

### 3.3 航空貨物の物流拠点機能・配置の検討

#### 3.3.1 はじめに

輸送機関を組み合わせることで効率的なマルチモーダル物流体系を構築するにあたり、各種輸送機関の特性を生かした輸送システムが必要となる。航空貨物輸送は、他の輸送機関に比べて、高速性、定時性、安全性等の時間的質的な面で優位性があり、逆に輸送費用の面では不利な面を持つ。したがって、こうした輸送の質や時間を重視する貨物は積極的に航空輸送を利用し、そうでない貨物は他の輸送機関を選択することとなる。効率的な航空輸送システムの構築に寄与する施策を検討するためには、いかなる貨物が航空輸送の長所となる特性を重視しているか、また、これらの貨物需要の空間的分布がいかなるものであるかを把握する必要がある。こうした特性は、従来の需要予測手法で

は十分に考慮できておらず、課題として残されているものである（図-3.3.1）。

また、国際航空貨物輸送において他輸送機関に対して時間的優位性を発揮するためには、航空ラインホールだけではなく、貨物の発生集中地から空港までの国内輸送や、空港貨物施設におけるハンドリングが重要な役割を果たす。こうした国内流動における効率化は、国際航空貨物輸送システム全体を改善することに寄与する。このため、国際航空貨物輸送における国内流動の実態を理解することが不可欠である。

そこで本研究では、国際航空貨物輸送効率化施策検討の基礎となる知見を蓄積することを目的とし、品目特性やOD特性および国内流動特性の実態分析を行うとともに需要予測手法発展のためのモデル試作を行った。

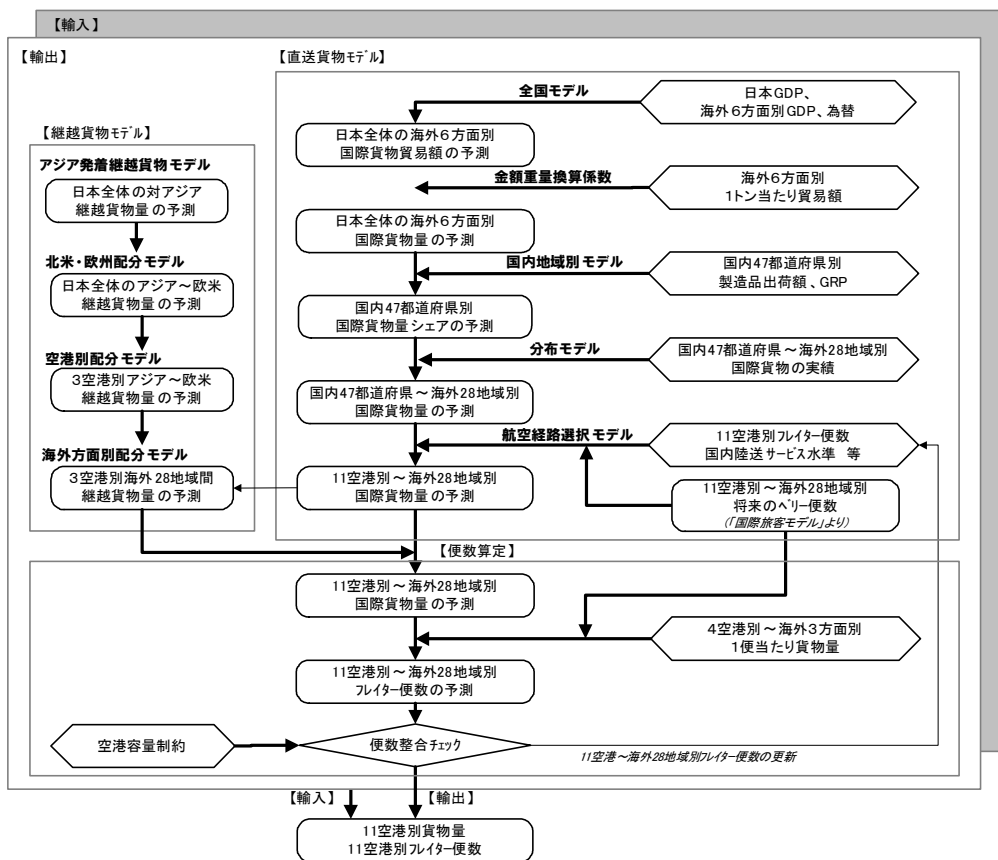


図-3.3.1 従来からの国際航空需要予測手法のイメージ

効率的なマルチモーダル物流体系の構築のためには、各種輸送機関が持つ特性を有効活用できるような輸送機関分担の実現が望ましい。効率的な航空輸送システムを構築に寄与する施策を検討するためには、どのような品目の貨物が航空輸送の長所となる特性を重視しているか、また、これらの貨物需要の空間的分布がいかなるものであるかを把握する必要がある。

また、国際航空貨物輸送の最大の特性である他輸送機関に対しての時間的優位性を発揮するためには、航空ラインホールだけではなく、国内輸送や空港貨物施設におけるハンドリングなど、陸上輸送における効率化が重要な役割を果たす。すなわち国内流動における効率化は、国際航空貨物輸送システム全体を改善することに寄与する。こうした課題に対応する施策検討のためには、未だ明らかとなっていない点が多い、国際航空貨物輸送における国内流動の実態を理解することが不可欠である。

そこで本研究は、航空貨物の物流拠点機能・配置の検討に資する、我が国の国際航空貨物輸送における、貨物特性・施設特性の分析、輸送経路決定の要因に関する検討および、経路選択モデル分析に基づく国内流動特性の実態分析について検討を行った。

