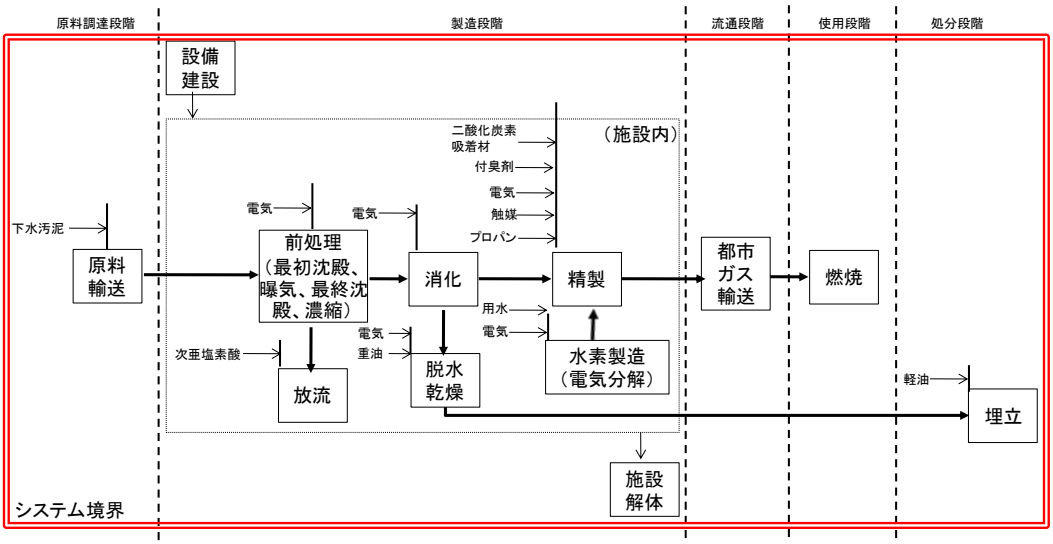


図 2-5　下水汚泥を原料とした複数の機能を有する都市ガス製造事業のシステム境界

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

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

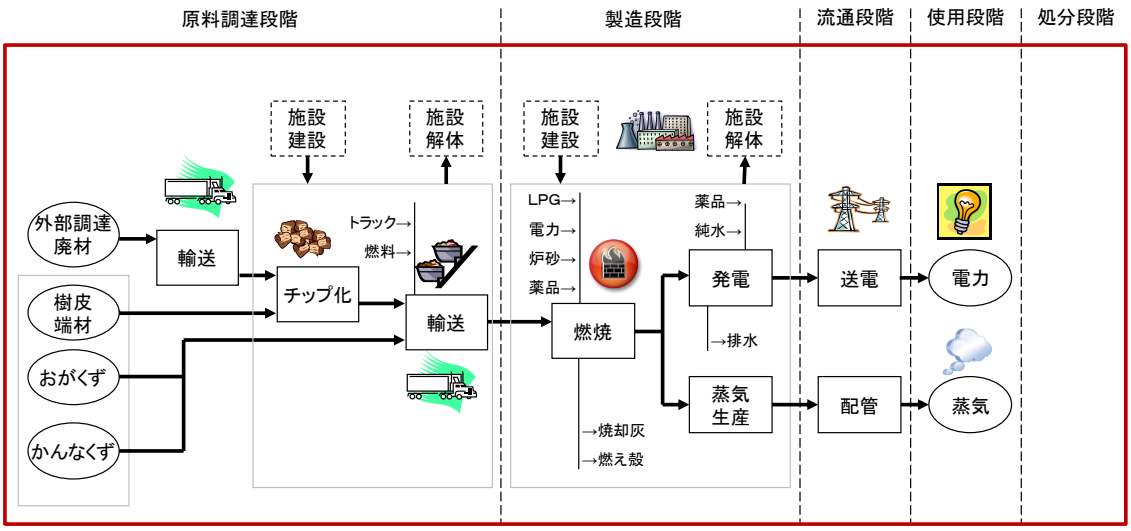


図 2-6　製材廃材を利用した直接燃焼木質バイオマス発電事業のシステム境界

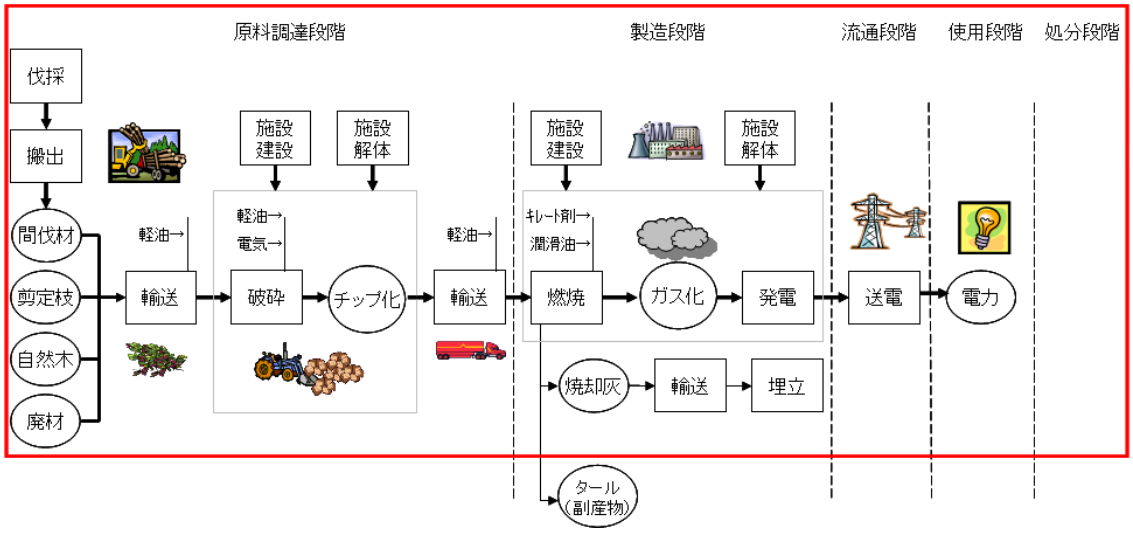


図 2-7　間伐材等を利用したガス化発電事業のシステム境界

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

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

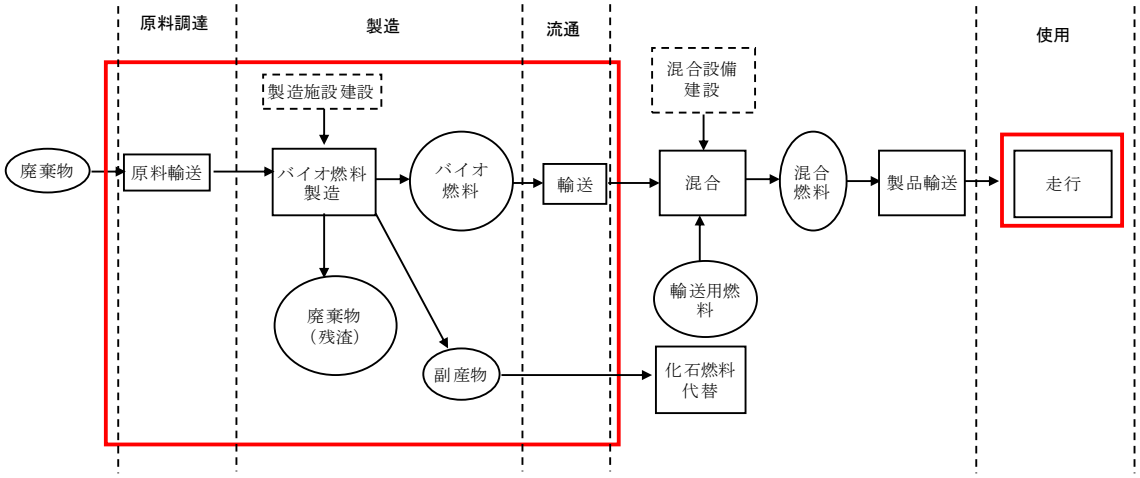


図 2-8　廃棄物（廃油等）由来のバイオ燃料のシステム境界

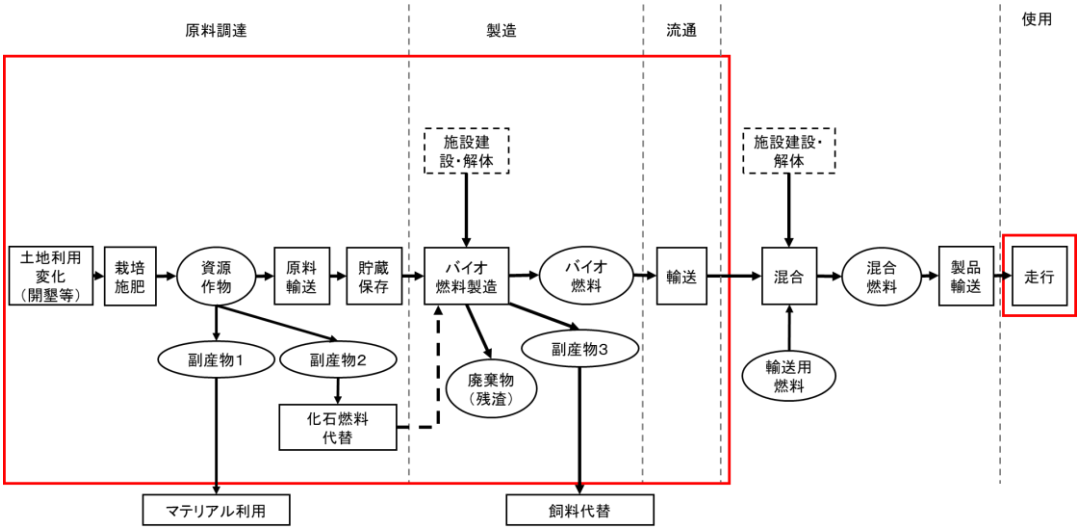


図 2-9　資源作物由来のバイオ燃料のシステム境界

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

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

・バイオ燃料の場合は、「輸送」と「走行」の間に「混合」プロセスがあることが多く本来は含めるべきだが、事業者自らがコントロールできない可能性が高く、また詳細データが十分に集積されていないこと等から考慮しなくてよいこととした。

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

(1)一般に、施設廃棄・処分工程における温室効果ガス排出量は、施設建設工程よりも相当に小さいと考えられる。

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

＜カットオフ基準（目安）＞

原材料質量の１％程度未満　かつ　原材料調達コストの１％程度未満であること

あるいは

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

2.3　比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項

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

（1）国内バイオマス発電事業

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

表 2-1　系統電力の製造段階における温室効果ガス排出量

工程	温室効果ガス排出量	備考（出典）
発電所設備製造工程	5.01×10^{-4} $kgCO_2/kWh$	（財）電力中央研究所（2016）「日本の発電技術のライフサイクル 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、IDEA v2.3 の収録データを用いて算定
発電所建設工程	1.20×10^{-3} $kgCO_2/kWh$	
発電所解体工程	3.86×10^{-5} $kgCO_2/kWh$	常陸那珂発電所 2 号機の事例における活動量データと、IDEA v2.3 の収録データを用いて算定
計	1.74×10^{-3} $kgCO_2/kWh$	

（２）国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業

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

表 2-2　化石燃料由来輸送用燃料の温室効果ガス排出量

化石燃料由来輸送用燃料	ガソリン	軽油	天然ガス(LNG)
温室効果ガス排出量	2.32 $kgCO_2/L$	2.58 $kgCO_2/L$	2.70 $kgCO_2/kg$
備考（比較対象）	エタノール	バイオディーゼル	バイオガス

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

【解説・注釈】

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

・オリジナルプロセスの設定例を以下に示す。

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

＜例１：製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス＞

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

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

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

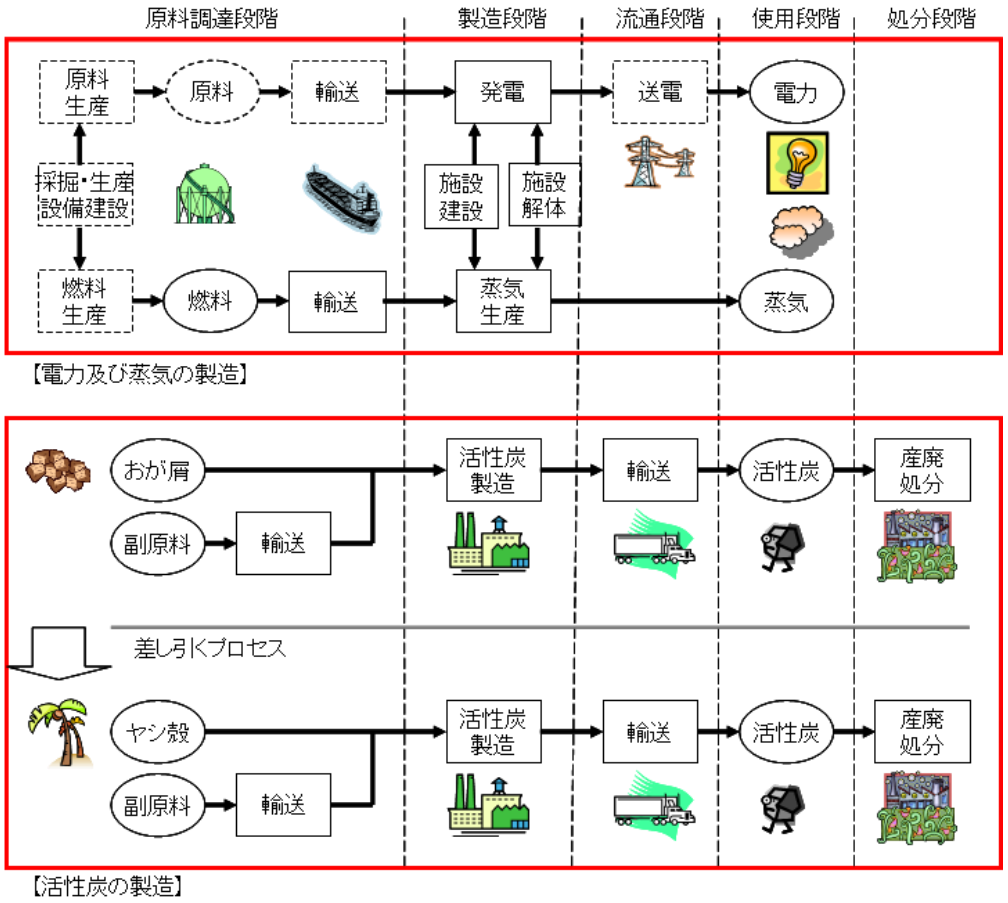


図 2-10　比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）
（製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス）

