



脱炭素に向けた取組み



2024年10月10日
中外炉工業株式会社
プラント事業本部 サーモシステム事業部
藤本 飛鳥

- 1. 中外炉工業およびサーモシステム事業部とは**
- 2. 水素バーナ開発の変遷と最新動向**
- 3. 水素バーナの納入実績**
- 4. アンモニア燃焼のご紹介**
- 5. ラムダアイマルチチャンネルのご紹介**

- 1. 中外炉工業およびサーモシステム事業部とは**
- 2. 水素バーナ開発の変遷と最新動向**
- 3. 水素バーナの納入実績**
- 4. アンモニア燃焼のご紹介**
- 5. ラムダアイマルチチャンネルのご紹介**

会社概要



本社所在地 : 大阪市中央区
資本金 : 6,176百万円
従業員数 : 424名
設立 : 1945年4月

堺事業所

(敷地面積 : 51,960m²)

- ・エンジニアリングセンター
- ・製作組立工場
- ・各種研究所



経済産業省「ゼロエミ・チャレンジ企業」に選定

『サーモテックで未来をひらく』

熱技術創造センターの紹介

脱炭素の新拠点「熱技術創造センター」2023年11月開設



研究開発施設を再編し、
研究開発の体制をさらに強化

1. 開発拠点の集約、研究を効率よく加速

「効率的研究施設」

2. カーボンニュートラルに貢献する

「最新鋭研究施設」

3. イノベーションを育む共創の起点

「見せる・学ぶ・集う研究施設」



① 热技术创造センター
Thermal Technology Creative Center

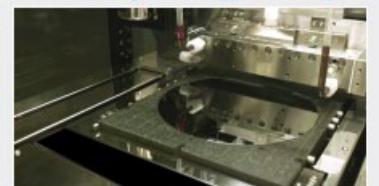
② ゼロエミッション研究所
Zero Emission Technology Laboratory



③ 真空浸炭研究所
Vacuum Carburizing Technology Laboratory



④ 金属热処理研究所
Metal Heat Treatment Technology Laboratory



⑤ コンバーテック研究所
Converting Technology Laboratory

中外炉工業の事業内容

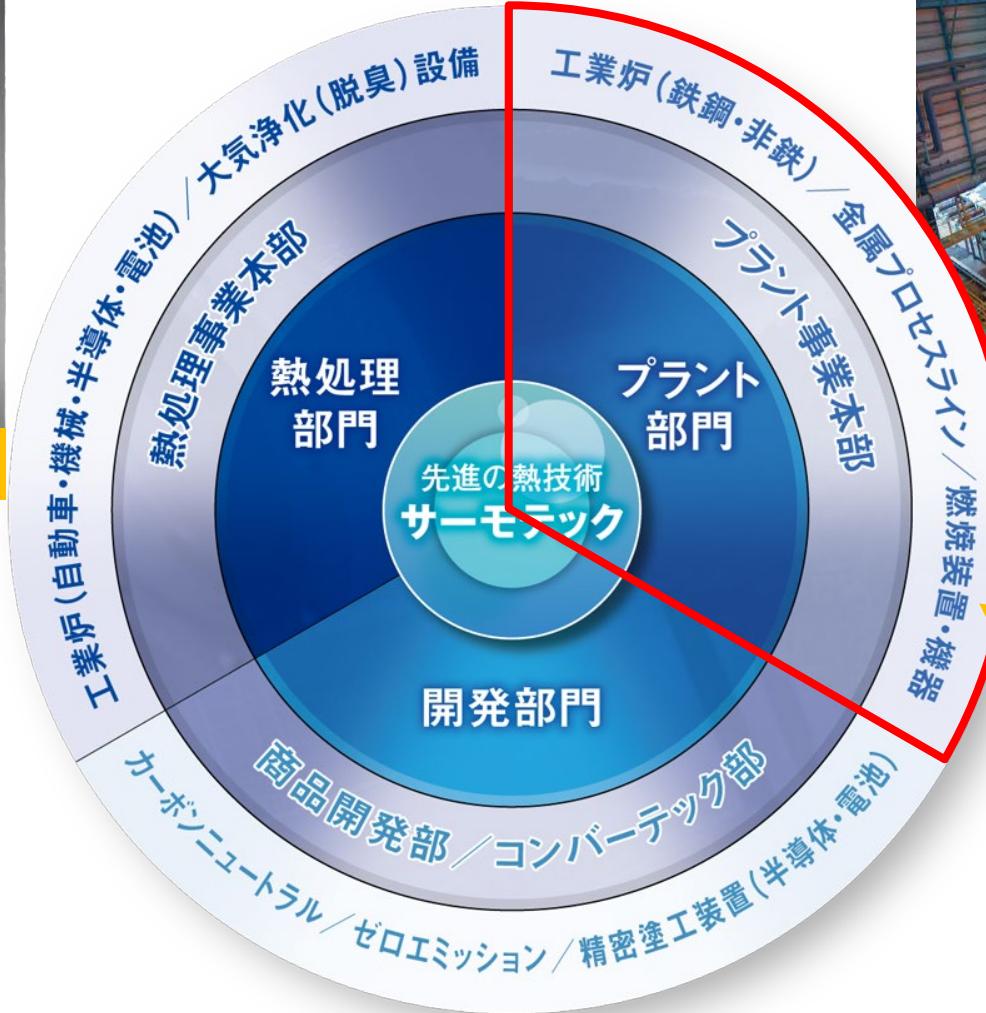
わたしたちは、次代の熱技術を結集し、人と地球の豊かな未来を創造する技術立社をめざします。



熱処理設備



精密塗工装置



鉄鋼用工業炉



サーモシステム事業部

サーモシステム事業部の紹介



HSGBバーナ



熱交換器



サーモシステム事業部の紹介

(イービーシーキューブ)

自動空気比制御装置 EBC³



従来品EBC-iが
今月リニューアル！

(ラムダアイ)
空気比管理インターフェース Lamuda-i®

酸素センサ



高性能酸素センサーで燃焼状態を常時監視

燃焼量の変動に応じて空気比を自動制御

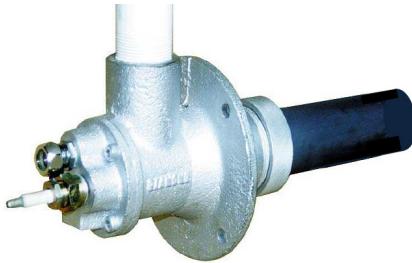
- 1. 中外炉工業およびサーモシステム事業部とは**
- 2. 水素バーナ開発の変遷と最新動向**
- 3. 水素バーナの納入実績**
- 4. アンモニア燃焼のご紹介**
- 5. ラムダアイマルチチャンネルのご紹介**

水素バーナ 開発の変遷

2018年

HSGBバーナ

常温空気 (20°C)



H2-HSGB-L型

トヨタ自動車（株）殿と
共同開発

世界初！ 汎用水素バーナ
×**低NOx**を優先した結果
長炎化

2022年

短炎HSGBバーナ

常温空気 (20°C)



H2-HSGB-H型

汎用バーナで高速**短炎化**

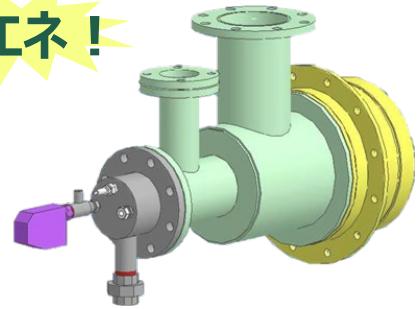
水素は火炎温度が高く
NOxが出やすい
→13A相当のNOxに
するため構造を工夫

2023年

SLNGバーナ

予熱空気 (500°C)

省エネ！



Super Low NOx Gas

水素/13A混焼・専焼

- 水素/13A兼用ノズル**
- 予熱空気利用で省エネ**
- 低NOx**

2024年

リジェネバーナ

高温予熱空気(1000°C)

**さらに
省エネ！**



水素/13A専焼

- 水素/13A兼用ノズル**
- 従来のリジェネ相当の
高い温度効率◎**
- 最高性能の低NOx化**

汎用水素バーナ

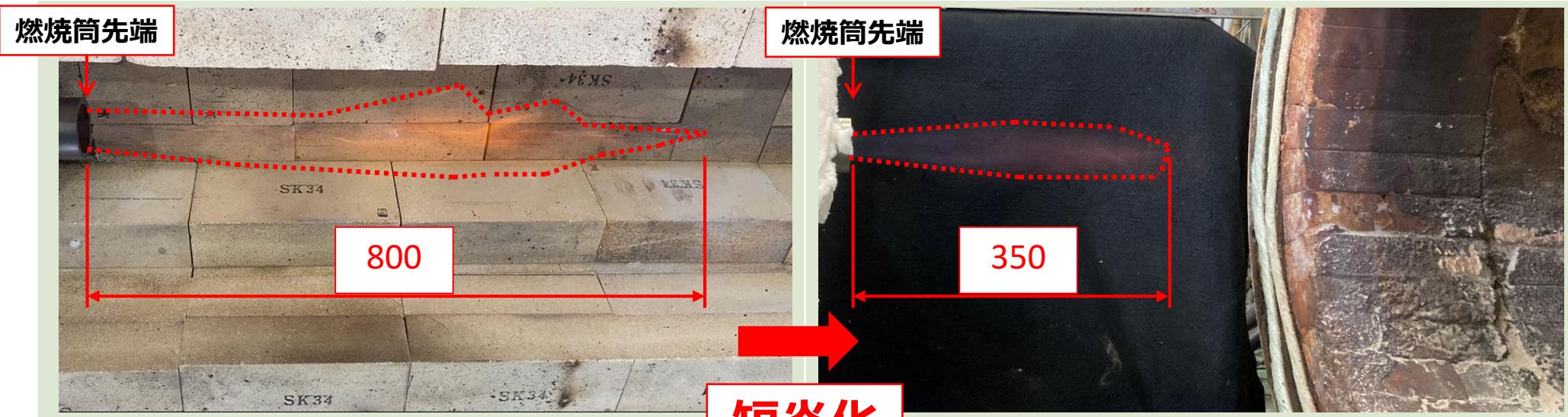
短炎化ニーズに向けた高速短炎水素バーナ（H2-HSGB-H）を開発
ノズル構造の工夫により大幅な短炎化を実現



