

## 第1章 研究の概要

### 1-1 研究の要旨

本研究は、東アジア地域における国際航空ネットワークの急速な発展の経緯を踏まえ、その将来を展望するとともに、我が国の空港が国際航空ネットワーク上のボトルネックとならないようにするため、今後の我が国における空港整備のあり方について検討した。また、ITを活用した空港ターミナルの魅力の向上、航空サービスにおける空港ターミナル機能の高度化について検討した。

さらに、これまで最大の輸送力を有していた B747 を超える次世代超大型航空機 A380 が開発され、近々に我が国の空港にも就航する可能性があることから、それに対応した空港舗装の設計や補修方法に関する検討を行った。

その結果、以下のような成果が得られた。

- ① 東アジア地域における国際航空ネットワークはとくに 1990 年代後半以降急速に発達し、大規模国際空港の整備が続く中、今後も中国関連の路線を中心に引き続き発達が見込まれる。東アジア地域の国際航空輸送は、大型ジェット機による少頻度大量輸送が依然として主流であるが、欧州において見られるような小型ジェット機による多頻度少量輸送の形態が普及する可能性も考えられ、航空機材の多様化も進んでいる。こうしたことを背景に、我が国の国際空港容量は今後さらに逼迫することが予想され、地方空港の活用も含めた対策の検討が必要である。
- ② IT を活用した空港ターミナル機能の高度化については、国家レベルの安全対策の必要性、利用者のサービス向上等の観点から、今後も推進されると考えられ、空港ターミナル施設においても、サービスの変化に対応した施設の導入、機能配置を図ることが必要である。
- ③ 次世代超大型航空機への対応については、国際的な規準と我が国の技術基準との比較を通して空港基本施設（滑走路、誘導路、エプロン）の平面的形状及び所要勾配についての検討を行い、我が国の国際空港における対応状況について整理を行った。また、公表データに基づき A380 の荷重諸元を設定し、滑走路・誘導路に用いられるアスファルト舗装構造、エプロンに用いられるコンクリート舗装構造の試設計を行い、既存施設の改良の必要性について検討した。

なお、本研究における東アジア地域とは、日本・北朝鮮・韓国・中国・台湾・香港・インドネシア・シンガポール・タイ・フィリピン・マレーシア・ブルネイ・ベトナム・ラオス・カンボジアの 15 ヶ国及び地域を指す。

### 1-2 研究の背景

#### (1) 東アジアにおける国際航空ネットワークの進展

我が国の人口は、国立社会保障・人口問題研究所の「日本の将来推計人口」(平成 14 年 1 月推計)によると、中位推計で平成 18(2006)年に 1 億 2,774 万人でピークに達した後、長期の人口減少過程に入ると言われており、平成 17 年 12 月に厚生労働省が発表した「平成 17 年人口動態統計の年間推計」においても、明治 32(1899)年の統計開始以降初めて死亡数が出生数を上回り、我が国が人口減少社会に入ったことが示唆された。また、我が国の実質経済成長率は 1991 年以降年平均 1.3%の低水準で推移してきており、今後とも同様の傾

向が続くと予測されている。一方、東アジア諸国・地域においては、1991年以降年平均7.3%の高水準での成長を遂げており、とりわけ中国においては年平均9.8%という目覚ましい成長を続けてきている。

このような状況を背景に、近年東アジア地域における国際航空ネットワークも大きく発達してきており、それに呼応するように、複数の4,000m級滑走路を持つ大規模な国際空港が相次いで建設されてきている。

我が国の国際航空需要も概ね堅調に推移してきているところであり、平成17(2005)年には我が国3番目の本格的国際空港として中部国際空港が開港したが、成田国際空港を中心に国際空港容量の逼迫が予想される中、地形的な特性から、我が国においては新たな国際空港を経済的かつ早急に整備することは困難である。また、既存の国際空港についても、成田国際空港は2001年に暫定平行滑走路が供用開始となるまでの23年間、関西国際空港も2007年に平行滑走路を供用する(予定)までの13年間は滑走路1本での運用を余儀なくされてきた状況で、成田国際空港の平行滑走路の本格整備にとりかかる以外には、今後当面は滑走路の新增設の計画はない。

このような状況の我が国にあって、東アジア諸国における大規模国際空港の相次ぐ供用は空港間の競合に大きく影響を及ぼすものであり、我が国の国際空港容量の不足が国際航空ネットワーク上のボトルネックとならないような検討が必要となる。

## (2) 航空機材の多様化傾向

航空旅客輸送に使用される航空機は、1950年代に初めてジェット旅客機が登場して以来大型化の道を辿り、1970年代に投入されたB747シリーズでは最大座席数が580席を超えるまでになっているが、提供座席数でこれを上回る機材は長年開発されず、世界の大量・長距離輸送においてB747は主導的な存在で君臨してきた。その後、1990年代後半に全長がB747より約3m長いB777-300が就航し、機材の大型化の動きが終息したかと思われたが、Airbus社が開発したA380は、First/Business/Economyの3クラス設定でも約550席、Full Economyの場合で約840席の提供が可能な総2階建ての超大型機で、2007年に初就航が予定されている。2006年3月現在で、全世界で16の航空会社が159機のA380を発注しているが、その中に、東アジア諸国の会社としては、シンガポール航空(10機)、マレーシア航空(6機)、タイ国際航空(6機)、大韓航空(5機)、中国南方航空(5機)の5社がある。Boeing社においても、当面は中型ジェット機B767の後継機となるB787の開発に注力しているところであるが、次世代超大型航空機の開発に取り組む可能性を完全に否定できる状態とは考えられず、航空機材の大型化の動向は不透明である。

一方、これら大型航空機による大量輸送への流れとは逆に、欧米諸国においては既に小型ジェット機を用いた多頻度少量輸送による航空ネットワークが発達しており、特に近年は、リージョナルジェット機と呼ばれる提供座席数100席未満の規模の小型航空機材によるネットワークが発達してきている。我が国においては、一部の国内航空路線でBombardier社のCRJ機(提供座席数50席)が運航されているほかは国際路線へのリージョナルジェット機の就航実績は現在ほとんどなく、他の東アジア諸国においても現在のところは、ほぼ同様の状態であるが、欧米における機材小型化の傾向が早晚東アジア地域に伝播する可能性は十分に予想される。

このような航空機材の多様化の傾向が今後も進展する場合、航空機が離着陸あるいは地上走行する場である空港においては、安全かつ効率的な運用のために施設の規模や配置等について適切な対策を検討する必要がある。

### (3) IT 国家戦略

平成 14 年度における我が国政府の IT 施策に関する基本方針を定めた「e-Japan2002 プログラム」（平成 13 年 6 月 IT 戦略本部決定）において、国際空港において高速無線 LAN 環境を整備するなど、官民が協力して IT を多面的に活用することで空港の利便性を向上する「e-エアポート」を実現することが盛り込まれている。

「e-エアポート」構想においては、空港における待ち時間や空港に至るまでの移動時間を有効活用するための高速インターネット接続環境の創出、空港アクセスの円滑化等のための利用者への総合的な情報提供、IT 活用による空港におけるチェックイン手続きの迅速化等について総合的に取り組むこととされており、それへの適切な対応を図る必要がある。

## 1-3 研究成果の目標

### (1) 東アジアの経済発展に即応した我が国の空港整備のあり方

我が国の経済が低成長を続け、国際競争力の相対的低下が懸念される一方、中国をはじめとする東アジア諸国における経済発展は目覚しく、それに伴う国際航空ネットワークの発達に対応すべく各国で大規模国際空港の建設が相次いでいる。今後とも暫くは東アジアの経済発展が順調に続く予想される中、我が国の空港が国際航空ネットワーク上のボトルネックとなることがないようにすることが必要であり、このため、以下の事項について検討し、とりまとめる。

- ① 我が国における国際空港容量の現状と見直し
- ② 国際空港容量の不足を補完するための既存空港の利活用・整備のあり方
- ③ 航空サービスにおけるターミナル機能の高度化のあり方

### (2) 次世代超大型航空機のための施設計画のあり方

次世代超大型航空機と呼ばれる Airbus 社 A380 の本邦就航が 2007 年にも想定されることを踏まえ、空港施設の規模や舗装の構造について、現行の基準との整合性・妥当性を検証し、必要に応じて見直しを行う。

## 1-4 研究成果の活用方針

### (1) 東アジアの経済発展に即応した我が国の空港整備のあり方

- ① 国際空港容量の不足に対処するための、国際空港の施設整備のあり方、地方空港も含めた空港間の連携・有効利用のあり方の検討に活用される。
- ② 空港利用者の利便性・快適性をより向上させるための空港ターミナルの整備手法の検討に活用される。

### (2) 次世代超大型航空機のための施設設計のあり方

次世代超大型航空機が就航した際に、空港において安全かつ円滑な運用ができるようにするための施設計画、舗装構造の健全化の検討に活用される。

### 1-5 研究の実施体制

研究にあたっては、国内外の航空会社との間でデータ収集やヒアリング等を通じて意見交換を行いつつ、専門知識を有する大学などの研究機関、及び成田国際空港(株)、全国地域航空システム推進協議会などの関係機関等との連携を図りながら実施した。また、必要に応じ、本省航空局との調整、所内においては道路研究部や高度情報化研究センターの支援を受けた。

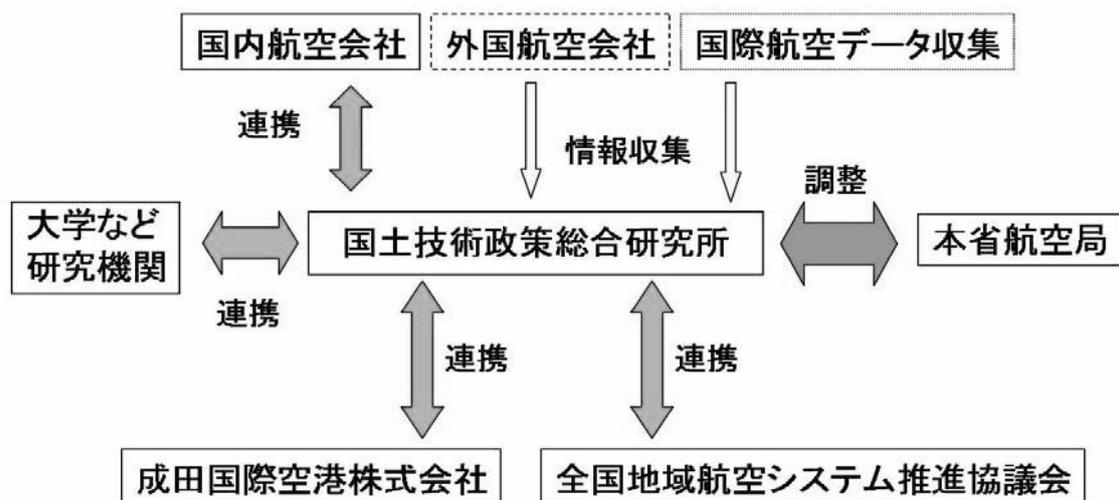


図 1.5.1 研究実施体制図

### 1-6 研究成果の公表

本研究で得られた成果の詳細については、添付資料として巻末に付する。

## 第2章 東アジアと我が国の経済及び空港整備の動向

### 2-1 我が国の国際競争力に関する分析

#### (1) 我が国の国際競争力に関する評価の現状

国際通貨基金（IMF）の資料によると、1985年から2005年までの20年間において、米国のGDPが順調に推移してきているのに対して、米国に次いで世界第2位の我が国のGDPは1990年代半ばまで伸びてきたが、その後は停滞している。世界第3位のドイツも低迷していることから、ドイツとの差は1990年代半ば以降大きな違いは見られないが、4位の英国と5位のフランスのGDPが回復してきており、これら2国との差が縮小してきている。急速な成長を続ける中国は、2001年以降イタリアと拮抗もしくはこれを凌いでおり、世界第5位の規模に達している。一人当たりGDPを見ると、我が国は1980年代後半には米国を追い抜いて世界第1位となり、1990年代半ばまでは急速に伸びてきたが、その後は逆に急速に減少し、2000年以降は再び米国に抜かされたほか、2005年には英国にも抜かされている。

一方、世界銀行の資料により、国外における生産活動を含めたGNPの現状を見ると、2003年における我が国は米国に次ぐ世界第2位の地位にある。しかし、一人当たりGNPで見ると、ルクセンブルク、ノルウェー、スイス、米国に次ぐ世界第5位となっている。

また、2004年版の経済産業白書によると、実質総合資産価格（株式及び住宅・商業用不動産価格を消費者物価指数で実質化した上で加重平均したもの）の変動は、世界の主要国では1990年前後にピークを記録した後、1994年頃を谷として2000年前後により大きなピークを迎えているが、我が国については1991年のピーク以降継続的な下落傾向で推移しており、他国の傾向と明らかに様相を異にしている。特に、1985年を100とした指数で見た場合、2003年の指数は主要国では150～250となっている中、我が国のみ100を下回っている。

