

東京都環境科学研究所

No. 1

ニュース

フロンの破壊実験に成功

応用研究部

1 使えなくなったフロン

(1) 地球環境問題としてクローズアップされているオゾン層を破壊する物質である特定フロン(参考1)については、「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」(参考2)により、1995年末までに全廃(製造禁止)することになっています。

このため、使用中の家庭用冷蔵庫や自動車のクーラーなどの製品に、冷媒として充填されているフロンを大気中に放出されないよう回収すること、回収したフロンを有効に再利用して新たなフロンの製造を抑制すること、更に、回収したフロンを安全で確実な方法によって破壊することなどが、フロン対策として、緊急かつ極めて重要な課題となっています。

(2) 東京都では、「東京都地球環境保全行動計画」(平成4年5月)など(参考3)を策定して、広く都民や事業者の方々に地球環境の保全へ向けての行動をうたえとともに、都自身も地球環境問題の解決のための事業にとり組んでいます。

特定フロンに関しては、庁有車や都有施設の空調用冷凍機、粗大ゴミとして棄てられた家庭用冷蔵庫などからフロンを回収し、貯蔵するとともにその再利用を図るなどの施策を推進しています。

当研究所においては、貯蔵されたフロンの破壊手法の確立に向けた調査研究を行っています。

(3) 当研究所は、この度、秩父小野田株式会社と共同で、セメントキルン(焼成炉)によるフロンの破壊実験を、我が国で初めての試みとして行いました。

このセメントキルンによるフロンの破壊技術は、モントリオール議定書第4回締約国会合において承認された技術の一つです。

今回の実験の結果から、既存のセメント製造工場の施設がそのまま利用できるうえ、フロンの破壊効

率が非常に高いこと、フロンの分解によって発生する塩化水素やフッ化水素はセメント中に取り込まれ、特段の排出ガス対策が不要であることなど、実用化に向けて極めて良好な成果が得られました。

2 実験内容について

(1) 現地で実験を行った日
平成6年7月20日~22日

(2) 実験場所
秩父小野田株式会社 中央研究所(山口県)

(3) 実験に用いたフロン
フロン12...このフロンは、東京都清掃局が廃冷蔵庫から回収したものです。

(4) 実験に用いた炉
実験用小型セメントキルン(以下「小型実験炉」という。後記の「概要図」を参照。)

(5) 調査事項
フロン注入量の変化(「注入せず」、「定格量」、「定格量の5倍」、「定格量の25倍」の4例)によるフロンの破壊効率、分解生成物の発生状況等
(注) 「定格量」とは、セメントの品質を保持する必要上、フロン分解により生成する塩素がセメントの製品中に含まれる割合を、一定以下に抑えるために設定したフロンの注入量です。
(今回の実験では、20mℓ/分)

3 実験結果について(後記の表を参照)

(1) 定格量のフロンを注入したときにおけるフロン破壊効率は、99.99%以上であり、非常に高い効率でした。

(2) フロンの分解により生ずるフッ化水素及び塩化水素については、排ガス中の濃度が、フロンを注入しないとほとんど変わりませんでした。

これらの分解生成ガスのほぼ全量が、セメント中に取り込まれたことによるものと考えられます。

(3) 排ガス中のその他の物質の濃度は、一般環境中の濃度と同レベルでした。

4 今後の実験について

今後、実用炉を用いて実験を行う予定です。
今回の実験から、次のように考えられます。

(1) 今回の小型実験炉(長さ8m)による実験では、フロンの滞留時間が2秒前後、焼成温度が1,400°Cでした。

(2) 実用炉は、長さが100m程度もあり、フロンの滞留時間は5~8秒、焼成温度も1,450°Cの高温が保たれます。

(3) 実用炉における処理を考えると、小型実験炉に比べて、フロンの破壊効率が高くなること、更に、粉末状のセメント原料中を排ガスが通過することとなるので、セメントへ吸収される排ガス中の塩化水素とフッ化水素の吸収効率がより高くなることなどが、予想されます。

