

日本発の革新的内燃機関を、 地球環境を救う切り札に

速くて快適な移動手段として、日々の暮らし、産業、社会活動を支える自動車。地球環境問題を背景に、走行性能、安全性能に加え、いっそうの環境性能の向上が求められている。

革新的燃焼技術(日の丸内燃機関が地球を救う計画)では、自動車用の内燃機関の熱効率を最大50%以上へと飛躍的に向上させ、環境負荷の低減を目指す。産学官による開発体制の構築を通じ、我が国の実用工学の発展と国際競争力向上にも寄与していく。

革新的 燃焼技術

日の丸内燃機関が
地球を救う計画

プログラムディレクター

杉山 雅則

トヨタ自動車株式会社
エンジン技術領域 領域長

Profile

1984年トヨタ自動車入社。2002年V6エンジン開発責任者、03年エンジン開発業務改革推進責任者、07年エンジンプロジェクト推進部長、13年常務理事・エンジン技術領域長、現職。

Masanori Sugiyama

自動車の動力源の主力、内燃機関

現在、身の周りで見かける自動車のほとんどはガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの内燃機関を動力源とする。二次電池や燃料電池とモーターによって走行する電気自動車も普及し始めているが、まだその割合はわずかである。IEA(国際エネルギー機関)のエネルギー技術展望によれば、電気自動車などの普及が最も進んだシナリオでも、今後30年にわたって世界の自動車の半数以上は内燃機関を動力として使用し、石油エネルギーの約50%を消費すると見られている。

自動車にはこれまでもさまざまな先端技術が投入され、安全性能や走行性能とともに環境性能も飛躍的に進歩してきた。しかし、地球温暖化や石油資源の枯渇が危惧される中で、自動車の燃料消費をより少なく抑えることは、引き続き重要な課題となっている。本プログラム、革新的燃焼技術の開発計画では、その課題解決のために自動車用内燃機関の飛躍的な効率向上を目指す。プログラムディレクターの杉山雅則氏は、研究開発目標について次のように語る。

「燃焼技術はエネルギー分野をはじめとする多様な技術領域に関わりますが、今回は自動車用内燃機関にターゲットを絞りました。目標は、熱効率を50%にまで高め、CO₂排出量を大幅に削減することです。非常にハイレベルな挑戦となりますが、世界中で多くの方々が利用している自動車だからこそ、効果も大きいと考えました」

産学官の連携で高い目標に挑む

その高い目標の達成に向け、本プログラムでは産学官が連携した研究開発体制を築いた。全国に散らばる参

加大学を、ガソリンエンジン・ディーゼルエンジン・制御・損失低減の4分野でチーム分けし、それぞれをリーダー大学が束ねて研究を進める。4チームとは異なる革新的なアプローチによる研究テーマも単独で参加を募り、2014年11月時点で6つの有望なテーマを選定している。今後も引き続き、多様な研究分野からの参加を募っていくという。

「自動車用の内燃機関は技術的に成熟していると思われるかもしれませんが、燃焼という反応は科学的に解明されていない部分も多く、技術革新には『学』の力が欠かせません。また、熱効率50%という高い目標の達成は、さまざまな要素技術の連携、知見の融合によってはじめて成し遂げられるものですから、研究分野の架橋も重要です。そこで、コラボレーションに長けた企業の研究開発部門がそれぞれの研究チームを支援し、さらに研究マネジメントのノウハウを持つJST(国立研究開発法人科学技術振興機構)が統括するという体制としました」と杉山氏。

多くの大学が参加するこの研究体制は、立ち上げから数か月という短期間のうちに作り上げられた。そのために大きく貢献したのが、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)の存在である。日本発の優れた技術で内燃機関の環境性能を高め、世界に貢献していくという「産」の決意が「学」の共感を呼び、チャレンジの輪が拡大した。

我が国の実用工学の発展にも貢献

本プログラムの目標は、内燃機関の効率向上だけに留まらない。

自動車工学をはじめとする我が国の実用工学では、かつては大学の研究成果が技術の発展を牽引していたが、メーカーが力をつけるに伴って研究開発の主戦場は企業に移行した。ところが近年、急速に進むグローバル化を背景に、企業では研究開発のスピードアップが求められ、基礎研究へのリソース配分が減少している。結果として、実用工学全般の衰退が危惧されている。

「そうした事態に歯止めをかけ、オールジャパンで実用工学を盛り立てる土壌づくりのきっかけにしたいのです。今回、構築した研究開発体制を、内燃機

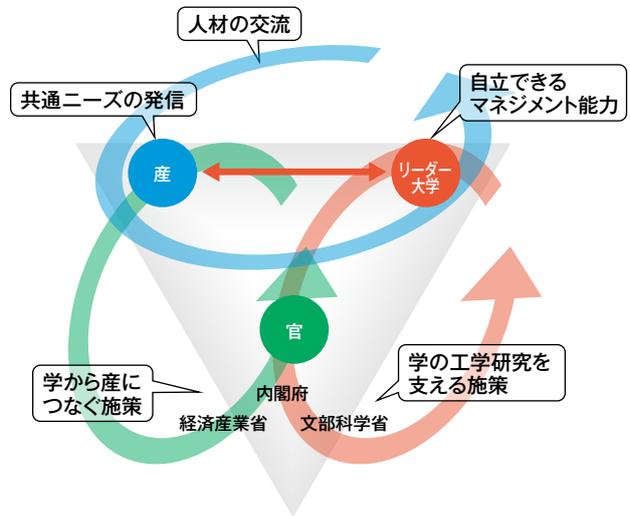


●実施体制



2014年12月時点で世界最高の熱効率38.9%を達成。
(出典:株式会社本田技術研究所)

