

出國報告（出國類別：開會）

參加韓國「SAE/KSAE 2013 Powertrains, Fuels and Lubricants Meeting」國際研討會

服務機關：台灣中油公司煉製研究所

姓名職稱：曾振南 機械工程師

派赴國家：韓國

出國期間：102 年 10 月 20 日至 10 月 24 日

報告日期：103 年 01 月 22 日

摘 要

2013 年美國自動車工程師協會 (Society of Automotive Engineers, 簡稱 SAE) 與韓國 KSAE 於韓國首爾合辦 ” SAE/KSAE 2013 年動力系統、燃料及潤滑劑研討會” (SAE/KSAE 2013 Powertrains, Fuels and Lubricants Meeting), 研討會於 102 年 10 月 21 日至 10 月 23 日共三天, 與會人員來自亞洲: 韓國、日本、泰國、馬來西亞、中國大陸及台灣等, 歐美: 美國、加拿大與歐盟各國等之政府官員、石油公司、車廠、學校單位學者及獨立研究機構等。會議中發表之論文包括: (1) 先進動力系統--電池技術、推進系統、氫氣、氣體燃料引擎及車輛等。(2) 燃燒技術與燃料--替代燃料、直噴汽油引擎技術、燃料噴射及噴霧探討、壓縮點火燃燒之混合控制技術、燃料及添加劑對汽柴油引擎之影響等(3) 控制技術及調校--動力系統驅動元件及感測器、控制及調校(4) 降低汙染排放--先進觸媒及基質(substrate)、排放汙染量測及測試技術、排汙控制(5) 潤滑劑與動力系統---曲軸箱、驅動系、引擎增壓系統、具燃油經濟性的潤滑劑發展探討。

各領域皆有最新之發展, 包括利用預混控制壓縮點火方式, 可使用較低煉製成本之油料如石油腦提升燃油經濟性; 柴油氧化性能的探討; 柴油噴射器內部積污之成因探討; 燃料中添加摩擦修飾劑, 藉由轉移至機油, 改善油耗性能; 低黏度車用潤滑油之研發及對磨耗可能的影響與改善; 氫氣引擎燃燒模擬; 在不使用微粒過濾器下, 燃燒的最佳化, 以降低 PM 排放; 車輛油料誤加的實務探討等研究結果, 除其方法可應用於燃料及潤滑劑外, 研究結果亦可供本公司研究、生產及行銷之參考。

關鍵詞: 燃燒技術、燃油經濟性、氧化性、柴油噴射器內部積污、低黏度機油

目次

一、 目的	3
二、 過程	3
(一) 行程概要	3
(二) 研討會議程與相關演講及論文摘要說明	3
三、 心得與建議	25
附錄 研討會議程及論文目錄	26-35

本文

一、目的

由於溫室效應影響地球氣候愈趨嚴重，各國無不致力於能源效率提升、發展替代能源、制定更嚴格的車輛排放、能耗及 CO₂ 標準。新興國家如中國大陸、巴西、印度等對於能源需求愈多，促使油價不斷提升，預計全球未來燃料需求亦不斷提高。近幾年頁岩氣的開採技術提升，使得氣體燃料的應用愈來愈廣，能源的供應亦愈來愈多元化。低排放及零排放車輛的技術發展，亦要求電池的效率、耐用性及安全性的提升。上述需求對於車廠、油公司、添加劑、材料、電池等公司而言，發展機會增加但任務更加艱鉅。本次會議發表之論文包括探討如何提升引擎效率、檢討引擎積污形成原因、在壓縮點火引擎上運用不同控制方式可使用多種不同之燃料、省能型低黏度潤滑油之發展、含生質燃料之柴油氧化穩定性之探討、氫氣引擎的發展、車輛油料誤加的實務探討、油電車電池技術探討等，藉由各層面的技術發展及交流，以達到提高能源使用效率、降低溫室氣體排放的目標，與本公司發展目標相符，可提供相當的參考價值。

二、過程

2.1 行程簡述

本次出國期間自 102 年 10 月 20 日至 102 年 10 月 24 日止共計五天。10 月 20 日由桃園國際機場搭乘華航 CI160 航班至韓國首爾，10 月 21 日至 10 月 23 日參加 SAE/KSAE 2013 Powertrain, Fuels and Lubricants meeting 研討會。10 月 22 日晚上至 Intercontinental Seoul COEX 參加 Lubrizol 公司贊助的歡迎酒會。10 月 24 日搭乘華航 CI161 航班返抵桃園國際機場。研討會會場在首爾市江南區的 COEX 會議中心，由於該處交通方便，設備齊全，常作為各種研討會及展覽場地。

2.2 研討會議程與相關演講及論文摘要說明

本次於韓國首都首爾市江南區 COEX 舉行之 SAE/KSAE 2013 Powertrains, Fuels and Lubricants meeting 研討會，參與人員來自韓國/美國等國政府官員、主要油公司及添加劑公司、車廠及引擎廠商、排放控制相關產業、大學與研究機構等。研討會除了同時在多個討論室口頭發表論文外，大會亦安排多場的 Keynote speech，由多位知名的產業界專家演講，亦在會場安排特定議題工作小組討論(workshop)。會場外有添加劑、引擎壓力感測器等廠商展覽攤位。

三天會期涵蓋的領域包括：

- 先進動力系統--電池技術、推進系統、氫氣、氣體燃料引擎及車輛等
- 燃燒技術與燃料--替代燃料、直噴汽油引擎技術、燃料噴射及噴霧探討、壓縮點火燃燒之混合控制技術、燃料及添加劑對汽油引擎及柴油引擎之影響等

- 控制技術及調校--動力系統驅動元件及感測器、動力系控制及調校
- 汙染排放--先進觸媒及基質(substrate)、排放汙染量測及測試技術、排汙控制
- 潤滑劑與動力系統--曲軸箱、驅動系、引擎增壓系統、具燃油經濟性的潤滑劑發展探討

研討會第一天由擔任韓國 KSAE 主席的延世大學教授 Dr. Kwang-Min Chun 主持，議程包括開幕式、頒獎及 keynote speech。由韓國產業通商資源部(MOTIE)產業政策官 Namyong Her 先生及美國 SAE international 主席 Dr. Don Hillebrand 致歡迎辭，並邀請及現代汽車董事長(president) Mr. Hae Kim 演講，講題為「From Evolution to Revolution : Powertrain developing strategy for clean mobility」。第二天 Keynote Speech 有兩場，一場為來自於 Corning Incorporated 之 Dr. Tim Johnson，演講之題目為「Emerging Emissions Directions and Challenges」。另一場 panel discussion 討論主題關於潤滑劑方面---「Energy-Efficient Lubricant Technologies for Energy Sustainability and Green Opportunity」，由本公司顧問董靜宇博士主持，探討有關新一代省油性車用機油發展。董博士演講題目為「Future Development Trends of Energy-Efficient Lubricant for Energy Sustainability and Environmental Opportunities」。另兩位 speaker 為來自 Staffordshire University 的 Dr Ian Taylor 與 MIT(麻省理工學院)的 Dr. Victor W. Wang。Dr Ian Taylor 介紹 Shell 公司在省能型潤滑劑的研發現況，Dr. Wang 則介紹在現代內燃機增進效能之潤滑劑配方。茲摘錄現代汽車 Mr. Hae Kim、Dr. Tim Johnson 及董博士之演講重點分述如下：

2.2.1 現代汽車 Mr. Hae Kim 演講摘要 (From Evolution to Revolution : Powertrain developing strategy for clean mobility)

- 1.全球汽車產業趨勢：包括溫室效應所帶來的問題、需要對溫室氣體進行減量；出現的新興市場、地區的多樣性(北美—舒適/自排，歐洲—動態性能、驅動系統效率提升、新興地區—便宜)；技術的改革、燃料價格及再生能源議題；人口往都市集中；法規要求改善改善油耗及降低 CO₂ 排放幅度平均每年達 5%。預測至 2020 年，車輛銷售量將增加 32%，但環境友善之車輛(如油電車、插電式電動車、電動車、燃料電池車) 將僅佔車輛銷售量之 5%。
- 2.車廠因應策略方向：包括動力系統之改進、使用替代燃料、電動化、未來朝燃料電池車發展但需有基礎設施配合設立。
- 3.汽油引擎發展趨勢：運用增壓系統，減少引擎大小(即降低排氣量)；可變汽門機構之設計，如 CVVL(連續可變汽門升程)、CVVD(連續可變汽門行程)、CVVT(連續可變汽門正時)；高負荷 EGR 之設計；中央噴入之直噴汽油引擎設計；減少摩擦損失、引擎熱量的管理；汽缸之去活化 (即低負荷時，某一缸不動作)。
- 4.柴油引擎發展趨勢：低溫部分預混燃燒(PPC)：共軌噴油(增加噴油壓力)、雙迴路(高壓+低壓)EGR 系統；少摩擦損失、引擎熱量的管理；先進後處理系統的改進。
- 5.變速箱之改革：低扭力軸承，雙離合器變速箱(DCT)，連續可變傳動(CVT)，多段式齒輪

組(6 速或 8 速排擋)。

6.替代燃料方面：LPG 引擎性能改善，FFV(彈性燃料車，可適用 E85)之研發，小型 CNG 車輛之研發，適用高含量生質柴油之車輛(如 B30)。

7.環境友善之車輛研發：現代汽車規劃一系列之研發方向，包括小型電動車、油電車及燃料電池車。

8.車輛駕駛與道路資訊結合：車輛感測器(照相機、雷達裝置、光學雷達)，車輛即時資訊(油耗、加減速、駕駛行爲、道路型態)，智慧型能源管理，巡航(GPS、電子地圖)，即時交通資訊(道路擁塞情況)，車輛對車輛及車輛對道路設施之資訊交換。

9.結語：

(1)到 2020 年爲止，傳統汽油車及柴油車仍扮演重要角色，預期藉由燃燒系統之改進、降低泵壓損失(pumping loss)、摩擦及熱損之減少等整體改善，將有助於提升 15%之效率。

(2)藉由車輛對車輛及車輛對道路設施之資訊交換，以降低 CO₂ 排放，其重要性將愈來愈高。

(3)油電車、電動車將是傳統驅動系與零排放燃料電池車之中間媒介，可以因應 2020 年以後油耗及 CO₂ 排放之要求。

(4)現代汽車之思考概念：未來車輛技術將由現有車輛技術改良『What thinking』轉變爲 Innovation from basics 之『Why thinking』。

2.2.2 Dr. Tim Johnson 之演講摘要 (Emerging Emissions Directions and Challenges)

1.未來 15 年之巨觀重點包括

(1)氣候及排放法規趨勢：立法者移向氣候變遷，證據愈趨明顯；排放汙染仍爲重要議題，尤其是熱點及開發中國家。

(2)能源趨勢：新的運輸燃料來源將會使燃料價格穩定，迫使發展溫室氣體(GHG)減量技術。

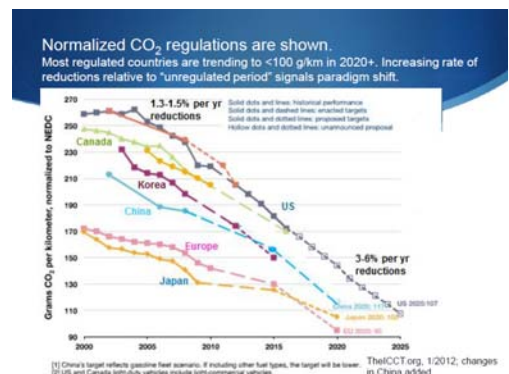
(3)對車輛的影響：新的技術主要在內燃機方面。

(4)新的引擎設計及策略更加省能及降低排放：使用內燃機及中度的油電車可以達到 US 2025 或歐洲 2020 的目標；重型車輛對於燃料及排放改善有急切的需求。

(5)新的排放汙染挑戰：Lean NO_x (低 NO_x)、較低溫度、較高的 CO + HC。目前有機會達到此目標。

2.背景-社會需求

(1) CO₂：全球排放達到歷史新高(400 ppm)，美、歐、日、中、韓等國致力於管制 CO₂ 排放，目標朝向在 2020 年以後達到 100 g/km 以下。(如右圖所示) 而美國 EPA 亦正考量訂定重型車在 2020 年以後之 CO₂ 排放管制標準。



- (2)運輸燃料：未來需求將轉移到開發中國家及柴油/航空燃油。液體燃料來源將多元化，尤其是非傳統來源比重將在 2040 年提高到 50%，對於油價將有穩定作用。天然氣的萃取方法(頁岩氣)已使氣體庫藏量增加 80%以上，將取代原油成爲未來主要燃料。
- (3)燃料品質：汽柴油各成分對排氣污染有不同程度之影響，如表 1 與表 2 所示(source: ICCT)

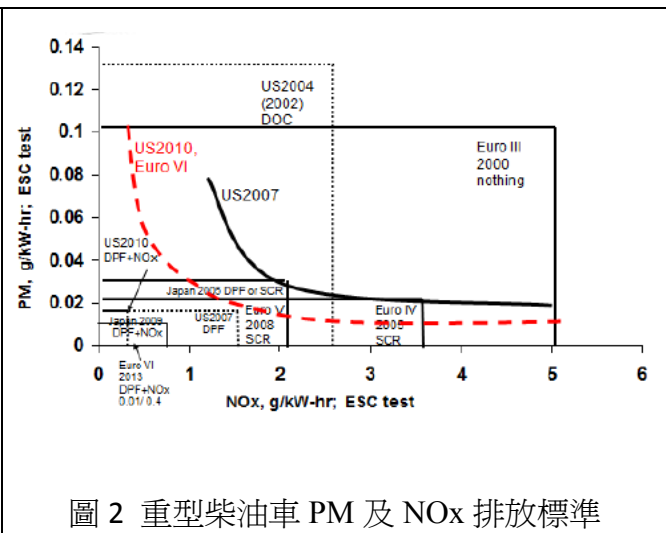
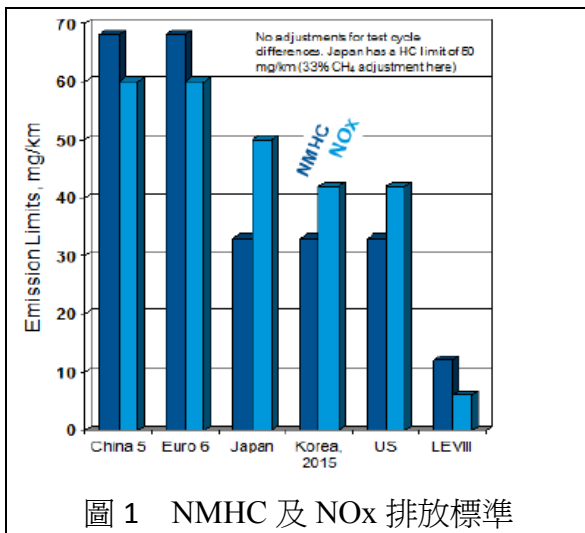
Gasoline					
Gasoline	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5/6
Lead ↑	CO, HC, NO _x ↑ as catalyst is destroyed				
Sulfur ↑	CO, HC, NO _x , SO ₂ , SO ₃ ↑				
Olefins ↑	Increase in HC for Euro 3 and higher vehicles, and higher HC reactivity. NO _x ↑				
Aromatics ↑	Increased exhaust benzene				
Benzene ↑	Increased exhaust and evaporative benzene				
Ethanol ↑ <3.5%	Minimal effect with new vehicles equipped with oxygen sensors, adaptive learning systems				
MMT ↑	Catalyst Plugging				
RVP ↑	Increased evaporative and exhaust HC Emissions				
Deposit control additives ↑	Potential HC, NO _x emissions benefits				

