

## 1. 方法論番号

002-A

## 2. 方法論名称

ヒートポンプの導入による熱源設備の更新（熱回収型ヒートポンプ）

## 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：事業実施前の熱源設備よりも高効率の熱回収型ヒートポンプを導入すること。<sup>1</sup>
- 条件 2：熱回収型ヒートポンプは、冷水及び熱回収機能による冷温水の製造のために使用すること。
- 条件 3：熱回収型ヒートポンプの導入を行わなかった場合、事業実施前の熱源設備を継続的に利用できること。<sup>2</sup>
- 条件 4：熱回収型ヒートポンプを導入した事業者が、更新後の熱回収型ヒートポンプで製造した冷水及び温水を自家消費すること。<sup>3</sup>

上記の条件に加え、次の条件を満たす場合には、低温室効果冷媒（二酸化炭素冷媒等）の使用による排出削減量についても評価することができる。<sup>4</sup>

- 条件 5：事業実施後の熱回収型ヒートポンプにおいて、低温室効果冷媒を利用していること。<sup>5</sup>

## 4. バウンダリー

更新される熱源設備及び熱回収型ヒートポンプから冷水・温水の供給を受ける設備。<sup>6</sup> 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

ベースラインエネルギー起源二酸化炭素温室効果ガス排出量は、熱源設備の更新（熱回収型ヒートポンプの導入）を行わずに、事業実施前の熱源設備を使用し続けた場合に想定される二酸化炭素排出量、及び更新後の熱回収型ヒートポンプで熱回収された温水分に相当する事業実施前の熱源設備の二酸化炭素排出量である。

また、低温室効果冷媒の使用による排出削減量を評価する場合には、標準的に使用される冷媒（冷媒種及び冷媒充填量）が漏洩した場合に想定される温室効果ガス排出量を、冷媒起源のベースライン排出量とする。

<sup>1</sup> 熱回収型ヒートポンプ（冷温水同時製造）を導入しない場合は方法論 002 を使用すること。

<sup>2</sup> 故障又は設備の老朽化等により事業実施前の熱源設備を継続して利用できない場合には、条件 3 を満たさない。

<sup>3</sup> 熱回収型ヒートポンプを導入した事業者が事業者の外部に熱を供給する場合には、自家消費する熱量分についてのみ本方法論の対象とする。

<sup>4</sup> ただし、事業実施前において低温室効果冷媒を使用している場合は対象外とする。

<sup>5</sup> ただし、事業実施後の冷媒種として地球温暖化対策推進法対象の代替フロン等 3 ガス、オゾン層保護法の特定物質及び HFC-245fa は対象外とし、単体であるか混合であるかは問わない。

<sup>6</sup> 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。

(2)ベースラインエネルギー使用量

$$Q_{fuel,BL_h} = Q_{heat,PJ_h} \times \frac{100}{\varepsilon_{BL_h}} \quad (式 1)$$

$$Q_{fuel,BL_c} = Q_{heat,PJ_c} \times \frac{100}{\varepsilon_{BL_c}} \quad (式 2)$$

$$Q_{heat,PJ_{h,c}} = F_{heat,PJ_{h,c}} \times \Delta T_{heat,PJ_{h,c}} \times C_{heat,PJ_{h,c}} \times \rho_{heat,PJ_{h,c}} \times 10^{-3} \quad (式 3)$$

記号	定義	単位
$Q_{fuel,BL_{h,c}}$	ベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$Q_{heat,PJ_{h,c}}$	事業実施後の温水又は冷水からの使用熱量	GJ/年
$\varepsilon_{BL_c}$	事業実施前の冷水製造設備のエネルギー消費効率	%
$\varepsilon_{BL_h}$	事業実施前の温水製造設備のエネルギー消費効率	%
$F_{heat,PJ_{h,c}}$	事業実施後の温水又は冷水の使用量	m <sup>3</sup>
$\Delta T_{heat,PJ_{h,c}}$	事業実施後のヒートポンプで加熱又は冷却された水の熱 利用前後の温度差	K
$C_{heat,PJ_{h,c}}$	温水又は冷水の比熱	MJ/ (t・K)

