

「燃焼の解明と最適化」

Clarification and optimization of combustion

マイクロコンバスタの研究開発

超小型燃焼器の開発で熱の利用効率を飛躍的に上げる

丸田薫教授

微小燃焼でエネルギー利用を効率化

—私が研究しているマイクロコンバスタとは、小さな(マイクロ)燃焼器(コンバスタ)です。大きさは掌サイズからコインサイズまで。コンバスタの中には1mm幅の通路が金属材料壁に挟まれて、まるでロール菓子のように巻き込まれています。それでこのコンバスタのことをスイスロール型コンバスタと呼んでいます。ガスライターに使われているボタンでも家庭で使われている都市ガスでも、気体燃料であればなんでも使えます。

—従来、このような小型加熱器は電気を熱源としていました。しかし、電気の大部分は燃料から発生した熱を使って作られるのですから、電気で加熱するということは電気をまた熱に戻す事になり、エネルギー利用効率が著しく下がってしまいます。燃料をストレートに加熱に使う事で、電気を作る過程で失われるエネルギーをそっくりそのまま有効利用できるわけです。したがってマイクロコンバスタは、電気利用の加熱器に比べてほぼ2倍以上も熱効率が高いのです。小さな空間では、炎が不安定になり火が消えてしまう問題がありましたが、スイスロールのようなしくみを使って徹底的に熱循環することで、このような燃焼が可能になりました。

応用分野は材料製造から燃料電池まで

—マイクロコンバスタは熱が必要とされるあらゆる分野に応用可能です。まず、電熱と違って加熱しても磁気が発生しませんから、磁気を嫌う加熱に使う事ができます。例えば、ある種の磁性材料を製作する際には、磁気は大敵です。現在は、磁気を打ち消すためにコイル二本を逆方向に巻いた電気加熱器を使っているのですが、マイクロコンバスタならそんな面倒なことをしなくてもよいのです。

—また、マイクロコンバスタを多数個並べて、ガスレンジのような加熱器として使うこともできます。燃焼式であるが故の高熱効率と、電気式のような精密な温度制御の両方が可能になります。たとえば、業務用の

フライヤーをはじめ、食品や樹脂の熱処理などへの利用も考えられます。広い範囲を加熱したいという場合には、マイクロコンバスタを沢山並べた加熱器が有効です。我々の実験ではマイクロコンバスタでは±0.5℃までの温度制御ができますし、工業的には私たちの知らない沢山の用途があると期待し



ています。

—マイクロコンバスタの実用化分野としてさらに考えられるのが、燃料電池の改質器への利用です。燃料電池にアルコール等の炭化水素を一次エネルギー源に使う場合、第1段階としてこのアルコール等から水素を取り出すことが必要な場合があります。この過程で吸熱反応が起るのです。吸熱反応ということは熱が不足するということですから、熱を補ってやらなければなりません。マイクロコンバスタは小型の加熱器ですから、燃料電池のような小型のシステムに組み込めます。燃料電池は種々の用途に使用可能であるとして期待されていますが、その基幹部品としてのマイクロコンバスタの利用が期待されるわけです。

マイクロコンバスタから超燃焼へ

—マイクロコンバスタと平行して我々が行っている研究が、超燃焼と呼ばれる新しい概念に関する研究です。燃焼過程で起こるエクセルギー損失と呼ばれる熱力学的な小さなロスが積み重なる原因を、科学的に解明し制御することで、熱効率を飛躍的に高めることが超燃焼研究の目標です。例えば、鉄鋼、化学、窯業など基幹産業では、炉を使った燃焼過程が数多く使われていますが、従来型の産業用燃焼炉にはまだまだ改善の余地があると考えています。

—通常よりも非常に低い温度(低いと言っても1,000℃位ですが)の火炎を安定的に実現することが超燃焼技術の核心です。そのためには、そもそも「火はなぜ消えるのか?」学術的にいえば「燃焼限界のメカニズム」という、燃焼科学の古くて新しい問題に、取り組まなければならないわけです。マイクロコンバスタとか産業用燃焼炉の効率化という社会が必要としている技術が、いま燃焼の科学という基礎と直接結びついて探求されているわけです。



マイクロコンバスタの内部直接写真