

東京都環境科学研究所

No. 14

ニュース

ディーゼルエンジンの粒子状物質と黒煙の除去装置（DPF）について

前回のニュース「研究所の窓」でご紹介したように、東京都環境科学研究所では日産ディーゼル工業（株）と共同で、浮遊粒子状物質による大気汚染対策のために、大型ディーゼルトラック用の粒子状物質と黒煙の除去装置（ディーゼル・パティキュレート・フィルター：DPFと略します。）の実用化研究に取り組んでいます。このたび、我が国で初めてDPF付き大型ディーゼルトラックの試作車を完成させ、その初期性能の試験を行いました。その結果、黒煙は100%、粒子状物質は86%以上除去されることを確認しました。

今回は、このDPF装置について報告します。

1 都内における自動車の実態

(1) 都内の自動車の保有台数の推移

都内の二輪車を除く自動車の保有台数は、図1に示すように、この数年、景気の停滞にともない横ばい状況にあります。昭和60年度末の339万台に比べると、この10年間で約1.2倍になっています。

(2) 燃料別の自動車保有台数の推移

自動車が進むために使われている主な燃料は、

- ①ガソリン、
- ②液化石油ガス（LPG）、
- ③ディーゼルエンジン用の軽油、に大別されます。

自動車の保有台数の変化を燃料別にみると、図2に示すようにガソリン車やLPG車に比べ軽油を使用するディーゼル車の方が大幅に増えています。ディーゼル車の中でも乗用車の増加は著しく、昭和60年度に比べ平成6年度は3.5倍になっています。

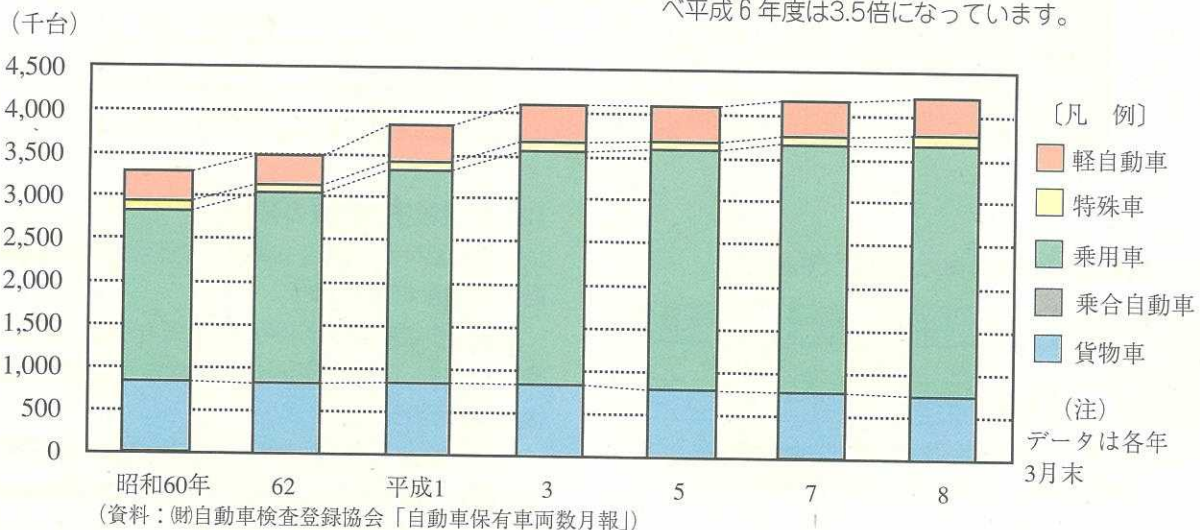
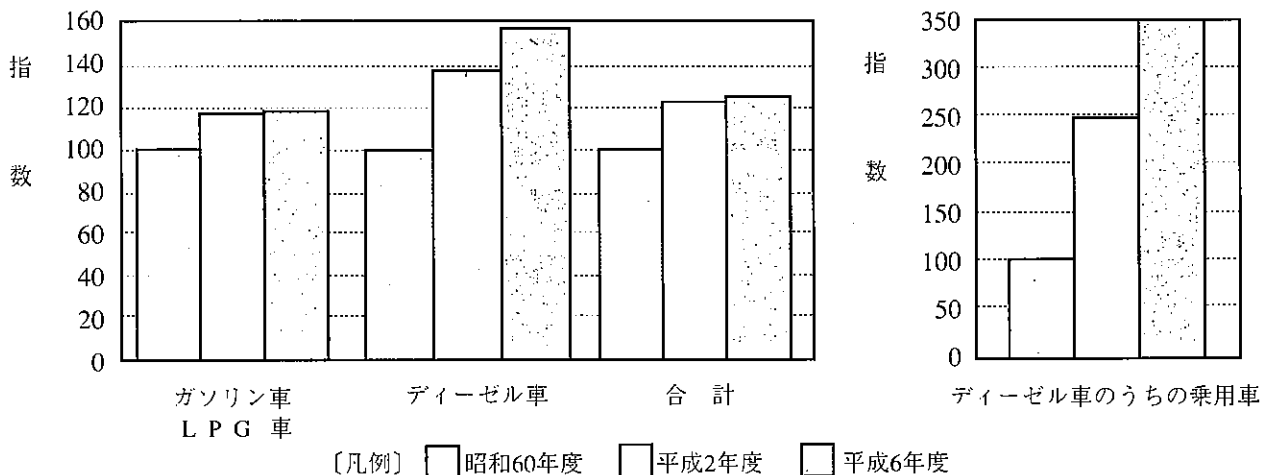


