

# ENGINE REVIEW

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS OF JAPAN Vol. 3 No. 4 2013

JSAE エンジンレビュー

Report I: 自動車技術会 2013 年春季大会 フォーラム・学術講演

Report II: 人とくるまのテクノロジー展 2013



PACIFICO  
YOKOHAMA



公益社団法人 自動車技術会

コラム：●情熱と執念の賜物：沼田 明／編集委員 The result of passion and tenacity	1
Report I：自動車技術会 2013 年春季大会 フォーラム・学術講演 島崎 勇一（トヨタ自動車） 飯島 晃良，井上 香，遠藤 浩之，小酒 英範，佐藤 唯史，鈴木 央一，清水 健一， 下田 正敏，藤井 厚雄（編集委員） 2013 JSAE Annual Congress (Spring) in PACIFICO YOKOHAMA	3
Report II：人とくるまのテクノロジー展 2013 遠藤 浩之，藤井 厚雄，山崎 敏司（編集委員） AUTOMOTIVE ENGINEERING EXPOSITION	14
NEWS & INFORMATION	17

■ JSAE エンジンレビュー編集委員会

委員長： 飯田 訓正 （慶応大学）  
副委員長：村中 重夫 （元日産自動車）  
幹事： 川那辺 洋 （京都大学）  
委員： 飯島 晃良 （日本大学）  
井上 香 （堀場製作所）  
小栗 彰 （福井工業大学）  
金子 タカシ （JX 日鉱日石エネルギー）  
菊池 勉 （日産自動車）  
小池 誠 （豊田中央研究所）  
小酒 英範 （東京工業大学）  
佐藤 唯史 （ケーヒン）  
清水 健一 （産業技術総合研究所）  
下田 正敏 （日野自動車）  
鈴木 央一 （交通安全環境研究所）  
遠藤 浩之 （三菱重工業）  
平井 洋 （日本自動車研究所）  
藤井 厚雄 （本田技術研究所）  
山崎 敏司 （編集）

発行所： 公益社団法人 自動車技術会  
発行日： 2013 年 9 月 10 日  
発行人： 新井 雅隆 （群馬大学）  
〒 102-0076 東京都千代田区五番町 10-2  
電話： 03-3262-8211

●コラム

## 情熱と執念の賜物

*The result of passion and tenacity*



沼田 明  
Akira NUMATA

三菱重工業（株）  
エンジン事業部 主幹部員  
Senior Manager  
Engine Division, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

読者の皆さんは、世界にその名前を広く知らしめることはできなかったが、戦後米軍がその技術の先進性に対して、ゼロ戦と同等、もしくはそれ以上に驚嘆し高く評価した日本のディーゼルエンジンが存在したことをご存知だろうか？ 1950年5月発行の“Diesel Power and Transportation”に次の一文がある。「この設計技術は当時の米国の技術を遙かに凌駕したものであり、その重量、容積ともに米国のその約3分の1に過ぎない。その工作技術は概ね良好であり第一線級といえるが、部分的には材料、工作精度の不満足な点も見受けられる。しかしいずれも容易に修正し得るものである。この技術は広く米国の工業に取り入れ活用すべきである」。

これは第二次世界大戦中に三菱重工東京機器製作所にて開発中であった魚雷艇主機関を戦後米軍が接収し、メリーランド州アナポリスの海軍研究所にて徹底的に調査・試験を実施した、その結論の一部である。完成にはいたらず、ゼロ戦の如く広く知られてはいないものの、それに匹敵する、もしくはそれ以上の技術であったことを示している。

このエンジンは魚雷艇主機関として開発され、その名称を“ZC707”という。2サイクルユニフローV型20気筒ディーゼル機関であり、出力（2000PS/1600rpm）、燃焼方式はユニットインジェクタを用いた直接噴射式、ルーツブロワを用いた過給方式を採用している。ZC707と言う名称は2サイクルの2のドイツ語ZweiのZ、開発順序が3番目でC、排気量70.7Lによるものである。

元々は満鉄向けディーゼル機関車用として1938年から開発中のものを、魚雷艇主機として開発目標を変更したものであり、その間、ニッケル合金や軽合金の使用が出来なくなったため、排気ターボ過給機の採用を断念、排気量当たりの出力を変更するなどの紆余曲折を経て開発が続行された。

当時の図面を広げると、そこには設計技師、図工達のこのエンジンにかける情熱が蘇る。1本1本の線を吟味し、如何に設計者の意図を製造部門に伝えるかという、現在のCADでは表しえない微妙な表現がなされているように感じられる。

また、20気筒という細く長いクランク軸、同じく工作機械の加工能力を超える長さのシリンダブロックなど、製造上の課題を多く抱えていた。当時ドイツで飛行船などに用いられたV型20気筒エンジンを入手し調査したり、その製造技術を学ぶため、三菱重工の2名の製造技術者が多大な危険を冒して日本海軍の潜水艦に同乗しドイツを訪問することとなった。しかしながら、目的地であった占領下のフランスのドイツ軍Uボート基地を目前に撃沈され、2名の技術者は艦と運命をともにされた。ちなみに日本海軍の潜水艦によるドイツ往復は6回試みられたが無事帰還したのはドイツから20気筒エンジンを持ち帰った1回のみであった。このような努力のいかにもなく、2台の試作エンジンのうち1台は空襲による火災により焼失し、組立中の1台が終戦を迎えることになる。

終戦直後の10月15日、米海軍技術調査団の一行が三菱重工東京機器製作所を訪問しZC707型機関の開発状況を調査した。運転可能であった単筒機関を用い市販軽油および米軍持参の燃料を用いた出力確認試験など念いりに調査した結果、米海軍は未完成状態であったZC707機関を至急完成させるよう命令を下した。このため、土日、年末年始も返上し、技師、工員とも会社の机を並べた上に畳を敷き詰め寝食を共にし、1月早々完成にこぎつけた。その労をねぎらうため、当時入手が困難であった牛肉と日本酒がどこからか調達され、すき焼きによる祝いの宴が催されたという。

試作機はテストベンチに据付けられ、早速試運転、性能試験が開始された。試作のZC707は起動装置がないため、

水動力計の反対側に空冷 12 気筒戦車用機関と変速機をつなげ、1 速、2 速と回転速度を上げ起動した。残念ながら 100% 負荷までの試験を実施することはできなかったものの、信じがたいほど驚異的な性能であったことから米海軍は ZC707 機関をはじめ、単筒試験機関、図面、技術資料など一切を接收し、2 月 13 日横浜港から米国に向け発送したのであった。その後、4 年間にわたり詳細な調査の結果、冒頭に示した結論を得るに至ったものである。

技術資料等は接收されてしまったが、その技術は当時の技術者により戦後蘇り、ZC707 をベースに開発された YV20Z 機関（2000PS/1600rpm）が魚雷艇 1 号艇～8 号艇に、その発展型である 1962 年度機械学会賞を受賞した W 型 24 気筒 24WZ 機関（3000PS/1600rpm）が魚雷艇 11～15 号艇に搭載された。そのほか、同一ボア、ストロークの掃海艇用非磁性エンジン 10ZC、12ZC 型が誕生した。陸用としては、74 式戦車用として機械駆動排気ターボ過給、空冷 2 サイクル 10 気筒 10ZF 機関（720PS/2200rpm）とそのファミリーである 6ZF、4ZF 機関、90 式戦車用として機械駆動ルーツブロワ+排気ターボ過給、水冷 2 サイクル 10 気筒 10ZG 機関（1500PS/2400rpm）も勿論この血を引継いでいる。

90 式戦車の量産完了フェードアウトに伴い、高速 2 サイクルエンジン製造の歴史にも終止符がうたれたが、技術そのものだけでなく、技術者のエンジン開発に対する情熱・執念は民需向け 4 サイクル機関にも広く受継がれ今日に至っている。この素晴らしい伝統が若い技術者の皆さんに受継がれてゆくことを望んでやまない次第である。

# Report I: 自動車技術会 2013 年春季大会 フォーラム・学術講演

Report I: 2013 JSAE Annual Congress (Spring) in PACIFICO YOKOHAMA

日時：2013年5月22日～24日  
会場：パシフィコ横浜（神奈川県）  
主催：公益社団法人自動車技術会

島崎 勇一（トヨタ自動車）  
飯島 晃良，井上 香，遠藤 浩之，小酒 英範，佐藤 唯史，鈴木 央一，清水 健一，  
下田 正敏，藤井 厚雄（編集委員）

Yuichi SHIMASAKI (Toyota Motor Company)  
Akira IJIMA, Kaori INOUE, Hiroyuki ENDO, Hidenori KOSAKA, Tadafumi SATO, Hisakazu SUZUKI, Kenichi SHIMIZU,  
Masatoshi SHIMODA, Atuo FUJII (JSAE ER Editorial Committee)

## 1 自動車技術会春季大会フォーラム「3.11以降の次世代自動車を支えるエネルギーの将来像」

自動車技術会春季大会において、同会次世代自動車・エネルギー委員会の企画により「3.11以降の次世代自動車を支えるエネルギーの将来像」と題するフォーラムが開催された。本稿ではその概要を報告する。

当フォーラムでは、自動車のためのエネルギーの将来展望について、工学技術、経済、エネルギー政策などの様々な視点から議論することを目的に、エネルギーの将来像に関する基調講演と、次世代自動車エネルギー委員会において議論されてきた自動車用エネルギーの将来予測に関する3件の調査報告がなされた。その後、講演者を含めた5名の有識者によるパネルディスカッションが実施され、2030年における次世代自動車を支えるエネルギーの将来予測について議論された。

基調講演「2030年における日本のエネルギー構成」では、橋川 武郎氏（一橋大学）より、前政権下のエネルギー政策の矛盾点と、2013年中に決定されるであろうエネルギー基本計画に関して、審議会「総合資源エネルギー調査会基本問題委員会」における議論の内容（三つのシナリオなど）について解説された。さらに、原発については、「リアルでポジティブなたたみ方」が提案された。ここでは、使用済み核燃料の処理問題「バックエンド問題」の根本的解決が困難であり、原発を過渡的エネルギーとしてとらえ、原発からの出口戦略の具体的なプランを原発立地地域の住民の視点から作り上げることが提案された。また、日本のエネルギーセキュリティにとって石油の確保が引き続き枢要であり、これを牽引する石油業界は「石油固有の特性を活かし、付加価値の高い形で石油を使う」（石油のノーブルユース）ことをさらに進めるべきであると述べられた。さらに、石油業界のガス業界ないし電力業界への本格的参入の可能性について述べられた。対外エネルギー戦略として、アジア市場の重要性と、具体的な取り組みについて説明された。最後に、エネルギー政策見直しに求められる四つの視点、「現実性」、「総合性」、「国際性」、「地域性」についてまとめられた。

次世代自動車エネルギー委員会において実施された、自動車用エネルギーに関する調査報告が、同委員会下に設置された3分科会の委員長よりなされた。

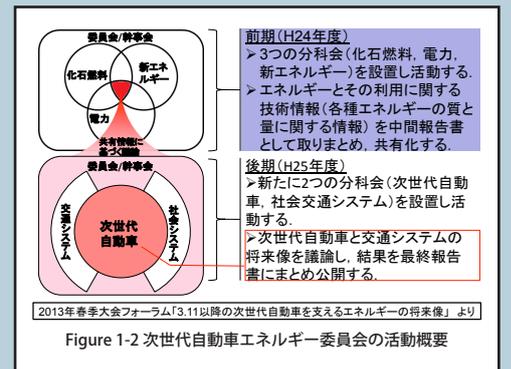
「今、一次エネルギーとして化石燃料を考えると」と題し、化石燃料分科会委員長 古関 恵一氏（東燃ゼネラル石油）より、石油、石炭、天然ガスの2030年におけるエネルギー需給予測に関する調査結果について報告された。各機関から公表されているエネルギー需給予測においては、世界的エネルギー需給は、一定の経済成長の下では堅調な伸びが想定されること、OECD諸国のエネルギー需要が横ばいと見られるのに対し、中国、インド、アフリカ諸国の伸びが見込まれること、日本では、大きな柱として原子力に頼りにくい状況であり一次エネルギーに占める化石燃料比率が高まること、各種機関から公表されているエネルギー将来予測データには、チャレンジングな省エネ努力は盛り込まれていないが、今後実施される可能

2013年春季大会フォーラム/13 FORUM-3  
3.11以降の次世代自動車を支えるエネルギーの将来像

司会 河原 伸幸(岡山大学大学院)	
9:35 次世代自動車エネルギー委員会の活動について(20134288)	1
小酒 英範(東京工業大学大学院)	
9:50 2030年における日本のエネルギー構成(20134289)	6
橋川 武郎(一橋大学大学院)	
10:20 今、一次エネルギーとしての化石燃料を考える(20134290)	12
古関 恵一(東燃ゼネラル石油)	
10:43 発電用1次エネルギーの状況と発電電の課題(20134291)	31
飯田 義男(本田技術研究所)	
11:06 2030年 新エネルギー導入率についての考察(20134292)	51
古松 昭夫(日産自動車)	

◆主 催 公益社団法人自動車技術会  
◆企 画 次世代自動車エネルギー委員会

Figure 1-1 フォーラム「3.11以降の次世代自動車を支えるエネルギーの将来像」目次



2013年春季大会フォーラム「3.11以降の次世代自動車を支えるエネルギーの将来像」より

性の高い省エネ・低炭素対策は盛り込まれていること、などが報告された。

「2030年 新エネルギー導入量についての考察」と題し、新エネルギー分科会委員長 吉松昭夫氏（トヨタ自動車）より、電力を中心に、2030年における新エネルギーの導入可能量について調査した結果が報告された。太陽光、風力、水力、地熱について各種機関から公表されているデータを収集し考察した結果、2030年時点で予想される新エネルギー導入量は最大でも全発電電力量の20%程度であること、この導入量達成には、システムの低コスト化、電力システムの増強、規制緩和等の多くの課題を解決する必要があること、新エネルギーの積極的な導入には国の政策および国民の理解と協力が必要であることが報告された。

