

# カーボンニュートラルに 向けた取り組みについて

---

2024年9月3日

一般社団法人 日本工業炉協会  
脱炭素産業熱システム技術研究組合

# 目次

## I. 更なる省エネの深堀について（日本工業炉協会）

- (1) 国内の工業炉の状況
- (2) これまでの省エネ対策の進捗状況
- (3) 足元及び今後の省エネ取組の方針や課題

## II. 非化石エネルギーの転換について（脱炭素産業熱システム技術研究組合）

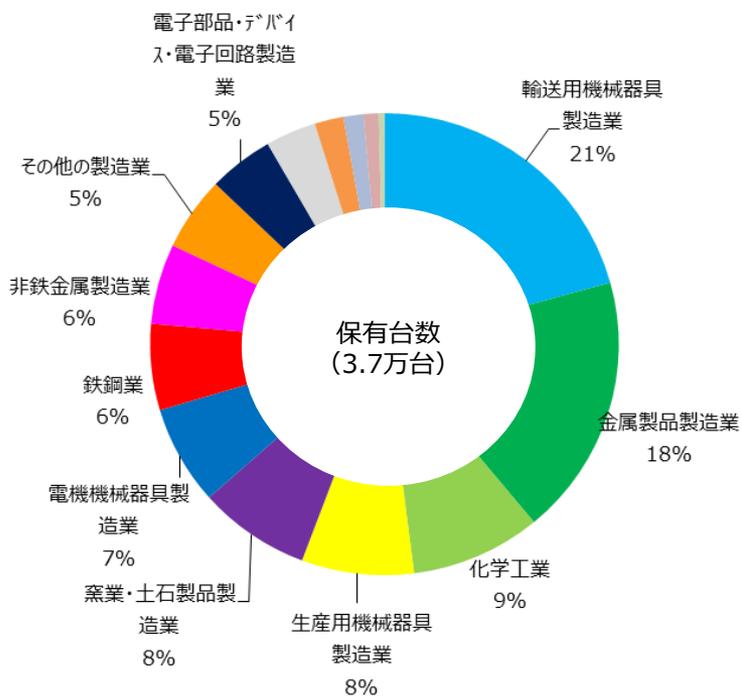
- (1) 「製造分野の熱プロセスの脱炭素化」プロジェクト
- (2) 産業構造変化に対する認識
- (3) 開発ターゲット
- (4) 社会実装までの開発スケジュール

# I. 更なる省エネの深掘りについて

## (1) 国内の工業炉の状況

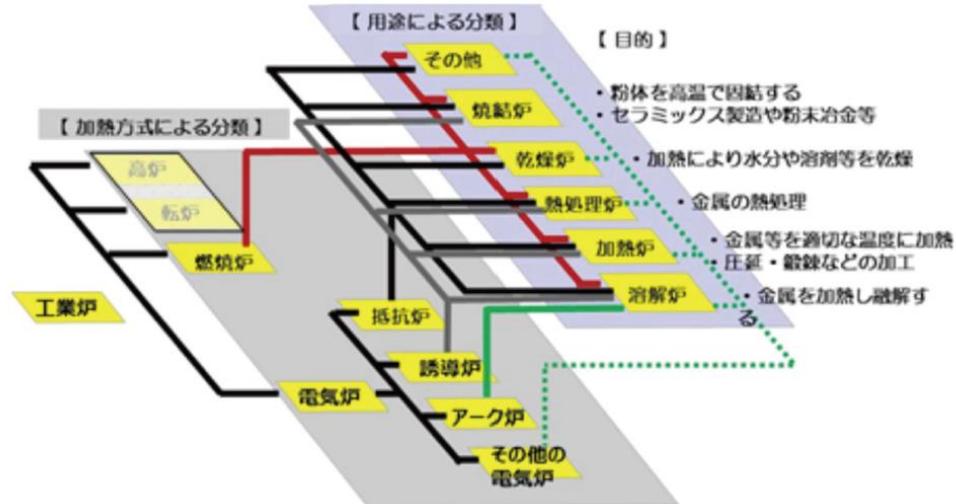
- 工業炉は主として鉄非鉄金属，自動車，金属製品，機械，電機電子，窯業，化学工業等多くの産業分野で溶解，製錬，加工，仕上げ，脱臭等多様な工程で使われる産業用加熱設備の総称。国内に約3万7千台の工業炉が存在する。
- 主に燃焼炉と電気炉に区別され，大きなエネルギーを消費する設備である（一般的に数百℃～1000℃超の産業用熱プロセスを取扱う）。

