

研究報告

成田国際空港における大気汚染物質実測調査 \*1

早乙女 拓海 \*2 菊 間 英 行 \*3,\*4 伏 見 暁 洋 \*5  
橋 本 弘 樹 \*6 鈴 木 孝 治 \*6,\*7

1. はじめに

国内における大気環境は、自動車や工場などの大規模発生源からの排出抑制と改善努力により二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) や浮遊粒子状物質 (SPM) 等の環境基準達成状況が改善傾向にある。一方、船舶や航空機等の移動体に関しては、自動車に比べて排ガス対策が遅れており、排ガスに関するデータや既存の知見も少ないのが現状である。今後、自動車の排ガス等への対策がより一層進むと、これらの排出源からの寄与率が増加する可能性がある。

このような背景から、環境省では船舶及び航空機の排ガス影響に着目した調査を平成22年度から開始した<sup>1) 2)</sup>。ここでは、これらの調査のうち、平成23年度に成田国際空港にて実施した大気汚染物質実測調査の結果の概要を紹介する。

2. 調査方法

(1) 大気汚染物質測定地点

成田国際空港は千葉県成田市の南東部に位置する。大気への排出源に関しては、空港ターミナルビルから見て北北西約4kmに野毛平工業団地、北北東約3kmに廃棄物処分場がある。空港の北東～南南西方向にかけて東関東自動車道が走っており、そこから空港に侵入する形で新空港自動車道が走っている。

成田国際空港での大気汚染物質の測定は、空港管理会社にて行われており、空港内外の6地点でモニタリングが行われている。これらの地

点での測定に加え、本調査ではA滑走路の西側約150m (空港内：地点1) と空港ターミナルから南南東約1500m (空港外：地点2) の2地点に測定小屋を設置し、大気汚染物質の実測調査を行った (図1)。



図1 モニタリングサイト及び実測地点の配置

\*1 Measurement of air pollutants at Narita International Airport.

\*2 (株) 環境計画研究所

\*3 成田国際空港株式会社 (調査当時)

\*4 成田空港給油施設株式会社 (現職)

\*5 (独) 国立環境研究所

\*6 (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター

\*7 慶應義塾大学

(2) 調査期間

本調査では、風向が安定する冬季（2011年12月15日0時～12月21日13時）に調査を実施した。この時期は、北寄りの風が吹くことが多い。

(3) 測定項目

表1に各モニタリング地点及び実測地点の測定項目を示す。本調査における実測調査（地点1及び地点2）では、空港内外でPM<sub>2.5</sub>（微小粒子状物質）重量濃度の測定を行った。また、地点1では、SMPS（粒径別粒子数計：Scanning Mobility Particle Sizer）により粒径別の粒子個数を測定するとともに、測定地点の前を航空機が通過した正確な時間を確認するためビデオカメラを設置して画像を取得した。なお、時間分解能は、粒径別粒子数計が3分値、それ以外の測定器は1時間値を測定した。

3. 調査結果

(1) 実測期間中の大気環境

測定期間中の各物質の濃度の推移を図2に示す。なお、環境基準が定められており、空港

管理会社による多地点測定が行われているNO<sub>2</sub>、CO（一酸化炭素）、SPMについては、空港内外の濃度の差は小さく、全測定地点において環境基準を大きく下回る濃度で推移していた。

【NO濃度】

12月15日の午前と午後、12月19日の午後等に顕著な濃度ピークが見られる。これらのピークは、滑走路に近いA滑走路北局、A滑走路南局、地点1及び道路から近い西部局で特に高い濃度となっている。特に19日のA滑走路北局及び地点1は150ppb以上の高濃度となった。

【NO<sub>2</sub>濃度】

NO<sub>2</sub>濃度はNOに比べて濃度の振幅が小さく、顕著なスパイク状の高濃度ピークも見られない。B滑走路北局、B滑走路南局、地点2の濃度が他の地点に比べて低く、12月18日の午後や19日午後の濃度上昇時にこれらの地点では低濃度となっていた。

【CO濃度】

CO濃度はA滑走路南局及び西部局の濃度が、

表1 モニタリング地点及び実測地点における測定項目（○印で示す）

測定局名称	位置	測定項目									
		SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>x</sub>	CH <sub>4</sub>	NMHC	SPM	PM <sub>2.5</sub>	粒子数
A滑走路北局	空港内	○	○	○	○		○	○	○		
A滑走路南	空港内	○	○	○	○		○	○	○		
西部局	空港外	○	○	○	○	○	○	○	○		
東部局	空港外	○	○	○	○	○	○	○	○		
B滑走路北局	空港内	○	○	○	○		○	○	○		
B滑走路南局	空港内	○	○	○	○		○	○	○		
地点1	空港内		○	○	○					○	○
地点2	空港外		○	○	○					○	