当研究所では、今後のフロン破壊の実用実験について、自信を深めています。

5 この実験の価値について

(1) この処理方法によれば、セメント1トンに対し、フロン17gが分解できます。

製品中の塩素の増加は10ppm程度となるので、セメント製品に影響を与えることはありません。

フッ素は、セメントの原料の一部として取り込まれます。

この方法の実用化に当たっての最大の利点は、新たな装置の必要がほとんどないことです。

(2) この方法が実用化されると、1日当たりの製造能力1万トン分の通常のセメントキルンで、年間(稼働日数を300日とする)に、約50トンのフロンを破壊することができると考えられます。

このフロンの量は、都内で、1年間に粗大ゴミとして棄てられる家庭用冷蔵庫(約34万台)に含まれている冷媒用のフロン12の量に相当します。

セメントの生産量は膨大(約8千9百万トン/年、平成3年)ですから、全国のセメント工場でフロンの破壊を実施すれば、国内で回収されるフロンのほとんどは、この方法で破壊され、無害化することが可能と考えられます。

(参 考)

1 特定フロン(クロロフルオロカーボン)

フロン11、同12、同113、同114及び同115の5物質

フロン 11	CCl ₃ F
フロン 12	CCl ₂ F ₂
フロン 113	C ₂ Cl ₃ F ₃
フロン 114	C ₂ Cl ₂ F ₄
フロン 115	C ₂ Cl ₁ F ₅

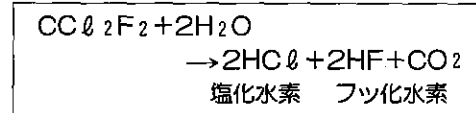
2 特定フロン等に関する条約等

- (1) 「オゾン層の保護に関するウィーン条約」
(1985年)
- (2) 「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」
(1987年)
●第4回締約国会合
(特定フロンについて'96.1.1全廃)
(1992年)
- (3) 「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律」
昭和63年('88年)

3 東京都の計画等

- (1) 「東京都における地球環境問題に対する当面の取り組み方針」
平成元年('89年)
- (2) 「東京都地球環境保全行動計画」
平成4年('92年)
- (3) 「東京都地球環境保全推進協議会」
同上
- (4) 「都有施設における特定フロン使用空調用冷凍機、特定ハロン使用消火設備機器及び行有車カーエアコンに関する取扱方針」
同上

4 フロン12の分解反応の例



5 破壊技術の主なもの

(1) 熱分解・焼却法

水や金属の存在下で熱分解させたり、他の炭化水素と共に燃焼させる方法で、分解生成物として、塩酸、フッ酸などや未分解のフロンが考えられることから、通常は排ガス処理対策の検討が重要です。

超高温プラズマ中でフロンと水とを反応させるプラズマ分解法も、大量処理方法として、研究開発中です。

今回当研究所で実験した方法も、この熱分解法の一つですが、セメントキルン中で分解するために、排ガスの処理が不要となることが最大の長特です。

(2) 超臨界水分解法

400°C、300気圧程度の水にフロンを反応させ、塩酸、フッ酸などに分解する方法で、一種の熱分解法です。

(3) 触媒分解法

ゼオライト、アルミナなどの触媒を用いて、高温でフロンを分解する方法です。

前記(1)の熱分解・焼却法と同様に、分解生成物の後処理の検討が重要です。

(4) 薬品還元分解法

ナトリウムナフタレート（金属ナトリウムとナフタレンから成る有機金属化合物）試薬などにより、フロンの塩素原子を塩化ナトリウムなどの塩に還元する方法です。（常温付近で処理できるが、試薬などの費用が高い。）

6 「フロン」と「オゾン層」

フロン類は、化学的に安定で、大気中に放出された後、その一部は、成層圏まで上昇していきます。この成層圏に上昇したフロン類がオゾンを分解します。フロン類中の塩素原子1個が1万個のオゾン分解するといわれています。