【業種別保有基数の割合】



(出所) 平成26年度経済産業省委託調査  
(工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査)

【工業炉の分類】



### 燃焼炉

- ・ 主に天然ガス・LPG・重油が熱源。これらを燃焼させたときに生ずる火炎及び燃焼生成ガスによる加熱

### 電気炉

- <抵抗加熱>
- ・ 抵抗体に通電した際の電気抵抗による発熱を利用
- <誘導加熱>
- ・ 電磁誘導を利用して加熱
- <アーク加熱等>
- ・ アーク放電の熱を利用
- <その他の電気加熱>
- ・ マイクロ波加熱，赤外・遠赤外線加熱 他

# I. 更なる省エネの深掘りについて

## (2) これまでの省エネ対策の進捗状況

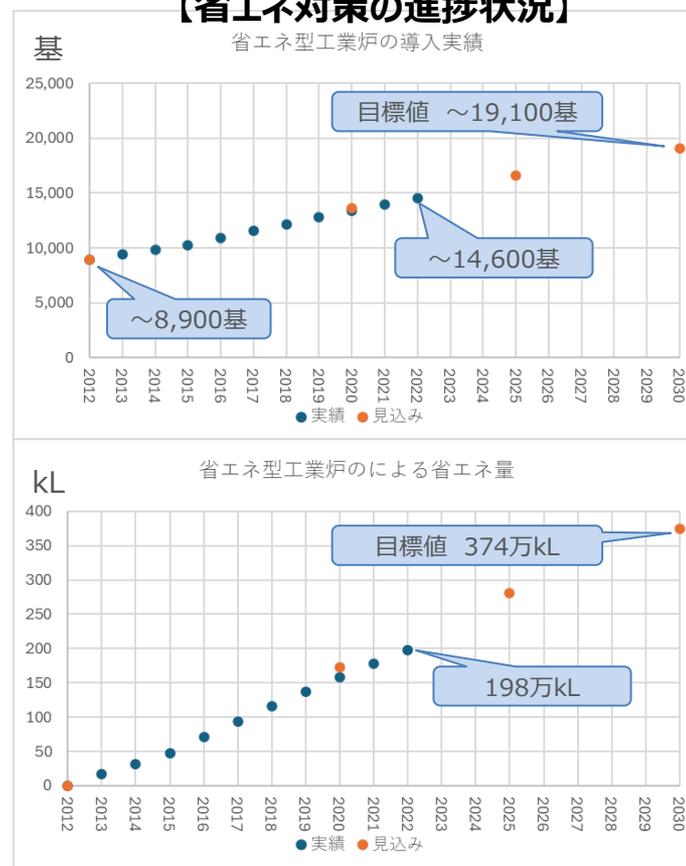
- 現在、省エネ型工業炉は5つの類型に分類されている。
- 省エネ法による規制措置及び補助金による支援措置の両面で、省エネ型工業炉が普及してきている。国の計画では省エネ型工業炉の導入により、2030年時点で2012年比374万kLの省エネ目標が掲げられている。(2022年実績：約200万kL)

### 【省エネ型工業炉の概要】

分類		
高効率電気式工業炉	誘導加熱型	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電磁誘導作用を利用して金属内で電気エネルギーを熱エネルギーに変えて発熱させるもの</li> <li>● 必要な箇所のみを必要な時に急速に加熱することで、全体を加熱するのに必要なエネルギーを半減させ、かつ常時温度をキープしておかなければならない保持エネルギーも削減し、省エネルギーを図るもの</li> </ul>
	金属溶解型	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鋳物材料等を溶解する場合に、従来型と比較して投入電力を高密度化させることにより、溶解時間を短縮し、放散熱の抑制を可能にすることにより、使用エネルギーを削減し、CO2削減に寄与するもの</li> </ul>
断熱強化型		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工業炉の耐火断熱材を高断熱性耐火物(セラミックファイバー等)に改修することで、省エネルギーを図るもの</li> </ul>
廃熱回収型		<ul style="list-style-type: none"> <li>● バーナ本体と蓄熱器を一体化したユニットと流路切替の制御装置から構成されたシステムにより、廃熱の約70～90%を燃焼空気予熱として回収利用することで、燃料使用量の削減を図るもの</li> </ul>
原材料予熱型		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 加熱帯から予熱帯に高温排ガスを流し、排ガスの顕熱により、材料の予熱(乾燥を含む)をすることで、大幅な省エネルギーを達成するもの</li> </ul>

