



中外炉工業における カーボンニュートラルに向けた取り組み



中外炉工業はゼロエミ・チャレンジ企業です。



中外炉工業株式会社は
大阪・関西万博を応援しています。

2024年3月27日

中外炉工業株式会社
商品開発部 開発探索課
篠崎 健一

Chugai Ro Confidential



本日の内容

1. 中外炉工業の紹介
2. 中外炉工業におけるカーボンニュートラルに向けた取組
 - 水素バーナ
 - 水素バーナを使用した設備／技術
 - アンモニアバーナ
3. 新研究所 熱技術創造センター
 - 熱技術創造センターの紹介動画



1. 中外炉工業の紹介



会社概要

カーボンニュートラル、DX（デジタルトランスフォーメーション）——
さらなる変革へ挑み、新たな価値を創造します。

会社名：中外炉工業株式会社

本社所在地：大阪府中央区平野町3丁目6番1号

設立：1945年4月

資本金：61億7,672万円

従業員：424名

国内事業所：本社、堺事業所、堺センター、
東京支社、名古屋営業所、小倉工場

海外拠点：台湾、中国、タイ、インドネシア、メキシコ



堺事業所



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。



蓄熱式排ガス処理設備



熱処理設備



鉄鋼用工業炉



精密塗工装置

Chugai Ro Confidential



中外炉工業 中期経営計画（2022年度～2026年度）

カーボンニュートラルを中心に新市場の創出

（カーボンニュートラル、ゼロエミッション、高機能材対応熱技術の3分野を柱とする）

【新商品による新市場創出指標】

社会ニーズに適合する2030年、
100億円市場の創出。



2026年度
売上高目標：40億円

【達成のための施策】

- 新市場創出に向けた研究開発のため、新研究所設立として
総額約10億円の投資
- 研究開発部門に30名増員
- 2026年度 新商品による売上高40億円を目指す

カーボンニュートラル

当社製燃焼式工業炉及び燃焼器からのCO2排出量削減に向けた開発のスピードアップ

- 2026年度までの納入設備のCO2排出量を17%削減（2013年度比）
- 2050年度までの納入設備のCO2排出量を100%以上削減（2013年度比）

ゼロエミッション

- 電炉ダスト、廃リチウムイオン電池、廃プラスチックなどの資源循環プロセスの確立
- 土壌改質、水質浄化など環境浄化プロセス設備の拡販注力

高機能材対応熱技術

- 新研究所を2023年度に立上げ、高温ホットプレス炉や火炎内処理装置、キルンなどを設置
- 受託試験を効率よく行い、顧客ニーズへの最適な設備提案



2. 中外炉工業における カーボンニュートラルに向けた取組



化石燃料と水素の比較

都市ガスの主成分であるメタンと比較して
水素は燃焼速度が速く火炎温度が高い
 ⇒燃えやすい（燃えすぎる）燃料

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/m ³ N)	14.1	91.3	35.8	10.8
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	0.43	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	2020	1970	2120

8倍

150°C



水素燃焼の課題

- ① 燃えやすい（燃えすぎる）
- ② NOx排出量の増加（サーマルNOx）
- ③ 安全対策（逆火、溶損の危険性）
- ④ 火炎輻射が弱い



工業用汎用水素専焼バーナ（世界初の開発に成功）

2018 年 11 月 8 日
トヨタ自動車株式会社

トヨタ自動車、工業利用を目的とした世界初の汎用水素バーナーを開発

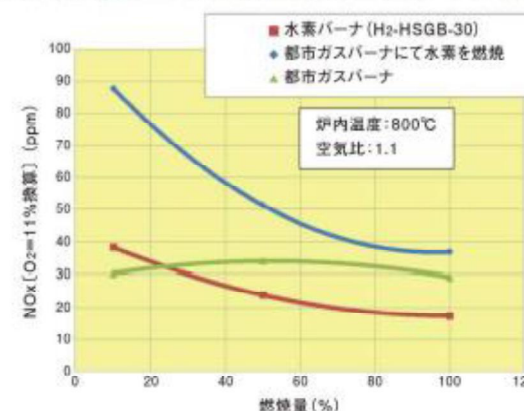
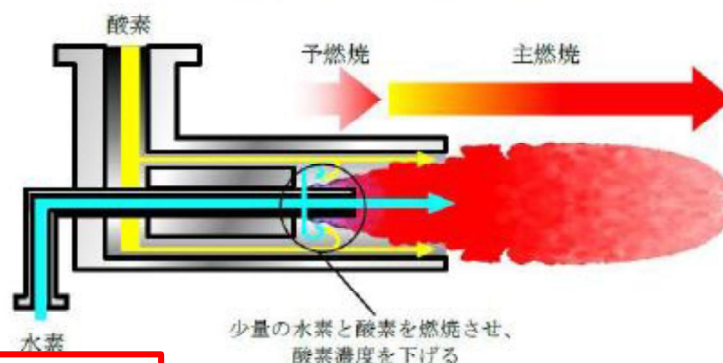
— 燃焼時のCO₂ゼロに加え、新開発の機構によってNOx排出を都市ガスバーナー以下に低減 —

トヨタ自動車(株)（以下、トヨタ）は、工業利用を目的とした汎用バーナーとしては世界初^{*1}となる、水素を燃料とするバーナー（以下、水素バーナー）を、中外炉工業株式会社の協力により新開発し、本日より愛知県豊田市の本社工場鍛造ラインに導入しました。

従来、水素バーナー内で水素が激しく燃焼することで（＝酸素と急速に反応し）、火炎温度が高温になり、環境負荷物質であるNOxが多く生成されるために、水素バーナー実用化は困難でした。新開発した水素バーナーは、水素を緩やかに燃焼させる2つの新機構を導入し、CO₂排出ゼロに加えてNOx排出を大幅に低減^{*2}させ、高い環境性能を両立しました。

①水素と酸素が混ざらないようにする機構

水素と酸素が完全に混合した状態で着火すると、激しく燃焼し火炎温度が高くなります。水素と酸素をバーナー内で並行に流し、完全に混合していない状態で緩慢に燃焼させ、火炎温度を下げています。