以上をはじめとした国際競争力を示す指標となりうるデータを総合的に評価し、世界各国の国際競争力の順位付けをしたものとして、スイスの研究機関であるIMD（International Institute for Management and Development）による“World Competitiveness Yearbook”が1989年から刊行されているが、1992年まで世界第1位であった我が国は、翌年からその座を米国に明け渡した後、2002年には世界第30位にまで低下した。それ以降は上昇傾向にあり、2005年には世界第21位となっているが、同じ東アジア地域の香港（世界第2位）、シンガポール（同第3位）、台湾（同第11位）にかなり水を開けられている。

#### (2) 我が国の国際競争力に関する見通し

IMFは、2005年版“World Economic Outlook”において、我が国経済の見通しについて、短期的にはGDP成長率の増加が見込まれるも、中期的には金融部門における収益性及び資金力の一層の強化、小売業における規制緩和や労働市場の柔軟性の強化等が必要との見解をまとめている。また、OECDは、“OECD ECONOMIC POLICY REFORMS 2005”において、我が国経済の見通しについて、過去10年間の経済停滞による労働生産性の低下で他のOECD諸国との格差の拡大を指摘し、サービス部門の自由化の促進、農業生産者補助削減による市場競争性の向上等を勧告している。

前述のIMDにおいては、“World Competitiveness Yearbook 2004”の中で、「世界第2位のGDPを有する日本経済は、World Competitiveness Scoreboard上には過去10年間ほとんど不在であったようなものである。これは、金融部門の崩壊、中小企業の弱体化、新

たな技術改革や社会における価値システム変革への対応の遅れ等によるものであるが、これらの問題は現在でも解決されてはいない。2003年のGDP成長率が近年を上回る結果となっていることは良い兆候であるが、さらにこの状態を牽引する諸施策が必要である」と指摘している。

## 2-2 東アジアにおける経済社会と空港整備の動向

### (1) 東アジアにおける経済の動向と将来の発展シナリオ

東アジア地域（但し、台湾を除く）の実質GDP（1990年の米ドル換算）は、2004年において約642百億ドル（1990年米ドル換算）で、1980年の2.48倍となっており、世界平均（1.88倍）を上回る速度で成長している。しかし、域内GDPの過半を占める日本を除いた数字で見ると、2004年の実質GDPは約279百億ドル、1980年の5.36倍になっている。また、このような高い成長を維持してきた結果、2004年には、日本を除く東アジア地域の実質GDPは世界全体の8.8%を占めるに至っている。

このことは、日本の経済成長の低迷とその他の東アジア地域の目覚ましい経済成長を如実に表わすものである。特に、近年の中国の成長は著しく、東アジア地域全体のGDPに占める日本の構成比が79.9%（1980年）から56.5%（2004年）へと大幅に減少したのとは対照的に、中国の構成比は6.2%（1980年）から22.1%（2004年）へと大幅に増加している。1980年と2004年の比較で見ても、日本は1.76倍の成長に留まるのに対し、中国は8.82倍となっている。東アジア地域内でそれに次ぐ韓国でも4.87倍であることに照らしてみると、その規模が群を抜いたものであることが明らかである（図2.2.1）。

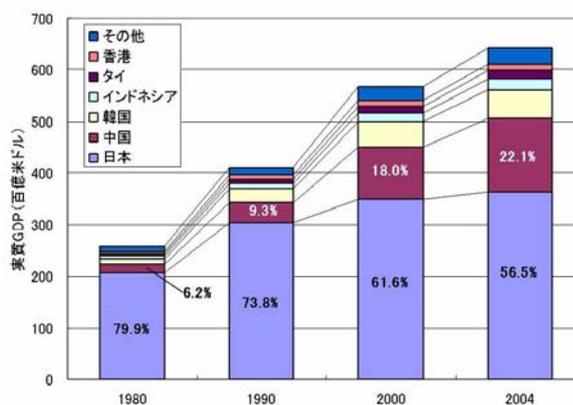


図 2.2.1 東アジア地域（台湾を除く）の実質GDPの推移

東アジア地域内でそれに次ぐ韓国でも4.87倍であることに照らしてみると、その規模が群を抜いたものであることが明らかである（図2.2.1）。

世界銀行が半期に一度発表する東アジア大洋州地域報告書“East Asia and Pacific Regional Update”の2006年3月版によると、2006年の東アジア経済は、原油価格が値上がりして経済活動を圧迫する可能性はあるが、経済成長率は3年連続で6.5%を上回るとの見通しが示されている。2006年の日本を除く東アジア（中国・インドネシア・マレーシア・フィリピン・タイ・ベトナム・香港・韓国・シンガポール・台湾）の経済成長率を6.6%と予測し、2007年についても、小幅減速するものの6.3%の成長が見込まれるとしている。また、2006年については、特に中国（9.2%）とベトナム（8.0%）で高い成長が見込まれている。

また、アジア開発銀行が2006年に発表した年次報告書“ADB’s Annual Report 2005”によると、東アジア（中国・香港・韓国・モンゴル・台湾）の経済成長率は2006年で7.7%、2007年で7.1%（中国については、それぞれ9.5%及び8.8%）、東南アジア（カンボジア・インドネシア・ラオス・マレーシア・フィリピン・シンガポール・タイ・ベトナム）の経済成長率は2006年で5.5%、2007年で5.7%と予測されている。

このように、東アジア地域の経済は、中国を中心に、今後とも当面順調な成長を継続するものと考えられる。

## (2) 東アジアにおける大規模国際空港の整備動向

東アジア地域においては、近年、国家の命運を賭けるかのような大規模国際空港の建設が相次いでいる。

中国では、1999年に上海浦東国際空港が開港し、従来の虹橋国際空港から国際線の機能を移転したほか、2004年には広州新白雲空港が開港し、旧白雲空港を廃止してすべての機能を移転している。また韓国では、2001年にソウル仁川国際空港が開港し、従来の金浦国際空港の国際線機能のほとんどを移転している。さらに、2006年にはタイの新バンコク国際空港（スワンナプーム国際空港）が開港した（図 2.2.2）。

これら新規に開港する東アジアの国際空港に共通するのは、ほとんどの空港では、開港時点において 3,000～4,000m級の滑走路が複数整備されているということである。また、既設の大規模国際空港も含め、全体計画として 4 本以上の滑走路を有することとなっている空港が多く、中でも広州新白雲国際空港やクアラルンプール国際空港においては、全体計画で滑走路 5 本を整備することとされている。

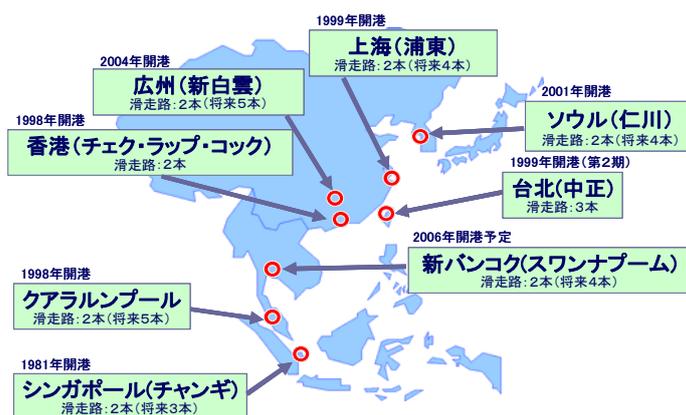


図 2.2.2 東アジア地域における大規模国際空港

翻って、我が国の国際空港の現状と計画を見ると、成田国際空港では開港後 24 年を経た 2002 年になってようやく暫定平行滑走路が完成したところであるが、同滑走路の本格整備はこれからであり、全体計画では 3 本の滑走路を整備することとなっているものの、横風用の第 3 滑走路の整備は未定となっている。関西国際空港についても、開港 13 年後の 2007 年に平行滑走路が供用開始となる予定であるが、全体構想にあった横風用の第 3 滑走路については、成田国際空港と同様未定である。また、2005 年に開港した中部国際空港も、現在のところ 2 本目の滑走路を整備する構想とはなっていない。

このように、東アジア地域における大規模国際空港の整備が相次いでいることは、新空港の建設にあたって社会的・経済的に多様な困難性を抱えている我が国にとっては空港間競争に大きく影響を与えるものである。

### 第3章 東アジアの国際航空ネットワークの見直し

#### 3-1 東アジアにおける国際航空ネットワークの変遷

##### (1) 東アジアにおける国際航空旅客 OD の特性

近年、東アジアにおける航空市場の発展は著しく、航空旅客については全世界では毎年3%ほどの伸びであるのに対して、アジアでは5~8%もの伸びを記録している。また、IATA（国際航空運送協会）の予測によれば、2020年には世界の航空市場の50%を東アジアが占めるとされている。

我が国の空港も含め、今後国際空港間の競争は激化することが予想され、さらに、全世界的な航空自由化によりボーダーレス化が進み、比較的遅れているといわれるアジア域内の航空自由化についても今後進展していく可能性は十分にあることから、今後の東アジアの航空市場の動向を慎重に分析・予測することが必要である。

しかし、その分析の重要な要素である東アジア内空港間ODデータについては完全なものが整備されていないため、ICAO（国際民間航空機関）のデータのうちのSeries OFOD（On-Flight Origin and Destination）を基に1985年、1990年、1995年、2000年の4断面における空港間ODデータを作成し、このOD表から旅客流動のクロスセクション分析及び時系列分析を行った。これらの分析は旅客数と路線の経年比較を行うことによって、東アジアの国際航空市場がどのように変化してきたのかを定量的に捉えること等を目的としている。

本研究において作成したOD表は、2000年のICAOデータに掲載されている東アジア圏の

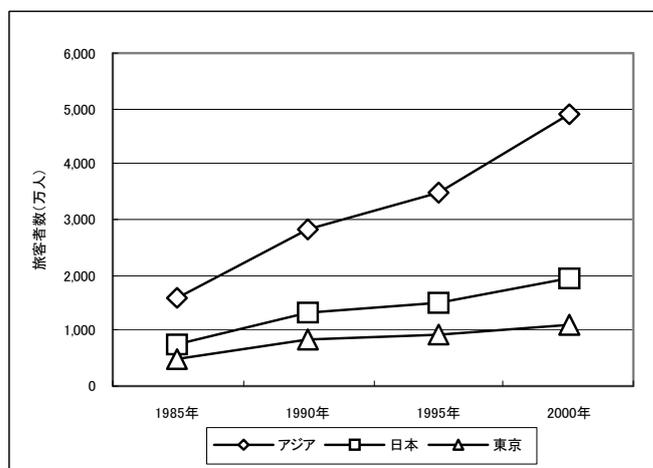


図 3.1.1 東アジアと日本の国際航空旅客数

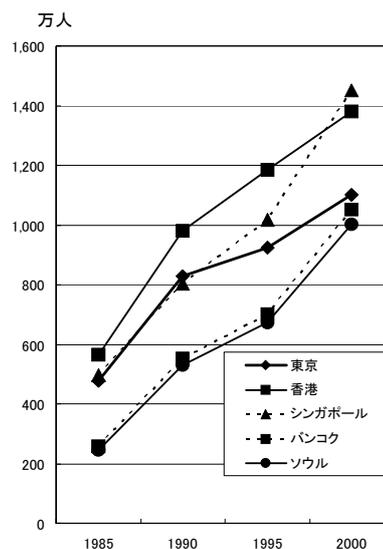


図 3.1.2 都市別の国際航空旅客数

全34都市（2社以上の航空会社により運航される国際航空路線の起終点となる都市）を抽出し、その都市からの出発旅客数を読み取って片方向のOD表を作成したのち、ODペアごとに合算して双方向のOD表を作成したものである。従って、単一の航空会社により運航されている国際航空路線についてのODデータは、元データの制約上含まれていない。

分析の結果、東アジア地域内の国際航空旅客数は右肩上がり増加しており、1985年から2000年までの15年間で3倍以上にもなっている。特に、1995年から2000年までの5年間では約1,400万人増加しており（年平均増加率約7%）、路線数の合計も1.7倍近くの117路線に増えている。その中で、日本の国際航空旅客数も順調に伸びているが、1995年から2000年までの5年間での年平均増加率は5.4%であり、全体の平均を下回っている（図

### 3.1.1).

また、旅客数の変遷を都市別に見てみると、1995年までは香港が第1位を占めていたが、2000年ではシンガポールにその座を譲っている。香港、シンガポール、東京が一貫して上位3都市であり、2000年において東京は第3位であるが、近年バンコク及びソウルが急成長してきており、東京に迫る勢いとなっている（図3.1.2）。

