

水素燃焼式過熱水蒸気 発生装置の開発と工業利用

水素燃焼式過熱水蒸気発生装置の開発と工業利用

中外炉工業株式会社
商品開発部 開発探索課

2018年11月8日
トヨタ自動車株式会社

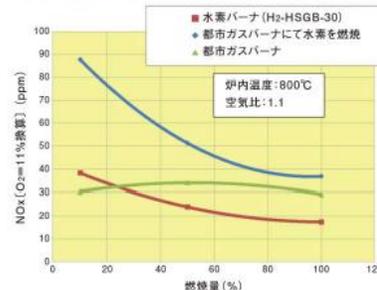
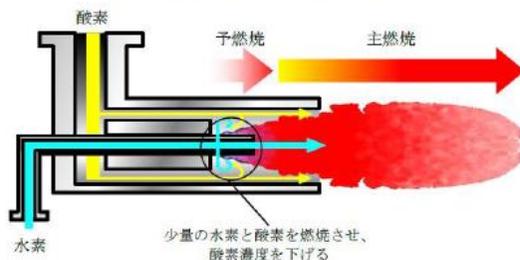
トヨタ自動車、工業利用を目的とした世界初の汎用水素バーナーを開発 — 燃焼時のCO₂ゼロに加え、新開発の機構によってNOx排出を都市ガスバーナー以下に低減 —

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。 (* 1 : 2018年11月8日時点)

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。 (* 2 : 同規模の都市ガスバーナーレベル以下)

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。



水素社会の普及には

ユーティリティの普及のみならずカーボンニュートラルに向けた顧客価値の創出が不可欠

水素バーナの燃焼排ガスの「水蒸気」を活用した技術展開として、過熱水蒸気に着目

◆ 100℃で蒸発した飽和蒸気を、さらに高温加熱した無色透明のH₂Oガス



過熱水蒸気は
・低酸素濃度のガス
・熱伝達性に優れたガス

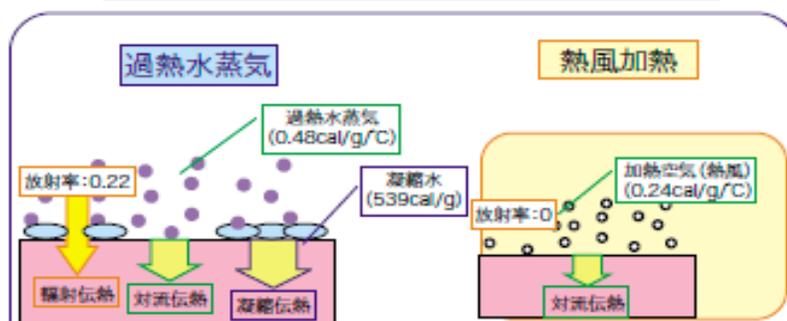
現状

- ・既存の過熱水蒸気発生装置は電気加熱がほとんど
- ・発生装置材料・ヒータ・配管の選定が困難なため、主に800℃付近以下でのみでしか利用されていない

既存技術の課題

- ・過熱水蒸気は酸化力が非常に強くステンレスでも600℃付近で酸化することから、材料選定が困難
- ・過熱水蒸気は熱伝達能力が高いため、冷めやすい

過熱水蒸気による加熱パワーの特長

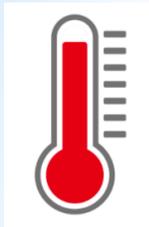


空気がないから、これらの熱を直接伝えることがポイントとなる
過熱水蒸気の熱効率特性(1-1.(2) 無酸素、対流、放射、凝縮の複合伝熱(3つのパワー)、正確な制御性がある、常圧下で可能

