「二酸化炭素削減効果算出様式.xlsx」の使用法

○本マニュアルでは、エコタウン低炭素化促進事業で用いる CO2 削減効果算定の指定様式である「二酸化炭素削減効果算出様式.xlsx」（以下、様式ブック）について、その使い方と背景にある概念を解説する。なお、エコタウン低炭素化促進事業における CO2 削減効果算定は、「エコタウン等における資源循環社会と共生した低炭素地域づくり事業 CO2 削減効果算出ガイドライン」に従うものであり、本マニュアルは、ガイドラインに対する補足資料という位置づけである。

1使用手順

1-1計算の概念図

- ✓ 「エコタウン等における資源循環社会と共生した低炭素地域づくり事業 CO2 削減効果算出ガイドライン」（以下、ガイドライン）では、CO2 削減効果を図 1 のように、A~D の 4 項目に分解して、計算を行っている。本マニュアルおよび「二酸化炭素削減効果算出様式.xlsx」（以下、様式ブック）では、これらの 4 項目をカテゴリとよぶ。
- ✓ 実際の計算では、各カテゴリ内にバウンダリを設定し、次にバウンダリ内のプロセスの関係を整理し、またプロセス毎の活動量、原単位を用意する（図 2）。
- ✓ バウンダリとは、本算定で扱う事業の範囲であり、プロセスとは、バウンダリ内の個々の工程のことである。また、活動量は、プロセスを表す定量情報であり、原単位とは、そのプロセスの活動量当たりの CO2 排出量の係数である。

