

航空環境研究



*The Journal
of
Aviation Environment Research*

No. 9, 2005

挨拶

- 研究センターの役割 中村達朗 1

焦点

- 地球温暖化と中部国際空港の風 大和田道雄 2
PRTR制度における航空機に係る届出外排出量 竹下 圭・神山 敏・柴田正夫 11
騒音に対する社会反応と評定尺度及び基礎評価語の関係 佐藤哲身 22

研究報告

- WECPNL算定手順に関する環境庁方式とICAO方式の比較 門出格宏・吉岡 序・山田一郎 28
パッシブサンプラーを用いた東京国際空港における揮発性有機化合物の実態調査 橋本弘樹・柴田正夫・水島 実・遠藤 啓・鈴木孝治 37

内外報告

- ICAO/CAEPの動向—WG1・WG3 高野 滋 43
ICAO/CAEPの動向—WG2 柳澤裕司 46
インターノイズ2004 山田一郎・吉岡 序 52
第18回国際音響学会議(ICA2004) 山田一郎・吉岡 序 72

航空環境を取り巻く話題

- JALグループの環境への取り組み 松元泰志 74
成田国際空港の大気質常時監視結果について 塚野 正・河村靖雄 82
中部国際空港(セントレア)2005年2月17日開港 片岩憲成 96

エッセイ

- 昭和50年秋福岡空港 越智信夫 102
環境雑感 石澤和彦 104

活動報告

- 研究センターの動き(平成16年度) 管理部 108

文献情報

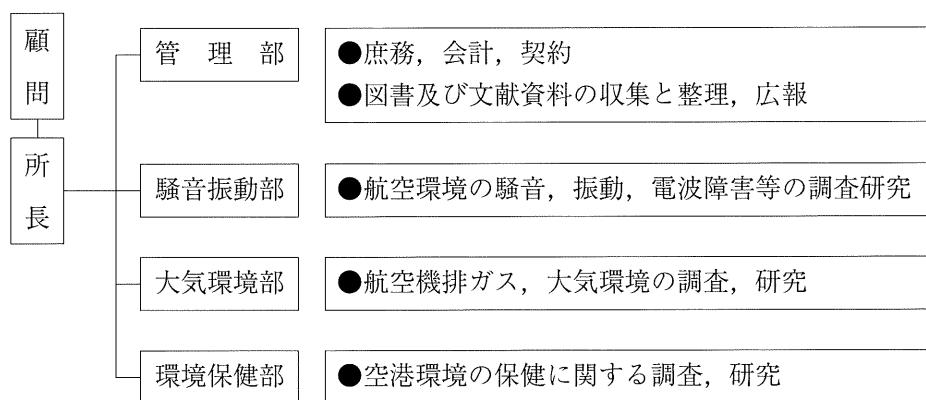
- 航空環境関連文献情報
(米国政府出版物データベースより) 文献資料室 113

航空環境研究センターの沿革と組織及び業務内容

産業、経済、文化の発展にともなう航空輸送需要の増大とジェット旅客機の開発運航は、空港周辺における環境阻害に深刻な問題を提起し、昭和43年8月航空公害防止対策について国の施策を補完する目的で「(財)航空公害防止協会」が公益法人として設立されました。当協会は設立以来、東京、大阪両国際空港をはじめ、主要空港において、各種の航空公害の調査に取り組んでまいりましたが、調査事業が増加するなかで、専門的な航空公害を体系的に調査、研究し、これを防止、削減する対策並びに科学技術を研究開発する総合的な施設の設置が要望され、昭和47年12月航空公害防止協会の附属機関として航空公害調査研究センターが東京国際空港内に設置されました。

その後、名称を昭和51年10月に航空公害研究センター、平成5年4月航空公害防止協会が空港環境整備協会に改称することにあわせて、現在の航空環境研究センターに改称されました。設立以来、騒音、大気汚染、電波障害、空港周辺の環境などの調査と研究に取り組み今日に至っております。

なお、航空環境研究センターの組織及び業務内容は次のとおりです。



挨 拶

研究センターの役割*

中 村 達 朗**

昨年4月に理事長に就任しました。

毎年9月20日の空の日を中心として全国各地の空港で、一般の人達に広く航空に親しんでもらうため、航空関係者の手により様々な催しが繰り広げられています。この空の日のイベントに航空環境研究センターが積極的に参加することを通じ、センターの果たす役割の一部が明確になったと思われますので、このことについてご紹介して私の挨拶に代えさせて頂きます。

当協会では空の日の行事に対し、これまで資金面で相応の協力をしていますが、行事に直接参加することはありませんでした。このため、かねてから協会本部では、資金面だけの協力で良いのか、当協会でも行事に参加して空港周辺の人達に協会のことを知って頂くことが必要ではないのか、との議論がありました。

一方、騒音問題に直接携わる関係者や研究者等の方々はともかく、もう少し幅広い航空関係者の方々の間ではセンターの認知度は必ずしも十分ではないのでは、との問題意識もありました。

その様な折り、広島の事務所に、空港事務所が空の日の行事として小・中学生を対象とした航空教室を10月を開くことを計画している、との情報が入りました。センターがこの航空教室に参加すれば丁度上述の問題の解決策となると考え、山田所長に相談したとこ

ろ、直ちに承諾してくれました。その後、所長以下関係職員が忙しい合い間に縫って、パワー・ポイントを利用しての音に関する講演と体験・ゲームの2部から成る、全体60分の講演プログラムを作成しました。その結果、開催された航空教室では、約50名の小中学生が最後まで飽きることなく所長以下の行う講演等を楽しんでくれたとのことです。

この成功に自信を得て、センターでは11月に熊本空港の近傍で開催された「地球人講座」でも同様の講演を実施しました。

平成13年から国の研究機関の多くは独立行政法人となり、そこでの業務運営の要は、中期及び年度の計画を基に業務を行い、毎年度その実績について第3者の業績評価を受けることである、とされています。更にこれらの研究機関では、ホームページ等によりますと研究・開発に当たり、

- ・的確なテーマを設定すること（社会のニーズに沿う、新たな技術を先導する等）
- ・産学官の研究者間の連携を図ること
- ・成果は専門家に発するだけでなく、広く社会に還元していくこと

等に留意することを挙げています。

これらのこととは、公益法人の研究機関にも求められていることと思います。その意味で、センターが的確なテーマを選定し、研究に努め、成果を専門家に向けて発信するだけではなく、同時にその成果を広く社会に還元していくことが大切です。今後のセンターの一層の活躍を期待しますと共に、本部において支援していきたいと考えています。

* Role of AERC, by Tatsuro Nakamura (President, Airport Environment Improvement Foundation)

** (財)空港環境整備協会 理事長

焦点

地球温暖化と中部国際空港の風*

大和田 道 雄**

1. はじめに

2005年2月17日、愛知県知多半島常滑沖に中部国際空港（セントレア）が開港した。これは、成田、関西に次ぐ我が国3番目の国際空港である。成田はアクセスに問題があるだけでなく、空港反対派住民との確執に問題を残し、関西は予想を上回る地盤沈下がいまだに続いている。中部国際空港は、名古屋からのアクセスが最速で28分、地盤沈下も心配される状況はない。中部国際空港の開港に向け、地元経済会が主体となって中部空港調査会が発足したのは今から20年以上も前のことである。当時、加藤晃岐阜大学学長（現名古屋都市センター長）のもとに立地部会が設立され、伊勢湾岸地域の海岸部から内陸部を含む多くの候補地を選定した。しかし、内陸部は航空機騒音や空域の関係から候補地として見送られ、鍋田と常滑沖および三河湾が浮上したわけである。最初はアクセスの関係から鍋田有利と思われたが、地盤が軟弱とのことで地盤の確実な常滑で決着した。特に、地形学者で中部国際空港の開港を見ずして他界された故井関弘太郎名古屋大学教授による常滑沖の地盤安定の説は、関西国際空港の前例を考えると納得できるものであった。しか

し、気象学の立場からみると、三河湾に比較して鍋田と常滑沖はいずれも強風地域にあたることで共通していた。

伊勢湾岸地域における航空機の離発着に影響を及ぼす風は、台風の接近・襲来と強い冬季気圧配置で吹く局地風である。2004年は、日本列島への台風襲来数が過去に例を見ないほど多かった。また、2005年1月12日の試験飛行では、中部国際空港での強い西風によって着陸困難の事態が発生している。これらの風による影響は事前から予測されていたことであり、航空機材の大型化、性能の向上によって今後の運航計画に支障をきたすものではないと思われる。しかし、地球温暖化に伴う1970年代後半のClimate shift以降、大気大循環場の変動が激しく、低緯度地域での熱帯低気圧の発生場所や中緯度地域の温帶低気圧の移動経路にも影響を及ぼしているのが実情である。したがって、今後も中部国際空港の航空機離発着に影響を及ぼす風が出現することも予想される。そこで、その可能性とメカニズムを地球温暖化に伴う地球規模の大気大循環場から探ってみた。

2. 地球温暖化と大気大循環場の変動

人類は、これまで大量の化石燃料を消費し、二酸化炭素に代表される地球温暖化ガスを排出してきた。IPCC (2001)¹⁾によれば、大気中の気温が過去100年間で $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 上昇していると報告しており、これと同じくして海面温度 (SST) も上昇傾向にある

* Relationships between Global Warming and the Winds over Central Japan International Airport (Centrair), by Michio Owada (Professor, Aichi University of Education)

** 愛知教育大学 理科教育講座教授

(IPCC, 1990)²⁾。

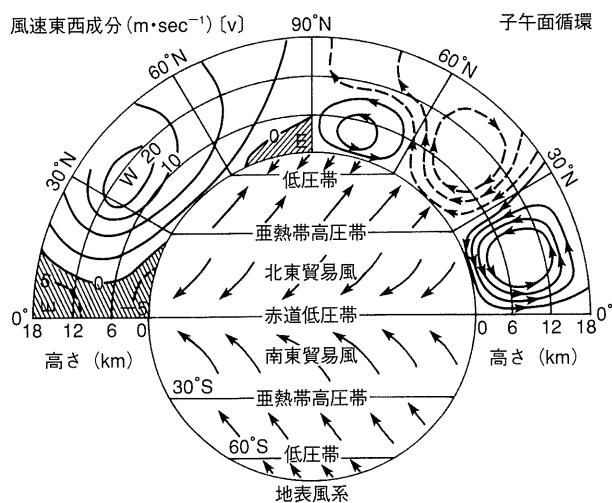
Strong et al (2000)³⁾は、衛星観測のデータから熱帯海域のSSTが0.03~0.14°C/Yearの割合で上昇していることを確認した。熱帯海域のSSTの変動が中緯度大気におよぼす影響は大きく(Lau, 1997)⁴⁾、そのメカニズムはWang (2002)⁵⁾の大気大循環モデルで説明することができる。熱帯海域のSSTの上昇は、熱帯内収束帯(ITCZ)の対流活動を活発にして潜熱の放出を強め(Hack et al, 1989)⁶⁾、ハドレー循環を強化して下降気流域の亜熱帯高圧帯(中緯度高圧帯)の領域面積を拡大させることができると考えられる(図-2.1)。そこで、熱帯海域の夏季におけるSSTが29°C以上の領域面積と500 hPa面の亜熱帯高圧帯領域面積との関係を求めた結果、「正」の高い相関関係が得られた(大和田・井上, 2002)⁷⁾。したがって、現在では亜熱帯高圧帯領域面積が半球規模で拡大傾向にある(大和田ら, 2003)⁸⁾。

亜熱帯高圧帯の領域面積変動は、その北側を流れる亜熱帯ジェット気流の緯度的位置とトラフ、およびリッジの経度的位置の変動に

繋がる重要な問題である。夏季における亜熱帯高圧帯は、対流圏上層部と下層部とではその位置を異にする。これは、ユーラシア大陸のチベット上空にチベット高気圧が形成されるからである。チベット高気圧は、チベット山塊の上昇気流が対流圏と成層圏との圏界面に押し付けられて発生するセル状の高気圧であり、その中心的高度は100 hPa面である。最近はその勢力の拡大から南アジア高気圧とも呼ばれており(Zhang et al, 2002)⁹⁾、中心位置が季節や年によってまちまちである。この背の高い高気圧の北側には亜熱帯ジェット気流が流れてい、高気圧の中心がイラン側かチベット側かによってトラフとリッジの位置が変化する。主に、イラン側に中心を移動した夏は、東アジアがトラフとなって対流圏下層の北太平洋高気圧の北上が阻止され、日本列島は冷夏になりやすい。これに対し、高気圧の中心がチベット側にシフトすると亜熱帯ジェット気流の流れ場がリッジとなり、北太平洋高気圧の西への張り出しが容易となるため、日本列島に猛暑をもたらすことになる(大和田・畔柳, 2004)¹⁰⁾。したがって、北太平洋高気圧の盛衰は、対流圏上層の亜熱帯ジェット気流の緯度的・経度的位置で決定するといつても過言ではない。

3. 台風の発生数と今後の進路予想

2004年は、過去に例を見ない台風襲来に



* 中央の円板状には地表の気圧と風系の緯度分布を、上部の円の周囲に地表から18 kmまでの上層の帶状平均風系を示す。左側に帶状平均風(u)、右側に平均子午面循環を示す。

図-2.1 地球上の気流の流れの総合図(片山, 1974)

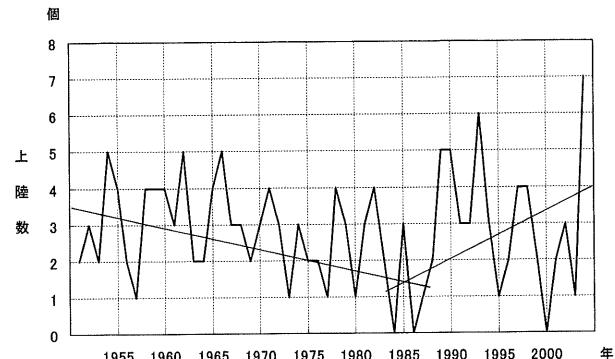


図-3.1 日本に襲来した台風数の経年変化
(1951~2003年)

よる被害が出た年であった。台風は、年間約30個発生するが、日本列島に襲来・接近するのは2~3個程度である。過去約50年間で日本に襲来した台風数の傾向は、1930~50年代に伊勢湾台風や室戸台風、および枕崎台風等多くの台風が襲来して以来減少傾向にあった(図-3.1)。特に、1980年代後半は台風の襲来がみられなかつた年もあるほどである。しかし、その後増加傾向を示し、2004年には過去最多(10個)を記録した(表-3.1)。これは偶然であるのか、あるいは今後厳しい状況が予想されるのかについては必ずしも定かではないが、地球温暖化による亜熱帯高圧帶領域面積の拡大は、東アジアの気圧配置を変えていることも事実である。

表-3.1 2004年に日本列島に上陸した台風と名古屋で観測された最大瞬間風速および最大風速との風向

台風	上陸した日	最大瞬間風速 (m/s)	風向	最大風速 (m/s)	風向
4号	6月11日	17.8	SE	8.2	SSE
6号	6月21日	33.6	SSE	15.7	SSE
10号	8月1日	17.8	ESE	8.3	SE
15号	8月19日	19.6	SSE	10.0	SSE
16号	8月31日	33.1	SE	16.4	SSE
17号	8月24日	—	—	—	—
18号	9月7日	27.7	S	13.2	SSE
21号	9月29日	26.9	SE	12.7	SE
22号	10月9日	14.5	W	7.6	W
23号	10月20日	33.2	S	16.0	SSE

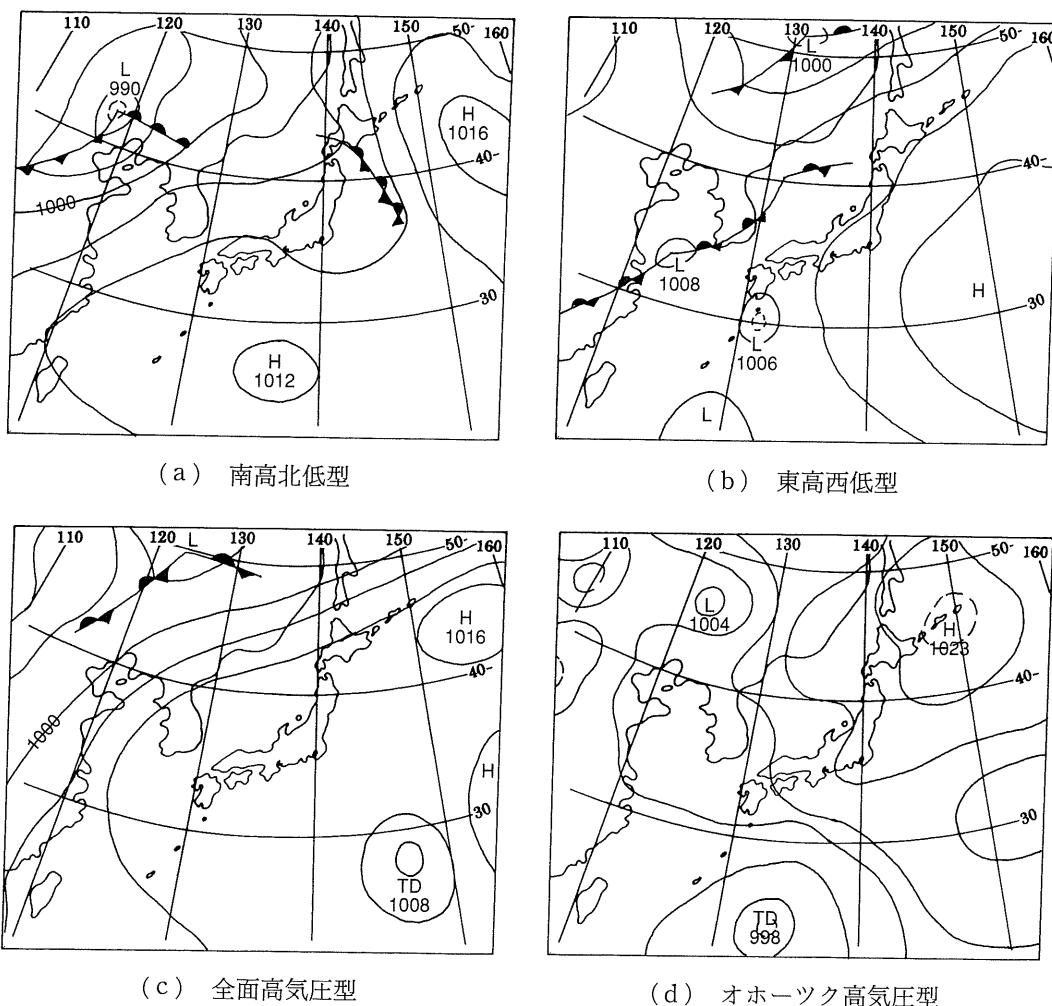


図-3.2 北太平洋高気圧の張り出し方と夏型気圧配置の種類

台風のコースは北太平洋高気圧の張り出し位置で決定されるが、夏型気圧配置は図-3.2に示すように東高西低型、南高北低型、および全面高気圧型に分類できる（大和田、1994）¹¹⁾。全面高気圧型は、日本列島全域が北太平洋高気圧に覆われる型であり、その縁辺部に沿って北上する台風の進路は日本海や朝鮮半島に向かうコースが多くなる。この気圧配置は、過去の気圧配置分類から、1974年、1984年、1994年に多く現れた。したがって、2004年はその周期にあたる多くの台風が襲来した。これは、2004年の前半は全面高気圧型であったが、半ばから後半にかけては南高北低型に移行した。南高北低型は、西日本が北太平洋高気圧に覆われるものの、北日本は温帯低気圧が次々と通過する気圧配置型である。したがって、西日本は猛暑となるが北日本は冷夏傾向となり、気温の南北差が激しくなる。この気圧配置では、北西進してきた台風が九州に上陸して日本海に抜け、再び北日本に上陸するコースを辿ることが多く、中部地方では日本海を通過する台風に吹き込む南よりの強風が吹き、風台風の影響を受けやすい（図-3.3）。しかし、過去の気圧配置分類から、南高北低型の気圧配置は確実に増加傾向を示す。これは、地球温暖化によるハドレー循環の強化に伴う中緯度での北太平洋高気圧の勢力が増してきているからである。

台風の発生地域は、熱帯内収束帶（ITCZ）から北東貿易風帯にかけての熱帯海域である（図-3.4）。台風が発生するのは海面温度が27°C以上とされているが、地球温暖化による熱帯海域の海面温度は30°Cにも達することが多くなった。したがって、台風が発生しやすくなっているのも事実である。台風の発生する緯度帯は、5月（北緯10度付近）から北上して9月には北緯20度近くにまで達する。最近では、さらに北熱帯内収束（NITC）が北上して、これまでより日本列

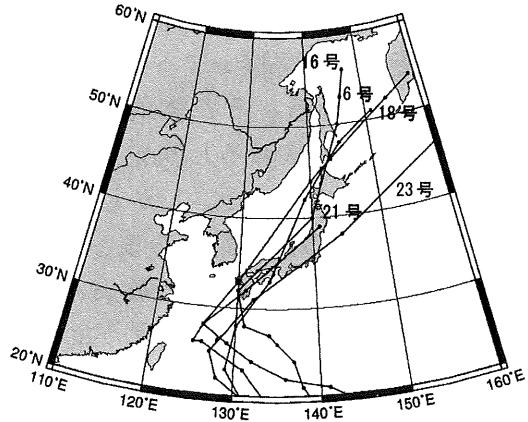


図-3.3 2004年において日本列島に上陸した大型台風の移動経路

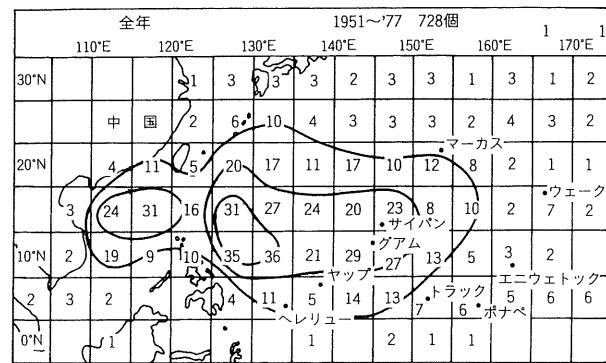


図-3.4 台風の発生地域（1951～1977年の全年における合計）（饒村、1984）

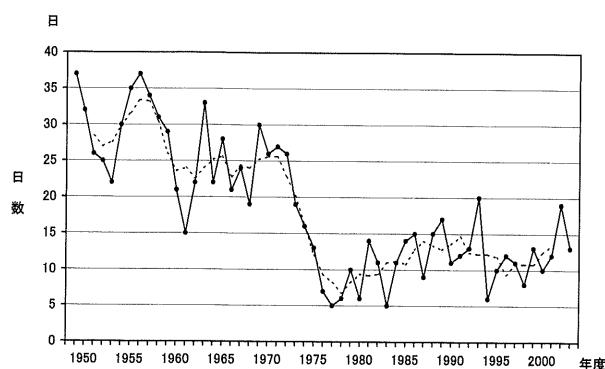
島に近いところで台風が発生するようになってきた。これは、それだけ日本列島に襲来する確率が高くなっていることを示すものである。また、熱帯低気圧が台風に変わるのは最大風速が17.2 m/sを上回った時点であるが、地球温暖化に伴う海面温度の上昇は台風の大型化に繋がるものであり、今後は大型台風の頻繁な襲来が予想される。

4. 冬季の局地風の影響予測

冬型気圧配置で吹く局地風は、関東の赤城おろし・筑波おろし・那須おろしや関西の六甲おろし等が知られているが、中部地方でも伊吹おろし・鈴鹿おろしが吹いている。伊吹おろしは北西～北北西の風であり、鈴鹿おろしは西～西北西の風が吹く。

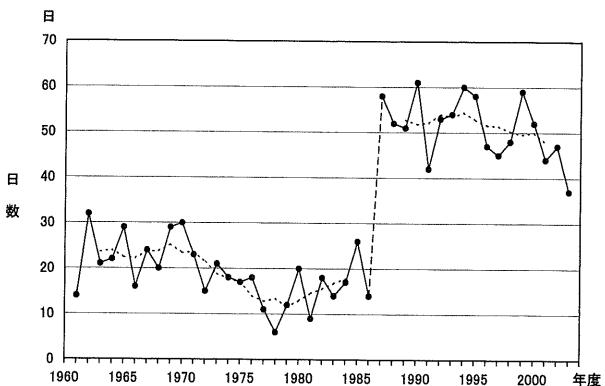
図-4.1は伊勢湾岸に吹く局地風「伊吹おろし」の吹走日数を気候シフト以前と以降で比較したものである。その結果、1950年から1970年までの伊吹おろし吹走日数は、平均して25日前後であった。しかし、1975年以降からは年による微変動はあるものの、10日前後に減少してきている。伊吹おろしの吹く気圧配置は、図-4.2に示すように日本列

島の東の海上にある低気圧の緯度的・経度的位置で分類することができる。低気圧の中心が三陸沖、オホーツク海、および千島列島北部に位置している場合である。伊吹おろしの吹走日数の減少は、これらの西高東低と呼ばれる冬型気圧配置の絶対数が減ってきてることに起因する。このような傾向は、伊勢湾



* 図の破線は5年間移動平均を表す。

図-4.1 伊吹おろし吹走日数の経年変化 (1949~2003 年度)



* 図の破線は5年間移動平均を表す。津地方気象台は1987年に移転した。

図-4.3 鈴鹿おろし吹走日数の経年変化 (1961~2003 年度)

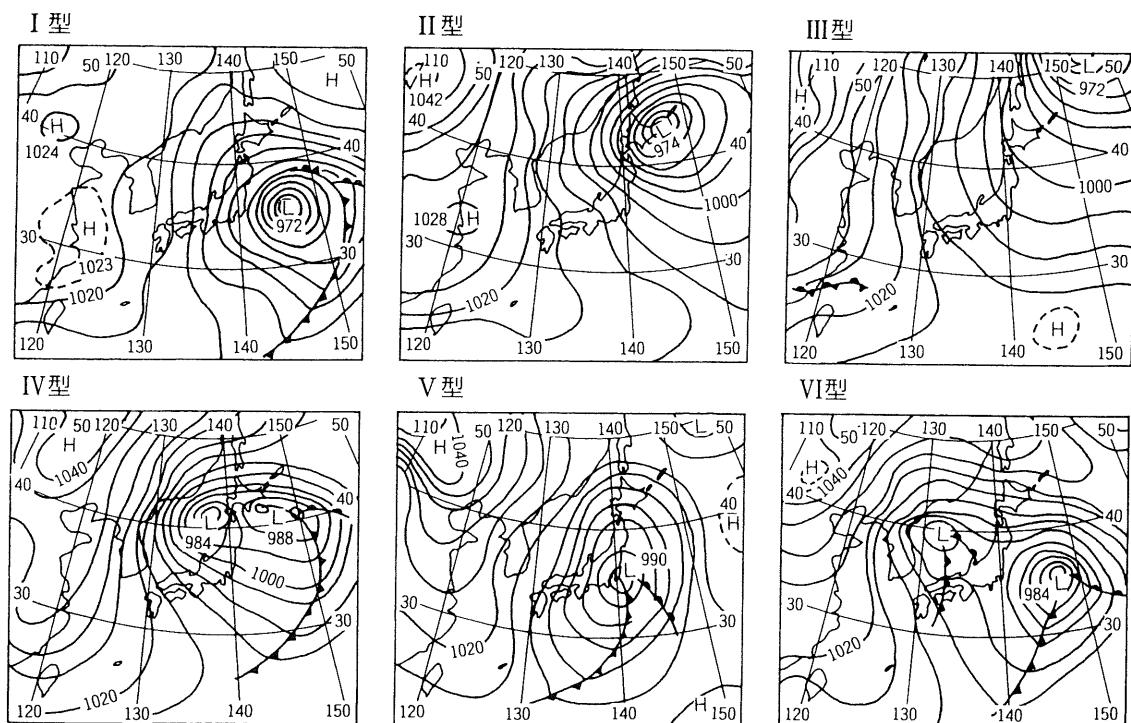


図-4.2 伊吹おろしおよび鈴鹿おろし吹走時の地上気圧配置 (Owada, 1990)

東部に吹く「鈴鹿おろし」においても同様である（図-4.3）。この図から、1985年以降急激に鈴鹿おろし吹走日数が増加したのは気象台の移転に伴うものであり、前後の比較は困難である。しかし、1985年以降の出現日数の傾向を5年間の移動平均からみると減少傾向を示す。したがって、伊勢湾岸地域の冬季の局地風吹走日数は確実に減少傾向にあるといつてよい。

その原因是、日本海低気圧を発生させる寒帶前線ジェット気流と南岸低気圧を発生させる亜熱帯ジェット気流の蛇行する経度的位置とジェット気流の緯度的位置の変動によるものと考えられる。亜熱帯ジェット気流は、ハドレー循環とフェレル循環との下降気流の収束域であり、その北側を流れる寒帶前線ジェット気流は極循環とフェレル循環の上昇気流域の収束帶である。したがって、亜熱帯ジェット気流の中心が200 hPa面付近であるのに対し、寒帶前線ジェット気流は500 hPa面である。これらのジェット気流は、北半球の夏季において北上し、冬季に南下する。これは、北半球の亜熱帯高圧帯からの北東貿易風と南半球の南東貿易風との収束帶である熱帶内収束帶（ITCZ）が季節によって南北振動するからである。

1970年代後半の気候シフト以降、冬季の北半球に現れる亜熱帯高圧帯の勢力が強まり、その北を流れる亜熱帯ジェット気流、および寒帶前線ジェット気流も北上傾向を示すようになってきた。その結果、日本列島を通過する温帯低気圧も北上して日本海低気圧が樺太付近を通過することが多くなった。その結果、北日本は等圧線が縦縞模様で冬型が維持されているが、西日本は大陸からの高気圧の張り出しによって切離高気圧に覆われて伊吹おろしが吹きづらくなっているからである。したがって、常滑沖にある中部国際空港に吹く北西系の強風頻度は減少すると考えられる。

5. 中部国際空港の西風成分の増加

しかし、2005年1月12日の中部国際空港は20 m/s以上の西風が吹き荒れ、初の訓練用旅客機が着陸できないというアクシデントに見舞われた。この時の気圧場は（図-5.1）、日本海低気圧が千島列島北部に抜け、さらに南岸低気圧が三陸沖にあって二つ低気圧になっている。このため、日本付近の等圧線が南北の縦縞模様になっているが、南岸低気圧の北上に伴って西日本では大陸からの高気圧が舌状に張り出してきている。このため、中部地方の太平洋側の各地では、強い西風が吹き荒れたと考えられる。

これまで、伊勢湾岸地域で強い西風成分の風が吹いたのは、中部国際空港が位置する常滑沖の風上側にあたる津地方気象台の資料から調べてみると、1993年2月23日、1996年1月10日、1997年1月25日、2002年1月2日に強い西～西北西の風が吹いている。これらの日の最大風速は13.6 m/s～18.4 m/s、最大瞬間風速は23.6 m/s～28.3 m/sに達する。このような強風が吹く気圧場の特徴は、太平洋岸を発達した南岸低気圧が通過していることである。南岸低気圧は、亜熱帯ジェッ

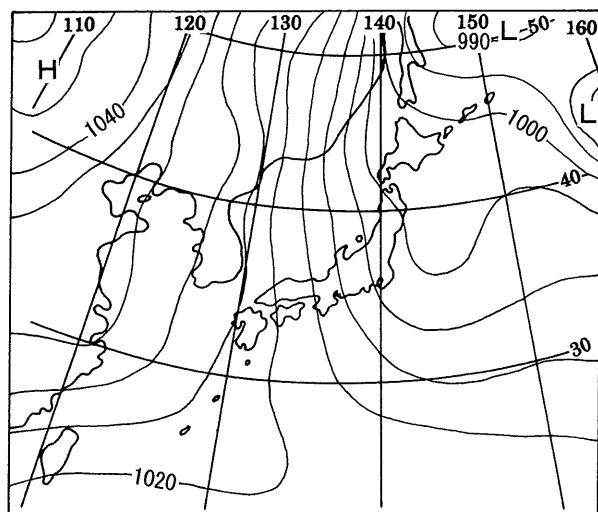
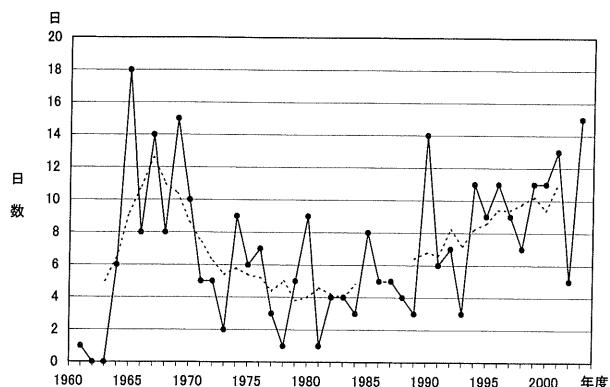


図-5.1 中部国際空港で強い西風が吹走した 2005年1月12日9時の地上気圧配置

ト気流の蛇行によって東経100度、北緯20度の台湾付近で発生する低気圧で、発達しながら太平洋岸に沿って北上する。したがって、低気圧の中心が三陸沖付近では北西系の風となるが、北上してオホーツク海、および千島列島北部に達した時には中心気圧が台風並に発達し、西日本では西よりの強風が吹走する。伊勢湾岸地域では、風上側に鈴鹿山脈が位置することから、鈴鹿おろしと呼ばれて

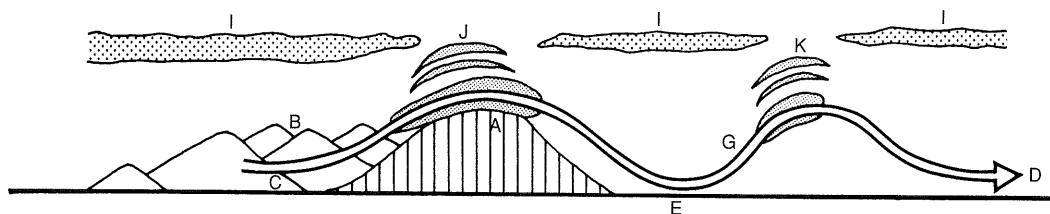
いる（大和田・原田、1978）¹²⁾。したがって、伊吹おろしが北西～北北西の風向であるのに対し、鈴鹿おろしは西～西北西のベクトル範囲となる。

図-5.2は、西よりの風ベクトルに限定した鈴鹿おろし吹走日数の経年変化を表したものである。津地方気象台が移転した時点からの吹走日数は多い年で15日、少ない年では3日であるが、5年間の移動平均からその傾向を探ると、西よりの風の出現頻度は20年間で約2倍に増加している。これは、今後西よりの風の風下側にあたる常滑沖にもあてはまり、西よりの強風が吹く確率が高まっていることが予想される。これは、伊勢湾岸地域に吹く局地風の気圧配置に変化がみられるからである。すなわち、気候シフト以前は、寒帯前線ジェット気流による日本海低気圧と亜熱帯ジェット気流による南岸低気圧の移動経路が日本列島上、もしくは近海にあって、日本列島の東の海上に抜けて西高東低の冬型気圧配置を形成していたが、地球温暖化による東アジアの低緯度側に現れる亜熱帯高圧帯の北上と領域面積の拡大で亜熱帯ジェット気流



* 図の破線は5年間移動平均を表す。津地方気象台は1987年に移転した。

図-5.2 西よりの鈴鹿おろし吹走日数の経年変化
(1961～2003年度)



- A : 高度1,200～2,000mくらいの山頂が並んでいるような山脈で、平均の高さは1,000～1,200mくらい。風下の斜面の傾斜は比較的急(3/10)。強風はAの山列に直角に吹く。
- B : Aの風上側は平野でなく、いわゆる低い山岳地帯、または丘陵地帯である。平均の高さは数百m。
- C : 風上側には、Bの中にCの谷がある。この谷はAの山脈と直角に走る場合が多い。
- D : 風下は広い平らな平野か、または水面、すなわち大きな湖か海面である。
- E : 最大風速が起こるのはEで山寄りの部分である。
- F : 山頂部の風上斜面で生じた雲から雨または雪が降る。
- G : 地表面からはね返る気流すなわち“はね水”(hydraulic jump)現象がみられる。
- H : 風下波動の波がしらに相当するところに積雲が生じる。
- I : 天気は中層雲による曇天である。
- J : 風が強く逆転層が顕著なときにはレンズ雲ができる。
- K : Jと同じく、レンズ雲が生じることがある。

図-5.3 風下波動現象が起こる地域の特徴とその地形断面 (Yoshino, 1976)

が押し上げられたことと、寒帯前線ジェット気流の北上に伴って日本海低気圧の出現頻度が極端に減少してきていることが考えられる。したがって、冬型気圧配置を構成する東の海上に位置する低気圧が北にシフトして吹走頻度は減少したもの、西よりの局地風の出現率が高まっていると考えられる。

さらに、この地域の風上側には高度1,200m級の鈴鹿山脈があり、典型的な風下波動現象が起こりやすい特徴を持っている（大和田, 1994)¹¹⁾。風下波動が起こる地域の特徴は（図-5.3），風上側の山の高さが1,000～1,200m位であり、風下側の斜面が急傾斜、山脈に直行する風が吹いていて風下側は平野か水面とされている（Yoshino, 1976)¹³⁾。したがって、鈴鹿山脈を越える強い西風は、山頂の風速が15m/sの場合には風下波動距離が約12kmとなり、風が最初に下りる第一波動地域が伊勢平野の東名阪国道の楠ジャンクション付近、二番目に下りる地域が中部国際空港の位置する常滑沖になる。

6. 結 語

台風の移動経路を決定する北太平洋高気圧の張り出しが、対流圈上層部のチベット高気圧の盛衰によって決定され、その中心がチベット側にシフトしていた場合には東アジア付近の亜熱帯ジェット気流がリッジを形成する。その結果、対流圈下層部に発達したハドレー循環による亜熱帯高圧帯に所属する北太平洋高気圧の西への張り出しが容易となり、全面高気圧型、および南高北低型の気圧配置となる。特に、南高北低型の気圧配置が気候シフト以降増加傾向を示し、台風襲来のコースが九州から日本海、および日本列島縦断して北日本に抜けることが多くなった。2004年は、まさにその典型的な年であった。今後、南高北低型の気圧配置が増加している以上、伊勢湾岸地域では台風襲来による南よりの強風の影響が増すことが予想される。さら

に、地球温暖化による海面温度の上昇は、台風の発生地域の高緯度側へのシフトと水蒸気エネルギーの供給によって異常発達することも考えられる。中部国際空港の位置する伊勢湾岸地域は、地形的に逆V字型をしているため、台風のコースによっては伊勢湾台風にみられるような高潮の影響も考えなければならない。

さらに、伊勢湾岸地域における冬季の局地風の影響として、地球温暖化による亜熱帯ジェット気流と寒帯前線ジェット気流の北側へのシフトによって、温帯低気圧の移動経路の北上がみられ、西高東低の冬型気圧配置の出現頻度は激減した。特に北西系の風が吹く伊吹おろしの減少傾向は著しいが、西よりの鈴鹿おろしの吹走頻度は増加傾向を示す。これは、伊勢湾岸地域の局地風が、南岸低気圧の北上に伴って吹くことがほとんどで、日本海低気圧の影響が少なくなっているからである。このため、日本列島の太平洋岸で得た水蒸気エネルギーで異常発達した低気圧がオホーツク海、および千島列島北部に移動して強い西風を吹かせていると考えられる。さらに、西風の風上側には高度1,200m級の鈴鹿山脈を有していて、風下波動現象が起きやすい地形的特徴を持っている。鈴鹿山脈の風下波動距離は風速によっても異なるが、山頂で15～18m/sの場合には約12～13kmである。したがって、中部国際空港が位置する常滑沖は第二波動地域に相当する。中部国際空港は、地球温暖化による西風対策のみならず、この地域特有の風下波動による強風対策に対しての今後の見通しについて検証が必要である。

文 献

- 1) IPCC (2001) : Climate Change 2001: The scientific basic, Technical summary of the Working Group I report. Cambridge University Press, 63 p.
- 2) IPCC (1990) : Climate Change: The IPCC

- scientific assessment. Cambridge University Press, 365 p.
- 3) Strong, A. E., E. J. Kearns and K. K. Gjovig (2000) : Sea Surface Temperature signals from satellites—An update. *Geophys. Res. Lett.*, 27, 1667-1670.
- 4) Lau, Ngar-Cheung (1997) : Interactions between global SST anomalies and the midlatitude atmospheric circulation. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 78, 21-33.
- 5) Wang, Chunzai (2002) : Atmospheric circulation cells associated with the El Nino-Southern oscillation. *J. Climate*, 15, 399-419.
- 6) Hack, J. J., W. H. Schubert, D. E. Stevens and Kuo H.-C. (1989) : Response of the Hadley circulation to convective forcing in the ITCZ. *J. Atmos. Sci.*, 46, 2957-2973.
- 7) 大和田道雄・井上智亜 (2002) : 热帯海域における海面水温の経年変動と亜热帯高压带との関係について. 2002 年日本地理学会春季大会予稿集.
- 8) 大和田道雄・秋山祐佳里・石川由紀 (2003) : 北半球の夏季における熱帯海域の SST と亜热帯高压带との関係について. 愛知教育大学研究報告, 52 (自然科 学編), 43-47.
- 9) Zhang, Q., G. Wu, and Y. Qian (2002) : The bimodality of the 100 hPa South Asia high and its relationship to the climate anomaly over East Asia in summer. *J. Met. Soc. Japan*, 80, 733-744.
- 10) 大和田道雄・畔柳洋子 (2004) : 北半球における Zonal index の季節別経年変動について. 愛知教育大学研究報告, 53 (自然科学編), 57-65.
- 11) 大和田道雄 (1994) : “伊勢湾岸の大気環境”. 名古屋大学出版会, 219 p.
- 12) 大和田道雄・原田香子 (1978) : 伊勢平野に卓越する局地風「鈴鹿おろし」の局地気候学的研究. 愛知教育大学研究報告, 27 (人文・社会科学), 173-182.
- 13) Yoshino, M. M. (1976) : “Local wind Bora”. University of Tokyo Press, 289 p.

