

日時： 2007年2月17日(土) 13:30 - 16:50

場所： 名古屋工業大学 3号館 大会議室

出席者： 26名

藤川 武敏 (主査, 豊田中央研究所), 吉富 和宣 (講師, 日野自動車), 新井 雅隆 (講師, 群馬大学), 野田 進 (豊橋技術科学大学), 青木 茂 (豊田自動織機), 伊東 輝行 [代: 久保 賢明] (日産自動車), 田村 守淑 (東邦ガス), 園比呂志 (本田技術研究所), 井原 禎貴 (岐阜大学), 加藤 隆輔 (ヤマハ発動機) [代: 本山 雄], 植田 隆広 (いすゞ中央研究所), 太田 安彦 (元名古屋工業大学), 調 尚孝 [追: 大道 重樹] (日本自動車部品総合研究所), 小池 誠 [追: 秋濱 一弘] (豊田中央研究所), 斎藤 昭則 [代: 堀田 義博] (豊田中央研究所), 高野 孝義 (豊田工業大学), 高橋 周平 (岐阜大学), 大平 哲也 [代: 野口 究] (スズキ), 金子 誠 (富士重工業), 守家 浩二 [代: 佐古 孝弘, 佐藤 裕] (大坂ガス), 若井 和憲 (岐阜大学), 古谷 正広 (幹事, 名古屋工業大学) [代: 代理出席者] [追: 追加出席者]

議事：

1. 連絡事項(13:30-13:40)

藤川主査より, 以下の連絡事項があった。

- (1) 新年度に向け委員名簿の更新を行なうため, アンケートを実施する。
- (2) 出欠申し込みを行なっているサーバーが不調のため, 更新を予定している。その際に委員の皆さんに確認テストのご協力をお願いしたい。

2. 話題提供

(1) 日野自動車(株) 技術研究所 吉富 和宣 委員 (13:40-15:00)

「GTL(Gas To Liquid)燃料を用いたエミッション改善の研究」

要約：

中国, インドでの自動車の増加, 特に欧州でのディーゼル比率の増加等により, 軽油代替燃料のニーズが高まってきている。その中でもGTLは 1. 原料になる天然ガスの埋蔵量が豊富, 2. 軽油と同等の取り扱いが可能, 3. インフラ整備が最小限で済む, 等の理由により, 近い将来の実用化が期待されている。今回日野自動車, トヨタ自動車, 昭和シェル石油と共同でNEDOプロジェクトとして3年間実施してきた, GTLの実用化研究について紹介する。

GTLをディーゼルエンジンに使用するメリットとして以下が考えられる。 1. 低い留出温度による揮発性, 混合気形成の改善, 2. 高セタン価(>70)による良好な着火性, 3. ゼロアロマによるPMの低減, 4. ゼロ硫黄による後処理装置の高効率化。一方デメリットとして 5. 金属摺動部の潤滑性低下, 6. 材料適合性への影響, 7. 低温流動性の悪化, 等が挙げられるが, 添加剤や軽油との混合等で回避できる見込みがついている。

まず最適なGTL性状の選定を行った。90%留出温度(T90)やセタン価の異なる3種類のGTLを用意し, コモンレール噴射系を持つ過給ディーゼルエンジンを用いて市販軽油と比較, 評価した。それぞれの性状は, JIS2号軽油:セタン価54, T90=339°C, Fuel A:セタン価78, T90=340°C, Fuel B:セタン価78, T90=312°C, Fuel C:セタン価69, T90=302°C。この時ベースの軽油エンジンには手を加えず, 制御マップもそのまま評価した。その結果軽油と比較して以下の結果を得た。 1. NOx, CO, 燃費率はほぼ同等。 2. 出力, トルクは4-7%低下。 3. SmokeはFuel Aは同等だったがFuel B, Cは明らかな改善効果有り。 4. HCはFuel A, Bは改善したがFuel Cはむしろ悪化した。これらは定常試験, JE05の過渡試験共, 基本的に同様の傾向であった。以上の結果よりSmoke, HC共に改善が見られたFuel Bを選定した。

