

高強度高断熱性多孔質セラミックスを用いた 省エネルギー型産業／工業炉の研究開発

プロジェクト名： 未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発

プロジェクト実施者： 美濃窯業株式会社
国立研究開発法人産業技術総合研究所

プロジェクト実施期間： 2015年4月～2023年2月



美濃窯業株式会社

設立: 1918(大正7)年

資本金: 8億7700万円

上場取引所: 名証2部

本社: 岐阜県瑞浪市

本社事務所: 愛知県名古屋市

従業員数: 258名(2020年3月)

耐火物の製造・販売・施工を中心に、工業窯炉および付帯品の設計・製作・施工・販売などを幅広く提供しています。

耐火物・セラミックス事業



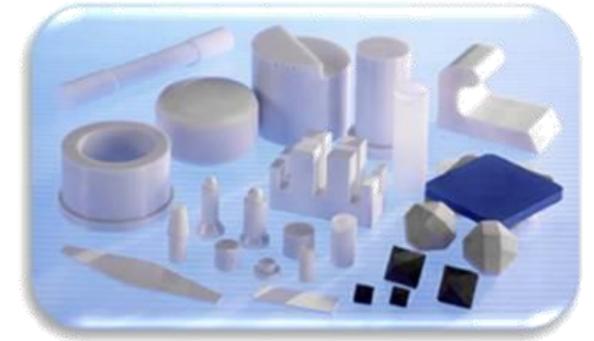
Refractories



Construction



Kiln Maintenance



Advanced Ceramics

プラント事業



Batch type Kiln



Tunnel Kiln



Automatic Machine



Microwave Kiln

建築材料・舗装用材



Cerasand™



Cerasand HW-N™



Ceraresin UW™



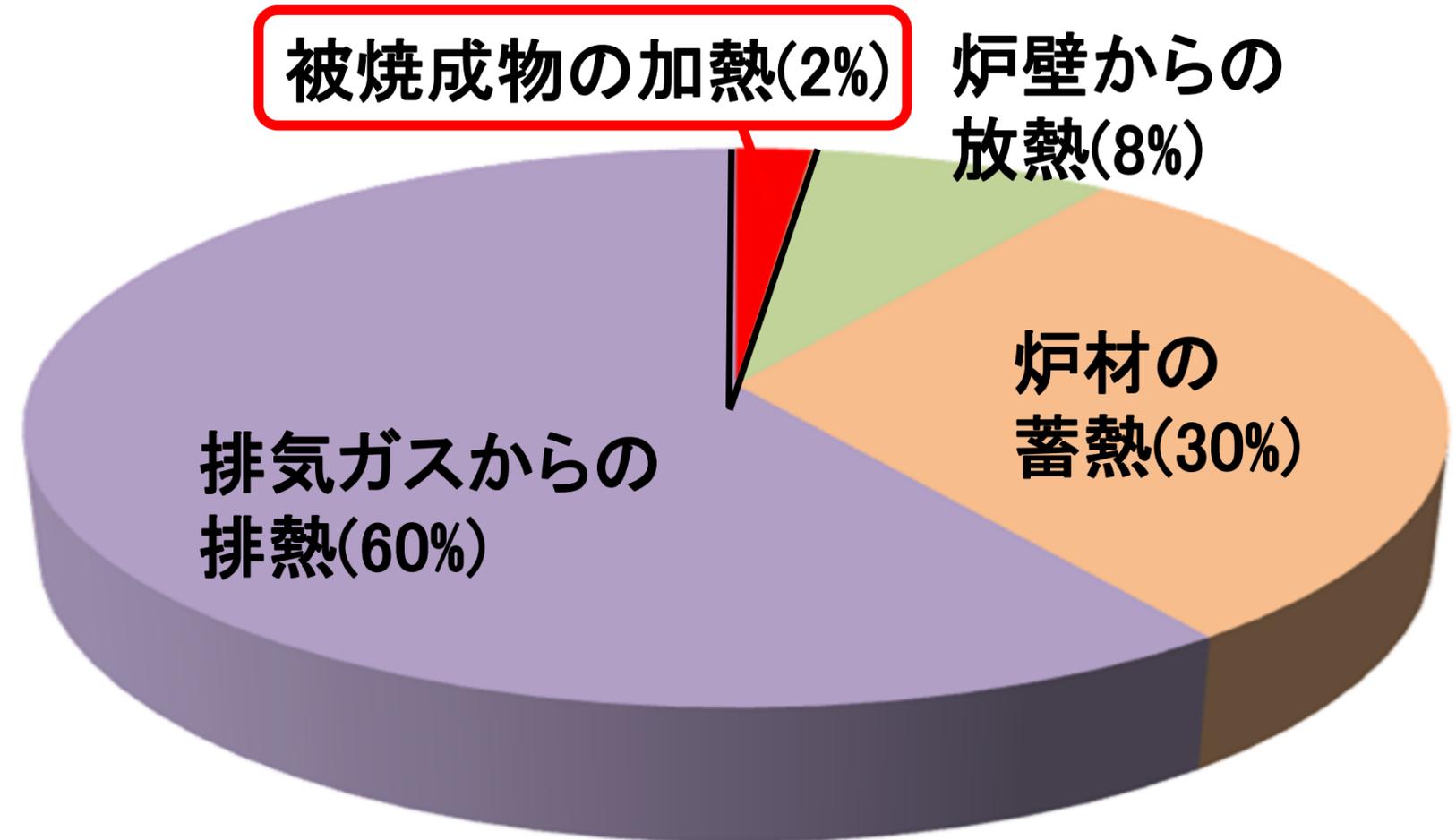
Toughcon™

従来のバッチ式高温用ガス焼成炉のエネルギー収支試算(使用温度1500°C)