著者略歴

法政大学大学院博士課程中退
筑波大学理学博士
現在, 愛知教育大学教授
中部国際空港専門委員
中部国際空港環境部会委員

焦点

PRTR 制度における航空機に係る届出外排出量*

竹下圭** 神山敏** 柴田正夫***

1. はじめに

本稿では、航空機等に係る化学物質の排出量の公表根拠となる法律及び制度について概要を解説するとともに、航空機に係る化学物質の排出の特徴について考察した。

2. PRTR 制度とは

2.1 PRTR 制度の概要

PRTR (Pollutant Release and Transfer Register : 化学物質排出移動量目録) 制度とは、有害性のある多種多様な化学物質が、どのような排出源から、どれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握し、集計し、公表する仕組みである。

PRTR 制度の契機となったのは、1984 年にインドのポバールの工場で発生した事故によって、周辺の住民 2000 人以上が死亡した事件であった。この事件により、化学物質を製造、使用する施設内での有害性のある化学物質の種類と量の把握についての関心が高まった。この流れの中で、1996 年に OECD は PRTR 制度の実施に関するガイダンスマニュアルを取りまとめ、理事会勧告を採択し

た。この中で加盟国に対して、PRTR 制度への取組を 3 年後に報告することを指示した。これを受けて我が国では平成 11 年に「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(いわゆる「化管法」) を公布し、第 1 回目のデータ(平成 13 年度分排出量) を平成 15 年 3 月 20 日に公表した。現在のところ、第 3 回公表まで行われている。

2.2 我が国の PRTR 制度の特徴

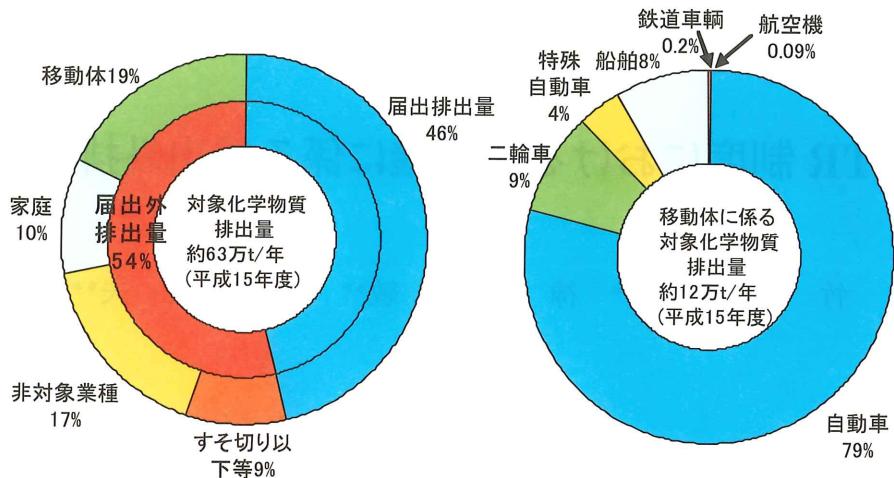
我が国の化管法で規定された PRTR 制度では、届出排出量と届出外排出量の二つの排出量が集計公表されている。前者は政令で規定された 354 種類の化学物質(以下「対象化学物質」という。)を取り扱って(製造や使用をして)おり、事業所の規模等が一定の要件を満たしている場合に、その排出量・移動量が国に届出られる排出量のことである。後者は前述の事業者によって届出られない排出量であり、国が代わりに推計している排出量のことである。届出外排出源は、以下のように分類されている。

- 1) 対象業種の事業者だが、従業員数や取扱量が届出の要件に該当しない場合
→いわゆる「すそ切り以下」)
- 2) 建設業や農業のように、政令で規定される届出対象業種に該当しない場合
- 3) 自動車や航空機のように、移動体に關係する場合
- 4) 家庭における製品使用のように、事業

* Diffuse Emissions from Aircraft under PRTR System, by Kei Takeshita, Satoshi Koyama, and Masao Shibata (Center for Environmental Information Science, Aviation Environment Research Center)

** (社)環境情報科学センター

*** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター



資料：「平成 15 年度 PRTR データの概要」(平成 17 年 3 月、経済産業省・環境省) のデータに基づいて作成した。

図-1 全国における排出源別の対象化学物質の合計排出量（平成 15 年度）

活動と無関係の場合

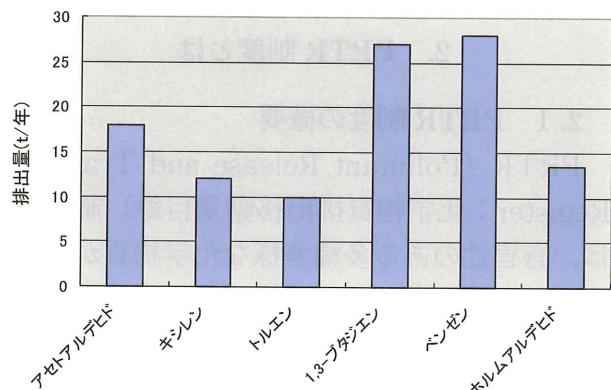
航空機関係では、届出排出源には輸送用機械器具製造業に含まれる航空機製造業、機械修理業に含まれる航空機整備業などがある。また届出外排出源としては航空機及びその補助動力装置 (APU) の排ガスがある。我が国では欧米各国と比べても届出外排出量について精緻な推計を実施しており、有害化学物質の排出に係る全体像を把握する意味で優れた制度となっている。

2.3 届出外排出源における航空機の位置づけ

航空機のエンジン排出ガス等に係る対象化学物質の排出量は、前項で述べたとおり、届出外排出源のなかの移動体の一部として推計が行われている。なお、移動体に関しては「第一種指定化学物質の排出量等の届出事項の集計の方法等を定める省令」で排出源（自動車、二輪車、特殊自動車、船舶、鉄道車両、航空機）ごとに公表することが定められている。

2.4 届出外排出量推計結果の概要

平成 17 年 3 月に公表された平成 15 年度分の排出量では、全排出量に占める移動体からの排出量は 19% であり、移動体からの排出



資料：「平成 15 年度 PRTR データの概要」(平成 17 年 3 月、経済産業省・環境省) のデータに基づいて作成した。

図-2 航空機に係る対象化学物質別届出外排出量（平成 15 年度）

量に占める航空機の排出量は 0.09% だった (図-1)。航空機に係る対象化学物質の排出量は図-2 のとおりであり、ベンゼンが約 28 t/年で最も排出量が多かった。

3. 移動体排出源に係る排出量の推計方法

3.1 移動体排出源で推計対象とする排出源及び対象化学物質

移動体排出源において推計している対象化学物質は表-1 のとおりである。また、図-1 で示した 6 排出源では表-2 の排出源に区分

表-1 排出源ごとの推計対象物質

排出源	推計の有無													
	8 アクロレイン	11 アセタルデヒド	26 石綿	40 エチルヘキサン	63 キシレン	121 ジクロロクロロメタン	177 スチレン	179 ダイオキシン類	224 1,3-ブチジン	227 トルエン	268 1,3-ブタジエン	298 ベンズアルデヒド	299 ベンゼン	310 ホルムアルデヒド
航空機		○			○				○	○	○	○	○	○
自動車	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
二輪車	○	○		○	○		○		○	○	○	○	○	○
特殊自動車	○	○		○	○		○		○	○	○	○	○	○
船舶	○	○		○	○		○		○	○	○	○	○	○
鉄道車両	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○

表-2 推計対象とした排出源の内容

排出源	推計区分	備考
航空機	エンジン	
	補助動力装置(APU)	
自動車	ホットスタート	エンジンからの排出ガス
	コールドスタート時の増分	
	サブエンジン式機器	バス等に搭載されているクーラー 冷凍車等に搭載されている冷凍機
	燃料蒸発ガス	
二輪車	ホットスタート	エンジンからの排出ガス
	コールドスタート時の増分	
	燃料蒸発ガス	
特殊自動車	エンジン	ブルドーザ、トラクター、フォークリフトなど
船舶	貨物船・旅客船等	
	漁船	
	プレジャーボート	小型特殊船舶(いわゆる水上バイク) プレジャーモーター、ボート、プレジャーヨット
鉄道車両	エンジン	
	ブレーキ等の摩耗	石綿(アスベスト)

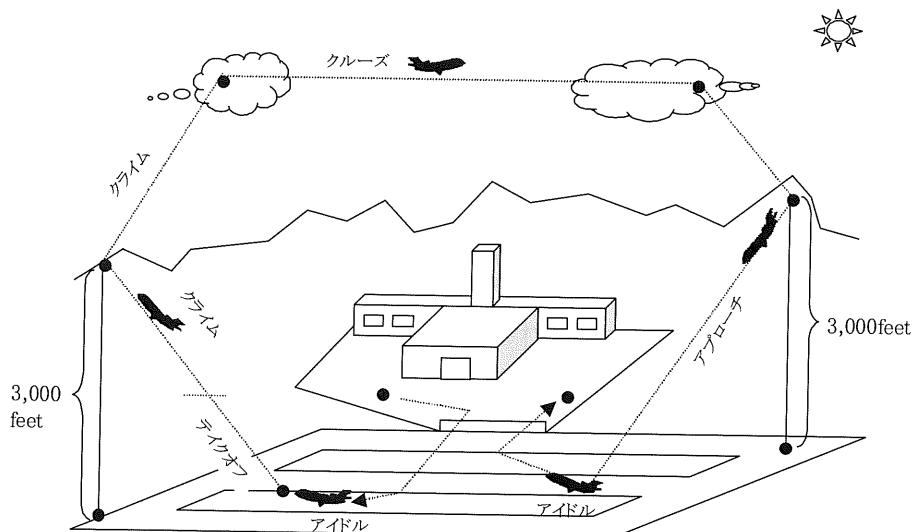
して推計を行っている（各排出源の推計方法については3.2と3.3参照のこと）。

3.2 航空機に係る届出外排出量の推計方法

国内の民間空港を離発着する航空機を対象に、離発着時のエンジン本体の稼動及び駐機時の補助動力装置(APU)の稼動に伴い排

出される排出ガス中に含まれる対象化学物質の排出量について推計を行っている。

エンジン本体からの排出については、上空飛行時には、一般に排出ガスの地上への影響は少ないと考えられ、また、対象化学物質を排出した地域を特定することが困難なことから、環境アセスメントなどの航空機の排出ガ



資料：「平成 15 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の概要」（平成 17 年 3 月、経済産業省・環境省）

注：1 feet=0.3048 m であり、3000 feet は 914.4 m である。

図-3 航空機に係る LTO サイクル

スの環境影響の評価に一般的に使用される LTO (Landing and Take Off) サイクル (図-3) による高度 3,000 フィート (約 914 メートル) までの離発着に伴う排出を推計の対象としている。

実測データ及び文献値等から設定した燃料消費量あたりの対象化学物質の排出係数 (g/kg-燃料) に、機種別の離発着時の燃料消費量 (kg-燃料/LTO サイクル), 空港別・機種別の年間着陸回数を乗じることにより、空港別の対象化学物質の排出量を推計している。

また、APU については、APU の使用時間に、空港別・機種別の年間着陸回数、APU 使用時間当たりの排出係数を乗じることにより空港別の対象化学物質の排出量を推

計している。

3.3 航空機以外の移動体に係る排出量推計方法の概要

航空機以外の移動体でも、航空機同様、燃料消費量や仕事量、走行量などの活動量に対して、活動量あたりの全炭化水素 (THC) 又は非メタン揮発性有機化合物 (NMVOC) 排出係数、THC 排出量等に対する対象化学物質排出量の比率を乗じて算出している（一部例外あり）。

4. 航空機に係る届出外排出の特徴

4.1 航空機に係る届出外排出量の詳細

エンジン及び APU の排出ガスに係る空港別・対象化学物質別排出量を推計した結果を表-3 に示す。第二種空港以下の小さい空港でも排出量が第一種空港（成田空港など）と同等の場合があった。これは第二種以下の空港に多く離着陸する機種（一般に離陸推力が小さい機種）に搭載されたエンジンで、燃料消費量あたりの THC 排出量が大きい傾向があるためと考えられる（図-4）。

* LTO サイクルは、「ティクオフ」、「クライム」、「アプローチ」、「アイドル」という運転モードで構成されている。

* 3.2 と 3.3 のより詳細な推計方法及び使用したデータは環境省ホームページ (http://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/todokegai_siryo.html) で公表されているため、ご参照頂きたい。

表-3 エンジン及びAPUの排出ガスに係る空港別・対象化学物質別排出量の推計結果
(平成15年度、その1)

空港名	排出量(kg/年)													
	エンジン						APU							
	11 アセトアルデヒド	63 キシレン	227 トルエン	268 1,3-ブタジエン	299 ベンゼン	310 ホルムアルデヒド	合計	11 アセトアルデヒド	63 キシレン	227 トルエン	268 1,3-ブタジエン	299 ベンゼン	310 ホルムアルデヒド	合計
成田	1,005	661	570	1,523	1,608	768	6,135	20	14	12	33	34	17	129
羽田	809	509	439	1,173	1,238	588	4,755	38	27	23	62	66	32	248
伊丹	762	459	397	1,057	1,116	530	4,320	7	5	4	11	12	6	44
関西	409	265	229	611	644	307	2,465	10	7	6	16	17	8	63
新千歳	670	408	354	940	992	473	3,836	9	6	5	15	15	7	58
旭川	52	31	27	72	76	36	295	1	1	0	1	1	1	5
稚内	99	60	52	137	145	69	561	0	0	0	1	1	0	2
釧路	55	32	28	73	77	37	302	0	0	0	1	1	0	2
帯広	183	111	96	255	269	128	1,041	0	0	0	0	0	0	1
函館	154	93	81	215	226	108	877	3	2	2	5	6	3	22
仙台	619	374	324	861	909	434	3,521	4	3	3	7	8	4	29
秋田	143	86	75	199	210	100	814	1	1	1	2	2	1	8
山形	84	51	44	118	125	60	481							
新潟	341	205	178	471	497	237	1,929	1	0	0	1	1	1	4
名古屋	1,115	676	586	1,557	1,644	785	6,363	19	13	12	31	33	16	124
八尾	1,116	674	585	1,553	1,639	783	6,351							
広島	63	39	34	90	95	45	368	5	4	3	9	9	5	35
山口宇部	62	38	33	88	92	44	357	2	1	1	3	3	1	11
高松	176	106	92	245	259	123	1,001	2	1	1	3	3	2	12
松山	427	258	223	593	626	299	2,426	3	2	2	5	5	3	20
高知	172	104	90	240	253	121	980	2	1	1	3	3	1	11
福岡	531	329	285	759	801	382	3,086	9	7	6	15	16	8	60
北九州	110	67	58	153	162	77	627							
長崎	822	497	431	1,144	1,208	577	4,679	3	2	2	5	5	2	19
熊本	469	284	246	654	691	330	2,675	4	3	2	6	6	3	24
大分	168	102	88	234	247	118	958	2	2	1	4	4	2	14
宮崎	255	153	133	353	373	178	1,445	3	2	2	5	6	3	21
鹿児島	723	433	376	999	1,054	502	4,087	5	4	3	9	9	4	35
那覇	1,312	797	691	1,836	1,938	926	7,500	10	7	6	17	18	8	66
利尻	3	2	1	4	4	2	16	0	0	0	0	0	0	1
礼文	4	2	2	5	5	3	20							
奥尻	5	3	3	8	8	4	32							
中標津	14	8	7	19	20	10	79	0	0	0	0	0	0	2

注:空欄は排出がまったくなかったことを示す。

4.2 自動車に係る排出量との比較

航空機で推計している6つの対象化学物質(以下、「6物質」という。)について自動車に係る排出量と比較を行った結果を表-4に示す。いずれの対象化学物質も自動車の1%に満たなかった。また、自動車の燃料消費量と航空機のLTOサイクルにおける燃料消費量(原油換算)の推計結果を表-5に示す。

表-4と表-5を用いて、燃料消費量当たりの排出量を比較した。その結果、航空機は自動車の2%~45%だった(表-6)。

また、自動車と航空機について、6種類の対象化学物質の合計排出量を都道府県別に算出し、全国平均値を1としてそれぞれ指数化した。その度数分布(都道府県の数)によつて自動車と航空機を比較した結果を図-5に

(平成 15 年度, その 2)

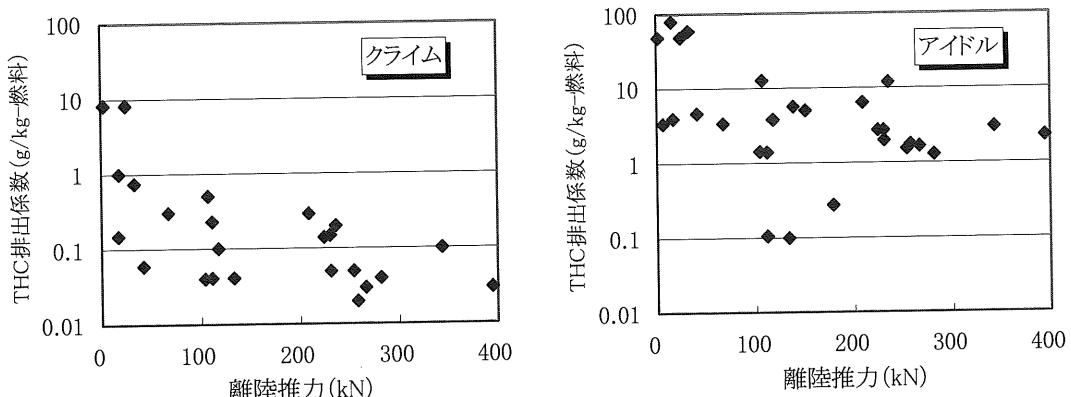
空港名	排出量(kg/年)												
	エンジン						APU						
	11 アセトアルデヒド	63 キシレン	227 トルエン	268 1,3-ブタジエン	299 ベニゼン	310 ホルムアルデヒド	合計	11 アセトアルデヒド	63 キシレン	227 トルエン	268 1,3-ブタジエン	299 ベニゼン	合計
	、	、	、	、	、	、		、	、	、	、	、	
紋別	7	4	4	9	10	5	38	0	0	0	0	0	2
女満別	68	41	35	94	99	47	385	0	0	0	1	1	0
青森	72	43	38	100	106	50	409	1	0	0	1	1	4
花巻	102	62	53	142	150	72	580	0	0	0	0	0	0
大館能代	14	8	7	19	20	10	78	0	0	0	1	1	0
庄内	56	33	29	77	81	39	314	0	0	0	1	1	2
福島	58	35	31	81	86	41	332	2	1	1	3	3	12
大島	160	97	84	223	236	113	913	0	0	0	0	0	2
三宅島													
八丈島	66	40	34	92	97	46	374	1	1	1	1	2	1
新島	94	57	49	130	137	66	533						
神津島	57	35	30	80	84	40	326						
佐渡	84	50	44	116	123	59	476						
富山	118	72	62	165	174	83	675	2	2	1	4	4	15
福井	261	157	137	363	383	183	1,483						
松本	190	114	99	264	278	133	1,078						
南紀白浜	150	90	78	208	220	105	851						
鳥取	41	24	21	56	59	28	230	1	0	0	1	1	4
隠岐	15	9	8	20	21	10	83						
出雲	190	118	102	273	288	137	1,108	0	0	0	0	0	1
石見	16	10	8	22	24	11	91	0	0	0	1	1	3
岡山	26	16	14	37	39	18	149	3	2	2	5	5	2
佐賀	149	90	78	207	218	104	847	0	0	0	0	0	1
対馬	68	42	36	96	101	48	391	1	1	1	2	2	9
小値賀	50	30	26	70	74	35	286						
福江	83	50	44	116	122	58	473	1	0	0	1	1	4
上五島	50	30	26	69	73	35	283						
壱岐	60	36	31	83	88	42	341						
種子島	107	64	56	148	156	75	606						
屋久島	117	70	61	162	171	82	664						
奄美	85	50	43	115	121	58	471						
喜界	18	10	9	23	24	11	95						
徳之島	24	14	12	33	34	16	134	0	0	0	0	0	0
沖永良部	115	69	60	159	168	80	650						
与論	43	26	23	60	63	30	246						
粟国	70	41	35	94	99	46	384						
慶良間	28	17	15	39	41	19	158						
久米島	81	49	43	113	119	57	461	0	0	0	0	0	1
南大東	5	3	3	7	8	4	29						
北大東	2	1	1	3	3	1	12						
伊江島	13	8	7	18	19	9	72						
宮古	91	54	47	124	131	62	509	4	3	2	6	6	24

注: 空欄は排出がまったくなかったことを示す。

(平成15年度、その3)

空港名	排出量(kg/年)													
	エンジン						APU							
	11 アセトアルデヒド	63 キシレン	227 トルエン	268 1,3-ブタジエン	299 ベンゼン	310 ホルムアルデヒド	合計	11 アセトアルデヒド	63 キシレン	227 トルエン	268 1,3-ブタジエン	299 ベンゼン	310 ホルムアルデヒド	合計
下地島	58	35	30	80	85	41	329	0	0	0	0	0	0	1
多良間	73	42	37	98	103	48	402							
石垣	408	246	214	568	599	286	2,321	3	2	2	5	5	2	20
波照間	15	9	8	21	22	10	86							
与那国	27	17	14	38	40	19	156	0	0	0	0	0	0	0
丘珠	287	173	150	399	421	201	1,632							
三沢	2	1	1	2	3	1	10	0	0	0	0	0	0	0
小松	108	66	58	153	162	77	624	4	3	3	7	8	4	29
美保	115	69	60	159	168	80	651	0	0	0	1	1	0	2
徳島	134	81	71	188	198	95	766	1	1	1	1	2	1	6
調布	488	295	256	679	717	343	2,778							
弟子屈	11	6	6	15	16	7	60							
但馬	40	24	21	55	58	28	227							
岡南	246	149	129	343	362	173	1,401							
広島西	250	153	133	352	372	178	1,437							
天草	103	62	54	143	151	72	584							
大分県央	61	37	32	85	90	43	349							
枕崎	23	14	12	32	34	16	131							
能登	33	20	17	46	48	23	186	0	0	0	1	1	0	2
合計	18,517	11,287	9,783	26,004	27,447	13,094	106,131	189	136	117	313	330	159	1,244

注:空欄は排出がまったくなかったことを示す。



資料：環境省ホームページ (http://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/todokedegai_siryo.html)に基づいて作成した。

図-4 離陸推力とTHC排出係数の関係

示す。自動車はばらつきが少ないのでに対して、航空機は全国平均の1/5以下の府県が16存在しており、全国平均の2倍よりも排出量が大きい都道府県が8つ存在しているこ

とから、非常にばらつきが大きいことがわかる。これは、自動車に係る排出場所が全国に網目状に拡がっており、偏りが小さいのに対して、推計対象としている空港は全国で94

表-4 自動車及び航空機における 6 物質の全国排出量の比較

物質番号	対象化学物質 物質名	排出量(t/年)		航空機の対自動車比
		自動車	航空機 (LTO サイクルのみ)	
11	アセトアルデヒド	5,301	19	0.35%
63	キシレン	18,793	11	0.06%
227	トルエン	32,827	10	0.03%
268	1, 3-ブタジエン	4,241	26	0.62%
299	ベンゼン	11,288	28	0.25%
310	ホルムアルデヒド	12,314	13	0.11%
合 計		84,764	107	0.13%

資料：「平成 15 年度 PRTR データの概要」(平成 17 年 3 月, 経済産業省・環境省) のデータに基づいて作成した。

表-5 自動車と航空機 (LTO サイクルのみ) の燃料消費量

排出源	燃料消費量 (千kL/年)
自動車	90,329
航空機 (LTO サイクルのみ)	1,241

注：燃料消費量は原油換算

資料（自動車）：「交通関係エネルギー要覧（平成 16 年版）」(平成 16 年 3 月, 国土交通省) の平成 14 年度実績

資料（航空機）：環境省ホームページに公表されている航空機の着陸回数と燃料流量等に基づいて作成した。全量をジェット燃料と仮定し、比重は 0.775 kg/L を使用した。

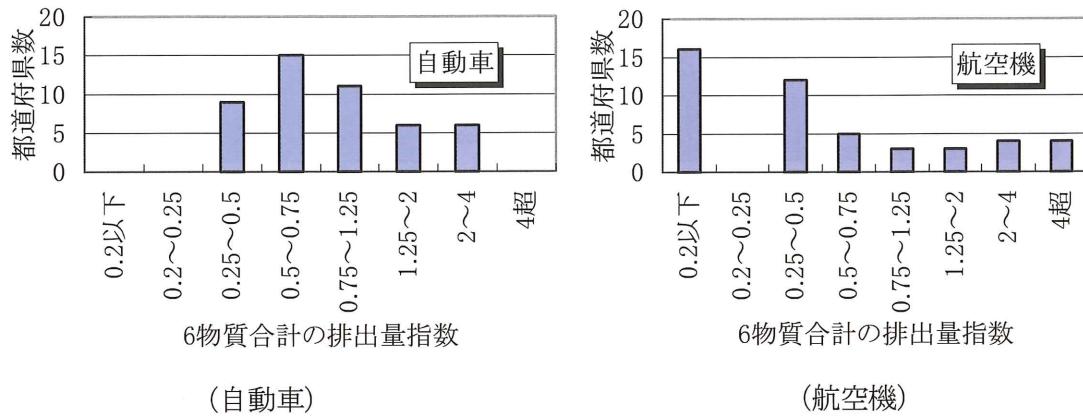
表-6 燃料消費量あたりの排出量の比較

物質番号	対象化学物質 物質名	燃料消費量あたりの 排出量(g/kL)		航空機の 対自動車 比
		自動車	航空機 (LTO サイクルのみ)	
11	アセトアルデヒド	59	15	26%
63	キシレン	208	9	4%
227	トルエン	363	8	2%
268	1, 3-ブタジエン	47	21	45%
299	ベンゼン	125	22	18%
310	ホルムアルデヒド	136	11	8%
合 計		938	87	9%

カ所であり、偏りが大きいため、いわゆる「点源」的な排出源だということができる。したがって、空港の所在している地域において地理的範囲を限定するほど、排出源ごとの排出量に占める航空機の排出量は大きな構成比を占めるようになる（図-6）。

4.3 届出排出量との比較

航空機は 4.2 で述べたとおり、「点源」的な排出源であり局地的な排出量としては無視できない可能性が高い。そこで、表-3 で示したとおり、最も排出量が多かった那覇空港と届出排出量（大気への排出のみ）との比較

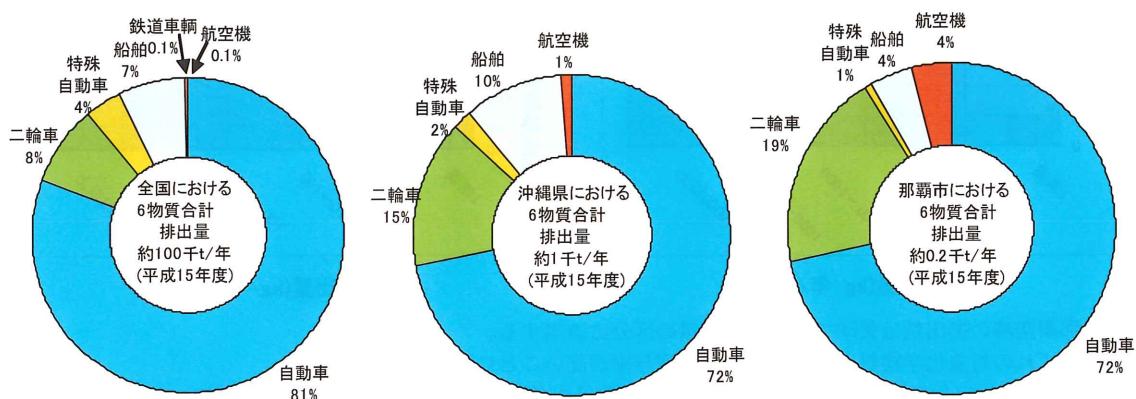


注1：6物質とは航空機で推計対象としているアセトアルデヒド、キシレン、トルエン、1,3-ブタジエン、ベンゼン、ホルムアルデヒドを示す。

注2：「排出量指数」とは全国平均に対する各都道府県の排出量の比率を示す。

資料：「平成15年度PRTRデータの概要」(平成17年3月、経済産業省・環境省)のデータに基づいて作成した。

図-5 6つの対象化学物質の合計排出量指数の頻度分布



注1：那覇市のデータは統計資料等によって独自推計を行った結果である。

注2：6物質とは航空機で推計対象としているアセトアルデヒド、キシレン、トルエン、1,3-ブタジエン、ベンゼン、ホルムアルデヒドを示す。

資料：「平成15年度PRTR届出外排出量の推計方法等の概要」(平成17年3月、経済産業省・環境省)に基づいて作成した。

図-6 6つの対象化学物質の合計排出量指数の頻度分布

を行った。届出排出量区分ごとの全国の届出事業所数を図-7に示した。那覇空港の排出量が含まれる届出排出量区分は矢印で示した。

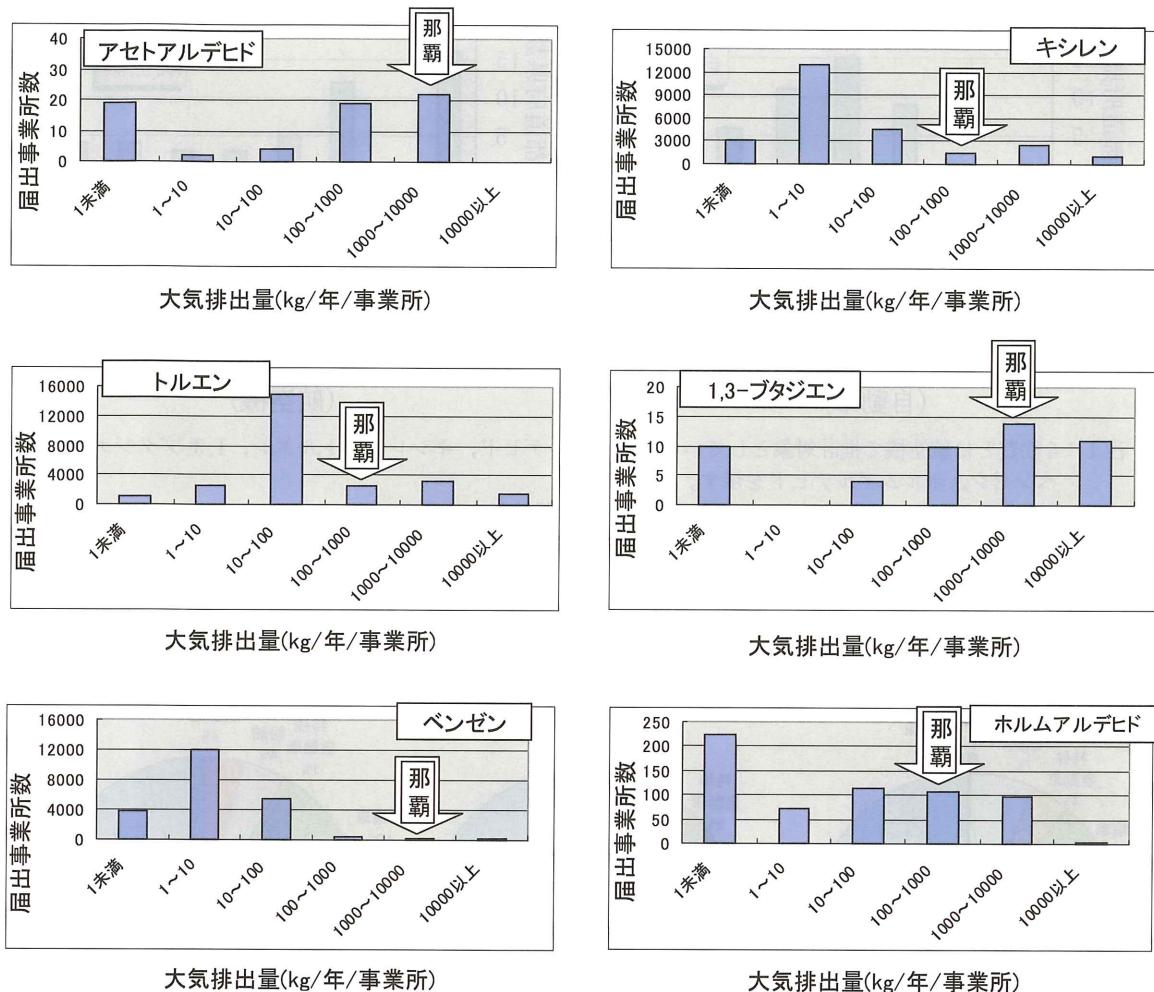
その結果、点源である届出排出量のなかでは、いずれの対象化学物質でも空港からの排出量が大きい方に位置づけられる傾向がみられた。ただし、キシレン、トルエン、ベンゼンについては、届出排出量が100kg未満だった事業所の約9割を燃料小売業が占めてい

た。したがって、燃料小売業以外の製造業等の事業所と比較すると、キシレン、トルエンでは空港からの排出量は小さい方に位置づけられる。

5. 航空機に係る届出外排出量推計結果の活用に向けて

5.1 推計精度の向上

今後、航空機に係る届出外排出量データを活用する場合、排出源の特徴から地域を限定



注1：那覇空港の排出量は矢印で示した排出量の区分に該当する。

注2：いずれの対象化学物質も届出外排出量の寄与率が高いことに注意が必要である。

資料：「PRTR 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律 第8条第4項及び第9条第2項に基づく公表 届出排出量・移動量及び届出外排出量の集計結果 <排出年度：平成15年度>」（平成17年3月、経済産業大臣・環境大臣）より作成した。

図-7 届出排出量の分布における那覇空港からの排出量の位置づけ（平成15年度）

表-7 空港ごとのLTO継続時間

空港名	継続時間(秒)			
	ティクオフ	クライム	アプローチ	アイドル
成田空港	45秒	60秒	270秒	1387秒
羽田空港	45秒	60秒	270秒	903秒
伊丹空港	45秒	60秒	270秒	934秒
関西空港	45秒	60秒	270秒	1072秒
その他の空港	45秒	60秒	270秒	943秒

注：成田空港、羽田空港、伊丹空港、関西空港のアイドル継続時間は国際線と国内線の算術平均を用いた。

資料：環境省ホームページ (http://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/todokedegai_siryo.html)

して議論されることが多いことが予想される。したがって、空港ごとの排出量の精度向上が重要である。現在の推計方法ではLTOサイクルのモード別の継続時間は、第一種空港では実測に基づいて設定されているが、その他の空港では第一種空港の平均値を採用している(表-7)。したがって、敷地面積が狭い(滑走路や誘導路が短い)空港では過大に推計している可能性がある。化学物質の局地的な影響を解析する際に、航空機に係る排出量を考慮する場合には、継続時間の実測データがない空港については、敷地面積等で補正することでより精度が高まる可能性があると考えられる。

また、対象化学物質の排出係数(g/kg-燃料)については、実測データ及び文献値等から設定しているが、航空機のHC排出係数は機種によってばらつきが大きく、同じエンジンであってもサンプリング方法、運転条件、計測方法等により数倍程度の差異がある。自動車の場合でもそれくらいの差異はあると思われるが、多数の実測データを平均すると安定した排出係数の値が得られている。航空機の場合は排出ガス実測に多くの費用がかかるので、実測データが少なく、その結果安定した排出係数を得にくいものと考えられる。今後同様な実測を行う場合は、サンプリングの方法を含めてエンジンでの実測にはいかなる測定法が最適かについて改めて慎重な検討が求められ、かつ、調査結果のばらつきに対して正確な評価をなし得るだけの十分な実測回数を重ねる必要があると考えられる。

5.2 む す び

航空機に係る排出は、全排出量に占める割合は小さく、自動車と比べると燃料消費量あたりの対象化学物質の排出量は小さいと考えられる。しかしながら、局地的な影響に着目すると、点源である届出排出量と比較して、その影響が無視できない可能性が示唆され

た。今後も局地的な影響に着目した解析を行い、データを有効に活用していく必要がある。

文 献

- 1) 環境省ホームページ
化管法の概要 <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>
届出外排出量の推計方法 http://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/todokedegai_siryo.html
- 2) 大島輝夫他：化学物質管理の新しい手法「PRTR」とは何か、化学工業日報社、(1997)
- 3) 経済産業省・環境省：平成15年度PRTRデータの概要、(平成17年3月)
- 4) 経済産業省・環境省：平成15年度PRTR届出外排出量の推計方法等の概要、(平成17年3月)
- 5) 経済産業大臣・環境大臣：PRTR特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律 第8条第4項及び第9条第2項に基づく公表 届出排出量・移動量及び届出外排出量の集計結果〈排出年度：平成15年度〉、(平成17年3月)
- 6) (財)空港環境整備協会：航空機ジェットエンジン排出物の実測とその測定結果(平成11年；航空環境研究No.3)
- 7) (財)空港環境整備協会：航空機補助動力エンジン(APU)排出物実測(I)(平成14年；航空環境研究No.6)
- 8) (財)空港環境整備協会：航空機補助動力エンジン(APU)排出物実測(II)(平成15年；航空環境研究No.7)

著 者 略 歴

神山 敏(主任研究員)
昭和63年 京都大学理学部卒業
平成元年 青年海外協力隊(コロンビア共和国、気象学)参加
平成5年 京都大学大学院理学研究科(地球物理学系)修了
平成5年 国際気象海洋株式会社
平成6年 財団法人 日本システム開発研究所
平成14年 社団法人 環境情報科学センター

竹下 圭(研究員)
平成10年 東京理科大学工学部工業化学科卒
平成12年 横浜国立大学工学研究科(物質工学専攻)修了
平成12年 財団法人 日本システム開発研究所
平成14年 社団法人 環境情報科学センター

焦点

騒音に対する社会反応と評定尺度及び基礎評価語の関係*

佐 藤 哲 身**

1. はじめに

環境騒音の人間への影響は、一般に社会調査を通して議論される。欧米の先進諸国では航空機騒音、道路交通騒音、鉄道騒音に関する社会調査が数多く行われ、データが蓄積されてきた。その結果、Schultz¹⁾を嚆矢とする社会調査研究の総括や相互比較が試みられるようになった。しかし、異種音源間のみならず、異なる評定尺度を用いた社会調査の比較のあり方に疑問の声があがり、質問文や回答選択肢が異なる調査を如何にして比較するかに議論が集中した。このような動きのなかで、ICBEN (International Commission on Biological Effects of Noise) の Team 6 (Community Response to Noise Team) は、社会調査の精度良い比較を目的とする国際共同研究を実施し、9 言語圏で相互に比較可能な言語尺度を構成した²⁾。我国でも、北海道、関東、関西、九州の複数の研究機関が共同研究に参加して、4 段階及び 5 段階のカテゴリからなるうるささの言語尺度を作成した³⁾。また、これと同時に ICBEN は英文による標準的な質問文を提案し、我が国でも同義の日本語の質問文を作成した⁴⁾。これらの経緯については、本誌第 7 号の矢野⁵⁾の解説

に詳しく述べられている。

このような背景を踏まえ、筆者は熊本大学・矢野研究室と連携し、2001~2002 年に北海道と九州で鉄道騒音を対象とする 2 シリーズの社会調査を実施した⁶⁾。2001 年の北海道での調査⁷⁾では ICBEN の共同研究で得られた 4 段階と 5 段階の言語尺度（以下、4 段階尺度、5 段階尺度と呼ぶ）を用いた場合の社会反応の相違を検討し、さらに言語尺度とともに用いた 11 段階の数値尺度との関係を検討した。また、2002 年の九州での調査⁸⁾では、ICBEN の「標準」質問文とその構成評価語である「うるさい」、「悩まされる」、および筆者らが過去に用いてきた「不快」という基礎評価語を加え、質問文にこれらの基礎評価語を用いた場合の社会反応の相違を検討した。以下にその概要を述べる。

2. 調査の概要

第 1 の調査は評定尺度の影響に関するもので、札幌駅を起点とする 4 つの路線に面する戸建住宅を対象として留置法により実施した。アンケート票は評定尺度に応じて 2 種類（4 段階尺度と 5 段階尺度）用意し、各路線に沿って立ち並ぶ住宅に交互に割り当てた。また、過去の調査との比較のために、筆者らがこれまで用いてきた独自の質問文と尺度による調査も並行して実施したが、これについては後段で考察を加える。回収したアンケート票は、4 段階、5 段階尺度で、それぞれ 490, 467 件と同程度の数に上っており、回

* Relationships between Rating Scales, Question Stem Wording, and Community Responses to Noise, by Tetsumi Sato (Professor, Faculty of Engineering, Hokkai Gakuen University)

** 北海学園大学工学部 教授

収率も 70.2, 66.6% と良好であった。アンケートの主質問である「鉄道騒音のうるささ (general annoyance)」に関する質問文と回答選択肢は表-1 の通りである。ICBEN の Team 6 は、言語尺度による質問の後に 0~10 の 11 段階の数値尺度を用いることを推奨しており、この調査でも両尺度を併用した。また、質問文中の基礎評価語は ICBEN の標準質問文の和訳である「悩まされる、あるいは、じゃまされる、うるさいと感じる」という表現を用いた。一方、「鉄道の走行に伴う各種生活妨害」で用いた質問文と基礎評価語は表-2 に示す通りで、聴取妨害や睡眠妨害等の項目に応じて「じゃまされる」、「悩まされる」、「不快」、「気になる」を使い分け

た。アンケート調査終了後には騒音測定を行い、各住宅の騒音暴露量を求めた。

第 2 の調査は質問文で用いる基礎評価語の影響に関するもので、福岡県の 4 つの路線に面する戸建住宅を対象として実施した。アンケート票は基礎評価語に応じて、不快、うるさい、標準（悩まされる、あるいは、じゃまされる、うるさいと感じる）、悩まされる、の 4 種類用意し、各路線に沿って立ち並ぶ住宅に順番に割り当てた。また、回答用選択肢は 5 段階言語尺度と 11 段階数値尺度を併用した。回収したアンケート票は、基礎評価語ごとに 408, 403, 397, 404 件と同程度の数に上っており、回収率も 62.6~64.8% と良好であった。4 種類の基礎評価語と質問文で

表-1 主質問（鉄道騒音の一般的不快感）の内容

設問（言語尺度）：過去（12ヶ月くらい）を振り返って、あなたは自宅で列車騒音に対してどの程度悩まされる、あるいは、じゃまされる、うるさいと感じていますか。
回答選択肢：（4段階尺度） 1. まったく…ない 2. すこし 3. だいぶ 4. 非常に
（5段階尺度） 1. まったく…ない 2. それほど…ない 3. 少し 4. だいぶ 5. 非常に
設問（数値尺度）：次は、あなたが自宅で列車からの騒音でどの程度悩まされる、あるいは、じゃまされる、うるさいと感じるかを示すための 0 から 10 までの数字で表した尺度です。もし、あなたがまったくうるさくないと感じるなら 0 を選んでください。非常にうるさいと感じるなら 10 を選んでください。もし、その程度がこれらの間のどこかにあれば、0 から 10 までの数字のうち適当なものを選んでください。
過去（12ヶ月くらい）を振り返って、あなたが列車からの騒音で悩まされたり、あるいは、じゃまされたり、うるさいと感じる程度を最も良く表すのは 0 から 10 までのどの数字でしょうか？（0 から 10 までの 1 つの数字に○印をつけてください。）
回答選択肢： まったく…ない 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 非常に

表-2 各種生活妨害に関する質問の内容

設問：日常生活で列車の走行に伴う騒音等が原因で様々な迷惑をこうむることがありますか。以下の内容についてどのようにお感じですか。該当する項目をお選びください。
回答選択肢：（4段階尺度） 1. まったく…ない 2. すこし 3. だいぶ 4. 非常に
（5段階尺度） 1. まったく…ない 2. それほど…ない 3. 少し 4. だいぶ 5. 非常に

項目	基礎評価語	項目	基礎評価語
1) 住宅内での会話妨害	じゃまされる	8) 窓を開けたいときに開けられない	不快
2) 電話聴取妨害	じゃまされる	9) 住宅の振動	気になる
3) テレビ・ラジオ聴取妨害	じゃまされる	10) テレビ画面の乱れ	気になる
4) 読書・思考妨害	じゃまされる	11) 庭での作業妨害	じゃまされる
5) 住宅内での休息妨害	じゃまされる	12) 庭での会話妨害	じゃまされる
6) 入眠妨害	じゃまされる	13) 庭での休息妨害	じゃまされる
7) 觉醒	悩まされる		

表-3 4種類の調査票に使われた基礎評価語

基礎評価語	尺度の種類	表-1の下線部の表現
不快	言語尺度	不快に感じていますか
	数値尺度	不快に感じる
うるさい	言語尺度	うるさいと感じていますか
	数値尺度	うるさいと感じる
標準	言語尺度	悩まされる、あるいは、じゃまされる、うるさいと感じていますか
	数値尺度	悩まされたり、あるいは、じゃまされたり、うるさいと感じる
悩まされる	言語尺度	悩まされていますか
	数値尺度	悩まされる

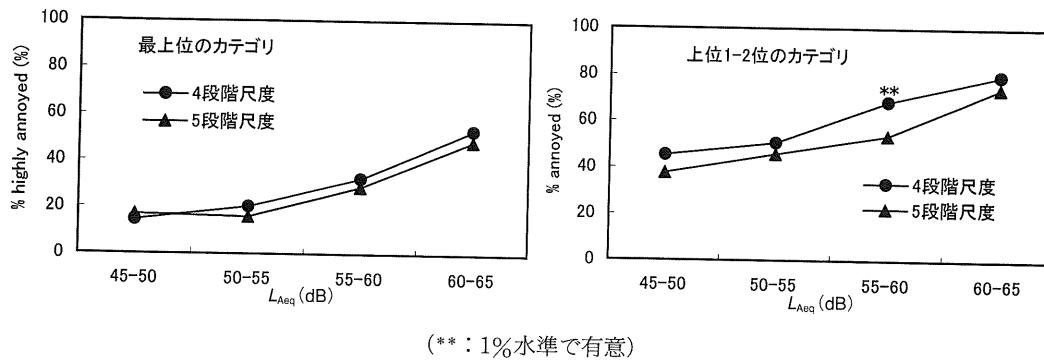


図-1 鉄道騒音に対する社会反応と言語尺度の関係

の表現は表-3の通りであり、実際の質問文は表-1の下線部分をこれらで置き換えたものである。

3. 社会反応に及ぼす言語尺度の影響

図-1は鉄道騒音のうるささを騒音暴露量と住民の反応の関係（以下、暴露一反応関係と呼ぶ）で表したものである。図は、各項目について最上位のカテゴリと上位2つのカテゴリを用いた場合の暴露一反応関係を求めたもので、合わせて χ^2 検定による有意差検定の結果を示している。ここで% highly annoyedとは4段階、5段階言語尺度のうち最上位のカテゴリ（非常に）に回答した人の割合を表している。標準尺度構築の中心的存在であったFieldsは5段階の上位2カテゴリ（上位40%）までを% highly annoyedとすることを提案しているが、これはSchultz(27~29%)やMiedema⁹⁾(28%)の提案とは明らかに異なるため、ここでは最上位のカ

テゴリのみを% highly annoyedの範疇とした。図から、 L_{Aeq} が55-60 dBで上位2カテゴリの場合に両尺度間に有意差が認められたのみであり、全体的に系統的な差異は認められない。テレビ・ラジオ聴取妨害や入眠妨害などの生活妨害でも同様な結果が得られており、少なくともhighly annoyedについては、両言語尺度間に有意な差は認められない。

4. 言語尺度と数値尺度の関係

図-2は数値尺度上で10から5までの上位6つの値を用いた場合の暴露一反応関係を、言語尺度の場合と比較したものである。図より、言語尺度の最上位のカテゴリ（尺度の上位20-25%）を対象としたグラフは、4段階、5段階尺度とも数値尺度の上位2つの数値10, 9と、上位3つの数値10, 9, 8を用いた場合（上位18-27%）のグラフの中間に位置している。また、言語尺度の上位2つのカテゴリを対象としたグラフは、4段階尺度

(上位 50%) では上位 6 つの数値 10, 9, 8, 7, 6, 5 (上位 55%) のグラフとほぼ一致し、5 段階尺度（上位 40%）では上位 5 つの数値 10, 9, 8, 7, 6 (上位 45%) のグラフとほぼ一致する。以上により、同じうるささの程度に対応する尺度値の最上位からの段階数を百分率で表すと、カテゴリ尺度と数値尺度

度の値はほぼ一致し、相互に変換可能な尺度である可能性が示唆された。

5. 社会反応に及ぼす基礎評価語の影響

図-3 は 5 段階の言語尺度への回答を、基礎評価語間で比較したものである。最上位のカテゴリに関して、 L_{Aeq} が 45-50 dB の範囲で基礎評価語間に有意な差が認められたが、総体的に見ると暴露一反応関係に系統的な差は認められない。数値尺度に関しても、上位 3 カテゴリまでのデータで検討した結果、言語尺度と同様の結果を得た。以上により、本調査で用いた用語の範囲において、基礎評価語間の違いによる社会反応に系統的な差は認められない。

6. 過去の調査との比較

図-4 は、1994 年¹⁰⁾と 2002 年に実施した九州での鉄道騒音調査の結果を比較したものである。両調査は質問文が違い、回答用の尺

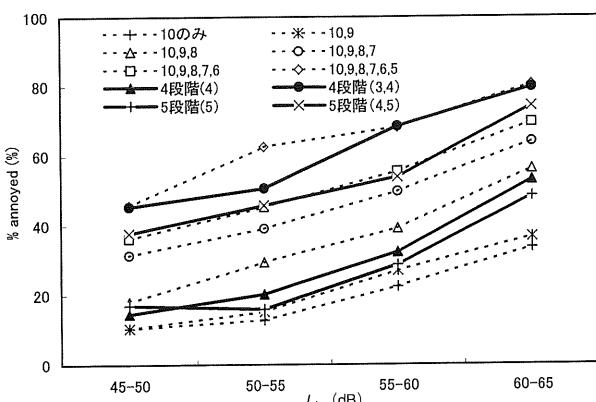


図-2 言語尺度と数値尺度による暴露一反応関係の比較

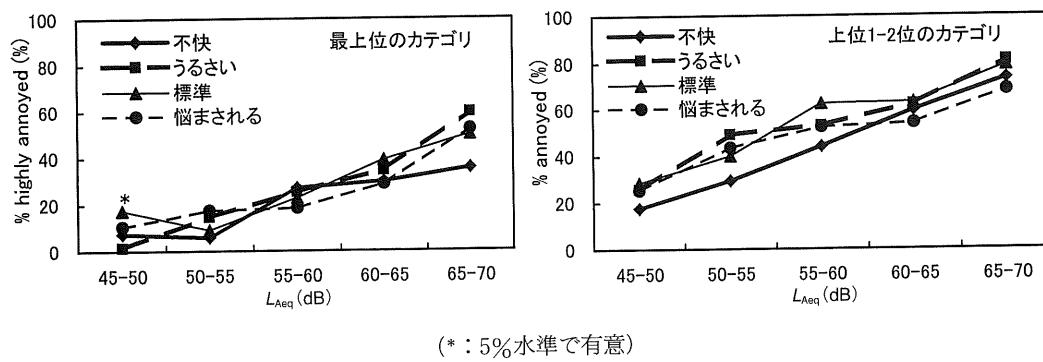


図-3 鉄道騒音に対する社会反応と基礎評価語の関係

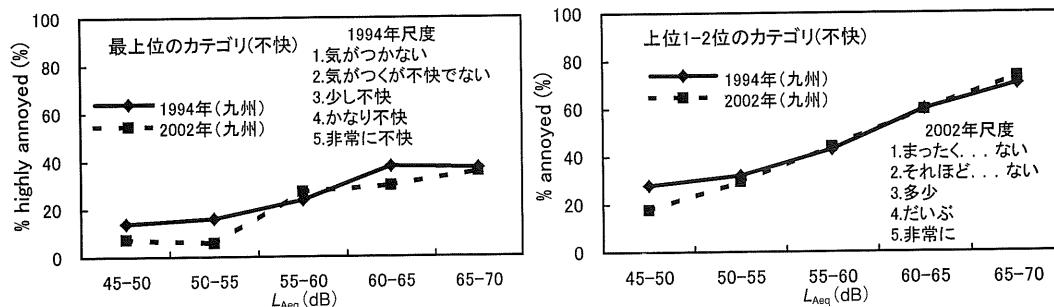


図-4 質問文・評定尺度の異なる調査の比較

表-4 比較対象の調査で用いた質問文

質問文（共通）	一般に居住環境にはさまざまな不快の原因があると思います。				
1994年（不快）	そこで以下の10項目についてお尋ねします。各項目（列車騒音）についてお宅の中でどのようにお感じですか。				
2001年（不快）	そこで、以下の項目（列車騒音）についてあなたのお宅でどのようにお感じですか。				
回答選択肢（共通）	1.気がつかない 2.気がつくが 不快でない	3.少し不快	4.かなり不快	5.非常に不快	
質問文 2002年（不快）	過去（12ヶ月くらい）を振り返って、あなたは自宅で以下の項目（列車騒音）をどの程度不快に感じていますか。				
回答選択肢	1.まったく ...ない	2.それほど ...ない	3.多少	4.だいぶ	5.非常に

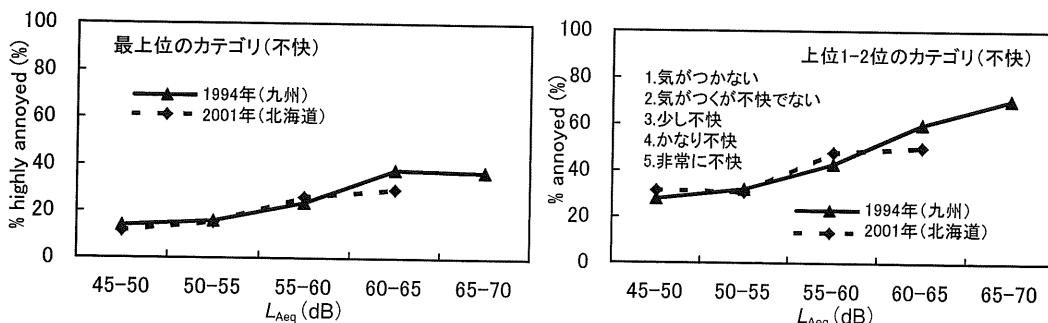


図-5 質問文・地域の異なる調査の比較

度も表-4の通り違っているが、基礎評価語はともに「不快」を採用している。図より、最上位のカテゴリ、上位2つのカテゴリを対象とした暴露一反応関係は、2つの調査間で非常に似た傾向を示しており、有意な差は認められない。図-5は1994年の九州での調査と、2001年の北海道での調査結果を比較したものである。これら2つの調査の質問文は若干違っているが、基礎評価語の「不快」と回答用の尺度は共通である。双方の結果は酷似しており、相違は認められない。いずれのケースも χ^2 検定による有意差は認められず、基礎評価語が共通であれば、質問文や回答用の尺度が若干違っても、highly annoyedに関する限り、結果に重大な影響を与えないことが示唆された。

7. おわりに

以上、鉄道騒音に対する社会反応と評定尺度および基礎評価語の関係を検討した。本報

で扱った基礎評価語および分析精度の範囲において、質問文の基礎評価語が異なっても回答選択肢の尺度が同じであれば異なる社会調査間での成果の比較が可能であり、また、基礎評価語が共通であれば、質問文や回答用の尺度が若干違っても、結果に重大な影響を与えないことが示された。さらに、言語尺度と数値尺度は相互に比較可能な尺度である可能性が示唆された。

筆者はその後も矢野研究室と連携して新幹線騒音に関する社会調査を実施し、在来線鉄道に対する社会反応との比較を行っている¹¹⁾。また、ICBENの方法で作成したベトナム語の標準尺度を用いてハノイで道路交通騒音に関する社会調査を実施し、日越の社会反応の比較を試みている¹²⁾。

筆者らはこれまで、道路交通騒音と鉄道騒音のみを対象に調査を続けており、比較可能な航空機騒音のデータを持ち合わせていない。Miedemaの欧米を中心としたデータの

2次分析によれば、同じ騒音レベル(L_{dn})の航空機騒音、道路交通騒音、鉄道騒音を比べると、鉄道騒音は道路交通騒音よりもうるさくなく、航空機騒音は最もうるさいとされている。鉄道にはボーナスを、航空機にはペナルティを、である。筆者らの検討によれば我が国では鉄道ボーナスは存在しない。では、航空機騒音はどのような関係にあるのだろうか。ICBENで最終的に採用された尺度は、5段階言語尺度と11段階数値尺度の併用である。本誌の読者諸兄に、ICBENの標準的方法、あるいはそれに準じた方法による航空機騒音調査の実施を切望するものである。

文 献

- 1) T. J. Schultz: Synthesis of social surveys on noise annoyance, *J. Acoust. Soc. Am.*, 64(2) (1978), pp. 377-405.
- 2) J. M. Fields et al.: Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation, *J. Sound Vib.*, 242(4) (2001), pp. 641-679.
- 3) 矢野隆他: 騒音の社会反応の測定方法に関する国際共同研究—日本語のうるさきの尺度の構成一, 日本音響学会誌, 58(2) (2002), pp. 101-110.
- 4) 矢野隆他: 騒音の社会反応の測定方法に関する国際共同研究—日本語のうるさきの程度表現語の妥当性と質問文の作成一, 日本音響学会誌, 58(3) (2002), pp. 165-172.
- 5) 矢野隆: 環境騒音に対する社会反応—標準的なうるさきの尺度の構成とデータアーカイブの設立一, 航空環境研究, 7 (2003), pp. 12-19.
- 6) T. Sato et al.: Relationships between rating scales, question stem wording, and community responses to railway noise, *J. Sound Vib.*, 277 (2004), pp. 609-616.
- 7) 佐藤哲身他: 鉄道騒音に対する社会反応と評定尺度の関係—北海道における社会調査一, 日本音響学会騒音・振動研究会資料, N-2002-14 (2002).
- 8) 佐藤哲身他: 鉄道騒音に対する社会反応と基礎評価語の関係—九州における社会調査一, 日本音響学会騒音・振動研究会資料, N-2003-22 (2003).
- 9) H. M. E. Miedema et al.: Exposure-response relationships for transportation noise, *J. Acoust. Soc. Am.*, 104 (1998), pp. 3432-3445.
- 10) 矢野隆他: 異なるカテゴリ尺度で得られた鉄道騒音に対する社会反応の比較, 日本音響学会誌, 53(1) (1997), pp. 13-23.
- 11) T. Sato et al.: Community response to noise from Shinkansen in comparison with Ordinary Railways: A survey in Kyushu, Japan, Proceedings of the 18 th International Congress on Acoustics, CD-ROM Version (2004).
- 12) P. H. Anh et al.: Characteristics of road traffic noise in Hanoi and community response to noise, Proceedings of the 12 th International Congress on Sound and Vibration (2005).