- 熱量計を用いて、事業実施後使用熱量 ( $Q_{heat,PJ_{h,c}}$ ) を計測できる場合は、直接  $Q_{heat,PJ_{h,c}}$  を用いてベースラインエネルギー消費量を求めることができる。

(3)ベースライン排出量

<エネルギー起源二酸化炭素排出量>

1)事業実施前の冷水製造熱源設備が燃料で稼働する場合

$$EM_{BL_h} = Q_{fuel,BL_h} \times CF_{fuel,BL_h} \times \frac{44}{12} \quad (式 4)$$

$$EM_{BL_c} = Q_{fuel,BL_c} \times CF_{fuel,BL_c} \times \frac{44}{12} \quad (式 5)$$

$$EM_{BL} = EM_{BL_h} + EM_{BL_c} \quad (式 6)$$

記号	定義	単位
$EM_{BL}$	エネルギー起源二酸化炭素のベースライン排出量	tCO2/年
$EM_{BL_h}$	ベースライン排出量 (温水製造分)	tCO2/年
$EM_{BL_c}$	ベースライン排出量 (冷水製造分)	tCO2/年
$Q_{fuel,BL_{h,c}}$	温水又は冷水製造時のベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$CF_{fuel,BL_{h,c}}$	事業実施前の燃料の炭素排出係数	tC/GJ

## 2)更新前の冷水製造熱源設備が電力で稼働する場合

## ①系統電力を使用する場合

$$EM_{BL\_h} = Q_{fuel, BL\_h} \times CF_{fuel, BL\_h} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 7})$$

$$EM_{BL\_c} = Q_{fuel, BL\_c} \times \frac{1}{3.6 \times 10^{-3}} \times CF_{electricity, t} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 8})$$

$$EM_{BL} = EM_{BL\_h} + EM_{BL\_c} \quad (\text{式 9})$$

記号	定義	単位
$EM_{BL}$	エネルギー起源二酸化炭素のベースライン排出量	tCO2/年
$EM_{BL\_h}$	ベースライン排出量 (温水製造分)	tCO2/年
$EM_{BL\_c}$	ベースライン排出量 (冷水製造分)	tCO2/年
$Q_{fuel, BL\_h, c}$	温水又は冷水製造時のベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$CF_{fuel, h}$	事業実施前燃料の単位発熱量当りの炭素排出係数	tC/GJ
$CF_{electricity, t}$	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

$$EM_{BL\_h} = Q_{fuel, BL\_h} \times CF_{fuel, BL\_h} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 10})$$

$$EM_{BL\_c} = Q_{fuel, BL\_c} \times \frac{100}{\varepsilon_s} \times CF_{fuel, s} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 11})$$

$$EM_{BL} = EM_{BL\_h} + EM_{BL\_c} \quad (\text{式 12})$$

記号	定義	単位
$EM_{BL}$	エネルギー起源二酸化炭素のベースライン排出量	tCO2/年
$EM_{BL\_h}$	ベースライン排出量 (温水製造分)	tCO2/年
$EM_{BL\_c}$	ベースライン排出量 (冷水製造分)	tCO2/年
$Q_{fuel, BL\_h, c}$	温水又は冷水製造時のベースラインエネルギー使用量	GJ/年
$CF_{fuel, BL\_h, c}$	事業実施前の燃料の炭素排出係数	tC/GJ
$\varepsilon_s$	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りの炭素排出係数	tC/GJ

## &lt;冷媒起源温室効果ガス排出量&gt;

$$EM_{C, BL} = FA_{C, BL} \times LR_{C, BL} \times GWP_{C, BL} \quad (\text{式 13})$$

記号	定義	単位
$EM_{C,BL}$	冷媒起源温室効果ガスのベースライン排出量	tCO2e/年
$FA_{C,BL}$	ベースラインとして想定する冷媒の充填量	t
$LR_{C,BL}$	ベースラインとして想定する冷媒の年間漏洩率	%
$GWP_{C,BL}$	ベースラインとして想定する冷媒の地球温暖化係数	tCO2e/t