超高温域での過熱水蒸気発生・利用および高い伝熱性に着目し水素燃焼技術による開発に着手

燃烧式過熱水蒸気の特徴まとめ

1



低温200℃～
超高温1700℃の処理可能

2



高い熱伝達特性により
短時間で均一に加熱

3



水素還元/酸素酸化/
無酸素雰囲気加熱可能

4

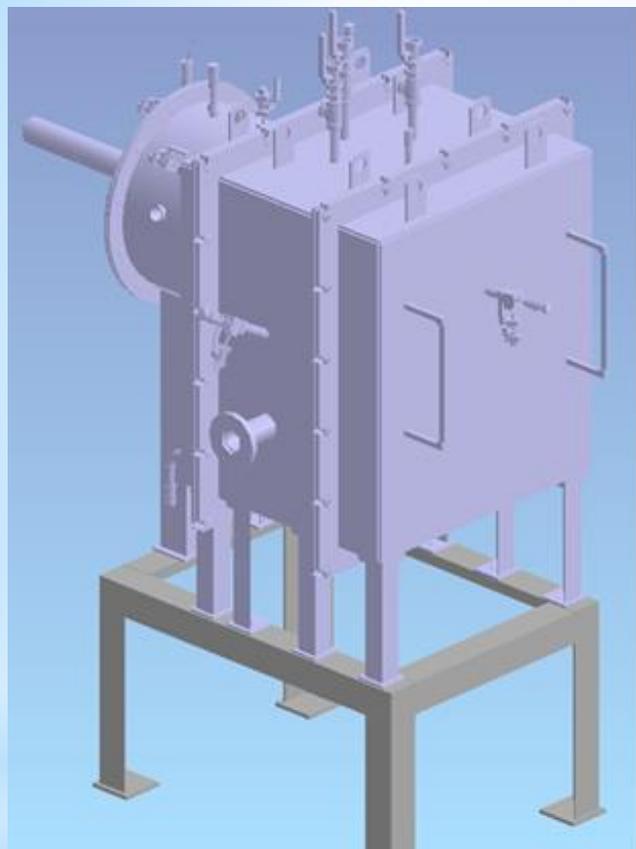


800℃以上で水蒸気による