国際航空路線数でも、2000年には1985年の2倍以上に増えており、2000年ではシンガポール発着の路線が26路線、バンコク発着路線が19路線である一方、東京発着の路線は13路線に留まっている（図3.1.3、図3.1.4）。

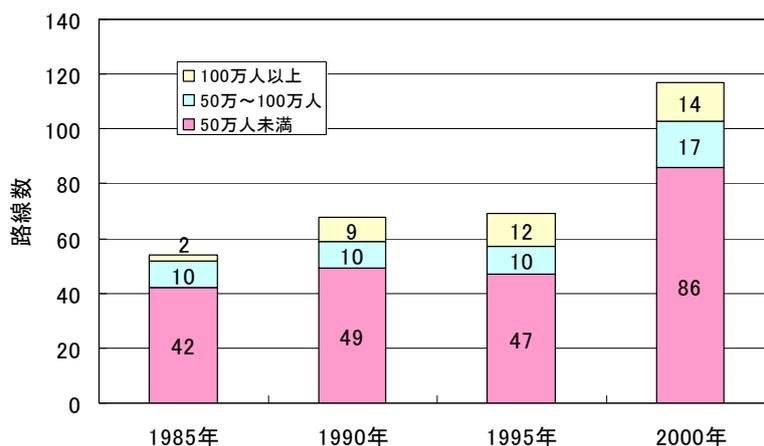


図3.1.3 東アジアにおける国際航空路線数の推移

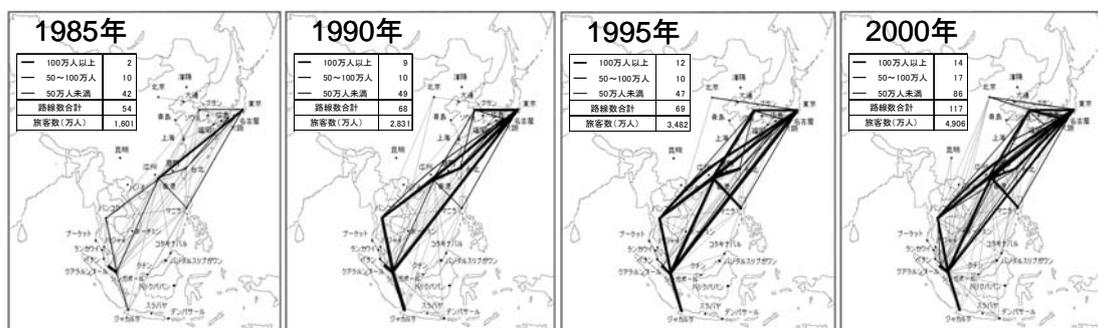
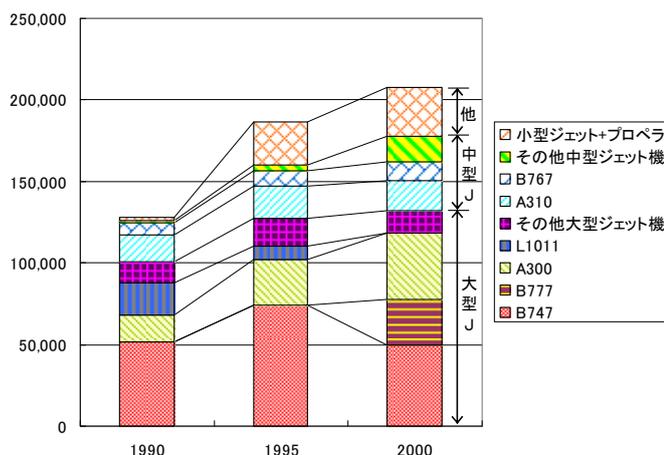


図3.1.4 東アジアにおける航空ネットワークの変遷(旅客数の推移)

(2) 東アジアにおける国際航空の機材・運航特性

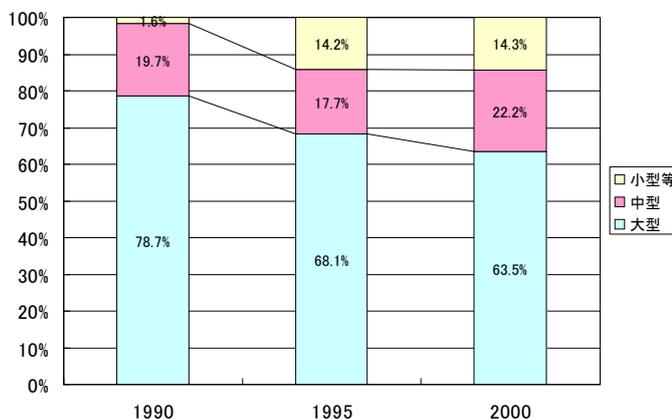
航空輸送において、使用航空機材の構成は航空需要や空港の規模等と密接な関連を有しており、その変遷を分析し今後の動向を予測することは、空港整備の方向性を探る上での重要な手段となる。

そこで、(1)で示した分析に加えて、更に対象路線の機材構成についての分析を行うことによって、東アジアの国際航空輸送の実態と将来像を予測する際の基礎データとすることを目的として研究を行った。本研究では、2002年におけるICAOのSeries OFODデータに掲載されている東アジア圏の全35都市(2社以上の航空会社により運航される国際航空路線の起終点となる都市)を対象に、これら都市間の全260路線の機材構成の特徴を、ICAOのSeries TF (Traffic by Flight Stage) データを基に1990年、1995年、2000年の3断面で分析し、その変遷を把握した。航空機材構成は、航空機の座席数による分類で整理することとしたが、航空機の座席数は機種によっても変化し、航空会社毎の座席配置によっても変化するため、ここでの分析では平均的な座席配置を考え、座席数が200席未満のジェット機を小型ジェット機、200～300席を中型ジェット機、300席を超えるものを大型ジェット機として便宜的に定義した。



(1) 総便数

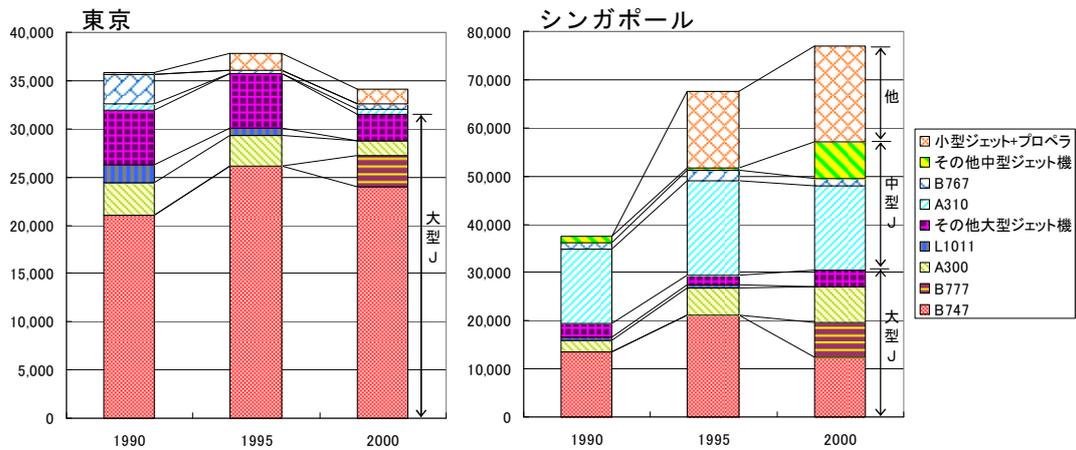
1990年には21都市の間で68路線が運航されているが、主な使用機材はB747を筆頭に大型・中型ジェット機が大きな割合を占め、小型ジェット機はほとんど使用されていない。1995年には24都市の間で70路線が運航されており、1990年と比較して路線数にあまり変化はないものの、機材構成としてはややダウンサイジングの傾向があり、小型航空機が非常に多く運航されるようになってきている。2000年になると、35都市の間で122路線が運航されており、路線数は1995年と比較して大幅に増加しているが、総便数に関してはあまり増加していない。機材構成としては、相変わらず大型・中型ジェット機の比率は高いが、B747に関しては1995年と比較して大幅に減少しており、この期間に新たに就航したB777へのシフト傾向が顕著に現れている(図3.1.5(1))。



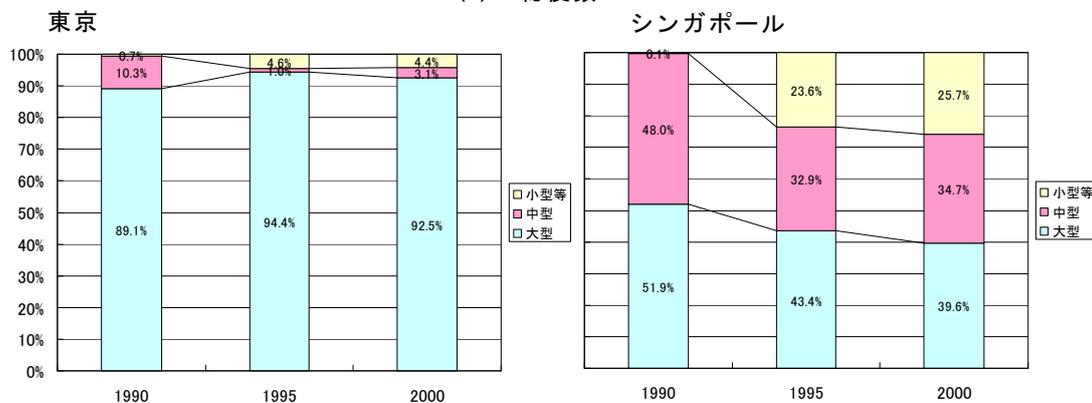
(2) 構成比率

図 3.1.5 東アジアにおける使用機材の推移

このように、東アジアの国際航空ネットワークにおいて使用されている航空機材(運航総便数)は大型ジェット機の比率が大きく、1990年の78.7%から年々比率は低下してきているものの、2000年時点でなお63.5%を占めている(図3.1.5(2))。



(1) 総便数



(2) 構成比率

図 3.1.6 東京及びシンガポール発着の機材の推移

また、発着機材の構成は空港によっても違いが見られ、シンガポール（チャンギ国際空港）を発着する機材に占める大型ジェット機の比率は2000年で39.6%にまで低下している一方、東京（成田国際空港）を発着する大型ジェット機の比率は92.5%となっており、1995年よりは低下しているものの、1990年を上回る規模となっている。また、シンガポールにおいては小型ジェット機及びプロペラ機による輸送の比率が2000年で25.7%を占めるまでになっており、実数で見るとB747とB777を合わせた規模程度となっているが、一方、東京では4.4%のシェアを占めるに留まり、実数もほとんど伸びていない（図3.1.6）。

### 3-2 航空先進地域としての欧州における国際航空ネットワークの変遷

#### (1) 欧州における国際航空旅客 OD の特性

3-1 に記した研究においては、東アジア全体を捉えた航空需要の流動パターンについての分析を行ったが、東アジアにおける将来の航空ネットワーク像を予測するためには、航空産業界での画期的な規制緩和が実施され、航空自由化が進んでいる欧州の航空市場の動向が参考とすべき前例となるものと考えられる。

このような背景から、東アジアにおける分析と同様の ICAO の Series TF データ、及び OAG (Official Airline Guides) 時刻表を基にして、往復の旅客数が概ね 20 万人以上の路

線を対象に 1981 年（旅客数については 1982 年）、1986 年、1990 年、1995 年、2001 年における都市間の旅客数、週便数をまとめ、その推移を分析した。

なお、Series TF データは、主要空港間における国際定期輸送実績について、ICAO 加盟国に対し航空会社毎に記入する調査票を配布し、回収・集計したデータであるため、回収されなかったデータや配布対象とならなかった航空会社に係るデータが欠落しているという不完全さがあることに留意が必要である。他の方法により調査されたデータとの照合によると、Series TF データでは主要航空会社のデータを含む 6～8 割程度のデータが提供されていることが確認されたため、このデータにより得られる旅客数等は実際の 7 割程度を把握したものであると考えられる。

分析の結果、欧州域内の国際航空路線数、国際航空旅客数ともに、年を追う毎に大きく成長しており、2001 年における路線数は 1981 年の 3.6 倍、旅客数は 4.7 倍にまで成長している。また、欧州域内の国際航空路線の週便数も年々増加しており、2001 年には 1981 年の 6.5 倍となっている。とりわけ、1997 年の欧州域内航空完全自由化を挟んだ 1995 年から 2001 年の間の増加は著しく、この 6 年間で 1.9 倍となっている（図 3.2.1）。