バッチ式高温用ガス焼成炉

半導体製造装置用セラミック部品や原料熱処理等に使用される。用途によるが使用温度は1,500°C以上が多い



- 被焼成物の加熱に使用されるエネルギーはわずか2%
- 98%のエネルギーが利用されずに廃棄されている



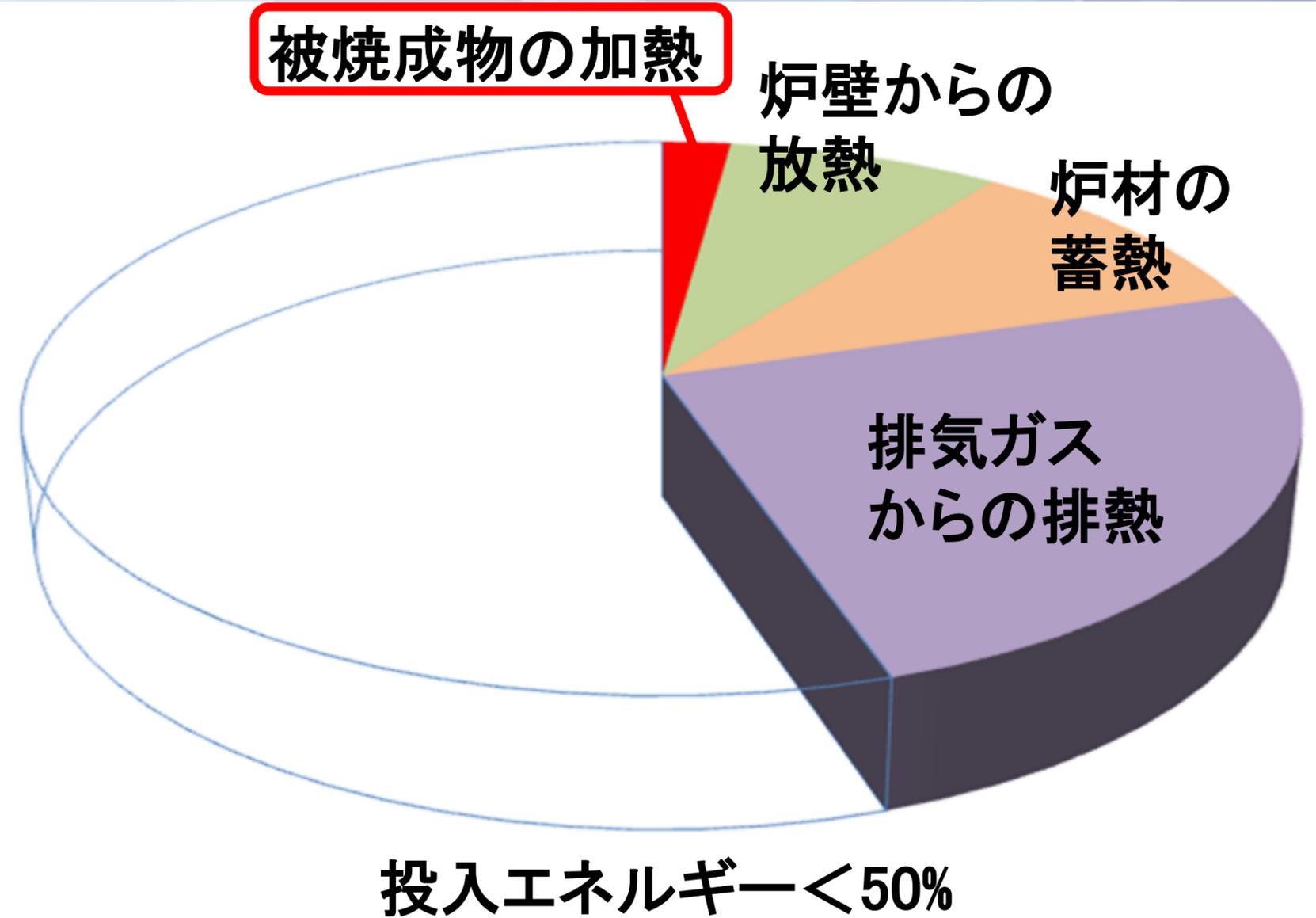
エネルギー効率が非常に低いため省エネ化が必要

本プロジェクトの目的、目標



バッチ式高温用ガス焼成炉

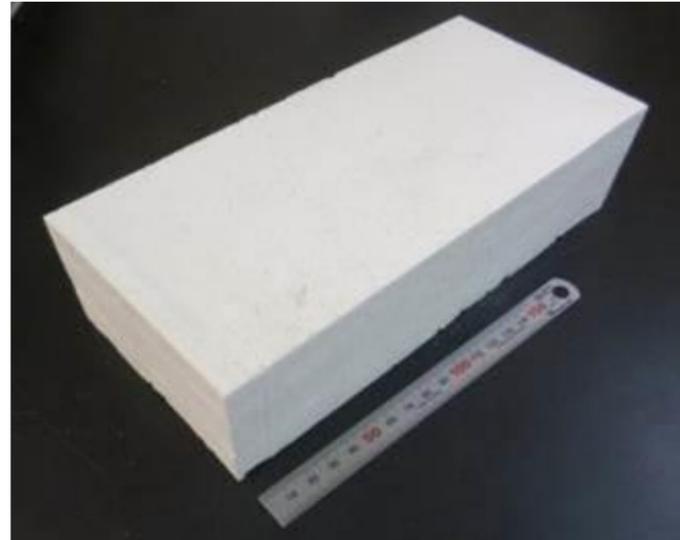
エネルギー効率が低い産業/工業炉の高エネルギー効率化のニーズが高く、開発が必要。



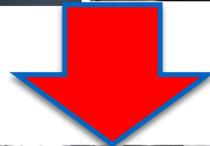
産業/工業炉の炉壁からの放熱や炉材蓄熱の削減及び排気ガスからの排熱回収により従来比50%以上の廃熱削減を目標とする

高エネルギー効率産業/工業炉の開発

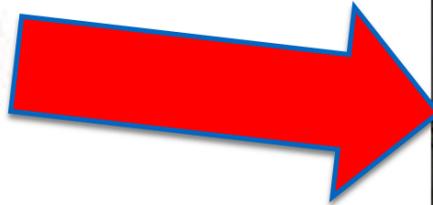
高断熱および高効率熱回収技術の開発で高エネルギー効率産業/工業炉の開発を目指します



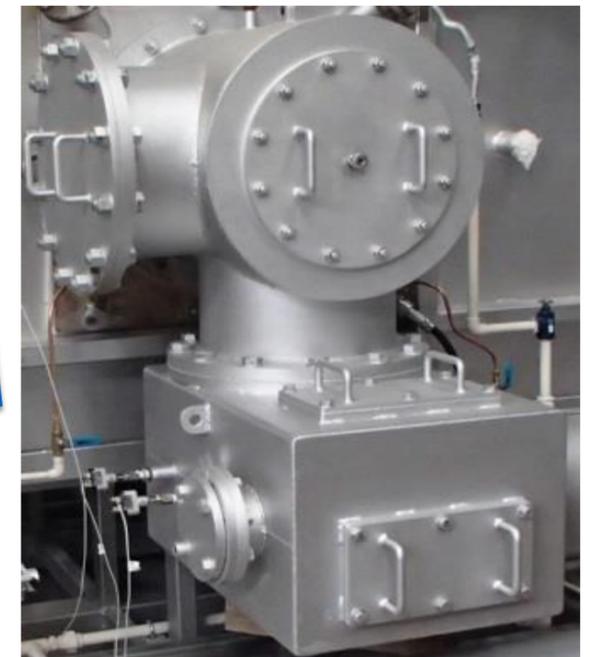
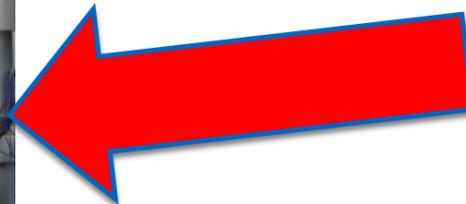
1.高強度高断熱性
多孔質セラミックス



2.高耐熱性
高効率熱交換器

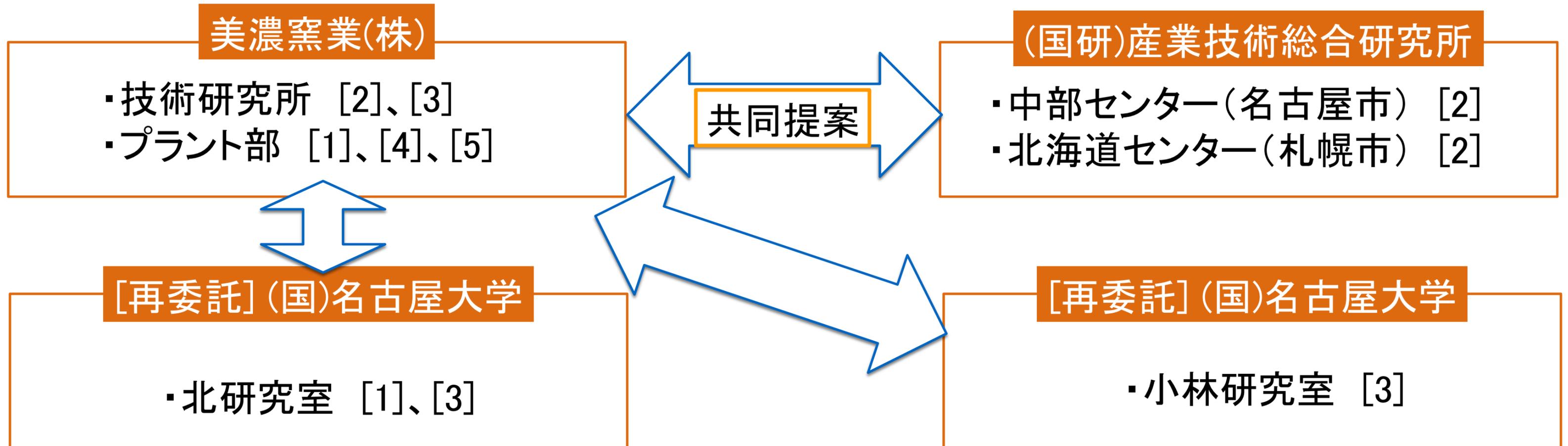


高エネルギー効率産業/工業炉



3.高効率バーナー

- [1] 熱マネージメントシステムの開発 ※本テーマ終了
- [2] 高強度高断熱性多孔質セラミックスの開発 ※継続中
- [3] 新規蓄熱材料の開発 ※本テーマ終了
- [4] 耐高温高効率熱交換器の開発 ※本テーマ終了
- [5] 高効率産業/工業炉における検証 ※継続中



