

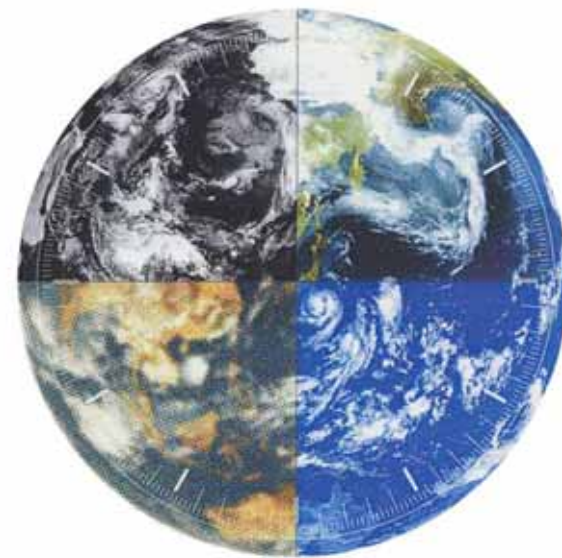


よりよい大気をめざして  
自動車と燃料のさらなる挑戦

## JCAP第5回成果発表会

# オイルWG報告

2007年2月22日



# 報告内容

---

1. 研究の目的と全体計画
2. ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響
  - 2.1 CR-DPF (連続再生式DPF) に及ぼすアッシュの影響
  - 2.2 NSR (NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒) に及ぼすS、Pの影響
  - 2.3 尿素SCR (NO<sub>x</sub>選択還元触媒) に及ぼすアッシュ、S、Pの影響
  - 2.4 オイル規格への反映
3. ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果
4. まとめ

# 研究の目的

- **ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響**  
低硫黄軽油の導入に伴い実用化される後処理装置 (CR-DPF、NSR、尿素SCR) に対するオイルのSAPS\*成分の影響を把握することにより、オイル側からの対応策に必要な知見を得る

\*SAPS: Sulfated Ash (硫酸灰分), Phosphate, Sulfurの略

- **ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果**  
省燃費型エンジンオイルの燃費改善効果について、日本及び米国の燃費測定モードで評価し、CO<sub>2</sub>削減のポテンシャルを把握する

# 全体計画

検討項目	スケジュール(年度)				
	H14	H15	H16	H17	H18
成果発表会			中間まとめ	★	最終まとめ ★
1)ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジン オイルの影響					
CR-DPFに及ぼすアッシュの影響	■				
NSRに及ぼすS、Pの影響			■		
尿素SCRに及ぼすアッシュ、S、Pの影響					■
2)ガソリン車のCO2削減に与えるエンジン オイルの効果					■

# 報告内容

---

1. 研究の目的と全体計画
2. ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響
  - 2.1 CR-DPFに及ぼすアッシュの影響
  - 2.2 NSRに及ぼすS、Pの影響
  - 2.3 尿素SCRに及ぼすアッシュ、S、Pの影響
  - 2.4 オイル規格への反映
3. ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果
4. まとめ

# 検討内容

---

## ➤ 台上走行試験

DPF圧力損失(圧損)に及ぼすオイル由来のアッシュの影響を把握する

## ➤ 排出ガス分析試験

CR-DPF前後の排出ガス中のアッシュ成分を分析し、DPFへのアッシュ堆積に及ぼすDPF仕様、運転条件、及びオイル添加剤組成等の各種パラメータの影響を把握する

# 台上走行試験の試験条件と試験マトリックス

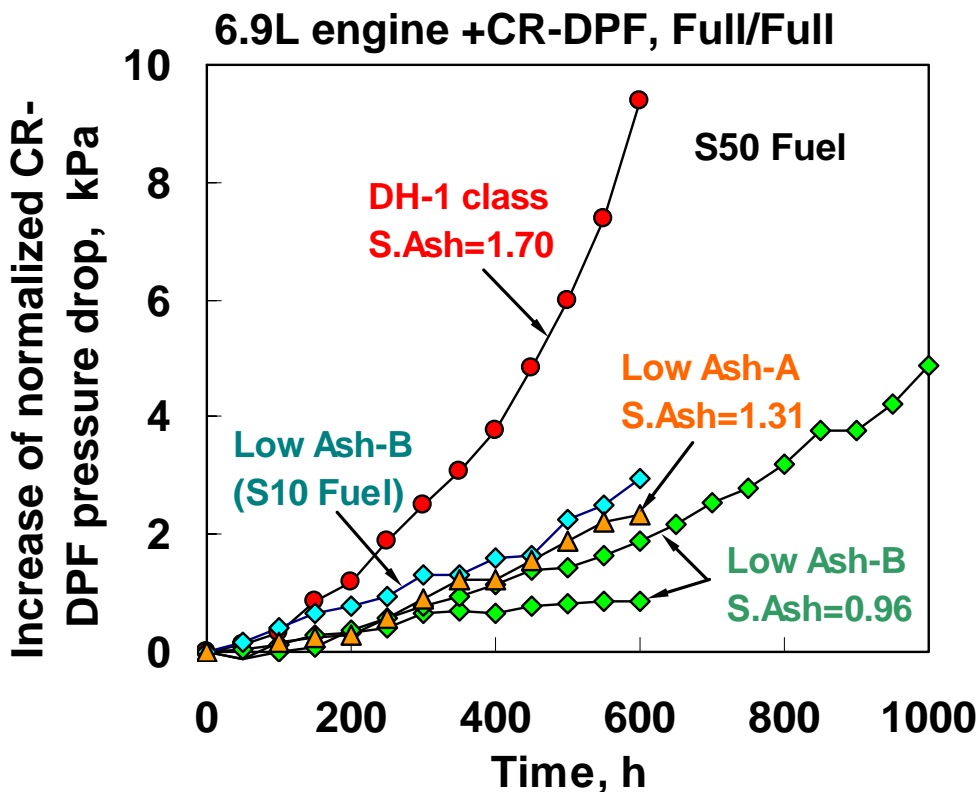
- エンジンは長期規制に対応した6.9L直噴エンジン
- DPFには前段に酸化触媒、後段のDPFにも酸化触媒を担持した連続再生式DPF (CR-DPF) を使用
- 最高出力点での定常運転 (2700rpm/全負荷) で、DPF目詰まりによる圧力損失を評価

Test No.	Oil	Fuel sulfur	Test duration
1	DH-1 class (S.Ash*=1.70)	S=50ppm	600h
2	Low Ash-A (S.Ash=1.31)	S=50ppm	600h
3	Low Ash-B (S.Ash=0.96)	S=50ppm	600h
4	Low Ash-B (S.Ash=0.96)	S=50ppm	1000h
5	Low Ash-B (S.Ash=0.96)	S=10ppm	600h

\*Sulfated Ash

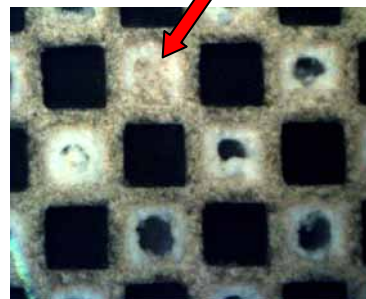
# 台上走行試験の結果

- オイル中の硫酸灰分量(アッシュ量の指標)の低減は、DPF内でのアッシュ堆積量を低減し圧損上昇が緩和される
- 燃料S量を50ppmから10ppmに低減しても、DPFの圧損に及ぼす影響は認められない



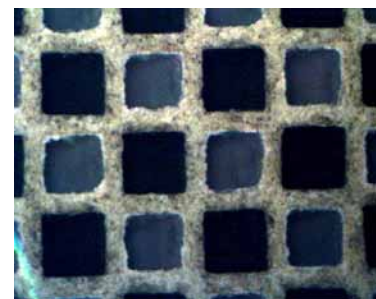
## DPFの断面図

オイルアッシュ(CaSO<sub>4</sub>主体)