表 1 汽油成分與排氣污染關係

Diesel					
Diesel	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5/6
Sulfur ↑	SO ₂ , PM ↑	If oxidation catalyst is used, SO ₃ , SO ₂ , PM ↑		If DPF, LNT, SCR, 50 ppm needed, 10 ppm ideal	
Cetane ↑	Lower CO, HC, benzene, 1,3 butadiene, formaldehyde & acetaldehyde				
Density ↑	PM, HC, CO, formaldehyde, acetaldehyde & benzene ↓, NO _x ↑				
Volatility ↑	NO _x , HC increase, PM, CO decrease				
Polyaromatics ↑	NO _x , PM, formaldehyde & acetaldehyde ↓ but HC, benzene & CO ↑				

表 2 柴油成分與排氣污染關係

- 汽油硫含量在美國約 6 - 81 ppm，中國主要城市 < 40 ppm，鄉村地區則在 150ppm 以下。
- (4)排氣污染：PM2.5 在開發中國家爲主要議題，而臭氧則在人口聚集的都會區之濃度則偏高。此外毒性排放物 NO₂ 及微粒在道路之濃度爲其他地區之 2~5 倍。其中，微粒更是最毒的成分。因此，立法者持續加嚴排放標準，例如美國將訂的 Tier 3 (LEV III) 排放上限僅爲 Euro 6 的 1/10，如圖 1 所示。重型柴油車 PM 及 NO_x 排放標準亦愈趨嚴苛，如圖 2 所示。



氣候變遷議題變得愈重要，而車輛要通過 CO₂ 排放標準將比現有法規排放項目(CO, HC, NO_x, PM 等) 愈困難。

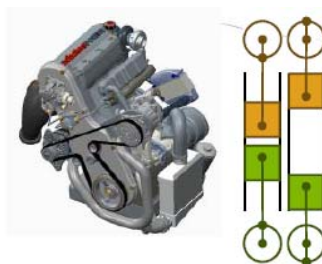
3.引擎發展方向：

- (1)預測在 2~3 年內，在動力系統的改進即可降低 10%的 CO₂ 排放。

a. Mercedes 發表的第三代 lean-GDI 在不同車速狀況下，可降低油耗達 11~25%。

b. Bosch 的 DHEV (柴油電動車)在 NEDC 行車型態測試,可以較同排氣量之引擎車輛減少 20% CO₂。

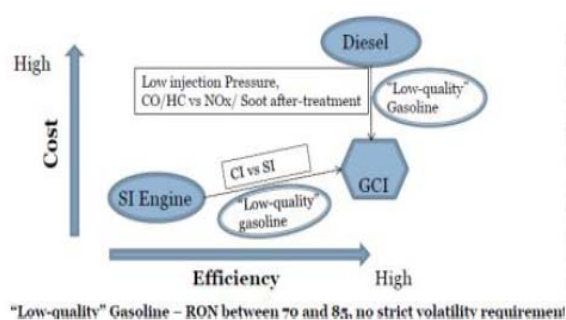
c. 對向活塞(opposed piston)引擎(如右圖所示),應用在輕型柴油車上,可降低 77% NO_x、13%油耗。EcoMotor 公司開發之 OP2S 引擎預計在 2014 年開始生產,年產量可達 15 萬輛。(Achatas, SAE HEE Symposium 4-13)



d. 專用 EGR 之方法正在開發中,可使用低辛烷值油料,降低油耗達 12%。(SwRI, SAE HEE Symp. 4/13)

e. Delphi 運用汽油直噴、壓縮點火(gasoline direct-injection Compression Ignition)的概念在多缸引擎上,展現像柴油引擎的油耗(較傳統引擎省油達 50%),且 PN、NO_x 及噪音亦低,而在高排氣溫度之高 HC 排放仍屬合理。(SAE 2013-01-0272)

汽油壓縮點火(GCI)引擎能夠使用較有效率的燃料(柴油在煉製上有較高之 CO₂ 排放),並可減緩長期柴油需求增加之問題。(SAE 2013-01-0267) 其 CO₂ 排放較傳統柴油引擎低,NO_x 及 PM 則相近,整體 WTW CO₂ 排放亦低。(如右圖所示)



f. 在重型柴油車方面,deNO_x (去除 NO_x) 亦即 deCO₂(去除 CO₂)。Cummins 表示,NO_x 轉化效率達 98%之 SCR (選擇性觸媒還原裝置),可促使較低 EGR 之運用更有效。

Cummins 在引擎設計上,進行各部位功能的改善措施後,制動熱效率可達 51.5%。

g. 重型柴油引擎的新設計概念為使用 RCCI 的方法,可以達到 55%之制動熱效率。(RCCI 全名為 Reactivity Controlled Compression Ignition,反應性控制壓縮點火。由美國威斯康辛大學所研發。可以用兩種不同反應活性的燃料搭配,使用在柴油引擎,如汽油+柴油、乙醇+柴油、汽油+汽油(需添加十六烷值增進劑)。其作用方式為先噴入反應活性較低之燃料(如汽油),使其與空氣、EGR 先進行混合。之後再單次或多次噴入活性高的燃料(如柴油)使啟動點火。其優點為提高效率、降低 NO_x 及 PM、降低後處理系統之需求與成本、不使用後處理系統但可符合 US 2010 排放標準。

h. 排放系統的挑戰: 在排氣溫度 150 °C,轉化效率需達到 90%之要求。包括 TWC(三元觸媒轉化器)、DOC(柴油氧化觸媒)、LNT(Low NO_x Trap, 貧油 NO_x 捕集器)、SCR(選擇性觸媒還原)。

2.2.3 董靜宇博士之演講摘要(Future Development Trends of Energy-Efficient Lubricant for Energy Sustainability and Environmental Opportunities)

1.對機油之影響因素:

(1)車廠對低黏度機油之需求;極低摩擦之塗料應用在動力系統之元件上;可變汽門機

構其機油流率需要提高，使得機油停留時間短，產生空蝕的風險增加。

- (2)直噴汽油引擎：微粒及燃料進入機油中。
- (3)增壓型汽油引擎：除上述因素外，機油油溫升高(渦輪軸承有產生焦炭之可能)
- (4)汽油引擎電動車：引擎速度降低、時開時停。
- (5)LPG, CNG 及甲醇燃料：不同污染物進入機油中。
- (6)高生質柴油含量之情形：在柴油後噴之情況下，增加機油稀釋之情形。機油黏度降低、增加引擎磨損，時常行駛市區情況下、會有降低換油里程之需求。

2.低磷高鉬之配方讓未來能繼續前進。(LPHM: Low Phosphorus High Molybdenum)

- (1)使用 LPHM 配方在現有 GF-5 機油要求之引擎試驗結果—較佳之氧化穩定性及省油性能、提供高溫積污控制力、提供良好之抗磨損功能、較少油泥產生。
- (2)在 10 萬英哩計程車實車試驗結果，展現比傳統 GF-5 機油有更佳的省油性能(5-6%)，而在排氣系統之觸媒上，磷之殘留量僅為傳統 GF-5 機油之 1/4。

2.2.4 研討會發表之論文摘要

2.2.4.1 柴油氧化穩定性能：比較性的探討

Diesel Fuel Oxidation Stability: A Comparative Study (SAE 2013-01-2678)

柴油氧化穩定性試驗是用來評估柴油長期儲存的穩定性能，目前使用的方法有 3 種: ENISO 12205, EN 15751(Rancimat) 及 EN 16091(PetroOxy)。其共同特性為試驗溫度逐漸升高，同時加入空氣或氧氣，加速燃料的氧化，以加速試驗的進行。目前討論者為何種試驗方法較能代表實際的狀況。亦建議這些氧化穩定性試驗方法可以用來估計燃料熱穩定性。在許多情況下，試驗結果與實際情況之關係並不清楚。

本文探討以上述三種方法評估多種燃料，包括 EN590 的夏季與冬季之 B0 柴油和 B7 柴油、B30、EN590+30%HVO(氫化植物油)、100% HVO、WWFC Cat.4 柴油、瑞典 class 1 柴油等之氧化穩定性能，以及十六烷增進劑的影響。同時亦使用 Peugeot DW10 共軌供油引擎進行試驗，以評估燃料在實際使用狀況下的熱穩定性與品質的改變。

引擎試驗過程並未發現這些測試燃料的氧化穩定性有劣化情形，反而在燃料處於高溫、高壓的燃料噴射系統之後，包括 PetroOxy、 Δ TAN 及過氧化物等氧化穩定性試驗反而有較佳的結果，在引擎試驗前後所作的 ENISO 12205 與 13 週儲存試驗則無明顯差異。

Cook 等人研究發現使用 EN 15751 的方法並無法區分實際有問題油料，另外的研究則顯示，柴油若含不穩定成分的生質柴油，會促使積汙的形成，這也是發展新氧化穩定性方法的原因之一。

柴油氧化穩定性劣化可由多個方面表現，包括顏色的變化、在不溶物的沉積形成後所造成的膠質或微粒的產生。溫度、氧氣及儲存時間在燃料穩定性方面扮演重要角色。高溫、高含氧量、光照或延長儲存時間皆易促進燃料的氧化。有些金屬如銅也會加速燃料的老化。一

一般而言，燃料的穩定性圖像相當複雜。每個燃料皆有其特定的氧化機制。燃料的煉製方式與操作嚴苛度(溫度/壓力等)皆會影響其穩定性。極性的雜環化合物(heterocyclic compound)亦會造成穩定性的劣化。然而，大部分的研究皆同意燃料的不穩定性可歸諸於被氧化或自動氧化之反應，而過氧化物為碳氫化合物初期的氧化產物。氧化產物的成核(nucleation) 和結塊(agglomeration)在儲存期間會造成沉積物的形成。

可以用三個自由基的反應來說明這個氧化過程：啓動、繁殖(傳播)、終止(結束)。

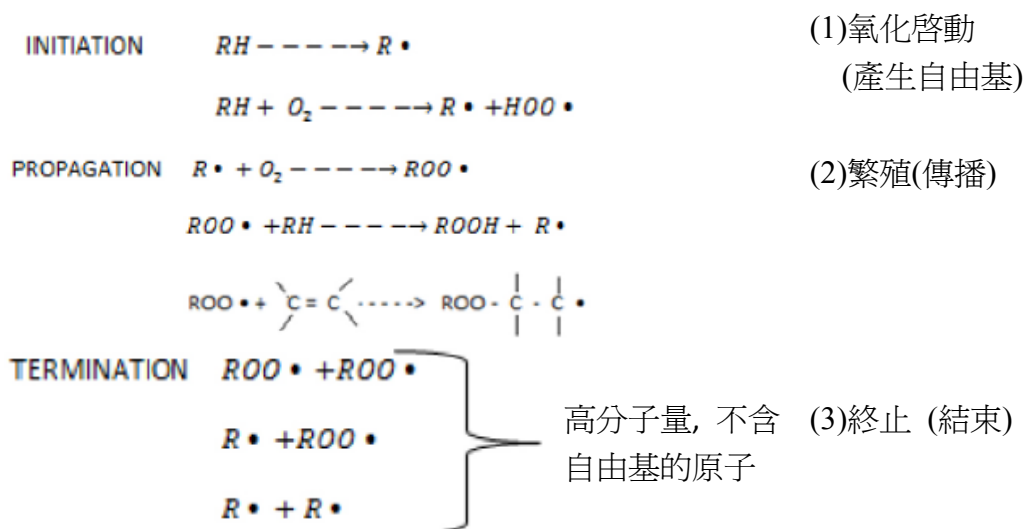


圖 3 燃料的氧化反應過程

抗氧化劑能和自由基反應，抑制繁殖的過程。其次，他們能分散沉積的塊狀物，防止堵塞濾清器。使用在柴油之氧化劑如位阻酚或胺。

燃料穩定性議題可分為兩類:

- (1)長期儲存穩定性：車用燃料的儲存設施或非路用機械長期未使用。
- (2)熱穩定性：現代燃料噴射系統(高溫, 高壓)及車輛油箱。

上述兩者需要不同的測定程序及限值以確保實際使用時的良好操作性及耐久性。

測試方法主要有 ENISO 12205 和 EN 15751(Rancimat) 。EN 16091(PetroOxy) 則在評估中。

目前使用中之氧化穩定性測定方法簡介如下：

- (1)ENISO 12205 ：試驗油樣 350 c.c.，測試溫度 95 °C、通入氧氣 3L/h，測試 16 小時，樣品冷卻後以濾紙過濾，測濾出的不溶物重量。EN590 規範為 25 g/m³ 上限。此法類比於 ASTM D2274。
- (2)EN 15751(Rancimat)：適用於含 2~7% FAME 之柴油及 100% FAME。亦即，此法不適用於含 2% FAME 以下之柴油。試驗油樣 7.5 g，測試溫度 110 °C、空氣以流量 10L/h 通入油樣中，並導引油樣瓶上方之空氣到蒸餾水中，量測蒸餾水的導電度。此法是基於氧化物進入蒸餾水中，會增加蒸餾水的導電度。EN 590 規範為含 2~7% FAME 之柴油至少 20 小時。純 FAME 油料為至少 8 小時。

- (3)EN 16091 (PetroOxy)：試驗油樣 5 c.c.，測試溫度 140 °C、通入 700 kPa 之氧氣。氧氣壓力突然下降之時間，即為測試值。以此法所測之柴油氧化穩定性，其通過限值正在討論中。測試值愈高表示此油樣之氧化穩定性愈佳。
- (4)TAN (ISO 6619)：此法係用來測定石油產品、含 FAME 油料及潤滑劑中的酸性化合物。(酸價)
- (5)Delta TAN (mod EN ISO 12205)：此法係基於 EN ISO 12205 的方法。量測油樣試驗前後 TAN 的差異，即為測試結果。其測試溫度則較 EN ISO 12205 高(115 °C vs. 95 °C)。當酸價增加，代表油樣中存在酸性的氧化物。此法是用在日本 B5 規範中，而在第五版的 WWFC 中，亦建議通過上限值為 0.12 mg KOH/g。
- (6)穩定度 C (基於杜邦 F 8-81 之方法)：燃料處於 50°C 的黑暗環境，瓶口打開、放置 13 週。量測試驗開始、6 週後及第 13 週後之顏色和不溶物含量。此 13 週之測試結果可代表存放一年的情況。
- (7)微粒法 (IP 564)：此法係測定燃料中分散的微粒數，微粒粒徑分布範圍 4µm~30µm。可測定之最大值為 40,000/ml 樣品。微粒數之分類是根據 ISO 4406。WWFC 第 4 版有提到此方法，第五版之第五級柴油依據 ISO 4406 分類為 18/16/13。(註: 18 表示微粒數 1300-2500 個/ml、16 為 320-640 個/ml、13 為 40-80 個/ml)
- (8)過氧化物法(ASTM D3703)：過氧化物為燃料持續氧化的指標，此法是以過氧化氫和碘化鉀反應，釋出元素碘。之後，碘以硫代硫酸鈉滴定，測定結果以 mg H₂O₂/kg 樣品表示。

測試燃料：共有 9 種，EN590 B0、EN 590 B7、B30、EN 590 +30%HVO、100%HVO、SC 1(瑞典環保級柴油)、WWFC cat 4、EN590 B0+30 ppm AO(抗氧化劑)、EN590 B0+1500 ppm EHN(十六烷增進劑)。

