

Team IP 含酸素燃料の着火および燃焼特性に関する基礎的研究

研究者 伊藤貴之(D1) 松本健雄(M2) 植田真人(M1) 保坂 智史(B4)

2002 研究紹介資料

1. 本研究の背景

本研究では、ディーゼル機関から排出される微粒子状物質の低減に極めて効果的である含酸素燃料に着目して研究を行なっている。図1はすす粒子生成の ϕ -T依存性に及ぼす燃料成分の影響を比較した結果である。図より含酸素燃料は他の燃料成分と比較して、大幅にすす生成 ϕ -T領域を縮小させ、無煙噴霧燃焼に対する自由度を飛躍的に増大させる可能性を秘めている。

一方、含酸素燃料噴霧の着火性などの基礎的特性に関する知見は十分に得られていないのが現状である。そこで、本研究では、ディーゼル機関の燃焼室内部に相当する雰囲気条件下における含酸素燃料噴霧の着火および燃焼特性を定容燃焼容器を用いた実験により評価した。

2. 実験方法

本実験では酸素過剰な希薄予混合気を火花点火し、その後に残る高温・高圧雰囲気場で燃料噴射を行なう手法をとった。本燃焼容器は、容積が約100ccであり、 ϕ 70mm、厚み26mmのパンケーキ型の燃焼室を有する。なお、噴射系にはデンソー製ECD-U2を用い、 ϕ 0.2mmの単噴孔ノズルから噴射圧80MPaで燃料を単発噴射させた。

3. 実験条件

本実験条件を表1に示す。燃料選定として、含酸素燃料には、ジエチレングリコールジメチルエーテル(2GM)、トリエチレングリコールジメチルエーテル(3GM)、およびジエチレングリコールジエチルエーテル(2GE)を選定した。また、比較燃料としてJIS2号軽油を選定した。表2に含酸素燃料の性状を示す。

4. 実験結果

図2は雰囲気酸素モル分率21%一定で雰囲気密度を10, 20kg/m³とした際の各含酸素燃料と軽油の着火遅れを測定した結果である。着火遅れは各燃料とも雰囲気密度が高い条件ほど短くなる。また、雰囲気密度の増加により、軽油は全温度域に対して明確な着火遅れの短縮が見られ、特に低温側では着火遅れの差異が増大している。一方、2GEに関しては全温度域で着火遅れに及ぼす雰囲気密度の影響は小さく、他の含酸素燃料は高温側で差異が増大する。

図3に雰囲気密度20kg/m³一定、雰囲気温度700Kの下で雰囲気中の酸素濃度を变化させた場合の着火遅れの測定結果を示す。全体的に軽油よりも含酸素燃料の方が短い着火遅れを示し、全ての温度域で各燃料の着火遅れは酸素濃度の上昇に伴い短くなる。また、含酸素燃料の酸素濃度依存性は軽油に比べて小さく、その中でも2GEの依存性が最も小さいことがわかる。

図4は雰囲気密度20kg/m³、雰囲気温度を700Kとし、酸素濃度を

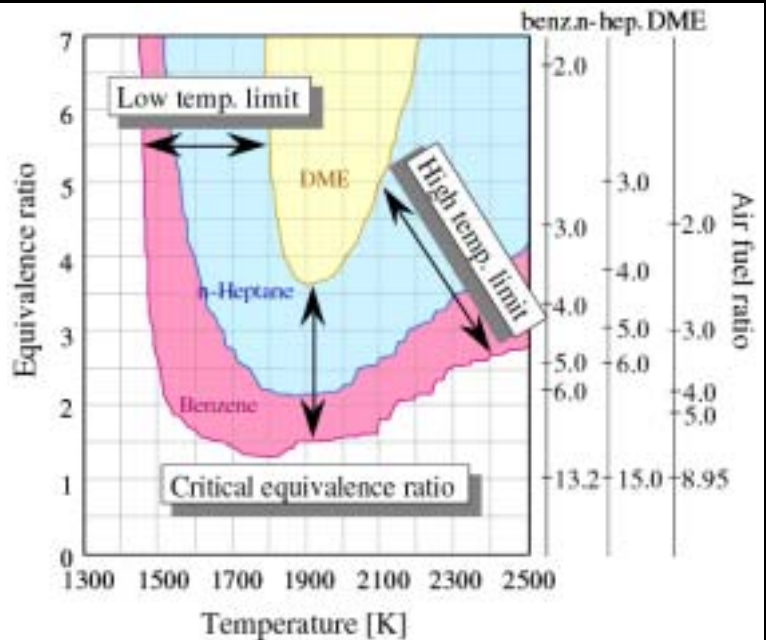


Fig. 1 Variation of sooting limit (1% soot yield) on ϕ -T map (isothermal calculations, $P=6$ MPa, reaction time: $t=2$ ms)