DH-1 class  
S.Ash = 1.70%

600h



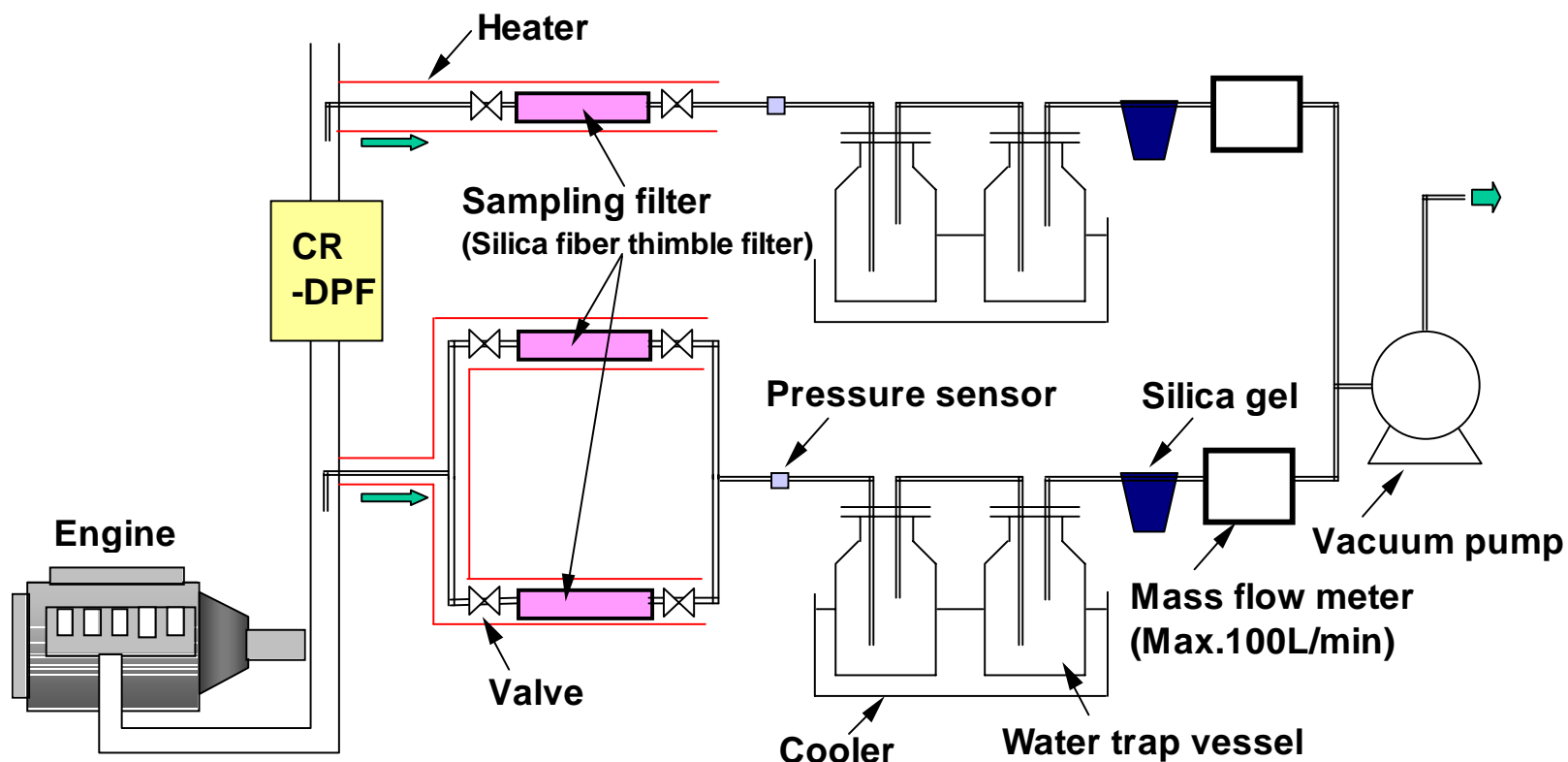
Low Ash-B  
S.Ash = 0.96%

600h



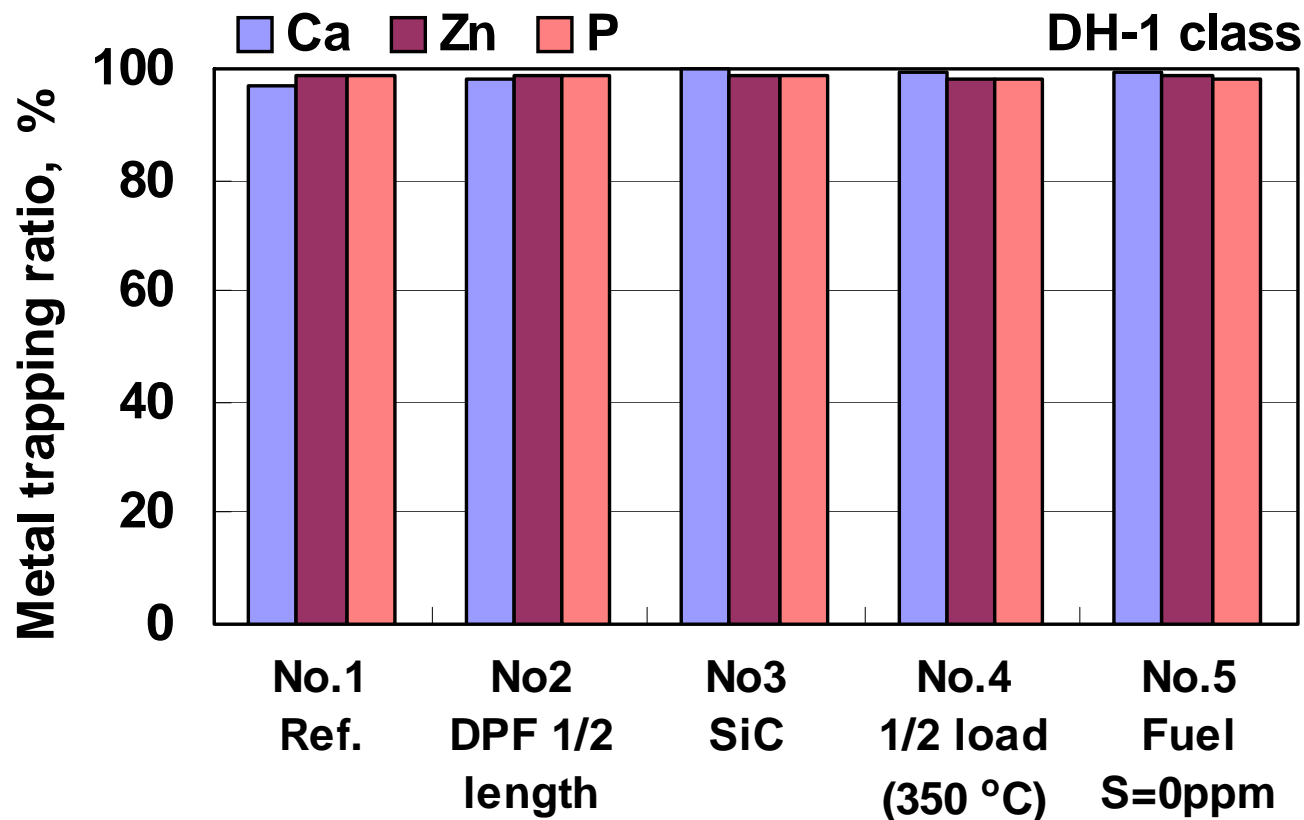
# 排出ガス分析試験の試験方法

- CR-DPF前後で、排出ガス中の金属量を元素毎に定量し、その差から、CR-DPFでの各金属の捕捉率を算出
  - ➡ 短時間で各種パラメーターの影響を評価できる
- エンジン及びCR-DPFの仕様は走行試験と基本的に同じ