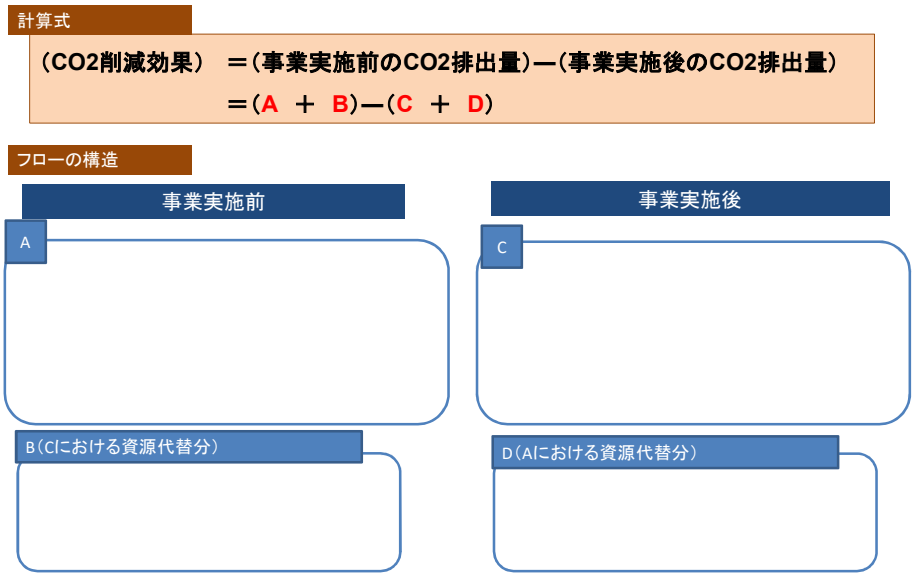

図 1　計算式と各事業のフローの構造（ガイドラインより）

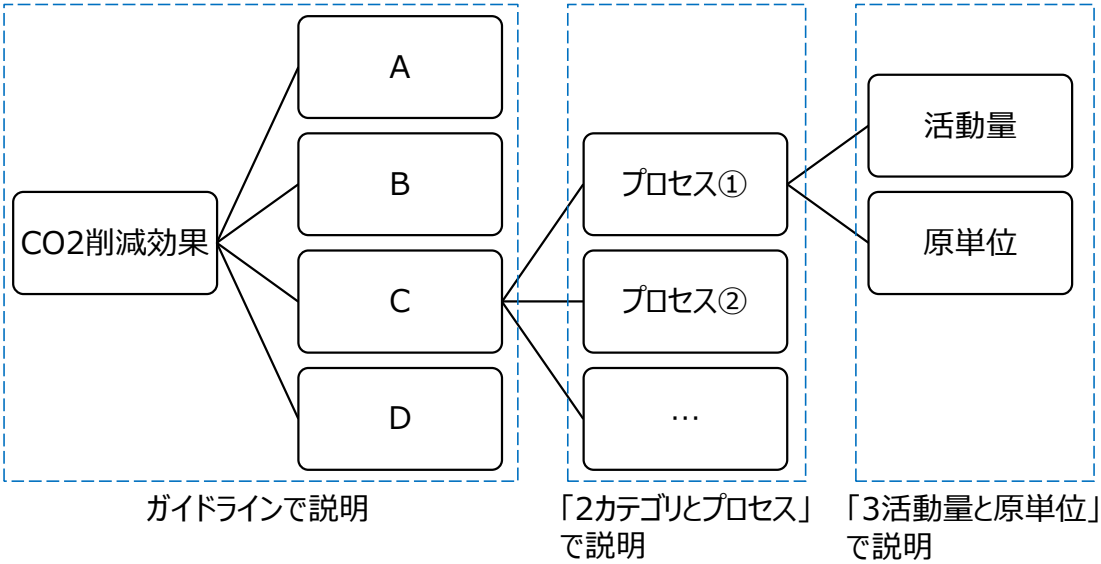

図 2　カテゴリ、プロセス、活動量、原単位の関係

- ✓ 各カテゴリ A~D は､それぞれのバウンダリ内のプロセスの CO2 排出量の総計である。また一つのプロセスの CO2 排出量は、そのプロセスの活動量と原単位の積として求めることができる（図 2)。
- ✓ 様式ブックを用いて CO2 削減効果算定を行うに当たり、作業は大きく 2 分される。1 つが、各カテゴリのバウンダリを設定し、バウンダリに含まれるプロセスを列挙、またプロセスのフロー図を作成することである。2 番目がプロセスごとの活動量、原単位を実測、または文献から得て、CO2 削減効果の算定を行うことである。本マニュアルは、「2 カテゴリのバウンダリ・プロセスとフロー図」で 1 番目の作業について、「3 活動量と原単位」で 2 番目の作業について解説する。

1-2シートへの入力と計算

(1)　様式ブックのシート構成

- ✓ 様式ブックの構造およびそれぞれのシートの役割について説明する。
- ✓ 様式ブックを開くと、6 枚のシートが用意されている。すなわち、「フロー図」、「算出結果」、「データの根拠」、「フロー図（案)」、「算出結果（案)」、「データの根拠（案)」である。（案）の付いているシートは、仮想的な油化事業について様式ブックを利用して CO2 削減効果算定を行った見本であり、適宜参照されたい。

(2)　シート「フロー図」

- ✓ シート「フロー図」は、事業のフローを記入するためのシートであり、事業名の欄と注意書き以外は白紙となっている。

(3)　　シート「算出結果」

✓　シート「算出結果」は、カテゴリ毎にプロセスとその活動量、原単位を入力すると自動で、CO2 削減効果を計算するシートである。初期状態では、プロセス、活動量、原単位の入力は 24 行以下で行い、結果は、M8~M12 に表示される(図 3)。

事業名:○○株式会社 油化事業

(1)CO2削減効果算出結果

①1t当たりの削減量

カテゴリ	項目	排出量 (CO_2e-kg/t)
A	現状(ベースライン)の排出量	0
B	事業実施時の代替分	0
C	事業実施時の排出量	0
D	現状(ベースライン)の代替分	0
	CO2削減効果(A+B)-(C+D)	0

②年間削減量

項目	処理量(t)
年間処理量(想定)	

カテゴリ	項目	排出量 (t/年間)
A	現状(ベースライン)の排出量	0
B	事業実施時の代替分	0
C	事業実施時の排出量	0
D	現状(ベースライン)の代替分	0
	CO2削減効果(A+B)-(C+D)	0

(2)算出結果の詳細

※1 活動量および対排出原単位については、「データの根拠」に計算方法、出典等を記載すること。
※2 フロー図上のカテゴリとプロセスのNOを合わせて、記載すること。

①事業実施前(現状)

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO_2e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
A											0
											0
											0
	合計										0

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO_2e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
B											0
											0
											0

図 3　シート「算出結果」画面

✓　続いて、入力を行う表の列名について説明する。「NO」は、各カテゴリのプロセスに通し番号をつけて入力する。「プロセス」は、カテゴリのプロセス名を入力する。続いて、活動量、原単位（シート上では排出原単位）それぞれについて、同じ構造なので同時に説明すると、「参照番号」は、特に用法を指定しないが、次に説明するシート「データの根拠」と対応させて表読みを行うことに用いることもできる。「項目名」には、活動量か原単位の名前を入力する。「数値」、「単位」は、活動量、原単位それぞれの情報を入力する。なお、単位についてシートでは自動で補正を行わないので、単位の整合を別途行ったうえで本シートに入力する必要がある。