Chugai Ro Confidential



工業用汎用水素専焼バーナ（世界初の開発に成功）

CO2排出量ゼロ

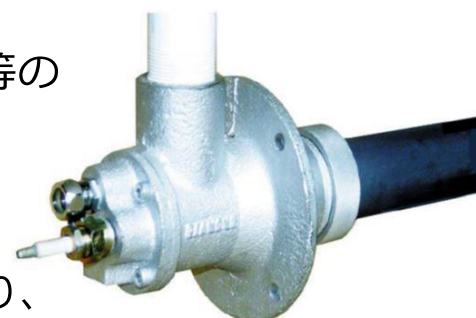
水素専焼によるカーボンフリー燃焼を実現

優れた低NOx性能

独自の燃焼技術により、都市ガス燃焼時と同等の低NOx性能を実現

高い安全性

燃焼中に逆火が起こりにくい構造となっており、安全に燃焼させることが可能



HSGB-H2-L 型 ハイスピードガスバーナ



HSGB-H2-H 型 ハイスピードガスバーナ

製品ラインナップ

バーナ型式	燃焼量	空気比	L型				H型			
			ガス圧力	エア圧力	火炎長さ	NOx 11%O2 (※1)	ガス圧力	エア圧力	火炎長さ	NOx 11%O2 (※1)
HSGB-3-H2	35 kW	1.1	4.0 kPa	4.0 kPa	600mm	30 ~ 50 ppm	4.0 kPa	4.0 kPa	250mm	30 ~ 70 ppm
HSGB-5-H2	58 kW				800mm				350mm	
HSGB-10-H2	116 kW				900mm				450mm	
HSGB-15-H2	175 kW				1100mm				500mm	
HSGB-20-H2	233 kW				1400mm				600mm	
HSGB-30-H2	348 kW				1500mm				900mm	



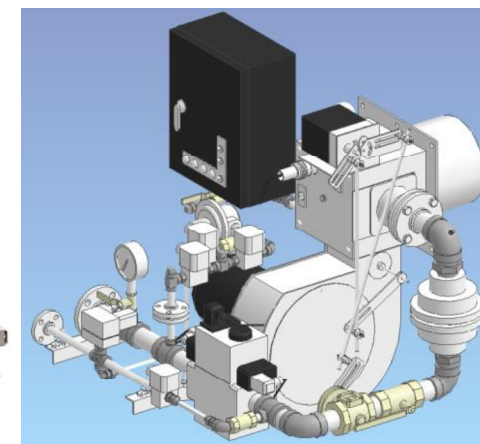
ガンタイプ[®]水素専焼バーナ

【特長】

1. 燃料である**水素**とパージ用の**窒素**及び**電源**を接続するだけで運転可能
2. 窒素による配管プレパージ／ポストパージを制御に組み込むことにより、**安全な燃焼制御**を実現
3. 水素燃焼に適したノズル構造の開発により、ノズルの温度上昇を抑え、化石燃料燃焼時と同等の**火炎形状**及び**低NOx化**を実現

【ガンタイプバーナ仕様】

燃焼容量	: 250kW (215,000kcal/h)
燃料	: 水素 (83.3m ³ N/h)
水素供給圧力	: 10kPa
窒素供給圧力	: 15kPa
供給電源	: AC200V (1.2kVA)
制御方式	: コントロールバルブによる比例方式
点火方式	: パイロットバーナによる時限点火方式
組込機器	: 燃焼空気ブロワ, 制御盤, UVセンサー 点火トランス, 水素電磁弁, 窒素電磁弁 エアコントロールモータ, 水素減圧弁



【用途】

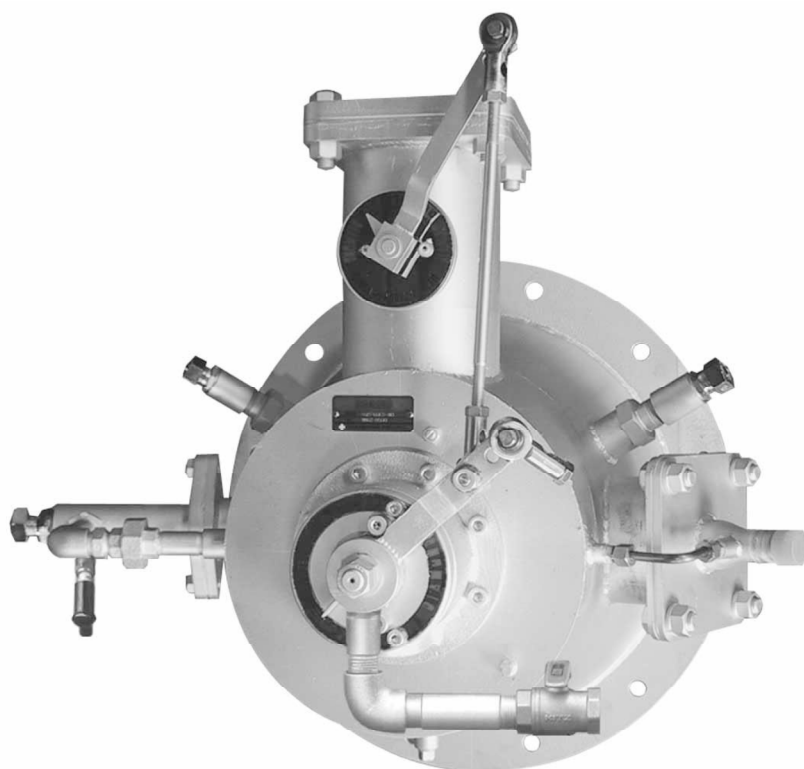
塗装乾燥炉、吸収式冷温水機、熱風発生炉、各種ボイラ、各種キルン、etc・・・



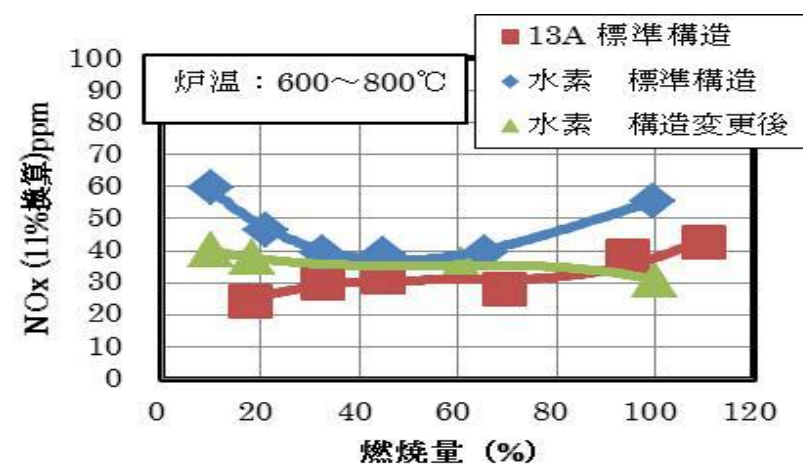
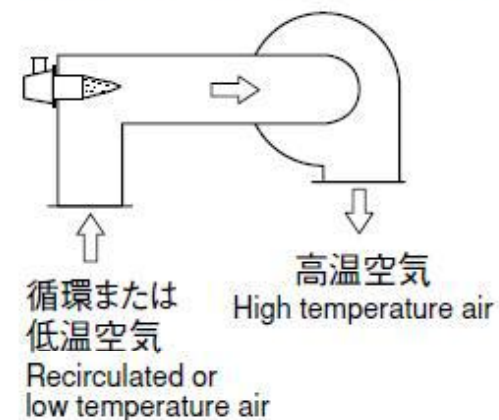
自動車塗装乾燥炉用水素専焼バーナ