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

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

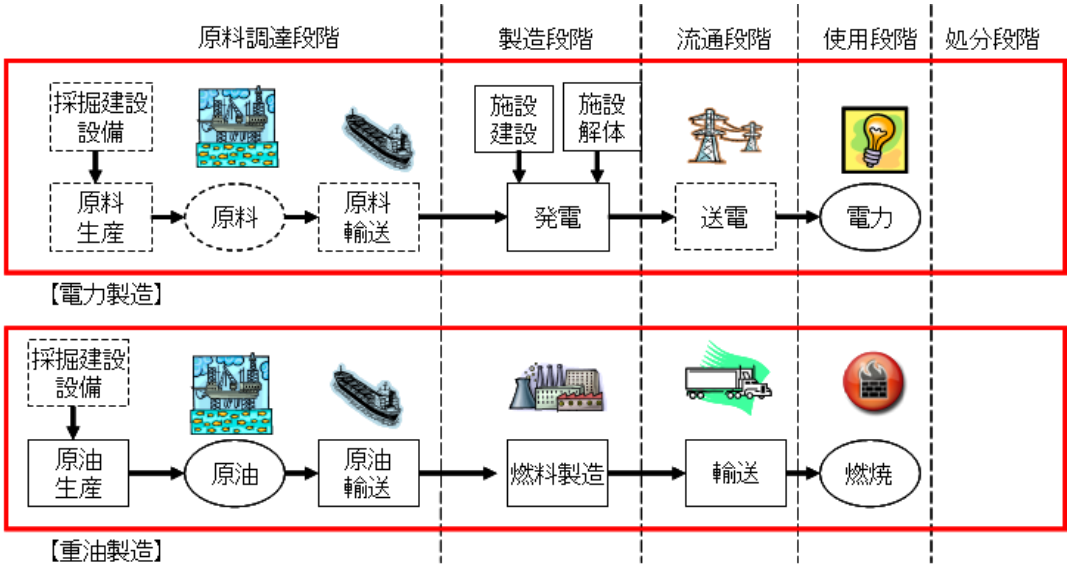


図 2-11　比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）
（間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス）

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

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

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

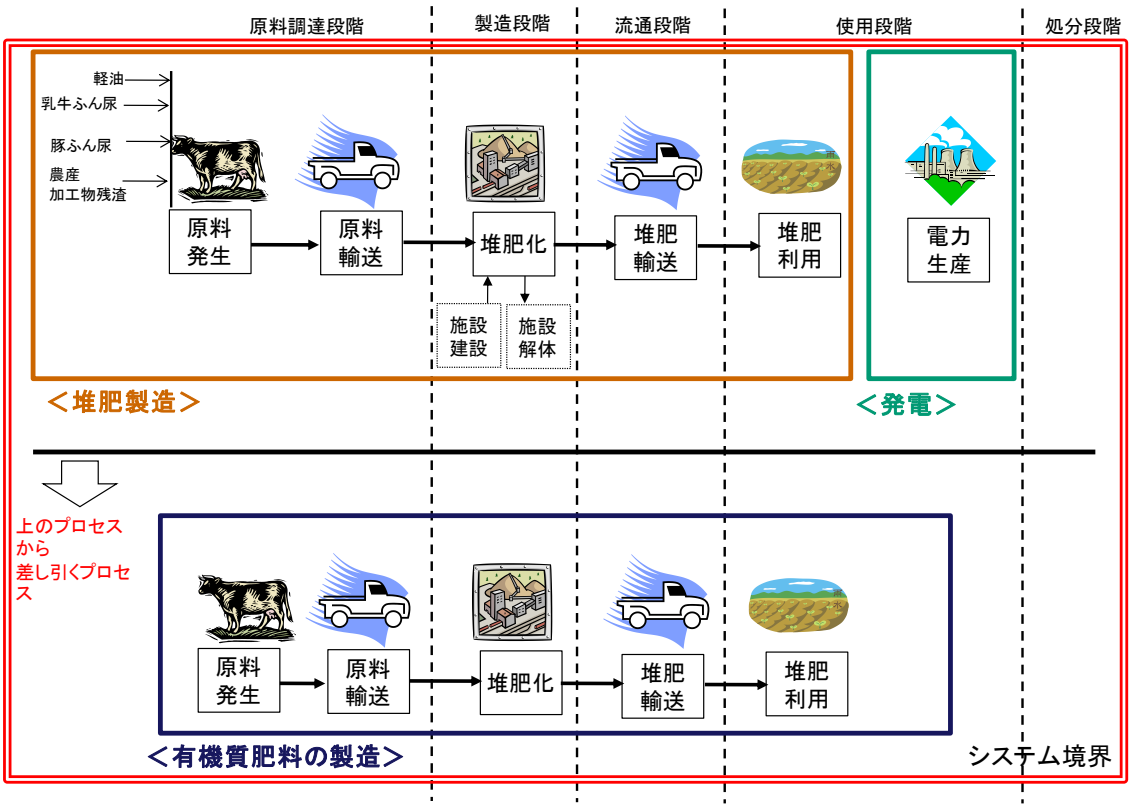
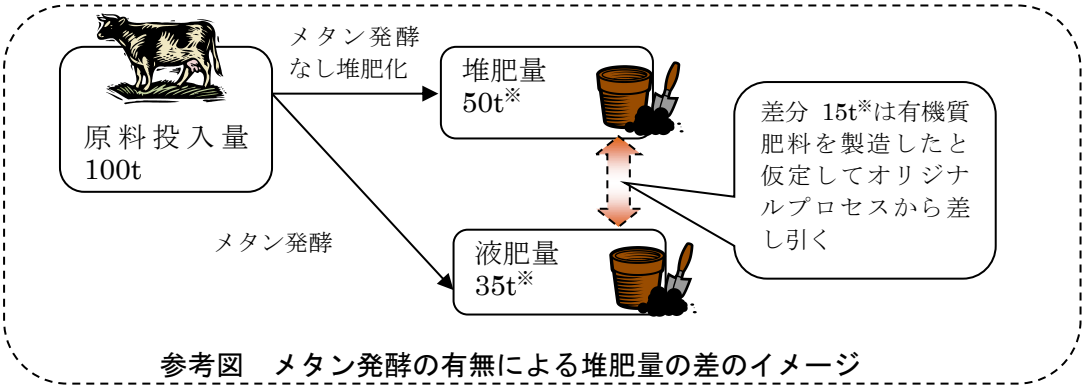


図 2-12　比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）
（牛ふん尿のメタン発酵による発電を行うとともに、その副産物を液肥として利用する事業に関するオリジナルプロセス）



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、
差分として差し引く有機質肥料の重量＝（64×1.00－95×0.55）÷0.78＝15(t)

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

＜例４：バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス＞

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

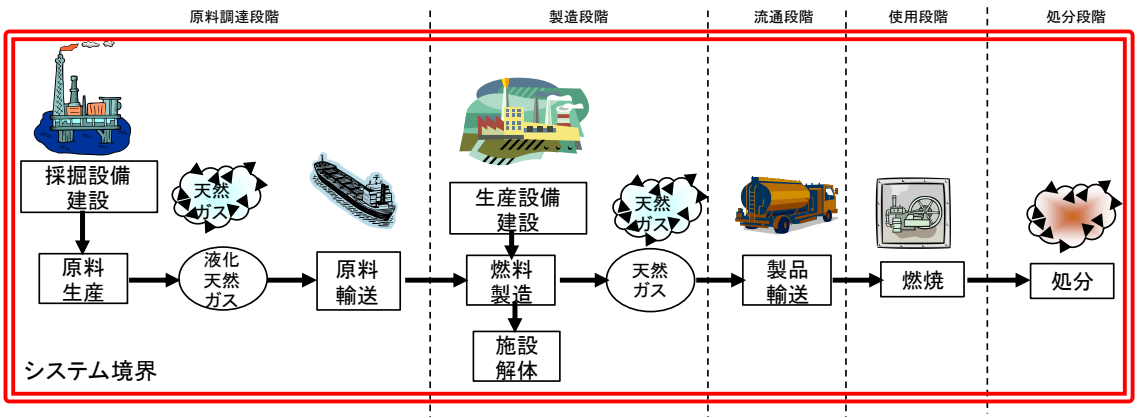


図 2-13　比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）
（バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス）

３．活動量データの収集・設定に関する留意事項

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

【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	○○	kL/日
	原料	入力	軽油	○○	L/日
製造	前処理	入力	灯油	○○	t /日
		入力	電力	○○	kWh/日
	反応	入力	水酸化カリウム	○○	t /日
		入力	メタノール	○○	t /日
		入力	灯油	○○	t /日
		入力	電力	○○	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	○○	t /日
		入力	上水	○○	m^3 /日
		入力	灯油	○○	t /日
		入力	電力	○○	kWh/日
		出力	バイオディーゼル	○○	kL/日
流通	製品輸送	入力	軽油	○○	L/日

3.1　原料調達段階に関する留意事項

原料調達段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

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

1）木質系バイオマスを原料とするケース

①土地利用変化、②植林・保育、③伐採、④搬出、⑤原料加工、⑥燃料輸送

2）資源作物を原料とするケース

①土地利用変化、②栽培、③伐採、④搬出、⑤調達、⑥原料輸送

3）資源作物から発生する残さを原料とするケース

①原料加工、②原料輸送

4）既存収集システムにある下水汚泥等を原料とするケース

原料輸送は考慮しなくてもよい。

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

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

【解説・注釈】

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

・木質系バイオマスを原料とするバイオマス発電の場合、伐採プロセスや搬出プロセスにおける温室効果ガス排出量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため、留意する必要がある。特に伐採プロセスについては、事業で活用するバイオマスを収集する目的で伐採を行う場合には、伐採にて投入されるエネルギー量等を把握し、当該プロセスの LCA を行う必要がある。なお木質系バイオマスのうち、製材端材や建築廃材等、発生地点が製材工場や建築現場と考えられるものについては、伐採プロセスはシステム対象外となる（詳細については、3.7「配分（アロケーション）の方法に関する留意事項」を参照）。

・製材事業者やその関連事業者が国内バイオマス発電事業を行っており、製材工場が同一敷地内又は近隣地域にある場合、本来は破砕プロセスや乾燥プロセスを「製造段階」に分類することが望ましいが、その場合、事業により破砕プロセスや乾燥プロセスの位置付けが異なってしまう。そのため、ここでは便宜上、一律に破砕プロセスや乾燥プロセスを「原

料調達段階」に分類することとした。

・原料調達に関するプロセスは、原料の発生地点後のプロセスを考慮するものとする。このため、資源作物から発生する残さ等は、それらが発生するまでの資源作物栽培プロセス等における温室効果ガス排出量はシステム境界に含めず、また下水汚泥のように原料が既存インフラにより収集されている場合には、原料輸送プロセスにおける温室効果ガス排出量もシステム境界に含めなくてよいこととした。ただし、下水汚泥を主原料とした事業において下水汚泥以外の原料を投入する場合には、その原料の輸送工程における温室効果ガス排出量がシステム全体において大きな割合を占める可能性があることから、その原料の調達段階を考慮する必要がある。

・廃棄物を原料とする場合に回避される温室効果ガスとしては、「生ごみの焼却処理等のプロセスで発生する温室効果ガス」や「放置されているヤシ殻から発生するメタンガス」のようなものが考えられる。

・土地利用変化や栽培プロセスにおける温室効果ガス排出・吸収量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため留意する必要がある。土地利用変化に伴って発生する温室効果ガス排出・吸収量、栽培プロセスにおける温室効果ガス排出量は次頁以降に従って算定する。

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

（１）土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量の取扱いについて

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

①土地利用区分

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

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

②算定対象とする土地利用変化

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

③土地利用変化に伴う温室効果ガス

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

1) 土壌炭素ストック量の変化

2) 生体バイオマス炭素ストック量の変化

④算定に用いる諸データ

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

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

⑤変化期間の設定

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

⑥その他

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

【解説・注釈】

・わが国が利用している土地利用区分の定義を表 3-2 に示す。

表 3-2　土地利用区分の設定方法と把握方法

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

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

＊耕地：農作物の栽培を目的とする土地のことをいい、けい畔を含む。
＊けい畔：水田の保水のために設けられた小さな土手のことを指す。
＊畑：田以外の耕地をいう。これには、通常、畑と呼ばれている普通畑のほか、樹園地及び牧草地を含む。
出典：林野庁「森林資源現況調査」(2017 年)、農林水産省「耕地及び作付面積統計」(2019 年)、国土交通省「土地利用現況把握調査」(2018 年)、農林水産省「農林業センサス」(2015 年)、温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2020 年)

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

1) 土壌炭素
2) 枯死有機物
3) 生体バイオマス

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

・土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量は下式により算定する。

算定式

土地利用変化に伴う温室効果ガス排出・吸収量

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

CS_A:土地利用変化後の土地利用形態における土壌炭素ストック量

CS_B:土地利用変化前の土地利用形態における土壌炭素ストック量

BS_A:土地利用変化後の土地利用形態における生体バイオマス炭素ストック量

BS_B:土地利用変化前の土地利用形態における生体バイオマス炭素ストック量

T　:プロジェクト期間（設備の実耐用年数）

・土地利用変化に伴う土壌炭素ストック量は一般には 20 年間程度をかけて変化するとされており、2006 年 IPCC ガイドライン、改正欧州再生可能エネルギー指令（EU RED II : Renewable Energy Directive II)、英国の再生可能燃料義務（RTFO : The Renewable Transport Fuel Obligation）ともに 20 年で均等配分する方式を採用している。

・土地利用変化に伴う生体バイオマス中の炭素ストックは、実際には土地利用変化が起きた時点で全て大気中へ CO_2 として排出される。そのため、土地利用変化に伴う生体バイオマス炭素ストック変化量はプロジェクト期間（設備の実耐用年数）で均等配分することとする。

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

算定式

土地利用変化後の土壌炭素ストック量（CS_A）

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

CS_A:土地利用変化後の土地利用形態における土壌炭素ストック量。

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

F_{LU}:土地利用に応じた調整係数、表 3-4 から適切な値を選択。

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

F_I:炭素投入量応じた応じた調整係数、表 3-4 から適切な値を選択。

表 3-3　土地利用区分別の土壌炭素ストック量（鉱質土壌）

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

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

表 3-4　土壌炭素ストック量の計算に用いる調整係数

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

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

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

・開発地における土壌炭素ストック量は現在精査中であるものの、一般的に開発地から資源作物栽培地への転用では土壌中の炭素ストック量が増加に転じる可能性が高いことから、開発地から資源作物栽培地への転用における土壌炭素ストック変化量はゼロとする。

・その他の土地については、温室効果ガスインベントリにおいては、基本的には炭素ストックの存在しない土地が割り当てられている。したがって、通常は作物栽培を実施できる土地ではないが、仮にプロジェクト対象地の土地利用がその他の土地からの転用に該当する場合、作土層の構築が必要で土壌中の炭素ストック量が増加に転じるとみなし、土壌炭素ストック変化量はゼロとする。

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

算定式

生体バイオマス炭素ストック量（C）

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

V：ha あたりの材積

Area：原材料調達森林面積

D：容積密度、表 3-6 から適切な値を選択

BEF：バイオマス拡大係数、表 3-6 から適切な値を選択

R：地上部に対する地下部の比率、表 3-6 から適切な値を選択

CF：乾物重当たりの炭素含有量、表 3-6 から適切な値を選択

表 3-5　土地利用区分別の生体バイオマス炭素ストック量

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

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

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

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

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

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

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

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

（２）栽培に伴う温室効果ガス排出量の取扱いについて

①算定対象

・栽培時に要した肥料、化石燃料や電力、熱等の投入について考慮しなければならない。

・資源作物の栽培に伴って水田・畑等の農地を利用する場合には、以下からの温室効果ガス排出量について考慮しなければならない。

1) 水田からのメタン（CH_4）の排出
2) 農地からのメタン（CH_4）及び一酸化二窒素（N_2O）の排出
3) 野焼きによるメタン（CH_4）及び一酸化二窒素（N_2O）の排出
4) 石灰施用、尿素施用、有機質土壌の耕起による二酸化炭素（CO_2）の排出

