

3E05 混雑空港の航空機騒音負担のあり方と羽田空港における都心上空飛行ルートの活用方策に関する研究

○平田輝満 (運輸政策研究機構), 清水吾妻介 (東京工業大学)

Utilization of the air routes over central Tokyo for aircraft noise sharing and capacity expansion in Haneda airport

Terumitsu HIRATA (ITPS), Azumanosuke SHIMIZU (Tokyo Tech)

Key Words: aircraft noise, airport capacity expansion, noise sharing, air routes over central Tokyo

Abstract

In Tokyo metropolitan area, there have been long discussions about how to share the noise arising from the flights to/from Tokyo International Airport (Haneda airport: HND) in overall metropolitan area. The flight paths in lower altitude are basically designed only over Chiba area, located at the east of HND, while Tokyo area, located at the west of HND has little flight paths in lower altitude due to its proximity to the airport. These current air traffic operations have resulted in fairness problem among the area in the vicinity of the airport in terms of noise distributions. This paper firstly introduces some of the cases of the overseas airports that have tried to distribute air-craft noise over residential area as fairly as possible. Finally, the possibility to utilize the air routes over central Tokyo area for noise sharing and capacity expansion of HND is investigated.

1. 研究の背景と目的

首都圏空港では成田・羽田空港の拡張事業により大幅な発着容量拡大が達成されつつある。一方で、アジアを中心とした国際需要の伸び、LCC参入による新規需要の創出、新型の小型機材による多頻度化と路線開設、またピーク時間帯の需給逼迫への対応など、中長期的な容量拡大ニーズも依然存在すると考えられる¹⁾。これに対し運輸政策研究所では過去に羽田空港のさらなる容量拡大方策について技術検討を行い、新規滑走路整備による大幅な容量拡大には現在は原則使用していない東京都心上空飛行ルートの開放が必要不可欠であることを示した¹⁾。しかしながら都心上空利用は騒音影響からいわばタブー視されてきている。現状の羽田空港発着便の航空機騒音をみても、千葉方面にその負担が偏っている問題が従来から存在し、首都圏全体での騒音の分担の必要性が指摘されることも多い^{注1)}。騒音面だけではなく航空機の運航や管制の運用面からみても特定の空域に増加する交通流が集中し、その業務負担が高まっている。一方、成田空港では長年の問題を乗り越え年間発着回数30万回化に向けた地域合意がなされ、その過程では従来は騒音影響を考慮して使用してこなかった空域を開放し航空管制の運用制約の緩和により空域混雑を軽減している^{注2)}。空港の容量拡大に対して空港と地域が一体となって取り組む姿が見られ、羽田空港とは対照的に映る。航空機の低騒音化

が進展した今、首都圏の空域全体の有効活用による騒音の広域分担と容量拡大、また管制負荷軽減に向けて、都心上空の活用可能性についても改めて議論をする必要があると考えられる。

以上を背景に、本研究では、海外混雑空港における航空機騒音への政策対応、特に騒音の分散や公平負担の実施状況を調査し航空機騒音の負担のあり方について考察するとともに、羽田空港の既存ストックを対象に都心上空利用による騒音分散と容量拡大方策に関して検討した。

2. 海外混雑空港における騒音分散と公平負担の事例

空港近傍では特定の地域に騒音を閉じ込め騒音暴露人口を最小化し、そこに騒音対策を集中的に行うことが通常であると思われる。一方で、騒音の広域

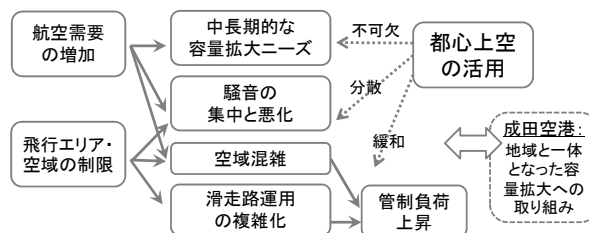


図-1 首都圏における騒音・空域混雑と都心上空活用に関する問題の構図

分散・公平負担を志向している空港も存在しており、本研究では世界の2大混雑空域であるニューヨークとロンドンに加え、積極的な騒音の広域分散を実施してきたシドニーの事例を紹介する。騒音分散という視点以外にも従来使用していなかった空域の開放という視点でも事例紹介をする。

(1) ニューアーク空港における離陸経路分散と容量拡大

ニューヨーク首都圏空域では航空機の混雑による深刻な遅延問題などを解決するために2007年から大規模な空域再編を実施している（詳細は別稿³⁾を参照）。この中でニューアーク空港（EWR）やフィラデルフィア空港において遅延削減のために、新たに複数の離陸経路を設定し容量を拡大している³⁾。EWRでは従来は市街地（City of Elizabeth：人口約12万人）の中心を避けて飛行経路を設定していたが、空域再編に伴い離陸直後の飛行経路を市街地中心にも設定した（図-2）。ただし、それら地域の騒音軽減のために新たな離陸経路はピーク時間帯など遅延が拡大した時に限定して使用している。