既存高温用断熱材

ファイバー断熱材

利点 ・高断熱性、フレキシブル

課題 ・低強度
 ・焼成物の汚染
 (継続使用による断熱材劣化のため)

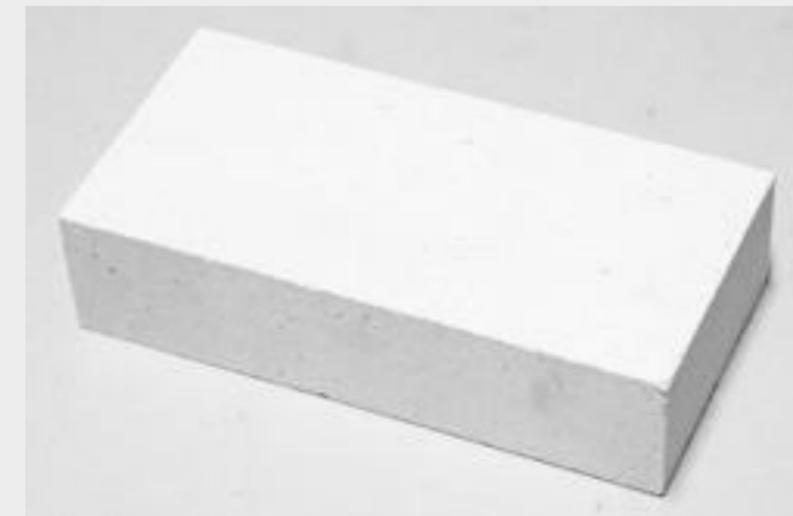


引用: セラミックスファイバー工業会HP

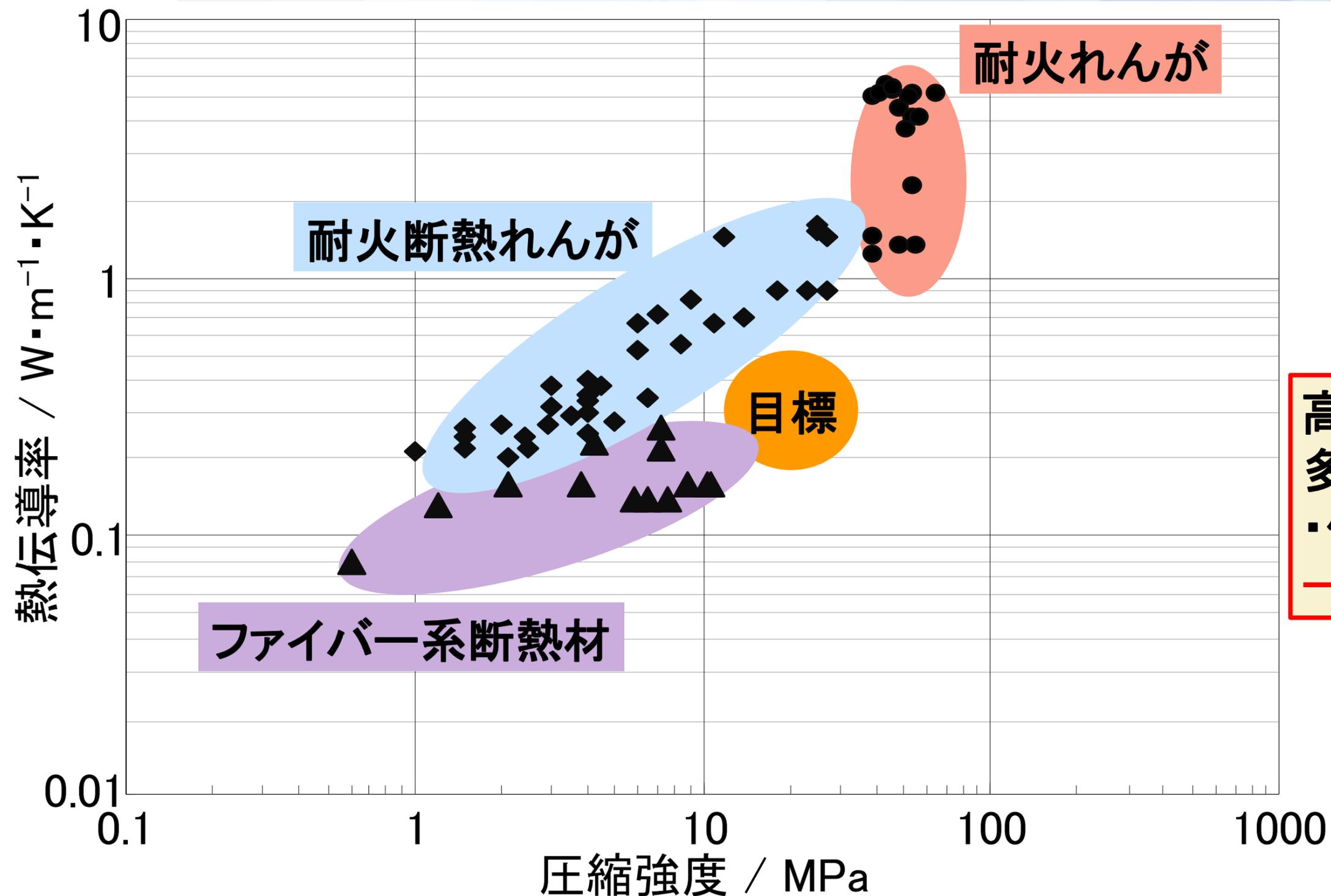
耐火断熱れんが

利点 ・高強度、高耐久

課題 ・低断熱性
 ・製造時の環境負荷
 (有機系造孔剤の燃焼のため、燃焼時に温室効果ガスを排出する)



高アルミナ質断熱れんが

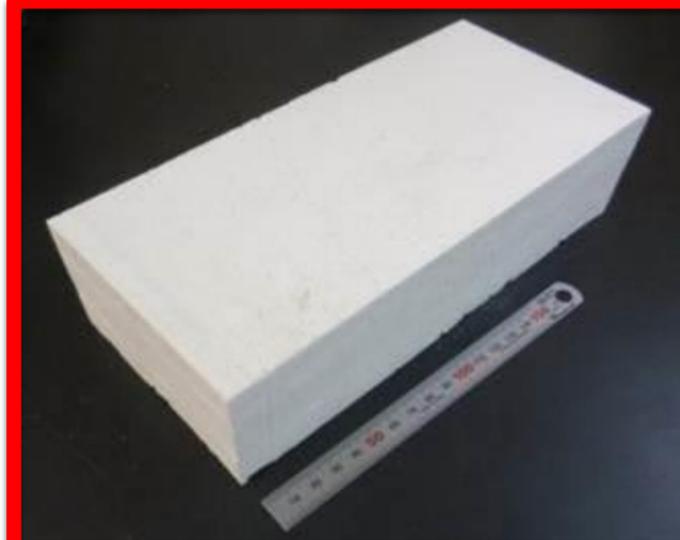


高強度高断熱性
多孔質セラミックス目標
 ・低熱伝導率、高強度
→ゲル化凍結法で断熱材を作製

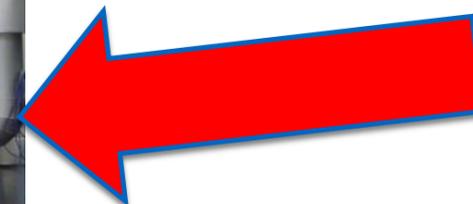
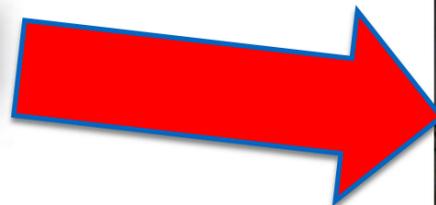
既存断熱材の熱伝導率/圧縮強度相関性及び開発断熱材目標