著者略歴

昭和 49 年	室蘭工業大学建築工学科卒業
昭和 51 年	室蘭工業大学工学研究科建築工学専攻修士課程修了
昭和 51 年	室蘭工業大学助手
昭和 57 年	北海学園大学工学部講師
昭和 58 年	北海学園大学工学部助教授
平成 2 年	北海学園大学工学部教授
平成 7~8 年	イエーテボリ大学環境医学科客員研究員 専門分野 建築環境工学

研究報告

WECPNL 算定手順に関する環境庁方式と ICAO 方式の比較*

門 出 格 宏** 吉 岡 序*** 山 田 一 郎****

1. はじめに

「航空機騒音に係る環境基準」¹⁾は、1973年の環境庁による告示以来、現在に至るまで、空港周辺の環境改善の範として貢献してきた。そこで採用された騒音評価量 WECPNL_Jは、ICAO ANNEX 16²⁾で土地利用のための騒音評価量として推奨された WECPNL_Iを簡略化したものである。しかし、基準告示後三十年以上が経過し、今やバイパス比の高いエンジンを搭載した低騒音の航空機ばかり運航する状況となった。それに伴い騒音の特性が大きく変化していることから、WECPNL_Jを導いた際の前提³⁾が今でも当てはまるか調べてみることにした。まず、国内の主要空港のひとつにおいて、現在就航している航空機の騒音を飛行経路直下付近で実測し、ICAO の定義に従い PNLTM および EPNL を算定し、 $L_{Amax}-13$ dB との関係を調べてみた。次に WECPNL_Jと WECPNL_Iの対応を調べた。環境基準の改訂に向けて、騒

音評価量の違いが空港周辺の騒音区域の設定等に影響を及ぼすか事前に研究してみる必要もあると考え、WECPNL_Jと L_{den} の関係についても調べた。

2. WECPNL_I, WECPNL_J および L_{den} について

2.1 WECPNL_I

WECPNL_Iは、以下の(1), (2)式に示すように、EPNL から時間帯別のECPNLを算出し、1日の全観測データの夕方及び夜間の値について各々5 dBと10 dBの時間帯補正を加えた後にエネルギー加算し1日で時間平均し、レベルとして表した値として定義されている。

$$\begin{aligned} \text{WECPNL}_I = & 10 \log \left[\frac{1}{2} 10^{\text{ECPNL}_d/10} \right. \\ & + \frac{1}{8} 10^{(\text{ECPNL}_e+5)/10} + \frac{3}{8} 10^{(\text{ECPNL}_n+10)/10} \left. \right] \\ & + S \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{ECPNL} = & 10 \log \sum_k 10^{(\text{EPNL}_k/10)} \\ & + 10 \log(T_0/t_0) - 10 \log(T/t_0) \end{aligned} \quad (2)$$

d : 昼間 (7:00-19:00), e : 夕方 (19:00-22:00), n : 夜間 (22:00-7:00), $T_0=10$ s: EPNL の基準時間, $t_0=1$ s, T : 対象とする時間(s), S : 季節補正

基本となる EPNL の算定は次の手順で行う。観測された騒音を 0.5 秒ごとに 1/3 オクターブバンド分析し、バンドごとに noy に変換し、(3), (4)式により、PNL を算出する。この時スペクトルの変化の大きさの程

* Comparison of WECPNL Calculation Methods between Environment Quality Standards and ICAO ANNEX 16, by Tadahiro Monde, Hisashi Yoshioka and Ichiro Yamada (Noise and Vibration Division, Aviation Environment Research Center)

** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター
騒音振動部

*** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター
騒音振動部 部長代理

**** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター
所長

度を評価して算定する特異音補正(C)を加味し, PNLT とする。変化が大きいほど特異音補正值は大きな値になる。

$$PNL = 40.0 + (10/\log 2) \times \log N \quad (3)$$

$$N = 0.85 \times n_{\max} + 0.15 \sum n(i) \quad (4)$$

n_{\max} : noy の最大値, $n(i)$: 各帯域の noy

こうして 0.5 秒ごとに算出した PNLT 時系列について、その最大値 PNLT_M から 10 dB 低いレベルを超えている間のレベルをエネルギー積分し、10 秒間で正規化した EPNL に換算する。

2.2 WECPNL_J

WECPNL_J の計算方法は、EPNL を求め際に、周波数分析に基づく複雑な手順が必要なため、環境基準方式においては、計算の簡便化を意図し、動特性 slow で測定した騒音レベルの最大値 L_{Amax} を基に、PNLT_M $\approx L_{Amax} + 13$ の成立と騒音の継続時間を 20 秒と仮定することを前提に EPNL を $L_{Amax} + 13$ dB で置き換え、さらに騒音レベルに大きな変動がないことを前提条件とし、夕方、夜間の ECPNL への時間帯補正と時間平均乗数の丸めを行い、そして季節補正を省略し(5)式に示す簡略な計算式に置き換えた。

$$\text{WECPNL}_J = L_{Amax} + 10 \log(N_d + 3N_e + 10N_n) - 27 \quad (5)$$

L_{Amax} : 暗騒音より 10 dB 以上大きい航空機騒音の最大値のパワー平均値, N_d : 7:00~19:00 の機数, N_e : 19:00~22:00 の機数, N_n : 22:00~7:00 の機数

2.3 L_{den}

1990 年に環境庁より通達された「小規模飛行場環境保全暫定指針」⁴⁾において使用されている L_{den} (時間帯補正等価騒音レベル) は、以下の(6)式のように夕方及び夜間の等価騒音レベルに各々 5 dB と 10 dB の時間帯補正を加えた後にエネルギー加算し、1 日で時間平均した値として定義されている。

$$L_{den} = 10 \log \left[\frac{1}{2} \cdot 10^{L_d/10} + \frac{1}{8} \cdot 10^{(L_e+5)/10} + \frac{3}{8} \cdot 10^{(L_n+10)/10} \right] \quad (6)$$

L_d : 7:00~19:00 の L_{Aeq} [dB], L_e : 19:00~22:00 の L_{Aeq} [dB], L_n : 22:00~7:00 の L_{Aeq} [dB]

3. L_{Amax} と PNLT_M の比較検討

現用航空機の実測騒音によって L_{Amax} と PNLT_M の関係を検証するため、国内基幹空港の周辺の飛行経路直下付近で有人測定を行った。測定点は図-1 に示す 4箇所で、騒音の継続時間が長い箇所と短い箇所をカバーするため、離陸側と着陸側に各々 2箇所ずつ(地点 1, 2 及び地点 3, 4) 選定した。滑走路と測定点の位置関係は、地点 1, 2 については離陸滑走開始地点からおよそ 10 km と 3.5 km, 地点 3, 4 は着陸地点側滑走路端から 3 km と 8 km であった。騒音測定のマイクロホンは舗装されていない地面の上 1.2 m に設置し、データレコーダに録音した。騒音測定した航空機の総数は 525 機で、その内 53 機はプロペラ機であった。

データの解析にあたっては、データレコーダを再生し、実時間処理によって 0.5 秒ごとに 1/3 オクターブバンド分析し、前述の手順によって PNLT_M を算出すると同時に、各バンドレベルに A 特性の補正をして騒音レベルを求めた。

図-2 にジェット機における L_{Amax} と

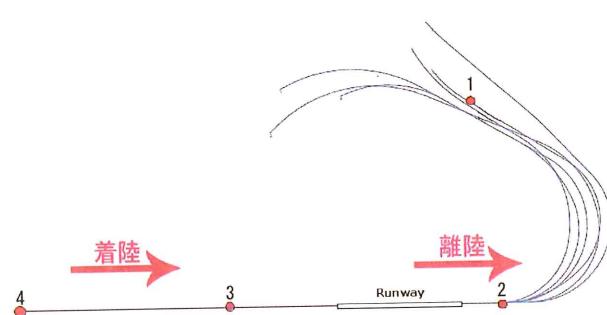


図-1 有人測定の地点配置

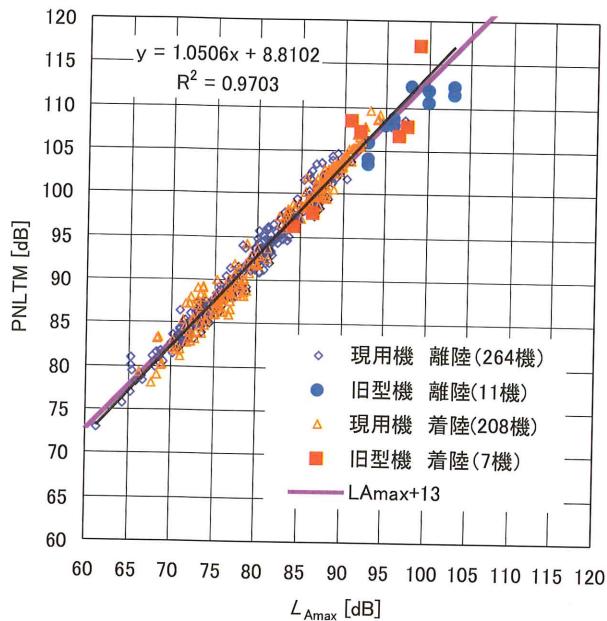


図-2 $L_{A\text{max}}$ と PNLT M の関係

PNLT M の関係を示す。図-2 には現用機の機種、運航形態を問わず、全地点のデータ、さらに文献 3 のデータを用いて旧型機をプロットし、併せて線形回帰直線と $\text{PNLT M} = L_{A\text{max}} + 13$ の直線も示してある。2 本の直線はほぼ合致し、またプロットされた現用機の個々のデータは広い範囲にわたり $\pm 2 \sim 3$ dB の範囲でこれらに沿っており、 $L_{A\text{max}}$ と PNLT M の差は、概ね 13 dB といえる。旧型機においては、現用機同様の関係は見られるが、ばらつきが大きく、 $\text{PNLT M} = L_{A\text{max}} + 13$ の仮定は現用機の方が旧型機よりよく当てはまるよう見える。

3.1 現用機と旧型機の違い

現用機と旧型機の違いを最もよく表すエンジンのバイパス比を横軸に、各機種の PNLT M と $L_{A\text{max}}$ の差を縦軸にとってプロットした結果を離陸と着陸に分けて、図-3、図-4 に示す。離陸側である地点 1 と地点 2 および、着陸側である地点 3 と地点 4 のそれぞれ差はあるが、全体的な傾向を見るために、地点を分けずにプロットした。

図-3 より、離陸ではバイパス比が大きく

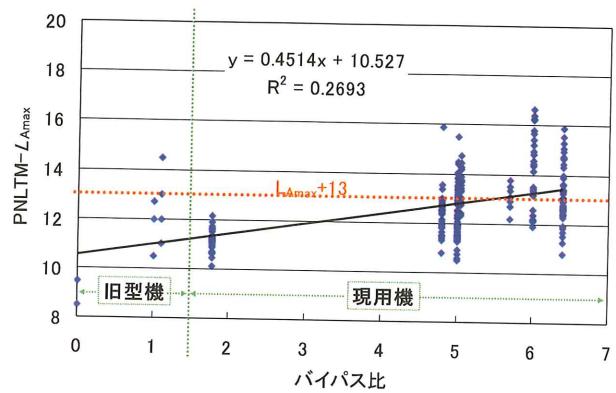
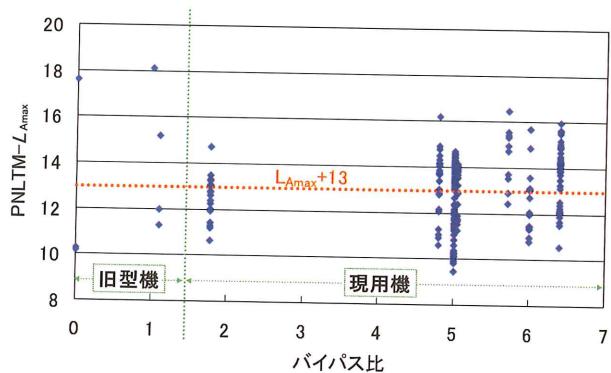


図-3 バイパス比と $\text{PNLT M} - L_{A\text{max}}$ 関係（離陸）



※旧型機のうちの、ターボジェットエンジン搭載機 CV-880 は、バイパス比 0 にプロットした。

図-4 バイパス比と $\text{PNLT M} - L_{A\text{max}}$ 関係（着陸）

なっていくほど PNLT M と $L_{A\text{max}}$ の差が大きくなる傾向が分かる（決定係数 $R^2 = 0.269$, $p = 0.000$ ）。離陸では、現用機、旧型機とともに、エンジンの出力が高いため、低バイパスの旧型機は雑音性の強いジェットノイズの寄与が相対的に大きくなるため、特異音補正值が小さい。しかし、高バイパスの現用機では、ファン音の寄与が低バイパス機と比べて相対的に大きいため、特異音補正值が大きくなる。その結果 PNLT M と $L_{A\text{max}}$ の差が増加してきていると考えられる。

着陸では、現用機と旧型機のどちらも PNLT M と $L_{A\text{max}}$ の平均値の差は、13 dB 程度といえる。着陸時には、エンジン出力を絞っているため、相対的に機体から発生する空力騒音の寄与が大きくなる。その結果、着陸側の周波数特性においては、PNL と L_A

表-1 旧型ジェット機の特異音補正値 ※文献3より

	CV-880	DC-8	B727
離陸平均	0.13 dB (0, 0.5_4)	0.4 dB (0, 0.7_3)	0.67 dB (0, 1.0_6)
着陸平均	1.37 dB (0, 3.4_3)	3.7 dB (3.7_1)	0.93 dB (0, 1.3_3)
バイパス比	ターボジェット	1.0	1.1

※ (最小値 [dB], 最大値 [dB]_機数) を表す。

表-2 現用ジェット機の特異音補正値

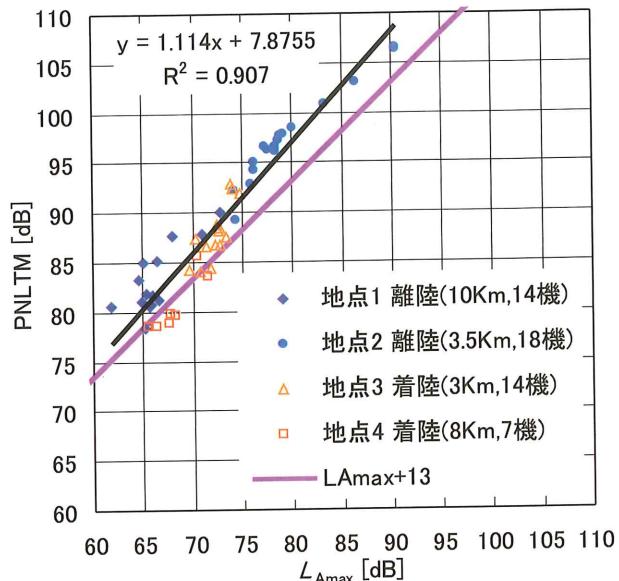
	MD-80	B767	B772
離陸平均	0.78 dB	1.38 dB	1.70 dB
標準偏差(機数)	0.30(28)	0.54(62)	0.75(22)
着陸平均	0.73 dB	0.79 dB	1.00 dB
標準偏差(機数)	0.46(20)	0.46(50)	0.45(18)
バイパス比	1.78	5.00	6.40

の特性違いから、その差が大きくなると考えられる。

以上の傾向は表-1, 表-2 からもうかがえる。表-1 は、旧型機の特異音補正値を示しており、離陸では特異音補正値が小さい。また着陸では、タービンから発生する高域の周波数の影響で、特異音補正値が大きいデータもあった。

表-2 は、国内で運航頻度の高い現用ジェット機の特異音補正値を、バイパス比で区分した中から 3 機種選択して示した。表-2 から、離陸ではバイパス比が高い機種ほど、特異音補正値が大きくなる傾向がうかがえる。また、着陸機では、ファンもしくはタービンから発生する周期成分で特異音補正値が大きくなっているものが確認できた。

文献3によると、ICAO ANNEX 16 では、WECPNL_I 考案当時の測定から PNLT_M と L_{Amax} の差は大きめの値を取って離陸 13 dB (特異音補正値=0), 着陸 15 dB (特異音補正値=2) と設定するのが適当とされていた。しかし、環境基準が告示された当時の我が国における測定³⁾により、特異音が軽減されて

図-5 L_{Amax} と PNLT_M の関係 (プロペラ機)表-3 プロペラ機の PNLT_M と L_{Amax} の差および特異音補正値

	YS-11	SF-34	DH8D
離陸平均	16.69 dB	17.12 dB	17.67 dB
標準偏差	0.60(6)	1.42(9)	2.02(17)
特異音補正値	2.4	2.3	2.5
着陸平均	17.32 dB	14.78 dB	12.74 dB
標準偏差	1.51(5)	1.46(6)	1.14(10)
特異音補正値	3.9	1.9	1.3

いたことから特異音補正を省略し、離陸側も着陸側も差は 13 dB となったことが記されている。

3.2 プロペラ機とジェット機の違い

現用ジェット機における、PNLT_M と L_{Amax} の差の増加が、高バイパス比による特異音補正値の増加としたことの妥当性について考察するため、より周期性の強いプロペラ機の騒音について解析し、ジェット機と比較・検討してみた。

まず、図-5 に今回の測定で得られたプロペラ機についての L_{Amax} と PNLT_M の関係を示す。図より、プロペラ機においては、ジェット機と異なり、線形回帰直線が、 $PNLT_M = L_{Amax} + 13$ の直線から大きく乖離

しているのが分かる。また、プロペラ機では特に遠方の地点で、離陸と着陸にも差があることが分かる。

表-3にプロペラ機におけるPNLT Mと L_{Amax} の差とその標準偏差、機数及び特異音補正値を示す。表-3から、離陸側ではPNLT Mと L_{Amax} の差が17 dB程度、着陸側では機種にもよるが、特異音補正値に差があるため、13~17 dB程度であることが分かる。

プロペラ機において、特異音補正値がジェット機よりも大きくなる理由を検討するため、プロペラ3機種、及び、表-2で用いた現用ジェット機の、PNLT Mの時点における音圧レベルからの相対値で表した周波数特性を、離陸は図-6と図-7に、着陸は図-8と図-9に示す。

プロペラ機とジェット機の違いを見てみる

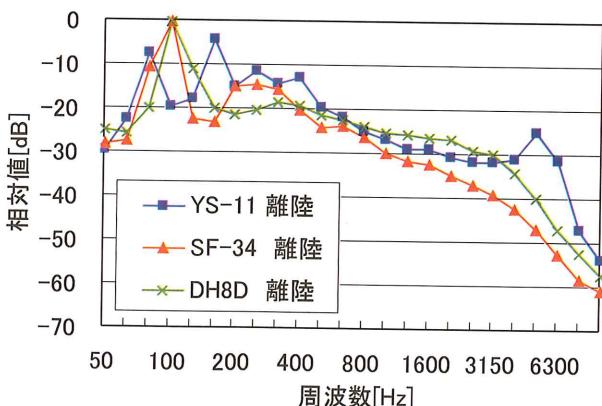


図-6 地点2におけるプロペラ機の周波数特性

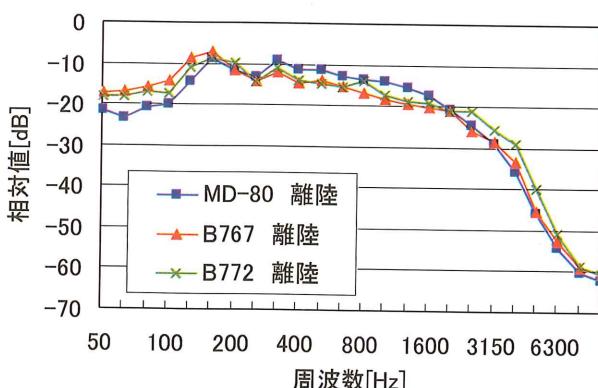


図-7 地点2におけるジェット機の周波数特性

と、特に離陸側で、プロペラ機のスペクトルの低域に、プロペラの回転から発生する突出した成分が顕著に見受けられる。したがってプロペラ機では、特異音補正値がジェット機と比べて大きくなっている。しかし特異音補正値の差は、平均するとプロペラ機がわずか1 dB大きいだけであった。

つまり、ジェット機とプロペラ機の間で、PNLT Mと L_{Amax} の差に開きがあるのは、特異音補正値の差だけではないということが考えられるため、特異音補正を行わず、PNLの最大値PNLMと L_{Amax} の関係を見てみた。その結果を図-10に示す。図より、プロペラ機では、PNL自体がジェット機よりも大きくなっていることが分かる。特にその傾向は、離陸側で顕著に見られる。その原因は、プロペラ機とジェット機とで、PNLの計算結果に最も強い影響を与えるnoyの

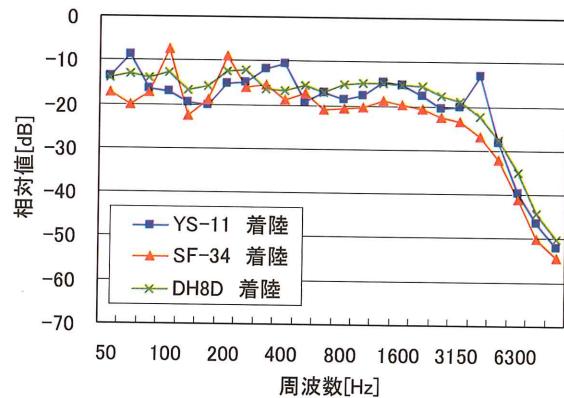


図-8 地点3におけるプロペラ機の周波数特性

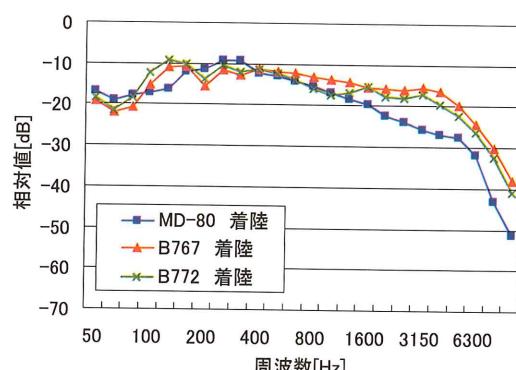
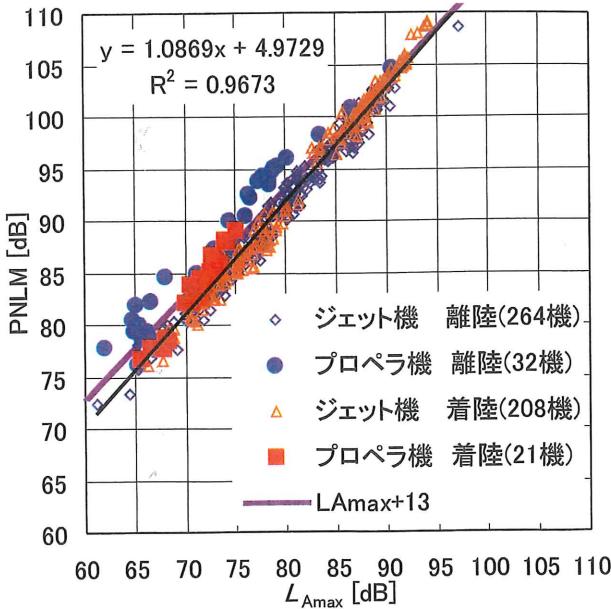


図-9 地点3におけるジェット機の周波数特性

図-10 $L_{A\max}$ と PNLM の関係（全現用機）

最大値が異なることが原因だと考えられる。

図-11 は、地点 2 において騒音レベルが 83.4 dB のプロペラ機 YS-11 (PNLTM=100.8 dB, C=2.6) とジェット機 MD-81 (PNLTM=94.6 dB, C=1.0) の周波数特性である。これに A 特性の補正をすると図-12 のようになる。図-12 から、両者の騒音レベルが同じことが分かる。しかし noy に変換すると、図-13 のようになる。図-13 より PNL に差が生じることが分かる。すなわち、プロペラ機において PNLTM と $L_{A\max}$ にジェット機より大きな差が生じる理由は、低域の強い周期成分であることが分かる。

また、ジェット機よりもプロペラ機のほうが、離陸時と着陸時の差が大きい傾向も見られる。図-6 と図-8 を比較すると、プロペラ機の着陸時の周波数特性は、離陸時同様、周期成分はあるものの、ジェット機の着陸時のように、低域から高域まで広い範囲にスペクトルが分布している。これは、エンジン出力を絞っているために、プロペラの周期成分が小さくなつたため高域成分が相対的に大きくなつたためと考えられる。したがって、ジェット機同様、高い周波数に noy の最大値が

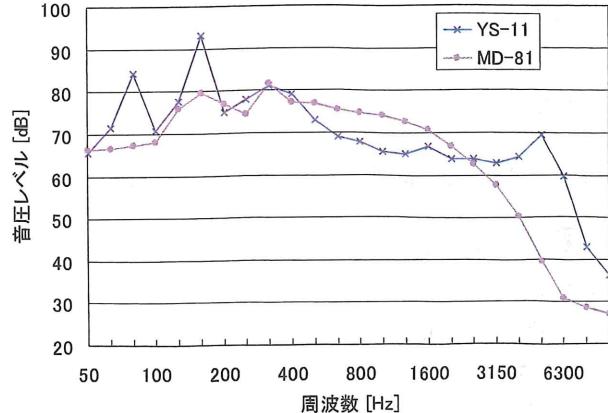


図-11 地点 2 における周波数特性

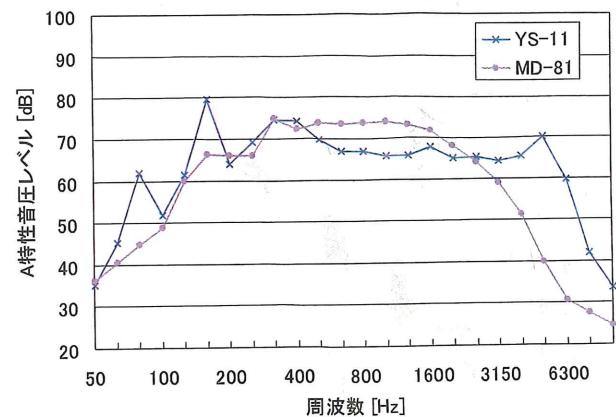


図-12 A 特性補正後の地点 2 における周波数特性

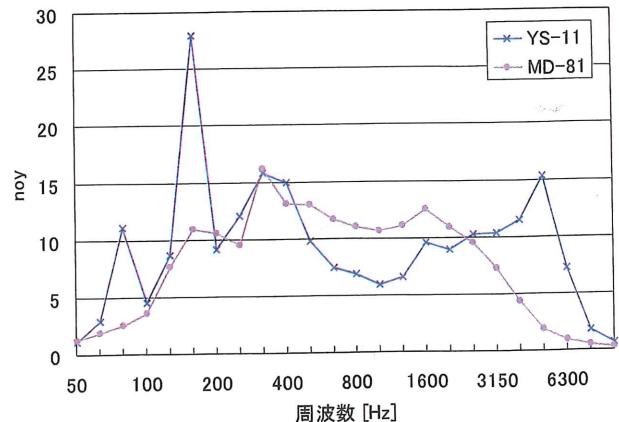


図-13 地点 2 における noy

あり、それがプロペラ機の離陸と着陸の傾向の違いになっていると考えられる。

以上から、バイパス比が高くなるほど、PNLTM と $L_{A\max}$ の差が大きくなるのは、特異音補正値の影響だけではなく、ファンか

ら発生する低域の周期成分の寄与が大きくなつたため PNL と L_A の差が大きくなつたことも影響していると考えられる。

4. $L_{A\max}$ と EPNL の比較検討

図-14 に $L_{A\max}$ と EPNL との関係を、ジェット機とプロペラ機とを合わせて示す。各地点の継続時間土標準偏差は、地点1から順に 32.7 ± 7.5 秒, 17.9 ± 4.5 秒, 12.7 ± 5.3 秒, 26.4 ± 6.8 秒であった。図から、EPNL と $L_{A\max}$ は広範囲のレベルにおいて直線的な関係にあり強い相関が確認できた。しかし、

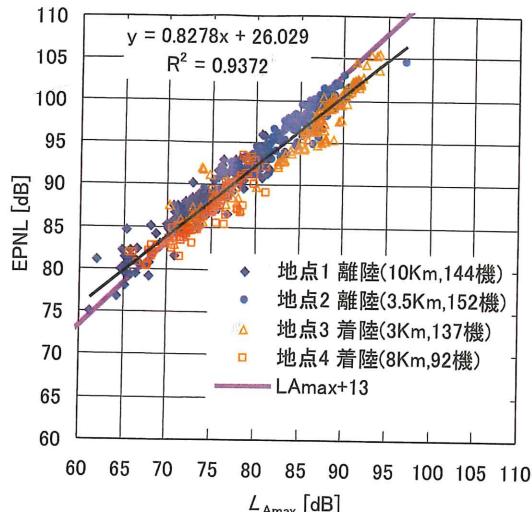


図-14 $L_{A\max}$ と EPNL の関係

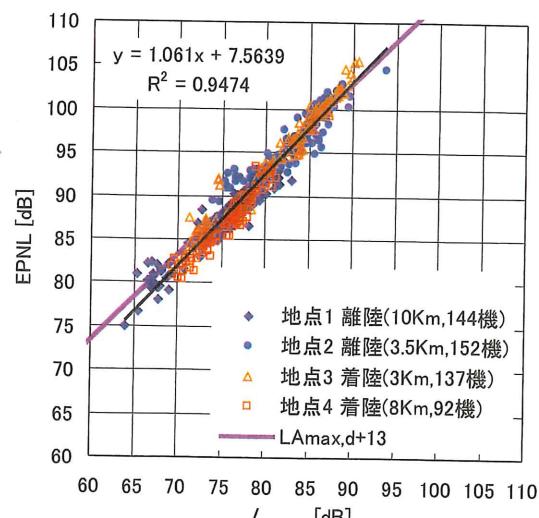


図-15 $L_{A\max,d}$ と EPNL の関係

騒音レベルが大きくなるにつれて、 $EPNL = L_{A\max} + 13$ の直線と回帰直線との乖離が大きくなることが分かった。

そこで、WECPNL_I を簡略化する前提である継続時間 20 秒を基準として、 $L_{A\max}$ に継続時間補正 ($L_{A\max,d}$) すると、図-15 のように、 $EPNL = L_{A\max,d} + 13$ の直線と回帰直線はほぼ合致した。以上から、EPNL を $L_{A\max}$ から近似するには、継続時間補正を行ったほうが良いということが確認できた。

5. WECPNL_J と WECPNL_I の比較

図-16 に 4箇所の測定点における WECPNL_J と WECPNL_I の関係を示す。合わせて、 $L_{A\max}$ を $L_{A\max,d}$ に置き換えて WECPNL_J 計算した WECPNL_{J,d} もプロットして

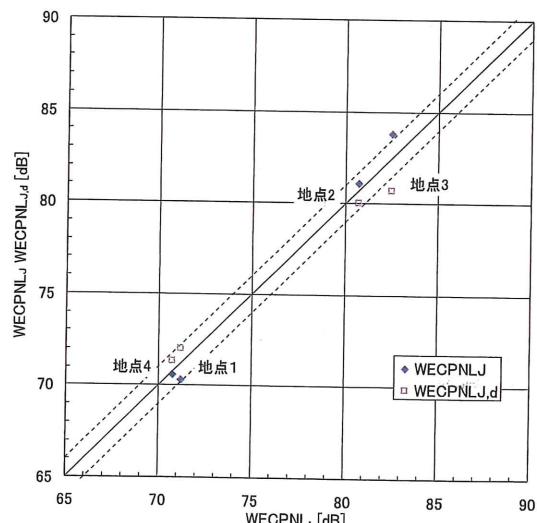


図-16 WECPNL_I と WECPNL_J 及び _{J,d} の比較

表-4 各地点における WECPNL_I, WECPNL_J 及び _{J,d} ならびに継続時間平均値と 95% 信頼区間

	地点 1	地点 2	地点 3	地点 4
WECPNL _I [dB]	71.2	80.7	82.5	70.8
WECPNL _J [dB]	70.3	81.1	83.8	70.6
WECPNL _{J,d} [dB]	72.0	80.0	80.7	71.3
継続時間±95%	32.7	17.9	12.7	26.5
信頼区間 [s]	±1.2	±0.7	±0.9	±1.4

いる。また、各測定点におけるそれぞれの値および地点ごとの継続時間平均値とその95%の信頼区間を表-4に示す。

各地点でのWECPNL_IとWECPNL_Jの差は、地点1では-0.9 dB、地点2では0.4 dB、地点3では1.3 dB、地点4では-0.2 dBであり、地点3を除いて±1 dBの範囲で整合している。測定器の精度や、測定器の不確かさの影響を考慮すると、環境基準値である70~80 dBの間で、両者の整合性は良好といえる。

また、WECPNL_{J,d}とWECPNL_Iとの比較をしてみたが、大きな整合性の改善は見られなかった。

なお、地点3でWECPNL_IとWECPNL_Jの差が、他の測定点と比べやや大きいのは、地点3における周波数特性が原因で、PNLTMとL_{Amax}の差が他の地点より大きいためだと考えられる。

6. WECPNL_JとL_{den}の比較

次に、有人測定を行った空港の周辺に設置されている11箇所の自動騒音監視装置で観測されたデータを用いて、WECPNL_JとL_{den}の比較を行った。図-17に自動観測装置の配置を示す。マイクロホンはいずれも屋上に設置されており、その高さは屋上から3.5 mである。18ヶ月間のL_{Amax}、L_{AE}及び継続時間の観測データを基に、各地点に1日ごとのWECPNL_J、WECPNL_{J,d}、及びL_{den}を

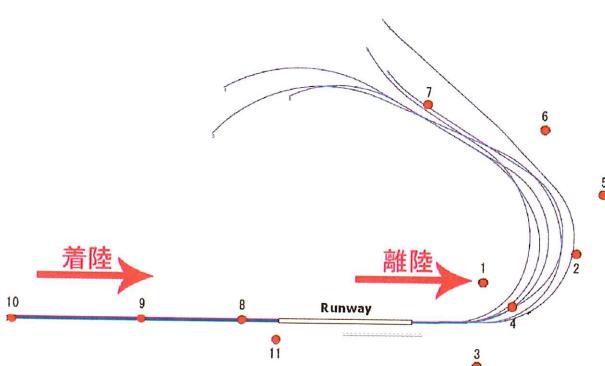


図-17 自動監視装置の配置

算出した。

図-18はWECPNL_JとL_{den}の関係を示したものである。全地点のデータを合わせてデータをプロットしている。両者は広範囲のレベルにおいて直線的な関係にあり、強い相関がある。しかし、L_{den}=WECPNL_J-13の直線と回帰直線はWECPNL_Jが72 dB付近で交差し、広い範囲にわたってL_{den}≈WECPNL_J-13の関係は成り立っていない。

図-19はWECPNL_{J,d}とL_{den}の関係を示したもので、継続時間補正したことにより両者の相関は更に強まり、L_{den}=WECPNL_{J,d}-13の直線と回帰直線はほぼ合致した。以上から、もし仮にL_{den}をL_{Amax}から近似する場合には、継続時間補正を行ったほうが良いということが確認できた。

図-20は文献5のデータを用いて国際空港における例を示したものである。国際空港では、WECPNL_JとL_{den}の関係は、L_{den}=WECPNL_J-13の直線と回帰直線はWECPNL_Jが80 dB付近で交差しており、図-18で示した国内線の場合とは異なるようだ。

7. まとめ

国内線のみが離着陸する主要空港のひとつ

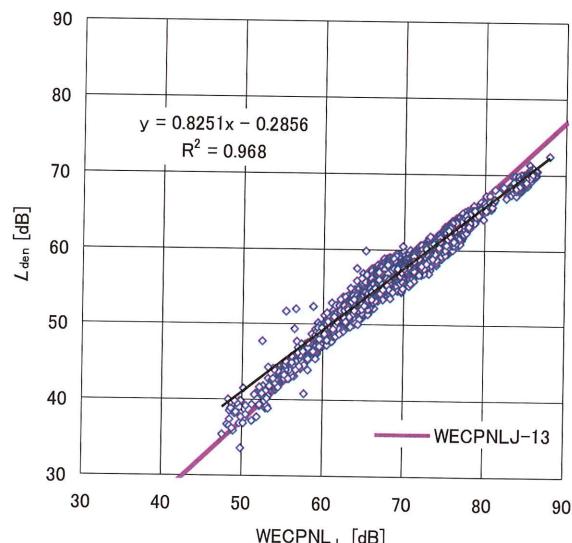
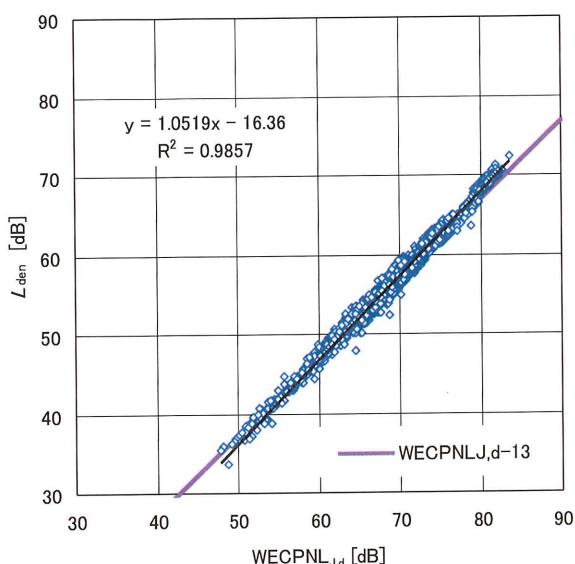
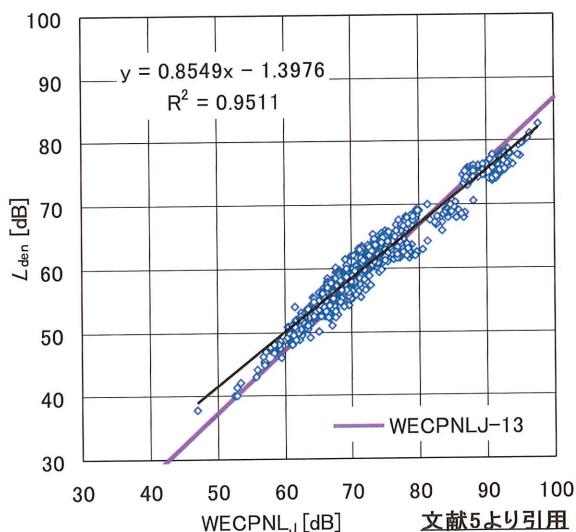


図-18 WECPNL_JとL_{den}の関係

図-19 WECPNL_{J,d} と L_{den} の関係図-20 WECPNL_J と L_{den} の関係（国際空港）

において、離陸側と着陸側の飛行経路直下で測定を行った。それを基に、まず ICAO の定義に従い算定した PNLT M ならびに EPNL と L_{Amax} の関係を調べた。その結果、 $PNLT M \approx L_{Amax} + 13$ は、旧型機よりも現用機の方がよりよく当てはまることが分かった。そして騒音の継続時間を基準時間 20 秒で継続時間補正すると、 $EPNL \approx L_{Amax} + 13$ が成り立つことも分かった。

つぎに、WECPNL_J と WECPNL_I の関係を検証した結果、70~80 dB の間で WECP-

NL_I と WECPNL_J の関係は概ね ±1 dB の範囲内に収まっており、両者の整合性は良好だということが分かった。

また WECPNL_J と L_{den} の関係は、国内線では WECPNL_J が 70~75 dB のとき、文献 5 によると、国際線では 80 dB 前後で $L_{den} = WECPNL_J - 13$ になるようである。継続時間補正を行った WECPNL_{J,d} と L_{den} の関係は良好で、広範囲のレベルにおいて $L_{den} \approx WECPNL_{J,d} - 13$ の関係が成り立つことが分かった。すなわち、将来環境基準が改定され、L_{den} が騒音評価量となった場合、通常は L_{den} を L_{Aeq} から直接計算することが考えられるが、L_{Amax} を基に L_{den} を近似計算する場合は、継続時間補正の計算及び時間平均の計算も丸めないことが重要だと考えられる。

以上は、国内線のみが離着陸する国内空港における飛行経路直下付近の結果である。今後は飛行経路側方ならびに国際線の場合についても検討したい。

最後に、今回の検討・報告に際して、データ収集等に便宜を図ってくださった国土交通省航空局の方々に謝意を表する。

文 献

- 1) 航空機騒音に係わる環境基準について、環境庁告示, 1973
- 2) International Standards and Recommended Practices ENVIRONMENTAL PROTECTION ANNEX 16, 1971.
- 3) J. Igarashi & G. Nishinomiya: Aircraft noise around an airport, ISAS Report No. 476 (1972).
- 4) 小規模飛行場環境保全暫定指針, 環境庁通達, 1990
- 5) 五十嵐寿一, 牧野康一, 篠原直明: 航空機騒音の L_{den} 表示について, 日本音響学会騒音振動研究会資料 (N-2004-20)
- 6) 門出格宏, 吉岡序, 山田一郎: WECPNL 算定手順に関する環境庁方式と ICAO 方式の比較—実測に基づく L_A と PNL の関係について—, 騒音制御工学会講演論文集, 2004 年 9 月
- 7) 吉岡序, 山田一郎: 航空機騒音評価量に関する実測に基づく検討, 日本音響学会講演論文集, 2004 年 9 月

研究報告

パッシブサンプラーを用いた東京国際空港における揮発性有機化合物の実態調査*

橋本弘樹** 柴田正夫** 水島 実**
遠藤 啓*** 鈴木孝治***,****

1. はじめに

一般環境大気では、二酸化硫黄 (SO_2)、一酸化炭素 (CO)、浮遊粒子状物質 (SPM)、光化学オキシダント (O_x)、二酸化窒素 (NO_2) について従来から環境基準が定められており、長年にわたる経年変化が測定されている。一方、ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタンといった揮発性有機化合物 (VOCs: Volatile Organic Compounds) が近年注目され、環境基準が定められた。VOCs には上記物質以外にも人体にとって健康リスクが指摘されている多種の有機物質が存在する。VOCs は窒素酸化物 (NO_x) とともに光化学大気汚染 (光化学オキシダント) の主要な原因物質であり、光化学反応によってできたオゾン (O_3) と反応して粒子状物質 (PM: Particulate Matter) を生成 (二次生成) することも知られている。そこで、環境省は、平成 16 年 5 月に大気汚染防止法を改正し、工場等の固定発生源からの VOCs 排出に対

して規制を行うこととした。

VOCs の人為的発生源は、主に塗装及び溶剤の蒸発による排出や自動車排ガス等の燃料の燃焼に伴う排出である。空港においても航空機の整備工場等からの塗装及び溶剤の蒸発や、航空機主エンジン、APUs、GSE など燃料の燃焼を伴う設備等から発生していることが考えられる。

本調査では、航空機の影響に加えて自動車等の影響も調べるために、東京国際空港内の 8 地点に慶應義塾大学で新しく開発された VOCs 測定用バッジ形パッシブサンプラーを利用してサンプリングを行い、新規に開発された吸着濃縮/加熱脱着-GC/MS システムを用いて分析を行った。

2. 調査内容

2.1 サンプリング

2.1.1 VOCs 測定用パッシブサンプラー

今回用いたサンプラーは、ポンプなどの使用による空気の強制的な吸引を行わずに、大気の拡散現象を利用して、測定対象成分を簡易に捕集できる利点を持っている。また、比較的短時間で捕集量を確保できるバッジ形のパッシブサンプラーであり、加熱して成分を脱着させることのできる吸着剤を用いている。さらに、小型で安価に作製でき、取り扱いも容易であることから、個人暴露量調査に用いる目的で開発されたが、本調査では、これらの利点を生かし、環境大気中における多点同時測定を行った。

* Measurements of Volatile Organic Compounds in Tokyo Haneda International Airport using a badge-type passive sampler, by Hiroki Hashimoto, Masao Shibata, Minoru Mizushima, Hiraku Endo and Koji Suzuki (Aircraft Emission & Environmental Air Research Division, Aviation Environment Research Center).