<DGB型ダブルコーンガスバーナ>

- ・低温オーブン向け多段燃焼式バーナ
- ・自動車用塗装乾燥炉に多くの実績



- 循環ファン吸込側に取り付けた場合
- Mounting on the recirculating fan suction side

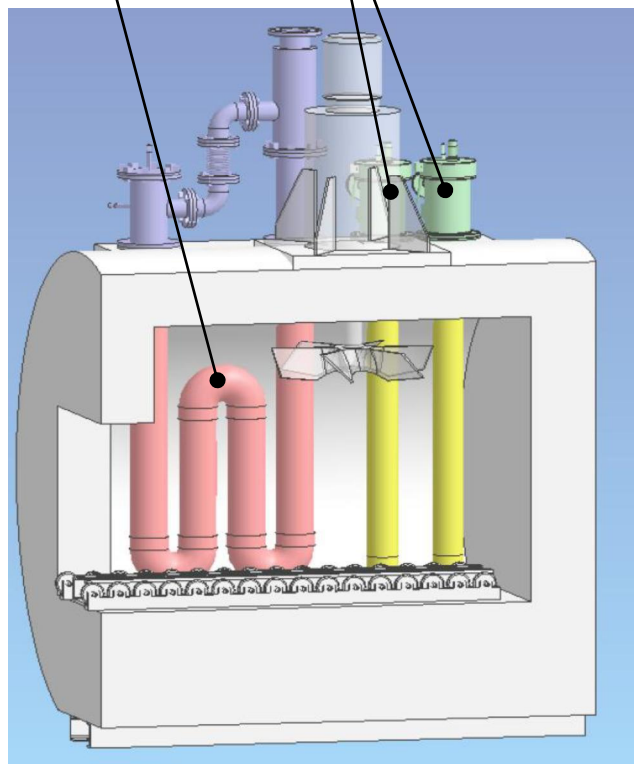




間接加熱式水素専焼バーナ（ラジアントチューブバーナ）

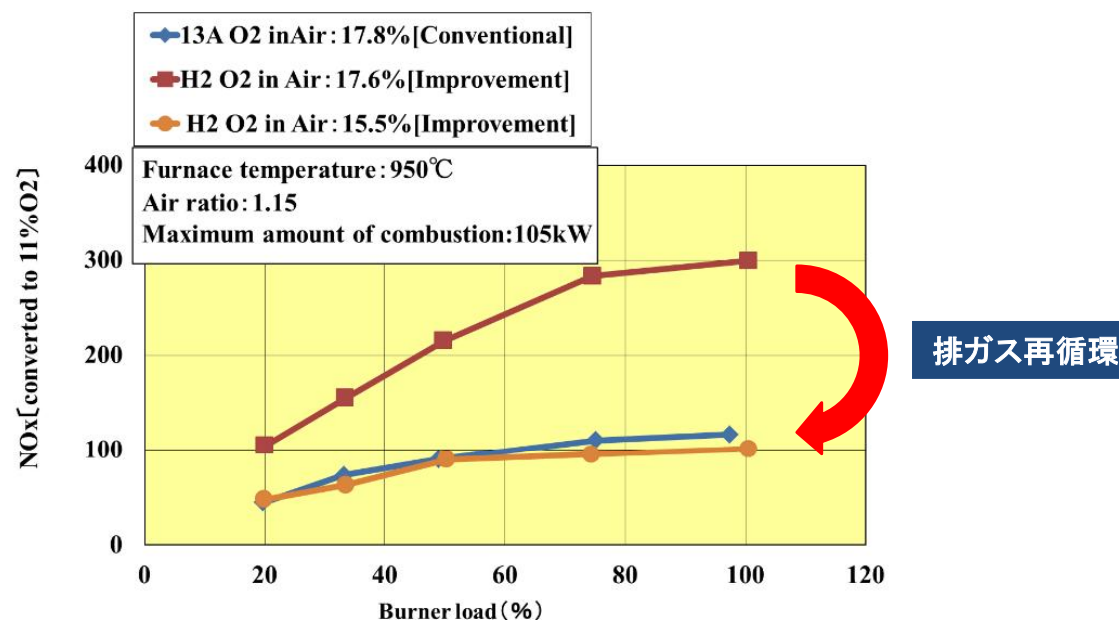
大容量W型
水素バーナ

I型（シングルエンド型）
水素バーナ



＜WRBG型ラジアントチューブ水素バーナ＞

- ・ **排ガス再循環の強化**により水素燃焼でも**低NOx性能**を実現
- ・ 水素燃焼**専用ガスノズル**によりバーナ近傍での**急速燃焼を防止**





熱処理実証炉（水素専焼RTバーナ搭載）

- W型RT水素バーナ・I型RT水素バーナを実装した水素燃烧式熱処理実証炉
- 本実証炉にて加熱能力・温度分布・制御性・安全性の検証を行い、従来の化石燃料と同等の性能を有していることを確認



項目	仕様
機能	加熱機能
有効寸法	610×920×580H(STD-H/S)
装入重量	グロス440kg @ 炉温930℃
加熱方式	水素ガス燃烧器
燃烧量	最大：193kW(166,000kcal/h) 常用：147kW(127,000kcal/h)
温度制御	PID時間比例制御、ON-OFF制御 位置比例制御（CRBのみ）
燃烧器構成	WRBG-H2-5B ×2pcs CRB-H2-4B ×4pcs
付帯設備	なし（搬送・油槽・ガス導入）