次に, GTLのメリットを最大限引き出すコンセプトを検討した。まずその高セタン化を活かした低圧縮比化である。

キャビティ口径を大径化することで圧縮比はベース機関の 18 から 15 にした。これにより空気利用率の向上と平均温度低下による NOx 低減を狙った。また、ゼロアロマと低留出温度による Smoke 低減ポテンシャルを活かし、低入高 EGR 化を行った。これにより、低負荷時の排気温度低下抑制による触媒性能の向上と共に、NOx 吸蔵還元触媒を用いる際のリッチスパイク用添加燃料量の低減による燃費改善も可能となった。以上のコンセプトを盛り込んだエンジン単体>L の組み合わせを、ベース機関& JIS2 号軽油と比較した結果、JE05 試験において NOx : -31%, PM : -3%, 燃費率 : -11%(GTL は密度が低いいため MJ/kWh で比較)の改善結果が得られた。PM の低減率が余り大きくないが、これは GTL の PM 低減ポテンシャルを NOx と燃費に振り向けたためである。

アルデヒド等の未規制物質も、エンジンアウトでは軽油に比べ大幅に低減した。また、1000 時間耐久試験後でも、各パーツに異常な摩耗等は見られなかった。

最後に実車で車両評価を行った。Phase 1 ではベース車両の改造をせず燃料のみ軽油から GTL に置き換えた。その結果、力感が無く、もたつきが感じられる等、ドライバビリティでやや劣るとの評価であった。また燃料消費率も Km/l 単位では 6-14%悪化 (MJ/kWh では同等) した。これに対して Phase 2 では GTL 用にエンジンモディフィケーションしたところ、ドライバビリティが改善し燃費も Km/l 単位で 2%向上させることができた。

質疑

Q1. 過去にも GTL に関する研究はいろいろ行われているが、今回の NEDO プロジェクトの新しい点は何か。

A1. 以前は燃料を変えて試験を行うに留まっていた。今回はエンジンモディフィケーションまで行い、GTL のメリットを最大限活かすところまで踏み込んだ点が過去と異なる。

Q2. 低圧縮比化すると燃費が悪くなると思われるが、逆に良くなっているのは何故か。

A2. 実際に圧縮比を下げて燃費への影響は少なかった。むしろ最高筒内圧力が下がるため、燃料噴射時期を進めることができ、これを含めた適合により燃費が向上した。

Q3. GTL では拡散燃焼が余り見られないことと、Fuel C で HC が増えていることを考え合わせると、燃焼は予混合化しているのか。また Fuel C の初留点は下がっているのか。

A3. GTL の低温度側の蒸留特性は維持したかったが、Fuel C では T90 を下げるため T10 も下がっている。このため予混合化が進んでしまう結果になっている。最適化時には燃焼騒音対策のため、拡散燃焼が増えるように調整している。

Q4. 耐久試験後の触媒浄化率が高いのは何故か。また、軽油と混合した場合の耐久性はどうか。

A4. 触媒の劣化は S による被毒再生時の高温劣化が主である。GTL は S が低い再生の回数を減らせ、触媒が高温にさらされる回数が減るため劣化が少ない。この耐久性は軽油混合比率の増加により、ほぼ直線的に低下する。

Q5. GTL の S 含有率は 1%以下と非常に低い割には、軽油に比べ再生の回数が減っていないという印象があるが、これはオイル消費によるものか。オイル消費は燃料により変わらないか。

A5. オイル消費は基本的に燃料を変えても変化しないと考えている。確かに燃料の S 分が下がってくると、オイルに含まれる S が無視できなくなってくる。

Q6. 今回の試験結果は公開されるのか。

A6. ホームページ等で公開予定である。

Q7. 尿素 SCR のエンジンでは尿素が無くても車両が走れ、結果的に NOx を多量に排出することになることが問題となる。GTL 専用にチューニングしたエンジンでも、軽油を入れて走ると同様なことが起こる。これに関してどう考えるか。

A7. 難しい問題である。今回は、GTL を使うことでどこまで排気や燃費にメリットがあるか、ということを経営的に追及した。ただ実用化を睨んだ場合、個人的な見解ではあるが燃料に対するロバスト性を上げてゆく方向も必要と考えられる。

(2) 新井 雅隆 先生 (群馬大学工学部 教授) (15:20-16:50)

「自動車における PM 計測および低減技術の現状」

要約

従来、PM10 での評価であったが、近年 2.5 μm 以下の粒子状物質 PM2.5 が人為的な物質であると認識されはじめて、その健康被害が懸念されている現状が説明された。