### 3.3.2 研究内容

#### 3.3.2.1 国際航空貨物輸送の実態および課題分析

国際航空貨物輸送における、IATA（国際航空運送協会）の定める国際間航空貨物輸送運賃や、国内外主要空港の貨物ターミナルにおけるハンドリング施設使用料等、輸送コストに関する実態、および我が国における国際航空貨物品目とODパターン等の実態分析を行った。また、JAF（社）航空貨物運送協会加盟の航空貨物フォワーダー数十社へのヒアリング調査を実施した。

#### 3.3.2.2 国際航空貨物の輸送経路決定要因の分析

航空貨物フォワーダーに対するアンケート調査を通じて荷主の経路選択行動に関するデータを収集・作成し、選択要因間の定量的な重要度比較分析を行った。

#### 3.3.2.3 国際航空貨物の国内流動に着目した需要予測モデルの構築およびモデルを用いた政策の効果分析

品目によるODパターンの違いや経路選択パターンの違いなど、輸出入別品目別の航空貨物動態の差異を考慮することが可能な需要予測モデルの検討を行った。

### 3.3.3 研究成果

#### 3.3.3.1 国際航空貨物輸送の実態および課題分析

国際航空貨物輸送における航空貨物輸送運賃や国内外主要空港（成田、関空、ロンドン、フランクフルト、アムステルダム、ソウル、台北、香港、シンガポール、北米諸空港）の貨物ターミナルにおけるハンドリング施設使用料を把握した。また、我が国における国際航空貨物の品目（図-3.3.2、図-3.3.3）とODパターン等の実態を明らかにした。さらに、航空貨物フォワーダー業者へのヒアリング調査を基に、我が国における国際航空貨物流動の現状および輸送経路決定要因の整理を行った。（詳しくは、参考文献1）を参照されたい。）

一般の交通経路選択の際に重視される要因としては、運賃や輸送時間等が考えられる。航空貨物輸送においても例外ではなく、こうした要因は重視されるが、到着日時（スケジュール）もそれらに劣らない重要因子であることも明らかになった。

かつては、航空の輸送スピードにおける優位性が注目され、所要時間の短さが航空選択の要因と言われていた。事実、仕向地までの直行便利用航空運賃は、一般に、トランジット利用航空運賃よりも高い水準であることが多い。

しかし近年では、国際間水平分業の浸透や貨物の高付加価値化によって、早さよりも到着日・時間帯の定時性に対するニーズが高まってきている。すなわち、遅着はもちろんのこと、貨物の早着も損失と見なされるようになった。早着した貨物には、保管のためのコストが生じる。予定された時点・分量と異なる納入物は、余分な在庫コストを発生させる要因となる。

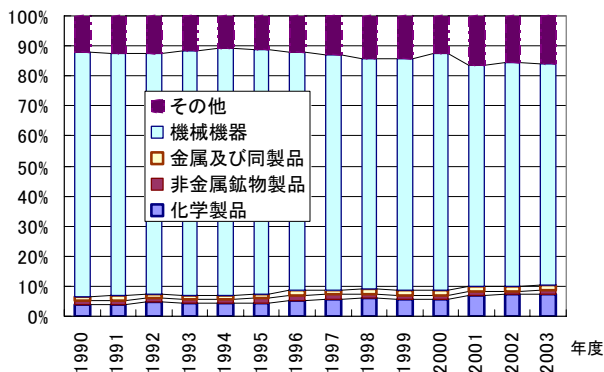


図-3.3.2 輸出航空貨物の品目別推移

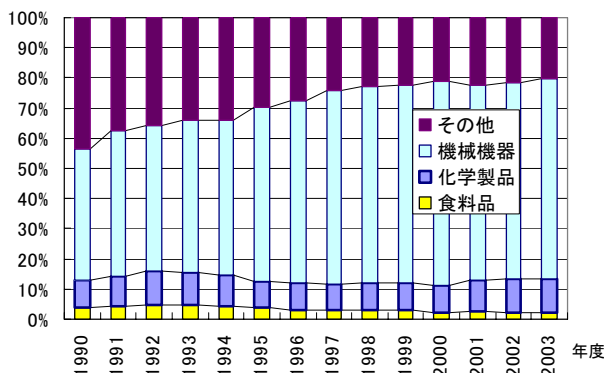


図-3.3.3 輸入航空貨物の品目別推移

また、貨物ターミナル等での保管時間が長いことは、盗難や破損等のリスクを増加させる。特に欧州では、地上ハンドリング施設での盗難事例が多く報告されており、荷主は貨物の滞留を避ける経路を好むと言われる。

一般に航空貨物輸送のコスト（荷主が支払う料金）は、海運に比べて高水準であり、輸送される貨物も高単価であり運賃負担力が大きいと言われる。このため、荷主が高運賃を受容しやすい市場と思われるが、ヒアリング調査では、いずれの企業からも貨物需要は運賃に対して非常に敏感であるとの回答が得られた。

これは、荷主とフォワーダーの関係が完全競争状態に近い状況であることを暗に意味している。入札契約の浸透、情報化などにより、需要者（荷主）と供給者（フォワーダー）の間における情報非対称性が解消されてきていると考えられる。

その他、航空貨物輸送における経路選択要因の特徴として、トランジットに対する抵抗が小さい

ことが挙げられる。ハブ空港での積み替えは、輸送時間の増加や貨物ロス・ダメージのリスク等、経路選択における負の要因を持つと考えられるが、近年では貨物管理技術が向上したことにより、直行便輸送に対して大きく劣らないサービスレベルが維持されている。ただし、ダメージを受けやすい精密機器等の輸送においては、積み替え回数の少ない経路が優先される。