** (財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター
大気環境部

*** 慶應義塾大学理工学部

**** 慶應義塾大学教授 (大気環境部長兼務)

サンプラーは、以前に開発したもの¹⁾とは異なり吸着剤としてCarbopack B (100 mg)とCarbopack X (50 mg)の2種を用いた吸着ディスクであり、図-1に示すように、石英ウールとステンレススチールメッシュシート (440 mesh) ではさんだバッジ形として成形した。この吸着ディスクを280°Cにした脱着オーブンに入れ、パージガス (He)を50 ml/minの流量で15分流す前処理を行い、吸着剤に予め吸着している微量成分をサンプリング前に完全に取り除いた。前処理を行った吸着ディスクは、バッジ形のサンプラークリッジに速やかに収納し、PTFEフィルターで吸着スペースに蓋をして、パッ



図-1 吸着ディスクの構成

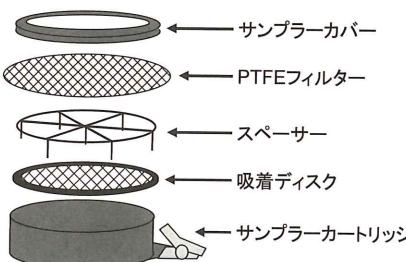


図-2 VOCs用パッシブサンプラーの構成

シブサンプラーを完成させた(図-2)。このディスクは再使用も可能である。

2.1.2 サンプリング地点

自動車交通量や航空機の影響等を考慮し、羽田空港内の8地点を選んだ。図-3、表-1にサンプリング地点と地点の状況を示す。

2.1.3 サンプリングの状況

サンプリングは、2004年1月8日(木)の9:00~17:00(8時間)に各地点に2個ずつ設置して行った。当日の気象条件は、以下の通りであった。

温度条件: 5.7°C~8.4°C (平均7.4°C)

風速: 9~12 m/s (平均10.4°C)

風向: 北西~北北西

2.1.4 サンプラーの設置方法

屋外でのサンプリングでは、風の影響が懸



図-3 サンプリング地点
(サンプリング地点の詳細は、表-1を参照のこと)

表-1 サンプリング地点の状況

地点 No.	サンプリング地点	屋内・外	風速	自動車影響	航空機影響
①	第5綜合ビル5階	外	中	無	無
②	中央工営	外	大	小	小
③	P2駐車場1階(出口)	内	中	最大	無
④	P2駐車場1階(入口)	内	中	中	無
⑤	P2駐車場4階ターミナル側	内	中	中	無
⑥	P2駐車場4階逆側	内	中	中	無
⑦	P2駐車場6階ターミナル側	外	最大	小	無
⑧	P2駐車場6階逆側	外	最大	小	無

念される。強風時には、風が直接吹き込むことでサンプリング速度が早くなり、結果として捕集量の増加を招いてしまう。そこで、図-4の様に、小型のバケツ、ネットを用意することで風の影響を軽減した。

2.2 分析対象成分

分析対象成分は、VOCs のうちクロロホル

ム、ベンゼン、トリクロロエチレン、トルエン、エチルベンゼン、*m*-、*p*-キシレン、スチレン、*o*-キシレンの8成分とした。

2.3 分析方法

本調査で用いた吸着濃縮/加熱脱着-GC/MS システムを図-5 に示す。このシステムは、島津製作所の協力を得て新たに作製した

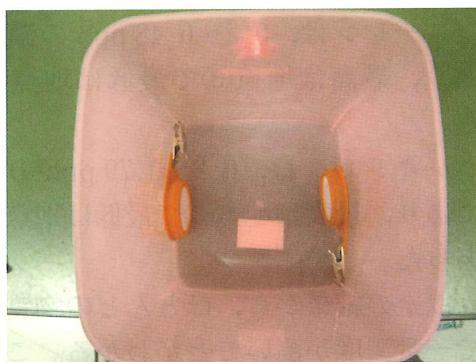


図-4 サンプラーの設置方法

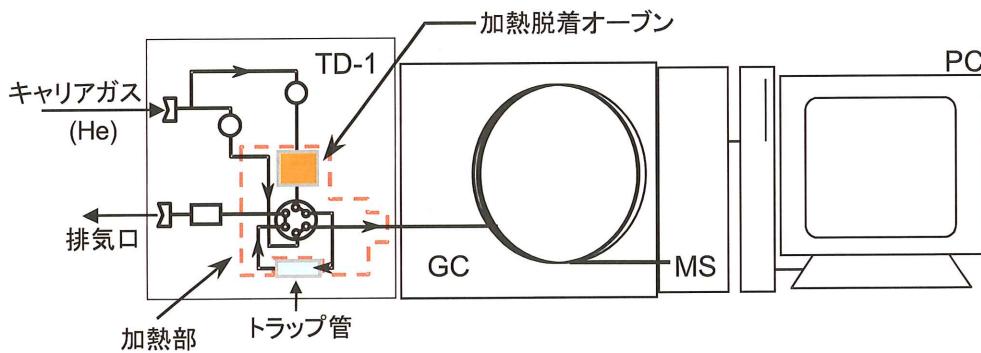


図-5 吸着濃縮/加熱脱着(TD-1)-GC/MS システム

表-2 吸着濃縮/加熱脱着-GC/MS システムの最適分析条件

ガスクロマトグラフ	(株)島津製作所 GC-17 A
分離カラム	J & W DB-1 60 m × 0.32 mm ID
カラム温度	40°C (4 min.), 8°C/min., 200°C (10 min.)
注入法	TD-1 に直接注入
キャリアガス及び流量	He 1.0 ml/min
質量分析計	(株)島津製作所 GC/MS-QP 5050 A
インターフェイス温度	260°C
溶媒ピーク除去時間	3 分間
スキャンする質量数範囲	45~265
加熱脱着オーブン	(株)島津製作所 TD-1
加熱温度	280°C
ページガス及び流量	He, 50 ml/min
脱着時間	15 分間

特注の装置であり、 VOCs 用パッシブサンプラー用の加熱脱着オーブン、試料濃縮のための加熱脱着装置 (TD-1: 島津製作所製)、試料の分離を行うガスクロマトグラフ (GC)、分離された試料を検出するための質量分析計 (MS) と 4 部から構成されている。

本システムにおける VOCs 分析の最適分析条件を表-2 に示す。

3. 結果と考察

表-3 及び図-6 に結果として得られた各地点の 8 時間平均濃度、図-7 に全捕集物質量をそれぞれ示す。図-7 からは、VOCs のうちトルエン、ベンゼンの順に濃度が高く、排ガスの典型的パターンを示していることが読み取れる。

クロロホルムは、1.9~5.01 ppb の濃度範囲にあり、最高は地点③で最低は地点⑤であった。

ベンゼンは、4.6~10.52 ppb の濃度範囲にあり、最高は地点③で最低は地点⑧であった。

トリクロロエチレンは、1.81~3.41 ppb の濃度範囲にあり、最高は地点①で最低は地点②であった。

トルエンは、8.1~19.14 ppb の濃度範囲

にあり、最高は地点③で最低は地点⑧であった。

エチルベンゼンは、0.6~1.38 ppb の濃度範囲にあり、最高は地点③で最低は地点⑧であった。

m-、*p*-キシレンは、0.5~1.75 ppb の濃度範囲にあり、最高は地点③で最低は地点⑦、⑧であった。

スチレンは、0.2~0.48 ppb の濃度範囲にあり、最高は地点③で最低は地点⑧であった。

o-キシレンは、0.2~0.79 ppb の濃度範囲にあり、最高は地点③で最低は地点⑦、⑧であった。

以上の結果から、ほとんどの物質が地点③で一番濃度が高いことがわかる。これは、この地点が駐車場の出口付近であるために、料金精算の際には必ず停車する場所であることに起因している。時として込んでいるときには、自動車が並んでしまうこともある。このため、この地点では、自動車排ガスの影響が VOCs 濃度に大きく現れたと推察できる。また、地点④、⑤、⑥も地点②、⑦、⑧と比べてやや濃度が高かった。これは、地点④は、駐車場の入り口付近であり、自動車の通りが多いためと推察できる。地点⑤、⑥は駐車場の 4 階にあり、この階にターミナルとの連絡

表-3 各地点の 8 時間平均濃度 (ppb)

成分	地点 第 5 総合 ビル 5 階	中央工営	P 2 駐車場					
			1 階		4 階		6 階 (屋上)	
			出口	入口	ターミナル側	逆側	ターミナル側	逆側
クロロホルム	2.66±0.53	2.71±0.02	5.01±0.34	2.96±1.07	1.9±0.52	2.59±0.93	2.4±0.39	2.2±0.21
ベンゼン	7.91±0.16	5.89±0.01	10.52±0.30	7.57±0.20	8.9±0.23	7.57±0.91	5.5±0.26	4.6±0.28
トリクロロエチレン	3.41±0.09	1.81±0.07	2.92±0.08	2.56±0.17	2.4±0.32	2.73±0.63	2.7±0.17	2.2±0.11
トルエン	17.58±0.35	11.92±0.35	19.14±0.64	13.64±0.10	15.5±0.82	13.01±1.79	9.2±1.53	8.1±0.73
エチルベンゼン	1.16±0.20	0.96±0.06	1.38±0.13	1.02±0.05	1.0±0.06	0.98±0.13	0.7±0.06	0.6±0.02
<i>m</i> -、 <i>p</i> -キシレン	1.02±0.06	0.71±0.03	1.75±0.18	1.09±0.06	1.2±0.05	1.03±0.08	0.5±0.06	0.5±0.09
スチレン	0.30±0.09	0.41±0.06	0.48±0.06	0.43±0.02	0.43±0.09	0.43±0.04	0.3±0.04	0.2±0.05
<i>o</i> -キシレン	0.41±0.18	0.29±0.01	0.79±0.10	0.47±0.02	0.45±0.08	0.45±0.04	0.2±0.06	0.2±0.06

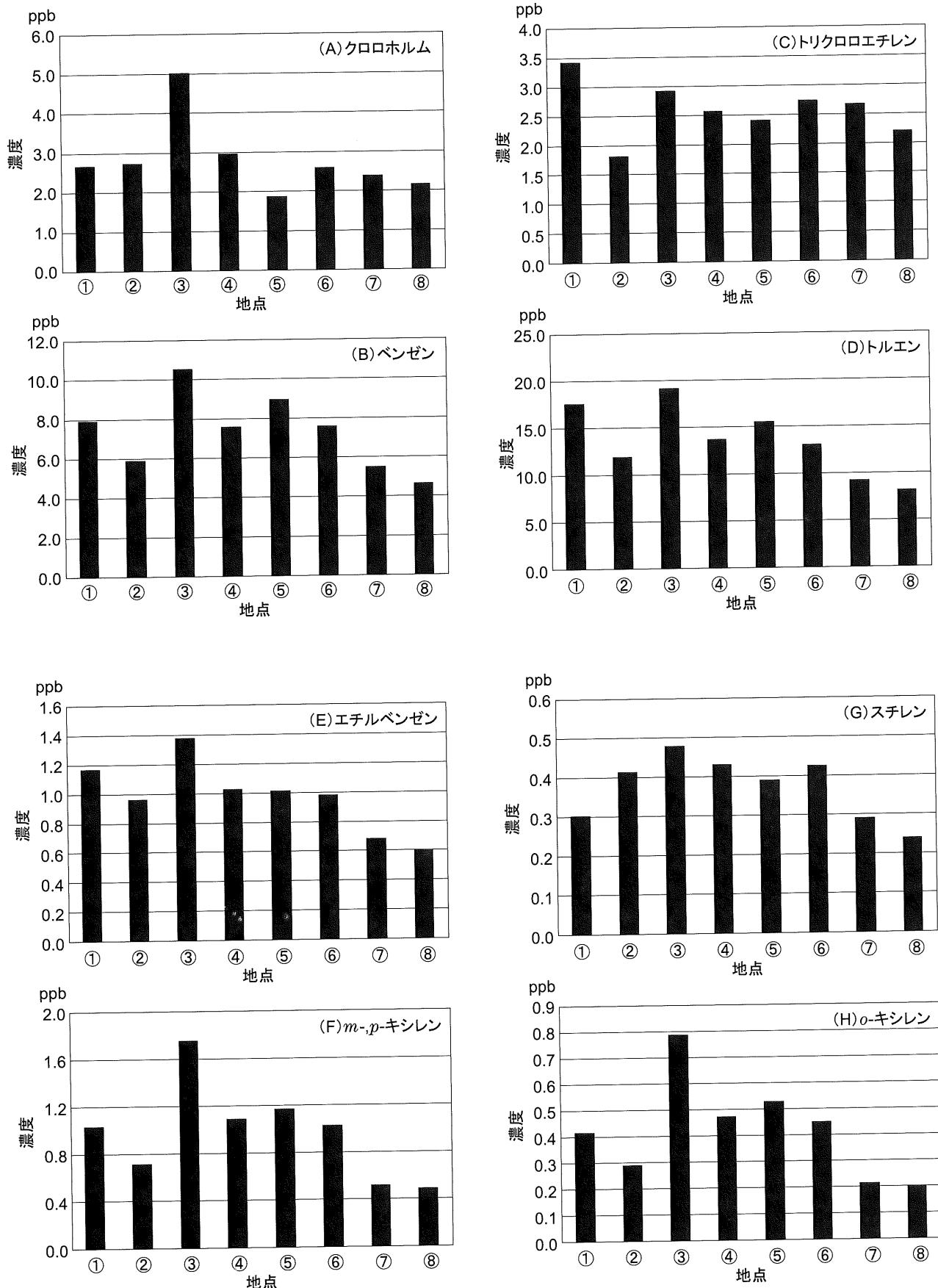


図-6 各地点の8時間平均濃度

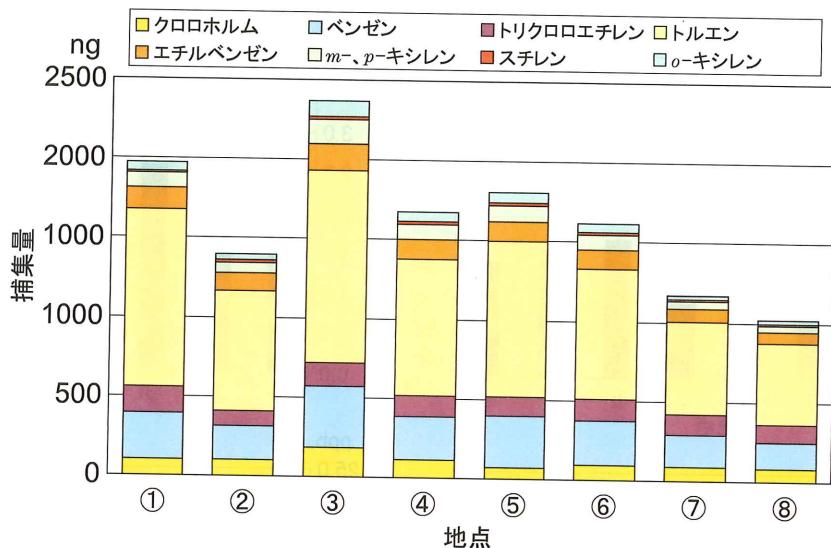


図-7 各地点の全捕集物質質量(ng)

橋があるため、他の階と比べると車の出入りが多く混雑しているためと推察できる。それに比べると地点⑦, ⑧は、同じ駐車場でも屋上にあり、繁忙期以外は駐車する自動車は少ないため、濃度が低かったと推察できる。

サンプリング日の風向から航空機からの影響を考えられる地点②では、地点⑦, ⑧と比べると濃度が高かった。この地点は、一般的な自動車が通り通らない地点であるため自動車の影響は受けにくいと思われるが、航空機の影響が少し出ている可能性が示唆される。

地点①は、サンプリング日の風向から空港からの影響はほとんど考えられず、交通量も

多くないことから空港外からの何らかの影響を受けていると考えられる。

今回行った調査では、空港内においても自動車の影響が大きく VOCs 濃度に反映している結果であった。

文 献

- Noriko Yamamoto, Tomoko Matsubasa, Nami Kumagai, Sachiko Mori and Koji Suzuki, "A Diffusive Badge Sampler for Volatile Organic Compounds in Ambient Air and Determination Using a Thermal Desorption GC/MS System" Analytical Chemistry, 74, 484-487, 2002

内外報告

ICAO/CAEP の動向—WG 1・WG 3*

高 野 滋**

1. はじめに

ご承知のように ICAO は国際民間航空条約に基づいて設立された、民間航空を司る国連の専門機関ですが、航空環境保全委員会(CAEP)は ICAO 理事会により設置された航空委環境問題全般を検討する委員会で、現在、21ヶ国の委員と IATA, ICCAIA, ACI 等のオブザーバーが参加しています。

CAEP では、従来からの騒音、排ガス規制に係る業務に加え、空港周辺の騒音被害軽減の方策や地球温暖化対策まで、航空と環境にまつわる様々な問題を扱うようになってきており、その検討内容も従来からの技術分野のみにとどまらず、経済的、政治的な分野までカバーするようになっています。

CAEP の本委員会は、ほぼ 3 年に 1 回開催されていますが、その間、ほぼ 1 年に 1 回、委員全員が集まるステアリング・グループ会議が開催されているほか、CAEP が定めた作業計画に従って具体的な詳細事項等を検討するワーキング・グループ(WG) 等が随時会合を開催しています。

WG 1：航空機騒音の技術的事項

WG 2：航空周辺の環境保全、運航等に関

する事項

WG 3：航空機エンジン排ガスに関する技術的事項

なお、この他に、CAEP の下で、今後のフリートの推移を予測したり、規制強化に係る経済的效果を分析することを任務とした、FESG (Forecast and Support Group) や市場を活用した温暖化ガス削減策を検討するグループが設けられています。

CAEP は昨年 2 月に第 6 回の本会議を開催し、次回会合は 2008 年に予定されており、これに向けた作業が WG 等によって進められているほか、昨年 11 月には CAEP メンバーによるステアリング・グループ会議が開催され、CAEP 第 7 回会合に向けた作業計画等が審議されました。

また、2004 年 9 月～10 月には第 35 回 ICAO 総会が開催され、CAEP の活動の成果に関する理事会の報告を受けて、ICAO の環境政策に関する決議が採択されました。

本稿では、これらの動きのうち、ICAO 総会の模様を簡単にご紹介するとともに、航空機からの騒音の発生源対策に関する技術的な検討を行う WG 1 と、航空機エンジン排ガスに関する発生源対策に関する技術的な対策を検討する WG 3 の活動についてご紹介していきたいと思います。

2. 第 35 回総会における環境関連の議論

第 35 回 ICAO 総会は、2004 年 9 月 28 日から 10 月 8 日まで、カナダのモントリオール

* Trends of ICAO/CAEP — WG 1・WG 3, by Shigeru Takano (Deputy Chief Airworthiness Engineer, Airworthiness Division, Civil Aviation Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport)

** 國土交通省航空局航空機安全課 次席航空機検査官

ルにある ICAO 本部で、175ヶ国、36国際機関等から1,300人余の参加者が集まり、開催されました。

総会は、ICAO の予算、理事国の選挙のほか、安全、航空保安、環境、航空輸送や法律問題について審議し、ICAO の基本政策を決定する場であり、3年に1回開催されます。

近年の ICAO 総会においては、環境問題が大きなトピックとして取り扱われてきています。

例えば、2001年の第33回総会では、空港周辺の騒音対策として Balanced Approach の手法をとるべきこと、及びその一環として Chapter 3 適合機の運航規制を実施し得ること等が決議されましたが、その際の総会での非公式協議は連日深夜にまで及ぶものでした。

第35回総会では、丁度、ロシア国会に京都議定書の批准法案が提出されたこともあり、地球環境問題対策の議論に多くの時間が割かれました。具体的な審議については、二酸化炭素課金の取扱いについて、欧州諸国とその他の地域の国々の意見が激しく対立したことから、関係国による非公式協議に委ねられましたが、最終日ぎりぎりまで合意がずれ込み、一時は環境政策に関する決議が成立しないのではないかと思わせるような深刻な状況でした。

結局、排ガス課金及び排出権取引については、次回総会までの3年間以内に ICAO として検討を進めることで合意をされましたが、今日現在京都議定書は発効しており2008年には第1約束期間に入ることから、ICAO における温暖化対策の検討も待ったなしの状況になっています。(ご興味のある方は、ICAO 第35回総会のワーキングペーパー、レポート、採択された決議等は、<http://www.icao.int/icao/en/assembl/a35/index.html> で入手することができます。)

3. WG1 及び WG3 の動き

WG 1 では、騒音証明に関する事項を中心とした、航空機騒音に係る技術的事項を検討することとされているほか、WG 3 では、エンジン排ガスの認証を含む、航空機エンジン排ガスに関する技術的事項を検討することとされています。

CAEP では、次回 CAEP 向けた作業計画を策定して作業を進めていますが、次回 CAEP の大きな課題は地球温暖化防止のための市場を活用した対策 (Market Based Options)，特に二酸化炭素課金と排出権取引について一定の結論を得ること、及び、騒音と排ガス、排ガスの中でも NO_x と CO₂ の相関関係 (Interdependency) について知見を深めることの2つであるとされています。このため、WG 1 及び WG 3 関係については、騒音証明関係では、前々回の CAEP (第5回会議、2001年開催) において、亜音速ジェット機及びヘリコプターの騒音基準の強化が合意され、また、前回の CAEP (第6回会議 2004年開催) で NO_x 基準の強化が合意されたこともあります。次回 CAEP (第7回会議 2007年開催予定) においては、騒音基準や排ガス基準の強化は計画されていません。

具体的には、WG 1 では、亜音速ジェット機及び大型プロペラ機の騒音証明手順の近代化について検討を深めていくこと、超音速ビジネスジェット機の開発計画に対応した騒音証明手順の検討を開始すること、WG 2 で行われている上述の Interdependency の問題について、騒音関係の知見を提供していくこと、既存の騒音証明手順について最新の施術的な知見を反映した見直しを行っていくこと等が中心的な課題となっています。

長期的には、騒音証明手順の近代化と Interdependency に関する検討の結果を踏ま

え、CAEP 第 8 回会議（2010 年に開催予定）以降に向けて、大型ジェット機の騒音基準の強化を検討していくことになると予想されます。

また、WG 3 では、2010 年に排ガス基準の見直しを行うことが合意されていることから、それに向けた排ガス提言技術の評価、Interdependency の問題についての排ガス関連の知見の提供、NO_x 強化に関する長期的な目標の策定、現行の排ガス証明手法（LTO サイクル）の有効性等を行っていくこととしているほか、地球温暖化対策を検討す

るグループに当該問題に関する技術的、科学的な知見を提供することとしています。さらに、CAEP では次回総会に向けて、NO_x 課金についても結論を得ることとされていることから、航空機の排ガスによる空港周辺の大気汚染に関する技術的知見の提供を行っていくこととしています。

いずれにおいても、WG における検討は端緒についたばかりであり、今後、本格的な検討が進められていいくことが期待されています。

ICAO/CAEP の動向—WG 2*

柳 澤 裕 司**

1. はじめに

国際民間航空機関 (ICAO) の航空環境保全委員会 (CAEP) の前回会合 (CAEP/6, 2004年2月開催)において、同委員会の下に設けられているワーキング・グループ (WG) の再編が議論された。従来のWGは、WG 1～WG 5から構成され、騒音と排ガスに大別しながら様々な検討を行い、旧WG 2では空港周辺の騒音影響という観点から検討を進めてきた。昨今は、環境問題への世論の高まりを背景に航空環境を巡る様々な課題が提起され、これに呼応する形で騒音問題、大気汚染、地球温暖化問題への対応等を取り組んできたところであるが、技術的な検討を進めるにつれ、各々の対応策の間で後述のトレードオフ問題が顕在化し、今後の方策を検討する上で大きなネックになりつつある。このような状況を踏まえ、これまで騒音影響を検討してきたWG 2と運航面から環境影響を検討してきたWG 4を統合して新たなWG 2を組織し、騒音と排ガスの両面を睨みながらローカル/グローバルな分析・評価に取り組むことになった。この新WG 2におけるこれからの活動について概観する。

* Trends of ICAO/CAEP-WG 2, by Yuji Yanagisawa (Deputy Director, Noise Abatement Technology Office, Environment Division, Civil Aviation Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport)

** 国土交通省航空局飛行場部環境整備課 騒音防止技術室 課長補佐

2. WG 2 の主な検討項目

新WG 2では、大きく以下の4項目について技術的検討を行うこととしている。

- (1) 空港環境対策
- (2) 環境影響のモデリングとアセスメント
- (3) 運航面からの検討
- (4) 空港周辺の大気環境への影響の評価

3. 空港環境対策

(1) 空港計画及び土地利用計画・管理

既に策定されている ICAO の空港計画マニュアルの中で、空港環境対策として、騒音対策から排ガス、水質管理等まで含めた環境対策と土地利用計画・管理について触れているところである。これが実際の取り組みの中で真に生かされるよう、世界の各空港における空港環境対策の実践的情報を収集・分析して実用的で有用なツールとしていくとともに、実践を積み重ねる中で得られた教訓を踏まえながらマニュアルそのものの発展に取り組んでいくこととしている。

(2) バランスト・アプローチ

バランスト・アプローチとは、空港周辺の騒音問題への対応策として、①機材の低騒音化、②土地利用計画・管理、③騒音軽減運航手順、④運航規制の4つの要素を組み合わせてバランスのとれた取り組み、いわゆる「バランスト・アプローチ」という概念で推進しようというものである。(図-1 参照)。前号で紹介したとおり、CAEP/6 でそのガイド

ンスがとりまとめられたところである。ただし、当初、ガイダンスの付録として収録予定であったケーススタディ（空港における先行事例）や一定騒音レベル以上の地域における都市化の進み具合を評価する手法（Enchroachment）については収録するまでに至らなかつたため、引き続き作業を進めることにしている。

その一方で、バランスト・アプローチという合理的な概念をもってすれば社会的合意が得られるかというと、現実にはそう容易なものではない。センター（或いは対策区域）の外側の地域であっても、頭上を飛ぶことがあるし、全く音がしないわけではない。地域住民の反応は複雑であり、地域社会が納得できる形で取り組むことが大切、とオーストラリアが繰り返し主張しているところであり、参考までにその概略を紹介する。

オーストラリアでは、1994年にシドニー空港で3本目の新滑走路を供用開始した際に、センターの外側の地域で深刻な社会問題を経験している。この新滑走路の環境影響評価において、従来のようなセンターを使った説明だけではあたかもセンターの外側の地域ではほとんど音がしないような誤解を与え、評価の中でもほとんど考慮されてこなかったことによるものである。実際には、このような地域でも飛行機が通過し、頻繁に音が聞こえることもあるが、センターを見ただけでは飛行機がどの辺りをどの程度飛行するのか必ずしも明らかではない。また、年間の平

均的な1日による評価という概念でまとめてしまうと、音の大きさがどの程度で、音に敏感な時間帯ではどの程度の頻度で音が発生するのかといった情報が埋もれてしまい、実際に地域住民が日常生活の中で感じるような形で騒音が表現されていない。このため、①飛行機がどこを飛ぶのか、②飛ぶ頻度はどのくらいか、③どの時間帯に多く飛ぶのか、④聞こえる音の大きさはどうか、といった主に4つの観点から分かり易い情報の提供に取り組んでいる（図-2～4参照）。これにより、一般の方が実態と突合せながら確認しようと思えば、上空を眺めながら騒音計を手に容易に確認でき、コンピュータを使って騒音評価量による複雑な計算をしなくとも、その計算の基となる情報を容易に確認できる。このような情報をセンターの外側の地域住民にも提供し、正しく理解して頂くことの大切さが求められており、バランスト・アプローチの取り組みにおいても地域住民の理解を得るための手法を組み込む必要がある、といった意見が

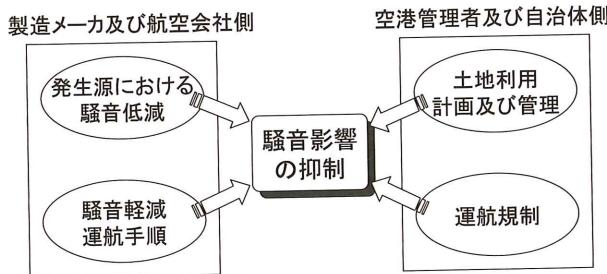


図-1 バランスト・アプローチの概念

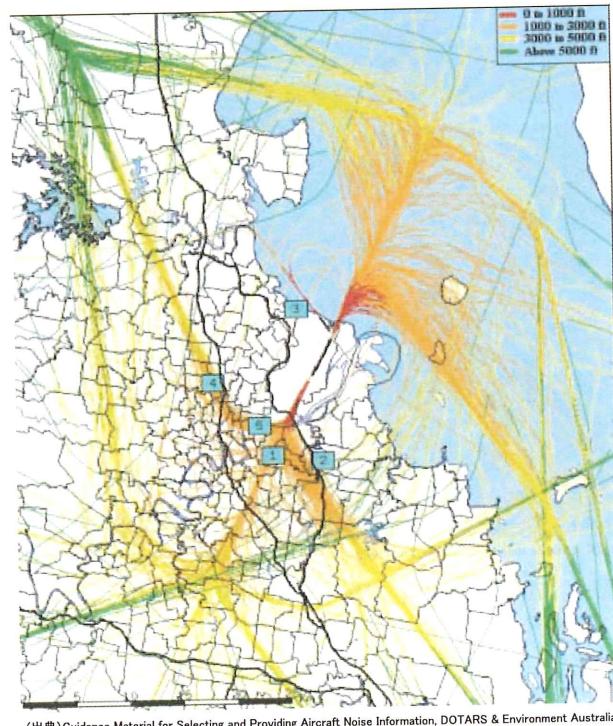


図-2 航跡図

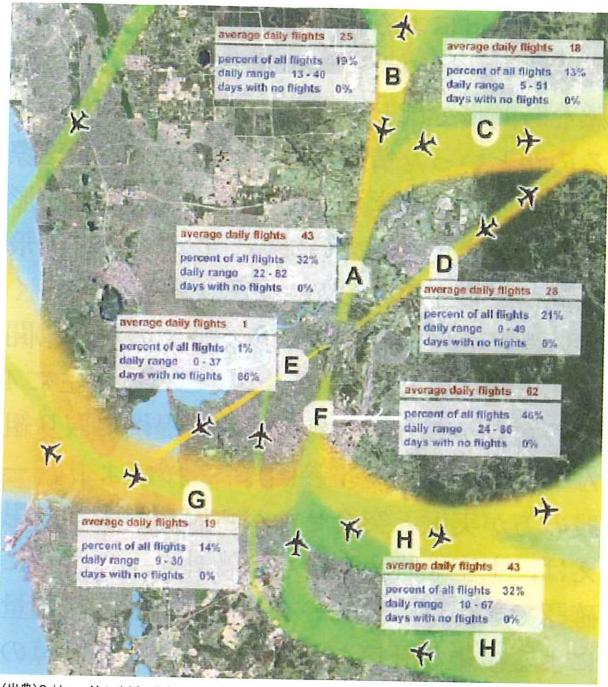


図-3 1日あたりの平均的な飛行回数

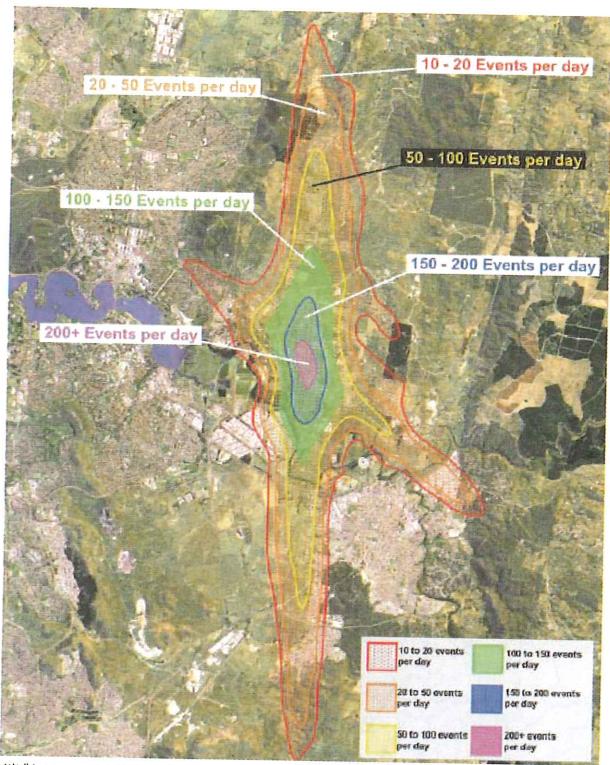


図-4 70 dB(A)以上が発生する回数の予測(N 70 コンター)

出されている。

4. 環境影響のモデリングとアセスメント

(1) 騒音影響人口の世界的な推計

航空機騒音に曝される人口を減らしていくことを ICAO の環境目標の 1 つとして位置付けたことを受けて、引き続き、空港周辺の騒音影響人口の推移を世界全体/地域レベルで推計することにしている。(MAGENTA : Model for Assessing Global Exposure Noise of Transportation Aircraft)。このため、計算に用いる機材構成の将来予測やジェット機の登録機数のアップデート、人口データベースの収集等に取り組むことにしている。これにより、今後騒音影響人口がどのように推移するのか定量的に把握とともに、騒音低減技術と NO_x 低減技術がトレードオフ関係にある中で、NO_x 基準の更なる強化によって今後の騒音影響人口の推移にどのようなインパクトを与えるのかグローバルな観点から評価し、今後の騒音基準の強化の必要性を議論していく上で基礎資料とすることにしている。

(2) 騒音予測手法

騒音予測手法のガイドラインとして ICAO サーキュラー 205 が策定されて以来、長期間が経過している中で、米国の SAE や欧州の ECAC の手法を踏まえながら、そのアップデートを検討することにしている。また、騒音予測で最も基本となる機種毎の騒音データについても、FAA の INM モデルを参考にしながら、関係機関の協力の下、データベースの整備に取り組むことにしている。

(3) トレードオフの分析

航空環境を巡る諸課題への対応にあたり、これまで騒音と排ガスに大別しながら対策を検討してきたところである。このような中で、騒音については、高バイパスのターボファンエンジンの出現により大幅な改善が図られたものの、今後とも交通量の増大が見込まれ

れ、更なる騒音低減化の社会的要請が強まっている。また、排ガスについては、これまで空港周辺の大気環境への影響を考慮してLTOサイクル（着陸、タキシング、離陸）におけるNO_x排出量を規制してきたが、地球的な視野で環境問題を考えざるを得ない状況になり、巡航中に排出する部分も含めて評価する必要性が議論されている。さらに、地球温暖化をもたらす温室効果ガスであるCO₂の排出を抑制するために、燃料消費率の改善が世界的に求められている。

このように、①離着陸時の騒音低減、②巡航時のNO_x抑制、③燃料消費率の改善はいずれも重要な課題であり、どれ1つ犠牲にすることなく全てに対応していくことが理想的であるが、現実的にはこれらの要求項目の間には互いに競合する部分、いわゆるトレードオフが存在している。

図-5は、エンジン設計要求レベルのトレードオフを示したものである。エンジンは、広い運転範囲に対して不安定現象に陥ることなく安定して性能を発揮できることが前提となる。その上で、更に高温高圧化を目指して、全体圧力比を高め、タービン入口温度を上げることにより、燃費を改善しCO₂を抑制しようとすると、他方で火炎温度の上昇等に依存して生成されるNO_xの低減が難しくなる。また、高温化すれば冷却空気も増やさ

ざるを得ず、圧力比が高いほど冷却効果も期待できなくなることもあり、現実的な温度範囲が存在する。更に、全体圧力比が一定の条件で眺めると、バイパス比を増すことで騒音は低減されるが、他方でエンジン抵抗と重量がネックになり、燃費は初め減少し極小値に至り、その後増加してしまう。

図-6は、航空機の運航まで含めた各種方策の環境面における相互関連性を示したものである。Continuous Descent Approach（連続降下進入）は、通常のILS進入と比べて水平飛行部分がないために推力を抑えて低騒音で進入可能だが、他方で管制処理能力が落ちるといった課題もある。また、ナセルを改良して、地表への音の伝播を妨げるインテークにしたり、吸音ライナーを貼り付ける面積をできる限り広くとるといった方法があるが、他方で重量増加がネックになって燃費面で難しい部分がある。

このように、騒音低減、NO_x低減、燃費改善(CO₂抑制)といった環境対策の間には相互関連性が存在している。このため、騒音、排ガスの規制強化を考えるにあたっては、そうしたトレードオフに折り合いをつけながら、最適化していく必要がある。WG 2では、これまでの調査研究による知見を得ながら、空港周辺のローカルなレベル/地球規模のグローバルなレベルでトレードオフ分析に取り組むこととしている。

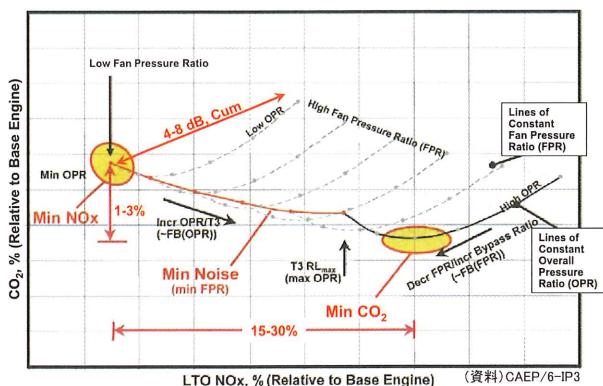


図-5 エンジン設計要求におけるトレード・オフ（カーペット・プロット）

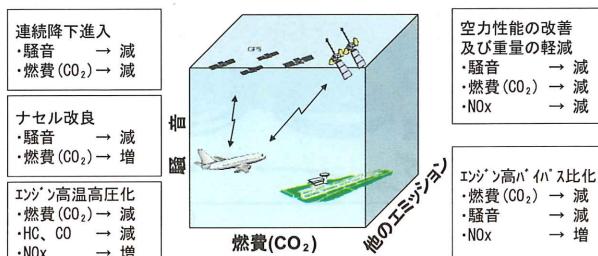


図-6 環境面の相互関連性

5. 運航面からの検討

騒音軽減や排ガス抑制につながるような運航面の方策について調査検討を行うこととしている。運航手順については、CAEP/6で騒音軽減のための離陸上昇手順を検討したことであるが、今後は連続降下進入といった進入手順も含めて、騒音軽減と燃料消費抑制の両面から様々な手順とその効果を検討し、ICAO サーキュラーとしてとりまとめる予定である。また、衛星等を活用した CNS/ATM の構築により効率的な運航が可能と見込まれており、各地域における CNS/ATM の導入計画や航空交通量のデータを収集した上で、環境面の効果として燃料消費の抑制等にどの程度つながるのかグローバルに評価することにしている（図-7 参照）。

6. 空港周辺の大気環境への影響の評価

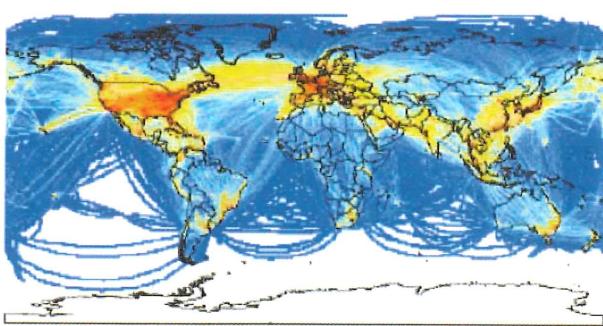
新たな取り組みとして、空港から発生する排ガスが周辺地域の大気環境にどの程度の影響を及ぼしているのか評価することにしている。空港では、離着陸や地上走行時の航空機エンジンからの排ガスのみならず、駐機時に作動させる APU や地上作業時の GSE 車両からの排ガスが航空機の運航に関連して発生する。また、空港施設のパワープラントからの排ガス、燃料貯蔵施設からの揮発もある。さらに、エアサイドだけではなく、空港道路、

駐車場等のランドサイドからの排ガスもある。これらのうち、特にエアサイドからの排出量が懸念されるが、例えばタキシング時の排ガス抑制策 1 つをとっても、航空機が自走する場合と車両が牽引（トeing）する場合ではどちらがいいのか、同じタキシングでもエンジン 1 発のみで推力を出して進む場合とエンジン 2 発使ってアイドル推力で進む場合ではどちらがいいのか等々、現実には様々な議論がある。

このような状況の中で、空港に起因する排ガスの発生源を明らかにし、各発生源からの排出量を見積もり、トータルとして空港から発生する排ガスが周辺地域の大気環境に与える影響を分析するための様々なモデルやツールを検討し、定量的に把握し評価するためのガイドラインを作成することにしている。

7. おわりに

ジェット機の就航によって空港周辺に深刻な騒音問題を引き起こして社会問題化し、空港は「迷惑施設」というマイナスのイメージで受け取られる傾向が強い時期もあったが、その後、高バイパスのターボファンエンジンを装備したジェット機の導入により機材の低騒音化が図られ、大幅に改善されつつある。しかし、そうかといって騒音問題が全て解消したわけではない。空港の存在が地域の活性化や国際交流に大きな意味をもつようになり、多頻度運航による利便性の向上や深夜運航による空港の利活用の促進が求められつつあるが、その半面、騒音等の問題に対して地域住民は強い関心を抱いており、いかにこうした問題に対応していくかが大きな課題となっている。今回の報告の中でオーストラリアの事例を紹介したが、騒音問題を考えるにあたり、まず一般の方が容易にわかる形での騒音関連情報を提供することが大切になっている。飛行機がどこを飛んで、どの程度の音がするのかというところから丁寧に情報を提供



(資料) CAEP/6-IP24

図-7 運航に伴う燃料消費の計算例
(SAGE Global 2000 Fuel Burn Plot)

していくことが求められる。航空局では、現在、東京国際空港の離着陸機の飛行実態を正しく理解して頂くために飛行コース公開システムの整備を進めている。インターネットを通じて騒音値とともに航跡を動画等により公開するものであり、機会があれば紙面を借りて紹介したいと考えている。

また、大気汚染、有害化学物質の環境への蓄積、地球温暖化問題などが顕在化し、いわば局地的な空港騒音問題だけではなく、地球的な視野で環境問題を考えざるをえない状況になってきた。そうしたなかで、例えば地球温暖化対策として燃費改善に将来まっしぐらに努力すればいいかというと、逆に NO_x 排出抑制に不利な条件に転化してしまう。したがって、トレードオフに折り合いをつけなければならない。航空機の実機設計は様々な設計要求に対してたゆまない開発努力を通じて

洗練された結果であり、騒音、排ガス、燃費がお互い複雑に関連しあっている。こうした行き詰まりを開拓するため、新 WG 2 では、騒音と排ガスの両面を睨みながらローカル/グローバルな評価に取り組むことになった。緒についた WG 2 の活動がどのように展開していくのか。我が国としてどのような貢献できるのか。これまで空港周辺環境対策という視点で考え続けてきたが、地球サイズで様々な問題が語られる時代。CAEP 全体がこの WG 2 の新たな活動に注目し、強い関心を抱いている。

文 献

- 1) Guidance Material for Selecting and Providing Aircraft Noise Information, DOTARS & Environment Australia
- 2) CAEP/6-IP 3
- 3) CAEP/6-IP 24

内外報告

インターノイズ 2004*

山 田 一 郎** 吉 岡 序***

1. はじめに

インターノイズ 2004 は、チェコの首都プラハの旧市街から地下鉄で僅か 3 駅/10 分の距離にあるチェコ工科大学で、チェコ音響学会主催により 8 月 22 日～25 日の 4 日間にわたって開催された。会期中、会議参加者には、参加登録証を提示すれば地下鉄、市バス・電車のどれにでも乗れるよう便宜が図られた。

なお、この大学は ISO/TC 43 の 1999 年の総会の開催場所であり、5 年を経て再訪することになるとは予想だにしなかった（写真-1）。

2. I-INCE 年次総会

I-INCE 年次総会は、本会議に先立ち、8 月 22 日午後に開催された。本年 1 月より橋秀樹氏（千葉工大教授）が I-INCE の会長に就任しており、総会はその主宰のもとに議事進行した。議事内容に特記すべき事項はないが、活動の安定を図るため、賛助会員や協賛会員の増加を図るよう会長から提案があった。

3. 開会式

開会式は 22 日の夕方モルダウ川畔の Rudolfinum で開かれた。場所は市内で一番賑やかなカレル橋のそばで、有名なドヴォルザークホールと同じ建物の中である。式は組織委員長 J. Novak 氏の司会で始まり、冒頭、橋会長が挨拶し、会議の開会を宣言した。その後、チェコ工科大学代表らの歓迎の挨拶があった。同大学は 300 年前ヨーロッパで最初にできた工科専門学校を端緒としており、現在、学生 2,000 人、教官 300 名がいる。チェコ音響学会会長の挨拶の後、小規模な編成のオーケストラの演奏があった（写真-2）。開会式の後、近くのホテルに場所を代え、座長のための夕食会が開かれた。座長として注意すべき事項の説明がなされた後、テーブルに着座して会食した。

4. 本会議

本会議は、23～25 日の三日間にわたり行われた。論文総数は 660 件だったが、実際に発表されたのは、全体講演 4 件、口頭発表 554 件、ポスター発表 92 件である。セッションの数は 60、司会者総数は 82 人である。企業展示は 37 社、50 ブースであった。会議の参加者は、正規登録 739 人（内学生 112 人）、同伴登録 87 人、展示関係 180 人であり、これに無料参加 12 名を加えて、総数 1,130 人であった。参加国の数は 41ヶ国だった。ちなみに昨年の韓国のインターノイズ

* Report of Inter Noise 2004, by Ichiro Yamada and Hisashi Yoshioka (Aviation Environment Research Center)

** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター
所長

*** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター
騒音振動部 部長代理



写真-1 発表会場となったチェコ工科大学



写真-2 開会式での小演奏会

2003 では論文 658 件、参加登録 784 人、37 カ国、参加者総数は 1,032 人だった。

航空機騒音関連の発表は例年になく多数あり、幾つものセッションにおいて発表された。概要は後に述べる。山田が企画し、Wyle の M. Downing と司会した空港騒音のセッションは初日に行われ、発表された講演の数は 10 件であった。吉岡や成田国際空港振興協会篠原、武士田氏の発表もここで行われた。なお、成田国際空港石川氏の発表は最終日の遮音のセッションで行われた。

バンケットは会議の二日目の夕方にホテル Praha において開催された。最初、テーブルに着席して食べ、後には立食という変わった

たスタイルの晩餐会だった。着座中、スエーデンの研究者から、近年、酸性雨の被害が軽減されたと聞いた。

5. その他の

Technical Section 初日の夕方、騒音に暴露される側 IMISSION SIDE での評価や対策についての課題や取り組みに関する特別セッション案について検討する会議（Technical Section）が開催され、山田がこれに参加した。会議は大阪大学桑野教授の主宰で進行した。来年度のインターノイズの特別企画として取り挙げる課題として航空機・鉄道・道路交通から放射される騒音が複合する環境下での騒音影響や音源による騒音影響の違い、軽飛行機の問題など、わが国にとっても関心の高いテーマが案として挙げられた。

インターノイズ 2006 最終日の昼（12 時～1 時）、桑野教授、橘教授、リオン瀧浪氏、Prof. D. Holger & Ms. Pam Reinig (IOWA STATE UNIVERSITY)，及び山田の 6 名が集まり、インターノイズ 2006 に向けた第一回目の打ち合わせを行った。インターノイズ 2006 は米国と日本の共同主催で開かれる予定である。本来は米国の主催だが、開催地ハワイが米国本土から遠いため、参加者の確保を目的に日本との共催が求められた。桑野教授と Prof. D. Holger が共同議長、Dr. Sommerfeldt と山田が論文委員会共同委員長を務める。瀧浪氏は広報・展示の担当である。2005 年一月、開催場所に予定しているホノルルの Sheraton Hotel に行き、会議場の仕様を決定することになった。

6. 航空機騒音に関する講演の概要

航空機騒音に関する発表は 65 件あった。以下に題目、著者、概要を紹介する。著者名のあとカッコ内の数字は‘会議’Proceedings の論文番号である。

K. Wirtha 他 [441], 航空機の騒音は 30

年前よりもうるさいか？

社会反応は時間に関係しない事象として取り扱われることが多い。例えば、過去25年のあいだに数度、周知の Schultz カーブのアップデートが試みられたが、ほぼ同じカーブが得られている。しかし、西欧諸国の人々は数十年前より今日のほうが航空機騒音をうるさいと感じていると思われる証拠がある。騒音レベルが同じでも highly annoyed と感じる人々の割合が増えていると思われる所以である。本論文の目的はこの事実をうまく説明することであり、技術や駆引きの乱用の増大や公開討論・政治的プロセスによるうるささの判断への影響等、社会心理的プロセスについて論じる。もはや、空港周辺には定常的と看做せる状況は存在しないと考えるべきであって、変化する状況が騒音のうるささに影響を及ぼす。

G. Saueressig 他 [474], 航空機騒音軽減施策の調査—静肅航空機に向けた方策

「静肅交通」の研究の範囲において、ルフトハンザと德国航空宇宙センター (DLR) はその部分計画「静肅航空機」を立ち上げ、ルフトハンザ A 319 旅客機と MD 11 貨物機の騒音特性を調べるために、二つの飛行騒音測定作戦を実施し、首尾よく A 319 の騒音軽減対策を試験した。本報告ではそれら二つの飛行騒音測定計画の結果を示し、如何にしてそれらを統合して新規の共同計画 FREQUENZ を形成したか述べる。この計画は新規対策開発と試験した改造部品設計最適化に捧げられる。FREQUENZ 計画には 9 社の共同事業者がある。これは科学的ノウハウや工業的な経験をうまく結び付けるために捧げられた。A 320 のシリーズについては、耐空証明の改修部品の開発が目的である。他方、MD 11 については、機体の特長を活かす様々な進入手順について解析する。

A. Vecchio 他 [566], 航空機の機内騒音をオンライン評価するための仮想的音環境：

プロトタイプの試験シミュレーションと実時間音質解析（要旨省略）

P. Neplea 他 [274]、航空機の複雑構造を通じた音響伝搬に対する剛性材の影響（要旨省略）

J. Romeu 他 [353]、小型航空機内における局所能動騒音低減の飛行中の実験（要旨省略）

M. Ishikawa [249]、成田国際空港における環境対策の一環としての民家及び公共建築物の防音（要旨省略）

M. L. S. Vercammen [132]、アムステルダムスキポール空港周辺における住居への防音対策の設計

スキポール空港の周辺では 14000 軒の住居に防音工事が施工されようとしている。そのうち、半分は 20~27 dB(A) の低レベルの遮音性能、残り半分は 30~40 dB(A) の性能となる予定である。施工内容は、機密性や換気用のサイレンサの取り付けから屋根や窓への重しの取り付け、屋根窓の交換まで、様々である。比較的低レベルの遮音性能の付加でもよい大多数の住居においては効率的な施工が重要な課題である。Peutz 社にてこれらの遮音設計法を検討した。施工と性能達成のコストを削減し最適化するために、音響設計をコンピュータで行う方法を開発した。入射角に依存して遮音性能が劣化しないように工夫した。施工部品の遮音性能の実験室測定の品質の制御が施工性能を維持する上で重要である。

Y. A. Gurovich 他 [538]、航空機とラウドスピーカ技術を用いた正面遮音性能の試験（要旨省略）

Y. Lacroix [706]、空港近傍での建物の防音に関する問題

Liege-Bierset 空港では、1998 年から、昼間及び夜間の運航が大幅に增加了。騒音被害の増大に直面し、Walloon 政府では住民に良好な生活と静穏とを保障するための対策

を取ることとした。その対策とは音源での騒音規制と所定地域に存する住居内の騒音を規制することを意図したものである。後者については、夜間の寝室で42 dB(A)、昼の居室(居間、台所、事務室など)で38 dB(A)の遮音性能を実現するよう防音施工するものである。実施手順は次のとおりである。

1. 対象家屋の現在の遮音性能を測る
2. 理論的解析に基づき、計画遮音量を実現するための施工方法を検討する
3. 遮音量が既知の部材を使って防音施工の専門家により施工を実施する
4. 施工結果の管理と受納

本発表ではこの手順の各段階、特に窓枠、屋根部材、換気装置の遮音性能の実験室測定を通じて得た経験について述べる。防音施工した建物の遮音性能の気温と湿度に関する振舞いについても論じる。

さらに話の第二部として建築現場での防音対策の施工と内在するリスクについて論じるほか、施工会社の資格取得の手順についても説明する。

S. A. Stansfeld 他 [378], 研究プロジェクト RANCH における航空機並びに道路交通騒音の暴露と子供達の精神衛生

前報で騒音暴露が子供の精神衛生に及ぼす影響の雑多な結果を示した。この RANCH プロジェクトでは、オランダ、スペイン、英国の3大空港周辺に住む9~10歳の子供2844名について騒音暴露(航空機騒音及び道路騒音)と影響(精神衛生)の関係が調べられた。精神衛生の評価は SDQ (Strengths and Difficulties Questionnaire) を用い、両親記入により行った。航空機騒音の暴露と活動過多の副尺度(年齢や性別、親の職業、家の所有、母親の学歴、家で話す際の主要な言語、両親のサポート、長期疾患などについて調整した)の得点増の関係は統計的に有意であった。航空機騒音又は道路交通騒音の暴露と蓄積データを解析した SDQ の全得点の間