高エネルギー効率産業/工業炉の開発

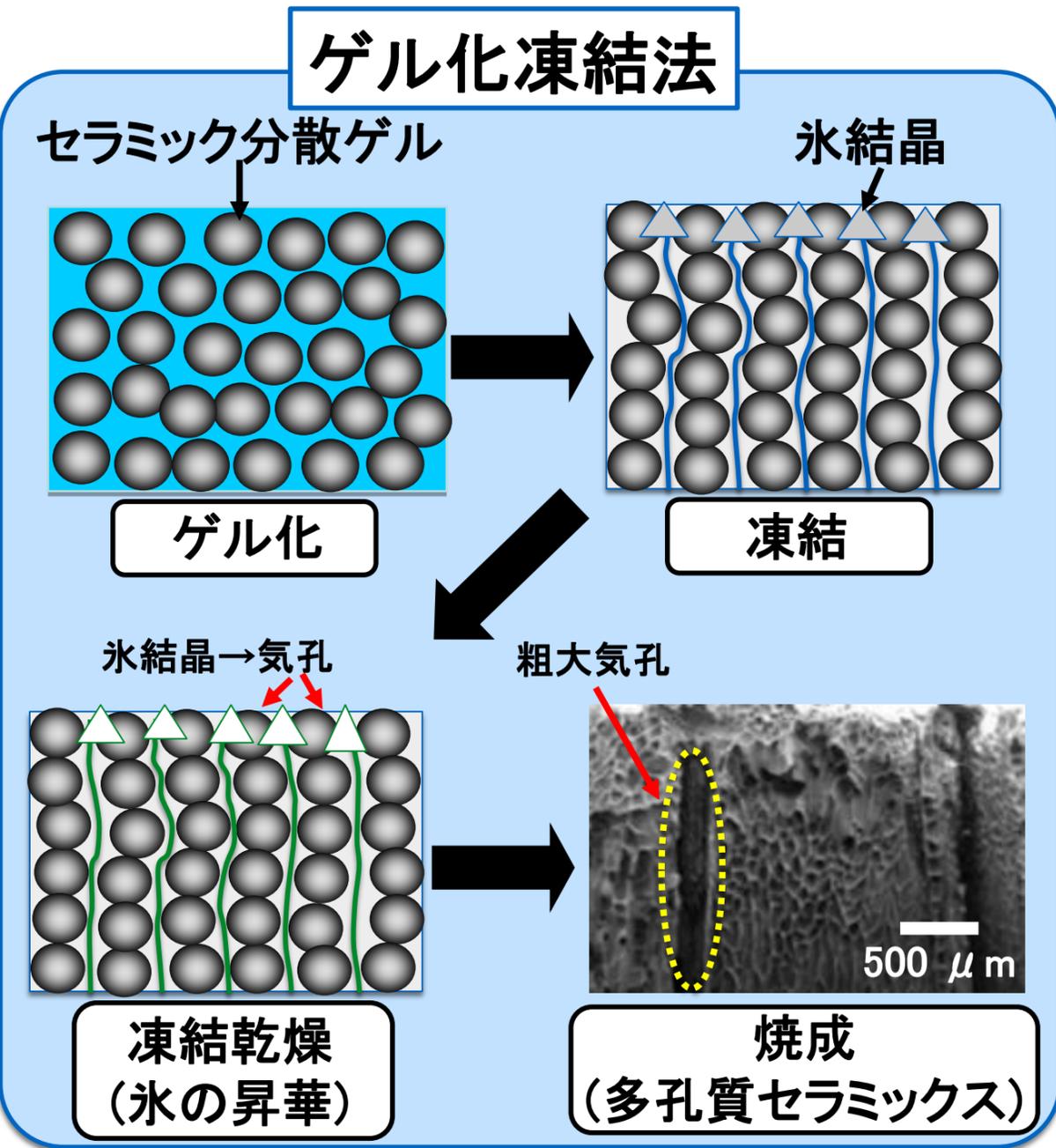
高断熱および高効率熱回収技術の開発で高エネルギー効率産業/工業炉の開発を目指します