✓　プロセスの行数が足りない場合は、適宜追加する。その場合、集計を行う計算式の参照範囲を修正が必要な場合がある。

(4)　　シート「データの根拠」

✓　シート「データの根拠」は、プロセスの活動量、原単位とそれらの説明、出典をまとめた表である（図 4)。

✓ 表の列名を説明する。「カテゴリ」は、カテゴリ名を入力する。「NO」、「プロセス」は、プロセス名とその通し番号を入力する。必ずシート「算出結果」と対応させること。「活動量／原単位」は、その行に入力するものが活動量か原単位かを記入する。参照番号は、特に用法を指定しないが、前に説明したシート「算出結果」と対応させて表読みを行うことに用いることもできる。

事業名:〇〇株式会社　油化事業

データの根拠:活動量及び原単位のデータの計算式、出典等

※ 活動量と原単位の参照先を算出結果のシートに記載していれば、以下の表形式でなくてもよい。

カテゴリ	NO	プロセス	活動量/原単位	参照番号	データ項目	数値	単位	計算式、説明	出典

図 4　シート「データの根拠」画面

✓ 「データ項目」は、活動量または原単位の名前を入力する。「数値」、「単位」には、活動量または原単位の情報を説明する。「計算式、説明」には、必要に応じて、活動量または原単位を求めた数式、注釈を記入することができる。「出典」は、活動量または原単位の出典を記入する。後に計算の確認をする際に大変重要な情報となるので、出典は必ず記入すること。

✓ シート「算出結果」同様に必要な行数を追加することができる。

1-3カテゴリの推奨計算順序

✓ カテゴリ C、B、A、D の順番で計算を行うことを推奨する。なぜなら、カテゴリ C は、多くの場合、算定を行う者自身の事業についての計算であり、最も理解しやすいと考えられるからである。またカテゴリ B は、カテゴリ C で生成する再生製品や再生エネ

ルギーが市場で置き換える製品・エネルギーについての計算なので、カテゴリ B についても情報を既に持っている場合がほとんどであろう。カテゴリ A、D については、「従来の事業」を仮定する必要があるカテゴリなので、カテゴリ C、カテゴリ B について整理を行ったうえで検討を行うほうが考えやすい。以上の理由から、本マニュアルではこの順序による計算を推奨し、以下の説明もこの順序で行うこととする。

2カテゴリのバウンダリ・プロセスとフロー図

- ✓ 「ガイドライン」では、事業パターンごとにカテゴリ毎のバウンダリについて解説を行っているが、こうした計算に熟知した事業者であれば、ガイドラインの記述から独自にバウンダリとプロセスの設計を行うことができる。
- ✓ 一方で、多くの事業者にとっては、白紙状態から一つ一つのカテゴリのバウンダリを作成することは困難であろう。そうした事業者にとっての見本となるバウンダリ、プロセスが必要である。見本となるものの一つに CFP-PCR（carbon footprint – product calculation rules）[1]（6 / 13 ページの「参考」を参照のこと）などがある。
- ✓ CFP-PCR は、カーボンフットプリント算定のための「同一商品種における、共通の算定基準であり、対象商品・サービスの定義、各ライフサイクルステージの設定、LCA 計算、表示方法等から構成」されたものであり、本事業の算定においても、各事業のバウンダリやプロセスの参考例として有意義であると考えられる。
- ✓ CFP-PCR 以外にも学術論文や報告書等の文献もバウンダリ、プロセスの設定に有用であるが、CFP-PCR 同様にガイドラインの記述との整合性については留意されたい。
- ✓ これから、バウンダリ内のプロセスについてどのように設定するかをカテゴリ毎に解説する。
- ✓ また、カテゴリ毎の説明順序は、1-3 の理由から、C、B、A、D の順番とする。

[1] カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム、CFP-PCR 一覧（https://www.cfp-japan.jp/calculate/authorize/pcr.php）,アクセス日:2016/1/12

「参考」CFP-PCR の活用

本文中でも述べたように、CFP-PCR には各事業のバウンダリの設定、プロセスの分け方に困ったときに、見本となるようなバウンダリ・プロセスの事例が多く収録されている。

現在、約 100 件程度の CFP-PCR が認定されている。例えば、再生資源化プロセスについての CFP-PCR の一つに「リサイクルプラスチック成形製品（PA-EG-01）」がある。PA-EG-01 のバウンダリを図 5 に示す。