(2) ヒースロー空港におけるRunway Alternationと制約解消による騒音負担の公平化

ロンドンのヒースロー空港（LHR）は世界でも有数の混雑空港であり、2本の平行滑走路を有している。通常は1本の滑走路を離着陸共用（Mixed-mode）で運用した方が容量を増やせるが、LHRではそれぞれを離陸専用、着陸専用に離着陸を分離して運用している。これは騒音対策上の理由であり、毎日15時に離陸滑走路と着陸滑走路を交代し、空港近傍の飛行経路直下の地域に対して1日の半分の時間は航空機騒音から解放される時間（Respite Period⁴⁾）を提供している。これを滑走路交代運用方式（Runway Alternation、以降Rwy.Alt.）と呼んでいる。ここで、航空機は基本的に向かい風で飛行するため風向きが変わると滑走路の運用方向も変わることになるが、このRwy.Alt.は西風運用時のみで、東風運用時には実施されていない。これは1950年代から長く続く克蘭フォード合意（Cranford Agreement、以降Cran.Agr.）の存在が影響している。この合意は、北側滑走路の東方直近に位置するCranford地区の上空は騒音影響の大きな離陸経路として使用しない、とするものである（図-3）。このため東風運用時には北側滑走路から東方への離陸ができないためRwy.Alt.もできず、例えば北側滑走路の西方に位置するWindsor地区の上空などは東風運用時には常に着陸経路となり

RespitePeriodも提供されないことになる。しかし、東風運用時にもRwy.Alt.を行うことで騒音のより公平な負担を実現することを目的として2009年1月に当該合意を解消することを決定した。この背景には2003年の英国航空白書（The Future of Air Transport White Paper⁵⁾）で整備の必要性が指摘されたLHRの第3滑走路に関して、その後の3年間の技術検討（Project for the Sustainable Development of Heathrow）、2007～2008年にかけての大規模なコンサルテーション（市民協議）を経て、2009年1月に第3滑走路建設を政府がサポートする決定を下したことがある⁴⁾。この一連の検討の中でCran.Agr.の解消も議論がされていた。2010年の政権交代で第3滑走路計画はキャンセルされたがCran.Agr.の解消決定は引き継がれた⁶⁾。なお、旧政権で検討したLHRの拡張プロジェクトの中では現有滑走路へのMixed-modeの導入による容量拡大方策も検討されたが、Rwy.Alt.によるRespitePeriod提供が無くなることを問題視し、Mixed-modeは実施しないことを決めた。ここでも特定地域への騒音集中を回避し、むしろ第3滑走路により騒音を広域分散する姿勢が見られる。

現政権ではロンドンを含む英国の南東地域の空港政策に関して明確な長期ビジョンを未だ策定していないが、LHRの混雑解消対策として2011年から「Operational Freedoms Trial⁵⁾」という現滑走路の運用自由度向上実験を行っている。これは旧政権でも検討されていた運用ではあるが、遅延拡大時や容量低

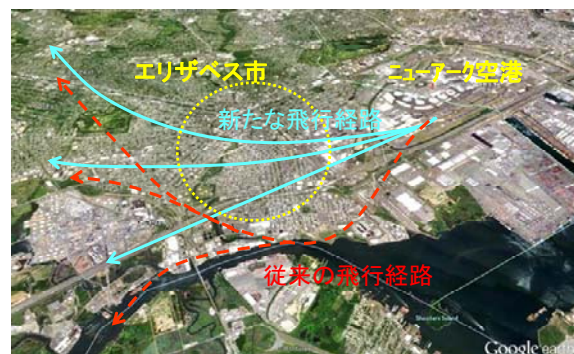


図-2 ニューアークにおける離陸経路分散と容量拡大

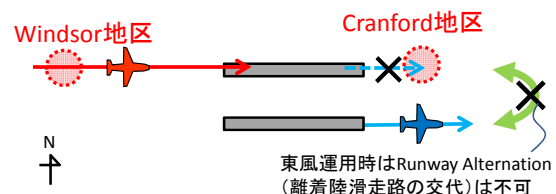


図-3 Cranford Agreementによる運用制約

下時に限ってMixed-modeに近い運用を行うものである。従来も上空待機による到着機の遅延拡大時には2本の滑走路への着陸を実施してきており、上記トライアルでは運用の自由度をさらに上げている^{注7)}。このように、LHRでは騒音負担をより公平にしながらも、運用制約の一部緩和による容量拡大（遅延軽減）も検討、試行している。

(3) シドニー空港におけるNoise Sharing^{6), 7)}

シドニー空港（SYD）は空港南部がボタニー湾に面している一方で、他の方面は市街地に非常に近接している。そして90年代半ばの第3滑走路問題を契機とした航空機騒音の社会問題化を背景に、騒音を極力広域に分散し、薄く広く共有する政策（Noise sharing）を実行してきた。

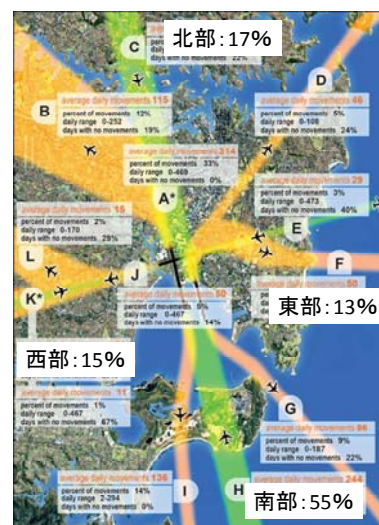
SYDは1993年以前、2本の交差滑走路を有する空港であったが、1994年に南北平行滑走路を供用開始し容量拡大を行った。しかしながら、それまでは東西南北に比較的均等に騒音が分散されていたが、南北の平行滑走路が主に使用されることとなり、当然ながら空港北部地域に騒音が集中し北部住民の反対運動が激化した^{注8)}。95年に上院の特別委員会からの報告書^{注9)}を受け、その後、96年に政府からの指示に基づきAirservices Australia（航空管制会社）が東西滑走路の使用頻度の増加を含めた長期運用計画（Long Term Operating Plan：LTOP）に関する技術検討を行い、LTOPを策定した。1997年から本格的にLTOPに基づく滑走路運用が始まった。