に有意な関係は見られなかった。この活動過多に関する結果は以前の英國の研究と符合するものであり、航空機騒音への暴露が大きいと高感受性になっている子供達の活動過多の程度を悪化させることを示唆するものといえるかもしれない。

I. Lopez-Barrioa 他 [189], 航空機及び道路交通の騒音暴露が子供達の活動記憶に及ぼす影響に関する RANCH プロジェクト

前研究によれば、子供達は騒音暴露の影響に弱い高リスクグループであると示唆された。過去の子供に関する研究の多くは道路交通でなく航空機の騒音に焦点を当てて行われており、相互の複合影響は調べられていない。RANCH では航空機騒音、道路交通騒音、及び両者の複合影響について子供の健康と認知に関する暴露と影響の関係を検証する。

この RANCH プロジェクトの一環としてオランダ、イギリス、スペインの主要な空港の周辺に住み9~10歳の子供達を対象に航空機と道路交通の騒音に対する慢性的暴露と作業記憶の関連性を実地に検証する研究が行われた。それ以外の外乱要素の影響を抑制し騒音暴露と作業記憶障害の間に何か「暴露対影響の関係」があるものとして調べられた。作業記憶は1~7の数字列を記憶させる修正版探索・記憶業務により評価した。外乱要因情報報は親質問票により評価された。標本数は少年少女合わせて2,844人。データの階層構造により、多段階モデルを当てはめた。解析の結果、子供達と航空機騒音暴露のあいだに有意な差異が認められた。授業中に高い航空機騒音の暴露を受けている子供達の作業記憶試験の得点は低暴露の子供達の得点に比べて有意に低かった。一方、道路騒音の暴露の影響、および航空機と道路交通の騒音暴露の相互影響についてそうした有意な差異は認められなかった。

V. Mellert 他 [664], 騒音・振動が航空

機の乗員に与える影響についての飛行シミュレータ実験に基づく調査（要旨省略）

B. H. Sharp [665], 21世紀に向けた航空機騒音問題の解決法

この十年間ヨーロッパの空港騒音に顕著な変化があった。より低騒音の新型機材が使われ始めてたいていの空港で騒音センターが縮小しており、Chapter 2 の退役計画がそれに拍車を掛けている。しかし、新世紀に入り空港騒音について対処すべき差し迫った変化が出ており、騒音についての理解を助け、うまく記述できるようにする技術の進展によってもたらされたものもあれば、センターの縮小のペースの維持を妨げる技術上の制約によるものもある。何故、こうした変化が起こり、必要であるかを理解するには、今日の状況や、如何にしてそれに立ち至ったか概観し、これから年月に向けて優先すべき事項の枠組を決めていく基盤として活用することが有益である。この論文では今日に至る進展を回顧し、交通増に伴い予想される騒音暴露増を通じて将来を考察する。騒音軽減に向けたバランストアプローチの四つの要素の各々の選択肢について論じる。

P. D. Hooper 他 [687], 空港の発展・航空機騒音・地域の開発：地域環境騒音の障害を評価する

二十一世紀の地域の発展は持続的な空港の成長と本質的に似ている。成長の社会的、経済的便益は重要ではあるが、費用も同様である。地域の住民にとって地域に対する悪影響のうち最も重要なものは航空機騒音の妨害であり、それによって起きる地域住民の反対は空港の発展とそれに伴う地域の便益とを抑制する力として働く。本論文では騒音妨害から生じるそうした影響を如何にして評価するか、如何にして騒音妨害をある程度まで下げて地域住民が耐えられるようにするかについて考察する。そして持続的空港発展には体系的な利害関係者の関与が重要であることを強

調する。

O. Zaporozhets 他 [763], 空港周辺における航空機騒音の短期及び長期予測手法

国または地域のレベルの航空機群の運用、または個々の会社/空港の運用を対象として短期あるいは長期の予測を行うには適切な方法とアルゴリズムを設計すべきである。その手順の一番目は機種・機数構成の影響を評価することであり、離着陸のための経路のあいだでの運航割合を適宜設定すること、あるいは空港周辺で騒音が大きな問題になっている地域の騒音のレベルの限度を考慮しつつ年間の運航スケジュールを組み立てることである。それにより運航機種割合を決めたり騒音の観点から空港の運航容量を制御するのに必要な情報を用意することができる。

G. Seghieria 他 [59], AVIANO 軍用空港周辺における騒音評価

この論文は Aviano 軍用飛行場における訓練飛行による騒音被害評価への騒音予測方法 MILNOISE の一番最近の適用例を報告する。2002 年 7 月この飛行場で運航される F-16 などの様々な軍用機の騒音状況を実験に基づき把握した。Aviano 飛行場の騒音がその周辺地域に及ぼす影響を実際の運航状況を基本に LVA コンターとして調べた結果を 1/25000 の地図に描いた。飛行場周辺の住居地域への騒音影響を最小限にするため、様々な飛行計画の条件を設定して予測評価した。一連の作業は米国空軍とイタリア空軍の協力の下に実施された。

Peter Hullah [844], 航空機騒音公害の研究プロジェクト RIANNNA

現在の航空機騒音の統合モデル化の方法は、1980 年代の中頃に、その時代の物理と計算機（能力）についての理解に基づいて開発された。FAA の INM はこうした方法の中で一番良く知られた実施例である。それに対し、現在、EUROCONTROL 実験センターは RIANNNA という名前のプロジェクトの

もとに航空機騒音モデルを作る作業を行っている。

- ・ 欧州の航空機騒音センター統合モデル(ENHANCE)では予測モデルで使う入力情報の改修により騒音センターの質の改善を図っている。騒音の計算方法には四次元の軌跡(4-D)を用いている。
- ・ EUROCONTROLとFAAの協力の下に、全世界の航空機群を包含する航空機の騒音データとパフォーマンスデータを供給するようメーカーと契約している。また、もつと優れたモデルにアプローチできるようにするために基礎データに機体形状を含めることを検討している。
- ・ ECACの航空交通により生じる公害の軽減プロジェクトANCATの環境委員会Airmodの作業グループではECAC Doc. 29の騒音モデル手引き文書を改訂しており、それに必要な航空機データを作成するための手引きも用意する。Doc. 29(R)はEC加盟各国での2007年の航空機騒音の地図を作るための当座の予測モデルに使われる予定である。
- ・ 2012年からの欧洲騒音地図はHarmonoiseプロジェクトで作製される音源-伝搬モデルを使って作成される予定である。当初、このモデルの対象は道路と鉄道の騒音に限定されていたが、第6次の枠組み計画で工場騒音と航空機騒音の音源を包含するよう作業が拡張される予定であり、航空機騒音の最初の音源データベースを作成する。

Nico van Oosten [125], 空港騒音評価の新たなツールSONDEO

騒音は空港の能力を潜在的に限ってしまう深刻な問題になっている。最近、この問題に関連して新たな欧洲の騒音関連法規が発効した。EC指令2002/49が騒音地図を作るときの規則、2002/30がバランスアプローチの枠組み下での航空機騒音に対する行動計画の

指針を確立する。空港周辺の現在の騒音状況の評価を可能にし、行動計画を立てるため、SONDEO モデルが開発された。これは航空機騒音暴露を評価する調和型予測手法を提供する新たなツールであり、その柔軟性によって、他の騒音に対する応答や航空機群の組み合わせなどに個々の地域の状況に容易に適合させることができる。新規開発した軽減手段の組合せの中で、バランスアプローチの枠組のもとに採り得る様々な行動の評価を行い、新EC指令のもとに取るべき行動を決める有用なツールとすることが可能になる。このツールはこれら指令の影響下に入るEC 51空港について最近行われた研究に応用された。その結果、何も対策しなければ、航空機騒音暴露を受ける人の数は2015年までに増加することが示唆された。この影響人口を抑制するために取るべき今後の対策行動について評価してみたところ、騒音影響を長期的に安定状態に保つには幾つかの対策を組み合わせて行わねばならないことが分かった。SONDEOは政策決定者が騒音暴露に関する目標に合致する適切な行動を決めるのに役立つ。

G. Faburel [217], 空港の混乱における騒音影響の技術評価の役割：地域指標の必要性，Orly空港の事例

多くの国々で、航空機騒音が原因で、空港は近隣地域と対立している。しかし、交通量は増えても、全ての空港の周辺で航空機騒音は減少するか横ばい状態であるのが実情である。この状況において音響評価技術者の側はどう対応したらよいだろう。結局、それができていないことが対立の原因の一つになっているのではないだろうか。この論文ではそうした対立の中、社会の期待に直面する、音響評価者側の社会政策的能力がどうあるべきかを論じる。使った資料は欧洲及び米国のいくつかの空港での対立に関する研究結果、及び1999年にOrly空港近傍で行われた社会調査

の二次解析の結果である。利害関係者への詳細面接や GIS も活用した Orly データの統計解析を行った。その結果、音響的な評価が地域住民の状況を代表しないために、却って対立の原因の一つになっていることが分かった。(英文が分かりにくく、一部省略し、また意訳した)

A. L. Bristow 他 [172], 被験者による好み申し立てに基づく航空機騒音評価

航空機騒音は空港近傍のうるささの主要な原因の一つである。人々が航空機騒音をどう評価しているかをきちんと把握することが補償、軽減、及び投資に関する政策決定に重要な役割を果たす。だが、人が対策への対価として支払いを認める金額を申し立てることに基づく伝統的な hedonic analysis は、うるささや価値観に影響する主要要因、すなわち、社会経済的特性、時間帯や曜日、個人の好みによる変化の洞察はできない。この研究では、騒音を低減させる一段と広い範囲の要因を想定し、それらの効き目を調査する方法として被験者申し立てによる優先度から評価する方法 SP を適用した。この論文は、EUROCONTROL の委託で実施した、(空港周辺の航空機に対するうるささへの態度を調べる) 5 A プロジェクトの結果を報告する。調査は 2002 年の終わりにブカレスト、リヨン、マンチェスターの各空港の周辺で実施し、全体で 647 の標本 (各空港、少なくとも 200 の標本) を集めた。SP 法は三通りの異なる様式で行った。一番目は回答者の生活の質に影響を及ぼす要因に基づくもの、二番目は機種と運航回数に基づくもの、三番目は時間帯ごとの運航回数に基づくもので、調査目的をうまく隠して行い、いずれももっともな結果を得た。結局、調査の本当の目的を隠して行った実験の結果は絶対値を示すものと解釈できる。航空機騒音について行った SP 実験のうち、機種と時間帯の結果では、騒音値がばらついた。

C. Brutel-Vuilmet 他 [351], 住居内での航空機騒音の簡便計算法

住居内部での航空機騒音のレベルを推定する方法について述べる。本方法のオリジナリティは計算時に音波の入射角度を考慮する点にあり、音源指向性と等価損失がともに入射波の入射角度に依存するという前提を用いた。実際に、建物の正面から入射する航空機騒音は強い指向性を持ち、入射角が音の透過に重要な役割を果たすことが示された。(飛行経路が平坦な建物側面に平行な) 単純な場合について、回折現象を考慮にいれず、入射音場が単純に直接波と地面反射波のみで構成されるという条件を想定した計算方法を開発した。正面入射騒音レベルを推定するために 2 機種の航空機について実測した結果に基づく音源特性、空気吸収の減衰と幾何拡散、伝搬時間、地面インピーダンス等多くのパラメータを考慮した。ガラス窓の特性 (寸法、材質、一重・二重・合わせ) を使って建物内部へ伝わる騒音レベルを推定した。

P. Vogel [209], スキポール空港周辺の航空機騒音を評価する校正法の設計

オランダのスキポール空港周辺の人々は騒音の負荷を定量化するために使われる計算法が複雑すぎると考えている。近年、騒音測定をもとにして騒音レベルを決めるように要求する住民が増えた。オランダ政府は委員会を設け、スキポール空港周辺の騒音限度を設定する手順に現場騒音測定を使えないか調査することにした。近い将来、現在の計算モデルで使用されている騒音証明データを測定で補完する (だけでなく、いずれそれに置き換える) ことを考えている。オランダ航空宇宙研究所 NLR で、より現実的な騒音負荷の予測値を得るため騒音測定を活用した計算モデルを考案してきている。この方法では、飛行中の航空機の音源としての強さを騒音測定により決定し、空港周辺のあらゆる場所の騒音負荷の計算に使用する。この論文ではこのモデ

ルの概要を紹介する。騒音測定のシミュレーションを用いるやり方の例を示す。

K. I. Hume 他 [836], 新滑走路に対する住民反応：予備的な結果

主要空港の運用は地域が受容するか、寛容かにより左右される。苦情の程度が寛容の度合いを測る連続的尺度となり、地域妨害の程度に帰還される。2001年に供用が開始したマンチェスター空港の新滑走路の地域社会に及ぼす影響を住民からの苦情の数とパターンの分析をし、それ以前と比較して調べた。新滑走路の供用で苦情と苦情者の数はそれぞれ2804から8794及び618から2155と三倍に増えた。しかし、航空交通の運航は193,527から197,180へとわずかに増えただけで騒音のフットプリントも南西の方に少し動いただけである。特に興味深いのは夜間の苦情が増えたことである。というのは、新滑走路の運用条件として空港当局は新滑走路を夜間飛行に使用しないことにしたからである。それ故、住民のうるさきが増加したのはマスコミの取り上げが増えたのと新滑走路の潜在的な影響に対する関心が相乗的に作用して敏感になったからであろうと思われる。年に50回以上苦情をいうリピーターは新滑走路の供用開始後倍増し、入眠時と覚醒時に特に敏感である。なお、苦情の月毎のパターンは明らかに変化したが、曜日や時間帯に関するパターンは以前と変わっていない。

P. Balkea 他 [421], アムステルダム/スキポール空港の五本目の滑走路の供用開始時の騒音レベルと住民苦情の関係

スキポール空港の新らしい五本目の滑走路の供用開始に関連し、いくつかの大きな変化があった。周辺の地域からの苦情が劇的に増加した。これまで基準としてきた方法ではこれを首尾よく予測することができなかった。この研究は、より実際的やり方で空港周辺の被害を予測しようとする第一歩となる。苦情として記録されたものはうるささのある側面

についての全般的な印象を与えるものであるが、言うまでもなく住民への騒音影響の全体を表わすものとしては不十分である。そういうても苦情はスキポール周辺の航空機騒音被害の程度を示す指標として適切かつ簡便なものである。

G. Bluhm 他 [465], 航空機騒音暴露と心臓血管系のリスクに関するストックホルム Arlanda 空港周辺での研究の速報

大空港の近傍に住む人の数は確実に増えている。本研究の目的は航空機騒音への暴露に関連する新造血管系への影響について調べることである。研究はストックホルム市郊外の四自治体に住む45~65歳の3100人にのぼる人々を標本として行なわれたものである。被騒音者は1992~1994年に質問票に答えると同時に健康診断を受けた。質問票からは喫煙、ダイエット、運動など生活様式の要因に冠する情報が得られた。10年間にわたる追跡調査が開始され、被騒音者達は新たに健康診断を受け、二回目の騒音に関する質問を含んだ質問調査に回答した。当初の調査対象者の約10%の人が Arlanda 空港の近くに今も住んでいる。心臓疾患の優位性と心臓血管系の疾患の薬物治療の航空機騒音暴露との関係について解析する予定である。質問調査により収集した潜在的な妨害要因の影響を調べるために合計417人の被騒音者を調べており、うち116人は実際に航空機騒音の暴露を受けている人、残り301人は暴露されていないコントロールである。高血圧が優位な人は、騒音暴露ありの人のうち39.7% (95%CI 31.1~48.9)、なしの人では24.3% (95%CI 19.4~29.1) だった。これら二群の人たちは、年齢や喫煙習慣、騒音感度について差がなく、それらの要因に左右されているとは考えられない。この早期の発見は、航空機による騒音暴露が高血圧の進展に重要な役割を果たすという仮説に合致するものである。

F. Chopard 他 [345], 航空機騒音と飛行

経路監視をインターネットを介して行う革新的システム ANAIS

空港当局は、周辺地域に近隣保護団体増大により、空港の発展には環境的側面、特に騒音被害への配慮が必要なことを理解するようになった。環境騒音の評価・管理に関する歐州指令 2002/49/EC は空港当局が常時騒音監視に関心を持つよう強調している。15年間以上の環境関連プロジェクトを通じて「01 dB 音響・振動」では騒音・気象データ収集と飛行経路監視を同時に行なう画期的な測定システム ANAIS を開発した。このシステムは、ネットワーク配置される、コンパクトな騒音監視標識と強力なデータ解析処理装置で構成され、空港管制情報システムと接続され、次の機能を有する。

- ・航空起因の単発騒音検出と管制情報等との関連付け
- ・騒音の観測結果の統計情報処理と飛行経路の描画と監視
- ・利用者の便を考えたグラフィック表示
- ・日々の苦情処理
- ・騒音及び飛行経路の基準超過自動識別
- ・自動帳票出力
- ・監視結果のインターネット配信

P. J. M. Stallen 他 [846], 航空機騒音による睡眠障害の感覚的な重要さ：マスメディアと MINDSET の重要性

額縁は絵の鑑賞を助ける。環境騒音による睡眠妨害に対する音響的及び非音響的要因による額縁は人が感じる騒音の深刻さをどの程度変えるのだろうか。筆者らは航空機騒音による睡眠妨害についてこのことを検討するため二つの実験を行なった。学生を無作為に二組に分け、片方はオランダ人の誘拐に対する抗議集会の新聞記事を読み、他方は航空機騒音による睡眠妨害の科学的な研究の成果に関する記事を読ませた。第二組に参加した学生には前もって様々な強さの航空機騒音暴露を受けさせた。このとき、飛行機の音で目が覚

めるのがどれ位悩ましいかを 15 通りの日常的口論のリストからどれか一つを選ばせて程度を表すことで測定した。その結果、まず、いずれの実験でも、飛行機による覚醒以外、記事の種類によって生じる悩ましさが異なることはなかった。航空機による睡眠妨害について読む仕事をした学生は平均すると覚醒の程度について悩ましさの度合いがより高いことを報告した。第二に、実験に参加する前に航空機騒音に暴露されると悩まされる程度に影響を及ぼした。低レベル暴露の場合は高レベルの場合より悩まされる度合いが低かった。実験結果を額縁、すなわち音響的及び非音響的要因の重要性と関連づけて騒音のうるさきを論じる。

B. Berglund 他 [518], 航空機・道路交通の騒音に暴露される子供達の環境健康モデル

子供の健康に関する環境健康モデルを構造方程式モデル技術 (SEM) により検証し成功した。多数グループでの SEM をイギリス、オランダ、スペインの空港周辺に住む 9-10 歳児 ($n=2808$) の学校及び家庭環境に応用した。一般的な前提によるモデルと経験的な複数グループでのデータの間に良い一致が見られた ($RMSEA = 0.019$; $GIF = 0.96$)。このモデルによれば、航空機騒音は航空機のうるさきに大きな影響を及ぼしているが、道路交通騒音は道路交通のうるさきに小さな影響しか及ぼさず、また両者はそれ以外の暴露と無関係である。さらに、航空機騒音のうるさきは症状や睡眠妨害に小さな影響しか及ぼさないが、道路交通騒音のうるさきは大きく重要な影響を及ぼす。子供の全般的な健康は、道路交通騒音で確かめられたことだが、睡眠妨害の程度を左右する。特に(屋外でなく) 屋内での子供達の心理的回復は道路交通騒音についても航空機騒音についてもうるさきを中和させる効果が大きい。大人による社会的な支援が睡眠妨害に及ぼす効果は直接効果としてはごく小さいが、心理的

回復やうるさきを介する間接的効果は大きなものがある。

N. S. Timmerman [426], 複合騒音の音源についての測定と予測

地域環境騒音の影響を評価する場合、複数の騒音源の（相互の）作用は極小化されたり無視されたりすることが多い。この論文は音源が二つ以上ある状況について（それが通常であるが）の現行の測定や予測の方法について論じる。現場測定における騒音事象（？）や複数の監視装置の活用に着目する。本論文で論じる環境騒音の音源は航空機や列車、背景騒音、自然の音である。環境騒音予測においてこれらの音源を結びつける方法として何か使えるかについても論じる。

W. Babischa 他 [503], 様々な騒音源のうるさきが心筋梗塞の危険性に及ぼす影響：NaRoMI 研究プロジェクトの結果

本研究は道路交通騒音や作業騒音と心筋梗塞（MI）の発生の関係についての検討を行なった。調査対象と比較基準（control）を併せて合計4,115人の患者を調査した。様々な騒音源によって起きるうるさきが健康影響として現れる際の統計的な関係に焦点を絞る。統計解析においては想定されるすべてのうるさき変量を同時に解析に含めた。女性被験者では道路交通騒音、男性は航空機騒音がMI発生を予測するうえで重要な変量であるという結果が得られた。総合得点とあらゆる環境騒音源からのうるさきの得点の最大値には明確な関係は見られなかった。オッズ比変更の可能性を評価するため、統計的な解析で主要な効果を与える要素と相互作用を及ぼす要素を対にして取り扱った。その結果、オッズ尺度上で騒音のうるさきの要因の間に乗算的な相互影響があるとして修正を示唆するものはなかった。個々の騒音のうるさきの評価に基づいて、騒音が健康に及ぼす総合影響を調べたが、不明瞭な結果しか得られなかつた。統計的モデルでは、様々な要因を独立し

た要素として取り扱う方が良い。

S. A. Stansfelda 他 [391], RANCH 研究プロジェクトにおける認知性能への道路交通及び航空機の騒音暴露の複合影響

航空機騒音と道路交通騒音に慢性的に暴露されることの影響を、オランダ、スペイン、イギリスの三つの基幹空港の周辺の89の学校の9～10歳の児童2,844名を対象にRANCH研究プロジェクトとして横断的に調べた。児童の選択は、学校が航空機と道路交通の騒音暴露を受けている程度に基づいて行った。児童は教室で標準化した認識評価（作業）を行った。航空機騒音の主な影響は、読解力と話の記憶により論証したが、その際、性別や両親の職業、家の所有権、母親の教育歴、教室の防音の程度、自宅で話す言語、両親の支えの程度、長期疾患及びグループ行動の観点から調整を行なった。検討の結果、道路交通騒音については、影響は認められなかった。航空機騒音と道路交通騒音の複合影響を調べたところ、後者が大きくなるにつれ、前者の読解力への影響は消えていった。話の記憶についてはそうした効果は認められなかった。今回の研究は、これら二種類の騒音が認知テストに及ぼす複合影響を調べた最初の事例であり、上述の結果は道路交通騒音が航空機騒音の読解力への影響をマスクすることを示すものかもしれない。しかし、騒音政策への教訓とするには、こうした研究を繰り返し行ない、知見を確固たるものにする必要がある。

M. A. Burgess [655], 複合環境騒音の基準

環境騒音の許容基準の確立は、住民反応の主觀性により、立法者にとって挑戦的である。騒音レベルが高ければうるさきを引き起こし、低ければ容認できるのは明らかだが、立法者はその境界値と適合判断基準を定義あるいは説明しなければならない。これは単一音源が支配的な場合も難しい仕事だが、複数の音源が関与する場合には一段と難しくな

る。複合騒音源に対する主観反応の研究は、掌中のプロジェクトの目的と対象地域住民の受けている騒音暴露の種類によって方向付けされる。立法者はこうした研究の知見を解釈し、法制度に関する特定ニーズとの関係を評価し、その結果として、新規または改修した施設の提唱者をも含む、地域社会の全体にとって公正な基準に立ち至るようにしなければならない。

J. Hatfield 他 [323], 航空機による大気汚染の感知が騒音への反応を緩和する要因としては働くかどうかの検証

騒音への反応は大気汚染を感じてそれに反応することと様々な経路を介して関係しているのではないか。本論文では、態度や居住への満足、感知制御を介して、大気汚染感知が航空機騒音に対する反応を緩和する可能性を検証する。シドニー空港の滑走路再整備の直後に実施した騒音影響に関する社会調査の調査票に、航空機やその他の原因による大気汚染、航空機に対する態度、居住の満足度、騒音制御の感知に関する質問を含めた。大気汚染の感知とそれに対する反応を全般的な環境に対する反応（不満、被害観）、うるささ（騒音レベルで分類した）と関連付けた。調査結果は、大気汚染の感知が、空港当局や航空旅行への経済影響への態度を仲介して、騒音への反応に影響を及ぼすメカニズムがあるという考え方をある程度支持するものだった。

I. van Kamp 他 [398], 航空機騒音と道路交通騒音のうるささへの複合影響：RANCH 研究プロジェクト

EU の第 5 次研究プロジェクト RANCH（道路交通及び航空機の騒音暴露と子供達の認知及び健康）の目的の一つは慢性的な騒音暴露とうるささを含む生理・心理的健康影響の間での暴露対反応の関係に関する知見を得ることである。学童三つの大規模な現地調査で収集されたデータに基づき、過去の研究に

比較して格段に詳細に暴露対反応の関係を研究することができる。本論文では、学童のうるささの反応を道路交通と航空機の日中～夕方の騒音暴露 (L_{Aeq}, 7-23 h) と関連付けて調べた結果を述べる。データはヒースロー空港 (N=1182), スキポール空港 (N=737), バラハス空港 (N=920) 周辺の小学校の 9~11 歳児 (n=2808) を被験者として行なわれた質問調査によって収集された。児童達は、一連の筆記試験の一部として、健康に関する自覚、睡眠の質、騒音の処理の仕方、うるささ及び騒音の活動妨害に関する質問に答えた。航空機及び道路交通の騒音の影響が個別音源のうるささ並びに総合的なうるささへの相互作用を解析した。複合暴露は多重の相互作用として計算した。その結果によれば、航空機騒音がうるささに与える影響は高道路交通騒音よりも大きかった。同様に、高道路交通騒音暴露は航空機騒音暴露が低いときより高い時の方がうるささへの影響は大きかった。これらの結果は、航空機騒音と道路交通騒音の全体でのうるささではなく、各々、個別にうるささの質問を行なった時の方が成り立つ、いわゆる複合騒音パラドックスを支持するものであった。

T. Moody [147], 騒音の社会影響と公式苦情—クライストチャーチでの研究

クライストチャーチの住民が自宅で受ける様々な環境騒音の暴露の影響の経験について 2002 年に社会調査を実施した。市議会は、1991 年施行の資源管理法の下に、土地利用計画や騒音を含む悪影響の回避、不当または過剰な騒音に関する苦情に関する規定の調査・施行等についての責任を有する。航空交通や道路交通、工場の騒音及びその他的一般近隣騒音の影響を受けている住民を調査の対象にして郵送による社会調査を実施した。調査地域は音源ごとに地域情報に基づいて選び、残る一般近隣騒音地域はいずれの特定騒音源からの影響もないところとして選定し

た。回答は、騒音源ごとに少なくとも 400 データずつ、全体では 1,755 データ得た。調査では回答者が一番悩ましいと感じる騒音源とそれに対する反応について尋ねた。調査結果で特に面白かった点としては、関心の高い音源が交通騒音であること、公式苦情として持ち込まれるものは少ないと挙げられる。さらに、議会に寄せられた騒音苦情とともに寄せられた追加的な情報を調査地域毎に解析して、回答者の属性や防音等の物理対策と比較した。

D. Fenyösa [680], 交通騒音のうるさきに対する主観的な反応

交通騒音には、道路交通、鉄道、航空、航海と様々な音源があって、環境影響とうるさきの最も重要な要因のひとつとなっている。欧州の研究によれば、欧州人口の 65% は WHO の推奨基準を超える高レベルの騒音に暴露されていて、予測可能な形及び不可能な形で、人、環境、社会に影響と変化とを引き起こす。交通騒音のうるさきは客観的な成分と主観成分に分けられる。前者は計測器により簡単に測定できるが、後者は多数の人的要因に関する複雑な研究を必要とする。交通騒音の主観的うるさきを記述する用語は騒音レベルに対する人の反応を記述するためによく使われるが、しかし、どうやればそれを決定できるだろうか。本論文では過去十年の間に行なわれた交通騒音のうるさきについての研究とその成果を列挙し、今後の研究可能性について簡単に要約する。

K. I. Hume 他 [280], 航空機騒音と睡眠覚醒の対策

航空機騒音によって空港に近い地域社会にうるさきや苦情がもたらされ、健康被害の可能性に関する関心も大きくなりつつある。航空機騒音は睡眠中の被験者に cortical and subcortical (自立的な) 覚醒を引き起こす。しかし、騒音による睡眠妨害 (深刻な睡眠不足を起さないもの) と健康の関連は明確で

ない。航空機騒音と前記 2 種類の覚醒の関係について現場測定により検討した。被験者は自宅で 3 晩にわたり polysomnography の記録をした。前もって録音しておいた航空機騒音を毎晩不規則に近い形で提示した。EEG に基くデータを視覚的に採点し、コンピュータベースの心拍反応解析 (HRR)。とともに睡眠段階と覚醒の状態の目隠し分析をした。固有覚醒及び誘発覚醒と騒音レベル、睡眠段階、実験夜数、覚醒の時刻、被験者の年齢、性別との関係を調べた。航空機騒音の暴露に対する自律応答 (HRR) は、背景かつ基準の場合の覚醒の比率 (42%) に比べ、二倍の比率 (84%) で起きるようである。しかし、騒音レベルを変えても HRR には変化は生じなかった。すなわち、暴露対反応の関係は見られなかった。それに比べて、cortical 覚醒は背景または基準条件での覚醒の 5 倍も起こりやすかった (航空機騒音ありで 62%, なしの基準条件では 12%)。そして騒音レベルが高くなると、より主要な種類の cortical 覚醒の種類に対して、明らかに妨害も増大した (暴露対応答)。結局、航空機騒音暴露により、浅い覚醒や自立的な覚醒が発生したが、cortical な応答はさらに明らかで顕著な暴露対反応の関係を示した。自立的覚醒はさらに敏感だが、航空機騒音に対する関係はあまり明確ではなかった。

A. Samel 他 [497], 夜間の航空機騒音の影響—DLR 人間特性調査の概要

睡眠への航空機騒音の影響について十分な標本数と方法論に基く客観的な研究が足りず、統計的に信頼できる騒音基準がこれまで示されるに至らないが、当局等に適正な指針を提供するために科学的な調査が必要である。そこで、DLR は夜間の航空機騒音に対する人の反応を実験室実験及び現場実験で検討した。前者については、全 192 人の男女、18~65 歳の健康なボランティアにより 2240 晩にわたる調査を行った。研究所の独立した

建物で、128人の被験者について13晩連続で調査した。16人を比較基準controlとした。112人には一晩あたり4回～128回の航空機騒音（45≤LAS, max≤80 dB(A)）が暴露された。睡眠妨害はEEG, EOG, EMG, EKG, 呼吸, 指血圧などにより寝台に横になった状態で評価した。これらの信号は後で音と関係付けて反応を調べるため音と同時記録した。コルチゾル, アドレナリン, ノルアドレナリンの濃度を全ての晩について尿検査で調べた。夕方と朝には実務作業試験と疲労度, 気分, うるささに関する質問調査を行なった。現場実験のほうはケルン空港近傍に住む64人のボランティアにより連続9晩にわたり実施した。調査は2004年3月に終了する。世界的に見てもこの調査は野心的でユニークなものである。DLRは夜間の航空機騒音に関する人の反応や妨害効果の程度についての議論に膨大な実験結果に基いて知見を提供し貢献できると考えている。

M. Basner他 [500], 航空機騒音の睡眠に及ぼす影響：DLRにおける実験室実験と2240被験者の夜間のPolysomnographの記録による現場研究の最終結果

睡眠は物理的・心理的な能力の回復に極めて重要であり、環境騒音はその睡眠過程を混乱させる可能性がある。夜間の航空交通の運航と制限のための科学的基準を開発するためにDLR航空医学研究所では、1999～2003年に掛けて、四つの実験室実験と二つの現場実験によって夜間の航空機騒音が睡眠、気分、立ち居振舞いに及ぼす影響を調査した。実験室実験では、18～65歳の被験者128人について13晩連続で調査した（合計1664晩）。午後11から午前7時までの間、45dB～80dBの航空機騒音が4回～128回再生された。結果は合計で64の課題と576夜について行われた二つの現場実験の調査結果と比較された。ここで、音圧レベルは屋内と屋外で同時に測定された。電気生理学信号はpolysom-

nography, EKG, 呼吸作用、および活動記録を含んでいた。

音響データとの同時記録は発生事象と関連づけた分析が保証される。

結果：変量模型ロジスティック回帰は覚醒を引き起こすLAS, maxとdose-response curvesに依存する騒音の予測に使われる。研究室と野外での覚醒確立の比較は著しい相違を示した。これらの結果を基に、夜間航空交通を制限するための新しい規制が展開される。

結論：超大型データベースと新しい統計手順のコンビネーションが睡眠時における夜間航空機騒音の影響の正確な予測を可能とし、それは空港近隣の住居者を保護する進歩的な規則を提案するために使うこともできる。

W. F. Hofman他 [733], 交通騒音の睡眠覚醒への影響

目覚めと覚醒による断眠は昼間の疲労が主な原因である。目覚めと覚醒について三つの異なる交通音源による影響が実験された。刺激による神経システムの活性化は皮質覚醒（EEG）と皮質覚醒（autonomic）の両方を伴い、脳波と鼓動の両方に対する騒音の影響が測定される。実験室内で8夜別々に睡眠時に7人の若い男性の被験者に、航空機、列車、及びトラックから録音された45, 65, 及び75dBの騒音レベルがランダムに呈示された。これらの夜は静寂な夜と比較された。電気眼球図、脳波、筋電図、心電図、及び騒音レベルが記録された。事前刺激及び本刺激における脳波覚醒、心電図覚醒及び目覚めはそれぞれの騒音の状態について分析された。加えて、反応は自発的反応に対する検査のため、静止期間における虚偽の刺激と比較された。相対的な危険分析は騒音に関して、騒音源に関わりなく静かな夜よりもかなり多くの目覚め（ $p < 0.005$ ）を示した。列車や自動車からの高い刺激は低い刺激よりも多くの目覚め（ $p < 0.01$ ）をもたらした。脳波覚醒の

発生確率は 45 dB(A)の刺激に対するものよりも、65 dB(A)の刺激に対する方が高かつた。しかしながら、75 dB の列車刺激はこの結果を示さなかった。

騒音源に係わらず、騒音レベルが 45 dB(A)と 65 dB(A)の状態で、脳波への顕著な妨害が見られた。75 dB(A)の状態ではこの結果はさほど明確ではなかった。騒音は 45 dB(A)より高い騒音レベルであり、それが音源の種類、刺激の発生時間や継続時間にかかわらず睡眠を妨害する。

M. Brink 他 [742], 航空機騒音と夜間の始まりと終わりの時点での睡眠品質の関係に関する長期現場実験

多くの空港ではなんらかの形で夜間の離着陸の取り扱いが制限されている。それ故、夕方や夜間に航空機騒音による睡眠妨害が起こりやすい。本現場研究では、夕方眠りに着く時と早朝目覚める前の睡眠の質に航空機騒音が及ぼす影響に焦点を合わせる。事前に録音した航空機騒音を被験者の寝室内で再生して暴露させた。実験は被験者ごとに連続 30 晚にわたり実施した。64人の被験者で合計 1920 晚の結果を得た。実験は、騒音時間配分（夕方か早朝）、最大騒音レベル（50 dB か 60 dB）及び騒音回数（8 回か 16 回）の各要因に関する三元配置により行い、夜の始まりと終わりの頃の 90 分の間に寝室で航空機騒音をスピーカから再生した。上記要因の夜間内の組合せは被験者の間でバランスがとれたものとした。各被験者の騒音暴露総量が等しくなるように管理した。生理的な反応及び自己申告による心理的反応を従属変数として測定した。睡眠の生理反応（アクチメトリー、心機能、呼吸機能のパラメータ）を非侵入型の記録装置を開発した。測定原理は心臓・呼吸器系によって発生する振動が体からマットレス・寝台へと連結伝搬することに基づいており、これを寝台の脚に取り付けた圧力センサーで記録する。

A. Smitha 他 [44], 騒音暴露、騒音感度、睡眠及び被験者の報告による健康状態への騒音の障害に関する継続的研究

この研究は騒音暴露、騒音感度、及び騒音睡眠障害と健康との関連を調査する研究プロジェクトの一環である。以前の横断的調査では、騒音暴露、騒音感度と健康との関連は主として否定的感情の個性特色を反映することが示唆された。しかしながら、1回の covariates（共変量）の否定的感情（negative affectivity）できえ、騒音睡眠障害と健康との関連は維持される。騒音による睡眠障害が健康を損なうのか、または病弱な故、騒音による睡眠障害に敏感になるのかどうかが不明確である。したがって、因果関係の、より明確な目安を得るために、2つの変数における変化を調べるための縦の研究が実施された。275人のボランティアが騒音暴露、騒音感度を評価するアンケートを終了した。騒音睡眠障害の変化と健康の変化の間には関連がないことが分かった。この結果の考え得る理由について議論される。

U. Muller 他 [511], 航空機騒音の睡眠への影響：DLR における実験室実験及び現地調査の音響面の仕組みと結果

DLR の航空医学研究所は 1999 年から 2003 年まで、睡眠、ムード、および行動に対する夜間航空機騒音の影響を実験室と屋外の実験により調査した。両方の研究で音響的な解決策が要求された。これは 24 時間運用しているケルン空港で実施された特に信頼できる屋外実験である。

方法：空港近くの住宅屋内で航空機騒音を記録するために、校正したクラス I タイプの騒音計が使用された。研究室では、各寝室で 45 から 80 dB の騒音レベルの音が、4 から 128 回音響ワークステーションを使って再生されるように予め調整された。野外では、屋内と屋外で電気生理的な信号と同時に騒音レベルを記録するために 3 台の騒音計が使用さ

れた。

結果：実験室と野外状況の間に無視できないほどの相違が観測された。実験室では 128 以上の航空機騒音が規則正しい間隔で呈示された。離着陸の方向と調査した家の位置は航空機の運航量に依存し、騒音の発生に関係する航空機は一晩当たり 0 から 80 機で、特定の時間間隔で集中していた。家屋の遮音特性は窓の位置に依存し 11 から 38 dB の間で異なっていた。

結論：睡眠への航空機騒音の影響を調査するとき、音響信号と睡眠障害の関連データを準備する必要がある。そうすることにより、これらのデータで、寝室の中と寝室の外で音の状況について判断することができる。

S. N. Baranov [88], 音響負荷を受けている航空機構造物の疲労のモデル化における確率的な手法（要旨省略）

A. H. Marsh [218], ISO 5129 : 2001—航空機の機内騒音の測定に関する国際規格（要旨省略）

C. Popp [414], 騒音軽減策に関する EU プロジェクトの有効性

環境騒音の評価と管理に関する EU 指令 2002/49/EC は 2004 年夏までに加盟国によって実施されなければならない。それ故、騒音軽減策と騒音軽減の概念についての情報を持つことが重要である。EU プロジェクト”騒音軽減策の有効性 (略称 EffNoise)" では様々な騒音軽減対策とその EU の域内の共同使用について、組織的、技術的、法的及び社会・経済的側面からレビューを実施した。関係する対策を集め、道路交通、鉄道そして航空機の騒音に区分して、"騒音軽減のためのパッケージ" として提案した。さらに、重要な騒音軽減策やその組み合わせの有効性を評価する基準を設けた。このプロジェクトの主要な業務は、交通騒音に対する様々な対策パッケージ（音源対策、組織化対策、管理対策、音源管理、伝搬経路対策、受音側対策）

の有効性を、EU 指令 2002/49 ANNEX VI で定義している「騒音レベル別の暴露人口」により、二つの騒音モデルに基づいて評価することであった。その目的は様々なパッケージの順位付けを行い、使った騒音モデルの結果を比較・評価することであった。

Dieter Zollitsch [424], 環境騒音に関する EU 指令に従った統合騒音計算評価（英文難解、要旨省略）

A. Rust 他 [277], 欧州における将来の騒音研究についての戦略的計画

欧州連合ネットワーク CALM 1 (活動期間 2001 年 10 月～2004 年 10 月) は欧州の将来にわたる騒音研究の戦略的計画の決定を目的としている。この計画では、欧州連合全域の環境騒音の低減を推進し、今後二十年の欧州市民の生活の質の向上を図る。2002 年に発表された CALM 1 の戦略についての論文は将来に向けて優先すべき騒音研究事項を概観したはじめての報告である。このネットワークの活動は、騒音の排出及び感知を含む、環境騒音に関連する全ての研究の必要性と優先すべき事項について深く掘り下げ、詳細検討することにも焦点が当てられた。騒音排出の最重要要素は、道路・鉄道・航空機の交通騒音と屋外の設備からの騒音からなる。ネットワークの成果を広範な基礎の上に置くために、大学や研究所、産業界等の利害関係者を集めた特別なワークショップを開催し、幅広い範囲の重要な入力を供給した。本論文ではこのネットワークの背景のみならず、その全般的な状況及び作業結果を報告し、道路・鉄道・航空機の交通騒音の分野における研究の要求事項に関する一番最近の成果を強調しながら記述する。

E. Wetzel [428], 航空機騒音軽減対策の有効性：予測モデルの展望

Nico van Oosten [530], ヨーロッパの 51 空港における現在及び将来の航空機騒音暴露に関する研究

2002年月、EUは、空港騒音の制御に関するバランスストアプローチの一環として運航制限を導入するための規則と手順について共通の枠組みを制定する必要性に答えるものとして指令2002/30/ECを承認した。その指令の下に対策の適用と有効性を評価するために、調和モデル(SONDEO)が開発され、それによりヨーロッパ51空港において包括的な検討が実施された。様々な運航シナリオについて現行及び将来の空港周辺の騒音状況を計算した。その結果、更なる対策活動を取らなければ、航空機騒音に暴露される人数は2015年までに増加する。それ故、騒音状況悪化を防ぐ更なる行動を取ることが必要であり、様々な騒音対策の有効性が評価されている。その結果、2007年までの短期間においては個別の対策により騒音状況は改善されそうだが、2015年までの長期間では交通の増加によりその対策効果が相殺されてしまう。要するにどれか一つ行動を取っても2015年に安定な騒音の状況を保障できず、様々な対策を組み合わせて初めて実現できることといえる。

H. Verspoor他 [466], 夜間騒音対策の有効性

夜間の騒音影響に関する研究は、調査目的に応じて異なる結果を導いており、睡眠の質を総合的に判断できる有効な指標はまだ見出されず、各種騒音対策の有効性を一元的に検証するに至らない。それ故、今のところ個別対策の有効性を調べる際は二、三の異なる挙動について調査する必要がある。その場合、極端な結果を除外すれば有効性の順序付けはそう極端に狂わないが、通常から外れた状況においては直感と合わない結果もあり得ると思わねばならない。

D. S. M. Bonacker [591], 交通騒音軽減に向けた社会的・経済的アプローチ

この論文では、交通騒音軽減に対する社会的・経済的なアプローチを論じる。欧州委員

会ECの委託による「騒音軽減対策の有効性に関する業務契約」の一環として、幾つかの騒音軽減対策について個別的及び一括での効果算定を行った。

社会・経済的対策の典型事例は騒音に関する自覚の喚起、訓練と教育、行動の規制と認可(アクセス規制等)、経済的動機付や刺激、環境税である。環境税やアクセス規制を除くと、社会・経済的な手段は全般にソフトな対策に属し、その効果は間接的に測定評価することしかできない。それでも、その対策効果は、騒音軽減を強化する上で重要な、非常にユニークな利点を持つ。ECの加盟国も地方自治体(地方レベル)もたいていの社会・経済的対策を実施する主体としてふさわしい。欧州連合は、研究と事業を促進する計画を推進することによって主導権を握ることができる。

V. K. P. Irmer [676], 騒音に関する世界的政策は必要か？

環境保護に関し、幾つかの原則があるのは常識である。技術面では、(i)最優先原則は発生源での低減、(ii)次善は伝搬経路での低減、(iii)最後は暴露を受ける住民の近傍での対策である。法的には、(i)汚染者負担の原則、(ii)予防的措置の原則、(iii)協力の原則の順である。過去、これらの原則は様々な国で様々なやり方により実施に移されてきたが、誤解や時には、例えば、排出規制値が(非関税)貿易障壁として使われるという現実の問題を引き起こす。世界的な騒音政策の第一の条件は、調和的な基準があって、排出値と暴露値をともに記述・評価するのに使えることである。これについてはCENやISO、各国の規格審議団体があり、いい方向にある。第二の条件はあらゆる種類の製品の騒音排出規制である。この事例としては欧州の法制が挙げられる。ただし、もっと改善できるとは思うが。工業界は、グローバル化が経済問題だけではなく環境問題にも関係する

ことを知るべきである。騒音暴露の問題が世界的に調和の取れたものであるべきかを議論することもできる。欧州法制が2002年に作業を開始したように、少なくとも騒音評価指標と評価方法は、騒音環境の明確な記述を可能にして様々な状況を比較できるようするために、世界的に同じにすべきである。

P. Bite 他 [95], 交通騒音評価におけるA特性とラウドネスレベルの比較

ヨーロッパ諸国ではA特性等価騒音レベルによる地域環境騒音を評価するところが増えている。しかし、 L_{Aeq} と全体的な妨害度やうるささとの関係が明確でないため、別指標を求め継続的に議論されてきた。例えば、SchomerはA特性に勝り代替するものとして等ラウドネスレベルセンターに基づく動的な周波数特性を重み特性に用いることを提案している。この論文では、標準的なA特性とISO 226の等ラウドネスレベル重み、そしてISO 532 bによるZwickerのラウドネス計算法の間の類似と相違を調べるために、一般的な空港騒音や単独車両走行騒音を含む、1/3オクターブバンド雑音の膨大な監視データベースを解析した結果を報告する。それによれば、通常の環境騒音評価では、これらの指標間に幾らかの差異はあったが、A特性に代えてラウドネス評価を採用するのを正当化するほどではなかった。しかし、航空機騒音については、ISO 532 bのラウドネスレベル測定とA特性との違いが大きかったので、さらに主観調査をしてみる必要がある。

J. M. Downing [537], 航空機騒音分析のための騒音シミュレーションモデル

現在、騒音シミュレーションモデルはコンピュータの能力が高まり、航空機騒音を評価するために適したものとなっている。現在の航空機騒音モデルは、総合的な騒音暴露を計算することを前提に統合されている。しかしながら、この前提は地形、防音壁、気象、および航空機の音源指向性の影響をモデル化す

る能力を大いに制限している。NMSimなどの騒音シミュレーションモデルは、より正確な騒音暴露計算を提供し、より多くの騒音評価尺度の計算を考慮している。現在の航空機騒音モデルは、DNL、NEF、SELなどの積分型の評価尺度に制限されるが、シミュレーションモデルでは、Time Aboveとaudibilityのような尺度で直接評価することもできる。そのうえ、スペクトル成分が維持されているので、屋内騒音を見積もることができる。ここでは改善された計算方法に関する例を示す。

I. Yamada 他 [250], 気象状態を考慮したエネルギーベースの航空機騒音予測モデル

この論文は気象状態、特にベクトルウインドと温度勾配の状態を考慮に入れたエネルギーベースの航空機騒音予測モデルについて述べる。広範囲にわたり成田国際空港周辺に設置されている多数の騒音監視装置で観測された数年におよぶ気象観測データの統計解析結果から、ベクトルウインドでの向い風、無風、及び追い風における騒音レベルの違いは、仰角が10度より低くなるにつれて顕著になるが、10度より大きい限りではその違いは無視できることが分かった。EGAを計算する際に気象状態について考慮するなら、その傾向について説明することができる。気象状態の影響を考慮して経験的に得たEGA式のセットに基づいて、様々なベクトルウインドと温度勾配状態で利用可能な統合されたEGA方程式を提案し、気象状態の影響を考慮に入れた騒音予測のためのアルゴリズムと、それを用いて計算した L_{AE} センターを示す。

N. Shinohara 他 [227], 気象状態を考慮した航空機騒音予測のための地上過剰減衰の評価

この論文は航空機騒音の予測に必要な気象状態の影響を考慮に入れたEGA（地上過剰減衰）の推定について論じる。周知のSAE/

AIR 1751 計算式による EGA 減衰量は僅かに過大評価であると言われているが、その式は、GTG と ATG の二つの要素からなる簡便化された計算式であるため、いまだ利用価値がある。成田国際空港での測定に基づいて、EGA/GTG が気象状態、特にベクトルウインドに依存して大きく変化すること、そして長期にわたる平均騒音暴露評価の代表として、ベクトルウインドが静穏、温度勾配が中立である気象状態における経験的な GTG 経験式を使うことが妥当であることを報告してきた。更に、個々のベクトルウインドの状態に合うような、オリジナルの SAE 式に似た三つの GTG 式も提案してきた。この論文では、気象状態の影響を考慮した ATG の成分を評価する方法について議論する。一方、長期にわたる成田国際空港の無人騒音監視装置の結果を用いて、仰角が 10-15 度より下では EGA/ATG が徐々に減少し、そして、10-15 度より低い仰角では EGA/ATG はベクトルウインドの状態によって変化することを確認した。最後に、ベクトルウインドで向かい風、追い風、無風を代表させることができ改訂された EGA/ATG 式を提案する。