H2-HSGB-5-L

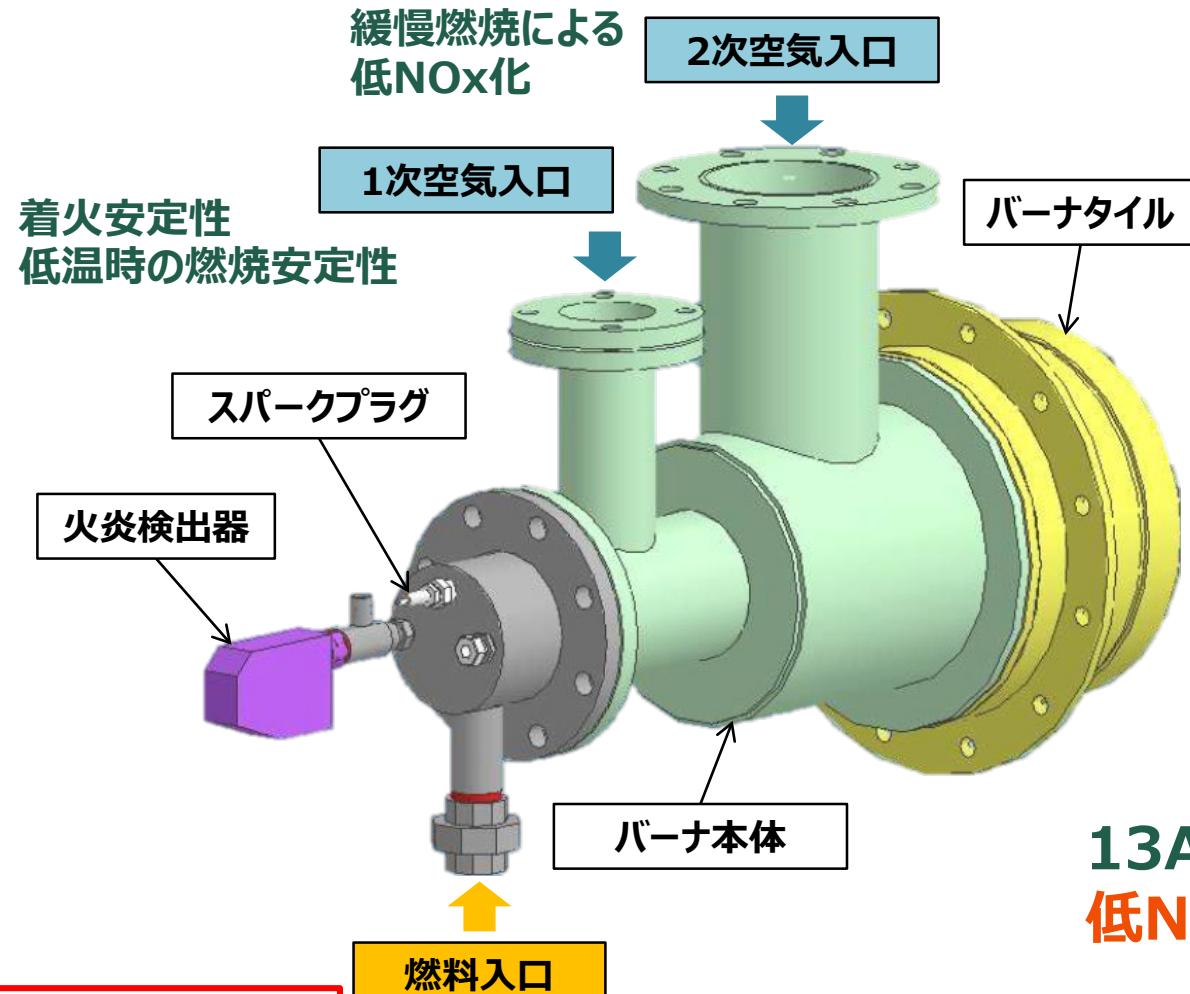


H2-HSGB-5-H



予熱空気バーナ (SLNGバーナ)

SLNGバーナ 13A仕様 → 水素兼用を実現



**13A相当の
低NOx性能**

+

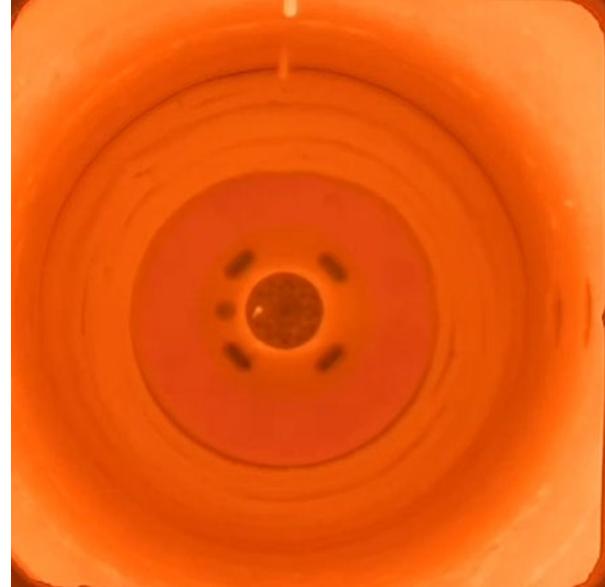
- 水素/13A兼用ノズル
- スパークプラグでダイレクト点火
- UVによる火炎検知→失火時も安心

炉尻側から見た燃焼火炎

13A専焼



水素専焼 (フレームレス)



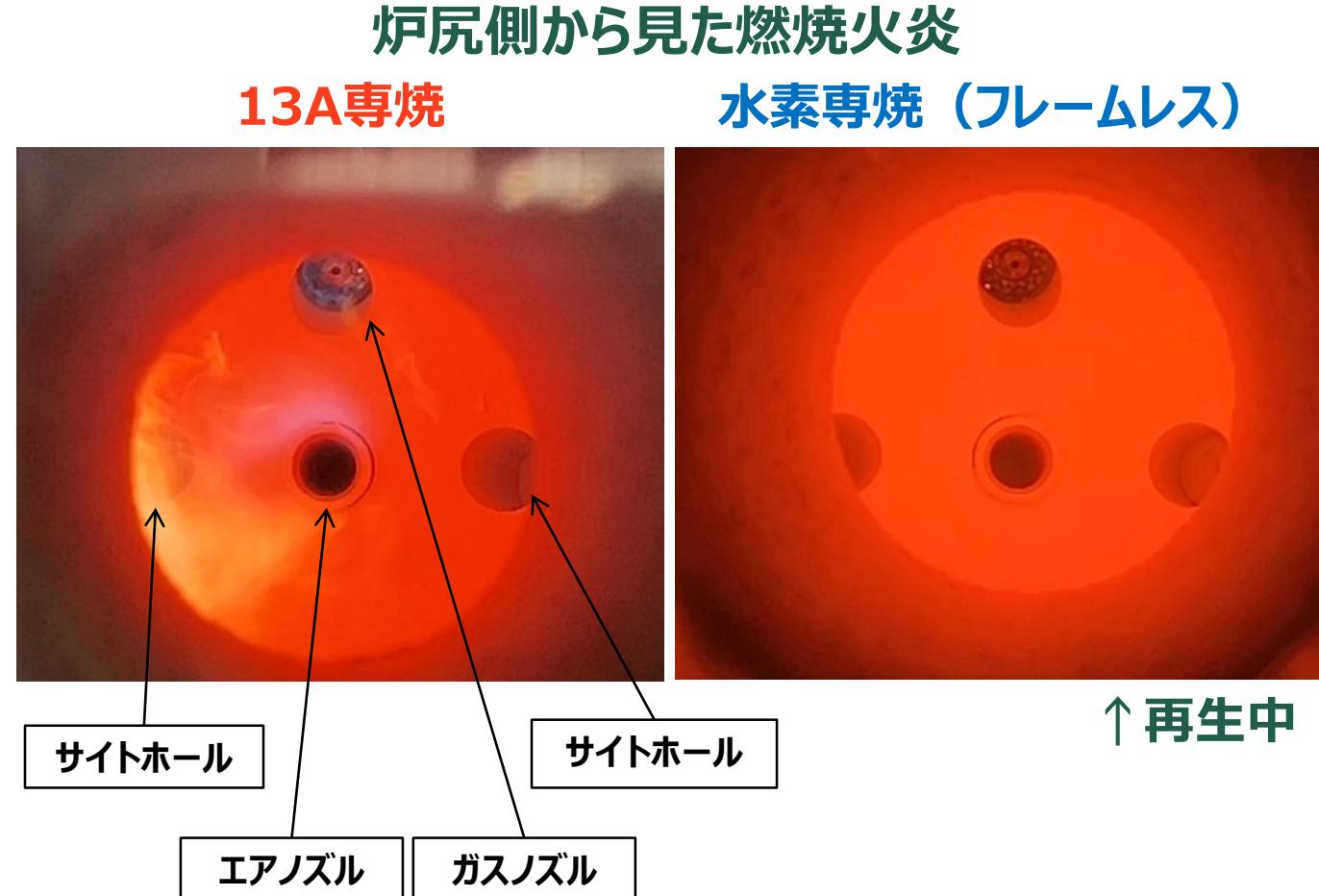
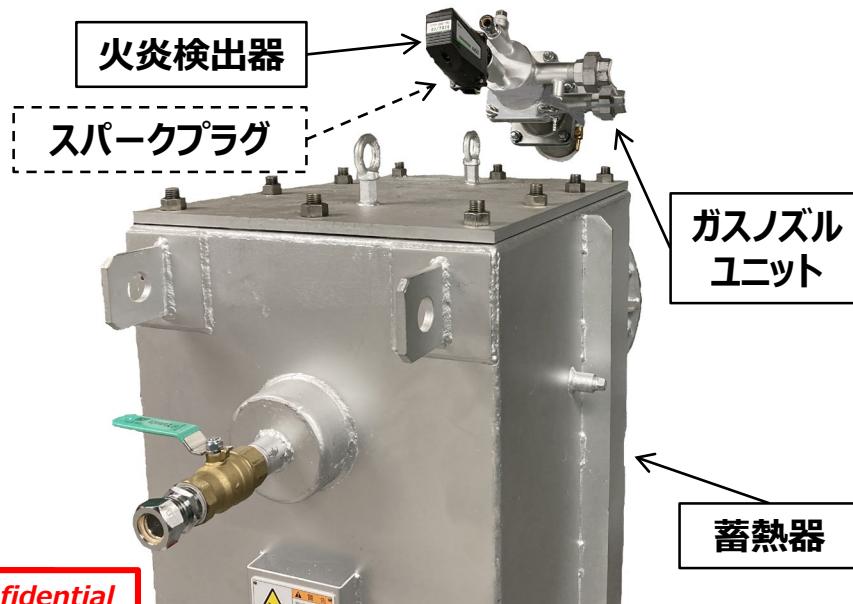
↑再生中

水素リジェネバーナ

高温空気燃焼で省エネ且つ低NOxを実現する水素リジェネバーナ開発完了

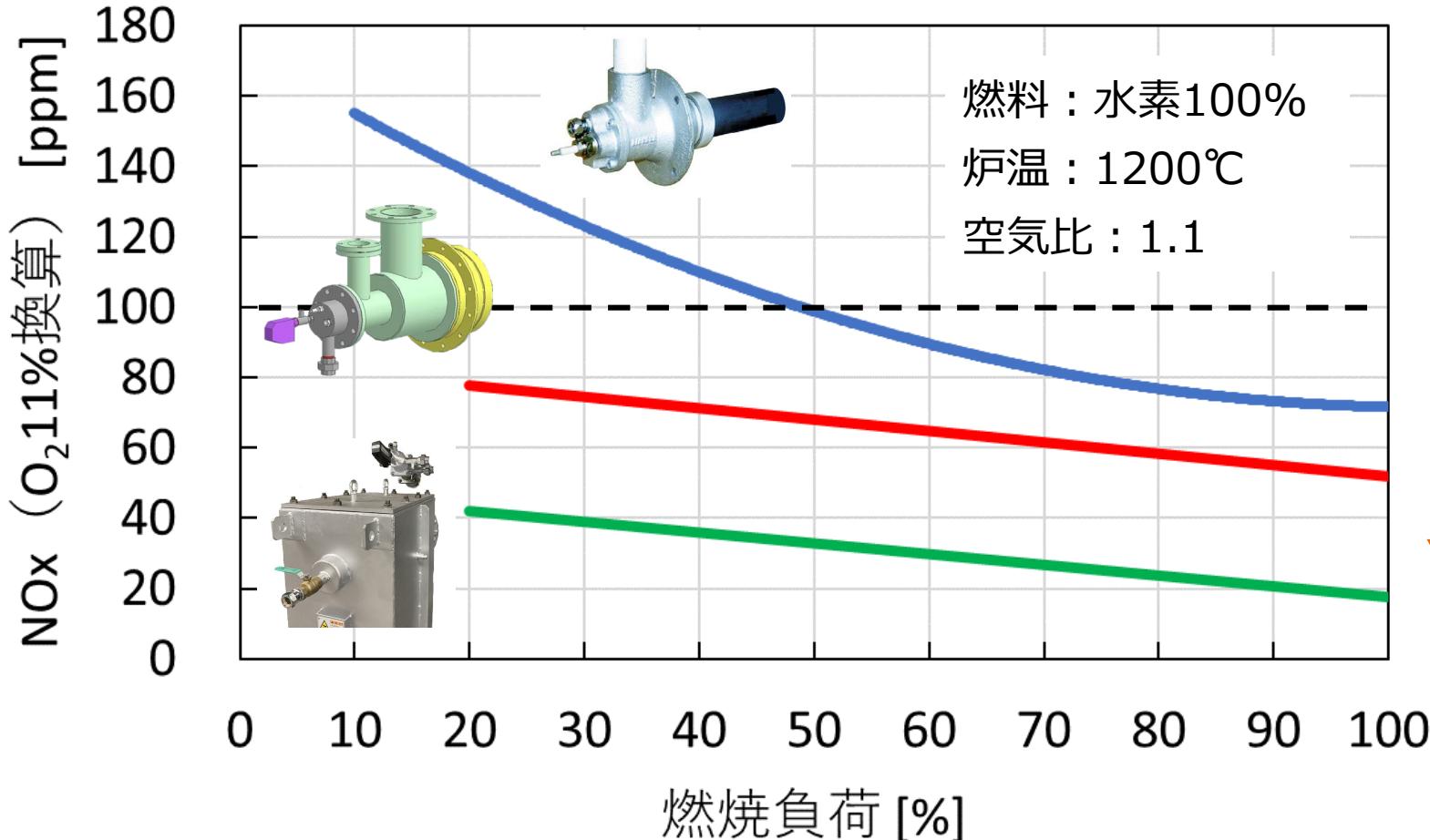
販売開始！

- ・水素/13A兼用ノズル
- ・スパークプラグによるダイレクト点火
- ・交番燃焼時の窒素パージ不要
- ・従来リジェネ相当の高い温度効率
- ・UVによる火炎検知→失火時も安心