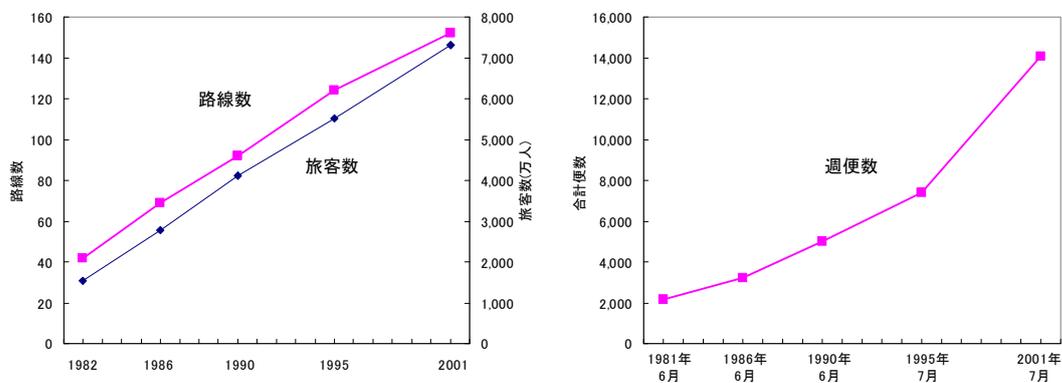


図 3.2.1 欧州域内における国際航空路線数・旅客数・週便数の推移

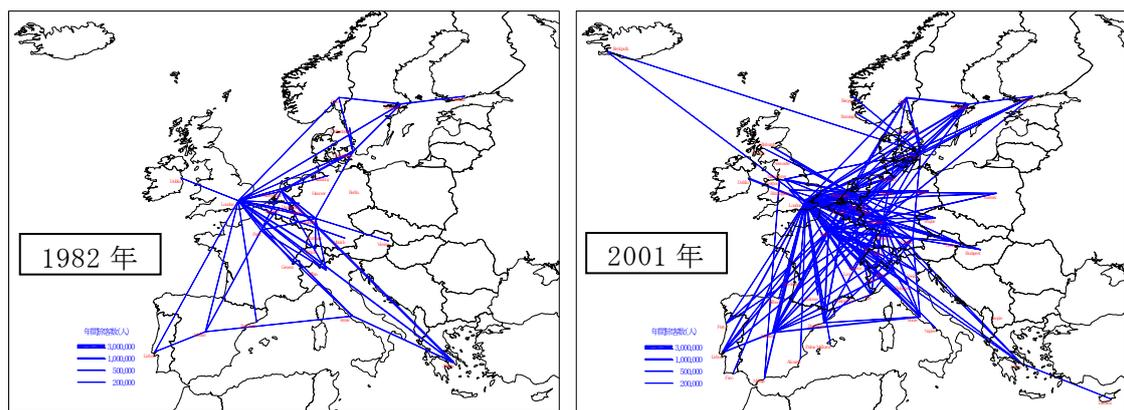


図 3.2.2 欧州域内における都市間年間航空旅客数の推移

航空ネットワークの発達の状況を路線別の年間旅客数を指標として見てみると、1982 年においては主としてロンドンを中心に放射状に路線が張られていたが、2001 年になると、ロンドンのほかにアムステルダムやパリ、フランクフルトなどに新しい核が発達し、これらを中心とする複雑な航空ネットワークへと変化している。全路線数に占めるロンドン発着路線の割合は年々低下してきており、1982 年には約 45%であったものが 2001 年には約

29%となっているが、ロンドン発着路線の実数としては約2倍に増えており、欧州の国際航空ネットワークに占めるロンドンの位置付けは依然として大きいものであると言える(図3.2.2)。

## (2) 欧州における国際航空の機材・運航特性

次に、欧州域内の国際航空路線における航空機種別の週便数の推移を分析した。

欧州域内の国際航空路線の週便数は飛躍的に伸びてきているが、その成長の大部分は小型ジェット機(提供座席数100~200席のジェット機)によるものである。総週便数に占める小型ジェット機のシェアは、1981年において既に63%であったが、20年後の2001年には68%に拡大し、実数では約7倍となっている。その一方、1981年において8.9%であった大型ジェット機(提供座席数300席以上のジェット機)による週便数のシェアは、2001年には僅か0.5%にまで低下している。これは、依然として全体の6割強を大型ジェット機による輸送に依存する東アジア地域の国際航空ネットワークとの最大の相違点である(図3.2.3)。

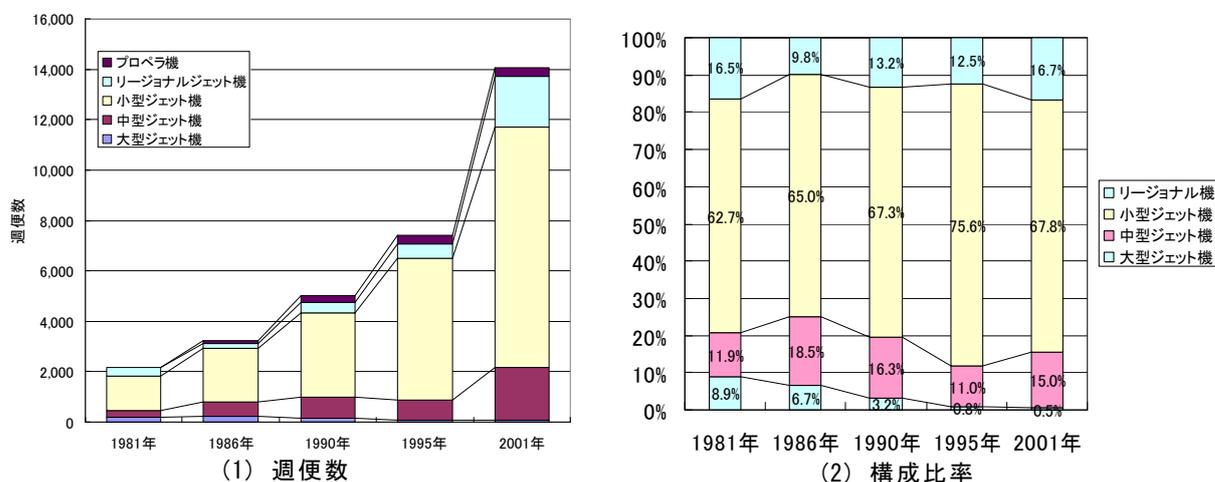


図3.2.3 欧州域内国際航空路線における機材の推移

また、リージョナルジェット機(提供座席数概ね100席未満のジェット機)による国際航空輸送は、2001年において総週便数の14%となっており、小型ジェット機に次ぐシェアとなっている。シェア自体はむしろ1981年時点の方が高いものの、1986年にかけて縮小して以降は拡大を続けており、小型ジェット機と共に、今後とも欧州の国際航空ネットワークを支える柱としてさらに成長することが予想される。

## 3-3 小型航空機の国際航空路線への導入可能性

### (1) 小型航空機の就航に対応した我が国の空港施設の整備状況

2005年3月31日時点で、東アジア(極東ロシア、東南アジアを含む)への国際線が就航している我が国の空港は24空港であり、週当たりの運航便数は1,642往復(発着計3,284便)であるが、その87%にあたる1,437往復は成田国際空港・関西国際空港・福岡空港・中部国際空港を発着空港とする路線である。また、提供座席数200席未満の小型航空機による国際航空路線の週当たり運航便数は237往復(全体の15%)であり、このうちで上述の4空港以外の地方空港を発着空港とする便数の割合は42%となっている。

この237往復を機種別に見ると、A320とB737の2機種をはじめとした232往復が提供

座席数 100 席以上 200 席未満の小型ジェット機によるものであり、リージョナル機（座席数 100 席未満のジェット機及びプロペラ機）に分類される機材によるものは極東ロシア向けの 5 往復があるに過ぎない（新千歳，函館～ユジノサハリンスク路線及び富山～ウラジオストック路線）（表 3.3.1）。

しかし近年，小型航空機の性能向上に伴い，小型航空機による国際航空路線の開設が自治体や事業者の間でも目標として認識されてくるなど，小型航空機を取り巻く状況は変化しつつあると言える。前節で見たように，欧州においては小型ジェット機及びリージョナルジェット機による国際航空旅客輸送が相当発

表 3.3.1 我が国と東アジアの間の小型航空機による国際線の就航状況（2005 年 3 月の週便数）

機種	座席数	中国	台湾	韓国	極東 ロシア	合計
Tu-154	180				3	3
A320	177	77		28		105
MD-82	172	6				6
MD-90	166	5				5
A319	134	8				8
B737	130	56	17	32		105
An-24	44				3	3
Yak-40	32				2	2
合計		152	17	60	8	237

達している一方，東アジア地域においては我が国と同様に現在のところほとんど発達していないが，今後の東アジア地域内の航空輸送需要の動向によっては，東アジアにおいても大型ジェット機依存型から小型航空機依存型にシフトするような状況が起こる可能性は否定できない。

我が国にもそのような時代が到来した場合，東京国際空港のような混雑が激しい空港においてはその受け入れに大きな問題を抱えることとなるが，そのような混雑がない空港においても，例えばボーディングブリッジ設置の是非やその方法に関する検討など，旅客の利便性確保の観点から対応すべき課題は生じることとなる。

そこで，小型航空機普及の可能性を検討するために，我が国の空港のうち国際線が就航している空港及びリージョナル機による国内航空路線が就航している空港を対象に，リージョナル機に対応した空港施設・設備の現状について調査した。

調査の対象とした 36 空港についてみると，すべての空港において，リージョナル機に対応できるボーディングブリッジは設置されておらず，リージョナル機の旅客専用のゲートラウンジも整備されていないことがわかった。また，リージョナル機専用設計されたスポットがある空港は 8 空港のみであり，大半は大型・中型・小型機用のスポットを兼用することで対応しているが，設備の規模がリージョナル機に対しては大き過ぎ，その効率を有効に活用できないケースもあった。

リージョナル機による国際線は，需要規模の小さい海外の地方と日本の都市の間か，日本の地方と海外の都市を結ぶことが想定されるが，後者の場合，便数，座席数ともに少ないことが想定されるため，CIQ（税関・出入国管理・検疫）が常駐していない空港においては従来の随時派遣による対応以外での効率的な対応を検討することが必要と考えられる。

## （2）小型航空機の我が国国際航空路線への就航に関する見通し

東アジア地域においてはリージョナルジェット機による国内航空路線が増えてきており，国際航空路線への展開も予想はされるが，路線の設定や投入機材の選定などは航空会社の行動であり，リージョナルジェット機の国際航空路線就航の可能性を検討するには，航空会社行動の今後の方向性について把握することが不可欠である。そこで，現在我が国に乗り入れている東アジアの航空会社を対象に，リージョナルジェット機の保有状況及び

導入計画、リージョナルジェット機の活用の方向性等について調査した。

まず中国については、リージョナルジェット機の活用による地域経済の活性化と地域間格差の是正という民航総局の方針に従い、各航空会社がリージョナルジェット機の導入と運航を行ってきているが、リージョナルジェット機は国内線用のものという見方が支配的で、安全性への疑念もあり、リージョナルジェット機で洋上飛行を含む国際線を運航するという概念には至っておらず、中国の航空会社が日本に乗り入れる可能性は当面はあまりないと考えられる。

台湾については、現状において航空会社がリージョナルジェット機を保有していないこと、日台間の航空協定上の制約（国交がないことに伴う手続きの発生）があることなどから、短期的にはリージョナルジェット機で日本に乗り入れるということの可能性は考えにくい。F-100 型機（提供座席数 120 席程度の小型ジェット機）を使ったチャーター便で日本に乗り入れた経験を持つ航空会社があることや、リージョナルジェット機の導入を検討している航空会社があることなどから、中長期的には日本に乗り入れるポテンシャルを有していると考えられる。

韓国においては、2005 年にローコストキャリア（低価格航空会社）2 社が相次いで設立され、ターボプロップのリージョナル機により国内線の運航が開始されており、近いうちに日本を含む国際線への進出を計画していると言われている。この動きに呼応して、最大手の大韓航空も子会社としてローコストキャリアを設立することを検討していると言われることもあり、韓国から日本へのリージョナル機の乗り入れについては可能性が非常に高いと考えられる。

### 3-4 東アジアの国際航空ネットワークの将来動向

東アジアにおける国際航空ネットワークの将来動向としては、以下のような点が予想される。

#### ①東アジアにおける航空輸送の成長地域・路線

1985～2004 年において、東アジアの中で相対的に成長が著しい航空路線を多く有する空港は、ソウル、上海といった日本の近隣に位置する空港である。

ソウル発着路線については、2000 年以前は香港路線やバンコク路線の成長が見られた。2000 年以降ではこれらの路線に加え、北京・上海・青島の中国路線、台北路線、ホーチミンシティ路線などで成長傾向が見られる。

