

地球温暖化、超高齢社会、社会インフラの劣化、巨大災害の頻発——。現代社会が抱えるさまざまな課題を、科学技術の力で解決したい。今月号からスタートする「社会への架け橋」は、未来社会に向けて挑戦するJSTの研究開発活動を紹介する。

最大熱効率50%、 二酸化炭素30%削減をめざす

地球温暖化や石油エネルギーの枯渇を背景に、低炭素社会の実現につながる研究開発が進められている。「シリーズ1 低炭素社会の実現へ」の第1回は、生活や産業、社会活動を支える自動車のエンジン燃焼技術を取り上げる。燃料消費をより少なくし、排出される二酸化炭素や窒素酸化物を減らすことが課題だ。

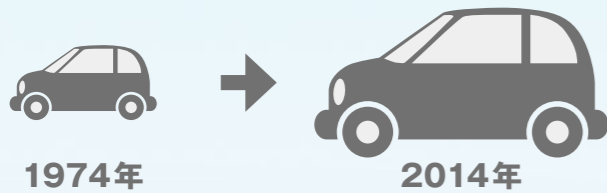
世界の自動車保有台数は12億台を超え、石油エネルギーの約4割がガソリン車やディーゼル車のエンジンに使われている。電気自動車や燃料電池自動車が普及しても、今後30年間は石油エネルギーの50%以上を自動車エンジンが消費すると予測される。

エンジンの熱効率(燃料の持つエネルギーを仕事に変換する効率)を現状の40%前後から50%まで飛躍的に高め、二酸化炭素の排出量を30%削減(2011年比)することをめざすのが、「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の課題の1つである「革新的燃焼技術」のミッションだ。

燃費向上と排出ガス低減とは相反する関係で、両者を高いレベルで両立させることは至難の業である。国内の自動車メーカー9社と2団体で構成される自動車用内燃機関技術研究組合(AICE)と全国の約80大学とで、強力な産学官連携の研究開発体制を組み、「制御」「ディーゼル燃焼」「ガソリン燃焼」「損失低減」の4チームで目標に挑んでいる。

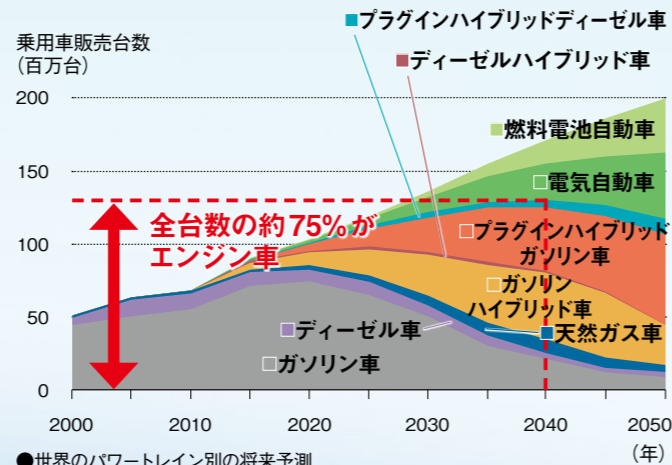
世界の自動車保有台数は 40年で約4倍に

3億1,608万台 → 12億967万台



●一般社団法人日本自動車工業会「主要国自動車統計 第5集」
「世界自動車統計年報 第15集」をもとに作成

2040年でも 約75%はエンジン車



●世界のバークレー別の将来予測
「IEA/ETP (Energy Technology Perspectives 2012)」をもとに作成

超希薄な燃焼を使う「スーパーリーンバーン」

ガソリン燃焼チームを率いるのは、慶應義塾大学大学院理工学研究科の飯田訓正特任教授だ。慶應大をリーダーに全国26の大学と研究機関で取り組む。株式会社小野測器の横浜テクニカルセンター内に設けられた共用エンジンラボを研究開発拠点として、2020年までにガソリンエンジンの熱効率50%の達成をめざす。