各種水素バーナのNOx性能

各種水素バーナのO₂11%換算NOx値



- HSGB-L 燃焼空気450°C
- SLNG 燃焼空気450°C
- リジェネ 燃焼空気1000°C

**NOx値抑制
&
省エネ効果UP!**

- 1. 中外炉工業およびサーモシステム事業部とは**
- 2. 水素バーナ開発の変遷と最新動向**
- 3. 水素バーナの納入実績**
- 4. アンモニア燃焼のご紹介**
- 5. ラムダアイマルチチャンネルのご紹介**

納入実績：水素燃焼式アフターバーナー炉

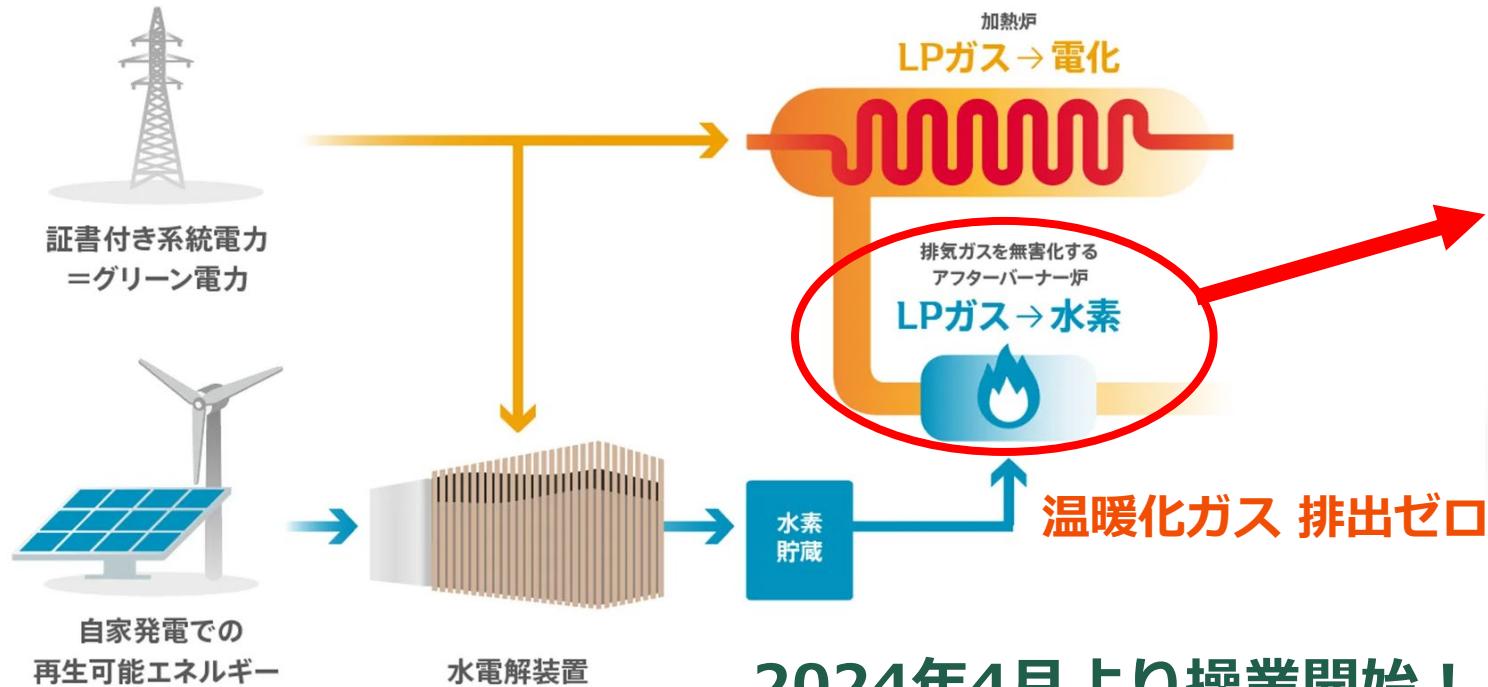
デンソー福島様 水素を自家消費する地産地消モデル（NEDO案件）



水素燃焼式アフターバーナー炉を納入

ラジエータ製造
脱脂工程の排ガス処理装置に利用

当社納入の
水素燃焼式アフターバーナー炉

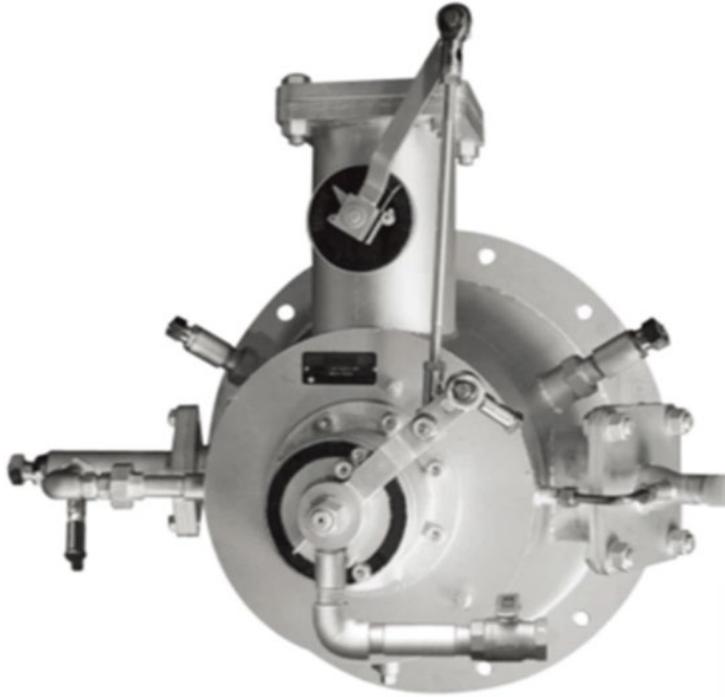


2024年4月より操業開始！

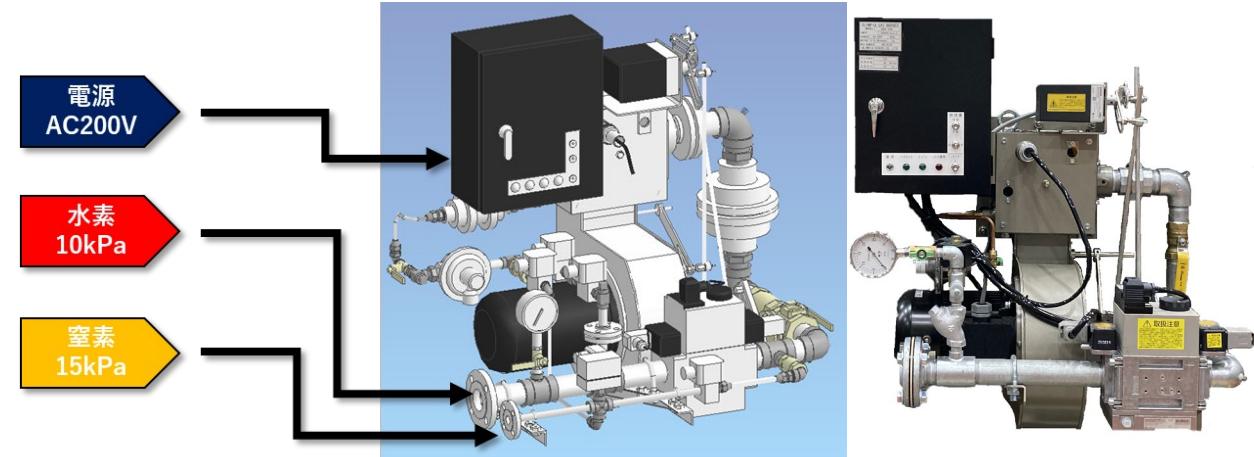


※資料出典：デンソー様ホームページ

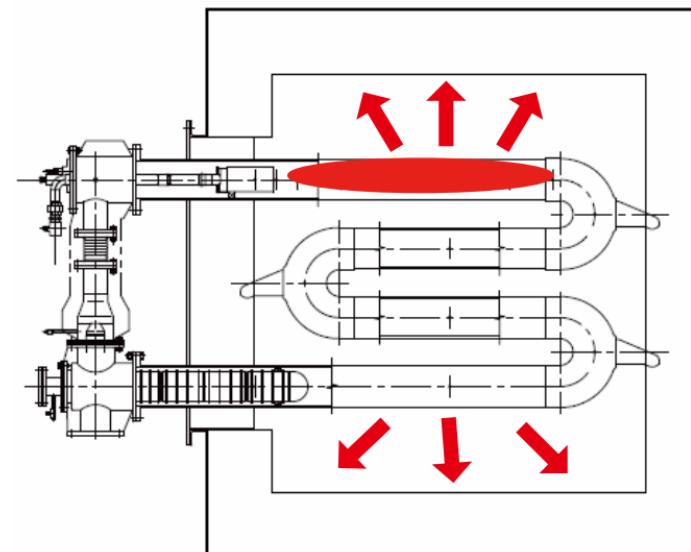
その他の水素バーナラインナップ*



塗装乾燥用 水素バーナ



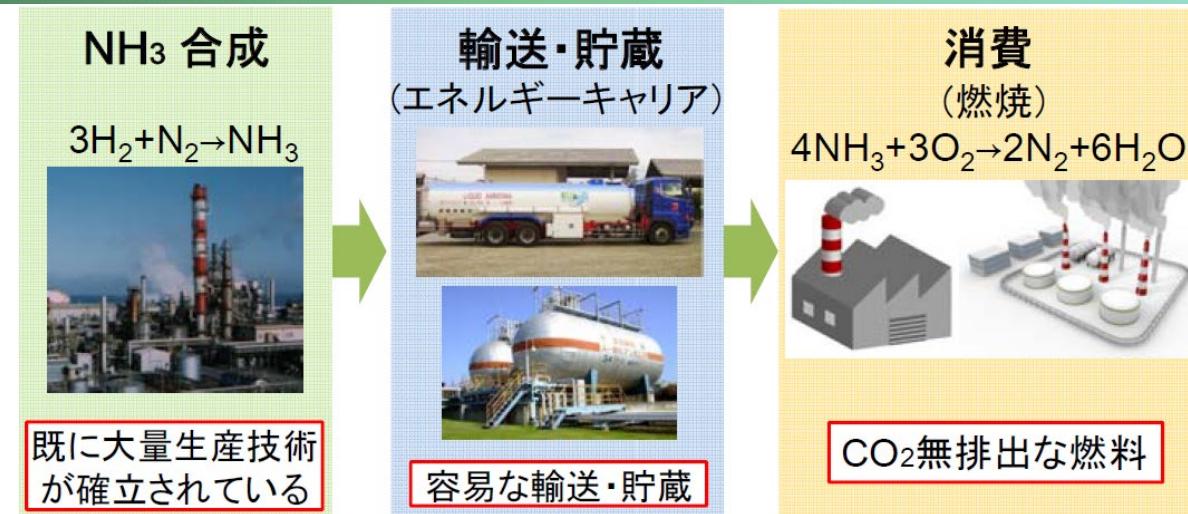
パッケージ型水素バーナ



ラジアントチューブ
水素バーナ

- 1. 中外炉工業およびサーモシステム事業部とは**
- 2. 水素バーナ開発の変遷と最新動向**
- 3. 水素バーナの納入実績**
- 4. アンモニア燃焼のご紹介**
- 5. ラムダアイマルチチャンネルのご紹介**