1.高強度高断熱性
多孔質セラミックス



高エネルギー効率産業/工業炉



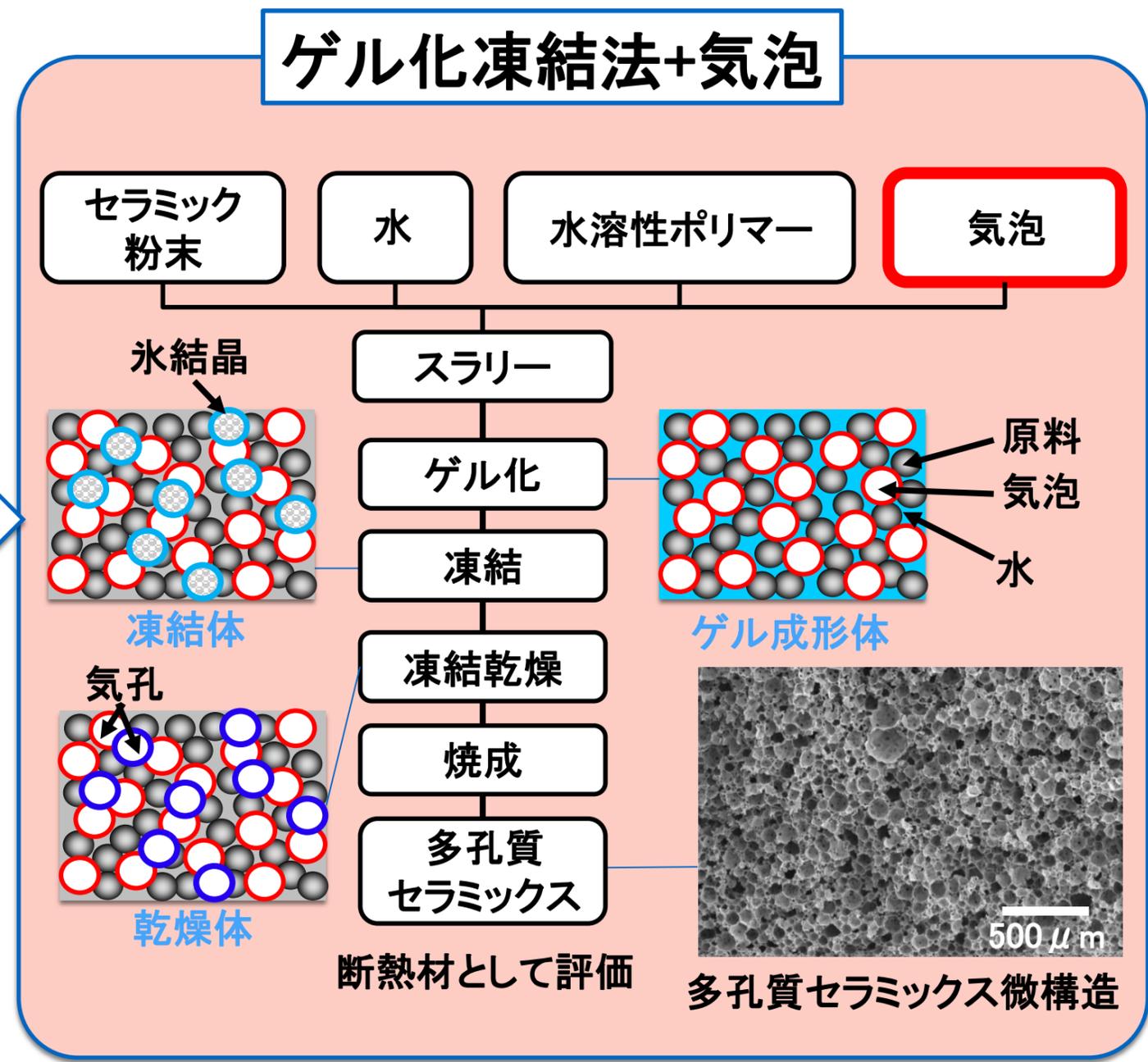
実用化に向けた課題

- ・高含水により乾燥時間が長い
- ・製品厚みに制約がある
- ・粗大気孔(氷結晶)が発生し構造が不均一

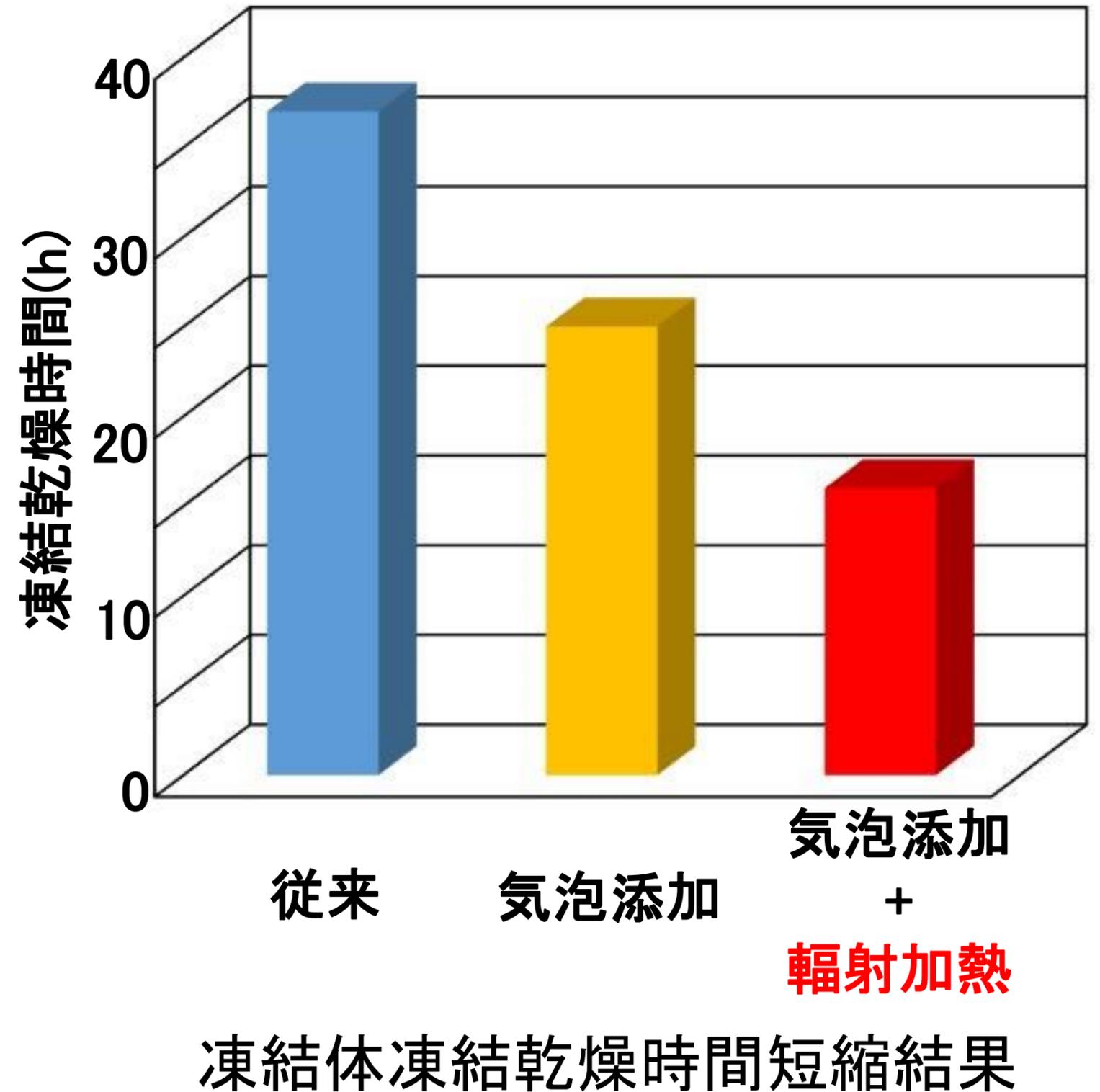
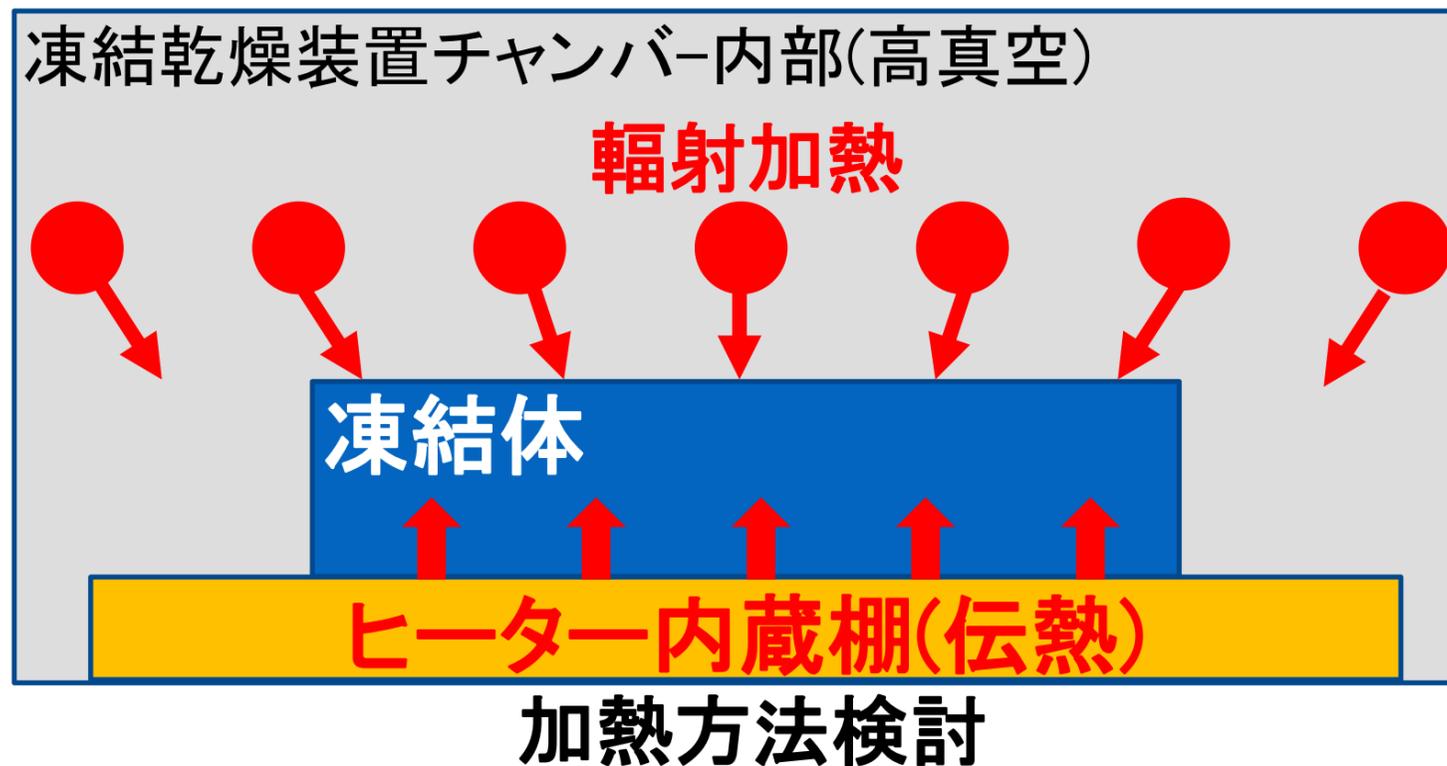
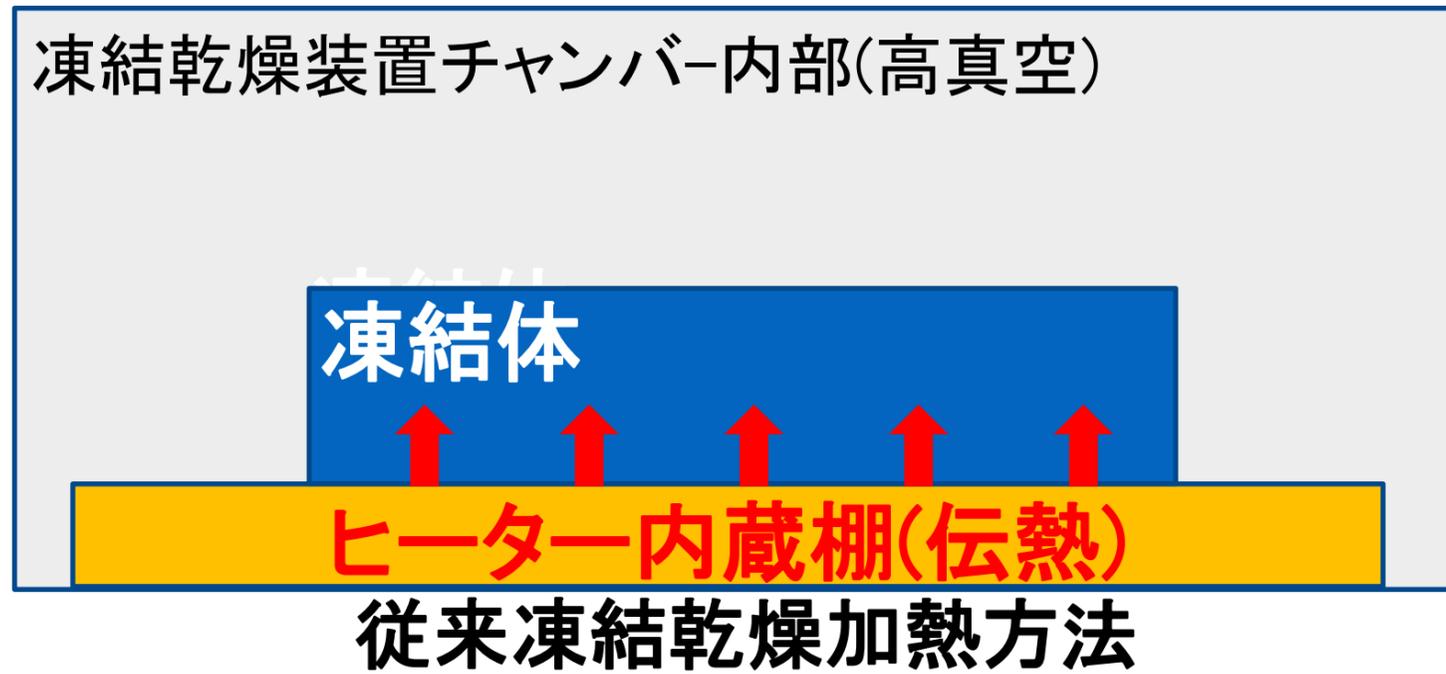