このLTOPの基本方針としては、3本全ての滑走路を活用、空港南部のボタニー湾と非住居エリアの飛行経路を最大限活用、そして、居住エリア上空の飛行による騒音については「公平に負担する（fairly/equitably shared）」、などである。

図-4に現状のSYDの離着陸経路のイメージ図を示す。着陸経路は技術的に分散することが難しいため滑走路の延長方向に直線的に伸びているが、自由度の高い離陸経路は着陸で使用する経路位置も考慮しながら極力広域に分散するように設定されている。また、LTOPで定められている各方面の空域の使用比率の目標を図中に付記しているが、気象条件などを考慮しながら陸域の方面別使用比率が極力公平になるように目標が設定されている。この飛行経路の分散を行うために、SYDでは10種類の滑走路運用方式を使用している。主要な方式としては大きく2種類あり、南北平行滑走路のみを使用し処理容量の高い「Parallel Mode」と、東西滑走路も併せて使用する「Noise Sharing Mode」である。後者は飛行経路を分

散できる一方で交差滑走路の運用となるため滑走路全体の処理容量が低下する。そのためNoise Sharing Modeは早朝・昼間帯・夜間のオフピーク時に使用している^{注10)}。運用方式の選択においては、Parallel Modeで騒音が集中する南北地域に極力Repit Periodが提供することが考慮される。

さて、滑走路の運用方式は、通常、気象条件や交通量に応じて選択されるが、SYDはこれら条件に加え騒音の公平な分担が条件に加わる。気象条件と交通量はそれぞれ安全性、効率性に対応するため、これら条件を満たした上で騒音といった環境面の考慮がなされる。SYDでは滑走路運用方式の選択を行う航空管制官に対する支援システム（TARDAS：The Advanced Runway Decision Advisory System）を活用している^{注11)}。これは、気象条件や交通条件、さらに過去の短期および長期の運用履歴を参考に、Noise sharingの目標を達成するための滑走路運用方式選択について管制官に自動的に推奨するシステムである。使用滑走路の実績も常にモニターし評価が行われている。最近の結果をみると北部に騒音影響が多少偏っており、気象条件などに依りて必ずしも目標を達成できているわけではないようである。重要な要因として航空需要の増加も挙げられる。SYDでは騒音対策上、時間発着回数を80回に制限しているため、ピーク時の需要が拡大すると前後の時間帯に需要がにじみ出ることも影響し、Noise Sharing Modeを使用できるオフピーク時間が減少する。2012年3月には独立検討委員会からシドニーエリアの空港容量に関する報告書⁸⁾が提出され、その中では短期的には時間容



図出典) Sydney Airport Master Plan 2009

図-4 シドニー空港の飛行経路のイメージと方面別使用比率の目標

量制約の緩和によるNoise sharing能力の強化や、長期的には第2空港建設の可能性に関して提言がなされている。

最後にSYDの航空機騒音に関する近年の評価例を紹介したい。1つ目は政府の空港担当者の評価であるが、「Noise sharingという環境正義のコンセプトは広く受け入れられるようになってきた。騒音に関して「受容できるか？」から「公平か？」という問いに変化してきた。騒音の絶対量より相対的な量に、共通した関心が置かれている⁹⁾」との評価であり、象徴的な文章であると思われる。もう1つは政府の白書¹⁰⁾で、「空港から離れた地域からの騒音苦情や対策要望が増加、発着回数の増加によりRespite時間の減少が苦情の原因になっている」などの評価がなされている^{注12)}。

3. 都心上空活用による羽田空港の騒音分散と容量拡大方策に関する一考察

(1) 都心上空利用の検討で考慮すべき特性と本研究の視点

本章では、上記海外事例も参考に、従来から原則として使用されてこなかった都心上空空域の活用による羽田空港の騒音分散と容量拡大方策に関して、既存ストックの活用を前提に検討する。

まず都心上空活用において検討すべき主な特性を挙げる。まず、(1) 空港の北部・西部が市街地に近接しているため離着陸経路が低高度となり、環境基準上、都心上空の発着回数を大幅に増加することは困難である点である。また、(2) 南風運用時の到着ルートが特に千葉上空に集中することと、容量面でも北風運用時に比べ南風運用時の容量制約が厳しいと考えられる¹⁾ことから、南風運用時を対象とした検討が重要である。その他、本稿では詳細に検討はしていないが、(3) 羽田空港に近接する横田・百里空域、成田空域（セクター）との調整が必要であり、特に軍の基地機能との共存方法の検討が必要であることや、(4) 都心の地上物件と制限表面の関係について検討が必要であること、(5) 現状の方面別滑走路方式による制約を含む広域の空域設計と飛行方式設計に関わる検討、などが挙げられる。

ここで、環境基準となる騒音指標は航空機の単発の騒音の大きさと発生回数（および発生時間帯）が考慮されるが、これら点から(1)の特性に対しては、大きく2つの対応が考えられる。1つ目は都心上空経路を使用する機数の制限、2つ目は小型機・新型機などの低騒音機材に限定した使用である。前者の