我が国を積み出し地とする貨物については、日本の国際空港における運営形態の影響もあり、特にアジアトランジット経路との差が小さいと言える。その最大の理由は、24時間運営がなされていないということである。成田空港は、23時を過ぎるとフライトが不可能なため、それ以降に空港へ到着する輸出貨物は、必然的に翌日便利用扱いとなる。関空では、24時間フライトが認められているが、税関機能が24時間運営ではないために、結局、運営時間に隙間が生じることとなる。

また、ヒアリング調査より、我が国の航空貨物輸送における施設容量不足と高コスト構造、その結果としてのアジア諸国への貨物集積機能シフトなど、事業者視点からの課題が明らかになった。

### 3.3.3.2 国際航空貨物の輸送経路決定要因の分析

国際航空貨物の流動量予測および分析においては、その基礎的要素となる、輸送経路決定要因の把握が重要な課題である。所要時間のような計測が容易な交通サービスレベルと、経路選択実績との関連については、統計データを用いた定量分析が可能であるが、実勢運賃や定時性のような計測困難な交通サービスレベルや、安全性のような定性的サービスレベル要因については、輸送経路選択に対してどれほどの影響を及ぼすのかを把握することが困難である。

そこで本研究は、航空貨物輸送経路決定プロセスに関する調査を行い、輸送経路の意思決定が荷主サイドにより行われるのか、あるいはフォワーダーによるのかを検討した。加えて、契約形態（入札方式か随意契約方式か）についても調査し、輸送経路決定プロセスの実態を分析した。

さらに本研究は、荷主の経路選択行動に関して、AHP（階層化意思決定法）を用い、所要時間要因、金銭コスト要因、輸送安全性等のサービスの質的要因等の相対的重要度を明らかにすることを

試みた。

経路決定要因分析のためには、荷主の選択行動に関するデータが必要とされるが、そのような既存データは存在しない。このため、本研究は、航空貨物フォワーダーに対して、荷主の輸送サービスメニュー選択に関するアンケート調査を行い、独自のデータを収集した。このデータセットを用い、航空貨物輸送経路決定に関わる要因について、AHP手法により定量分析を行った。

いずれの分析においても、(社)航空貨物運送協会の会員企業80社に対して行ったアンケートの結果を採用している。なお、回答は52社より得られた(回答率65.0%)。

経路決定プロセスに関する分析では、以下のようなアンケート設問を基に、複数の輸送経路決定プロセスについて、そのプロセスが採用される割合を調査した。

設問：「貨物の輸送経路はどのように決定しますか。下記のケースのうち、件数ベースでみたおおよその割合をご記入ください。」

回答：

- ①：フォワーダーが運賃、出発・到着時間、利用エアライン等のメニューを示し、顧客が選択する(随意契約)
- ②：フォワーダーが運賃、出発・到着時間、利用エアライン等のメニューを示し、顧客が選択する(入札)
- ③：顧客から出発・到着時間、利用エアライン等のリクエストがあり、それに対してフォワーダーが運賃を提示し、顧客が選択する(随意契約)
- ④：顧客から出発・到着時間、利用エアライン等のリクエストがあり、それに対してフォワーダーが運賃を提示し、顧客が選択する(入札)
- ⑤：顧客から運賃を含めてリクエストされる
- ⑥：その他

回答は、これらの選択肢それぞれについて、各選択肢の採択される割合を記入するという形式でなされている。全回答52社のうち、有効回答数は50サンプルであった。回答選択肢の①および②は、フォワーダー側から輸送メニューを提示し、荷主が既存輸送メニュー内から選択を行うものである。選択肢③および④は、輸送メニューに関す

るリクエストが荷主から提出され、フォワーダーが輸送メニューに値付けし、荷主が選択肢を決定するものである。⑤は、全ての輸送形態と運賃が荷主から指定され、フォワーダーは輸送手段手配のみに特化するものである。⑥のその他形式の例として、フォワーダーへの完全委託、荷受人からのルート指定などがある。

この設問の回答結果について、各選択肢の採択割合の平均値を、図-3.3.4に示す。

この結果より、①や②のような、フォワーダーによる輸送サービスメニュー設定が、主要な契約形態であることがわかる。一方で、②や④のように、入札による経路決定や、⑤の荷主による全サービス特性指定という経路決定プロセスの割合も高く、荷主の航空物流コストに対する関心が高いことがうかがわれる。

入札契約では、輸送業者を特定せず、業者間に低価格競争を強いるため、物流コストの低廉化がもたらされる。③④⑤のような、荷主による輸送経路指定は、航空貨物輸送がサプライチェーン構築のためのモードとして組み込まれ、荷主が自ら供給ラインを制御していることの結果と考えられる。フォワーダーによる輸送メニュー作成がまだ中心的であるが、ロジスティクスに関する意識が高まりつつあることを鑑みれば、今後、荷主による物流制御のケースが増加することも予想される。

AHP分析に際しては、先述のヒアリング結果を基に主な経路選択要因を列挙し、フォワーダー業者の視点から観察された、荷主による各要因間の重要度合比較の状況を調査した。具体的には、