北京・上海などの中国発着路線については、2000 年以前の成長は日本路線が中心となったが、2000 年以降においては、ソウル路線といった近距離路線に加え、バンコク路線、シンガポール路線といった東南アジア地域との路線で成長が見られる。日本に関係する路線については、成田国際空港及び関西国際空港における上海路線が 2000 年以前から現在に至るまで長期にわたって成長している。2000 年以降においては、福岡～上海路線、関西～北京路線で成長傾向が見られ中国路線を中心とした航空需要の拡大が伺える。

この日本と中国の間の輸送拡大は今後も続くと想定され、特に上海を中心として、空港整備が進んでいる広州、重慶、成都、昆明など中国南部内陸部の都市との輸送量増加が想定される。こうした状況より、日本・中国間の輸送力は、他の地域に比べ高い伸び率で拡大することが見込まれる。

## ②東アジア・北米間における輸送力の拡大

航空機の航続性能の向上に伴い、東アジアの各都市と北米の都市とを結ぶ直行便の運航が増えており、今後も新たな路線開設が見込まれている（Airbus 社では、今後 10 年間で太平洋路線及びアジア・欧州間で 60 路線が新たに開設されると予測している）。

2000 年から 2004 年までの 4 年間における東アジア・北米間直行便の輸送力拡大は、1 年間で 1.5 往復/日に相当する輸送力が拡大されている。また、IATA では日本・北米間の需要について 2004-2008 の短期間の予測ではあるものの年率 4.2% の成長を見込んでいる。

以上より、今後のシナリオとしては、ある一定の伸び率で成長する一方で、東アジア・北米間直行便の増加による増分に相当する分が日本・北米間で減少するというシナリオが考えられる。

## ③低価格航空会社等の台頭

東南アジアにおいてローコストキャリアが台頭し、特にタイ以南の地域を中心として航空ネットワークを拡大している。現在、香港、台北までローコストキャリアの乗り入れが進んでおり、将来には中国への参入も視野に入れている。

こうした状況から、ローコストキャリアの日本乗り入れについても一つのシナリオとして考慮する必要がある。しかし、日本への乗り入れについては、成田・関西・中部国際空港等の着陸料の高い空港や福岡空港のように混雑空港に乗り入れるより、新北九州空港などの大都市圏またはその近隣にあって着陸料が相対的に安い空港に乗り入れるものと考えられる。

## ④航空機材の変化

機材構成に関する分析により、B747 が減少しその他の機材が増加することによる機材の小型化の傾向が明確にされ、今後もこうした傾向が続くものと想定される。

一方、現在就航している最大の航空機である B747-400 を上回る A380 の初就航が 2007 年に予定されており、座席配置によっては B747-400 (340~420 席) の 1.5 倍程度の座席数となる A380 の就航は、各空港における発着回数に大きな影響を及ぼすことが想定される。

## 第4章 我が国に必要な空港容量

### 4-1 我が国の主要空港における空港容量の現状と将来見通し

ACI（国際空港評議会）及び IATA が共同でとりまとめた“Airport Capacity/Demand Management”においては、容量とは「ある与えられたサービス水準の下で提供される処理量」であり、空港を構成する多くの施設・機能それぞれの容量を勘案して空港全体の容量（空港容量）を評価するという手法をとっている。ACI/IATA では、空港容量を評価する施設・機能をエアサイド容量、ターミナルビル容量、アクセス容量に大別し、さらに施設・機能により分類しそれぞれについて容量を設定する手法を示しているが、空港容量を表わす指標として最も一般的に用いられるものは、エアサイド容量の一部である「滑走路容量」である。

滑走路容量は、滑走路で対応できる単位時間あたりの発着回数で表され、滑走路占有時間、航空機相互のクリアランス、機材構成等が滑走路容量に影響する要因となる。このうち滑走路占有時間は、脱出誘導路（特に高速脱出誘導路）の配置や航空機のパフォーマンスによる影響を受け、航空機相互のクリアランスは、後方乱気流のために確保するクリアランスの影響を受ける。また、滑走路が複数ある場合には、平行滑走路の離隔距離、交差滑走路の交差位置、滑走路の運用方法（離着陸別、離着陸混在等）の影響を受ける。

我が国の主要空港における空港容量の現状と見通しについては、以下のとおりである（表 4.1.1）。

成田国際空港の発着枠（容量）は、1978 年の開港当初は 180 回/日であったが、現在では A 滑走路 370 回/日、暫定 B 滑走路が 176 回/日で、1 日あたり 546 回、年間発着枠は約 20 万回/年となる。また、B 滑走路 2,500m 完成時の発着枠（地元との調整案）は、A 滑走路 329 回、B 滑走路 275 回で、1 日当たり 604 回、年間では約 22 万回と試算されている。

関西国際空港については発着枠の定めはないが、想定空港容量は 3,500m の A 滑走路 1 本で運用されている現状においては年間約 16 万回（1 日当たり約 440 回）となっている。現在第 2 期事業として、2007 年の供用を目指して B 滑走路の整備が進められているが、これが完成すると、両滑走路合わせて全体で年間約 23 万回（1 日当たり約 630 回）の容量になるとされている。また、中部国際空港についても発着枠の定めはないが、供用中の施設による年間発着回数は約 13 万回（1 日当たり約 350 回）となっている。

東京国際空港については、累次の施設整備や運用方法の変更等により発着枠が段階的に増加し、現在では 754 回/日（朝の到着及び夜の出発の特定時間枠を含めると 898 回/日）、年間で約 27.5 万回である。また、第 4 滑走路を整備する再拡張事業が完成した後の発着

表 4.1.1 我が国の大都市圏における空港容量

空 港		日あたり発着枠	年間発着枠
成田国際空港	現状	546回	20万回
	B滑走路完成後	604回	22万回
東京国際空港	現状	754回 <sup>注1</sup>	27.5万回
	再拡張後	1,114回 <sup>注1</sup>	40.7万回
関西国際空港	現状	448回	16万回
	2期事業完成後	630回 <sup>注2</sup>	23万回
大阪国際(伊丹)空港	現状	370回	13.5万回
中部国際空港	現状	350回 <sup>注3</sup>	13万回
福岡空港	現状	372回	13.6万回

注1 利便時間帯における発着枠

特定時間枠を含む発着枠は、現状：898回、再拡張後1,258回（想定）

注2 年間発着枠23万回からの推定値

注3 整備目標値（年間13万回）からの推定値

枠は 1,114 回/日、年間で約 40.7 万回となり、このうちの約 3 万回が国際線に充てられることとなっている。

#### 4-2 東アジアの航空ネットワークの将来展開を考慮した航空需要の見通し

##### (1) ネットワークモデルを用いたシミュレーション

今後、空港整備の進展や、航空自由化、航空機材の技術変化など、国際航空輸送市場を取り巻く環境が変化すると、必然的に各空港の航空需要にも変化がもたらされる。そこで、こうした航空ネットワークの変化が航空旅客流動に及ぼす影響を分析するためのモデルを構築し、仮想的将来シナリオについて簡単な分析を行う。

本研究では、国際航空ネットワークにおける旅客流動を分析するために、確率的利用者均衡配分問題に基づくネットワークモデルを構築し、国際航空旅客流動変化に関するシミュレーション分析を行った。本手法は、OD 旅客需要および路線や便数・座席数など航空ネットワーク条件を外生として、旅客流動パターンを推計するものであり、SUEFD 型と呼ばれるモデルである。

モデルでは、航空旅客の経路配分に影響する要因、すなわちリンクコスト要因として、航空経路の一般化時間を採用した。航空旅客が旅行経路を選択する際には、時間指標だけではなく、運賃などの金銭的費用も重要な要因と考えられる。しかし、本研究では、①通常の国際航空運賃は経路 (path) 毎に設定されており、リンク (フライト) 毎の運賃を特定し推定することが困難、②航空会社のイールド等集計データからキロあたり運賃推定を行うと、実質的には時間指標を用いること等価、等の理由から、金銭費用については考慮しないこととした。この点については、モデル発展のための今後の課題である。

リンクコストを増加させる要素として、本モデルでは、フライト所要時間、平均運航間隔および混雑の影響を考慮している。航空輸送の混雑によって発生する旅客のコストは、満席のために搭乗をあきらめなければならないことなどの不便益と見なすことができる。例えば、代替経路を利用せざるを得ない場合に必要となる余分な時間や費用、旅行自体を中止した場合において旅行が可能であった際に得られる便益の犠牲分などが挙げられる。

路線における便数が増加すると、平均運航間隔が減少し、リンクコストが軽減される。また、路線の座席容量が増加すると、リンク混雑が緩和されてリンクコストが軽減される。このように、本モデルは、航空輸送のサービスレベル変化（ここでは便数と座席数を指標とする）による利便性への影響を考慮し、そのことによる旅客流動への影響を評価することが可能である。

本研究においては、東アジア全体の航空ネットワークを分析するため、東アジア域内における 114 空港および東アジア域外における 124 空港を対象とする大規模な航空ネットワークデータを整備した。対象となる航空輸送路線は、国際航空路線については 1417 路線である。さらに、東アジア域内の国については内際・際内トランジットも考慮するため国内航空路線も分析対象ネットワークに含めており、その数は 1174 路線である。このように多くの航空路線を対象とする場合、各 OD についての利用可能経路の数が膨大となり、全ての経路を列挙し LOS データを整備することが困難である。こうした場合において、本研究が採用したネットワーク配分モデルは、データ整備のコストと計算負荷を大きく軽減させるメリットを持つ。

構築したモデルを利用し、本研究では将来のネットワーク条件変化シナリオに対する旅客流動への影響分析を行った。仮想的な将来シナリオとして、中国発着 OD 需要増加が現状から 50%増加し、かつ、関西国際空港発着路線の航空サービスレベル（便数および座席数）

が 50%向上したケースを想定して分析を行った。これは、中国における航空需要が他地域よりも著しく成長しているという事実と、二期工事終了後の関西国際空港における利便性向上を考慮したものである。ただし、このシナリオは厳密な将来前提条件として与えたものではなく、そのため、得られる分析結果は精緻な将来予測ではなく、旅客流動パターン変化の傾向や、各空港における需要への影響の相対関係を表す水準の精度であることを認識しておく必要がある。

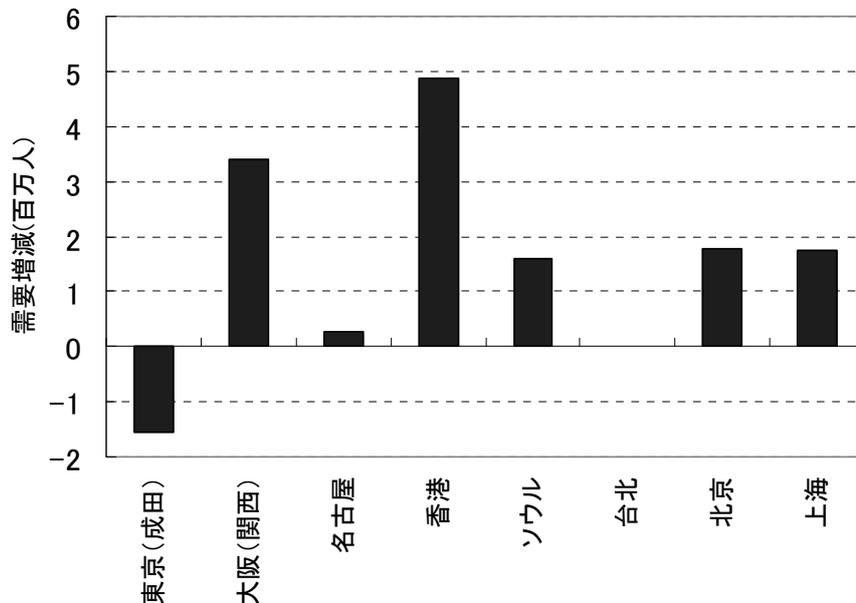


図 4.2.1 シミュレーションによる分析結果（各空港における需要の増減）

分析結果（図 4.2.1）を見ると、関西国際空港は香港に次いで需要増加が最も大きく、成田国際空港においてはわずかに需要が減少するという特徴が見られた。これは、日本国内における空港間競合の結果として、主として内際・際内トランジット旅客の流動がシフトしたことによる影響と考えられる。名古屋については、OD 需要増加による影響が関西国際空港への需要転換の影響と、OD 需要増加による影響の結果としてわずかに需要が増加したと考えられる。また OD 需要が増加した北京、上海および香港においても需要増加が確認され、モデルの推定結果は、直感的推定を大きく乖離しない概ね妥当な結果と言えよう。

その他空港の需要変化挙動を見ると、香港とソウルでは需要が増加し、台北では大きな需要増減が生じないという結果が見られた。これらの需要変化も、OD 需要増加と利用経路シフトによる影響の組み合わせとして生じたものである。

