

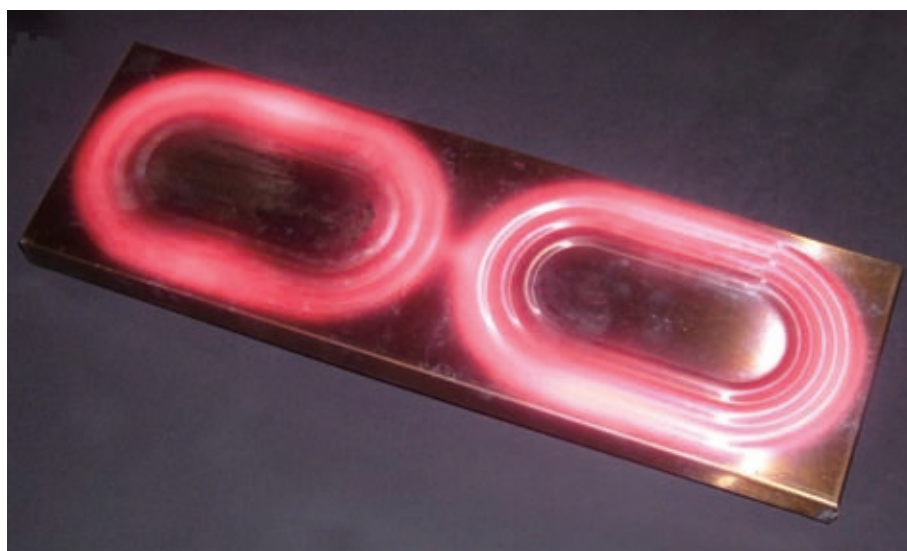
今こそガス！ 炎の出ないガスヒータ

IHI の燃焼技術が生んだ高効率密閉式ガスヒータ

密閉式で裸火が出ない構造のため、ガス燃焼式でありながらクリーンな加熱を実現した新型のガスヒータである。ふく射加熱や表面の金属を介しての接触加熱の両方に対応可能であり、内部で排熱回収をしているため、高効率と高い燃焼安定性を同時に実現できる。

株式会社 IHI
技術開発本部
プロジェクトセンター開発部

佐藤 公美



新型密閉式ガスヒータ外観

熱と電気

日本のエネルギー消費において、産業部門は全体の43%を占めており、そのなかで製造業は9割のエネルギーを消費している。エネルギーの多くは「熱」として用いられており、「熱」を発生させるためには電気もしくは化石燃料の燃焼熱が利用されている。

一方、日本の発電電力量の割合をみると、石炭、LNG、石油などの化石燃料を利用した火力発電が、2010年は全体の61.7%を占めている。2011年は東日本大震災の影響もあり、比率は70%程度まで高くなっ

ているものと予想される。火力発電における受電端効率（化石燃料のもつエネルギーに対して、実際に利用可能な電力の割合）は36.9%に過ぎず、2/3近いエネルギーを損失している。電気を使うことは一見エコのように思われがちだが、電気から熱を発生させることに関して言えば、非常に効率が悪い方法である。「熱」を利用したいところで燃料を燃焼させ、直接「熱」を利用するのが最も効率が良い方法なのである。また、電気を利用している場合は、停電時には完全に装置が停止してしまうというリスクを抱えている。

電気を熱源とする最大のメリットは、化石燃料の燃

焼と違い排気ガスが発生せず、クリーンな加熱が可能だという点である。しかしながら、それは加熱源としての話であり、発電電力量における火力発電の割合は60～70%であるため、発電所から多くの排気ガスが排出されるという点を忘れてはならない。

燃焼によるクリーンな加熱

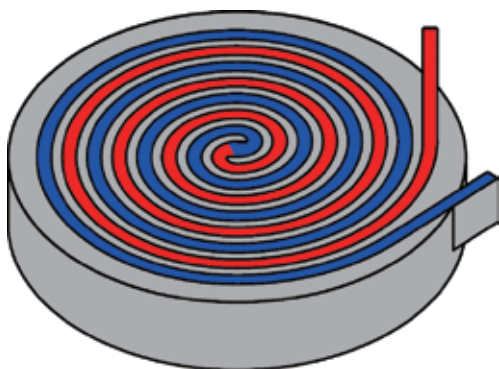
燃焼熱を利用しながらクリーンな加熱を実現している方法として、例えばラジアントチューブが知られている。これは直径150mm以上の鋼管の中で燃料を燃焼させることでチューブを加熱し、そのふく射熱を利用するものである。