燃料アンモニアの特徴



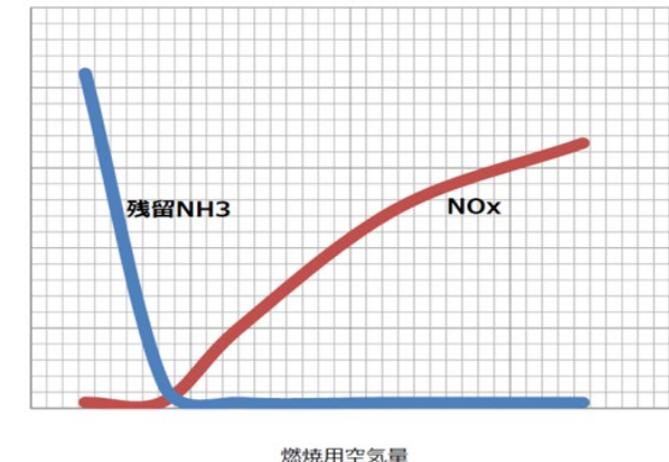
	水素		アンモニア	
大量生産技術	×	これから	○	確立済み (H.B.法)
輸送・貯蔵	×	大気圧沸点 : -253°C 20°C液化圧力 : 常に気体	○	大気圧沸点 : -33°C 20°C液化圧力 : 8.5atm LPGと同様の取り扱いが可能
ユーティリティ市場	×	これから	○	肥料・化成品原料、脱硝剤など
CO ₂ 排出	○	CO ₂ フリー	○	CO ₂ フリー
毒性	○	無し、無臭	✗	可燃性劇物、特定悪臭物質 (しかし脱硝剤として発電・船舶・工業分野等で広く普及)

代表的燃料の熱物性と燃焼特性

燃料種	アンモニア NH ₃	プロパン C ₃ H ₈	メタン CH ₄	水素 H ₂
大気圧における沸点 (°C)	-33.3	-42.1	-161.6	-252.9
20°Cにおける液化圧力 (atm)	8.5	8.5	常に気体	常に気体
低発熱量 (MJ/kg)	18.6	46.6	50.2	120.4
可燃当量比範囲 (-)	0.63~1.40	0.51~2.51	0.50~1.69	0.10~7.17
最大燃焼速度 (m/s)	0.07	1/5倍	0.37	2.91
最低自着火温度 (°C)	651	432	537	500
最高断熱火炎温度 (°C)	1750	-220°C	1970	2120

出典：カーボンフリーアンモニア燃焼、日本燃焼学会誌 第58巻183号（2016年）41-48

アンモニア燃焼に伴うNOxの発生



アンモニアの特徴

燃焼速度が遅い

火炎温度が低い

燃料中にN分を含む

課題

アンモニアが燃え残りやすい

低温時の着火性が悪く、燃焼が安定しにくい

フューエルNOxがある分、多量のNOxが排出される

技術開発ポイント

→ 安定燃焼方法の確立し、未燃アンモニア排出抑制



対応策

→ アンモニア改質

→ 化石燃料との混焼技術開発

→ 脱硝効果を活用した低NOx手法の確立

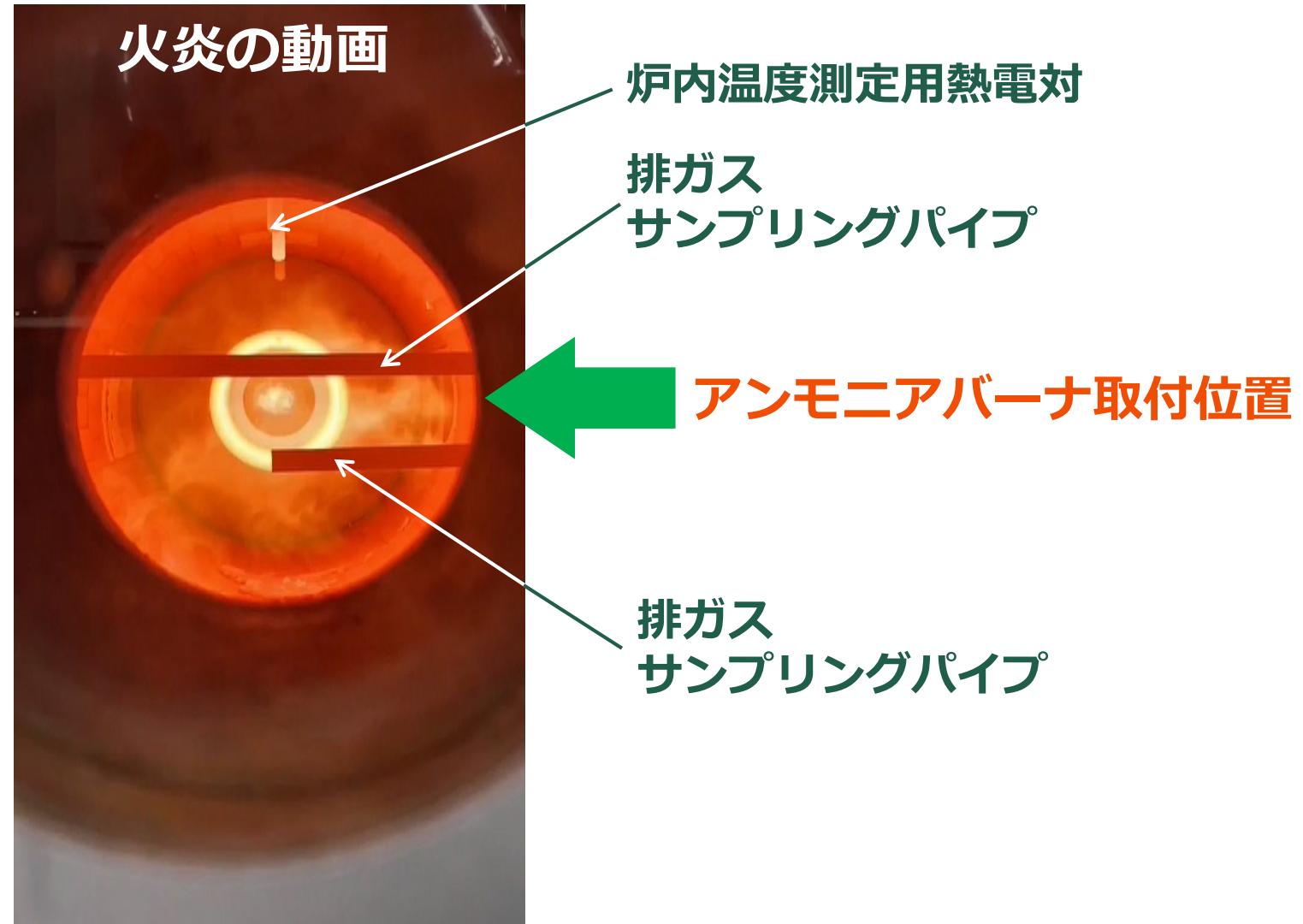


→ O₂フィードバックを用いた高レスポンス空気比制御

アンモニア燃焼の様子

試験条件

- ・ 炉温 : 900°C
- ・ 燃焼量 : 233kW
- ・ 空気温度 : 常温



- 1. 中外炉工業およびサーモシステム事業部とは**
- 2. 水素バーナ開発の変遷と最新動向**
- 3. 水素バーナの納入実績**
- 4. アンモニア燃焼のご紹介**
- 5. ラムダアイマルチチャンネルのご紹介**