測試引擎: Peugeot DW10 (2L 共軌噴射柴油引擎), 最大供油壓力 1600 bar, 無 EGR 及 DPF & 運轉條件:每個 engine cycle 為 1 小時, 最高速度及負荷為 4000 rpm、約 250 N-m run 4 warm-up + 4 test cycle + 2 Idle + 2 Hot soak, 總共 run 5 小時 16 分

氧化穩定性測定方法: ENISO 12205, EN 15751(Rancimat) 及 EN 16091(PetroOxy)。其中 EN 15751 僅能用在 B2 以上柴油，因此僅 B7 及 B30 兩支油料可以測。

測定時機：引擎試驗前後。

測試結果及討論：

- (1) ENISO 12205 與 PetroOxy 之關係薄弱。ENISO 12205 測定值皆在 2 g/m³ 以下，而試驗方法之不確定度為 3-7 g/m³，因此所有之結果無統計上差異。

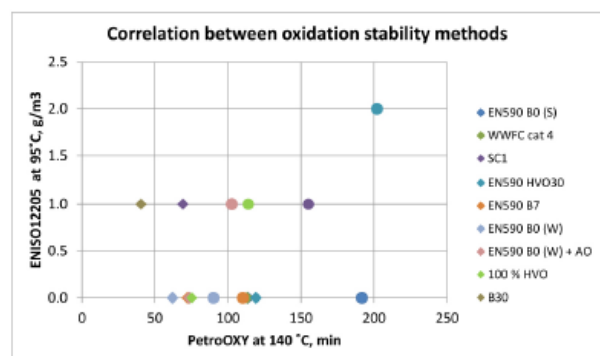


圖 4 ENISO 12205 與 PetroOxy 之數據關係

(2)EN 15751 與 PetroOxy 則有良好之相關性，但因數據僅有 3 組，較不足以用來做統計分析。

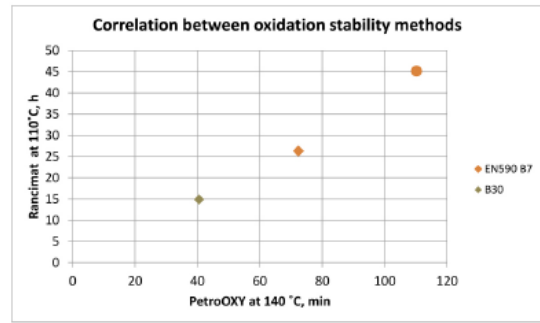


圖 5 EN 15751 與 PetroOxy 數據關係

(3)PetroOxy 與 delta TAN 無明顯相關性。

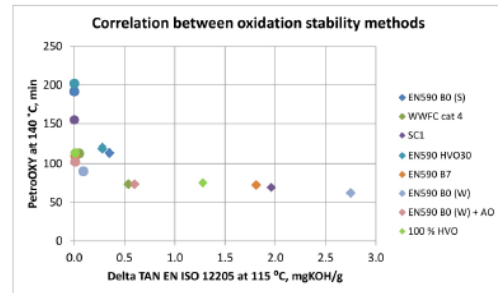


圖 6 PetroOxy 與 delta TAN 數據關係

(4)油料添加 cetane Improver (2-EHN, 2-Ethylhexyl nitrate)之氧化性能評估：由於 2-EHN 在 110°C 會分解，因此，添加濃度愈高，其 PetroOxy (140 °C)之測定值愈差。但可添加抗氧化劑改善。

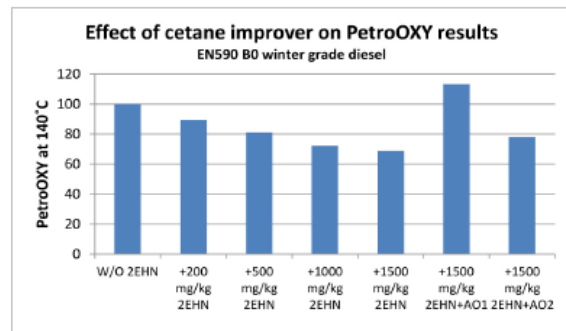


圖 7 油料添加 cetane Improver (2-EHN, 2-Ethylhexyl nitrate)之氧化性能評估

(5)以穩定度 C 之方法評估引擎試驗前後之氧化穩定性

a.測定 B0, B7 及 B0+30%HVO 在引擎試驗前後之穩定度

b.顏色，外觀及不溶物皆無變化，顯示這三種燃料以此法測定，具有良好之儲存穩定性。

(6)引擎試驗之相關油溫量測

a.噴射器(injector) 回流管線溫度：最高為 110 °C (約略在引擎最高速度及負荷情況)

b.噴射泵浦(pump) 回流管線溫度：最高為 80 °C (約略在引擎最高速度及負荷情況)

c.油箱溫度：最高為 60 °C

(7)引擎試驗前後之穩定性測試

a. ENISO 12205: 各燃料無變化

b. EN 15751: 僅測 B7, 引擎試驗後有較佳之結果

c. PetroOxy: 引擎試驗後，各燃料反而有較佳之結果

d.TAN: 引擎試驗前後除了 B7 增加 TAN 外，其他燃料大致未變化。

- e. Delta TAN: 引擎試驗後, 各燃料反而大幅下降. B0+2-EHN 有最高之測定值 (2-EHN 會分解)
- f. 微粒法: 各燃料在引擎試驗前後僅有微幅變化, 且均低於 WWFC cat. 4 柴油之微粒上限.
- g. 過氧化物法: 引擎試驗後, 各燃料測定值減少
- a. 密度, 黏度及十六烷值未明顯改變

(8)引擎試驗前後之物化性

討論: 各燃料在引擎試驗後氧化穩定性有改善, 可能之理由為這些燃料與氧之反應'活性高, 在引擎試驗階段, 已被氧化且被引擎燃料濾清器所蒐集或已經可溶於燃料中.

未來可能探討: 在進行引擎試驗時, 量測燃料濾清器之壓力變化、濾清器所蒐集之不溶物成分以及用氣相層析法分析引擎試驗前後燃料之詳細組成。未來需發展新的氧化穩定性試驗方法, 使試驗結果能和實際使用之穩定性有良好之相關性。並建議穩定性試驗方法分為兩類 (1)長期儲存穩定性 (2)熱穩定性. 而新開發方法須能辨別出在實際上有良好氧化穩定性之燃料。

2.2.4.2 引擎機油性質對渦輪增壓器壓縮機之含有 soot 的積汗形成的影響

Influence of Engine Oil Properties on Soot Containing Deposit Formation in Turbocharger Compressor (SAE 2013-01-2500)

由於要改善油耗性能、降低 CO₂ 排放所採用之渦輪增壓系統, 因為渦輪處在高溫情況下 (EGR), 渦輪內的機油容易產生含碳灰(soot)的積汗, 將進一步導致渦輪效率降低。一般因應方法為限制增壓的壓力或限制 EGR 之使用, 但會影響馬力與效率。本文探討機油形成積汗之根本原因, 以柴油引擎在不同操作條件下運轉, 探討機油品質及劣化之影響。結果證實--機油的揮發性影響積汗的形成, 進一步可用較適當之機油配方使渦輪可在高溫下運轉且具有較佳之積汗控制能力, 維持較高的渦輪效率。

試驗用引擎為 Toyota 之 1KD-FTV 引擎, 排氣量 2982 c.c.、125 KW 及 352Nm, 具有單一可變幾何之渦輪增壓器(VGT), 符合歐盟 4 期排放法規標準。試驗條件選用最大額定馬力, 此時有最大之機油量自 PCV 流入, 在 20 小時試驗期間, 引擎機油維持在滿的位置避免流入 PCV 之量不足。在空氣濾清器入口處以加熱器進行加溫, 使進氣溫度提高, 並控制壓縮機出口端溫度。試驗用機油選用市售 SAE 0W-30 等級機油, 先在其他引擎試驗預先劣化, 以便在此試驗產生最大量之碳灰。試驗後機油品質如表 所示, 機油 A 與 B 內含有固體積汗。圖 顯示有積汗及無積汗之渦輪壓縮機。由機油分析與積污狀況無法關聯出黏度、黏度指數及 NOACK 揮發試驗之關係。再由新機油與試驗後機油作 IR 元素分析, 顯示元素成分比例無明顯變化。接下來繼續探討機油揮發性與積污關係, 使用氣相層析儀(GC)來分析新機油及渦輪內之積污, 如圖 與圖 所示, 顯示揮發性較高之機油較易形成在渦輪上形成積污。進一步探討其蒸餾溫度在 496°C 以下之成分, 顯示易形成成積污的機油有較多之高揮發性成分。圖 顯示預測之積污形成機構。由 PCV 之機油油霧粒子尺寸分析, 主要集中在 1µm 之大小。若油滴為 1 mm, 分解成 1µm 粒子, 比表面積將增加 1000 倍。作者再用 5 支 SAE 0W-30 新的機油 Run 試驗引擎 80 小時, 壓縮機出口端維持 190°C, 每 20 小時更換渦輪組。以及 3 支

SAE 0W-20 機油 Run 試驗 80 小時。由試驗結果可以推論出：在 496°C 以下之成分在機油中比例控制在 69% 以下，縱使渦輪增壓器之壓縮機入口溫度達 190°C，仍有維持壓縮機較少之碳灰積污狀況。

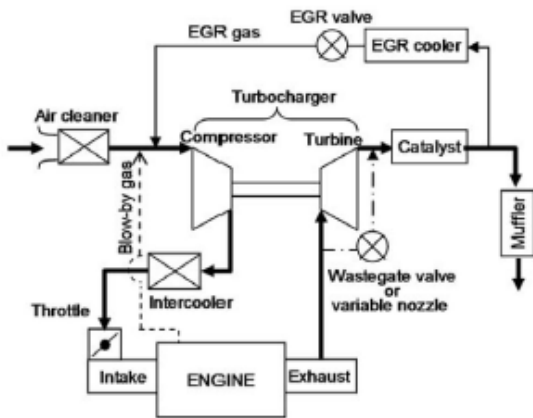


Figure 2. LPL-EGR system.

圖 8 低壓迴路(LPL-EGR)廢氣再循環系統運用在渦輪增壓上

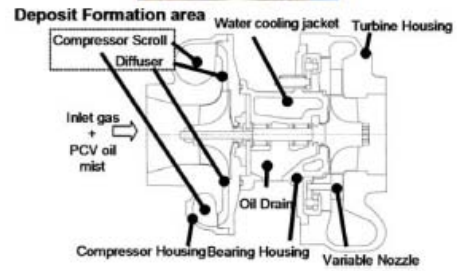


圖 9 渦輪增壓器之壓縮機積污形成位置

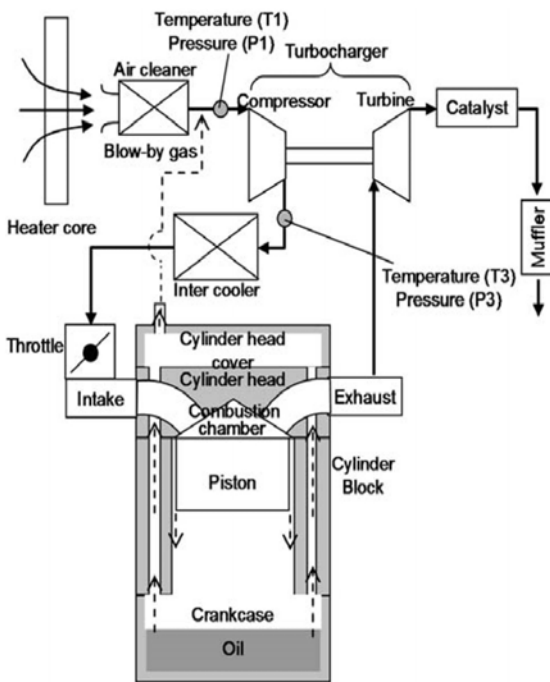


圖 10 引擎試驗裝置

Oil	A	B	C	D	E
Viscosity@40°C (mm ² /s)	57.7	73.6	72.0	70.8	67.3
Viscosity@100°C (mm ² /s)	10.2	12.1	12.2	11.9	11.9
Viscosity index	167	162	167	165	175
NOACK (wt%)	14.1	9.2	10.2	7.7	5.8
Deposit formation	Yes	Yes	No	No	No

表 試驗用市售機油試驗後品質分析



圖 11 有積污的渦輪壓縮機：左為擴散器，右為壓縮機出口

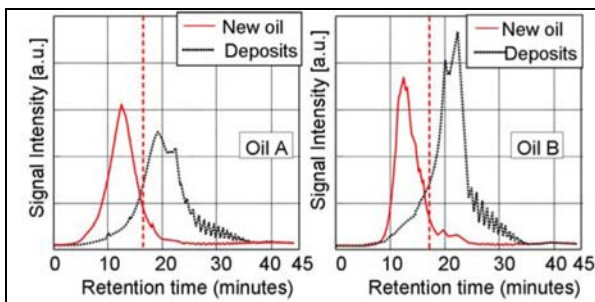


圖 12 會形成積污之機油 A 與 B 之 GC

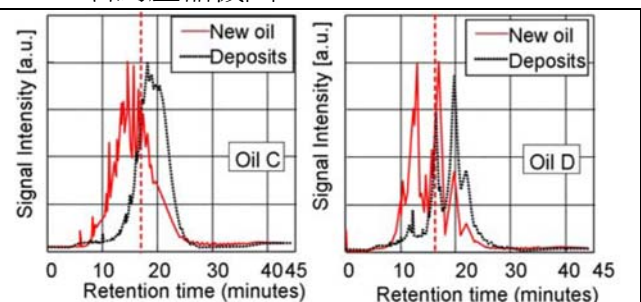
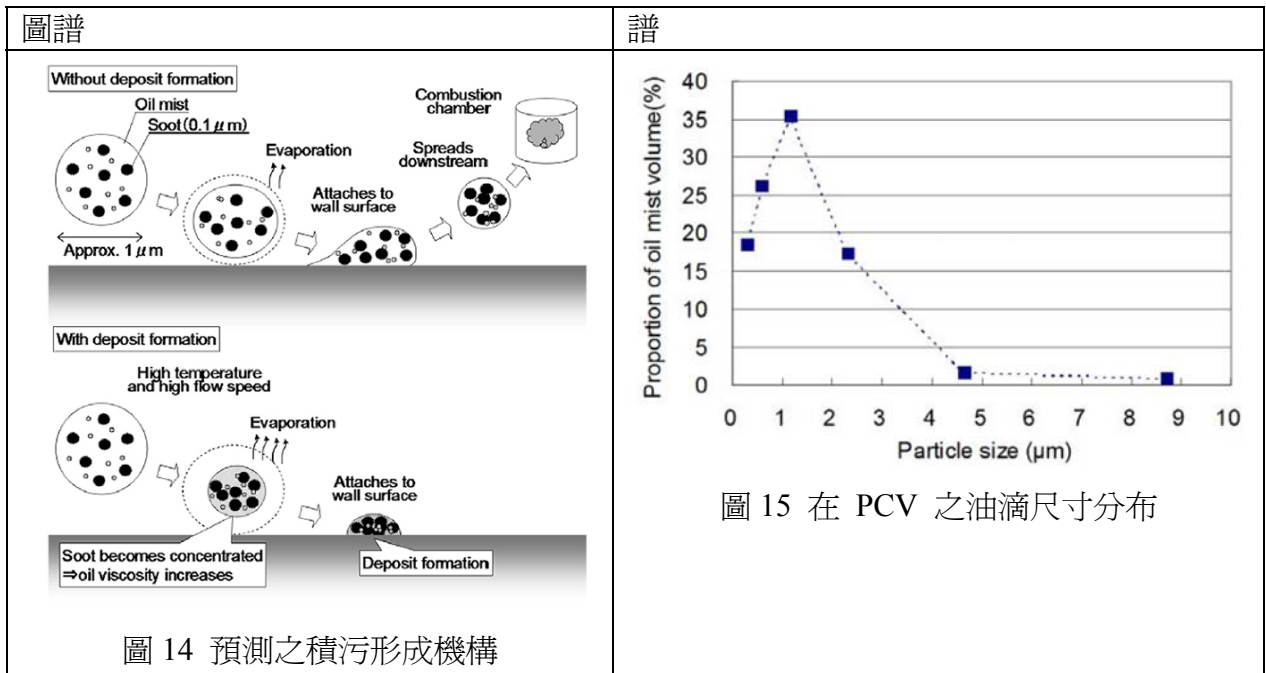


圖 13 不會形成積污之機油 C 與 D 之 GC 圖



2.2.4.3 加錯油:如果汽油加到柴油車上, 或是汽油加到柴油車上?

