

# 空港管制とエアラインの行動からみた 空港容量拡大に関する研究

平成18年7月5日 運輸政策研究機構 大会議室

1. 講師———**屋井鉄雄** 東京工業大学総合理工学研究科教授  
**平田輝満** (財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

2. コメンテーター——**中野秀夫** (財)航空交通管制協会理事

3. 司会———**森地 茂** (財)運輸政策研究機構運輸政策研究所長

## ■ 講演の概要

### 1—— 研究の背景と目的

我が国の首都圏空港の容量不足は長年の課題とされてきた。これまでも滑走路の拡張や管制方法の改善により、その容量を拡大してきたが、成長する航空需要に十分には応えられていない状況である。このような中、羽田空港においては2009年に4本目の滑走路が完成予定であり、発着容量は現在の1.4倍の約40万回/年となるが、航空旅客需要の伸びや多頻度運航化など、将来的な航空市場の動向によっては再び空港容量が逼迫することも考えられる。また、一部の地方空港(福岡, 那覇)においても需給が逼迫してきており、現在、滑走路処理能力を総合的に検討している状況にある。

長期的な容量拡大策としては新滑走路・新空港の整備、また、次世代航空管制システムの導入や空域・航空路の再編などが考えられるが、短期的な取り組みとして、効率的な滑走路進入方法の検討や滑走路処理容量の考え方の再

考など、既存ストックを最大限有効活用することによる容量拡大についても十分に検討する必要がある。

以上の研究背景から本研究では、①世界の空港における滑走路処理容量の考え方や運用実態をレビューし我が国と比較する。続いて、②日本における現行の滑走路処理容量算定方法について統計的視点から考察し、新たな算定方法を提案する。最後に、③羽田空港の再拡張後を対象に複数滑走路の運用方法の柔軟化による容量拡大の可能性を簡易な空港容量算定シミュレーションにより分析する。

### 2—— 欧米の空港容量の実態と我が国との比較

#### 2.1 滑走路処理容量に影響を与える諸要因

滑走路の処理容量に影響を与える要因を挙げると、滑走路や誘導路の本数・配置、ターミナルの配置といった「空港・ターミナル計画」、滑走路の運用方法や航空機間セパレーションのルールといった「管制方式・システム」、機材構成や離着陸比率といった「航空市場・機材運

用」、騒音や許容遅れ時間、また地域との合意形成といった「地域計画・社会・環境制約」など、非常に広い分野が関係をしている。従って、容量拡大について検討する際には、これらを含む複数分野を同時に研究対象とする必要がある。

#### 2.2 滑走路処理容量に関わる3つの数値

滑走路処理容量を考える際に、次の3つの異なる数値を整理する必要がある(図一)。第1の数値は、時間発着容量であり、管制のルールを前提に安全に処理可能な計算上の発着回数(通常、回/時)である。この値は統計的な考えをもとに空港側で設定される。この数値に基づく空港運用がなされるため、通常、滑走路処理容量といえはこの値を指す。第2の数値は実績発着回数であり、管制官が離着陸する機材を管制ルールに基づいて順次処理することによって、結果として実現する発着数(回/時)である。従って、航空機の到着密度や気象等の条件によってはこの実績値は第1の数値である時間発着容量の値より大きくも小