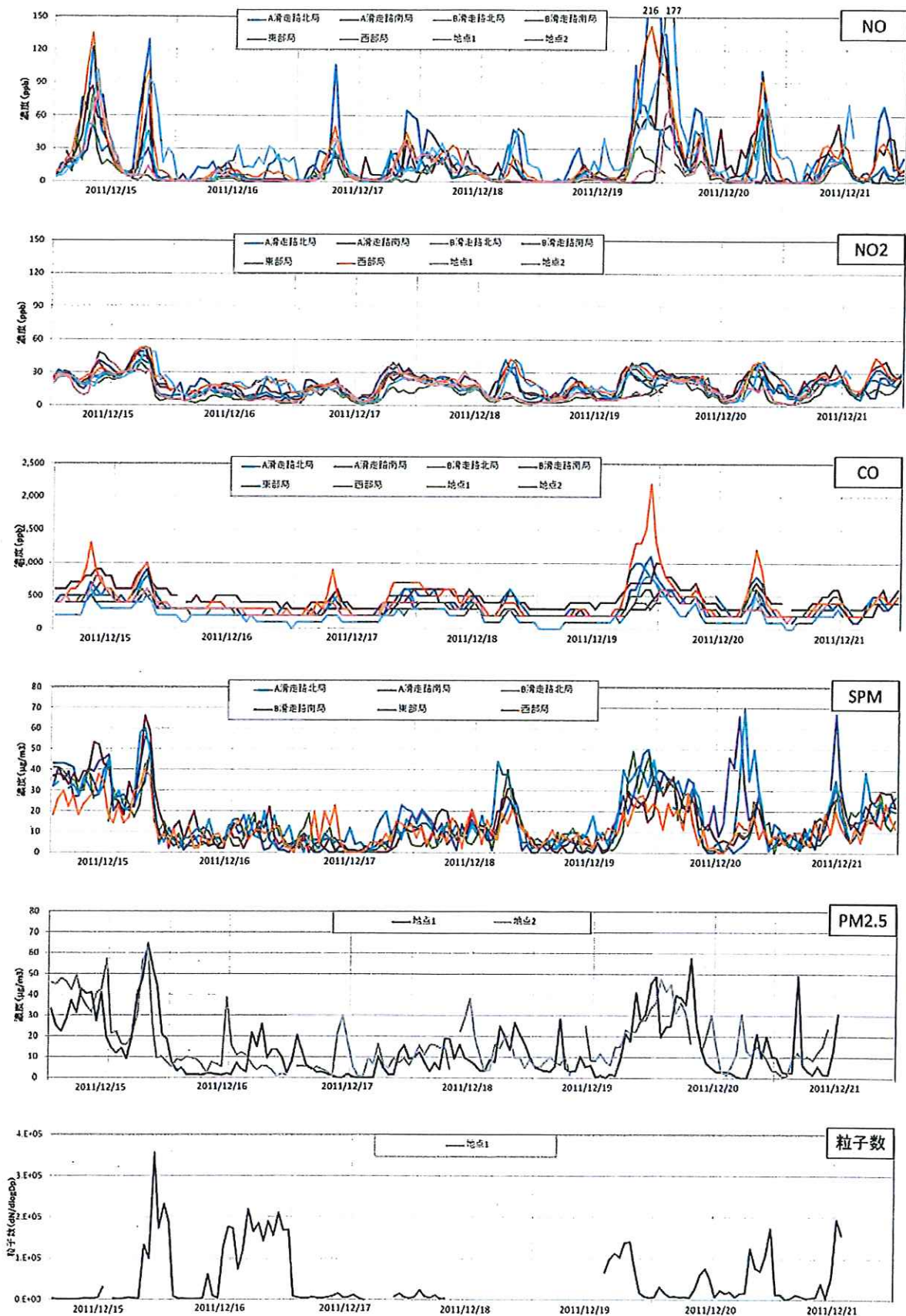


図 2 実測期間中の汚染物質濃度の推移

実測期間中他の地点に比べて高い値で推移していた。12月19日の午後に西部局で顕著な濃度上昇が見られるが、空港内の測定地点では特に顕著な高濃度ピークは見られなかった。