改善方法の検討

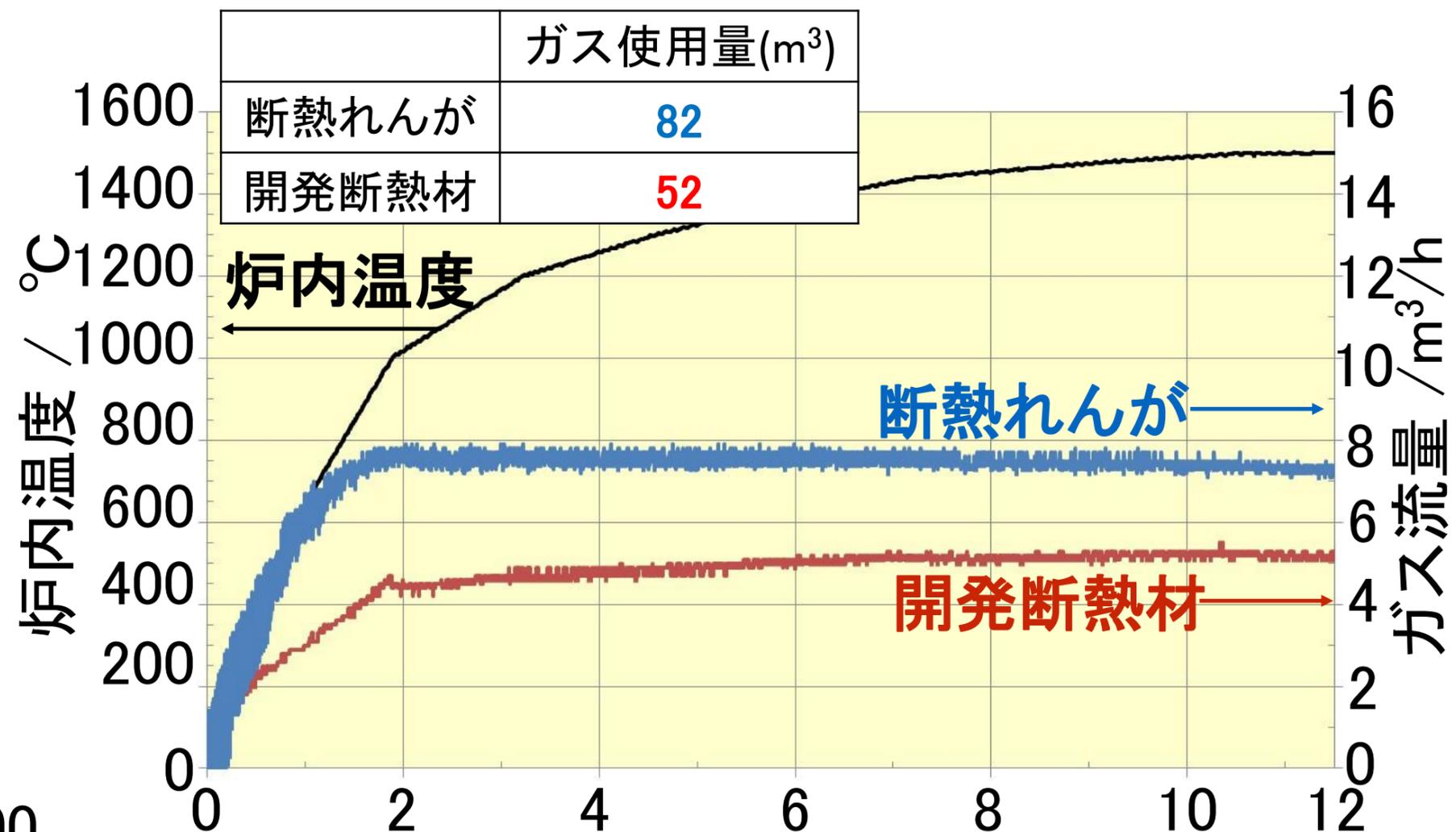
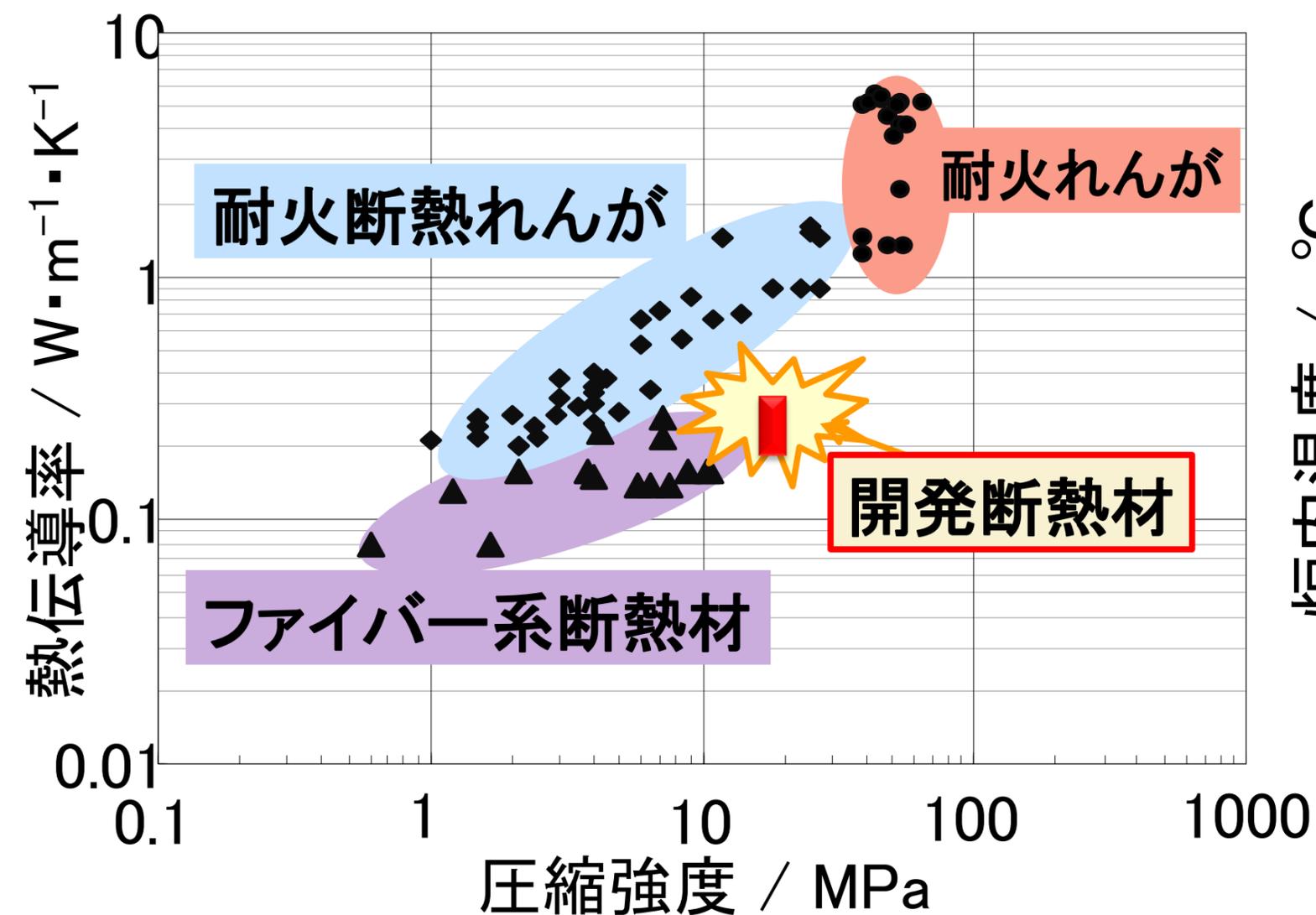
- ・水分の一部を気泡に置換する
- ・凍結乾燥時の加熱方法検討による乾燥時間短縮