「発電用一次エネルギーの状況と発送電の課題」と題し、電力分科会委員長 前田 義男氏（本田技術研究所）より、次世代自動車用の電力の将来予測に関する報告がなされた。電力構成、電力系統、電力の質とコストの国際間比較、原子力発電の課題等に関する調査結果について報告された。次世代自動車普及の上位概念は2050年までに先進国で80%のGHGを削減することであり、自動車に対して平均年率4%の燃費向上が要求されていること、日本では原発稼働停止に伴い発電端のkW当たりのCO<sub>2</sub>原単位が増加していること、石炭火発で60%、ガス火発で70%以上の発電効率を目指した開発が進められていること、再生可能エネルギーの消費地までの電送には、電力会社間の系統連携ボトルネックなどの問題解決のための多額の投資が必要であること、原発の稼働停止が長期化し、発送電分離が導入されると電力の質低下とコスト上昇が課題となることなどが報告された。

小酒 英範（東京工業大学）を司会に実施された上述講演者が参加したパネルディスカッションでは、各種一次エネルギーの特性と、生産量とコストの将来予測についてそれぞれの立場から意見が出され、自動車用エネルギーとしてコストだけでなく、それぞれのエネルギーの自動車用燃料としての価値を再考する必要性（燃料多様化に対する対応）、エネルギーセキュリティ面では、天然ガス確保のためのアジア LNG ハブ形成の提案などが議論された。また、今年度委員会で議論される次世代自動車と交通システムの将来像について、議論の方向性について意見が出された。社会の変化に応じた自動車の使われ方の変化、流通も含めた交通システムを含めた議論など、論点の抽出がなされた。（小酒）

## 2 自動車技術会春季大会 GIA フォーラム「世界をリードし続けるための日本の内燃機関技術」

自動車技術会春季大会において、同会内燃機関共同研究推進委員会の企画により「世界をリードし続けるための日本の内燃機関技術」と題するフォーラムが開催された。本稿ではその概要を報告する。本フォーラムでは、我が国の自動車産業の国際的優位性を維持し、さらに大きな技術革新をなすための新しい産学連携共同研究の意義と在り方について、産官学のそれぞれの立場から広く議論するとともに、これまでの当委員会の活動内容について報告された。産学官から5名の講演者により話題提供がなされ、その後、講演者によるパネルディスカッションが実施された。

「エネルギー低減のニーズに応える内燃機関」と題し、中田 雅彦氏（テクノバ）より、2030年に向けての自動車用石油燃料需給の将来予測と、燃料事情の変化に対応するための技術対策の方向性について解説がなされた。産油国の生産量と輸出量の低下により、2030年において消費国が利用できる石油量は半減すると予想されること、これに対して日本は世界に先駆けて石油消費を半減することを目標とすべきであること、まず内燃機関の熱効率を向上すべきであるが、これだけでは前述の目標達成には不十分であり、自動車工学と交通システムを組み合わせた総合的な石油消費半減技術の開発が必要であることなどが述べられた。

「日本経済における自動車産業の位置付け」と題し、井上 悟志氏（経済産業省）より、日本における自動車産業の経済的意味、現状、次世代自動車戦略などについて解説された。我が国において、自動車産業は極めて裾野の広い基幹産業であること、これまで国内生産が1000万台～1100万台を維持していたが2010年に1000万台を割り込んだこと、国内市場の活性化と輸出競争力強化が課題であること、成熟市場においては次世代自動車普及に向けた国際的主導権争いに勝つ必要があること、次世代自動車で期待される技術開発要素として、内燃機関、材料、車載用蓄電池、ITS が挙げられることなどが述べられた。

「日本の内燃機関技術開発の現状と産学連携への期待」と題し、杉山 雅則氏（トヨタ自動車）より、内燃機関に関する産学連携研究の必要性について解説された。これまでの日本の自動車技術開発の方法論と団体戦で挑んでくる欧米企業の方法論の違い、内燃機関を用いたパワートレインの重要性、海外研究機関への資金流出の問題、日本における産学連携研究の現状と問題点、企業の求める工学研究と工学系人材育成の必要性などについて解説がなされ

2013年春季大会フォーラム/13 FORUM-7  
GIAフォーラム:  
世界をリードし続けるための日本の内燃機関技術

司会 菊池 隆司(トヨタ自動車)

13:30 挨拶 菊池(内燃機関共同研究推進委員会委員長 豊田大学大学院)

13:35 エネルギー低減のニーズに応える内燃機関(20134209)…………… 1  
井上 悟志(経済産業省)

14:05 日本経済における自動車産業の位置付け(20134310)…………… 17  
井上 悟志(経済産業省)

14:35 日本の内燃機関技術開発の現状と産学連携への期待(20134311)…………… 28  
杉山 雅則(トヨタ自動車)

15:05 研究開発の海外動向と長期戦略策定が社会の今後の活動(20134312)…………… 47  
神本 武正(内燃機関共同研究推進委員会(産学官)委員長)

15:35 講演 内燃機関共同研究推進委員会の活動状況(20134313)…………… 64  
菊池 隆司(内燃機関共同研究推進委員会委員長 豊田大学大学院)

◆主 催 公益社団法人自動車技術会  
◆企 画 内燃機関共同研究推進委員会

Figure 2-1 フォーラム「世界をリードし続けるための日本の内燃機関技術」目次

Figure 2-2 産学官の連携を統括する機構の構築と共通課題の設定

た。さらに、今後の産学連携研究においては、共通領域技術について技術要素に分解しテーマを設定することが重要であると述べられた。最後に、今回の産学連携プロジェクトは技術立国日本の存続をかけた最後のチャンスであり、官の協力を得て産学ともに一緒に汗をかくて挑まねばならないと結ばれた。

「研究開発の海外動向と長期戦略策定分科会の今後の活動」と題し、神本 武征氏（東京工業大学名誉教授）より、海外における自動車研究開発の手法と動向について解説された。欧米における産学連携研究開発の事例解説とこれらに対する日本の共同研究の現状との比較、日本の自動車技術開発共同研究体制のあり方について解説がなされた。後者については、産官学トップ級で構成される委員会にて体系的な技術創出支援の国家プログラムを構築すべきであること、研究分野については未来技術分野だけでなく中・短期的な技術分野にも投資し欧米との競争に勝つこと、Open Innovationを進めて企業に共通な新技術の開発を推進することなどが提案された。

「内燃機関共同研究推進委員会の活動状況」と題し、新井 雅隆氏（群馬大学、内燃機関共同研究推進委員会委員長）より、当委員会の目的、活動状況について報告がなされた。現在、当委員会下に六つの分科会（自動車長期戦略策定分科会、内燃機関の熱効率向上分科会、エンジン計測/CAE技術分科会、エンジンデータベース構築分科会、エンジントライボロジー分科会、エンジンオイルメンテナンスにかかわる研究分科会）が設置され、それぞれにおいて共同研究の設定が進められていることが説明された。

上述の講演の後、講演者によるパネルディスカッションが、大聖 泰弘氏（早稲田大学）の司会のもとに実施された。自動車工学におけるイノベーションには従来技術を使った新たな価値創造も含まれること、大学の役割はイノベーション創出と役立つ人材の育成であること、企業の求める人材像は研究対象の本質に迫る姿勢を有する技術者であること、欧米の産学連携形態を真似るだけでは不十分であり中長期的ビジョンを持って組織作りをする必要があること、などの意見が出された。（小酒）

### 3 自動車技術会春季大会 GIA フォーラム「日本の乗用車用エンジン技術の優位性は維持できるか？ 2013」

当会乗用車用ディーゼルエンジン研究会（飯田 訓正委員長：慶応大）企画による表題のフォーラムが春季大会で開催された。副題として「乗用車用ディーゼルエンジン研究会の初年度の活動と今後の展望」が挙げられている。本稿では、その概要を報告する。

当フォーラムは昨年（参加者 400 名）に引き続き 2 回目の開催であり、昨年の研究会発足から 1 年が経過し、その間の活動進捗と今後の展開について産学官からの報告がなされ、後半では、大聖 泰弘先生（早大）にモデレータを務めて頂きパネルディスカッションが実施された（参加者 356 名：図 3-1、3-2、3-3）。

まず、前半の講演では、副委員長である木村 修二氏（日産）による「本研究会発足の目的」（図 3-4）や幹事の福岡 隆雄氏（トヨタ）による「企業の抱える課題」などの現状背景や課題について報告があり、これまでの体制から、より緊密な産学官の連携体制へのシフトが必要との提案があった。

また、この 1 年の活動として草鹿 仁先生（早大）からは、「DPF 再生予測シミュレーションの開発」と題し、初年度活動の紹介があり、続いて、幹事の土屋 賢次氏（JARI）より、「次年度と将来の取り組み」について具体的な計画が述べられた。

その後、産官学からの当研究会への意見（期待）として、石井 孝裕氏（経産省）より、「本研究会への期待：官からの期待」、学からは、塩路 昌宏先生（京大）より、「本研究会への期待：大学からの期待」と藤本 元先生（同志社大）からは、「本研究会に対する大学が果たす可成り役割」について講演があり、企業からは、幹事の山野 順司氏（ホンダ）より、「本研究会への期待：企業からの期待」について報告があった。

後半のパネルディスカッションでは、モデレータの大聖先生より、大学からの人的連携など企業への要望が提案され、官からは、大学の研究について、研究のための研究でなく、より社会で活用可能な研究を望む趣旨の意見があった。また、会場のオーディエンスからの意見として、古野 志健男氏（部品総研）より、昨年度からの進捗の速さや企業ニーズの抽出方法についてお褒めの意見を頂いた。

フォーラム全体としては、産学官で現状課題を共有でき、密接な連携体制を構築していくことが重要であるという認識で合意した。また、昨年に続き 350 人以上のフォーラム参加者があり、自動車技術会春季大会に参加されている多くの方々にとっても、重要な問題である

2013年春季大会フォーラム/13 FORUM-14  
GIAフォーラム:日本の乗用車用エンジン技術の優位性は維持できるか?2013  
～乗用車用ディーゼルエンジン研究会の初年度の活動と今後の展望～

13:30	開会の辞 司会 島崎 勇一(トヨタ自動車) 山崎雅和(本田技術研究所)	
13:31	開会挨拶 (乗用車用ディーゼルエンジン研究会 委員長) 飯田 訓正(慶応義塾大学)	
13:36	乗用車用ディーゼルエンジン研究発足の目的(20134344).....	1
	木村 修二(日産自動車)	
13:46	企業の抱える課題(20134345).....	6
	福岡 隆雄(トヨタ自動車)	
13:56	初年度活動紹介-Diesel Particulate Filter 内部燃焼エンジンの研究開発(20134346).....	13
	草鹿 仁(早稲田大学)	
14:11	本年度活動および将来への取組み(20134347).....	17
	土屋 賢次(日本自動車研究所)	
14:21	行政からの期待(20134348).....	21
	石井 孝裕(経済産業省)	
14:31	大学からの本研究会への期待(20134349).....	26
	塩路 昌宏(京大)	
14:39	本研究会に対する大学が果たす可成り役割(20134350).....	28
	藤本 元(同志社大学)	
14:47	マツダのディーゼルエンジン開発と研究会への期待 (20134351).....	34
	山野 順司(ホンダ)	
14:55	企業からの本研究会への期待(20134352).....	41
	山野 順司(本田技術研究所)	
15:07	パネルディスカッション 司会 大聖 泰弘(早稲田大学)	
15:55	閉会挨拶 大聖 泰弘(早稲田大学)	

Figure 3-1 フォーラム「日本の乗用車用エンジン技術の優位性は維持できるか？ 2013」目次



Figure 3-2 会場の多くの参加者と和やかな雰囲気



Figure 3-3 パネルディスカッションの様子



乗用車ディーゼル研究会の目指すゴール

- 自動車メーカー
- 産のリードで産官学連携
- 産の真のニーズを発見
- 産の共通課題を学で依頼
- 産 学の技術 競争力が向上し続ける仕組みを定着させる
- 日本の産 学の技術力向上によって、日本および世界の自動車業界の発展に貢献
- 産の競争力向上
- 世界をリードする若手技術者の輩出
- 学の技術力向上
- 大学 研究機関

Figure 3-4 産学官の連携体制の重要性について

ことを再認識した。(島崎)

#### 4 ガソリンエンジン関連

「先進ガソリン機関技術Ⅰ～Ⅳ」では、産学による共同研究の成果、野心的な燃焼コンセプトや先進的なコンポーネント、独自の開発手法などが多数発表された。その中から5件の講演を紹介する。