【粒子状物質濃度】

SPM濃度とPM<sub>2.5</sub>濃度は、12月15日の午前及び午後のピーク、12月19日午後から20日正午にかけての高濃度など近い挙動を示した。SPMは、測定地点による差が小さく、似たような挙動で推移しているが、12月20日の午後にB滑走路南局と東部局で顕著なピークが見られた。SPMと同様に、PM<sub>2.5</sub>も同様に空港内（地点1）と空港外（地点2）の濃度差は小さかった。

(2) ケーススタディ（2011年12月16日）

航空機排ガスと各種汚染物質との関連性をより詳細に把握するため、2011年12月16日を対象に詳細な分析を行った。ここでは、滑走路の直近であり、SMPSによる粒径別粒子数の測定、ビデオカメラによるフライト状況の撮影等を行ったことから特に地点1（図3、図4）の測定結果に着目して解析結果を示す。

① 気象状況

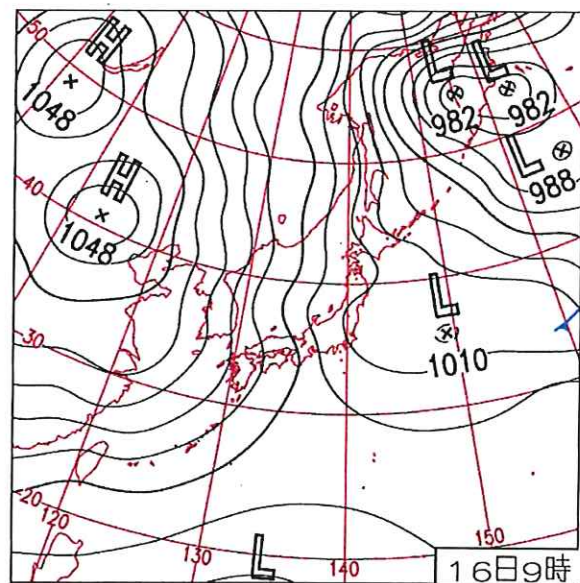
12月16日は典型的な西高東低の冬型の気圧配置であり、全国的に気温が低く、乾燥した一日であった（図5）。アメダス（AMeDAS）成田における気温の推移を図6に示す。日中は晴れて穏やかな天気となり、気温も約12度まで上昇したが、午後2時頃から次第に雲が出始め、気温が急降下した。地点1における風の変化（図7）を観ると、午前10時頃から北東よりの風が吹き始め、以降、北北東～北東の強い風が卓越していた。なお、地点1は図3に示すように滑走路の南西方向に位置していることから、これらの時間帯は滑走路から実測地点に向かう風が卓越していたことになる。



図3 地点1と滑走路の距離



図4 測定小屋周辺の様子（地点1）



出典：気象庁HP

図5 2011年12月16日の天気図

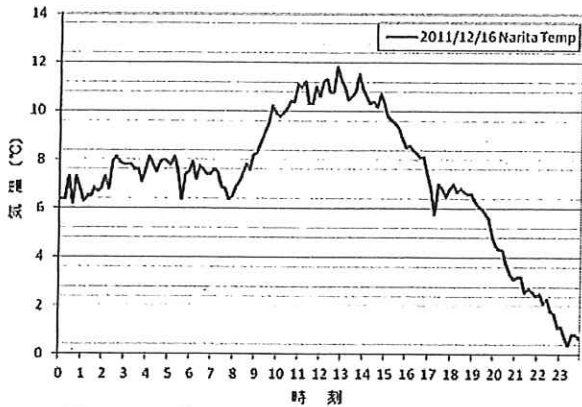


図6 2011年12月16日の気温 (アメダス成田)

② 大気汚染状況

地点1における2011年12月16日のNO及びNO<sub>2</sub>濃度の推移を図8に示す。NO濃度は航空機の運航時間外である午前6時頃までは、ほぼ0ppbとなっているが、その後、濃度が上昇し始め、13時と19時頃に顕著なピークが見られる。それに対して、NO<sub>2</sub>は比較的濃度の時間変動が小さく、13時と19時もNOほど顕著な濃度上昇はみられない(図8)。

