

# 各種技術を用いた局地汚染対策設計手法に関する調査 ～土壌・光触媒を用いた大気浄化システム～

平成10年度－平成12年度

RESEARCH ON THE LOCALITY COUNTERMEASURES AGAINST  
POLLUTION DESIGN TECHNIQUE USING AIR-PURIFYING SYSTEM

1998 - 2000



公害健康被害補償予防協会

THE POLLUTION-RELATED HEALTH DAMAGE COMPENSATION AND PREVENTION ASSOCIATION

# 各種技術を用いた局地汚染対策設計手法に関する調査 ～土壌・光触媒を用いた大気浄化システム～

平成10年度－平成12年度

RESEARCH ON THE LOCALITY COUNTERMEASURES AGAINST  
POLLUTION DESIGN TECHNIQUE USING AIR-PURIFYING SYSTEM

1998 – 2000



公害健康被害補償予防協会

THE POLLUTION-RELATED HEALTH DAMAGE COMPENSATION AND PREVENTION ASSOCIATION

## は じ め に

公健協会（公害健康被害補償予防協会）は、大気汚染による健康被害を予防するための各種事業（健康被害予防事業）を実施しています。昭和63年から実施している本事業は、拠出事業者等からの拠出金と国からの出資金によって造成された基金の運用益を財源として、人の健康に関する環境保健の分野と大気環境の改善に関する分野の2分野において進められており、関係各位のご努力により着実に地域に根付くとともに、当協会においても事業の実施を通じ幾多の有益な知見が蓄積されてきています。

本書は、環境改善の分野の調査研究として実施している「局地汚染対策に関する調査研究」の一課題として、平成10年度から12年度（1998～2000）の3年間にわたって大阪府、並びに平成10年度から12年度（1999～2000）の2年間にわたって川崎市に委託して実施した「各種技術を用いた局地汚染対策設計手法に関する調査報告書」の内容を平易に再編集したものです。

自動車に起因する環境問題に対する取組みは自動車NOx・PM法が成立したことなど、着実に進められていますが、道路沿道における大気汚染の状況は依然深刻な状況にあり、従来のからの対策のみでは十分な環境改善は期待できない状況にあります。特に、局地的に高濃度となる交差点や幹線道路沿道に周辺においては、広域的な観点で行われる自動車交通対策に加え、各局地汚染地域に対応した特別な対策が不可欠です。

このため、本調査では、自然の土壌が有する空気浄化機能を利用した大気浄化システム、並びに建物の外壁や道路の防音壁等に光触媒（二酸化チタン）を含んだ建材を使用し道路沿道に汚染された空気を浄化する技術を適切に用いるための総合的な局地汚染対策の設計手法の確立を目指し、これら技術の大気汚染物質の浄化性能、耐久性及び経済性等についてこれまでの成果と実用化に向けての課題についてとりまとめるとともに、環境改善効果のシミュレーションモデルの設計・開発及び地域の実情に応じた最適な施設の設計手法の検討を行いました。

自動車環境対策に従事する関係者の方々により、本調査の成果が、都市における大気汚染の克服のため、幅広く役立てていただければ幸いです。

平成14年 3 月

公健協会

理事 田島 邦宏

## 各種技術を用いた局地汚染対策設計手法に関する調査

### 研究目的

大都市地域における二酸化窒素と浮遊粒子状物質の環境基準の達成状況は低いレベルで推移しており、この主たる原因として自動車排出ガスが挙げられる。特に、局地的に高濃度となる交差点や幹線道路沿道周辺においては、広域的な観点で行われる自動車排出ガス量抑制対策に加え、各局地汚染地域に対応した特別な対策が不可欠である。さらに、自動車NO<sub>x</sub>・PM法に基づく施策を実施しても環境基準を達成できない地点が相当数残ると予測されており、そのような局地における大気汚染の対策を進めることが急がれている。これまで局地汚染対策として、土壌を用いた大気浄化システム、光触媒を用いた窒素酸化物分解建材等の開発が行われ実用化のレベルに達しつつある。