堺事業所内に展示中、随時見学可能



水素30%混焼追焚ダクトバーナ



コージェネ大賞2022技術開発部門「優秀賞」受賞

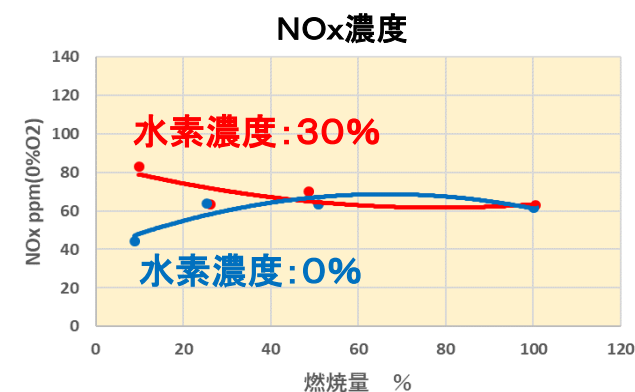
【共同受賞】 川重冷熱工業株式会社様 川崎重工業株式会社様 Daigasエナジー株式会社様

【開発のポイント】

- ミキシングプレートの変更のみで対応可能
- 化学工場などで発生する副生水素をターゲット混焼率は30%



バーナ性能



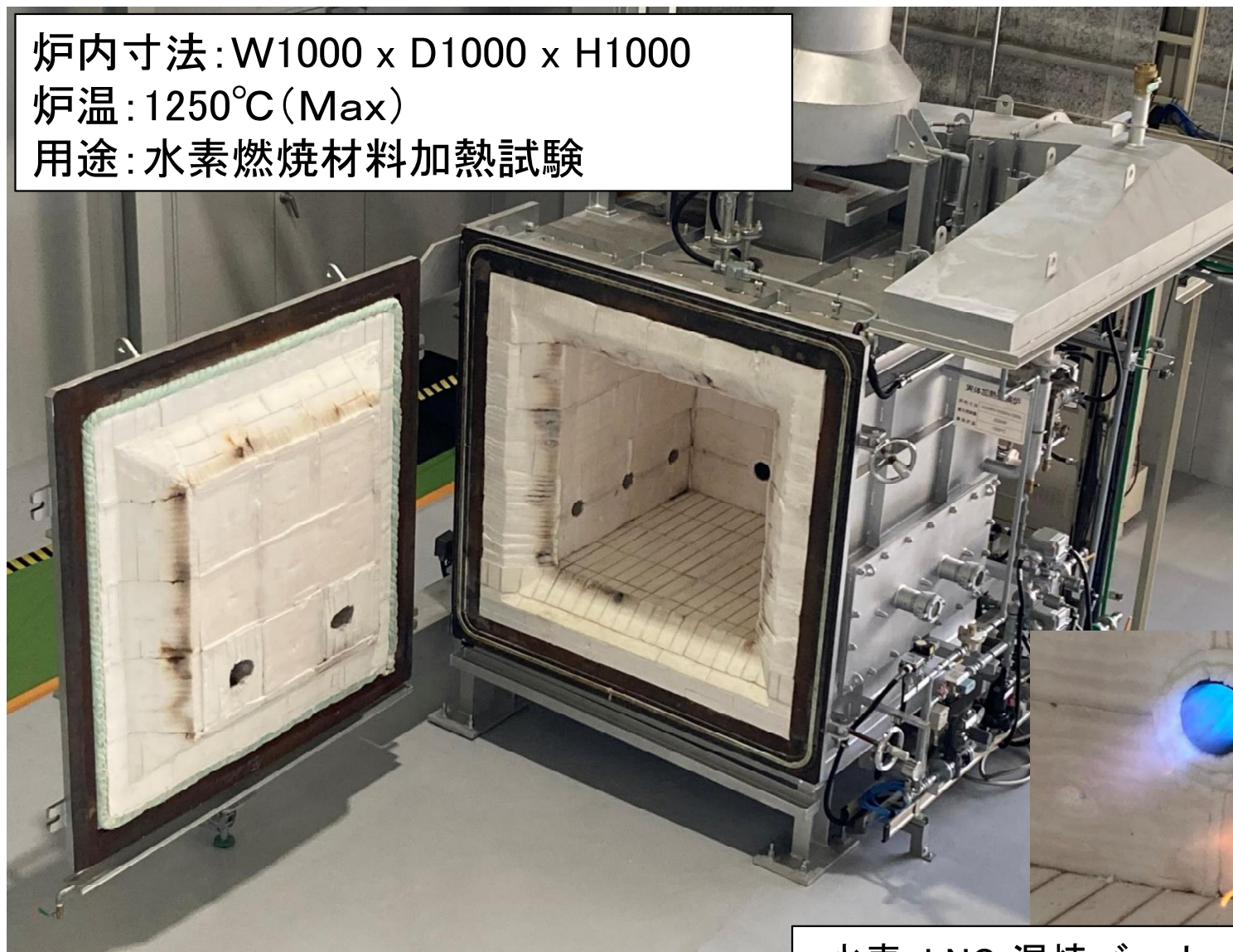


水素燃焼試験炉 実体燃焼実演炉

炉内寸法: W1000 x D1000 x H1000

炉温: 1250°C (Max)

