

1. 方法論番号

003

2. 方法論名称

工業炉の更新

3. 適用条件

本方法論は、次の条件の全てを満たす場合に適用することができる。

- 条件 1：事業実施前の工業炉よりも高効率の工業炉に更新すること。ただし、バイオマスへの燃料転換を伴う場合は、効率の改善については問わない。¹
- 条件 2：工業炉の更新を行わなかった場合、事業実施前の工業炉を継続して利用することができること。²
- 条件 3：排出削減事業実施前及び実施後のエネルギー使用量に最も影響を与える活動量（例：生産量等）が計測できること。

4. バウンダリー

燃料供給設備及び工業炉設備。³ 自家用発電機を使用する場合はこれを含む。

5. ベースライン排出量

(1) ベースライン排出量の考え方

ベースライン排出量は、工業炉の更新を行わずに、事業実施前の工業炉を使用し続けた場合に想定される二酸化炭素排出量である。

(2) ベースラインエネルギー使用量

1) 工業炉が燃料で稼動する場合

$$Q_{fuel, BL} = \sum_i \left(F_{fuel, i, PJ} \times HV_{fuel, i, PJ} \times \frac{1}{\alpha} \right) \quad (\text{式 1})$$

$$\alpha = \frac{G_P}{G_B} \quad (\text{式 2})$$

¹ バイオマスへの燃料転換を伴う場合であっても、事業実施後排出量及びリーケージ排出量の合計が、ベースライン排出量よりも低減することが求められる。

² 故障又は設備の老朽化等により事業実施前の工業炉を継続して利用できない場合には、条件 2 を満たさない。

³ 附帯の補機類については、本方法論のバウンダリー外とする。

記号	定義	単位
$Q_{fuel,BL}$	ベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$F_{fuel,i,PJ}$	事業実施後燃料 i の使用量	t, kL, Nm ³ 等
$HV_{fuel,i,PJ}$	事業実施後燃料 i の単位発熱量	GJ/t, GJ/kL, GJ/Nm ³ 等
α	効率改善係数 (エネルギー削減比)	
G_P	事業実施後の工業炉のエネルギー原単位	MJ/単位生産量
G_B	事業実施前の工業炉のエネルギー原単位	MJ/単位生産量

- ベースラインエネルギー使用量は、事業実施後の燃料使用量、事業実施後の燃料の単位発熱量、及び事業実施前後の工業炉の効率改善係数を用いて算定する。
- 効率改善係数は、工業炉のエネルギー使用量に最も影響を与える活動量 (生産量等) を用いて算定する。
- 排出削減事業の実施により、燃料転換が行われ、複数の種類の燃料を使用する場合、種類ごとの燃料の使用量と単位発熱量から、ベースラインエネルギー使用量を算定する。

2) 工業炉が電力で稼動する場合⁴

① 系統電力を使用する場合

$$EL_{BL} = EL_{PJ} \times \frac{1}{\alpha} \quad (\text{式 3})$$

$$\alpha = \frac{G_P}{G_B} \quad (\text{式 4})$$

記号	定義	単位
EL_{BL}	ベースライン電力使用量	kWh/年
EL_{PJ}	事業実施後の電力使用量	kWh/年
α	効率改善係数 (エネルギー削減比)	
G_P	事業実施後の工業炉のエネルギー原単位	MJ/単位生産量
G_B	事業実施前の工業炉のエネルギー原単位	MJ/単位生産量

⁴ 事業実施前後で燃料と電力のエネルギー転換を行う場合は、複数の種類の燃料を使用する場合と同様の評価を行うことにより、本方法論を適用することができる。

②自家用発電機による発電電力を使用する場合

a)燃料使用量から算定する場合

$$Q_{fuel,BL} = F_{fuel,PJ,S} \times HV_{fuel,S} \times \frac{1}{\alpha} \quad (式 5)$$

$$\alpha = \frac{G_P}{G_B} \quad (式 6)$$

記号	定義	単位
$Q_{fuel,BL}$	ベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$F_{fuel,PJ,S}$	事業実施後の自家用発電機燃料使用量	t, kL, Nm ³ 等
$HV_{fuel,S}$	自家用発電機燃料の単位発熱量	GJ/t, GJ/kL, GJ/Nm ³ 等
α	効率改善係数 (エネルギー削減比)	
G_P	事業実施後の工業炉のエネルギー原単位	MJ/単位生産量
G_B	事業実施前の工業炉のエネルギー原単位	MJ/単位生産量

b)電力使用量から算定する場合

$$Q_{fuel,BL} = EL_{PJ,S} \times 3.6 \times 10^{-3} \times \frac{100}{\varepsilon_S} \times \frac{1}{\alpha} \quad (式 7)$$

$$\alpha = \frac{G_P}{G_B} \quad (式 8)$$

記号	定義	単位
$Q_{fuel,BL}$	ベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$EL_{PJ,S}$	事業実施後の自家発電電力使用量	kWh/年
ε_S	自家用発電機の発電効率	%
α	効率改善係数 (エネルギー削減比)	
G_P	事業実施後の工業炉のエネルギー原単位	MJ/単位生産量
G_B	事業実施前の工業炉のエネルギー原単位	MJ/単位生産量

