ガソリン燃焼チーム クラスター25（火炎伝播促進班）

産総研[A]・筑波大学[B]　高橋　栄一[A]，瀬川　武彦[A]，
齋藤　直昭[A]，浅川大樹[A]，西岡　牧人[B]

誘電体バリア放電プラズマによる火炎伝播の促進効果

目　　的

非熱プラズマにより火炎伝播速度の促進・点火確率の向上を支援する技術を開発し、スーパーリーンバーンの実現に貢献する。

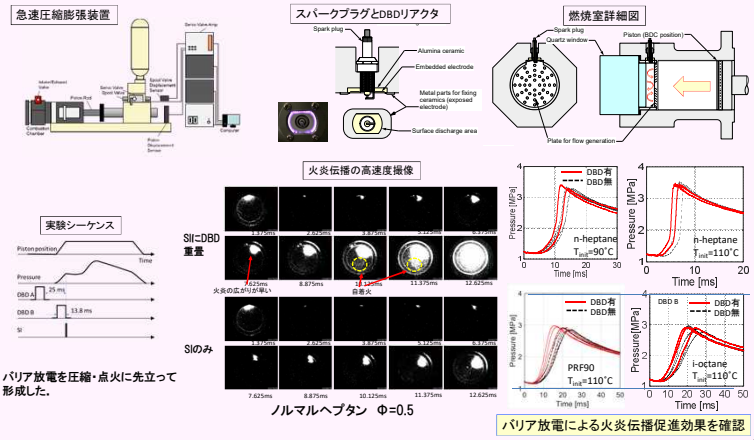
研　究　方　法

1）急速圧縮膨張装置（RCEM）によって作り出した高圧場における火炎の成長過程を高速度カメラによって観測し、誘電体バリア放電(Dielectric Barrier Discharge：DBD)プラズマの有無による火炎伝播への効果を検証した。
2）DBDを通過した予混合気中に形成される中間化学種の質量分析を実施した.
3）質量分析結果に基づき詳細化学反応を用いた層流燃焼シミュレーションを実施し，効果をもたらすメカニズムについて考察した.
4）九州大学SIPエンジンを用いてDBDのエンジン燃焼に与える効果を検証した

主な成果

1）RCEMによるDBD火炎伝播促進効果検証実験

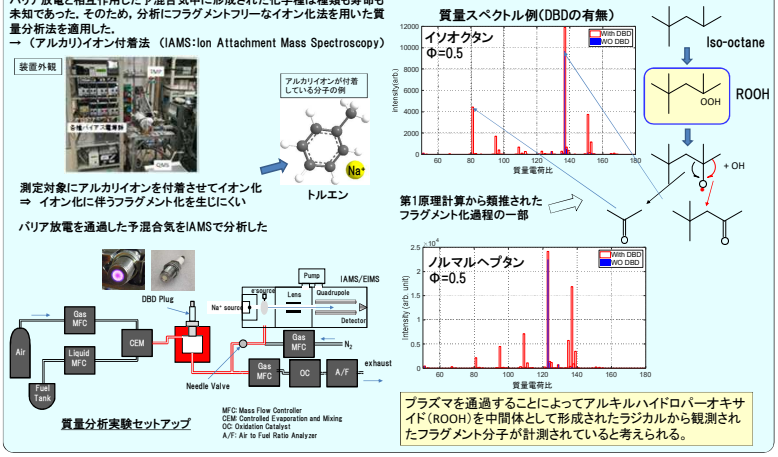
RCEMを用いて基本的な促進効果の検証実験を実施した



バリア放電を圧縮・点火に先立って形成した.

2）DBD形成中間化学種の質量分析

バリア放電と相互作用した予混合気中に形成された化学種は種類も寿命も未知であった。そのため，分析にフラグメントフリーなイオン化法を用いた質量分析法を適用した.
→（アルカリ)イオン付着法（IAMS:Ion Attachment Mass Spectroscopy）



測定対象にアルカリイオンを付着させてイオン化
⇒ イオン化に伴うフラグメント化を生じにくい

バリア放電を通過した予混合気をIAMSで分析した

3）1次元層流火炎シミュレーション

Case 1 : No-addition, Case 2:addition of aldehyde, ketone, Case 3 : ROOH addition

質量分析実験で得られた結果に基づき，CHEMKIN/PREMIXを用いたシミュレーションを実施した。上流境界に観測されたアルデヒド・ケトン類を添加したもの，およびそれらを形成したと考えられるROOHを添加した計算を実施した.