・なお、「農地からの一酸化二窒素（N_2O）の排出」は、直接排出（肥料の施肥、作物残さのすき込み、農用地土壌からの排出）と間接排出（大気沈降、窒素溶脱）に大別されるが、このうち直接排出のみを算定の対象とする。

・資源作物の栽培には土壌中の炭素ストック変化も伴うものの、その算定に必要なデータを入手することは困難と思われるため、栽培に伴う土壌中の炭素ストック変化は考慮しないこととする。

②算定に用いるデータ

算定に当たっては、以下の文献にあるデータを用いることができる。

・温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編、環境省地球環境局地球温暖化対策課 監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」
http://www.nies.go.jp/gio/aboutghg/index.html

・農業・食品産業技術総合研究機構　「日本土壌インベントリー」
https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/

【解説・注釈】

1) 水田からのメタン（CH_4）の排出

・水田に水を張ると土壌が還元状態になり、嫌気性細菌の活動が活発化することで土壌中の有機物が分解されメタン（CH_4）が発生する。水田からのメタン（CH_4）の排出量は、下式により求めることができる。

算定式

水田からのメタン（CH_4）の排出量［$kg\text{-}CH_4$］
= 水稲作付面積［ha］ × 水田種別・地域別の排出原単位［$g\text{-}CH_4\text{-}C/ha/year$］ × 10^{-3} × 16/12

・水稲作付面積は、算定対象となる水田の面積とする。

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

表 3-7　水田種別・地域別の排出原単位［g-CH_4-C/ha/year］

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

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

2) 農地からのメタン（CH_4）及び一酸化二窒素（N_2O）の排出

・農地からの一酸化二窒素（N_2O）の排出は、肥料の施肥、作物残さのすき込み、農用地土壌からの排出等が生じ、有機質土壌の排水を伴う場合にはメタン（CH4）も排出される。それらは以下の６種類の排出源に整理され、このうち、作物の栽培に直接関係しない「放牧家畜の排せつ物に伴う排出」を除いた５種類を算定対象とする。

2-1) 化学肥料の施肥に伴う排出
2-2) 有機質肥料の施肥に伴う排出
2-3) 作物残さのすき込みに伴う排出
2-4) 鉱質土壌（無機質土壌）における土壌中有機物の分解に伴う排出
2-5) 有機質土壌の耕起に伴う排出（※CH_4、N_2O 以外の CO_2 排出も含めて記載する）
2-6) 放牧家畜の排せつ物に伴う排出

2-1) 化学肥料の施肥に伴う排出

化学肥料とは、天然資源原料を化学的に加工して作った肥料を指す。窒素を含む化学肥料を農地に施肥することで土壌中に発生したアンモニウムイオン（NH_4^+）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（N_2O）が発生する。化学肥料の施肥に伴う一酸化二窒素（N_2O）の排出量は、下式より求めることができる。

算定式

化学肥料の施肥に伴う一酸化二窒素の排出量［kg-N_2O］
＝ 施用された化学肥料に含まれる窒素量［kg-N］
× 作物種別・肥料別の排出原単位［kg-N_2O-N/kg-N］× 44/28

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

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

表 3-8 化学肥料の施肥に伴う一酸化二窒素（N_2O）排出の作物種別・肥料別排出原単位
[kg-N_2O-N/kg-N]

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

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

2-2) 有機質肥料の施肥に伴う排出

有機質肥料とは、家畜の排せつ物（堆肥等、副資材含む)、なたね油粕といった生物起源の肥料を指す。一酸化二窒素（N_2O）の発生メカニズムは化学肥料と同様である。有機質肥料の施肥に伴う一酸化二窒素（N_2O）の排出量は、下式により算定する。

算定式

農用地の土壌への有機質肥料の施肥に伴う一酸化二窒素の排出量［kg-N_2O］
＝ 施用された有機質肥料に含まれる窒素量［kg-N］
× 作物種別の排出原単位［kg-N_2O-N/kg-N］× 44/28

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

表 3-9 有機質肥料種別の窒素含有率（家畜排せつ物）

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

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

表 3-10 有機質肥料種別の窒素含有率（家畜排せつ物以外）

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

出典：汚泥以外：「ポケット肥料要覧」、汚泥：日本下水道協会データより設定

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

2-3) 作物残さのすき込みに伴う排出

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

算定式

作物残さのすき込みに伴う一酸化二窒素の排出量［kg-N_2O］
＝ 土壌にすき込まれる残さ由来の窒素量［kg-N］
× 作物残さのすき込みの N_2O 排出係数［kg-N_2O/kg-N］×44/28

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

算定式

土壌にすき込まれる残さ由来の窒素量［kg-N］

＝ すき込んだ残さの量［現物 t］× 残さの窒素含有率［%］× 10^3

＝ 収穫量［現物 t］× 収穫量当たりの残さすき込み量比率

× 残さの窒素含有率［%］× 10^3

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

表 3-11　収穫量当たりの残さすき込み量比率及び残さの窒素含有率［%］

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

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

作物残さのすき込みの N_2O 排出原単位（EF）は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値である 0.01［kgN_2O-N/kgN］を用いる。

2-4) 鉱質土壌（無機質土壌）における土壌中有機物の分解に伴う排出

鉱質土壌（無機質土壌）において、耕起等の営農活動により土壌中の有機物が酸化や微生物の働きによって分解される。その際に炭素は二酸化炭素（CO_2）等の形で失われるが、有機物中の窒素は微生物により無機化され、アンモニウムイオン（NH_4^+）として土壌中に残存する。このアンモニウムイオン（NH_4^+）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（N_2O）が発生する。鉱質土壌（無機質土壌）における土壌中有機物の分解に伴う一酸化二窒素（N_2O）の排出量は、下式より求めることができる。

算定式

鉱質土壌における土壌中有機物の分解に伴う一酸化二窒素の排出量［kg-N_2O］
＝ 鉱質土壌の耕地面積［ha］
× 単位面積当たりの土壌有機物中の炭素の消失により無機化された窒素からの N_2O 排出量［kg-N_2O-N/ha］× 44/28

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

単位面積当たりの土壌有機物中の炭素の消失により無機化された窒素からの N_2O 排出量は、日本国温室効果ガスインベントリ報告書（NIR）で採用している 0.23 [kgN_2O-N/ha] を使用する。

2-5) 有機質土壌の耕起に伴う排出

有機質土壌において、耕起等の営農活動により土壌中の有機物が酸化や微生物の働きにより分解されると、有機物中の窒素はアンモニウムイオン（NH_4^+）として土壌中に残存する。このアンモニウムイオン（NH_4^+）から、微生物の働きによって一酸化二窒素（N_2O）が発生する。有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素（N_2O）の排出量は、下式より求めることができる。

なおわが国では、有機質土壌は主に北海道及び東北地方を中心に存在している。

算定式

有機質土壌の耕起に伴う一酸化二窒素の排出量［kg-N_2O］
＝ 耕起された有機質土壌の面積［ha］
× 有機質土壌の耕起における排出原単位［kg-N_2O-N/ha］× 44/28

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

有機質土壌の耕起の排出原単位は表 3-12 のとおりとする。

表 3-12　有機質土壌の耕起に伴う N_2O 排出原単位［kg-N_2O-N/ha/year］

区分	排出原単位
水田	0.30
畑地	8.00

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

有機質土壌の耕起に伴い二酸化炭素（CO_2）排出も生じる。この二酸化炭素（CO_2）排出量の算定は、一酸化二窒素（N_2O）排出の算定と同様に、有機質土壌面積に排出原単位を乗じることで求める。算定に使用する排出源単位は表 3-13 のとおりとする。

表 3-13　有機質土壌の耕起に伴う CO_2 排出原単位［t-C/ha/year］

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

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

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

さらに、有機質土壌の排水を伴う場合にはメタン（CH_4）も発生する。この土壌排水に伴うメタン（CH_4）排出は、下式により求めることができ、その算定に使用する排出源単位は表 3-14 のとおりとする。なお、排水路が占める割合については、2013 湿地ガイドライン Table 2.4 にある 0.05 を用いることとする。

算定式

有機質土壌からの CH_4 排出量［kg-CH_4］

=有機質土壌面積［ha］×｛(1 － 排水路の割合）×直接排出原単位［kg-CH_4/ha］

＋排水路の割合 × 排水路からの CH_4 排出原単位［[kg-CH_4/ha]]｝

表 3-14　有機質土壌の排水に伴う CH_4 排出原単位［kg-CH_4/ha/year］

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

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

3) 農作物残さの野焼きによるメタン（CH_4）及び一酸化二窒素（N_2O）の排出

・農作物残さの野焼きは、土壌管理や病害虫の駆除のために実施される。作物残さを焼却する際の不完全燃焼により、メタン（CH_4）及び一酸化二窒素（N_2O）が大気中に放出される。作物残さ中の有機炭素は二酸化炭素（CO_2）として大気中に放出される部分もあるが、二酸化炭素（CO_2）の排出は吸収とのバランスで考慮されるもので、作物栽培では成長に伴う二酸化炭素（CO_2）吸収は考慮していないため二酸化炭素（CO_2）排出は計算を行わない。野焼きによるメタン（CH_4）及び一酸化二窒素（N_2O）の排出は、下式により求められる。

算定式

資源作物の残さの野焼きに伴うメタンの排出量［kg-CH_4］
＝残さの焼却量［乾物 t］× 排出原単位［kg-CH_4 /乾物 t］

資源作物の残さの野焼きに伴う一酸化二窒素の排出量［kg-N_2O］
＝残さの焼却量［乾物 t］× 排出原単位［kg-N_2O /乾物 t］

・メタン（CH_4）及び一酸化二窒素（N_2O）の排出の排出原単位は、表 3-15 のとおりとする。

表 3-15　資源作物の残さの野焼きに伴うメタン、一酸化二窒素排出原単位

	値	単位
CH_4	2.7	kg-CH_4/乾物 t
N_2O	0.07	kg-N_2O/乾物 t

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

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

算定式

残さの焼却量（稲以外）［乾物 t］

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

残さの焼却量（稲）［乾物 t］

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

表 3-16　作物種別の残さの焼却割合、単位面積当たり残さ量、燃焼係数

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

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

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

4) 石灰及び尿素の施用による二酸化炭素（CO_2）の排出

・石灰肥料は、土壌の中和や作物に必要な成分の供給のため農地に施用されている。また、尿素は必須の栄養素である窒素を作物に与えるために農地に施用されている。これらの肥料を農地に施用することにより、二酸化炭素（CO_2）が発生する。石灰及び尿素の施用による二酸化炭素（CO_2）の排出は、下式により求められる。なお、石灰肥料及び尿素の施用量は、実際の施用量を利用する。

算定式

石灰及び尿素の施用による二酸化炭素の排出量［kg-CO_2］

＝施用量［t］× 排出原単位［t-C/ t］× 44/12

・二酸化炭素（CO_2）排出の排出原単位は、表 3-17 の通りである。

表 3-17　石灰及び尿素の施用に関する排出源単位［t-C/ha］

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

出典：「2006 年 IPCC ガイドライン」をもとに作成

（3）活動量データの例について

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

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

区分	投入物	活動量ﾃﾞｰﾀ	出典	備考
ﾁｯﾌﾟ化工程	電力	0.0832 kWh/t-木材	ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ処理促進協会(1993)「ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ製品の使用量増加が地球環境に及ぼす影響」	我が国のﾊﾟﾙﾌﾟ産業で木材をﾁｯﾌﾟ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)「木質ﾊﾞｲｵﾏｽ 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		
	混合ｶﾞｿﾘﾝ	(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		
	ｸﾞﾘｰｽ	(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		
	ﾁｯﾊﾟｰの刃	(重量配分値)1.60×10^{-7}t/GJ (価値配分値)1.60×10^{-7}t/GJ		
	ﾁｯﾊﾟｰ動力･軽油	1.30×10^{-2} MJ/MJ	本ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ算定事例:CASE1-1、1-3(「発電事業」として評価した場合)	事業者ﾋｱﾘﾝｸﾞ結果
	刃交換等ﾒﾝﾃﾅﾝｽ	8.14×10^{-2} 円/MJ		機械費用の 2%と仮定した推計値
	ﾁｯﾊﾟｰ動力･軽油	2.64×10^{-3} MJ/MJ	本ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ算定事例:CASE1-2、1-4(「電熱併給事業」として評価した場合)	事業者ﾋｱﾘﾝｸﾞ結果
	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
ﾁｯﾊﾟｰ設備の建設・解体	ﾁｯﾊﾟｰ設備製造(2 台)	A:1.03×10^{-1} 円/MJ B:4.05×10^{-1} 円	本ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ算定事例:CASE1-1、1-3(「発電事業」として評価した場合)	･事業者ﾋｱﾘﾝｸﾞ結果 ･使用期間 8 年と想定
	ﾁｯﾌﾟ工場建設	3.99×10^{-3} 円/MJ		･事業者ﾋｱﾘﾝｸﾞ結果 ･使用期間 15 年と想定
	ﾁｯﾌﾟ工場解体	1.68×10^{-7} m²/MJ		･事業者ﾋｱﾘﾝｸﾞ結果 ･原単位ﾃﾞｰﾀとして「IDEA(MiLCA):廃棄･建築物現場解体(1m² あたり)」を用いることを想定
	ﾁｯﾊﾟｰ設備製造(2 台)	A:2.09×10^{-2} 円/MJ B:8.22×10^{-2} 円	本ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ算定事例:CASE1-2、1-4(「電熱併給事業」として評価した場合)	･事業者ﾋｱﾘﾝｸﾞ結果 ･使用期間 8 年と想定
	ﾁｯﾌﾟ工場建設	8.10×10^{-4} 円/MJ		･事業者ﾋｱﾘﾝｸﾞ結果 ･使用期間 15 年と想定
	ﾁｯﾌﾟ工場解体	3.40×10^{-8} m²/MJ		･事業者ﾋｱﾘﾝｸﾞ結果

区分	投入物	活動量ﾃﾞｰﾀ	出典	備考
				・原単位ﾃﾞｰﾀとして「IDEA(MiLCA):廃棄・建築物現場解体(1m² あたり)」を用いることを想定
	ﾁｯﾊﾟｰ設備製造・工場建設	約 350,000 千円/施設	真庭ﾊﾞｲｵﾏｽ集積基地の事例	・建築面積:1,791.44m² ・主な設備:ﾊﾞｰｶｰ機、ﾁｯﾊﾟｰ、樹皮破砕機 ・ﾊﾞｲｵﾏｽ収集量:10,300t/年
	ﾁｯﾊﾟｰ設備製造・工場建設	約 35,000 千円/施設	平成 21 年度庄内町木質ﾊﾞ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(生ﾁｯﾌﾟ 5,550 m³/年)
	ﾁｯﾊﾟｰ設備製造	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
	ﾁｯﾌﾟ工場建設	9,400 万円/施設		
	ﾁｯﾊﾟｰ設備製造	10,980 円/m³	芦別市(2011)「平成 22 年度芦別市木質ﾊﾞ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:1.7m³/h(実績値、定格値は 5m3/h)
		2,325 円/m³		・移動式破砕機(自走式) ・破砕機質量:19,900kg ・処理能力:20m³/h
	ﾁｯﾊﾟｰ設備製造	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、ﾎｯﾊﾟｰ・ｺﾝﾍﾞｱｰ類、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
	ﾁｯﾌﾟ工場建設	20,000 千円/施設		