機数制限には、①時間発着回数を制限して終日使用、②時間発着回数は大きい時間帯を限定して使用、③都心上空の中で経路を分散、の3つの方法が考えられる。本研究では海外事例も参考に、まとまったRespite時間を提供できる②の時間限定および③の経路分散の視点から考察した。

時間限定の都心上空活用については使用頻度と発着枠設定の点から2つの方法がある。1つは「固定型」で、毎日決まった時間帯で都心上空を固定的に活用する方法であり、発着枠の拡大も可能である（毎日といっても今回の例でいえば南風時のみ都心上空を使用）。もう1つは前述の海外事例で実施している「状況依存型」で、遅延拡大時や悪天による容量低下時などのサービスレベル低下時に活用する方法である。または使用頻度はさらに少なくなるがインシデント発生時の代替的滑走路運用方法として活用する方法（地震やバードストライクなどへの緊急対応）も考えられ、いずれにしても発着枠の拡大はせずに状況に応じてサービスレベル維持のためのバッファ容量としての活用である。次節以降では「固定型」を前提に検討を行った。

(2) 都心上空活用による羽田空港の容量拡大方策と容量推計

本節では都心上空等を活用した場合の羽田空港の容量拡大の可能性について分析する。都心上空等を活用すると南北の平行滑走路であるA・C滑走路に北側から直線的に進入が可能となり、さらに空港西側の川崎方面にB滑走路から離陸が可能となる。これらの飛行経路を最大限活用し、騒音影響は千葉方面を避けつつ羽田再拡張後の計画容量である80回/時を超える容量を達成できる可能性のある滑走路運用方法の一例を図-5に示す。図中の離着陸回数については後述する。

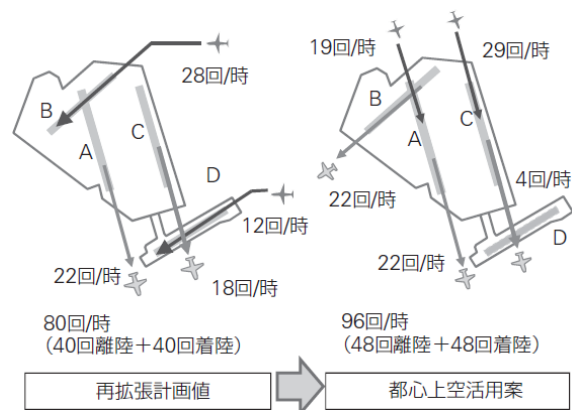


図-5 都心上空活用による容量拡大方策

筆者らの先行研究^{11), 12)}で開発した羽田空港再拡張後の滑走路容量計算手法を活用し、図-5に示す運用をした容量計算を行った。容量算定手法の概要は以下の通りである。重要な点は相互に従属運用となるA滑走路離陸、A滑走路着陸、およびB滑走路離陸である。これらを一旦2つの系、「B離陸とA着陸」と「A離陸とA着陸」に分け、A着陸間隔の設定条件において両系を結合する計算手法を採っている。

例えば、「B離陸とA着陸」の場合（以下、BA系）を考える。当該系を同時に使用できる航空機は管制ルール上1機であり、ある1機が当該系を占有する時間はその前後の航空機種別（離着陸の別、後方乱気流区分）により変化するため、連続する3機の中間の機がシステムを専有する時間を T_{ijk} (i, j, k はそれぞれ1, 2, 3機目の種別を表す) とする。管制上の最低安全間隔や航空機の離着陸性能などを考慮して全ての組み合わせに対して T_{ijk} を計算すると図-6のようになる。「A離陸とA着陸 (AA系)」の占有時間も同時に示している。

次にBA系において、A滑走路への連続する着陸機の中に n 機のB滑走路離陸機を挟むことを考え、その間に挟む全離陸機と後続着陸機の占有時間の合計を $T_{BA}(n)$ とすると、

$$T_{BA}(n) = \begin{cases} T_{AAB} & (n=0) \\ T_{ABA} + T_{BAB} & (n=1) \\ T_{ABB} + (n-2)T_{BBB} + T_{BBA} + T_{BAB} & (n=3, \dots, \infty) \end{cases} \quad (1)$$

と表せる。例えば T_{ABA} はA着陸→B離陸→A着陸の時の中間のB離陸の占有時間を表す（後方乱気流区分の記号は省略している）。ここで(1)式は後続の着陸機後は離陸機であると仮定した場合を記載しているが着陸機が後に続く場合は最後の項が T_{AAA} , T_{BAA} , T_{BAA} に変わる。着陸・離陸の生起確率を P_a , P_d とすると1時間のBA系における離陸と着陸の処理容量はそれぞれ以下のとおり計算できる。

$$CAP_{BA}(dep) = 3600 \left/ \left[\frac{\sum_{n=0}^{\infty} T(n) \cdot P_a \cdot P_d^n}{\sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P_a \cdot P_d^n} \right] \right. \quad (2)$$

$$CAP_{BA}(arr) = 3600 \left/ \left[\frac{\sum_{n=0}^{\infty} T(n) \cdot P_a \cdot P_d^n}{\sum_{n=0}^{\infty} 1 \cdot P_a \cdot P_d^n} \right] \right. \quad (3)$$

