

群馬地区技術交流研究会

会長 天谷 賢児

群馬大学

amagai@gunma-u.ac.jp

令和6年度 熱流体分科会第1回講演会開催

令和6年11月3日13:00~14:00, 群馬大学理工学部桐生キャンパス・記念館講堂にて, 熱流体分科会第1回講演会が開催された. 全国的な知名度を誇るイベントに成長した「クラシックカーフェスティバル」. 数万人ものクルマ好きが全国から桐生へと押し寄せる. 本講演会はクラシックカーフェスティバルとの協賛事業であり, このイベントをさらに盛り上げるべく, 毎年自動車にまつわる講演会を開催している.

今年のテーマは, 多くの自動車ファンが関心をよせる「環境問題」と「カーボンニュートラル」. お招きした講師は, 航空機・ロケットから自動車まで, あらゆるエンジンとその燃焼に精通した専門家である東京大学大学院 航空宇宙工学専攻教授・津江光洋氏である. 講演タイトルは「航空機エンジンの環境適合燃焼コンセプトを応用した自動車用水素エンジンの研究」であり, クルマの未来を知りたいと願う聴衆が熱心に耳を傾けた. 講演会場には 59 名の聴講者が集まり, 講演終了後も活発な質疑が行われ大変盛会であった.



桐生キャンパスを埋め尽くす往年の名車たち



あいさつに立つ技交研会長 天谷 賢児 氏

津江氏の講演は, 航空機エンジンで用いられる「Rich Quick Quench Lean (RQL) 燃焼」と呼ばれる技術の説明から始まる. 「Rich (リッチ)」とは燃料が濃いことを言う. 「Lean (リーン)」とは燃料が薄いことを言う. つまり, ちょうどよい燃料濃度ではない条件で, 少々無理をしながら燃焼させるのである. どうしてそのような一見不合理な燃焼を行うのか, その理由が明快に説明されていく.

燃料と空気が理想的な混合比となる条件を「化学量論」とよぶ. 燃料はすべて水と二酸化炭素になり, 空気中の酸素は全て消費される. いわゆる完全燃焼である. この完璧さが, 問題を起こす. 燃焼温度が高くなるのである. 単純にエンジン熱効率で考えれば歓迎すべき状況だが, その代償として「毒ガス」が発生する. 空気として取り込まれた窒素と酸素が高温下で反応し, 窒素酸化物 (NOx) を生成するのである.

窒素酸化物は、エンジン研究者にとって実に悩ましいガスである。エンジン熱効率を向上しようとする、つまり使用燃料を減らして二酸化炭素排出量を減らそうとすると、燃焼温度を上げることとなる。その結果として、窒素酸化物が大量に生成する。二酸化炭素を選ぶか、窒素酸化物を選ぶか、まさに究極のトレードオフである。この問題を解決するため、航空機では先述の「RQL 燃焼」が行われるという。つまり、バーナの火炎基部では燃料を多く噴出して **Rich** な状況で火炎を保炎する。ただこのままだと流下とともに空気との混合が進んでいきやがて化学量論となって窒素酸化物が生成する。そこで、大量の空気を一気に導入し、炎を薄めてしまう。通常なら炎が消えてしまうような **Lean** な条件まで薄めても、上流でしっかりと保炎されているから炎は保たれる。しかも **Rich** と **Lean** のみなので、燃焼室の全領域で燃焼温度が低く抑えられる。つまり窒素酸化物の生成は抑制される。

さて、これを自動車のレシプロエンジンにどのように応用するのか。ここからが津江氏の腕の見せ所である。キーワードは「水素」と「副室」。「水素」はご存知のように究極のカーボンフリー燃料であり、日本でも導入が進められている。そして「水素」は、極めてタフな燃料である。**Rich** にしても、**Lean** にしても、とにかくよく燃える。この反応性の高さを利用する。

もうひとつのキーワードである「副室」については、ピンとくる読者もいるかもしれない。かつてホンダが世界で最も厳しいと言われた排ガス規制法である「マスキー法」をクリアした時の技術が、まさにこの「副室」であった。副室を備えたこのエンジンは「CVCC エンジン」と呼ばれ、ホンダの名を世界に知らしめた。

津江氏のシナリオは以下の通りである。シリンダ上部に小さな副室を設ける。副室は小さな連絡孔で主室とつながっている。最初に副室内に **Rich** な混合気を形成し火花点火する。水素は **Rich** でも燃焼可能で副室内の温度と圧力は上昇する。その結果、火炎ジェットが連絡孔から主室へ猛烈な勢いで噴出し、主室内に形成された **Lean** な混合

気を燃やし尽くしていく。副室内は **Rich** であるため、また主室内は **Lean** であるため、全領域で燃焼温度が低く抑えられ、窒素酸化物の生成が抑制される。そのみならず、超短時間で燃料が燃え尽きるため、エンジン熱効率も向上する可能性がある。いまは基礎研究段階とのことだが、実に興味深い技術が登場したと感ずる。ぜひとも今後の展開に注目していきたい。



講演を行う 津江 光洋 氏

講演終了後は多くの質問が寄せられた。カーボンニュートラル実現の見通しについての質問や、レシプロエンジンは今後どうなるのかといった質問も寄せられた。やはりクラシックカーフェスティバルの来場者は、エンジンの今後に大いに注目しているのだと改めて感じた次第である。



司会をする熱流体分科会主査 石間 経章 氏

質疑がひと段落着いたところで、司会の石間経章氏が切り出した。「マスキー法をクリアしたホンダ CVCC エンジンの開発には、群馬大学卒業生が深くかかわっていることを紹介いたします」。その瞬間、会場から大きな拍手が沸いた。世界で最も厳しいと言われた法律を、技術で乗り越えたこと、そしてその中心に群馬大学の卒業生がいたことは実に誇らしいことである。なおこの卒業生とは、機械科熱工学研究室卒業生の八木静夫氏と同流体研究室卒業生の藤井功氏のことであり、NHK プロジェクト X でも取り上げられた。その貴重なエンジンのカットモデルは、今も桐生キャンパス記念館講堂に展示されている。もしご興味があれば、ぜひともお出かけいただければと思う。最後に本講演会の開催にあたり、多大なるご支援・ご協力を頂いた関係者のみなさまに、紙面を

お借りして厚く御礼申し上げる次第です。誠にありがとうございました。



クルマの未来を知りたいと願う聴衆が
熱心に耳を傾けた

(文 事務局 荒木 幹也)