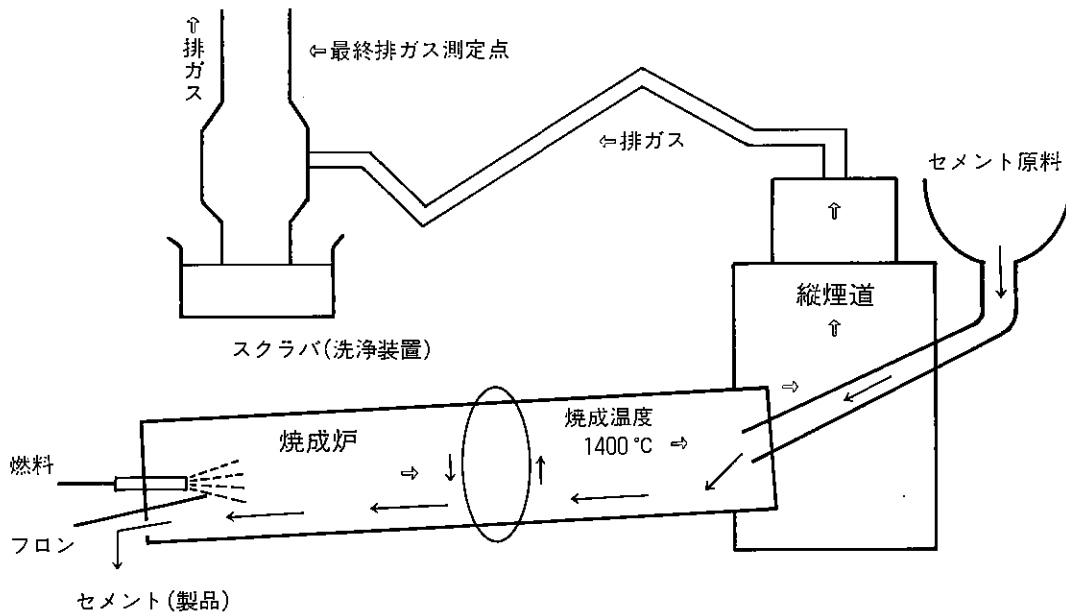
オゾン層は、生物に有害な太陽からの紫外線を吸収し、紫外線が地表に直接照射されないよう、地球を守っています。

オゾン層を保護するために、フロンを回収し、無害化処理することが、全世界的規模で進められています。

なお、フロンについて詳細にお知りになりたい方は、当所発行の小冊子「環境トピックシリーズ「フロン」」（平成元年発行、都庁第一本庁舎3階「都民情報ルーム」で発売中）を参照してください。

小型実験炉（概要図）

（炉の大きさ、長さ8m、直径45cm）



排ガス中のフッ化水素と塩化水素の濃度

	フロン注入量	焼成温度	破壊効率	フッ化水素濃度	塩化水素濃度
	(mg/min)	(°C)	(%)	(ppm)	(ppm)
注入せず	0	1,400	—	0.39	5.1
定格量注入	20	1,400	99.99以上	0.28	3.2
5倍量注入	100	1,400	99.89	0.41	4.1
25倍量注入	500	1,400	99.97	0.47	6.3

「アイドリング時におけるエンジン停止による窒素酸化物等の低減効果に関する研究」で、横田主任研究員、知事表彰される

(10月24日)

少ない投資でNOx削減と燃費向上などに大きな効果

応用研究部

研究の概要

東京などの交通渋滞の激しい所で、平均車速10km/h以下の低速走行をしているときのディーゼル車は、一定距離を走る間に排出するNOx（窒素酸化物）の排出量が高速での走行時に比べて多くなります。

これは、車両が走行中頻りに停止するので、その間のアイドリング中の排出量が大きく寄与するためです。

このことに着目して、「アイドリングが一定時間経過したときはエンジンを停止させる」という条件を設定し、NOxなどの低減効果について検討しました。

大型ディーゼル車8台を対象に調査した結果、バスが都内を実際に走行する態様に近似していると考えられる当研究所の走行パターン「東京都実走行パターンNo.2」（平均車速8.1km/h、（注-1））においては、アイドリング時にエンジンを停止することにより、NOxの約18%、燃料消費量の約16%の低減化ができることを確認しました。

（注-1） 自動車の走行状態は、アイドリング（停止）、加速、定速、減速の四つの状態（モード）に区別され、交通量、渋滞度、道路形態、車速制限、交通規制等の要因によって、それらのモードの組み合わせや構成比率が異なります。

