

**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生体影響WG報告

2002.2.22

生体影響WG

生体影響WGの目標、タスク

- 自動車からの排出ガスの生体影響についてのこれまでの科学的な情報を収集し、人の健康に影響を及ぼす可能性に関する知見を集約する。
- 科学的なデータに基づいたリスクアセスメントに関する知見集約も行なう
- 上記の科学的知見を踏まえて、JCAPでの自動車排出ガス低減対策と燃料改質による生体影響の改善効果を調べるとともに、将来の課題を明確にする。

委託調査の目的と主な調査内容

目的

自動車からの排出ガスの生体影響に関する知見を集約するとともに、公的な利用に供するための基礎資料とする。

調査内容 (その1) 個別物質の生体影響調査

- ディーゼル排出ガスならびに未規制 5物質について、物理・化学的性質、薬物動態、発ガン性、呼吸器疾患、慢性毒性用量 - 反応評価などの調査を行なう。

未規制 5物質

ベンゼン ホルムアルデヒド アセトアルデヒド、
1, 3 - ブタジエン ベンゾ (a)ピレン

委託調査の目的と主な調査内容

(その2)

調査内容 (その2) 健康に係るリスクアセスメント

- 用量 - 反応評価、暴露評価等のリスクアセスメント手法、ユニットリスクなどについて調査を行なう

調査内容 (その3)

ディーゼル排出ガスの性状等の実験的研究に関する調査

- ディーゼルエンジンの仕様や燃料性状の変化が、排出ガスの組成や変異原性などに及ぼす影響についての実験的研究例の調査を行なう

調査委員会によるレビュー

調査報告書を公的なデータベースとして利用することを考慮し、国内の専門家をメンバーとする調査委員会を設置し、レビューを受けた。

調査委員会

委員長：

加藤 隆一 慶応義塾大学名誉教授

委員：

林 裕造 北里大学薬学部客員教授

高橋 道人 昭和大学薬学部客員教授

桜井 治彦 労働省産業医学総合研究所長

香川 順 東京女子医科大学教授

(役職はH12年当時)

リスクアセスメントプロセス

1. 有害性の確認

対象物質が人の健康にどのような有害な影響を与えるかを確認する
物理・化学的性質 分子構造と有害性の関係 薬物動態
毒性データ ヒトでのデータ (臨床、疫学)

2. 用量－反応評価

曝露と健康影響の関係を
定量的に明らかにする
疫学調査 動物実験
ヒトへの外挿
ユニットリスクの試算

3. 曝露評価

ある人口集団に対する曝露の程度
を明らかにする
放出の特性化
環境中での変化、拡散と移動
調査対象人口集団の特性化
曝露量の算出

4. リスク判定

上記 1. ~ 3. で得られた情報を総合して、特定の人口集団での健康障害
の発生確率を推定する
リスクの推定 証拠の重み 不確かさの説明

ディーゼル排出ガスの発ガン性評価

- ディーゼル排出ガスの発ガン性については、ほぼ共通認識となっている。
- 一方、ユニットリスクないしはリスク推定に関しては、疫学データや曝露データの不足が指摘されている。

機関	発 ガ ン 性	ユニットリスク	リスク推定
WHO	おそらくヒトに発ガン性を有するとみなされるであろう (probably carcinogenic to humans)	3.4×10^{-5} (- $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	_____
米国 EPA	吸入曝露によってヒトに発ガン性の可能性がある。 (likely to be carcinogenic to humans)	_____	_____
CARB	肺ガンリスクを増加させることは生物学的にもっともらしい。 (biologically plausible)	$1.3 \times 10^{-5} \sim$ 2.4×10^{-5} (- $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	200 ~ 3600×10^{-6}
環境省	疫学調査からは発ガン性を有していることを強く示唆している。	_____	_____

エームス試験実施の狙い

- ディーゼル車及び燃料の将来技術の導入による、排出ガスの生体影響面での改善効果 (悪化しないこと)を確認するために、JCAPで評価される現状および将来技術パッケージについて、パーティキュレート中のSOFのエームス試験を実施する。

SOF:可溶成分 (Soluble Organic Fraction)

- 本試験は、エンジン・車両仕様ならびに燃料性状に関する個別の技術要素を、SOFの変異原性の観点から評価・解析するのではなく、自動車技術・燃料技術トータルとしてSOFの変異原性の変化を観察するものである。

エームス試験の概要

変異原性とは：

- 化学物質などが細胞のもつDNAを損傷し 突然変異を起こす性質。
- DNAの損傷に起因する毒性には、生殖細胞に対する遺伝毒性と体細胞に対する発ガン性が考えられる。