コメンテーター：中野秀夫



講師：屋井鉄雄



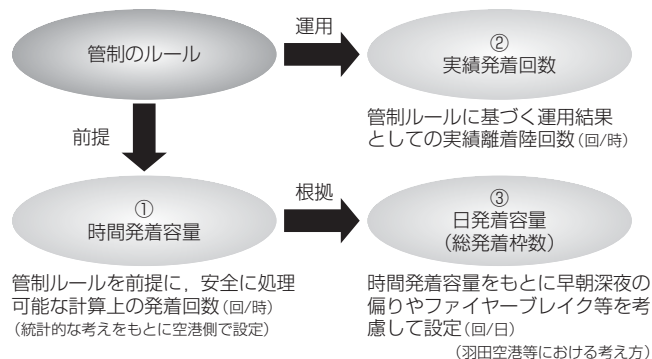
講師：平田輝満

さくもなりうる。第3の数值は日発着容量であり、時間発着容量をもとに早朝深夜の偏りやファイヤーブレイク等を考慮して設定する発着回数(回/日)である。

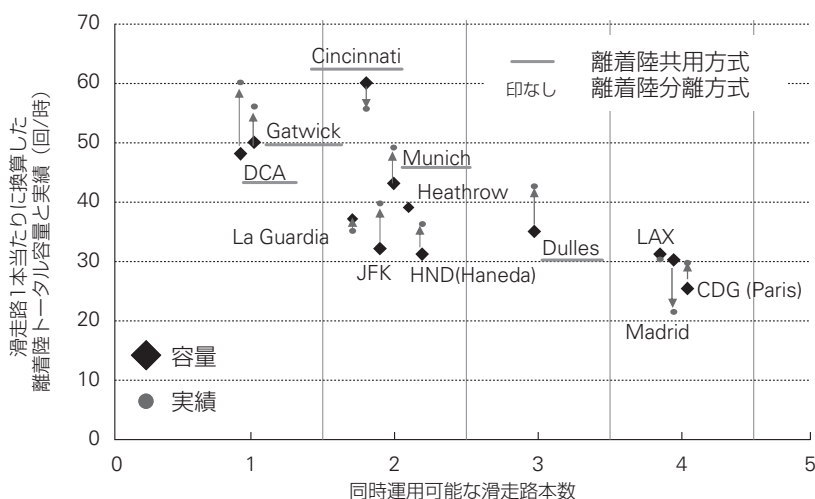
たとえば、第1の容量を計算上大きくしても、第2の処理数の上限が変えられない限り、実際の容量は増えることが無い。それでも増やせば、発着便の上空や滑走路脇での待機が増し、遅れが増大することになる。空港容量を増すためには、第1の数值と共に、管制方法の変更や今後の発展を念頭におきつつ、第2の数值を上げることで容量増加が実現可能か検討することが必要になる。そのため、管制の一層の効率化や高密度化を実現するための技術・システム整備などが重要であり、管制業務の労働問題などに帰着することのない幅広い改善策の検討が重要とされている。

### 2.3 欧米の滑走路処理容量の実際

まずは欧米の代表的な空港を幾つか取り上げて、各空港の容量と離着陸数の実績を比較した。図一2に滑走路1本あたり換算の公示容量(離着陸合計)と最大離着陸数の実績値を示す。なお、滑走路本数は同時運用可能な本数としている(ex. 羽田=2本)。データは文献1)2)3)を参考とした。当然ながら滑走路本数が増えると全体の容量は増加するが、1本あたりに換算すると本数の少ない空港ほど効率的に運用していることが伺える。また、同じ本数であっても容量が大きく異なる空港が存在することが分かる。各空港で滑走路の運用方法や機材構成などの条件が異なるため差が生じていると考えられるが、例えばCincinnatiやMunich空港において容量が大きい理由の一つとして、2本の滑走路がそれぞれ離着陸共用方式であることが挙げられる。通常、離着陸を分離して運用するより、共用にして離着陸を交互に繰り返した方が、安全間隔のルール上、時間当たりの発着回数が増える。Cincinnatiでは



■図一 滑走路処理容量に関わる3つの数值



■図二 欧米空港の滑走路1本あたり換算の離着陸容量と最大離着陸数実績

リージョナルジェット機の発着割合が7割を占めていることも相まって、滑走路本数が同数の羽田空港の2倍もの発着容量を達成している。また前述の通り、実績離着陸回数が公示容量を越えている場合が多々見られる。

羽田の滑走路1本あたり換算の容量を他空港と比較すると、離着陸共用方式の空港は軒並み羽田より容量が大きいですが、離着陸共用にできるかどうかは空域制限や騒音問題などの制約に依存してしまうため単純に比較はできない。一方、分離方式のほとんどの空港は羽田とさほど変わらないことから、羽田空港の現状の運用が他空港と比較して非効率だとは一概にいえないが、ヒースロー空港(ロンドン)においては、羽田とほぼ同じ構造で、かつ離着陸分離方式にも関わらず、羽田より10(回/時)も多い約40(回/時)の発着容量を達成している。1つの理由として大型機の就航割合が3割と小

さいことが挙げられるが(羽田は7割)、その他にも、離着陸機に対して多少の遅れ時間(10分程度)を許容させることで多少過剰気味の容量を設定でき、さらにそのことにより到着機を着陸前に常にスタンバイしている状態にさせ、滑走路の使用効率を最大化しているものと思われる。また管制運用上においても、滑走路からの素早い離脱の強制や、ホールディング(空中での着陸待機)を最大限活用することで、着陸機の順番を機材サイズという観点から効率よく並べ替え、後方乱気流間隔の短縮による容量拡大を図ることも検討されているようである<sup>4)</sup>。

以上のように、滑走路処理容量には様々な要因が影響しており、機材構成、滑走路運用方法、また許容遅れ時間などによって大きく異なる。では、滑走路の処理容量はどのように算出されているのだろうか？