図1 車種別自動車保有台数の推移



(資料：自動車検査登録協会「自動車保有車両数月報」)

図2 都内の燃料別自動車保有台数の推移

このことから、ディーゼル車は、大型車両だけでなく、従来、ガソリン車を中心であった中・小型車の分野にも普及しつつあることが分かります。

(3) 自動車の走行量

平成6年度の都内の自動車走行量は、表1に示すように516億台kmで、昭和60年度の389億台kmと比べ、33%増加しています。

ここでも、ディーゼル車の走行量の伸びは著しく、昭和60年度と比べ2倍以上になっています。

2 ディーゼル車の問題点

(1) ガソリン車及びLPG車とディーゼル車の比較

ディーゼル車の走行距離は、表1に示すように、ガソリン車・LPG車の1/3以下ですが、窒素酸化物の排出寄与率では7割近くを占めています(表2参照)。

また、喘息などの原因といわれている粒子状物質は、ガソリン車やLPG車からはほとんど排出されないのので、自動車からの排出は、大部分ディーゼル車からとみなせます。

表1 自動車走行量(島しょを除く都内全域)

(単位：百万台km/年；環境保全局調べ)

	昭和60年度		平成2年度		平成6年度	
	台数	指数	台数	指数	台数	指数
ガソリン車・LPG車	32,900	100	38,900	118	39,200	119
ディーゼル車	6,000	100	11,600	193	12,400	207
合計	38,900	100	50,500	130	51,600	133

表2 車種別排出量寄与率の推定値(平成6年度)

排出量シェア	ガソリン車	LPG車	ディーゼル車
窒素酸化物	34%		66%
粒子状物質	ほとんど排出されない		排出する

(資料：窒素酸化物；「都内自動車走行量及び自動車排ガス量算出調査」平成8年3月、東京都環境保全局)

(2) 浮遊粒子状物質の発生源

都内における浮遊粒子状物質の発生源別の寄与率を図3及び図4に示します。

浮遊粒子状物質全体の発生源別寄与率は、図3に示すとおりで、自動車の排出ガスの寄与が約48%と最も大きいことが分かります。

このうち、呼吸器官に影響の大きい微小な粒子で見ると図4で示すように、自動車の排出ガスの寄与が約56%で、全体の半分以上を占めています。したがって、浮遊粒子状物質、特に微小粒子状物質対策のためには、ディーゼル車の排出ガス対策が重要となります。