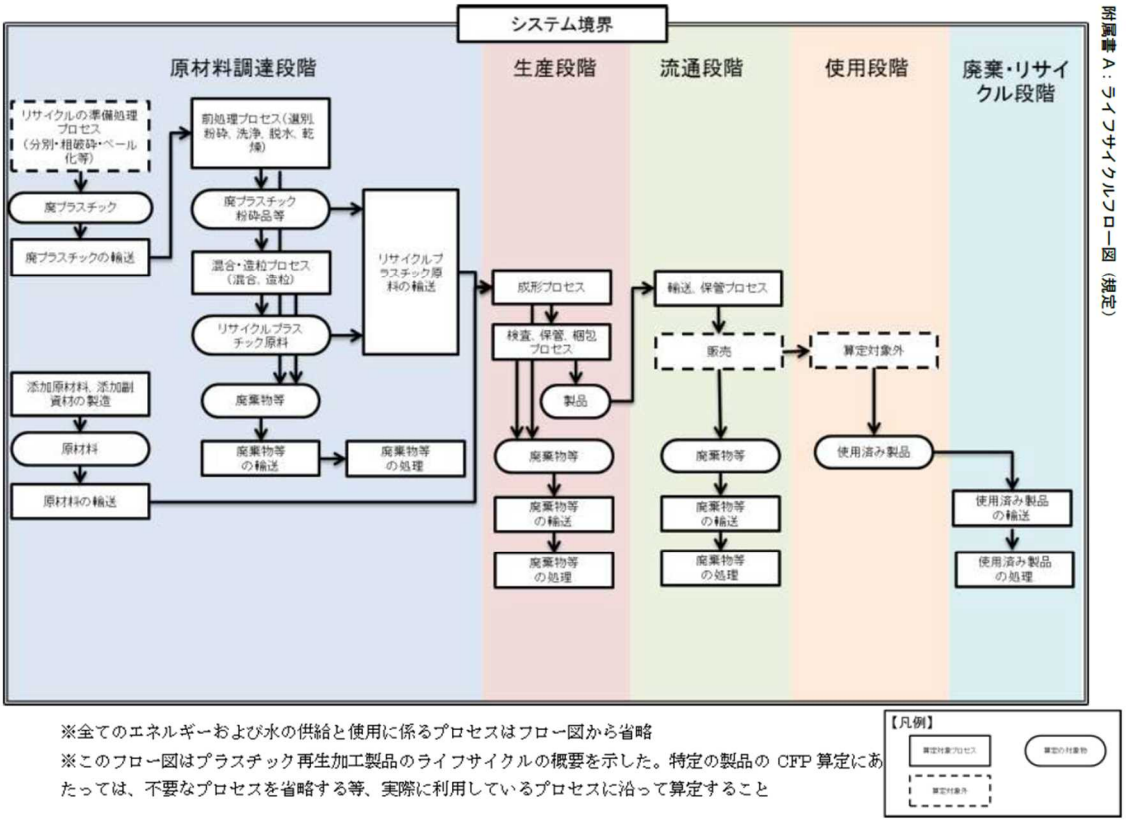

図 5 「リサイクルプラスチック成形製品（PA-EG-01）」のバウンダリ [1]

図 5 のように原材料調達から使用済み製品の廃棄・リサイクル段階までをバウンダリとしている。これは、ガイドラインの説明と全く同様である。ただし PA-EG-01 では、原材料調達段階について、リサイクルの準備過程をバウンダリ外としているが本事業では、このプロセスもバウンダリ内と考えることには注意が必要である。

リサイクルプラスチック成形についてのプロセスの区分や、中間財やエネルギーとプロセスの関係についての記述などは、プラスチックのリサイクルだけではなく、他の資源のリサイクル事業においても参考となるだろう。