東京都では、昭和51年に実施した都内における走行車両の実態調査の結果から、都内の走行車両の実情にあった走行パターンを11種（渋滞時の走行状態から高速走行状態まで）作成しました。

これを「東京都実走行パターン」とよんでいます。図を参照してください。

1 実験方法

「アイドリングが一定時間経過したときはエンジンを停止させる」という条件を設定して、NOx排出量、燃料消費量などの測定を行い、NOx低減対策としての有効性を検討しました。

実験は、当研究所の自動車排出ガス実験棟にある大型シャーシダイナモメータ装置（注-2）に調査対象の車両を据え付けて、東京都実走行パターンに従

って稼働させ、アイドリング時にエンジンを停止した場合と停止しない場合とについて、排出ガス、燃料消費量等を計測し、双方の比較から低減効果を求めました。

エンジン停止のためのアイドリングの経過時間の設定については、都内の幹線道路における調査の結果に基づいて、平均的な経過時間である25秒間以上としました。なお、この経過時間中に運転者がエンジンの停止、起動を判断するに要する時間としては、前後各5秒間を想定しています。

（注-2） シャーシダイナモメータ装置は、実験用の自動車をこの装置の上に据え付けて、自動車が道路上を実際に走るのと同様の状態を再現することができるもので、いわば「路上走行模擬装置」といえるもので、室内で自動車の走行実験ができます。当研究所の大型の装置は、3.5トンから20トンまでの自動車の実験ができます。

2 実験結果

NOxと燃料消費量の低減効果は、表1のとおりで、低速走行時（東京都実走行パターンNo.2）における調査対象8台の平均NOx低減率は17.8%、平均燃料消費低減率は16.1%でした。

表1

車両8台におけるNOxと燃料消費量の低減率

（単位%）

東京都実走行パターン	NOx 低減率		燃料消費量低減率	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
No. 2	17.8	4.8	16.1	4.4
No. 5	6.3	3.1	4.7	1.9
No. 8	1.8	2.0	0.0	2.0

3 NOx削減量の試算

この方式が都内のディーゼル車に採用されたと仮定した場合の、都内の自動車から排出されるNOxの削減量の推定を行いました。

この場合のNOx削減量は、年間1,520トンと推定され、都内の自動車から排出される年間の総排出量52,200トン（平成2年度推定値）の約3%に相当することが判りました。

表2

削減量の試算結果

車種	削減量 (トン/年)	削減率 (%)
バス	110	6.1
小型貨物	280	3.9
普通貨物	990	6.5
特種車	140	6.4
合計	1,520	2.9

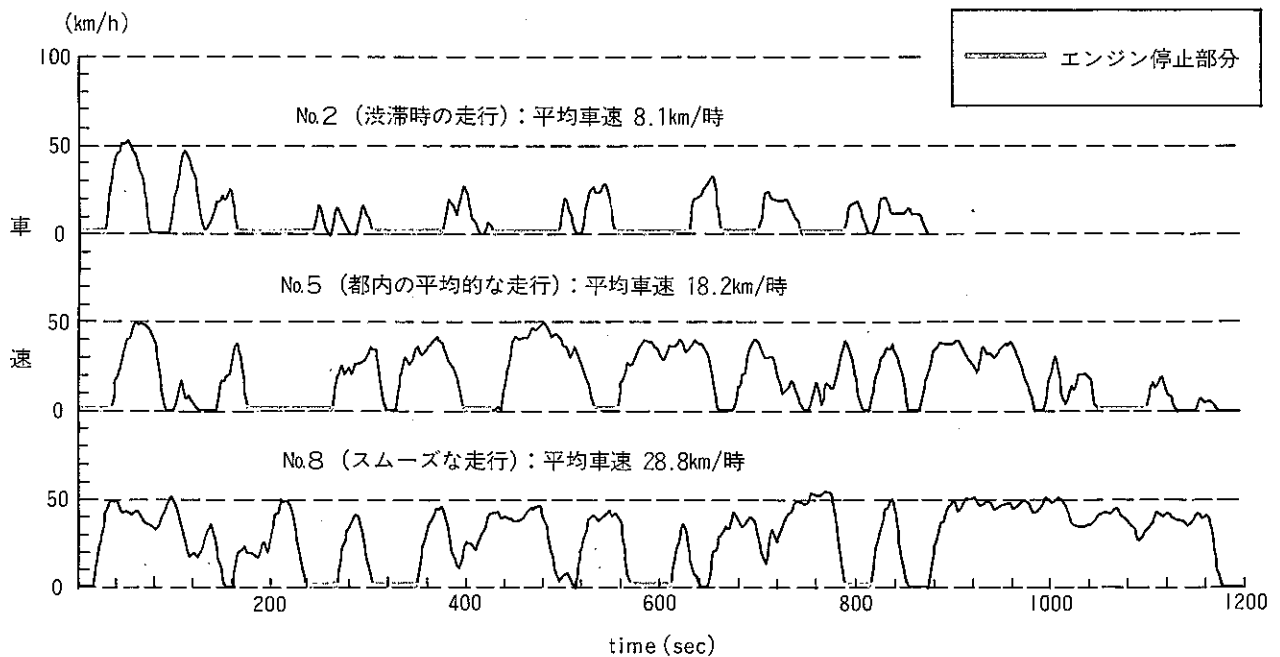
これは、東京都の環境管理計画において定めた平成12年度目標を達成するための必要な削減量のうち、低公害車の普及促進による1,700トンにほぼ匹敵する削減量です。