エームス試験とは：

- 変異原性試験の 1つで、サルモネラ菌を用いた復帰突然変異試験であり 発ガン性物質のスクリーニングのために用いられる。
- 発ガン性とある程度の相関があることが明らかとなっている。

今回使用した菌株等：

- 一般的にディーゼル排出ガスの評価に使用されるTA98およびTA100の二菌株を選定した。
- 生体内での代謝活性化物の変異原性を調べるため、代謝酵素S9mixを加えたものも評価した。

- S9 :代謝酵素なし

+ S9 :代謝酵素あり

評価対象技術パッケージの比較

	将来技術パッケージ	現状技術パッケージ
車 両	● 新長期規制対応仕様とする。	● 長期規制対応仕様とする。
	● 対応技術としては、連続再生DPFおよびdeNOx触媒が有力であり、それらを搭載したものの選定。	● ステップⅡでの評価仕様から選定。
エ ン ジ ン	● 新長期規制対応仕様とする。	● 長期規制対応仕様とする。
	● 対応技術としてはクールTEGR、連続再生式DPF等が有力であり、これらを搭載したものを選定。	● ステップⅡでの評価仕様から選定。
燃 料	● 将来の方向性としては軽質化と低硫黄化が考えられることから、それらに着目して仕様を選定。	● 現行燃料仕様を選定。

エームス試験評価仕様

	エ ン ジ ン ・ 車 両								燃 料 仕 様	
	分類	記号	排気量	吸気方式	燃焼方式	噴射方式	EGR	後処理技術	記号	性状
現状技術	エンジン	O/Y	21.2	NA	DI	列型電制	有	無	D1	軽500
		X	8	NA	DI	コモンレール	無	無	D1	軽500
	シャシ	EO	2.5	TI	DI	電子制御分配式	有	酸化触媒	D1	軽500
将来技術	エンジン	YA	6.9	TI	DI	列型電制	無	連続再生式DPF	2D-04 2D-07	軽50 灯10
		YB	4.9	TI	DI	電子制御分配式	クールド	連続再生式DPF	2D-04 2D-07	軽50 灯10
		YC	15.7	TI	DI	コモンレール	無	連続再生式DPF 尿素SCR	2D-05 2D-07	軽灯50 灯10
	シャシ	XB	2.5	TI	DI	電子制御分配式	電制	連続再生式DPF	2D-04 2D-07	軽50 灯10
		XD	2.0	TI	DI	コモンレール	クールド	吸蔵DeNOx触媒 + 連続再生式DPF	2D-04 2D-07	軽50 灯10

燃料仕様

軽500 現行市場平均燃料

軽50 :低硫黄 (50ppm) < 軽灯50 :低硫黄軽油 + 軽質 (灯油と軽油の中間) >

灯10 :超低硫黄 (10ppm) 軽質軽油 (市場灯油レベル)

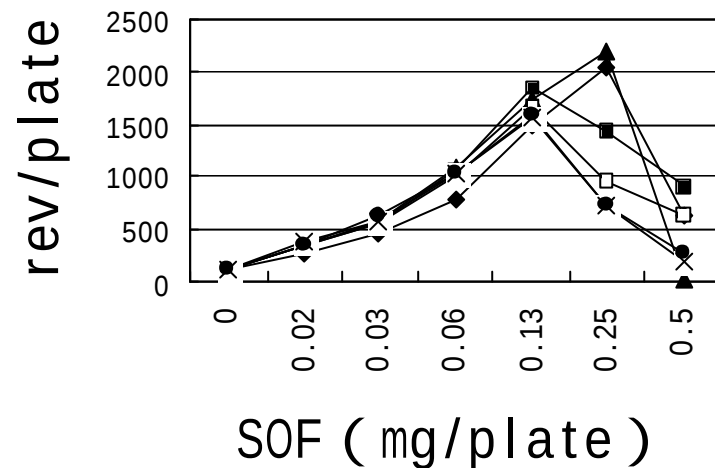
エィムス試験に関する再現性

- ディーゼルエンジンから排出されるPMのエィムス試験を実施するのに先立って、複数のPMサンプルを対象に再現性確認のための試験を実施した。
- エンジンO/Yにおける、同一燃料、同一モードでの6種のサンプルについて実施した。