(3)ベースライン排出量

1)工業炉が燃料で稼動する場合

$$EM_{BL} = Q_{fuel, BL} \times CF_{fuel, BL} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 9})$$

記号	定義	単位
EM_{BL}	ベースライン排出量	tCO2/年
$Q_{fuel, BL}$	ベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$CF_{fuel, BL}$	事業実施前燃料の単位発熱量当たりの炭素排出係数	tC/GJ

2)工業炉が電力で稼動する場合

①系統電力を使用する場合

$$EM_{BL} = EL_{BL} \times CF_{electricity, t} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 10})$$

記号	定義	単位
EM_{BL}	ベースライン排出量	tCO2/年
EL_{BL}	ベースライン電力使用量	kWh/年
$CF_{electricity, t}$	電力の炭素排出係数	tC/kWh

②自家発電機による発電電力を使用する場合

$$EM_{BL} = Q_{fuel, BL} \times CF_{fuel, S} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 11})$$

記号	定義	単位
EM_{BL}	ベースライン排出量	tCO2/年
$Q_{fuel, BL}$	ベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$CF_{fuel, S}$	自家発電機燃料の単位発熱量当たりの炭素排出係数	tC/GJ

6. 事業実施後排出量

1) 工業炉が燃料で稼動する場合

$$EM_{PJ} = \sum \left(F_{fuel,i,PJ} \times HV_{fuel,i,PJ} \times CF_{fuel,i,PJ} \times \frac{44}{12} \right) \quad (式 12)$$

記号	定義	単位
EM_{PJ}	事業実施後排出量	tCO2/年
$F_{fuel,i,PJ}$	事業実施後燃料 i の使用量	t, kL, m ³ N等
$HV_{fuel,i,PJ}$	事業実施後燃料 i の単位発熱量	GJ/t, GJ/kL, GJ/m ³ N等
$CF_{fuel,i,PJ}$	事業実施後燃料 i の単位発熱量当たりの炭素排出係数	tC/GJ

2) 工業炉が電力で稼動する場合

① 系統電力を使用する場合

$$EM_{PJ} = EL_{PJ} \times CF_{electricity,t} \times \frac{44}{12} \quad (式 13)$$

記号	定義	単位
EM_{PJ}	事業実施後排出量	tCO2/年
EL_{PJ}	事業実施後の電力使用量	kWh/年
$CF_{electricity,t}$	電力の炭素排出係数	tC/kWh

② 自家用発電機による発電電力を使用する場合

a) 燃料使用量から算定する場合

$$EM_{PJ} = F_{fuel,PJ,S} \times HV_{fuel,S} \times CF_{fuel,S} \times \frac{44}{12} \quad (式 14)$$

記号	定義	単位
EM_{PJ}	事業実施後排出量	tCO2/年
$F_{fuel,PJ,S}$	事業実施後の自家用発電機燃料使用量	t, kL, Nm ³ 等
$HV_{fuel,S}$	自家用発電機燃料の単位発熱量	GJ/t, GJ/kL, GJ/Nm ³ 等
$CF_{fuel,S}$	自家用発電機燃料の単位発熱量当たりの炭素排出係数	tC/GJ

b)電力使用量から算定する場合

$$EM_{PJ} = EL_{PJ,S} \times 3.6 \times 10^{-3} \times \frac{100}{\varepsilon_S} \times CF_{fuel,S} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 15})$$

記号	定義	単位
EM_{PJ}	事業実施後排出量	tCO2/年
$EL_{PJ,S}$	事業実施後の自家発電電力使用量	kWh/年
ε_S	自家用発電機の発電効率	%
$CF_{fuel,S}$	自家用発電機燃料の単位発熱量当たりの炭素排出係数	tC/GJ

7. リークージ排出量

$$LE \quad (\text{式 16})$$

記号	定義	単位
LE	リークージ排出量	tCO2/年

- 排出削減事業の実施により生じるバウンダリー外での温室効果ガス排出量の変化であって、技術的に計測可能かつ当該事業に起因するものを、リークージ排出量として考慮する。
- 設備の生産、運搬、設置、廃棄に伴う温室効果ガス排出量は、リークージとしてカウントしない。

