

## 対策概要

- 燃利用設備の熱効率の向上等につながる、高効率な熱交換器を導入することで、燃料消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を削減する。

## 導入可能性のある業種・工程

- 排ガス顕熱回収を行う熱利用設備を使用する全業種

## 原理・仕組み

- 熱交換器（多管型熱交換式、プレート型熱交換式、ヒートパイプ型熱交換式等又は蓄熱式熱交換器）であって高効率なものを導入する。熱交換器の材料は、セラミック（ハニカム、ボール、ナゲット）、金属（ハニカム、ボール）等がある。

### 熱交換器について

- 熱交換器は温度が高い物体から低い物体へ、効率良く熱を伝える機器である。
- 多管式熱交換器やプレート式熱交換器では金属の管や板等を介して、間接的に熱を伝える。蓄熱式熱交換器では、蓄熱材料に高温や低温の流体を交互に接触させて蓄熱・放熱を行い、蓄熱材料を介して熱交換するものである。



多管式熱交換器<sup>[1]</sup>



プレート式熱交換器<sup>[1]</sup>

出所) [1]勝川熱工株式会社「熱交換器について」  
<https://www.katsukawa.co.jp/use> (閲覧日: 2023年12月22日)

### 対策イメージ

- ヒートパイプ式熱交換器や蓄熱式熱交換器を用いて燃焼排ガスが保有する熱を回収し、燃焼用空気の予熱に使用することで、予熱分に相当する燃料消費量を削減することができる。
- 燃料節約率は次式で計算できる。<sup>[2]</sup>

$$R = \frac{F_1 - F_2}{F_1} = 1 - \frac{F_2}{F_1} = 1 - \frac{H_1 - Q_g}{H_1 - Q_g + Q_p} = \frac{Q_g}{H_1 - Q_g + Q_p}$$

R : 燃料節約率

F<sub>1</sub> : 空気予熱する前の燃料使用量

F<sub>2</sub> : 空気予熱後の燃料使用量

H<sub>1</sub> : 燃料の低発熱量

Q<sub>g</sub> : 排ガスの持つ熱量

Q<sub>p</sub> : 予熱空気の持つ熱量

出所) [2]一般財団法人省エネルギーセンター「エネルギー管理のためのデータシート」(2014年3月25日)より作成

## 効率・導入コストの水準

- 効率水準 : -
- 導入コスト水準 : -

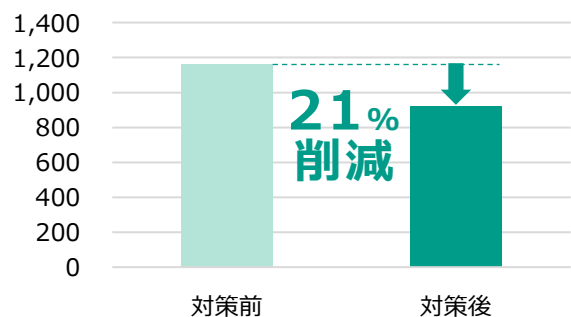
## 導入効果

- 年間1,000千Nm<sup>3</sup>の都市ガスを消費する工業炉において、高効率熱交換器を導入して、排ガスから50%の熱回収を行い、燃烧空気の予熱に使用したケースにおける試算例は以下のとおり。

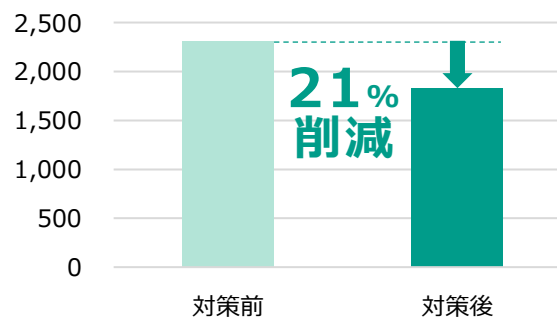
### 導入効果の試算例

- 各指標で21%削減できる試算結果。

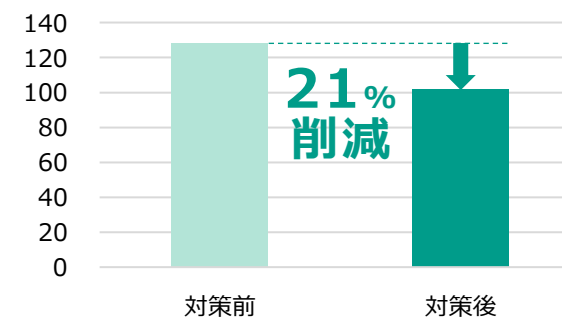
#### エネルギー消費量 (kL/年)



#### CO<sub>2</sub>排出量 (t-CO<sub>2</sub>/年)



#### エネルギーコスト (百万円/年)



## 計算条件

- 年間1,000千Nm<sup>3</sup>の都市ガスを消費する工業炉において、高効率熱交換器を導入して、排ガスから50%の熱回収を行い燃焼空気の前熱に使用したケースを想定した。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
都市ガスの単位発熱量	①	45.0	45.0	GJ/千Nm <sup>3</sup>	【参考①】
都市ガスの低位発熱量	②	41.6	41.6	GJ/千Nm <sup>3</sup>	資料 <sup>[3]</sup> を基に想定
都市ガスのCO <sub>2</sub> 排出係数	③	2.31	2.31	t-CO <sub>2</sub> /千Nm <sup>3</sup>	【参考①】
都市ガスの単価	④	128	128	円/Nm <sup>3</sup>	【参考①】
廃熱回収する工業炉の排ガスによる熱損失率	⑤	34.1	—	%	資料 <sup>[4]</sup> を基に想定
廃熱回収率	⑥	0	50	%	想定値
排ガス損失(単位都市ガス消費量あたり)	⑦	14.19	—	GJ/千Nm <sup>3</sup>	②×⑤÷100
排ガスからの回収熱量(単位都市ガス消費量あたり)	⑧	0	7.09	GJ/千Nm <sup>3</sup>	⑦×⑥÷100
燃料節約率	⑨	0	20.6	%	⑧÷(②-⑦)×100
都市ガス消費量	⑩	1,000	794	千Nm <sup>3</sup> /年	Before: 想定値 After: ⑩×(1-⑨)
エネルギー消費量	⑪	45,000	35,730	GJ/年	⑩×①
エネルギーの原油換算係数	⑫	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】

計算式の添え字bはBefore、aはAfterを示す。

出所) [3]一般財団法人省エネルギーセンター「2006省エネルギー手帳」(2005年11月15日)

[4]一般社団法人日本工業炉協会「～廃熱回収と“活エネルギー”のご提案～ 工業加熱Vol.57 No.3 (2020年)、石崎信行」<https://www.jifma.or.jp/wp-content/uploads/2022/01/廃熱回収と活エネルギーのご提案.pdf> (閲覧日: 2024年1月30日)

## 計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑬	1,161	922	kL/年	⑪×⑫
CO <sub>2</sub> 排出量	⑭	2,310	1,834	t-CO <sub>2</sub> /年	⑩×③
エネルギーコスト	⑮	128	101.6	百万円/年	⑩×④÷1,000

## 備考