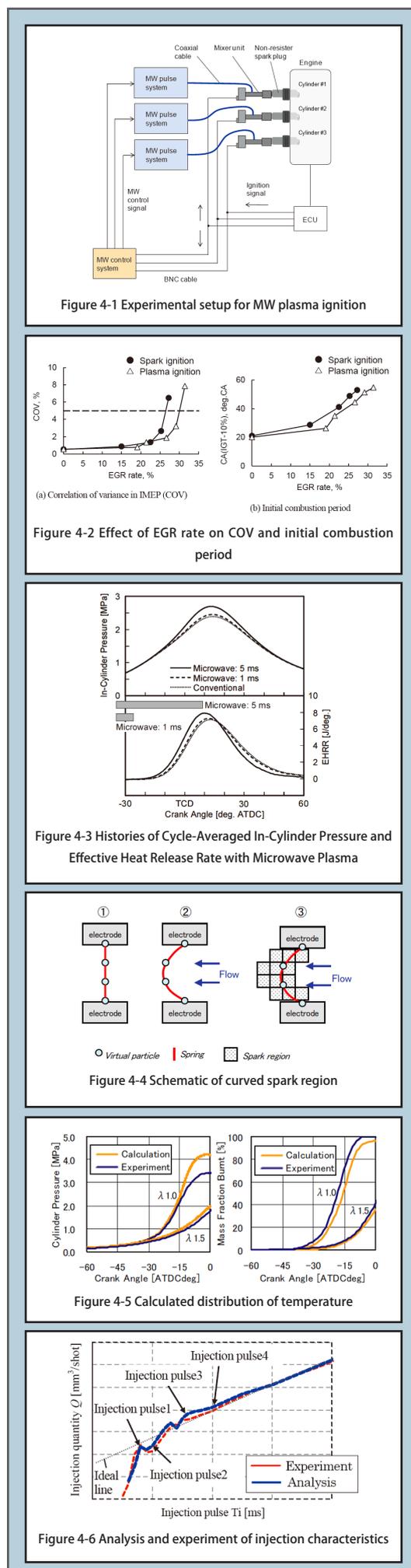
池田ら<sup>4-1)</sup>と芹澤ら<sup>4-2)</sup>は、図4-1に示すマイクロ波プラズマ着火システムを軽自動車用エンジンに適用し、大量EGR下における燃焼促進の効果を調査している。図4-2(a)は、図示平均有効圧力(IMEP)の変動率(COV)に及ぼすEGR率の影響であり、EGR率が25%を超える運転条件では、通常点火よりもマイクロ波を照射した方が変動率は小さい。また、図4-3はシリンダ内圧力と熱発生率の100サイクル平均を示し、EGR率26%の運転条件において、通常点火とマイクロ波照射の効果を比較している。ここで、点火時期は35deg.BTDCであり、その50 $\mu$ s後に周波数500kHz・デューティ比50%のパルス発振でマイクロ波を照射している。通常点火と比較して、パルス発振期間が1msでは、シリンダ内圧力や熱発生率はほぼ同等であり、マイクロ波プラズマによる燃焼促進の効果は顕著ではない。一方、パルス発振期間が5msの場合は、熱発生率が全体的に進角し、シリンダ内圧力や熱発生率の最大値は増加している。これらの知見から、マイクロ波プラズマによる燃焼促進の効果は、初期火花核の成長促進より、伝播中の火花帯における反応促進に起因すると推察しているが、この因果関係の更なる解明と共に、効果的なマイクロ波照射の条件について調査が進展することを期待したい。

スパークプラグの仕様が着火性に及ぼす影響を設計段階で予測する為に、七田ら<sup>4-3)</sup>と吉崎ら<sup>4-4)</sup>はシリンダ内流動と化学反応を組み合わせた計算モデルを構築し、独自の火花移動モデルを組み込んでいる。図4-4は火花移動モデルの概略であり、電極間の流動が火花放電の経路に及ぼす影響をモデル化している。このモデルはバネで繋いだ複数の仮想粒子を用いて火花放電の経路を表現しており、予め得られた実験式に基づいて火花移動量をバネ定数等で調整している。図4-5はシリンダ内圧力と質量燃焼割合を示し、空気過剰率 $\lambda$  1.0および1.5において、実測と計算の結果を比較している。空気過剰率 $\lambda$  1.0において、シリンダ内圧力の最大値は乖離しているが、質量燃焼割合は隔たりが小さい。また、空気過剰率 $\lambda$  1.5では、シリンダ内圧力も質量燃焼割合も概ね結果は一致しており、着火性を相対的に評価できると述べている。

草壁ら<sup>4-5)</sup>は、直噴インジェクタの弁挙動と噴射量特性を解析する目的で、非正常の電磁場解析および流体解析の結果を運動方程式に反映した1次元シミュレータの開発を報告している。図4-6は噴射パルス期間 $T_i$ に対する噴射量 $Q$ であり、実験と解析の結果を比較している。噴射パルス期間が長い領域における噴射量の線形性や、噴射パルス期間が短い領域における噴射量の非線形性が、解析結果でも精度良く再現されている。図4-7は、図4-6に示した噴射パルス4点における弁挙動の解析結果であり、図中の①はアンカーがコアと衝突する瞬間を示し、②はその後にアンカーが弁体と衝突する瞬間である。この図から得られた弁体挙動の分析により、噴射パルス期間が短い領域における噴射量の非線形性は、アンカーとコアの衝突による弁体のバウンドと、残留磁気による閉弁遅れに起因すると結論付けている。(佐藤)

#### 【参考文献】

- 4-1) 池田 裕二, 西山 淳, 神原 誠士, 和智 良裕: 半導体発振器を用いたマイクロ波プラズマ燃焼システムの開発, 自動車技術会 2013年春季大会, No.1-13 (2013)
- 4-2) 芹澤 毅, 内田 克己, 西山 淳, 和智 良裕, 池田 裕二, 桑原 一成, 安東 弘光: 強力着火システムを用いた高EGR率下の燃焼とマイクロ波プラズマによる燃焼支援, 自動車技術会 2013年春季大会, No.1-13 (2013)
- 4-3) 七田 貴史, 吉崎 博俊, 中山 勝稔, 津荷 俊介, 杉本 典康: 詳細化学反応機構を用いたスパークプラグの着火性予測手法の検討, 自動車技術会 2013年春季大会, No.2-13 (2013)
- 4-4) 吉崎 博俊, 七田 貴史, 津荷 俊介, 杉本 典康, 中山 勝稔: 筒内燃焼シミュレーションによるスパークプラグの着火性予測手法の開発(第一報), 自動車技術会 2013年春季大会, No.2-13 (2013)
- 4-5) 草壁 亮, 安部 元幸, 江原 秀治, 石川 亨, 安川 義人: 直噴エンジン用インジェクタの噴射量シミュレータ開発, 自動車技術会 2013年春季大会, No.42-13 (2013)



## 5 ディーゼルエンジン関連

### 5.1 先進ディーゼルエンジンシステム制御 I

トヨタ中央研究所・稲垣らは、「サイクルシミュレーションによるディーゼル燃焼の過渡性能予測（第6報）—筒内流動と衝突噴霧火炎を考慮した壁面熱伝達モデルの提案—」<sup>5-1)</sup>と題して発表した。開発現場で簡易にパラメータの影響予測を行える0次元シミュレーションとして開発されているUniDESについて、「第6報」が示すとおり、これまで数年間にわたり多くの改良が行われている。本報では、燃焼における壁面熱損失の高精度化を図っている。熱損失の計算には、本研究の既報も含め長らくWoschniの式が用いられてきた。当式は問題を指摘する人もいたが、大筋を外さないとして重宝されてきたといえる。しかし、本講演の最初に昨今の技術革新に基づく変化に対応できていないとして「役目を終えたので退場願う」としたのは、ある意味衝撃的かもしれない。それに代わるものとして、筒内流動と噴霧の壁面衝突を考慮したモデルを考案している。その予測精度として、従来のWoschniの式および3D-CFD(KIVA)と比較したものを図5-1に示す。噴霧の壁面衝突等を表現できていないことなどから、Woschniの式では熱損失のピークを過小評価していたのが、今回提案した手法ではKIVAとほぼ一致した。また、燃料噴射量等を変化させてもその傾向は変わらず、ロバスト性を確保できた、としている。

### 5.2 先進ディーゼルエンジンシステム制御 II

本田技術研究所・西尾らは「新世代1.6Lディーゼルエンジンの開発（第3報）—インテークスロットル方式LP-EGRシステムのためのモデルベース制御—」<sup>5-2)</sup>を発表した。本研究の第1～第4報すべてが今春季大会で発表されたが、セッション構成上時間的には本公演が最初に行われた。ターボチャージャの外側の低圧部分で排気を環流させる低圧(LP)EGRは、ターボ効率を維持しつつEGRによるNOx低減効果を高めるのに有効な一方で、応答性や制御精度などが課題となるほか、通常の(HP)EGRと併用する場合、制御変数が各EGRバルブとインテークスロットルの三つになり制御が非常に複雑化する。それに対して、LP-EGRの遅れをHP-EGRでカバーすることや、低差圧時にEGRガス量確保のためにインテークスロットルを閉じる制御等を、多変量入力のモデルベース制御で対応した。制御の基本構成を図5-2に示す。それを成立させるには、各部の温度、圧力等多くの信号が必要となるが、バーチャルセンサを導入して、コストとロバスト性を両立した。これら制御の適合により、Euro Vb規制に適合したCセグメント乗用車でCO<sub>2</sub> 4.6g/kmの改善が得られたという。

### 5.3 先進低公害・高効率ディーゼル燃焼技術 II

デンソー・鈴木らが「第4世代共通レールシステム」<sup>5-3)</sup>の発表を行った。先進ディーゼルエンジンの中核である共通レール式燃料噴射系において、従来の最高レール圧力200MPaだった第3世代のものから、同250MPaとしたほか、リーク燃料の削減による損失低減やバイオ燃料等への対応を行ったとしている。燃料リークには、摺動部を介してリークする静リークと、噴射時にニードルを開弁させる際に生ずるスイッチングリークがあり、いずれもレール圧力の上昇にともなって増加するため、性能向上への制約となる。

高圧流路を変更してコマンドピストンを廃止することなどにより、静リークゼロを達成した。スイッチングリークについても、制御プレートを設けて機構を改善することで従来から大幅に低減された(図5-3)。

これらの効果として、排気量9Lの重量車用ディーゼルエンジンに搭載して第3世代のものと比較したところ、約3%の燃費改善が図られたという。高圧噴射化による燃焼改善と駆動ロス低減のいずれの効果も大きいのか、という点について質疑応答があったが、概ね半々とのこと。(鈴木)

### 5.4 先進ディーゼル排出ガス制御 I

日野自動車・林崎らは「小・中型ディーゼルエンジン用NOx, PM同時低減後処理システムの排出ガス特性について」<sup>5-4)</sup>と題して講演を行った。本後処理システムはポスト新長期排出ガス規制への適合に向けてエンジンの燃焼改良によるNOx低減と従来のDPRシステムに燃料を還元剤としてNOx低減を可能にするHC-SCR触媒の機能を備えた新DPRで構成される。本システム構成は図5-4に示されるように排気管に取り付けた燃料噴射弁から軽油を噴射する。新DPRと従来のDPRの触媒諸元を表5-1に示す。試験は本後処理システムを搭載した車両を用いシャシダイナモにおいて規制モード(JE05)を運転し、車両のマフラー出口の排

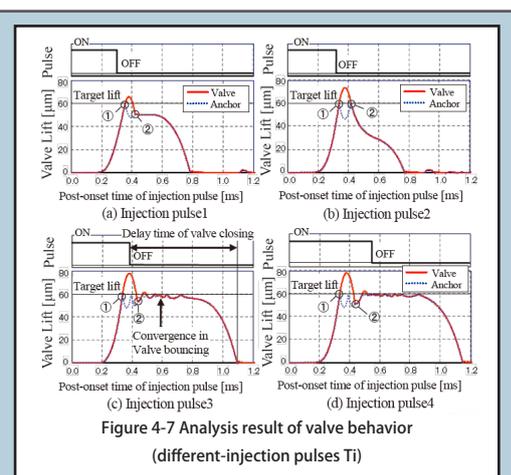


Figure 4-7 Analysis result of valve behavior (different-injection pulses Ti)

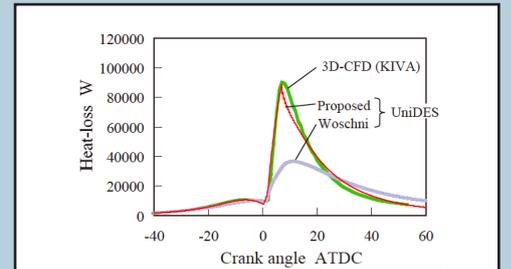


Figure 5-1 Comparison of Heat flux between KIVA, Woschni equation and proposed model (Inj. pressure: 60MPa, Fuel quantity: 36mm<sup>3</sup>)

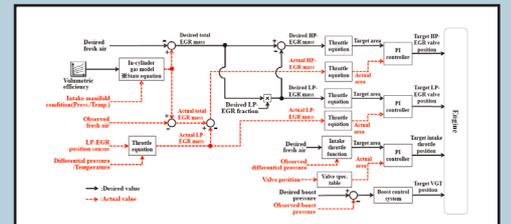


Figure 5-2 EGR control structure for dual EGR system using model based control

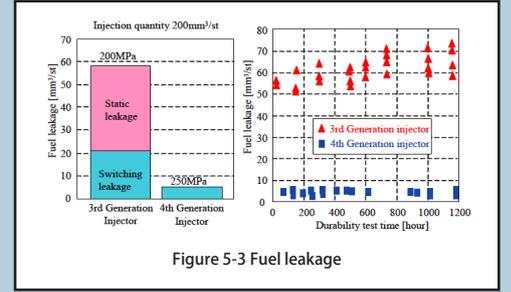


Figure 5-3 Fuel leakage

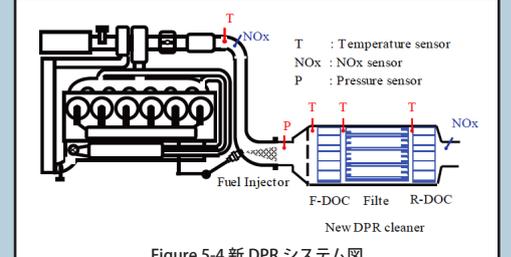


Figure 5-4 新 DPR システム図

Table 5-1 後処理システムの触媒の諸元

		F-DOC	Filter	R-DOC
PostNew Long Term(09)	Diameter mm	228.6	←	←
	Length mm	92	254	92
	Volume Liters	3.8	10.4	3.8
New DPR	Composition	Pt Type	Pt&Pd Type	Pt&Pd Type
	Diameter mm	228.6	←	←
New Long Term(05)	Diameter mm	228.6	←	←
	Length mm	92	254	←
	Volume Liters	3.8	10.4	←
DPR	Composition	Pt&Pd Type	Pt&Pd Type	←