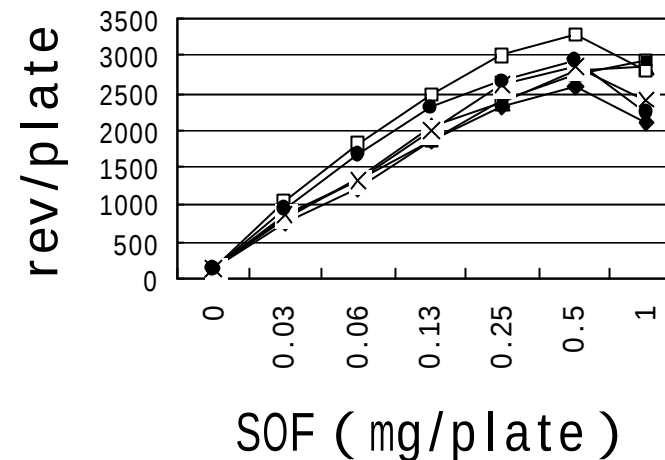
実験日時	燃 料	試験 モード	エ ミ ッ シ ョ ン 測 定 結 果 (g / k W h)			
			NO _x	H C	CO	P M
5 / 7	軽500	D 1 3	4 . 3 0	0 . 3 3 7	1 . 8 1	0 . 2 5 2
5 / 1 9	↑	↑	3 . 9 7	0 . 3 3 2	1 . 8 0	0 . 2 5 0
6 / 1	↑	↑	4 . 0 8	0 . 3 5 0	1 . 8 6	0 . 2 5 9
8 / 3 1	↑	↑	4 . 5 3	0 . 3 3 4	1 . 8 2	0 . 2 3 3
9 / 1 4	↑	↑	4 . 1 4	0 . 3 1 6	1 . 7 5	0 . 2 2 4
1 0 / 1	↑	↑	3 . 9 9	0 . 3 3 8	1 . 8 7	0 . 2 4 3