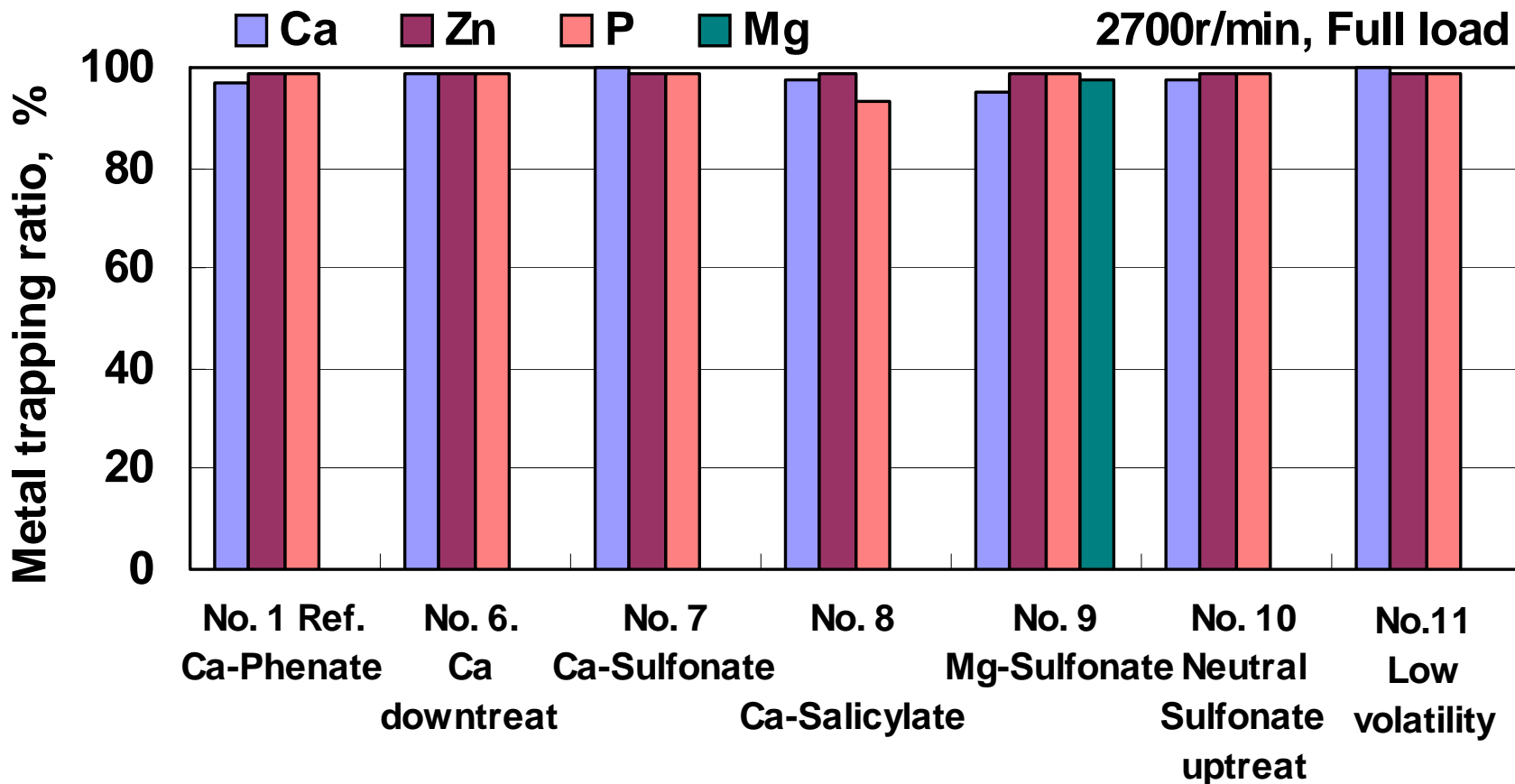
# 排出ガス分析試験結果

- 今回の試験条件では、DPFのサイズ/材質、排気温度、燃料S量に拘わらず、オイル由来の金属は、ほとんどすべてCR-DPFで捕捉される



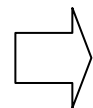
# 排出ガス分析試験結果

- オイル組成が変わっても、オイル由来の金属の95%以上がCR-DPFで捕捉されている



# CR-DPFに及ぼすアッシュの影響(まとめ)

- オイルの硫酸灰分量の低減は、DPFでのアッシュ堆積量を減らし、圧損上昇を緩和させることから、DPFメンテナンス期間の延長に寄与し得る



**DPF装着車には硫酸灰分量を低減したオイルが必要である**

# 報告内容

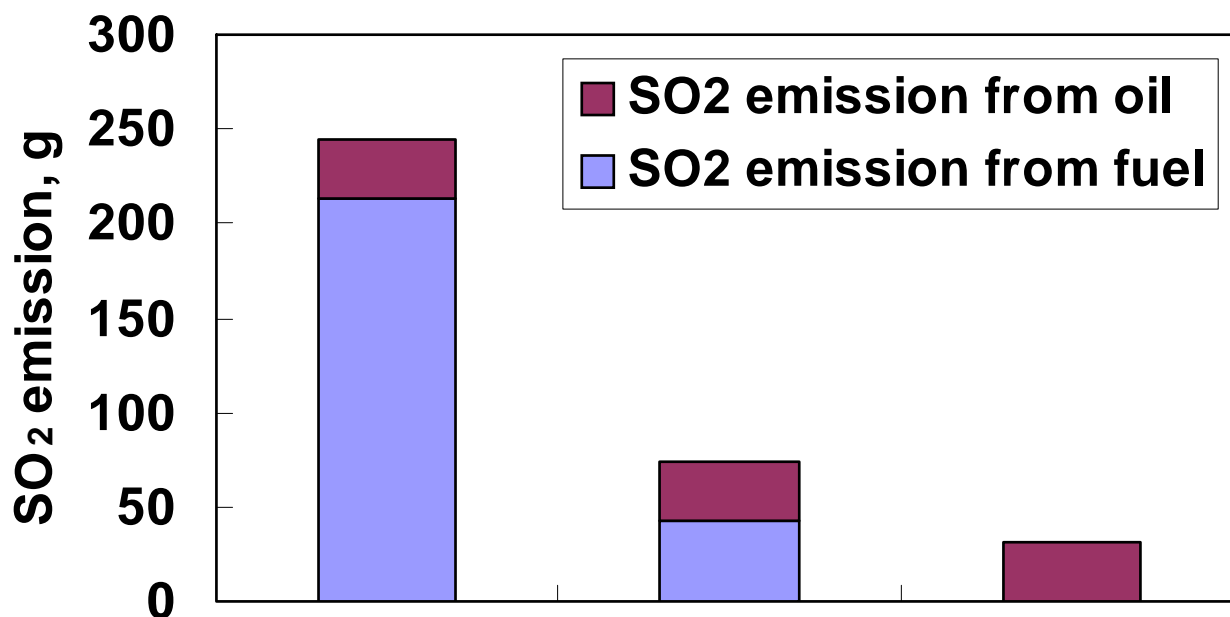
---

1. 研究の目的と全体計画
2. ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響
  - 2.1 CR-DPFに及ぼすアッシュの影響
  - 2.2 NSRに及ぼすS、Pの影響
  - 2.3 尿素SCRに及ぼすアッシュ、S、Pの影響
  - 2.4 オイル規格への反映
3. ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果
4. まとめ

# SO<sub>2</sub>排出量に対するオイルSの寄与度(推算)

- 燃料S量が10ppm以下になると、オイルS量の影響は無視できなくなる

➔ オイルSの影響検討が必要



Sulfur in fuel ppm

50

10

0

Sulfur in oil mass%

0.8

0.8

0.8

\*消費されたオイル中のSがすべてSO<sub>2</sub>に転換されると仮定して計算

# 検討内容

---

## ➤ 台上走行試験

硫黄被毒回復のための燃料噴射制御(Sパーズ)を行わない耐久試験で、NSRに及ぼすオイル由来のS、Pの影響を把握する

## ➤ 排出特性調査

台上走行試験と同じ運転条件、供試油で、排出ガス中のS、P量を分析し、台上走行試験の結果を解析する

# 台上走行試験の試験条件と試験マトリックス

- エンジンは新短期規制に適合した4L直噴コモンレール、PM・NOx同時低減型触媒(NSR+DPF)を搭載
- 2200rpm/115Nmの定常運転で排ガスのNOx浄化率を評価  
但し、硫黄の影響を加速するために、Sパーズ(硫黄被毒回復のための燃料噴射制御)をOFF

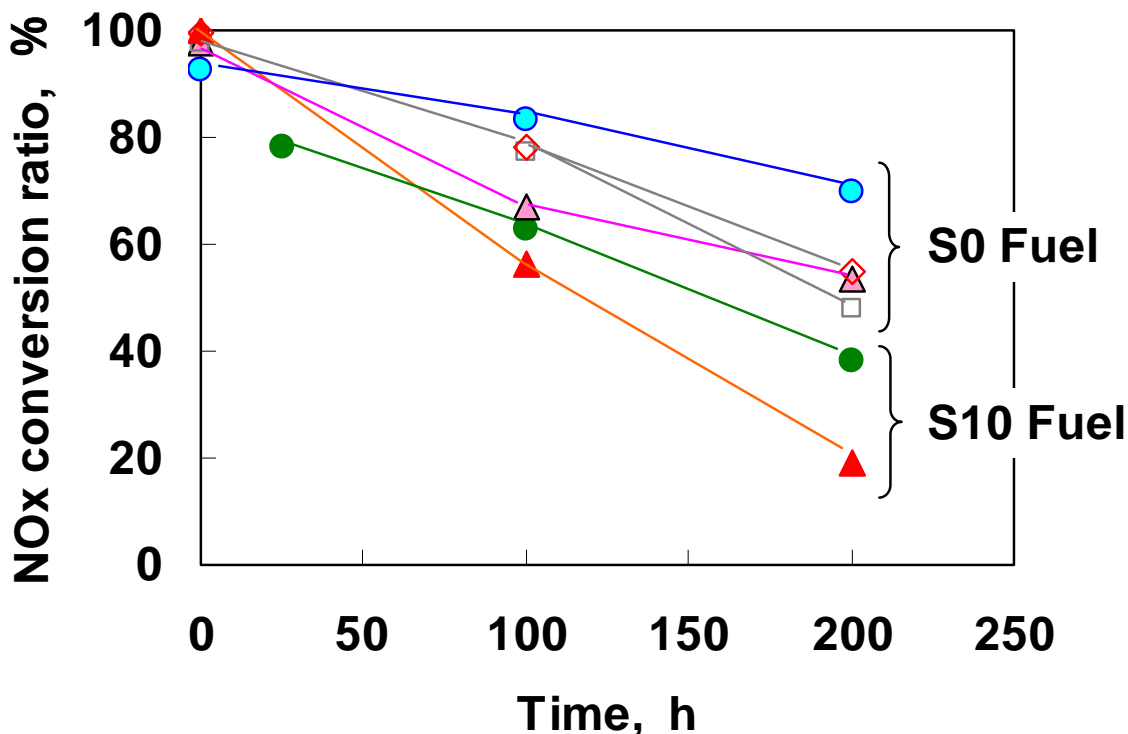
Test No.	Fuel	Oil			
		Name	S mass%	P mass%	S.Ash mass%
1	S10	High SAPS	0.76	0.11	1.7
2		Low SAPS	0.34	0.07	0.9
3	S0*	High SAPS	0.76	0.11	1.7
4		Low SAPS	0.34	0.07	0.9
5		High ZnDTP	0.69	0.28	1.4
6		High S Basestock	0.67	0.07	0.8

\* Sulfur content <1ppm.