出ガスから  $N_2O$ ,  $NH_3$  等の未規制物質を含めガス成分の計測を行った。JE05 モードのほか、東京都実走行モードである TMG-2 (平均車速 8.4km/h), TMG-5 (平均車速 18km/h), 高速定常走行モードでの測定を実施し、これらの結果を図 5-5, 6, 7 に示す。これらから以下のように結論を導いている。

- ① 本後処理装置を装着したポスト新長期規制適合の車両は、エンジン燃焼改善とあわせて NOx 低減効果は JE05 モードで 54%, 東京都実走行モード No.2 と No.5 において 70% 以上であった。
- ② 未規制物質の排出量について評価した結果、温室効果ガスの  $CO_2$  換算の排出割合は JE05 モード走行時に  $N_2O / CO_2 = 4.1\%$ ,  $CH_4 / CO_2 = 0.03\%$  であった。炭化水素由来の物質の排出量は非常に少なかった。

### 5.5 先進排出ガス制御 II

交通安全環境研究所・鈴木らは「使用過程尿素 SCR 車における排出ガス性能変化の推移」<sup>5-5)</sup> と題して講演を行った。尿素水を使用した NOx 選択還元システムは大型車を中心に NOx 低減技術の一つの主流になっており、燃費ペナルティの少ない技術として将来有望な技術である。しかし新長期排出ガス規制に適合した尿素 SCR 車では HC 被毒等により排出ガス性能の大幅な劣化の報告や、環境省で実施した調査でも複数台の NOx 高排出車が見られたことから、中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について (第十一次答申)」において課題として取り上げられている。そこで本研究では排出ガス性能劣化等の問題解決の一助として、トラックとバスを対象に、同一車両を複数回測定試験し、走行距離の増加による排出ガス性能の推移を把握した。それにより SCR 触媒の HC 被毒による劣化に加え、前段酸化触媒等を含めたシステムとしての性能変化原因を調査した。これらの解析より以下の事柄が明らかとなった。

- ① 複数回の試験を行った 2 台の車両 (トラックとバス) について、5 万 km までは目立った劣化が見られなかったが 10 万 km を超えると NOx 排出量が、正常時の 2 倍程度以上に増加した。触媒を交換すると正常に戻ったことから、エンジンではなく後処理装置の劣化である。
- ② NOx 排出増加の主な原因として、SCR 触媒の HC 被毒の一時的な劣化のほか、走行距離増加に伴い前段酸化触媒の  $NO_2$  生成能力が低下することも NOx 増加につながった。HC 被毒は 400 度を越える昇温により回復可能だが、前段酸化触媒の劣化は恒久的な劣化であり、劣化の進行が走行距離にほぼ比例したことから、S や P 等の被毒に起因すると推定され、今後の原因解明が望まれる。
- ③ NOx が増加する状態では、NOx のみならず、 $NH_3$ ,  $N_2O$  の排出も大幅に増加する。 $N_2O$  に関しては、JE05 モードで  $CO_2$  の温暖化負荷の 30 - 90% に達する排出が見られた。昇温運転により HC 被毒を回復させた場合には、 $NH_3$  排出は大きく改善されるが  $N_2O$  排出については変化が小さかった。(下田)

### 【参考文献】

- 5-1) 稲垣 和久, 上田 松栄, 高巢 祐介, 谷 俊宏: サイクルシミュレーションによるディーゼル燃焼の過渡性能予測 (第 6 報) - 筒内流動と衝突噴霧火災を考慮した壁面熱伝達モデルの提案 -, 自動車技術会 2013 春季大会講演前刷集, No.4-13, (2013)
- 5-2) 西尾 唯, 長谷川 衛, 堤 康次郎, 後藤 淳司, 飯塚 憲洋: 新世代 1.6L ディーゼルエンジンの開発 (第 3 報) - インテークスロットル方式 LP-EGR システムのためのモデルベース制御 -, 自動車技術会 2013 春季大会講演前刷集, No.5-13, (2013)
- 5-3) 鈴木 啓介, 松本 修一, 内海 康隆, 宮川 眞一郎: 第 4 世代コモンレールシステム, 自動車技術会 2013 春季大会講演前刷集, No.66-13, (2013)
- 5-4) 林崎 圭一, 中村 洋一郎, 本田 日出喜, 平林 浩, 漆原 浩, 細谷 満: 小・中型ディーゼルエンジン用 NOx, PM 同時低減後処理システムの排出ガス特性について, 自動車技術会 2013 春季大会講演前刷集, No.67-13, (2013)
- 5-5) 鈴木 央一, 山本 敏朗, 山口 恭平: 使用過程尿素 SCR 車における排出ガス性能変化の推移, 自動車技術会 2013 春季大会講演前刷集, No.68-13, (2013)

## 6 EV, HEV

今大会では、“最新の EV, HEV 技術 I ~ V” の 5 セッションのほかに蓄電池システム, パワーエレクトロニクス, FCV の 3 セッションが設けられ、電動車両関連の発表件数が目立った。注目すべき基礎的な研究もあるが、ここでは紙面の関係で車両の開発トレンドに着目して紹介する。

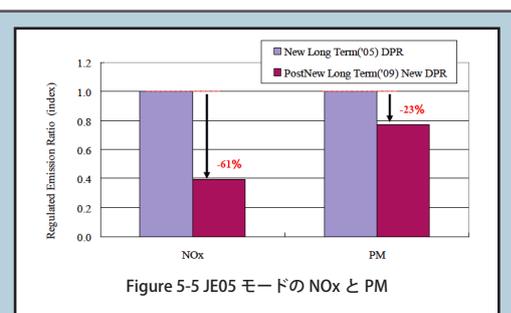


Figure 5-5 JE05 モードの NOx と PM

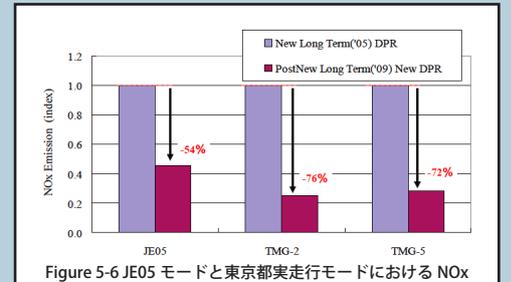


Figure 5-6 JE05 モードと東京都実走行モードにおける NOx

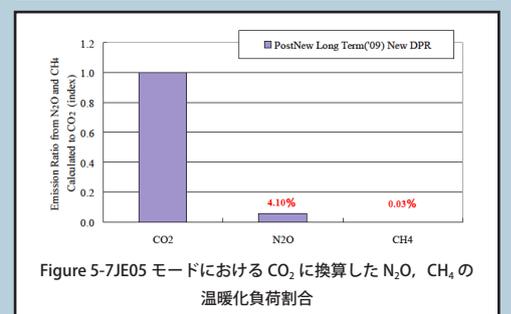


Figure 5-7 JE05 モードにおける  $CO_2$  に換算した  $N_2O$ ,  $CH_4$  の温暖化負荷割合

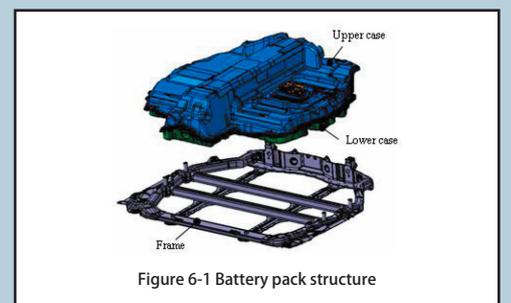


Figure 6-1 Battery pack structure

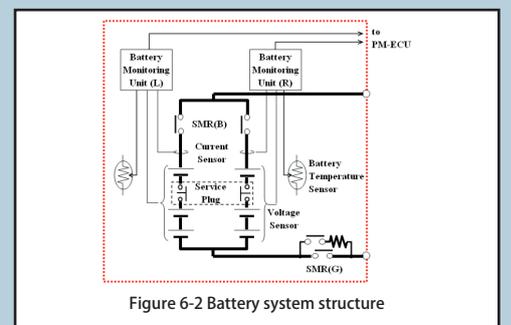


Figure 6-2 Battery system structure

Table 6-1 Outlines of the Data Collected

Parameter	Japan	USA	France
No. of vehicle	145	65	67
Starting date	2009/12/8 ~	2010/6/1 ~	2010/4/15 ~
Mileage	1,262,363 km	595,510 km	1,302,885 km
Average Mileage per year	9,500 km	13,400 km	19,021 km
Trips (times)	167,884	53,397	108,025
Charging Event (times)	37,448	10,672	20,821

トヨタ自動車・野沢らは、日常の足代わりの車両として期待される電費と使い勝手に優れた都市内使用の小型EV（'12年末市販）について述べた<sup>6-1)</sup>。既存のHEV/PHEVコンポーネントの活用、重量と損失の低減、搭載電池セル量の抑制と小型電池パックの実現によって実用的な車両に仕上げることができたとしている。電池電圧は、市内走行時のインバータとモータでの損失が最小になる250～300Vをカバーする定格277.5Vを選択し、75セル直列の電池2並列、計150セルを客室下の複雑な形状にマッチするようにガラス繊維入りの高強度樹脂製のケース（防水、絶縁性確保）に納め、この電池パックを懸架用フレームで車体に一体化している（図6-1）。簡素でありながら十分な電池の冷却・温度管理や電池の管理に配慮しているほか、2系統の電池を独立してモニタし、異常のあった電池ブロックを切り離して（正常時には2系統の電池の特性が一致していてブロック間を循環する電流が無視できる大きさであることを前提に、電池の異常発生時のみを対象としている）退避走行を可能にしている（図6-2）。車載充電器はPHEV用充電器を水冷化しAC200Vでの最大充電電力を1.5倍（3kW）に拡大することで3時間での普通充電を可能としており、104Wh/kmの電費（交流電力消費率）と使い勝手を確保している。

トヨタ自動車・坂垣らは量産PHEVの発売に先駆けて日米欧の各地域で実施した実証実験（概要は表6-1）の解析結果を発表した<sup>6-2)</sup>。図6-3は上部が各地域での一回のトリップ距離の頻度分布、下部がその距離の全体に占める割合である。1トリップで50km以上走行する割合は米仏が約35%、日本が20%で少ないが、充電せずに複数トリップを走行する例が多いため、一回の充電で走行した距離（図6-4）は50km以上が70～80%を占めている。この状態での燃費改善度は各地域とも約50%で充電電力の効果が小さい。充電が容易で、1トリップ毎に充電できたとすると日本で87%、米仏で80%の燃費改善が期待できるとしている。この効果を実証する目的で充電操作を容易にする配慮をしたうえで25名の個人ユーザーを対象に燃料と電気料を個人負担で実施した実験の結果、一日の充電回数は2.1回に上昇し燃費も2.23L/100km（改善効果72%）に改善された。一部のGPS機能のついた車両での駐車位置と駐車時間のデータから、充電が容易な充電器を適切に配置することによって充電頻度の向上が可能であること、最も効果があるのが自宅と職場であることを見出している。

シリーズHEVベースの複合（シリーズ/パラレル）HEVによるPHEVの発表が2件あった。本田技術研究所・上村らは、モータとジェネレータをコンパクトに組み込んだe-CVT（Electric coupled CVT, シリーズHEVシステムと等価）にクラッチの接続によってエンジン動力を直接車軸に伝達するモードを付加してエンジンでの駆動が有利な高速域でのシリーズHEVの欠点を補った2モータハイブリッドシステム（図6-5参照）ベースのPHEVについて述べた<sup>6-3)</sup>。同社のHEVの約10倍の容量を持つLiイオン電池を搭載し、表6-2に示す動作モードを持つ。電池の寿命に留意し、すべてのセルの電圧を常時監視している。2段構造の電池パックは上下独立したファン制御で省エネと広範囲の環境温度に対応できる。

三菱自動車工業・半田らは、上村らの発表と同様、シリーズHEVベースのハイブリッドシステムに、高速域でクラッチの接続によってエンジンの動力を車軸に伝達するモードを設けたプラグインハイブリッドSUVを紹介した<sup>6-4)</sup>。e四駆を含めて動力性能に余裕を持たせている。また、駆動用電池のSOCを温存するためにHEV走行を選択するバッテリーセーブSWと、積極的に発電してSOCを高めるバッテリーチャージSWを設け、ユーザーの環境に合わせた走行モード選択を可能としている。

今回目立った点の一つに、フーガHEVで採用された1モータ2クラッチ式の平行HEVベースの複合ハイブリッドシステム関連の発表が多かったことが挙げられる。キーとなるHEV出力側のクラッチ（クラッチ2）の耐久性に関するもの<sup>6-5)</sup>、このシステムを改良してスポーツセダンへの搭載を試みたもの<sup>6-6)</sup>、このシステムをFF車に搭載するための新たな試みに関するもの<sup>6-7)</sup>が発表されたが、ここでは赤坂らのFF車への搭載に必要なコンパクト化に伴う問題と、特にキーとなるエンジン側クラッチ（クラッチ1）の引きずりトルク低減対策について紹介する<sup>6-8)</sup>。このシステムはATのトルクコンバータのスペースにモータ、これとエンジン間のクラッチ（クラッチ1）とそのアクチュエータを収めたもので、FF車では図6-6に示す様により狭いスペースにコンパクトに収めることが要求され、多板構造のクラッチをモータに内蔵することで軸方向長さを短縮する方法を採っている。クラッチ1はEVモードや回生時の引き摺り損失の低減が課題で、これにあった乾式多板クラッチが選択されたが、従来の構造では各プレートの面圧分布に偏りが発生し、偏摩耗や摩擦係数低下が発生することが判明し、クラッチピストンの位置を最適化することでこれを解消した。さらに、クラッチを解放した際にプレート同士を引き離して摩擦を低減し、かつ摩耗粉をプレート外へ排除