しかしながら、小型の熱源では従来この方法は採用できずにいた。狭い密閉空間で燃焼させると、火炎は近傍の壁に熱を奪われ、温度が低下する。結果、安定燃焼を実現できず、一酸化炭素が発生したり失火したりしてしまう課題があるためである。

マイクロコンバスタ技術（狭くても燃える）

この課題を解決する方法としてマイクロコンバスタ技術が提唱されてきた。マイクロコンバスタは燃焼器の中に排熱を回収する熱交換機をもっており、高温の排気ガスを利用し、マイクロコンバスタに供給する空気と燃料の予混合ガスを予熱することができる。これによって、火炎温度は予熱された分上昇するため、火炎の安定性が著しく向上する。このマイクロコンバスタ技術の登場によって、狭い密閉空間における燃焼が実現できるようになったのである。

スイスロール型マイクロコンバスタは渦巻き型の2



スイスロール型マイクロコンバスタ

重の流路によって排気ガスと予混合ガスの熱交換を行っている。マイクロコンバスタのもう一つの特長は、排熱回収をしているために熱効率が高いという点である。従来、排熱回収には燃焼器とは別の構造体が必要であるが、マイクロコンバスタは燃焼器の中に排熱回収機構をもっているため、排熱回収装置が不要である。

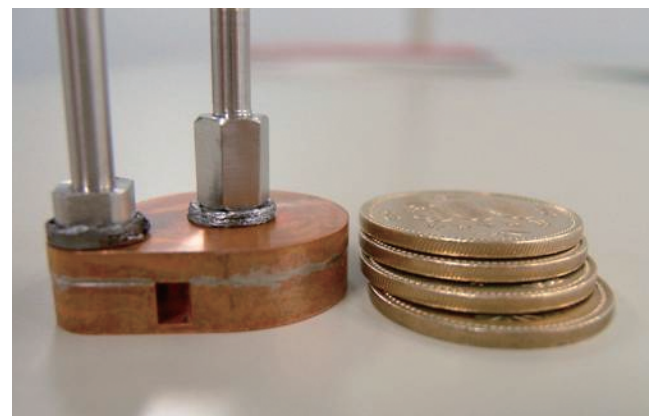
IHI が具現化したマイクロコンバスタ

IHI では東北大学と共同で独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の支援のもと、マイクロコンバスタの研究開発を実施した。本研究開発においては最大400Wのヒータを試作、燃焼安定性や制御性を確認した。最終的には出力20Wの500円玉サイズの超小型コンバスタを製作し安定燃焼に成功した。

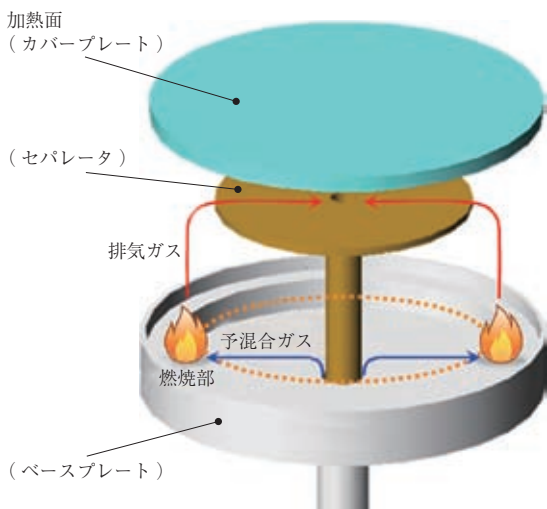
また、一次エネルギー（化石燃料のもつエネルギー）に対する効率として、電気ヒータに対し2倍以上の熱効率を達成した。

しかしながら、スイスロール型マイクロコンバスタはガスの流路形状が複雑であり、加工に若干の労力が必要となる。また、火炎が燃焼器の中心部にしかないため、出力が小さいという課題を抱えていた。そこで簡易な構造で、より出力の大きいコンバスタの開発を行った。