(Misfueling: What if Gasoline is Fueled into a Diesel Car and Vice Versa?)

本文作者以芬蘭油品市場上所供應的 95E10、98E5、E85、柴油、尿素水等供油種類，探討幾種誤加油或刻意加不同油品到車上的事件，並對可能產生之結果作一整體性的探討，摘要如下：

依照德國車輛使用者協會(ADAC)統計，在德國加錯油的事件每年發生約 5000 次，其中大約有 3500 次為汽油誤加到柴油車上(德國柴油車約 1000 萬輛，以每車每年加油 30 次估計)。以 Neste Oil 所處理的加錯油案件推算，芬蘭每年發生約 400 次汽油誤加到柴油車之事件。

誤加油可能發生在幾種狀況：一個家庭擁有汽油車及柴油車，或開租用車在不熟悉語言的地區加油。而以前可由噪音及引擎振動不小的狀況來判斷所開的為柴油車，現在柴油引擎技術的改良，使得小型柴油車與汽油車之震動及噪音相差無幾。亦有刻意加不同油品之情況：如在冬天柴油車加汽油，試圖改善冷車操作性。有些國家或地區的柴油比汽油便宜許多，會添加一些柴油以節省油費。在加油槍口徑方面，歐盟汽油車加油口為直徑 22mm，而搭配的汽油加油槍之口徑為 21.3mm，柴油加油槍為 25mm。因此，柴油加到汽油車之狀況比較少。

在加錯油對於油品特性及車輛影響方面，分為兩大部分討論：

(1)汽油加到柴油中：

- a.冷濾點(CFPP)及混濁點(Cloud point) 降低：如圖 16 所示，CFPP 降幅較大。
- b.閃火點降低：加入 0.5%汽油即降低閃火點近 20°C，如圖 17 所示。會有儲存安全性問題。
- b.十六烷值降低：汽油十六烷值約小於 10，柴油中加入 5%汽油會明顯降低十六烷值，引擎運轉不順，產生噪音。

- c.蒸餾曲線：整體蒸餾曲線下降，如圖 18 所示。輕質的汽油成分易蒸發，會在燃料管線產生氣泡，導致輸出馬力降低、或在燃料管線造成磨損或空蝕現象。
- d.潤滑性降低：摻入 10%汽油會增加 HFRR 磨耗量達 60~70 μm ，如圖 19 所示，HFRR 測定時之溫度為 60 $^{\circ}\text{C}$ 。因油品含汽油，將 HFRR 測定溫度降為 25 $^{\circ}\text{C}$ ，以策安全，如圖 20 所示。
- e.黏度降低：摻入汽油達 15%時，油品黏度下降達 1 mm^2/s 。如圖 21 所示。
- f.摻入汽油之整體風險影響如圖 22 所示，摻汽油比例達 5%以上，引擎即無法啟動，須將油換掉，否則會影響噴油系統或引擎性能，且維修費亦相當昂貴。

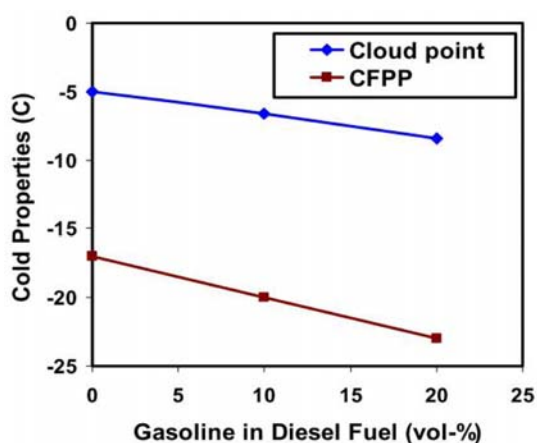


圖 16 柴油中摻入少量汽油對 CFPP 及 Cloud pt 之影響

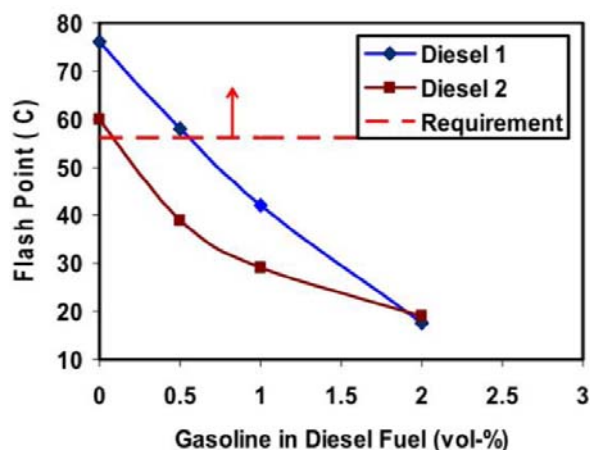


圖 17 柴油中摻入少量汽油對閃火點之影響

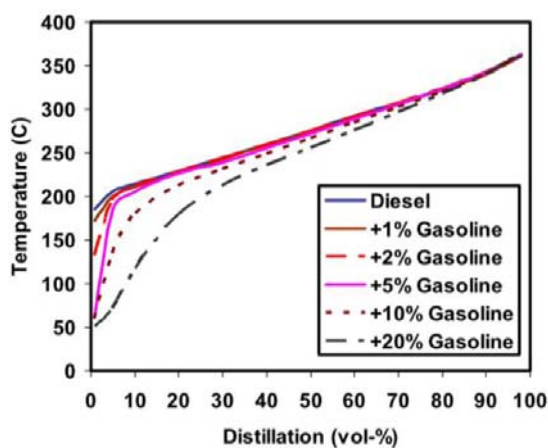


圖 18 柴油中摻入少量汽油對 CFPP 及 Cloud Pt 之影響

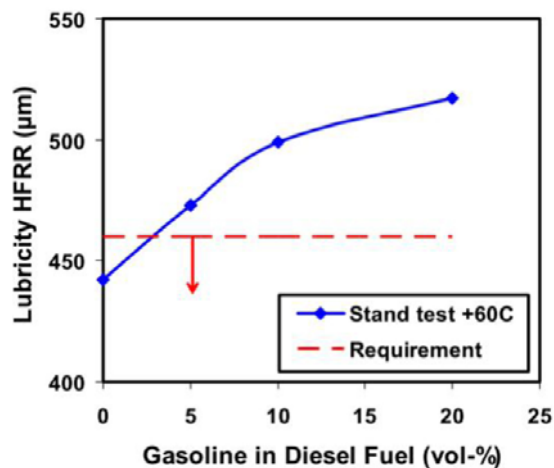


圖 19 柴油中摻入少量汽油對潤滑性之影響 (紅虛線表歐盟柴油潤滑性需 $\leq 460 \mu\text{m}$)

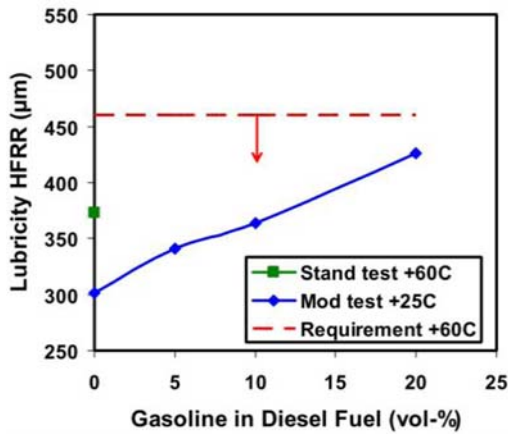


圖 20 柴油中摻入少量汽油對潤滑性之影響 (因樣品中含有汽油，HFRR 測試溫度由原訂之 60°C 降為 25°C，以策安全。)

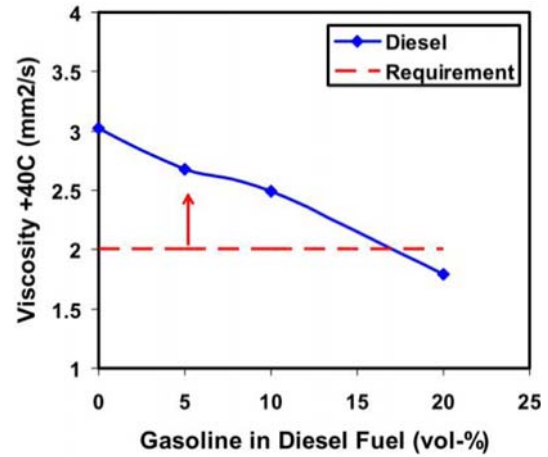


圖 21 柴油中摻入少量汽油對黏度之影響

Gasoline in Diesel Fuel		0 %	1 %	5 %	10 %	20 %
Flammability		Green	Red	Red	Red	Red
Vapor bubbles		Green	Yellow	Red	Red	Red
Lubricity		Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Viscosity		Green	Green	Green	Yellow	Red
Cetane number		Green	Green	Yellow	Red	Red

圖 22 少量汽油摻入柴油之物化性影響 (黃色-依柴油特性而定，紅色-嚴重風險)

(2) 少量柴油加到汽油中：

- a. 辛烷值降低：柴油辛烷值相當低，接近 0 (本研究未測定避免損害 CFR 引擎) 影響汽油引擎之燃燒。
- b. 蒸餾曲線：如圖 23 所示，增加終沸點及蒸餾殘餘值，造成燃燒不完全，且會通過活塞環間隙流入機油箱，造成機油稀釋問題。
- c. 摻入柴油之整體風險影響如圖 24 所示。

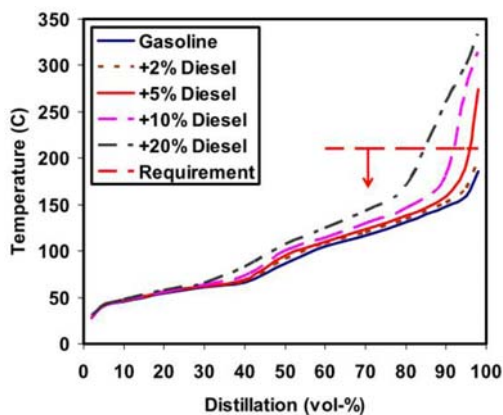


圖 23 汽油含少量柴油對蒸餾曲線影響

Diesel Fuel in Gasoline		0 %	1 %	5 %	10 %	20 %
Engine oil dilution		Green	Red	Red	Red	Red
Running problems		Green	Green	Yellow	Red	Red
Catalyst and lambda sensor issues		Green	Green	Red	Red	Red
Octane number		Green	Green	Red	Red	Red

圖 24 少量柴油摻入汽油之物化性影響 (黃色-依汽油特性而定，紅色-嚴重風險)

(3)95E10 加到使用 98 或 E5 相容的車輛：95 汽油加到原使用 98 氣油的車輛上，由於現代的車輛皆裝有 Knock Sensor，不會引起爆震問題。加 E10 汽油到 E5 相容的車輛上，短時間不會造成問題，但長時間對於彈性體或輕質金屬部分(銅/鋅)可能會造成危害。

(4)98E5 加到原使用 95 之車輛：基本上無問題。

(5)E85 加到柴油車中：與汽油誤加到柴油車內情況類似。酒精與柴油相溶性差，兩者會分層，上層酒精可能會進入噴油系統及引擎中。

(6) E85 加到一般汽油車中(非 FFV)：空燃比會偏向貧油燃燒使得 Lamda sensor 補償量不足，亦會損壞引擎。且高含量乙醇之 E85 對於彈性體或輕質金屬部分(銅/鋅)危害更大。

(7)尿素水加到柴油中：尿素水含 68%之水，與柴油會形成分層沉降油箱底部。若此部分進入噴油系統，將有嚴重腐蝕性問題，亦會降低油品之潤滑性，引擎亦無法燃燒。

2.2.4.4 含生質柴油之油料氧化後對潤滑性之衝擊研究

(Impact of Oxidation on Lubricating Properties of Biodiesel Blends)

本研究以六種不同料源精煉之蔬菜油：包括棉花籽油(CO)、葵花油(SUNO)、芝麻油(SEO)、棕櫚油(PALO)、橄欖渣油(POMO)及高芥酸含量之菜籽油(HEAR) 產製生質柴油，並分析其脂肪酸組成。以 7%比例摻入柴油，使其符合歐盟 EN590 之 B7 油品規範。B7 之氧化穩定性測定使用 EN15751 及 EN16091(ASTM D7545)。EN 16091 即為快速小型氧化測定儀(RSSOT)之方法，待測油樣放置瓶中，室溫下通入 700 kPa 之氧氣後，加熱至 140°C，觀察瓶內壓力下降情形，當壓力由最大值下降達 10%時，即為 Induction time。本研究使用 EN16091 之方法將此 6 種 B7 柴油進行高溫氧化，然後蒐集氧化後之樣品進行傅立葉紅外光譜分析及 HFRR 試驗。

試驗結果，在生質柴油氧化性方面，EN15751 及 EN16091 對 6 種 FAME 及 B7 之測定值趨勢相似，氧化穩定性趨勢為 SUNME \approx COME < SEME \approx HEARME < POME < PALME，即葵花油甲酯及棉花籽油甲酯之氧化穩定性最差，如圖 25 所示。探討 FAME 成分與氧化穩定性之關係，可發現 linolenic (亞麻酸, 十八碳三烯酸) < linolenic (亞油酸, 十八碳二烯酸) < oleic (油酸, 十八碳烯酸)。EN15751 及 EN16091 之檢測結果趨勢類似。亞麻酸在氧化過程中會形成過氧化氫，極為不穩，很容易再在分解為二次氧化物。依據歐盟 B100 之規範，僅有 POME 及 PALME 在未加抗氧化添加劑情況下，能符合氧化性至少為 8 小時之要求。此外，柴油添加 7%不同之 FAME，其樣品之氧化性趨勢與 B100 相似。如圖 26 所示。

在潤滑性方面，柴油添加 7% FAME 有改善其潤滑性；如圖 27 所示。而油樣經高溫氧化後，含 7%生質柴油之樣品，其潤滑性則變差，如圖 28 所示。主要是 FAME 之劣化影響潤滑性，但高溫氧化後的純柴油反而有較佳之潤滑性。另外，高溫氧化後，油樣之酸度增加。在氧化後之油樣經 FTIR 分析得知，FAME 成分劣化後產生醛類及酮類，而且也偵測到內酯(Lactone, 環狀的酯類) 的形成。