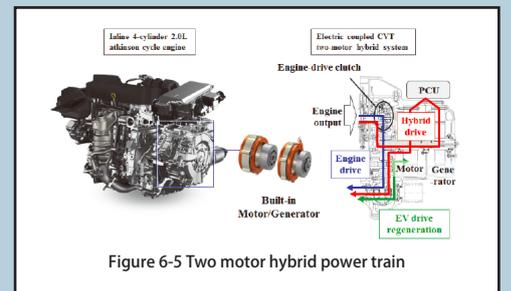
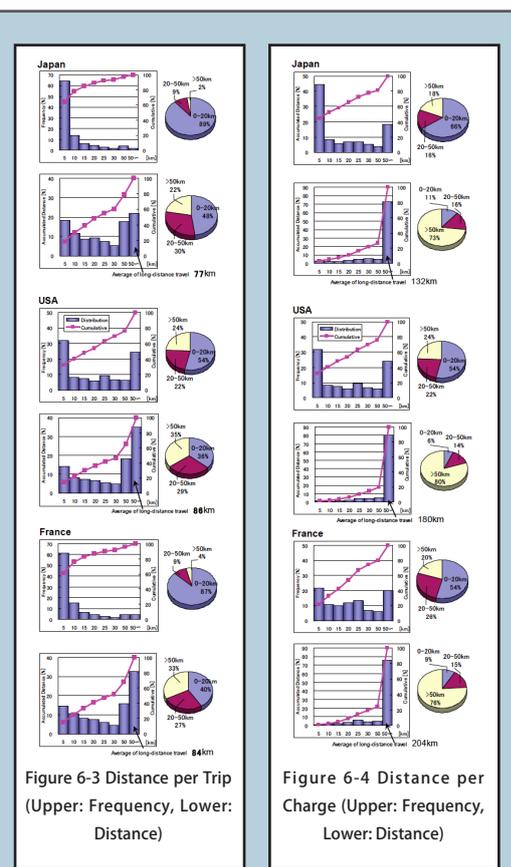
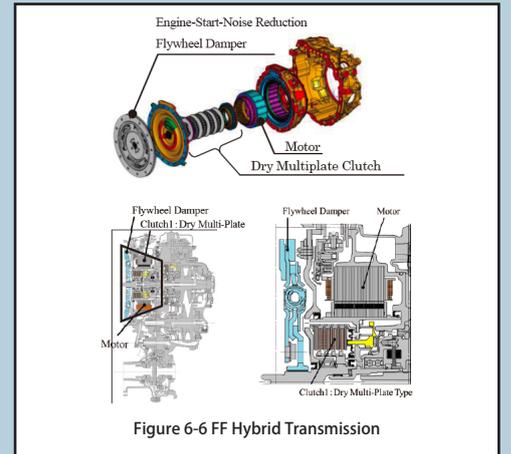


Table 6-2 Two motor hybrid operation modes

Mode	Power Flow	Description
EV drive	Battery → Inverter → Motor	Use electric energy from battery to drive motor
Hybrid drive	Battery → Inverter → Motor; Engine → Generator → Inverter → Motor	Use electric energy from engine generator to drive motor, with assistance from battery
Engine drive	Engine → Generator → Inverter → Motor	Use engine to directly drive wheels
Plug-in charge	AC Power → Charger → Inverter → Motor	Charged battery by charger



できるよう、回転するプレート面の空気の流れと圧力を最適化した構造を見出した。このシステムでは冗長度を持たせるためにスタータによるエンジン始動もあり、このために開発した低騒音・コンパクトなFWダンパについても述べている。(清水)

【参考文献】

- 6-1) 野沢 宜史, 社本 純和, 片野田 智也 (トヨタ自動車): シティーコミューターEVのシステム開発, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.8-13 (2013)
- 6-2) 板垣 憲治, 橋元 慶太, 武内 博明, 安部 静生 (トヨタ自動車): プラグインハイブリッド車による実証実験結果の解析, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.57-13 (2013)
- 6-3) 上村 孝史, 片桐 敏勝 (本田技術研究所): 新型プラグインハイブリッドシステムの開発, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.58-13 (2013)
- 6-4) 半田 和功, 本多 謙太郎 (三菱自動車工業): プラグインハイブリッドEVシステムの開発, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.57-13 (2013)
- 6-5) 音川 佳代, 新屋 隆, 引地 高陽, 月館 秀俊 (日産自動車): 1 モータ 2 クラッチパラレルフルハイブリッドシステムの発進用湿式クラッチの耐久信頼性開発, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.58-13 (2013)
- 6-6) 松井 弘毅, 早崎 康市, 菅 章二, 軍司 憲一郎, 上野 宗利 (日産自動車): 1 モータ 2 クラッチパラレルフルハイブリッドシステムの正常進化, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.57-13 (2013)
- 6-7) 折田 崇一, 河合 恵介, 小野山 泰一 (日産自動車): 新型FFハイブリッドシステムの開発, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.58-13 (2013)
- 6-8) 赤坂 裕三, 上原 弘樹, 藤井 友晴 (日産自動車): 新型FFハイブリッド車用モータ内臓小型乾式多板クラッチシステム及びエンジン始動騒音低減フライホイールダンパーの開発, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.58-13 (2013)

7 HCCI

千葉大学の窪山らにより、「ブローダウン過給 HCCI ガソリン機関の燃焼モード切り替えに関する研究」<sup>6-1)</sup>と題して報告があった。一般に HCCI は、高負荷時には燃焼騒音、燃焼安定性、当量比増加による熱効率向上 (比熱比向上) のメリット低下から、高負荷運転は困難であり、部分負荷での運転に制限される。過給 HCCI により比熱比低下を回避しつつ高効率運転領域を高負荷側にシフトさせることができると考えられる。しかし、さらに高負荷の領域では、通常の火花点火 (SI) 運転への切り替えが現実的な手法とも考えられる。本研究では、従来機関で実用化されている制御デバイスを用いて、HCCI 運転と SI 運転の切り替えを試みている。供試機関は、総行程容積 1998 cm<sup>3</sup>、圧縮比 11.7 のポート噴射式 4 ストローク直列 4 気筒機関である。2 段階のカム切り替えにより、HCCI 運転用と SI 運転用のカムを切り替える。その他に、吸排気のスロットル、燃料噴射量、点火時期を変化させる。HCCI は、希薄かつ着火のための内部 EGR が多量に存在する条件であるのに対し、SI は理論空燃比付近で EGR 率も低い。つまり、筒内の作動ガスの組成が大きく異なる。これを切り替えるに当たり、主に次のようなアイデアを適用している。図 7-1 に、HCCI から SI への切り替え時の各制御デバイスの動作を示す。切り替え直後は吸気系のガスの応答遅れがあるため、燃料噴射量を増大し、希薄な SI 燃焼を回避する。その場合、投入熱量増大により負荷 (平均有効圧力) が増大してしまう。それを避けるために、同時に点火時期を遅角させる。その結果、大きな IMEP 変動なしに、HCCI から SI への切り替えが可能と報告されている (図 7-2)。切り替え時に一時的にリッチ化することで、排ガスへの影響が懸念されるが、排ガス測定の結果、三元触媒通過後は、HCCI よりも SI 運転のほうが NOx 排出量は低くなる。希薄燃焼である HCCI 運転中には、三元触媒内に酸素が吸蔵されているため、切り替え時にリッチ化することで、高い NOx 浄化率を保ちつつ、SI 運転に切り替えることができると報告されている。(飯島)

【参考文献】

- 7-1) 窪山 達也, 秋山 陽祐, 森吉 泰生 (千葉大学), 山田 敏生 (IDAJ), 畑村 耕一 (畑村エンジン研究事務所), 高梨 淳一, 浦田 泰弘 (本田技術研究所): ブローダウン過給 HCCI ガソリン機関の燃焼モード切り替えに関する研究, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.84-13 (2013)

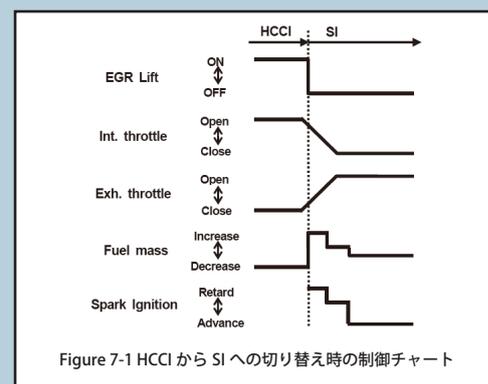


Figure 7-1 HCCI から SI への切り替え時の制御チャート

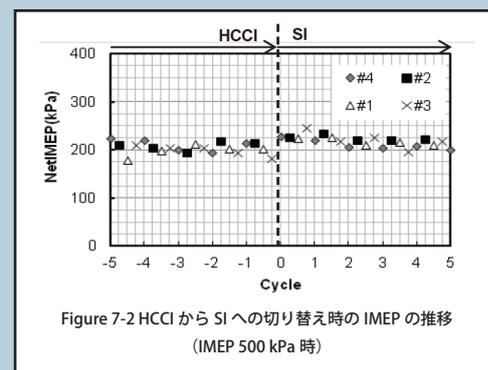


Figure 7-2 HCCI から SI への切り替え時の IMEP の推移 (IMEP 500 kPa 時)

## 8 代替燃料

トヨタ自動車の中島らにより、「次世代バイオディーゼル燃料のエンジン性能への影響検討」<sup>8-1)</sup>と題して報告があった。次世代バイオディーゼル燃料として注目されている、水素化バイオ軽油 (HVO: Hydro-treated Vegetable Oil) および発酵バイオ軽油の使用が、ディーゼル機関の排気および低温始動性に及ぼす影響を調べている。上記の燃料は、パラフィン (飽和炭化水素) で構成されるため、酸化劣化性が良好で、アロマ、硫黄分を含まない。供試燃料の特性を表 8-1 に示す。発酵バイオ軽油に関しては、製品販売されていないことから、n-パラフィンであるトリデカン (C<sub>13</sub>H<sub>28</sub>) を用いて評価している。両燃料とも、軽油に比べてセタン価が非常に高い。一方で、軽油に比べて含まれる炭素数の範囲が狭いため、沸点範囲が狭くなり、低温始動性悪化の懸念がある。そこで、市販の 2.2L コモンレール噴射式直噴ターボディーゼル機関を用いた性能評価を行っている。セタン価が非常に高い HVO およびトリデカンを用いると、HC が約 50%, CO が約 30% 低減されると報告されている。着火遅れが短くなることで、噴霧が十分に分散せず、スモークが悪化する懸念があるが、試験の結果、スモークが約 50% 低減した。これは、アロマ分がゼロであるためと考察されている。0°C の低温始動試験の結果トリデカンのみ、始動後にエンジンストールを起こす結果になっている。燃料噴射圧を 40 MPa から 110 MPa に上げて試験した結果、むしろ始動性が悪化している。この理由として、トリデカンは上記の低温状態でワックス化し、高圧化に伴いさらにワックス化しやすくなるためと考察している。図 8-1 に、レール圧 50 MPa 時ノルマルヘキサデカンおよび比較対象として曇り点が低いヘプタメチルノナンの噴霧写真を示す。試験装置の都合上、曇り点が常温に近いノルマルヘキサデカンをトリデカンの代わりに使用している。ノルマルヘキサデカンは、ペネトレーションが短く、噴霧中心に液状粒が確認されている。よって、低温始動性悪化の主要因は、ワックス析出と考察されている。加えて、一般的に n-パラフィンよりも iso-パラフィンのほうが曇り点が低いことから、燃料の異性化が有効と述べられている。(飯島)

### 【参考文献】

8-1) 中島 俊哉, 北野 康司, 茂木 和久 (トヨタ自動車): 次世代バイオディーゼル燃料のエンジン性能への影響検討, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.87-13 (2013)

## 9 排熱回収

トヨタ自動車の片山らにより、「車載型排気熱回収スターリングエンジンの開発」<sup>9-1)</sup>と題して報告があった。図 9-1 に示すような車載型の α 型 (2 ピストン型) 2 ユニット (計 4 気筒) のスターリングエンジンを製作し、その性能試験を行っている。スターリングエンジンの仕様を表 9-1 に示す。図 9-2 のように、内燃機関とスターリングエンジンを組み合わせ、排気のエネルギでスターリングエンジンを駆動し、当該機関の性能評価を実施した。各エンジン運転条件でのスターリングエンジンの出力とエネルギー回収率を図 9-3 および図 9-4 に示す。想定している 1.8L エンジン搭載の車両における時速 100 km 走行時相当で、0.472 kW の正味出力、エネルギー回収率 5.1% を得ている。加えて、上記の性能に対するヒートバランス解析を行った結果、車載時の熱流れに伴う熱損失を低減することが、さらなる熱効率向上には必要であると及している。(飯島)

### 【参考文献】

9-1) 片山 正章, 吉松 昭夫, 立野 学, 小森 聡 (トヨタ自動車): 車載型排気熱回収スターリングエンジンの開発, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.65-13 (2013)

## 10 エミッション計測関係

エミッション計測関係のセッションでは、例年通り、排ガス規制の最近のトピックと結びついた研究が目立った。「新しい計測診断技術 III - 燃費・排出ガス計測 -」セッションでは、定容量試料採取装置 (CVS) の精度確保に関して 2 件、二輪車およびプラグインハイブリッド車 (PHV) という、それぞれ異なる視点からの研究発表があった。なお、CVS は、車両排気管からの排ガスを全量採取し、大気で一定流量に希釈しながらバッグ採取する装置で、排ガス成分の排出質量 (マスエミッション) 計測や燃費計測に使用されている。

まず、日本自動車輸送技術協会の横山ら<sup>10-1)</sup>は、二輪車の排ガス計測で認められている「オープン型」CVS に関して、開口部外縁に複数のサンプル採取口を設け、CO や CO<sub>2</sub> の濃度