## 6. 事業実施後排出量

<エネルギー起源二酸化炭素排出量>

1) 系統電力を使用する場合

$$EM_{PJ} = EL_{PJ} \times CF_{electricity,t} \times \frac{44}{12} \quad (\text{式 14})$$

記号	定義	単位
$EM_{PJ}$	エネルギー起源二酸化炭素の事業実施後排出量	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

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

記号	定義	単位
$EM_{PJ}$	エネルギー起源二酸化炭素の事業実施後排出量	GJ/年
$EL_{PJ,S}$	事業実施後の自家用発電電力使用量	kWh/年
$\epsilon_S$	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

<冷媒起源温室効果ガス排出量>

$$EM_{C,PJ} = FA_{C,PJ} \times LR_{C,PJ} \times GWP_{C,PJ} \quad (\text{式 16})$$

記号	定義	単位
$EM_{C,PJ}$	冷媒起源温室効果ガスの事業実施後排出量	tCO2e/年
$FA_{C,PJ}$	事業実施後の冷媒の充填量	t
$LR_{C,PJ}$	事業実施後の冷媒の年間漏洩率	%
$GWP_{C,PJ}$	事業実施後の冷媒の地球温暖化係数	tCO2e/t

## 7. リークージ排出量

 $LE$  (式 17)

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

&lt;エネルギー起源二酸化炭素排出削減量&gt;

 $ER = EM_{BL} - (EM_{PJ} + LE)$  (式 18)

記号	定義	単位
$ER$	エネルギー起源二酸化炭素の排出削減量	tCO2/年
$EM_{BL}$	エネルギー起源二酸化炭素のベースライン排出量	tCO2/年
$EM_{PJ}$	エネルギー起源二酸化炭素の事業実施後排出量	tCO2/年
$LE$	リークージ排出量	tCO2/年

&lt;冷媒起源温室効果ガス排出削減量&gt;

 $ER_C = EM_{C,BL} - EM_{C,PJ}$  (式 19)

記号	定義	単位
$ER_C$	冷媒起源温室効果ガスの排出削減量	tCO2e/年
$EM_{C,BL}$	冷媒起源温室効果ガスのベースライン排出量	tCO2e/年
$EM_{C,PJ}$	冷媒起源温室効果ガスの事業実施後排出量	tCO2e/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。添え字  $h,c$  が付いているモニタリング項目に関しては、その用途（温水、冷水）ごとにモニタリングする必要がある。

### <エネルギー起源二酸化炭素>

モニタリング項目		モニタリング方法例
$Q_{heat,PJ,h,c}$	事業実施後の使用熱量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱量計による計測</li> <li>・<math>F_{heat,PJ,h,c,s}</math>、<math>\Delta T_{heat,PJ,h,c}</math>等をもとに算定</li> </ul>
$F_{heat,PJ,h,c}$	事業実施後の温水又は冷水の使用量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流量計による計測</li> </ul>
$EL_{PJ}$	事業実施後の電力使用量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力計による計測</li> <li>・電力会社からの請求書をもとに算定</li> </ul>
$EL_{PJ,S}$	事業実施後の自家発電電力使用量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力計による計測</li> </ul>
$\Delta T_{heat,PJ,h,c}$	事業実施後のヒートポンプで加熱又は冷却された水の熱利用前後の温度差	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度計による計測</li> <li>・管理温度をもとに算定<sup>7</sup></li> </ul>
$C_{heat,PJ,h,c}$	温水又は冷水の比熱	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測</li> <li>・文献値を利用</li> </ul>
$\rho_{heat,PJ,h,c}$	温水又は冷水の密度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測</li> <li>・文献値を利用</li> </ul>
$\varepsilon_{BL,h,c}$	事業実施前の熱源設備のエネルギー消費効率	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測</li> <li>・カタログ値をもとに算定</li> </ul>
$\varepsilon_S$	自家用発電機の発電効率	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測</li> <li>・カタログ値をもとに算定</li> </ul>
$CF_{fuel,BL,h,c}$	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"> <li>・燃料供給会社のスペックシートをもとに算定</li> <li>・デフォルト値を利用</li> </ul>
$CF_{fuel,S}$	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"> <li>・燃料供給会社のスペックシートをもとに算定</li> <li>・デフォルト値を利用</li> </ul>