(出所) 平成26年度経済産業省委託調査  
(工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査)

### 【省エネ対策の進捗状況】



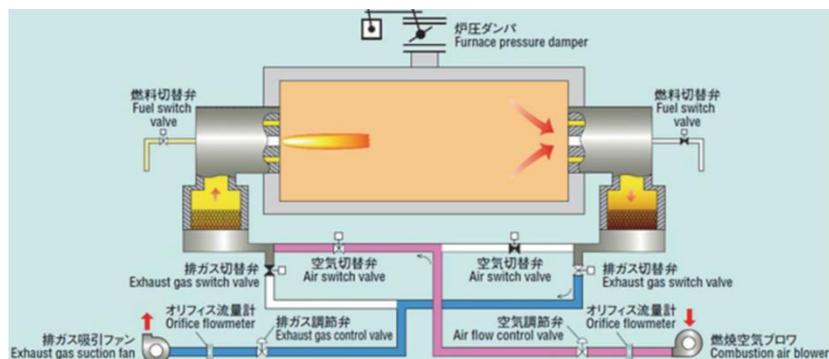
(出所) 2022年度における地球温暖化対策計画の進捗状況 (案)

# I. 更なる省エネの深掘りについて

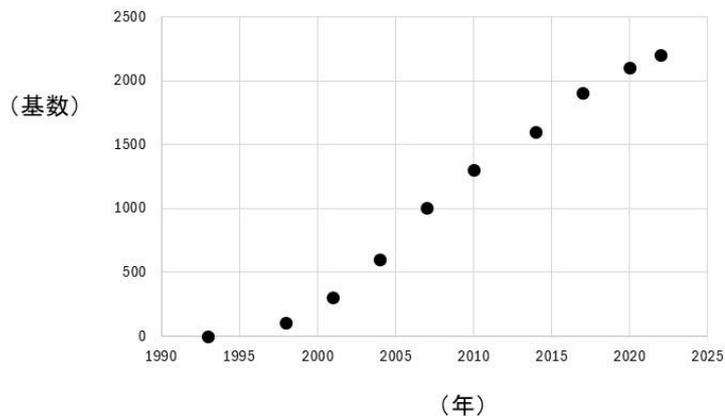
## (3) 足元及び今後の省エネ取組の方針や課題

■ 省エネ型工業炉の普及は進んでいるが、さらなる省エネ推進のために、省エネ型工業炉普及に資する共通基盤構築のための活動を推進する。

### 【省エネ型工業炉の一例（廃熱回収型：リジェネバーナ）】 【省エネ推進のための共通基盤構築のための活動】



リジェネバーナ構造図（例）（出所）中外炉工業HP



リジェネバーナ搭載炉の導入実績（出所）日本工業炉協会

#### (1) 国際標準化を通じた基盤構築

- 2008年にISO/TC 244（工業炉及び関連設備）が日本からの提案で設立された。以来、日本が議長及び幹事国を務めている。
- 同TC国際会議において、工業炉の効率評価に関する国際標準を日本から提案（現在までに5件）し、工業炉の効率評価の方法論に関する国際標準を発行済み。

#### (2) LD-Tech認証制度による高性能工業炉の普及について

- LD-Tech認証制度では、2050年カーボンニュートラルに向けて、各分野の先導的な脱炭素化技術を分野別に一覧表化して、技術導入を促進中。
- 工業炉部門では、令和5年度にリジェネバーナの性能評価方法を整理し、複数メーカーが公正な条件下で脱炭素性能を统一的に測定可能な指標を作成し、一覧表に登録した。今後、益々リジェネバーナ導入による省エネ効果が期待される。

## Ⅱ. 非化石エネルギーの転換について

### (1) 製造分野の熱プロセスの脱炭素化 プロジェクト

グリーンイノベーション基金事業／製造分野における熱プロセスの脱炭素化

#### 製造分野の熱プロセスの脱炭素化

【研究開発項目1】カーボンニュートラル対応工業炉に関する共通基盤技術の開発

【研究開発項目2】金属製品を取り扱うアンモニア燃焼工業炉の技術確立

【研究開発項目3】金属製品を取り扱う水素燃焼工業炉の技術確立

【研究開発項目4】電気炉の受電設備容量等の低減・高効率化に関する技術の確立

#### 事業の目的・概要

- 日本の産業のCO<sub>2</sub>排出量のうち約3割を製造業が占めている。中でも**金属を取り扱う熱プロセスの脱炭素化**を目的として、カーボンニュートラル対応工業炉を開発する。
- 本事業では、CO<sub>2</sub>を排出しない**アンモニアや水素を燃料とした工業炉**の技術開発、**電気炉の受電設備容量などの低減・高効率化**に関する技術開発のほか、シミュレーション技術やデジタルツイン技術を含むそれらの工業炉に関する共通基盤技術の開発に取り組む。