このため、本調査では、大阪府及び川崎市に設置した施設を用いて、交通の状況、道路構造等がそれぞれ異なる地域での、土壌を用いた大気浄化システム及び光触媒を用いた窒素酸化物分解建材に対し局地汚染対策技術としてどのように選択し、組み合わせ、配置すれば実効性のある対策となるかを検討し、地域の実情に応じた効果的な対策を設計する手法の確立を目指し検討を行った。

平成10年度は、大阪府に設置した土壌を用いた大気浄化システムとして沿道型システム及びトンネル型システムを用い、局地汚染対策技術を適用した地域における環境改善効果の把握、システムの効果的経済的な運転手法及び局地汚染改善シミュレーションモデルの設計手法の検討を行った。

平成11年度は、川崎市に設置した土壌を用いた大気浄化システムの2層式システム及び大阪府に設置した光触媒を用いた窒素酸化物分解建材の新型遮音壁の施設を用い、局地汚染対策技術での環境改善効果の把握及び局地汚染改善シミュレーションモデルの開発・試行並びに各種技術を用いた総合的な局地汚染対策設計手法の検討を行った。

平成12年度は、大阪府及び川崎市に設置した局地汚染対策技術を適用した地域における環境改善効果の整理及び局地汚染改善シミュレーションモデルの検証並びに局地汚染対策設計手法を確立するための検討を行った。

### 研究成果

本調査研究により下記の成果が得られた。

土壌による大気浄化システムによる窒素酸化物の除去率は大阪府の沿道型システムで85%、トンネル型システムで約95%であった。また、川崎市の2層式システムでも概ね80%であり、除去率の大きな差も見られず、長期間にわたる窒素酸化物の高い除去性能が確認された。

窒素酸化物の処理単価は、NO<sub>x</sub> 1 kgあたり沿道型システムで183千円、トンネル型システムで16千円となった（いずれもNO<sub>2</sub>換算）。

光触媒を用いた建材は大気中のNO<sub>x</sub>を酸化除去でき、一部の建材では2年以上の長期にわたり初期状態に近いNO<sub>x</sub>分解性能を維持していることが確認できた。

環境改善効果予測手法の検討でのブルーム・パフモデルでは、吸引口及び排気口による効果を考慮した大気拡散モデルを構築することにより、システムの環境改善効果を概ね再現することが可能となった。また、数値シミュレーションでは気流計算モデルと拡散計算モデルを用いて構築したモデルでは、気象条件の違いや設置条件の評価が可能となった。

本レポートは大阪府及び川崎市で調査した結果を踏まえて公健協会に取りまとめたものである。

## *Abstract*

### Aim of research

Nitrogen dioxide(NO<sub>2</sub>) and suspended particulate matter (SPM) in the urban areas remain in unsatisfactory quality level due to the exhaust from diesel vehicles.

In addition to general measures which control the total amount of the exhaust from vehicles, any special regional measures corresponding to localized pollution areas particularly areas around the traffic intersections and trunk roads, which higher concentrations of pollution is emerged are indispensable.

Furthermore, it is estimated that environmental quality standards will not be satisfied in some of such areas despite the countermeasures based on the "Automobile NO<sub>x</sub> and PM Reduction Law", where prompt improvement measures against such localized air pollution should be expedited.

As the measures to counter such localized pollution, soil-based air purification system and photo-catalytic materials for the decomposition of nitrogen oxides have been developed so far, and these developments are about to reaching to the level of practical use.

This research aims to establish techniques for designing effective measure matching to regional conditions. As a localized pollution measure, examination on effectiveness, optimum combination and geometrical arrangement of soil-based atmospheric purification system and photo-catalytic NO<sub>x</sub> decomposition construction materials were implemented at the two facilities in Osaka Prefecture and in Kawasaki City. These two facilities are in different traffic conditions and road structure.

Grasp of environmental improvement effects in the areas where such facilities were built, examination on effective and economic driving system and design technique of localized pollution improvement simulation model were done by using the roadside type system and the tunnel ventilator type system of soil-based atmospheric purification system set up in Osaka Prefecture in fiscal year 1998.

