

方法論番号	EN-S-011 Ver.1.0
方法論名称	未利用廃熱の熱源利用

#### <方法論の対象>

- 本方法論は、廃熱を回収し再利用するための熱交換器等（以下「廃熱回収設備」という。）を導入し、未利用の廃熱を新たな熱源として利用することにより、既存の熱源設備における化石燃料等の使用量を削減する排出削減活動を対象とするものである。

## 1. 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：廃熱回収設備を導入し、プロジェクト実施前には未利用であった廃熱を回収して熱源利用することで、プロジェクト実施前の熱源設備から発生させていた熱の全て又は一部を代替すること。
- 条件 2：回収した未利用の廃熱の全部又は一部を自家消費すること。

#### <適用条件の説明>

##### 条件 1：

本方法論は、プロジェクト実施前の熱源設備から発生させていた熱を、回収した未利用廃熱へ完全に切り替えるプロジェクト又は一部代替するプロジェクトを対象とする。

ただし、回収した未利用の廃熱量をもとにベースライン排出量を評価するのではなく、プロジェクト実施前後のエネルギー効率の改善をもとに評価する場合は「EN-S-001 ボイラーの導入」等の設備導入を前提とする方法論を適用することとする。

廃熱回収設備の導入により影響を受ける既設の熱利用設備がある場合は、「プロジェクト実施前には未利用であった」とはいえないため、本方法論の対象とならない。

コージェネレーションを導入するプロジェクトについては「EN-S-007 コージェネレーションの導入」を適用することとする。

##### 条件 2：

廃熱回収設備を導入したプロジェクト実施者が、蒸気、温水又は熱媒油等の熱を外部に供給する場合には、自家消費する熱量分のみ排出削減量の認証の対象とする。

## 2. 排出削減量の算定

$$ER = EM_{BL} - EM_{PJ} \quad (\text{式 1})$$

記号	定義	単位
$ER$	排出削減量	tCO <sub>2</sub> /年
$EM_{BL}$	ベースライン排出量	tCO <sub>2</sub> /年
$EM_{PJ}$	プロジェクト実施後排出量	tCO <sub>2</sub> /年

<排出削減量の算定で考慮すべき温室効果ガス排出活動>

項	排出活動	温室効果ガス	説明
ベースライン 排出量	熱源設備の 使用	CO <sub>2</sub>	【主要排出活動】 プロジェクト実施前の熱源設備の使用に伴う電力又 は化石燃料の使用による排出量
プロジェクト 実施後 排出量	廃熱回収設備で 回収した廃熱の 利用	CO <sub>2</sub>	【主要排出活動】 廃熱回収設備で回収した廃熱の利用に伴う排出量
	熱搬送設備の使 用	CO <sub>2</sub>	【付随的な排出活動】 熱搬送設備（送風機、ポンプ等）の使用に伴う電力 又は化石燃料の使用による排出量
	廃熱の昇温又は 昇圧	CO <sub>2</sub>	【付随的な排出活動】 廃熱の昇温又は昇圧に伴う電力又は化石燃料の使用 による排出量

3. プロジェクト実施後排出量の算定

$$EM_{PJ} = EM_{PJ,M} + EM_{PJ,S} \quad (\text{式 2})$$

記号	定義	単位
$EM_{PJ}$	プロジェクト実施後排出量	tCO <sub>2</sub> /年
$EM_{PJ,M}$	プロジェクト実施後の主要排出量	tCO <sub>2</sub> /年
$EM_{PJ,S}$	プロジェクト実施後の付随的な排出量	tCO <sub>2</sub> /年