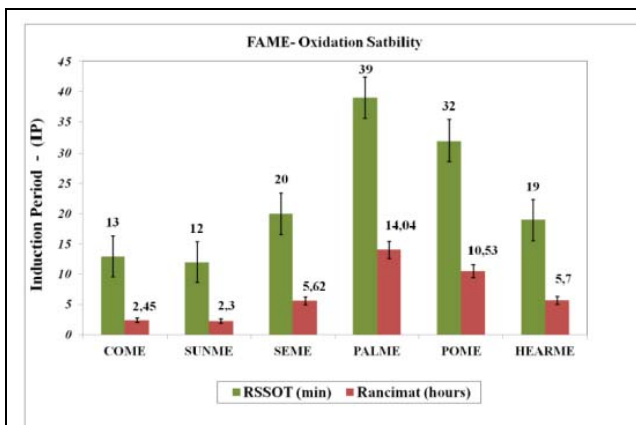


圖 25 不同 FAME 之氧化性比較

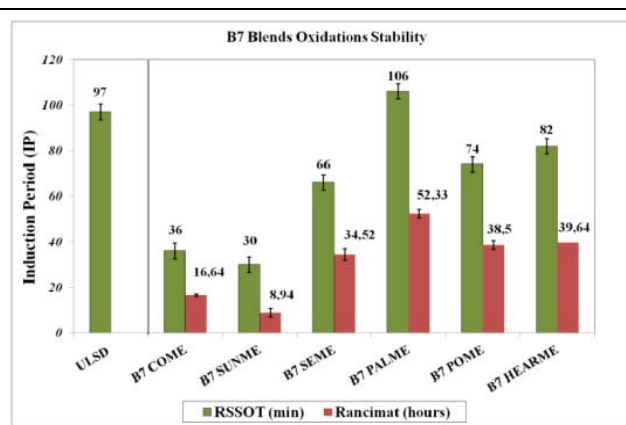


圖 26 含不同 FAME 之 B7 氧化性比較

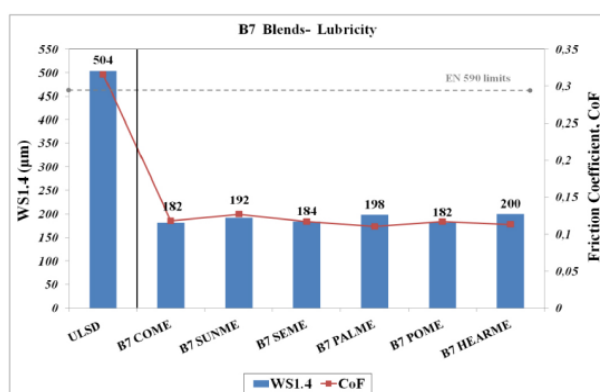


圖 27 柴油加 7%FAME 後，潤滑性變佳

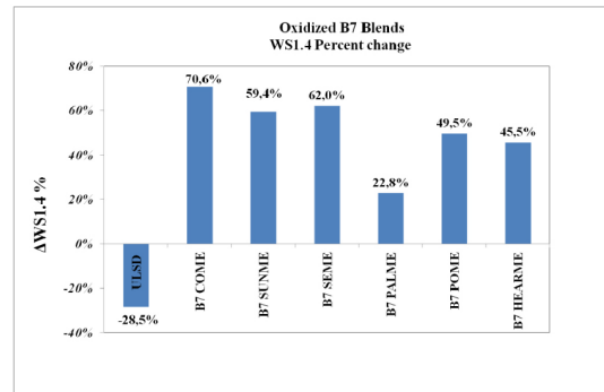


圖 28 純柴油經高溫氧化後，潤滑性變佳；但其他含生質柴油者則變差。

2.2.4.5 柴油之鈉污染、與添加劑之交互作用以及對於燃料濾清器堵塞及噴嘴積污之共同影響 (SAE 2013-01-2687 Sodium Contamination of Diesel Fuel, its Interaction with Fuel Additives and the Resultant Effects on Filter Plugging and Injector Fouling)

柴油未規範鈉含量，生質柴油亦對鈉+鉀含量限制 5 ppm 以下。但燃料及潤滑性添加劑可能含有鈉化合物，除了對排氣觸媒性能有影響，亦可能造成濾清器堵塞、噴嘴積污之狀況。鈉鹽可能來自 FAME 酯化過程之觸媒或煉廠生產低硫柴油所用之氫氧化鈉。本文探討此機制，顯示出鈉污染與 (1)燃料添加劑 (2)燃料系統中之水分 (3)燃料與水之混合'狀況 (4)鈉鹽之種類有關。上述因素會導致鈉累積在水底部、形成含鈉化合物進一步堵塞濾清器、引起噴嘴積污。

本研究所探討之添加劑包括雙酸(di-acid)腐蝕抑制劑、二聚酸(dimer acid)腐蝕抑制劑及單酸潤滑性添加劑。鈉鹽之部分則使用氫氧化鈉、氯化鈉及 sodium 2-ethylhexanoate。使用 CEC F-98 Peugeot DW10 噴嘴積污之引擎試驗方法，1 小時負載循環之引擎試驗 32 小時及引擎停止運轉 24 小時，總共 56 小時。試驗結果及結論如下：

- (1) 單酸潤滑性添加劑+氫氧化鈉溶液：造成快速及嚴重的濾清器堵塞。
- (2) 酯基潤滑性添加劑+氫氧化鈉溶液：未產生濾清器堵塞。

- (3) 雙酸腐蝕抑制劑+氫氧化鈉溶液：未造成動力損失，無積污形成及鈉成份，但有鈣成份，未來需進一步探討其來源。如圖 29 所示。
- (4) 酸腐蝕抑制劑+氯化鈉溶液：未造成動力損失，無形成羧酸鹽(carboxylate)，但在針部 (needle)發現有氯化鈉之積污，與水分有關，亦即須有良好之日常維護管理，防止水分進入油箱。
- (5) 單酸潤滑性添加劑+sodium 2-ethylhexanoate 導致噴嘴積污，如圖 30 所示。但酯類潤滑性添加劑則無。
- (6) Peugeot DW-10 試驗使用鋅加速積污，但未考量鈉之影響。羧酸鈉與燃料中之羧酸鹽交互作用相當複雜，未來須再探討在柴油引擎噴嘴內部積污(IDID)中羧酸鈉產生之因素。

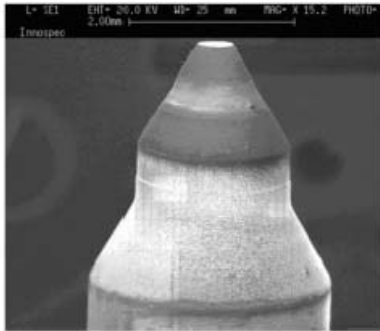


圖 29 使用雙酸腐蝕抑制劑+氫氧化鈉溶液積污均勻分布但積污量很少



圖 30 單酸潤滑性添加劑 + Sodium -2-ethylhexanoate 對噴嘴產生積污，有羧酸鈉成份

2.2.4.6 使用石油腦油料之部分預混控制壓縮點火燃燒之燃油經濟性潛能

(2013-01-2701 Fuel Economy Potential of Partially Premixed Compression Ignition (PPCI) Combustion with Naphtha Fuel)

本研究探討使用較低煉製成本之燃料如石油腦，使用預混控制壓縮點火之方式，與使用一般汽油之火星塞點火引擎作 FTP75 行車型態性能比較，結果 NO_x 及 PM 排放皆能符合美國 Tier II Bin5 排放標準，冷車狀態之燃燒亦很穩定，也沒有影響最高燃燒壓力。

一般而言，汽油引擎較便宜但燃燒效率較差。柴油引擎效率高但較貴，NO_x 及微粒排放處理也是問題，包括需要耐高壓縮比之材料與昂貴複雜的後處理系統。而使用汽油類的燃料在壓縮點火引擎上則具有相當多之優點(GCI, 使用汽油之壓縮點火引擎)，包括可用不易點火之汽油先和空氣預先混合，後處理系統目標由 NO_x 及微粒轉移到 HC+CO，圖 31 顯示 GCI 之成本及效率皆佳。

此技術之發展包括：

1. 使用一般汽油，將汽油引擎進行改造-提高壓縮比至 14，設計新的噴射系統及噴射器，重新設計燃燒室。結果明顯提升油耗性能。
2. 雙燃料方法：反應性控制壓縮點火，RCCI—先以 PFI 方式噴入汽油與空氣混合後再直噴

3. 另一方式使用煉製處理較少之油料，如低辛烷值油料。

本文使用排氣量 499 c.c.之單缸引擎探討 2 種不同壓縮比 12 及 14 之活塞設計如圖 32 及圖 33 所示，搭配使用 3 種測試燃料---輕石油腦全範圍之石油腦及煤油，燃料分析數據如表 3 所示，燃料蒸餾曲線如圖 34 所示。在 6 種穩定試驗條件下，測試 3 種組合---輕石油腦+壓縮比 14 之活塞、全範圍石油腦+壓縮比 12 之活塞、煤油+壓縮比 12 之活塞，所得測試結果如下：

- ◆ 以輕石油腦+壓縮比 14 之活塞搭配組合表現最佳。油耗改善達 26%、NO_x 及黑煙與燃燒壓力上升率皆符合預期目標。雙重噴射可以在輕負荷情況提高燃燒穩定度。
- ◆ 低溫運轉之燃燒壓力變異小，但可以考慮使用火星塞改善燃燒控制能力。
- ◆ 雖然噴油壓力已提高至 150 bar，負荷無法提高至 8 bar 以上。

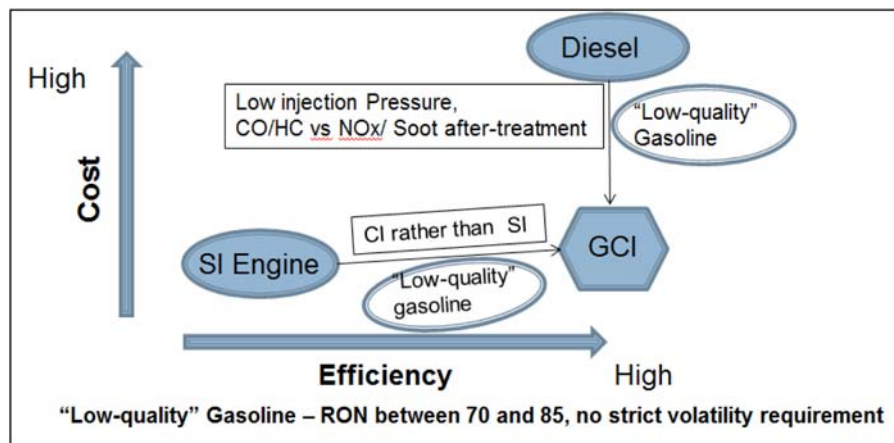


圖 31 低成本之 GCI 亦具有和柴油引擎相似的高效率

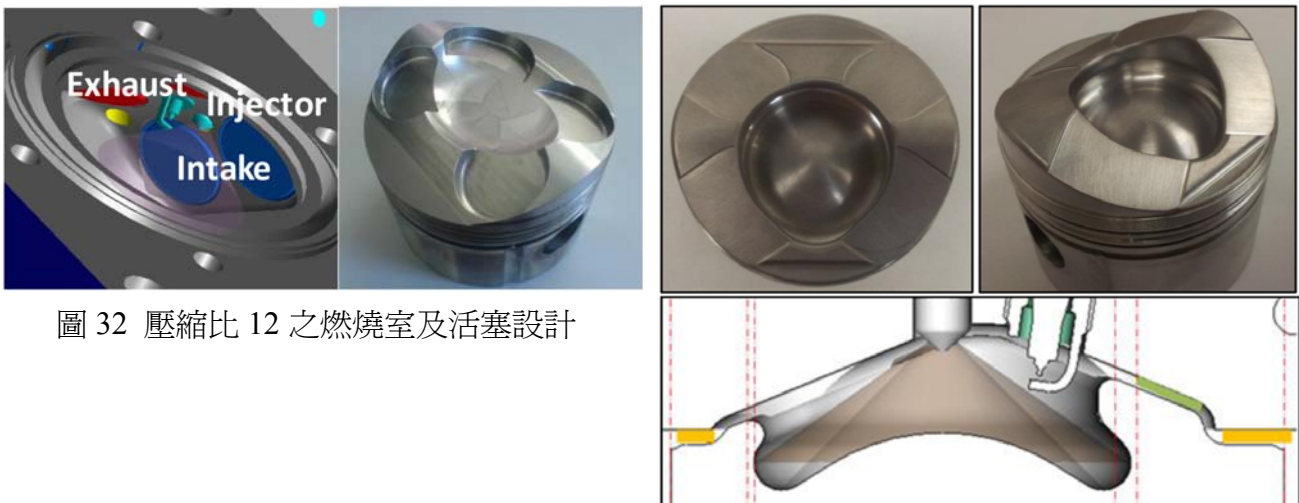


圖 32 壓縮比 12 之燃燒室及活塞設計

圖 33 壓縮比 14 之活塞設計-運用柴油碗形特色

Fuel Name	Light Naphtha	Full-range Naphtha	Kerosene
DCN from IQT	31	35	45
RON	68	-	-
MON	63	-	-
Specific Gravity	0.72	0.74	0.79
Gross HV, MJ/kg	41.8	45.2	46.3
LHV or Net HV, MJ/kg	41.4	44.9	45.1
-normal paraffins	55	27	-
-iso-paraffins	38	39	-
-aromatics	1	11	22
-naphthenes	6	-	-
-olefins	0	2	-
Oxygenates	0	0	-
Saturates	-	-	78
Sulfur (ppm)	<5	117.0	1000.0

表 3 試驗燃料之分析資料

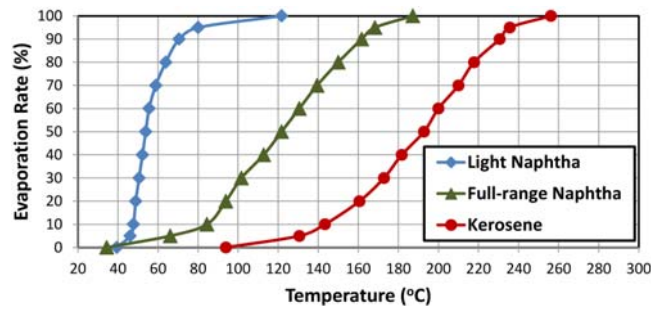


圖 34 試驗燃料(輕石油腦、全範圍之石油腦及煤油)之蒸發率

2.2.4.7 柴油引擎噴射器內部積污問題：探討有機型態及無機型態之積污

(2013-01-2670 Internal Diesel Injector Deposits: Investigations into Organic and Inorganic Based Deposits)

愈趨嚴格之排放法規促使引擎、燃料噴射器廠商進一步改革，包括引擎廠商利用先進廢氣再循環及增壓系統更精確的控制燃料流量與空氣之組合；噴射器廠商對於噴射壓力由 150 bar 提升至 2000bar。在過去由引擎凸輪軸提供約 17600N 力量以驅動噴射器，而更高壓之電子控制共軌供油噴射系統每循環僅需 40N 的力量，且需多次噴油。為符合此要求，噴射器內部移動件之間隙減少為 2 至 3 μm 。如此小的間隙很容易因積污而影響噴射器功能。噴射器內部積污種類由有機型積污如金屬羧酸鹽及膠漆(lacquer)，到無機型積污如氯化物、硫化物、碳酸鹽。另外影響因素為法規要求降低油中硫含量，在脫硫煉製過程中同時會脫除含氮及含氧之化合物，導致抗腐蝕能力變差，因此須在油中添加腐蝕抑制劑。若油槽維護管理不良，有水分及其他污染物，會導致腐蝕抑制劑與水分及污染物反應，會造成引擎噴射器內部積污問題。一般分析此積污使用之方法包括定性分析之傅立葉轉換紅外光譜(FTIR)、掃描式電子顯微鏡(SEM)及能譜分析儀(EDS)，定量方法包括液相質譜儀(LC/MS)及氣相質譜儀(GC/MS)。

