

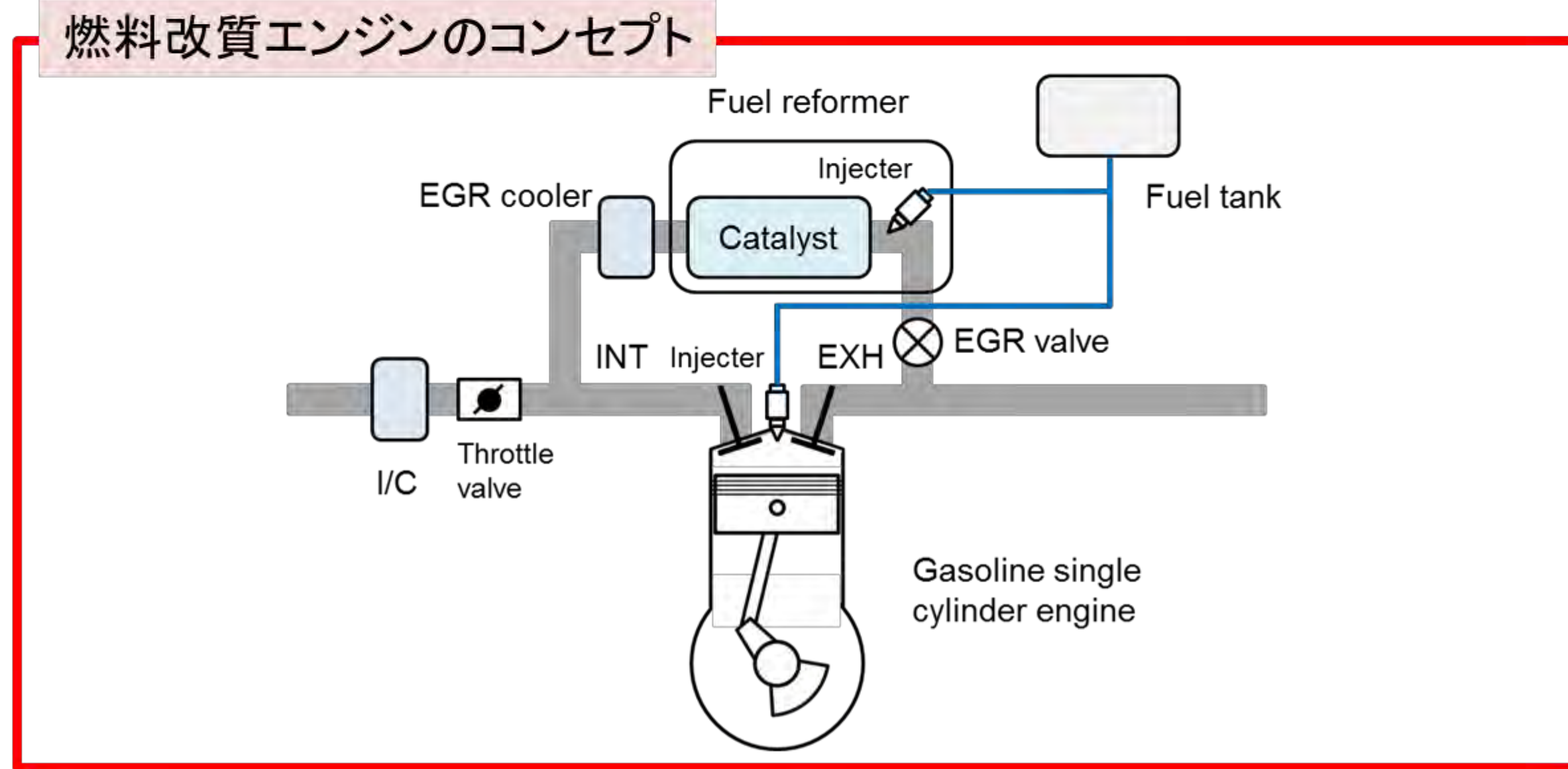
テーマ名 (タイトル)	排気エネルギーの有効利用と機械摩擦損失の低減に関する研究開発
SIPチーム	損失低減チーム リーダー大学: 早稲田大学 大聖 泰弘 教授
AICE分科会	ディーゼル燃焼分科会 摩擦損失低減分科会
目的	ターボ過給機の性能向上、燃料改質による排熱回収技術の開発を通じて排気エネルギーを低減する。従来は経験則に基づいていた摩擦損失メカニズムを解明し、大幅低減を狙う。