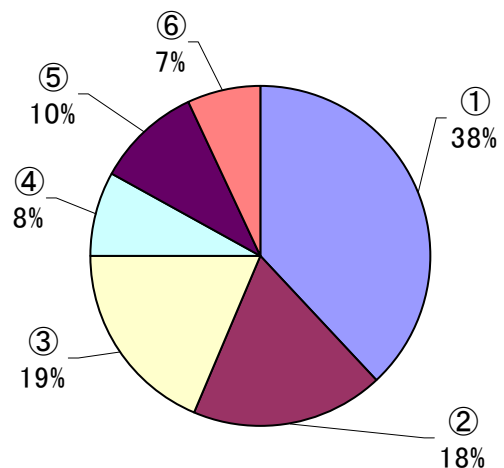


図-3.3.4 輸送経路決定プロセス採択割合の平均値  
(※凡例の番号は本文を参照)

フォワーダーに対して荷主が考慮すると考えられる経路選択要因を提示し、それらの一対比較を通じて、AHPにより各要因のウェイトを算出した。

経路選択要因の候補として挙げた項目は、以下の6項目である。

- ① 輸送経路トータルの運賃
- ② 輸送経路トータルの輸送時間（リードタイム）
- ③ フライトの発着時間
- ④ 定時性
- ⑤ 品質の保持・セキュリティ
- ⑥ 直行便か否か（経由回数）

本分析では、調査対象の各フォワーダー業者に対して、輸送サービスメニュー選択の際に、荷主が①から⑥の各要因間の重要度比較をどのように判断しているか、に関する回答を依頼した。したがって、フォワーダーの意思決定ではなく、フォワーダーにより間接的に観察された荷主の意思決定の構造を対象としていることに留意する必要がある。

AHPによる分析では、回答を得た全52フォワーダー業者について、各要因に対する重要度ウェイトが算出される。まず、回答結果を集計的に観察し、フォワーダーの回答から得られた各要因の重要度ウェイトの平均値と標準偏差を基に考察する。分析結果は表-3.3.1のとおりである。ウェイトは、経路選択要因としての相対的な重要度として解釈され、例えば、「輸送経路トータルの運賃」（総運賃）は「輸送経路トータルの輸送時間」（リードタイム）よりも、約1.8（ $=0.29/0.16$ ）倍だけ重視されていることを表す。

結果より、輸送運賃の重要度合が、他要因に比べて大きいことが明らかである。これに次いで、品質保持セキュリティ、トータル輸送時間（リードタイム）、経由回数が重要視されている。

本分析において特徴的な結果の一つは、「品質の保持・セキュリティ」という質的要因の重要度合が高いという点である。航空貨物は海運貨物等に比べて単価が高いため、貨物の盗難やダメージ等による損害は大きい。このため、地上ハンドリングの信頼性が高い空港が選択される傾向にある。先述のヒアリング調査では、盗難が多発する経路（空港）が敬遠されやすいというコメントも寄せられたが、本分析の結果にも、その傾向が表れている。このような、質的要因がリードタイムより

表-3.3.1 経路選択要因のウェイト

要因	平均	標準偏差
①輸送経路トータルの運賃	0.29	0.12
②輸送経路トータルの輸送時間	0.16	0.07
③フライトの発着時間	0.09	0.07
④定時性	0.12	0.07
⑤品質の保持・セキュリティ	0.18	0.09
⑥直行便か否か(経由回数)	0.15	0.09

も重視される傾向であるという結果は、本研究による新たな知見である。

フライトの発着時間については、平均的な重要度ウェイトは低いものの、そのばらつきは相対的に大きい。これは、一部に、定常的サプライチェーンを構築し、輸送スケジュールを特に重視する荷主が存在することの影響と考えられる。

本分析結果においては、定時性に関するウェイトはさほど大きくない。しかし、本調査は、他輸送機関との比較ではなく航空経路間の比較を前提としたものであること、一般に航空輸送はほぼスケジュールどおりに運航されること、等を踏まえると、定時性に関するウェイト値は、比較的微小な遅延等に対応するものと考えられることができる。

### 3.3.3.3 国際航空貨物の国内流動に着目した需要予測モデルの構築およびモデルを用いた政策の効果分析

図-3.3.2、図-3.3.3に示すように、国際航空貨物の品目特性として、機械機器が多くを占めているという特徴がある。このような貿易品目の特性を把握するにあたり、年間総量としての品目別貿易実績が得られる貿易統計（財務省）データが有用である。しかし、貿易統計は、金額ベースの統計を基礎としており、物量単位での分析を行う際に、単位の不統一や欠損という問題点を抱え、日本国内における発生集中地情報が得られないという課題がある。

そこで、以下では、平成15年度国際航空貨物動態調査（国土交通省）を利用して国内物流状況の分析を行う。ただし、国際航空貨物動態調査は、貿易統計と異なり年間全数サンプルではなく、特定日の調査結果であるため、以下の分析結果においては、年間の平均的特性を表していないことに

留意する必要がある。

貿易統計上の品目分類は、国際航空貨物動態調査の品目分類（表-3.3.2）と完全に整合するものではない。しかし、国際航空貨物の品目の大部分が機械機器であるという特性に着目して、品目分類を集約することにより、その不整合性は特に問題とはならないと考えられる。

分析においては、機械機器品目のシェアが他に比べて著しく大きいという特徴を踏まえ、機械機器品目については細分化して扱うが、その他の品目については集約して扱うこととした。以後の用語の定義として、生鮮：国際航空貨物動態調査の分類における「食料品」、ドライ：同「食料品」

以外、機械機器：同「機械機器」（ドライの内数）であることを付記しておく。また、本研究では、一般航空貨物と特性が異なる「国際宅配便」と品目不明の「その他」については言及しないこととする。