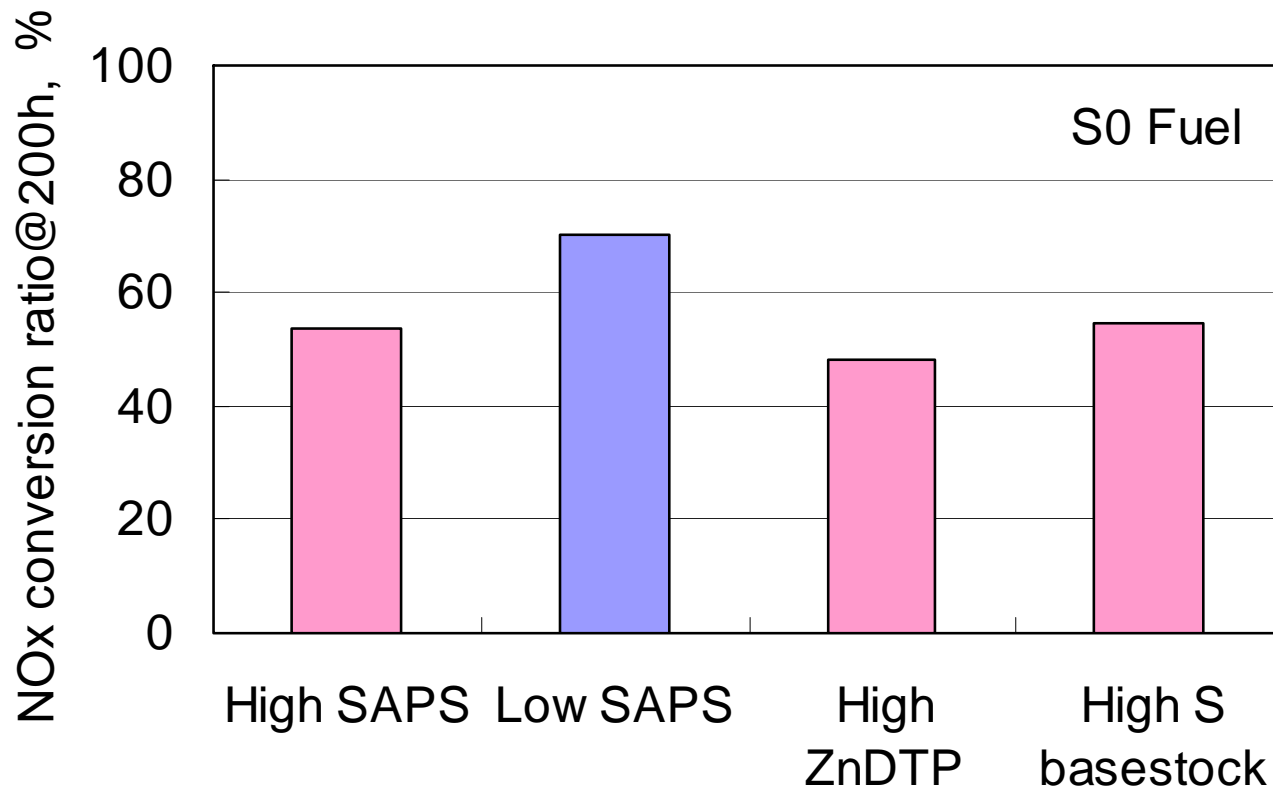
# NOx浄化率の経時変化

- 試験時間の経過に従い、NOx浄化率は低下している
- S0燃料、S10燃料のいずれの場合も、Low SAPS油に比べ High SAPS油の方がNOx浄化率は低下している



# NO<sub>x</sub>浄化率の比較

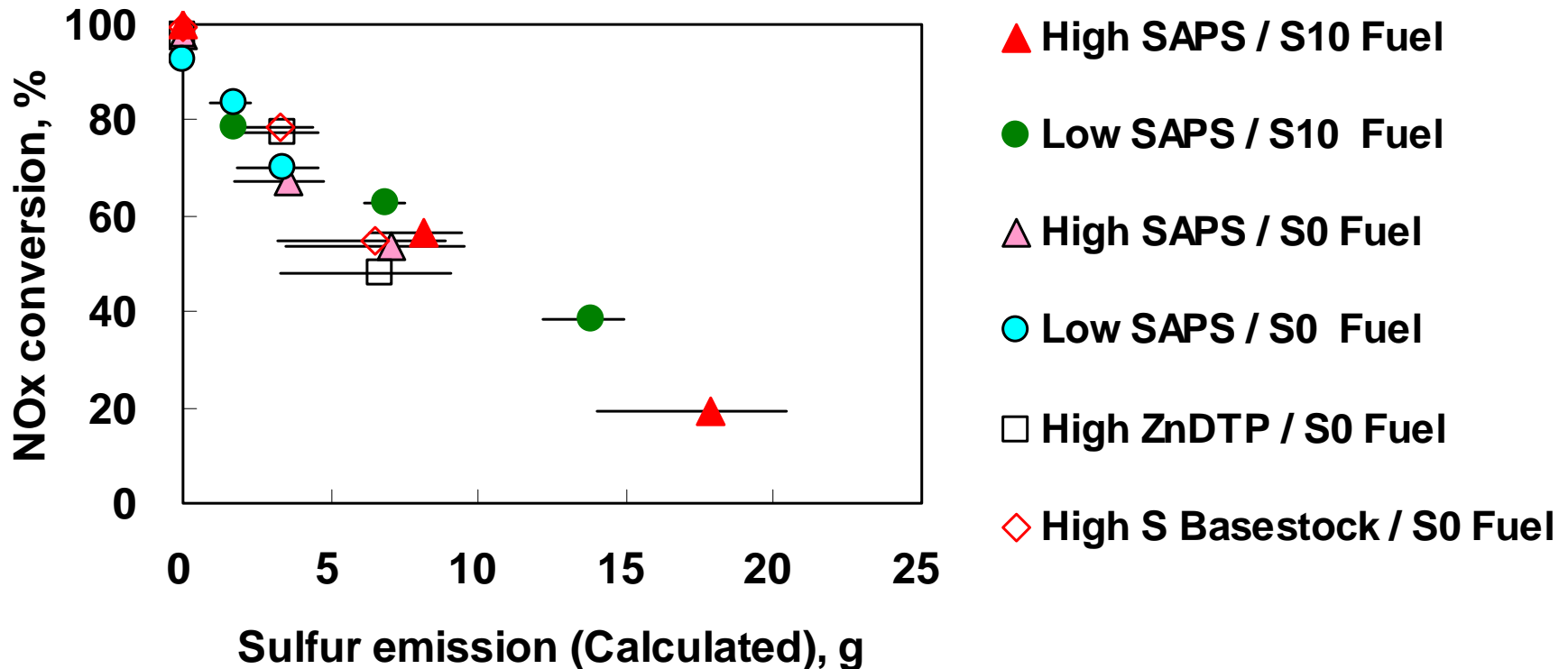
- S<sub>0</sub>燃料の場合で比較すると、NO<sub>x</sub>浄化率の低下は、オイルのP量よりもS量により大きく影響を受けていることがわかる



Oil S cont. %	0.76	0.34	0.69	0.67
Oil P cont. %	0.11	0.07	0.28	0.07

# S排出量とNOx浄化率との関係

- Sパーズを行わない場合、NOx浄化率は、燃料とオイルからのS排出量が多くなるに従い低下する
- 今回の試験において、オイル由来のPが触媒被毒に与える影響は認められなかった



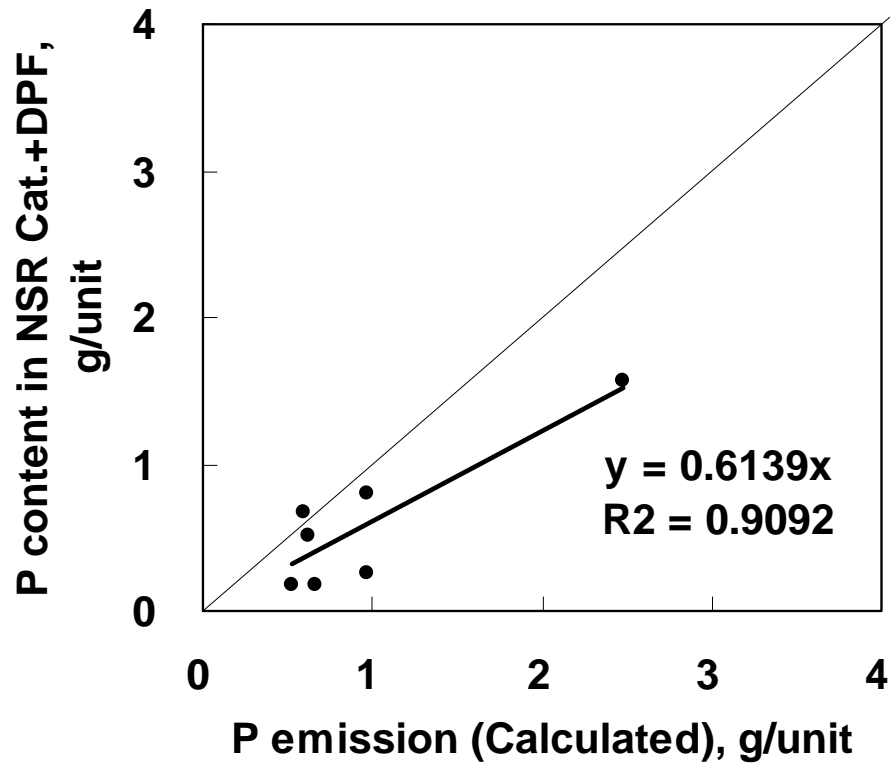
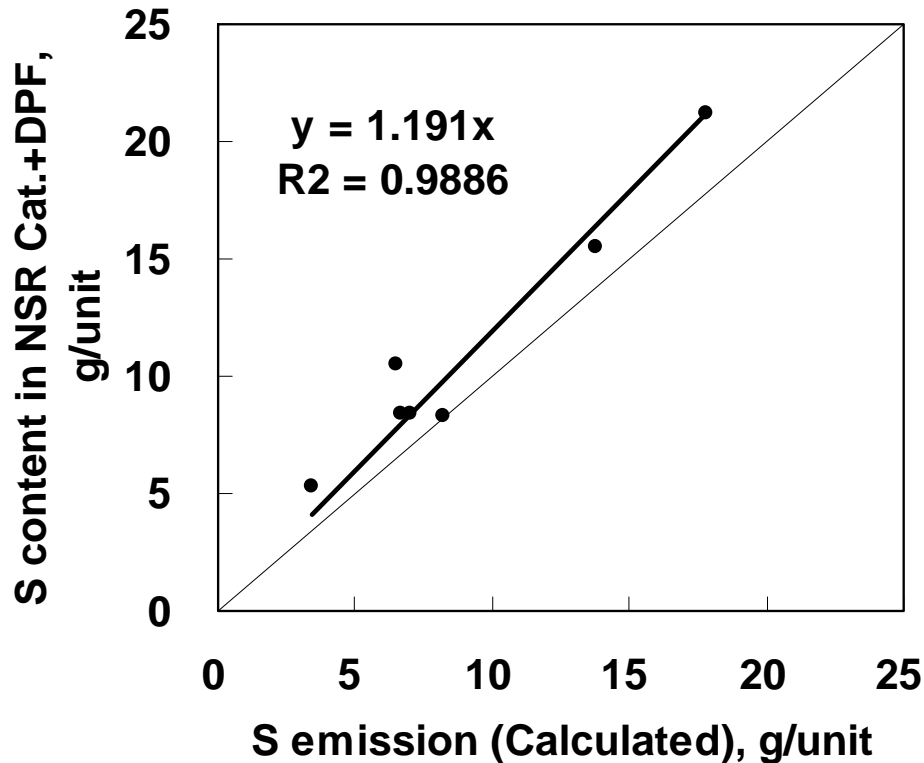
# 触媒分析-元素分析