3—滑走路処理容量の算定方法と統計的検討

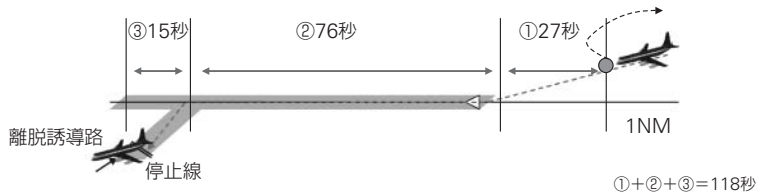
3.1 欧米と日本の容量算定方法の相違

滑走路処理容量(1時間に処理可能な離着陸機数)の算出方法は欧米と日本で大きく異なる。欧米では一般的に最終進入地点前での遅れ時間が、ある値以上にならないように容量を設定している。滑走路処理容量を増やし、到着する機材が増えると、着陸前に空中で待機させられる可能性が高まり、遅れ時間が増加する。そのため、許容する遅れ時間の大小によって滑走路処理容量が変わる。一方、日本では着陸復行(先行機が滑走路に残っている等)の理由による着陸のやり直し)の確率が、ある値以下になるように容量を設定している。滑走路進入端の1NM手前の地点で滑走路に先行機が残存している場合、着陸復行することが基本ルールとなっている。そこで、着陸機がこの1NM手前地点から滑走路を離脱するまでの時間(滑走路占有時間)の観測値の平均に、標準偏差に安全率パラメータを掛けたバッファ値を加えた値を、着陸機1機を処理するために要する時間として容量を算定している(正確には図-3に示す3区間の所要時間の合計値)。この安全率パラメータを大きく設定しバッファを大きくすると、着陸復行確率が減少するが、容量は減ることになる。現在は復行確率が約0.5%となる2.6を安全率パラメータとしている<sup>3)</sup>。

このように欧米と日本で容量の算定方法が大きく異なる。両者の関係、現状の遅れ時間の実態等を分析し、今後、我が国における遅れ時間を許容する発着容量の設定法についても議論が必要である。

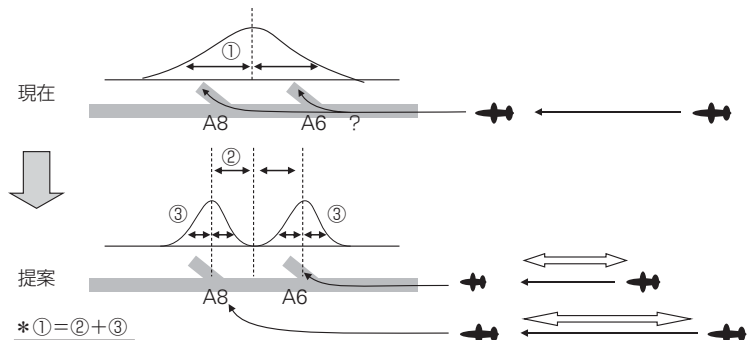
3.2 滑走路処理容量の算定方法に関する統計的検討

前節で紹介した日本における空港容量算定方法において、特に滑走路占有時間に加えるべきバッファ値について統計的観点から2点検討を行った。1



着陸機1機の処理に要する時間T: ①+②+③の時間	
時間①	滑走路進入端から1NM地点(着陸か復行かの決断点)までの所要時間 実測値27秒(平均)
時間②	滑走路進入端を通過して滑走路縁を通過するまでの所要時間 実測値57秒(平均) +バッファ19秒 (バラツキを考慮: 99.5%が着陸可能)
時間③	滑走路縁から誘導路上の停止線を通過するまでに要する時間 実測値を元に15秒

■図-3 滑走路処理容量算定のもととなる滑走路占有時間の考え方(日本)