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

①実績値（複数ある場合にはその平均値）から設定

②公的統計資料等に基づく平均的な使用年数を想定

③法定耐用年数を参考にして設定

・上記③に関連した法定耐用年数の例を表 3-19～3-22 に示す。ただし、表 3-19～3-22 に示した法定耐用年数は令和 2 年 12 月時点のものであり、引用にあたっては最新の改訂版を確認する必要がある。

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

区分	区分	法定耐用年数	出典
対象ﾌﾟﾛｾｽ	ﾁｯﾊﾟｰ設備	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
	ﾀﾌﾞｸﾞﾗｲﾝﾀﾞｰ設備		
	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-内燃力又はｶﾞｽﾀｰﾋﾞﾝ発電設備
	発電（送配電）設備	22 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」電気業用設備-送電又は電気業用変電若しくは配電設備-その他の設備
	ﾁｯﾌﾟ工場建屋	38 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造又は鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造のもの-工場（作業場を含む。）用又は倉庫用のもの-その他のもの-その他のもの
	発電所建屋	38 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」建物-鉄骨鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造又は鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造のもの-変電所用、発電所用、送受信所用、停車場用、車庫用、格納庫用、荷扱所用、映画製作ｽﾃｰｼﾞ用、屋内ｽｹｰﾄ場用、魚市場用又はと畜場用のもの
ｵﾘｼﾞﾅﾙﾌﾟﾛｾｽ	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-内燃力又はｶﾞｽﾀｰﾋﾞﾝ発電設備
	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、映画製作ｽﾃｰｼﾞ用、屋内ｽｹｰﾄ場用、魚市場用又はと畜場用のもの

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

区分	設備資材	法定耐用年数	出典
対象プロセス	ホッパー 原料サイロ 選別機 石抜機 除鉄器 粉砕機 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 ﾁｭｰﾌﾞﾄﾞﾗｲﾔｰ 蒸留塔・濃縮管 分離機・混合機 熱風発生炉 空気予熱器 排ガスボイラー 乾燥機	8 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」化学工業用設備-その他の設備
	ガス化炉 ガス改質塔 ガス液化器	10 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」ガス業用設備-製造用設備
	工場	17 年	「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」金属造のもの（骨格材の肉厚が三ミリメートル以下のものに限る。）-工場（作業場を含む。）用又は倉庫用のもの-その他のもの

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

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

表 3-22　バイオマス固体燃料製造事業に関連事業に関連した法定耐用年数の例

（令和 2 年 12 月時点）

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

3.2　製造段階に関する留意事項

製造段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

（1）原料の貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力・熱等の投入を含むものとする。

（2）原則として、施設や設備の建設（建設資材製造、建設資機材輸送、設備建設)、保守・点検に係るプロセスを考慮するものとする。

（3）製造されたエネルギーの全量を施設内で利用している場合、仮想的に「生産したエネルギーを外部に供給するとともに、施設内で利用するエネルギーを外部から購入する」というシナリオを設定して、LCA を行ってよいこととする。

（4）本来的には全ての投入物の活動量に対して一次データを取得することが望ましいが、最低限、物理量（質量、発熱量等）又は経済価値（価格）が相当割合を占める活動量について一次データを取得し、温室効果ガス排出量を算出することを必須とする。

【解説・注釈】

・複数の機能を有する事業では、施設や設備の建設に係る温室効果ガス排出量が無視できない可能性があるため、これらの工程を考慮して LCA を実施することとした。

・メタン発酵により得られる液肥は、一般的に従来型の堆肥化により製造される堆肥と比べて肥効率が小さくなるため、その減少分をオリジナルプロセスから差し引く必要がある。

・施設や設備の建設に係るプロセスとしては、対象プロセスの機能に関する施設（ガス化施設、堆肥化施設等）のみを考慮するものとし、例えば、環境学習施設等が併設されている場合、当該部分は考慮しない。環境学習施設等が併設されているが、施設全体の建設費・土木費しか入手できない等の場合には、延床面積等を基準とした配分を行ってもよいこととする。

・施設や設備の想定使用期間は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。

①実績値（複数ある場合にはその平均値）から設定

②公的統計資料等に基づく平均的な使用年数を想定

③法定耐用年数を参考にして設定

・複数の機能を有する発電事業において、生産電力の全量を施設内で利用している場合、システム境界外に出力されるエネルギーはゼロとなるため、厳密には「1MJ のエネルギー供給」を機能単位とした LCA は実施できない。しかしながら、同様の事業であっても生産電力を外部供給する場合には評価可能となる。その整合を図るため、本ガイドラインでは生産電力の全量を施設内利用している場合にあっても、仮想的に外部供給しているシナリオを設定してもよいこととした。

・上記（５）でいう「相当割合」とは、ライフサイクル全体に占める割合が５％以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物（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よいが、付加的な施設や設備については考慮する必要がある。

【解説・注釈】

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

3.4　使用段階に関する留意事項

使用段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する

・バイオ燃料の燃焼による二酸化炭素（CO_2）排出はゼロとしてよい。ただし、二酸化炭素（CO_2）以外の温室効果ガスが発生する場合は考慮しなければならない。

・副原料等が燃焼する場合の温室効果ガス排出量は考慮しなければならない。

【解説・注釈】

・輸送設備の製造に関わる温室効果ガス排出量は考慮しなくてよい。

・混合燃料（E10、B5 等）について、混合したバイオエタノール、バイオディーゼル単位量あたりの効果を、代替される化石燃料由来の液体燃料と比較することを念頭においている。そのため、混合するガソリンや軽油の温室効果ガス排出量を考慮する必要はない。

・バイオ燃料の使用段階で考慮しなければならない温室効果ガス排出量としては、「バイオディーゼル製造時に用いる化石燃料起源のメタノール中の炭素分の燃焼による温室効果ガス排出量」等が挙げられる。

3.5　処分段階に関する留意事項

処分段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。
・処分段階については状況に応じて考慮するものとする。

【解説・注釈】

・処分段階において考慮すべき例として、例えば余剰バイオガスをフレアスタック等により処分すること等が考えられる。その場合、バイオガスの燃焼に係る二酸化炭素（CO_2）排出量についてはカーボンニュートラルによりゼロとしてよいが、当該フレアスタック設備の建設等に関しては考慮する必要がある。
・また、バイオガスの製造に伴い発生する廃棄物の処理や排水処理については、製造段階で考慮するものとする。
・施設や設備の廃棄・処分プロセスについては、2.2 で前述した理由から、必ずしもシステム境界に含めなくてよい。

3.6　温室効果ガス排出削減活動に関する留意事項

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

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

【解説・注釈】

・温室効果ガス排出削減活動は、評価対象となる事業の中で実施される活動でなければならず、評価事業のシステム境界を超えた活動は対象外とする（例：評価事業を実施する事業者が別事業として行う炭素クレジットの購入や、CSR 活動として実施する森林保全活動等は、評価事業における温室効果ガス排出削減活動とはみなさない）。
・農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減については、事業開始以降に始まった取組でなければなければならない。
・農業管理手法の改善に関する具体的な活動例は以下のとおりである。
  1）原料栽培手法の改善（不耕起栽培の実施等）
  2）農業サイクルの改善や食物残さ管理手法の改善
  3）肥料や緑肥管理手法の改善
  4）土壌改良剤の使用（バイオ炭の施用等）
・温室効果ガス削減活動による排出量削減効果を評価する場合、削減量だけではなく、その活動を実施するために投入したエネルギー消費による温室効果ガス排出量等の付随的な排出活動も考慮しなければならない。
・炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減については、回収された CO_2 を材料として製造した製品の LCA についても考慮し、従来の手法で作られる同製品の LCA をオリジナルプロセスに含めた温室効果ガス排出削減量を評価することが望ましい（図 3-1）。

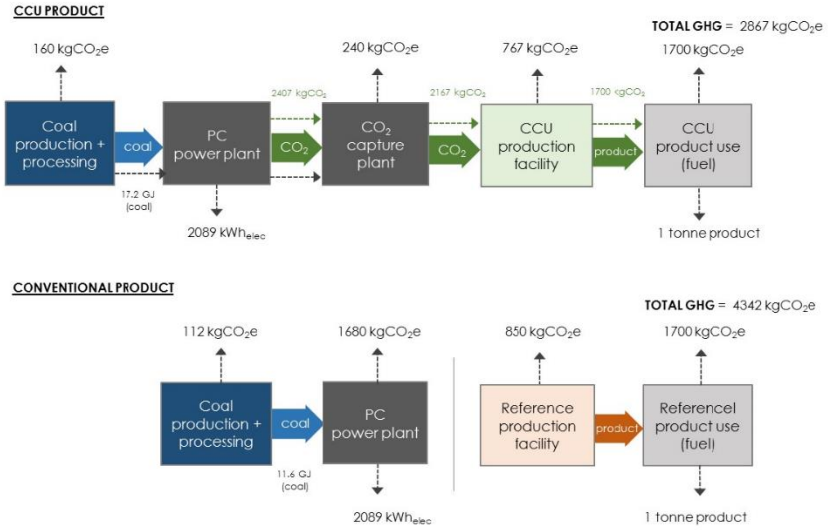


図 3-1　CCU を実施した場合における温室効果ガス排出削減効果の考え方

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

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

1) 農業管理手法の改善による温室効果ガス排出削減

・バイオ燃料の持続可能性に関する国際的な認証スキームである International Sustainability et Carbon Certification（ISCC）が作成したライフサイクル GHG 排出量算定マニュアル（ISCC「ISCC 205 Greenhouse gas emission version 3.0」(2016 年)）

・「バイオ炭の農地施用」等、日本の J-クレジット制度にて対象としている取組については、同制度が定めている方法論　等

2) 炭素回収・貯留による温室効果ガス排出削減

・ISCC 205 Greenhouse gas emission version 3.0

・国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency）による報告書「Review of GHG Accounting Rules for CCS」(2016 年)　等

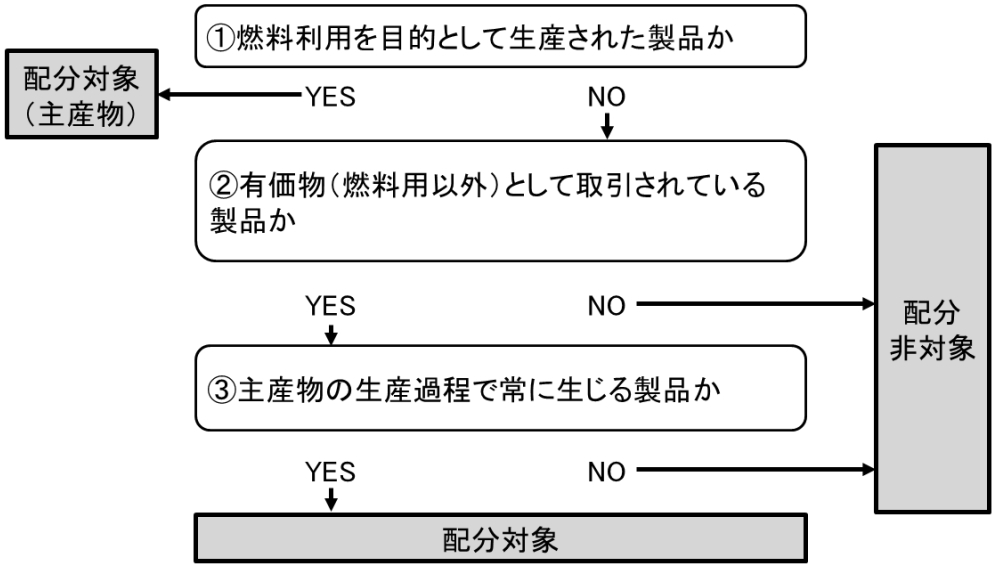
3) 炭素回収・有効利用による温室効果ガス排出削減

・IEA が作成した CCU に関するガイドライン「Greenhouse Gas Emission Acounting for CO_2 Capture and Utilisation (CCU) Technologies -Greenhouse Gas Accounting Guidelines for CCU」(2018 年)　等

3.7　配分（アロケーション）の方法に関する留意事項

・プロセスの細分化を図ることにより、配分を回避することを原則とする。配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。

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



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

図 3-2　配分対象の決定フローチャート

・この場合の「主産物とその他製品間の配分」においては、図 3-3 に示す手順で配分を行うこととする。

・以下、「事業の主な機能を『発電』のみに特定できる国内バイオマス発電事業」、「事業の主な機能を『燃料供給』のみに特定できる国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業」における「主産物とその他製品間の配分」に関する配分の方法を示す。

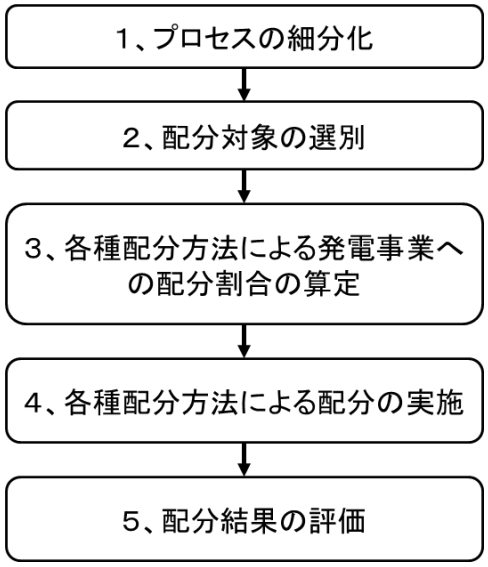


図 3-3　主産物とその他製品間の配分の手順

（事業の主な機能を「発電」のみに特定できる国内バイオマス発電事業の場合）

【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。

・国内バイオマス利活用事業の場合、配分方法によって算定結果が比較的大きく変わる傾向にあるとともに、生成する製品によって適切な配分方法も異なるため、各種配分方法による配分を行い、その結果を評価することとした。

（１）プロセス細分化

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

（２）配分対象の選別

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

（例）

・パターン A : 育林・保育のために行われた間伐によって発生したものであり、従来山林に切り捨てられていた木質系バイオマス。

・パターン B : バイオマス発電への活用を目的として伐採された木質系バイオマス。

・パターン C : 製紙用を目的として伐採された木材のうち、品質の問題から製紙用には利用できず、発電用のみに活用できる木質系バイオマス。

表 3-23　木質バイオマス事業例におけるフローチャートの活用

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

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

（３）各種配分方法による発電プロセスへの配分割合の算定

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

①全量割当

②代替法

③重量按分法

④熱量按分法

⑤市場価値按分法

【解説・注釈】

・バイオマス発電の配分では、その配分方法によって算定結果上の大きな差異が生じることが多く予想されるため、５種類の配分方法の全てについて検討することを基本とした。

・全量割当は本来的には配分とは言えないが、配分実施前の算定値を認識することも必要と考えられることから、あえて一つの配分手法と位置付けることとした。

・各種配分方法の特徴と算定方法を表 3-24 に示す。

表 3-24　各種配分方法の特徴と算定方法

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

・各種配分方法における配分方法の算定例を表 3-25 に示す。

表 3-25　各種配分方法における配分割合の算定例（バイオエタノール）

配分方法	配分過程			バイオエタノールへの配分割合
	製品	換算データ等	配分量	
全量割当	バイオエタノール	-	-	100%
	他製品	-	-	
代替法	バイオエタノール	（主産物、他製品の両者を含む温室効果ガス排出量全体：40,000t-CO2）－（他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量：500t-CO2）	39,500tCO_2	98.8%
	他製品	他製品と同等の製品を個別に製造する際の温室効果ガス排出量：500t-CO2	500tCO_2	
重量按分法	バイオエタノール	0.789t/kL	20,000t	57.1%
	他製品	-	15,000t	
熱量按分法	バイオエタノール	21.2GJ/kL	537,399GJ	68.8%
	他製品	16.3GJ/dry-t	244,500GJ	
市場価値按分法	バイオエタノール	120 円/L	30.4 億円	91.6%
	他製品	18,900 円/t	2.8 億円	