H. Yoshioka 他 [251], 日本における航空機騒音の評価尺度についての検討

この論文は日本における航空機騒音を評価するための評価量の検討結果について述べる。空港周辺の環境を保全するための環境基準は ICAO/ANNEX 16 の第一版で定義されている WECPNL_I を簡略化した WECPNL_J を使うことで告示されている。この環境基準と WECPNL_J は 1/4 世紀以上にわたり、政府が実施してきた航空機騒音低減プログラムにおいて最も重要な役割を果たしてきた。しかしながら、騒音評価量と環境基準を見直す機運がある。数年前には一般騒音環境基準の騒音評価量 L_{50} が L_{Aeq} に変更され、高速鉄道騒音と航空機騒音について環境基準を再考する必要性が高まってきた。2 年前に成田に

おいて、第二暫定滑走路の運用が始まった時に、WECPNL_J の妥当性に関する議論が持ち上がり、環境省は昨年から鉄道騒音と航空機騒音を評価する方法に関する調査を開始した。航空機騒音の評価量がすぐに変更になるわけではないが、予め騒音評価量が変更になつた場合にそなえて空港周辺対策に及ぼす影響を研究しておく必要がある。ここでは、まず WECPNL_J と基礎をなす前提条件のレビューを行い、次に、国内主要空港周辺で得た騒音データを基本に WECPNL_J と L_{den} の関係のみならず、WECPNL_J と WECPNL_I の関係についても論じる。

T. Bushita 他 [247], 気象状態による飛行経路下における航空機騒音観測の変化

この論文は、成田国際空港において長期にわたって観測された騒音測定データを基に、航空機騒音と気象状態との関係について、簡易的な統計解析を行った結果を述べる。その結果は、航空機騒音測定における気象の影響は一般に 1-2 dB であることを示す。騒音の季節的変動は 1 dB である。気温の影響に関して、気温が 20°C 以下で、気温が高くなるにつれて騒音レベルは徐々に増加し、20-25°C を超過すると騒音レベルは減少する。そのうえ、航空機騒音のスペクトルは気温によって変化する。すなわち、気温が低いときには、音圧レベルは空気吸収により高周波領域で減衰し、湿度が高くなると、60% 以上では、着陸時の騒音レベルはコンスタントに増加するが、離陸時の騒音レベルは減少する。強風のときは騒音レベルは上昇する。

T. C. Andringa 他 [460], 音源分離を用いた住居地域における航空機騒音測定

特定の音源の寄与を測定することは何らかの方式による音源分離なしでは不可能である。ターゲットとなる音の寄与を計るために自動化されたシステムを設計しなければ、音源分離は難しい。この論文は、航空機騒音が卓越した音源ではない環境において、音源の

寄与を測定するために使用する音源分離技術を紹介する。この音源分離と分類技術は, Sound Intelligence により開発され, 原則として, どんなサウンドスケープの開発もモニターすることが可能である。

L. Norgia [372], 亜音速航空機の離陸時における騒音レベルと騒音センター計算の簡便法

空港周辺の地上でのプロペラ機とジェット機に起因する SEL を計算する新しい手法について述べる。その手法はそれぞれの航空機の騒音基礎データとパフォーマンスデータが利用可能であることが前提となる。この手法の新しい基本要素はいかなる航空機のどんな運航状態でも SEL の計算が可能であることである。この手法では個々の航空機のそれぞれの運航形態による SEL と異なる航空機の運航の一連の影響を累積して平均騒音レベルが計算される。この手法で L_{Aeq} のセンターが計算されるが, 基本的な目的は空港周辺の土地利用計画における支援である。ナポリ空港のシミュレーションはこの方法で行ってきた。このプログラムは騒音の地上減衰, 遮蔽, 及び多機種による複合経路などの影響の問題を扱う, きわめて一般的なケースに利用できる。基本的なアウトプットはコンターフットプリントと騒音エリアの計算である。これらは騒音被害の評価とクリティカルな地域の定義を支援する。

S. P. Galis 他 [264], スキポール空港における騒音値許容限度内の年間空港容量の最適化

5本の主滑走路と 50 以上の出発経路を持つスキポール空港は, おそらく世界で最も複雑な騒音規制を前提とした空港の一つである。スキポール空港は年間運航量を基に, すべての滑走路と飛行経路の組み合わせで, 全航空機騒音の寄与を正確に予測するモデルを開発した。このモデルは運航に影響を及ぼす統計的な気象変動に関する相違も考慮に入れ

ている。さらにこのモデルは騒音発生源に関するアルゴリズムを使い, 空港によって異なる運航方法から生じる騒音の負荷を最適化することによって, 決められた騒音限度内で航空機の最大運航量を推定することができる。このモデルは, オランダの航空セクターが, 騒音制限を超える危険性を量化して, それを最小にすることと, 年間の空港容量を最大にするために取られるべき運航方式の決定を可能にする。

K. Adams [182], 航空機騒音の検出一閾値の問題

自動航空機騒音監視システムについて繰り返される問題は, 一般的なバックグラウンドノイズと潜在する航空機騒音を区別する閾値の決定である。閾値が高過ぎるなら, 多くの航空機騒音を取り逃がすし, それが低過ぎるなら, あまりに多くの航空機ではない騒音を記録することになる。そのような問題は主なジェット航空機の運航地域から遠く離れた場所で特に激しく, そこでの騒音は, しばしば他のさほど大きくない地域騒音に混ざって軽飛行機からもたらされるものである。そして住民は頻繁にその比較的低い騒音レベルに関して不平を言う。 L_{90} のようなパラメータの使用による閾値の自動決定はいくつかの事情でよく機能するかもしれないが, 一般に基本的な誤りが課題となる。この論文では, 閾値を決定する取り組みとしてファジー集合を提案する。従来の方法と比較して, より真の航空機騒音が検出され, わずかに閾値に近い航空機以外の騒音が検出されることもあるが, 全体の騒音にはほとんど影響を与えないことが分かる。大きさの閾値に対する同じファジー集合の手法を比較し, 最近の音源認識研究の結果に関連付ける。

E. B. Medeirosa 他 [501], 都市の中心部にある空港からもたらされる騒音パターンとその影響に関する研究

地域騒音の最も深刻な騒音源の一つである

空港近隣での航空機騒音は、航空機の離着陸によるものである。この特別な騒音源を評価し制御するために、幾つかの国々は、対策地域の決定や、許容される騒音の最大値や平均値について明確な法律を制定している。この論文は Belo Horizonte の市街地からほんの僅かに離れたところに位置する典型的な都市型空港である Pampulha 空港の騒音問題について述べる。EPNL を推定するため、平均騒音レベルと周波数スペクトルは FAA (米国) の方法に基づいて、1日の特定の期間、選定された場所で評価された。また、騒音のスペクトルは問題のより明確なイメージを作り出すために測定された。航空機騒音の社会に対する暴露を低減する視点で、空港での最も適した運航状態だけでなく、離着陸の手順の変更も提案する。

G. Papsdorfa 他 [244], 航空機騒音記録のための分散同期マルチチャンネル測定システム

航空音響学の分野はますます重要性が増し

ている。この分野の1つの領域は、離陸、水平飛行、及び着陸時の航空機騒音の聞え方に関係がある。これは騒音の記録の問題だけでなく、それらが発生するメカニズムと地表面でそれらが引き起こす影響を明確にすることも問題である。航空交通の増加と住民の環境に対する認識の増加が、航空機が発生する騒音の低減と、飛行経路の最適化による騒音の影響を最小にするような調査を実施するきっかけとなる。最小限の努力でそのような航空機騒音を広域にわたる現場で得るために、60個のマイクロホンと主局からなる測定システムを設計した。このシステムの核となる要件は、高度の移動性、柔軟性及び、優れたデータ保全と確実な構築であり、個々の測定点間を有線で接続することを排除した。サンプルを記録するだけでなく、それらの騒音レベルと 1/3 オクターブスペクトルのリアルタイム表示の提供する。

内外報告

第18回国際音響学会議 (ICA 2004)*

山田一郎** 吉岡序***

1. はじめに

第18回国際音響学会議 (18th International Congress on Acoustics, ICA 2004) は、日本学術会議、(社)日本音響学会、(社)日本騒音制御工学会の共同主催のもとに、2004年4月4日(日)～9日(金)の6日間にわたって国立京都国際会館で開催された(写真-1)。また、その前後に、音楽音響と室内音響に関するサテライトシンポジウムがそれぞれ奈良と淡路島で開催されたが、本報告ではICA 2004の本会議について第18回国際音響学会議報告書を基に紹介する。

2. 開催に至る経緯

国際音響学会議 (International Congress on Acoustics, ICA) は、1951年にオランダのデルフトで第1回の会議が開催されて以来、3年おきに世界各地で開催されており、ほぼ、アメリカ、ヨーロッパ、それ以外の国というローテーションで開催地が決められている。日本では1968年に東京で開催されており、今回が2回目であった。開催地は毎年開催される国際音響学会 (International Commission for Acoustics, ICA) の理事会で決定されるが、1994年頃から、そろそろもう一度日本でという声が聞かれるようになり、1998年アメリカ・シアトルで開催された第16回国会議 ICA 98 のおりに開かれた

ICA 理事会で、第18回国際音響学会議を京都で開催することが正式に決定された。これを受け、日本音響学会と日本騒音制御工学会のメンバーを中心とする実行委員会が発足し、計17回の実行委員会を開催し、準備を進めた。その準備期間中、経済回復の遅れや、新型肺炎SARS、鳥インフルエンザの影響などいくつかの不安要因が重なり、開催自体が懸念される時期もあったが、結果的に大きな影響を受けることなく、大成功裡に会議は開催された。

3. 開会式

開会式は4月4日(日)午後2時30分からメインホールにおいて執り行われた(写真-2)。式に先立ち、能囃子が4人のシテ方により約10分間演奏された。舞台上に緋毛氈が敷かれ、大きめの松盆栽が一鉢置かれた中、客席の照明が落ち、舞台上に照明が当たると同時に能囃子(安宅)の演奏が始まった。日本人外国人を問わず、身を引き締めるのに十分なものであった。

まず、組織委員長の難波精一郎先生から挨拶があり、引き続き主催者として、日本学術会議会長、日本音響学会会長、日本騒音制御工学会会長、国際音響学会会長の挨拶の後、内閣総理大臣のメッセージが読み上げられた。開会式の間、能囃子の演者や挨拶された方の顔が、舞台後壁に設置された大きなスクリーンに映し出され、大きな会場にもかかわらず、聴衆は臨場感を十分に味わうことができた。

4. 本会議

本会議は4月4日(日)～9日(金)の6日間

* Report of ICA 2004, by Ichiro Yamada and Hisashi Yoshioka (Aviation Environment Research Center)

** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター所長

*** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター騒音振動部 部長代理



にわたって行われた。47ヶ国から1,332名の一般登録者（内、国内723名）と91名の同伴者（内、国内21名）が参加し、*Acoustical Science and Technology for Quality of Life*（人間生活の質的向上をめざした音の科学と技術）をメインテーマとし、4件の基調講演、11件のキーノート講演をはじめ、99のセッションで合計965件の発表が行われた。

航空機騒音関連の発表は10件あり、複数のセッションにおいて発表された。山田が、Urban Aerodynamics Ltd. の N. Standen と司会した Modeling and prediction methods for aircraft noise and railway noise のセッションは二日目に行われ、ここで発表された講演の数は4件であった。吉岡の発表もここで行われた。なお山田は三日目の Environmental noise policies and the information of the citizens のセッションで、成田国際空港振興協会武士田氏は四日目の Noise and Vibration で発表した。バンケットは三日目の夕方に会議と同じ京都国際会館の「さくら」において開催された。当初は庭園で行われる予定であったが、夕方から夜にかけて雨となる予報のため、急きょ屋内での立食形式に変えられた。

5. 航空機騒音に関する論文タイトル

以下、航空機騒音に関する題目、著者を紹介

する。著者のあとのカッコ内は発表日とセッションを表すコードである。

R. Sugimoto 他 [Tu 5. G. 2], 航空機エンジンバイパスダクトでのマルチパス伝搬と減衰の予測

Y. Lu 他 [Tu 5. G. 4], 航空機エンジンの内側を覆った多数排気ダクトにおける騒音伝搬モードの分析

R. Weber 他 [Tu 5. X 1.3], 航空機の機内シミュレータによる搭乗員の快適性に関する騒音影響の研究

T. Gjestland [Th 4. X 1.1], ノルウェーにおける航空機騒音の反応

I. Yamada [We 2. X 1.6], 日本における空港と地域社会との騒音管理についての協力

N. M. Standen [Th 2. F. 1], カナダの航空機騒音モデルの幾つかの応用

H. Yoshioka 他 [Th 2. F. 2], 日本におけるエネルギーベース航空機騒音予測モデルの最近の開発

H. Notley [Th 2. F. 3], 回転翼航空機騒音に対する社会反応に関するモデル開発実験

T. Bushita 他 [Th. P 2. 12], 自動騒音監視のためのマイクロホンの高さに関する航空機騒音の不確かさの測定

B. M. Efimtson 他 [Th. P 2. 13], プロペラ機の機内騒音の評価に関する実地テストの方法

航空環境を取り巻く話題

JAL グループの環境への取り組み*

松 元 泰 志**

1. はじめに

21世紀は環境の世紀と言われている。実際、ほとんど毎日のように新聞紙上で環境に関する記事が掲載され、新商品の宣伝でも、多くが環境に優しいことを強調している。一方、京都議定書が2月16日にいよいよ発効となったが、日本の目標として設定されている温室効果ガス排出量の1990年対比6%削減を達成させるためには現在考えられている施策だけでは不足で更なる手当が必要とのことでさまざまな議論が展開されている。特に民生と運輸の排出量の伸びが著しく、今後この分野での増加抑制への取り組みが注目されることは間違いないであろう。運輸部門の中に占める航空業界の二酸化炭素排出量は4%程度と少ないもののJALグループとして見た場合、企業単体で排出している量は多く、排出量削減への努力を今後ますます強化していく必要があると認識している。このような状況を踏まえながら本稿ではJALグループの環境への取り組みについて紹介する。

2. 基本方針および推進体制

2002年10月の日本航空（JAL）と日本エアシステム（JAS）の経営統合により形成さ

れた新JALグループでは、グループとしての環境活動を更に推進するため、グループ全体に適用する環境基本理念および環境行動指針を以下のように設定したとともに、推進体制も2004年4月の完全統合を契機に新たな体制を構築した。

A. 「JALグループ環境基本理念」（2002年10月制定）

JALグループは、公共交通機関としての使命を果たす一方で、化石燃料の消費や騒音等、環境への負荷を与えています。私たちは環境への取り組みを経営の重要課題として認識し、地球環境との共生を目指して、すべての事業活動を通じ環境への負荷の抑制に努めます。

B. 「JALグループ環境行動指針」（2002年10月制定）

- (1) 環境に係わる法令・規則の遵守はもとより、更に積極的に環境への取り組みに努めます。
- (2) 各種エネルギー、資源の効率的な利用を促進します。
- (3) 廃棄物の削減と適正な処理及びリサイクルの推進を図ります。
- (4) 地球環境に配慮した航空機を含む物品、資材等の選定に努めます。
- (5) 環境意識の向上と社会貢献に努めます。

C. 推進体制

- (1) 2004年4月、グループCEOの下に新たにCSR委員会を設置し、経済・

* Environmental Activities of Japan Airlines Group, by Matsumoto Yasushi (Vice President, Environmental Affairs, Japan Airlines Corporation)

** (株)日本航空 地球環境部 部長

社会・環境からの視点、所謂トリプルボトムラインのバランスの取れた企業発展を目指すべく体制を強化した。この委員会の下部機構として、従来の「JAL グループ地球環境委員会」を「CSR 委員会地球環境部会」に改編するとともに、「JAL グループ地球環境委員会関係部長会」についても JAL, JAS 両者に設置されていた「地球環境関係部長会」との統合を図り、「CSR 委員会地球環境部会関係部長会」に改め、それぞれのメンバーに各機能セグメント（整備、運航、客室、空港、国際旅客、国内旅客、貨物）の代表を追加して強力な推進体制とした。

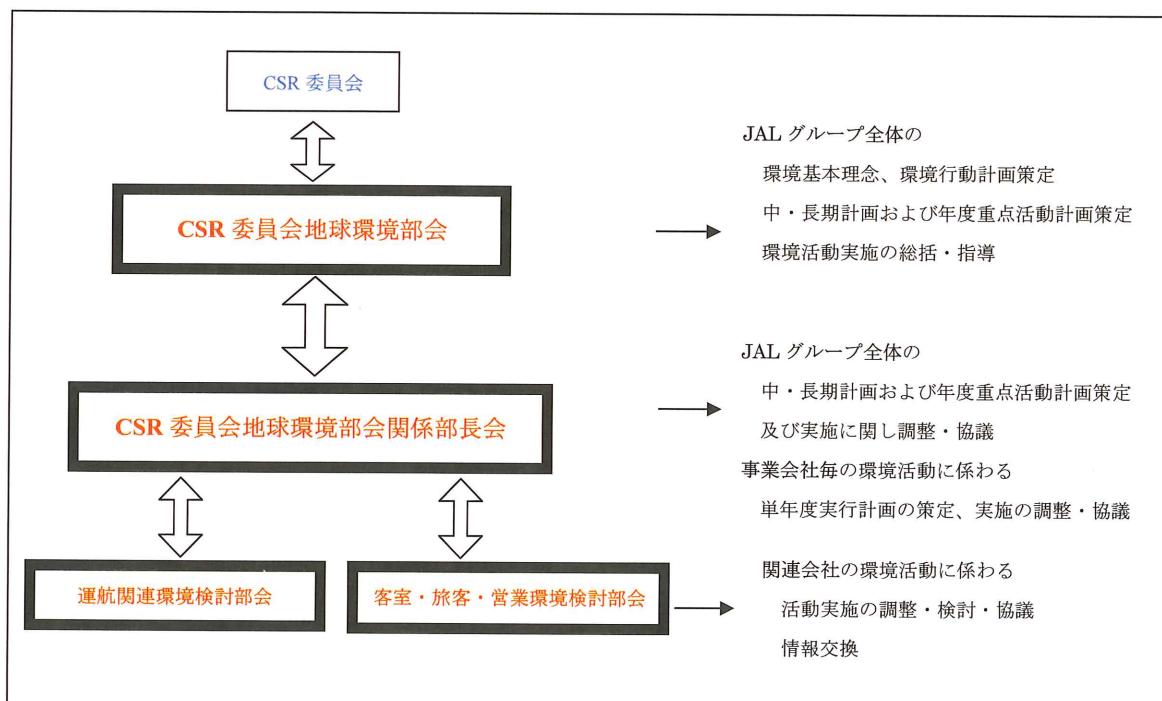
- (2) 従来関連会社との環境情報交換・環境活動調整を目的に JAL と JAS に組織していた「関連会社地球環境連絡会」を統合したうえで、「運航関連環境検討部会」および「客室・旅客・営業環境検討部会」に再編しグループ一

体となった環境活動を推進できる体制とした。

これら体制の下、JAL グループは 21 世紀に於ける企業と地球環境の共生を目指し、日々の事業活動において環境負荷の低減および自然環境の保護に最大限努力するとともに、環境情報の積極的開示を通じて、社会に開かれた透明性のある企業としての信頼を築いてゆく（図-1）。

3. 「環境自主行動計画」の策定

新 JAL グループに適用する共通の「JAL グループ地球環境活動中・長期計画（空のエコ 2010）」（www.jal.jp/corporation/index_kankyo.html）及び「2004 年度重点項目活動計画」を策定し、04 年度からはグループの年度重点項目活動計画を日本航空インターナショナル（JALI, 旧 JAL）および日本航空ジャパン（JALJ, 旧 JAS）とも自社計画として実施することとし、各々の事業活動について「環境自主行動計画」を作成し、後述のような環境活動を更に推進することとし



た。また、グループ内のその他の会社においても、「年度重点活動計画」及び「環境自主行動計画」を作成し、環境活動を推進している。

4. 環境マネジメントシステム

整備本部部品事業部機体装備部（旧 JAL 機装工場）は、1999 年 1 月 18 日に日本の航空業界で初めて環境マネジメントシステム認証「ISO 14001」を取得し、その後 2001 年 11 月に実施された 3 年目の更新審査および成田地区旧装備工場との統合拡張に係わる特別審査を経て、部品事業部全体を登録範囲として認証を更新した。また、JAL カーゴの基地である成田空港の貨物部門（成田貨物支店）においても ISO 9001（品質管理に係わる国際規格）の認証取得に引き続き、2002 年 11 月に ISO 14001 の認証を取得した。更に、2003 年 3 月には、成田整備事業部で ISO 14001 の認証を取得。

一方、旧 JAS のドック整備担当部も 2004 年 2 月に旧 JAS として初めて ISO 14001 認証取得を果たし、翌 3 月のエンジン事業部での取得と併せて、グループ会社の（株）エージェピー、日航ホテル東京を含めると、2003 年度までに ISO 14001 の国内認証取得サイトは 7 カ所となった。さらに、04 年度は、JALI の羽田整備事業部が 3 月に認証を取得し、これにより環境負荷の大きい整備部門のすべてが ISO 14001 を取得したことになった。

5. 環境保全への具体的取り組み

（1） 地球温暖化防止への取り組み

地球温暖化対策推進大綱（現在見直し作業中）における運輸部門の二酸化炭素排出量は 1990 年度比で 17% 増に抑制することが目標となっている。航空業界の運輸部門における二酸化炭素排出量は約 4% と決して多くはないが、業界として可能な限りの削減を行うべ

く原単位での目標を掲げている。

1998 年 1 月、運輸省（現国土交通省）の要請を受け、航空業界では定期航空協会を中心に関連 9 社（現 15 社）が航空業界「地球温暖化防止ボランタリープラン」を作成し（表-1 参照）、その取り組みの強化を図っている。

また、日本経団連に対しても「環境自主行動計画」の形で、ほぼ同一内容のプランを提出し、旧 JAL 及び旧 JAS 個別に 2003 年 10 月には第 6 回の進捗状況報告を実施した。

表-1 の具体的施策の中でも最も効果があるのが機材の更新である。航空機の技術進歩によって、座席距離当たりの燃料消費量は、過去 20 年間にほぼ半減しているが、2004 年度には、JAL グループで併せて 747-400 F・2 機、B 777-200/200 ER 3 機、B 777-300 2 機、B 767-300 ER 4 機、DASH 8-Q 400 2 機の高燃料効率機材を導入した。また燃料消費効率化に努めることにより、2003 年度は ATK* あたり 1990 年度比 10.4% 削減を達成

表-1 航空業界「地球温暖化防止ボランタリープラン」

数値目標

「輸送単位あたりの航空燃料の消費に関わる二酸化炭素排出量を業界全体で 2010 年までに 1990 年対比 10% 改善する」

具体的施策（抜粋）

- ・燃料消費効率の良い機材への更新及び導入を推進。
- ・通信衛星や航法衛星を利用した新航法システム（CNS/ATM）やカテゴリー III 運用等を積極的に導入し、飛行経路・時間の短縮、運航精度の向上を目指し燃料節減に努める。
- ・日常運航において、最適飛行高度、最適飛行速度、最適飛行経路を飛行計画に反映し、積極的に燃料節減に努める。
- ・燃料搭載量の最適化、機体搭載物の軽量化、補助動力装置（APU）の使用抑制、シミュレーター活用による実飛行訓練・審査時間の低減、エンジン試運転時間の短縮化等により、燃料節減に努める。

* ATK：有効トンキロ：航空業界における輸送能力を示す数字。（各飛行区間の有効重量にその区間の距離を乗じて合計したもの。）

した。

今後も積極的な機材更新を行う事等により JAL グループとして 2010 年度 ATK* あたり燃料消費量を 1990 年度比 20% 以上削減という目標値をあらたに設定した。

(2) オゾン層保護への取り組み

従来整備工場で使用していた特定フロンの代替物質への切り替えを進め、全てのトリクロロエタン装置の稼動を停止又は代替洗浄方式に変更、オゾン層へほとんど影響を及ぼさない代替物質への切り替えを 1999 年 10 月に完了した。

空港内貨物用冷蔵庫及び空調装置に使用している冷媒は特定フロン (CFC-12) から代替フロンへ換装を継続実施している。航空機用消火器に使用されるハロンは、現時点では、代替品がない為、法定検査時に一旦抜き取るハロンを回収装置によりほぼ 100% 回収・再生している。更に、建物施設の消火用ハロンについては、消火装置・消火器の新設または更新時に、代替の二酸化炭素への変更を推進している。

(3) 騒音問題への取り組み

技術進歩により飛行機の騒音レベルの改善が進み、最新機材の騒音は 1960 年代の同サイズの航空機の約 1/4 感覚レベルまで下がっている。ICAO の現行騒音基準であるチャプター 3 機材への機材更新状況は、JAL グループ全体では 2002 年 3 月末の期限内に、すべての機材のチャプター 3 機材への変更が完了した。

更に、2006 年 1 月以降型式承認を取得した機材に適用されるより厳しい騒音基準 (チャプター 4) に対しても、積極的な機材更新により対応を予定している。

(4) 大気汚染防止の取り組み

従来、JAL グループ航空各社は、大気汚染物質 NOx・SOx 等の削減の為、燃焼室のデザインや燃焼方式を改善した航空機エンジンの採用装着により汚染防止対策を図るとともに、空港では駐機中に使う電気・エアコン等のエネルギー源として、航空機搭載の補助動力装置 (APU) に代えて極力地上電源 (GPU)・エアコン設備を使用している。

また、自動車の排気ガス対策について、JAL グループ各社はアイドリング・ストップ運動、空港内作業車の電動化、低排出ガス自動車の導入、成田空港における天然ガス (CNG) 自動車の導入等を推進しており、今後もこれらの諸施策を推進していく。

(5) 排水処理・再利用と産業廃棄物削減

エンジン及びハニカム整備作業の洗浄・検査に使用した排水は、イオン交換装置により再生して使用している。また、それ以外の排水は処理施設で水質基準を厳重に管理し、その後下水道へ放流している。

処理施設を有効活用し、処理過程で発生する産業廃棄物 (スカム) のリサイクル (セメント材) を推進するため、各運転・処理能力等を考慮し特定の施設で集中的に処理するシステムの検討を行っている。

廃棄物の削減は、各事業所等で対応してその実績も上がっているが、さらに搬送方法、搬送容器、廃棄物のリサクル等の情報を交換しながら最適な施策を推進していく。

(6) 省資源・リサイクル活動

貨物部門では、貨物のパレットやコンテナへの積み付け時に防塵防水用に使用するビニールシート (年間約 1000 t) を廃棄せず、プラスチック製品再生業者に引き渡し、杭、工事用三角柱や園芸用品等に 100% 再生利用を行っている。更に 2003 年からは、使用済みビニールシートを再びビニールシートや、航空機客室用ゴミ袋の素材に再生し使用する資源循環ルートも確立した。また、木製スティック等の搭載補助器材で廃棄されていたものは、損傷がひどく再生できないものを除き、修理し再利用を行っている。

また客室部門では、機内サービス用品の節減や再利用に努めると共に、到着空港により

機内ごみの中から新聞紙やアルミ缶の分別回収を実施しており、更に事業所では、紙の分別回収、コピー用紙の両面使用を励行し、コピー用紙や社内外向けの印刷物には再生紙を使用することを推進している。コピー用紙の再生紙使用率はほぼ100%である。

制服着用部門（客室、運航、整備、地上職）では、2004年度からの新制服導入に伴い不要となった制服約230tが処分されることとなつた。従来であれば焼却処分としていたが環境への負荷を考慮して制服回収再利用（リサイクル）システムを初めて採用。資源を無駄なく活用（マテリアル・リサイクル：自動車の断熱材等に再生利用）することを目的とした新たな取り組みである。

国内線チケット発券部門では、航空券に印刷するためにポリエチレン系の印字用フィルムが使用されているが、このフィルムは、新型固形燃料RPF（Refuse Paper & Plastic Fuel 古紙及びプラスチックを原料とした高カロリーの固形燃料）に適用できることが判明したので廃棄物を資源として活用していく。

省エネルギー対策としては、冷暖房温度や供給期間の調整及び昼休み・終業時の消灯、OA機器の不使用時の電源OFF等節電対策を励行し、また節水や整備用消耗品等の省資源活動も継続実施しているが今後さらなる徹底を図っていく。

なおJALIの三事業所（成田地区、羽田地区、田町地区）は1999年に省エネ法の第二種エネルギー管理指定工場に指定されているが、三事業所とも電気エネルギーの使用量が比較的多いため同法の改正により2003年度に第一種工場に指定変更となつた。これにより、従来のエネルギー管理員の任命、エネルギー使用量の記録等に加えて、定期報告や中長期計画策定の義務が課せられることになり、より効率的な社内エネルギー管理体制の構築と省エネ施策の推進が求められている。

これに対し、JALJの第二種エネルギー管理指定工場は羽田整備地区のM1/M2ビルと情報システム室の二事業所であったが、M1/M2ビルはエネルギーの使用量が元々少ないので第二種のまま残り、情報システム室は電子計算機の更新および空調機運用台数の削減等により電気使用量を前年度比約50%（460万KWh）と大幅削減に成功したことから、第二種エネルギー管理指定工場の指定が取り消された。

（7） 化学物質の把握・管理

JALは1999年7月に成立した「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（通称PRTR法）の適用事業者であったため、2002年4月に化学物質管理規則（PRTR法対応）を制定し管理の強化を行い、「航空機整備に関する化学物質の移動量と排出量の算出の把握のための管理システム」の構築により、PRTR対象第一種指定化学物質の集計およびMSDSの管理を行っている。

経営統合、JALグループ内の管理強化のため管理システムの共用化を推進している。

（8） グリーン購入

JALグループ全体による環境に配慮した物品の購入を目指して「グリーン購入規則」を2003年度に制定した。この規則では、文具・事務用品のみならず航空機や車両、OA機器、施設・設備、制服など14分野に及ぶ品目を対象に、環境への負荷ができるだけ小さいものを選んで購入するよう働きかけている。

因みに、JALにおける2002年度の文具・事務用品のグリーン購入率は91.8%であった。

6. 環境コミュニケーション

（1） 環境報告書及びその他広報活動

1995年より毎年環境報告書を発行し（英文については1999年より）、JALグループ



図-2 2004年版環境報告書

内各社、社外関係先、および一般のご希望の方に配布してきた（図-2）。また1999年からは、環境報告書をホームページに公開すると共に、英文ホームページも2001年に立ち上げた。

今後とも、JAL グループの環境への取り組みをお客様にご理解いただける様、より一層情報開示に努めていく所存である。

（2）環境会計

環境活動の定量的評価の一手段として、国内航空会社として、初めて1999年度に関東地区主事業所を対象に環境会計のトライアル集計を実施し2000年度からは、旧JAL国内全事業所を対象に、2002年度からは更に旧JAL連結航空会社を加え集計を実施している。環境会計とは、企業が環境活動にかけたコスト（投資額、費用）と環境活動に伴う効果（金額、物量）を把握し、より効率の良い環境保全活動を指向するためのものである。2003年度集計結果はJAL グループすべての航空会社を対象とし「2004年版環境報告書」およびホームページ（環境問題への取り組み）で社内外に向けて公表した。集計結果の概要は、以下の通りである。

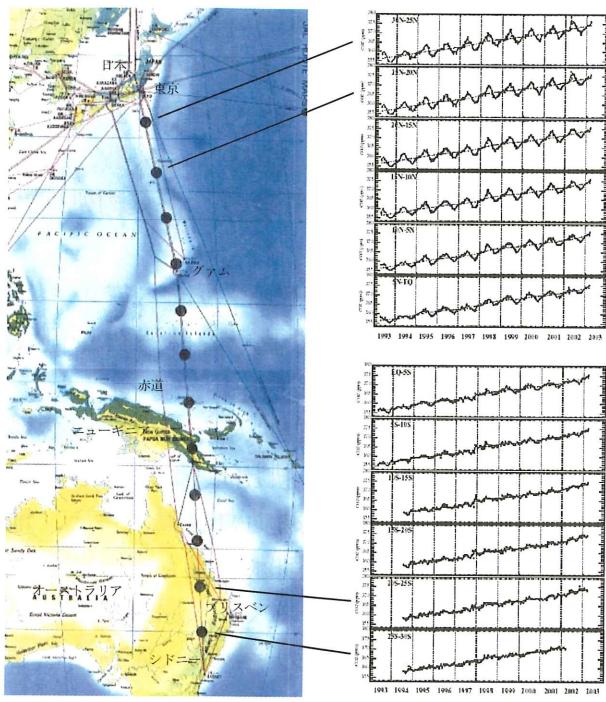
- ①環境コスト/投資額：7億71百万円（新機材及び公害防止対策投資など）
- ②環境コスト/費用額：102億52百万円（機材減価償却費、機材リース費、公害防止対策及び維持管理費、廃棄物処理費など）
- ③経済的効果/84億88百万円（省エネおよびリサイクル効果、燃料消費量削減[見做し効果]など）
- ④環境保全効果：約54万トン（航空機燃料効率によるCO₂排出量削減効果）、その他航空機搭載補助動力装置に替え、地上電源使用による削減効果もある。
なお、新機材購入のコスト、原価償却費及びリース費用は、実際の金額の一定割合額を環境コストとして計上している。

7. 社会活動

（1）大気観測

JALと日航財団は、国土交通省の協力の下に、気象庁気象研究所と共同で、大気観測プロジェクトを行ってきた。この観測は、地球温暖化のメカニズムを解明するため、オーストラリアから成田に向かうJAL定期便に、上空の大気を採取するための特製の装置を取り付け、到着後、その装置を筑波の気象研究所に運び込み、上空の大気に含まれる温室効果ガスの濃度を測定するというものである。観測は、1993年4月に始まり、経営統合後の現在も継続して、月2回のペースで続けられ、これまでに延べ258回を越えた（図-3）。（2005年1月末現在）

1999年度には、この大気観測の解析担当者である気象研究所の松枝秀和主任研究官が、気象学発展のための先駆的な研究を成しとげたとして、日本気象学会から堀内賞を受賞された。また、2000年6月には、JALと日航財団が運輸大臣表彰を受賞した。（詳細は、<http://www.jal-foundation.or.jp> 参照）



●：観測地点
観測ルートと観測地点

上空の二酸化炭素濃度
の経年変化

図-3

この他 JAL は、東北大学が 1979 年より実施している仙台～福岡線の定期便機材での中高層大気サンプル採取にも協力している。(詳細は、<http://caos-a.geophys.tohoku.ac.jp/bujunkan/index.html> を参照)

なお今後の計画として、JAL は日航財団とともに、現行の大気観測を大幅に拡充・発展させる「新大気観測計画」に着手した。これは文部科学省の委託業務として産官学共同研究「定期旅客便による温室効果機体観測のグローバルスタンダード化」と位置付けられている。このプロジェクトは東北大学、気象研究所、国立環境研究所、宇宙航空研究開発機構、(株)ジャムコと JAL グループが共同で行っており、「二酸化炭素自動連続測定器」が新たに開発されるとともに、従来の観測で使用していた「フラスコサンプリング装置」*も一新され、2005 年度からの試験測定、

* 12 地点直接採取方式



図-4

2006 年度からの本格継続観測を開始すべく準備を進めている。

(2) 丸の内市民環境フォーラム

環境問題への意識の啓蒙を目的として、主に一般の方々を対象に、1993 年 6 月以来、年 3 回程度、JAL は東京海上日動火災保険、三菱商事と 3 社共催で「丸の内市民環境フォーラム」を開催している。2004 年度は講師として、第 38 回建築家 團紀彦氏 (11 月)、第 39 回・作家 養老孟司氏 (3 月)をお招きし、実施した。

(3) 省エネ展でのパネル展示

省エネルギーセンター主催の第 29 回「地球環境とエネルギーの調和展」(2005 年 2 月 9 日～11 日東京ビッグサイトにて開催)において、JAL、日航財団が JAL グループとして共同出展し、航空燃料消費削減や大気観測などのパネル展示を行った。また軽量化と居住性を両立した国内線 J Class シートを展示し、JAL グループの積極的な環境への取り組み姿勢に関心が示された (図-4)。

(4) シベリア森林火災への支援活動

北海道大学を中心とするプロジェクトチームが実施している、衛星を利用した火災の早期発見および延焼防止のための研究について JAL に対してロシアの北方森林上空を飛行する定期航空便からの森林火災に係わる情報



機上からの観測



衛星からの観測

図-5

提供の協力要請がなされ、2003年度より支援活動を行っている。運航本部およびオペレーション・コントロール・センター(OCC)の協力の下、シベリアルート飛行中の運航乗務員による火災検出情報は、OCC 経由アラスカ大学国際北極圏研究所(IARC)に送られ衛星画像および地上データとの照合を行い、衛星による火災検知システム構築の精度向上に活用されている(図-5)。

なお、2004年度は5月25日～7月一杯まで引き続き情報提供を行い77件のレポート

があがった。

8. 終わりに

以上のような環境へのJALグループとしての取り組みではあるが決してこれで十分という認識は無く、小さな事でも環境への負荷の抑制を図る一つの要素と位置付け積極的に取り組んでいる。また環境報告書、ホームページ等でこれら取り組みと結果を公開しており、広くステークホルダーの方たちとの接点を保ちご意見を伺いながら環境保全に向けて前進していく所存である。

航空環境を取り巻く話題

成田国際空港の大気質常時監視結果について*

塚 野 正** 河 村 靖 雄***

1. はじめに

成田国際空港は、世界の 36 カ国 2 地域 97 都市と結ばれており、本邦航空会社 5 社を含め、世界各国から 69 社の航空会社が乗り入れている。平成 15 年度の運用状況は、年間発着回数が約 17.1 万回（国際線世界ランキング 17 位）、年間旅客数が約 2,690 万人（同 8 位）、航空貨物量が約 215 万トン（同 2 位）となっており、昭和 53 年の開港時と比べて、それぞれ約 3.3 倍、4.2 倍、6.5 倍と大きく伸びている。この様な中で、成田国際空港では航空機の運航や空港の諸活動により周辺地域の大気質に与える影響を把握するため、開港時から平成 10 年度までは定期的に大気質の測定を実施してきた。その結果によれば、大気質濃度は概ね環境基準を満たしていること、濃度は航空機の発着回数に関わりなく季節変動があり、冬季に高くなる傾向があることが認められていた。平成 10 年度、成田空港では空港内外の 4 ヶ所に大気質常時測定局

を設置し、年間を通じて大気質を測定することとなった。また、平成 13 年度以降に 2 ヶ所の測定局を増設し、合計 6 ヶ所で年間を通じて 24 時間体制で測定を行っており、その測定結果は成田国際空港株式会社（以下 NAA と記す）のホームページ (<http://www.naa.jp>) 等で情報公開している。

はじめに成田国際空港の大気質常時監視システムと測定結果の概要を述べ、次に県内他地域の大気質測定結果を比較検討し、近年の成田国際空港における大気質の濃度を評価してみる。

2. 成田国際空港の大気質常時監視システムの概要

2.1 監視システムと測定局

図-1 に測定局の設置場所、図-2 及び図-3 に測定局の外観、図-4 にシステムの概要を示す。成田国際空港では A 滑走路の西側と暫定平行滑走路（B' 滑走路）の東側及び両滑走路の南北に合計 6 ヶ所の測定局を設置し、大気汚染物質や気象状況を常時測定している。

測定データは、テレメータシステム（電話回線データ伝送システム）により、NAA 本社ビルにある環境監視室に転送され、データ処理システムを介して統計処理している。

各測定局周辺の立地環境は以下のとおりである。

(1) 東部局

暫定平行滑走路の東側約 1.0 km に位置する共同利用施設敷地内に設置している。測定

* Air Quality Report of Narita International Airport, by Tadashi Tsukano (Senior Manager, Environmental Management Community and Environmental Affairs Department, Narita International Airport Corporation) and Yasuo Kawamura (Environmental Research Section, Narita International Airport Promotion Foundation)

** 成田国際空港株式会社 地域共生部 環境業務グループ マネージャー

*** (財)成田国際空港振興協会 事業第一部 調査事業課 調査役

局の南側には神社の境内があり、敷地は県道に面している。西から北側は、畠地や空港利用者の駐車場があり、西側約500mには空港内から発生する塵芥等を処理するごみ焼却場がある。(以下の4局は平成10年4月設置)

(2) 西部局

A滑走路の西側約750mに位置する共同利用施設敷地内に設置している。測定局の周囲は集合住宅、立体駐車場、民家、工場等が立ち並んでいる。西側約300mには県道、南側約450mには旧国道があり、測定局周辺の交通量は6局のうちで最も多い。

(3) A滑走路南局

A滑走路の南端から南東側約550mに位置するアプローチエリア内場周道路脇に設置している。測定局の南側約100mには県道、約1~2kmには空港関連の貨物ターミナルがある。



※東部局と西部局は、屋外表示システムにより、測定値を表示し公開している

図-1 成田国際空港の大気質常時監視局の設置場所

(4) A滑走路北局

A滑走路の北端から北西側約1,000mに位置するアプローチエリア内場周道路脇に設置している。北側約300mには空港に直結する高速道路及び国道があり、その道路沿いには空港関連のパーキングやガソリンスタンドが数軒並んでいる。

(5) 暫定平行滑走路北局

暫定平行滑走路の北端から北西側約800mに位置するアプローチエリアのVOR/DME施設の敷地内に設置している。西側約1,800mには工業団地があり、さらに100m西側には成田市の清掃工場がある。また、南側約70mには高速道路があり、さらに200m南側には国道がある。



図-2 西部局



図-3 東部局

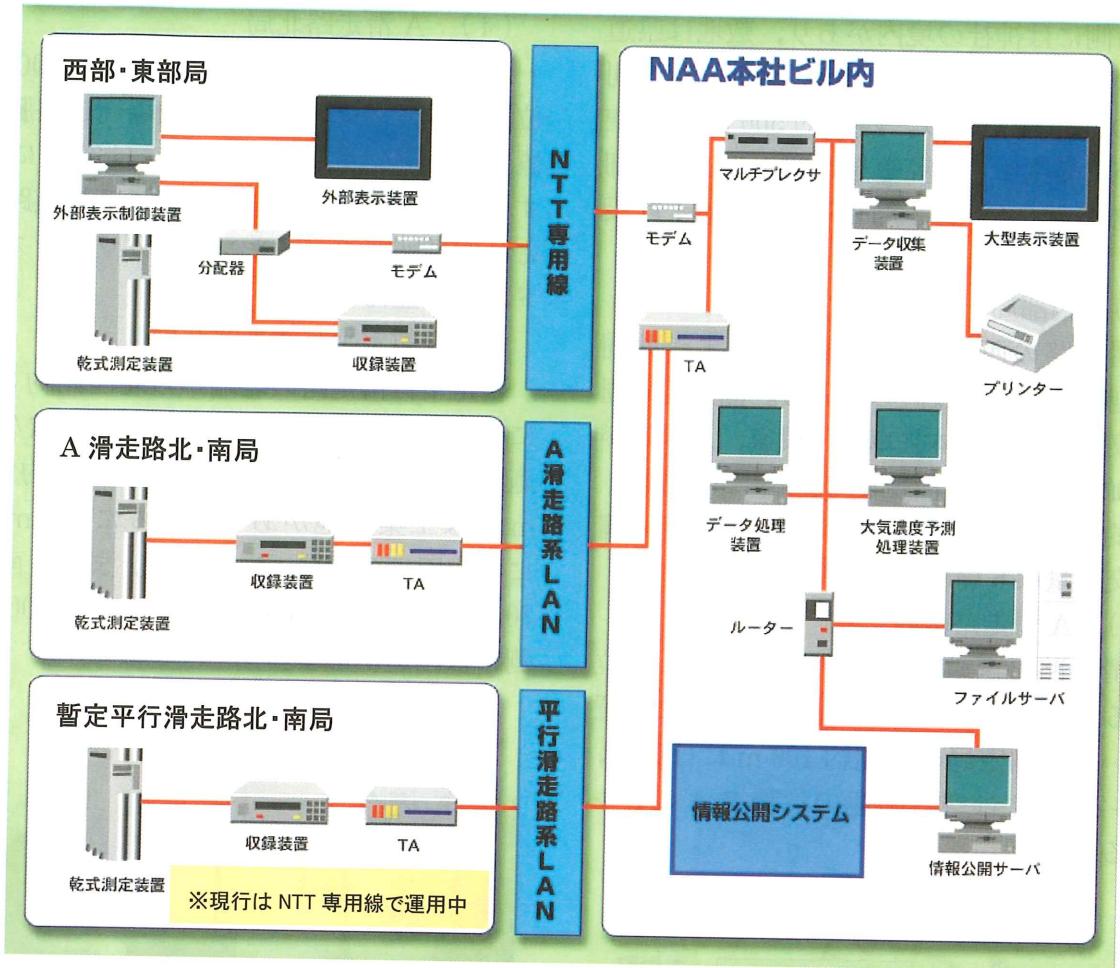


図-4 システムの概要

(6) 暫定平行滑走路南局

暫定平行滑走路の南端から南東側約 2,000 m に位置するアプローチエリア内に設置している。測定局の周辺には、空港関連工事用の土砂置き場がある。(以上の 2 局は平成 13 年 4 月設置)

2.2 測定項目と測定原理

測定項目と測定原理を表-1 に示す。

測定は全て自動計測器を使用し、大気質の測定方法は乾式法を採用している。

3. 成田国際空港の大気質

3.1 空港の大気質常時測定結果

常時監視システムの運用を開始した平成 10 年度から平成 14 年度までの月平均値の推移を図-5.1 から図-5.7 に示す。

本期間における空港の大気質の状況は以下のとおりである。

(1) 二酸化硫黄

各測定局の二酸化硫黄濃度の月平均値は、低濃度で推移しほぼ横ばいである。測定局間の濃度差は小さい。

環境基準との適合状況は、長期的評価の基準である 1 日平均値の 2% 除外値が 0.04 ppm 以下であることに対して、すべての年度及び測定局について環境基準を達成している。

(2) 一酸化炭素

各測定局の一酸化炭素濃度の月平均値は、低濃度で推移しほぼ横ばいである。測定局間の濃度差は小さい。

経月変化にみられる冬季の小さな濃度上昇

表-1 測定項目及び測定原理

平成 17 年 2 月 28 日現在

	測定項目	測定原理
大 氣 質	二酸化硫黄 (SO ₂)	紫外線蛍光法 (JIS B 7952)
	浮遊粒子状物質 (SPM)	β 線吸収法 (JIS B 7954)
	窒素酸化物 (NO, NO ₂ , NOx)	化学発光法 (JIS B 7953)
	一酸化炭素 (CO)	非分散型赤外線吸収法 (JIS B 7951)
	光化学オキシダント (O)	紫外線吸収法 (JIS B 7957)
	炭化水素 (NMHC, CH ₄ , THC)	GC/FID 法 (JIS B 7956)
気 象	風向 (WD)	制御シンクロ方式
	風速 (WS)	パルス発信方式
	気温 (TEMP)	白金測温抵抗体方式
	湿度 (HUM)	静電容量方式
	日射量 (STR)	熱電堆方式
	放射収支量 (RAD)	熱電堆方式

の要因は、この時期に地表付近の放射冷却現象により接地逆転層が形成されやすくなり、カーム（静穏状態：風速 0.4 m/s 以下）の割合が増加するため、地表付近における排ガス中のこれらの物質が滞留しやすくなるためである。

環境基準との適合状況は、長期的評価の基準である 1 日平均値の 2%除外値が 10 ppm 以下であることに対して、すべての年度及び測定局について環境基準を達成している。

(3) 浮遊粒子状物質

各測定局の浮遊粒子状物質濃度の月平均値は、年度によって各季節ごとにばらつきがあるが、全体的にみれば毎年ほぼ同じ濃度変動の傾向を示している。また測定局間の濃度の

ばらつきがやや大きい。

春季、夏季及び冬季に濃度の上昇がみられるが、その主な要因は、春季は季節風による中国大陸からの黄砂の飛来や、空港周辺地域での強風による砂塵の影響、夏季は活発な光化学反応による二次粒子の生成、冬季は接地逆転層の影響と考えられる。

環境基準との適合状況は、長期的評価の基準である 1 日平均値の 2%除外値が 0.1 mg/m³ でかつ 1 日平均値が 0.1 mg/m³ を超えた日が 2 日以上連続しないことに対して、平成 12 年度、平成 13 年度は全ての測定局が環境基準を達成したが、平成 10 年度、平成 11 年度、平成 14 年度は全局または一部の測定局が環境基準を達成しなかった。

(4) 光化学オキシダント

測定を行っている東部局、西部局 2 局の光化学オキシダント濃度の月平均値は、毎年ほぼ同じ濃度変動の傾向を示している。2 局を比較すると、東部局は西部局に比べ濃度の高い傾向が続いている。一般に自動車や航空機等から排出された直後の燃焼排ガス中には窒素酸化物が多く含まれ、その大部分（約 90%）は一酸化窒素である。大気中に放出された一酸化窒素は、光化学反応により生成されたオゾンや過酸化ラジカルにより酸化されて有害な二酸化窒素に変わる。特にオゾンは酸化作用が強く、この反応過程で消費されやすい^{1~2)}。そのため、燃焼由来の発生源が多い地域は窒素酸化物濃度が高く、逆に光化学オキシダント濃度（ほとんどがオゾン）は低い傾向となる。このことは、両局の窒素酸化物濃度を比較すると、東部局の方が低いことからもわかる。