2倍の空気で燃やす

熱効率を飛躍的に向上させると期待されているのが、スーパーリーンバーンだ。

「リーンバーンとは、希薄燃焼のことです。理論上、ガソリン1に対して、空気量が14.7の割合(理論空燃比)だと、ガソリンと空気が過不足なく燃焼しますが、エンジンの熱効率という点では最適ではありません。熱力学の理論から熱効率を良くするには、ガソリンを減らして薄く燃やすリーンバーンエンジンが良いとわかっています。これまでのリーンバーンは空気量が理論空燃比の1.5倍以下でしたが、スーパーリーンバーンでは2倍の空気を送り込む超希薄燃焼を目標にしています」と飯田さん。

リーンバーンにして空気の比率を高めると、燃焼が低温になる。すると燃焼速度が遅くな

り、熱効率が伸びないし異常燃焼も起きやすい。燃焼速度を上げるには、強い渦流をエンジンの中に生じさせなくてはいけない。だが今度は、火が付かないし火災も安定しない。しかしリーンバーンが実現すれば、低温燃焼により熱損失が激減し、また窒素酸化物の排出も減少する。いかに安定して燃焼させるか。燃焼反応は、科学的に解明されていない部分も多く、大学の基礎研究が欠かせない。

要素技術の体系化、知見の融合

飯田さんは、熱損失の少ない遮熱エンジンや、混合気の流れ(タンブル流)を作ることで着火しやすくなることを発見し、リーンバーンをさらに発展させた超難関のスーパーリーンバーンエンジンに挑戦している。

「着火の向上、燃焼の促進、熱損失や排出ガスの低減など、全国26の大学と研究機関

が6班に分かれて要素技術の開発を進めています。熱効率50%の達成には、さまざまな要素技術の体系化、学際的な知見の融合が必要です」。

従来の研究では、燃料成分に差があり、大学や企業間でのデータ比較が困難だったが、ガソリン燃焼チームでは全ての大学・研究機関が使用する燃料成分を統一し、一丸となって取り組んでいる。

「産業界のニーズに合わせて、エンジン開発に役立つモデルを提案したい。その過程で、実用工学における産学官連携や、次世代を担う人材育成のモデルケースも示したいのです」と熱く語った。

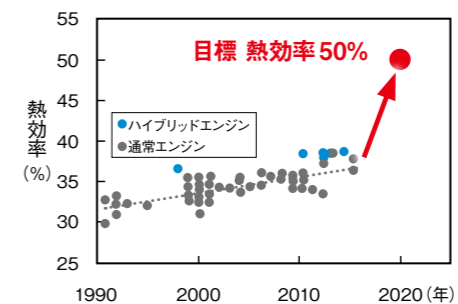
日本の自動車産業の競争力の強化、地球の二酸化炭素削減——。熱効率50%のエンジンが実現すれば、その貢献は計りしれない。

慶應義塾大学SIPエンジンラボラトリーの研究風景
(株式会社小野測器 横浜テクニカルセンター内)



ラボ内では、燃焼状態を確認する可視化エンジンなどを使って研究している。

スーパーリーンバーン研究開発の目標



30%台にとどまっていたガソリンエンジンの熱効率を、2020年までに50%まで飛躍的に向上させることをめざす。

飯田 訓正 (いいたのりまさ)

慶應義塾大学大学院理工学研究科 特任教授

1980年、慶應義塾大学大学院工学研究科博士課程修了、工学博士。同年慶應義塾大学工学部機械工学科助手を経て、85年同大学専任講師、90年同大学助教授。この間、米国ウィスコンシン大学訪問教授、神奈川科学技術アカデミー「セラミック・メタノールエンジン研究室室長」などを兼任。97年同大学教授、2016年より現職。14年よりSIP課題「革新的燃焼技術」研究開発課題「高効率ガソリンエンジンのためのスーパーリーンバーン研究開発」研究責任者。