表-3.3.2 「国際航空貨物動態調査」(国土交通省)における品目分類

品目	内 容 例	
(食料品)	1. 魚介類	鮮魚及び冷凍魚、甲殻類及び軟体動物、魚介類の缶詰
	2. 果実・野菜	果実、野菜
	3. その他	生きた動物、肉類及び同調整品、酪農品及び鳥卵、穀物及び同調整品、糖類及び同調整品・はちみつ、コーヒー・茶・ココア・香辛料類、飼料、たばこ
(繊維・同製品)	4. 織物	絹織物、毛織物、合成繊維織物、人絹織物
	5. 衣類	外衣類、下着類、ハンカチ、ショール・スカーフ及びマフラー類、メリヤス編み及びクロセ編み衣類、帽子及び同部分品
	6. その他	織物用糸、チュール・レース及びししゅう布類、ひも・綱及びケーブル、漁網及び漁網地、包装用の袋、毛布及びひざ掛け、ベットリネン、テーブルクロス及びナプキン、タオル、敷物類、織物用繊維及びくず
(化学製品)	7. 医薬品	プロビタミン及びビタミン、ビタミン製剤、抗生物質、ホルモン、抗生物質製剤
	8. その他	元素及び化合物、鉱物製タール及び粗製薬品、染料、なめし剤及び着色剤、精油・香料及び化粧品類、化学肥料、火薬類、人造プラスチック、その他の化学工業生産品
(非金属鉱物製品)	9. 真珠・貴金属	真珠・ダイヤモンド、貴石及び半貴石
	10. 陶磁器	陶磁器
	11. その他	セメント、タイル、ガラス及び同製品
(金属・同製品)	12. 金属製品	鉄鋼製構造物及び同建設材料、貯蔵用及び輸送用の金属製容器、より線・鋼及び鋼類、くぎ・ねじ・ボルト及びナット類、手道具及び機械用工具、刃物、卑金属製の家庭用品、錠・鍵及び取付具
	13. その他	鉄鋼、非鉄金属
(機械機器)	14. 事務用機器、コンピューター	タイプライター及び同部分品、電算機・付属機器・同部分品、せん孔カード式統計機械補助機器・同部分品、簿記会計機及び同部分品
	15. 映像機器、テレビ・VTR	テレビ受像機、VTR類、テレビカメラ
	16. 音響機器、ラジオ・テープレコーダー	ラジオ受信機、ディスクプレーヤー類、アンプ・スピーカー・マイク、テープレコーダー類
	17. 半導体等電子部品	個別半導体
	18. 電気計測機器	電気測定器、工業計器、電気計器
	19. 科学光学機器、カメラ・時計	写真機用レンズ、めがねのわく及び柄、双眼鏡、電子顕微鏡、顕微鏡及び同部分品、写真機及び同部分品、映画撮影機、製図機器、体温計及び温度計、時計
20. その他	原動機、農業用機械、金属加工機械、繊維機械、ミシン、印刷機械、食料加工機械、建設用・鉱山用機械、加熱用及び冷却用機械、ポンプ及び遠心分離機、荷役機械、ベアリング、重電機器、配電盤及び制御盤、絶縁電線及び絶縁ケーブル、がい子、家庭用電気機器、電池、電球類、コンデンサー、輸送用機器	
(国際宅配便)	21. 国際宅配便	
(その他)	22. その他	原皮及び毛布(未仕上)、採油用の種・ナット及び核、生ゴム、木材及びコルク、バルブ及び紙、肥料及び粗鉱物、金属鉱及びくず、鉱物性燃料、動植物性油脂、革及び同製品・毛布、ゴム製品、木製品及びコルク製品、紙類及び同製品、衛生用品・暖房及び照明器具、家具、旅行用具及びハンドバッグ類、はき物、がん具、運動用具、事務用品、アクセサリー、美術品・こつとう品

上記の品目について、品目別重量構成を図-3.3.5、図-3.3.6に示す。輸出に関しては生鮮貨物の割合が小さく、ドライ貨物、特に機械機器が大半を占めている。中でも、「半導体等電子部品」が最大であり、次いで「事務用機器・コンピュータ」、「映像機器・テレビ・VTR」となっている。

輸入では、対照的に生鮮貨物の割合がドライ貨物全体の約半分となっており、相対的に大きなシェアを占めている。輸入においても機械機器の占める割合が大きく、「事務用機器・コンピュータ」が最大のシェアである。

すなわち、重量ベースの品目構成も、金額ベースの品目構成とほぼ同様の特徴を示している。異なる特性として、輸入において、機械機器の占めるシェアが金額ベースのシェアより小さくなっている。

国内発生集中地のシェアを図-3.3.7、図-3.3.8

に示す。輸出入とも、生鮮貨物に関しては、関東、近畿、中部の3都市圏の占める割合が大きい。輸出に関しては、「全品目」については、中部地方のシェアが、輸入の場合に比べて大きい。特に、「映像機器・テレビ・VTR」や「科学光学機器・カメラ・時計」の品目において中部地方が大きな割合を示している。輸入について、生鮮貨物における近畿地方の割合が大きい、ドライ貨物全般について三大都市圏以外の地方が占める割合が輸出よりも大きいという特徴が見られる。

輸出入相手国のシェアを図-3.3.9、図-3.3.10に示す。

「全品目」で見ると、輸出入ともに韓国・中国・台湾・東南アジアの合計で約60%の割合となっている。輸出に関しては、貿易相手国（地域）の構成が、品目を問わず、類似している傾向が見られる。「半導体等電子部品」および「科学