同様の計算がAA系でも可能であるが、両系はA着陸

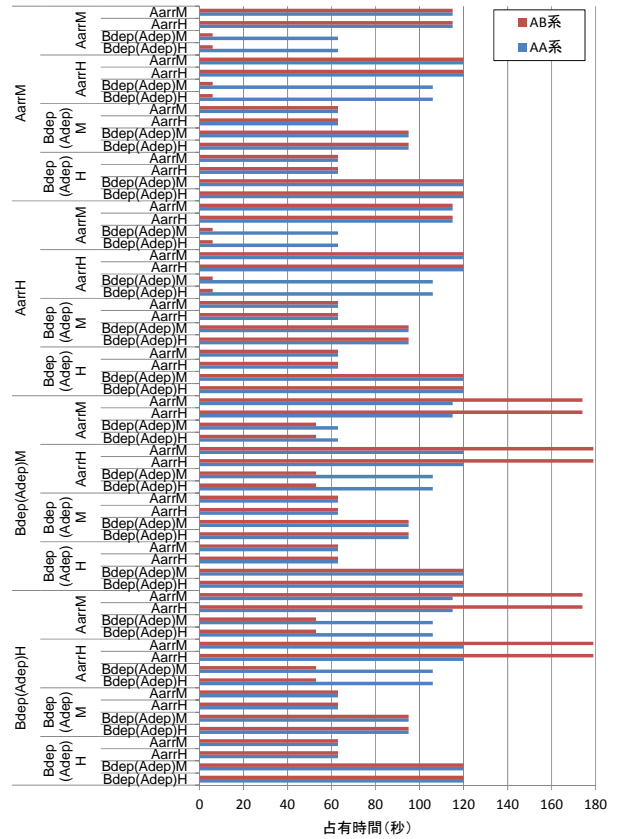


図-6 BA系, AA系における連続3機の組み合わせ別占有時間

を介して従属運用になるため、上記のA着陸機の間隔設定に着目して両系を統合した容量計算を以下の仮定で行う。つまり、両系で各機の占有時間が若干異なるため、例えば一方の系の占有時間に合わせて着陸の間隔設定を行いある数の離陸機を挟むともう一方の系では必ずしも同数の離陸機が挟めない。このような状況が生じると処理容量の観点では効率が落ちるため、ここでは必ず両系で同数の離陸機を挟むための着陸間隔設定を行うことを仮定する。計算上では以下のとおり、両系の $T(n)$ のうち大きな間隔に合わせて全体の容量計算を行った。

$$CAP_{BA+AA}(dep) = 3600 \left/ \left[\frac{\sum_{n=0}^{\infty} \max[T_{BA}(n), T_{AA}(n)] \cdot P_a \cdot P_d^n}{\sum_{n=0}^{\infty} 2n \cdot P_a \cdot P_d^n} \right] \right. \quad (4)$$

$$CAP_{BA+AA}(arr) = 3600 \left/ \left[\frac{\sum_{n=0}^{\infty} \max[T_{BA}(n), T_{AA}(n)] \cdot P_a \cdot P_d^n}{\sum_{n=0}^{\infty} 1 \cdot P_a \cdot P_d^n} \right] \right. \quad (5)$$

上記をモンテカルロシミュレーションにより近似解を求めた。離着陸機の比率を変化させたときの推計容量の変化を図-7に示す。各比率で10,000機発生させて平均した。この計算から得られる容量は離着陸や後方乱気流区分（機材のサイズ）の順序がランダムに配置されFirst Come First Served (FCFS)の場合の容量（期待値）である。図中には独立運用のC滑走路着陸容量を加算した値も示している。C滑走路着陸容量は再拡張後の計画値では陸域最低通過高度の関係等で28回/時であるが、再拡張前は31回であった。ここでは両者を記述している。推計結果から、離着陸同数の容量をみた場合、ランダム順序およびFCFSでは離着陸それぞれ、約41~42回/時（C着陸が28回/時の場合）、約43~44回/時（同31回/時の場合）であり、離着陸合計ではそれぞれ82~84回/時、86~88回/時となる。

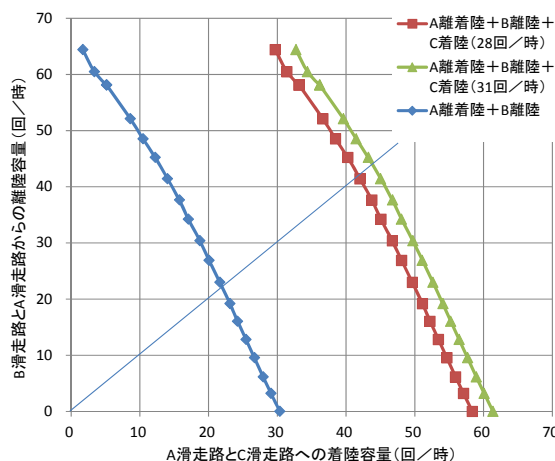
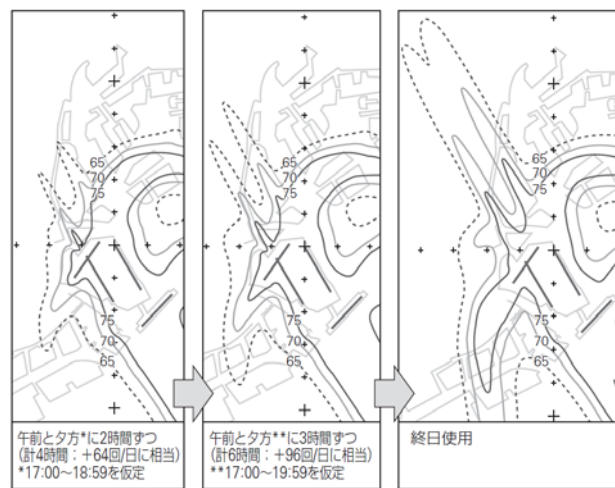