In fiscal year 1999, 2 layer soil-based atmospheric purification system was built in Kawasaki City and a new type of sound proof wall made of nitrogen decomposition construction materials using photo-catalyst was built in Osaka Prefecture, where comprehensive design techniques for localized pollution measure were examined by grasping the effectiveness of environmental improvement, development and trial implementation of the simulation model of localized pollution improvement by various technologies.

In fiscal year 2000, arrangement of environmental improvement effects in Osaka and Kawasaki City where localized pollution measure design technology had been applied to was made, and verification and review of simulation model of localized pollution improvement were done in order to establish a design technique for localized pollution measures.

**Results:**

Following results were acquired by this research.

The soil-based atmospheric purification system in Osaka Prefecture:

- a. Removal efficiency of NO<sub>x</sub> was approximately 85% in the roadside system.
- b. Removal efficiency of NO<sub>x</sub> was approximately 95% in the tunnel ventilation system.

The soil-based atmospheric purification system in Kawasaki City:

- a. Removal efficiency of NO<sub>x</sub> was approximately 80% and;
- b. There was not a big gap in removal efficiency among these systems and high performance of removal efficiency in a long-term period was confirmed.

Process unit cost for the removal of NO<sub>x</sub> was approximately ¥183,000.- per kilogramme of NO<sub>x</sub> in case of roadside system, approximately ¥16,000.- per kilogramme of NO<sub>x</sub> in case of tunnel ventilation system. (NO<sub>x</sub> volumes were measured in terms of nitrogen dioxide.)

It was confirmed that photo-catalytic materials was able to remove NO<sub>x</sub> by oxidization and some types of materials maintained initial NO<sub>x</sub> removal performance for more than 2 years.

As for the examination on the forecast technique for environmental improvement effect, rough reproduction of the effect of environmental improvement by the system became available by establishing the atmospheric diffusion model considering the effects of vacuuming at the intake and exhausting at the outlet of the system in the Plum-Puff model.

Moreover, established numeric simulation model using calculation models of airflow and diffusion enabled us to evaluate requirements for installation and difference of weather conditions.

This report was prepared by the Pollution-Related Health Damage Compensation and Prevention Association based on the results of the research in Osaka Prefecture and Kawasaki City.

# 各種技術を用いた局地汚染対策設計手法に関する調査報告書

## 目 次

### 調査研究の概要

- 1 調査研究の目的 .....	13
- 2 調査研究期間及び体制 .....	13
1. 研究期間 .....	13
2. 調査研究の実施機関等 .....	13
3. 調査研究の実施体制 .....	13

### 土壌を用いた大気浄化システム

- 1 土壌を用いた大気浄化システムの概要 .....	19
1. 目 的 .....	19
2. 大気浄化システムの浄化原理 .....	19
3. 一般的な大気浄化システム構成 .....	19
4. 大気浄化システム構造 .....	20
- 2 大阪府の調査結果 .....	22
1. 目 的 .....	22
2. 土壌による大気浄化システムの概要 .....	22
(1) 沿道型システムの概要 .....	22
(2) トンネル型システムの概要 .....	22
3. 調査結果 .....	24
3. 1 処理効率調査 .....	24
(1) 沿道型システム .....	24
(2) トンネル型システム .....	25
3. 2 システム運転状況 .....	29
(1) 沿道型システム .....	29
(2) トンネル型システム .....	29
3. 3 周辺環境調査 .....	30
(1) 沿道型システム .....	30
(2) トンネル型システム .....	32
3. 4 経済性調査 .....	33
(1) 沿道型システム .....	33
(2) トンネル型システム .....	33
- 2 - 3 環境改善効果予測手法の検討 .....	35
1. 調査フロー .....	35
2. 計算手法の構築 .....	35