■図-4 離脱誘導路別の間隔付けを想定した場合のバッファの考え方

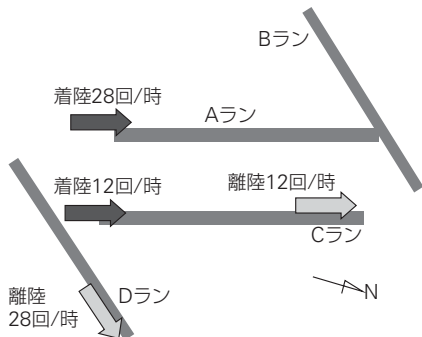
■表-1 離脱誘導路別の間隔付けを想定した場合の容量試算結果

	tt: 占有時間+ バッファ(秒)	処理容量 (回/時)
従来ケース(全変動)	120.9	29.8
tt=t1+t3+E(t2)+cσ(t2)		
新ケース(級間変動なし)	113.6	31.7
tt=t1+t3+E(t2)+c(w6σA6(t2)+w8σA8(t2))		
t1: 1NM地点から進入端(秒)	27	
t2: 進入端から滑走路縁(秒)	下記	
t3: 滑走路縁から停止線(秒)	15	
w6: A6利用割合	0.54	
w8: A8利用割合	0.46	
E <sub>A6</sub> (t2): A6使用機のt2平均(秒)	50.54	
σ <sub>A6</sub> (t2): A6使用機のt2標準偏差(秒)	5.30	
E <sub>A8</sub> (t2): A8使用機のt2平均(秒)	62.70	
σ <sub>A8</sub> (t2): A8使用機のt2標準偏差(秒)	6.77	
E(t2): 全サンプルのt2平均(秒)	56.11	
σ(t2): 全サンプルのt2標準偏差(秒)	8.76	
信頼区間を与える係数	2.60	

つめは図-3に示す3区間の時間を1つの確率変数として考えた場合、2つめは使用する離脱誘導路別のセパレーションコントロールを想定した場合であるが、紙面の都合上後者についてのみ述べる。分析は、羽田空港のAラン(A滑走路)を対象に行った。

Aランでは現在A6とA8という2つの

離脱誘導路を主に使用しており、A6の方が滑走路進入端に近い側に位置している(図-4)。ここで、当該滑走路への着陸機がどちらの誘導路を使用するのかが事前に把握可能であると考えれば(機材サイズなどにより)、管制上、先行機にA6を使わせることが可能な場合には、後続機との間隔を短めに設定し、

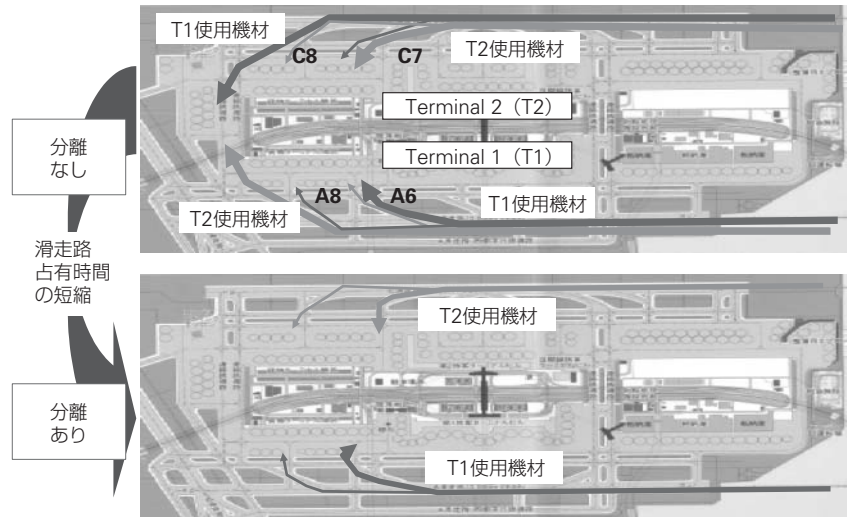


■図—5 再拡張後に予定されている滑走路運用方法と発着回数(北風時)

先行機にA8を使わせる可能性が高い場合には、後続機との間隔を長めに設定するという方式を想定してみた。このような運用を前提とすると、現在想定している全分散(図—4①)を基にした標準偏差による信頼区間ではなくて、A6、A8それぞれの利用群の級内分散(図—4③)をもとに標準偏差を算出し、群毎に時間間隔を求め、群の重み平均で容量を計算することができる。すなわち、従来のA6とA8間の級間分散(図—4②)を考慮する必要がなくなるのである。

以上をもとに、国土交通省航空局より提供された2004年11月の着陸機の滑走路通過時間に関するデータ(羽田空港A滑走路34L着陸機の滑走路各地点の通過時刻を管制塔から調査員が目視で計測したデータ)を用い、実際に滑走路占有時間、処理容量を算出した結果を表—1に示す。従来ケースと比べて、誘導路別の間隔設定を前提とした容量計算方式では、少なくとも1時間当たり1機の処理容量の増加が認められた。

しかしながら実際には、以上で述べたような柔軟な間隔設定を如何に実現するかが問題となる。使用する離脱誘導路に関しては、着陸滑走路に進入後、十分な安全な速度まで減速するために必要な距離が比較的短い小型機は手前のA6を、必要な距離が長い大型機はA8を使用する傾向が強いため、大型機に後続する機材に対しては大きな間隔を設定する必要がある。一方、最終進入中の機材間隔についてみると、後方