- 触媒に堆積したP/S比は、いずれの試験でもオイルのP/S比より小さく、Sに比べPの排出量が少ないことが示唆される

Test No.	Fuel	Oil				Elementary Deposits on NSR + DPF		
		Name	S (%)	P (%)	P/S	S (g/unit)	P (g/unit)	P/S
1	S10	High SAPS	0.76	0.11	0.14	21.2	0.80	0.04
2		Low SAPS	0.34	0.07	0.21	15.5	0.67	0.04
3	S0	High SAPS	0.76	0.11	0.14	8.4	0.25	0.03
4		Low SAPS	0.34	0.07	0.21	5.3	0.52	0.10
5		High ZnDTP	0.69	0.28	0.41	8.5	1.57	0.18
6		High S Basestock	0.67	0.07	0.10	10.5	0.17	0.02

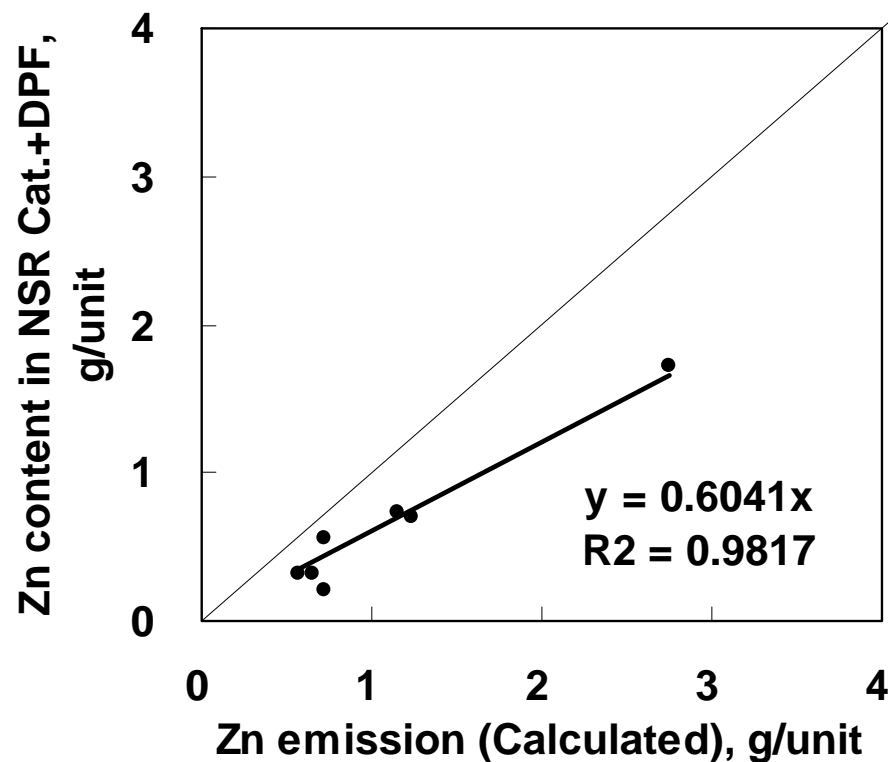
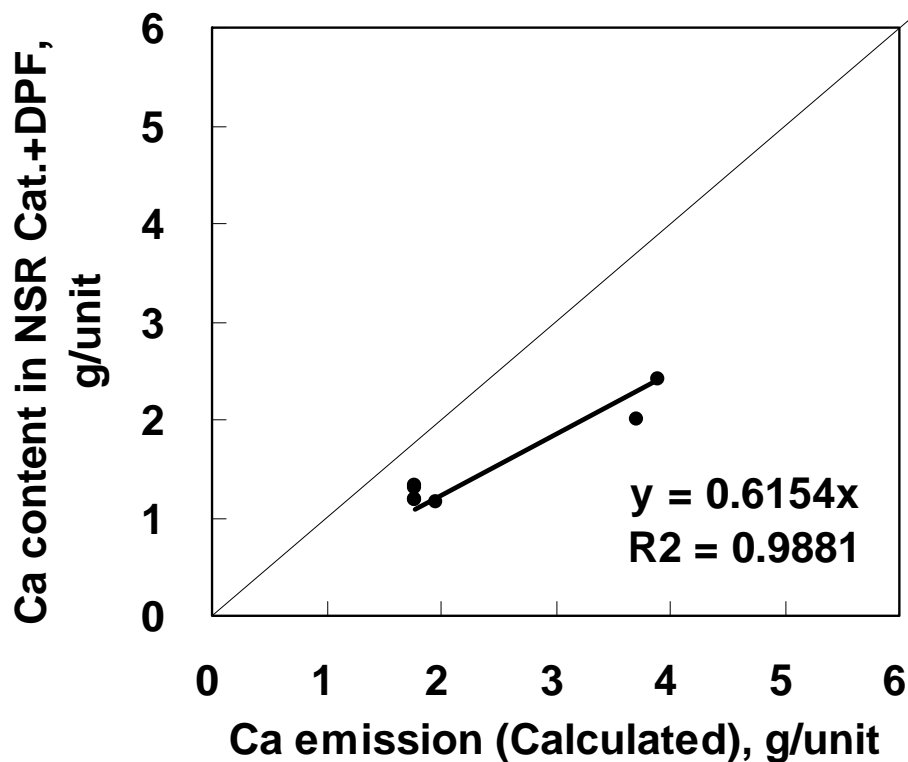
# S,P排出量(計算値)との比較