炭素のガス化反応

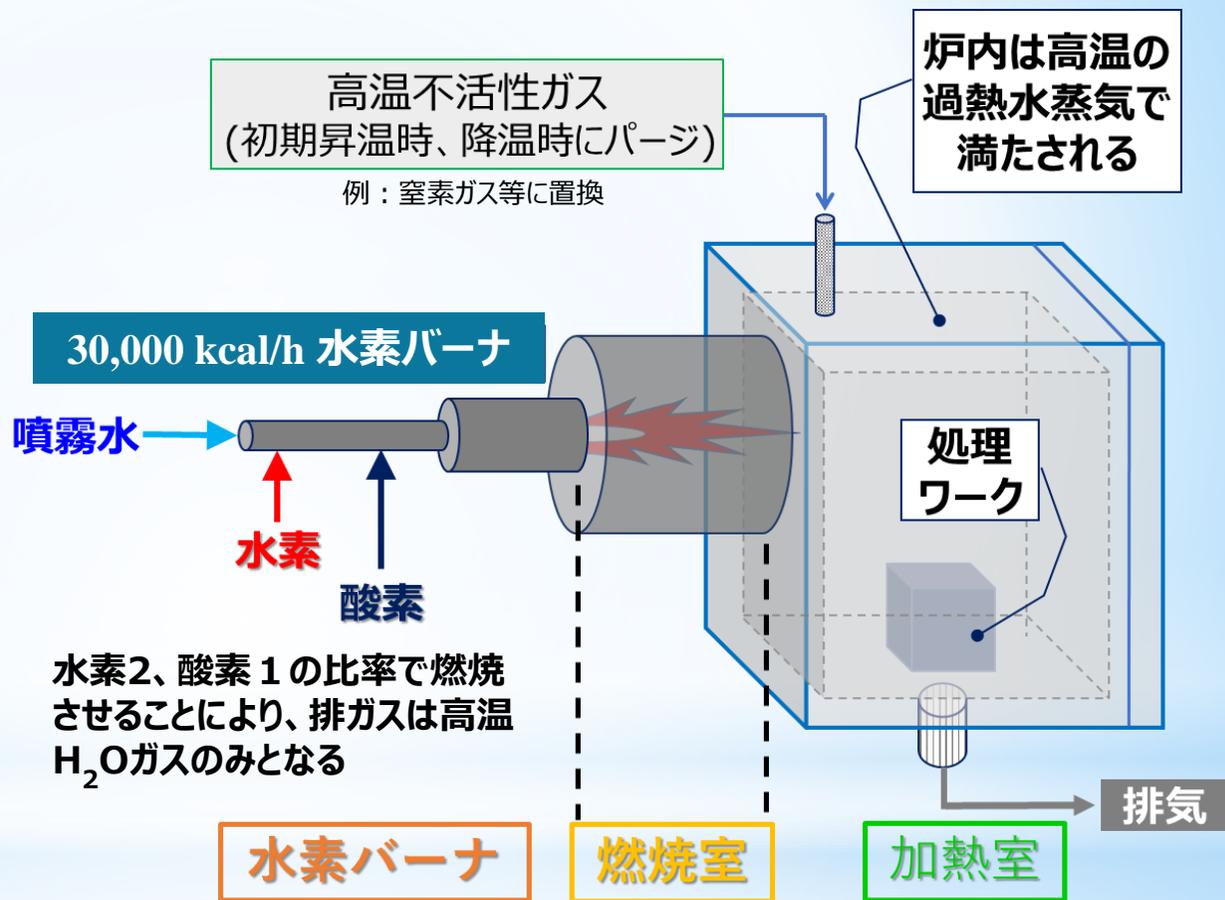
5



材料の燃焼を伴わずに
酸化反応を起こすことが可能



<試験装置正面>

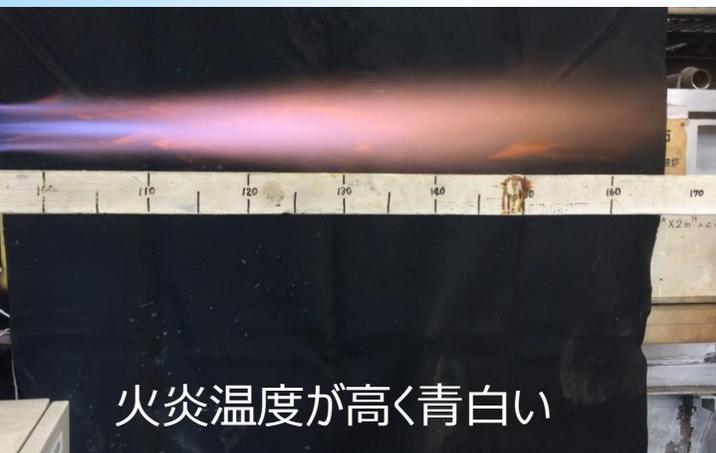


処理サイズ：150 x 150 x 50mm以内

過熱水蒸気試験装置正面図および概略図

水素・酸素燃焼と炉内の様子

《 $H_2 \times O_2$ 燃焼》