以上の結果から考察すると、国際航空輸送市場において、関西国際空港は、国内の国際空港および台北空港とは競合的な関係にあり、ソウル（仁川）に対しては競合の度合いが小さく、むしろ補完的な関係となりうる可能性が示唆される。日本は東アジアの東端に位置しており、北米とアジア地域の間における旅客流動に対しては、地理的にトランジット地点としての優位性を持っている。このため、国内他空港や台北との競合関係がモデル分析結果にも表れていると思われる。ソウルに関しては、韓国－北米間の旅客流動では、日本と韓国の位置が近接しており、日本をトランジット地とするメリットが小さい。このため、際際トランジットではなく、日韓 OD 旅客が、サービスレベルの向上した関西国際空港を利用するように経路をシフトさせたものと考えられる。

本モデルは、東アジア全域の航空ネットワークのような広域における旅客流動パターンの変化を分析する際に有用であり、本分析においてもモデルのパフォーマンスが示されて

いる。しかし、本モデルは航空ネットワークを外生条件としており、航空会社の行動が考慮されていない点に限界がある。航空政策が航空会社のネットワーク形成に及ぼす影響を評価するためには、そうした目的に見合ったモデルが必要である。しかし、国際航空輸送市場においては航空会社の行動を評価するモデル開発に堪えうるデータが充実していないため、本研究のように、予想されうるネットワークパターンをシナリオとして与え旅客流動パターン変化を分析する方法が、代替的な近似的手法となりうると考えられる。

なお、以上のネットワークモデルによるシミュレーションは、多くの仮定（計算の省力化のため航空市場における競争環境が考慮されていない）を設けたモデルを用いた分析であるため、ここで示した値は厳密な需要予測値ではなく、東アジア地域の航空ネットワークの概略的な市場特性のみを表現しているということに留意する必要がある。

## （2）簡易な手法による主要空港の発着回数の推計

簡易な方法として、将来の日本発着路線における航空需要の伸び率を仮定することにより、2015年における主要空港の発着回数を推計した。将来の伸び率については、以下の3ケースを設定した。

- 〔A〕 1996～2004年の日本発国際便による提供座席数の年平均伸び率
- 〔B〕 IATAが推計した2004～2008年の旅客の年平均伸び率
- 〔C〕 ICAOの推計をベースにした2004～2015年の旅客の平均伸び率

### 〔A〕 1996～2004年の日本発国際便による提供座席数の年平均伸び率を用いる方法

1996年から2004年までの出発便数及び提供座席数の伸び率は表4.2.1に示すとおりであり、その特徴は以下のとおりである。

- ・ 空港別に見ると成田国際空港の伸び率が最も高く、次いで名古屋空港、関西国際空港、福岡空港の順となっている。
- ・ 北東アジア路線（韓国、中国、香港及び台北）ではいずれの空港においても高い伸び率を示しており、過去における増便がこの路線に集中していたことがわかる。
- ・ 北米路線については、便数では成田国際空港以外の3空港で減少、提供座席数では4空港全てで減少している。

また全体的な傾向として、提供座席数の伸び率より便数の伸び率の方が高くなっており、これは年々航空機が小型化してきたことを示している。

こうした状況も考慮し、将来便数の推計にあたっては、便数の伸び率を用いて将来便数を推計するのではなく、まず提供座席数の伸び率を用いて将来提供座席数を推計し、これに1便あたりの座席数を考慮して将来便数を推計することとする。ただし、伸び率が設定できない場合（1996年または2004年に路線がなかった場合）や計算上伸び率が異常に高くなる場合、伸び率が減少している場合については、別途仮定した伸び率を設定する。

表 4.2.1 日本発着路線における便数及び提供座席数の伸び率

【1996～2004年の出発便数の年平均伸び率(%)】					
	成田	関西	名古屋	福岡	4空港計
全路線	4.7	2.5	3.4	1.6	3.8
北米	1.1	△ 2.0	△ 3.4	△ 8.3	0.1
欧州	2.4	△ 0.4	12.1	—	1.8
北東アジア	9.8	7.0	6.1	4.5	7.9
東南アジア	4.8	0.1	2.7	0.0	3.0
西南アジア	13.0	—	—	—	12.1
中央アジア	—	31.6	—	—	37.8
グアム・サイパン	2.2	△ 6.2	1.4	△ 5.5	△ 0.7
オセアニア	1.9	△ 2.6	4.6	△ 8.3	0.3
南太平洋	4.1	5.2	—	—	0.9

【1996～2004年の出発便数による提供座席数の年平均伸び率(%)】					
	成田	関西	名古屋	福岡	4空港計
全路線	2.9	0.8	1.8	0.3	2.1
北米	△ 0.3	△ 4.4	△ 2.5	△ 8.3	△ 1.3
欧州	1.6	△ 1.3	8.4	—	0.9
北東アジア	7.4	4.7	4.3	2.7	5.8
東南アジア	3.4	0.7	3.7	△ 1.0	2.5
西南アジア	14.1	—	—	—	11.9
中央アジア	—	32.3	—	—	39.6
グアム・サイパン	1.3	△ 6.7	△ 2.5	△ 5.9	△ 1.8
オセアニア	△ 1.7	△ 2.3	△ 2.4	△ 6.4	△ 2.1
南太平洋	△ 1.5	6.8	—	—	△ 2.2

なお、1便あたりの座席数については、空港別・方面別に見た1996～2004年の機材構成比を基に推計した2015年の機材構成比により設定しているが、全体で見ると、2004年に比べて約14%程度少ない設定(機材の小型化)となっている。

〔B〕 IATAが推計した2004～2008年の旅客の年平均伸び率を用いる方法

IATAが推計した旅客数の将来伸び率のうち、日本発着路線の方面別伸び率は表4.2.2のとおりである。これを過去の実績による出発便数や提供座席数の伸び率と比較してみると、IATAの推計値は大きめに設定されていることとなる。

この方法による推計でも、過去の伸び率を用いる方法と同様に初めに将来提供座席数の推計を行ってから将来便数を推計することとする。また、1便あたりの座席数の設定に際しては、上述の過去の推移から設定するのに加えて、A380が就航すると想定される路線についてはB747のすべてがA380に置き換わる設定としている。

〔C〕 ICAOの推計をベースにした2004～2015年の旅客の平均伸び率を用いる方法

ICAOが発表している“Asia/Pacific Area Traffic Forecasts, 2004-2020”においては、東京及び大阪の方面別需要について2007年まで予測され、太平洋路線あるいはアジア域内路線といった大きな括りでの予測は2020年まで行われている。このうち、東京及び大阪の方面別伸び率(2002～2007)と太平洋路線及びアジア域内の伸び率(2002～2007及び2004～2015)を用い、東京及び大阪の方面別伸び率(2004～2015)を表4.2.3のとおり設定した。

この方法では、北米路線の伸び率の設定は3つの方法のうちで最も高いが、アジア方面の伸び率はIATAの推計値を用いる場合ほど高くはなく、全体的には中間的なケースと考えられる。なお、将来便数を推計する手順及び1便あたりの座席数の設定方法は、IATAの伸び率を用いる方法と同様である。

表 4.2.2 IATAによる旅客数の推計伸び率

	IATAの推計伸び率 (2004～2008)
日本 ～ 北米	4.2%
欧州	5.1%
北東アジア	8.2%
東南アジア	6.7%
その他	6.6%

注 その他の路線には全方面の平均伸び率を適用  
資料 IATA, Passenger Forecast 2004-2008

表 4.2.3 ICAO 推計値をベースとした伸び率

	ICAOの推計値を ベースとした伸び率 (2004～2015)	
	東京	大阪
日本 ～ 北米	7.3%	5.0%
北東アジア	5.5%	3.9%
中国	5.6%	3.6%
東南アジア	5.7%	1.7%

注 1) ICAOで推計されていない欧州路線の伸び率についてはIATAの設定値、その他の路線にはIATAの全方面の平均伸び率を適用

2) 中部、福岡の路線については、大阪と同じ伸び率を適用

資料 ICAO, Asia/Pacific Area Traffic Forecasts, 2004-2020を参考に設定

表 4.2.4 現状及び将来便数と発着枠

		便数(便/日)			
		2004	2015		
			過去伸び率	IATA伸び率	ICAO伸び率
成田国際	国際線	396	670	856	792
	国内線	32			43
	貨物便	76			121
	計	504	834	1,020	956
	発着枠	546			604
	容量過不足	42	▲230	▲416	▲352
東京国際	国際線	8			82
	国内線	808			1,083
	計	816			1,165
	発着枠	898			1,258
	容量過不足	82			93
関西国際	国際線	162	240	380	278
	国内線	86			115
	貨物便	36			86
	計	284	441	581	479
	発着枠	448			630
	容量過不足	164	189	49	151
大阪国際	国内線	362			485
	発着枠	370			370
	容量過不足	8			▲115
名古屋 (中部国際)	国際線	58	90	132	96
	国内線	210			282
	貨物便	6			14
	計	274	386	428	392
	発着枠	350			350
	容量過不足	76	▲36	▲78	▲42
福岡	国際線	40	54	98	64
	国内線	302			405
	計	342	459	503	469
	発着枠	372			372
	容量過不足	30	▲87	▲131	▲97
容量過不足計		402	▲186	▲598	▲362

注 東京国際空港は特定時間枠を含む発着枠を使用

〔推計結果〕

上記の3つの方法による推計の結果は表4.2.4のとおりである。

過去の伸び率を基にした推計〔A〕の結果によると、首都圏（成田国際空港及び東京国際空港）では137回分の発着枠が不足し、一方で関西圏（関西国際空港及び大阪国際空港）では74回分の発着枠の余裕が出る。また、中部国際空港及び福岡空港ではそれぞれ36回分、87回分の枠の不足が想定され、主要6空港全体では186回分の枠の不足が想定される。

一方、IATAの伸び率を基にした推計〔B〕の結果によると、首都圏では323回分の発着枠（概ね滑走路1本分の容量）が不足し、関西圏では66回分の発着枠が不足する。また、中部国際空港及び福岡空港ではそれぞれ78回分、131回分の枠の不足が想定され、主要6空港全体では598回分の枠の不足が想定される。

また、中間的なケースであるICAOの伸び率を基にした推計〔C〕の結果では、首都圏では259回分、中部国際空港及び福岡空港ではそれぞれ42回分、97回分の発着枠の不足が想定され、関西圏では36回分の発着枠の余裕が生じ、主要6空港全体では362回分の枠の不足が想定される結果となった。

（3）我が国における国際空港容量確保の検討

（2）での検討の結果、2015年における首都圏・中部圏・福岡圏では空港容量（発着枠）に対して需要が超過すると想定され、関西圏についても、IATAの伸び率を用いた検討結果では同様に空港容量に不足をきたすことが想定された。

空港容量の不足に対する対応策としては、新空港の設置もしくは既存空港における滑走路増設が基本であるが、我が国の事情を勘案し、成田国際空港・中部国際空港・関西国際空港・福岡空港の主要4空港に次ぐ地方拠点空港や大都市圏近隣にある既存空港を活用することによってどの程度容量不足を緩和できるかという視点での分析を行った。検討の対象とするケースは、発着枠不足の程度が比較的少ない前記〔A〕及び〔C〕の2ケースとする。

大都市圏に集中している航空発着需要を他の空港に分担させる際の考え方は、以下のよう整理した。

- ・容量不足のため需要を他の空港に移動させる対象は、国際線のみとする。
- ・需要を移動させる対象は、主要4空港を利用する旅客のうち、当該空港の勢力圏以外に居住する旅客とする。
- ・需要の移動は、需要移動の対象となる旅客が一つの地域にある程度の規模で存在し、地方空港での路線開設の可能性がある場合に限り行うものとする。
- ・北東アジア方面（韓国・中国・台湾・香港）については、ほとんどの地方空港で路線開設が可能と考える。
- ・北米・ヨーロッパ・東南アジアの各方面については、主要4空港の他には地方拠点空港である新千歳・仙台・広島で路線開設が可能であると考える。

需要を移動させる対象については、平成15年度の国際航空旅客動態調査のデータより

表4.2.5 国際線再配分後の発着枠の過不足

【過去伸び率】	2015年 発着枠	2015年便数（便/日）		発着枠 過不足
		当初	国際線 再配分後	
成田国際空港	604	834	763	首都圏で ▲66
東京国際空港	1,258	1,165		
関西国際空港	630	441	433	関西圏で
大阪国際空港	370	485		82
中部国際空港	350	386	392	▲42
福岡空港	372	459	446	▲74
合 計				▲100

【ICAO伸び率】	2015年 発着枠	2015年便数（便/日）		発着枠 過不足
		当初	国際線 再配分後	
成田国際空港	604	956	863	首都圏で ▲166
東京国際空港	1,258	1,165		
関西国際空港	630	479	470	関西圏で
大阪国際空港	370	485		45
中部国際空港	350	392	395	▲45
福岡空港	372	469	458	▲86
合 計				▲252