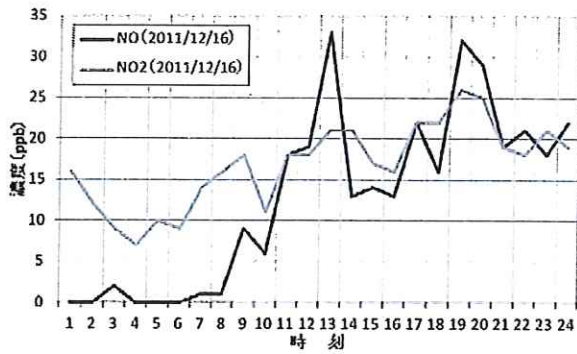


図8 NO及びNO<sub>2</sub>濃度の推移 (地点1)

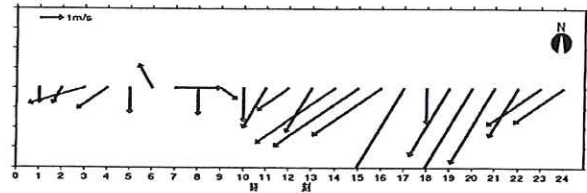


図7 2011年12月16日の風 (地点1)

NO/NO<sub>x</sub>比を見ると、午前9時頃からNOの比率が顕著に上昇しはじめ、以降、50%程度で推移している(図9)。

図10に地点1における2011年12月16日のPM<sub>2.5</sub>濃度の推移を示す。NOに見られた13時のピークは見られないものの、17時及び19時のピークは一致した。

図11に粒子総個数濃度の推移を示す。この場合、粒子数の時間分解能は3分である。NO及びPM<sub>2.5</sub>と同様に航空機の運航時間外(24時~午前0時)は、スパイク状のピークがほとんど見られない。午前10時頃から短時間での顕著なスパイク状のピークが見られる。

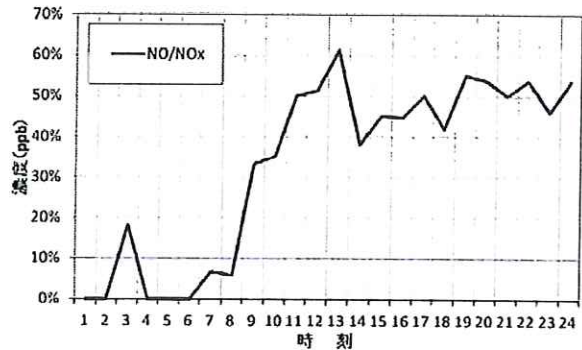


図9 NO/NO<sub>x</sub>比の推移 (地点1)

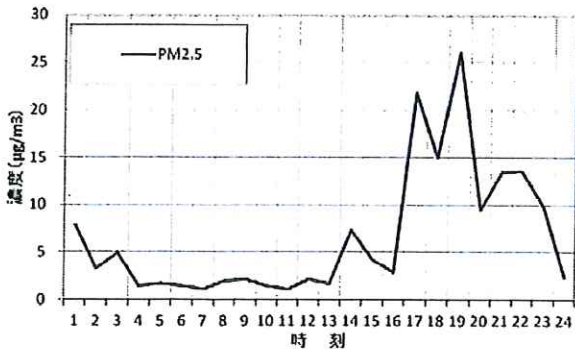


図10 PM<sub>2.5</sub>濃度の推移 (地点1)

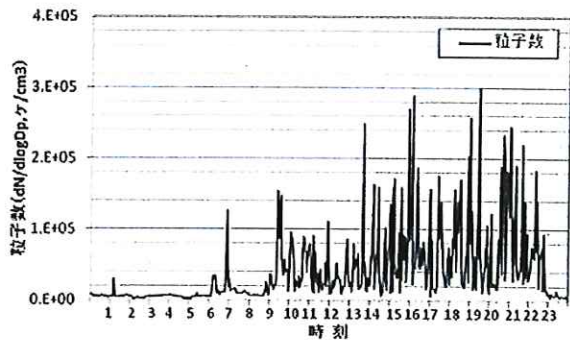


図11 粒子総個数濃度の推移 (地点1)

各時間帯の粒径別の粒子数を図12に示す。前述したとおり、午前6時までは粒子濃度は非常に低いが、10時頃から顕著に増加し始め、その後は徐々に増加し、ピーク粒径では $4.5 \times 10^6$ 個

$/\text{cm}^3$ 程度まで達した。また、粒径のピークは、全時間帯で20nm以下であり、滑走路直近の地点1では非常に小さい粒子を含むブルームが通過していたことになる。