● SPORT HYBRID i-MMD 2.0L DOHC i-VTEC



● 産学官共同研究体制の将来像

関分野だけでなく、我が国の実用工学における産学官連携と人材育成のひな形としていくことを目指します」と杉山氏は力を込める。

お手本はドイツにある。ドイツでは自動車産業の復興が国力の復興につながるという強い意志の下、1956年にFVVと呼ばれる内燃機関の研究コンソーシアムが設立された。現在は、ドイツの自動車メーカー、内燃機関の研究開発や製造に携わるメーカーやサプライヤー、大学など約150団体が参加する一大コンソーシアムとなっており、ドイツの自動車産業の国際競争力を支える礎となっている。

FVVのように、「産」が集まって「学」をもり立てていくことで、失われつつある実用工学分野の学術研究と人材育成に再び光をあてるのが、本プログラムのもう一つの目標だ。

一人でも多くの方々に 笑顔を

未来へとつながる研究開発体制を敷いたとはいえ、熱効率50%の達成は、けっして容易ではない。杉山氏は技術的な課題について次のように語る。「簡単に言えば、燃料の持つ化学的エネルギーを、いかに多くの力学的エネルギーに変換できるかということになりますが、変換の過程で多くのエネルギーが熱やそのほかの形で失われてしまうため、それらをどう回収するかが重要になります。また、通常、燃料消費の低減と排出ガスのクリーン化はトレードオフの関係になってしまうのも課題です。それらを高いレベルで両立させるには、制御技術が鍵を握ることから、本プログラムでも重視しています」

前述したように、燃焼のメカニズムには科学的に解明されていない部分も多く、計測、解析、モデル化などの技術も基盤技術として確立することが必要だ。開発プロセスの革新も含め、メン

バーの力を結集した多方面からのアプローチで達成を目指す。スタートから3年間でそれぞれの革新的要素技術の開発にめどをつけ、残り2年で実証実験を進める計画である。

「私自身は長年、量産エンジンの開発に携わってきました。その中で信条としてきたのは、『どんなにいい技術でも、量産できなければ社会に貢献できない』ということです」と語る杉山氏の下、本プログラムは成果の社会への還元を重視する。「この研究成果を通じて、一人でも多くの方々に笑顔届けたい」という研究開発メンバーの思いを乗せ、革新的内燃機関の開発計画は力強く走り始めている。

研究開発テーマ

1. ガソリンエンジンの熱効率向上に関する研究

超希薄燃焼を安定的に制御する技術をはじめとする要素技術の創出により、熱効率を現状の最高値である39%から50%まで向上させることを目指す。

2. ディーゼルエンジンの熱効率向上に関する研究

急速静音燃焼、クリーン低温燃焼などの要素技術の創出により、熱効率を現状の最高値である43%から50%まで向上させることを目指す。

3. ガソリンエンジンおよびディーゼルエンジンに共通する研究

燃焼制御モデル、燃焼解析ツールに関する研究、各種の損失低減に関する研究など、ガソリン、ディーゼルに共通する基盤技術の創出を目指す。

出口戦略

✓ 日本の競争力向上につながるCO₂低減の燃焼技術創出と普及

CO₂を30%削減(2011年比)するための基盤技術、開発ツールなどを順次、社会に提供する。これにより、国産車の燃費性能をより向上させ、国際競争力をさらに強化するとともに、世界のCO₂低減に貢献する。

✓ 持続性のある産学官共同研究体制の整備

「産からの共通ニーズの発信」、「産学の人材の交流」、「リーダー大学のマネジメント能力の成長」、「大学から産につなぐ産業の創出」に取り組み、この研究体制を、新しい産学官連携のスキームとして他産業のひな形となり、日本の国力向上に資する新しい研究開発プロセスへと成長させる。経済産業省と文部科学省が協力し、5年後の姿も視野に入れた、産業競争力を支える持続的な産学官研究体制に関する施策の検討を推進する。

✓ 制御モデルの標準化戦略

制御モデルや制御／解析ソフトの標準化を推進し、開発コストの低減につなげるとともに、新しい産業の創出を目指す。また、国際展開を進めることで、デファクトスタンダード化を目指す。

地球環境へ貢献するとともに、日本の実用工学の発展と人材育成に新しい風を吹き込みます。

世界に貢献する環境技術の提供、
産学官共同研究体制の構築