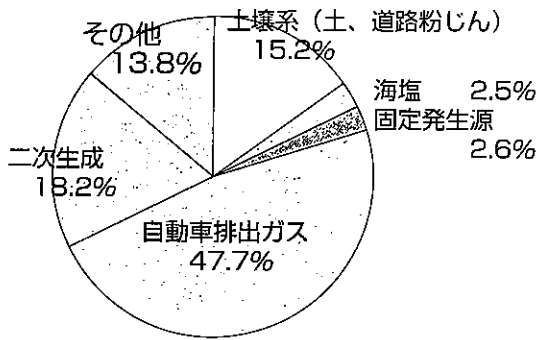


図3 都内の浮遊粒子状物質の発生源別寄与率 (全浮遊粒子状物質)

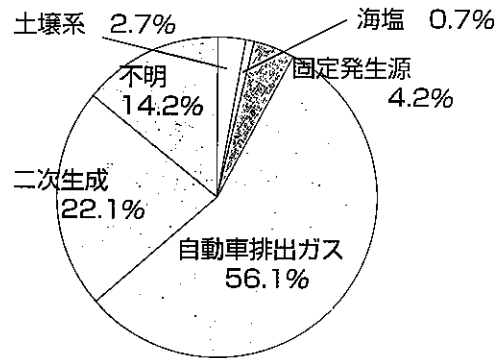


図4 都内の浮遊粒子状物質の発生源別寄与率 (微小粒子)

(平成4年11月；環境保全局調べ)

3 DPFによる粒子状物質の除去

(1) ディーゼル車の排出ガスの問題点

都民の皆さんの多くは、大型ディーゼルトラックの黒い排出ガスにむせた経験があるとおもいます。

ディーゼル車から排出される黒い粒子、これが粒子状物質の一種、黒煙です (写真1 参照)。

自動車から排出される黒煙は、100%ディーゼル車によるものです。

黒煙など、ディーゼル車の排気微粒子については、国内外の研究機関において実験動物を用いて変異原性や発がん性を確認する試験が行われています。これらの研究結果から、国際癌研究機関 (IARC) はディーゼル排気ガス全体を「人に対して恐らく発がん性を有する物質、いわゆるグループ2Aに相当するもの」と報告しています。このようなことから、ディーゼル車の排出

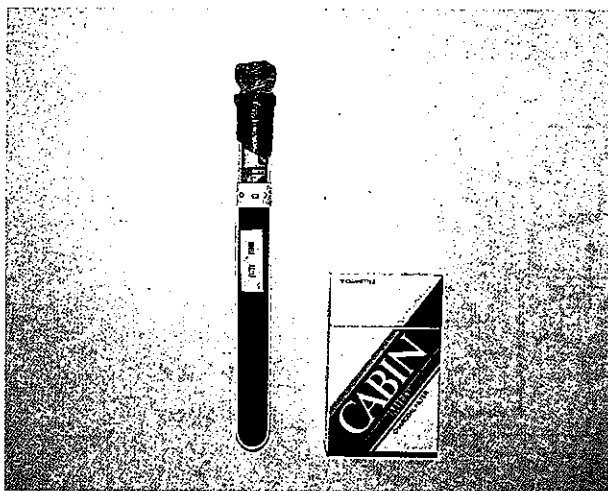


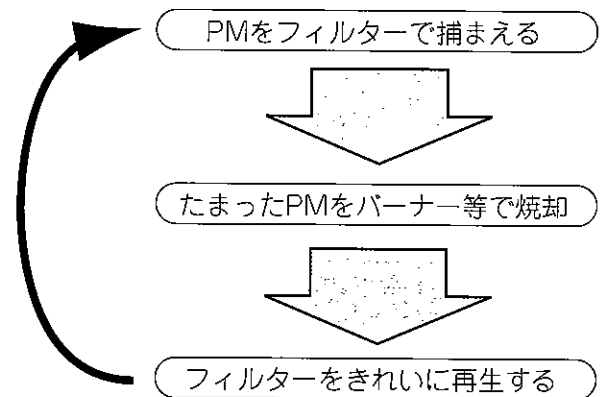
写真1 大型ディーゼル車が1km走行したときに排出した黒煙

ガス対策は私たち都民の健康を守る面で緊急な課題となっています。

(2) DPFのトラック装着実験について

DPF (ディーゼル・パティキュレート・フィルター) は、ディーゼル車の排出ガス中の黒煙などの粒子状物質 (以下PMと略します。) の除去装置です。

この装置は、次のように、排出ガス中の粒子状物質 (PM) を、環境に出さずに、自動車本体の中で処理してしまいます。



DPFは、既に路線バスで走行試験が開始されています。しかし、大型トラックは路線バスにくらべ、エンジンの使用条件が厳しく、走行パターンも大きく変動するなどのことから、これまで開発が進んでいませんでした。