- Sはオイル消費量から計算した排出量の120%が触媒に堆積
- Pは排出量(計算値)の60%が堆積



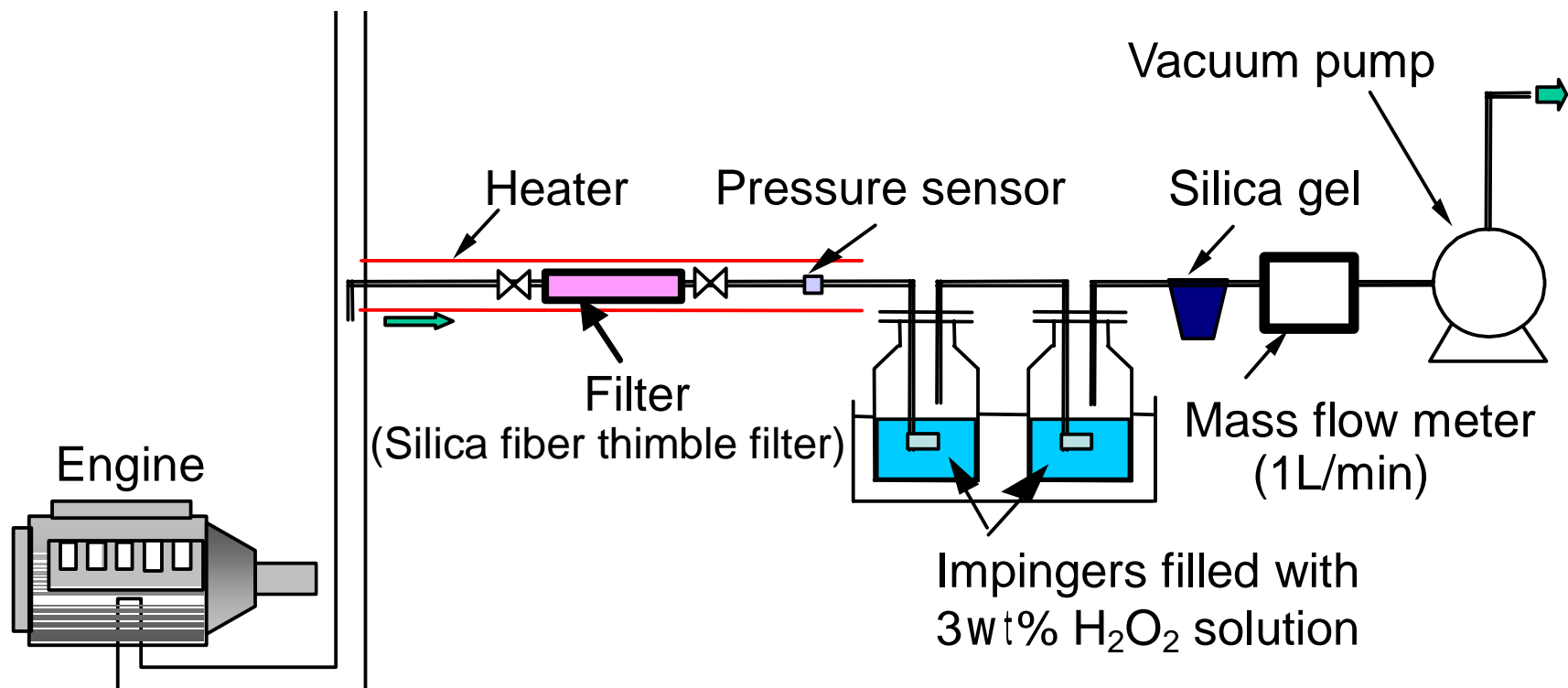
# Ca, Zn排出量(計算値)との比較

- Ca、ZnもPと同様に排出量(計算値)の60%が堆積
- Sと、P、Ca、Znは排出の様態が異なっていると推測



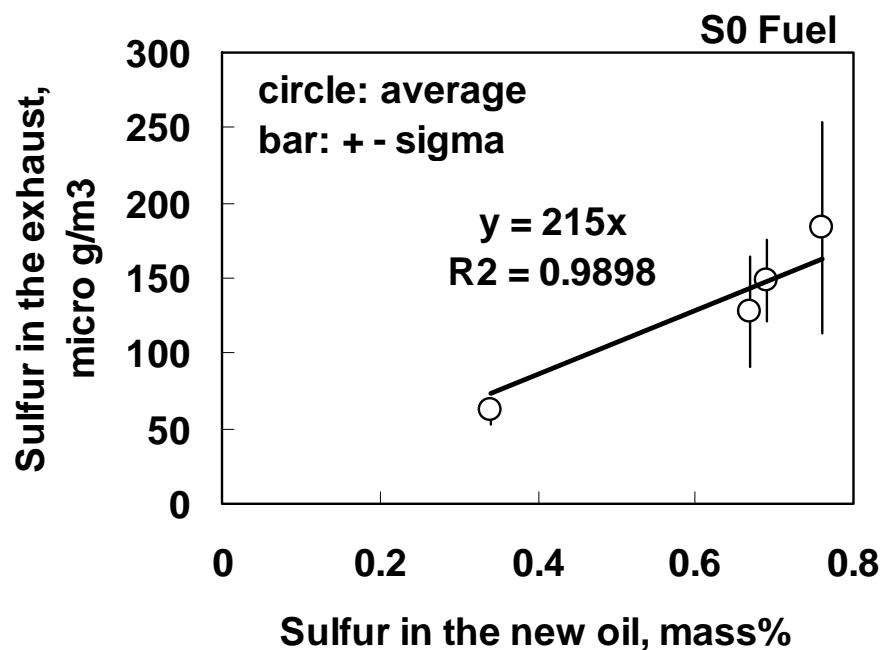
# 排出ガス分析試験の試験方法

- エンジン、運転条件は走行試験と同一
- 触媒手前で排出ガスをサンプリング
- 粒子状物質は円筒ろ紙でカットし、吸収液に捕捉されたガス状物質 (S,Pの酸化物) を分析

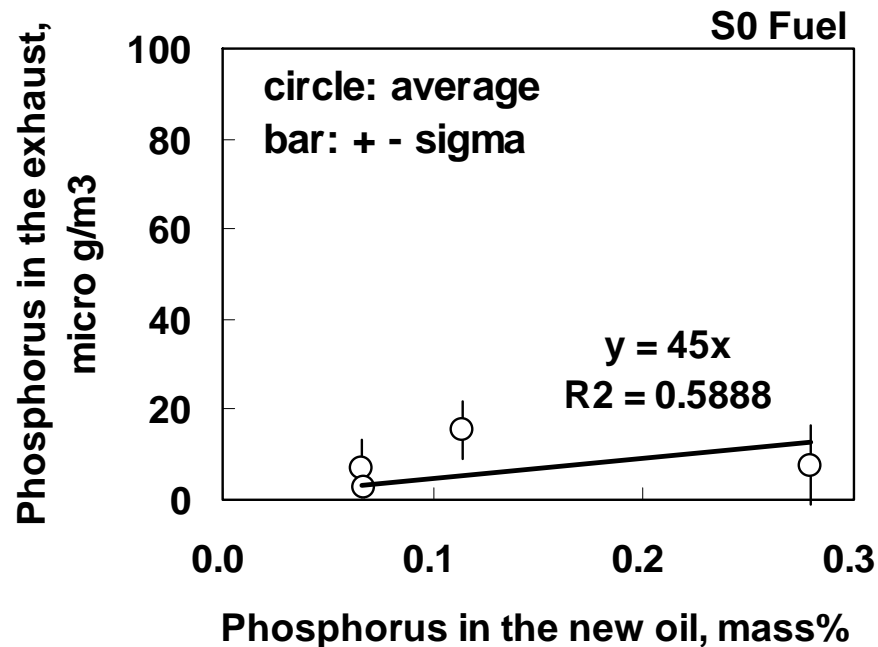


# オイルS,P量と排出ガス中のS,P量の関係

- Sはガス状物質(SO<sub>x</sub>と推定)として排出されているが、Pはほとんど排出されていない



Sulfur



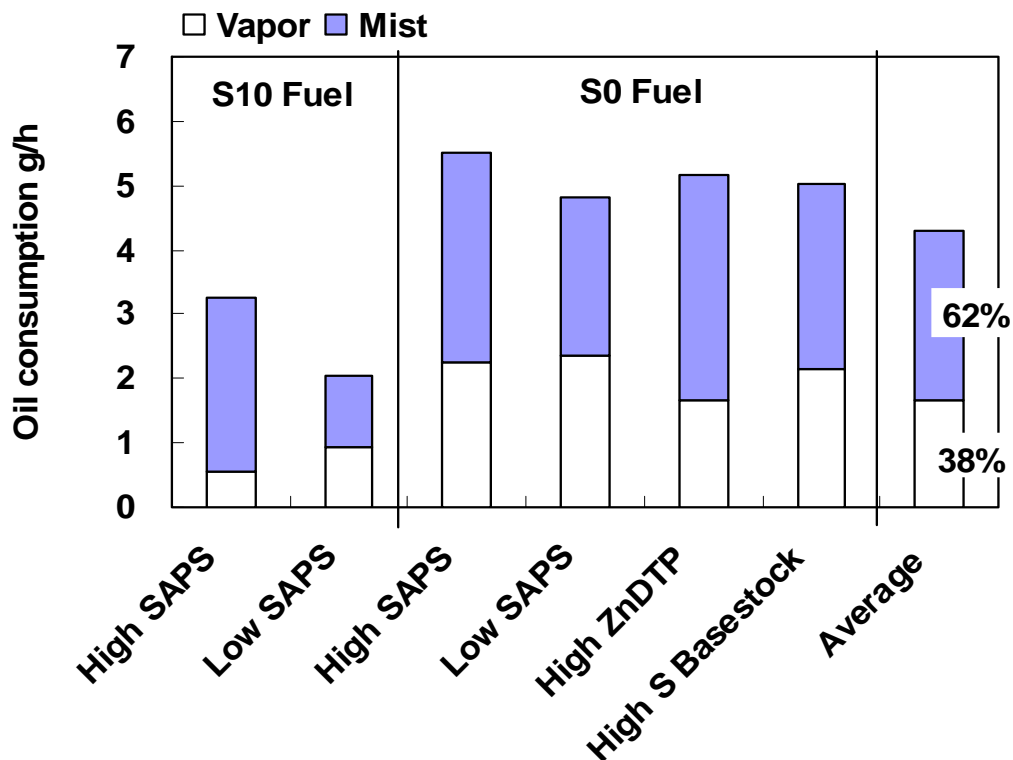
Phosphorus



# オイル消費の中身解析

- ミストによるオイル消費の割合は平均で62%
- 触媒上でのP、Ca、Znの堆積割合と一致

オイル消費 { 蒸発: 基油・添加剤の軽質分  
熱酸化分解により発生したガス等の軽質分  
オイルミストの飛散



## NSRに及ぼすS、Pの影響(まとめ)

---

- Sパーズ(硫黄被毒回復制御)を行わない今回の試験で、NSRのNO<sub>x</sub>浄化率は、オイル中のSによる被毒の影響を受け、オイル由来のS排出量が多いほど低下した
- Sと比べてPの排出量は少なく、今回の試験条件ではPによる触媒被毒は明確には認められなかった