出国旅客（日本人及び外国人）の居住地，出国空港，出国先を整理することで抽出し，その数が当該出国先の旅客全体に占める割合を算出して，その割合を先に推計した将来便数に乗じて他空港に移動させる便数を推定する。

推定の結果，成田国際空港では1日あたり約70～90便を他空港に移動させることができると考えられ，関西国際空港で8～9便，福岡空港でも11～13便を移動させることができる。中部国際空港では逆に3～6便増加することとなるが，首都圏・近畿圏・中部圏・福岡圏の合計で見ると，国際航空路線の適切な設定と需要の誘導により，1日あたり約100便程度の発着需要を分散させることができ，国際空港容量不足の緩和に寄与できると想定される。

この考え方によっても，なお1日あたり100～250便の発着枠が不足することとなるが（表4.2.5），表4.2.6及び表4.2.7に見られるように，地方拠点空港の容量には未だかなりの余裕が存在し，量的にはこれらの不足を充分補い得る規模となっている。従って，これらの余裕容量を有効に活用して主要国際空港における国際線の発着需要を分散させることは，発着枠の不足を解消するための手段の一つとして有力な手立てである。

ただし，その過程で移動させる旅客の需要は当該地方拠点空港の勢力圏の外にあるものであり，これを実現させるためには，当該地方拠点空港における国内線と国際線の乗り継ぎの利便性の向上が図られること，並びに，国内の他空港との間に国際線需要の規模に応じた適切な国内線路線設定が行われることが必要である。

表 4.2.6 地方拠点空港への移動便数

空港	方面	移動してくる便数(便/日)	
		【過去伸び率】	【ICAO伸び率】
新千歳	北米	5	10
	ヨーロッパ	1	2
	北東アジア	4	3
	東南アジア	3	3
	計	13	18
仙台	北米	4	8
	ヨーロッパ	2	3
	北東アジア	7	6
	東南アジア	3	3
	計	16	20
広島	北米	3	6
	ヨーロッパ	2	3
	北東アジア	10	10
	東南アジア	3	3
	計	18	22

表 4.2.7 地方拠点空港における空港容量と発着余裕

空港	滑走路本数	処理容量(回)		日平均便数 (便/日)	発着余裕枠 (便/日)
		年間	日あたり		
新千歳	2本(クロス <sup>o</sup> ラレル)	13万×1.25	450	275	175
仙台	1本	13万	360	89	271
広島	1本	13万	360	50	310

注1 滑走路1本の処理容量は，一般的な値である13万回とする。

注2 クロス<sup>o</sup>ラレルの処理容量は，1本の場合の25%増しとする。

## 第5章 空港ターミナル機能の高度化

### (1) 国内の空港ターミナルにおける IT 化の動向と今後の見通し

国内では、空港旅客ターミナルビル IT 化促進のモデルケースである「e-Airport」プロジェクトとして、成田国際空港において、

- i. e-チェックイン：チェックイン手続きの電子化，自動化，及びバイオメトリクス（生体識別情報）認証技術等による旅客の手続きの簡素化．
- ii. e-タグ：RFID タグ（e-タグ）に旅客や搭乗便等情報を格納し，輸送中の各プロセスにおいて情報を RFID リーダ（読み取り機）で読取り，手荷物の輸送状況を管理．旅客は手荷物の状況をインターネット上で確認．
- iii. e-NAVI：携帯情報端末（PDA）利用による訪日外国人旅行客に対する総合的な行動支援．

等の実証実験が行われている．

その他、航空会社においては、インターネット等を活用する IT 化が推進されている．この結果、国内の空港ターミナルにおける施設面では、有人のチケット・カウンターは縮小し、自動発券機が主体となってきている．しかし、未だ、旅客のチケットの取得形態が多様であるため、有人のカウンターも併用したレイアウトにより対応している．今後も、IT 化によるサービスの変化と混在に対応した施設の導入、空間の構成、機能配置を図ることが必要となると考えられる．

### (2) 海外の空港ターミナルにおける IT 化の動向と今後の見通し

アメリカでは、国家レベルの安全対策の一環として、ボーダーコントロール（国境管理）のため、バイオメトリクス情報を IC に記録したパスポートの所持を諸外国に要求している．一方、東アジア諸空港では、バイオメトリクスによるイミグレーションを採用した空港や空港内のあらゆる情報を集約できる AOC（Airport Operation Center）を有する空港など、IT 化が進んでいることが分かった．これは、安全性の確保とともに、アジアの拠点空港を目指し、空港間競争のため、利用者の利便性の向上を目指しているためとも考えられる．

## 第6章 次世代超大型航空機の導入に対応した施設設計

### 6-1 空港基本施設の平面的形状等の検討

次世代超大型航空機の導入に際しては、機材の円滑かつ安全な運用を可能とする平面形状が必要となる。空港に要求される平面形状については、国際民間航空条約第14付属書（以下、「ICAO基準」という）において、「物理的特性」として規定がなされている。ICAO基準の内容は、締結国が遵守する必要がある「標準」と、標準ではないものの遵守が望ましい「勧告」の2つに分類される。ICAO基準に対して超大型機に関する項目が1999年に追加されている。本節では最新のICAO基準と我が国の「空港土木施設設計基準」（以下、「技術基準」という）との比較を行うとともに、我が国の国際空港の物理的特性の現状について検討している。ちなみに、ICAO基準の標準に該当する事項については、その遵守が不可能な場合には「相違通告」が求められている。

ICAO基準で規定されている物理的特性を、表6.1.1に示す。滑走路、着陸帯、誘導路、標識、エプロンに対して、外形的な寸法、勾配が必要な数値で定められている。表6.1.1の適用欄に○が付されている項目は、航空機材の寸法で分類される航空機コード文字によって決定されるものである。中身としては、航空機材の幅員によって支配される項目である。その理由は航空機コード文字の分類方法にある。航空機コード文字の分類は従来A～Eの5段階であったが、1999年にA380等次世代超大型航空機への対応のためコード文字Fが追加されている。航空機コード文字が航空機材はコード文字Aからコード文字Fの順に大きくなることを示しており、下記のように航空機材の幅員（翼幅）、主脚の設置位置で分類される。

コード文字E；翼幅52m以上65m未満，ホイールトラック9m以上14m未満

対応機種；B747，B777，MD11等

コード文字F；翼幅65m以上80m未満，ホイールトラック14m以上16m未満

対応機種；A380

我が国の技術基準では、航空機材を大型ジェット機、中型ジェット機、小型ジェット機、プロペラ機のグループに分類している。本検討で対象とするのは「大型ジェット機」でICAOコード文字のE及びFの中で大型の機材(DC10)を含むグループである。

ICAO基準の中で航空機材に依存する項目を抽出し、基準値を我が国の技術基準の値と比較したものが表6.1.2である。滑走路に関する基準値がコード文字EとFで異なるものは、滑走路の幅であり、45mから60mと広い滑走路が必要となっている。技術基準で定められ

表6.1.1 ICAO基準で規定される物理的特性と航空機コード文字で決定される項目

ICAO基準で規定される物理的特性		適用 <sup>1)</sup>
滑走路	幅	○
	最大縦断勾配	
	横断勾配の変化	
	縦断曲線	
	視距離	○
	勾配変化点の間隔	
	最大横断勾配	○
着陸帯	ショルダーの幅	○
	長さ <sup>2)</sup>	
	幅(計器用) <sup>2)</sup>	
	幅(非計器用)	
	最大横断勾配	
滑走路端安全区域	長さ	
	幅	○
誘導路	ショルダーの幅	○
	最大縦断勾配	○
	縦断勾配の変化	○
	滑走路～平行誘導路間隔	○
	誘導路縁と固定障害物間隔	○
	誘導路帯幅	○
	誘導路中心線標識	
標識 <sup>2)</sup>	接地点標識	
	接地帯標識	
	誘導路中心線標識	
	停止位置標識	
	航空機のクリアランス	○
エプロン	勾配	

1)航空機コード文字(機材)により決定される項目

2)これらの項目はICAO標準である。他は勧告レベル。

た滑走路の幅は45mであるが、大型ジェット機が就航するような2,500m以上の滑走路については幅60mが望ましいとしており、コード文字Fへの対応は既になされている状況である。

誘導路に関しては、本体の幅はコード文字EからFで、23mから25mとなっている。技術基準では23mが基準値であるが、滑走路と同様に2,500m以上の滑走路を有する空港に対して30mが望ましいとされており対応は可能である。問題となるのは、誘導路ショルダーの幅で、コード文字Eまでは十分以上に対応していたがコード文字Fに対しては不足が生じている。ICAO基準では、誘導路本体とショルダーを合計した幅60mをコード文字Fに対して勧告している。技術基準では合計45mとなり、15mの不足が生じており今後A380が就航する空港では、誘導路ショルダーの拡幅が必要な状況となっている。

次に滑走路と平行誘導路との間隔であるが、コード文字Fに対応して190mの離隔が必要となる。技術基準では従来対応してきたコード文字Eの182.5mを超える184mが基準値として定められている。この項目についても基準値としては、不足が発生することとなる。

これまでICAO基準と技術基準の整合性について述べてきたが、振り返って実態を見てみることにする。検討対象を国際航空路線に必要な空港である第一種空港に限定する。現在の第一種空港は、東京国際空港、大阪国際空港、成田国際空港、中部国際空港、関西国際空港の5空港である。この5空港では、中部国際空港での離隔220mを最大として東京国際空港等では200m、最小の大阪国際空港A滑走路でも198mでありICAO勧告値の190mをクリアしている状況である。

誘導路縁と固定障害物件との間隔であるが、基準値ではコード文字Fに対して7m不足が生じている。この項目については、現状調査が十分できず整合性の判断はできない。また、エプロンの駐機スポットにおけるクリアランスについては、基準値上は満足している。しかし、スポット幅と併せた検討が必要な項目であり、現状の整合性については本研究では判断できなかった。これら2項目についてはさらに追加調査を実施し、整合性の検討が必要である。

## 6-2 空港基本施設舗装構造の検討

次世代超大型航空機A380の導入による作用荷重の変化が、既存の空港基本施設の舗装構造に対してどのような影響を与えるかを検討した。検討に用いた荷重に関するA380の諸元を表6.2.1に示す。出典は、Airbus社のホームページにおいて公表されている数値であり、現在のところ暫定値として扱っている。機種名の中でA380-800Fのように最後にアルファベット記号F、I、Dを付けて表示してある。Fは貨物機、Iは国際線、Dは国内線用とそれぞれ仕様を示している。同じ表の中に、比較のためB747-400国際線仕様の諸元を併せて示した。

表 6.1.2 次世代超大型航空機により基準値が変化する項目

		設計基準	ICAO 勧告	
			コード E	コード F
滑走路	幅	45m (60m)	45m	60m
	最大横断勾配	1.5%	1.5%	1.5%
	ショルダーの幅 <sup>1)</sup>	10m	7.5m	7.5m
誘導路	幅	23m (30m)	23m	25m
	ショルダーの幅	7.5m	10.5m	17.5m
	最大縦断勾配	1.5%	1.5%	1.5%
	縦断勾配の変化 <sup>2)</sup>	3,000m	3,000m	3,000m
	滑走路～平行誘導路間隔	184m	182.5m	190m
	誘導路縁と固定障害物件間隔 <sup>3)</sup>	50.5m	47.5m	57.5m
	誘導路帯幅	101m	95m	115m
エプロン	航空機のクリアランス	10m	7.5m	7.5m

1)ICAO 勧告では滑走路とショルダーの全体の幅として示している。

2)縦断勾配の変化は最小曲率半径で示した。

3)誘導路中心線から固定障害物までの距離として示す。ただし、スポット走行レーンを除く。

滑走路、誘導路等の主としてアスファルト舗装で対応する施設に対しては、使用する航空機の代表機種と基礎地盤の強さ、設計作用反復回数（カバレッジ）があれば、標準的な舗装の厚さ（基準舗装厚）が算定できるよう技術基準が整備されている。代表機種が設定されると、寸法・荷重諸元から舗装に及ぼす荷重がセットされることになる。基礎地盤の強さとは、舗装下部の路床の強さを表す指標 CBR で定義される。舗装はこの基礎地盤が壊れる（塑性変形が生じる）ことがないように、航空機の荷重を支えつつ荷重を分散させる機能を持っている。また、舗装に対してはただ 1 回の荷重が作用するだけでなく、交通荷重（移動荷重）が繰返し作用することになる。この繰返し作用により疲労が発生し、舗装構造が劣化していくことになる。この状態を設計ではカバレッジで表現している。具体的なカバレッジの算定は、想定される交通量からある地点の直上を代表機種が設計期間に何回通過するかで規定される。