<主要排出活動>

- a) 廃熱回収設備で回収した廃熱の利用によるプロジェクト実施後排出量

$$EM_{PJ,M} = 0 \quad (\text{式 3})$$

記号	定義	単位
$EM_{PJ,M}$	プロジェクト実施後の主要排出量	tCO <sub>2</sub> /年

<付随的な排出活動>

b) 熱搬送設備の使用によるプロジェクト実施後排出量

c) 廃熱の昇温又は昇圧によるプロジェクト実施後排出量

- b) から c) の付随的な排出活動については、妥当性確認時に排出削減見込み量に対する影響度を算定し、影響度に応じてそれぞれ以下のように取り扱う。
  - ①影響度が 5%以上の場合：モニタリングを行い排出量の算定を行う。
  - ②影響度が 1%以上 5%未満の場合：排出量のモニタリングを省略することができる。ただし、省略した場合は、妥当性確認時に影響度を算定し、検証時に当該影響度を排出削減量に乗じることによって当該排出量の算定を行う。
  - ③影響度が 1%未満の場合：排出量の算定を省略することができる。
- ただし、複数のモニタリングを省略する付随的な排出活動の影響度の合計を 5%以上にはならない(影響度の合計が 5%未満となるようにモニタリングを省略する付随的な排出活動を調整しなければならない)。

<付随的な排出活動の算定例>

$$EM_{PJ,S} = EM_{PJ,S,transport} + EM_{PJ,S,rise} \quad (\text{式 4})$$

記号	定義	単位
$EM_{PJ,S}$	プロジェクト実施後の付随的な排出量	tCO2/年
$EM_{PJ,S,transport}$	熱搬送設備の使用によるプロジェクト実施後排出量	tCO2/年
$EM_{PJ,S,rise}$	廃熱の昇温又は昇圧によるプロジェクト実施後排出量	tCO2/年

b) 熱搬送設備の使用に伴うプロジェクト実施後排出量

b-1) 化石燃料を使用する場合

$$EM_{PJ,S,transport} = F_{PJ,transport} \times HV_{PJ,transport} \times CEF_{PJ,transport} \quad (\text{式 5})$$

記号	定義	単位
$EM_{PJ,S,transport}$	熱搬送設備の使用によるプロジェクト実施後排出量	tCO2/年
$F_{PJ,transport}$	プロジェクト実施後の熱搬送設備における燃料使用量	kL/年, t/年, m <sup>3</sup> /年
$HV_{PJ,transport}$	プロジェクト実施後の熱搬送設備で使用する燃料の単位発熱量	GJ/ kL, t, m <sup>3</sup>
$CEF_{PJ,transport}$	プロジェクト実施後の熱搬送設備で使用する燃料の単位発熱量当たりの CO2 排出係数	tCO2/GJ

$$EM_{PJ,S,transport} = EL_{PJ,transport} \times CEF_{electricity,t} \quad (\text{式 6})$$

記号	定義	単位
----	----	----

$EM_{PJ,S,transport}$	熱搬送設備の使用によるプロジェクト実施後排出量	tCO <sub>2</sub> /年
$EL_{PJ,transport}$	プロジェクト実施後の熱搬送設備における電力使用量	kWh/年
$CEF_{electricity,t}$	電力の CO <sub>2</sub> 排出係数	tCO <sub>2</sub> /kWh

c) 廃熱の昇温又は昇圧によるプロジェクト実施後排出量

c-1) 化石燃料を使用する場合

$$EM_{PJ,S,rise} = F_{PJ,rise} \times HV_{PJ,rise} \times CEF_{PJ,rise} \quad (\text{式 7})$$

記号	定義	単位
$EM_{PJ,S,rise}$	廃熱の昇温又は昇圧によるプロジェクト実施後排出量	tCO <sub>2</sub> /年
$F_{PJ,rise}$	プロジェクト実施後の廃熱の昇温又は昇圧における燃料使用量	kL/年, t/年, m <sup>3</sup> /年
$HV_{PJ,rise}$	プロジェクト実施後の廃熱の昇温又は昇圧に使用する燃料の単位発熱量	GJ/ kL, t, m <sup>3</sup>
$CEF_{PJ,rise}$	プロジェクト実施後の廃熱の昇温又は昇圧に使用する燃料の単位発熱量当たりの CO <sub>2</sub> 排出係数	tCO <sub>2</sub> /GJ

c-2) 電力を使用する場合

$$EM_{PJ,S,rise} = EL_{PJ,rise} \times CEF_{electricity,t} \quad (\text{式 8})$$

記号	定義	単位
$EM_{PJ,S,rise}$	廃熱の昇温又は昇圧によるプロジェクト実施後排出量	tCO <sub>2</sub> /年
$EL_{PJ,rise}$	プロジェクト実施後の廃熱の昇温又は昇圧における電力使用量	kWh/年
$CEF_{electricity,t}$	電力の CO <sub>2</sub> 排出係数	tCO <sub>2</sub> /kWh