2-1カテゴリ C のバウンダリ･プロセスとフロー図

✓　カテゴリ C は、事業そのものを対象とする。

✓　表　2-1 は、例としてあげた油化事業のカテゴリ C のプロセスである。

表　2-1　カテゴリ C のプロセス例

1	輸送
2	油化
3	輸送
4	熱利用
5	輸送
6	埋立

✓　また、このプロセスをフロー図にすると以下のようになる。

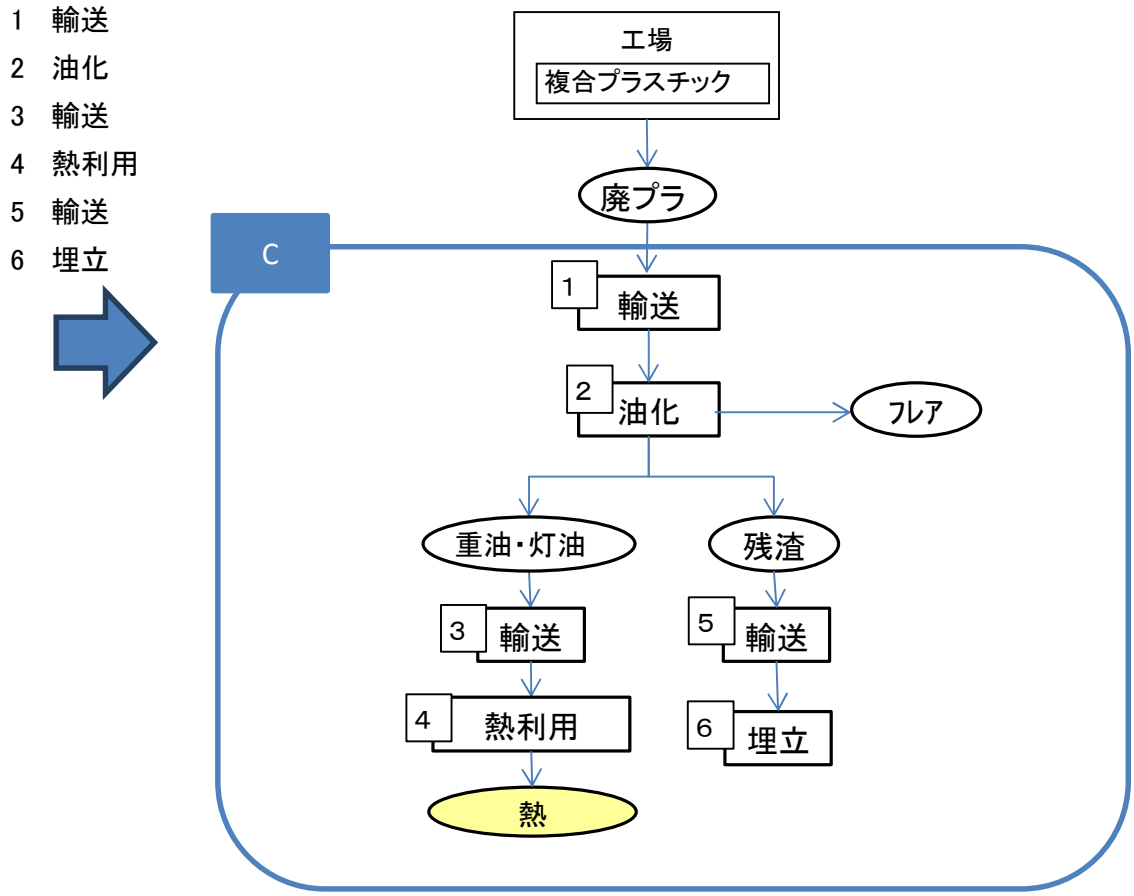

図 6　カテゴリ C のフロー図作成例

2-2カテゴリＢのバウンダリとプロセス

- ✓ カテゴリ B は、事業実施後に二次資源から生産される再生品・再生エネルギーについて、この事業がなかったときに、それらの製品・エネルギーを天然資源から生産するために必要なプロセスをバウンダリとしている。
- ✓ 製品・エネルギーを生産するために必要なプロセスについては、ガイドラインの付録で取り上げたデータベースを参照することを推奨するが、その他の文献から値を求めることもできる。
- ✓ 表 2-2 は、例としてあげた油化事業のカテゴリ B のプロセスである。