再現性確認試験結果

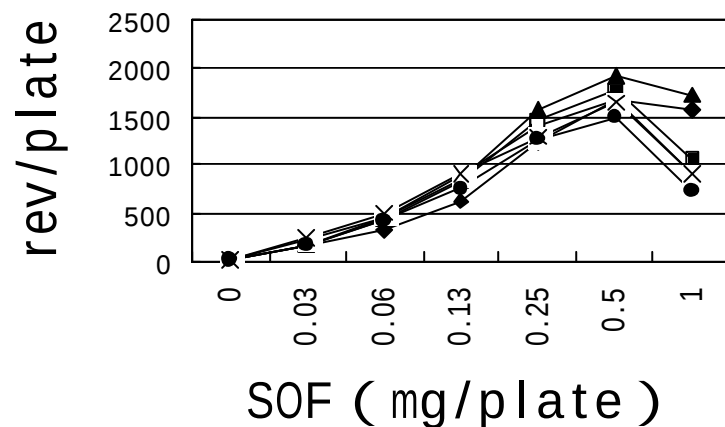
TA 100-S9



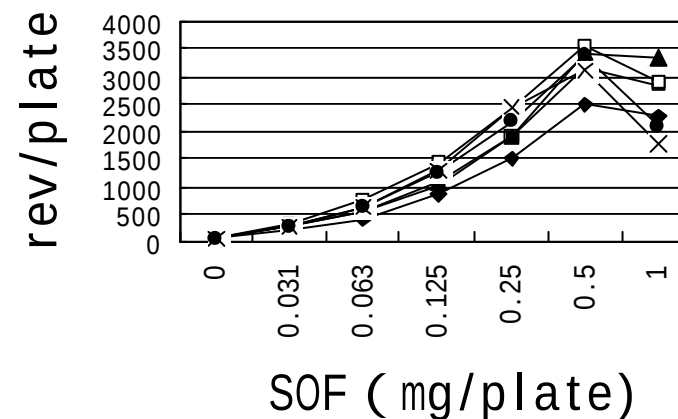
TA 100+S9



TA98-S9

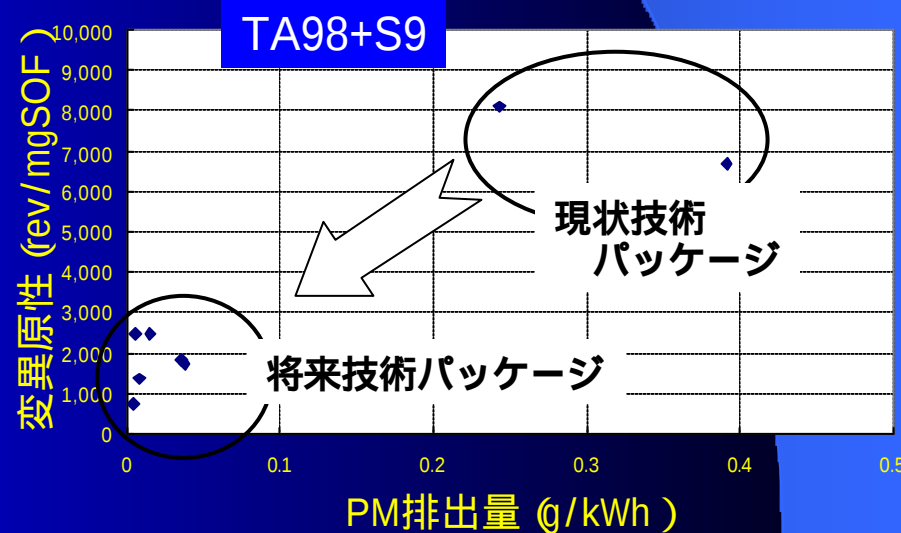
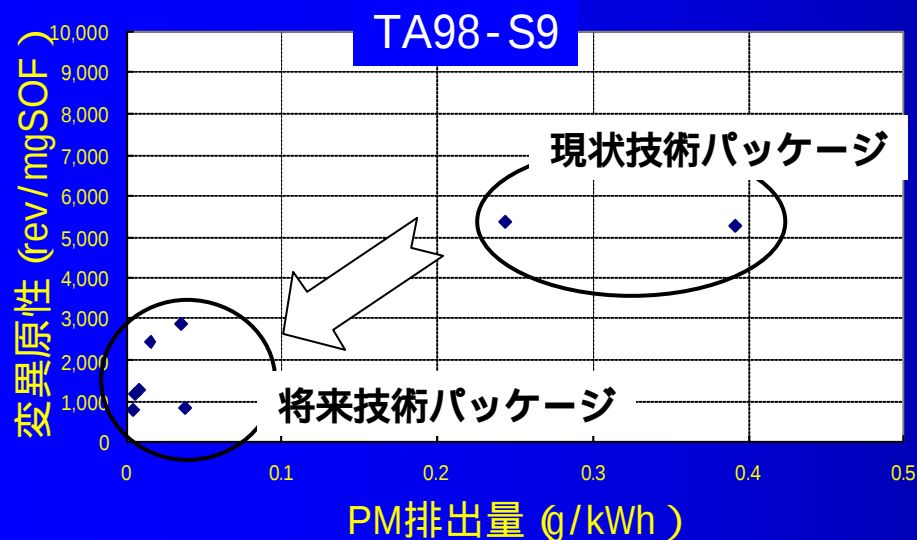
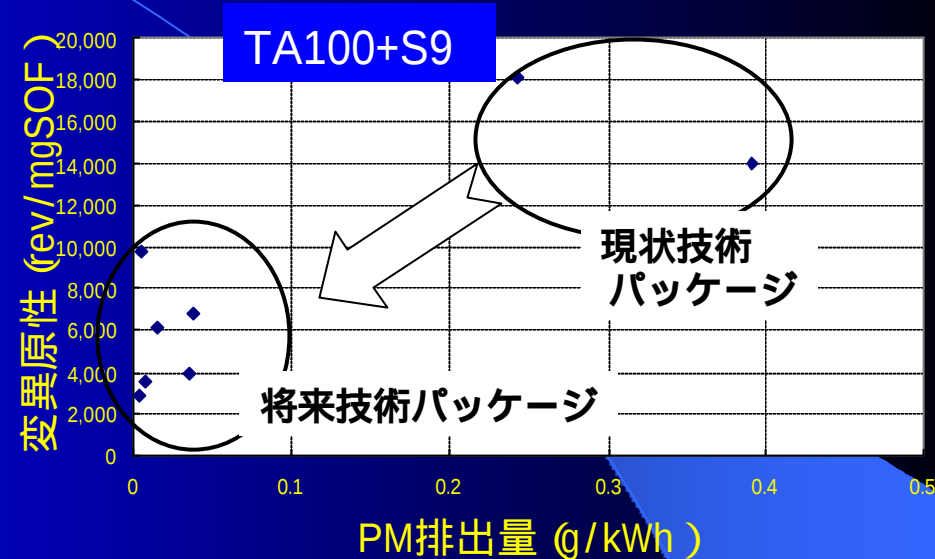
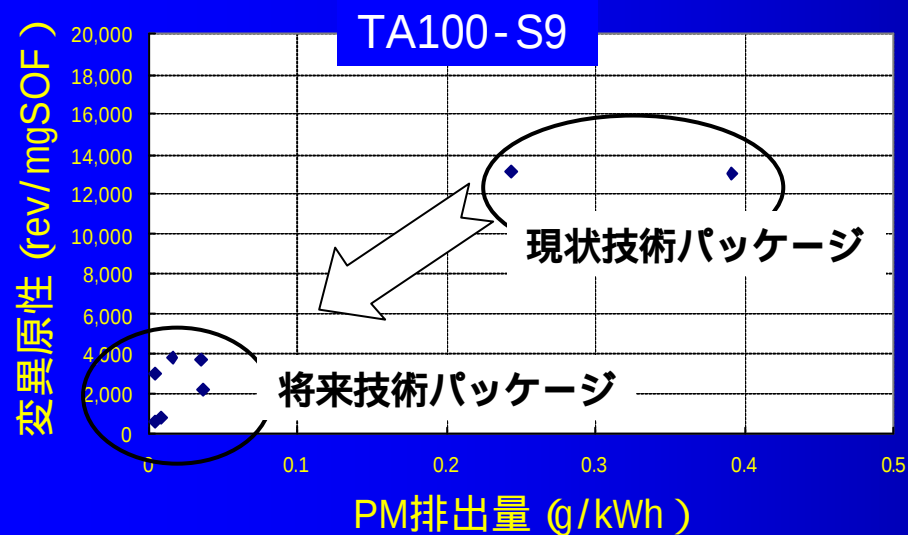