有機型態積污：羧酸鹽為酸鹼反應之產物，包括羧酸與水反應、羧酸與鹼金屬反應(如圖 35 所示)。金屬羧酸鹽有一部分是來自於腐蝕抑制劑所用之化合物十二烯基丁二酸(DDSA)，成本低廉且普遍使用在抑制管線腐蝕。其在 pH 為中性或鹼性時不穩定，易去質子化轉變為羧酸。另外，在油中存在水分約 0-200 ppm，由於水之雙極動量大，因此水會以聚集之型態存在，由具極性的硫化物與清淨添加劑包圍，形成所謂的反微胞(Inverse Micelle)，如圖 36 及圖 37 所示。DDSA 一旦處於有過量水或含鹼性化合物如金屬碳酸鹽中，極為不穩定，容易與帶雙極性的水結合形成反微胞如圖 38 所示。另外，在燃料噴射器內由於壓力高產生高溫，使微胞移動猛烈，並與移動件粗糙表面衝擊，使微胞破裂而形成積污。如圖 39 所示。

無機型態積污：無機鹽溶解在水中，造成單核化，並有機會在金屬表面引起晶體化之沉積，會引起移動件膠黏現象。無機鹽包括氯化鈉、碳酸鈉、硫酸鈉及硫酸鈣。

由上述討論，燃料清淨性改善及油槽之維護管理極為重要。而添加劑方面，羧酸類之腐蝕抑制劑較不穩定，須改善其鹼性穩定性。噴射器設計方面，應考量積污之容忍度。清淨添加劑方面已有對策改善其積污抑制能力。

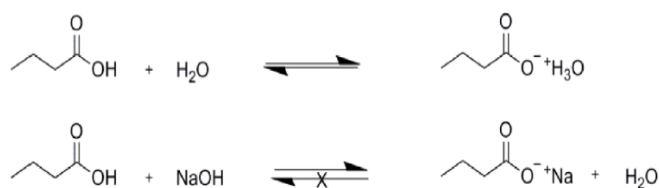


圖 35 羧酸與水反應(上)，與鹼金屬反應(下)

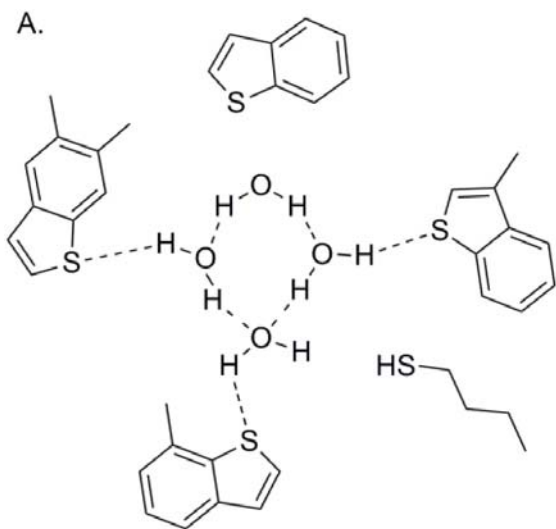


圖 36 水與硫化合物溶合之反微胞

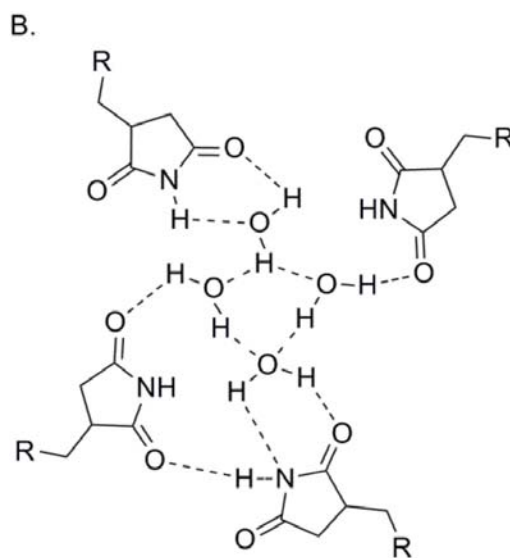


圖 37 水與清淨添加劑溶合之反微胞

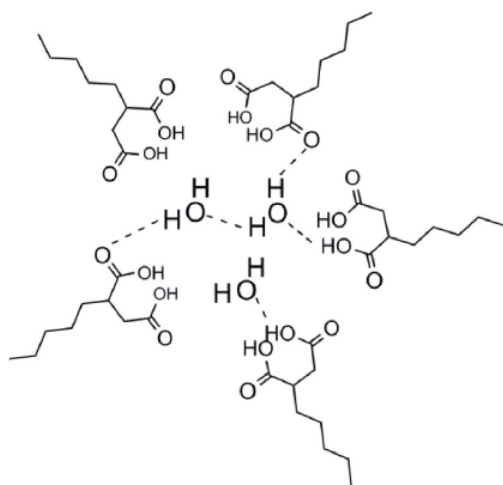


圖 38 水與 DDSA 溶合之反微胞

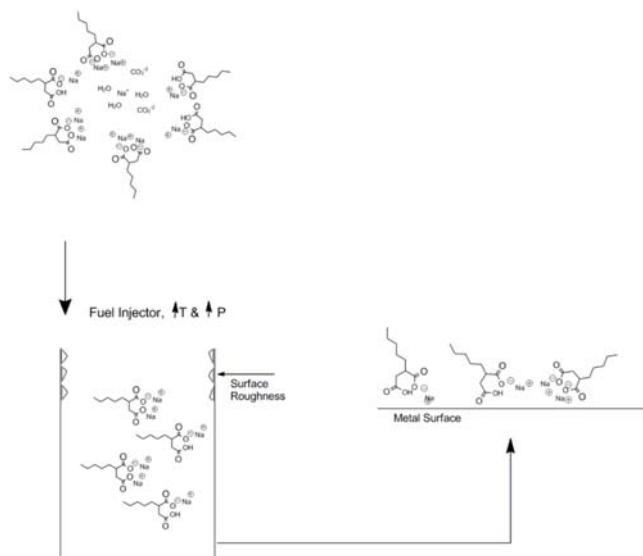


圖 39 金屬羧酸鹽形成可溶性微胞，但在高溫、高壓、高剪力環境下破裂，沉積在金屬表面

2.2.4.8 低黏度客車機油在燃料經濟性引擎試驗之效應

(2013-01-2606 Effect of Low Viscosity Passenger Car Motor Oils on Fuel Economy Engine Tests)

現有車用機油之黏度等級最低已降至 SAE 16，目前國際潤滑油標準及認證委員會(ILSAC)正致力於制定 GF-6，亦將加入 SAE 0/5W-16。而更低黏度等級機油規範則由引擎機油黏度分類委員會(EOVC)討論中。黏度降得愈低對於潤滑狀況如邊界潤滑將有磨損較嚴重之可能，本研究探討較低黏度等級的引擎機油在省油性能的表現。

本文先測試四支機油，黏度在 1.8~2.9 mPa.s@150 °C，省油性能試驗方法是採用序列 VID 引擎試驗方法 (ASTM D7589)，該法有 6 階段引擎操作條件如表 4 所示，第 5 階段為液動潤滑狀況、第 6 階段為邊界潤滑狀況。圖 40 第 6 階段條件 16 小時後之省油性比較，圖 41 為 run 第 5 階段條件 16 小時後之省油性比較。結果顯示，在液動潤滑狀況，愈低黏度等級機油有愈省油趨勢；但在邊界潤滑狀況則最低黏度之機油省油性則欠佳。因此，run 完 6 階段試驗所得加權省油結果，機油黏度愈低不一定更省油。

接下來評估之機油黏度等級包括 SAE 0W-4、0W-12、0W-16、0W-20。基礎油有用 Group II 及 III 兩種。加入相同之添加劑，除了 0W-4 外其他機油皆加入摩擦修飾劑配方。使用馬達驅動引擎之摩擦扭力測定機(引擎未點火)測試結果，如圖 42 所示，0W-4 在低溫高速情況(異動潤滑)下有最大之摩擦扭力降幅，但高溫低速下(邊界潤滑)則有最大之摩擦扭力增幅。作者再探討在 0W-4 使用兩種不同之摩擦修飾劑配方，證實其中一種可以有效降低邊界潤滑之摩擦扭力變化。

Stage		1	2	3	4	5	6
Engine Speed	rpm	2,000	2,000	1,500	695	695	695
Engine Torque	N.m	105	105	105	20	20	40
Oil Temperature	°C	115	65	115	115	35	115
Weighting	%	30.0	3.2	31.0	17.4	1.1	17.2

表 4 序列 VID 引擎試驗之 6 個階段條件
第 5 階段為液動潤滑狀況
第 6 階段為邊界潤滑狀況

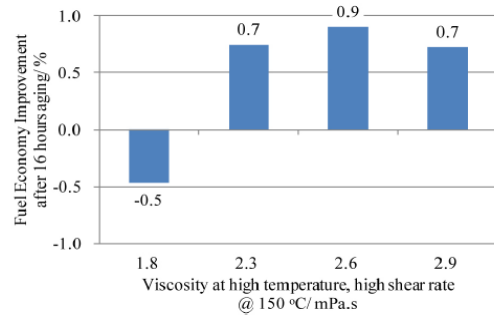


圖 40 不同黏度機油 run 第 6 階段條件 16 小時後之省油性比較

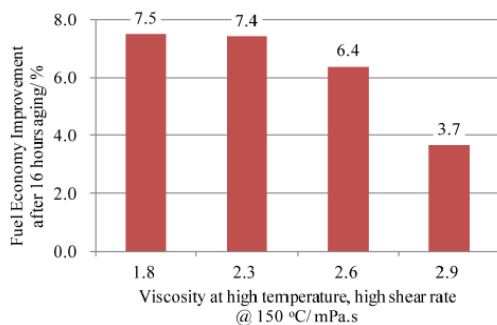


圖 41 不同黏度機油在 run 第 5 階段條件 16 小時後之省油性比較

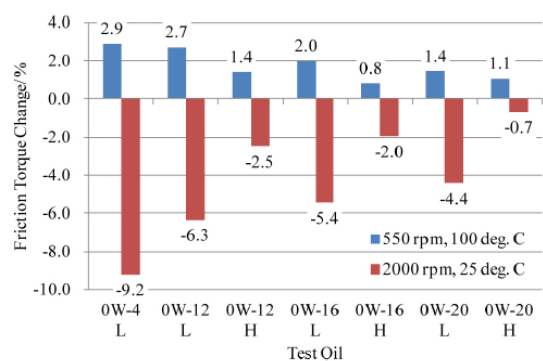





圖 42 不同黏度機油在高溫低速及低溫高速之摩擦扭力變化之比較

三、心得及建議

1. 本次之會議包含引擎、車輛、燃料及潤滑劑、電動車電池等，範圍廣泛，同時間有多場演講進行，無法各場次均參與，只能擇要參加，但亦收穫良多，對車輛、燃料及潤滑劑之發展有一整體概念，而先進之研發方法與設備亦可供本公司參考。
2. 現行柴油小客車選用高壓共軌噴油系統，易因燃料處於高溫高壓環境與水分及清淨型添加劑造成噴射器內部積污問題，燃料中之腐蝕抑制劑型態亦為可能原因。因此，未來在選用清淨添加劑時應考量如何防止柴油噴射器內部積污之形成。此外，油槽之維護管理如水份管控及槽底油泥之清除亦極為重要。
3. 愈來愈多研究探討使用汽油、乙醇或較低煉製成本之油料如石油腦在壓縮引擎上，使用不同之控制諸如PPCI、HCCI、RCCI等方式。其效益為可減少NO_x及PM排放，能源多元化，且提高燃燒效率，易為值得關注的研究方向。
4. 生質燃料之使用日漸普遍，但含生質油料易造成氧化穩定性問題，本次研討會議亦有論文對此探討，並對多種氧化測定法做比較，值得參考引用。
5. 以省能為目標所發展之低黏度車用機油為未來發展趨勢，但其抗磨耗性能較差，需使用適當之抗磨耗劑以提升其性能，此方面發展可供本公司潤滑劑研發參考。

附錄 研討會議程及論文目錄

一、研討會議程

Monday 21 October	Tuesday 22 October	Wednesday 23 October
Registration 08:00 – 17:00	Registration 08:00 – 17:00	Registration 08:00 – 15:00
Coffee/Refreshments 08:00 – 08:30	Coffee/Refreshments 08:00 – 08:30	Coffee/Refreshments 08:00 – 08:30
Welcome and Opening Session, Keynote 09:30 – 10:20	Keynote 09:00 – 10:00	Technical Sessions 08:30 – 10:00
Networking Break 10:20 – 10:50 Sponsored by:  <small>KOREA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY INSTITUTE</small>	Networking Break 10:00 – 10:30	Networking Break 10:00 – 10:30
Keynote 10:50 – 11:30	Technical Sessions 10:30 – 12:30	Technical Sessions 10:30 – 12:30
Lunch on your own 11:30 – 13:30	Lunch on your own 12:30 – 13:30	Lunch on your own 12:30 – 13:30
Technical Sessions 13:30 – 15:30	Technical Sessions 13:30 – 15:30	Technical Sessions 13:30 – 15:30
Networking Break 15:30 – 16:00	Networking Break 15:30 – 16:00	Networking Break 15:30 – 16:00
Technical Sessions 16:00 – 18:00	Technical Sessions 16:00 – 18:00	Technical Sessions 16:00 – 18:00
Networking Reception 18:30 – 19:30 Sponsored by:  HYUNDAI	Dinner/Banquet at COEX Intercontinental Hotel 18:30 – 21:00 Sponsored by: 	

MONDAY, OCTOBER 21 - MORNING Technical and Business Sessions

Welcome, Opening and Keynote Address (FFL900K)

09:30 - 11:30

Chairperson:
Choongsik Bae, Korea Advanced Inst. of Science & Tech.

Keynote Speakers:
Kwang-Min Min Chun, KSAE President
Donald Hillebrand, SAE President
Namyong Her, Director General of System Industry, MOTEL
Haejin Kim, President of Powertrain R&D, Hyundai Motor Company

WELCOME ADDRESS

10:10 - 10:20



NAMYONG HER

DIRECTOR GENERAL OF SYSTEM INDUSTRY, MOTIE

Mr. Her is Director General for System Industry in Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE). He finished Bachelor from Pusan National University in 1990 in Naval Architecture, Master from Leeds University 1998 in Politics. He has worked for MOTIE from 1990 through various offices such as Automotive and Aerospace Industries and Industry Development Policy.

FEATURED KEYNOTE SPEAKER

10:50 - 11:30



HAEJIN KIM

PRESIDENT, HYUNDAI MOTOR COMPANY

Mr. Kim is President of Powertrain R&D for Hyundai Motor Company since November 2012. Since joining Hyundai in 1985, he has held numerous position including: Vice President of the Vehicle Development Center, Director of Diesel Engine Development, Manager of Diesel Engine Design, Manager of Gasoline Engine Design. Mr. Kim received his Masters at Seoul National University and his Bachelor at Yonsei University.