滑走路舗装の条件として、CBR を 8%、カバレッジを 2 万回として以下の 2 ケースで基準舗装厚の試算を実施した。

CASE-1；代表機種を B747-400 国際線

CASE-2；代表機種を B747-400 国際線とし、B747 に対してその 20%を A380 国際線に置き換えた場合

試算の結果を表 6.2.2 に示す。CASE-1 と 2 ではどちらも基準舗装厚は、131cm となり同じ厚さとなった。今回の試算は、設計基準に準じた「空港舗装構造設計要領」に掲載されている設計計算例の 1 条件で実施した。今後は CBR の影響、カバレッジ区分（交通量）の影響等に関する感度分析を実施し、さらに検証を加える予定である。しかし、現在多数就航している B747-400 の 20%をも A380 で置き換えるというかなり高めの混入率で設定したが、既存の滑走路の早急な改良は必要ないことが推測できる。

つぎにコンクリート舗装構造に及ぼす影響を検討する。コンクリート舗装は、空港では一般に航空機の駐機場であるエプロンに広く用いられている舗装構造である。コンクリート舗装構造の設計は、アスファルト舗装構造の設計と手法が異なるので今回は A380 を代表機種として全カバレッジ区分に対して試設計を行った。試算の結果を B747-400 の必要版厚とあわせて表 6.2.3 に示す。表からも明らかのように、A380 を導入してもコンクリートの必要版厚はほとんど変わらない。貨物機仕様の A380-800F で 1cm 厚くなる程度であり、実際の交通量を考慮すると改良の必要性はないといえる。

表 6.2.1 次世代超大型航空機 A380 の諸元

項目	A380-800F	A380-800I	A380-800D	B747-400I	
離陸荷重(kg)	582,000	582,000	383,500	388,000	
ボディギア	脚荷重(kg)	188,750	180,340	109,300	92,800
	車輪個数	8	8	8	4
	接地圧(kgf/cm <sup>2</sup> )	13.8	13.7	11.4	14.1
	接地面積(cm <sup>2</sup> )	2,023	1,951	1,598	1,845
ウイングギア	脚荷重(kg)	112,500	108,890	72,880	
	車輪個数	4	4	4	
	接地圧(kgf/cm <sup>2</sup> )	13.8	13.7	11.4	
	接地面積(cm <sup>2</sup> )	2,023	1,951	1,598	

- 1) A380 の諸元は Airbus 社のホームページによる。一部推定値(A380-800D)を含む。  
2) 比較のため B747-400 のデータを併載した。

表 6.2.2 基準舗装厚の比較

ケース	設計機種	カバレッジ区分	基準舗装厚	備考
CASE-1	B747-400I	d(20,000)	131cm	
CASE-2	B747-400I	d(20,000)	131cm	B747 の交通量の 20%を A380 とした。

表 6.2.3 コンクリートの標準版厚の試算結果

機種/脚	M 区分			N 区分		O 区分	
	1	2	3	1	2	1	2
A380-800F	ボディギア	37	42	46			
	ウイングギア	38	43	46			
A380-800I	ボディギア	36	41	45			
	ウイングギア	37	42	45			
A380-800D	ボディギア	27	31	34			
	ウイングギア	28	32	35			
B747-400I		37	42	45			

- 1) M 区分：設計作用反復回数 3,000 回  
2) N 区分：設計作用反復回数 5,000, 10,000, 20,000 回  
3) O 区分：設計作用反復回数 40,000 回

以上の検討から、A380 が就航しても既存の空港基本施設の舗装構造を改良する必要性は認められないことがわかった。アスファルト舗装に関しては、今後設計交通量データの精度を高めて、地盤の影響やカバレッジの変動に対して再検証を行うことにより、A380 導入の影響程度が小さいことを再確認する予定である。

### 6-3 予防保全システムによる空港の安全性確保技術の開発

6-1, 6-2 の検討から、次世代超大型航空機 A380 によって空港の一部施設の外形的寸法変更の必要があるものの、舗装構造の改良・強化についての必要性・緊急性はないことがわかった。しかし、機体重量の増大・脚荷重の増加は事実であり、空港施設を安全に供用するための取り組みの重要性はますます高まったといえる。そこで、空港基本施設の安全性確保のための予防保全的な維持・管理業務の質を高める必要がある。

予防保全業務の概要を図 6.3.1 に示す。点検・調査から始まって健全度評価、劣化予測等を行って、最適な時期に補修を行うというプロセスの体系をここでは予防保全システムと呼ぶこととする。本研究においては、予防保全に関する検討については研究期間の都合から点検・調査に係る非破壊検査の基礎研究で終了となっている。

非破壊検査の対象としては、滑走路舗装表面部のアスファルトコンクリート層の内部性状調査とした。A380 の導入により最も懸念されるのは、舗装構造の浅い部分における層間剥離である。層間剥離は、航空機がブレーキをかけたときや滑走路末端で方向転換するときなど、舗装に水平方向の力が作用する場合にアスファルトコンクリート層の層間で発生することがある現象である。この水平力は鉛直方向の力に対して摩擦係数を乗じて算出される値であるため、機体重量が大きい A380 が導入されることにより発生確率が高まることが懸念される。

舗装の層間剥離の既存検査手法は調査員が中腰になりハンマーで舗装表面を叩き、反響音の違いから剥離の有無を判定するものであった(図 6.3.2)。この手法では、調査員によって判定に差があること、作業の効率が極めて悪いことが大きな欠点であった。本研究

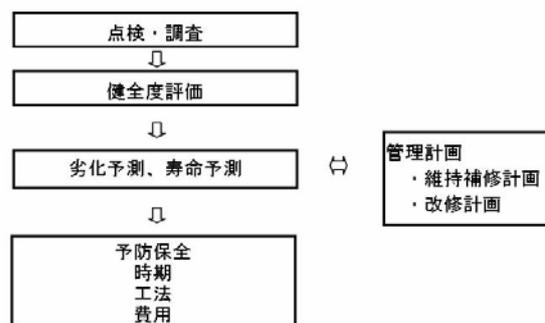


図 6.3.1 予防保全のイメージ



図 6.3.2 打音による剥離検査

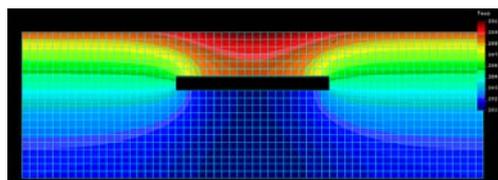


図 6.3.3 熱伝導解析結果の一例 (中央の黒い部分が剥離部)

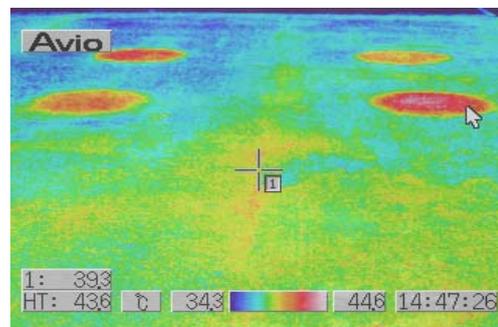


図 6.3.4 赤外線による剥離部の検知 (赤い部分が剥離した部分)

では、剥離部の熱伝導特性が舗装健全部の特性と異なる点に着目して熱赤外線画像による非破壊検査手法を開発した。

図 6.3.3 は舗装構造に対して熱伝導解析を行った結果を図示したものである。図中の黒い矩形が剥離部を模した部分である。この図の解析は、昼間の気温が上昇し舗装表面温度も上昇する局面をシミュレートした結果である。気温と日射により舗装表面の温度が上昇しやすい状況となるが、舗装下部の地盤の温度は追随性が悪く健全部の表面温度は剥離部と比較して相対的に低温となる。夜間はその逆に地盤による保熱性が高い健全部が、剥離部の温度と比べて高温状態を保つこととなる。その特性を基に舗装構造に人為的に剥離部を作成した試験舗装に対して熱赤外線画像を撮影したものが図 6.3.4 である。この図の赤い部分が剥離部と一致しており、昼間の調査であるため健全部と比較して高温となっている。平成 17 年度には供用中の空港において夜間調査を実施し、剥離検知が可能であることの実証試験までを実施した。今後は、空港舗装材料の熱伝導特性を表す入力パラメータを精緻化し、内部状態推定に基づく健全度評価の精度を高めていく予定である。

## 第7章 研究のまとめ

### 7-1 研究成果と目標に対する達成状況

本研究の成果については以下のようにとりまとめられ、目標を概ね達成している。

#### (1) 東アジアの経済発展に即応した我が国の空港整備のあり方

本研究では、中国をはじめとした東アジア地域とそこにおける我が国を対比的にとらえ、経済成長と国際航空ネットワークの発達において、我が国は近年低い水準に留まっていることが改めて浮き彫りにされた。しかし、航空需要の伸びは今後とも依然として順調に推移していくことが予想され、旅客需要の伸び率をいくつか設定して推計した結果によると、低めのケースでも、2015年には首都圏の2空港で発着枠に対し137回/日、主要6空港全体では186回/日の容量が不足するとされた。

こうした空港容量の不足に対しては、若干の余裕が見込まれる関西圏の空港に需要を誘導するなどの方策が考えられるが、高めの伸び率を設定したケースでは主要空港に発着枠の余裕はなくなると想定されることから、地方空港への国際線の導入等により対処を図る必要があることがまとめられた。

ITを活用した空港ターミナル機能の高度化についても、国内及び東アジアの動向を把握し、今後も、サービスの変化と混在に対応した施設の導入、空間の構成、機能配置を図ることの必要性について言及した。

#### (2) 次世代超大型航空機のための施設設計のあり方

近々に我が国にも就航が予想される次世代超大型航空機A380に対応した施設設計については、空港の物理的特性（外形的寸法、勾配等）にかかる現状の整備水準を整理し、今後の整備項目・課題について分析するとともに、次世代超大型航空機の荷重に対応した空港基本施設の舗装構造について検討した。その結果、次世代超大型航空機A380の導入に対応して空港の一部施設の外形的寸法変更の必要があるものの、舗装構造の改良・強化についての必要性・緊急性はないことが明らかになった。

また、予防保全的維持・管理による空港の安全性確保を図っていくための対策の一環として、空港舗装の非破壊検査手法を開発した。

### 7-2 研究成果の活用状況（施策への反映等）

#### (1) 東アジアの経済発展に即応した我が国の空港整備のあり方

現時点で施策に反映されているものはないが、本研究において開発されたネットワークモデルを活用することにより、経済状況の変化や外生的インパクトにより国際航空ネットワークに及ぶ変化をシミュレートし、今後の空港別・地域別の需要動向の分析、施設整備の方針の検討、空港間の連携・有効利用方策の検討に反映させることが期待される。

また、国際航空路線における就航機材の変遷に関するデータベースが構築されているため、定期的にデータを更新して機材構成の動向を把握し、将来の見通しを行うことにより、空港施設整備の方向性の検討に反映させることが期待される。

特に、東アジア地域においても航空機材の小型化の傾向が見えてきていること、リージョナルジェット機をはじめとする小型航空機を我が国の国際航空路線に投入される可能性も見えてきていることから、これらに対応した施設整備のあり方の検討に反映させることが

期待される。

IT を活用した空港ターミナル機能の高度化に関する検討結果についても、空港ターミナル地域の施設計画のあり方の検討に反映することが期待できる。

#### (2) 次世代超大型航空機のための施設設計のあり方

次世代超大型航空機 A380 の導入に対応した空港基本施設の平面的形状等及び舗装構造の検討結果については、空港基本施設の技術基準の策定に反映することが期待できる。また、予防保全的維持・管理による空港の安全性確保の検討結果についても、空港土木施設管理規程の策定に反映することが期待できる。

### 7-3 今後の課題

東アジアの国際航空ネットワークの将来動向等についてさらに的確に把握し、かつこれを踏まえて今後のわが国の空港整備のあり方について論じていくためには、次に掲げる事項が重要な課題となる。

#### (1) データ類の継続的収集・整理及び充実

現状認識のために必要となる各種データについて、継続的に収集・整理し、必要に応じてさらに充実させていくことが必要である。

#### (2) 本研究で開発したネットワークモデルの改良

本モデルは、政策シナリオおよび状況シナリオに対する旅客流動への影響を推定するための手法であるが、現況再現精度の課題により、変化の方向性を推定することができても、需要量自体の推定に堪えるものではない。今後は、トランジットにおける移動抵抗の反映方法や入力値となる OD 旅客需要の推定方法などを改良し、よりモデルの精度を高めていく必要がある。

#### (3) 将来予測のための適切な条件設定等

各空港の発着回数を的確に予測するためには、今後、空港容量の制約、国際路線の設定方法、機材導入の考え方等の動向を踏まえて、予測のために用いる各モデルの構築・改善とともに、より適切な条件設定を行っていく必要がある。