用途: 水素燃焼材料加熱試験



水素・LNG 混焼バーナ

水素バーナ

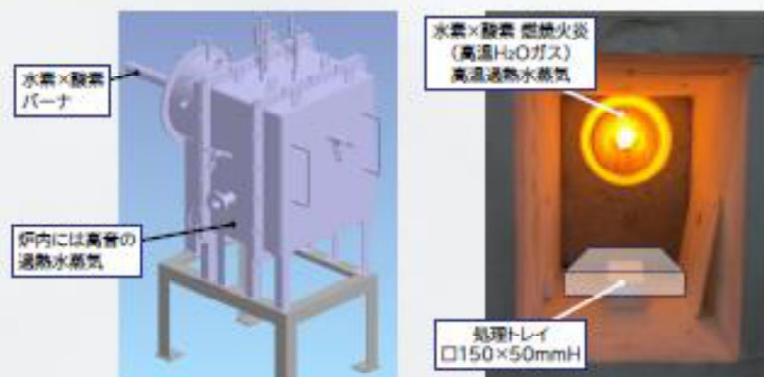
Chugai Ro Confidential

水素燃焼式過熱水蒸気試験装置



水素と酸素を燃焼させることにより発生する高温H₂Oガスを利用した画期的な技術です。

特許出願中



〈試験装置正面〉

〈炉内 燃焼時〉

※上記以上の材料サイズ処理についてはご相談ください

■過熱水蒸気とは

100℃で蒸発した飽和蒸気を常圧のままさらに高温に加熱した、沸点を超えた状態の水蒸気。無色透明のH₂Oガスとなります。

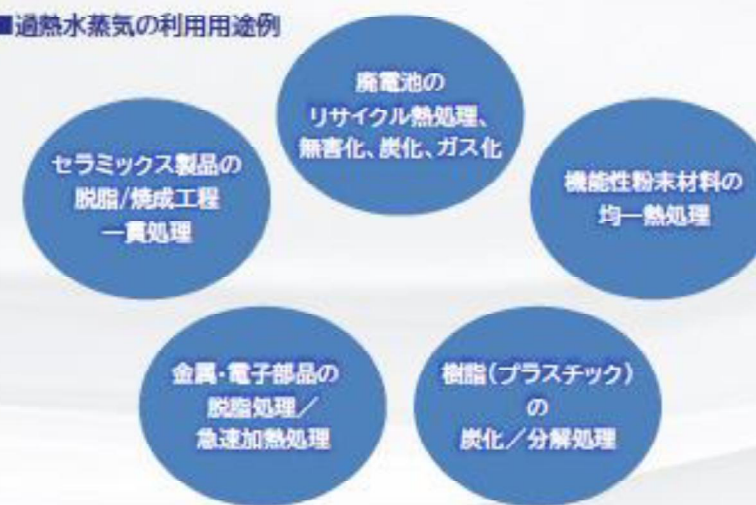


水素と酸素の燃焼によって発生した水蒸気を利用することで、電熱式水蒸気発生装置では対応できない温度域にも対応可能

■水素燃焼式過熱水蒸気のメリット



■過熱水蒸気の利用用途例



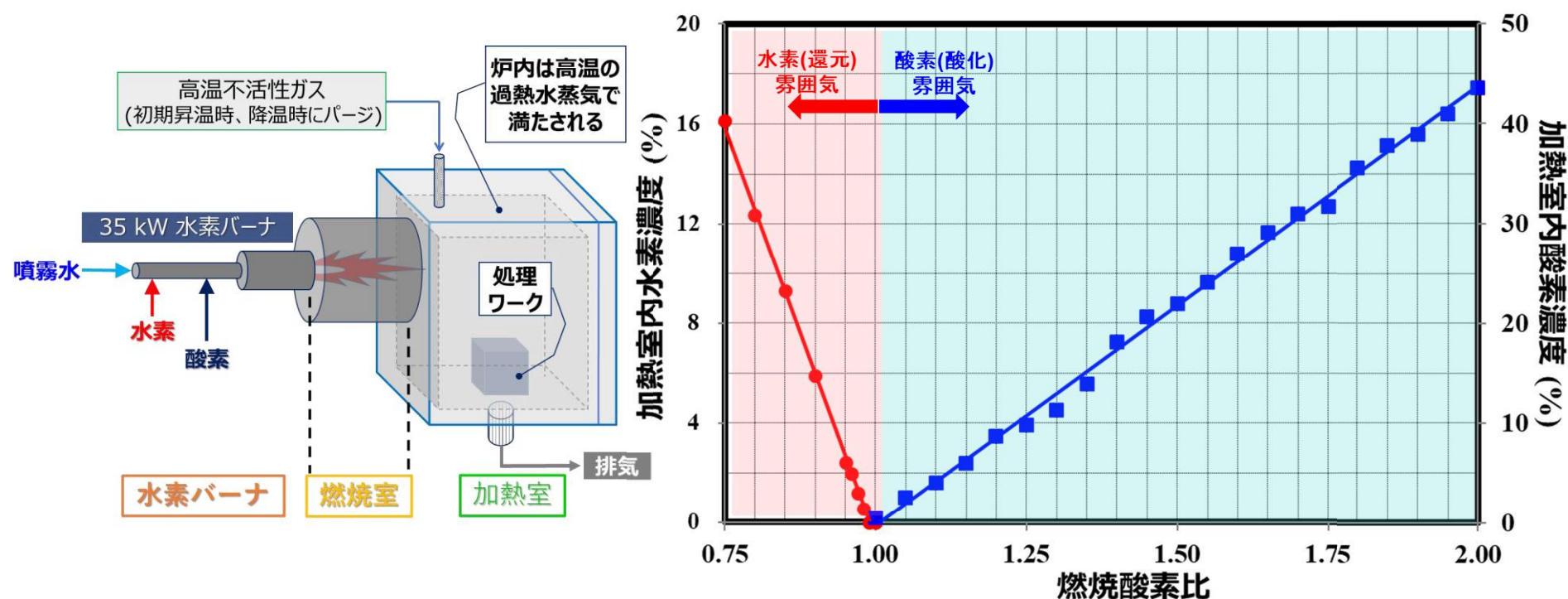
受託試験や設備の見学も可能です。ご要望、お困りごとなど気軽にご相談ください。



水素燃烧式過熱水蒸気技術試験装置

【特長】

1. 水素バーナ燃烧式であるため、**最大1600℃まで処理可能**
2. 水素：酸素の燃烧割合を変える事で、
1つの炉内で、水素雰囲気、酸素雰囲気が実現可能





水素燃焼式過熱水蒸気技術試験装置

水素燃焼式過熱水蒸気技術の考えられる主な用途と効果

テーマ	用途	効果
	セラミックス製品における脱脂／焼成工程	工程処理時間の短縮
	廃電池のリサイクル熱処理	無害化、炭化、ガス化
	機能性粉末材料の熱処理	温度の均一化、機能材の品質向上
	金属の脱脂処理／急速加熱処理	工程処理時間の短縮
	CFRPリサイクル熱処理	温度の均一化、機能材の品質向上
	電子部品の脱脂／焼成処理	温度の均一化、機能材の品質向上
	吸熱反応させながらの水性ガス化反応	ガス化