Table 8-1 供試燃料の特性

		Diesel	HVO	Tridecane
Cetan Number	-	53.0	88.2	88.0
Normal-Paraffin	vol%	-	14.0	100.0
Iso-Paraffin	vol%	-	86.0	0.0
Aromatics	vol%	19.7	0.0	0.0
Cloud point	°C	-2	-12	-5
Carbon Number	-	10~24	15~18	13
Density@15°C	kg/m <sup>3</sup>	835.7	779.9	740.0
Viscosity@30°C	mm <sup>2</sup> /s	2.68(@40°C)	3.690	2.056

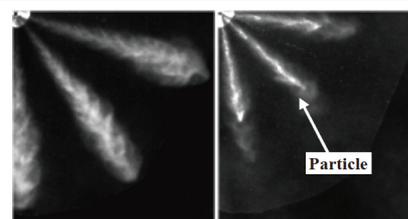


Figure 8-1 燃料噴霧写真

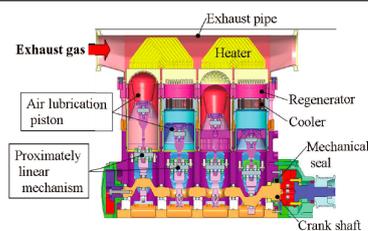


Figure 9-1 車載用スターリングエンジン

Table 9-1 スターリングエンジンの仕様

Engine type	α-type(2 piston type)
Piston diameter	68mm
Piston stroke	43mm
Piston phase angle	90 deg
Working gas	Air
Working gas mean pressure	1MPa
Engine speed	1400rpm
Target net power	1.0kW

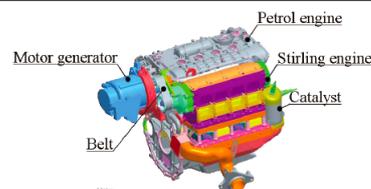


Figure 9-2 ガソリンエンジンに取り付けられたスターリングエンジン

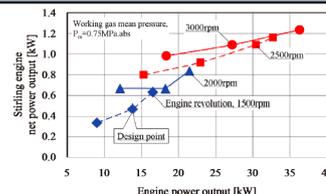


Figure 9-3 正味出力

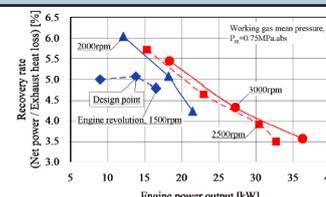


Figure 9-4 回収率

をモニタすることで排ガス回収漏れを評価する方法を考案した。さらに、この方法を用いて、CVS への排気管の差し込み長さなどによって漏れ量が変化することを示した (図 10-1)。この研究は、関連の規則・規制 (国連 gtr、日本の別添 44 など) には「オープン型 CVS を使用する場合には排ガス回収漏れがないこと」という条件のみが記載され、具体的な手法が規定されていないことを受けて実施されたもので、今後の展開が期待される。

また、堀場製作所の大槻ら<sup>10-2)</sup>は、サイクル試験中に長時間エンジンが停止する可能性のある PHV に対し、CVS による間欠サンプリング法を試みた結果を報告している。この方法では、エンジンの点火パルスを検出し、エンジン駆動時のみ、CVS への排ガス取り込みとバッグ採取を行う (図 10-2)。PHV を試験車とする評価を実施した結果、従来 CVS で懸念されるサンプルの「過希釈」が防止できることを示した。PHV の燃費計測・エミッション計測精度の確保に貢献しうる研究として注目される。

「自動車の大気環境影響」のセッションは、発表内容 5 件すべてが粒子状物質に関する研究であり、さらに、そのうち 3 件はガソリン直噴エンジン (または自動車) の粒子排出を扱ったものであった。各国・各地域で新しく規制対象となりつつあることで、ガソリン直噴エンジンの粒子排出への関心が高まっていることが伺えた。

最後に、上記以外のセッションでの発表のうち、エミッション計測の視点から目を引いた研究を 1 件、紹介する。日本工業大学の太田ら<sup>10-3)</sup>は、2次元クロマトグラフ (2DGC) と飛行時間型質量分析計 (TOFMS) とを組み合わせた「GC × GC-TOFMS」を、エンジン排ガス中の HC の詳細な同定に適用した結果を報告した。2DGC では、特性の異なる 2 種類のカラムを組み合わせることで、従来の GC よりも高い成分分離が実現できる (図 10-3)。この手法による評価試験により、n-ヘプタンをモデル燃料として使用した場合でも、芳香族 HC や含酸素 HC・含窒素 HC など多種類の燃焼生成物が排ガスに含まれることを示唆した。排ガス成分の計測を通じた燃焼解析の可能性を広げるという点で、興味深い研究といえる。(井上)

【参考文献】

- 10-1) 横山 英也, 原 一平, 野田 明, 中手 紀昭, 米本 伸弘, 中村 博司, 吉村 紗矢香: 開放型排出ガス採取部を有する二輪車排出ガス測定用 CVS の適用性評価, 自動車技術会 2013 年春季大会学術講演前刷集, No.49-13, 20135150 (2013)
- 10-2) 大槻 喜則, 熊谷 樹, 中村 博司, 田口 克司, 森 信久: 間欠サンプリング手法を用いたプラグインハイブリッド車のエミッション計測システム, 自動車技術会 2013 年春季大会学術講演前刷集, No.49-13, 20135023 (2013)
- 10-3) 太田 広平, 中野 道王: ノルマルヘプタン-空気ストイキ SI 燃焼から排出される燃焼生成物の検討, 自動車技術会 2013 年春季大会学術講演前刷集, No.12-13, 20135066 (2013)

11 トライボロジー関連

トライボロジー関連としては最終日に「エンジン部品・トライボロジー I」と「エンジン部品・トライボロジー II」の 2 セッションで 7 テーマの報告があった。その中から紹介する。東京都市大学の伊東ら<sup>11-1)</sup>は、反スラスト側のピストンスカート部に施したコーティングパターンの摩擦力低減およびこれによる燃費低減効果について報告。供試機関はボア 104mm, ストローク 118mm の直噴ディーゼルエンジン。パターンコーティングの効果は流体潤滑領域における摺動面積の低減によるものと考え、浮動ライナ装置を用いたピストンの摩擦力測定より、概ね流体潤滑領域にあるのが反スラスト方向にサイドフォースが加わる吸入、圧縮行程であるため、全面コーティングの STD に対して、反スラスト方向のみ 4 種類のパターンを施して評価を行っている。表 11-1 にそのパターンと摺動面積の削減割合が示されている。コーティング材料はグラファイト系で、厚みは 12 μm 狙いで、面積は STD の約半分としている。結果として縦縞が最も燃費効果が高く、裏付けとして摩擦力も低減しており、その理由として縦縞が流体潤滑領域において最もオイルの排出性を損なわず油膜を薄く保持できるパターンのため摺動面積低減の効果が最大に出現した結果であると考察している。また、予測通り、混合潤滑の多いスラスト側にも縦縞コーティングを施した場合、膨張行程の混合潤滑域の摩擦力が増加したとのこと。

スズキの鈴木ら<sup>11-2)</sup>は、摩擦力削減のための樹脂コーティングとして、ポリアミドイミド (以下 PAI) にナイロン粒子を添加し、加熱焼成することで樹脂表面にマイクロディンプルをランダムに成形させる手法を考案。その摺動特性を評価し、報告している。ナイロン粒子径

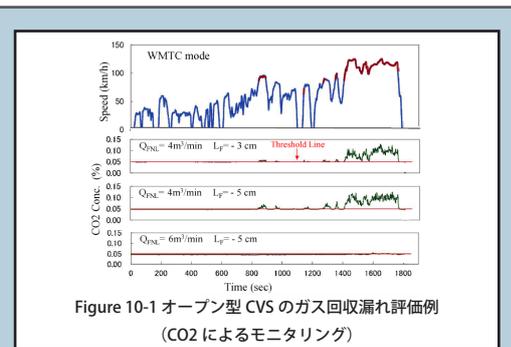


Figure 10-1 オープン型 CVS のガス回収漏れ評価例 (CO2 によるモニタリング)

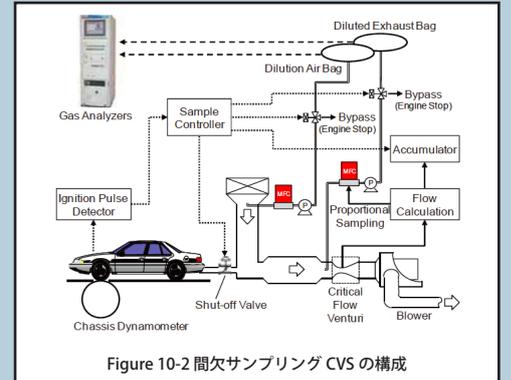


Figure 10-2 間欠サンプリング CVS の構成

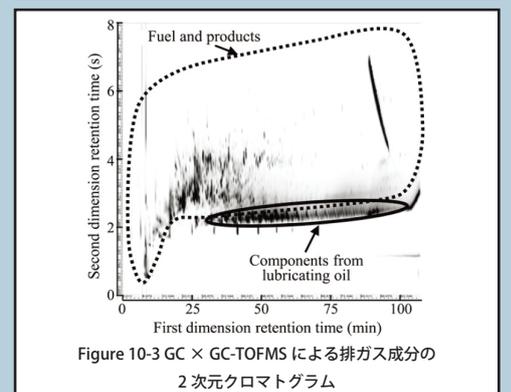


Figure 10-3 GC × GC-TOFMS による排ガス成分の 2次元クロマトグラム

Table 11-1 コーティングパターンと摺動面積削減割合 (JE05, category T2)

	Piston A	Piston B	Piston C	Piston D
coating pattern of anti-frust side of piston				
Reduction ratio of sliding area	Δ51%	Δ48%	Δ44%	Δ56%

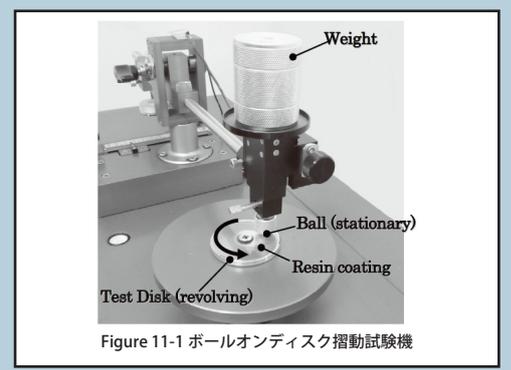


Figure 11-1 ボールオンディスク摺動試験機

は5および10 μmでそれぞれPAIに対して1, 5, 10vol%の割合で混入した場合の比較を行っている。図11-1に示す試験機を用い、コーティングを施した回転するディスクにボールを一定荷重で押付け、オイル潤滑下で摩擦係数を測定している。形成されるディンプルはナイロン粒子の径が大きいほど大きくなり、混合割合が増えるほど表面粗さも増加する(図11-2)。摩擦係数はディンプルのないものに対し摺動速度0.5m/s以下の領域で低下しており(図11-3)、ディンプルによるオイル保持性向上の効果としている。摩擦係数は、ナイロン粒子の混合割合3vol%付近でボトムを示し、29~42%低減するが、このときの表面粗さはRaで0.2 μmであり、この辺りの粗さが最も油膜形成に適しているためと考察している。

本田技術研究所の星野ら<sup>11-3)</sup>は、新開発の1.6Lディーゼルエンジンのフリクション低減技術について報告している。ピストンスカート摺動部面積を35%削減しフリクションを5%低減。ピストンリングの薄幅化による大幅な低張力化とクランクシャフト材料の高強度化によるクランクピン径の大幅削減(図11-4)を実施。また、潤滑系および冷却系の見直しによるオイルポンプ、ウォーターポンプの小型化、駆動仕事を低減。結果としてガソリンエンジン並みのメカニカルフリクションを達成。CO<sub>2</sub>7.0g/km相当の機械損失を低減したとのこと。また、サーモスタットが閉じている暖機中の冷却水量の削減により早期暖機を促進。サーモスタットは冷却水入口側に設けた入口制御だが、エンジン出口からの冷却水をワックス部に整流形状を設け当てることでエンジン出口の冷却水温度に精度良く感温して開く構造とし(図11-5)、低中負荷領域の水温を高く維持させることで油温上昇によるフリクションと熱損失低減を図っている。これによりCO<sub>2</sub>3.9g/km相当を低減したとのこと。(藤井)

【参考文献】

- 11-1) 伊東 明美, 中村 正明, 菊原 浩司, 中鉢 裕介: エンジンのピストンコーティングパターンが摩擦力および燃費に及ぼす影響 (第1報), 自動車技術会 2013 年春季大会学術講演前副集, No.63-13 (2013)
- 11-2) 鈴木 伸行, 日笠 暁生: 粒子添加樹脂コート摺動特性の評価, 自動車技術会 2013 年春季大会学術講演前副集, No.63-13 (2013)
- 11-3) 星野 守門, 勝俣 耕二, 福島 寛之, 能登 赴: 新世代 1.6L ディーゼルエンジンの開発 (第四報), 自動車技術会 2013 年春季大会学術講演前副集, No.64-13 (2013)

12 タイヤ/路面摩擦特性とその周辺技術

ブリヂストン・桑山らは「次世代エコタイヤの技術開発」と題して講演を行った<sup>12-1)</sup>。従来の延長に止まらない「次世代」への提案として、大径、狭幅、高内圧タイヤコンセプトを提案している(図12-1)。これらによりRRC(転がり抵抗係数)が減少することは容易に推測できるが、曲がる、止まる性能確保が懸念される。曲がることに関しては、大径化により接地長を確保できることでCP(コーナリングパワー)値を確保し、ウェットグリップにおいても接地圧の上昇などからむしろ有利であるとしている。また、実車両で205/50R18から155/55 R19へと径を変えずに狭幅化した場合に、前面投影面積の違いは約1%であるものの、惰行試験より算出したCd値では約5%の低減が見られた。これらから本コンセプトは次世代の低燃費車に有効としている。ただし残る課題として、乗り心地等の確保のため、サスペンション等を含めた車両側の適合は必要としている。(鈴木)