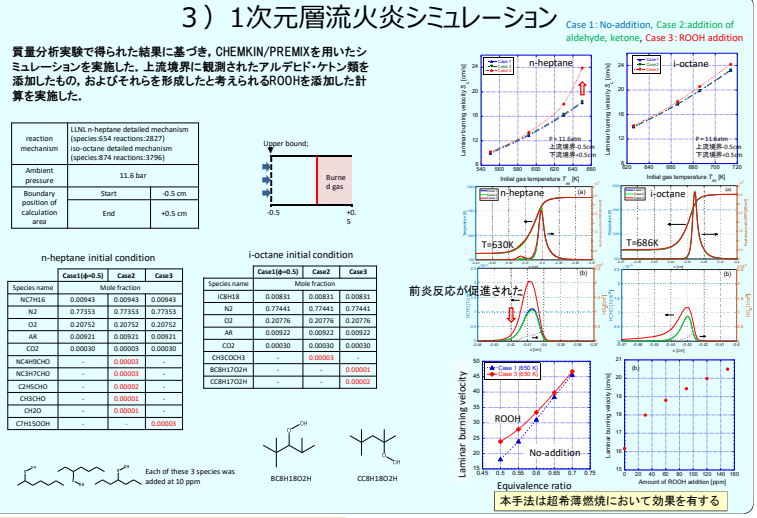
reaction mechanism	LLNL n-heptane detailed mechanism (species:654 reactions:2827) iso-octane detailed mechanism (species:874 reactions:3796)	
Ambient pressure	11.6 bar	
Boundary position of calculation area	Start	-0.5 cm
	End	+0.5 cm

n-heptane initial condition

Species name	Case1(ϕ=0.5)	Case2	Case3
	Mole fraction		
NC7H16	0.00943	0.00943	0.00943
N2	0.77353	0.77353	0.77353
O2	0.20752	0.20752	0.20752
AR	0.00921	0.00921	0.00921
CO2	0.00030	0.00003	0.00030
NC4H9CHO	-	0.00003	-
NC3H7CHO	-	0.00003	-
C2H5CHO	-	0.00002	-
CH3CHO	-	0.00001	-
CH2O	-	0.00001	-
C7H15OOH	-	-	0.00003

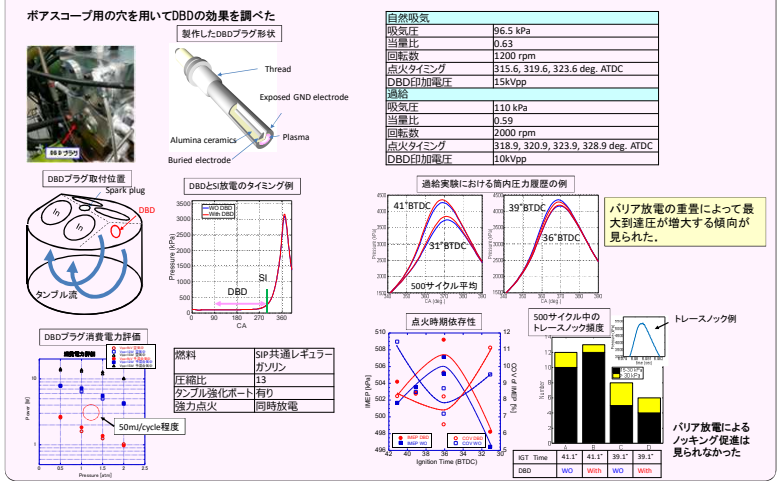
i-octane initial condition

Species name	Case1(ϕ=0.5)	Case2	Case3
	Mole fraction		
IC8H18	0.00831	0.00831	0.00831
N2	0.77441	0.77441	0.77441
O2	0.20776	0.20776	0.20776
AR	0.00922	0.00922	0.00922
CO2	0.00030	0.00030	0.00030
CH3COCH3	-	0.00003	-
BC8H17O2H	-	-	0.00001
CC8H17O2H	-	-	0.00002



4）九大SIPエンジンにおけるDBD効果検証

ボアスコープ用の穴を用いてDBDの効果を調べた



自然吸気	
吸気圧	96.5 kPa
当量比	0.63
回転数	1200 rpm
点火タイミング	315.6, 319.6, 323.6 deg. ATDC
DBD印加電圧	15kVpp
過給	
吸気圧	110 kPa
当量比	0.59
回転数	2000 rpm
点火タイミング	318.9, 320.9, 323.9, 328.9 deg. ATDC
DBD印加電圧	10kVpp

燃料	SIP共通レギュラーガソリン
圧縮比	13
タンブル強化ポート	有り
強力点火	同時放電

まとめ

① DBDによる火炎伝播促進効果を実証した.
② 質量分析とPREMIXシミュレーションからDBDにより予混合気に形成されたROOHの可能性を示した.
③ SIPエンジンにおいてもDBDが希薄ガソリンエンジン燃焼に対して効果を有することを世界的に初めて示すことができた.

今後の計画

1．実験で得られた各種依存性のメカニズムを質量分析や分光分析に基づき検討する
2．DBD中のプラズマ反応を含めたモデル化を行う