表 2-2 カテゴリＢのプロセス例

1	採掘～熱利用

- ✓ また、このプロセスをフロー図にすると以下のようになる。

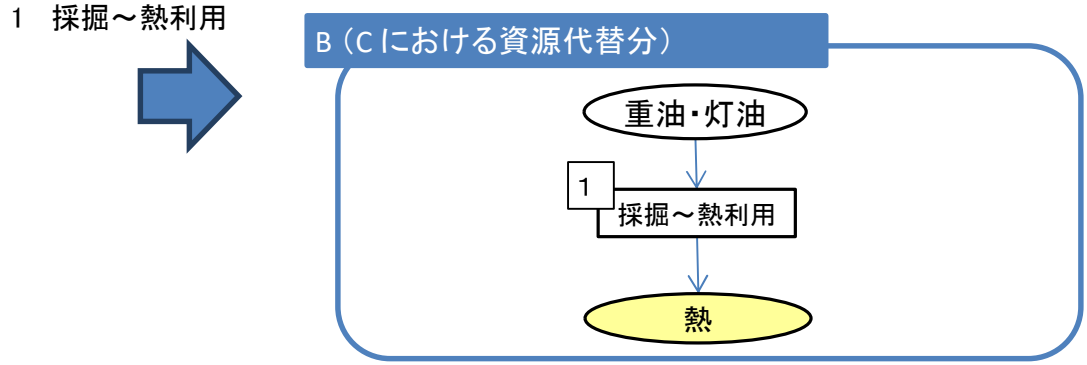

図 7 カテゴリ B のフロー図作成例

2-3カテゴリＡ、カテゴリＤのバウンダリとプロセス

- ✓ カテゴリ A は、事業が実施されなかったとき、事業で調達する二次資源に対してとられる処理・処分がバウンダリとなる。
- ✓ 事業実施地域の、その二次資源に対する一般的な処理・処分方法が分かる場合は、その方法をカテゴリ A とすることが妥当である。
- ✓ 地域における一般的な処理・処分方法の把握が困難な場合は、我が国の平均的な処理・処分方法を適用する。
- ✓ これらの処理プロセスについてもガイドラインの付録で取り上げたデータベースを参照することができる。
- ✓ なお、新たに工場、建築物を建設する場合は、ベースラインの設定に注意が必要である。カテゴリ A について以下に考え方を示す。

表 2-3　省エネ事業のカテゴリ A の考え方の例

■事業の内容 下水熱を利用するヒートポンプを、新たに建設される建物に導入する。 〇ベースラインの考え方 新規に建物等が建設される場合、その対策が行われなかった場合がベースラインとなる。 その対策が行われなかった場合とは、下水熱を利用しなければ採用されていた設備、例えば、空気熱源のヒートポンプを導入する場合がベースラインとなる。

- ✓ カテゴリ D は、カテゴリ B の対になる概念であり、事業実施前に二次資源から生産される再生品・再生エネルギーについて、この事業がなかったときに、それらの製品・エネルギーを生産するために必要なプロセスをバウンダリとしている。
  製品・エネルギーを生産するために必要なプロセスについては、ガイドラインの付録で取り上げたデータベースを参照することを推奨するが、その他の文献から値を求めることもできる。
- ✓
- ✓ 表 2-4 は、例としてあげた油化事業のカテゴリ A のプロセスである。