## 目 次

2.1	調査対象システム	35
2.2	計算方法	35
(1)	計算式	36
(2)	気象条件	37
(3)	排出量	38
(4)	重ね合わせ	38
(5)	吸気口の効果	38
(6)	排気口の効果	39
2.3	現地への適用	40
(1)	対象地域	40
(2)	道路構造	40
(3)	土壌による大気浄化システム	41
2.4	システム運転時と停止時の再現計算	41
(1)	システム停止時のPT10との比較	41
(2)	システム運転時のPT10との比較	42
2.5	窒素酸化物濃度の年平均値計算	42
(1)	年間の風データ	42
(2)	窒素酸化物濃度の年平均値	43
2.6	システムの環境改善効果	43
(1)	窒素酸化物濃度	43
(2)	二酸化窒素濃度	44
2.7	計算手法の一般化	45
(1)	システムのパラメータ	45
(2)	一般化した計算手法	45
- 3	川崎市の調査結果	47
1.	調査対象地域及び施設の概要	47
(1)	調査対象地域	47
(2)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設の概要	47
2.	調査研究の概要と成果	49
3.	調査研究内容	50
(1)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による局地汚染対策設計手法の検討	50
(2)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設の維持管理手法の検討	51
(3)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設の運用方法の検討	51
(4)	その他関連調査	51
4.	調査結果	51
1)	平成11年度	51
(1)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による局地汚染対策設計手法の検討	51
(2)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設の運用方法の検討	52
(3)	その他関連調査	53
2)	平成12年度	54
(1)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による局地汚染対策設計手法の検討	54
(2)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設の運用方法の検討	62
(3)	大気環境改善新型土壌浄化モデル施設の維持管理手法の検討	64
(4)	その他関連調査	65
5.	調査成果	67
1)	平成11年度	67



(1) 数値モデルの検討	67
(2) 数値モデルの計算事例の検討	67
(3) 大気汚染物質の処理効率・費用対効果調査	67
(4) 周辺環境改善調査（大気環境改善新型土壌浄化モデル施設）	67
2）平成12年度	67
(1) 大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による局地汚染対策設計手法の検討	67
(2) 大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による運用方法の検討	67
(3) 大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による維持管理手法の検討	68
6．今後の課題	68
(1) 大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による局地汚染対策設計手法の検討	68
(2) 大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による運用方法の検討	68
(3) 大気環境改善新型土壌浄化モデル施設による維持管理手法の検討	68
(4) 周辺大気環境改善効果の測定による定量的評価	68

## 光触媒による窒素酸化物分解建材

- 1 光触媒の概要	71
1．光触媒による大気浄化対策	71
2．光触媒による大気浄化対策の概要	71
3．光触媒による大気浄化対策の効果	71
(1) 除去率	71
(2) 耐久性	72
- 2 大阪府の調査結果	73
1．調査に用いたNOx分解建材	75
2．通気曝露試験	77
(1) 通気曝露試験装置	77
(2) 通気曝露試験方法	77
(3) 通気曝露試験によるNOx浄化性能の評価	78
(4) 通気曝露試験に用いるテストピースの沿道曝露	78
(5) 通気曝露試験結果	79
(6) 材料面積と浄化係数の関係	80
3．有害物質調査	81
(1) 調査方法	81
(2) 調査結果	81
4．建材表面近傍での濃度比較	81
(1) 施工建材表面のNOx濃度比較試験	81
(2) 施工建材表面のNOx濃度比較試験結果	82
(3) 新型遮音壁による濃度低減効果試験方法	83
(4) 遮音壁近傍の濃度低減効果試験結果	83
5．雨水流出物の性状	84
(1) 雨水流出物調査方法	84
6．周辺大気環境調査	86
(1) PT10法による大気調査	86
(2) NOx計による大気調査	89
7．泉大津市臨海町での改善効果の推定	91