<sup>7</sup> 管理温度は、事業者が季節別、時間別に管理・運営している温度。

$CF_{Electricity,t}$	電力の炭素排出係数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デフォルト値を利用</li> </ul> $CF_{Electricity,t} = Cmo \cdot (1-f(t)) + Ca(t) \cdot f(t)$ <p>ここで、</p> <p><math>t</math>: 電力需要変化以降の時間（事業開始日以降の経過年）</p> <p><math>Cmo</math>: 限界電源炭素排出係数</p> <p><math>Ca(t)</math>: <math>t</math>年に対応する全電源炭素排出係数</p> <p><math>f(t)</math>: 移行関数</p> $f(t) = \begin{cases} 0 & [0 \leq t < 1 \text{ 年}] \\ 0.5 & [1 \text{ 年} \leq t < 2.5 \text{ 年}] \\ 1 & [2.5 \text{ 年} \leq t] \end{cases}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>・排出削減事業者等からの申請に基づき、<math>CF_{Electricity,t}</math>として全電源炭素排出係数を利用することができる</li> </ul>
----------------------	-----------	---

<冷媒起源温室効果ガス>

モニタリング項目		モニタリング方法例
$FA_{C,BL}$	ベースラインとして想定する冷媒の充填量	・カタログ値をもとに算定 <sup>8</sup>
$FA_{C,PJ}$	事業実施後の冷媒の充填量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測</li> <li>・カタログ値をもとに算定</li> </ul>
$LR_{C,BL}$	ベースラインとして想定する冷媒の年間漏洩率	・産業構造審議会 化学・バイオ部会 地球温暖化防止対策小委員会資料を利用
$LR_{C,PJ}$	事業実施後の冷媒の年間漏洩率	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測</li> <li>・産業構造審議会 化学・バイオ部会 地球温暖化防止対策小委員会資料を利用<sup>9</sup></li> </ul>
$GWP_{C,BL}$	ベースラインとして想定する冷媒の地球温暖化係数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デフォルト値を利用</li> <li>・カタログ値をもとに算定<sup>10</sup></li> </ul>
$GWP_{C,PJ}$	事業実施後の冷媒の地球温暖化係数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デフォルト値を利用</li> <li>・カタログ値をもとに算定</li> </ul>

<sup>8</sup> 事業実施後の冷媒の充填量を、ベースラインとして想定する冷媒の充填量として利用することができる。

<sup>9</sup> 事業実施後の冷媒の年間漏洩率を、ベースラインとして想定する冷媒の年間漏洩率として利用することができる。

<sup>10</sup> 事業実施前の冷媒種にオゾン層保護法の特定物質が使用されていた場合は、標準的に使用されている冷媒をベースラインとして想定する冷媒の地球温暖化係数に使用する。

## 10. 付記

- 排出削減事業実施後の熱需要の使用条件によって、ヒートポンプからの生産熱量のうち、利用できていない熱量が相当程度見込まれる場合は、ヒートポンプ COP を算定するために必要な項目をモニタリングし、事業実施後の排熱有効利用量の調整を行う必要がある。
- 必要な項目をモニタリングできない場合は、把握可能なデータを使用して、利用できていない熱量の推定を行う。その場合、推定の算定式が合理的であることを、十分な根拠資料を用いて説明できることが必要である。
- 冷水供給における更新前の熱源設備効率について、更新前の熱源設備がボイラーと吸収式冷凍機の場合には、「ボイラー効率×吸収式冷凍機効率」とする。ただし、吸収式冷凍機効率を1とみなしても合理的な場合は「ボイラー効率」を直接使用することができる。
- 複数のヒートポンプを導入する場合は、機器ごと、用途（温水・蒸気・冷水）ごとに算定式を適用し、最後に合算して排出削減量を算定することが可能である。
- 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。