テーマ名 (タイトル)	高オクタン価改質燃料による希薄予混合気の燃焼改善
クラスター大学	茨城大学 金野 満 田中 光太郎
目的	排熱によって生成される改質燃料成分を予測する簡易反応モデルを構築し、生成される改質燃料成分が希薄予混合気の燃焼速度に及ぼす影響を明らかにする。
目的達成のための構想	●化学反応モデルによって改質成分を予測し、それらが燃焼速度に及ぼす影響を検討する。
アピールポイント	●改質によって生成した高オクタン価、高燃焼速度の改質成分による熱効率改善を目指す。

## 研究概要、コンセプト

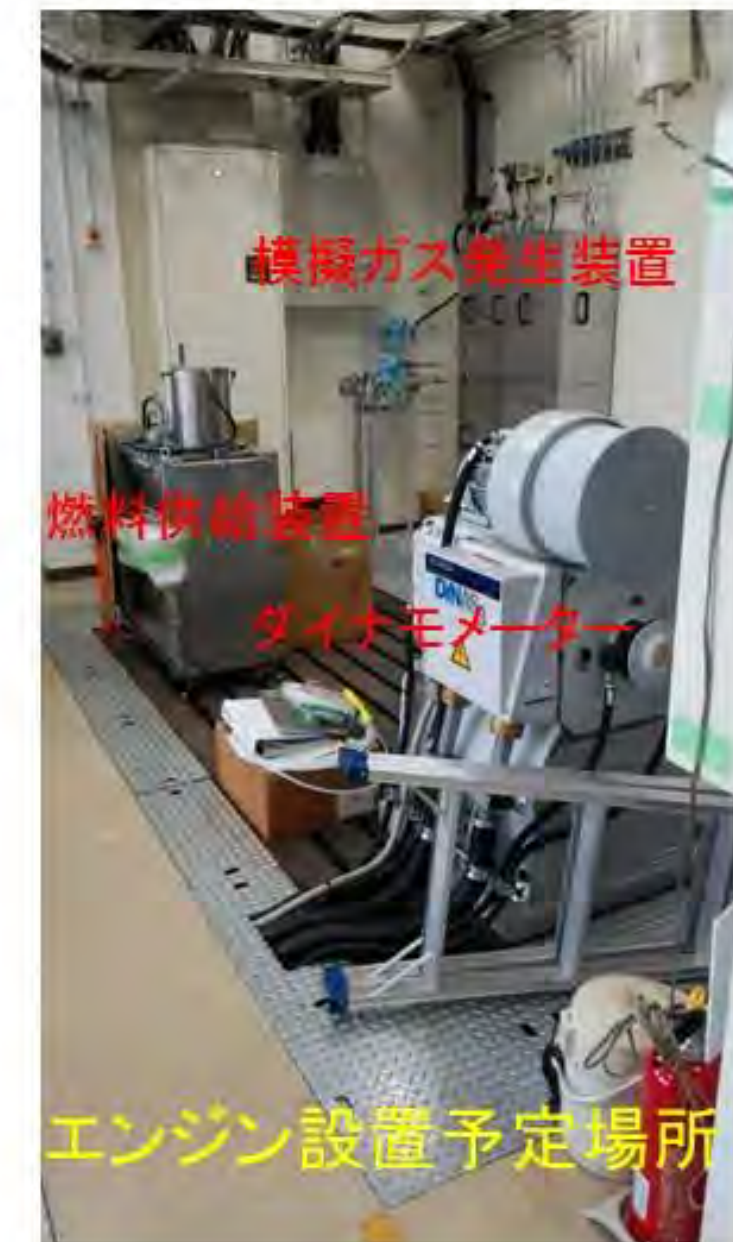
排熱による燃料改質では、高オクタン価で燃焼速度が速い燃料が生成され、希薄予混合燃焼による機関熱効率の改善が期待される。そこで本研究では、

- 改質成分予測のためのオンボード改質の簡易反応モデルの構築
- 詳細化学反応モデル計算を用いた改質成分による希薄予混合気の燃焼速度改善条件の選定
- 改質模擬燃料を用いた単気筒ガソリンエンジンの性能評価及びオンボード改質器を組み込んだガソリンエンジンの構築と熱効率改善の検証を行う。



## 試験エンジンの準備状況

ガソリン単気筒エンジンの新設準備



- ポンペ庫、模擬改質ガス発生装置、ダイナモーターの設置は完了。
- 今年度、ガソリン単気筒エンジンを設置し、実機実験を開始予定。

N <sub>2</sub>	600 L/min
CO <sub>2</sub>	200 L/min
H <sub>2</sub>	200 L/min
CO	200 L/min
CH <sub>4</sub>	20 L/min
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	20 L/min