8. 排出削減量

$$ER = EM_{BL} - (EM_{PJ} + LE) \quad (\text{式 17})$$

記号	定義	単位
ER	排出削減量	tCO2/年
EM_{BL}	ベースライン排出量	tCO2/年
EM_{PJ}	事業実施後排出量	tCO2/年
LE	リークージ排出量	tCO2/年

9. モニタリング方法

ベースライン排出量と事業実施後排出量を算定するために必要となる、モニタリング項目及びモニタリング方法例を下表に示す。

モニタリング項目		モニタリング方法例
$F_{fuel,i,PJ}$	事業実施後燃料 i の使用量	<ul style="list-style-type: none"> 燃料計による計測 燃料供給会社からの請求書をもとに算定
$F_{fuel,PJ,S}$	事業実施後の自家用発電機燃料使用量	<ul style="list-style-type: none"> 燃料計による計測 燃料供給会社からの請求書をもとに算定
EL_{PJ}	事業実施後の電力使用量	<ul style="list-style-type: none"> 電力計による計測 電力会社からの請求書をもとに算定
$EL_{PJ,S}$	事業実施後の自家用発電電力使用量	<ul style="list-style-type: none"> 電力計による計測
ϵ_S	自家用発電機の発電効率	<ul style="list-style-type: none"> 計測 カタログ値をもとに算定
$HV_{fuel,i,PJ}$	事業実施後燃料 i の単位発熱量	<ul style="list-style-type: none"> 燃料供給会社のスペックシートをもとに算定 デフォルト値を利用
$HV_{fuel,S}$	自家用発電機燃料の単位発熱量	<ul style="list-style-type: none"> 燃料供給会社のスペックシートをもとに算定 デフォルト値を利用
G_P	事業実施後の工業炉のエネルギー原単位 ⁵	<ul style="list-style-type: none"> 計測
G_B	事業実施前の工業炉のエネルギー原単位	<ul style="list-style-type: none"> 計測
$CF_{fuel,BL}$	事業実施前燃料の単位発熱量当たりの炭素排出係数	<ul style="list-style-type: none"> 燃料供給会社のスペックシートをもとに算定 デフォルト値を利用
$CF_{fuel,i,PJ}$	事業実施後燃料 i の単位発熱量当たりの炭素排出係数	<ul style="list-style-type: none"> 燃料供給会社のスペックシートをもとに算定 デフォルト値を利用
$CF_{fuel,S}$	自家用発電機燃料の単位発熱量当たりの炭素排出係数	<ul style="list-style-type: none"> 燃料供給会社のスペックシートをもとに算定 デフォルト値を利用

⁵ 工業炉のエネルギー原単位を実測する場合、原則、事業実施前後で統一された測定条件で実測することが必要である。

$CF^{Electricity,t}$	電力の炭素排出係数	<p>・デフォルト値を利用</p> $CF^{Electricity,t} = C_{mo} \cdot (1 - f(t)) + C_a(t) \cdot f(t)$ <p>ここで、</p> <p>t: 電力需要変化以降の時間（事業開始日以降の経過年）</p> <p>C_{mo}: 限界電源炭素排出係数</p> <p>$C_a(t)$: t年に対応する全電源炭素排出係数</p> <p>$f(t)$: 移行関数</p> $f(t) = \begin{cases} 0 & [0 \leq t < 1 \text{ 年}] \\ 0.5 & [1 \text{ 年} \leq t < 2.5 \text{ 年}] \\ 1 & [2.5 \text{ 年} \leq t] \end{cases}$ <p>・排出削減事業者等からの申請に基づき、$CF^{Electricity,t}$として全電源炭素排出係数を利用することができる</p>
----------------------	-----------	---

10. 付記

- 限界電源炭素排出係数を適用する排出削減事業については、当該事業の承認申請に当たって、全電源炭素排出係数を適用した場合の排出削減量の試算を付すこととする。
- 施設として複数の電力源を常時併用する場合、事業実施後の当該施設における系統電力使用量と自家発電電力量を測定し、その割合によって、当該設備の電力使用量がいずれの電力源由来であるか按分することで、本方法論を適用することができる。ただし、バックアップ発電機の利用のような計画外の電力使用量については、リーケージとして評価することとする。
- 追加性の有無については、バイオマス燃料を利用する場合に限り、投資回収年数の判断基準に加え、事業実施後のバイオマス燃料の購入、工業炉に係る維持管理等の経費が、事業実施前の化石燃料又は系統電力の購入、工業炉に係る維持管理等の経費を上回るか否かを判断基準とすることができる。