## 目 次

8．環境改善効果予測手法の検討	93
(1) JEAモデルを用いた検討	93
(2) NOx濃度のシミュレーション結果	94
9．高層建築物密集地域での検討	96
(1) 試算方法	96
10．設計手法（ケーススタディ）	97
(1) 試算結果	97
(2) 建材の施工面積とNOx濃度等の関係	100
11．今後の課題と展望	103
12．今後の課題と展望について	103
- 3 川崎市の調査結果	105
1．光触媒窒素酸化物浄化建材の概要	105
2．光触媒窒素酸化物浄化建材を用いた室内実験結果	105
(1) 実験方法	105
(2) 実験結果	106
3．光触媒窒素酸化物浄化建材を用いたフィールド実験	106
(1) 実験方法	106
(2) 実験結果	106
4．紫外線強度と処理率	107

# I 調査研究の概要

## - 1 調査研究の目的

交通量の増加、道路構造の複雑化や沿道建造物の高層化・密集化など都市部における幹線道路沿いでの自動車排出ガスによる局地大気汚染が深刻化している。特に幹線道路沿道における二酸化窒素に係る環境基準の達成状況は、自動車排出ガス規制の強化等にもかかわらず非常に厳しい状況にある。

このため、自動車NOx法が制定され、同法により策定された総量削減計画により総合的な自動車窒素酸化物対策が推進されているところであるが、交通量の集中する交差点などの高濃度汚染地域に対しては、従来の道路構造対策併せて、沿道の自動車排出ガスを直接浄化する手法など有効な沿道環境対策が課題となっている。

大阪府及び川崎市では沿道環境対策の手法として、「土壌による大気浄化システム」及び「光触媒によるNOx分解建材」について調査・検討し、現在これらの技術は実用化のレベルに達しつつある。

しかしながら、これらの技術の広範な普及を図るためには、交通の状況や道路構造が異なるさまざまな高濃度汚染地域において、これまで開発を進めてきたこれらの施設を配置した場合の周辺環境濃度の予測手法を確立するとともに、二酸化窒素に係る環境基準を達成するために必要な施設の規模や導入費用等の算定を行うための設計手法を確立する必要がある。

本調査は、大阪府及び川崎市の異なる地域でこれらの技術による大気汚染物質の浄化性能、耐久性及び経済性等について、これまでの成果と実用化に向けての課題について取りまとめるとともに、環境改善効果のシミュレーションモデルの設計・開発及び地域の実情に応じた最適な施設の設計手法の検討を行うことを目的とする。

## - 2 調査研究期間及び体制

### 1．研究期間

大阪府：平成10年度～平成12年度

川崎市：平成11年度～平成12年度

### 2．調査研究の実施機関等

大阪府研究担当部局：大阪府環境農林水産部交通公害課

施設設置場所

沿道型システム：大阪府吹田市泉町1丁目、2丁目付近の国道479号に隣接する緑地帯

トンネル型システム：大阪府東大阪山手町の第二阪奈有料道路阪奈トンネル中央換気塔敷地内  
光触媒新型遮音壁：泉大津市臨海町1丁目府道大阪臨海線沿道

川崎市研究担当部局：川崎市環境局公害部自動車対策課

施設設置場所

新型2層式システム：川崎市川崎区池上町1番地先池上新田公園及び池上新町交差点周辺

### 3．調査研究の実施体制

本調査研究は、大阪府及び川崎市に学識経験者及び調査研究担当者よりなる専門委員会及び検討委員会を

設置し実施した。

【大阪府】（敬称略）

（専門委員）

永田 勝也 早稲田大学理工学部教授（S10）  
陽 捷行 農業環境技術研究所部長（S10）  
安保 正一 大阪府立大学工学部教授（S11、12）  
池田 有光 大阪府立大学工学部教授（S10、11、12）  
高岸 徹 大阪府立大学工学部教授（S11）  
竹内 浩士 工業技術院資源環境技術総合研究所室長（S11、12）