TA98+S9



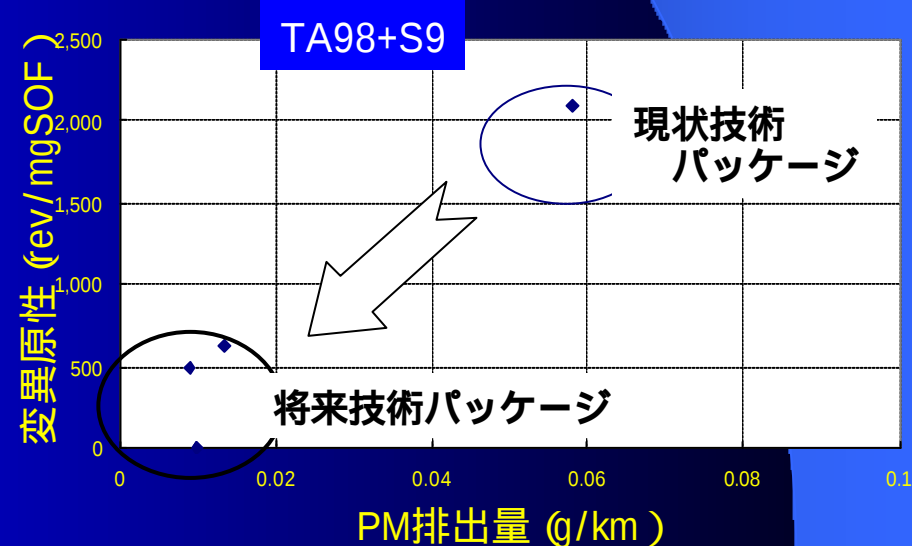
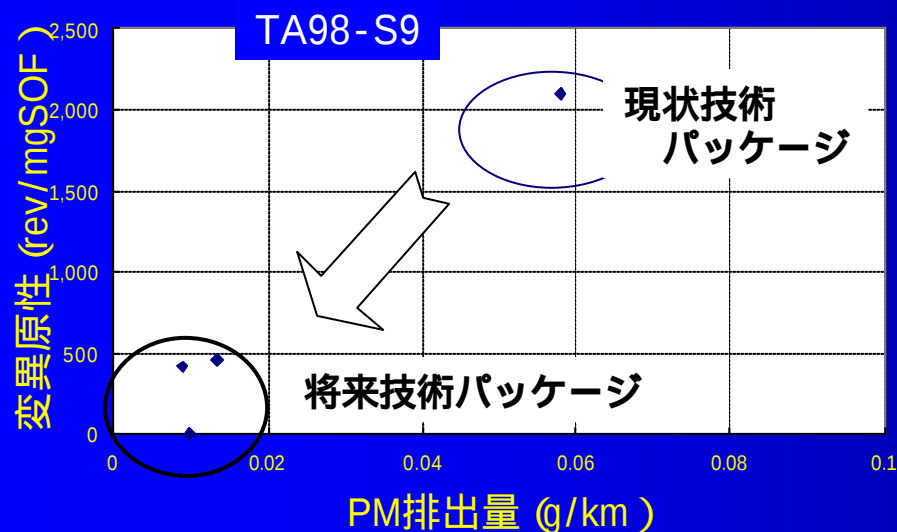
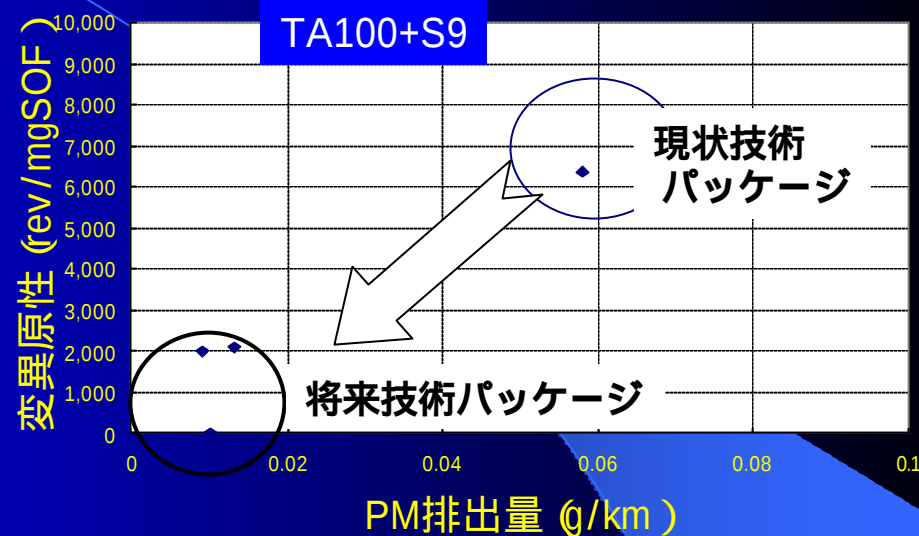
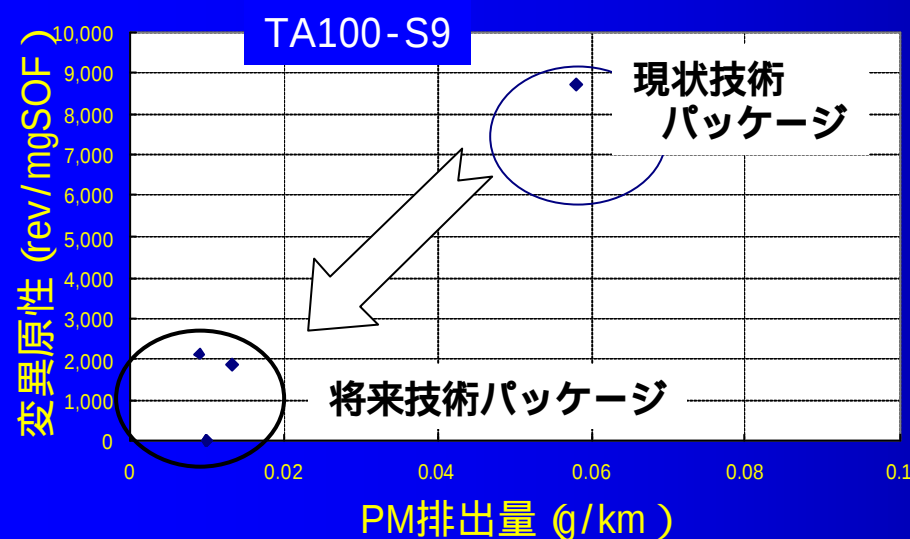
エームス試験結果 (1)