■図—6 使用ターミナル別着陸滑走路分離と交通流変化のイメージ

乱気流間隔の規定に従えば、先行機が大型機の場合は大きな間隔を設定しなくてはならず、先行機が小型機の場合は安全間隔の短縮が可能となる。つまり、後方乱気流間隔の規定に従って柔軟に機材間隔の短縮を行えば、自動的に使用誘導路別の間隔付けが行われていることになる。現状では、航空局提供の滑走路端で計測した着陸間隔を見る限り、連続する着陸機の機材組み合わせ別に、安全間隔の短縮が達成されてはいないと想定されるが、例えばロサンゼルス国際空港の着陸間隔をAirport Monitor<sup>6)</sup>で計測してみると機材の組み合わせ別に間隔設定を行って、前述のような柔軟な間隔設定を達成できる可能性は十分あると思われる。そのためには管制システムの高度化も併せて検討が必要である。

#### 4—羽田再拡張後の容量拡大方法に関する分析

##### 4.1 はじめに

2009年に予定されている羽田再拡張後は滑走路が1本増え、Cランが離着陸共用になるなど(図—5参照)、現在より柔軟な運用が可能であり、運用の工夫次第ではさらなる容量拡大の可能性が。そこで本研究では、筆者らにより開発した空港容量算定シミュレーション<sup>7)</sup>を

活用し、幾つかの滑走路運用方法を提案し容量拡大の可能性を分析した。なお、空港容量算定シミュレーションでは、離着陸する機材の動きを1機1機再現しており、各機材の滑走路占有時間、離脱誘導路の選択確率などは航空局提供の実測データ(2005)を基に再度キャリブレーションしている。また占有時間や機材の発生パターンなどにはバラツキを持たせている。

##### 4.2 容量拡大のための新運用方式

###### ①Cラン離着陸交互運用

再拡張後はCランが離着陸共用となる(Dラン離着陸機とも依存関係)。海外空港の事例でも紹介したが、滑走路の離着陸共用が処理容量拡大の一つの重要な要素となる。そこで、現在国交省で公表している再拡張後の滑走路運用方法(図—5)において、Cラン離着陸及びDラン離着陸機の処理回数などの程度まで拡大し得るかを分析した。方法は単純であり、基本的に離着陸を完全に交互に運用することで滑走路使用効率を最大化できるため、「Cラン着陸機」の間に、「C・Dランからの離着陸」が行えるように、Cラン着陸機の間隔をコントロールした場合の容量を分析した。

###### ②着陸滑走路の機材別分離運用

運用方式①においてCラン着陸機の

間にCランからの離陸とDランからの離陸を行うためには、Cラン着陸機のセパレーションを機材の大きさに関係なく比較的大きく設定する必要がある。つまり、後方乱気流間隔の小さな機材組み合わせ（先行機が小型機の場合など）であってもそれ以上の大きさのセパレーション設定となる。これらを踏まえ、Cランには後方乱気流間隔の大きい大型機を着陸させ、Aランには後方乱気流間隔の小さい小型機を着陸させることにより、Aラン着陸機の容量拡大を図る（但し、小型機材の比率が現状では3割弱であるため、ある程度の数の大型機材もAランに着陸することになる）。

### ③エアライン別の着陸滑走路分離運用

前述の通り、滑走路占有時間を短縮することで滑走路容量が増加できる。占有時間を短縮する一つの方法は、なるべく手前の誘導路を使用して滑走路から早期に離脱させることが挙げられる。この観点からみると、着陸後にスポットインするターミナルの位置が重要な要素となる。羽田空港第2ターミナル供用前後のAラン離脱誘導路の使用比率をみると、Aランと反対側にある第2ターミナルに向かう着陸機（A系）が機材に関係なくA8誘導路を使う傾向が強くなった。現状では基本的に着陸滑走路が1本しかないため無理であるが、再拡張後は、AランとCランが着陸用に使用されるため、第1ターミナル使用エアラインの機材はAラン着陸、第2ターミナル使用エアラインの機材はCランに着陸させることにより、着陸滑走路と逆サイドへのタキシングを極力抑え、滑走路占有時間の低減及び、空港容量の増加が図れると考えられる。

シミュレーションの設定では、本シナリオを模擬した場合は、誘導路A6とA8及び誘導路C7とC8の使用割合を、現状（2005年）のAラン着陸データのうち第1ターミナル使用エアラインのみを抽出した場合の使用割合とした（A6、C7の使用確率が約10%向上する仮定）。