火炎温度が高く青白い

《 $H_2 \times O_2$ 燃焼 + 噴霧水》



水噴霧で火炎温度が下がり橙色に

水素x酸素
燃焼火炎
(高温 H_2O ガス)
高温過熱水蒸気

処理トレイ
□150x50mmH

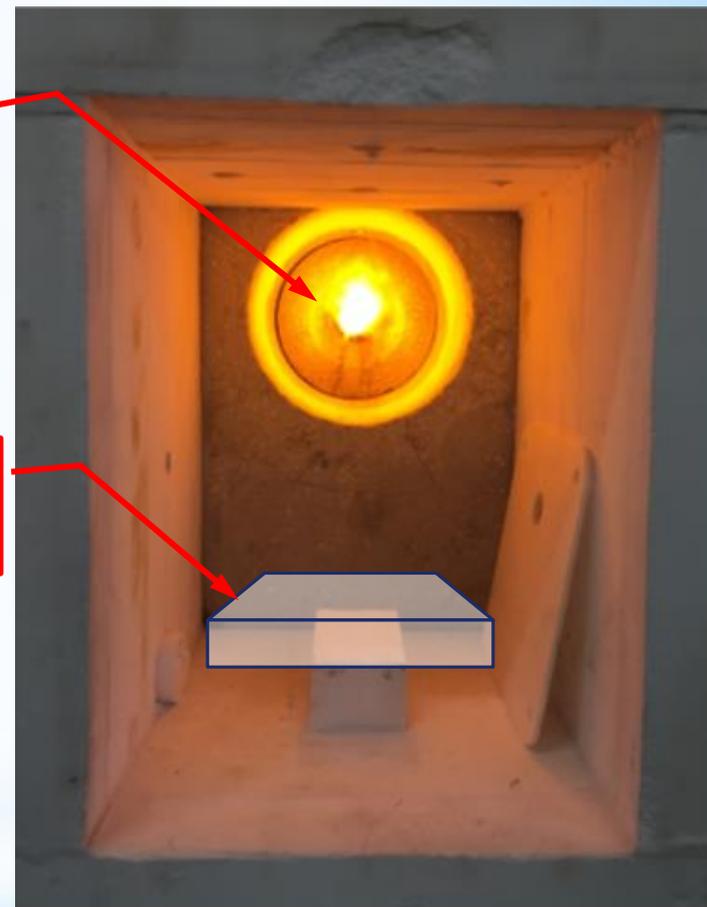
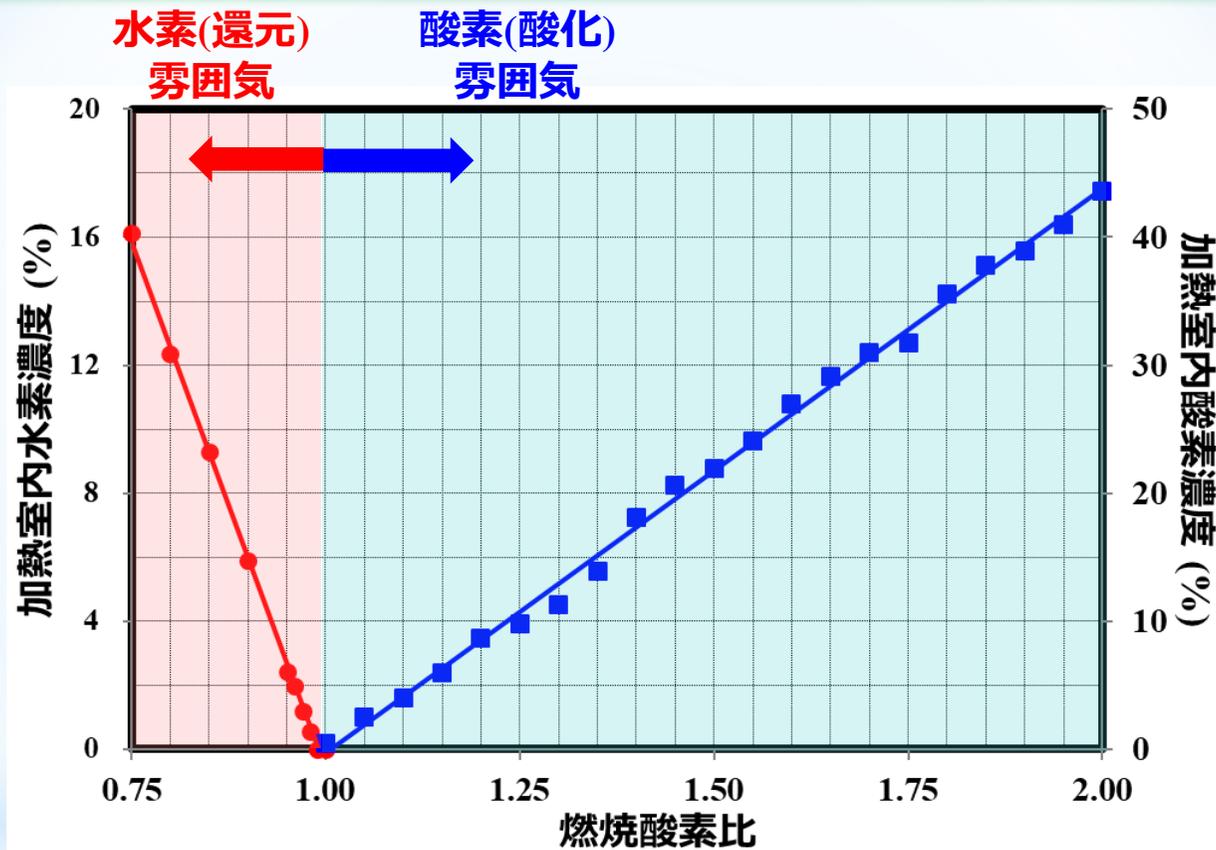