（４）各種配分方法による配分の実施

配分の実施にあたっては、（３）で算定した配分割合に応じて配分する。

【解説・注釈】

・各種配分方法における配分実施結果例を表 3-26 に示す。

表 3-26　各種配分方法による配分実施結果例

段階	配分手法別の温室効果ガス排出量（$kgCO_2/GJ$）				
	全量割当	代替法	重量按分法	熱量按分法	市場価値按分法
原料調達	5.0	4.9	2.9	3.4	4.6
製造	20.0	19.8	11.4	13.8	18.3
流通	10.0	9.9	5.7	6.9	9.2
使用	30.0	29.6	17.1	20.6	27.5
処分	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	75.0	74.1	42.8	51.6	68.7

（５）配分結果の評価

・各種配分方法における算定結果を示し、感度分析を実施することが望ましい。

・各種配分方法における算定結果、感度分析の結果を踏まえ、出来る限り合理的に説明できる配分方法を採用する。

【解説・注釈】

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

・各種配分方法による算定結果を示すことが求められる。図 3-4 に例を示す。

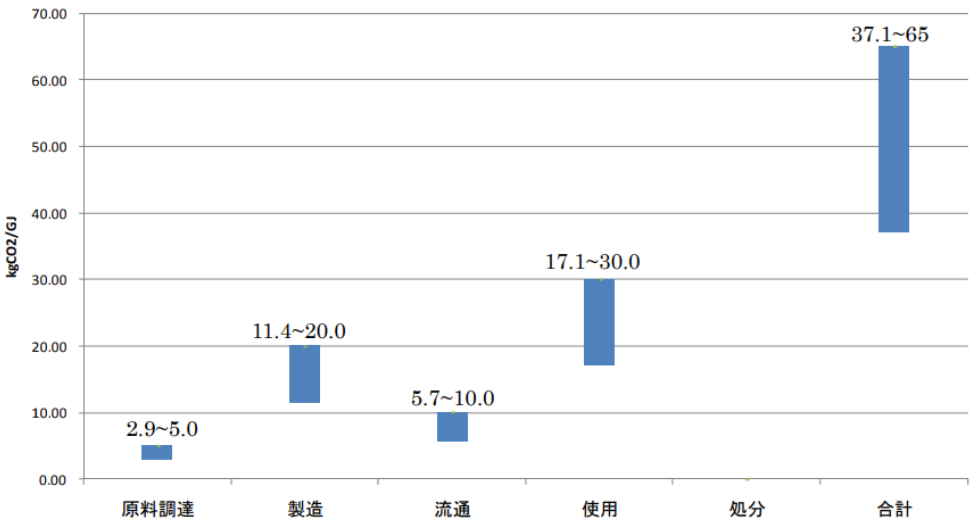


図 3-4　各配分方法による感度分析結果例

4. 温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項

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

【解説・注釈】

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

・複数の機能を有する事業を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データの例を表 4-1、4-2 に示す（数値を記載していない項目については、情報源を参照のこと）。

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

工程			入力	数量	単位	情報源	データレベル
大区分	中区分	小区分					
原料調達段階	輸送	原料輸送	原料(家庭ごみ等)			IDEA v.2.3 ：441113000 特種用途車輸送サービス, 営業用	3
製造段階	建設段階	堆肥化プラント	設備費	2.89×10^3	$kgCO_2$/百万円	3EID:化学機械(購入者価格)	4
			土木費	3.89×10^3	$kgCO_2$/百万円	3EID:その他の土木建設（購入者価格）	4
	建設段階以外	堆肥化	有機質肥料			IDEA v.2.3 ：106311000 有機質肥料	3
		前処理	用水			IDEA v.2.3 ：362111000 工業用水道	3
		発酵促進	消泡剤			IDEA v.2.3 :175319000 その他の界面活性剤	3
		凝集沈殿	硫酸アルミニウム			IDEA v.2.3 ：1173528000 ポリ酢酸ビニル	3
		都市ガス製造	都市ガス			LCA 日本ﾌｫｰﾗﾑﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ：3611 都市ガス 13A(天然ガス	3

工程			入力	数量	単位	情報源	データレベル
大区分	中区分	小区分					
						生産－燃焼）	
	排水処理	化学薬品	苛性ソーダ	1.09	$kgCO_2/kg$	LCA 日本ﾌｫｰﾗﾑﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ：苛性ソーダ：48.5%水溶液（苛性ソーダ 1kg 当たり）	3
				7.20×10^{-3}	$kgCH_4/kg$		
				1.37×10^{-4}	kgN_2O/kg		
				1.05×10^{-7}	$kgSF_6/kg$		
			次亜塩素酸ナトリウム			IDEA v.2.3 :172117000 次亜塩素酸ナトリウム, 12% 水溶液	3
			希硫酸			IDEA v.2.3 ：172921000 硫酸, 98%	3
			メタノール			IDEA v.2.3 ：173919100 メタノール	3
			硫酸第二鉄			LCA 日本ﾌｫｰﾗﾑﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ：202939 その他の無機化学工業製品（塩基性硫酸第二鉄液（慣用名：ポリ硫酸第二鉄）製造）	3
流通段階	都市ガス輸送	都市ガス供給	都市ガス			LCA 日本ﾌｫｰﾗﾑﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ：3611 都市ガス 13A（製造・供給）	3
使用段階	使用	農地還元	堆肥・液肥	2.87×10^{-7}	$kgCH_4/kg$	楊ら,ﾗｲﾌｻｲｸﾙでの環境面と経済面を考慮した生ごみ再資源化技術評価,日本 LCA 学会誌,Vol.2(2006),No.4：生ごみ分解による CH4、N2O 排出（堆肥 1kg 当たり）※含水率 30%	3
				8.44×10^{-7}	kgN_2O/kg		
		都市ガス燃焼	都市ガス			LCA 日本ﾌｫｰﾗﾑﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ：3611 都市ガス 13A(天然ガス生産－燃焼)	3

※LCA 日本ﾌｫｰﾗﾑﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽに収録された原単位ﾃﾞｰﾀは単位ﾌﾟﾛｾｽ型のﾃﾞｰﾀであるため、「LCA 日本ﾌｫｰﾗﾑ」を情報源として記載されている原単位ﾃﾞｰﾀについては、環境省が当該ﾌﾟﾛｾｽより上流側のﾌﾟﾛｾｽﾃﾞｰﾀにMiLCA 収録ﾃﾞｰﾀを利用し、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 データー覧

工程			入力	数量	単位	情報源
大区分	中区分	小区分				
原料調達段階	伐採	作業路開設	混合ガソリン・軽油・グリース	7.9	$kgCO_2eq/t$	「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	$kgCO_2eq/t$	
		搬出		3.3	$kg\text{-}CO_2eq/t$	
		伐採	軽油	6.05×10^{-2}	$kgCO_2/kg$	JEMAI-LCA Pro：原木（国産）
				9.77×10^{-7}	kgN_2O/kg	

工程			入力	数量	単位	情報源
大区分	中区分	小区分				
		高木剪定	トラック運転	13.95	$kgCO_2/h$	「街路樹の LCCO2 に関する研究」(松江ら、平成 23 年 3 月)
	原材料調達	原料木材の輸送	外部調達原料の輸送			IDEA v.2.3 ：441111404 トラック輸送サービス, 10 トン車, 積載率_平均
製造段階	施設建設	チップ化設備	チッパー設備			IDEA v.2.3 ：266211000 製材機械
	施設建設	発電所設備	発電設備			IDEA v.2.3 ：271139000 その他の発電機
	チップ製造	破砕・チップ化等処理	チッパー動力・軽油			IDEA v.2.3 ：181115801 軽油の燃焼エネルギー
			刃交換等メンテナンス			IDEA v.2.3 :252200000 機械刃物, 4 桁
	発電	発電	補助燃料・LPG			IDEA v.2.3 ：181124801 液化石油ガス（LPG）の燃焼エネルギー
			木材の燃焼			IDEA v.2.3 ：022211802 木材の燃焼熱量
			工業用水の使用			IDEA v.2.3 ：362111000 工業用水道
		廃棄物	排水（公共下水）			IDEA v.2.3 ：851811000 下水道処理サービス
			焼却灰溶融（電気式）	2.74×10^{-2}	$kgCO_2/kg$	JEMAI-LCA Pro : 廃棄・焼却灰溶融（電気式）NEDO
				3.17×10^{-7}	$kg\text{-}N_2O/kg$	
			焼却灰溶融（燃料式）	7.34×10^{-3}	$kgCO_2/kg$	JEMAI-LCA Pro : 廃棄・焼却灰溶融（燃料式）NEDO
				7.38×10^{-8}	$kg\text{-}N_2O/kg$	
			埋立処理（不燃残さ）	2.25×10^{-3}	$kgCO_2/kg$	JEMAI-LCA Pro : 廃棄・埋立処理（不燃残さ）NEDO
				2.67×10^{-8}	$kg\text{-}N_2O/kg$	

※IDEA（MiLCA）には CO_2 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 CO_2 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＝（オリジナルプロセスの排出量－対象プロセスの排出量）
÷オリジナルプロセスの排出量　×100(%)

・温室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	○○年○月○日	
		レビュー実施者	○○○○	
章	タイトル	項目		Check
2	LCA の基本的な考え方に関する留意事項	1. LCA を実施する当該事業と LCA の実施目的が明確か？		□
		2. 機能単位の設定は適切か？		□
		3. システム境界内に建設段階が含まれているか？		□
		4. 堆肥が製造されるプロセスの場合、システム境界内に堆肥利用までが含まれているか？		□
		5. 当該事業実施の主目的の一つに廃棄物処理がある場合、オリジナルプロセスがシステム拡張されているか？		□
		6. 事業実施後、事業者がバイオマス資源を調達した森林における炭素ストック量が減少していないか？		□
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？		□
4	温室効果ガス排出原単位データの収集･設定	1. 設定したプロセスに適切な排出原単位が使用されているか？		□
		2. 排出原単位使用の優先順位が守られているか？		□
		3. 排出原単位は最新のものが使用されているか？		□
		4, 電力の原単位は、利用している電力事業者が公表している原単位が使用されているか？		□
		5. 電力の原単位は、基礎排出係数が使用されているか？		□
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？		□

参考資料：複数の機能を有する事業における温室効果ガス削減効果算定事例

（本参考資料における温室効果ガス削減効果は、「再生可能エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン」が策定された平成 25 年 3 月時点でのデータを用いた算定結果である）

１．対象とする再生可能エネルギー等導入事業

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

別表 1-1　本資料で対象とする再生可能エネルギー等導入事業

	対象事業	事業の概要
CASE 1	畜ふん尿と食品廃棄物を原料としたバイオガス製造事業	畜ふん尿と食品廃棄物を原料として堆肥を製造する。その過程で得られるバイオガスをガスエンジンの燃料として利用し、所内の動力源として利用する。
CASE 2	都市ごみを原料とした高効率乾式メタン発酵によるバイオガス製造事業	都市ガスを原料として高効率乾式メタン発酵を行い、バイオガスを取り出してガスエンジンの燃料として利用し、所内の動力源に利用する。
CASE 3	下水汚泥由来バイオガスを原料とした都市ガス製造事業	下水汚泥から製造されたバイオガスを高度精製し、都市ガス代替品として利用する。
CASE 4	電熱併給及び廃材を利用した活性炭製造事業	・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	・間伐材、公共工事等に伴う自然木を主原料としてガス化発電を行う ・ガス化工程で排出されるタールは重油代替燃料として販売する

２．CASE1：畜ふん尿と食品廃棄物を原料としたバイオガス製造事業

（１）対象事業とLCA実施の目的の設定

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

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

（２）機能単位等の設定

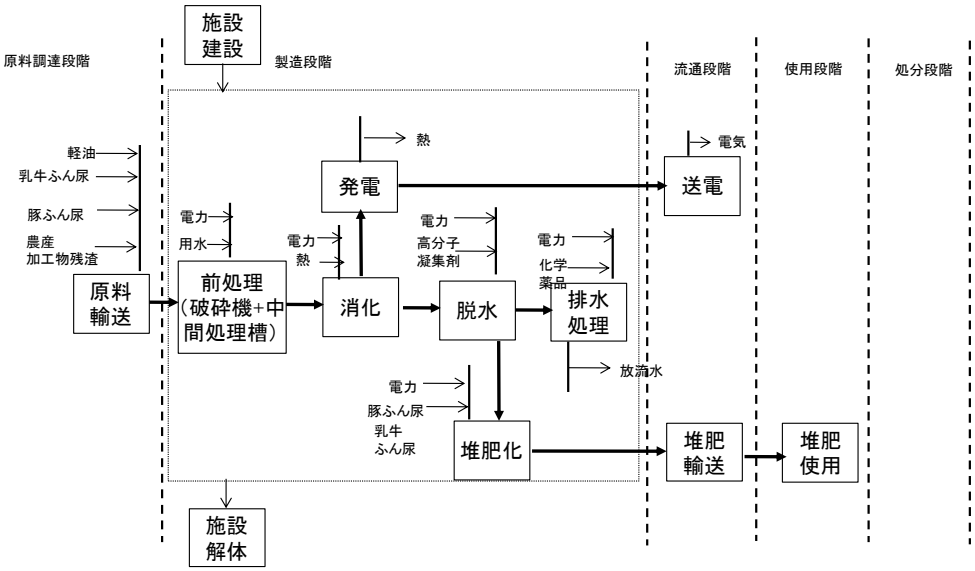
①機能単位の設定

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

②プロセスフローとシステム境界の設定

（ア）対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

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



別図2-1　対象プロセスのプロセスフロー

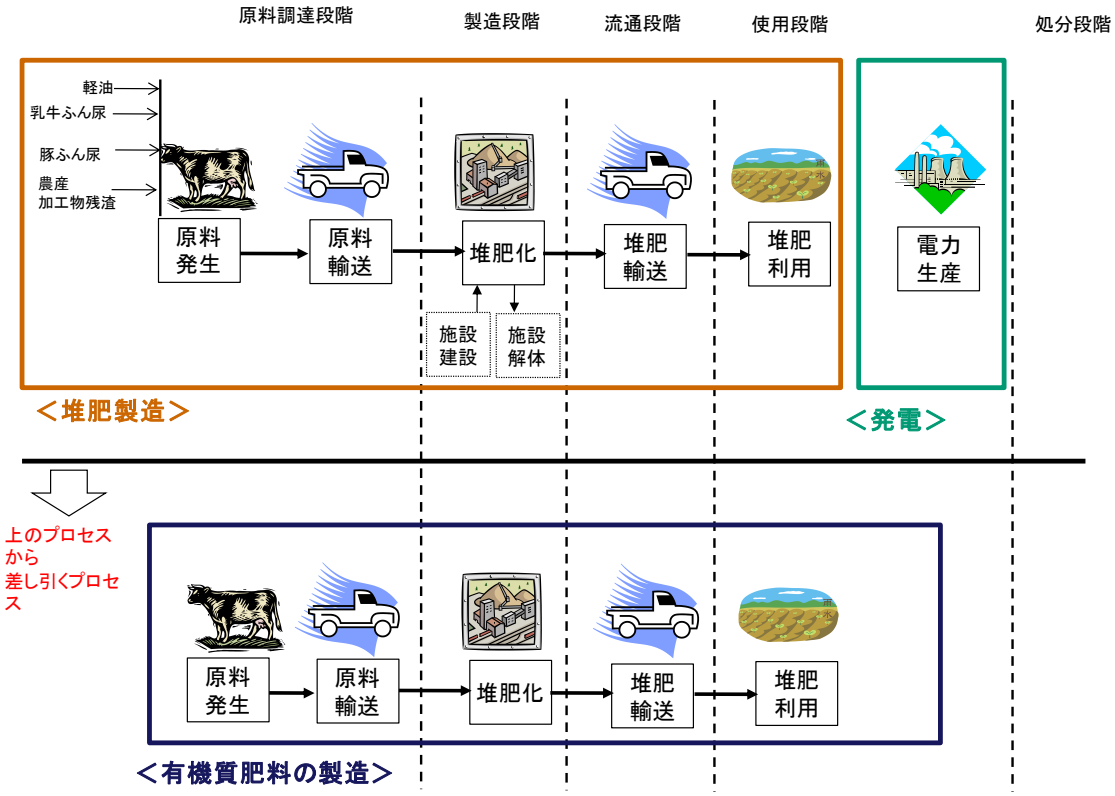
（イ）オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