表 2-4　カテゴリ A のプロセス例

1	輸送
2	サーマル（焼却）
3	輸送
4	埋立

- ✓ また、このプロセスをフロー図にすると以下のようになる。

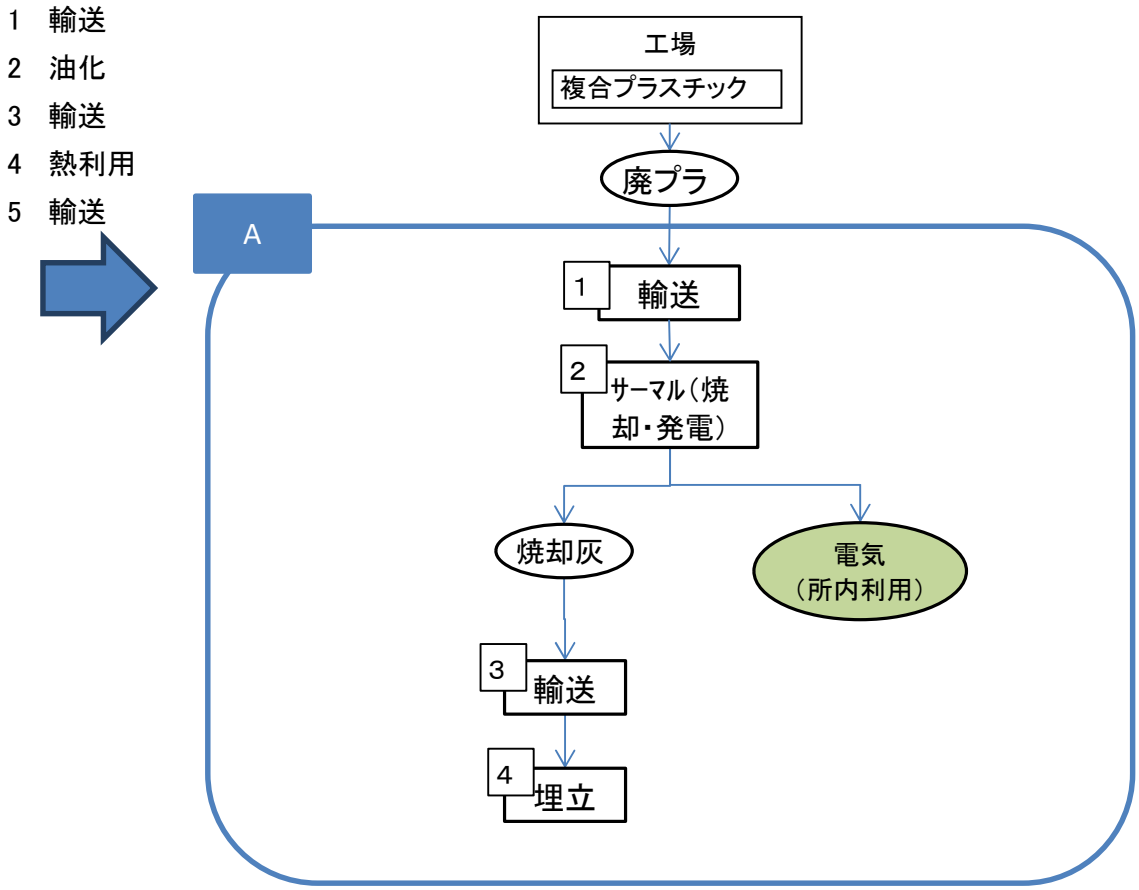

図 8　カテゴリ A のフロー図作成例

✓　表 2-5 は、例としてあげた油化事業のカテゴリ D のプロセスである。

表 2-5　カテゴリ D のプロセス例

1	発電

✓　また、このプロセスをフロー図にすると以下のようになる。

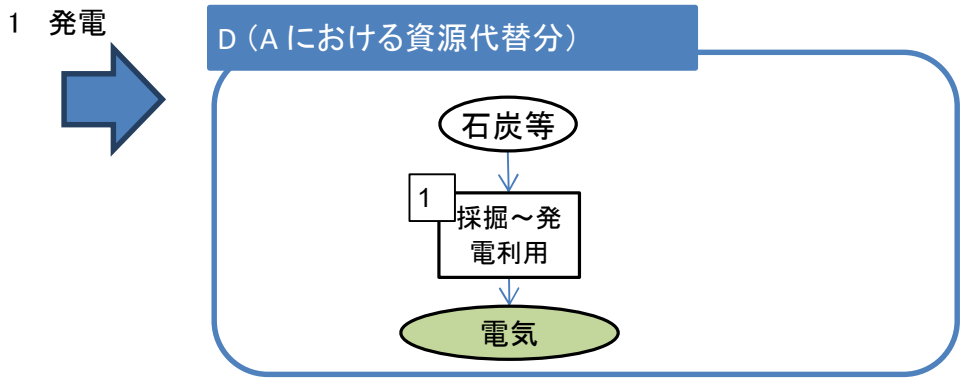

図 9　カテゴリ D のフロー図作成例

3活動量と原単位

- ✓ 各プロセスの活動量と原単位をフォーマットへ入力する際の手順を、「3-1 自身で測定する場合」、「3-2 文献値を用いる場合」それぞれの場合について説明する。

3-1自身で測定する場合

- ✓ カテゴリ C の、事業によって実施される中心的なプロセスでは、二次資源投入量、エネルギー消費量等を自身で測定してフォーマットに入力する。
- ✓ 自身で測定する場合、シート「データの根拠」の J 列「出典」には、「～実績値」、「～実証実験値」、「～ヒアリング結果」のうち適切な表現を記入する。
- ✓ また、一つの工場内で「FS 事業に係るプロセス」と「その他の事業に係るプロセス」を同時に操業しており、共有している機材の資源・エネルギー等の消費のうち「FS 事業に係るプロセス」が消費した量のみを単独で測定することが不可能な場合が考えられる。その場合は、複数の事業が共有する量の配分を行う。配分は、個別の製品・エネルギーの物理量（重量、熱量など）、経済的価値の比などを用いる方法があるので、配分が必要なプロセスの特性に合わせて方法を検討すること。

  例）重量配分の場合
  （FS 事業部分のエネルギー消費量）＝（工場 A の複数事業共有部分のエネルギー消費量全体）×（FS 事業で生産される再生製品の重量）／{（FS 事業で生産される再生製品の重量）＋（その他の事業で生産される製品の重量）}

3-2文献値を用いる場合

- ✓ 文献値からプロセスの活動量と原単位を求める場合、可能な限り単一の文献からデータを収集すること。
- ✓ やむを得ず複数の文献からデータを収集する場合は必ず、各文献の注意書きを確認し、それらの間で矛盾する条件設定などがないことを確認すること。
- ✓ 文献値として有用なものを、ガイドライン参考資料１にまとめたので適宜参照のこと。
- ✓ 代替効果に関するカテゴリ B、カテゴリ D においては、適切な機能等価を判断することが難しい場合がある。その一例として、食品廃棄物の堆肥化事業と、廃プラスチックのウッドデッキ製造事業の例を表 3-1 に示した。