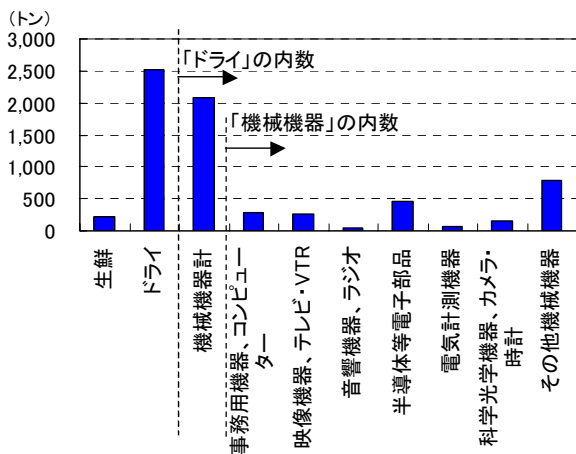


図-3.3.5 輸出航空貨物の品目別重量構成

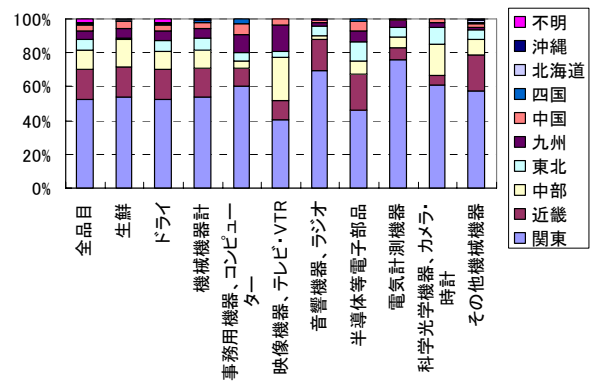


図-3.3.7 輸出航空貨物の品目別国内発生地シェア

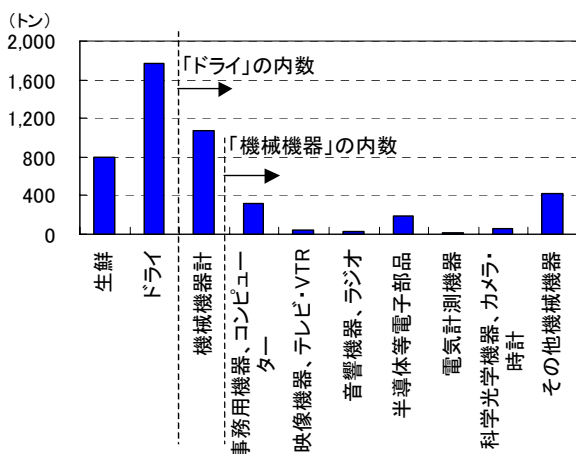


図-3.3.6 輸入航空貨物の品目別重量構成

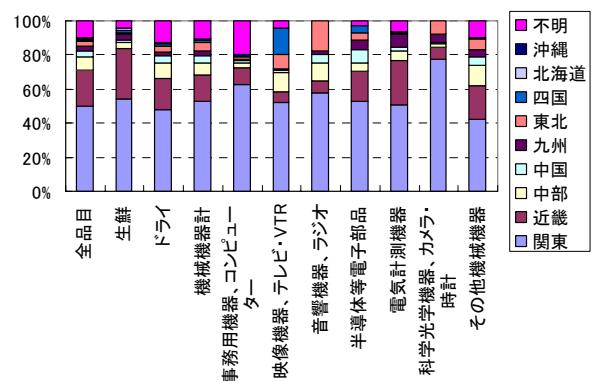


図-3.3.8 輸入航空貨物の品目別国内集中地シェア

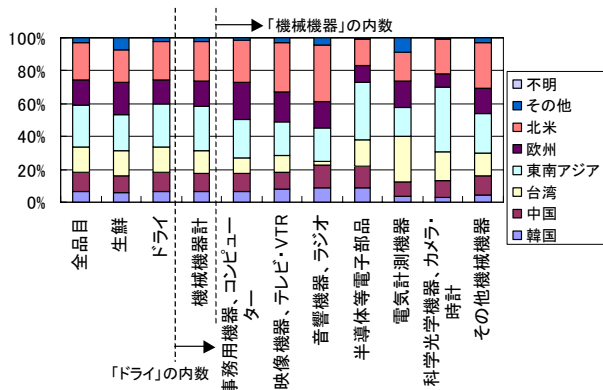


図-3.3.9 輸出航空貨物の品目別相手国特性

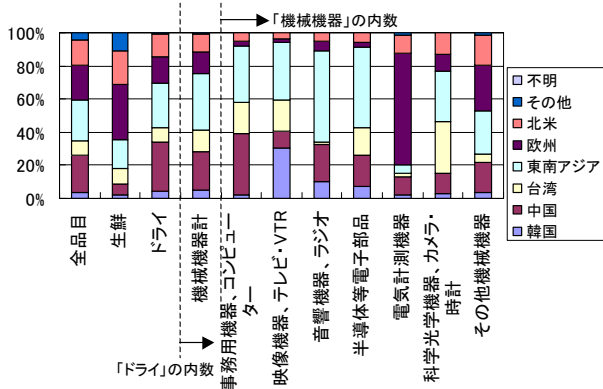


図-3.3.10 輸入航空貨物の品目別相手国特性

光学機器・カメラ・時計」の品目において、東南アジア地域の割合が大きい。輸入について、生鮮貨物においては、北米と欧州のシェアが大きく、アジア地域は40%に満たない。ドライカーゴ全体では、中国が最大の相手国であり、うち機械機器全体では東南アジアの割合が最大となっている。