#### 4. ベースライン排出量の考え方

本方法論におけるベースライン排出量は、プロジェクト実施後の廃熱回収設備で回収し、利用した熱量を、ベースラインの熱源設備から得る場合に想定される CO<sub>2</sub> 排出量とする。

$$Q_{BL,heat} = Q_{PJ,heat,recovery} = FL_{PJ,recovery} \times \Delta H_{PJ,recovery} \times 10^{-3} \quad (\text{式 9})$$

記号	定義	単位
$Q_{BL,heat}$	ベースラインの熱源設備による生成熱量	GJ/年
$Q_{PJ,heat,recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収設備で回収・利用する熱量	GJ/年
$FL_{PJ,recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒流量	t/年
$\Delta H_{PJ,recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒の加熱前後のエンタルピー差	kJ/kg

<補足説明>

- 熱媒の相転移（液体から気体への相転移等）を伴わない場合には、プロジェクト実施後の廃熱回収設備で回収・利用する熱量（ $Q_{PJ,heat,recovery}$ ）は、下記式で求めてもよい。

$$Q_{PJ,heat,recovery} = FL_{PJ,recovery} \times \Delta T_{PJ,recovery} \times C_{PJ,recovery} \times 10^{-3} \quad (\text{式 10})$$

記号	定義	単位
$Q_{PJ,heat,recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収設備で回収・利用する熱量	GJ/年
$FL_{PJ,recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒流量	t/年
$\Delta T_{PJ,recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒の加熱前後の温度差	K
$C_{PJ,recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒の比熱	MJ/(t・K)

## 5. ベースライン排出量の算定

- a) ベースラインの熱源設備が化石燃料で稼働する場合

$$EM_{BL} = Q_{BL,heat} \times \frac{100}{\varepsilon_{BL}} \times CEF_{BL,fuel} \quad (\text{式 11})$$

記号	定義	単位
$EM_{BL}$	ベースライン排出量	tCO2/年
$Q_{BL,heat}$	ベースラインの熱源設備による生成熱量	GJ/年
$\varepsilon_{BL}$	ベースラインの熱源設備のエネルギー消費効率	%
$CEF_{BL,fuel}$	ベースラインの熱源設備で使用する燃料の単位発熱量当たりの CO2 排出係数	tCO2/GJ

- b) ベースラインの熱源設備が電力で稼働する場合

$$EM_{BL} = Q_{BL,heat} \times \frac{100}{\varepsilon_{BL}} \times \frac{1}{3.6} \times CEF_{electricity,t} \quad (\text{式 12})$$

記号	定義	単位
$EM_{BL}$	ベースライン排出量	tCO2/年
$Q_{BL,heat}$	ベースラインの熱源設備による生成熱量	GJ/年
$\varepsilon_{BL}$	ベースラインの熱源設備のエネルギー消費効率	%
$CEF_{electricity,t}$	電力の CO2 排出係数	tCO2/kWh

## 6. モニタリング方法

ベースライン排出量とプロジェクト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等の一覧を下表に示す。プロジェクト計画書の作成時には、選択した算定式に応じてモニタリング項目を特定し、実施規程（プロジェクト実施者向け）及びモニタリング・算定規程に従い、モニタリング計画を作成する。モニタリング時には、モニタリング計画に従いモニタリングすること。

### 1) 活動量のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法例	モニタリング頻度	注釈
$EL_{PJ,transport}$	プロジェクト実施後の熱搬送設備における電力使用量 (kWh/年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力会社からの請求書をもとに算定</li> <li>電力量計による計測</li> <li>設備仕様（定格消費電力）と稼働時間をもとに算定</li> </ul>	対象期間で累計	
$FPJ,transport$	プロジェクト実施後の熱搬送設備における燃料使用量 (kL/年,t/年,m <sup>3</sup> /年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料供給会社からの請求書をもとに算定</li> <li>燃料計による計測</li> </ul>	対象期間で累計	
$EL_{PJ,rise}$	プロジェクト実施後の廃熱の昇温又は昇圧における電力使用量 (kWh/年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力会社からの請求書をもとに算定</li> <li>電力量計による計測</li> <li>設備仕様（定格消費電力）と稼働時間をもとに算定</li> </ul>	対象期間で累計	
$FPJ,rise$	プロジェクト実施後の廃熱の昇温又は昇圧における燃料使用量 (kL/年,t/年,m <sup>3</sup> /年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料供給会社からの請求書をもとに算定</li> <li>燃料計による計測</li> </ul>	対象期間で累計	
$FL_{PJ,recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒流量 (t/年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>流量計による計測</li> </ul>	対象期間で累計	