ラムダアイとは？？

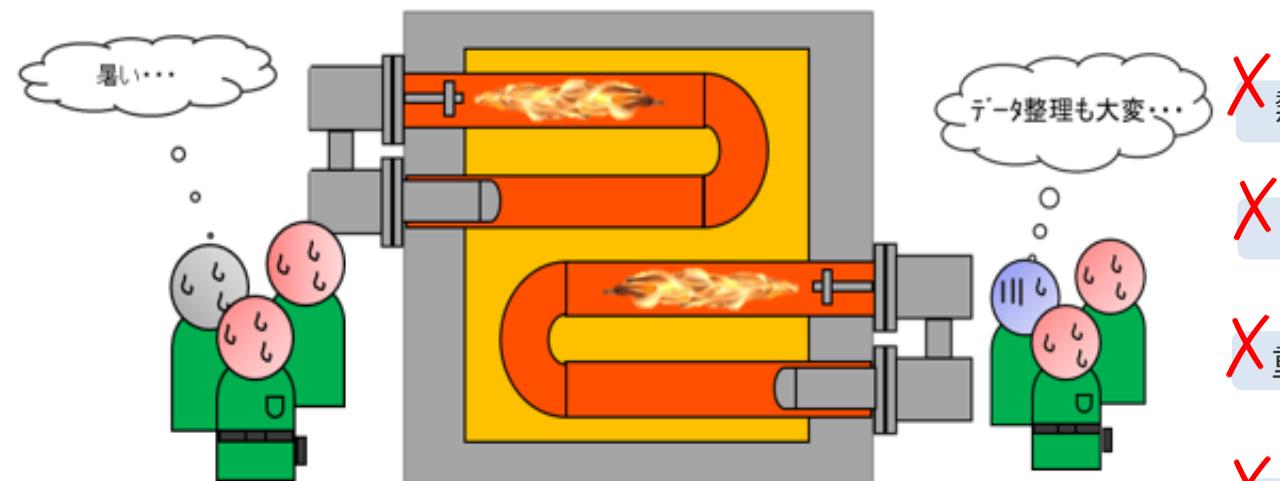
1. ラムダアイのコンセプト

各バーナからの排ガス中の酸素濃度(O₂%)を常時測定・監視→タッチパネルに表示

↓ 測定値を利用して…

集中管理室など現場以外の場所で燃焼状態を判断

各燃焼制御計器へのフィードバックによる自動制御



※仕様は変更する可能性があります

- 熱中症
- 火傷
- 重労働
- 人手多数 / 日程調整困難
-
- レキュ焼損
- カーボン堆積
- チューブ変形
- ダクト内燃焼
- 燃料の浪費

ラムダアイマルチチャンネルとは？？

2.複数のRT式バーナを備える炉への適用

選択その① 「O₂%監視による異常アラーム」

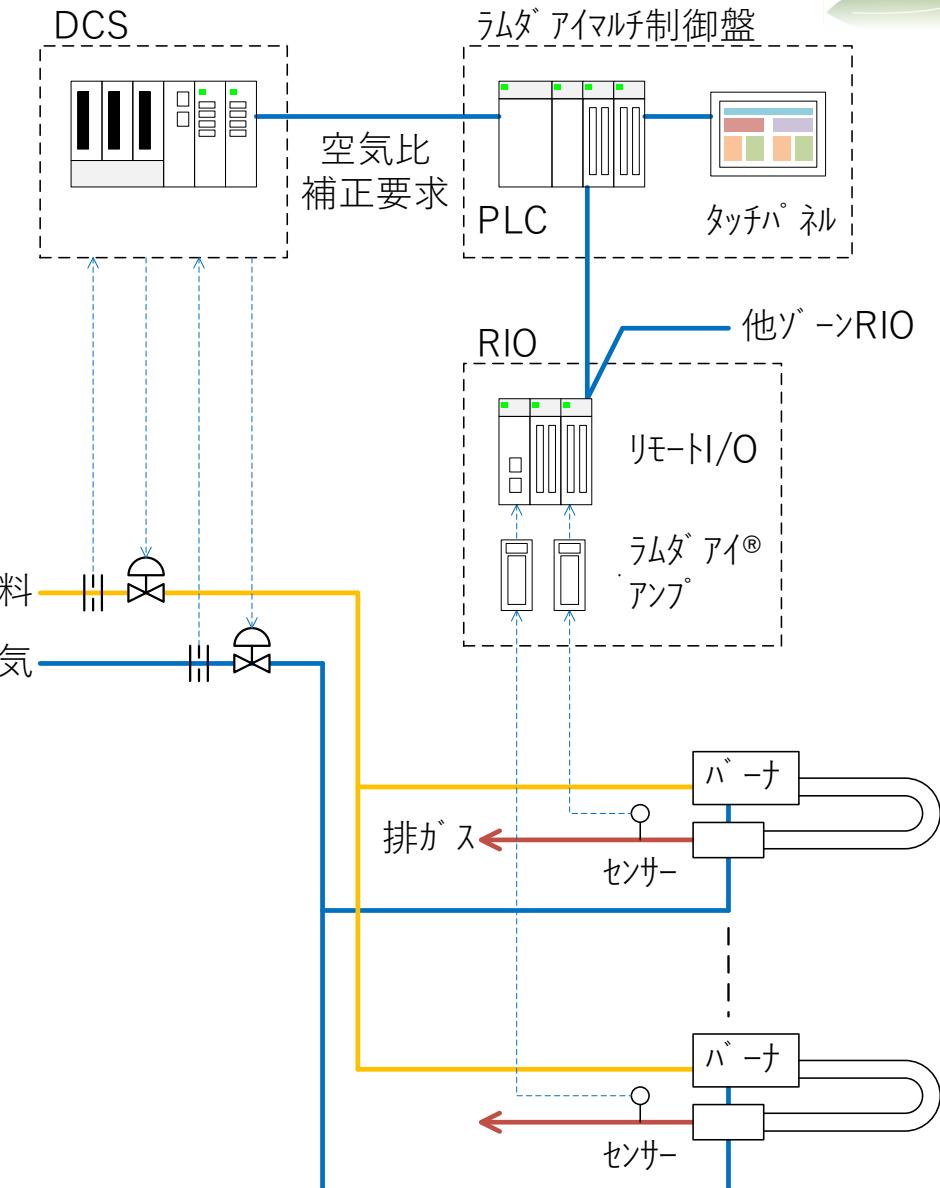
常時測定されるO₂%が設定値から外れた
→ラムダアイマルチ制御盤よりアラーム

➡ オペレータが不具合のあるバーナを
遠隔から特定でき、
タイムリーな燃焼調整が可能

選択その② 「DCSと連携してゾーン空気比を自動制御」

燃焼ゾーン内で最もO₂%の低いバーナを基準に
ゾーンの空気比を制御

➡ 自動で設備の健全化、省エネ化が可能



終わりに

『製造分野における熱プロセスの脱炭素化』



出典: NEDOホームページ Green Japan Green Innovation
<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/thermal-processes-in-manufacturing/scheme/>



ご清聴ありがとうございました



<https://chugai.co.jp/>



鉄鋼製造における加熱炉の 省エネ・燃焼機能改善技術



2024年10月10日
中外炉工業株式会社
プラント事業本部 プラント事業部
横井範之

中外炉工業の事業内容

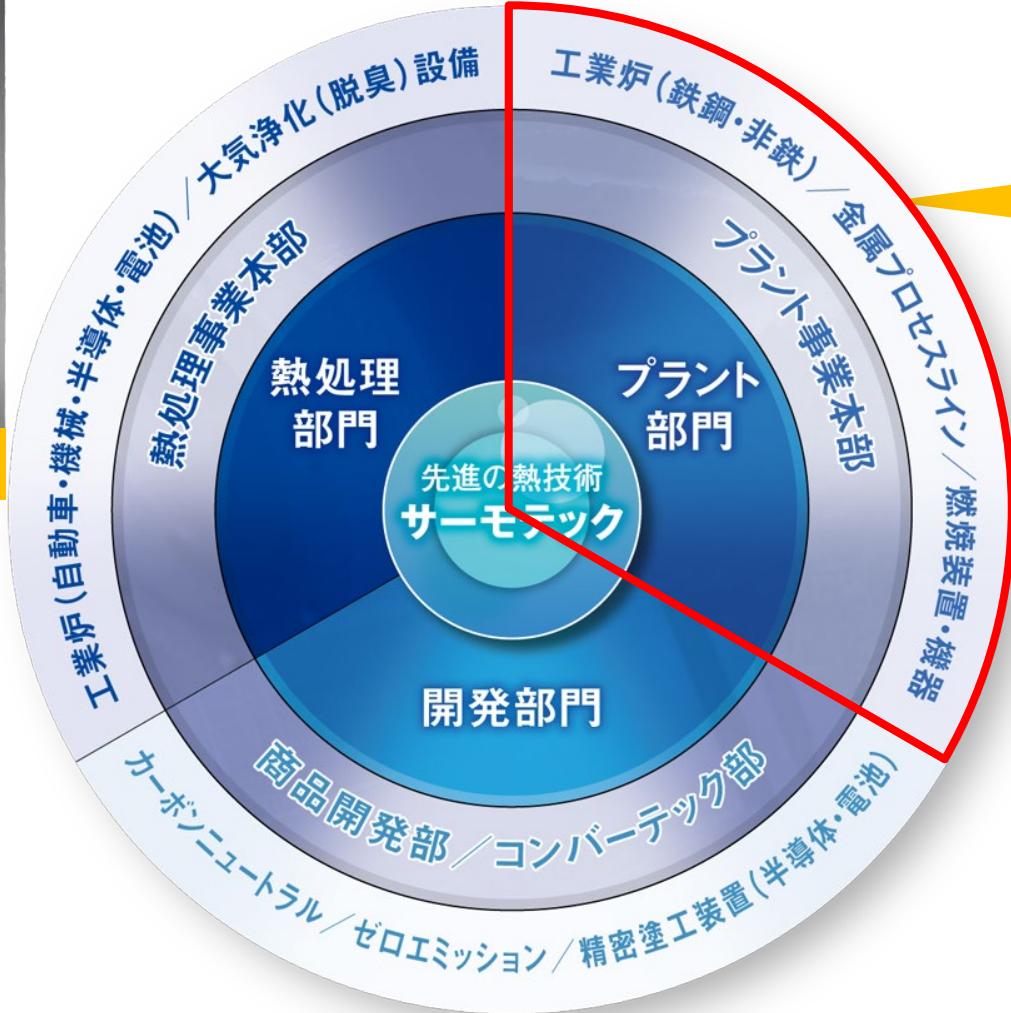
わたしたちは、次代の熱技術を結集し、人と地球の豊かな未来を創造する技術立社をめざします。



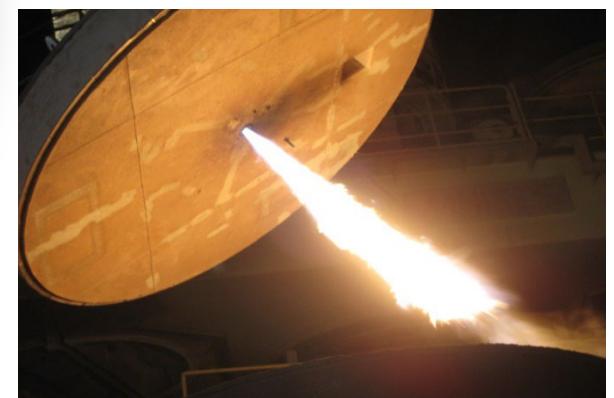
熱処理設備



精密塗工装置



プラント事業部
鉄鋼・非鉄に関わる工業炉、
金属プロセスラインetc.



サーモシステム事業部

プラント事業部の紹介

鉄鋼・非鉄金属
加熱炉、熱処理炉



ストリップ連続焼鈍ライン
(BAL, CAL, APL)



連続亜鉛メッキライン
(CGL)



ベル型コイル焼鈍炉



ストリップ連続塗装ライン
(CCL)



1. 加熱炉の省エネ技術

- ・酸素富化燃焼

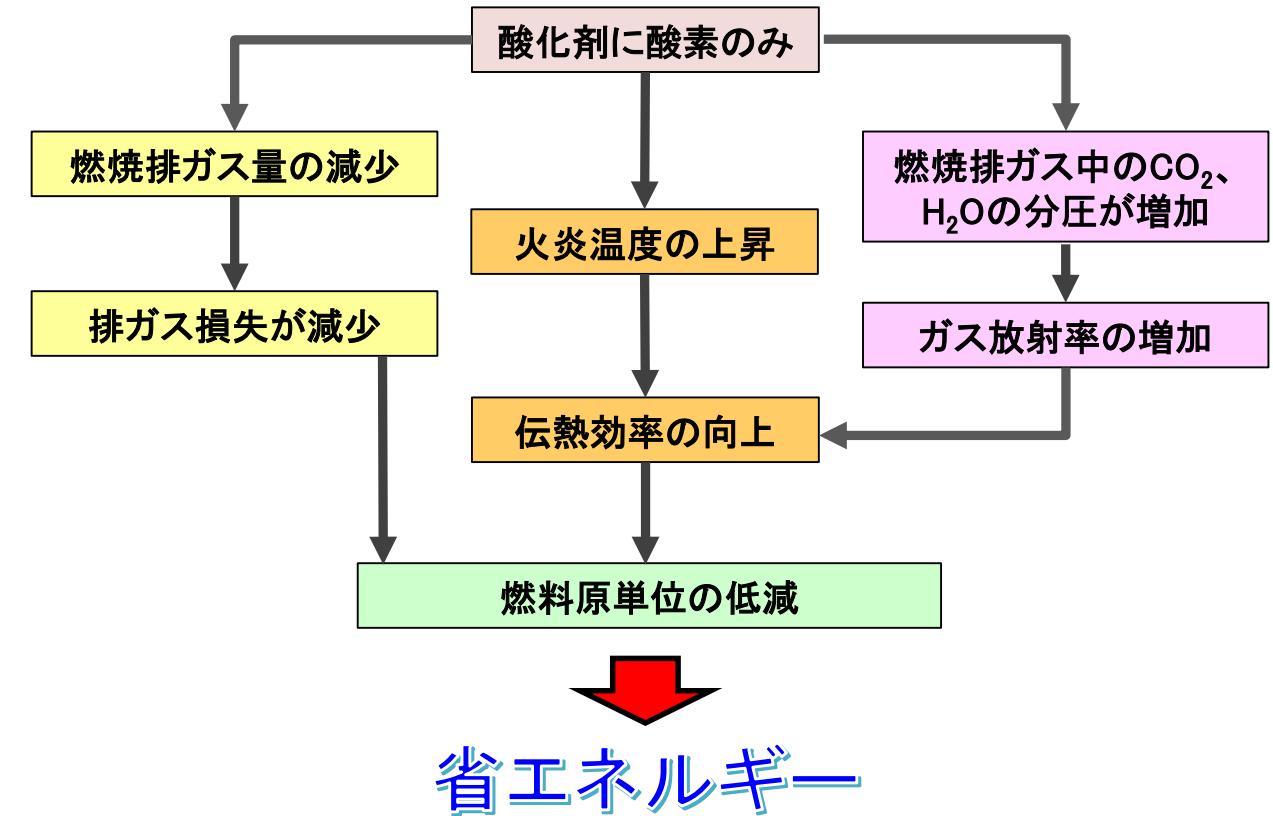
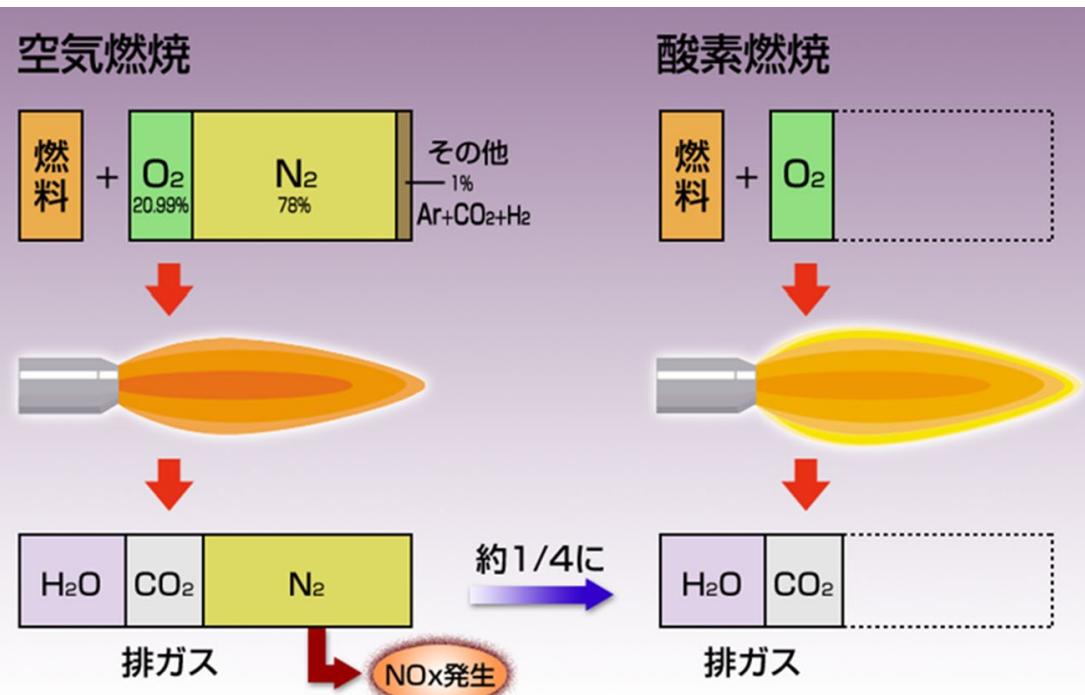
2. 加熱炉の燃焼機能改善技術