機械機器の内、「事務用機器・コンピュータ」では中国の割合が大きく、「映像機器・テレビ・VTR」では韓国の割合が大きく、「電気計測機器」については欧州のシェアが非常に大きい。このように、機械機器の品目によって、輸入元の国の構成が異なっており、輸出とは対照的な特徴が現れている。

以上のように、航空貨物品目によって流動特性が異なることが確認されたため、本研究では、交通政策審議会航空分科会に提示する将来需要予測等、長期計画策定に資する需要予測の精度向上のため、品目によるODパターンの違いや経路選択パターンの違いなど、輸出入別品目別の航空貨物動態の差異を考慮することが可能な需要予測モデル(図-3.3.11)を検討した。

集計logitモデルを利用し、品目別の国際航空貨物の国内空港選択モデルを構築した。各ゾーンの荷送人または荷受人による空港選択が、選択肢評価指標(非集計行動モデルの効用関数に相当)に基づいて行われると仮定する。選択肢評価指標が確定項と確率項に分離可能であり、かつ確率項がガンベル分布(平均値0、分散1)に従うと仮定すると、空港選択確率は下記の集計ロジットモデルとして表される。

$$P_{ikn} = \frac{\exp(V_{ikn})}{\sum_j \exp(V_{jkn})}$$

ここで、

$i$ : 選択肢を表すスクリプト

$k$ : 品目を表すスクリプト

$n$ : ゾーンを表すスクリプト

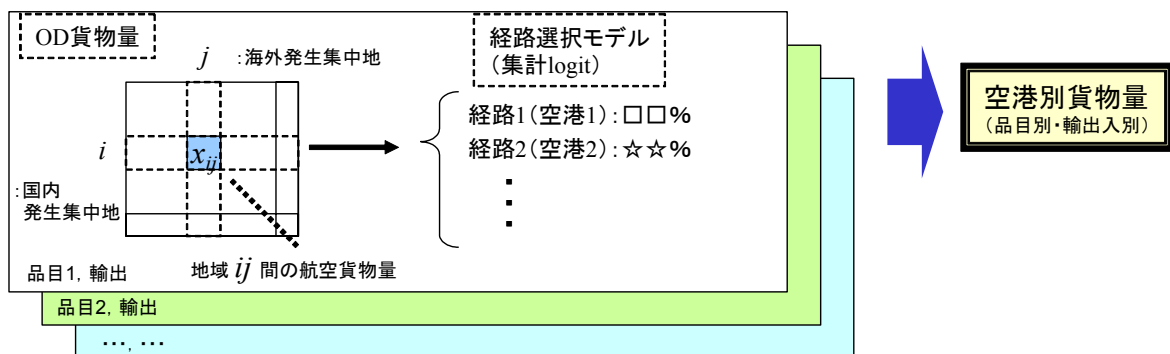


図-3.3.11 輸出入別品目別需要予測モデルのイメージ



表-3.3.3 品目別経路選択モデルにおける品目分類

輸出入	品目	備考
1. 輸出	(1) 生鮮品(計)	
	(2) その他ドライ(計)	ドライのうち、(3)～(6)に分類されないものの合計
	(3) ドライ-化学製品-医薬品	
	(4) ドライ-機械機器-事務用機器、コンピューター	
	(5) ドライ-機械機器-半導体等電子部品	
	(6) ドライ-機械機器-その他	機械のうち、(4)～(5)に分類されないものの合計
2. 輸入	(1) 生鮮品(計)	
	(2) その他ドライ(計)	ドライのうち、(3)～(6)に分類されないものの合計
	(3) ドライ-化学製品-医薬品	
	(4) ドライ-機械機器-事務用機器、コンピューター	
	(5) ドライ-機械機器-半導体等電子部品	
	(6) ドライ-機械機器-その他	機械のうち、(4)～(5)に分類されないものの合計

表-3.3.4 モデルのパラメータ推定結果

輸出	生鮮 パラメータ (t値)		その他ドライ パラメータ (t値)		医薬品 パラメータ (t値)		事務用機器 パラメータ (t値)		半導体 パラメータ (t値)		その他機械 パラメータ (t値)	
	国内輸送時間	-2.01E-01	-9.0	-2.19E-01	-14.3	-2.27E-01	-5.7	-2.52E-01	-11.2	-1.67E-01	-12.7	-2.45E-01
総便数	8.99E-03	9.0	1.06E-02	14.2	1.10E-02	6.6	1.09E-02	11.7	1.13E-02	14.3	1.13E-02	16.4
空港の利用時間	8.69E-02	3.2	5.80E-02	2.9					3.57E-02	1.9	5.81E-02	3.1
調整済み尤度比	0.538		0.509		0.563		0.572		0.462		0.541	

輸入	生鮮 パラメータ (t値)		その他ドライ パラメータ (t値)		医薬品 パラメータ (t値)		事務用機器 パラメータ (t値)		半導体 パラメータ (t値)		その他機械 パラメータ (t値)	
	国内輸送時間	-2.75E-01	-11.2	-2.96E-01	-15.0	-3.33E-01	-5.4	-2.62E-01	-8.3	-2.55E-01	-10.7	-3.46E-01
総便数	1.02E-02	10.6	1.13E-02	14.2	8.46E-03	4.7	1.11E-02	8.4	1.25E-02	10.9	1.18E-02	13.7
空港の利用時間	1.07E-01	3.8	8.74E-02	3.8							6.87E-02	3.1
調整済み尤度比	0.646		0.590		0.588		0.605		0.599		0.632	