### 2) 係数のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法例	モニタリング頻度	注釈
$CEF_{electricity,t}$	電力の CO2 排出係数 (tCO2/MWh)	<ul style="list-style-type: none"> <li>デフォルト値を利用</li> </ul> $CEF_{electricity,t} = C_{mo} \cdot (1 - f(t)) + C_a(t) \cdot f(t)$ <p>ここで、  <math>t</math>: 電力需要変化以降の時間（プロジェクト開始日以降の経過年）  <math>C_{mo}</math>: 限界電源 CO2 排出係数  <math>C_a(t)</math>: <math>t</math>年に対応する全電源 CO2 排出係数  <math>f(t)</math>: 移行関数</p>	【要求頻度】検証申請時に最新のものを使用	※1

		$f(d) = \begin{cases} 0 & [0 \leq t < 1 \text{ 年}] \\ 0.5 & [1 \text{ 年} \leq t < 2.5 \text{ 年}] \\ 1 & [2.5 \text{ 年} \leq d] \end{cases}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト実施者からの申請に基づき、<math>CEF_{electricity,t}</math>として全電源 CO2 排出係数を利用することができる</li> </ul>		
$HV_{PJ,transport}$	プロジェクト実施後の熱搬送設備で使用する燃料の単位発熱量 (GJ/kL, GJ/t, GJ/m <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>デフォルト値を利用*</li> </ul>	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用</li> </ul>	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	
$CEF_{PJ,transport}$	プロジェクト実施後の熱搬送設備で使用する燃料の単位発熱量当たりの CO2 排出係数 (tCO <sub>2</sub> /GJ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>デフォルト値を利用*</li> </ul>	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用</li> </ul>	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	
$HV_{PJ,rise}$	プロジェクト実施後の廃熱の昇温又は昇圧に使用する燃料の単位発熱量 (GJ/kL, GJ/t, GJ/m <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>デフォルト値を利用*</li> </ul>	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用</li> </ul>	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	
$CEF_{PJ,rise}$	プロジェクト実施後の廃熱の昇温又は昇圧に使用する燃料の単位発熱量当たりの CO2 排出係数 (tCO <sub>2</sub> /GJ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>デフォルト値を利用*</li> </ul>	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用</li> </ul>	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	

$\Delta H_{PJ, recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒の加熱前後のエンタルピー差 (kJ/kg)	・加熱前後の熱媒の温度、圧力を計測し それをもとに飽和蒸気表から算定	【要求頻度】 定期計測 (1時間 1回以上。ただし、1日の代表値を計測する場合は1日 1回以上)	
		・管理温度、圧力 (プロジェクト実施者が季節別、時間別に管理・運営している温度、圧力) をもとに算定	【要求頻度】 管理・運用単位ごと	※2
$\Delta T_{PJ, recovery}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒の加熱前後の温度差 (K)	・温度計による計測	【要求頻度】 定期計測 (1時間 1回以上。ただし、1日の代表値を計測する場合は1日 1回以上)	
		・管理温度、圧力 (プロジェクト実施者が季節別、時間別に管理・運営している温度、圧力) をもとに算定	【要求頻度】 管理・運用単位ごと	※2
$C_{PJ, heat}$	プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒の比熱 (MJ/(t・K))	・計測	年 1 回以上	
		・カタログ値、文献値を利用	—	
$\epsilon_{BL}$	ベースラインの熱源設備のエネルギー消費効率 (%)	・化石燃料使用量及び生成熱量を実測し、 <b>JIS</b> に基づき熱交換効率を計算	プロジェクト実施前に 1 回	
		・メーカーの仕様書等に記載されたカタログ値を使用	—	
$CE_{FB, fuel}$	ベースラインの熱源設備で使用する燃料の単位発熱量当たりの CO2 排出係数 (tCO2/GJ)	・デフォルト値を利用*	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		・ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	