## 数値解析方法、解析条件

- 詳細化学反応解析ソフト：CHEMKIN-PRO
- 計算モデル：  
化学平衡計算  
Chemical and Phase Equilibrium Calculations  
燃焼速度計算  
Premixed Laminar Flame-Speed Calculation
- ガソリンサロゲートモデル：LLNL model  
i-C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, n-C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>, 2-C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>の4成分でガソリンを模擬

ガソリンエンジン排ガス条件

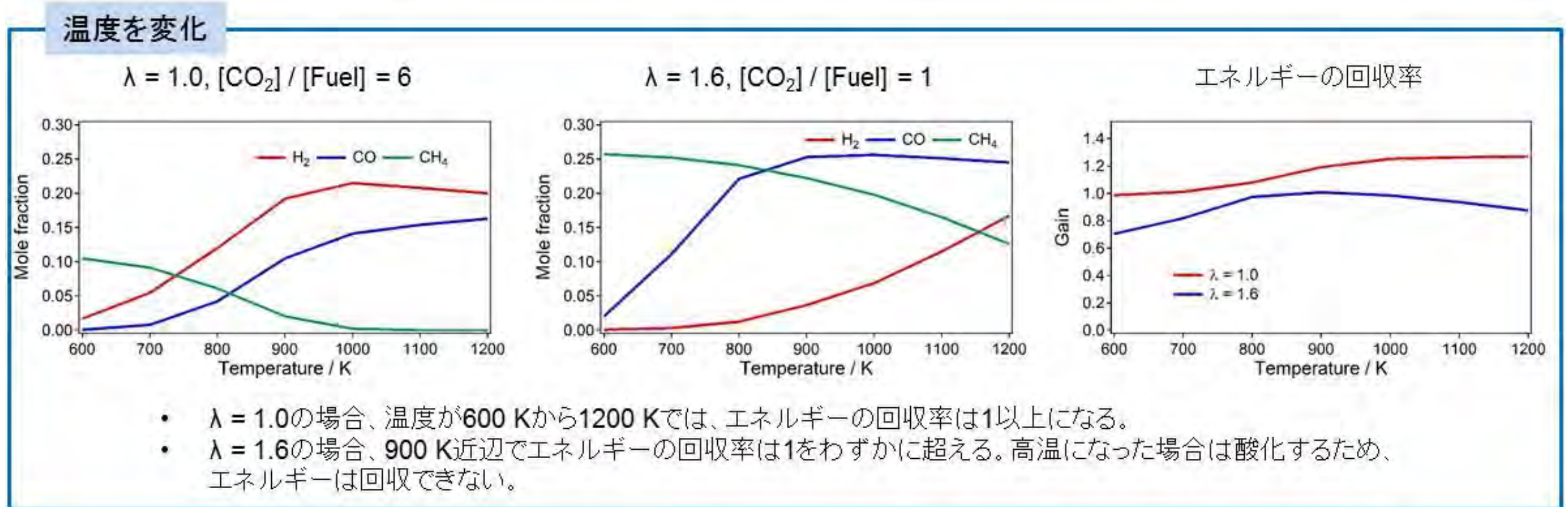
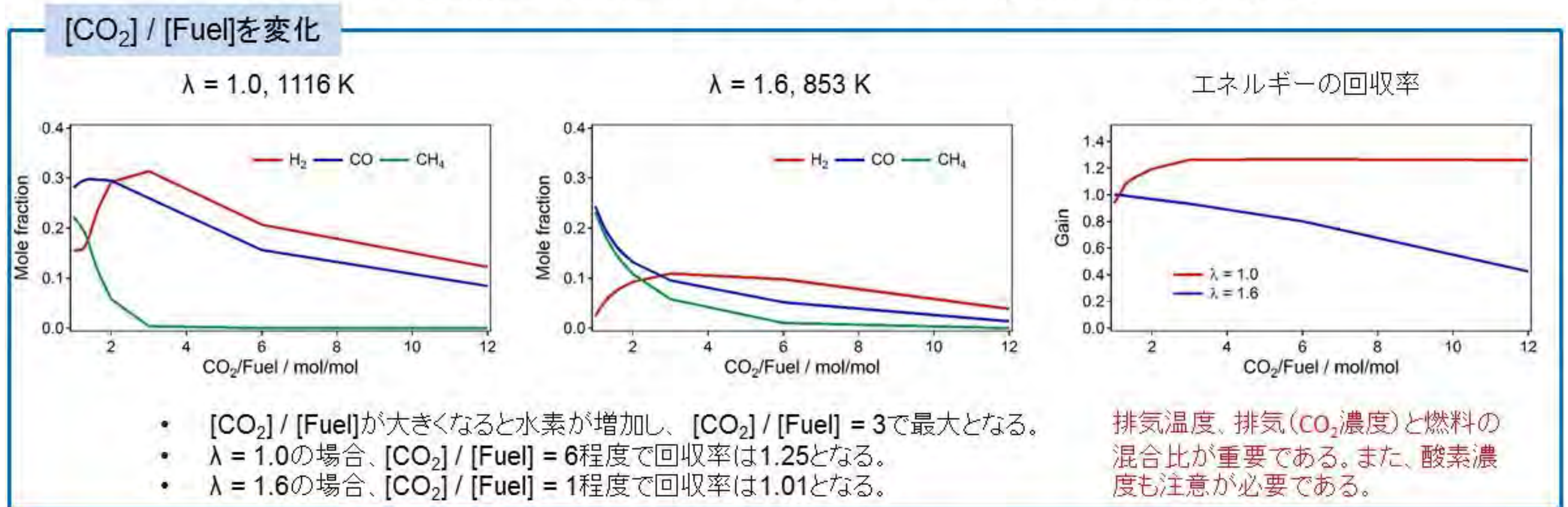
	リーン	ストイキ
エンジン回転数 rpm	2800	2800
BMEP MPa	1.2	1.2
空気過剰率	1.6	1
ガス流量 g/sec	68	49.8
湿り空気流量 g/sec	65.2	46.6
燃料質量流量 g/sec	2.8	3.2
排気温度 °C	580	843
排気圧力 kPa	175	142.7
HC ppm	1469	1237
NOx ppm	552	3797
CO ppm	743	3152
CO2 ppm	92677	150912
H2O 推定 iC8H18 ppm	10430	169000
O2 推定 iC8H18 ppm	53000	0