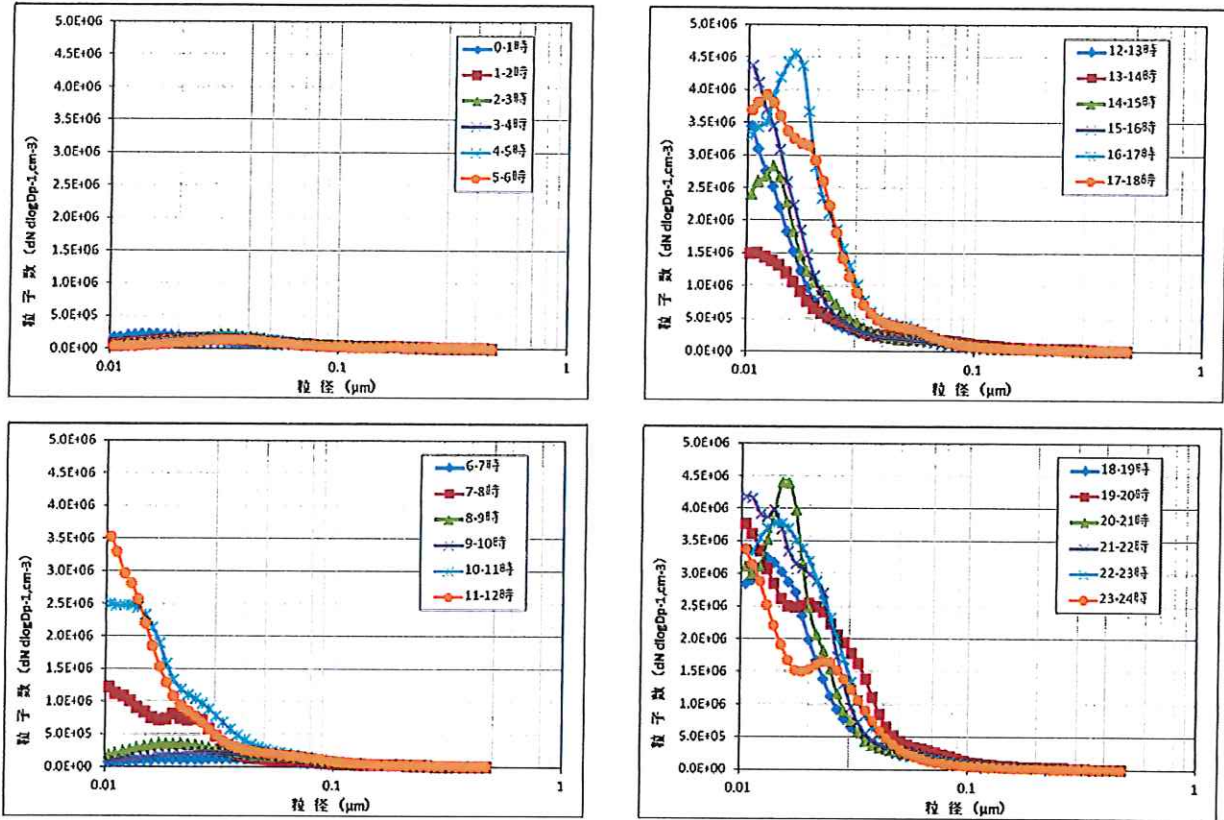


図 12 1時間ごとの粒径別粒子数分布 (地点1)

#### 4. 考察及びまとめ

##### ① NO、NO<sub>2</sub>、CO

NOの濃度変動においては、顕著なスパイク状の高濃度ピークが多く、特に滑走路直近の測定局で顕著であったのに対して、NO<sub>2</sub>は地点間の差が小さくピークは殆ど見られなかった。一方、ケーススタディにて滑走路方向からの風が卓越した時間帯にNO/NO<sub>x</sub>比が高くなっていたことから、NOは主に航空機排ガスに由来するものと考えられる。NO<sub>2</sub>に対してNOが顕著に高くなる理由としては、主に発生源と測定地点の距離が近いこと、NOが酸化される前に測定地点に到達していることによるものと考えられ

る。また、これらの結果から、NO/NO<sub>x</sub>比を指標にして航空機排ガスの影響範囲を把握することが有効であることが示された。

CO濃度は、NO<sub>2</sub>と同様に空港内外の測定局における差が殆ど見られなかった。ただし、NOに見られた顕著なピーク時（例えば、15日の午前及び午後、19日の昼など）に対応してCO濃度が上昇していることから、航空機の影響は僅かにあると考えられるが、いずれにしても、環境基準を大きく下回る値で推移しており一般大気環境への影響は小さいと考えられる。