#### 実施体制

※太字：幹事機関

**脱炭素産業熱システム技術研究組合**、中外炉工業株式会社、三建産業株式会社、ロザイ工業株式会社、株式会社IHI機械システム、関東冶金工業株式会社、富士電子工業株式会社、東京ガス株式会社、株式会社キャタラー

工業炉メーカー・ユーザー（19企業）および大学・国研（12大学、1国研）

#### 事業規模など

事業規模：約453億円

支援規模\*：約304億円

\*今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり。

補助率など：委託→2/3助成→1/2助成

（助成事業のインセンティブ率10%）

期間：2023年度～2031年度（9年間）\*

\*一部の実施内容は2028年度まで（6年間）

#### 事業イメージ

##### 共通基盤技術の開発

- 大学、炉メーカー・ユーザー企業などによる基盤技術の開発

研究開発項目1

##### 中規模実証

- 炉メーカー・ユーザー企業などによるチームごとの応用研究・中規模実証
- データ提供・実証結果の分析、基盤技術の応用

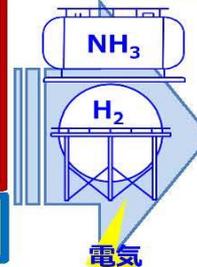
研究開発項目2～4

##### 実機実証

- 炉メーカー・ユーザー企業などによるチームごとの実機実証
- データ提供・実証結果の分析、基盤技術の応用

基盤技術のブラッシュアップ

##### 脱炭素を実現した工業炉の実装



2023年度

2031年度

出典：脱炭素産業熱システム技術研究組合  
中外炉工業株式会社HP

出典：（グリーンイノベーション基金事業、「製造分野における熱プロセスの脱炭素化」に着手 | ニュース | NEDO）

## II. 非化石エネルギーの転換について

### (2) 産業構造変化に対する認識

#### 製造分野の熱プロセスを担う工業炉の脱炭素化対応が必須

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

(社会面)

- 地球温暖化に起因する自然災害が深刻化。早急な対応が必要
- 熱プロセスに用いる工業炉から排出されるCO2は産業部門の4割超

(経済面)

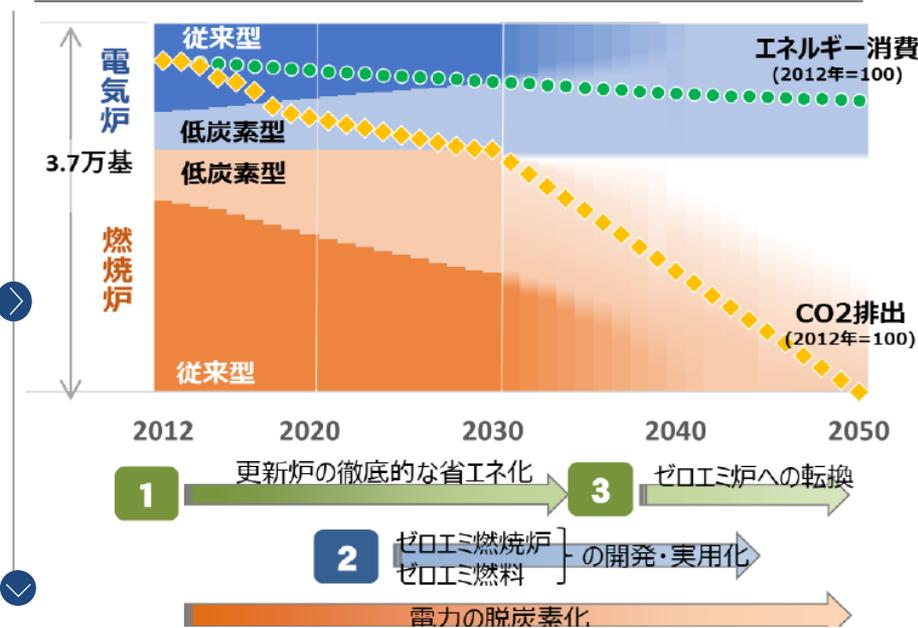
- 主な工業炉ユーザの金属部品関連産業は国内総出荷額で16兆円、従業員71万人。中小企業が多く、国内5.1万事業所。
- 工業炉の国内市場は2000億円規模、世界市場は2兆円規模