ガソリンサロゲートモデルの成分割合は、日本の市販レギュラーガソリンのRONに一致するように決定した。

市販レギュラーガソリン(JIS 2号)とガソリンサロゲートモデル(LLNL model)の組成

JIS 2号 成分	容量%	LLNL 成分	容量%
i-paraffins	34.46	i-C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	41.9
n-paraffins	13.63	n-C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	13.1
aromatics	33.76	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	25
olefins	11.2	2-C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	20
naphthenes	5.44		
RON	90.7	RON	90.7
MON	—	MON	84.0

## 熱平衡計算による改質成分



## 燃焼速度の変化

EGR率 15%, mole fraction

	Gasoline	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	推定 RON
改質 λ = 1.0	0.0145	0.175	0.735	0.034	0.025	1.7 × 10 <sup>-5</sup>	0.012	114
改質 λ = 1.6	0.00252	0.175	0.729	0.01	0.038	0.029	8.1 × 10 <sup>-5</sup>	119
λ = 1.0	0.0174	0.175	0.807					
λ = 1.6	0.011	0.175	0.813					

ガソリンの量は空気過剰率がそれぞれ λ = 1.0, λ = 1.6 になるように調整している。

298 K, 1 atmにおける燃焼速度 [cm/s]

	改質あり [cm/s]	改質なし [cm/s]	増加率	EGR管噴射量 [g/s]	改質時メイン噴射量 [g/s]	通常時メイン噴射量 [g/s]
λ = 1.0	36.3	24.5	1.48	0.58	2.41	3.23
λ = 1.6	15.3	8.6	1.78	2.7	0.3	2.8

改質成分により燃焼速度の増加は期待できる。希薄時も燃焼速度は増加するが、エネルギー回収率が問題である。

## まとめ

- λ = 1.0 の条件では、エネルギーの回収率は熱平衡計算で1.25となり、改質成分によりオクタン価及び燃焼速度が増加する。
- 簡単な熱平衡計算からの見積もりでは、希薄条件になるにつれて、改質部での燃料噴射量を増加したほうが良いと考えられる。
- λ = 1.6 の条件では、エネルギーの回収率は熱平衡計算で1.01であり、λ = 2 といった希薄条件でのエネルギー回収は厳しいと考えられるが、改質成分によるオクタン価及び燃焼速度の増加によるエンジン筒内での燃焼改善が期待される。

## 今後の予定

- 様々なEGR、排気温度条件での改質計算を行い、改質燃料が燃焼速度に及ぼす影響を明らかにする。
- 単気筒エンジンの準備を進め、改質模擬ガスを用いた実機実験を行い、改質ガスが機関性能に及ぼす影響を明らかにする。