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

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

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

差引くこととした。



別図2-2　オリジナルプロセスのプロセスフロー

（３）プロセスデータの収集

（ア）対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスの段階別プロセスデータを示す。

ａ．原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表2-1に示す。

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

別表2-1　原料調達段階におけるプロセスデータ

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

b．製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表2-2に示す。

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

別表2-2　建設段階におけるプロセスデータ

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

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

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

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

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

別表2-3　建設段階以外におけるプロセスデータ

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

c．流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表2-4に示す。

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

外部への電力供給における当施設から近隣のグリッドまでの送電線の距離については、今回情報を入手できなかったため、オリジナルプロセス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CH_4およびN_2O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CH_4及びN_2O発生量データを使用した。

別表2-5　使用段階におけるプロセスデータ

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

e．処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

（イ）オリジナルプロセスのプロセスデータ

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

a．原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表2-6に示す。

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

別表2-6　原料調達段階におけるプロセスデータ

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

b．製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表2-7に示す。

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

別表2-7　建設段階におけるプロセスデータ

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

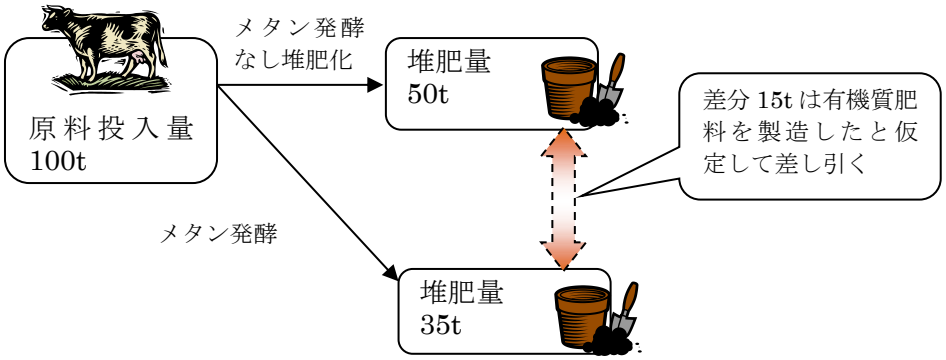
(2) 建設段階以外のプロセスデータ

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

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

別表2-8　建設段階以外のプロセスデータ

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



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

別図 2-3　メタン発酵段階の有無による堆肥製造量の違いのイメージ

c．流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表 2-9 に示す。

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

別表2-9　流通段階におけるプロセスデータ

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

d．使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表2-10に示す。

農地での堆肥の分解により生じるCH_4およびN_2O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CH_4及びN_2O発生量データを使用した。

別表2-10　使用段階におけるプロセスデータ

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

ｅ．処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

（４）LCA の結果の評価

（ア）対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 2-11 に示す。温室効果ガス排出量（CO_2 換算）でみると、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は原料調達段階 1.9%であり、製造＋原料調達で 99.1%となった。

別表 2-11　対象プロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	排出量(kg/MJ)	5.51E-03	2.85E-01	2.22E-03	0.00E+00	0.00E+00	2.92E-01
	割合	1.9%	97.4%	0.8%	－	－	100%
CH_4	排出量(kg/MJ)	6.16E-06	9.59E-05	2.48E-06	4.29E-07	0.00E+00	1.05E-04
	割合	5.9%	91.4%	2.4%	0.4%	－	100%
N_2O	排出量(kg/MJ)	9.15E-08	1.96E-05	3.69E-08	1.26E-06	0.00E+00	2.10E-05
	割合	0.4%	93.4%	0.2%	6.0%	－	100%
SF_6	排出量(kg/MJ)	9.91E-20	1.53E-13	4.00E-20	0.00E+00	0.00E+00	1.53E-13
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	－	－	100%
温室効果ガス(CO_2換算)※	排出量(kg/MJ)	5.69E-03	2.93E-01	2.29E-03	3.86E-04	0.00E+00	3.01E-01
	割合	1.9%	97.2%	0.8%	0.1%	－	100%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（イ）オリジナルプロセスの LCA 算定結果

オリジナルプロセスの LCA 算定結果を別表 2-12 に示す。温室効果ガス排出量（CO_2 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は原料調達段階 1.7%であり、製造段階と原料調達段階で 98.9%となった。製造段階では、電力生産や有機質肥料の製造が大きな割合を占めている。

別表 2-12　オリジナルプロセスのＬＣＡ算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	排出量(kg/MJ)	5.51E-03	3.23E-01	3.17E-03	0.00E+00	0.00E+00	3.32E-01
	割合	1.7%	97.4%	1.0%	－	－	100%
CH_4	排出量(kg/MJ)	6.16E-06	1.26E-04	3.55E-06	6.12E-07	0.00E+00	1.36E-04
	割合	4.5%	92.4%	2.6%	0.5%	－	100%
N_2O	排出量(kg/MJ)	9.15E-08	1.16E-05	5.27E-08	1.80E-06	0.00E+00	1.35E-05

	割合	0.7%	85.6%	0.4%	13.3%	－	100%
SF_6	排出量(kg/MJ)	9.91E-20	7.25E-11	5.71E-20	0.00E+00	0.00E+00	7.25E-11
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	－	－	100%
温室効果ガス(CO_2換算)※	排出量(kg/MJ)	5.69E-03	3.29E-01	3.27E-03	5.52E-04	0.00E+00	3.39E-01
	割合	1.7%	97.2%	1.0%	0.2%	－	100%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（ウ）温室効果ガス排出削減効果の算定結果

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

別表 2-13　本事業による温室効果ガス排出削減率

	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	0.0%	11.8%	30.0%	0.0%	0.0%	11.8%
CH_4	0.0%	23.7%	30.0%	30.0%	0.0%	22.8%
N_2O	0.0%	－69.6%	30.0%	30.0%	0.0%	－55.4%
SF_6	0.0%	99.8%	30.0%	0.0%	0.0%	99.8%
温室効果ガス(CO_2換算)※	0.0%	11.1%	30.0%	30.0%	0.0%	11.1%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（５）感度分析の実施

上記（４）の結果から、全体のライフサイクル CO_2 排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセスともに、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（CO_2 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（CO_2 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（CO_2 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（CO_2 換算）が削減されることがわかった。

別表2-14　対象プロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ 1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合		シナリオ 2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	－	製造段階の電力消費量+25%	製造段階の電力消費量－25%	LCA 日本フォーラム DB「電力生産」	MiLCA「発電,系統電力」
温室効果ガス排出量（$kgCO_2e/MJ$）	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2-15　オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ 1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合		シナリオ 2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	－	製造段階の電力消費量+25%	製造段階の電力消費量－25%	LCA 日本フォーラム DB「電力生産」	MiLCA「発電,系統電力」
温室効果ガス排出量（$kgCO_2e/MJ$）	3.39 -01	3.78 E-01	3.00 E-01	3.01 E-01	3.18E-01
増減割合	－	11.5%	－11.5%	－20.4%	－6.2%

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

（１）対象事業と LCA 実施の目的の設定

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

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

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

（２）機能単位等の設定

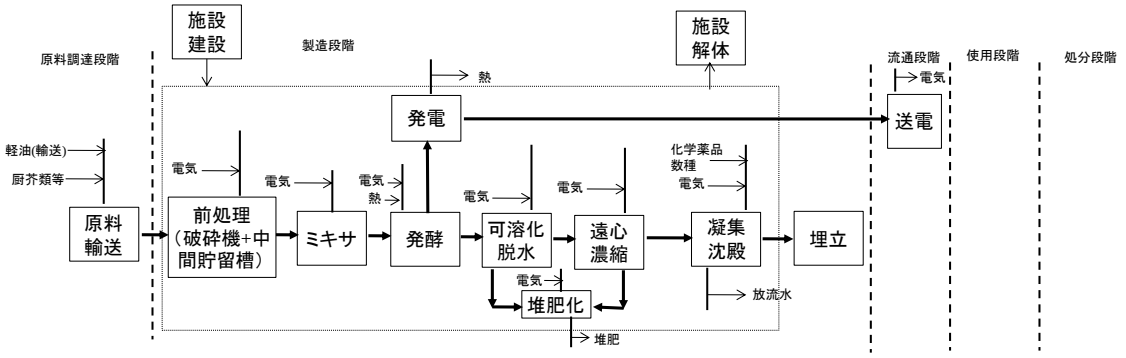
①機能単位の設定

「1MJ の電力生産とそれに必要なごみ処理」と設定した。

②プロセスフローとシステム境界の設定

（ア）対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

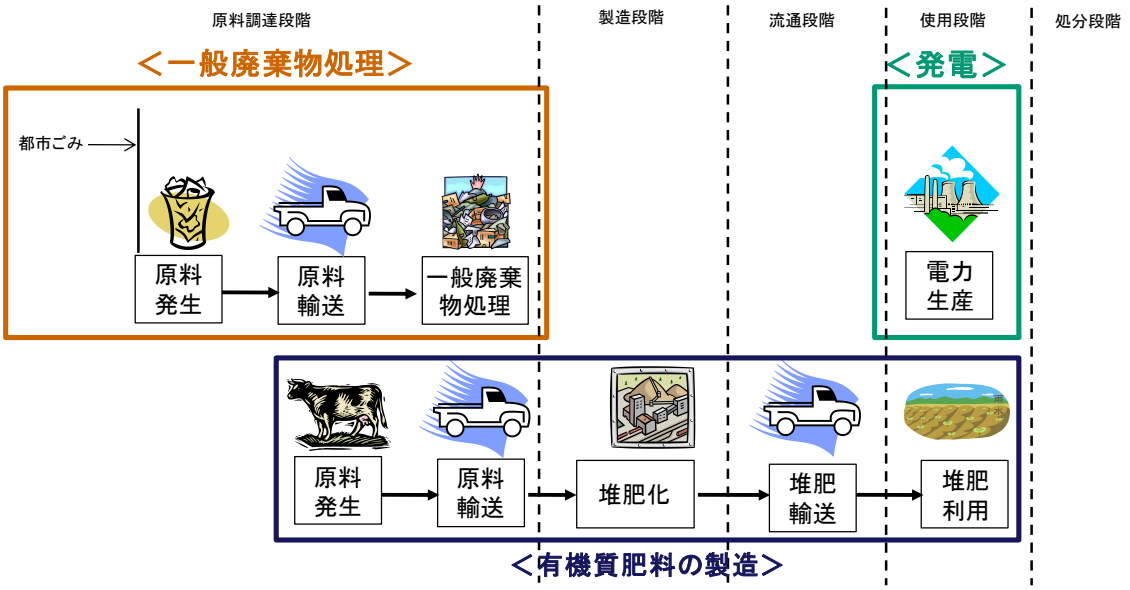
プロセスフローの区分は、バイオ燃料の LCA ガイドラインに沿って設定した。システム境界には、原料調達段階と製造段階、流通段階、使用段階、処分段階の 5 段階が含まれる。製造段階では、発酵工程においてバイオガスが生産される。バイオガスはガスエンジンの燃料となり、発電された電力の一部は所内電源として、発電時に発生した熱は可溶化槽の保温に利用される。また、可溶化脱水工程と遠心濃縮工程から排出された発酵残さは堆肥化される。



別図 3-1　対象プロセスのプロセスフロー

（イ）オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

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



別図 3-2 オリジナルプロセスのプロセスフロー

（３）プロセスデータの収集

（ア）対象プロセスのプロセスデータ

以下に対象プロセスにおける段階別のプロセスデータを示す。

ａ．原料調達段階におけるプロセスデータ

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

別表 3-1　原料調達段階におけるプロセスデータ

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

b．製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

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

別表 3-2　建設段階におけるプロセスデータ

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

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

原料製造段階におけるプロセスデータを別表3-3に示す。

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

別表 3-3　製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

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

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

ｃ．流通段階におけるプロセスデータ

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

ｄ．使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

ｅ．処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

（イ）オリジナルプロセスのプロセスデータ

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

ａ．原料調達段階におけるプロセスデータ

原料調達段階におけるプロセスデータを別表 3-4 に示す。

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

別表 3-4　原料調達段階におけるプロセスデータ

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

b．製造段階におけるプロセスデータ

(1)建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 3-5 に示す。

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

別表 3-5　建設段階におけるプロセスデータ

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

(2)建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設段階以外の原料製造段階におけるプロセスデータを別表3-6に示す。

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

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

c．流通段階におけるプロセスデータ

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

d．使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

e．処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

（４）LCA の結果の評価

（ア）対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 3-7 に示す。温室効果ガス排出量（CO_2 換算）でみると、製造段階が全体の 97.6%を占めた。次いで原料調達段階が 2.4%であり、製造段階と原料調達段階を合わせて 100%となった。

別表 3-7　対象プロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	排出量 (kg/MJ)	1.33E-03	5.16E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.30E-02
	割合	2.5%	97.5%	－	－	－	100%
CH_4	排出量 (kg/MJ)	1.48E-06	1.21E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E-04
	割合	1.2%	98.8%	－	－	－	100%
N_2O	排出量 (kg/MJ)	2.20E-08	1.01E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-06
	割合	2.1%	97.9%	－	－	－	100%
SF_6	排出量 (kg/MJ)	2.39E-20	3.24E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.24E-10
	割合	－	100.0%	－	－	－	100%
温室効果ガス (CO_2 換算)※	排出量 (kg/MJ)	1.37E-03	5.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.63E-02
	割合	2.4%	97.6%	－	－	－	100%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（イ）オリジナルプロセスの LCA 算定結果