- 将来技術と現状技術パッケージとの変異原性比較 (エンジン) -



エームス試験結果 (2)

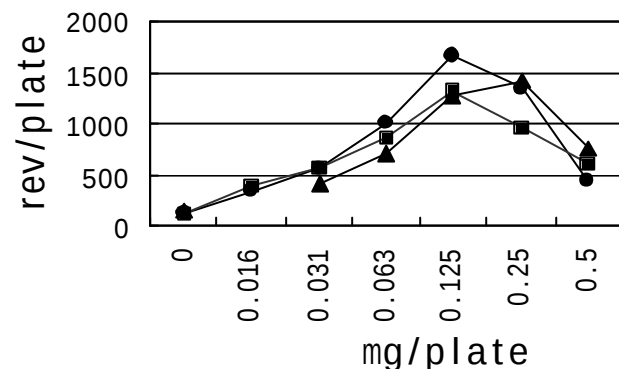
- 将来技術と現状技術パッケージとの変異原性比較 (車両) -



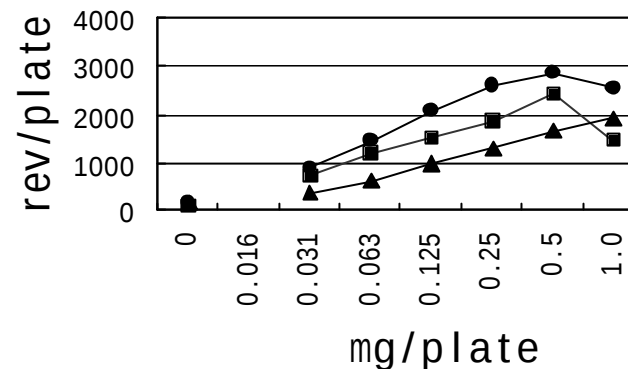
エームス試験結果 (3)