環境基準との適合状況は、一時間値が 0.06 ppm 以下であることに対して、すべての年度及び測定局について環境基準を達成していない。

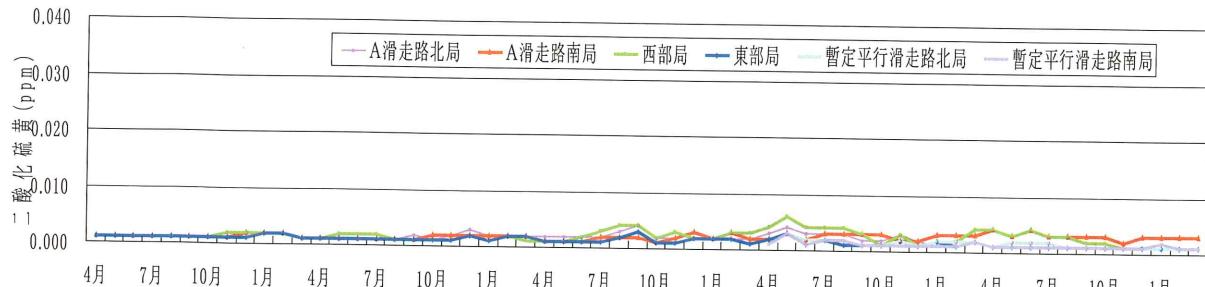


図-5.1 二酸化硫黄の月平均値の推移

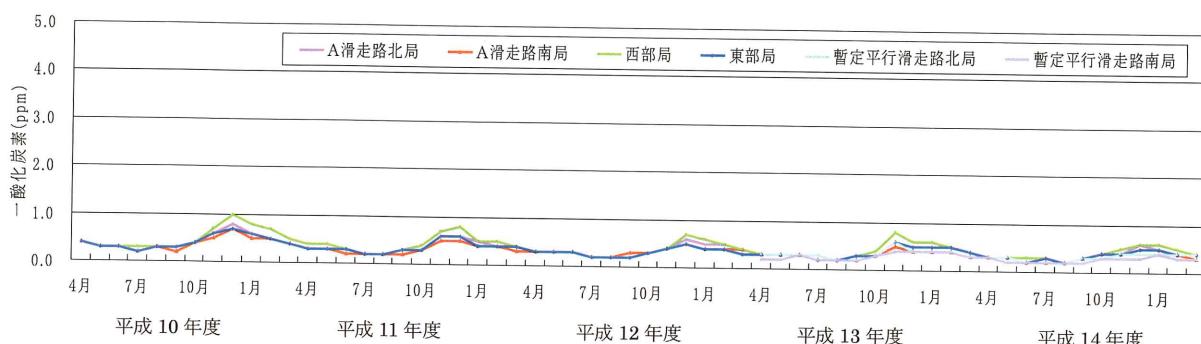


図-5.2 一酸化炭素の月平均値の推移

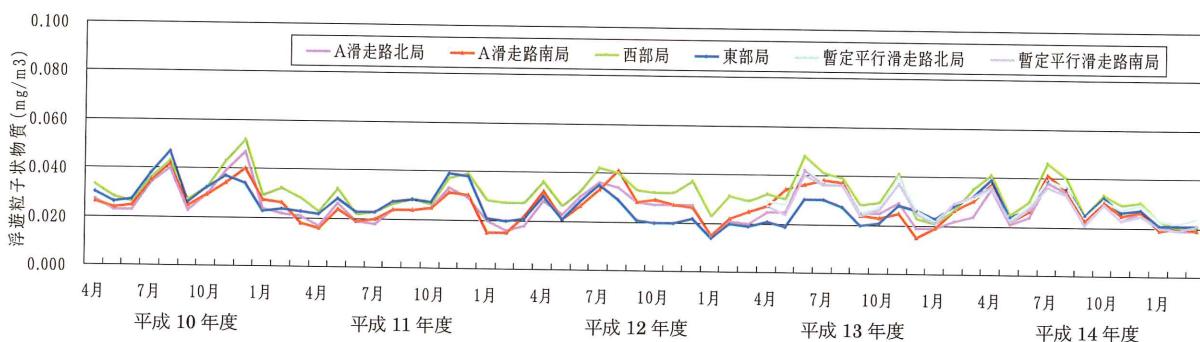


図-5.3 浮遊粒子状物質の月平均値の推移

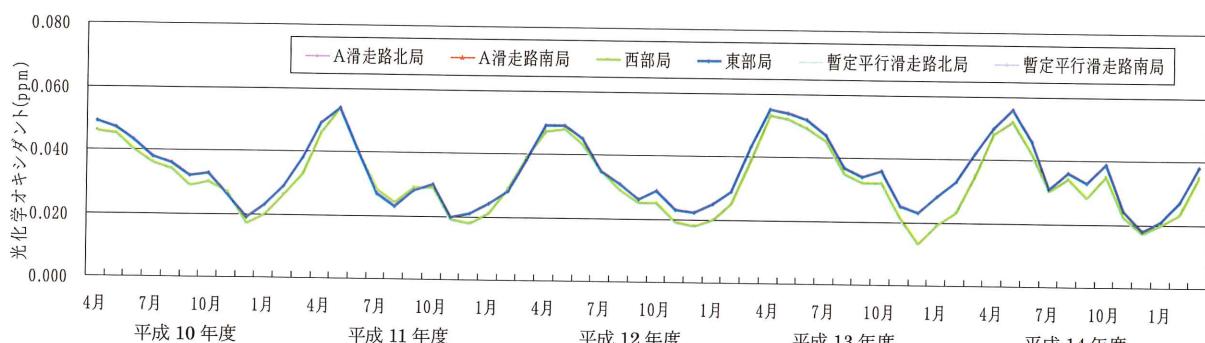


図-5.4 光化学オキシダントにおける昼間の1時間値の月平均値の推移

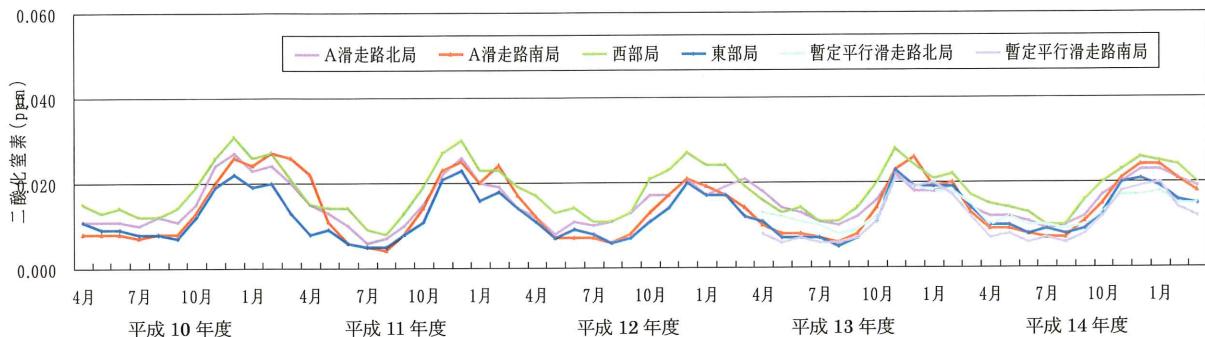


図-5.5 二酸化窒素の月平均値の推移

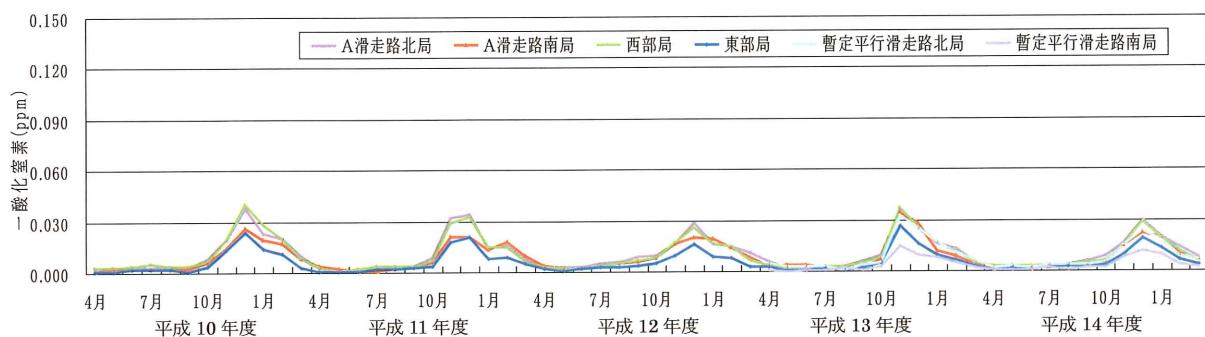


図-5.6 一酸化窒素の月平均値の推移

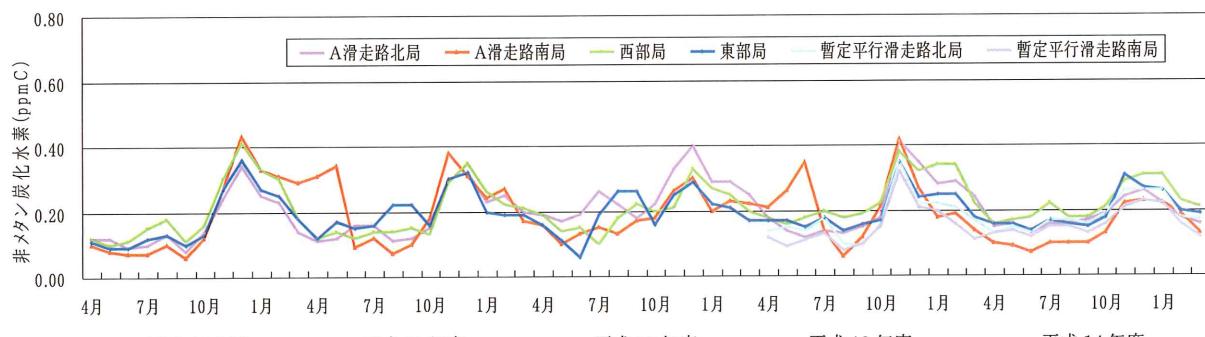


図-5.7 非メタン炭化水素における6~9時の3時間平均値の月平均値の推移

(5) 窒素酸化物（二酸化窒素及び一酸化窒素）

各測定期の窒素酸化物濃度の月平均値は、毎年ほぼ同じ濃度変動の傾向が続いているが、測定期間に濃度のばらつきがある。二酸化窒素濃度は西部局が高く、一酸化窒素濃度は西部局とA滑走路北局の濃度が高い。先に述べたとおり、これらの物質は自動車や航空機等の燃焼排ガス中に多く含まれることから、燃焼由来の発生源が多い地域は濃度が高い。

い。

冬季に濃度が上昇するパターンは一酸化炭素のパターンと似ているが、変動幅はより大きい。冬季の接地逆転層の影響による濃度上昇の要因はすでに述べたとおりであり、変動幅が大きい理由は、一酸化炭素に比べ排出割合が多いいためと考えられる。また、一酸化窒素に比べ二酸化窒素のほうが濃度変動がゆるやかであるのは、発生源からの放出時およびその後の形態の変化（一酸化窒素から二酸化

窒素への変換)に伴う大気中での寿命(滞留時間)の違いが影響していると考えられる。

環境基準との適合状況は、二酸化窒素について長期的評価の基準である日平均値の年間98%値が0.06 ppm(千葉県の目標値は0.04 ppm)以下であることに対して、すべての年度及び測定局について環境基準(千葉県目標値も含む)を達成している。

(6) 非メタン炭化水素

各測定局の非メタン炭化水素濃度の月平均値は、毎年ほぼ同じ濃度変動の傾向が続いている。冬季の濃度上昇の要因は、気象条件の影響によるものと考えられる。

指針値との適合状況は、6時から9時までの3時間平均値が0.20 ppmCから0.31 ppmCの範囲内またはそれ以下であることに対して、すべての年度及び測定局について指針値を達成していない。

以上の状況をまとめると、次のとおりである。

- ① 平成10年度から平成14年度までの5年間に航空機発着回数は、約40%増加したものの、空港の大気質の濃度は、ほぼ横ばいの状況である。
- ② 航空機の発着回数は毎月変化がないが、各物質の濃度には季節変動がある。
- ③ 季節変動のパターンは毎年ほぼ同じ傾向を示し、特異な状況は現れていない。
- ④ 平成14年4月に供用した暫定平行滑走路の供用前後の各物質の濃度に変化はなく、航空機の発着回数の増加(平成13年度129,000回→平成14年度176,365回、前年度比約40%増)に伴う影響は現れていない。
- ⑤ 環境基準と比較すると、二酸化硫黄と一酸化炭素及び窒素酸化物(二酸化窒素)は、環境基準を達成しているが、浮遊粒子状物質、光化学オキシダント、非メタン炭化水素は、すべてまたは一部の年度及び測定局が、環境基準また

は指針値を達成していない。なお、未達成の物質については、空港だけでなく千葉県の他の測定局も同様な結果を示しており、県内全体に共通した広域的な状況である。

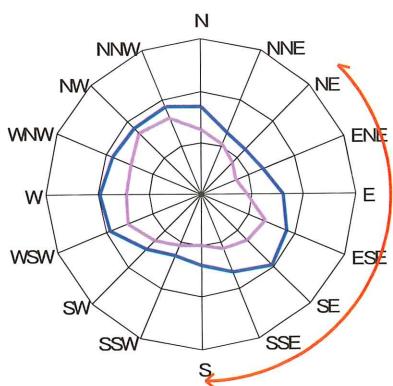
3.2 空港の影響度(年度別濃度と時間帯別風向別濃度)

暫定平行滑走路供用前後(平成13年度・平成14年度)の常時測定局の年間濃度と、航空機運航時間帯とそれ以外の時間帯の時間帯別、風向別の濃度変動に空港の影響が表わされているかどうかを見てみた。

図-6と図-7に各測定局の航空機運航時間帯とその他の時間帯別の風向別二酸化窒素濃度を示す。

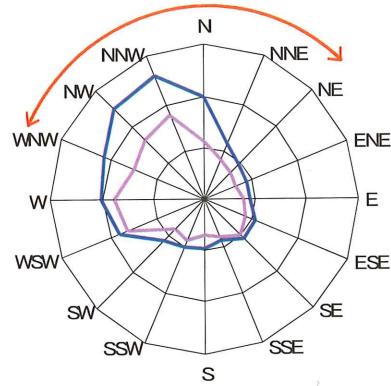
まず、平成13年度と平成14年度の暫定平行滑走路北局、南局の濃度は供用前後でほとんど変化がなく、周辺大気質に大きな影響を与えていないことがわかる。一方、航空機運航時間帯とその他の時間帯の二酸化窒素濃度を比較すると、すべての測定局で運航時間帯の方が濃度が高く、特に空港を風上とする風向時にその傾向がみられる。例えば、空港をはさんで東西に位置する東部局と西部局をみると、西部局では空港が風上となるNE方向時には、航空機運航時間帯の濃度が高く、その他の時間帯の濃度差も大きい。この結果から、西部局はNE方向時には空港の影響を受けていることが考えられる。(逆にSW方向時には県道等の影響を受けている。)一方、東部局では、空港が風上となるSW方向時に濃度が高くなる傾向を示しているが、運航時間帯とその他の時間帯では大きな濃度差はない。このため、東部局は西部局ほど空港活動の影響を受けていないといえる。

なお、航空機運航時間帯は、人間が活動する時間帯とも重なっているため、6局の大気質濃度は少なからずこれらの影響を受けているといえる。



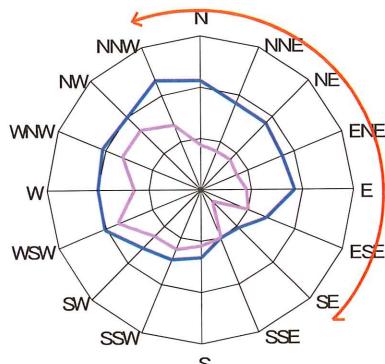
calm (航空機運航時間帯) : 0.026ppm
calm (その他の時間帯) : 0.018ppm

A 滑走路北局



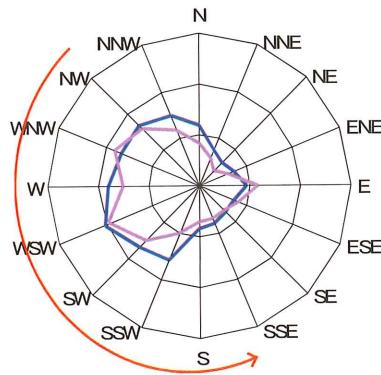
calm (航空機運航時間帯) : 0.021ppm
calm (その他の時間帯) : 0.013ppm

A 滑走路南局



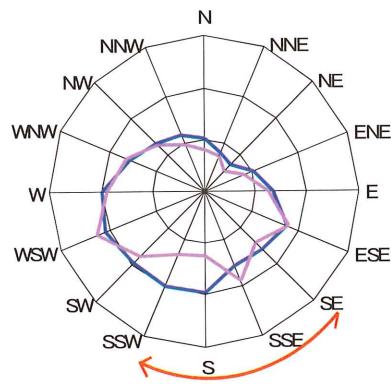
calm (航空機運航時間帯) : 0.029ppm
calm (その他の時間帯) : 0.020ppm

西部局



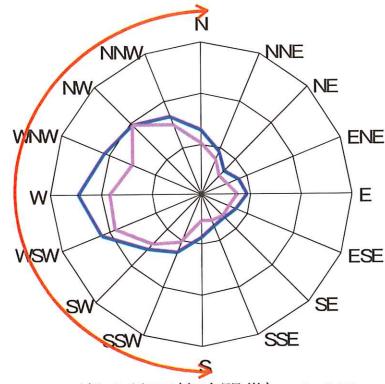
calm (航空機運航時間帯) : 0.023ppm
calm (その他の時間帯) : 0.016ppm

東部局



calm (航空機運航時間帯) : 0.028ppm
calm (その他の時間帯) : 0.019ppm

暫定平行滑走路北局



calm (航空機運航時間帯) : 0.018ppm
calm (その他の時間帯) : 0.012ppm

暫定平行滑走路南局

—— : 航空機運航時間帯 (6 時~23 時) —— : その他の時間帯 (23 時~6 時) 単位 : ppm 最大目盛 : 0.030ppm
↔ : 空港を風上とする風向 目盛間隔 : 0.010ppm

図-6 航空機運航時間帯とその他の時間帯の風向別二酸化窒素濃度 平成 13 年度

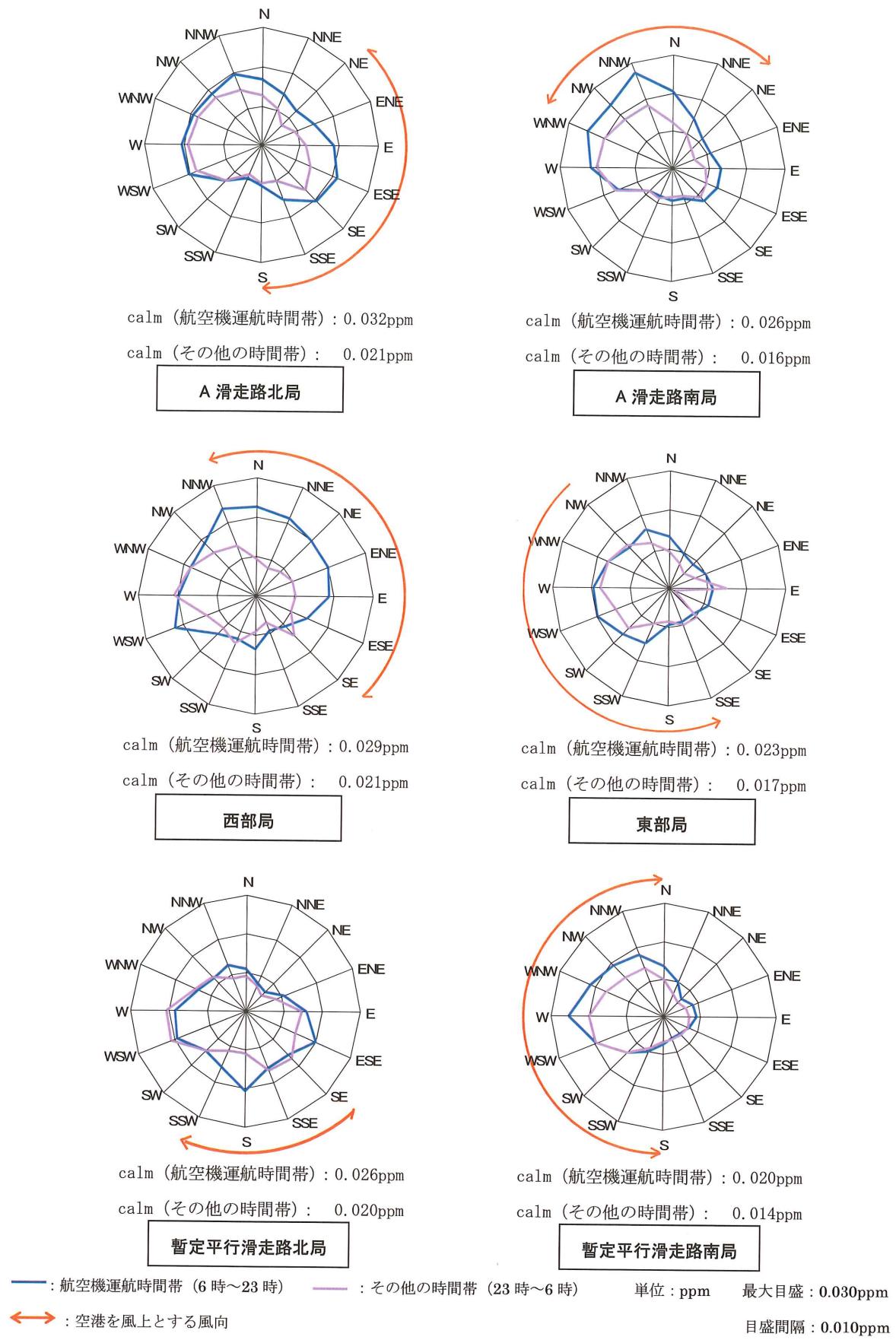


図-7 航空機運航時間帯とその他の時間帯の風向別二酸化窒素濃度 平成14年度

3.3 他の県内常時測定局との比較

次に千葉県内の他の一般環境大気測定局(以下一般局)の測定結果と比較してみる。

まず、千葉県内の対象測定局は、光化学オキシダント注意報の8つの発令地域に設置さ

れた41の基準測定局とし、対象とする物質ごとに各地域の中で最も濃度が高い測定局を抽出、これと空港6局のうち濃度の最も高い西部局、東部局のデータを比較した。また、自動車排ガスの影響をみるために、3つの自動



※図中の8地域は、千葉県における光化学オキシダント注意報発令対象地域区分に準じた

※対象局は、千葉県が定めている光化学オキシダント注意報発令にかかる基準測定局とした

※自動車排出ガス測定局は、成田、千葉、市原の3地域から1局ずつ抽出した

図-8 選定した県内各地域の一般環境大気測定局（一部自動車排出ガス測定局含む）

車排出ガス測定局のデータを入手し、同様に比較した。図-8 に対象測定局及び地域区分を示す。

対象期間は、平成 10 年度から平成 14 年度までの 5 年間である。

検討項目は、航空機等の燃焼排ガスに多く含まれる窒素酸化物、浮遊粒子状物質の他に、これらの一次物質が光化学反応を受けて生成される光化学オキシダントの 3 物質とした。以下に検討結果を述べる。

図-9 から図-12 は、物質ごとの各測定局の 5 年間の経月推移（月平均値）を表している。

比較してみると、NAA 測定局は、窒素酸化物と浮遊粒子状物質の濃度は比較的低い傾向を示し、光化学オキシダントの濃度は逆に高い結果となっている。

窒素酸化物

まず窒素酸化物（二酸化窒素、一酸化窒素）について、総体的に言えることは、濃度が高い測定局はいずれも周辺に工場等の発生源が立地しているかまたは自動車の交通量が

多い環境にある。特に自動車排出ガス測定局は、一酸化窒素の濃度が一般局に比べ突出して高い。これは、自動車排ガスの直接的な影響を強く受けているためである。先に述べたとおり、窒素酸化物のうち一酸化窒素は排出直後の排ガスに多く含まれるため、窒素酸化物に占める一酸化窒素濃度の割合が大きいほど近傍の発生源の影響を直接受けていることになる。（図-13 を参照）このような観点からみると、窒素酸化物の濃度が低い成田国際空港は、航空機や自動車等が日常的に運航、稼働しているわりには、それらによる周辺大気質への直接的な影響は小さいことがわかる。

浮遊粒子状物質

浮遊粒子状物質の濃度については、NAA 測定局は比較的低い濃度で推移している。一方、東葛地域の一般局や自動車排出ガス測定局は総じて濃度が高い。しかしながら全体を通して言えることは、近年、これらの測定局は濃度が低下する傾向にある。浮遊粒子状物質は土壌や海塩、火山性粒子、植物由来の粒

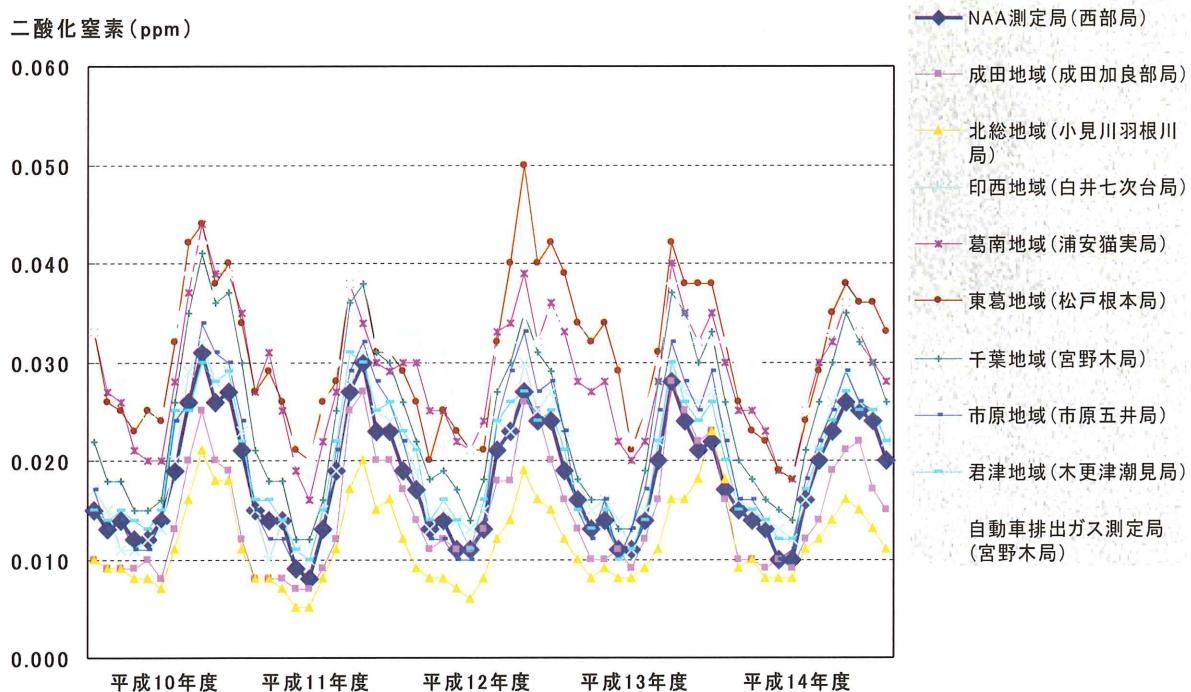


図-9 二酸化窒素の経月推移（月平均値）

一酸化窒素(ppm)

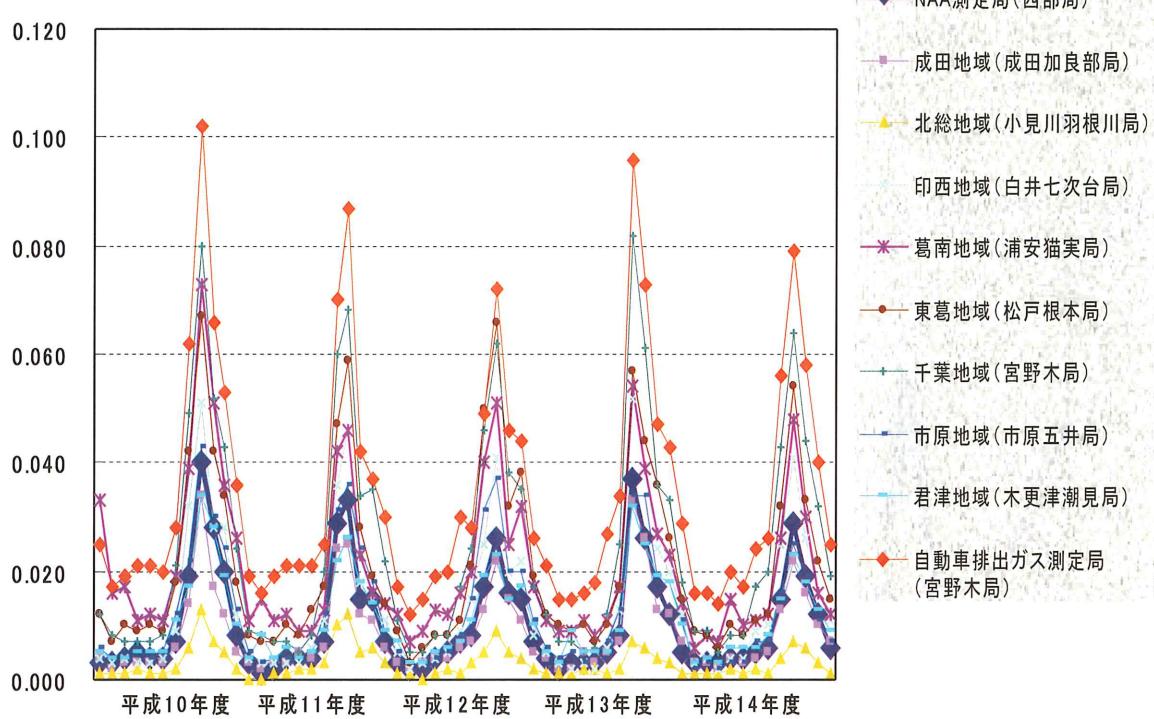


図-10 一酸化窒素の経月推移（月平均値）

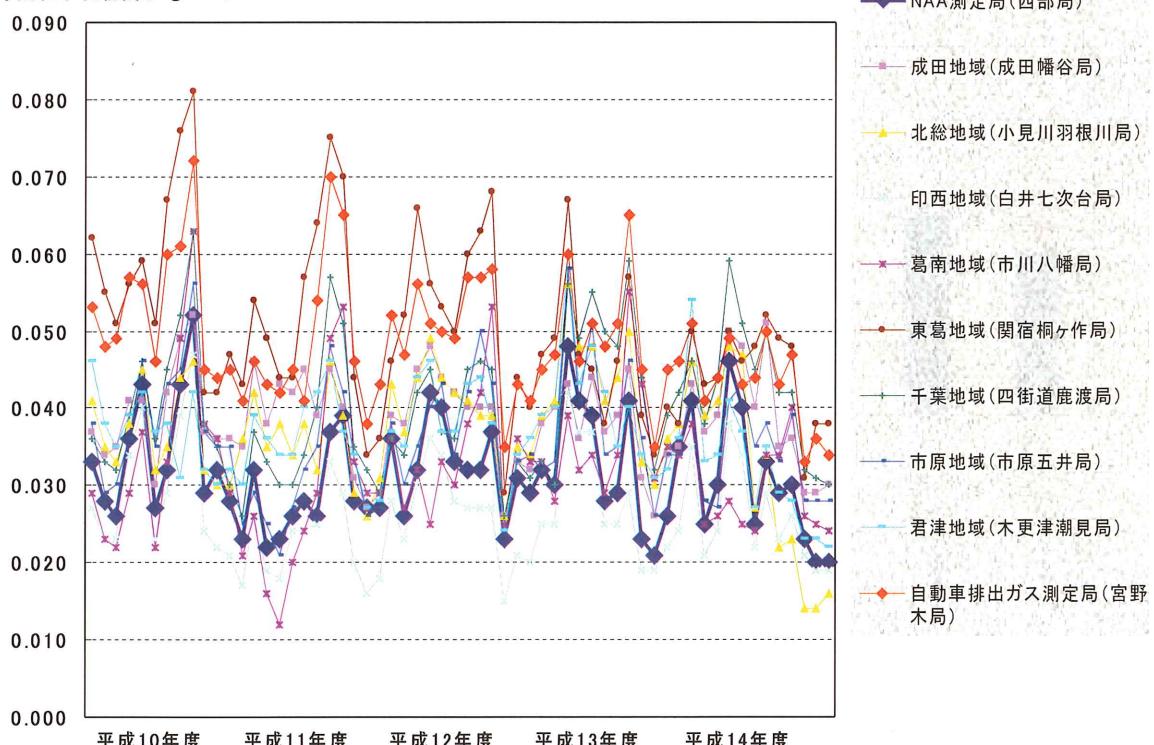
浮遊粒子状物質(mg/m³)

図-11 浮遊粒子状物質の経月推移（月平均値）

子等の自然起源と自動車や航空機等の排ガス微粒子、工場での燃焼由来の粒子等の人為起源とに大別され、その割合はほぼ8:2といわれている³⁾。自然起源に由来する影響、た

とえば春季の黄砂の影響による濃度の上昇は各地域に共通しており、測定局間の濃度差は比較的小さい。一方、人為起源は、発生源の密度や大きさまたは形態によって影響度合い

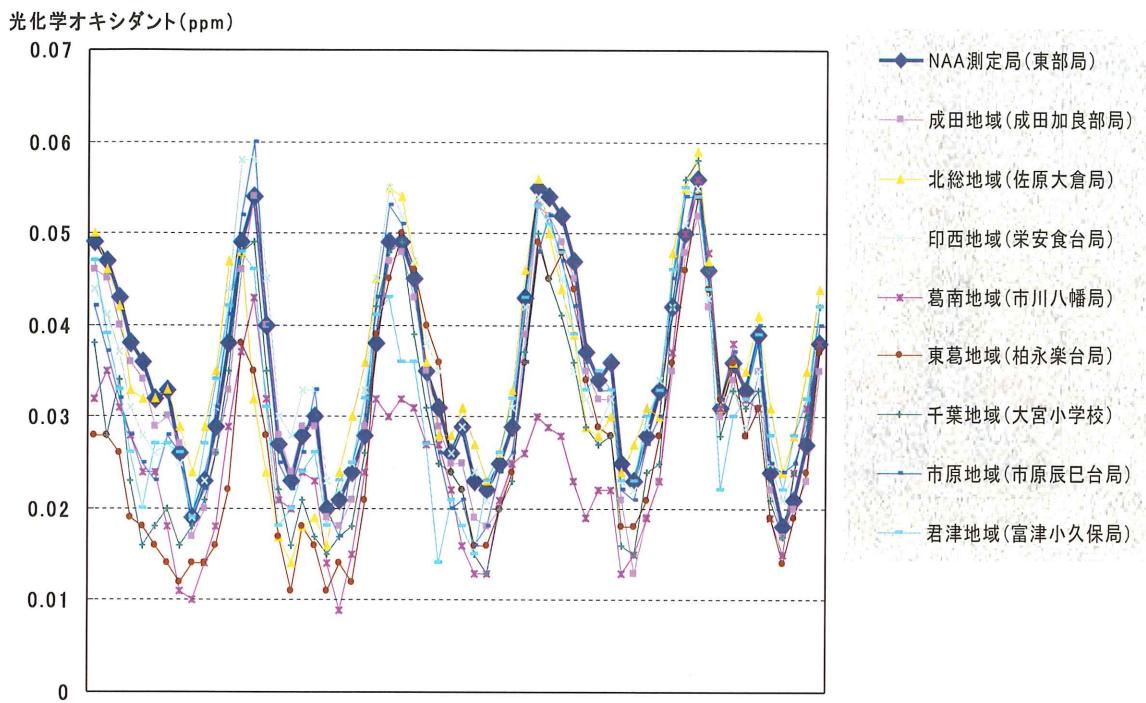
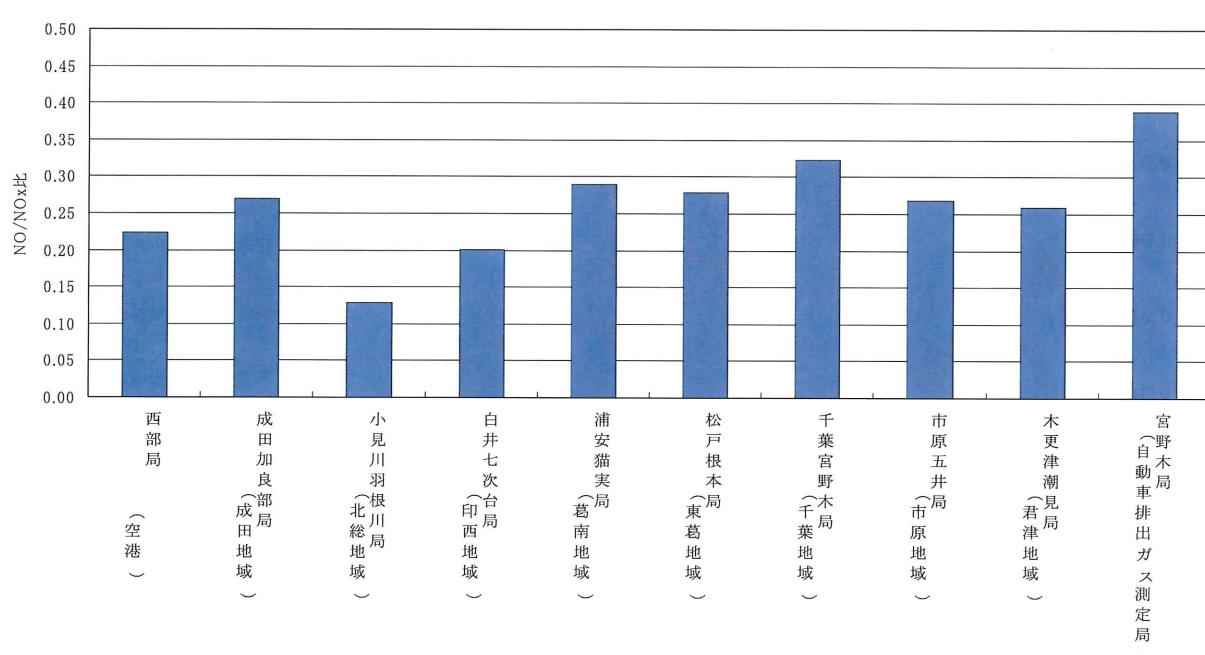


図-12 光化学オキシダントの経月推移（月平均値）



※小見川羽根川局は平成13年1月に新設され、同時に小見川町小見川局が廃局となった。
平成10年度～平成12年度の小見川町小見川局のデータを用いて算出した。

図-13 各測定局におけるNO/NO_x比（平成10年度から平成14年度の5年間平均値）

が大きくなる。

光化学オキシダント

空港と北総地域の光化学オキシダントの濃度は、他の地域と比べ高めである。このオキシダント濃度が高い両測定局は、窒素酸化物濃度は低い。その理由は、一般的に言われているオゾンの消費現象と考えられる。

なお、空港は月平均濃度が高いものの、光化学オキシダント注意報が発令されるような高濃度の出現日は少ない。対象期間の5年間における空港を含む成田地域の注意報発令日数は計16日であり、県内8地域のうち北総地域の計10日に次いで2番目に少ない状況である。

4. まとめ

成田国際空港の大気質常時測定局の測定結果を用いて空港周辺の大気質状況を明らかにするとともに、千葉県内の他の常時測定局の測定結果と比較した。その結果、空港周辺の大気質には特異な現象は見られず、千葉県内の一般的な地域の大気質濃度と変わらなかつた。また、空港活動が周辺の大気質に与える

影響は少ないとわかった。平成15年度以降、千葉県内の常時測定局では浮遊粒子状物質の濃度低下傾向が見られ、特に東葛地域の測定局や自動車排出ガス測定局において顕著である。これは、ディーゼル車の排出削減効果が出ているものと推測される。

一方、千葉県内の他の常時測定局の測定結果と同様であるが、光化学オキシダントと非メタン炭化水素については環境基準値や指針値を達成していない。成田国際空港では、空港の諸活動に伴う周辺大気への影響を低減させるため、航空機APUの使用規制、熱供給施設の燃料転換(A重油から都市ガス)、空港内車両の低公害化促進、アイドリングストップ運動等の様々な施策を推進している。

今後も空港周辺の大気質調査については継続し、その結果は公開していく。

文 献

- 1)~2) 若松伸司・篠崎光夫 共著 “広域大気汚染” ポピュラーサイエンス 199 裳華房 pp 19-21.
- 3) 環境庁大気保全局大気規制課 監修「浮遊粒子状物質汚染予測マニュアル」浮遊粒子状物質対策検討会 pp 21-22.

中部国際空港(セントレア)2005年2月17日開港*

片 岩 憲 成**

1. 開港を迎えて

新空港の構想から20年の歳月を経て、2000年8月1日の着工から4年5ヶ月あまりで開港を迎えた中部国際空港(セントレア)は、増大する中部圏の航空需要に対応するとともに、国際航空ネットワークの拠点空港としての使命を担っています(図-1)。

セントレアは環境に配慮するとともに、施設面ではユニバーサルデザインを取り入れるなど、使いやすい空港を目指し建設しました。

また、国内線ネットワークが充実した空港として、短時間での国内・国際乗り継ぎを実現し、わが国各地と世界を結ぶ空の架け橋として、人と物の流れの活性化に向け貢献します。さらに、本年3月25日には、愛・地球博が開幕され、その空の玄関として多くの外国のお客様をお迎えするという重要な役割を担います。

2. 誰もが使いやすい旅客ターミナルビル(PTB)

セントレアの旅客ターミナルビル(図-2)は、本館から南北に伸びたウイング、本館中央から西側の滑走路方向へ突き出したセンタ

ーピアというように、T字型の形状をしています。南北に1,030m、東西に500mの規模で南側が国際線、北側が国内線とわかりやすい配置となっています。

また、誰もが快適に利用できるよう全体にユニバーサルデザインに基づき、動く歩道や緩やかなスロープで出発・到着とも搭乗口まで階段を使わず行き来することが出来ます。

3. 電車、自動車、船でアクセスも便利

中部国際空港へは、電車、自動車、船でアクセスできます。電車では名鉄線を使い最短28分、自動車では名古屋からは約40分で結ばれ、60km圏内の主要都市から概ね1時間でアクセスできます。海上アクセスでは津から高速船で約40分、鳥羽からフェリーで約100分と、三重方面からのアクセスが大幅に短縮できます(図-3)。

4. 自然採光から太陽の恵み

建物は省エネ・断熱構造でトップライト・ガラス窓により天井からの自然光がふんだんに射しこみ、センターピアガーデンには天然木を配置し開放的な憩いの空間を提供しています。ここでは、イベントや結婚式にも利用できます(図-4)。

また、ガラスはペアガラスとともに光触媒ガラスの採用など自然環境との調和に配慮しています。

* Opening of Centrair on 17th February, 2005, by Kensei Kataiwa (Senior Manager, Environment Planning Group, Central Japan International Airport Co. Ltd.)