そこで当研究所では、耐熱性の高い材質のDPFを選定し、その実用化試験を行うことにより、大型トラックへの装着を促し大気環境の改善を目指しています。

(3) DPFと試作車の設計仕様

表3 DPFの設計仕様

項目	内容	
フィルター	形式	ウォールフロー・ハニカム
	容積	9.0 l (55セグメント)
	材質	炭化珪素 (SiC)
	耐熱温度	2,300°C (昇華温度)
再生	再生開始の判定	時間又はフィルター圧損
	再生方式	フルフローバーナー再生
	バーナー温度	720°C
	再生時間	約10分

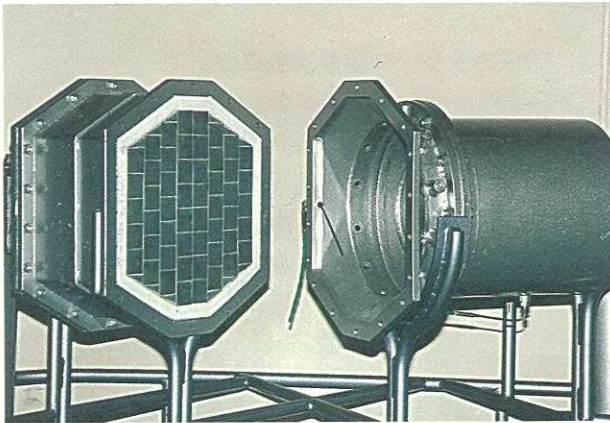


写真2 フィルターの外観

今回、製作したDPFの設計条件及び同システムの概要は、次のとおりです。

1 DPFの設計条件

- (1) 排出ガスの浄化効率
PM80%以上、黒煙100%
- (2) DPFの材質と耐熱温度
炭化珪素 (SiC)、昇華温度2,300°C
- (3) DPFに捕集されたPM等が自動的に焼却処理 (再生) されること。

2 DPFシステムの概要 (図5及び写真2参照)

- (1) ディーゼルエンジンからの排出ガスを炭化珪素 (SiC) 製のフィルターに通すと、多孔質薄壁をガスが通過する際、PM及び黒煙が捕集される。DPF装置のフィルターは、直方体 (33mm×33mm×150mm) のセグメント55個分から構成されている。
- (2) システムは、フィルターに捕集されたPMを、定期的又は設定捕集量 (フィルター圧力損失より検知) により、自動的にバーナーを起動・燃焼させフィルターの再生を行い (約10分間) 自動的に停止するようになっている。
- (3) バーナーの燃焼に必要な燃料及び空気は、それぞれ車両燃料タンク、エアポンプ (バーナー制御ボックス内) から取り入れ、バーナー内のノズルから噴霧する。着火はバーナーヘッド部のプラグで行い、その後フィルター前部温度約720°Cを目標に燃焼を制御する。