オリジナルプロセスの LCA 算定結果を別表 3-8 に示す。温室効果ガス排出量（CO_2 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は原料調達段階 0.8%であり、製造段階と原料調達段階で 100.0%となった。製造段階では、電力生産や有機質肥料の製造が大きな割合を占めている。

別表 3-8　オリジナルプロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	排出量(kg/MJ)	1.33E-03	1.71E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.72E-01
	割合	0.8%	99.2%	0.0%	0.0%	0.0%	
CH_4	排出量(kg/MJ)	1.48E-06	1.20E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-05
	割合	11.0%	89.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
N_2O	排出量(kg/MJ)	2.20E-08	1.07E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-06
	割合	2.0%	98.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
SF_6	排出量(kg/MJ)	2.39E-20	1.08E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.08E-10
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
温室効果ガス(CO_2換算)※	排出量(kg/MJ)	1.37E-03	1.72E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.73E-01
	割合	0.8%	99.2%	0.0%	0.0%	0.0%	

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（ウ）温室効果ガス排出削減効果の算定結果

温室効果ガス排出削減効果の算定結果を別表 3-9 に示す。本事業による温室効果ガス排出量の削減率は 68.0%となった。

別表 3-9　本事業による温室効果ガス排出削減率

	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	0.0%	69.8%	0.0%	0.0%	0.0%	69.3%
CH_4	0.0%	−905.3%	0.0%	0.0%	0.0%	−805.8%
N_2O	0.0%	6.3%	0.0%	0.0%	0.0%	6.1%
SF_6	0.0%	−199.5%	0.0%	0.0%	0.0%	−199.5%
温室効果ガス(CO_2換算)※	0.0%	68.0%	0.0%	0.0%	0.0%	67.4%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（５）感度分析の実施

上記（４）の結果から、全体のライフサイクル CO_2 排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセス共に、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（CO_2 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（CO_2 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（CO_2 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（CO_2 換算）が削減されることがわかった。

別表3-10　対象プロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ 1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合		シナリオ 2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	－	製造段階の電力消費量+25%	製造段階の電力消費量－25%	LCA 日本フォーラム DB「電力生産」	MiLCA「発電,系統電力」
温室効果ガス排出量（$kgCO_2e/MJ$）	5.63E-02	6.54E-02	4.73E-02	4.77E-02	5.14E-02
増減割合	－	16.2%	－16.0%	－15.3%	－9.7%

別表3-11　オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ1：製造段階の電力消費量（活動量データ）を±25%変動させた場合		シナリオ2：製造段階の電力生産の原単位データの情報源を変更した場合	
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
シナリオの概要	－	製造段階の電力消費量+25%	製造段階の電力消費量－25%	LCA日本フォーラムDB「電力生産」	MiLCA「発電,系統電力」
温室効果ガス排出量（$kgCO_2e/MJ$）	1.17E-01	2.15E-01	1.37E-01	1.39E-01	1.55E-01
増減割合	－	22.2%	－22.2%	－21.0%	－12.0%

4．CASE3：下水汚泥由来バイオガスを原料とした都市ガス製造事業

（1）対象事業とLCA実施の目的の設定

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

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

（2）機能単位等の設定

①機能単位の設定

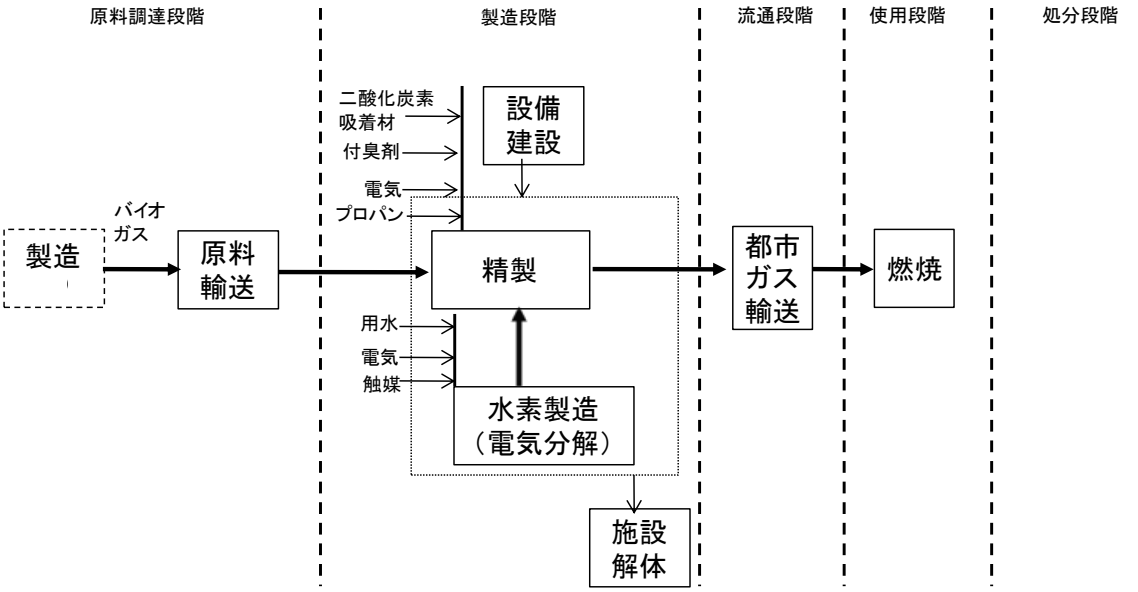
本事業の機能単位は「1MJ相当の精製バイオガスの製造」とした。

②プロセスフローとシステム境界の設定

（ア）対象プロセスのプロセスフローとシステム境界

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

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

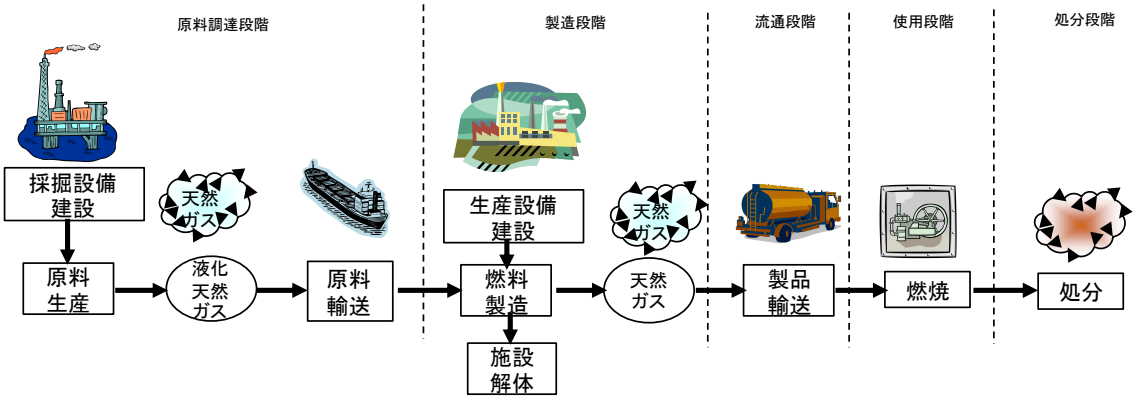


別図 4-1　対象プロセスのプロセスフロー

（イ）オリジナルプロセスのプロセスフローとシステム境界

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

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



別図4-2　オリジナルプロセスのプロセスフロー（都市ガスの利用）

（３）プロセスデータの収集

（ア）対象プロセスのプロセスデータ

ａ．原料調達段階におけるプロセスデータ

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

別表 4-1　原料調達段階におけるプロセスデータ

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

ｂ．製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

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

別表4-2　建設段階におけるプロセスデータ

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

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

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

別表 4-3　製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

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

c．流通段階におけるプロセスデータ

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

d．使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 4-4 に示す。

別表 3-4　使用段階におけるプロセスデータ

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

e．処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

（イ）オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

ａ．原料調達段階におけるプロセスデータ

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

ｂ．製造段階におけるプロセスデータ

(1) 建設段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表4-5に示す。

施設建設工程については、参考となる建設コストが入手できなかったため、建設コスト100億円、年間供給量120万m^3（液）、使用期間（耐用年数と同等と仮定）38年の設備を想定し、都市ガス日製造量に対するコストを算定した。施設解体工程については、参考となる情報が得られなかったため、対象プロセスと同じプロセスデータを使用することとした。

別表 4-5　建設段階におけるプロセスデータ

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

(2) 建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

製造段階（建設以外）におけるプロセスデータを別表4-6に示す。

別表 4-6　製造段階（建設以外）におけるプロセスデータ

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

ｃ．流通段階におけるプロセスデータ

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

ｄ．使用段階におけるプロセスデータ

使用段階におけるプロセスデータを別表 4-7 に示す。

別表 4-7　使用段階におけるプロセスデータ

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

ｅ．処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

（４）LCA の結果の評価

（ア）対象プロセスの LCA 算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 4-8 に示す。温室効果ガス排出量（CO_2 換算）でみると、原料調達段階が全体の約 48.8%を占めている。次いで排出量が大きいのは使用段階 42.5%と製造段階 8.7%であり、原料調達段階と使用段階で 91.3%となった。

別表 4-8　対象プロセスの LCA 算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	排出量(kg/MJ)	1.94E-02	3.41E-03	0.00E+00	1.63E-02	0.00E+00	3.91E-02
	割合	49.6%	8.7%	－	41.7%	－	100%
CH_4	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	1.04E-06	0.00E+00	2.74E-06	0.00E+00	3.78E-06
	割合	－	27.5%	－	72.5%	－	100%
N_2O	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	1.12E-07	0.00E+00	1.69E-06	0.00E+00	1.81E-06
	割合	－	6.2%	－	93.8%	－	100%
SF_6	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	4.58E-17	0.00E+00	3.74E-20	0.00E+00	4.58E-17
	割合	－	99.9%	－	0.1%	－	100%
温室効果ガス(CO_2換算)※	排出量(kg/MJ)	1.94E-02	3.46E-03	0.00E+00	1.69E-02	0.00E+00	3.97E-02
	割合	48.8%	8.7%	－	42.5%	－	100%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（イ）オリジナルプロセスの LCA 算定結果

オリジナルプロセスのLCA算定結果を別表4-9に示す。温室効果ガス排出量（CO_2換算）でみると、使用段階が全体の75.0%を占めた。次いで排出量が大きいのは、製造段階25.0%となった。

別表4-9　オリジナルプロセスのLCA算定結果

	工程	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	2.01E-02	0.00E+00	6.70E-02	0.00E+00	8.71E-02
	割合	－	23.1%	－	76.9%	－	100%
CH_4	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	1.50E-05	0.00E+00	1.13E-05	0.00E+00	2.63E-05
	割合	－	57.1%	－	42.9%	－	100%
N_2O	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	8.70E-06	0.00E+00	6.96E-06	0.00E+00	1.57E-05
	割合	－	55.6%	－	44.4%	－	100%
SF_6	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	2.67E-15	0.00E+00	1.54E-19	0.00E+00	2.67E-15
	割合	－	100.0%	－	0.0%	－	100%
温室効果ガス(CO_2換算)※	排出量(kg/MJ)	0.00E+00	2.31E-02	0.00E+00	6.93E-02	0.00E+00	9.24E-02
	割合	－	25.0%	－	75.0%	－	100%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（ウ）温室効果ガス排出削減効果の算定結果

温室効果ガス削減効果の算定結果を別表4-10に示す。本事業による温室効果ガス排出量の削減率は全体で約57.0%となった。特に製造段階と使用段階における削減効果が大きかった。

別表4-10　本事業による温室効果ガス排出削減率

	原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	0.0%	83.1%	0.0%	75.7%	0.0%	55.1%
CH_4	0.0%	93.1%	0.0%	75.7%	0.0%	85.6%
N_2O	0.0%	98.7%	0.0%	75.7%	0.0%	88.5%
SF_6	0.0%	98.3%	0.0%	75.7%	0.0%	98.3%
温室効果ガス(CO_2換算)※	0.0%	85.0%	0.0%	75.7%	0.0%	57.0%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

（５）感度分析の実施

上記（４）の結果から、全体のライフサイクル CO_2 排出量に与える影響が最も大きい工程として、対象プロセス・オリジナルプロセスともに使用段階の燃焼が挙げられた。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（CO_2 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（CO_2 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（CO_2 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（CO_2 換算）の増減は±7.6%となった。

別表4-11　対象プロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ 1：使用段階の燃焼量を±25%変動させた場合		シナリオ 2：使用段階の燃焼工程の原単位データを±10%変動させた場合	
		ケース 1	ケース 2	ケース 1	ケース 2
シナリオの概要	－	使用段階の燃焼量＋25%	使用段階の燃焼量－25%	燃焼工程の原単位＋10%	燃焼工程の原単位－10%
温室効果ガス排出量（$kgCO_2e/MJ$）	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4-12　オリジナルプロセスの感度分析結果

区分	標準ケース	シナリオ１：使用段階の燃焼量を±25%変動させた場合		シナリオ２：使用段階の燃焼工程の原単位データを±10%変動させた場合	
		ケース１	ケース２	ケース１	ケース２
シナリオの概要	－	使用段階の燃焼量＋25%	使用段階の燃焼量－25%	燃焼工程の原単位＋10%	燃焼工程の原単位－10%
温室効果ガス排出量（$kgCO_2e/MJ$）	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%

５．CASE4：電熱併給及び廃材を利用した活性炭製造事業

（１）対象事業の概要

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

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

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

（２）機能単位等の設定

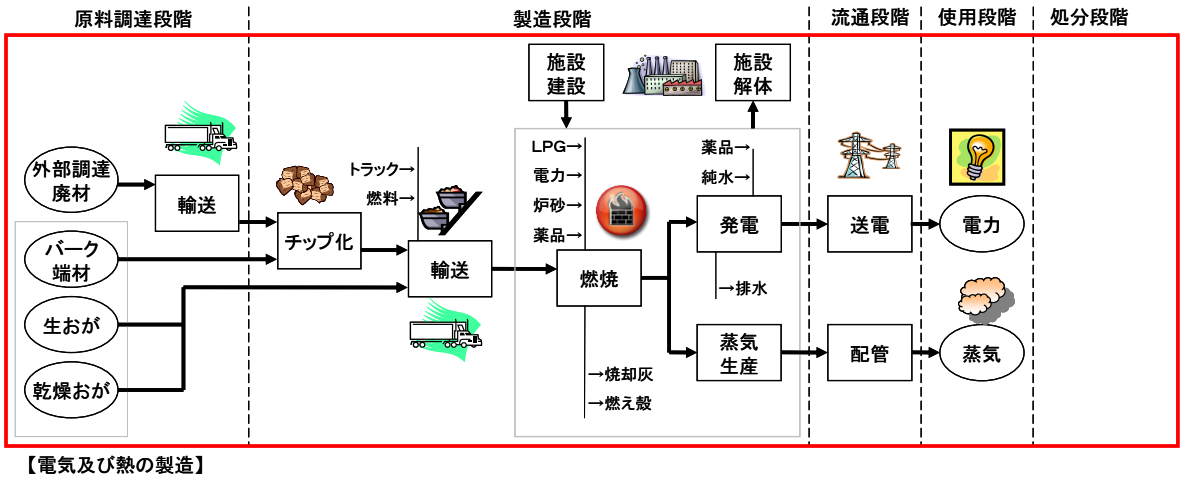
①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算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