なお、噴射系にはデンソー製ECD-U2を用い、 ϕ 0.2mmの単噴孔ノズルから噴射圧80MPaで燃料を単発噴射させた。

Table.1 Experimental conditions

Injection system		Common rail				
Injection nozzle		Type : Hole nozzle (DLL-P)				
		Diameter of hole d_n [mm] 0.2				
		Length of hole L_n [mm] 1.0				
Injection pressure P_{inj} [MPa]		80				
Ambient density ρ_a [kg/m ³]		10	20			
Ambient oxygen mole fraction [%]		21				
		21	10.5			
		-	10.5	15	21	31.5
Ambient temperature T_a [K]		600 ~ 1300				
Fuel		2GM	3GM	2GE	Gas oil	
Injection duration t_{inj} [ms]		2.86	2.30	2.00	1.5	
Injection quantity Q_{inj} [mg]		29.8	29.7	25.6	16.4	

Table.2 Fuel properties of oxygenated fuels

Fuel	2GM	3GM	2GE
Molecular formula	CH ₃ O(CH ₂ CH ₂ O) ₂ CH ₃	CH ₃ O(CH ₂ CH ₂ O) ₃ CH ₃	C ₂ H ₅ O(CH ₂ CH ₂ O) ₂ C ₂ H ₅
Density at 298K [kg/m ³]	945	986	908
Boiling point [K]	435	489	462
Lower calorific value [MJ/kg]	24.5	24.1	28.3
Cetane number	110	-	-
Oxygen content [wt%]	35.8	35.9	29.6
Stoichiometric A/F	8.20	7.71	8.90

変化させた場合の圧力上昇率を示したものである。酸素濃度にかかわらず各燃料とも着火直後に急激な圧力上昇率の増加が見られ、圧力上昇率のピーク値は軽油>2GE 2GM>3GM の順で高い値を有し、着火遅れ期間と相関がみられる。また、酸素濃度が15%の場合、軽油の場合、酸素モル分率が21%の条件よりも着火遅れが長くなるにもかかわらず圧力上昇率のピーク値は低くなっている。含酸素燃料では、酸素濃度の影響は少なく、ピーク値に大きな変化が現れない結果となった。