- ・バーナ火炎長可変機構

1. 加熱炉の省エネ技術：酸素富化燃焼

加熱炉の省エネ技術：酸素富化燃焼

酸素富化燃焼の概要と特徴

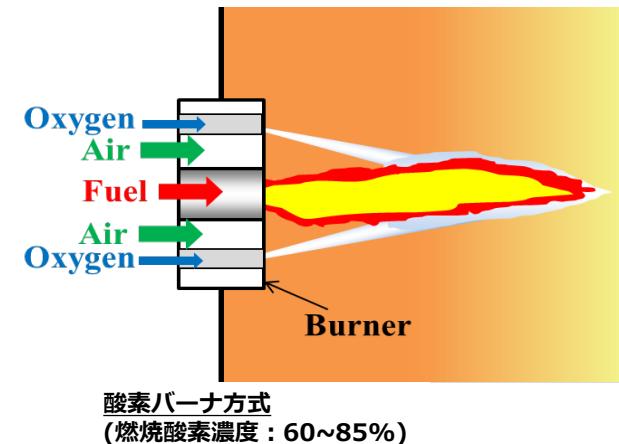
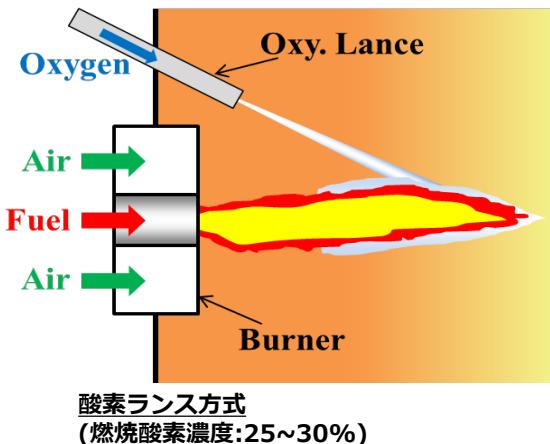


加熱炉の省エネ技術：酸素富化燃焼

酸素富化燃焼方式

ランス方式

- ・ 改造範囲が少なくイニシャルコストを抑えることができる
- ・ 既設燃焼システムに酸素システムを追加するだけで使用可能※
- ・ 酸素余剰時ののみの使用が可能(使用、不使用の選択が可能)
- ・ 酸素富化率は21%(大気燃焼)～30%まで酸素使用量により設定可能
- ・ 低NOx(既設同等に抑えることができる)
- ・ 改造工期を抑えることができる



酸素バーナ方式

- ・ バーナ交換の必要がありイニシャルコスト増加
- ・ 酸素濃度を高くできるので省エネ効果は大きい
- ・ 酸素を常に供給する必要がある。

酸素ランス方式
(燃焼酸素濃度: 30%)

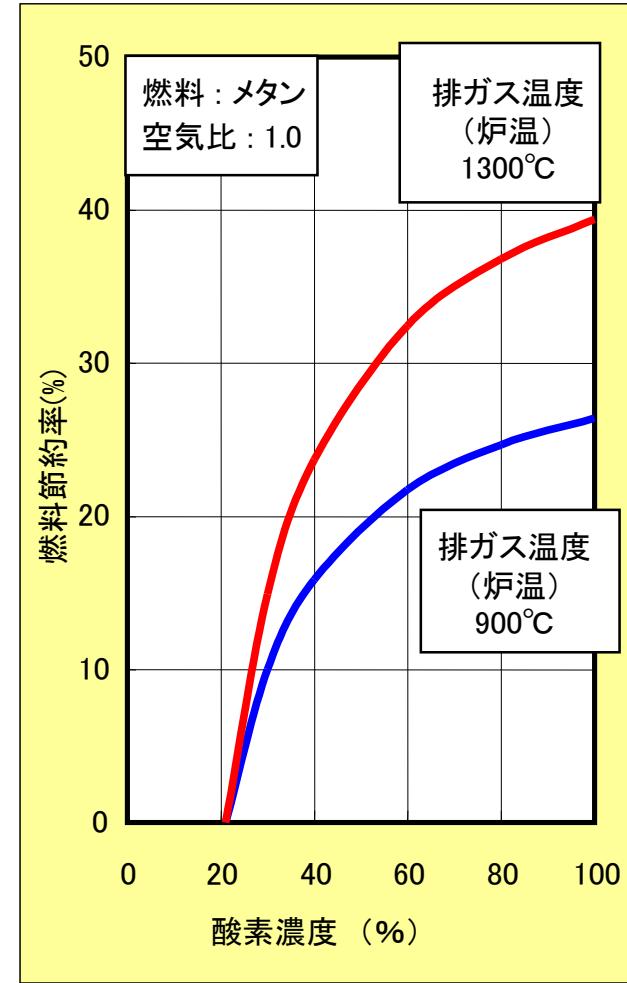
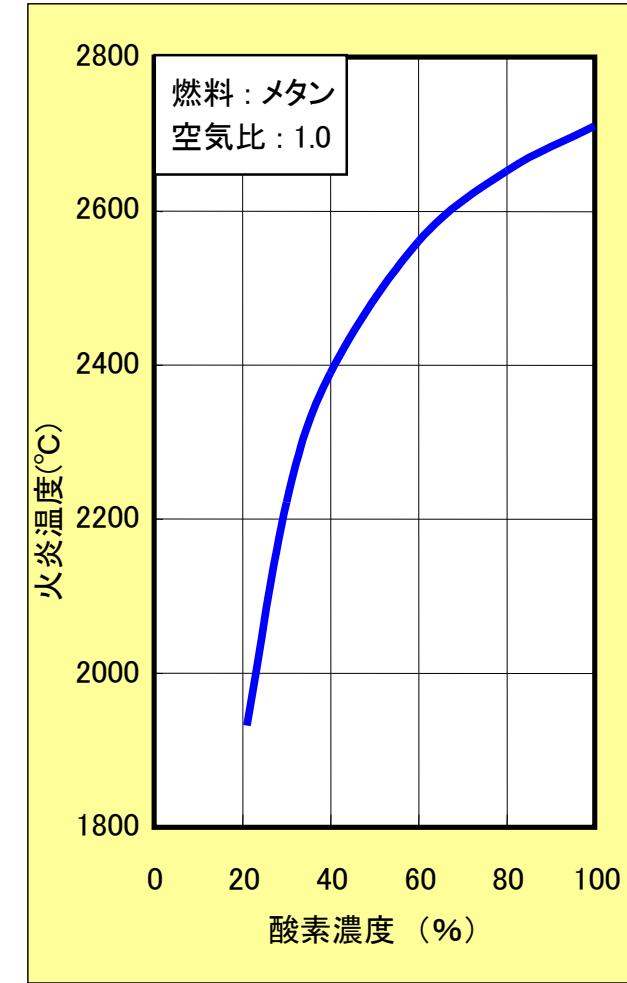
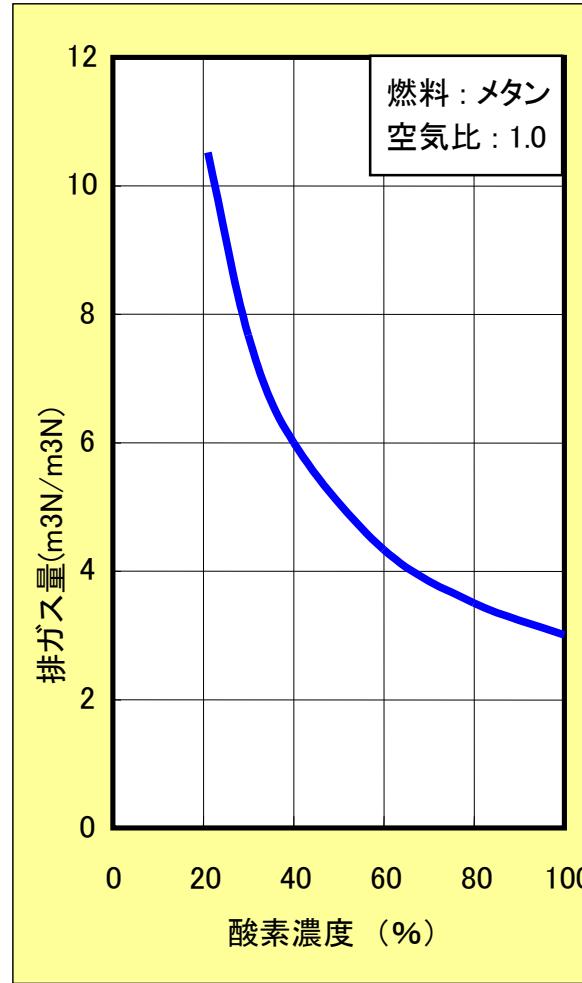


酸素バーナ方式
(燃焼酸素濃度: 85%)