MONDAY

OCTOBER 21

Networking Break

Meeting Rooms Foyer
15:30 - 16:00

Networking Reception

Ballrooms 307/308 Foyer
18:30 - 19:30

Networking Reception

Sponsored by



TUESDAY

OCTOBER 22

Coffee/Refreshments

Meeting Rooms Foyer
8:00 - 8:30

WELCOME

SOOWON LEE

EXECUTIVE MANAGING DIRECTOR, SSANGYONG MOTORS



SSANGYONG MOTOR

FEATURED KEYNOTE SPEAKER

ROOM 401

9:00 - 10:00



TIMOTHY JOHNSON

CORNING

Tim Johnson is Director - Emerging Regulations and Technologies for Corning Environmental Technologies, Corning Incorporated. Dr. Johnson is responsible for tracking emerging mobile emissions regulations and technologies, and helps develop strategic positioning for new products. He has been with Corning for 26 years, and 16 years in the current position. He is an acknowledged expert and frequent speaker and writer on vehicle emission control technology and trends. In that regard, he received the 2007, 2009, and 2013 Lloyd L. Withrow Distinguished Speaker Awards from

SAE (Society of Automotive Engineers), and in 2008 was awarded the Fellow membership grade by SAE. He is a recipient of California's 2009 Haagen-Smit Clean Air Award.

Dr. Johnson is quite active in various advisory committee roles with government agencies, universities, and private organizations. He is also on the editorial board of two leading powertrain journals and reviews numerous scientific articles on emissions for many more journals each year. He earned his BS and MS Engineering Degrees from the University of Minnesota in 1978 and 1979, and his Doctor of Science from MIT in 1987.

Networking Break

Meeting Rooms Foyer
10:00 - 10:30

Networking Break

Meeting Rooms Foyer
15:30 - 16:00

Dinner/Banquet

Intercontinental Seoul COEX

Harmony Ballroom
18:30 - 21:00

All package 1 registrants receive admittance to the conference dinner. Additional tickets may be purchased for \$120. Check registration desk for availability.

Dinner/Banquet sponsored by



二、各主題安排議程

TECHNICAL SESSIONS WEEK AT A GLANCE BY TECHNOLOGY

	MON		TUES		WED		Room No.	Page No.
	AM	PM	AM	PM	AM	PM		
Advanced Power Sources								
Advanced Battery Technology (FFL103)	-	-	-	✓	-	-	307B	27
Advanced Fuel Cell Vehicle Applications (FFL101)	-	-	-	✓	-	-	307B	25
Advanced Propulsion Systems (FFL100)	-	-	-	✓	-	-	307B	24
Advanced Vehicle Technology Competitions - All Written Only Session (FFL110)	-	-	-	-	-	-		
Electric Motor and Power Electronics (FFL104)	-	-	-	✓	-	-	307B	27
Gaseous Fueled Engines and Vehicles (FFL106)	-	✓	-	-	-	-	307B	19
Hydrogen IC Engines (FFL102)	-	✓	-	-	-	-	307B	22
Novel Transmission Design - All Written Only Session (FFL105)	-	-	-	-	-	-		
Combustion & Fuels								
Alternative and Advanced Fuels (FFL215)	-	-	-	-	✓	-	307A	28
Cold Start and Transients (FFL211)	-	-	-	-	✓	-	307B	28
Direct Injection SI Engine Technology (Part 1 and 2) (FFL202)	-	-	-	-	-	✓	300	32
Engine Flows and Combustion Diagnostics (FFL212)	-	-	-	✓	-	-	307A	26
Fuel & Additive Effects on CI Engine Performance (Part 1 - 8) (FFL205)	-	✓	-	✓	✓	✓	308A	19, 21, 24, 26, 28, 30, 32, 34
Fuel & Additive Effects on SI Engine Performance (Part 1 and 2) (FFL203)	-	-	-	✓	-	-	308B	25, 27
Fuel Injection and Sprays (Part 1 - 3) (FFL210)	-	-	-	-	✓	✓	308B	29, 30, 32
High Efficiency IC Engines (Part 1 and 2) (FFL216)	-	✓	-	-	-	-	308B	20, 22
Kinetically Controlled CI Combustion (Including HCCI) (Part 1 and 2) (FFL206)	-	-	-	-	-	✓	307A	33, 34
Mixing-Controlled CI Combustion (Part 1 - 3) (FFL204)	-	✓	-	✓	-	-	307A	20, 22, 25
Modelling of SI and Diesel Engines (Part 1 - 2) (FFL208)	-	-	-	-	✓	✓	307B	30, 33
Multi-Dimensional Engine Modeling (FFL209)	-	-	-	-	-	✓	307B	34
SI Combustion (FFL201)	-	-	-	-	-	✓	307A	31
Control and Calibration								
Combustion Control and Optimization (FFL303)	-	✓	-	-	-	-	300	21
Powertrain Actuators and Sensors (FFL302)	-	✓	-	-	-	-	300	20
Powertrain Control & Calibration (Part 1 and 2) (FFL300)	-	-	-	-	✓	-	300	29, 31
Emissions								
Advanced Catalysts and Substrates (FFL400)	-	-	-	-	✓	-	301B	29
Emissions Measurement and Testing (FFL408)	-	✓	-	-	-	-	301B	19
Engine Emissions (Part 1 and 2) (FFL409)	-	-	-	✓	-	-	301B	24, 26
Exhaust Emission Control: SCR (FFL405)	-	✓	-	-	-	-	301B	21
Exhaust Emissions Control: New Development, System Integration and Durability (FFL401)	-	-	-	-	✓	-	301B	28

	MON		TUES		WED		Room No.	Page No.
	AM	PM	AM	PM	AM	PM		
Lubricants & Powertrain Systems								
CI & SI Power Cylinder Systems (FFL502)	-	✓	-	-	-	-	301A	21
Crankcase (Part 1 and 2) (FFL507)	-	-	-	✓	-	-	301A	24, 26
Driveline (FFL506)	-	-	-	-	✓	-	301A	31
Engine Boosting Systems (FFL501)	-	✓	-	-	-	-	301A	19
Engineered Surfaces-Lubricant Interactions (FFL505)	-	-	-	-	✓	-	301A	30
New CI & SI Engines and Components (FFL500)	-	-	-	-	-	✓	301A	33
PANEL: Fuel-Efficient Lubricant Technologies for Energy Sustainability and Green Opportunities (FFL510)	-	-	✓	-	-	-	401	23
Powertrain NVH (FFL504)	-	-	-	-	✓	-	301A	29
Other								
Keynote Address (FFL901K)	-	-	✓	-	-	-	401	23
Welcome, Opening and Keynote Address (FFL900K)	✓	-	-	-	-	-	401	18
Workshop: The Next General Biofuel Project in Asia (Part 1 and 2) (FFL220)	-	-	-	✓	-	-	300	25, 27

三、 論文目錄

SAE 編號	論文名稱
2013-01-2486	Adaptive Shift Control Strategy Based On Driving Style Recognition
2013-01-2487	Mode Transition Dynamic Control for Dual-Motor Hybrid Driving System
2013-01-2488	Research on Model Based PHEV Hydraulic Module Design
2013-01-2489	Mississippi State University EcoCAR 2 Final Technical Report
2013-01-2490	Implementation and Validation of a Series Plug-In Hybrid Electric Vehicle
2013-01-2491	Fabrication of a Parallel-Series PHEV for the EcoCAR 2 Competition
2013-01-2492	Vehicle Design and Implementation of a Series-Parallel Plug-in Hybrid Electric Vehicle
2013-01-2493	Implementation of Series-Parallel Multiple-Regime Vehicle Architecture Using 2013 Chevrolet Malibu Platform
2013-01-2494	The University of Tennessee's EcoCAR 2 Year Two Final Technical Report
2013-01-2495	Sensor Fusion for Liquid Level Detection in Tanks Mounted on a Heavy Duty Vehicle
2013-01-2496	Electromechanical Clutch Actuator: Design, Analysis and Experiments
2013-01-2497	A Simplified Method to Make the Flux Table Considering Temperature Dependence of IPMSM
2013-01-2498	Error Propagation in Heavy Duty Gas Flow Measurement
2013-01-2499	Characteristics of Turbocharger with TiAl Turbine Wheel in a Downsizing GDI Engine
2013-01-2500	Influence of Engine Oil Properties on Soot Containing Deposit Formation in Turbocharger Compressor
2013-01-2503	Development of a Rotating Plasma Burner for the Regeneration of Diesel Particulate Filters
2013-01-2505	Optimization of Dual Fuel Diesel-Methane Operation on a Production Passenger Car Engine - Thermodynamic Analysis
2013-01-2506	Combustion Characteristics and Generating Efficiency Using Biogas with Added Hydrogen
2013-01-2507	Performance and Emission Characteristics of a Biogas Fueled DI Diesel Engine
2013-01-2508	Potential Utilization of CNG in Stationary HCCI Engine
2013-01-2509	The Influence of In-Cylinder Flows on Emissions and Heat Transfer from Methane-Diesel Dual Fuel Combustion
2013-01-2510	Knock Detection in a Turbocharged S.I. Engine Based on ARMA Technique and Chemical Kinetics
2013-01-2511	Multivariable Control of Residual-Affected HCCI Engines Based on Model Predictive Control
2013-01-2512	Effect of Stratification on Ion Distribution in HCCI Combustion Using 3D-CFD with Detailed Chemistry
2013-01-2513	Development of Real-Time Engine Control Using the In-Cylinder Pressure Signal in a Diesel Engine for Passenger Vehicle
2013-01-2514	A Study for Fuel Economy Improvement on Applying New Technology for Torsional Vibration Reduction of Crank Pulley
2013-01-2515	Analysis of Piston Friction in Internal Combustion Engine
2013-01-2516	Simulation of Restart Gradability of a Manual Transmission Vehicle Using AVL-CRUISE
2013-01-2517	Fuel Effects Study with Small (<19kW) Spark-Ignited Off-Road Equipment

Engines

- 2013-01-2518 Fuel Effects Study with In-Use Two-Stroke Motorcycles and All-Terrain-Vehicles
Multi-Wavelength Spectroscopic Investigations of the Post-Injection Strategy
Effect on the Fuel
- 2013-01-2519 Vapor within the Exhaust Line of a Light Duty Diesel Engine Fuelled with B5 and B30
- 2013-01-2520 Development of Driving Cycle for CO₂ Emission Test of Heavy-Duty Vehicles
- 2013-01-2521 A New Measurement Technique for Online Oil Dilution Measurement
Investigations of Split Injection Strategies for the Improvement of Combustion and Soot Emissions
- 2013-01-2523 Characteristics Based On the Two-Color Method in a Heavy-Duty Diesel Engine
Computational Study of Hydrogen Direct Injection for Internal Combustion Engines
- 2013-01-2524 Investigations on a New Engine Concept for Small Hydrogen Power Generation Units Using LOHCs
- 2013-01-2525 Mixing Process of Direct Injection Hydrogen Jet in a Constant Volume Vessel by Using Spark-Induced Breakdown Spectroscopy
- 2013-01-2526 High Speed Video Measurements of a High Temperature Urea Injector Spray - Comparison of Spray Evolution in Water and AUS-32
- 2013-01-2527 Diesel Cold Start into Congested Real World Traffic: Comparison of Diesel, B50, B100 for Gaseous Emissions
- 2013-01-2528 Increasing a Diesel Engine Power Output by Combustion System Optimization
Pilot Injection Ignition Properties Under Low-Temperature, Dilute In-Cylinder Conditions
- 2013-01-2530 Optimization of Gasoline Partially Premixed Combustion Mode
Comparative Study on Effect of Intake Pressure on Diesel and Biodiesel Low Temperature
- 2013-01-2533 Combustion Characteristics in a Compression Ignition Engine
Size Distribution and Structure of Wall-Deposited Soot Particles in an Automotive-Size Diesel Engine
- 2013-01-2534 A Correlation Analysis of the Roles of Soot Formation and Oxidation in a Heavy-Duty Diesel Engine
- 2013-01-2535 Effect of Injection Pressure on Transient Behaviour of Wall-Interacting Jet Flame Base in an Automotive-Size Diesel Engine
- 2013-01-2536 LES Analysis of Fuel/Air Mixing and Heat Release Processes in a Diesel Spray
- 2013-01-2537 Optimization of Diesel Combustion System for Reducing PM to Meet Tier4-Final Emission Regulation without Diesel Particulate Filter
Partially Premixed Combustion of Gasoline Type Fuels Using Larger Size Nozzle and Higher Compression Ratio in a Diesel Engine
- 2013-01-2539 Gasoline Surrogate Fuels for Partially Premixed Combustion, of Toluene Ethanol Reference Fuels
- 2013-01-2540 Emission Reduction Potential by Means of High Boost and Injection Pressure at Low- and Mid-Load for a Common Rail Diesel Engine under High EGR Rates
- 2013-01-2541 Impact of Hilly Road Profile on Optimal Energy Management Strategy for FCHEV with Various Battery Sizes
- 2013-01-2542 Scope of Regenerative (Magnetic) Braking in the Production of Electricity in Automobiles
- 2013-01-2543 Actuator Fault Detection and Diagnosis of 4WID/4WIS Electric Vehicles

- 2013-01-2545 Development of a POD-Based Analysis Approach for Quantitative Comparison of Spray Structure Variations in a Spark-Ignition Direct-Injection Engine
- 2013-01-2546 Impact of the Nozzle Coking on Spray Formation for Diesel Injectors
- 2013-01-2547 Spray and Combustion Visualization of Gasoline and Diesel under Different Ambient Conditions in a Constant Volume Chamber
- 2013-01-2548 Two-Color Diffused Back-Illumination Imaging as a Diagnostic for Time-Resolved Soot Measurements in Reacting Sprays
- 2013-01-2550 Numerical Study of Transient Multi Component Fuel Injection
- 2013-01-2552 Numerical Simulation of Evaporating Sprays of Ethanol Fuel Blends
- 2013-01-2553 Cross-Flow Effect on Behavior of Fuel Spray Injected by Hole-Type Nozzle for D.I. Gasoline Engine
- 2013-01-2554 Fuel Spray Combustion of Waste Cooking Oil and Palm Oil Biodiesel: Direct Photography and Detailed Chemical Kinetics
- 2013-01-2556 Feasibility Study of Impulse Amplification System for Probable Diesel Fuel Injection Application
- 2013-01-2558 Numerical Study of Pressure Swirl Spray Using an Improved KIVALES with Dense Grid for GDI Engine
- 2013-01-2560 Physics-Based Models, Sensitivity Analysis, and Optimization of Automotive Batteries
- 2013-01-2561 Failure Analysis of Some Toyota Prius Battery Packs and Potential for Recovery
- 2013-01-2562 Study on Homogeneous Lean Charge Spark Ignition Combustion
- 2013-01-2563 Effects of Hydrogen Concentration on Stoichiometric H₂/CH₄/Air Premixed Turbulent Flames
- 2013-01-2564 Effects of Hydrogen Concentration on Stoichiometric H₂/CH₄/Air Premixed Turbulent Flames
- 2013-01-2565 Assessment of Low Temperature Viscosity Performance in Modern Engine Oils
- 2013-01-2566 An Experimental Evaluation of the Impact of Ultra Low Viscosity Engine Oils on Fuel Economy and CO₂ Emissions
- 2013-01-2567 Influence of Shear-Thinning of Polymer-Containing Engine Oils on Friction at the Piston Ring-Cylinder Liner Interface
- 2013-01-2568 Development of Heavy Duty Diesel Real World Drive Cycles for Fuel Economy Measurements
- 2013-01-2569 Investigation of Engine Oil Effect on Abnormal Combustion in Turbocharged Direct Injection - Spark Ignition Engines (Part 2)
- 2013-01-2570 The Effect of ZDDP Type on Phosphorus Volatility: Engine Oil Performance on Sequence IIIG and Field Tests
- 2013-01-2571 Influence of Fuel Composition on Exhaust Emissions of a DISI Engine during Catalyst Heating Operation
- 2013-01-2572 Assessment of Soot Particles in an Exhaust Gas for Low Temperature Diesel Combustion with High EGR in a Heavy Duty Compression Ignition Engine
- 2013-01-2573 Particle-Bound PAHs Emission from a Heavy Duty Diesel Engine with Biodiesel Fuel
- 2013-01-2574 Effects of Engine Operating Parameters on Morphology of Particulates from a Gasoline Direct Injection (GDI) Engine
- 2013-01-2575 Effect of Injection Parameters on Exhaust Gaseous and Nucleation Mode Particle Emissions of a Tier 4i Nonroad Diesel Engine
- 2013-01-2576 Sizing of Soot Particles in Diesel Spray Flame -A Qualitative Comparison between TEM Analysis and LII/Scattering Laser Measurements