凍結乾燥時加熱時間検討



1. 開発断熱材特性評価



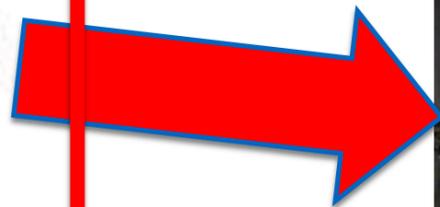
既存断熱れんがおよび開発断熱材を用いた検証用小型ガス炉加熱実験におけるガス(LPG)使用量比較

高エネルギー効率産業/工業炉の開発

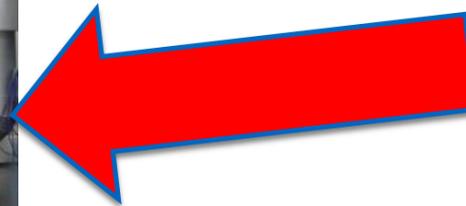
高断熱および高効率熱回収技術の開発で高エネルギー効率産業/工業炉の開発を目指します



2.高耐熱性
高効率熱交換器



高エネルギー効率産業/工業炉



2. 耐高温高効率熱交換器の開発

既存熱交換器の一般的な仕様

金属ケーシング + 金属ライニング

- ・使用可能温度：～1000℃
- ・熱回収率が高い(15-20%)
- ・高温での耐久性が低い

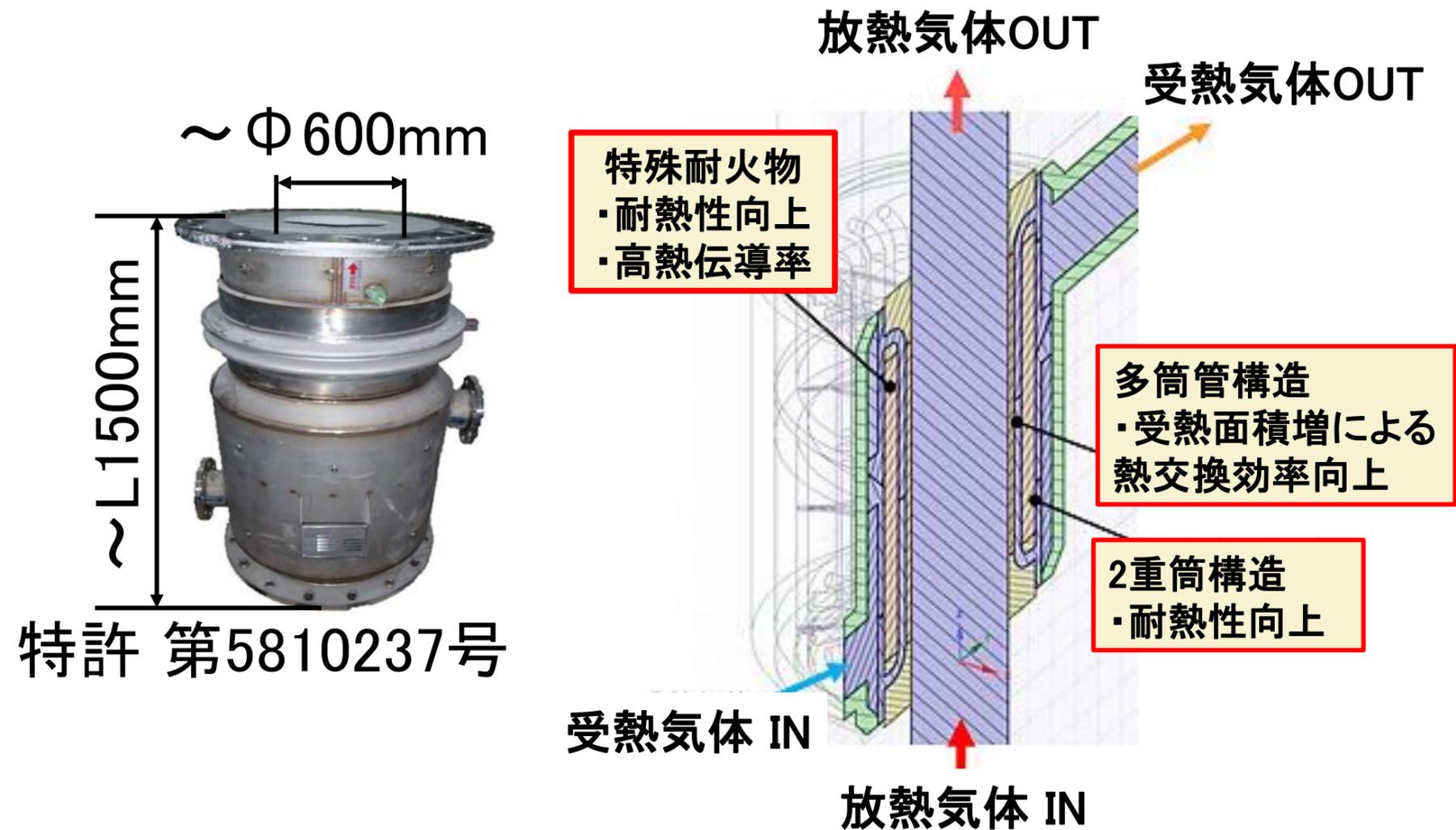
金属ケーシング + 耐火材料ライニング

- ・使用可能温度：1000℃～
- ・熱回収率が低い(5-7%)
- ・高温での耐久性が高い

耐高温高効率熱交換器開発目標

- ・高い熱回収効率(20%)
- ・高温での高い耐久性(耐久年数:2年)
- ・使用温度:1500℃

耐高温高効率熱交換器開発内容、評価結果

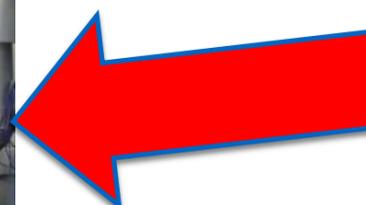
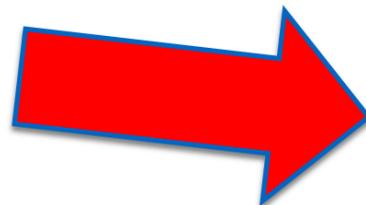