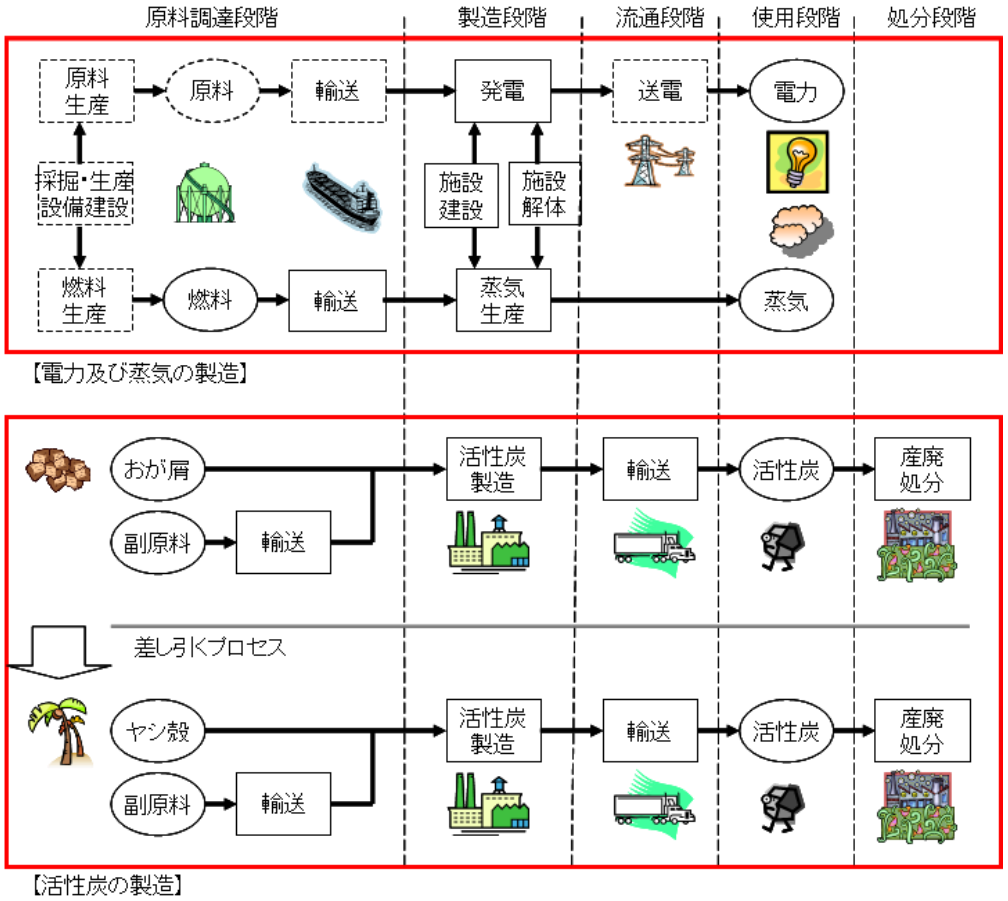
対象プロセスのプロセスフローを別図 5-1 に示す。システム境界には、本図のプロセスが全て含まれる。プロセスフローの区分は、バイオ燃料の LCA ガイドラインに沿って、「原料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「処分段階」の５段階とした。



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。



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	㎡	自社データ	事業者ヒアリング結果
	燃料倉庫解体	燃料倉庫解体作業	2.62E-08	㎡	自社データ	事業者ヒアリング結果
	発電所施設解体	発電所解体作業	5.24E-07	㎡	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	破砕・チップ化等処理	チッパー動力・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、10ｔ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、10ｔ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 ㎥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	㎥	自社データ	事業者ヒアリング結果
		上水の使用	2.96E-07	㎥	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	㎥	自社データ	事業者ヒアリング結果
	廃棄物	焼却灰の発生・処分	3.04E-03	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
		燃え殻の発生・処分	5.85E-04	kg	自社データ	事業者ヒアリング結果
	廃棄物輸送	焼却灰・燃え殻の輸送①	1.94E-04	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
		焼却灰・燃え殻の輸送②	1.95E-04	tkm	自社データ	事業者ヒアリング結果
	その他管理等	メンテナンス	9.90E-06	円	推計値	総工費の4.4%と仮定

（ウ）流通段階におけるプロセスデータ

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

（エ）使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

（オ）処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

以下にオリジナルプロセスの段階別プロセスデータを示す。

（ア）原料調達段階におけるプロセスデータ

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

（イ）製造段階におけるプロセスデータ

製造段階におけるプロセスデータを別表 5-4 に示す。

別表 5-4　製造段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報源区分	情報源名称
発電所建設段階	発電所施設設備	鉄鋼（ユニット機器）	1.09.E-05	kg	二次情報	財団法人電力中央研究所Y09027「日本の発電技術のﾗｲﾌｻｲｸﾙCO_2排出量評価」より　石炭火力（国内炭・輸入炭）の数値を引用
		鉄鋼（ボイラ）	1.56.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（タービン）	1.72.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（給水復水）	1.75.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（脱硫）	3.63.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（脱硝）	7.94.E-07	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（集塵）	2.36.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（電気）	7.64.E-07	kg	二次情報	〃
		鉄鋼（機械その他）	7.65.E-06	kg	二次情報	〃
		貫流ボイラ（蒸気製造バックアップ用）	6.43.E-03	円	二次情報	蒸気製造バックアップ用ボイラ設備
	発電所建設	鉄鋼（土木）	1.71.E-05	kg	二次情報	財団法人電力中央研究所Y09027「日本の発電技術のﾗｲﾌｻｲｸﾙCO_2排出量評価」より　石炭火力（国内炭・輸入炭）の数値を引用
		コンクリート	7.69.E-08	kg	二次情報	〃
		軽油(燃焼)	1.37.E-04	MJ	二次情報	熱量は温対法により換算
		A重油（燃焼）	9.31.E-06	kg	二次情報	熱量は温対法により換算
	発電所解体	解体施設面積	1.16.E-08	m^2	自社データ（設計値）	1000MW相当、常陸那珂発電所2号機ｺﾝｸﾘｰﾄ基礎面積より引用
		廃棄物輸送	2.03.E-05	tkm	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量が廃棄されるものとし、通常取引している産業廃棄物事業者へ搬送されていると仮定
		廃棄物処分（金属くず）	4.16.E-05	kg	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量とする
		廃棄物処分（コンクリート）	1.84.E-04	kg	自社データ（設計値）	建設時投入量と同量とする
建設段階以外		電力の製造	6.53E-02	kWh	自社データ	省エネ法により1kWh＝9.76MJで換算
		蒸気の製造	4.50E-01	MJ	自社データ	ヒアリング結果
	製材廃材利用	製材廃材由来活性炭	3.60E-02	kg	推計値	LCA日本ﾌｫｰﾗﾑﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽより、ｵｶﾞｺ3.4kg＝活性炭1kgとする
	差引く分	ヤシ殻由来活性炭	3.60E-02	kg	推計値	製材廃材による製造量と同量

（ウ）流通段階におけるプロセスデータ

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

（エ）使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスデータはない。

（オ）処分段階におけるプロセスデータ

流通段階と同様、実質的な処分段階におけるプロセスはない。

（４）ＬＣＡの結果の評価

①対象プロセスのＬＣＡ算定結果

対象プロセスの LCA 算定結果を別表 5-5 に示す。GHG 排出量（CO_2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_2O	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%
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_2O	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_2O	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

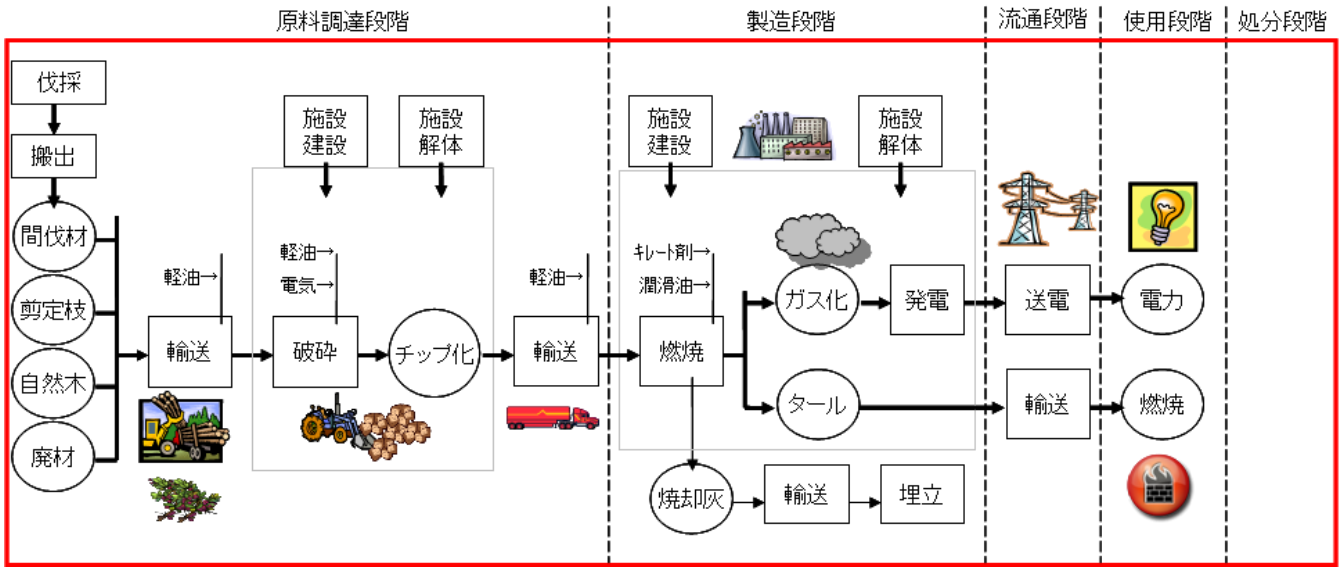
①機能単位の設定

本事業の機能単位は、「一次エネルギー換算１MJ 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。

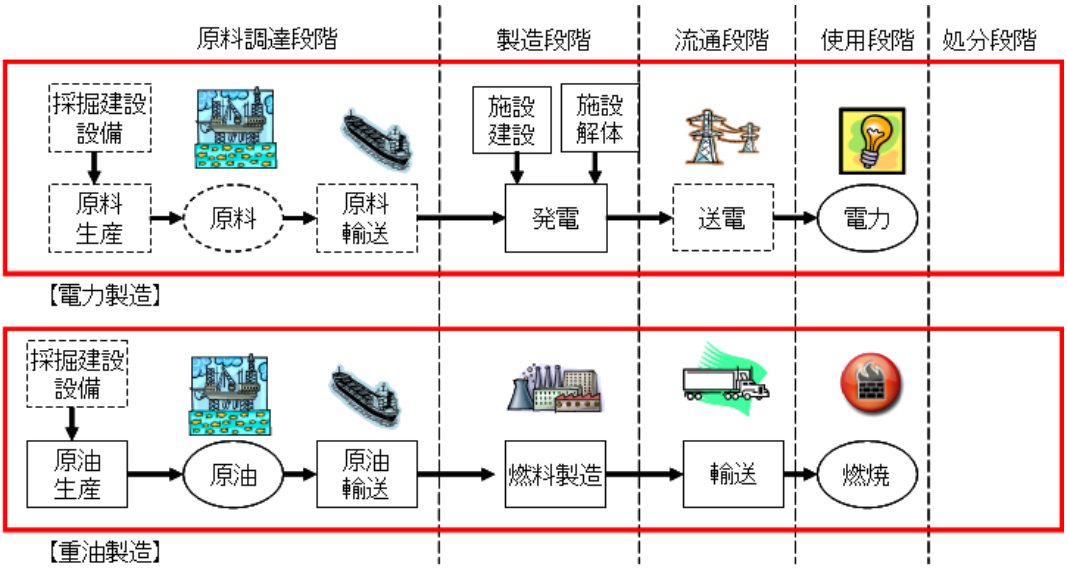


別図 6-1　対象プロセスのプロセスフロー

（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/㎥、500kg/㎥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/㎥、500kg/㎥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	キングチッパー　設備	（非公開）	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
		タブグラインダー　設備	（非公開）	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
		タブグラインダー周辺機器	（非公開）	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
		旋回篩機　設備	（非公開）	円	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数8年
	チップ工場解体	チップ工場土木建設	7.23E-02	円	推計値	類似工場の建設費より推計　使用年数20年
		チップ工場解体作業	1.55E-06	m^2	自社データ	事業者ヒアリング結果 使用年数20年
チップ製造	破砕・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 4-6　製造段階（建設段階）におけるプロセスデータ

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

b．建設段階以外の製造段階におけるプロセスデータ

建設以外の製造段階におけるプロセスデータを別表 6-3 に示す。

別表 6-3　製造段階（建設段階以外）におけるプロセスデータ

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

（ウ）流通段階におけるプロセスデータ

流通段階におけるプロセスデータを別表 6-4 に示す。

別表 6-4　流通段階におけるプロセスデータ

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

（エ）使用段階におけるプロセスデータ

使用段階に属するプロセスはない。

（オ）処分段階におけるプロセスデータ

処分段階に属するプロセスはない。

②オリジナルプロセスのプロセスデータ

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

（ア）原料調達段階におけるプロセスデータ

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

（イ）製造段階におけるプロセスデータ

ａ．建設段階におけるプロセスデータ

建設段階におけるプロセスデータを別表 6-5 に示す。既存ＬＣＡ文献による発電所モデルケースのデータから、石炭火力発電所の活動量データを引用し、設備容量

100 万 kW、発電効率 70%、使用年数は 40 年として算定を行った。

別表 6-5　建設段階におけるプロセスデータ

中区分	小区分	入力	数量	単位	情報区分	情報源区分
発電所建設段階	発電所施設設備	鉄鋼(ユニット構成機器)	1.66.E-05	kg	二次情報	電中研 Y09027報告 「日本の発電技術のﾗｲﾌｻｲｸﾙ CO_2排出量評価」より 石炭火力(国内炭・輸入炭)の数値・係数を引用
		鉄鋼(ボイラ)	2.39.E-05	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(タービン)	2.63.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(給水復水)	2.68.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(脱硫)	5.54.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(脱硝)	1.21.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(集塵)	3.61.E-06	kg	二次情報	〃
		鉄鋼(電気)	1.17.E-06	kg	二次情報	〃
		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）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（CO_2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_2O	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（CO_2 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_2O	排出量（kg）	0.00E+00	5.85E-09	0.00E+00	2.00E-07	0.00E+00	2.05E-07
	割合	0.0%	2.8%	0.0%	97.2%	0.0%	100.0%
SF_6	排出量（kg/MJ）	0.00E+00	2.80E-14	0.00E+00	2.80E-14	0.00E+00	2.80E-14
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
GHG（CO_2 換算）※	排出量（kg/MJ）	0.00E+00	4.85E-02	0.00E+00	1.24E-02	0.00E+00	6.09E-02
	割合	0.0%	79.6%	0.0%	20.4%	0.0%	100.0%

※IPCC(2007)の 100 年値を用いて特性化を行った。

③温室効果ガス削減効果の算定結果

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

別表 6-10　本事業による GHG 排出削減率

	原材料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
CO_2	0.0%	92.7%	0.0%	100.0%	0.0%	74.1%
CH_4	0.0%	-82098.7%	0.0%	100.0%	0.0%	-467.6%
N_2O	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。