更に、燃料消費量の低減にも役立つので、この方式を採用すると、自動車の所有者にも多大な利点が生ずることから、早期の実用化が期待できるものと考えています。

現在、この研究結果を基に、自動車メーカーでアイドリング時の自動ストップ・スタート装置が開発され、東京都交通局では、これを都営バスに試験的に導入しています。



装置を取り付けた都バス



東京都実走行パターンNo.2、No.5、No.8とエンジン停止部分

環境科学研究所ニュースの発刊にあたって

東京都環境科学研究所所長
土屋 隆夫



世界の人口は、20世紀の初めは16億人であったものが、1990年には53億人となり、今世紀末には63億人になると予測されております。地球上には、今、多くの争いや貧困問題が横たわっておりますが、その一方において、私たちの生活は、近年の科学技術の発達により便利で活力に満ちたものとなっております。

生活が便利で活力に満ちるといふことは、そのこと自体は喜ばしいことです。しかし、そのために、地球上の限りある資源やエネルギーが大量に消費され、その結果、自然の生態系にまで影響が及ぶこととなり、私たちの生命及び生活の基盤である地球の環境が脅かされるということになれば、喜んでばかりいるわけには参りません。

平成4年の6月に、ブラジルのリオデジャネイロで「環境と開発に関する国連会議」(地球サミット)が開催されました。この会議では、地球の温暖化やオゾン層の破壊、熱帯林の減少などの地球環境問題を解決し、21世紀に向けて持続可能な開発を実現することをめざして、人類と自然との共生や相互依存の大切さをあげ、世界各国の政府や国民が努力すべきことがうたわれております。

このような環境問題の実情に対応するために、東京都では「東京都環境基本条例」において、「人と自然が共生することができる豊かな環境を保全し、創造するとともに、環境への負荷の少ない持続的な発展が可能な東京をつくりあげていく」ことをうたい、諸々の施策を講ずることとしております。

東京都環境科学研究所では、東京都の環境行政の推進に必要な科学的な知見や技法を提供することを目的として、自動車の排ガスの浄化に関する研究、オゾン層の破壊物質であるフロン分解に関する研究、都市のヒートアイランド化に関する研究、生活排水対策に関する研究など、多くの研究を行っております。

環境科学研究所ニュースは、広く都民の方々に環境科学研究所の研究内容をご理解頂くことを願って発刊するものですが、これを契機に、限りある資源やエネルギーを将来の世代の人々と分かち合うための「地球市民としてのライフスタイル」を、多くの方々に考えて頂ければ幸いであると考えております。

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

制作 (株)東京デザインセンター
印刷 大新舎印刷株式会社
平成7年度 登録第3号
1994年10月 発行