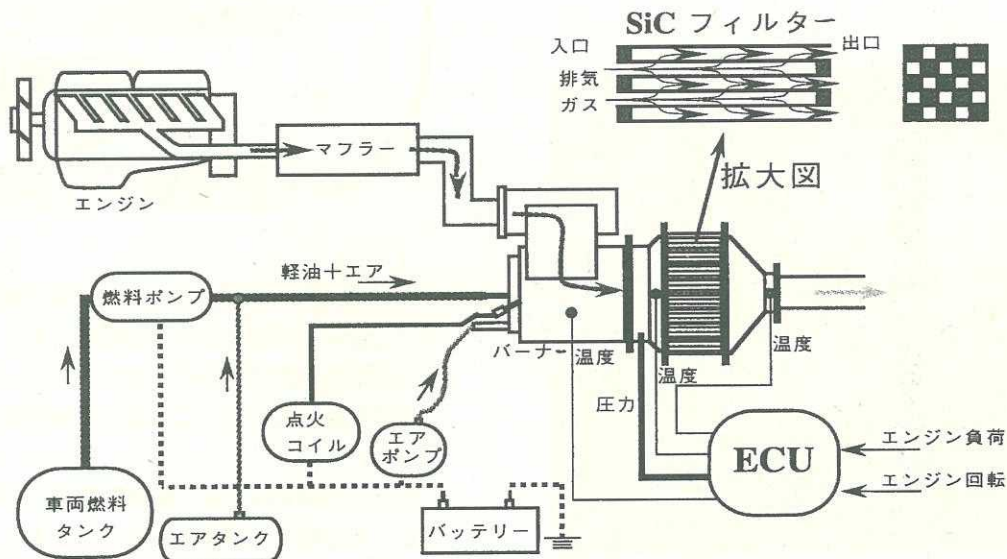


図5 DPFシステム概要

今回、製作した試作車の概要は次のとおりです。

(1) 車両・エンジンの主要諸元

普通貨物自動車、車両総重量：14.8トン
最大積載量：8.0トン
搭載エンジン：PF6
総排気量：12,503cc

(2) DPF搭載図（図6参照）

過去にダンプ・トラックとして使われていたものを平ボディに改造し、DPFシステム及び測定機器を装着した。

(3) 製作費用

トラック本体の価格、DPFシステム本体及びトラックへの装着費用、データ計測を含めた総費用は約1,700万円。うちDPFシステム本体及び取付費用約500万円。

(4) 排出ガス調査結果の概要

当研究所の大型車両用実験施設（シャーシダイナモメータ）を使用し、試作車を法定の走行モード及び東京都実走行パターンに従い運転し、粒子状物質（PM）、黒煙、NOxを測定しました。

また、3,000kmの路上走行試験を行い、DPFの機能を確認しました。

DPFの装着により黒煙は100%、PMは86%以上、除去されることを確認しました。またPMの排出量は法定モードで0.10g/kWhであり、自動車排出ガス規制の長期目標値である0.25g/kWhを大幅に下回っていません（表4、表5参照）。