5. 今後の予定

- (1) 自発光計測による含酸素燃料噴霧の初期燃焼過程の把握
- (2) レーザ計測による含酸素燃料噴霧火炎内部のすす生成特性の解明

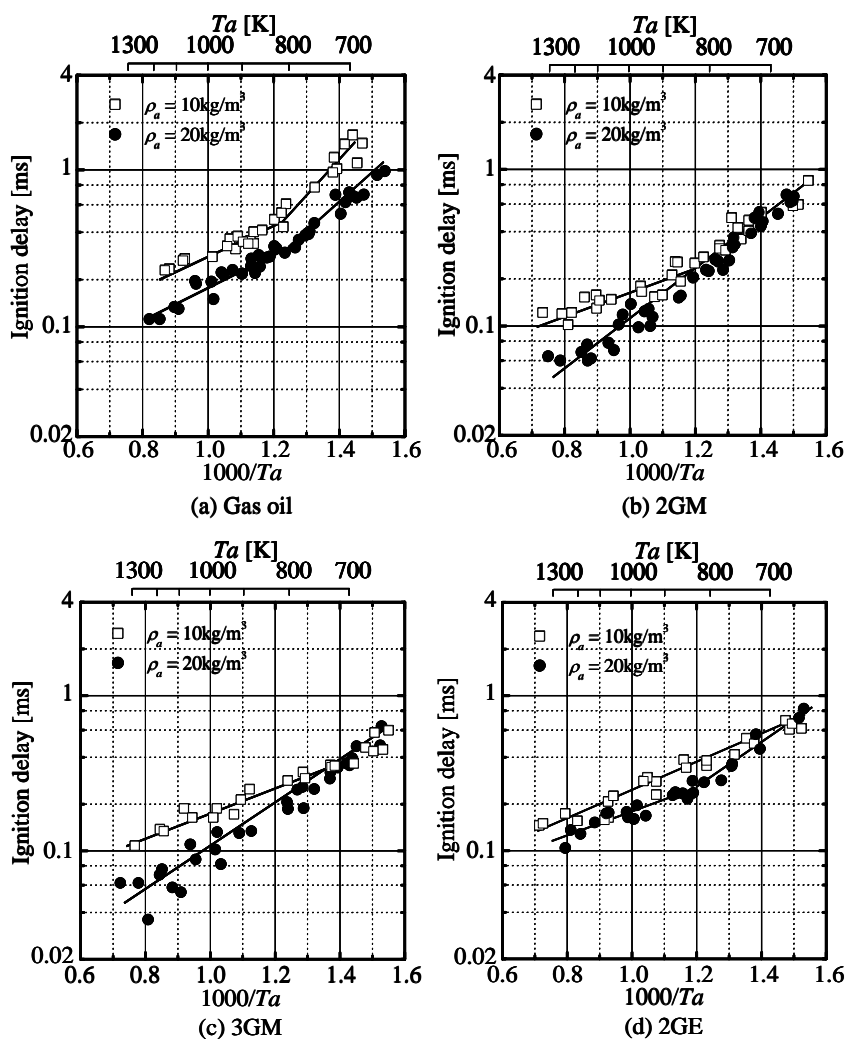


Fig.2 Ignition delay under ambient density $\rho_a=10, 20 \text{ kg/m}^3$ (ambient oxygen mole fraction $X_{O_2}=0.21$)

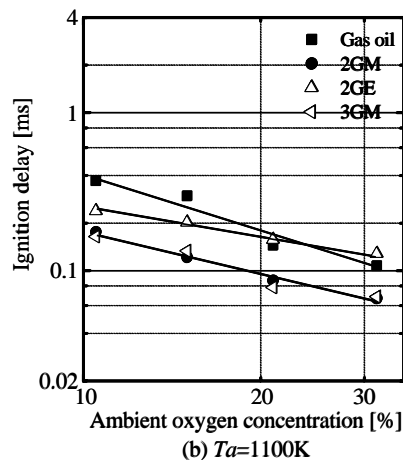
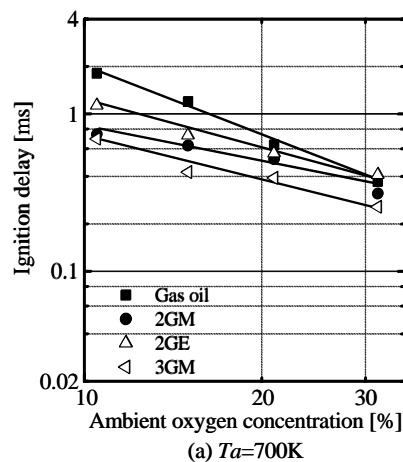


Fig.3 Effect of ambient oxygen concentration on ignition delay

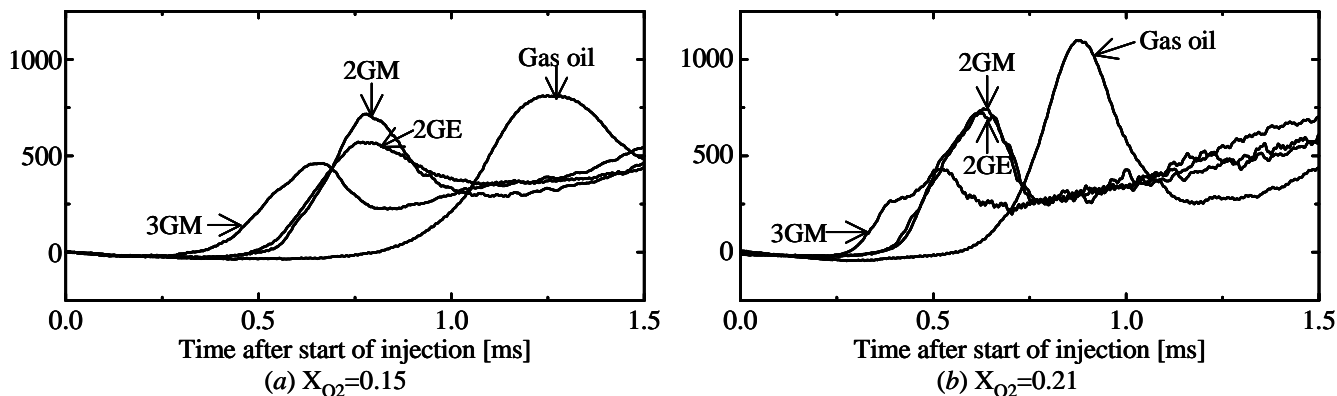


Fig.4 Rate of pressure rise ($\rho_a=20\text{kg/m}^3, T_a=700\text{K}$)