開発した密閉式ガスヒータは、平板型の形状をしており、表面の金属板が高温となることで被加熱物のふく射加熱や接触加熱が可能である。密閉式ガスヒータの構造を図に示す。



超小型マイクロコンバスタ



密閉式ガスヒータ構造

加熱面となるカバープレート，基本構造体であるベースプレート，排気ガスと予混合ガスの熱交換を行うセパレータから成る。予混合された空気と燃料ガスは，入口2重管からヒータ内に導入され，セパレータ下側を通り先端にて火炎を形成する。燃焼ガスはセパレータ上面を通過し，加熱面より被加熱物を加熱する。さらに，セパレータを介して予混合ガスと熱交換を行った後，排気ガスは2重管より排出される。着火はスパークプラグによって行う。また，火炎が見えないためフレームロッドによって電気的に火炎を検出し，失火時は自動的に燃料をシャ断する安全機構を備えている。

原理的にはスイスロール型マイクロコンバスタと同じだが，複雑な流路を作ることなく，より簡易な構造で同じ効果を期待できる。冒頭に示した新型密閉式ガスヒータは，円形のマイクロコンバスタをオーバル形状にし，二連に並べたものである。

密閉式ガスヒータの特長

マイクロコンバスタ技術を基に開発した密閉式ガスヒータの特長を以下に述べる。

- ① 密閉式であるため，被加熱物が水蒸気や NO_x ， SO_x などの燃焼生成物を含む燃焼排ガスにさらされない。燃焼式のガスヒータでありながら，電気ヒータと同様なクリーンな加熱が可能。
- ② ヒータ内部で排熱を回収しており，従来のガスバーナよりも熱効率が低い。
- ③ 燃焼安定性が高く，低負荷でも一酸化炭素の排出

項目	単位	特徴
最大出力	kW	3.9
表面温度(最大)	℃	700
ヒータサイズ	mm	450×140

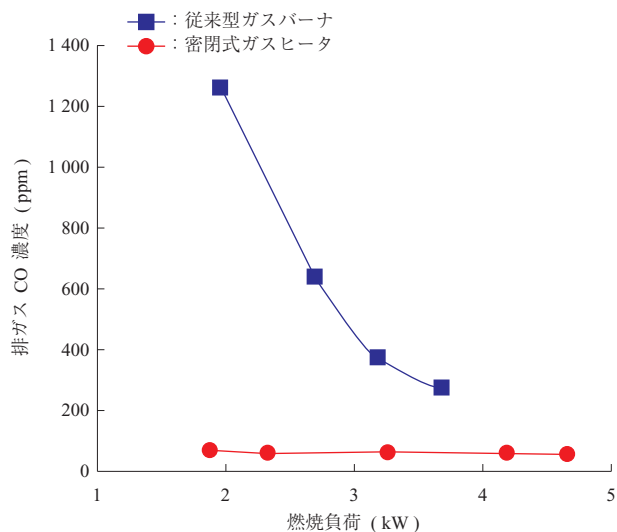
ガスヒータ特長

量が増えないため，広範囲での運転が可能。

- ④ ヒータ自体が密閉式で排気ガスを配管から排出するため，ヒータを搭載する炉を密閉化し，炉の熱効率向上が期待できる。また，工場内作業環境の改善にもつながる。
- ⑤ 高温の排気ガスを周囲空気と混ぜることなく集中して回収することができるため，乾燥，ボイラなどさらなる排熱の有効利用が可能。

ガスヒータの燃焼安定性

密閉式ガスヒータの性能を確認するため，燃焼負荷に対する排気ガス中の一酸化炭素濃度の変化を計測し，従来型のガスバーナと比較した。新型密閉式ガスヒータは広い負荷範囲で一酸化炭素の排出量が少なく，安定した燃焼が可能である。一方，従来のガスバーナは低負荷時の一酸化炭素の排出量が増加し，燃焼安定性に劣る。密閉式ガスヒータが広い負荷範囲で燃焼安定性に優れることは，各種被加熱物に必要な温度に合わせ，適切なガスヒータ負荷を設定することができることを意味している。