加熱炉の省エネ技術：酸素富化燃焼

酸素濃度

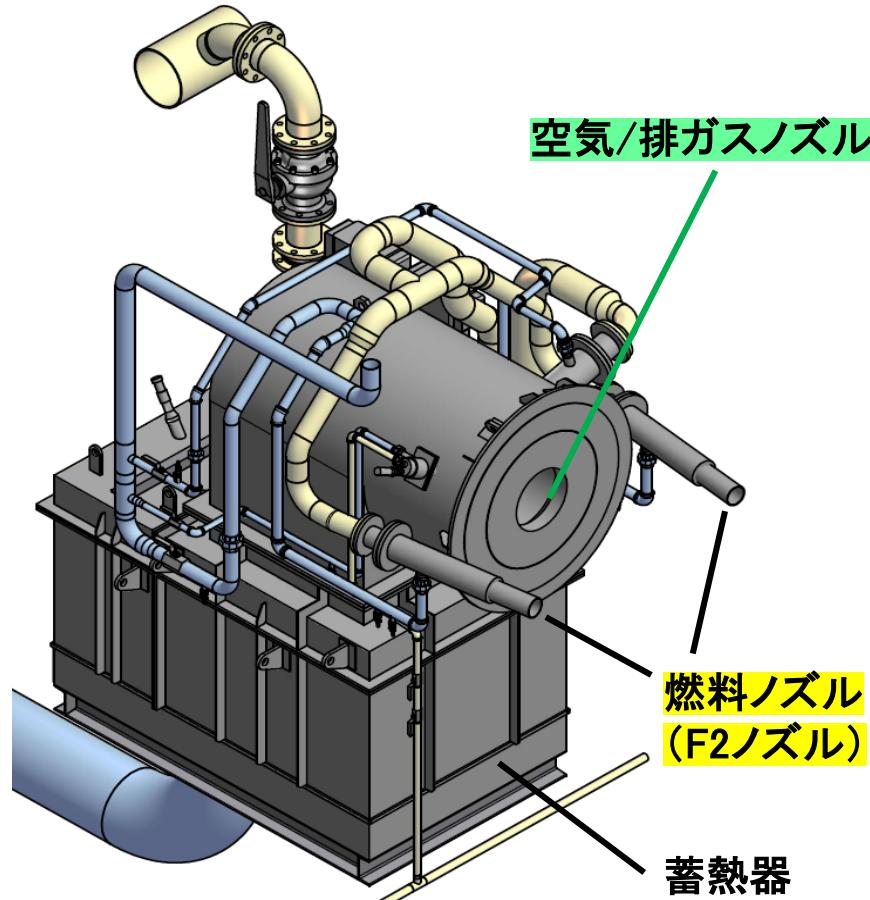


2. 加熱炉の燃焼機能改善技術：バーナ火炎長可変技術

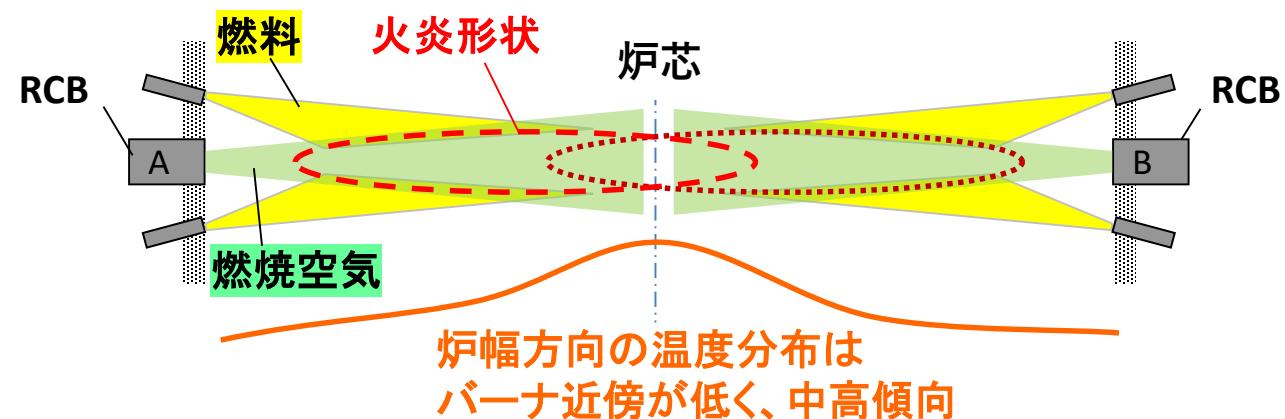
加熱炉の燃焼機能改善技術：バーナ火炎長可変技術

開発概要・経緯

リジェネバーナ(RCB)



従来のサイド焚きRCB加熱炉の課題



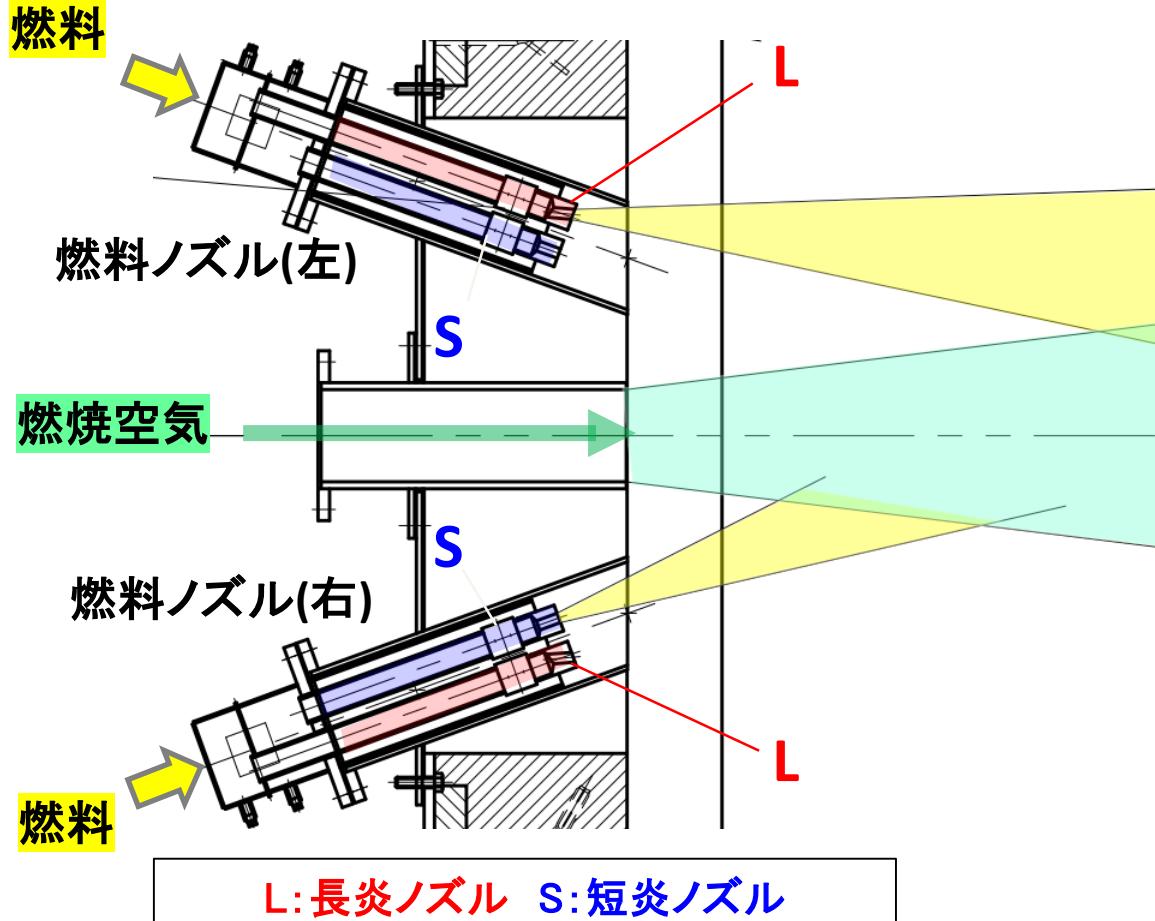
- ◆ バーナから離れた位置で火炎が形成されることでバーナ近傍温度が低く、中高傾向になりやすい
- ◆ 炉幅方向の温度分布調整には、バーナ燃焼量の調整や操業停止＆燃料ノズル交換等の対応が必要

解決手段

- ◆ 火炎長可変機構の導入により、サイド焚きリジェネバーナにおいて、燃焼量を変えずに炉幅方向温度分布調整を容易にする
- ◆ 火炎長切替を制御に組み込むことで、操業に応じた炉幅方向温度分布調整を可能にする

加熱炉の燃焼機能改善技術：バーナ火炎長可変技術

火炎長可変機構



※上図は右表“例③”適用時の燃料吐出イメージ
(一方の燃料ノズルで長炎(L)、もう一方で短炎(S)使用)