■表—2 シナリオ別空港容量のシミュレーション結果

Scenario	国交省公表値	Base	A	B	C	
(運用方式1) Cラン離着陸交互運用	—	—	○	○	○	
(運用方式2) 滑走路の機材別運用	—	—	—	○	—	
(運用方式3) 滑走路のエアライン別運用	—	—	—	—	○	
滑走路処理容量 (回/時)	Aラン着陸	28.0	30.0	30.1	31.6	30.5
	Cラン着陸	12.0	10.8	19.0	18.6	19.0
	Cラン離陸	12.0	20.0	24.9	25.0	24.9
	Dラン離陸	28.0	20.4	24.9	25.3	25.1
	着陸TOTAL	40.0	40.9	49.1	50.2	49.5
	離陸TOTAL	40.0	40.4	49.8	50.3	49.9

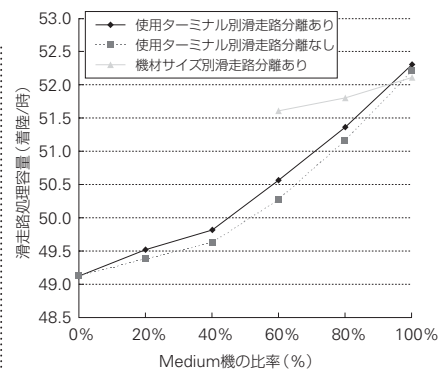
### ④小型機比率の増加の容量への影響

羽田再拡張後は機材の小型化が進展すると言われている。すでに述べてきたように機材によって後方乱気流間隔や滑走路占有時間が異なるため、機材構成変化により滑走路処理容量も変化する。そのため将来的な容量を検討するには機材構成の変化も十分に考慮する必要がある。本分析では小型機（Medium機：B737等）の割合が変化した際に、空港全体として容量がどの程度変化するかを感度分析した。

以上が本研究で分析する容量拡大のための滑走路運用方法である。次節で、「A：運用方式①」、「B：①+②」、「C：①+③」の組み合わせでシミュレーションした結果を示す。

### 4.3 分析結果

前節の分析シナリオを実施した場合の空港容量のシミュレーション結果を表—2に示す。なお、離着陸数が極力同数となるようにシミュレーションを行っている。シミュレーション結果より、シナリオAの場合の容量の拡大効果が特に大きいことがわかる。通常、1本の滑走路で離着陸機を同時に扱う場合には離着陸機を交互に入れた場合に容量が最大化できる。Baseシナリオ（通常の運用）では、Cランの離着陸機は交互に入っており、着陸機が何機も続くといったような非効率な運用を想定した場合である。国土交通省が公表している羽田再拡張の容量は、このBaseシナリオとほぼ同程



■図—7 機材構成変化に伴う容量変化のシミュレーション結果

度となっている。実際には、到着・出発機の発生時間間隔には時間帯によって濃淡があり、離着陸を完全に交互に入れることは困難であり、さらに、Cラン離着陸機及びDラン離陸機が非独立運用となるなど、これまでより若干高度な管制業務となり、将来的な様々な不確実性を考慮して、ある程度の安全率を設けて容量設定をしているものと思われる。本シミュレーションで推定される容量の値は、あくまで理想的な状況を想定しているため、現実世界で達成可能な容量よりも過大推計をしていることもあり得る。

シナリオBをみると、Aランに小型機を集中させている効果により若干の容量増加が達成されている。またシナリオCにおいてもさほど大きくはないが容量拡大効果がみられた。続いて、機材構成の小型機比率が変化した場合の容量変化を図—7に示す。ここでは全てのケースでCラン離着陸交互運用を前提としている。Medium機が増えるにつれ容量が拡大し、機材構成の変化が空港容量に大きな影響を与えることがわかる。これは小

型機の滑走路占有時間が小さいことなどが影響している。また、小型機比率が半数程度であっても、機材別滑走路分離を行うことによって、小型機比率が8割強の時の容量を達成できることが分かる。

以上より、羽田空港再拡張後の容量拡大について、特に離着陸共用となるCランの効率的運用により容量拡大の可能性があり、また再拡張後には機材の小型化が進展すると思われるが、機材の特徴を考慮し、機材別滑走路運用などの工夫によっても容量拡大の可能性もあることが示唆された。但し、本研究で提案した滑走路運用方法については空港周辺空域の交通流について考慮をしておらず、実際には滑走路別に異なった運用をする場合には、空港周辺空域においてレーダーベクターや速度調整により順序付け等の対応が必要となる。その際には各機材の飛行方面に対応した飛行コースなどについても考慮すべきであり、これらの点からみた場合の実現可能性についても十分な分析が必要である。