⇒ NSR装着車にはS量を低減したオイルが好ましい

# 報告内容

---

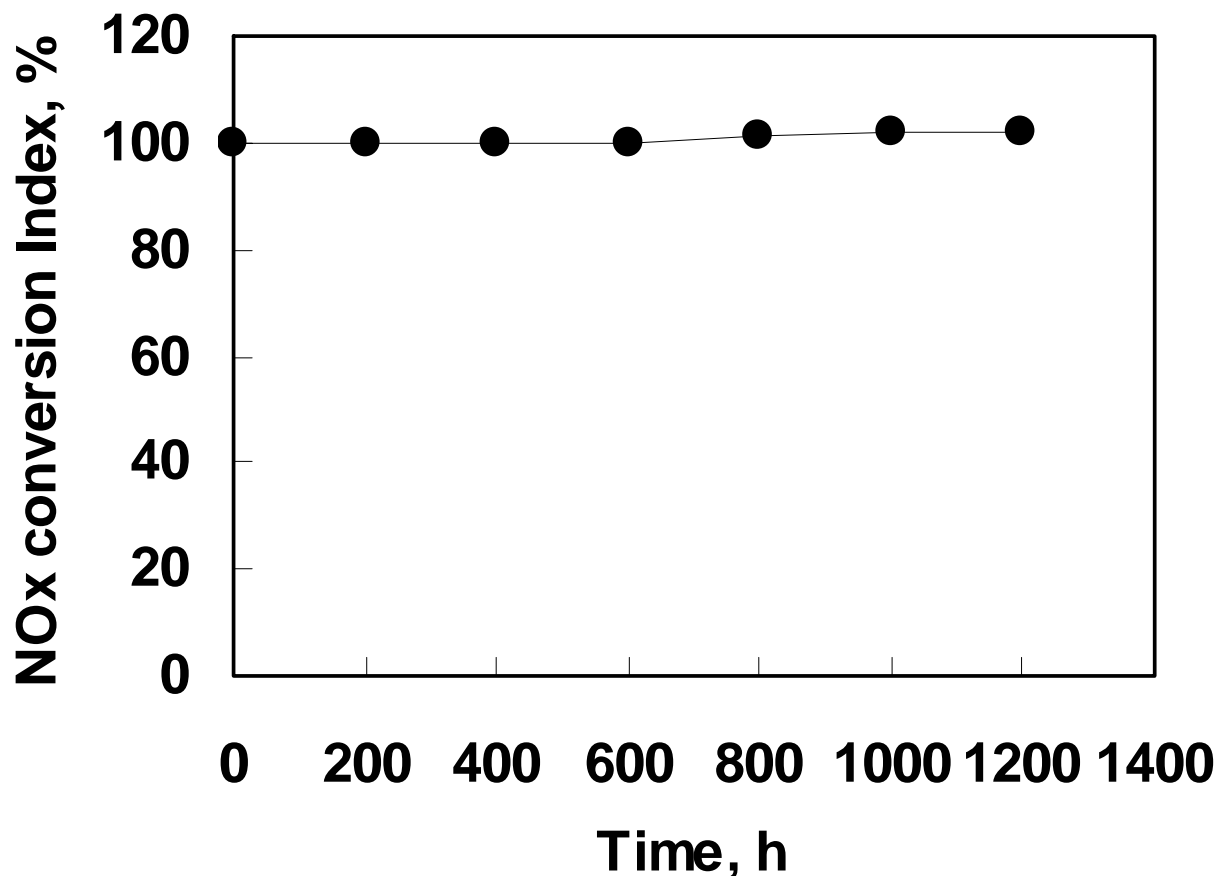
1. 研究の目的と全体計画
2. ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響
  - 2.1 CR-DPFに及ぼすアッシュの影響
  - 2.2 NSRに及ぼすS、Pの影響
  - 2.3 尿素SCRに及ぼすアッシュ、S、Pの影響
  - 2.4 オイル規格への反映
3. ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果
4. まとめ

# 試験概要

- **長時間の耐久試験を行い、尿素SCRに対するオイル由来のアッシュ、S、Pの影響の有無を確認する**
- **試験：長時間エンジン耐久試験**
  - 運転条件：100%回転/60%負荷**  
(熱劣化を防ぐため、SCR入口温度400 以下)
  - 試験時間：1270h**  
(実車15万km相当)
- **エンジン：新長期規制対応エンジン(9.2L, 直噴コモンレール)**
- **後処理：酸化触媒+尿素SCR+酸化触媒**
- **燃料：市販S10軽油**
- **供試油：High SAPS油(国内市場上限レベル)**

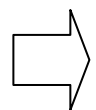
# NOx浄化率の経時変化

- 試験中にNOx浄化率の低下は認められない
- Ca, Zn, S及びPは前段の酸化触媒に多く堆積する傾向が認められたものの、触媒性能にとって問題のないレベル



# 尿素SCR に及ぼすアッシュ、S、Pの影響 (まとめ)

- 従来より使用されているDH-1相当のHigh SAPS油を用いた長時間走行試験でNOx浄化率の低下は認められず、排出ガスの耐久寿命を考慮しても、尿素SCRシステムに及ぼすオイル由来のアッシュ、S、Pの影響は小さい



尿素SCR装着車には、DH-1規格レベルのオイルであれば、SAPS成分低減の必要はない

# 報告内容

---

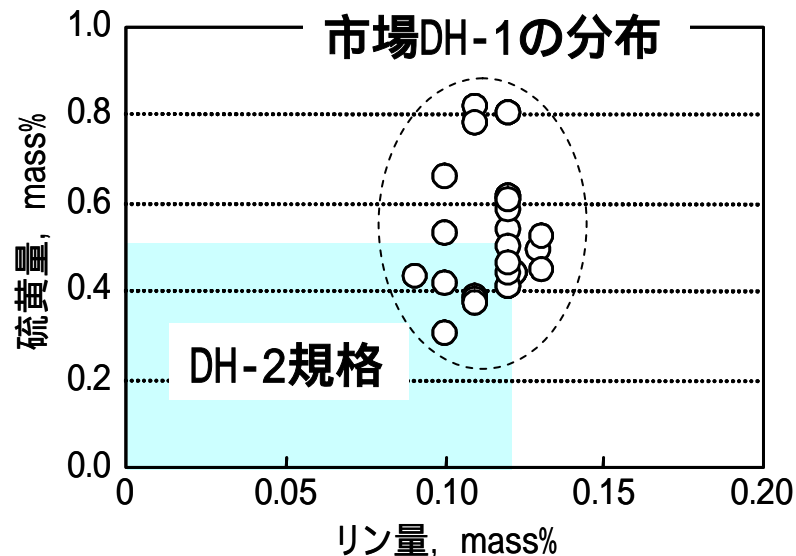
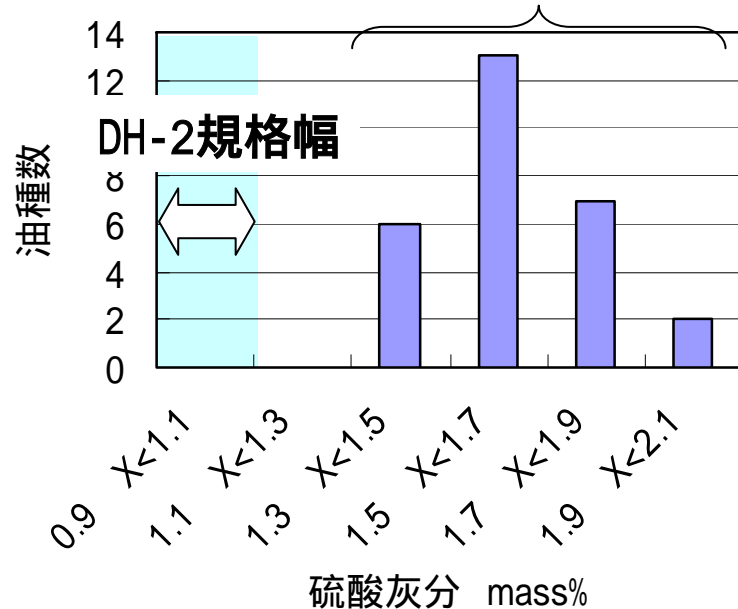
1. 研究の目的と全体計画
2. ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響
  - 2.1 CR-DPFに及ぼすアッシュの影響
  - 2.2 NSRに及ぼすS、Pの影響
  - 2.3 尿素SCRに及ぼすアッシュ、S、Pの影響
  - 2.4 オイル規格への反映
3. ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果
4. まとめ

# JASO規格への反映

- 得られた結果をDPFを装着したトラック・バス等の重量車用ディーゼルエンジン油の規格であるJASO DH-2に反映させた

	DH-2 (新規格)	DH-1 (従来規格/参考)
硫酸灰分量	1.0 ± 0.1mass%以内	規定なし
硫黄量	0.5mass%以下	規定なし
りん量	0.12mass%以下	規定なし

市場DH-1の分布





# 報告内容

---

1. 研究の目的と全体計画
2. ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響
  - 2.1 CR-DPFに及ぼすアッシュの影響
  - 2.2 NSRに及ぼすS、Pの影響
  - 2.3 尿素SCRに及ぼすアッシュ、S、Pの影響
  - 2.4 オイル規格への反映
3. ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果
4. まとめ

# 試験概要

- **省燃費型エンジンオイルの燃費改善効果について、日本及び米国の燃費測定モードで評価し、CO<sub>2</sub>削減のポテンシャルを把握する**
- **試験：シャシーダイナモを用いた車両燃費試験**
  - 測定モード：10・15モード(日本)**
  - FTPモード(米国)**
  - 初期(3,200km)及びエージング後(10,400km)の燃費を評価**
- **試験車両：乗用車**
  - (2.5L, MPI, 2WD, すべり動弁系タイプ)**