（研究者）

谷口 充 大阪府環境農林水産部交通公害課長（S10）  
池田 幸雄 大阪府環境農林水産部交通公害課長（S11）  
宮前 茂 大阪府環境農林水産部交通公害課長（S12）  
村井 保徳 大阪府環境農林水産部交通公害課参事（S10、11）  
小寺啓太郎 大阪府環境農林水産部交通公害課参事（S12）  
合川 正弘 大阪府環境農林水産部交通公害課課長代理（S10）  
藤本 隆夫 大阪府環境農林水産部交通公害課課長補佐（S11、12）  
山本 宏司 大阪府環境農林水産部交通公害課主幹係長（S10）  
高見 勝重 大阪府環境農林水産部交通公害課総括主査（S10、11、12）  
佐野 善孝 大阪府環境農林水産部交通公害課総括主査（S11、12）  
阪上 公規 大阪府環境農林水産部交通公害課主査（S10、11）  
小林 正興 大阪府環境農林水産部交通公害課技師（S10）  
西田 隆行 大阪府環境農林水産部交通公害課技師（S10、11）  
金本 隆志 大阪府環境農林水産部交通公害課技師（S10、11、12）  
今村 清 大阪府公害監視センター主任研究員（S10、11、12）  
服部 幸和 大阪府公害監視センター大気検査課長

（S10、11）

茂幾 悦治 大阪府公害監視センター主査（S12）  
布井 敬二 大阪府公害監視センター技師（S12）  
根来 好孝 大阪府公害監視センター技師（S12）  
長谷川次郎 大阪府公害監視センター技師（S10、11）  
坂本 学 大阪府公害監視センター技師（S10、12）  
中村 成行 大阪府公害監視センター技師（S10、12）  
伊藤 孝美 大阪府立農林技術センター主任研究員（S10）  
森 達摩 大阪府立農林技術センター主任研究員（S10）  
望月 京司 (財)大阪府農とみどり環境の整備公社副参事（S10）  
乾 頼夫 (財)大阪府みどり公社部長（S12）  
山田 和彦 (財)大阪府みどり公社参事（S12）  
西村 洋一 (財)大阪府みどり公社副参事（S12）  
小猿 和男 (財)関西環境管理技術センター部長（S11）  
八尾 真二 (財)関西環境管理技術センター課長（S11）  
門口 敬子 (財)関西環境管理技術センター課長補佐（S11）  
上原 祐之 (財)関西環境管理技術センター係長（S11、12）  
藤原 直哉 (財)関西環境管理技術センター係長（S12）  
三納 欣子 (財)関西環境管理技術センター主任（S11）  
石原 達也 (財)関西環境管理技術センター（S11）  
出村佳永子 (財)関西環境管理技術センター（S11）  
古谷 智 (財)関西環境管理技術センター（S11、12）

【川崎市】（敬称略）

（検討委員）

陽 捷行 農林水産省農業環境技術研究所企画調整部長  
横山 長之 (財)日本気象協会  
金子 和巳 (株)フジタ技術研究所環境設備研究部主任研究員（S11）

平山南見子 川崎市環境局公害研究所長

(オブザーバー)

若林 健一 環境庁大気保全局自動車環境対策第一  
課課長補佐

橋本 昌浩 環境庁大気保全局自動車環境対策第一  
課主査

栗山 俊勝 公害健康被害補償予防協会事業課長

今井 博人 公害健康被害補償予防協会事業総括係  
長

大庭 隆夫 首都高速道路公団計画部環境技術課長

町井 克巳 川崎市建設局土木建設部道路課主幹

金子 和巳 (株)フジタ技術研究所環境設備研究部  
主任研究員 (S12)

(事務局)

永田 正信 川崎市環境局公害部自動車対策課長

丸山 學 川崎市環境局公害部自動車対策課副主  
幹 (S11)

武川 満 川崎市環境局公害部自動車対策課副主  
幹 (S12)

星野 明弘 川崎市環境局公害部自動車対策課副主  
幹

早坂 孝夫 川崎市環境局公害部自動車対策課主査

広瀬 健二 川崎市環境局公害部自動車対策課主査  
(S12)

小林 幸雄 川崎市環境局公害部自動車対策課  
(S11)

藤田 周治 川崎市環境局公害部自動車対策課  
(S12)

浅岡 充 川崎市環境局公害部自動車対策課