テスト装置を用意
ご相談ください



Chugai Ro Confidential

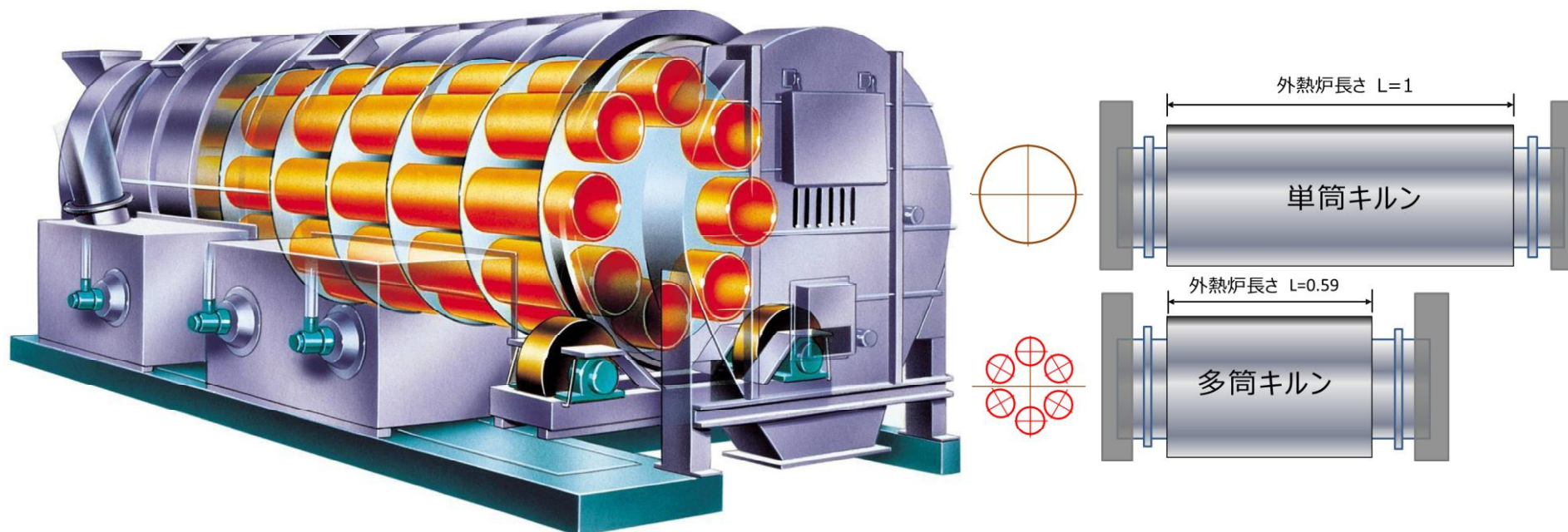
https://chugai.co.jp/pro_04_ir_heatingtest/



多筒式ロータリキルン

【特長】

1. **水素雰囲気 100%**での多筒式ロータリキルン実績多数
2. 単筒式と比べ、多筒式ロータリキルンは**省スペースで省エネ**



- 実績一覧 参考（2022年2月まで）
単筒式ロータリーキルン、多筒式ロータリーキルン、テストキルン含め
70案件以上

Chugai Ro Confidential



多筒式ロータリキルン

多筒式ロータリキルンの考えられる用途と効果

	用途	効果
テーマ	ダストリサイクルにおける熱分解工程	有価物（金属）の回収
	廃プラスチックリサイクルにおける熱分解工程	資源リサイクルとして回収
	機能性材料の製造における焼成工程	不純物の除去、高品質化
	金属粉の製造における焼成工程	不純物の除去、高品質化
	セラミックス原料の製造における焼成工程	脱水効果の向上

テスト装置を用意
ご相談ください



Chugai Ro Confidential



化石燃料とアンモニアの比較

都市ガスの主成分であるメタンと比較して
アンモニアは燃焼速度が遅く火炎温度が低い
 ⇒非常に燃えにくい燃料（水素とは真逆）

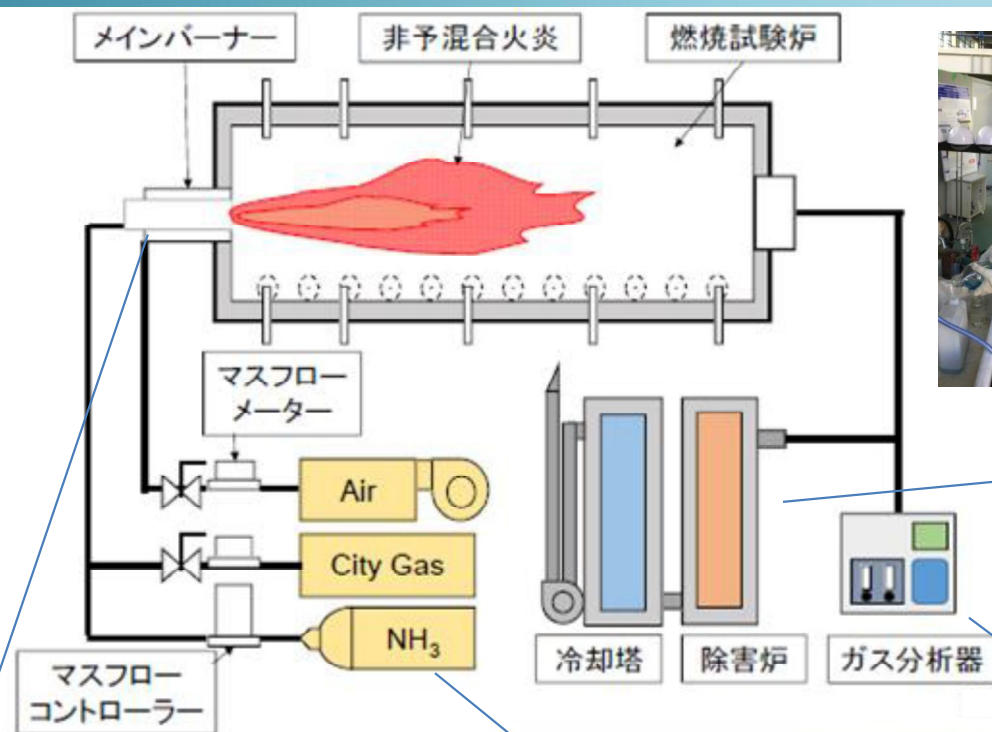
燃料種	アンモニア NH ₃	プロパン C ₃ H ₈	メタン CH ₄	水素 H ₂
大気圧における沸点 (°C)	-33.3	-42.1	-161.6	-252.9
20°Cにおける液化圧力 (atm)	8.5	8.5	常に気体	常に気体
低発熱量 (MJ/m ³ N)	14.1	91.3	35.8	10.8
可燃当量比範囲 (-)	0.63~1.40	0.51~2.51	0.50~1.69	0.10~7.17
最大燃焼速度 (m/s)	1/5倍 → 0.07	0.43	0.37	2.91
最低自着火温度 (°C)	651	432	537	500
最高断熱火炎温度 (°C)	-220°C → 1750	2020	1970	2120



アンモニア燃焼時の課題

- ① 燃えにくい（難燃性燃料）
- ② NO_x排出量の増加（フューエルNO_x）
- ③ 残留アンモニア対策
- ④ 製品、炉構成部材への影響
- ⑤ 火炎輻射が弱い

2019年、工業用汎用アンモニア専焼バーナ開発に着手



除害炉 + 冷却塔



100kW試験炉



アンモニア供給設備



ガス分析器

Chugai Ro Confidential

大阪大学赤松史光研究グループとの共同開発



大阪大学との共同開発の成果

当社では、アンモニアを脱炭素エネルギーとして普及させるために国立大学法人 大阪大学 大学院 工学研究科 赤松史光教授らの研究グループとともに、工業用アンモニアバーナの開発に取り組んでいます。現時点での当社の成果は以下の項目になります。