##### 5— 羽田容量拡大の意義と今後の課題

2009年の再拡張後の容量、空きスロットはどうなるのか。幾つかのシナリオが想定される。まず旅客需要が低成長であっても、他社にスロットを奪われまいとエアライン間の過当競争によるスロットの過剰使用が起れば、その結果、小型・多頻度化が多少なりとも進展することが考えられる。ただ、そこで余剰になった機材を地方で使用することで地方間の低頻度・大型化が生じる危惧は若干有る。低成長ケースでは、国際線への3万回以上の配分圧力も強まるだろう。

一方、高成長では、本研究で検討したような再拡張後のさらなる容量拡大がない場合は、国内発着枠が埋まり、羽田国内線の再大型化が進むことも予想される。しかし、その間に容量拡大があれば、国内路線の小型化が継続し、国際線に関しても5~7万回/年といった回数で、より戦

略的な国際化を推進可能になるだろう。

戦略的国際化について少し述べたい。羽田空港の国際線ターミナルは都心まで20-30分の位置にあり、アジアのビジネス客は到着後1時間で都心の会議に出席可能である。そこで、近隣諸国から首都東京への「日帰り国際交流圏」を設定し、交流圏内の外国諸都市からの路線を、首都圏の任意の空港でカバーすることを考えてはどうか。実際に東京で用事を済ませ、その日のうちに帰宅できる日帰り可能な時間帯にダイヤ設定できればどの空港からも路線を開設可能としてはどうか。東アジアの主要諸都市と首都東京とが、日帰りビジネス圏として強固に結びつくことの意義やアピール効果は極めて大きい。そのような空港戦略の宣言が可能ではなからうか。

そのために、羽田空港の活用限界を見極める必要があろう。空港容量の拡大可能性を総合的に検討することが重要である。容量拡大のためには、空港施設や空域デザインの検討だけではなく、管制機器の更新や新システムの導入、管制官の業務体制の見直し、エアラインの機材運用パターンやダイヤの調整、一定の遅れを許容する発着容量の設定、低騒音機材の内陸部への発着経路の検討など、総合的に検討することが必要である。

最後に、近年管制に関する研究が欧米で著しく進展しているが、その背景の一つに管制に関わるデータの積極的公開が挙げられる(特に米国)。本研究のなかにもデータ提供によって実施可能な分析があったが、我が国でも航空管制関連データの積極的公開が、今後の研究進展、社会的合意形成の推進等のために効果があると考えられる。

##### 参考文献

- 1) IATA : Airport Capacity Demand Profiles 2003
- 2) FAA : Airport Capacity Benchmark Report 2004
- 3) FAA : Aviation System Performance Metrics System
- 4) Bruce S.Tether and J.Stan Metcalfe : Heathrow ? Capacity creation through co-operation and system evolution, Industrial and Corporate

Change, Volume 12, Number 3, pp.437-476, 2003

- 5) 運輸省他：空港処理容量に関する調査報告書、1999
- 6) Los Angeles International Airport - Airport Monitor, <http://www4.passur.com/lax.html>
- 7) 平松他：空港容量算定シミュレーションの開発と容量拡大効果に関する研究、季刊運輸政策研究、第33号、pp.25-37,2006

## ■コメントの概要

### 1— 欧米諸国の空港容量との比較

空港の容量に焦点をあてた複数の海外空港の調査はこれまで行われていないため、非常に興味深いものである。しかしながら、羽田および成田の空港容量と比較する際には、以下の2つの問題も十分に考慮する必要がある。第一に、発着する機材の割合に差異がある。羽田空港では、発着する機材の70%が大型機であり、大型機の少ない欧米の空港と割合が大きく異なっている。そのため、後方乱気流の問題が大きくなり、着陸の間隔を短くすることが困難である。第二に、環境の問題が大きく異なっている。羽田の北側の空域(陸側)が使えれば、空港容量は大きくなるであろう。

### 2— 到着遅れ時間の許容

「ホールディングを有効に使えば、着陸の間隔を最小限にできるのでは」という指摘に対しては、一方で、飛行時間が長くなり、燃料を余分に使用しなければならないという問題がある。そのため、我が国では、出発時に調整を行っている。実際、昨年(2005年)10月1日に設立された「航空交通管理センター(ATM)」によってフロー・コントロール(空港上空で極力待機させないために出発空港で時間調整する)がなされている。