図2.過熱水蒸気試験装置内様子

水素燃焼による排ガスに加え
噴霧水を入れる中心から吹くことで過熱水蒸気を多量に発生可能

燃烧酸素比変化による炉内雰囲気



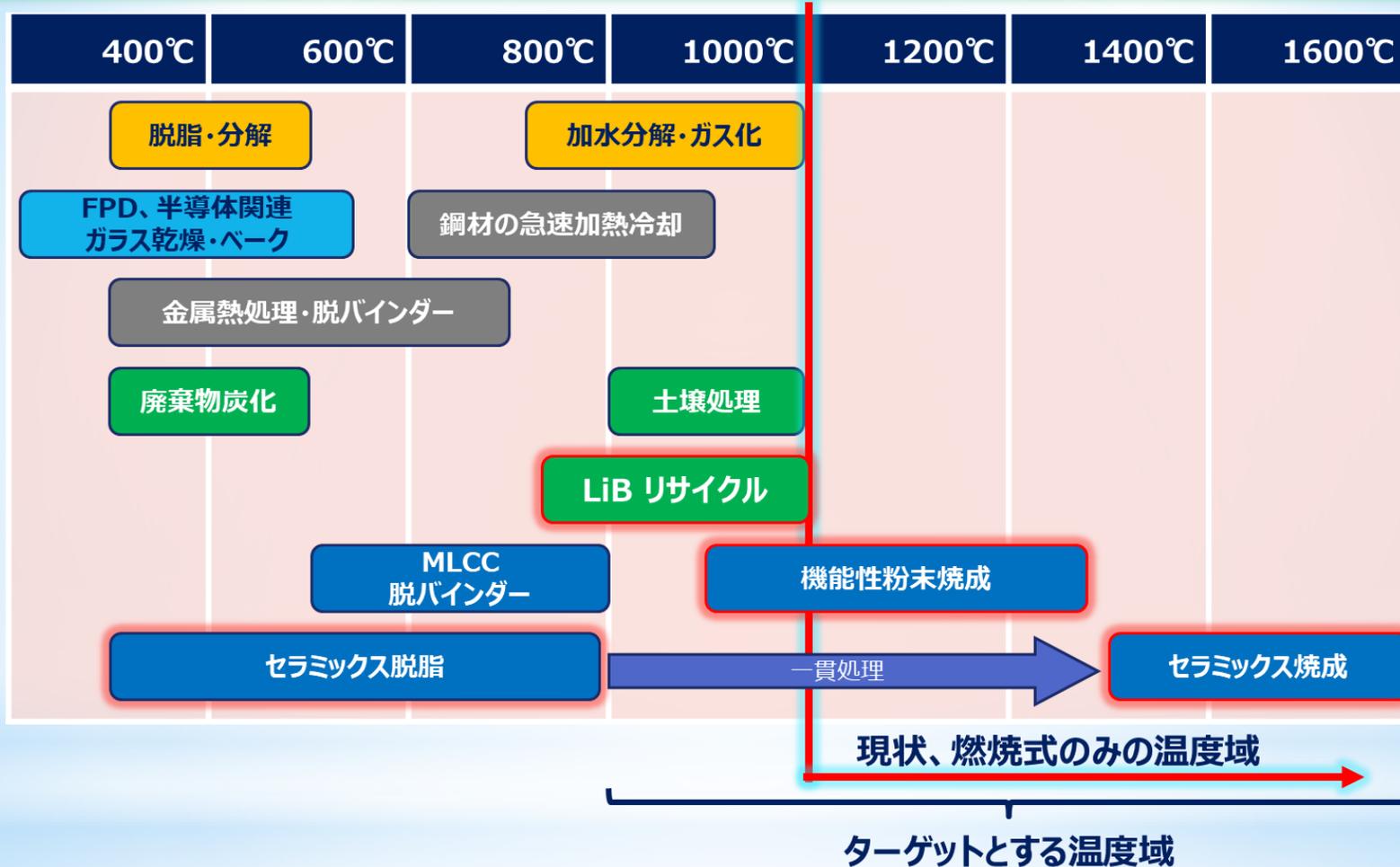
グラフ3. 燃烧酸素比の変化による加熱室内水素・酸素濃度

左記グラフ結果はバーナ仕様によって異なります

水素・酸素の燃烧比を変動させると
水素雰囲気であれば0~16% 酸素雰囲気であれば0~44%で加熱可能

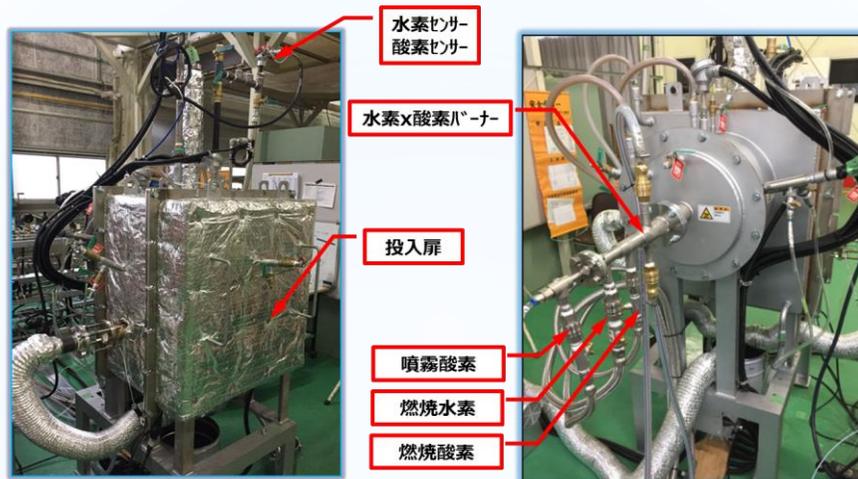
1つの炉で多品種の材料処理行いたい場合や温度帯によって雰囲気を变化させたい場合に利用可能

今後の過熱水蒸気の展開、適用分野例



上記適用分野に加え、13A(都市ガス)→水素へ燃料転換時の水素燃焼排ガスの水蒸気（過熱水蒸気）による処理材料影響の確認が可能です

過熱水蒸気技術 活用テーマ例



<試験装置正面>

<試験装置 後方バーナ側>



	用途	効果
テーマ	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	有害物質の無害化、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/急速過熱処理	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

中外炉工業 脱炭素の新拠点



- ①熱技術創造センター（燃烧ゾーン、機能材ゾーン、共創スペース）
- 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



お問合せ先

TEL : 072-247-2378
web_master@n.chugai.co.jp