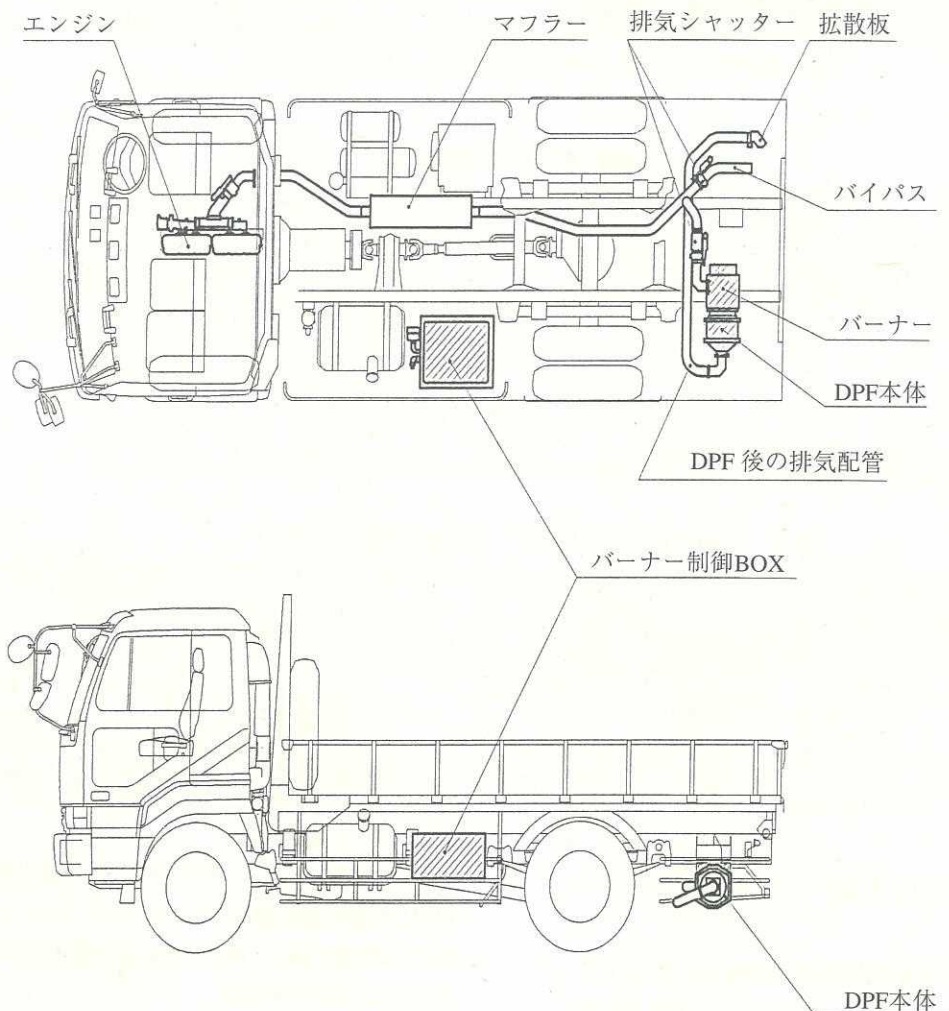


図6 DPF搭載図

表4 PM及びNOx測定結果

試験条件		DPF有無	PM	NOx
法定モード	ディーゼル13モード	有	0.10g/kWh	7.6g/kWh
		無	0.82g/kWh	7.4g/kWh
		低減率	88%	—
東京都実走行パターン	No. 2 (平均車速8.2km/h)	有	0.07g/km	9.8g/km
		無	1.36g/km	10.0g/km
		低減率	95%	—
	No. 5 (平均車速17.9km/h)	有	0.06g/km	6.6g/km
		無	0.79g/km	6.7g/km
		低減率	92%	—
	No. 8 (平均車速28.1km/h)	有	0.10g/km	6.1g/km
		無	0.73g/km	6.0g/km
		低減率	86%	—
	No. 10 (平均車速42.9km/h)	有	0.04g/km	5.3g/km
		無	0.84g/km	5.2g/km
		低減率	95%	—

(注) 都内のトラックの平均車速はおよそ20km/hです。

表5 黒煙濃度測定結果

試験条件			黒煙濃度		低減率
			DPF有り	DPF無し	
法定モード	排気煙濃度試験	40%回転	0%	48%	100%
		60%回転	0%	43%	100%
		100%回転	0%	40%	100%
	無負荷急加速試験		0%	39%	100%

参考：自動車排出ガス規制値（車両総重量12t 超え）

排出ガスの種類	現行規制			長期規制	
	許容限度値	平均値	施行年	平均値	施行年
NOx	7.8g/kWh	6.0g/kWh	6年	4.5g/kWh	11年
PM	0.96g/kWh	0.70g/kWh	6年	0.25g/kWh	11年
黒煙	40%	—	6年	25%	11年

4 今後の研究の予定

平成9年度は、上記性能試験の成果をもとに3万kmの路上走行試験等を行い、ディーゼルトラック用DPFの①耐久性能の確認、②燃費への影響の把握、③トラックに適したシステムの確立等の課題を明らかにしていく予定です。

また、DPF装置は、現在のところ開発段階にあるため、かなり高額な製作費がかかりますが、今後、研究が進展し、実用化段階に移行すれば、製造量が増加するので、コストダウンが期待できます。

5 おわりに

浮遊粒子状物質は、二酸化窒素などと同様に大気汚染物質として環境基準が定められています。

浮遊粒子状物質による大気汚染は、各種発生源に対する規制等の効果により、一時期より改善されてきましたが、近年は横ばいの状況です。このため、環境基準の達成率はきわめて低い状況にあります。

浮遊粒子状物質、特に微小な粒子は肺の深部まで達するため、呼吸器官への影響が大きいことが指摘されています。また、前述のように人に対する発がん性の疑いのある物質が含まれていることも、近年の研究で明らかになっています。このため、今後は微小な粒子や有害成分への対応が重要になってきます。

都は、このような浮遊粒子状物質による大気の汚染

を改善し、都民の健康を守るために平成8年4月全国でも始めての総合計画である『東京都浮遊粒子状物質削減計画』を定め、自動車対策をはじめ、工場などの固定発生源対策、鉄道対策、工事現場対策、二次生成粒子対策などの発生源対策を進めています。