- ・ 燃料：アンモニア単体
支燃剤：常温の空気
炉内温度：常温 の条件にてスパークプラグによるダイレクト点火および低炉温での安定燃焼性を達成
- ・ アンモニア専焼で炉温1200℃までの昇温を達成
- ・ NOx排出量を都市ガスと同水準に抑制することを達成（実験炉ベース）

今後は安定的に低NOxで燃焼させる技術やアンモニア燃焼時の排ガスに含まれる残留アンモニアの除去技術など実用化に向けた開発への取組みを加速させます。加えて、アンモニアの工業炉用燃焼安全ガイドラインの策定に向けた活動など、サプライチェーン全体での燃料アンモニア利用拡大に向けた技術開発を進めていく予定です。



実験用バーナ

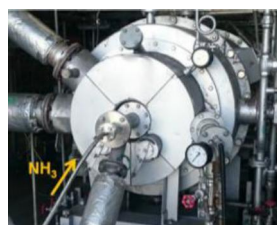
NEDO「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／アンモニア混焼火力発電技術開発・実証事業」(2021～2023)



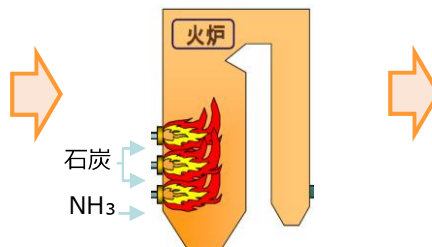
既設石炭ボイラでのCO₂フリー燃料アンモニアの初期導入を効率的に行うため、アンモニアの利用側と供給側を一体的に検討し、燃料アンモニアの利用拡大を図ることを目的とする

既設石炭火力発電所 燃料アンモニア利用に向けた研究開発

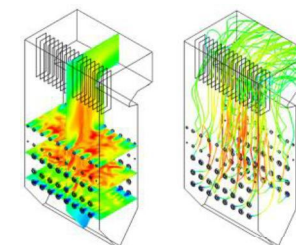
燃料アンモニア利用に向けた研究開発



アンモニア専焼バーナ大型化



アンモニア最適混焼方法検討



実機ボイラ燃焼シミュレーション
実機ボイラ実証予備検討

様々なボイラ形式に適用可能な、汎用性があるアンモニアバーナの開発

実施体制

電源開発

… 既設石炭火力発電所でのアンモニア混焼の適用検討

中外炉工業

… **アンモニアバーナの開発、アンモニア最適混焼方法の検討**

電力中央研究所

… アンモニア最適混焼方法の検討
アンモニア混焼率拡大時の燃焼特性評価
実機ボイラ燃焼シミュレーション

大阪大学

… アンモニアバーナの開発、NO_x低減メカニズムの提案

産業技術総合研究所

… 燃料アンモニアの火力発電所利用に係るリスクマネジメント検討

GI基金事業「製造分野における熱プロセスの脱炭素化」PJ

別紙2

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

工業炉のCN化に向け、
アンモニア、水素、電化技術の開発を行う

事業の目的・概要

- 日本の産業のCO₂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、CO₂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

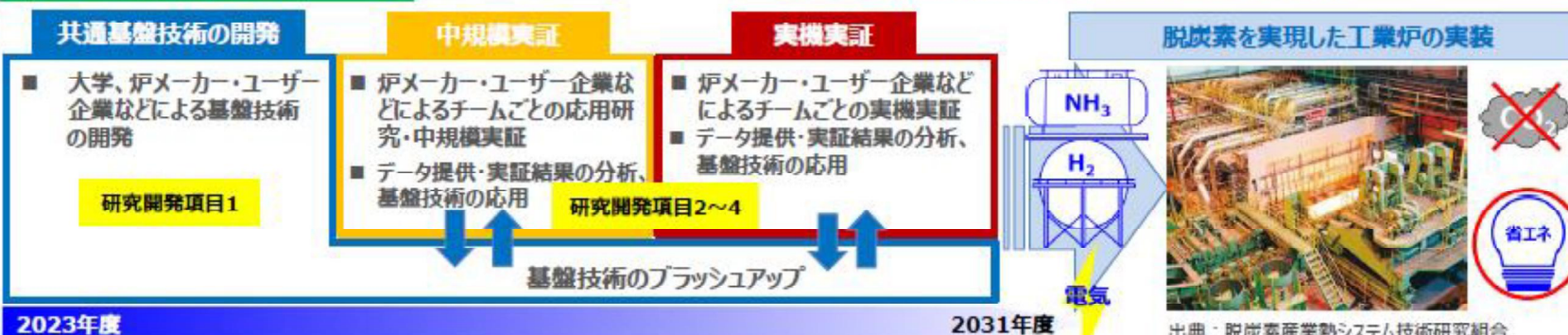
※太字：幹事機関

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

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%)
 事業期間：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



ナフサ分解炉向けラジアントウォールバーナ（RWB）におけるアンモニア専焼技術開発に成功

アンモニア専焼技術RWBの特徴

アンモニア専焼

実炉操業温度域（1,100℃）でアンモニア専焼が可能

低NO_x、残留アンモニア抑制

空気比制御により排ガス中のNO_xおよび残留アンモニア低濃度化を達成

短炎拡散燃焼

RWBの特徴である短炎拡散燃焼を、アンモニア専焼で実現

自然通風対応

国内分解炉にも採用されている自然通風式

アンモニアレディ

化石燃料バーナとしても使用可能（一台で都市ガス13A燃焼による常温着火、1,100℃でのアンモニア切替え、専焼が可能なバーナ）

適用設備候補

ナフサ分解炉、EDC分解炉、水蒸気改質炉（水素製造）

今後の課題

- ・ 実機実装に向けた分解炉実機での性能評価実施
- ・ 分解炉CN実現に向けたアンモニアでの常温着火・安定燃焼技術開発
- ・ 押込通風式バーナの開発（ニーズにより対応）

Chugai Ro Confidential

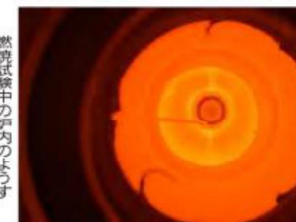
石化・化学プラント向けバーナー

アンモニア専焼に成功

NO_x・未燃残留を抑制

中外炉工業

【大阪】中外炉工業（大阪市）は、石油化学ならびに化学プラント向けバーナーの燃料にアンモニアを用いて専焼させることに成功した。加熱炉内の燃焼に多数配置されるラジアントウォールバーナー（RWB）という種類のバーナーにおいて実現した。安定的燃焼を行うことができ、アンモニアを燃焼させる際、生じる排ガス中の窒素酸化物（NO_x）の生成と未燃アンモニアの残留を抑えられる。社会実装に向け今後、実炉で実証したいと考えて、共同相手を募る。アンモニア専焼バーナーを実用化させ、化学産業における温室効果ガスの排出削減に貢献する。



