

燃焼室に送り込み、超音速状態で燃焼させ、加速された燃焼ガスが超音速でノズルから噴出されるのです。理論値ではマッハ12程度までは可能とされていますが、アメリカが3年前に飛ばした実験機では、マッハ10近い速度を得ています。

—スクラムジェットエンジンの最大の課題は、超音速環境の燃焼室のなかで火炎をどう維持するかということです。エンジン内部には常に超音速の風が吹いているわけですから、火炎は簡単に吹き消されてしまいます。どうすれば安定した火炎を保てるのが課題です。また、超音速では衝撃波が発生しますから、発生した衝撃波と火炎の間に干渉が起きます。この干渉が火炎やエンジン内部にどのような影響を起こすのかも大きな課題です。

—我々の研究室では、超音速空気流中の燃料噴流に衝撃波を干渉させる実験を行い、同時にスーパーコンピュータによる数値計算を行っています。こうした基礎的研究をしっかりとやっておくことが、極超音速エンジンを設計する技術開発に繋がるわけです。スクラムジェットエンジンの研究は、超高速、高温、高圧という極限環境下での化学反応流体の研究ですから、学問的な興味が尽きません。

—スクラムジェットエンジンを用いた飛行機は、東京〜ワシントン間を2時間で飛べることから、21世紀のオリエン特クスプレスと称されました。また、成層圏まではスクラムジェットエンジンで飛び、最後にロケットを使って衛星軌道に達する宇宙往還機への利用も考えられています。さらなる研究は必要ですが20年後、30年後に実現の可能性が出てくるような夢の技術です。

環境保全に寄与する高温空気燃焼の研究

—私たちが研究しているテーマのなかで、様々な応用が非常に期待されているのが高温空気燃焼です。製鉄所などの工業炉に、予め1400℃程度まで加熱しておいた空気を吹き込み、かつこの空気の酸素濃度を非常に低くしておくというのが高温空気燃焼です。この技術を使うと、熱利用効率向上によってCO₂の排出量が大幅に減り、工業炉の最大の難点であった大量の窒素酸化物(NOx)の排出量も10分の1程度に減らせるのです。高温空気燃焼は、省エネルギー・低環境負荷を工業炉で実現する画期的な燃焼技術ですが、実はこの技術はある会社で発見された現象を大型設備に応用したものです。現在では燃焼科学として解明されていますが、なぜそうなるかは十分に分かっていなかったのです。技術先行型の実例的技術です。

—この技術の応用として、先に述べたジェットエンジンのような高温・高圧乱流燃焼への応用が考えられています。もう一つの応用は、現在深刻な問題になりつつある医療廃棄物処理炉に使えないかということです。

—医療廃棄物は危険なウイルスや細菌を含んでいますから、完全に燃焼処理することが法律的に義務付けられています。ところが危険な廃棄物を処理できる焼却炉の数は限られており、その処理炉にまで運ぶのにコストも掛かりますし、運搬中に細菌類が空中に暴露されてしまうリスクもあるわけです。高温空気燃焼炉は小型化できますから、

医療廃棄物の発生場所、つまり病院などのオンサイトで処理できる可能性があるのです。

—医療廃棄物の主力はプラスチック製品、つまりポリマーです。しかし、ポリマーの燃焼については、ポリマー分解の化学過程や速度定数、CO₂やH₂Oの影響など、科学的にキチンと解明されていないことが沢山あります。我々はこういうデータをきっちり押さえて、将来の医療廃棄物処理炉の設計に結びつける研究をしているわけです。

クラスターとして行おうしている 二つの研究プロジェクト

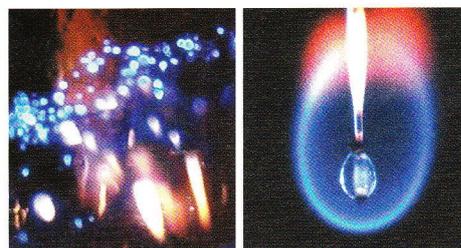
—エネルギークラスターとしては、今後二つの研究を柱としてやっています。一つは、原子力発電所をはじめとするエネルギープラントの安全問題です。流体現象という観点から見ますと、原子力発電では、熱交換媒体として水が用いられ、原子炉と蒸気発生器との間を繋いでいます。高圧で相当に速い水流ですから、配管系の管壁を薄くしたり、亀裂を生じたりするわけです。原子力発電所で発生する事故の相当部分が、流体現象によって引き起こされているのです。

—原子力発電プラント内部で起っている流体現象を研究することで、原発の安全性を高めなければなりません。原子力安全に関わる機関や、地元の電力会社が行っている安全性向上研究活動に、工学面から我々が協力して行きたいのです。

—もう一つは、ゼロエミッションプロジェクトと名付けているのですが、エネルギー利用による環境への排出物質の最小化を目指す総合的研究です。エネルギークラスターでは本当に様々な研究が行われているわけですが、これをゼロエミッションという方向で統合してシステム化できないかということです。

—分子レベルでの熱移動の研究やプラズマを利用した燃焼促進技術の研究をしている人がいます。カキ氷には氷と水が混在しているわけですが、固体と液体が混合している状態ですと熱伝達が非常に良くなるので、こういう状態を作り出して極低温状態での超伝導材の冷却効率を高めようという研究をしている人もいます。マイクロコンバッションと呼んでいます。微小領域の燃焼を使ったエネルギー変換の研究も行われています。CO₂の回収技術を研究している人もいますし、回収したCO₂を地中に戻してしまおうという研究もあります。また、地中に封じ込めたCO₂の上面に化学反応を利用して蓋をしてしまおうという研究もあります。

—こうしたすべての研究を総動員して、環境負荷を軽減できるシステムを構築してみようというのが、ゼロエミッションプロジェクトの目標です。具体的な形になるには時間が必要ですが、このプロジェクトを研究所としての社会的貢献活動に育てていきたいと考えているのです。



最近の火炎研究例 微小重力噴霧燃焼と要素液滴燃焼