\* 化石燃料の単位発熱量及び排出係数は、供給会社からの提供値又は実測により把握することもできる。この場合、「モニタリングに係る要求事項」に示す要求頻度を満たしてモニタリングを実施すること。

<※1>

- ・ 自家用発電機による発電電力を用いる場合は、附属書 A に従い電力の CO2 排出係数を求めること。

<※2>

- プロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒の加熱前後の温度差 ( $\Delta T_{PJ,heat}$ ) 及びプロジェクト実施後の廃熱回収・利用に用いる熱媒の加熱前後のエンタルピー差 ( $\Delta H_{PJ,heat}$ ) を管理温度及び圧力をもとに算定する場合、当該管理温度又は圧力の変化に応じてモニタリングが行われることを証明する必要がある。

## 7. 付記

### <妥当性確認に当たって準備が必要な資料一覧>

必要な資料	具体例
適用条件1を満たすことを示す資料	・プロジェクト実施前後の熱利用システム図等、プロジェクト実施前には未利用廃熱であったものをプロジェクトによって利用することを示す資料
適用条件2を満たすことを示す資料	・生産した蒸気、温水又は熱媒油の熱を自家消費することを示す資料（配管図等） ・生産した蒸気、温水又は熱媒油の熱を外部の事業者へ供給している場合には、自家消費分のみをプロジェクトの対象としていることを示す資料

### <方法論の制定及び改定内容の詳細>

Ver	制定／改定日	有効期限	内容
1.0	2013.5.10	—	新規制定

**附属書 A：自家用発電機による発電電力を用いる場合の取扱いについて（要求事項）**

プロジェクト実施前後において自家用発電機による発電電力を用いる場合は、電力の CO2 排出係数を以下の式によって算定する。

$$CEF_{electricity,t} = \frac{F_{gene} \times HV_{gene,fuel}}{EL_{gene}} \times CEF_{gene,fuel} \quad (\text{式 a-1})$$

記号	定義	単位
$CEF_{electricity,t}$	電力の CO2 排出係数	tCO2/kWh
$F_{gene}$	自家用発電機に投入される燃料使用量	t/年, kL/年, Nm <sup>3</sup> /年等
$HV_{gene,fuel}$	自家用発電機に投入される燃料の単位発熱量	GJ/t, GJ/kL, GJ/Nm <sup>3</sup> 等
$EL_{gene}$	自家用発電機の発電電力量	kWh/年
$CEF_{gene,fuel}$	自家用発電機に投入される燃料の CO2 排出係数	tCO2/GJ

電力の CO2 排出係数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等を下表に示す。

1) 活動量のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法例	モニタリング頻度	注釈
$F_{gene}$	自家用発電機に投入される燃料使用量 (t/年, kL/年, Nm <sup>3</sup> /年等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料供給会社からの請求書をもとに算定</li> <li>燃料計による計測</li> </ul>	対象期間で累計	
$EL_{gene}$	自家用発電機の発電電力量 (kWh/年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力計による計測</li> </ul>	対象期間で累計	

2) 係数のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法例	モニタリング頻度	注釈
$HV_{gene,fuel}$	自家用発電機に投入される燃料の単位発熱量 (GJ/t, GJ/kL, GJ/Nm <sup>3</sup> 等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>デフォルト値を利用*</li> </ul>	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用</li> </ul>	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	
$CEF_{gene,fuel}$	自家用発電機に投入される燃料の CO2 排出係数 (tCO2/GJ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>デフォルト値を利用*</li> </ul>	【要求頻度】 検証申請時に最新のものを使用	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ただし、固体燃料又は都市ガスを使用する場合には、供給会社提供値を利用</li> </ul>	【要求頻度】 固体燃料：仕入れ単位ごと 都市ガス：供給元変更ごと	

\* 化石燃料の単位発熱量及び排出係数は、供給会社からの提供値又は実測により把握することもできる。この場合、「モニタリング・算定規程」に示す要求頻度を満たしてモニタリングを実施すること。