「燃焼に関する可視化」特集の企画にあたって*

荒木 幹也**, 平沢 太郎***

Visualization of Combustion Processes

Mikiya ARAKI and Taro HIRASAWA

我々は、日常的に「火」を用いている。ときには「暖」をとるため、ときには「調理」をするため、またときには「動力」をとりだすため、特段の注意を払うことなく、多くの場合そこに「火」があることすら意識しないまま、これを用いている。「燃焼」という化学エネルギー解放過程は、文字通り爆発的なエネルギーを生み出す。冬の寒さからのがれ我々に快適な生活をもたらすとともに、生身の人間がとうてい成しえない巨大な動力を生み出す。専門知識を持たない多くの人々が、燃焼現象を安全で効率的にそしてクリーンに利用できる技術の確立が、現代人の豊かで快適な生活を支えている。

かつて「熱源」としての利用が主であった燃焼は、蒸気機関の発明により、「熱から仕事へのエネルギー変換過程」の主演へとおどり出た。熱機関の発明による爆発的な工業化過程は、人類の発展の歴史そのものともいえる。そしてその傍らには、常に燃焼が存在していたことを認識しておく必要がある。一方で、化石燃料の大量消費による二酸化炭素排出が問題となり、燃焼を利用するあらゆる機械に対し厳しいまなざしが向けられている。人類は燃焼とどのように向き合っていくべきか、燃焼研究の新しい挑戦が始まっている。

この古くて新しい「燃焼」という研究対象は、多くの研究者の心をとらえてやまない。一見単純にみえる「炎」は、実に多くの複雑な現象から成り立っている。今回、可視化情報学会誌の特集記事を企画するにあたり、「燃焼」という現象の「見えない側面」をクローズアップしたいと考えた。「炎」の中に内包される極めて複雑な現象、その自然の本質を可視化する現代の燃焼研究の最前線をお届けできれば幸いである。今回の特集記事では、燃焼現象の本質を探る最新の可視化手法・基礎的研究から、レシプロ機関・ガスタービン機関の高効率化・低エミッション化をもくろんだ研究まで、5件の話題を紹介する。

「アセトン OH 同時 PLIF 法を用いた燃焼診断」では、従来の火炎前面の形状のみではなく、火炎面の「厚さ」

を含めて超希薄燃焼の火炎面形状をも可視化することができる画期的な手法が紹介される。火炎面の厚さは、火炎が流れ場から受ける影響等を反映する重要な指標であり、それ故にこの可視化手法は、燃焼診断や消炎研究での活用が期待されているものである。

「多方向同時撮影・三次元 CT 法による非定常燃焼現象の可視化計測」では、多数のカメラやミラーを用いて、火炎全体の 3D 形状を捉える可視化手法が紹介されている。このような手法によって、初めて火炎全体を三次元的に見ることができるようになったと言っても過言ではないだろう。見た目に美しいだけでなく、燃焼研究者にとっては刺激的な可視化画像が多数掲載されている。

「多次元多変量光学計測による乱流予混合火炎の可視化」では、多数のレーザーを用いた溜息の出るほど複雑な計測システムを構築して実現された、乱流火炎の詳細な構造の計測手法が紹介されている。乱流火炎とその流れ場を、ここまで詳細に計測できる手段は、今後、乱流燃焼解明の強力なツールとなるに違いない。

「不均一混合気における予混合圧縮着火燃焼プロセスの可視化」では、従来のガソリン機関・ディーゼル機関にかわる次世代の高効率・低エミッション燃焼法として期待される予混合圧縮着火燃焼方式が紹介される。可視化エンジンを用いた緻密な計測により、噴霧・混合気形成・着火・燃焼の一連の過程の詳細把握が可能となり、実機エンジン開発に大きく寄与する成果を示している。

「ガスタービンエンジン内部の燃焼流れ計測」では、可視化が極めて困難なガスタービン燃焼器内における連続燃焼過程を、実機と同じ高圧力環境下で診断する画期的なものである。ここで得られた噴霧燃焼特性の知見は、それ自体が現象解明の手掛かりとなるだけでなく、CFD による解析の検証データとしてもきわめて有効であるといえ、困難な計測を実現した著者らに敬意を表するものである。

電磁調理器やハイブリッドカーが広く一般に普及し、世界は大きく変わろうとしている。しかしながら燃焼の役割はまだ残されており、我々は今後も燃焼と向き合っていく必要がある。今回ご寄稿頂いた著者の方々は、燃焼現象の本質を探りその効率的でクリーンな利用法を探るべく日夜努力されている。燃焼に関する膨大な知見の蓄積が様々な燃焼器開発に応用され、現代日本の産業の屋台骨を支えている。本特集が、皆さまにとって、燃焼の役割・意味を見直すきっかけとなれば幸いである。

* 原稿受付 2010 年 12 月 13 日

** 正会員 群馬大学大学院工学研究科 機械システム工学専攻
(〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1,
E-mail: mikiya.araki@gunma-u.ac.jp)

*** 正会員 中部大学工学部 機械工学科
(〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200,
E-mail: txh@isc.chubu.ac.jp)