(注) O_2 が 0% の値

密閉式ガスヒータ CO 排出特性

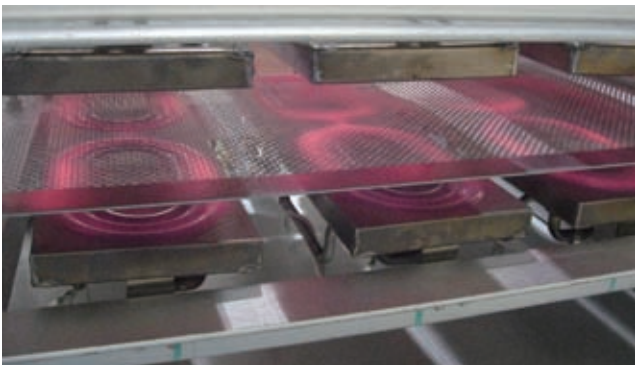
ガスヒータの加熱効率（燃料削減率 80%）

加熱源としての新型密閉式ガスヒータの性能を確認するため、複数のガスヒータによって被加熱物を上下から加熱することが可能な試験機を製作した。

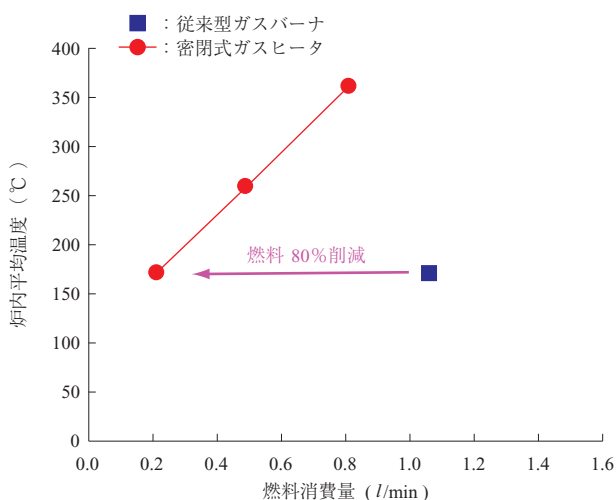
試験機は、密閉式ガスヒータを上下面 3 個ずつ計 6 個配置し、中央に被加熱物を設置する金属メッシュを設けてある。ガスヒータ間隔やガスヒータと被加熱物との距離も変化させることが可能で、被加熱物に適切なガスヒータの表面温度やガスヒータと被加熱物との距離を把握することが可能である。

本試験機を用い、従来用いられているガスバーナとの性能比較を行い、加熱領域をある一定温度に維持するために必要な燃料消費量で評価した。被加熱物の加熱に必要な燃料消費量の比較結果を以下に示す。

被加熱物を同等の温度とするための燃料消費量は、従来型ガスバーナに対し、最大で 1/5（80%の燃料削減）



新型密閉式ガスヒータ搭載加熱炉 炉体部



（注）面積が 10 cm² の値

従来型バーナとの燃料使用量の比較

減）まで低減可能であることを示唆するデータが得られた。

密閉式ガスヒータ活躍の場

本ガスヒータを中・低温域の各種熱処理の熱源として利用することで、多くのプロセスの省エネ化を図れるものと考えている。特に、中小型熱源を利用した熱処理設備は相対的に省エネ化が遅れており、省エネ化のニーズは高い。

密閉式ガスヒータが活躍する場として想定される主なプロセスは、

- ① 食品の焼成、乾燥
- ② 塗装乾燥
- ③ ガラスパネル熱処理
- ④ 高分子フィルム熱処理
- ⑤ アルミなどの低融点材料の熱処理などである。

基本的には中・小型加熱源で現状使用されているガスバーナや電気ヒータの代替として、特別な設備を導入することなく使用することが可能である。ガスヒータ単体としての熱効率が高いことから、使用する燃料費の削減が可能となる。また、ヒータから回収された排気ガスをボイラ熱源などに有効利用することで、さらなる省エネが可能となる。

今後の展開

ここでは、マイクロコンバスタ技術を利用した安定性・熱効率に優れた新型密閉式ガスヒータ紹介をした。今後、密閉式ガスヒータを搭載した連続加熱炉試験機（炉長 6 m、炉幅 0.9 m）を製作し、食品焼成をはじめ各種乾燥・熱処理炉（金属部材、機能性材料、半導体など）など、多くのプロセスへの適用性を確認していく予定である。

問い合わせ先

株式会社 IHI

技術開発本部 プロジェクトセンター

電話（045）759 - 2224

URL：www.ihico.jp/