図-7 都心上空活用時の滑走路容量の推計結果（ランダム順序+FCFS）（南風運用時）

以上ではランダムな順序付けを仮定して容量算定を行ったが、そこでは最終進入経路における着陸機の間隔設定を、その間に挟む離陸機の機数や機材サイズに応じて非常に柔軟かつ正確に制御することを前提にしている。滑走路容量計算では極限容量（ultimate capacity）として上記のような計算を行うことは通常であるが、実際の管制運用ではそのような運用は必ずしも容易ではない可能性もある。そのため、別の運用方法として一定程度固定的な着陸機の間隔設定を前提とした容量算定も行った。つまり離着陸の順序を仮定することになるが、ここではさらに後方乱気流区分からみた戦略的な順序付けも一部行うことを検討した。具体的には、A滑走路着陸機の間隔について、間に挟む離陸機数を1機または2機に限定した2種類の間隔のみで運用し、2機挟む場合の1機目の離陸機をMedium機に限定することを前提とした。またC滑走路についても数機の離陸機を処理することも前提に図-6の専有時間をもとに算定すると、図-5に示した運用と回数で最大で離着陸それぞれ48機/時ずつ合計96回/時の処理が可能と計算できる^{注13)}。なお、北風時においては上記の運用を180度回転した対照型の運用で同様の運用と処理容量が可能である（A滑走路からの北側離陸、いわゆるハミングバードも実施）。

以上から、都心上空を活用した容量拡大については、ランダムの場合には最大で88回/時程度、固定の順序付けにおいて最大で96回/時程度までの容量拡大の可能性があると分かる。以下の騒音影響については固定の順序付けのケース（図-5に示す都心上空活用時の滑走路容量）を例に検討を行う。



注：図中の騒音コンターは内側からWECPNL値75、70、65を示す（75：商業地域等の基準、70：住居地域等の基準、65：参考の値）。図-7ではもう一つ外側に参考の値としてWECPNL値60を示している。北風運用時はハミングバード以外は都心上空は使用しない。

図-8 時間限定の都心上空活用時の騒音コンター

(3) 都心上空活用時の騒音影響の分析

前節で示した都心上空活用時の容量拡大方策の案（時間発着回数を最大で96回/時、つまり2割（+16回/時）増加させる案）を前提に、この滑走路運用方法を使用する時間の長さを変化させた際の騒音影響を評価した。騒音評価は米国連邦航空局（FAA）で開発され海外で広く使用されているIntegrated Noise Model（INM）version 7.0を使用した。評価指標としてはWECPNL^{注14)}を使用した。騒音評価の際の各種パラメータについては、基本的には評価としての安全側（騒音評価値を大きく見積もる側）で設定しているが、設定を簡略化しているため、あくまで参考の騒音影響（コンター図）である^{注15)}。

図-8は時間限定で都心上空活用案を使用した際の騒音コンターである。4時間/日（+64回/日の容量増加に相当）と6時間/日（+96回/日の容量増加に相当）の活用ケース^{注16)}、そして参考として終日活用したケースの比較をしている。この結果から終日活用では内陸部に環境基準を超えるエリアが発生するが、上記程度の時間限定をすれば都心方面の環境基準を十分に満たせる可能性があることが分かる。ここで、都心上空を活用している時間帯は千葉上空の到着ルートを使用を回避できるため、その時間は千葉にRespite時間が提供でき、騒音影響の軽減が可能となる。

次にこの時間限定方式に加え都心上空経路の分散方式を併用したケースを検討した。図-9に示すとおり直線進入方式に加えて都心上空を使用する時間の半分を非直線進入方式にする経路分散を考えた^{注17)}。図-10に6時間/日の時間限定ケースにおいて経路分散の有無による騒音コンターの相違を示す（コンターの差を分かりやすくするためWECPNL60まで図示）。滑走路端の比較的近傍から経路分散されているC滑走路進入経路では特に騒音分散が促進されている様子が分かる。また、以上の騒音影響評価結果からは、今回仮定した運用では都心方面の騒音影響は騒音指標の上では千葉県飛行経路直下（海岸付近）と同程度であることも分かる。

最後に、本節で試案として提示した都心上空活用時の滑走路運用に対応した広域の経路設定（空港周辺のターミナル空域程度まで）に関して簡易ながら検討した結果を図-9に示す。基本的な空域制約は現状と同様を仮定している。南からの到着経路は千葉上空を避けるため東京湾と羽田空港上空を北上し、都心上空で旋回して着陸する設定である。出発については3経路あるが、ターミナル空域内の運用が複雑化することを避けるため、基本的にA滑走路出発と出発機数の少ないC滑走路出発を北方面、B滑走路出発を南方面への経路設定としているが、限定されるものではない（例えばB滑走路出発で一旦南下した後北行可能）。これらの経路は、相互に独立運用を可能とすることも可能と考えられる。あくまで簡易検討であり、実際の設定可能性については、経路間の安全間隔や方面別の機材配分方法などについて詳細な検討が必要である。また、図-11が唯一の経路配置というわけではなく、異なった経路設定も当然考えられる。さらに、首都圏西部に位置している横田空域の都心北西上空部分を利用することができれば、最終進入経路へ至る到着経路を西側にも分散させて設定すること、またレーダー誘導可能なエリアの拡