** 中部国際空港(株)総務部環境室 環境企画グループ課長

5. さまざまな環境配慮

21世紀の開港する空港として『環境への配慮』を基本理念として掲げ、さまざまな環境対策に取り組みました。

まず、高い省エネ効率を実現したコジェネレーションシステムを採用し、燃料には天然ガスを使用しています(図-5)。



図-1 空港島

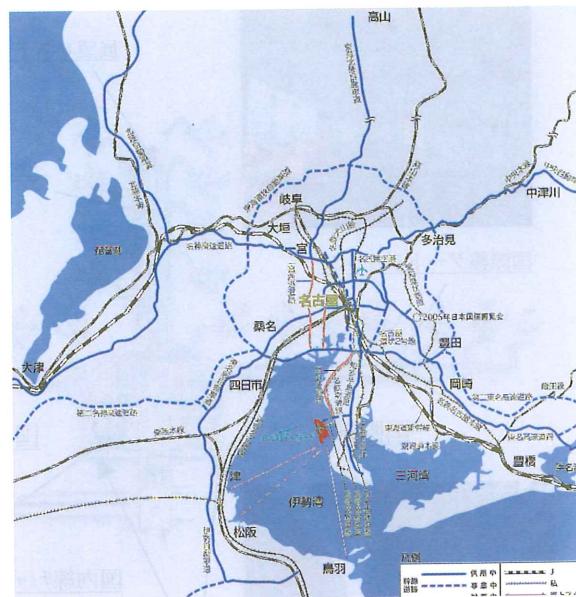


図-3



図-2 空からの旅客ターミナルビル(PTB)全景

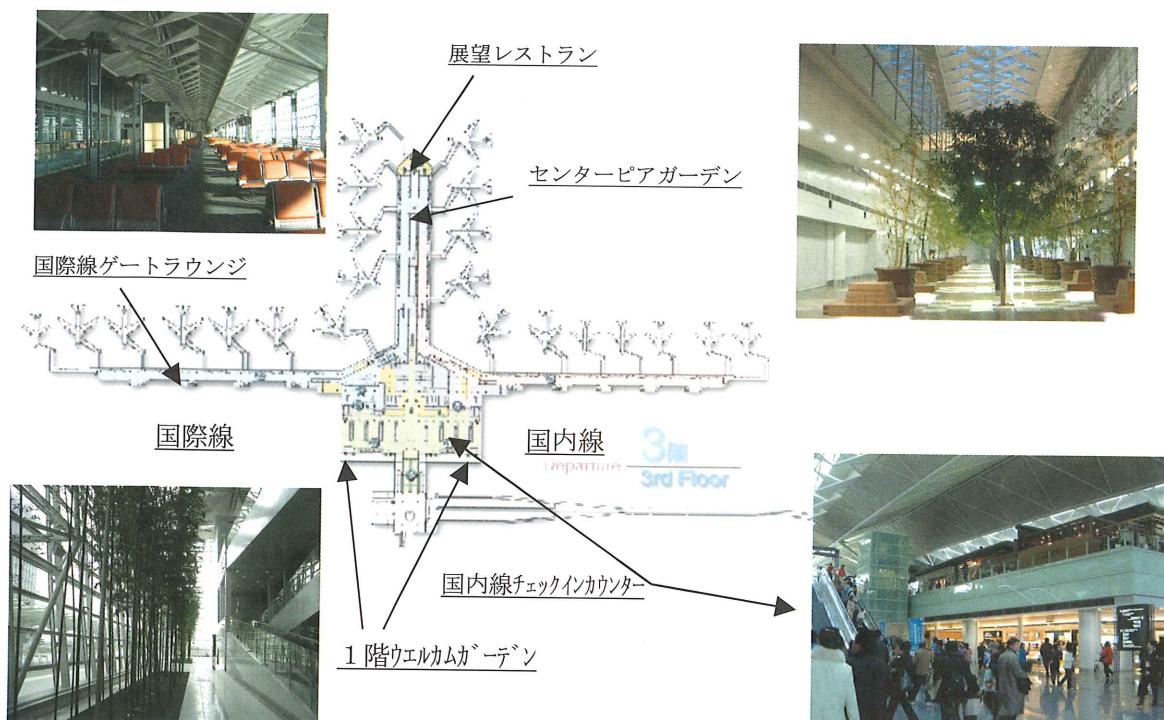


図-4



中水利用・雨水利用

目的: 水資源の有効利用

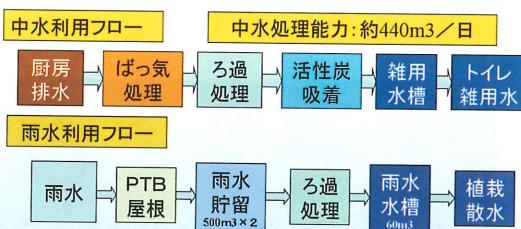


図-6



図-5

そして、太陽光発電システムなどクリーンな自然エネルギーの利用やスカイタウンの飲食店からの厨房排水を処理して中水に利用したり、PTB本館の雨水を貯留し植栽への散水に利用するなど水資源の有効利用にも努めています(図-6)。

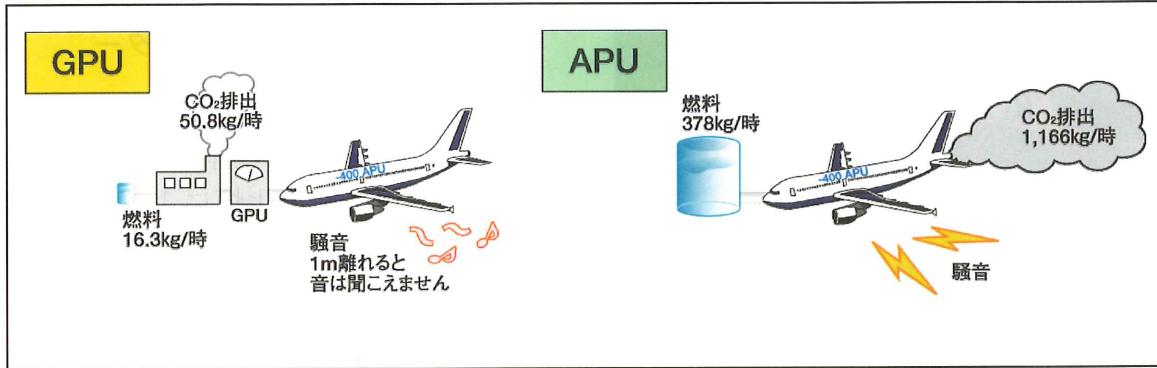


図-7

6. GPU とハイドラント方式

航空機の運用へGPU (Ground Power Unit) を27のスポットに採用し、駐機中の補助エンジン(APU: Auxiliary Power Unit)を停止し、GPUから電気・冷暖房の空調を供給しています。このGPUには太陽光発電からの電気も供給されます。補助エンジンの使用は多量の排気ガスと騒音が発生するため環境保全上の課題となっていました(図-7)。

ハイドラント給油システムは屋外タンク(6,000 kLタンク5基)から地下埋設配管によりエプロン(駐機場)地区まで航空機燃料を送り、直接航空機に給油するシステムで燃料配送車両を削減する効果があります。

これらの施設は省エネとCO₂の削減に寄与しています。

7. 空港施設の環境配慮(図-8)

- コジェネレーションシステム
- 太陽光発電
- GPU
- ハイドラント給油システム
- 中水利用
- 雨水利用
- 光触媒ガラス
- 自然採光の利用
- 混雑度センサーによる外気量制御

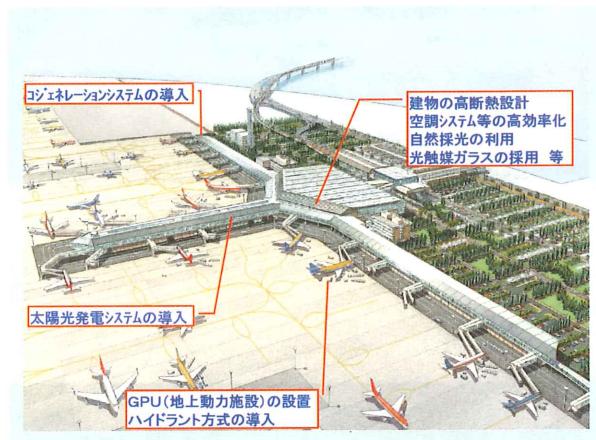


図-8

8. 低公害車の導入

空港では、航空機牽引車両等のGSE車両(地上支援機材)や業務連絡車両などのさまざまな車両が走行します。

地球温暖化の問題(CO₂の排出抑制)への対策の一つとして、低公害車(電気自動車、天然ガス自動車、ハイブリッド車、低燃費かつ低排出ガス自動車)の導入を推進し、開港時に空港全体の車両の20%の導入を図っています。

また、空港島内に電気自動車用充電設備や天然ガス急速充填施設を設置し、低公害車の利便性の向上を図っています(図-9)。



図-9



図-10

9. リサイクルセンター

空港島北側にリサイクルセンターを設置し(図-10), 空港島内から排出される一般廃棄物の収集・分別, 炭化炉による減容化を行い, 排出抑制やリサイクルと再資源化率の向上に努めています(表-1)。

10. 海域環境への配慮

空港島の護岸には魚が住みやすくするために自然石を用いて傾斜堤護岸にし, 西側と南側に幅 10 m の小段部を設け, アラメ・カジ

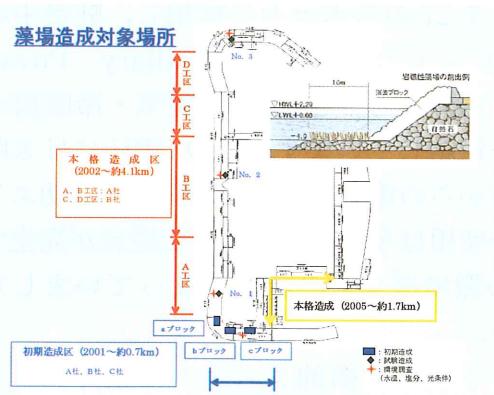
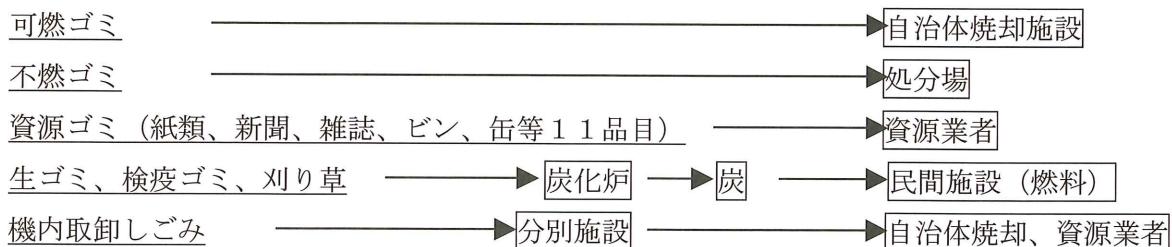


図-11

表-1

指定一般廃棄物の処理区分



メ・オオバモクなど多年生の大型海藻を移植しました。

この移植された海藻が順調に広がり藻場を形成し、さまざまな魚介類が生息しています。この藻場には、窒素やリンなどの栄養塩類を吸収することによる水質浄化機能や、海中林を形成した海の森の効果として光合成によるCO₂を吸収することで地球温暖化対策への寄与も期待されています(図-11)。

11. 環境モニタリングと情報の公開

航空機騒音、海水の流れ、水質等各種調査データの収集・処理を環境監視システム(図-12)により迅速かつ効率的なデータの収集・処理・管理を行い、旅客ターミナルビル(PTB)のセントレア情報コーナーやセントレアのホームページでも情報の公開に努めています。

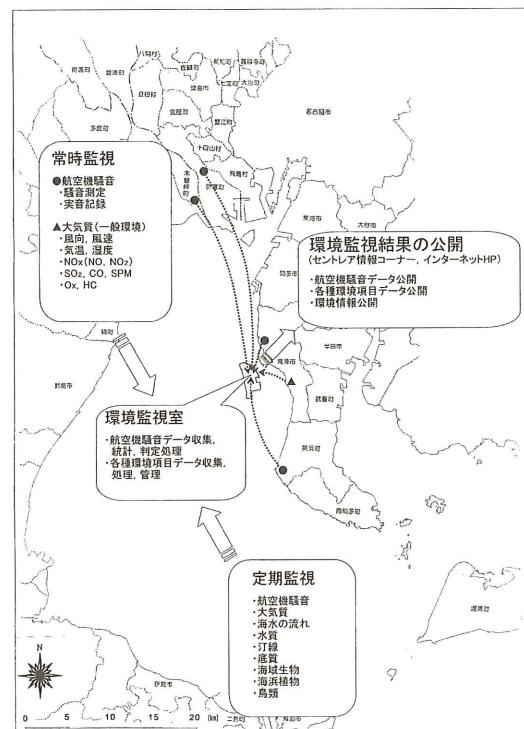
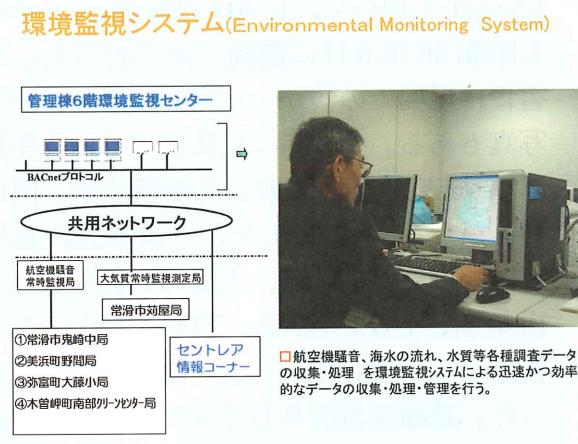


図-12

エッセイ

昭和 50 年秋福岡空港* —航空機騒音基準適合証明予備調査—

越 智 信 夫**

昨年の秋頃に航空環境研究センターの吉岡さんから懐かしいレポートがあるとモスグリーン色の小冊子を見せられた。タイトルは「航空機騒音基準適合証明に係る予備調査報告書」。約 30 年前航空局の検査課（現航空機安全課）に在籍していた時とりまとめに加わった懐かしいレポートである。航空局から空港環境整備協会の前身の航空公害防止協会にお願いした調査で、吉岡さんも調査に加わっておられた。騒音証明制度は騒音の発生源側の対策として、昭和 50 年 7 月公布の航空法改正により同年 10 月に導入されたが、予め騒音の実測と解析をひととおり行うべしということで、施行の直前にこのプロジェクトが実施された。

当時わが国では、航空需要の増大の中で航空機騒音は深刻な社会問題となっていた。既に航空機騒音防止法が公布され、伊丹では騒音訴訟が提起されており、昭和 48 年 12 月には公害対策基本法に基づく航空機騒音の環境基準が告示され翌 3 月には騒音防止法の改正があり、空港周辺対策事業も強く推し進められていた。一方、B747 は既に就航し、引き続き昭和 48 年に B747SR, 49 年には L1011 も就航、更に DC10 の導入も決まっていた。従って騒音証明制度の創設は、騒音対策あるいはエアバスと呼ばれていた大型ジェット機

の国内の基幹空港への就航にとって重要なキーのひとつであった。また、当該騒音値は新たに設定される特別着陸料の算出にも用いられることとなっていた。

この調査の実測は航空局のフライトチェック機として調達されたばかりの小型ジェット機 Grumman G-1159 (Gulfstream II) JA8431 を用いて、ICAO の Annex16 に準拠し昭和 50 年 9 月に福岡空港で行った。報告書には現場での懐かしい方々の若々しい姿の写真もある。参加者は公防協の守田先生以下 8 名、航空局は検査課の加藤検査官、岡田係長、フライトチェックの山本機長、有川さん、野口さん等 7 名、大阪局の鈴木検査官、山崎官、JAL, ANA, TDA の根尾さん、笛田さん、井口さん等エンジニア 10 名であった。誌面をお借りして少々当時を振り返ってみたい。

とにかく Annex16 を読んで、測定方法とともに EPNL は如何に計算するのかを一応頭に入れることから始め、調査方法を固めて言った。

騒音値の計算プログラムの方は、既に ICAO の CAN 会議に動きに合わせて公防協が組んでおり、解析装置も備えありということで準備 OK。

実測と解析方法の目途をつける予備調査という位置付けの下で、測定は進入騒音のみを対象とした。実施空港は障害物も無さそうな千歳を当初考えたが、測定点界隈はブッシュで罠が出没することがあると言われ、福岡に

* Autumn in Fukuoka Airport 1975, by Nobuo Ochi (Managing Director, Association of Air Transport Engineering and Research)

** (財)航空輸送技術研究センター 専務理事

落ち着いた。ILS が設置されている R/W16 の測定点は田んぼの脇で、車の走行は少なそうであったが、近くに新幹線の高架が通り暗騒音が気にはなった。現地における音の実測そのものは、公防協には十分経験も実績もあり、マイクロフォンと録音機器をセットすれば問題はない。

問題は飛行機の位置のトラッキング。レーザーや光学的なもので追う装置は、国内では防衛庁あたりにはありそうであったが借り出すのは至難。他にも適当なものは見つからず、結局、名古屋の航空機検査官室にあった YS-11 や MU-2 の型式証明で離着陸性能試験に用いたというタイマー付の英國製の映写機を使うことに決めた。もちろん手動で追尾して機体を撮影する。GII は ILS に乗って進入するが、通常の ILS の飛行検査と同じように、無線屋さんに滑走路の反対側エンドでセオドライブを覗きながら機体をオンコースに誘導してもらい、本試験では横方向のズレは無視できるものとした。映写機は騒音測定点から側方約 2 km の見晴らしの利く地点に設置し、本部もここに置く。70 mm 映写機 2 台を並べるとちょっとした映画撮影の現場であり、通りがかりの人に何の映画ですかと問われたりもした。

機体の速度やエンジン等のパラメーターは、操縦席の計器をモータードライブ・カメラで撮影して記録することとした。

更なる課題は、航空機と録音と映写機の時間の同期。これは岡田先輩が仕組を考え出した。映写機のタイマーのスタートに連動して同期信号を発生するデバイスを作り、VHF 発信機で送信する。機体側では光に変換し時計の脇のランプを点灯させカメラに写す。録音機には受信信号を入力する。

騒音測定点では近くの建物の屋上をお借りして温度計・湿度計と風向風速計をセット。空港のデータは気象台から入手。

9月18日第1日目は午前1回、午後2回のフライトで、ローパスとフル・ストップの14データ、翌日は1フライトで3データを取得した。予め定めた地点からの機体のポジション・レポートを聞きながら、録音サイトでは淡々と録音装置を操作してデータを取りこんだが、トラッキングは映写機が言うことを聞かなかつたり、フィルムの交換が結構面倒であつたり、忙しい面もあった。計器撮りは鈴木検査官が技術力を発揮した。初日は27度前後であったが2日目は30度近くに気温が上がった。トータルにうまくデータがとれるか気懸りな、それなりにハードな初秋の2日間であった。録音は特に暗騒音に煩わされることもなくうまくいったが、同期装置が作動しなかつたり、映写機やタイマーが不調だったり、横風の測定制限値を超えたケースもあり、結局有効なものは6ケースとなつた。飛行経路直下ではレベル・レコーダで概ね 92 dBA の音が記録された。オレンジ色が鮮やかな見慣れぬ飛行機が何回も飛んだため、少々苦情も寄せられたと、後刻空港長から伺った。

現地作業後、録音データを公防協の解析装置にかけ、気象条件、飛行経路、航空機の重量、エンジン推力、速度等の補正を加えEPNL 値を算出した。映写機フィルムからの機体位置の算出と計器写真のデータ読み取りも結構面倒な作業であったが、公防協の方にきちんと進めていただいた。解析の結果は 102.83 EPNdB。

当時の限られた時間とリソースの中で、騒音証明の流れを理解する当初の目的は一応果たしていたものと思う。

GII はフライトチェック退役後航空機メーカーの子会社に移ったが、現在も飛んでいる模様。Rolls-Royce Spey エンジンの音が懐かしい。剛直であった Vinten 映写機は健在だろうか？

エッセイ

環境雑感*

石 澤 和 彦**

航空機で、環境問題というと、すぐに思い当たるのは、航空機騒音の問題です。航空機は確かに騒音源として大きな音を発生しますが、人間の住んでいる場所を低空で飛行しなければ、問題は生じないはずです。昔は飛行場というと、人里離れた野原の真ん中に広がる広場という感じでした。例えば、広大なアメリカでは、航空への依存度が高く、地方の小さな町にも必ずと言ってよいほど飛行場があります。最初は町の外れの原っぱを転圧して始まった飛行場も、自家用機やビジネス機が飛ぶようになり、便利になると、その周辺に先ず工場などが移転ってきて操業を開始します。すると、その工場で働く従業員の住宅地が、自然に飛行場を遠巻きにするように建てられます。飛行場の需要も高まりますので、飛行場の拡張整備が行われ、定期便も飛ぶようになり、更に便利になると、新しい工場や商業施設が移転して来て人口も益々増加します。当初は町外れにあった飛行場は、いつしか住宅地に囲みこまれた空港として発展します。その結果、便数の増加と共に騒音問題がクローズアップしてきます。空港ごとの厳しい騒音規制が生まれたりします。これは、アメリカでよく見られるパターンで、空港の立地条件をも加味したきちんとした都市計画がいかに重要かを物語っています。しか

し、騒音という代償を払っても空港による利便性を享受できる点では幸せと言えるかも知れません。日本の場合は、経済の発達と土地価格の高騰により都市が急激に郊外まで膨張して、畠や野原であった飛行場周辺にまで人が住まざるを得なくなってきたということができます。利便性を享受するどころか、騒音により生活が脅かされるという問題が生じます。周辺住宅等に対する防音工事など、莫大な対策費がかかります。その点で、最近になって新しく建設された空港、例えば関西空港や中部国際空港などは、住宅密集地上空を低空飛行しないで済むような立地条件になっており、また、既存の空港を拡張した場合でも羽田空港のように沖合にシフトさせて陸上への影響を少なくするような対策が取られるようになったのは歓迎すべきことです。これが本来あるべき姿なのでしょう。

一方、ICAO や FAR では航空機騒音の規定を定め、Stage 2, Stage 3, そして 2006 年に発効する Stage 4 と次第にその厳しさを増してきました。ジェット旅客機就航以来、航空機の騒音対策もエンジンを中心に當々と続けられています。初代のターボジェットに対しては、その騒音の主原因である排気ジェットの騒音を低減するために、ローブノズル、パイプノズル、コリュゲートノズルやミキサーノズルなどが使用されました。低バイパス比ターボファンの導入で騒音は低減しますが、Stage 3 への規制強化でハッシュキットを装着することで、延命を図りますが、最

* Miscellaneous Thoughts on Environment, by Kazuhiko Ishizawa (Director, Japan Aviation Journalist Association)

** 航空ジャーナリスト協会理事（元石川島播磨重工業(株)航空宇宙事業本部 技術開発事業部長）

終的には、高バイパス比ターボファン装着機への置換を待つことになります。高バイパスターボファンの場合、ファンから生じる騒音が主体となります。ファンの設計を適切に行い、ファンの入口、出口に吸音パネルを装着することで比較的容易に騒音を低減できます。来る Stage 4 の更なる規制強化に対して、高バイパス比ターボファンのバイパス比は更に増加して低騒音化を図るとともに、排気ジェットの騒音にもシェブロンノズルなどを使って更なる対策が施されるようになります。対策のお陰で、1975 年から 2000 年の間に空港の移転、周辺住宅への防音工事、機体／エンジンなどの技術向上などにより、大きな騒音に煩わされる人口は 90% も減少したというアメリカでの報告を聞いたことがあります。

騒音の場合は地球規模で見れば一つの点における環境破壊ということができます。また、その対策も効果が明確に評価できます。それに対して、地域全体または、地球規模にまで拡散するような環境破壊が問題だと思います。

簡単な例として、1991 年 6 月に大噴火を起こしたフィリピンのピナツボ山の火山灰があります。噴火で吹き上げられた火山灰が、成層圏まで達し、地球上のほぼ全域に拡散したときの異常現象が思い起こされます。先ず、旅客機に乗って気が着いたことは、大噴火から 2~3 年の間、窓ガラスに異常なほど傷がついており、窓に無神経な会社の便に乗ると、外の景色がぼやけてしまつてよく見えないという現象がありました。神経の細かい国内の航空会社では、その時期に窓の研磨や交換修理にかなり費用がかかったと聞きます。また、ルソン島から遙かに離れた大西洋上 58,000 ft の高空を飛行する機会がありましたが、通常、その高度では上空が濃い藍色で、水平線との境は鮮やかな青から白に変化しますが、この時期には、その境目は同じ青でも褐色がかかった汚い色をしていました。これを裏付けるかのように 1993 年 6 月に起こ

った皆既月食では、皆既中に月面に映った地球の影は通常であれば、きれいな赤銅色になるはずですが、このときは鈍いこげ茶色を呈しており、地球の大気を太陽光が通過するときに浮遊火山灰によって何らかの影響を受けたことを物語っていたように思います。これは、この時期の日照の強さにも影響を与えたはずであり、それが、地球全体の自然環境に良きにせよ悪しきにせよ何らかの影響を与えたはずです。噴火後 4~5 年も経つと、火山灰は地上に落下してしまったのでしょうか、上記のような異常現象は自然になくなってしまいました。この場合は、大気の状態の変化が目に見えた上、いずれは、落下してしまう気体より重い粒子が吹き上げられていたわけですので、時間の経過が問題を解決してくれたのですが、これが、目に見えない気体で、拡散の様子もよく見えず、いつの間にか大気中に蓄積されて、突然大きな気象変化などを引き起こすというようなものであった場合には、取り返しの付かないことになります。

空港周辺の航空エンジンの排気ガスの拡散も心配され、ICAO などの規定が定められています。主に低出力域で発生する HC, CO に対して対策が取られてきたうえ、不完全燃焼が主原因のこれらの排気ガスに対しては、エンジンの高性能化によって、自然消滅的に改善がなされてきました。その反面、エンジンの高温化によって高出力時の NO_x の発生が増加する傾向が生じ、低空では、光化学スモッグや酸性雨の原因となるということで、対策が進められています。超音速旅客機が飛行するような高空ではオゾン層の破壊につながるのではないかと懸念されました。超音速で巡航するために高空で高出力に保持される時間が長いため巡航中の NO_x の発生が多くなるという事情から、次期超音速旅客機の出現を予期して各国で NO_x 対策の研究開発が進められました。次期超音速旅客機の計画は現時点では足踏み状態になっていますが、そこで研究開発された技術が亜音速の通常の旅

客機のエンジンにも反映され、NO_xの低減の見通しが立ってきたと言うことができます。

その他、オゾン層の問題としては、航空機の寄与率はほとんどないと思いますが、フロンによる南極上空オゾンホールの発生があります。これについては、少なくとも日本ではフロン回収破壊法が制定され、対策が進められています。その効果がオゾンホールの回復にどのように影響するのか、結果に期待したいところです。

今から20年ほど前にアメリカの航空宇宙博物館で地球温暖化を警告する映画を見たことがあります。そのときは、実感も湧かず、それ以降、半信半疑のまま過ごしてきましたが、ここ数年この映画を地で行くような異常気象が頻発しています。強力な台風やハリケーンの相次ぐ上陸、桁外れの集中豪雨による洪水、観測記録を更新し続ける強風や高波による被害の報道も記憶に新しいところです。体感的には、真夏日や熱帯夜の増加と真冬日の減少を感じられます。これらの寒暖の変化は過去にも繰り返されていましたが、あるデータによると、この数年で急に変化が大きくなっているところもあるようです。また、極地帯の氷河が定常に後退・消滅を続けており、ツンドラ地帯も氷解が進んでいるという話を聞きます。別のデータによると、地球の平均気温は上下を繰り返しながらも定常に上昇していることには違いないようです。もし、これが地球温暖化という現象であるのであれば、上記の映画の警告があまりにも早く現実化したことに驚くとともに恐怖を感じます。スマトラ沖巨大地震による大津波のショッキングな映像がいつまでも目に焼きついていますが、地球温暖化による氷山や氷河の溶解で海面が上昇すれば、ちょっとした津波でも被害を蒙る地域が増加するはずです。地球温暖化をなんとか止められないものかと誰もが心配したいた昨今、採択から7年を経てようやく京都議定書が発効となり、先進国が夫々目標値を定めてCO₂などの温室効果ガ

スの排出量の削減に向けて動きだしました。省エネルギー対策や温室効果ガスを発生しない代替エネルギーへの置換などで相当なコストもかかると思います。しかし、長い目で見た場合、巨大台風や海面上昇による被害、その他計り知れない温暖化の被害を修復するための莫大な費用に比較すれば、どちらが得策かは明確だと思います。誰がどの程度負担するかなど問題は残っていると思いますが、1日でも早く地球温暖化の速度を鈍らせる効果を上げて欲しいものだと思います。

航空エンジンに関しては、CO₂の削減はまさしく燃料消費率の低減と同義語であり、燃料の節約による運航費の削減という永遠の目標に向けて、エンジンのバイパス比の増加、高圧力比化とそれに相応した高温化、要素効率の向上、エンジンの軽量化など、技術の進歩に応じて着実に燃料消費率、即ちCO₂の排出量低減の努力を続けています。バイパス比の更なる増加は、上記の騒音対策の点からも望ましい方向であり、従来の旅客機のエンジンがバイパス5~6程度であったものが、現在開発中の大型機、エアバスA380用エンジンでは8.7およびボーイングの新鋭機787用のエンジンでは9.5という大きな値を採用していることからも将来の方向性を知ることができます。

巻雲や巻層雲に変化して日照を遮る恐れがあるとして飛行機雲が話題になることがあります。これもCO₂と同様にエンジンで燃料が燃焼した結果、燃焼生成物として排出される水蒸気が原因の一つと考えられていますので、燃料消費率の削減により同義的に削減される方向にあるといつてよいと考えられます。

現時点では、取り返しの付かなくなった環境破壊として光害があります。星が見えなくなるほど夜空が明るくなってしまったということです。1960年代初頭頃までは、東京の都心でも天の川がくっきりと見えていました。今では、立川あたりの郊外に行っても天の川をほとんど見ることはできません。また、昔

は、都会でも夜間にカメラのシャッターを開放にして天の北極に向けて1時間も置いておくと、星の日周運動の光跡をレコード盤のようにいとも簡単に写すことができましたが、今では、フィルムが真っ黒に被ってしまって何も写らないということが起こります。高度成長時代は煤煙などで空が汚れていた時期があり、日中でも空の色がくすんでいましたので、夜になって星が見えないのも当然でしたが、最近のように環境対策が進み、日中は紺碧の空が戻って来たにも拘らず、夜間、空が明るくて星が見えないのでです。即ち、それだけ地上の照明が明るくなつたと言うことです。その証拠に、人工衛星から撮影した地球の夜間の写真を見ると、日本列島や各大陸が光の塊となって、その輪郭が浮き上がって見えます。星を見るようにするだけであれば、照明が空の方向に向かないようとするなどの工夫をすればよいかも知れません。しかし、照明のエネルギー源は、そのほとんどが温室効果ガスを発生する化石燃料です。星が見えなくなるほど照明を明るくする必要性はあるのでしょうか。確かに、交通安全や防犯という面から見れば明るい照明があった方がよいのでしょうかが、温室効果ガスの削減および省エネルギーという観点から見れば照明は必要最小限にしたいものです。夜空の暗さを省エネルギーのバロメーターの一つとして評価してもよいのではないかでしょうか。

最後に、NASA の打ち上げた歴代各種の宇宙探査機が太陽系の惑星やその衛星に接近または着陸して、これまで空想の世界に過ぎなかつたこれらの天体の表面の様子を現実に見られるようになるにつれ、わが地球が如何に恵まれた天体であるかという認識を新たにしたのは、筆者だけではないでしょう。例えば、極低温で液体メタンの海があるという土星の衛星タイタン、大洪水の痕跡はあるものの水が消滅して荒涼殺伐とした火星、CO₂ガスを大気の主組成とし、濃硫酸の厚い雲に覆われた蒸焼き地獄の金星、硫黄や二酸化硫

黄でできた大地に噴火活動が活発な木星の衛星イオ、氷の表皮に覆われ、地殻変動が絶えない木星の衛星ガニメデ、等々、そこには生命の痕跡も確認できない想像を絶する別世界がありました。水を満々と湛え、緑の森が存在し、そこに人間という高等動物が航空機のような文明の利器を発達させたような天体は少なくとも太陽系にはありません。地球がこのような理想郷になれたのは3つの理由があると言われています。第1に熱源である太陽からの距離が適切であり、適度な温度が保たれていること、第2に地球の大きさが適切であり、適度な重力の下、適度な気圧の大気を保持し続けていること、そして第3に、原始生命の誕生から30億年を経て人間のような高等動物にまで進化する間、太陽がエネルギーを供給し続けられたことと考えられます。宇宙は広いといつても、これだけの好条件に恵まれた天体はどれだけあるでしょう。おそらく奇跡に近い存在ではないでしょうか。その奇跡の天体上で、これまた奇跡的に生成・蓄積された化石燃料を燃やして航空機を飛ばすなどの消費生活を営んでいるわけです。その結果、この理想郷に地球温暖化などの環境破壊を起こしつつあります。不幸にして環境破壊によって生じたインフラの被害を修復するにも莫大なエネルギーが必要です。そのエネルギー源である化石燃料も無尽蔵ではありません。2億年以上もかけて生成された化石燃料が、あと100年もしない中に枯渇するのではないかという話も聞きます。エネルギーがなければ、被害の修復もできず、場合によつては、その地域を放棄せねばならないということにもなりかねません。省エネルギーや代替エネルギーの開発が急がれます。そのような観点から今後は環境対策をビジネスとした活動が益々盛んになると思います。ビジネスとして利益を上げるのは良いとして、目の業務ばかりに囚われず、時にはこのようなグローバルな観点から環境対策の意義を考えてみたいものだと願う次第です。

活動報告

研究センターの動き*

平成 16 年度、航空環境研究センターでは、次の受託業務及び自主研究等を実施した。

1. 受託業務

●騒音振動部

- ・東糀谷小学校航空機騒音データ解析作業
- ・東京国際空港航空機騒音調査（騒音監視塔）
- ・航空機騒音及び飛行経路実態調査（函館空港、高知空港、鹿児島空港）
- ・新千歳空港航空機騒音実態調査
- ・東京国際空港航空機飛行経路実態調査その 1, その 2
- ・東京国際空港再拡張に係る航空機騒音等予測評価調査
- ・航空機騒音基礎調査
- ・空港周辺における航空機騒音影響範囲予測調査
- ・航空機騒音予測センター図作成（成田国際空港、中部国際空港、美保飛行場、横田飛行場、庄内空港）
- ・福岡空港テレビ視覚障害影響範囲調査
- ・新千歳空港航空機騒音影響範囲予測調査
- ・東京国際空港再拡張環境影響評価準備書に係る航空機騒音等調査
- ・名古屋空港騒音影響範囲予測調査
- ・千葉市磯辺公民館航空機騒音データ解析作業
- ・東京国際空港テレビ視覚障害影響範囲調査
- ・空港周辺住民健康調査
- ・嘉手納飛行場周辺における航空機騒音度調査業務
- ・等価騒音レベルを評価量とする航空機騒音予測モデルの基礎調査

●大気環境部

- ・大阪国際空港周辺大気汚染調査（大気汚染実態調査）

●環境保健部

- ・航空機騒音の「体感」を考慮した評価に関する調査研究（騒音振動部と共同）
- ・空港周辺住民健康調査

2. 自主研究（航空局からの要請研究を含む）

航空局からの要請に基づいての研究及び当研究センターの自主事業としての基礎研究を次の

* Annual Activities of Aviation Environment Research Center

とおり実施した。

●騒音振動部

- ・航空機騒音予測技術検討調査
- ・航空環境の保全に関する動向調査
- ・東京国際空港における新運用方式に係る騒音測定の調査研究
- ・テレビ電波受信障害範囲の予測調査
- ・航空機騒音の自動監視に関する基礎研究
- ・飛行経路測定の精度向上に関する基礎研究
- ・航空機騒音の伝搬性状に関する基礎研究
- ・航空機騒音の評価方法に関する基礎研究

●大気環境部

- ・航空環境の保全に関する動向調査
- ・空港周辺大気影響予測技術検討調査
- ・国内外における空港周辺の大気環境調査の動向調査
- ・空港周辺における揮発性有機化合物の測定に関する基礎調査

●環境保健部

- ・航空環境と健康に関する疫学的研究
- ・航空機騒音の睡眠に及ぼす影響調査
- ・低レベル騒音振動に伴う住民意識の動向調査
- ・航空機騒音がもたらす健康影響と騒音評価・対策のあり方に関する研究

3. 研究発表

●騒音振動部

- ・「Partnership for noise Management between the airport and communities in Japan」山田一郎（航空環境研究センター）[ICA 2004・京都・2004-4]
- ・「Measurement uncertainty of aircraft noise related to microphone height for un-attended noise monitoring」武士田卓佳、篠原直明（成田国際空港振興協会）牧野康一（小林理学研究所）月岡秀文（防衛施設周辺整備協会）吉岡序、山田一郎（航空環境研究センター）[ICA 2004・京都・2004-4]
- ・「Recent development on energy-based aircraft noise modeling in Japan」吉岡序、岩崎潔、山田一郎（航空環境研究センター）[ICA 2004・京都・2004-4]
- ・「Energy-based aircraft noise prediction model considering meteorological conditions」山田一郎（航空環境研究センター）[インターノイズ 2004・チェコ・2004-8]
- ・「Change of aircraft noise observations under the flight path due to meteorological conditions」武士田卓佳、篠原直明（成田国際空港振興協会）山田一郎（航空環境研究センター）[インターノイズ 2004・チェコ・2004-8]
- ・「Evaluation of excess ground attenuation for noise prediction considering meteorological conditions」篠原直明（成田国際空港振興協会）山田一郎（航空環境研究センター）[インターノイズ 2004・チェコ・2004-8]
- ・「Consideration to noise index for evaluating airport noise in Japan」吉岡序、山田一郎

- (航空環境研究センター) [インターノイズ 2004・チェコ・2004-8]
- ・「滑走路測方で観測される航空機騒音と気象の関係」磯部正臣, 篠原直明 (成田国際空港振興協会) 尾形三郎 (成田国際空港株式会社) 山田一郎 (航空環境研究センター) [日本騒音制御工学会・山梨・2004-9]
 - ・「WECPNL 算定手順に関する環境庁方式と ICAO 方式との比較—実測に基づく LA と PNL の関係について—」門出格宏, 吉岡序, 山田一郎 (航空環境研究センター) [日本騒音制御工学会・山梨・2004-9]
 - ・「航空機騒音予測時の地面による過剰減衰の評価方法—上空飛行時の騒音伝搬における評価式の改良—」篠原直明 (成田国際空港振興協会) 牧野康一 (小林理学研究所) 月岡秀文 (防衛施設周辺整備協会) 吉岡序, 山田一郎 (航空環境研究センター) [日本音響学会・沖縄・2004-9]
 - ・「航空機騒音予測時の地面による過剰減衰の評価方法—エンジン取り付け位置が及ぼす影響—」牧野康一 (小林理学研究所) 篠原直明 (成田国際空港振興協会) 月岡秀文 (防衛施設周辺整備協会) 吉岡序, 山田一郎 (航空環境研究センター) [日本音響学会・沖縄・2004-9]
 - ・「航空機騒音評価量に関する実測に基づく検討」吉岡序, 山田一郎 (航空環境研究センター) [日本音響学会・沖縄・2004-9]
 - ・「WECPNL 算定手順に関する環境庁方式と ICAO 方式との比較」門出格宏, 吉岡序, 山田一郎 (航空環境研究センター) [日本音響学会・東京・2005-1]
 - ・「気象を考慮した航空機騒音の予測—実測との整合性及び気象条件の設定方法に関する考察—」山田一郎 (航空環境研究センター) 篠原直明 (成田国際空港振興協会) [日本音響学会・東京・2005-3]
 - ・「航空機騒音予測時の地面による過剰減衰の評価方法—上空飛行時の過剰減衰の機種による違い—」篠原直明 (成田国際空港振興協会) 牧野康一 (小林理学研究所) 月岡秀文 (防衛施設周辺整備協会) 吉岡序, 山田一郎 (航空環境研究センター) [日本音響学会・東京・2005-3]

●環境保健部

- ・「Choice of Japan in noise annoyance scale exposeres to white noise」関健介 (杏林大) 後藤恭一, 金子哲也 (航空環境研究センター) 矢野孝 (熊本大) [Journal of and vibration 277-2004]
- ・「都市住民の主観的環境評価の構造解析III—住み心地の良さに係わる各種環境要因について—」後藤恭一, 金子哲也 (航空環境研究センター) [航空環境研究・No. 8]
- ・「滻紙採血試料を用いた Dot-ELISA 法による T. Cruzi 感染症スクリーニング検査の有効性」関健介, 鄭晋郁 (杏林大) 後藤恭一, 金子哲也 (航空環境研究センター) [日本公衆衛生学会・松江・2004-10]

4. その 他

- ・国際音響学会 (ICA 2004) に参加—山田所長, 末永騒音振動部長, 吉岡騒音振動部長代理, 岩崎騒音振動部主任研究員 [京都・2004-4]
- ・第 65 回分析化学討論会に参加—橋本大気環境部副主任研究員 [沖縄・2004-5]
- ・(財)空港環境整備協会全国事務所長会議に出席一所長, 管理部長 [大阪・2004-6]

- ・ICAO/CAEP WG 2 会議に出席一山田所長〔スペイン・マドリッド・2004-6〕
- ・日本音響学会第 7 回サマーセミナーに参加一門出騒音振動部研究員〔長野・2004-7〕
- ・日本ウーマンズヘルス学会に参加一後藤環境保健部副主任研究員〔東京・2004-7〕
- ・日本音響学会騒音・振動研究会に出席一山田所長〔仙台・2004-8〕
- ・インターノイズ国際会議に出席一山田所長, 吉岡騒音振動部長代理〔チェコ・プラハ・2004-8〕
- ・元航空環境研究センター柳沢大気環境部長, (財)日本航空協会より「亀齢賞」を受賞する〔東京・2004-9〕【写真】
- ・日本騒音制御工学会秋季研究発表会に参加一山田所長, 吉岡騒音振動部長代理, 門出騒音振動部研究員〔山梨・2004-9〕
- ・日本音響学会秋季研究発表会に参加一山田所長, 吉岡騒音振動部長代理〔沖縄・2004-9〕
- ・日本分析化学会第 53 年会に参加一橋本大気環境部副主任研究員〔千葉・2004-9〕
- ・ISO/TC 43/SC 総会並びに作業委員会・WG 52 会議に出席一山田所長〔フランス・2004-9〕
- ・広島空港「空の日航空教室」への講師派遣一山田所長, 吉岡騒音振動部長代理, 岩崎騒音振動部主任研究員他〔広島・2004-10〕
- ・第 45 回大気環境学会年会に参加一水島・橋本大気環境部副主任研究員〔秋田・2004-10〕
- ・日本公衆衛生学会に参加一後藤環境保健部副主任研究員〔松江・2004-10〕
- ・空港環境対策担当者研修会への講師派遣(空港環境整備協会主催)一山田所長, 伊藤顧問, 末永騒音振動部長, 吉岡騒音振動部長代理, 大沼・岩崎騒音振動部主任研究員, 鈴木大気環境部長, 柴田大気環境部長代理, 金子環境保健部長他〔東京・2004-10〕
- ・(財)空港環境整備協会全国事務所長会議に出席一所長・管理部長〔東京・2004-11〕
- ・大気環境委員会を開催一山田所長, 鈴木大気環境部長, 柴田大気環境部長代理他〔東京・2004-11〕
- ・ICAO ステアリンググループ会議に出席一山田所長〔ドイツ・ボン・2004-11〕
- ・「地球人講座」への講師派遣一山田所長, 吉岡騒音振動部長代理, 岩崎騒音振動部主任研究員他〔熊本・2004-11〕
- ・航空機騒音委員会を開催一山田所長, 末永騒音振動部長, 吉岡騒音振動部長代理他〔東京・2004-12〕
- ・東京医科大学研究発表会に参加一後藤環境保健部副主任研究員〔東京・2005-1〕
- ・ICAO/CAEP WG 3 会議に出席一橋本大気環境部副主任研究員〔アメリカ・サンフランシスコ・2005-2〕
- ・日本赤十字病院研究発表会に参加一後藤環境保健部副主任研究員〔東京・2005-2〕
- ・航空機騒音委員会を開催一山田所長, 末永騒音振動部長, 吉岡騒音振動部長代理他〔東京・2005-2〕
- ・航空機騒音委員会を開催一山田所長, 末永騒音振動部長, 吉岡騒音振動部長代理他〔東京・2005-3〕
- ・大気環境委員会を開催一山田所長, 鈴木大気環境部長, 柴田大気環境部長代理他〔東京・2005-3〕
- ・自主研究「国内外における空港周辺の大気環境調査の動向調査」のため, イギリス(ヒースロー空港), スイス(チューリッヒ空港) 及びフランス(シャルルドゴール空港)へ出張一

水島・橋本大気環境部副主任研究員〔2005-3〕
・研究誌「航空環境研究」特別号を発刊〔2005-3〕



文献情報

航空環境関連文献情報（米国政府出版物データベースより）*

管理部文献資料室**

以下の文献は、2003年4月から2004年3月までの間のNTISデータベースから入手した文献データより選出したものです。文献の入手に関するお問い合わせは、株式会社ジー・サーチ（電話：03-3452-1244, FAX：03-3452-1246）までお願い致します。

〔騒音〕

●測定

PB2003-107286/XAB

Aircraft Engine Noise Scattering by Fuselage and Wings: A Computational Approach, 2003

ADP014099/XAB

Resolution Requirements for the Numerical Computation of Tonal Noise in Compressors and Turbines of Aeroengines (Conference paper), Feb 2003

N20030107607/XAB

Relationship between Aircraft Noise Contour Area and Noise Levels at Certification Points, Sep 2003

●評価

N20030014734/XAB

Computation of Engine Noise Propagation and scattering off an Aircraft, 2003

PB2003-104868/XAB

Draft Guidelines for the Measurement and Assessment of Low-Level Ambient Noise (Draft rept. Aug 97-Mar 98), 9 Mar 1998

●予測

N20030012922/XAB

Broadband Noise Predictions for an Airfoil in a Turbulent Stream, 2003

N20030014944/XAB

Acoustic Analogy and Alternative Theories for Jet Noise Prediction, 2002

ADP013679/XAB

Direct Numerical Simulation of Jet Noise (Conference paper), Aug 2001

N20030020401/XAB

Computational Aeroacoustics: An Overview, 2001

N20030032418/XAB

Jet Noise Physics and Modeling Using First-Principles Simulations (Interim Report), Feb 2003

N20030061182/XAB

Turbofan Noise Propagation and Radiation at High Frequencies (Annual Report, 22 Feb.-30 Sep. 2002), May 2003

ADP014103/XAB

Prediction the Jet Near-Field Noise of Combat Aircraft (Conference paper), Feb 2003

ADP014102/XAB

CFD Coupled Acoustics Approach for the Prediction of Coaxial Jet Noise (conference paper), Feb 2003

N20030065161/XAB

Development of a Jet Noise Prediction Method for Installed Jet Configurations, 2003

N20030068092/XAB

Role of Instability Waves in Predicting Jet Noise, Jul 2003

N2004006312/XAB

Sound Generation by Aircraft Wake Vortices, Dec 2003

●対策

N20030017747/XAB

Further Examination of the Vibratory Loads Reduction Results from the NASA/ARMY/MIT Active Twist Rotor Test, 2002 CD-ROM

N20030056590/XAB

Fan Design That Meets the NASA Aeronautics Noise Goals, May 2003

N20030063290/XAB

Control of Jet Noise Through Mixing Enhancement, Jun 2003

* United States Government Reports for Aviation Environment; Selections from NTIS Database

** Library, Aviation Environment Research Center

●機内騒音

ADA419313/XAB

E-3 In-Flight Acoustic Exposure Studies and Mitigation Via Active Noise Reduction Headset (Final rept. 1 Oct 2002-31 Oct 2002), Dec 2002

paper), Feb 2003

●騒音機構

N20030093553/XAB

Jet Noise Modeling for Coannular Nozzles Including the Effects of Chevrons (Final Report), Sep 2003

●ソニックブーム

N20030032530/XAB

Noise Generation by Fans With Supersonic Tip Speeds (Final Report), Mar 2003

N20040000389/XAB

Supersonic Business-Jet Concept Designed for Low Sonic Boom, Oct 2003

●規制

ADA411986/XAB

Active Jet Noise Control (Final technical rept. 15 Feb 2001-31 Mar 2002), Feb 2003

●その他

ADA412231/XAB

Model of the Acoustic Intensity Field Generated by a Multi-Engine Turbo-Prop Aircraft (Final rept. Jun 2001-Sep 2002), Sep 2002

N20030032464/XAB

Experimental and Computational Investigation of Oscillating Airfoil Unsteady Aerodynamics at Large Mean Incidence (Annual Report), Mar 2003

N20040008601/XAB

Optimum Climb to Cruise Noise Trajectories for the High Speed Civil Transport, Nov 2003

N20040008591/XAB

Ultra High Bypass Ratio Low Noise Engine Study (Final Report), Nov 2003

[大気汚染]

●測定

N20030062196/XAB

Low Emissions RQL Flametube Combustor Test Results, Jul 2001

N20030062070/XAB

Compact Laser-Based Sensors for Monitoring and Control of Gas Turbine Combustors (Final Report, 1 May 2001-30 Jun. 2003), 2003

●予測

N20030063948/XAB

Mixing and NO(x) Emission Calculations of Confined Reacting Jet Flows in a Cylindrical Duct (Final Report), Jun 2003

●燃料

N20030032940/XAB

Real Gas Effects on the Performance of Hydrocarbon-Fueled Pulse Detonation Engines, Mar 2003

●環境影響評価

N20030068103/XAB

Active Control of High Frequency Combustion Instability in Aircraft Gas-Turbine Engines, Sep 2003

●解説

ADA412022/XAB

Unsteady Aerodynamics Aeromechanics of Multi-Stage Turbomachinery Blading (Final rept.), 30 Nov 2002

N20030057124/XAB

Review of Integrated Noise Model (INM) Equations and Processes, 5 May 2003

N20030065818/XAB

Application of Circulation Control Technology to Airframe Noise Reduction (Final Report, Mar. 1999-Mar. 2003), 31 May 2003

●ヘリコプター

N20030015482/XAB

Subjective Test of Modulated Blade Spacing for Helicopter Main Rotors, 2002

N20030017993/XAB

Development of Novel Methods for the Reduction of Noise and Weight in Helicopter Transmissions (Final Report), 2003

ADP013516/XAB

Review of Vibration-Based Helicopters Health and Usage Monitoring Methods (Conference paper), 5 Apr 2001

N20030052724/XAB

XV-15 Tiltrotor Aircraft: 1997 Acoustic Testing, Apr 2003

ADP014089/XAB

Research of Extension of the Life Cycle of Helicopter Rotor Blade in Hungary (Conference

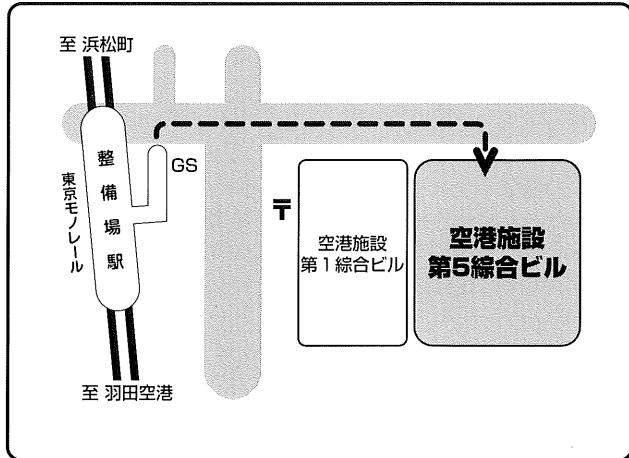
編集後記

昭和53年開港の成田国際空港、平成6年開港の関西国際空港に続き、平成17年2月17日に日本で3番目の国際空港である中部国際空港が愛知県常滑市沖に開港しました。

24時間運用の海上空港で3,500mの滑走路を備え、ターミナル機能も大幅に向上了し、国内線と国際線の利便性のよさからハブ空港としての役割も注目されます。まさに名古屋圏のみならず日本と各国を結ぶ空の玄関口として、航空輸送の発展や経済活性化に寄与するものと期待されます。

さて、本誌第9号もGW後の発行となりました。毎年4月末までには発行したいと思いつつ、原稿が1編でも遅れますとつい発行も遅れます。愚痴は言い訳に過ぎませんが、内外の早くから原稿を提出された執筆者には大変申し訳なく思っています。

今号では、例年の記事である当センターの研究報告や内外報告等の他、焦点に3編、航空環境に係る話題に3編、そしてエッセイに2編の外部からの貴重な記事をいただきました。各執筆者の皆様に厚く御礼申し上げます。



航空環境研究センター案内図

なお、当編集室ではこの研究誌について読者の皆様から様々なご意見を賜ります。内容等について多数のご意見をお寄せください。又この研究誌の送付先を変更あるいは中止希望の場合は、御一報くださいますようお願い申し上げます。

編集事務局：航空環境研究センター
文献資料室 仰山博文

航空環境研究 第9号 平成17年5月9日印刷 平成17年5月16日発行 ©2005

発行人 山田一郎

発行所 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5綜合ビル5階

電話 (03) 3747-0175 FAX (03) 3747-0738

印刷所 三美印刷株式会社

116-0013 東京都荒川区西日暮里5-9-8

電話 (03) 3803-3131 (代)

無断転載を禁じます

CONTENTS

PREFACE

Role of AERC

Taturo Nakamura 1

FOCUSES

Relationships between Global Warming and the Winds over
Central Japan International Airport (Centrair)
Diffuse Emissions from Aircraft under PRTR System

Michio Owada 2
Kei Takeshita 11
Satoshi Koyama
Masao Shibata

Relationships between Rating Scales, Question Stem Wording,
and Community Responses to Noise

Tetsumi Sato 22

RESEARCH REPORTS

Comparison of WECPNL Calculation Methods between Environment
Quality Standards and ICAO ANNEX 16

Tadahiro Monde 28
Hisashi Yoshioka
Ichiro Yamada

Measurements of Volatile Organic Compounds in Tokyo Haneda
International Airport using a badge-type passive sampler

Hiroki Hashimoto 37
Masao Shibata
Minoru Mizushima
Hiraku Endo
Koji Suzuki

DOMESTIC AND FOREIGN REPORTS

Trends of ICAO/CAEP-WG1 · WG3

Shigeru Takano 43

Trends of ICAO/CAEP-WG2

Yuji Yanagisawa 46

Report of Inter Noise 2004

Ichiro Yamada 52

Report of ICA 2004

Hisashi Yoshioka
Ichiro Yamada
Hisashi Yoshioka 72

CURRENT TOPICS

Environmental Activities of Japan Airlines Group
Air Quality Report of Narita International Airport

Matsumoto Yasushi 74
Tadashi Tsukano 82
Yasuo Kawamura
Kensei Kataiwa 96

Opening of Centrair on 17th February, 2005

ESSAY

Autumn in Fukuoka Airport 1975

Nobuo Ochi 102

Miscellaneous Thoughts on Environment

Kazuhiko Ishizawa 104

ACTIVITIES OF AERC

Annual Activities of Aviation Environment Research Center

Executive Department 108

REPORT INFORMATION

United States Government Reports for Aviation Environment ;

Selections from NTIS Database

Library 113