特徴

- ◆ 火炎長切替時の操業停止によるノズル交換不要
- ◆ ガス側での切替により従来リジェネバーナと同等の温度効率を維持

機構

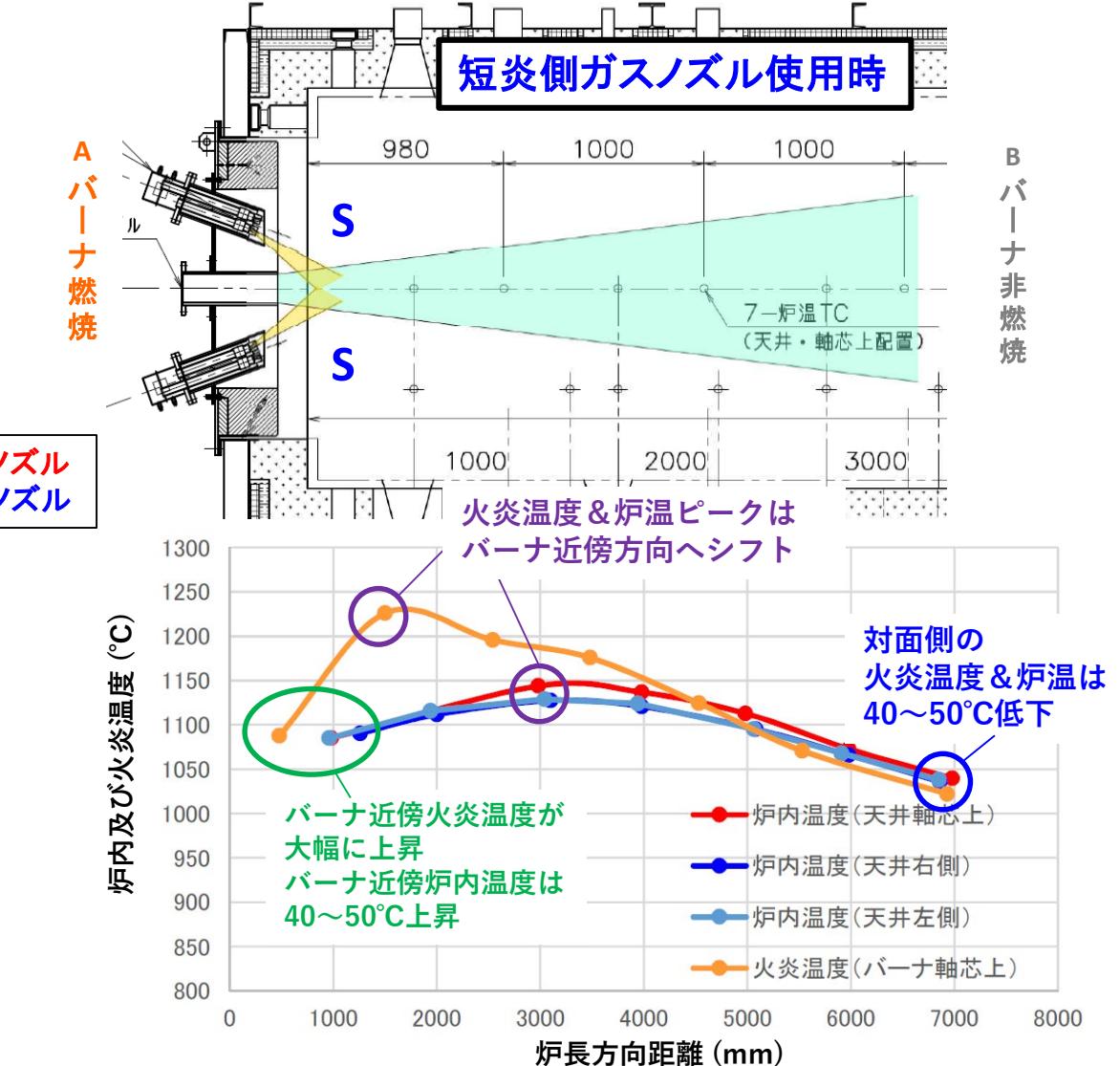
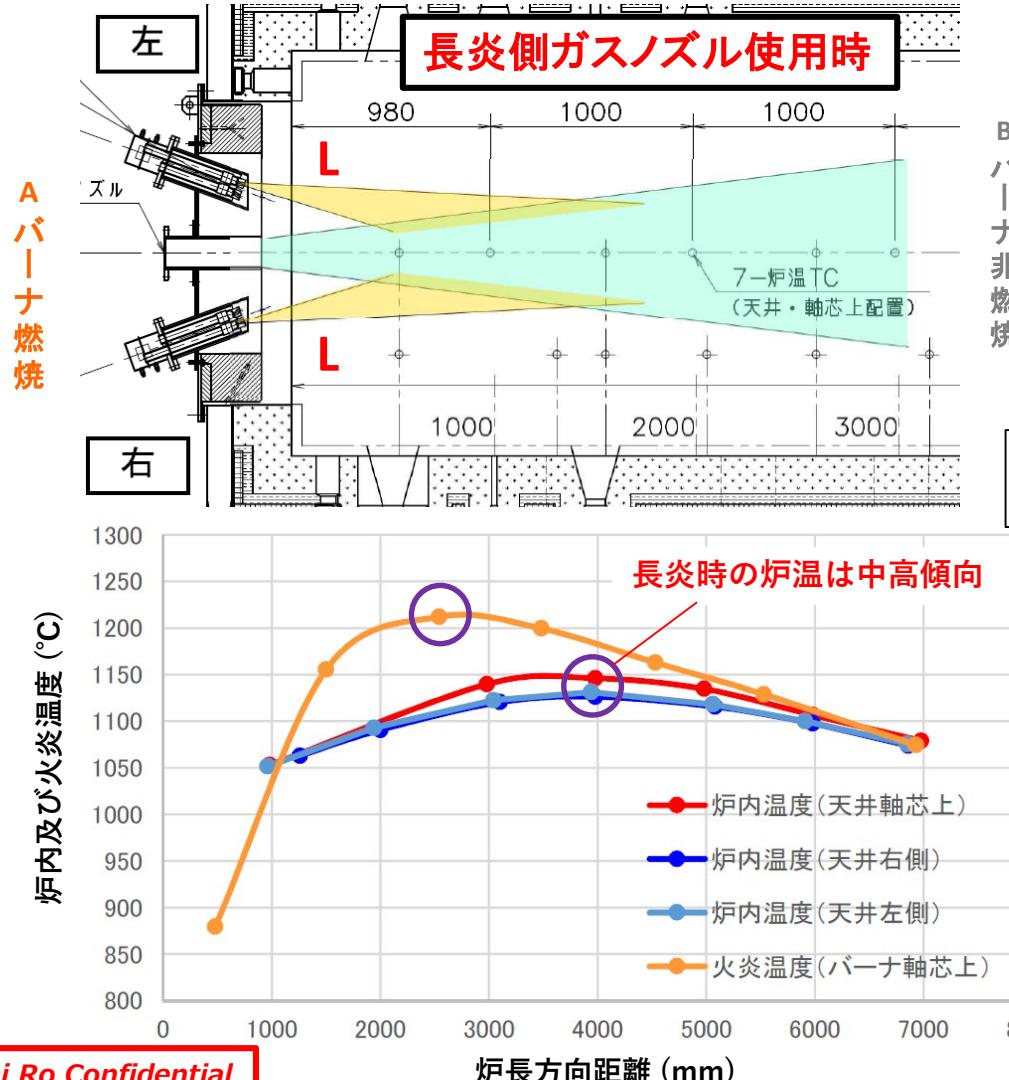
- ◆ 燃焼空気に対し両側にF2ノズルを装備
- ◆ F2ノズル内の流路は「長炎ノズル(L)」と「短炎ノズル(S)」に分かれる

F2ノズル使用例

	F2(左)	F2(右)	火炎形状
例①	L	L	長炎
例②	S	S	短炎
例③	L	S	中炎
例④	S	L	中炎

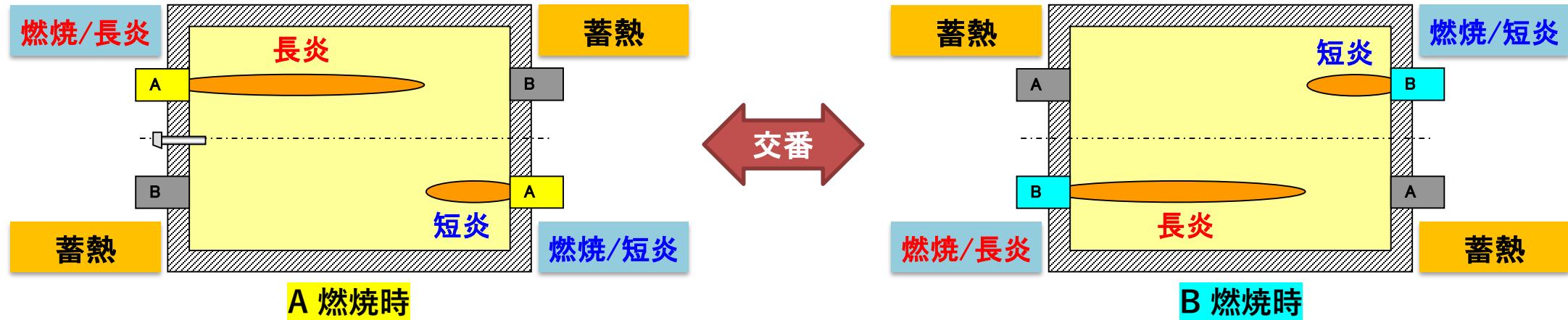
加熱炉の燃焼機能改善技術：バーナ火炎長可変技術

弊社試験炉での検証結果

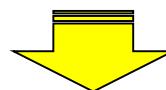


加熱炉の燃焼機能改善技術：バーナ火炎長可変技術

加熱炉での制御方法



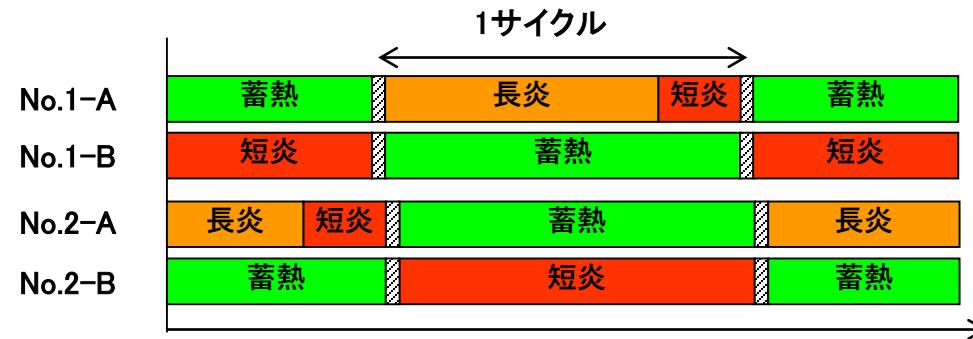
・単なる長炎/短炎の切替だけでは制御が粗くなるため、
よりフレキシビリティを持たせるために、
他の制御方式との組み合わせにより最適な制御を行う



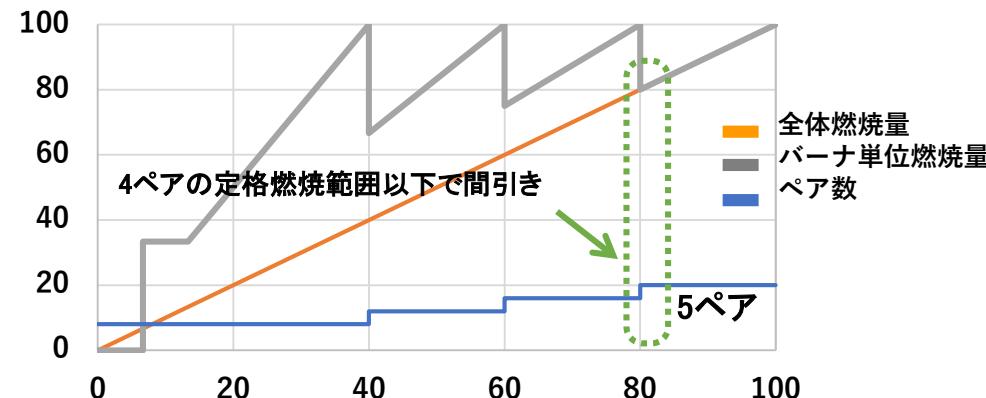
- 1) サイクル中に長炎/短炎を切り替えて、その時間配分により温度分布を制御
- 2) バーナ単体の燃焼量を優先した間引き制御
- 3) 片側一斉燃焼における燃焼時間に偏差を持たせた制御

加熱炉の燃焼機能改善技術：バーナ火炎長可変技術

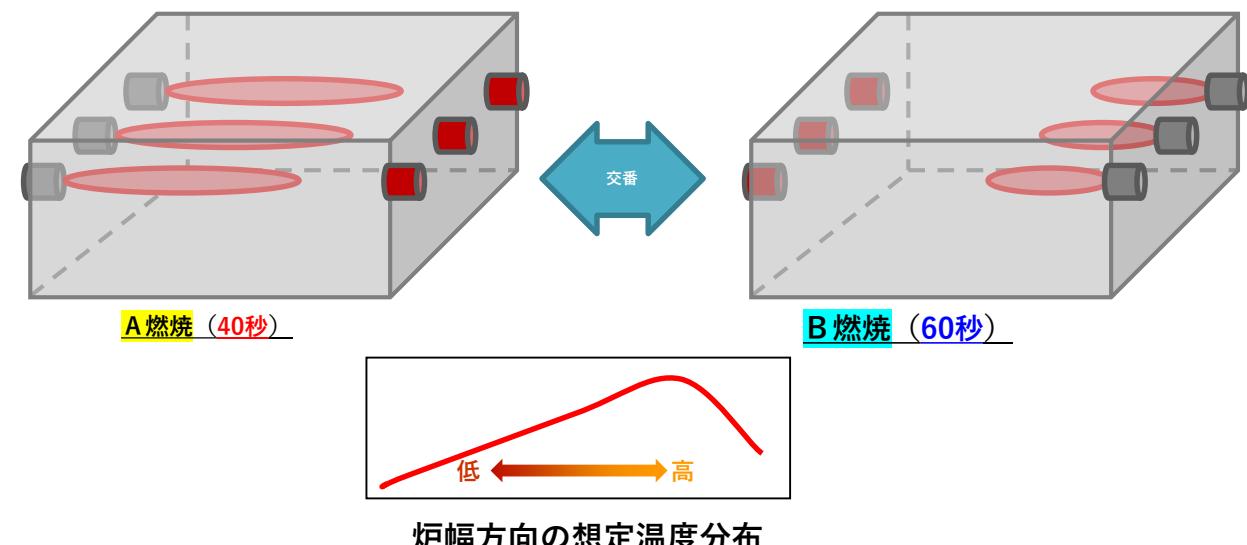
1)サイクル中に長炎/短炎を切り替えて、その時間配分により温度分布を制御



2)バーナ単体の燃焼量を優先した間引き制御



3)片側一斉燃焼における燃焼時間に偏差を持たせた制御



ご清聴ありがとうございました



<https://chugai.co.jp/>