- 現状技術パッケージでの変異原性に関する量・反応関係 -

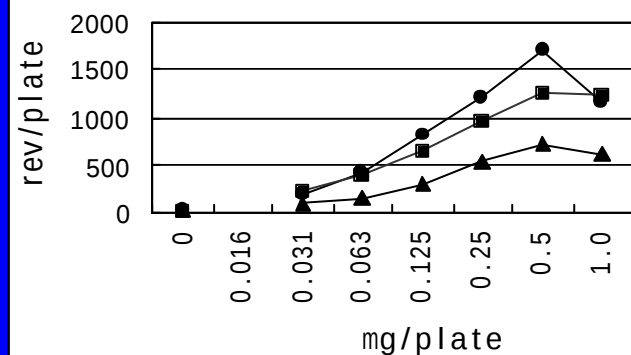
TA 100-S9



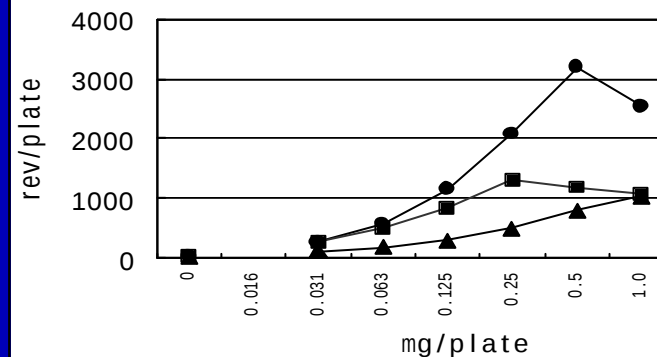
TA 100+S9



TA98-S9



TA98+S9



エンジン

—●— O/Y —■— X 試験モード:D 13

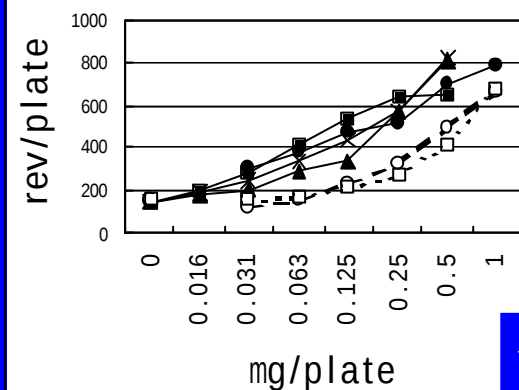
車両

—▲— EO 試験モード:10- 15

エームス試験結果 (4)