【参考文献】

- 12-1) 桑山 勲, 松本 浩幸, 平郡 久司: 次世代エコタイヤ技術開発, 自動車技術会 2013 年春季大会学術講演前副集, No.17-13 (2013)

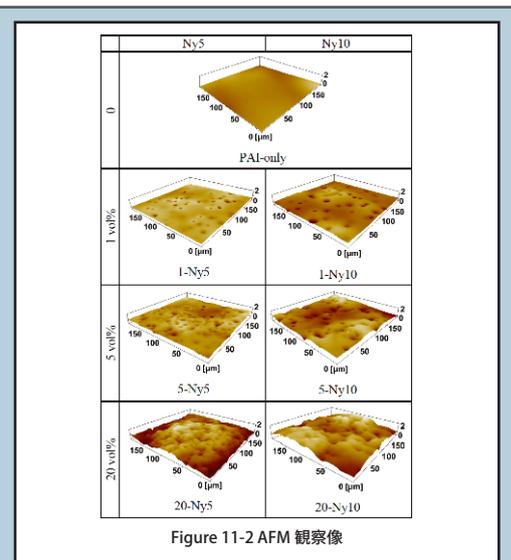


Figure 11-2 AFM 観察像

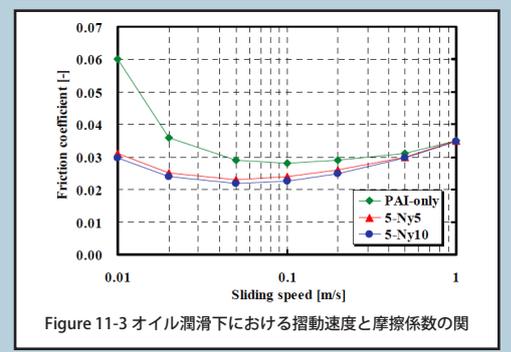


Figure 11-3 オイル潤滑下における摺動速度と摩擦係数の関

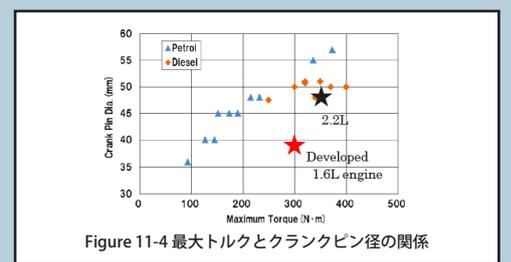


Figure 11-4 最大トルクとクランクピン径の関係

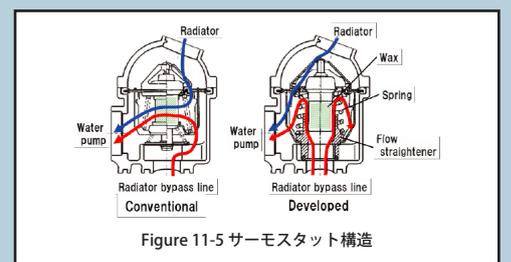


Figure 11-5 サーモスタット構造

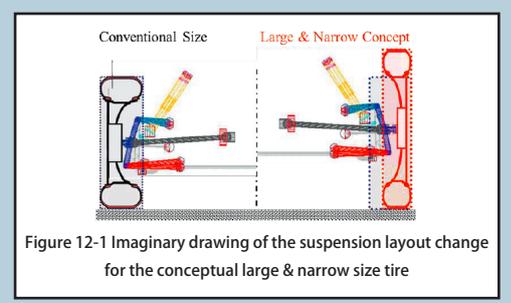


Figure 12-1 Imaginary drawing of the suspension layout change for the conceptual large & narrow size tire

# Report II: 人とくるまのテクノロジー展 2013

Report II: AUTOMOTIVE ENGINEERING EXPOSITION

日時：2013年5月22日～24日  
会場：パシフィコ横浜（神奈川）  
主催：公益社団法人自動車技術会

編集委員：遠藤 浩之，藤井 厚雄，山崎 敏司

Hiroyuki ENDO, Atsuo FUJII, Toshiji YAMAZAKI (JSAE ER Editorial Committee)

## 1 はじめに

主催者発表によると、今年も来場者は7万8255名と過去最高であったとのこと。従来からパビリオンと称し、カナダ、ベルギー、英国、マレーシア等、国毎に展示ブースが構えられ、自国の自動車関連メーカーの紹介をしてきたが、今年増えてきたのが岡山県、静岡県、東京都（大田区）、福岡（北九州市）等、日本国内の県を中心とした産業地域内の各自動車関連企業が共同で展示するブースである。

今回も目についた項目をランダムに紹介する。

## 2 ガソリンエンジン紹介

### ・トヨタ クラウンハイブリッドエンジン（写真 2-1）

アトキンソンサイクル、大量クルド EGR、直噴&ポート噴射、デュアル VVTi を採用した直列 4 気筒 DOHC 2.5L エンジンに小型化した FR 用トヨタハイブリッドシステムを組合せ、システム出力は 162kW。

### ・日産 FF 車用の新開発ハイブリッドエンジン（写真 2-2）

MR20DD 直列 4 気筒 2L エンジンに、「フーガ」ハイブリッドと同様の 1 モーター 2 クラッチ方式のハイブリッドトランスミッション（CVT）用いて FF 用に新開発（Jatco 製、CVT8）し採用している。今秋発売予定の新型 SUV「パスファインダー」に搭載予定とのこと。

### ・日産 直列 3 気筒スーパーチャージャエンジン（写真 2-3）

ノートに搭載している 1.2L 直噴スーパーチャージャエンジン。

### ・スバル XV HYBRID

スバル初のハイブリッドシステム搭載車。エンジンは 2L、DOHC エンジンとのことだが展示はなかった。日本国内では初夏発売を予定。

### ・スバル 2.0L 水平対向直噴ターボエンジン（写真 2-4）

DIT と称する 2.0L 水平対向 FA20 エンジンをベースに開発された直噴ターボエンジン。リニアトロニックと称する CVT との組合せで展示。出力 221kW。

### ・ホンダ アコードハイブリッドエンジン（写真 2-5）

SPORTS HYBRID i-MMD（インテリジェントマルチモードドライブ）と称する 2L アトキンソンサイクル DOHC i-VTEC エンジンに 2 モーター（発電と駆動用）を組合せハイブリッド化。バッテリーはリチウムイオンでシステム出力は 146kW。同システムでバッテリー容量を増やしたプラグインシステムもある。

### ・ホンダ CBR400R エンジン（写真 2-6）

新開発の直列 2 気筒エンジン。



Photo 2-1 クラウンハイブリッドのエンジン



Photo 2-2 FF 車用ハイブリッドエンジン



Photo 2-3 直列 3 気筒スーパーチャージャエンジン

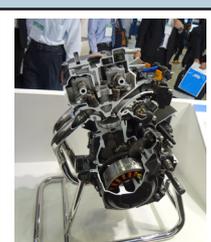


Photo 2-6 CBR400R エンジン



Photo 2-4 2.0L 水平対向直噴ターボエンジン



Photo 2-5 アコードハイブリッドエンジン

### 3 部品関連

#### ・リチウムイオンバッテリーパック (SUZUKI) (写真 3-1)

スペースの減速エネルギー回生システムに採用しているバッテリーパック。オルタネータで回生して車載電装品使用電圧である 12~14V で蓄電し、特別な電圧変換装置は不要のため、コンパクトなものとしている。

#### ・蓄冷材内蔵エバポレータ (SUZUKI) (写真 3-2)

アイドルストップ時のエアコン能力低下を補うためエバポレータに蓄冷材を内蔵。夏場のアイドルストップ継続時間を約 2 倍伸ばすことが可能とのこと。

#### ・自動調光省エネシート (住友化学)

入射角が 60 度以上の日光 (夏場) は反射し、それ以下のもの (冬場) は反射しないフィルム。暑い夏場のみ日光をカットし、視界も暗くならないので、車にも採用可能。フィルムを貼るだけで簡単に省エネできる優れもの。

#### ・樹脂製エンジンマウント (ソルベイ) (写真 3-3)

樹脂化により軽量化できることはもちろん、鋳物に比べ、衝突時に壊れてエンジンを車体下部へ落すための強度設計自由度が高いとのこと。

#### ・冷却水マネージメントシステム (シェフラー) (写真 3-4)

写真は Audi EA888 エンジンに採用されたもので、ウォーターポンプ自体はベルト駆動だが冷却水の流れを電動モータにより駆動するロータリーバルブでコントロールするもの。暖機過程ではシリンダーブロックに流さず早期暖機させ、暖機後は流量を調節することでブロック廻りの温度管理を行い、油温高温維持とウォーターポンプ駆動負荷調整によるフリクション低減とノッキングの抑制により燃費を 4% 向上させるとのこと。

#### ・トランスミッション内蔵トルクセンサ (NSK) (写真 3-5)

ねじれによる位相差をホールセンサで測定するトルクセンサを内蔵。トランスミッションへのトルク制限や変速時のトルク変動制御向上等の活用が考えられるがトランスミッションメーカーに依頼され試作したものとのことで、量産に採用されていない。

#### ・薄幅ラジエーターコア (DENSO) (写真 3-6)

コアのフィンのルーバー形状を見直すことで、16mm から 11mm に薄幅化。非常に細かいところでも、まだまだ進化する余地があるということを示している。(藤井)

### 4 コンポーネント展示

#### 4.1 後処理システム

エミテック社よりメタル DPF、メタル担体による各種後処理ソリューションについて展示されていた。メタル担体はセラミック担体に比較して、閉塞や損傷が発生しにくく、今後排ガス規制が強化されていく新興国での普及が期待されている (写真 4-1)。

#### 4.2 電動コンプレッサ

電動コンプレッサが Valeo 社や三菱重工から展示されていた。ダウンサイジングエンジンの過渡応答性向上などに効果がある (写真 4-2)。(遠藤)

### 5 計測器

#### ・車載データ計測システム (VBOX JAPAN) (写真 5-1)

フォーラムの講演でも言及されていたが、燃費向上にはエンジン効率アップ、車両の軽量化はもとより、道路環境を考慮したエンジン・車両の制御が重要となってくる。その現れとして市場走行の情報を計測、解析する計測器の提案が多くなってきている。車速やエンジン作動状況のみならず、GPS による走行履歴、車両発生 G、傾斜角、車載カメラ画像情報等をすべて同期させ収録し、多様な解析に対応できるシステムとなっている。

#### ・バーチャル車両シミュレータ (AVL) (写真 5-2)

前述の車載計測システムは実際に目的の道路環境を測定するものだが、AVL は Google Earth の地図情報をもとに、地図上の道路をバーチャル車両が走行し (写真左側)、その情報を 4 輪各車輪にダイナモを直結した 4 軸車両ダイナモ (写真右側、ミニチュア展示) 上でシミュレートするシステムを紹介。地図情報があれば、世界中のあらゆる道路環境でのシミュレートが可能となる。さすがに道路  $\mu$  等の路面状況は地図データにはないが、別途測定する活動がされているとのことである。



Photo 3-1 スズキリチウムイオンバッテリーパック



Photo 3-2 蓄冷材内蔵エバポレータ



Photo 3-3 樹脂製エンジンマウント (ソルベイ)



Photo 3-4 冷却水マネージメントシステム (シェフラー)



Photo 3-5 トランスミッション内蔵トルクセンサ (NSK)



Photo 3-6 薄幅ラジエーターコア (DENSO)



Photo 4-1 DPF+SCR システム (エミテック)



Photo 4-2 電動コンプレッサ (三菱重工)



Photo 5-1 車載データ計測システム (VBOX JAPAN)



Photo 5-2 バーチャル車両シミュレータ (AVL)

・スマートフォン活用ドライブレコーダ (写真 5-3)

増々便利になるスマートフォンであるが、そのスマートフォンをドライブレコーダとして活用するアプリケーションの提案。3日間程度の画像が収録可能。また、ECU メンテナンス端子から運転状況を読み取り運転診断もしてくれる。残念ながら、ドライブレコーダとして使用中はナビゲーション機能は使えないとのこと。

・内視鏡 (STORZ) (写真 5-4)

エンジン内部の細かい部分まで観察できるようファイバ径 1mm 程度のものである。径が細くては画像が荒くなるのではと思ったが、実際に見てみると非常に鮮明であり、直視と同等であった。

・ファイバ式ひずみ/温度計測 (富士テクニカルリサーチ) (写真 5-5)

以前も紹介したが、今回新たに認識したのは、ひずみゲージのように 1カ所のみでの計測ではなく、這わせたファイバ上のすべての場所でひずみまたは温度が測定できるということ。最も分解能を上げると 5mm 間隔で測定可能とのこと。

・燃焼発光モニター用光ファイバプローブ (SHIMADZU) (写真 5-6)

シリンダ内発光を計測するための、光プローブ ExDop が発表され、分光システムとともに展示された。火花点火エンジンの燃焼機構の解明に活用できると考えられる。耐熱 300°C、耐圧 10MPa、耐振 50G、透過率 60%以上の小径、小型プローブを展示。カスタム化による取付け自由度と高信頼性をアピール。(藤井、遠藤)

・燃焼解析システム (ONO 測器) (写真 5-7)

アイドルストップ機種が増える中、エンジン停止直前や始動直後の燃焼解析のため、極低回転でのクランク角度センシング精度を上げ、正逆転も判別できるようにした。(藤井)

・排ガス計測装置 (堀場製作所) (写真 5-8)