今回報告しましたDPFに関する研究も、この計画に基づき実施しているものです。当研究所では、この他にも浮遊粒子状物質に関連する研究として、大気中で生成される二次生成粒子や、煙突から排出直後、温度低下により生成される凝縮性粒子の実態把握などに取組んでいます。

今後とも、環境問題の重要課題である浮遊粒子状物質対策の進展に役立つ、基礎的・応用的研究を進めていくことを計画しています。

東京都環境展において、DPF搭載 ディーゼルトラックを展示

平成9年6月7日（土）、8日（日）に環境保全に係る総合的な普及啓発を目的とした東京都環境展が、新宿代々木公園で東京都の主催で行われました。

東京都環境科学研究所においても、この環境展に地球環境、大気環境等の各分野について協力を行いました。

そのなかの一つとして、今回のニュース14号で紹介しましたディーゼルエンジンから排出される粒子状の物質と黒煙を除去する装置であるDPFを搭載したトラックを展示しました。

会場では、実際にトラックのエンジンを稼働させ、排気ガスを装置に通したときと、装置を通さないで

そのまま外部に排出させたときの違いを実演してもらいました。

写真にあるように、排気管に取り付けた白布が、装置を通さなかったときは真っ黒によごれ、装置を通したときは、全く黒いよごれがないことに来場者は息のみディーゼルトラックから吐き出される黒煙の量の多さに驚いていました。

来場者からは、「この装置はすでに実用化されているのか」などと多くの質問も出て、高い関心を呼び、環境問題の普及啓発に一役を担っていました。



装置を通さなかった白布（左側）と通した白布（右側）。黒いよごれは黒煙



排気管に取り付けた白布

「研究所の窓」(研究所の活動の紹介)

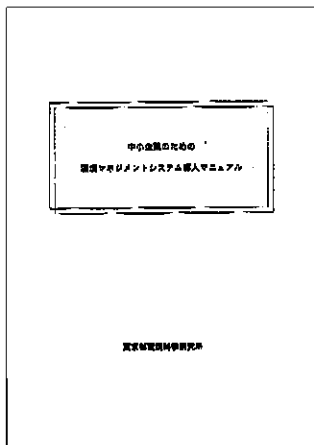
「中小企業のための環境マネジメントシステム導入マニュアル」の発行

都内の中小企業の自主的な環境保全への取り組みを手助けするため、「中小企業のための環境マネジメントシステム導入マニュアル」を作成しました。

このなかでは、ISO14001の考え方を柱として企業経営の中で環境問題にどう取り組めばいいかを分かりやすく解説しています。

その内容は、環境マネジメントシステムを導入する場合のシステム構築手順、ワークシートを利用したシステム構築の実践、中小企業の導入事例などとなっています。

都庁第一本庁舎の3階にある「都民情報ルーム」で、1冊500円で発売されています。



研究所ニュースに関してのご意見、ご感想を
企画普及課広報担当までお寄せ下さい。

「音マップ (東京サウンドマップ)」の発行 (パンフレット)

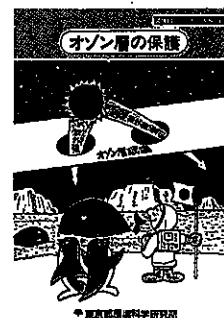
音への関心をより深めてもらうために、新東京百景について、音環境調査を行い、その中から心地よい音を感じられる14カ所を選び、それぞれの音風景を景色とともに紹介しています。



環境トピックシリーズ 「オゾン層の保護」の発行

オゾン層の状況やオゾン層の保護対策の現状などをとりまとめた環境トピックシリーズNo.11「オゾン層の保護」を発行しました。

都庁第一本庁舎の3階にある「都民情報ルーム」で、1冊270円で発売されています。



発行 東京都環境科学研究所
〒136 東京都江東区新砂1-7-5
TEL 03 (3699) 1331 (代)
FAX 03 (3699) 1345

印刷 協和総合印刷株式会社
平成9年度 登録第3号
1997年7月発行