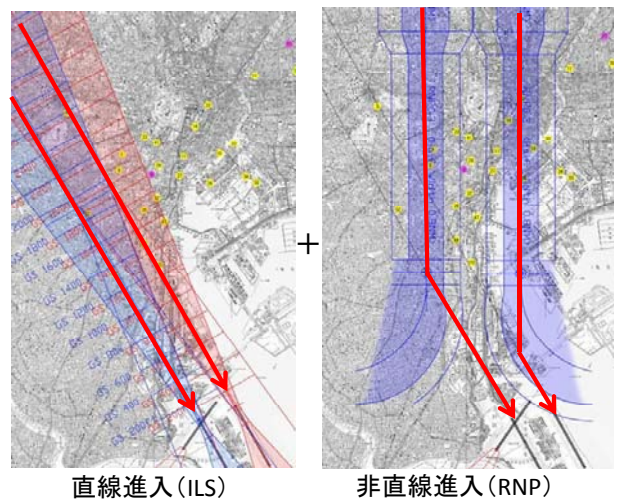


図-9 都心上空の経路分散の例^{注14)}

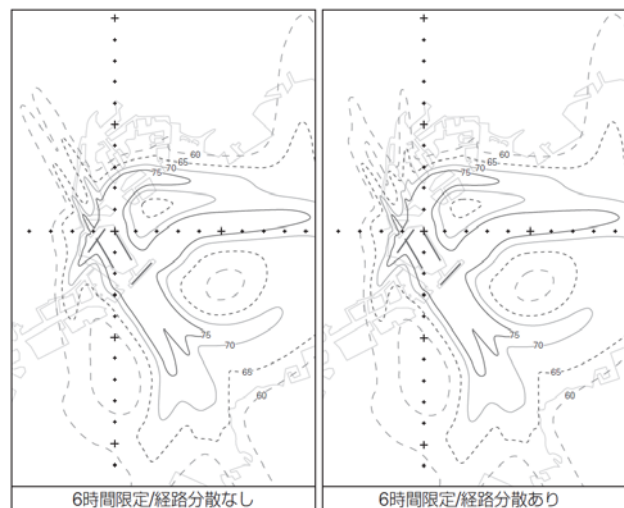


図-10 経路分散による騒音コンターの変化

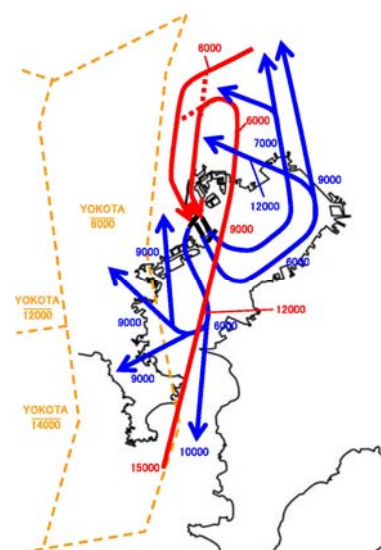


図-11 都心上空活用時の広域飛行経路設定のイメージ図（南風運用時）

大が可能となり、羽田北（～北東）側の内陸部における現状あるいは将来の騒音集中を軽減することも出来ると考えられる。

(3) まとめ

羽田空港は市街地に近接していることから内陸の発着回数を限定する必要性が高く、時間限定方式やバッファ容量としての活用は一つのオプションであると考えられる。今回は再拡張後の計画値より時間容量の拡大できる滑走路運用方法を前提として検討したが、一方で、時間容量の拡大を前提としない騒音分散対策としてだけの都心上空活用では、より様々な滑走路運用方法のオプションが考えられるであろう。

4. おわりに

本研究では首都圏における航空機騒音の分散と容量拡大へのニーズを背景として、まず、海外混雑空港の事例紹介から航空需要の増加に対して騒音を広域で公平に負担するコンセプトを打ち出す空港の存在、そのための空域開放の決断、新たな騒音負担が生じる際の滑走路運用方法などについて紹介した。これらは混雑空港一般に参考となる事例であると思われる。続いて、都心上空を活用した羽田空港の騒音分散と容量拡大方策（既存ストック活用）の一つのオプションとして、時間限定型・経路分散型の運用方法と騒音影響について提示した。

注

- 注1) 千葉の騒音も環境基準は十分クリアしており、騒音基準を超えない騒音の分担問題であると言える（生活水準の向上とともに従来は問題にならなかった騒音レベルに対する不満が顕在化する傾向がある）。
- 注2) 例えば、従来は成田空港から南向きに離陸する際は九十九里沖に到達するまで直線的に飛行する必要があり、その手前で旋回することが許されていなかったが、混雑時間帯に限って騒防法1種区域の外側で且つ一定程度の高度以上に上昇した出発機は最短コースなどに旋回することが可能となった²⁾。これにより空域の混雑緩和、管制間隔設定の柔軟化、飛行経路短縮が可能となる。
- 注3) Fanned Departure とも呼ばれ、15度以上分岐する複数の離陸経路を交互に使用すると離陸時の最低安全間隔が短縮できる。
- 注4) 「Respite」は「一時中断、小休止」といった意味。
- 注5) 英国の白書は政府の長期ビジョンやインフラ整備の基本方針を示す。
- 注6) 東風運用時のRunway Alternationは北側滑走路から