## ② 粒子状物質

PM<sub>2.5</sub>濃度は、CO濃度と同様にNO濃度の上昇に対応した濃度上昇は見られるものの、空港内外で濃度差が小さく、周辺的一般大気環境に与える影響は小さいと考えられる。

一方、SMPSにより粒径別の粒子数を測定した結果、航空機の運航時間中、滑走路からの風が卓越した場合に20nm以下の非常に小さい粒子の数が顕著に増加しており、航空機からナノ粒子が多く排出されている可能性が、国内の空港においてはじめて確認された。

## 5. 今後の課題

今回の調査で、滑走路方向から風が吹く際にNO濃度及び粒子数の顕著な上昇が見られたが、空港内には動力棟等やコージェネレーションシステム等の空港関連施設、廃棄物処分場といった航空機以外の様々な発生源があるため、

今後、航空機排ガスの影響を、より正確に把握するためにはシミュレーションによりこれらの発生源の寄与率を推定する等、さらなる調査が必要である。

## 6. 謝辞

本調査は、環境省の請負調査により実施されました。また、「平成23年度船舶・航空機排出大気汚染物質削減に関する検討会」にて専門委員から多くの意見を頂きました。実測調査は(株)市川環境アセス及びグリーンブルー(株)の協力を頂きました。関係者に深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) 環境省, “平成22年度 船舶・航空機排出大気汚染物質削減に関する検討調査報告書”, (2011).
- 2) 環境省, “平成23年度 船舶・航空機排出大気汚染物質削減に関する検討調査報告書”, (2012).

## 編集後記

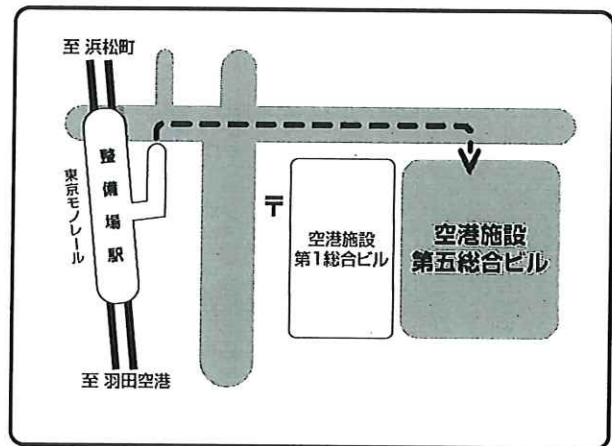
昨年4月1日に財団法人から一般財団法人へ移行して早1年が経過しました。

今年度発足した「航空環境研究会」については巻頭言で詳しく触れられていますが、当協会の「航空環境研究会」は、航空業界をとりまく環境問題についての情報発信基地としてこれから発展し、また、関係する方々の業務の一層のお役に立てるようにホームページ等でも国内外の情報が公開される予定です。ご活用いただければと思います。

さて、本誌第17号では、4月1日から航空機騒音の評価指標が「WECPNL」から「Lden」に変更になることに関連して「焦点」として外部から4編執筆していただきました。「研究報告」は成田国際空港の大気汚染調査についての記事1編をご寄稿いただき、当協会も開発に係わった航空機航跡観測装置についての記事を1編掲載しています。「内外報告」では、ICAO/CAEPの最新動向を1編ご寄稿いただき、当協会で開催したインターノイズ、ISOの技術部会、韓国のセミナーに関する記

事を3編と、航空機騒音に関する英国の最新報告書についての記事を1編掲載しました。「航空環境を取り巻く話題」では、大阪国際空港と関西国際空港の環境対策について1編ご寄稿いただき、航空機の開発者のお立場からの騒音対策について1編ご寄稿いただきました。「エッセイ」では騒音問題と飛行経路、飛行方式との関係について1編、ICAOの日本政府代表部の活動について1編ご寄稿いただきました。

お忙しいところ、ご執筆いただきました各執筆者の方々に深く感謝申し上げます。



航空環境研究センター案内図

航空環境研究 第17号 平成25年3月27日印刷 平成25年3月29日発行 ©2013

発行人 山田一郎

発行所 一般財団法人 空港環境整備協会 航空環境研究センター

144-0041 東京都大田区羽田空港1-6-5 第五総合ビル4階

電話 (03) 3747-0175 FAX (03) 3747-0738

無断転載を禁じます