(政策面)

- EUでは輸入品であっても金属素材、部品などについてライフサイクルでの脱炭素化が必須であり、未対策の場合、排除される可能性がある

(技術面)

- 国際的には日本の工業炉メーカーの規模は小さいものの、特許優位性のある高性能機器類を中心に4~7%程度と存在感がある
- 将来のCN燃料であるアンモニア・水素の燃焼技術についてはSIP、NEDO等により我が国が先行している



出典：第13回 産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 産業構造転換分野ワーキンググループ

#### ● 市場機会：

CN対応工業炉（燃焼炉、電気炉）の技術が確立できれば、新設・既存設備リニューアルで大きな市場が見込める。

#### ● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

工業炉からのCO2排出量年間**1.5億トン**（日本全体の13.5%を占める）の削減が可能に

#### ● 当該変化に対するビジョン：

メーカー、ユーザー、大学、国研と密に連携しながら一体となって工業炉の脱炭素技術を確立し、早期の脱炭素工業炉の社会実装に貢献する。

## II. 非化石エネルギーの転換について

### (3) 開発ターゲット(1/2)

エネルギー消費量の多い大型燃焼炉を主なターゲットとしつつ、電気炉への対応も視野

#### <大型炉>

エネルギー消費量（CO<sub>2</sub>排出量）の多い大型炉（鉄鋼加熱炉・プロセス炉、鍛造炉、アルミ溶解炉など）の、燃料をアンモニアまたは水素に転換した燃焼炉を主なターゲットとする。

	鉄鋼加熱炉	鉄鋼プロセス炉	鍛造炉	アルミ溶解炉
外観				
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大型で被加熱材の<b>均一な加熱</b>が求められる（<b>輻射加熱が重要</b>）</li> <li>● 連続加熱</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 他炉と異なり、<b>間接加熱式</b>である</li> <li>● チューブ内という<b>狭小空間での安定燃焼</b>が求められる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>急速昇温+温度均一性</b>が必要（<b>輻射加熱が重要</b>）</li> <li>● バッチ式が主流（炉の熱サイクルの考慮が必要）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>均一な加熱は求められない</b>（溶湯を攪拌するため）</li> <li>● 火炎・燃焼ガスを<b>直接接触させて加熱</b>（アルミの輻射吸収率が低い）ため</li> </ul>
炉内温度	最高 1400℃	最高 950℃	最高 1400℃	最高 1200℃
設備容量	最大 180MW	最大 18MW	最大 9MW	最大 19MW
炉内寸法	11mW x 56mL x 5mH	2.4mW x 16mL x 25mH	8mW x 13mL x 8mH	Φ10m x 5mH

## II. 非化石エネルギーの転換について

### (3) 開発ターゲット(2/2)

エネルギー消費量の多い大型燃焼炉を主なターゲットとしつつ、電気炉への対応も視野

<中小型炉>

- エネルギー消費量は少ないが、設置数の多い中小型燃焼炉へは、導入への制約条件の少ない技術（ラジアントチューブバーナやアンモニア改質装置など）の活用を図る。
- 脱炭素化の有力な選択肢である電炉への転換も視野に入れる。課題となる電気炉の受電容量低減・高効率化技術等の確立を目指す。

	アンモニアを燃料とするラジアントチューブバーナ	誘導と抵抗のハイブリッド	アンモニア改質装置
外観			イメージ 
特徴	<ul style="list-style-type: none"><li>● 他炉と異なり、<b>間接加熱式</b>である</li><li>● チューブ内という<b>狭小空間での安定燃焼</b>が求められる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● コイルの電磁誘導を利用した<b>誘導炉</b>と電気抵抗を利用した<b>抵抗炉のハイブリッド</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>触媒を用いて、アンモニアから水素へ改質</b>する。</li></ul>
加熱温度、寸法など	(ターゲット) 加熱温度：最大1000℃ 容量：①150kW、600℃ ②300kW、1000℃	(ターゲット) 加熱温度：600℃程度 寸法： 1~2mW×L1.8~2.3mL×高さ1.5×2.0mH	(ターゲット) 容量：50~400kW級 寸法：Φ0.3m×1m以下

## Ⅱ. 非化石エネルギーの転換について

### (4) 社会実装までの開発スケジュール

アンモニア・水素燃焼炉は2032年から、電気炉は2029年度からの社会実装を目指す