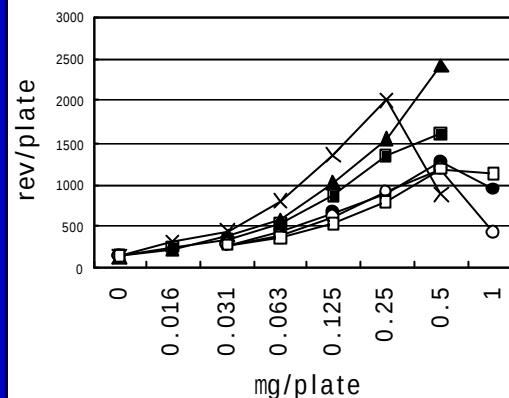
- 将来技術パッケージでの変異原性に関する量・反応関係 (エンジン) -

TA 100-S9



YCは生育障害
のため参考

TA 100+S9



YA

—●— 2D-04

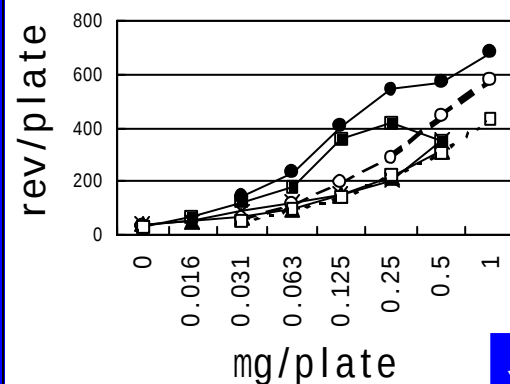
—■— 2D-07

YB

—▲— 2D-04

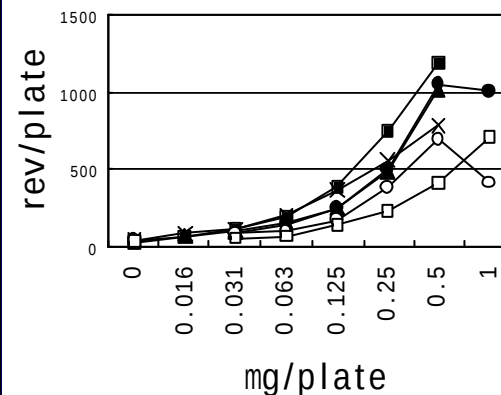
—×— 2D-07

TA98-S9



YCは生育障害
のため参考

TA98+S9



YC

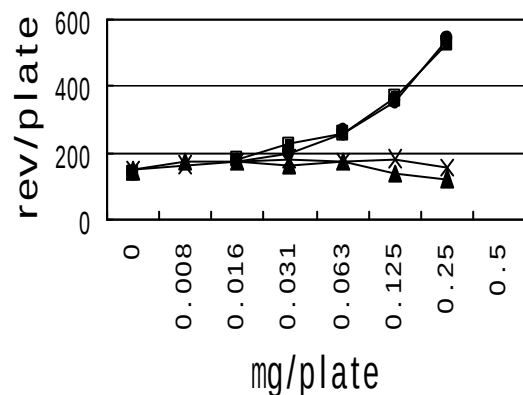
—○— 2D-05

—□— 2D-07

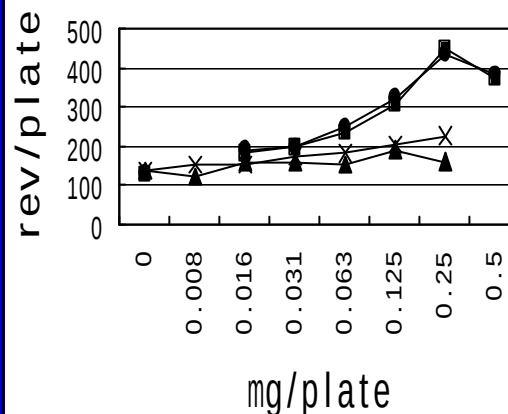
エームス試験結果 (5)

- 将来技術パッケージでの変異原性に関する量・反応関係 (車両) -

TA100-S9



TA100+S9



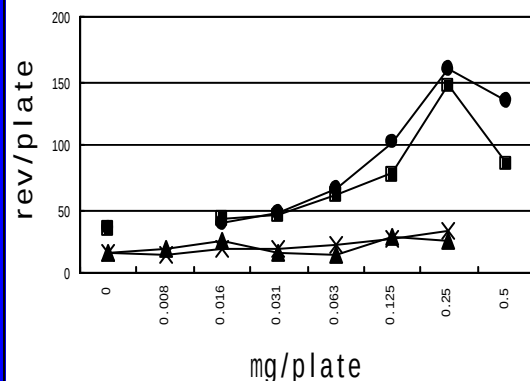
XB

—●— 2D-04
—■— 2D-07

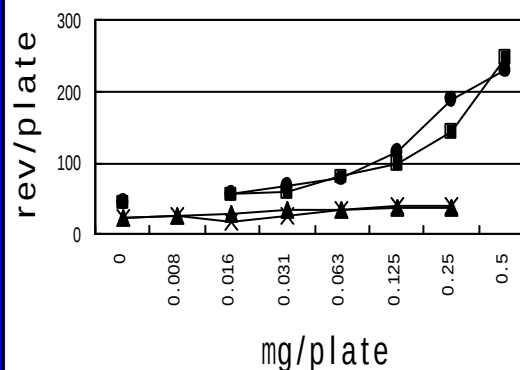
XD

—▲— 2D-04
—×— 2D-07

TA98-S9



TA98-S9



試験モード:
10-15

エームス試験結果まとめ

- エンジンと車両および燃料の組み合わせによる将来技術パッケージでは、現状技術パッケージに比べて、SOF mgあたりの変異原性は低減している。
- kWhないしはkmあたりのPM排出量も低減していることから、その効果も合わせて考えると、将来技術の導入により、変異原性はより一層改善されることが考えられる。

生体影響WG活動の成果と今後の課題

- 自動車排出ガスの生体影響について、最新の科学的情報を集約し、国内の専門家のレビューを受けた上で、生体影響に関する公的なデータベースとすることができた。
- ディーゼル排出ガス、特にPMに着目し、将来の排出ガス低減技術の導入による生体影響面での改善効果をエームス試験により評価した。その結果、将来の低減技術の導入により、現状に比べ変異原性が低減し、生体影響が改善される方向にあることが確認された。
- 今後、官を主体に、産学官が連携した、以下の取り組みが望まれる。
 - ・新技術に対する更なる評価の推進と知見の充実
 - ・簡便な生体影響評価のための in vitro 試験法の確立
 - ・科学的な知見に基づくリスク評価手法の確立と推進