	使用温度	熱回収効率
既存熱交換器	1500℃	5～7%
開発品	1300℃	約24%
	1500℃	約23%

約3倍以上の熱回収効率を実現

高エネルギー効率産業/工業炉の開発

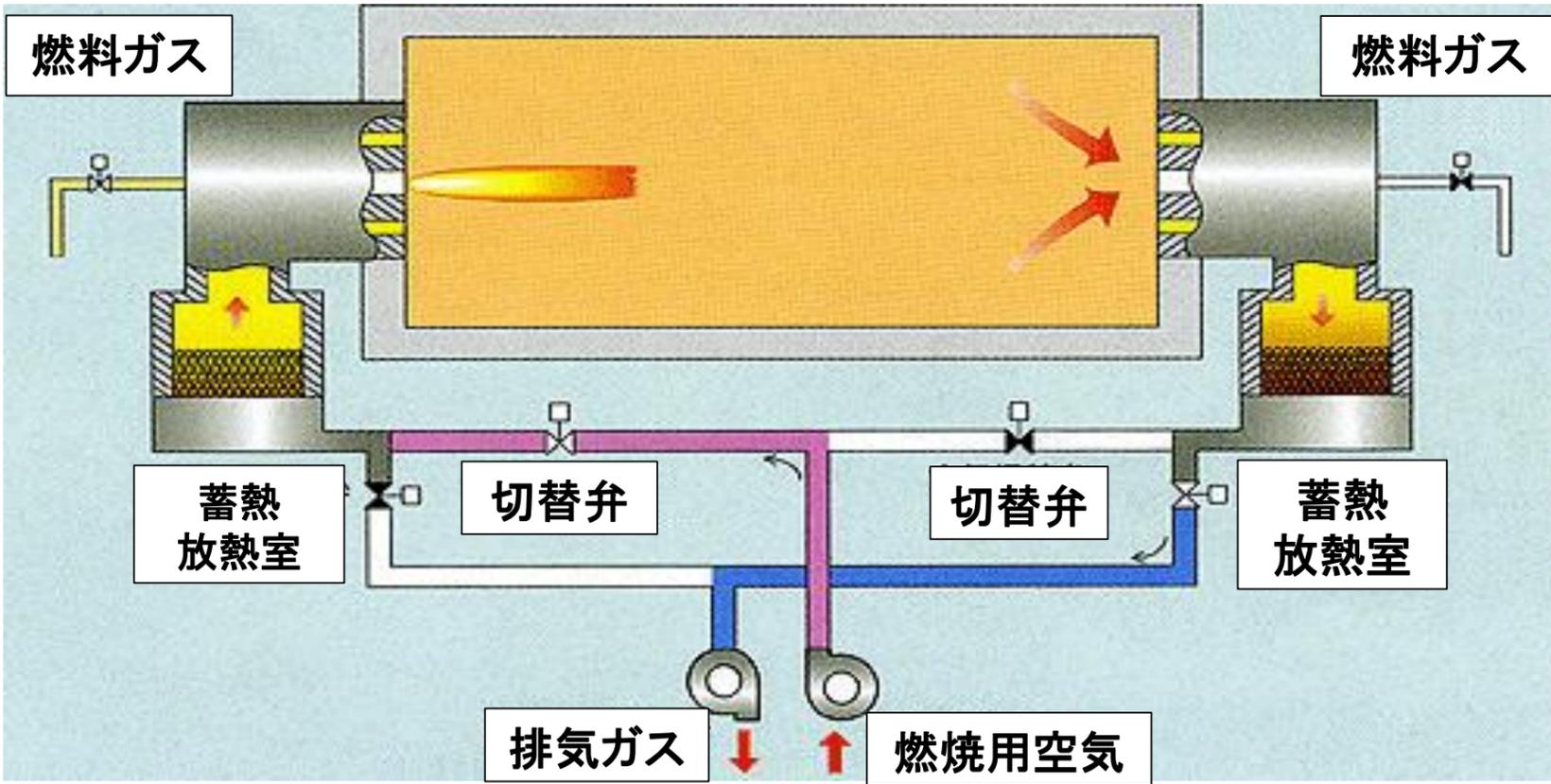
高断熱および高効率熱回収技術の開発で高エネルギー効率産業/工業炉の開発を目指します



3.高効率バーナー

高エネルギー効率産業/工業炉

3. 高効率バーナーの開発



リジェネレイティブバーナー概略図

- 蓄熱体は、セラミックス球などの顕熱蓄熱体
 → 小熱容量のため、大型蓄熱室の設置が必要。
 → バーナーを使用したくても設置スペースの制約があり、使用できないユーザーがいる。

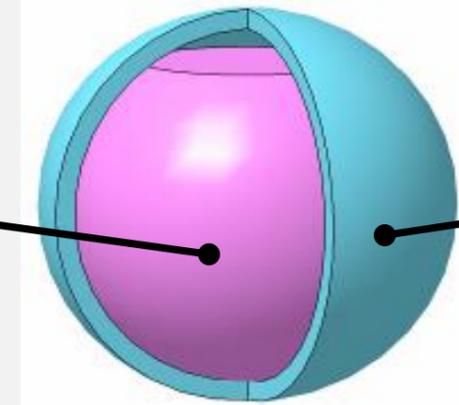


高熱容量で入熱放熱速度が高い新規蓄熱体を試作

新規蓄熱体目標：
 高温使用可能な潜熱蓄熱部を有する高蓄熱密度蓄熱体の作製

コアに金属、シェルにセラミックスを使用したコアシェル型蓄熱体を開発

- コア：金属
- ・高熱容量(潜熱)
 - ・熱交換速度大(高熱伝導率)



- シェル：セラミックス
- ・高強度、高耐熱
 - ・熔融塩や金属に対する高耐食性



コアシェル型蓄熱体

- ・約1,000°Cの排気ガスから熱を回収、放熱することが可能。
- ・既存セラミック蓄熱体に比べ入熱放熱速度約2倍を実現。

断熱材サンプルの提供開始、実炉評価

→断熱材サンプルの提供を開始し、実炉での性能評価を予定。
評価結果を元に、断熱材の改良を実施予定。

他分野への展開

→セラミック製造分野より市場規模の大きなガラス、セメント工業や鉄鋼分野参入へ不可欠な断熱材の高強度化、低コスト化技術を開発する。
また、開発した蓄熱材料技術の適用可能性を検討する。

RCF(リフラクトリーセラミックファイバー)代替材料としての展開

→リフラクトリーセラミックファイバーとこれを含む製剤その他の物を製造し、または取り扱う業務について、「特定化学物質障害予防規則」の「管理第2類物質」と同様に、作業環境測定の実施、局所排気装置の設置などの事業者に対する規制が施行された。(H27年11月厚生労働省)

➡ファイバー系断熱材の代替品需要が高まっている。
開発品はRCF代替としての可能性を秘めており、実用化されれば波及効果は大きい。