百台納入した実績を有しているが、このLNG燃焼RWBでアンモニア専焼できるようなった。昨秋に赤松研究所が保有する100℃の試験炉で燃焼試験を実施。実炉燃焼と同等の100℃度Cにおいてアンモニア専焼での着火および安定的な燃焼を行えることを確認した。単バーナーですすLNGを使って100℃まで昇温させた後、アンモニア専焼に切り替えられることか

ら、アンモニアレディのLNG燃焼バーナーとしても活用できる。空気比制御により、アンモニア燃焼時に発生する排ガスに含有されているNO_xの生成と、燃焼にともなう酸化反応によりNO_xに転換される未燃アンモニアの残留を抑制できるといっていただ



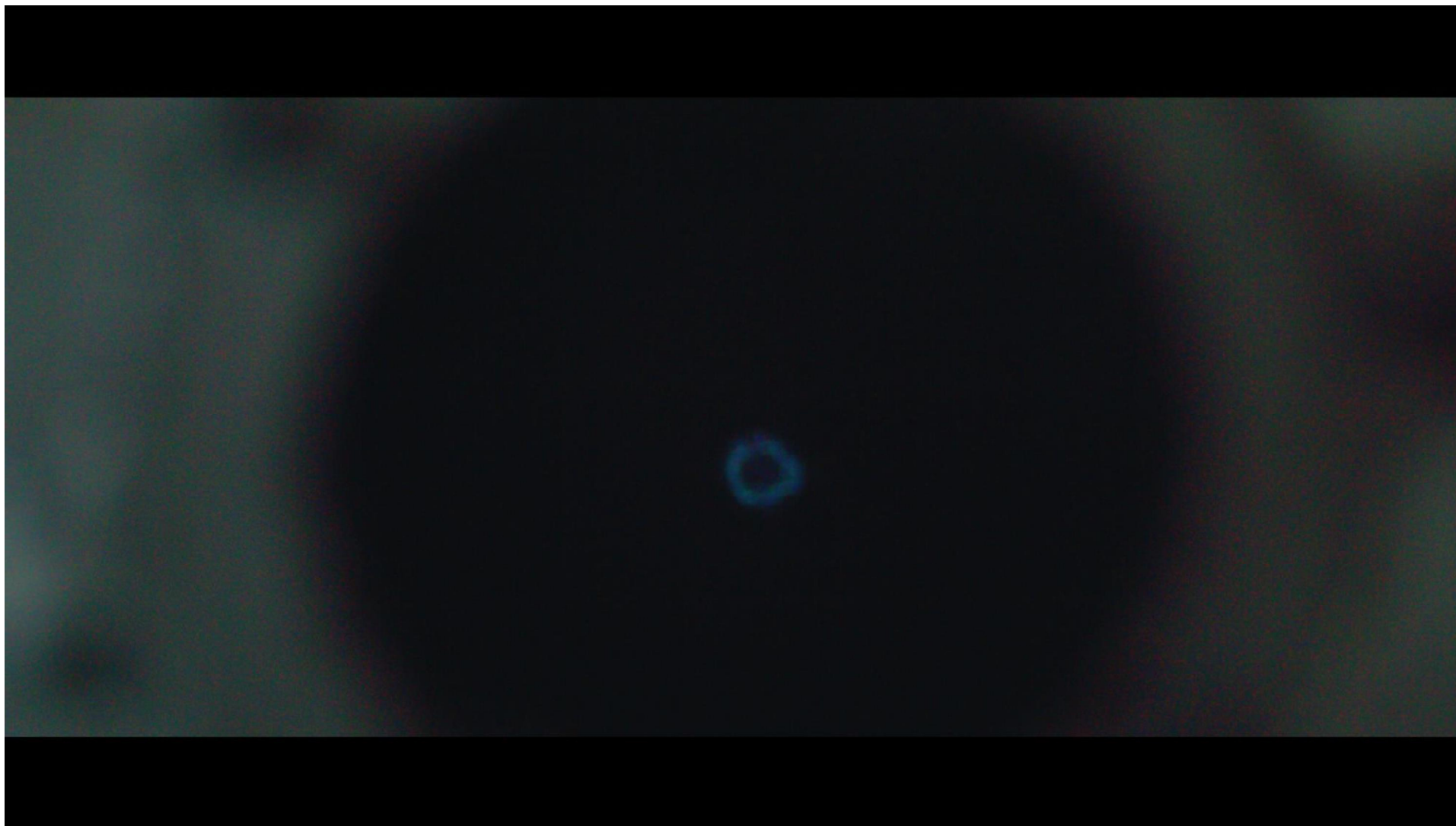
バーナ外観

出典：2023年3月28日付 化学工業日報（バーナ外観追加）



3. 新研究所 熱技術創造センター

熱技術創造センターの紹介動画をご視聴ください



Chugai Ro Confidential



熱技術創造センターのご紹介 2023年11月10日開所

堺事業所に「**熱技術創造センター**」を新設
～研究開発施設を再編し、R&D体制をさらに強化～

■再編のポイント

1. **カーボンニュートラル**への貢献を最重要目的とした「**最新鋭研究施設**」へ
2. 迅速かつ、**効率的**な開発活動の推進を目的とした堺事業所への集約による「**効率的な研究施設**」へ
3. 社内外の「**共創**」によるイノベーション活性化を目的とした「**見せる・学ぶ・集う研究施設**」へ





熱技術創造センターのご紹介



- ①熱技術創造センター ②ゼロエミッション研究所 ③真空浸炭研究所
④金属熱処理研究所 ⑤コンバーテック研究所



熱技術創造センターのご紹介

カーボンニュートラルに貢献するための「**最新鋭研究施設**」

- 「**水素燃焼**」、「**アンモニア燃焼**」、「**電化**」の技術開発
- 「**EV化対応**」に向けた磁性材、電子/半導体部材など機能性材料の製造技術開発
- 「**ゼロエミッション**」に向けた資源循環プロセスへの適用設備の開発強化



**最新鋭の試験炉、分析・評価機器を増強・新設し、
カーボンニュートラルのトップランナーを目指す**



ご清聴ありがとうございました