- 2013-01-2577 Swirl and Injection Pressure Effect on Post-Oxidation Flow Pattern Evaluated with Combustion Image Velocimetry, CIV, and CFD Simulation
- 2013-01-2578 In-Cylinder Observations of Chemiluminescence in Turbulent Premixed Flames Using a Spark Plug Sensor with an Optical Fiber
- 2013-01-2581 Vehicle Cycle Analysis Comparison of Battery Electric Vehicle and Conventional Vehicle in China
- 2013-01-2582 Performance Investigation of Series-Parallel Type PHEV Using Virtual Integrated Development Environment
- 2013-01-2584 Development of Continuously Variable Transmission Fluid for Fuel Economy
- 2013-01-2585 Clamping Force Control for Dry-Type Dual Clutch Transmission Using Kissing Point Estimation
- 2013-01-2586 Torque Management of a Hybrid Supercar with Independent Front and Rear Electric Drive
- 2013-01-2587 Robust Feedback Tracking Controller Design for Self-Energizing Clutch Actuator of Automated Manual Transmission
- 2013-01-2588 Automated Optimizing Calibration of Engine Driveability on the Dynamic Powertrain Test Bed
- 2013-01-2589 Vibration and Noise Reduction Technology Development by Diesel Engine Fuel System Modeling
- 2013-01-2590 Study on the Vehicle Cabin Noise Employing the Interfacial Friction in Double Layered Frames Used in Electric Vehicle Traction Motors
- 2013-01-2591 Pt/Pd Bimetallic Catalyst with Improved Activity and Durability for Lean-Burn CNG Engines
- 2013-01-2592 De-NOx Performance of Combined System of Reforming Catalyst and LNT for a DME Engine
- 2013-01-2593 Comparison of Cold Start Calibrations, Vehicle Hardware and Catalyst Architecture of 4-Cylinder Turbocharged Vehicles
- 2013-01-2594 Interactions among Fuel Components from Diesel Fuel and Biodiesel
- 2013-01-2596 Impact of Oxidation on Lubricating Properties of Biodiesel Blends
- 2013-01-2598 Prediction Models Developed for Surface Tension of Alcohol + Diesel Blend Fuels
- 2013-01-2599 Development of Surrogate for Fischer-Tropsch Biofuel and Reduced Mechanism for Combustion in Diesel Engine
- 2013-01-2600 Estimation of Elemental Composition of Diesel Fuel Containing Biodiesel
- 2013-01-2601 Study of Ether Group Effects on Physicochemical Properties of Cottonseed Oil Ether Monoesters as Novel Biodiesels
- 2013-01-2602 Development of Evaluation System for Exhaust Gas and Fuel Economy of Next-generation Hybrid Electric Vehicles
- 2013-01-2603 A Study on In-Cycle Control of NOx Using Injection Strategy with a Fast Cylinder Pressure Based Emission Model as Feedback
- 2013-01-2604 Multivariate Regression and Generalized Linear Model Optimization in Diesel Transient Performance Calibration
- 2013-01-2605 Servomotor Controlled Standard Automated Manual Transmission for Rapid Smooth Shifts
- 2013-01-2606 Effect of Low Viscosity Passenger Car Motor Oils on Fuel Economy Engine Tests
- 2013-01-2607 External Variables that Alter Engine Oil Life Monitoring Systems in On-Road Fleet
- 2013-01-2608 The Study on Catalyst Light-Off Time and Emission Reduction of Turbo Gasoline Direct Injection EU5 Exhaust System
- 2013-01-2609 Fatigue Design and Analysis of the Vehicle Exhaust System's Hanger

- 2013-01-2610 Investigation to Charge Cooling Effect of Evaporation of Ethanol Fuel Directly Injected in a Gasoline Port Injection Engine
- 2013-01-2611 Demonstration of Fuel Economy Benefit of Friction Modifier Additives via Fuel-to-Lubricant Transfer in Euro-5 Gasoline Fleet
- 2013-01-2612 Meeting RFS2 Targets with an E10/E15-like Fuel - Experimental and Analytical Assessment of Higher Alcohols in Multi-component Blends with Gasoline
- 2013-01-2613 High-Volume Ethanol Fuel Composition Optimized for Cold Driving Conditions
- 2013-01-2614 Impact of Octane Number on Fuel Efficiency of Modern Vehicles
- 2013-01-2615 Investigation into the Influence of Charge Cooling and Autoignition Chemistry on the Greater Knock Resistance of Ethanol over Iso-octane
- 2013-01-2616 Measurement and Control of Fuel Injector Deposits in Direct Injection Gasoline Vehicles
- 2013-01-2617 Comparative Performance Analysis of SI Engine Fed by Ethanol and Methanol Reforming Products
- 2013-01-2618 Reduction of Methane Slip from Gas Engines by O₂ Concentration Control using Gas Permeation Membrane
- 2013-01-2619 Gaseous Emissions from Euro 3 Motorcycles and Euro 5 Passenger Cars Measured Over Different Driving Cycles
- 2013-01-2621 Gasoline PPC: A Parametric Study of Late Cycle Mixing Conditions using a Predictive Two-zone SRM Modeling Tool
- 2013-01-2622 Exploration of Heat Release in a Homogeneous Charge Compression Ignition Engine with Primary Reference Fuels
- 2013-01-2623 The Design and Optimized Combination of Combustion Modes over Full-Load Range in a Multi-cylinder Light-duty Engine
- 2013-01-2624 Improvements in Thermal Efficiency of Premixed Diesel Combustion with Low Distillation Temperature Fuels
- 2013-01-2625 Ignition Delays of Different Homogeneous Fuel-air Mixtures in a Rapid Compression Expansion Machine and Comparison with a 3-Stage-ignition Model Parameterized on Shock Tube Data
- 2013-01-2626 Emission Formation Study of HCCI Combustion with Gasoline Surrogate Fuels
- 2013-01-2627 Bio-Ketones: Autoignition Characteristics and Their Potential as Fuels for HCCI Engines
- 2013-01-2629 Improved Lagrangian CMC for Simulation of Combustion Under Diesel-like Condition
- 2013-01-2630 Evaluation and Development of Chemical Kinetic Mechanism Reduction Scheme for Biodiesel and Diesel Fuel Surrogates
- 2013-01-2631 Numerical Resolution of Multiple Premixed Compression Ignition (MPCI) Mode and Partially Premixed Compression Ignition (PPCI) Mode for Low Octane Gasoline
- 2013-01-2633 Development of Biodiesel Skeletal Mechanisms for Kinetic Combustion Modeling
- 2013-01-2634 Large Eddy Simulation of Liquid Fuel Spray and Combustion with Gradually Varying Grid
- 2013-01-2636 Effect of Injection Timing Retard on ISI Strategy in Lean-burning LPG Direct Injection Engines
- 2013-01-2637 Flame Area Correlations with Heat Release at Early Flame Development of Combustion Process in a Spark-Ignition Direct-Injection Engine Using Gasoline, Ethanol and Butanol
- 2013-01-2638 UV-visible Optical Characterization of the Early Combustion Stage in a DISI Engine Fuelled with Butanol-Gasoline Blend

- 2013-01-2639 Development of Energy Reduction Technology in FEAD -Development of Friction Measurement Technology, Layout, and Tensioner System
- 2013-01-2641 New 1.4ℓ SI Engine Development with the Aluminum Thermal Spray Coated Counter Spiny Thin-Wall Cast Iron Liner
- 2013-01-2642 An Example of Optimal Cylinder Head Gasket Design for Light Weight High Performance Engine
- 2013-01-2643 The Analysis of Crack Mechanism and Estimate of Life Time by the Vibration Measurement of Stainless Exhaust Manifold in Firing Condition
- 2013-01-2644 The Effect of Low Temperature EGR and Low Compression Ratio on NOx Reduction for EU6 Diesel Engine
- 2013-01-2645 A Novel Design and Validation for Turbine Housing Inlet Flange
- 2013-01-2646 System Simulations to Evaluate the Potential Efficiency of Humid Air Motors
- 2013-01-2647 Numerical Investigation of the Scavenging Process in Marine Two-Stroke Diesel Engines
- 2013-01-2648 A Parametric Design Study for Minimizing Bolt Boss Stress of Engine Front Cover
- 2013-01-2649 Modeling and Control of Single Turbocharger with High Pressure Exhaust Gas Recirculation Diesel Engine
- 2013-01-2650 Optimization of Cold Start Operating Conditions in a Stoichiometric GDI Engine with Wall-guided Piston using CFD Analysis
- 2013-01-2651 Engine Friction Accounting Guide and Development Tool for Passenger Car Diesel Engines
- 2013-01-2652 Research of Mechanical Load and Wear of Valve Seat
- 2013-01-2656 Using Valve Timing and Exhaust Back Pressure to Improve Catalyst Warm-Up Time
- 2013-01-2657 Investigations on Mixture Formation during Start-UP Process of a Two-Stage Direct Injection Gasoline Engine for HEV Application
- 2013-01-2658 Comparison and Evaluation of Wear, Performance and Emission of Diesel, Karanja Oil Biodiesel and JP-8 in a Military 585 kW CIDI Engine
- 2013-01-2659 Investigation on the Effects of Dimethyl Ether Blending to Bunker Oil for Marine Diesel Engine Use
- 2013-01-2660 Effect of Additives in Various Biodiesels and Their Blends on Cold Flow Properties, Oxidation Stability and Diesel Exhaust Emissions
- 2013-01-2661 Inner Diesel Injector Deposit Formation Mechanism
- 2013-01-2662 Effect of Injection Parameters on the Combustion and Emission Characteristics in a Compression Ignition Engine Fuelled with Waste Cooking Oil Biodiesel
- 2013-01-2663 Effect of Injection Timing on Performance, Emission and Combustion Characteristics of a Common-Rail Diesel Engine Fuelled with Coconut Oil Methyl Ester
- 2013-01-2664 Comparative Assessment of Performance, Emission and Combustion Characteristics of Blends of Methyl and Ethyl Ester of Jatropha Oil and Diesel in Compression Ignition Engine
- 2013-01-2665 Emission Studies on a VCR Engine Using Stable Diesel Water Emulsion
- 2013-01-2666 Comparative Study on Performance and Emission Characteristics of Fish Oil Biodiesel and Mahua Oil Biodiesel Blend with Diesel in a Compression Ignition Engine
- 2013-01-2667 Soot Formation of Different Diesel-Fuels Investigated by Chemical Luminescence and Laser Induced Incandescence

- 2013-01-2668 An Aerosolization Method for Characterizing Particle Contaminants in Diesel Fuel
- 2013-01-2669 A Study of Emissions Reduction through Dual-Fuel Combustion with Propane in a Compression Ignition Engine
- 2013-01-2670 Internal Diesel Injector Deposits: Theory and Investigations into Organic and Inorganic Based Deposits
- 2013-01-2671 Performance and Emission Characteristics of a Diesel Engine Fueled with Pyrolysis Oil-Ethanol Blend with Diesel and Biodiesel Pilot Injection
- 2013-01-2673 Combustion and Emissions Performance Analysis of Conventional and Future Fuels using Advanced CAE
- 2013-01-2674 Development of a Heavy Duty Nozzle Coking Test
- 2013-01-2675 Experimental Investigation of Optimum Blend Ratio of Jatropha, Palm and Coconut Based Biodiesel to Improve Fuel Properties, Engine Performance and Emission Characteristics
- 2013-01-2676 A Comparative Study on Performance and Emission Characteristics of Compression Ignition Engine using Biodiesel Derived from Non-Edible Feedstocks
- 2013-01-2677 A Study on the Improvement of NO_x Emission Performance in a Diesel Engine Fuelled with Biodiesel
- 2013-01-2678 Diesel Fuel Oxidation Stability: A Comparative Study
- 2013-01-2679 Impact of Waste Cooking Oil Biodiesel on Performance, Exhaust Emission and Combustion Characteristics in a Light-Duty Diesel Engine
- 2013-01-2680 Fuel Property Effects on Oil Dilution in Diesel Engines
- 2013-01-2681 Aromatic Additive Effect on Soot Formation and Oxidation in Fischer-Tropsch Diesel (FTD) Spray Flame -Morphology and Nanostructure Analysis of In-Flame Soot Particles via HRTEM
- 2013-01-2682 Understanding Polyisobutylene Succinimides (PIBSI) and Internal Diesel Injector Deposits
- 2013-01-2684 Utilization of Blends of Jatropha Oil and Nbutanol in a Naturally Aspirated Compression Ignition Engine
- 2013-01-2685 Crude Tall Oil-Based Renewable Diesel as a Blending Component in Passenger Car Diesel Engines
- 2013-01-2687 Sodium Contamination of Diesel Fuel, its Interaction with Fuel Additives and the Resultant Effects on Filter Plugging and Injector Fouling
- 2013-01-2688 Pushing the Boundaries of the HFRR: Impact of Increased Test Severity on Wear
- 2013-01-2689 A Numerical Study of the Effects of FAME Blends on Diesel Combustion and Emissions Characteristics Using a 3-D CFD Code Combined with Detailed Kinetics and Phenomenological Soot Formation Models
- 2013-01-2690 Optimization of Diesel Combustion and Emissions with Newly Derived Biogenic Alcohols
- 2013-01-2691 Influence of Intake Air Dilution with N₂ or CO₂ Gases on the Combustion Characteristics of a Dual Fuel Diesel Engine with Natural Gas
- 2013-01-2692 Misfueling: What if Gasoline is Fueled into a Diesel Car and Vice Versa?
- 2013-01-2693 The Effect of Molecular Structure on Soot Emission of a Heavy-Duty Compression-Ignition Engine
- 2013-01-2695 Study on Properties and Performances of Methyl 2-Butoxyethyl Carbonate as a Clean Diesel Fuel Additive

- 2013-01-2696 Influence of Innovative Diesel-Ethanol Blend on Combustion, Emission and Fuel-Carrying Components
- 2013-01-2697 Investigating “De Minimis” Level of Fatty Acid Methyl Esters (FAME) in Distillate Marine Gas Oil
- 2013-01-2698 Study of Combustion Characteristics of a Quasi Internal Combustion Rankine Cycle Engine
- 2013-01-2699 Investigation of Lubrication Oil as an Ignition Source in Dual Fuel Combustion Engine
- 2013-01-2700 Loss Analysis of a HD-PPC Engine with Two-Stage Turbocharging Operating in the European Stationary Cycle
- 2013-01-2701 Fuel Economy Potential of Partially Premixed Compression Ignition (PPCI) Combustion with Naphtha Fuel
- 2013-01-2702 Effects of EGR and Intake Pressure on PPC of Conventional Diesel, Gasoline and Ethanol in a Heavy Duty Diesel Engine
- 2013-01-2703 Demonstration of Air-Fuel Ratio Role in One-Stage Turbocompound Diesel Engines
- 2013-01-2705 Simulation of Exhaust Gas Residuals in a Turbocharged, Spark Ignition Engine