表 3-1 代替効果に関する課題と解決方法の事例紹介

■事業の内容（例１）食品廃棄物の堆肥化事業 **○代替効果の考え方** 食品廃棄物のリサイクル事業では、マテリアルリサイクルの方法として、「堆肥化」が有

望な選択肢になる。

この場合の堆肥の機能等価とは、同じ窒素量となる化学肥料の量として計算を行う。

■事業の内容（例２）廃プラスチックのウッドデッキ製造事業

〇代替効果の考え方

代替されるウッドデッキがバージン材を用いたものであれば、削減効果が認めることになる。

しかし、再生材を原料とするウッドデッキが代替される場合は、削減効果が認められない。ただし、同等以上の機能を担保しつつ、再生材の使用量を減らす（軽量化等の）場合は、削減効果が認められる。

3-3具体例

- ✓ シート「データの根拠(例)」のカテゴリ C の記述を例に、活動量と原単位の求め方について説明する（図 10)。
- ✓ この例では、輸送プロセスの「トラックの積載重量」、「積載率」、「輸送距離」は運送会社に対するヒアリング結果から求めた。また油化プロセスの「廃プラ含有率」、「ごみ 1t 当たりの廃プラ含有量」等を実測した。
- ✓ 一方で、「(トラック輸送の）1tkm あたりの CO2 排出量」は、CFP4.01 より取得、また「焼却時の廃プラ 1kg 当たりの CO2 排出量」、「1kWh 当たりの CO2 排出量」は環境省の報告書から取得している。

（2）事業実施後

カテゴリ	NO	プロセス	活動量/原単位	参考番号	データ項目	数値	単位	計算式、説明	出典
C	1	輸送			トラックの積載重量		t/台		▲▲運送会社、ヒアリング結果
					積載率		%		
					輸送距離		km/回		
			活動量	A001	ごみ1tあたりの輸送量		tkm		
			原単位	A002	1tkmあたりのCO2排出量		kg-CO2/tkm	トラック輸送（4トン車：積載率75%）	CFP4.01

カテゴリ	NO	プロセス	活動量/原単位	参考番号	データ項目	数値	単位	計算式、説明	出典
C	2	油化			廃プラ含有率(a)		%		○○会社、実績値（平成25年度）
			活動量	C003	ごみ1t当たりの廃プラ含有量(b)		kg/ごみt		○○会社、実績値（平成25年度）
					油化時の揮発(ﾌﾚｱ)分 (c)		%	=1-歩留まり	○○事業、実証実験値
					焼却時の廃プラ1kg当たりのCO2排出量 (d)		kg-CO2/kg		環境省 2)
			原単位	C004	油化時の廃プラ1kg当たりのCO2排出量 (e)		kg-CO2/kg	(1-歩留分)は空気中に排出されると想定 (e)=(c)*(d)	計算値
			活動量	C005	ごみ1tあたりの電気使用量		kwh/ごみt		○○事業、実証実験値
			原単位	C006	1kWh当たりのCO2排出量		kg-CO2/kwh		環境省 3)
					使用燃料種				
		生産物			ごみ1tあたりの残渣搬出量(i)		t/ごみt	廃プラ以外の残渣	○○事業、実証実験値
					ごみ1t当たりのA品質油の製造量(j)		KL/ごみt		○○事業、実証実験値
					ごみ1t当たりのB品質油の製造量(k)		KL/ごみt		○○事業、実証実験値

2) 環境省「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」(合成繊維及び廃ゴムタイヤ以外の廃プラスチック類（産業廃棄物に限る。))

3) 環境省「平成25年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等」(東京電力㈱、調整後排出係数)

図 10　カテゴリ C の活動量・原単位の例

✓ 代替効果であるカテゴリ B、カテゴリ D について、機能等価を考えるのが難しい事例や、ベースラインの考え方について

4結果の確認

✓ 以上の作業を行った後で、計算結果の確認を行う。ガイドラインの P.7～P.8 で示した炭素バランスの確認が必要である。

✓ シート「算出結果」の M8（カテゴリ A の排出量）と M10（カテゴリ C の排出量）とを比較し、大きく値が異なる場合、計算過程の再確認が必要である。

5その他

✓ CO2 以外の事業の効果として、循環面の効果や CO2 以外の温室効果ガスの削減効果などがある。そうした副次的効果の例として、埋立処分されていた木くずの燃料化事業における考え方を示す（表 5-1）。

表 5-1　副次的効果の一例

■事業の内容 従来、埋立処分されていた粗大ごみに含まれる木くずを、燃料化して利用する。 〇副次的効果の考え方 最終処分削減量を循環面の副次的効果として算出することに加えて、木くずの埋立処分に関するメタン（CH_4）の削減量を、その他の副次的効果として算出することができる。 なお、必ずしも最終処分削減量である必要はないものの、循環面の効果の算出は必須である。一方、CO2 以外の温室効果ガスの削減効果は必須ではない。