### 3— 離脱誘導路指定の問題点

「予め離脱誘導路を指定することで、滑走路占有時間を短縮し、着陸の間隔を最小限にできるのでは」という指摘に対しては、それが可能であれば、確かに着陸

間隔が詰められるといえる。しかしながら、例えば、急に風向きや風速が変化した場合、パイロットに急な変更が求められることになるが、即時に対応できない可能性が高いといえる。仮にパイロットに指示ができるとしても、プレッシャーによる必要以上の減速によって、逆に遅れが生じる可能性もありうる。実際、過去に行われたトライアルにおいて離脱誘導路の指定を行ったことがあるが、プレッシャーが過度にかかることで、パイロットからの評判が良くなかった。

#### 4—複数滑走路の効率的運用

エアライン(ターミナル)別、あるいは機材別の滑走路使用による複数滑走路の効率的運用についてであるが、そのためには進入空域で到着機の順位付け、滑走路別の振り分け作業が必要になるため、管制業務が複雑になる。また機材別の管制を行った場合は地上走行の距離は長くなってしまふ恐れがある。羽田の再拡張後には、出発時や着陸後の誘導の際、行き先によっては他の滑走路を横切るケースが生じる。その場合、パイロットは無線の周波数の切替えが必要となるなど、地上管制も複雑になり、スムーズにいかない可能性がある。そのような空域・航空路での振り分け作業や地上走行への影響に対する検討も併せて必要である。

また、Cランの効率的運用により容量を上げることが可能と思われるが、例えば南風時にはCラン離発着機はDラン着陸機を見ながら管制しなくてはならないなど、規則正しくスムーズに離着陸の交互運用ができない可能性もある。

#### 5—機材の小型化による容量変化

機材の小型化による空港容量の変化に関しては、例えば福岡など、目的地の地方空港の容量も考慮しなければならないといえる。幹線、また国際線では、当面は大型機の運航が継続される可能

性が高いので、急ピッチで小型化が進展するとはみていない。本当に小型化による容量増加を行おうとしたら、進入空域での対応が必要となるが、場合によってはスロットの配分を小型機、大型機に分けて配分を行うことも必要かもしれない。

#### 6—最後に

再拡張後の羽田空港の容量に関しては、理想的に考えれば1時間50回近い容量が達成できるが、例えば南風の最悪の条件を考えると大変厳しい状況である。多数の人命をあずかる業務であるのでどうしても安全というのを何より優先させる必要がある。

また、さきほども述べたが、空港容量の拡大には、滑走路運用の効率化だけでなく、空域、経路、また機材など様々な視点からの検討が必要であるため、せっかくこのような貴重な研究をして頂いているので、それらを含む総合的な研究を行ってもらうと大変有難い。

#### ■質疑応答

Q 羽田空港においてヒースロー空港並みの運用をした際の容量試算では、ホールディング・パターンをどの程度組み込んでいるのか。遅延への影響はどの程度なのか。

A 今回は、ランディングの体制をとってから以降の最終進入中を対象にしているため、ホールディングの考慮や遅延時間の試算までは行っていない。

Q 最近、情報公開が進んでいるとのことであるが、ヒースロー空港における時間帯別の発着回数および遅延時間の実績は公表されているか。

A ヒースローに関しては幾つかのレポートで紹介されている(「A report by the CAA on the work of the Aerodrome Congestion Working Group, February 2005」等)。

C 管制の世界は専門家集団であり、かつて空港局に管理部があったが、以前は現場重視で空港容量などを決めていた。最近はデータの情報公開が進んでいるので、今後は客観的なデータによって検討される必要があるといえる。また、コメントとしては、空港の発着容量を上げたいという観点で、小型機を用いて高頻度の離発着を行う方法に関する提言があったが、どのくらい利用者を運べるかというキャリング・キャパシティの観点からいえば、少なくとも幹線の機材は大きい方が良い可能性が高い。今のエアラインの傾向として、できるだけ小型化して高頻度にするという方法が、競争上有利なのかもしれないが、トータルとして考えると、それが必ずしも良いとはいえない。やはり、ピーク時などには大型機を入れないとどこかにしわ寄せがいく。そういった意識も踏まえて研究を進めることが重要であると思われる。

C 現場では、今の延長線上から物事を考えるため、そうでない視点からの研究も重要である。一方、実際には歴史的な制約も多い。その制約をはずした場合、どのような効果があるのかを研究していただきたい。特に、羽田の拡張は、物理的には最後であると考えられるため、その後の方策として、東京内陸飛行ルートを活用などを含む、運用面での空港容量の拡大策を現在から考えることは重要であると思われる。

Q 経験上、ホールディングを活用して航空機を待機させた場合、3NMの間隔などにきっちり並べようとしてもロスがでるように思われる。ヒースロー空港ではどうなっているのか。

A ヒースローの現状、特に実際の運用に関しては、現在調査中です。

(とりまとめ：運輸政策研究所 平田輝満)