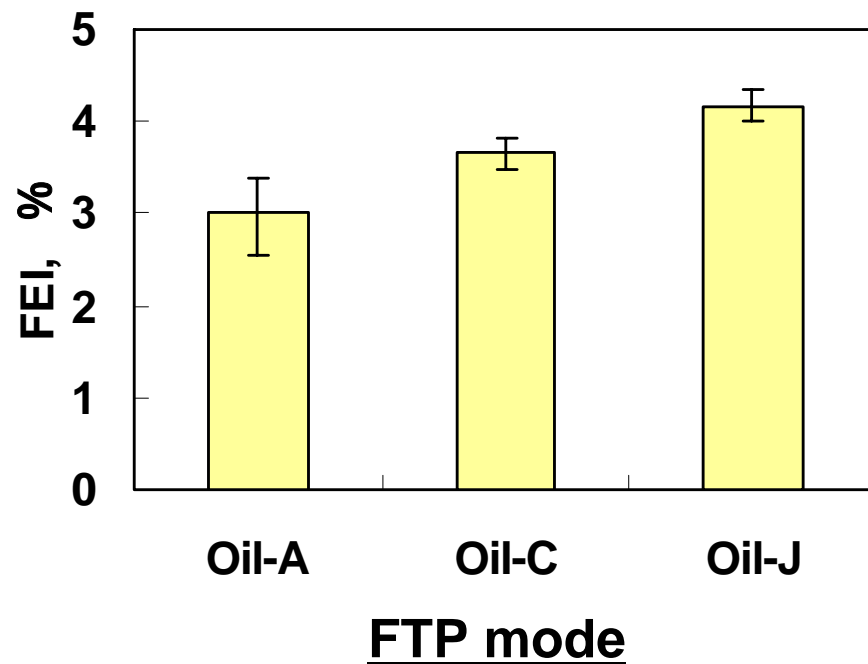
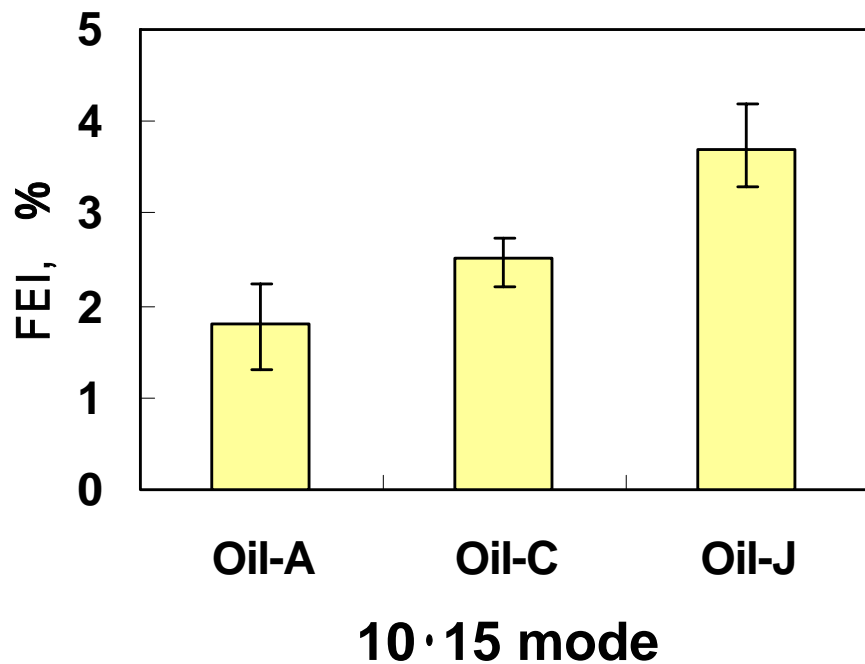
# 供試油の性状

- 低粘度、Mo系摩擦調整剤(MoFM)を配合した省燃費型エンジンオイル(3油種)を評価
- 基準油に対する燃費改善率(FEI)として算出

		Oil-A	Oil-C	Oil-J	Baseline Oil
Vis. grade		5W-20	5W-20	0W-20	20W-30
FM formulation		None	Yes	Yes	None
KV mm <sup>2</sup> /s	40	45.12	45.22	41.40	103.5
	100	8.02	8.07	8.95	12.13
VI		151	152	205	108
HTHS vis., mPa·s		2.6	2.6	2.6	3.7
Mo content, mass%		<0.001	0.02	0.10	<0.001

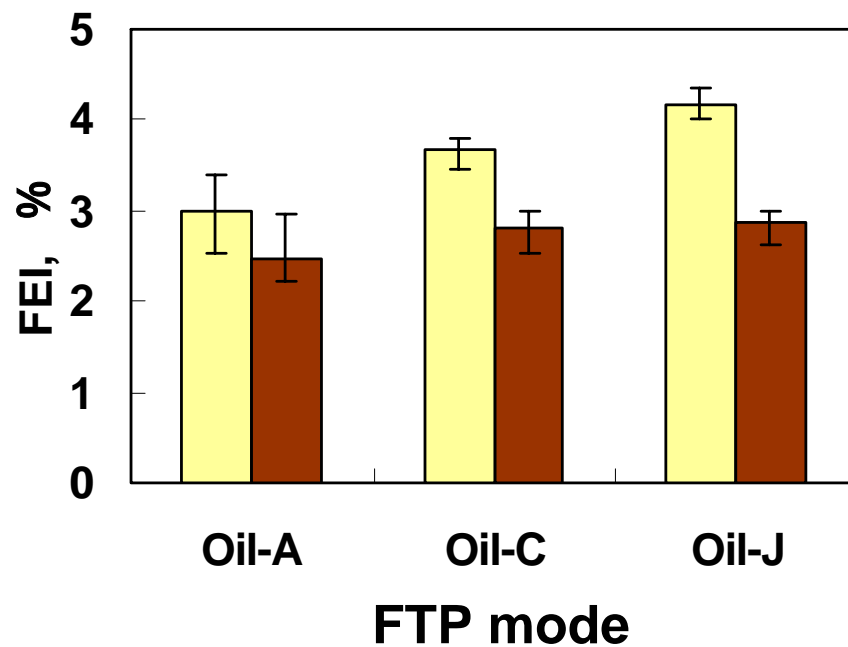
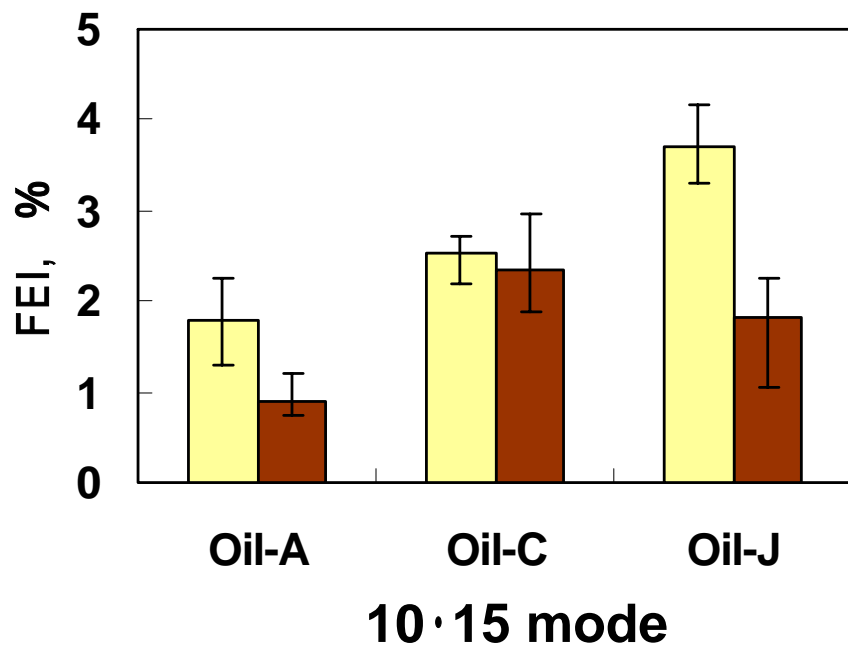
# 初期の燃費改善効果

- 低粘度化、MoFM配合により、燃費改善率は向上し、最も効果の高いOil-Jで4%程度に達する
- MoFM配合による燃費改善効果は0.5～1.0%程度と考えられる
- FTPモードは10・15モードに比べ低粘度化による燃費改善効果が高い



# エージング後の燃費改善効果

- エージングにより、いずれの供試油も燃費改善率は低下しているが、1万km走行後でも1～3%程度の改善効果は維持されている



■ 初期(3,200km)

■ エージング後(10,400km)

# 報告内容

---

1. 研究の目的と全体計画
2. ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響
  - 2.1 CR-DPFに及ぼすアッシュの影響
  - 2.2 NSRに及ぼすS、Pの影響
  - 2.3 尿素SCRに及ぼすアッシュ、S、Pの影響
  - 2.4 オイル規格への反映
3. ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果
4. まとめ

# まとめ

- **ディーゼル後処理装置に及ぼすエンジンオイルの影響について検討し、DPFにはオイルのアッシュ低減が必要であり、NSRにはS量の低減が好ましいことを把握した**  
**得られた結果をJASOディーゼルエンジン油規格に反映させた**
- **ガソリン車のCO<sub>2</sub>削減に与えるエンジンオイルの効果は、日米の燃費測定モードにより異なるものの、20W-30油比で最大4%程度あることを把握した**  
**今回得られた基礎データは、オイルの燃費性能を評価するASTM試験法を開発するために活用される予定である**