昨年発表されたエンジン排ガス測定装置 MEXA-ONE を中心とした統合計測プラットフォームを展示。新製品としてダイレクトモーダルマス計測に使用する超音波式排ガス流量計 EXFM-ONE を展示。(遠藤)

・ラジアルピストンタイプ高精度流量計 (アトセンス) (写真 5-9)

流体の温度、粘度変化に対して許容精度を維持。流量範囲は、0.001 ~ 35L / min で 3 シリーズをラインナップ。再現性: 0.1%以下、高精度: 1000 : 1 以上の流量レンジを読み取値の ± 0.5%以内、低粘度から高粘度液体の測定は 0.5cps ~ 1 万 cps。使用圧力: 7MPa (標準)、圧力損失が非常に小さいという。同社はほかにエタノール/ガソリン、ハイオク/レギュラガソリンなどの 2 液燃料を任意混合比率で混合できるブレンドなども展示していた。(山崎)

6 キャリブレーションツール, HILS

特に新製品の発表はなかったが、キャリブレーションツール、HILS については、各社より多くの展示があった。

7 その他

7.1 可変圧縮比技術

FEV 社の可変圧縮比機構について展示があった。コンロッド長さを可変化することで圧縮比を 1 秒程度で変化させることができる (写真 7-1)。圧縮比の可変代はディーゼル用の試作品では 14 ~ 17 に変化する。(遠藤)



Photo 5-3 スマートフォン活用ドライブレコーダ

Photo 5-4 内視鏡 (STORZ)

Photo 5-5 ファイバ式ひずみ / 温度計測 (富士テクニカルリサーチ)

Photo 5-6 エンジン燃焼可視化システム (SHIMADZU)

Photo 5-7 燃焼解析システム (ONO 測器)

Photo 5-8 超音波式排ガス流量計 (堀場)

Photo 5-9 高精度流量計 (アトセンス)

Photo 7-1 可変圧縮比機構 (FEV)

NEWS & INFORMATION

**Sクラスをフルモデルチェンジ●メルセデス・ベンツ**

メルセデス・ベンツ日本は、「Sクラス」を8年ぶりにフルモデルチェンジを行い、2013年10月1日より予約注文の受付を開始し、11月上旬より販売、納車を開始する。大型高級セダンセグメントで初めて、エントリーモデルにハイブリッドパワートレインを採用した「S 400 HYBRID」、S 400 HYBRIDに内外装と快適装備の充実を図った上級ハイブリッドモデル「S 400 HYBRID エクスクルーシブ」、ロングホイールベースによる広大な室内空間に快適装備を採用した「S 550 long」、エンジン性能を従来よりさらに向上するとともに、最先端サスペンションシステム「マジックボディコントロール」を標準装備した「S 63 AMG long」、パフォーマンス志向の新開発 AMG 専用四輪駆動機構「AMG 4MATIC」を搭載した「S 63 AMG 4MATIC long」を設定した。

メルセデス・ベンツ日本(株): [http://www.mercedes-benz.co.jp/content/japan/mpc/mpc\\_japan\\_website/ja/home\\_mpc/passengercars.flash.skipintro.html#\\_int\\_passengercars:home:home-link:passengercars](http://www.mercedes-benz.co.jp/content/japan/mpc/mpc_japan_website/ja/home_mpc/passengercars.flash.skipintro.html#_int_passengercars:home:home-link:passengercars)



8年ぶりにFMCしたSクラス

**e-gas 精製工場の稼働を開始●Audi**

アウディは6月25日ドイツ・インゴルシュタットのヴェルルテにAudi e-gas 精製工場の稼働を開始し、再生可能エネルギーを自ら精製する。工場ではグリーン電力、水、二酸化炭素を使用して、水素と化学合成メタンガス“Audi e-gas”を精製する。グリーン電力を水と化学反応させることにより酸素と水素に分離。ここで得られた水素は水素自動車に使用される。水素自動車の普及は広範囲に達していないため、この過程で精製された水素の一部は次のプロセスでメタンガスに再精製される。水素はCO<sub>2</sub>と化合され、Audi e-gas(化学合成メタンガス)に精製される。こうして生産されたAudi e-gasは、化石燃料である天然ガスと成分が全く変わらないため、ドイツ国内に巡らされた既存の天然ガス供給ネットワークを経由してCNGガスステーションに搬送される。Audi e-gasの供給は2013年秋から開始される予定。Audi e-gas 精製工場では年間およそ1000tのe-gas 精製に対し、約2800tのCO<sub>2</sub>を使用する。このCO<sub>2</sub>の量は22万4000本のブナの木が1年間かけて吸収する量に相当するという。生産工程で生み出される副産物は水と酸素だけとなる。ヴェルルテの工場が1年間に生み出すAudi e-gasは1500台のAudi A3 Sportback g-tron(国内発売未定)に1万5000kmのCO<sub>2</sub>ニュートラル走行を可能とする。このモデルは、天然ガス、バイオメタンガス、Audi e-gas(化学合成メタンガス)、ガソリンを燃料にすることが可能。

アウディジャパン(株): <http://www.audi.co.jp/jp/brand/ja/company.html>

**4社がPHV・PHEV・EVの充電器設置活動を共同で推進●トヨタ、日産、Honda、三菱**

トヨタ自動車、日産自動車、本田技研工業、三菱自動車工業の自動車メーカー4社は、電動車両(PHV・PHEV・EV)の充電器の設置活動を共同で推進すること、および、利便性の高い充電ネットワークサービスの構築を共同で実現することに合意した。日本における充電器は、急速充電器1700基、普通充電器3000基強と、まだ十分な状況ではない。また、複数ある充電サービスの連携も不十分なため、ユーザーにとって安心して使いやすい状況とは言えず、政府は、次世代エネルギーを活用した電動車両の普及のためには充電インフラ整備が早急が必要であるとして、今年度の経済対策において1005億円におよぶ充電器設置補助金を打ち出した。現在、各都道府県にて補助金活用ビジョンが策定され、公表されつつあるが、これらの強力な支援を受けて、自動車メーカー4社は、充電器の設置に取り組む。これまで4社は、個々に設置者の開拓を行ってきたが、インフラは公共性が高いこと、政府の補助金支援期間内にスピーディに設置を推進していく必要があるとの共通認識から、共同での活動について合意に至った。

**次期型「タイタン」にカミンズ社のディーゼルターボエンジン●日産自動車**

日産自動車は20日、同社のグローバルな商品と技術を示すNissan 360において、カミンズ社製の新開発V8ディーゼルターボエンジンを次期型フルサイズピックアップトラックに搭載することを発表した。カミンズと日産のパートナーシップの下採用されるカミンズ5.0L V8ディーゼルターボエンジンは、次期型「タイタン」の適応化にむけ、現在、開発・実験の最終段階にある。またカミンズは、同エンジンの商用向け車両も開発している。同エンジンは、500(lb-ft) 台半ばのトルクと300馬力以上を発揮し、アメリカのカミンズの本社を置くインディアナ州コロンバスにあるコロンバスエンジン工場生産される予定。

日産自動車(株): <http://www.nissan.co.jp/>

**「Nissan ZEOD RC」の初走行が目前●日産自動車**

「ルマンの電動化」を目指す世界最速の電力駆動レーシングカー「Nissan ZEOD RC」のシャシー第1号の完成が近づいている。この車両の開発プログラムを通じて、日産は、来年のルマンに向けたパワートレインのパッケージを決定するため、開発中に数多くの電動パワートレインをテストしている。今年の2月、日産自動車は、ACO(フランス西部自動車クラブ・ルマン24時間レースのプロモーター)から2014年のルマン24時間参戦への招待を受けた。「Nissan ZEOD RC」は、革新的で新しい技術を紹介するためにACOが設定する特別枠「ガレージ56」から参戦する。日産のグローバルモータースポーツダイレクターのダレン・コックスは「これはレースでベストを目指すだけのためではありません。我々は、将来の量産車開発を加速させる技術を開発しているのです。ルマン24時間は、世界で最も過酷な耐久レースであり、これに参戦することで、このような技術の開発をより早めることができるのです」と語っている。

日産自動車(株): <http://www.nissan.co.jp/>

**新型フィットハイブリッドが最高燃費36.4km/Lを達成●Honda**

今年9月に発表・発売予定の新型「フィットハイブリッド」において、36.4km/L(JC08モード)という国内最高の低燃費を達成した。新型フィットハイブリッドは、小型車に最適な1モータの軽量コンパクトなハイブリッドシステム「SPORT HYBRID Intelligent Dual Clutch Drive(i-DCD, スポーツ・ハイブリッド・インテリジェント・デュアル・クラッチ・ド

ライブ)」を初めて搭載し、1 モータでありながらエンジンとモータを切り離して走ることでもータのみの EV 走行を実現した。新開発エンジンには、直列 4 気筒 1.5L の燃費に優れたアトキンソンサイクル（高膨張比サイクル）を採用し、高出力モータ内蔵の 7 速 DCT とリチウムイオンバッテリーを内蔵した IPU（インテリジェントパワーユニット）を組み合わせた。さらに、電力回生効率を高める電動サーボブレーキシステムと、エンジン負荷を低減するフル電動コンプレッサなどを採用し、従来の IMA ハイブリッドシステムに比べ、35%以上の燃費性能向上を達成した。SPORT HYBRID i-DCD は、走行状況に応じて、エンジンとモータを接続・切断することで、モータのみの「EV ドライブ」、エンジンとモータの「ハイブリッドドライブ」、エンジンのみの「エンジンドライブ」という三つの走行モードを自動的に選択する。

本田技術工業（株）：<http://www.honda.co.jp/>



アコードハイブリッドシステム

### メキシコ新工場にエンジン機械加工工場を新設●マツダ

マツダは、住友商事株式会社との合弁事業であるメキシコの新工場「Mazda Motor Manufacturing de Mexico S.A. de C.V.」（以下、MMMdM）に、エンジン機械加工工場を新設すると発表した。新設する工場は、MMMdM で生産する「Mazda2（日本名：マツダ デミオ）」や「Mazda3（日本名：マツダ アクセラ）」に搭載する「SKYACTIV 技術」のエンジンを生産する予定で、2014 年 10 月の操業開始を目指している。なお年間生産能力は 23 万基規模を計画。エンジン機械加工工場の新設に伴い、MMMdM では、1 億 2000 万米ドル（日本円で約 120 億円）を投資するとともに、約 100 名を追加で採用する計画。マツダは、MMMdM の車両およびエンジン組立の工場建屋をすでに完成させており、現在は 2013 年度第 4 四半期の稼働に向けた準備を進めているが、新たにエンジン機械加工工場を新設することにより、「SKYACTIV 技術」の生産体制を強化する。また部品の現地調達を拡大し現地化を推進することで、為替変動への対応力の向上を図るとしている。

マツダ（株）：<http://www.mazda.co.jp/>

### 歴史的な航空機用エンジンを日野オートプラザに展示●日野自動車

日野自動車は、このたび日野のルーツである東京瓦斯電気工業（以下、瓦斯電）が昭和初期に開発した航空機用エンジン「天風」を東京都八王子市の日野オートプラザに展示した。瓦斯電は日本の自動車産業のパイオニアとして国産初の量産トラック TGE-A 型を製造したが、航空分野においても初の国産航空機用エンジン「神風」の生産、また長距離飛行世界記録を樹立した航研機の製作など顕著な実績を残している。「天風」エンジンは、その信頼性の高さから 1 万基以上が生産され、日本の航空機産業の発展に貢献した。今回展示した「天風」エンジンは、1943 年に青森県の十和田湖に墜落した機体に搭載されていたもので、2012 年秋に同機体を引き揚げた青森県航空協会および青森県立三沢航空科学館の好意により貸与を受けた。

「天風」エンジン諸元

型式 空冷単列星型 9 気筒

内径×行程 130mm × 150mm

総排気量 17.9L

離陸出力 515hp/2,200rpm

日野自動車（株）：<http://www.hino.co.jp/j/index.html>



SPORT HYBRID i-DCD

### 「アコードハイブリッド」「アコード プラグインハイブリッド」を発売●Honda

Honda は、ハイブリッドシステム「SPORT HYBRID（スポーツハイブリッド）i-MMD」を搭載し、30.0km / L（JC08 モード）という低燃費を実現した新型「アコードハイブリッド」を、6 月 21 日（金）に発売した。また、アコードハイブリッドをベースに、家庭用電源からの充電を可能にした新型「アコード プラグインハイブリッド」は、日常走行のほとんどを EV 走行できるプラグインハイブリッドシステムを搭載し、70.4km / L（JC08 モード）という低燃費を実現。法人企業や官公庁などを中心に、6 月 21 日（金）からリース販売する。新型アコードハイブリッドは、新世代パワートレイン技術「EARTH DREAMS TECHNOLOGY（アース・ドリームス・テクノロジー）」を採用した Honda 独自のハイブリッドシステム SPORT HYBRID i-MMD を搭載。発進と低中速域のクルーズは主にモータのみで走行し、加速時などはエンジンで発電しモータで走行、高速クルーズは主にエンジンで走行するなど、EV ドライブ、ハイブリッドドライブ、エンジンドライブの三つのモードを自動的に切り替えて走行することで、軽自動車トップクラス並みの 30.0km / L（JC08 モード）という低燃費を実現した。新型アコード プラグインハイブリッドは、高出力・高トルク走行用モータを搭載した SPORT HYBRID i-MMD の特性を活かし、大容量のリチウムイオンバッテリーと組み合わせた新開発のプラグインハイブリッドシステムを搭載。満充電で日常走行の多くをカバーできる EV 走行距離 37.6km を達成した。また、EV 走行可能距離がゼロになった後も、ハイブリッドモデル同様の高効率走行が可能であり、複合燃費は 70.4km / L（JC08 モード）と、異次元の低燃費を実現した。

本田技術工業（株）：<http://www.honda.co.jp/>