東方へ離陸するための誘導路整備が完了した後に実施予定。

- 注7) 詳細は割愛するが、2本滑走路への着陸や離陸ができるトリガーの緩和（基準となる遅延時間の縮小、強い向かい風による容量低下時など）や、プロアクティブ対策として後方乱気流による容量低下の影響が大きなA380の離陸滑走路への着陸実施などを実施。
- 注8) この背景には環境影響評価書（EIS）作成段階におけるプロセスや騒音影響評価指標の分かりにくさが問題視されていたこともある。
- 注9) 国民党（第3政党）の働きかけにより上院の航空機騒音に関する特別委員会が騒音問題に関して調査報告書を提出。その後、新政権（自由党・国民党）からの指示でAirservices Australiaは多くの関係主体が参画するTask Forceを組織し、滑走路や空域運用の技術検討、騒音影響の評価と負担方法の検討を実施。その後コンサルテーションを経て31のRecommendationからなるLTOPを策定。
- 注10) 特に早朝夜間は騒音に敏感な時間帯であり、この時間帯は極力公平に騒音を分担することが望ましいとしているため、運用はこれに対応しているともいえる。
- 注11) これは米国ボストンのローガン空港で使用されてきた優先滑走路選択支援システム（Preferential Runway Advisory System）を参考に開発された。
- 注12) その他、騒音軽減のための飛行経路（迂回経路）はCO2排出の面では望ましくなく、将来的には他の環境要因も含めた総合的な騒音管理手法を検討する必要がある、高精度の航法システムにより飛行経路（騒音）が特定地域に集中する問題がある、といった評価もされている。
- 注13) 計算条件などの詳細は参考文献1)を参照。
- 注14) 加重等価平均感覚騒音レベル（うるささ指数）。航空機から発生する音の大きさを回数や昼夜の差を考慮して積算した評価指標。我が国では2013年度からLdenに移行予定。
- 注15) 騒音評価のパラメータは将来の機種構成、時間帯別便数、離陸上昇率であり、機種を3機種に集約するなど、設定を簡略化している。また北風南風運用比率は7:3とし、悪天好天比率は東京国際空港再拡張事業に係る環境影響評価書と同程度を仮定。騒音評価時の条件の詳細は参考文献1)を参照。
- 注16) 現状の羽田空港のダイヤ設定では時間帯ごとに発着回数を限定しているが、細かくみると午前と午後それぞれにピーク時必要のニーズが伺える。これを参考に、午前と午後2時間、または3時間ずつ都心上空活用を行うことを前提とした。計6時間ケースでは1時間だけ騒音評価上の機数が割増になる時間帯を入れている。その他の時間帯は再拡張後の航空局計画値と基本的に同じ運用を仮定。
- 注17) 非直線進入は現在の滑走路22・23へのLDA進入と同様な方式だが滑走路の間隔はより狭い。図-6はRNP進入（RNP0.3）を想定して描いたイメージ図的なものであり、東京タワー等の主要な物件高さは考慮してあるものの、全ての地上物件の高さを詳細に考慮したものではない。進入経路の配置、進入復行開始点の位置、最低降下高度など、今後検討が必

要な事項は多い。

参考文献

- 1) 首都圏空港将来像検討調査委員会編：首都圏空港の未来～オープンスカイと成田・羽田空港の容量拡大，運政研叢書006，2010.
- 2) 成田国際空港株式会社：飛行コースおよび飛行高度の変更について，http://www.naa.jp/jp/csr/course_change.html
- 3) 平田輝満：ニューヨーク首都圏空域における航空管制の現状と空域再編－我が国首都圏空域における航空管制運用の効率化への示唆－，「運輸政策研究」，Vol. 13, No. 2, pp. 33-41, 2010.
- 4) 英国交通省（DfT）：Britain’ s Transport Infrastructure - Adding Capacity at Heathrow: Decisions Following Consultation, 2009.
- 5) ヒースロー空港：Heathrow Noise: Operational Freedoms trial ” ，
<http://www.heathrowairport.com/noise/noise-in-your-area/operational-freedoms-trial>
- 6) Airservices Australia：Long Term Operating Plan for Sydney Airport & Associated Airspace, 1996.
- 7) Commonwealth Department of Transport and Regional Development：Sydney Airport Long Term Operating Plan-Proponent’ s Statement(Excerpt), 1997.
- 8) Australian and NSW Government：Joint Study on aviation capacity for the Sydney region, 2012.
- 9) Dave Southgate：The Evolution of Aircraft Noise Descriptors in Australia over the Past Decade，Proceedings of ACOUSTICS 2011, 2011.
- 10) AU Government：Aviation White Paper - Flight Path to the Future, 2009.
- 11) Terumitsu HIRATA, Azumanosuke SHIMIZU, Tetsuo YAI：Runway Capacity Model for Multiple Crossing Runways and Impact of Tactical Sequencing -Case Study of Haneda Airport in Japan-, Asian Transport Studies (ATS), Volume 2, Issue 3, 2013. (Forthcoming)
- 12) 平田輝満，清水吾妻介，屋井鉄雄：羽田空港再拡張後の新規滑走路整備による容量拡大方策と騒音影響に関する研究，土木学会論文集D3 (土木計画学), Vol.67, No.5 (土木計画学研究・論文集第28巻), I_1011-I_1022, 2011.