SAE World Congress での発表件数としては DPF 関連は増加しており、基礎研究も増えている。PM 計測は重量法よりもさらに感度の高い個数法が確立されてきた。個数法として DMS (Differential Mobility Spectrometer), ELPI (Electrical low pressure impactor), SMPS (Scanning mobility particle sizer), 燃焼法の計測原理についての解説があった。Dilution Tunnel での HC 凝縮影響を避けるために Hot-Dilution 法を採用する。近年、PM 計測についてはほぼ固まったので、国連 GRPE (排出ガス専門分科会) は同一の計測手法、装置 (Golden PM measurement system) を各国に持ち込んで排気中の PM を計測する PMP (Particle measurement program) が行われ、彼らが提案する手法、装置の再現性が確認されている。

PAH から PM への成長過程についての新井先生の研究が紹介された。プール火炎から排出される PM を対象にして粒径分布は SMPS で計測し、PAH については LIF で計測された。(質疑 2 から 5 を参照)

すすの酸化速度を改善すべく、フェロセンを燃料に添加することですすの表面状態を変えることで活性かエネルギーの低減に成功している。(質疑 6 を参照)

後処理装置として帯電電極間に付着したすすを通電燃焼処理することで 80 % 程度の除去できる新しい DPF の提案も行っている。

この他に SAE World Congress の中から HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition) での SOF とすす生成挙動、すす生成過程とその酸化速度 (質疑 6 を参照)、すす粒子からの熱輻射によるガス温度低下と NO 生成、エタノール混合ディーゼル燃料での PM 生成、スクータで調べられた潤滑油と PM 排出が紹介された。

WWFC (World Wide Fuel Charter-世界燃料憲章) の紹介と、PM 排出におけるリスク管理についての解説があった。

質疑

Q1. PM を減らす方法はないのか。

A1. Dry soot については燃焼改善の可能性もあろうが、微粒子については DPF が有効と考えている。熱泳動によってナノサイズの粒子までとれる。

Q2. 我々はピレンの二量体を前駆物質として、PM 生成過程の数値シミュレーションを行ったことがある。先生はコロネンの二量体を前駆物質としている。近年の国際燃焼シンポジウムでは二量体の温度安定性を疑う報告がある。はたして二量体は前駆物質とお考えか。

A2. 我々が行った分子動力学法 MD での結果をみると 600 $^{\circ}\text{C}$ 以上であればコロネンの二量体は簡単に離れるが、それ以下の温度であれば離れることはない。ピレン程度の大きさでは不安定であり、コロネン程度の大きさが必要と考える。火炎中でレーザ誘起蛍光法 LIF によるコロネン検出位置とレーザ誘起赤熱法 LII によるすす粒子検出位置とにギャップがある。コロネンの二量体は LIF では検出できない。LIF 検出帯と LII 検出帯との間にコロネン二量体があると考えている。

Q3. ディーゼル機関の中でも板状に広がるとすると、ベンゼンの関わる相当速い反応があるとの認識でよいか。

A3. 充分にあると考えている。

Q4. 先生の実験結果では Blue flame 領域では何もできていないと考えてよいか。

A4. 拡散火炎の実験であるので、Blue flame だけを作ることはできないが、Blue flame 領域では周辺空気のオーダー以上の PM は生成されない。

Q5. PM の処理は DPF でよいのか。

A5. 健康影響の評価にまだ検討の余地がある。現在では DPF から SOF 分を外して分析にかけている。DPF 後方での凝縮性物質の二次形成、健康影響についての検討はこれからである。疫学研究からの証拠がなければ対策しない、との立場は取らない。経済成長への負荷と世論とのバランスもあるが、健康被害の可能性があれば対策する、という方向に変わっている。

Q6. すず粒子や乱れのスケールの大きさと酸化速度との関連に注目すべきと考えるが

A6. そのような研究ははじまりつつある. 現在の出ている結果では, すず粒子のでき方によって酸化速度は一桁違う, ということは報告されている. マクロについてはモデルが提案されている.

Q7. 以前, すずの分析をしたところアルミが多く含まれていたが, すず粒子の起源は燃料だけなのか.

A7. これらかの研究課題であろう.

3. 懇親会 (遊食三昧 NIJYU-MARU 鶴舞店 17:30-19:30)

研究会終了後, 場所を変えて2006年度懇親会を行なった. 話題提供者である新井先生, 吉富委員を含め22名の参加があり, 和やかな雰囲気の中, 相互の親睦が深められた.

以上