$P_{ikn}$  : ゾーン  $n$  からの品目  $k$  の空港  $i$  が選択される確率

$V_{ikn}$  : ゾーン  $n$  からの品目  $k$  の空港  $i$  の評価指標関数 (効用関数に相当)

である。なお、選択肢評価指標関数は、以下のような線形関数を想定する。

$$V_{ikn} = \sum_m a_{mk} x_{mkn}$$

$x_{mkn}$  :  $m$  番目の特性変数

$a_{mk}$  :  $m$  番目の特性変数に係るパラメータ

種々の説明変数候補組合せについて、最尤推定法を用いて各品目に関する集計logitモデルのパラメータ推定を行った。モデルの決定においては、適切な符号条件を満たし、かつ  $t$  値が有意である説明変数組合せの中で、自由度修正済み尤度比が最大となるものをモデルとして採用しパラメータを決定した。なお、選択モデル構築のための品目分類については、品目別需要量規模を加味し、

表-3.3.3に示す分類を採用した。パラメータ推定結果は、表-3.3.4のとおりである。

パラメータ推定結果より、品目毎に、便数や空港アクセス時間が経路選択に及ぼす感度が異なるという、物流特性の異質性が確認された。

構築した需要予測モデルを用いた施策効果分析の事例として、成田・関空・中部における空港への陸上アクセス利便性向上シナリオと、成田空港の利用時間拡大シナリオの政策効果を推定した(図-3.3.12に関西国際空港における陸上アクセス改善施策シナリオの効果推定結果を示す)。効果推定においては、現況再現結果とシナリオ適用後の需要推定結果の差を、政策実施による効果と見なして計測した。ただし、本分析では、OD需要については現状データで固定しており、輸送経路選択の変化のみによる効果(シフト効果)を計測したものである。

仮説的な施策シナリオ例:  
 道路整備・TDM等の施策により大阪・神戸都市圏の高速道路走行速度が全国平均の水準(73.1km/h)まで向上し、関西空港へのアクセス時間が短縮したと仮定  
 (大阪市内:44%短縮, 大阪市以外の大阪府:21%短縮, 神戸市:12.3%短縮)

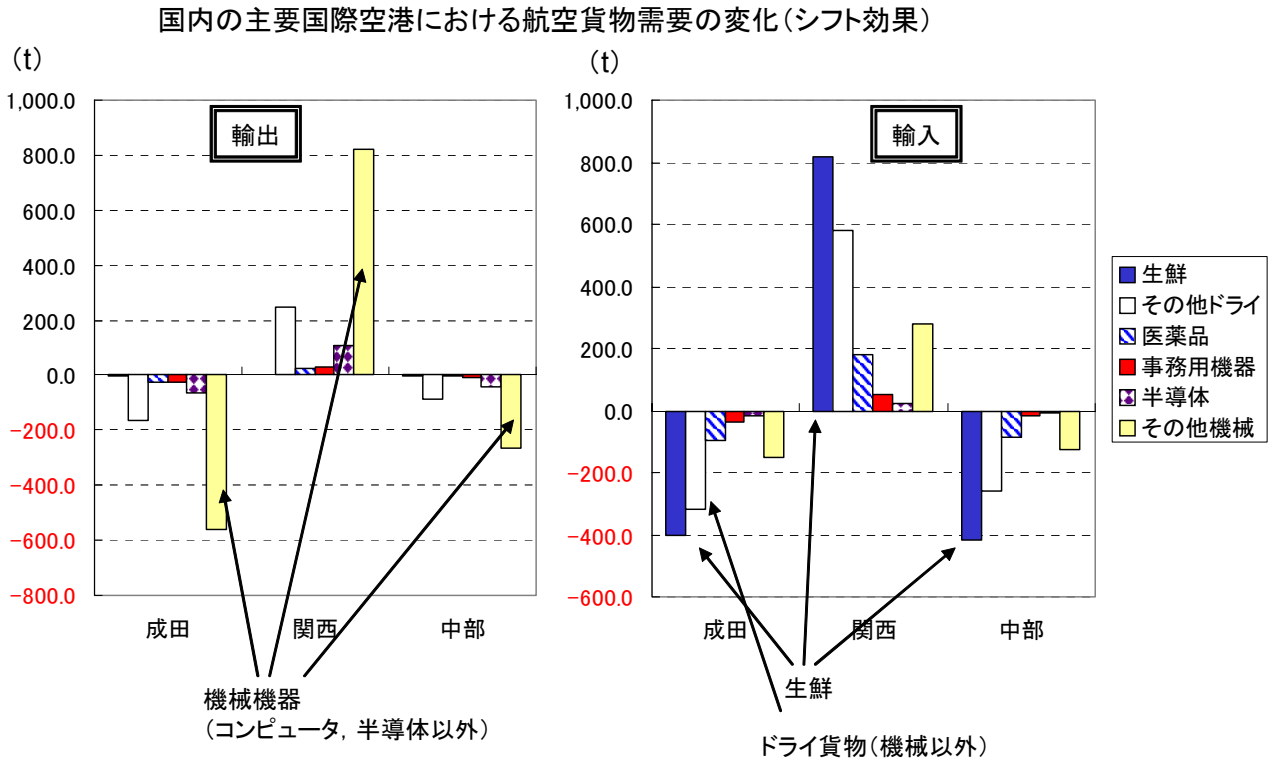


図-3.3.12 構築した需要予測モデルを用いた政策評価事例

### 3.3.4 まとめ

#### 3.3.4.1 研究成果のまとめ

本研究は、ヒアリング調査や文献調査を通じた、国際航空貨物輸送の現況と課題の定性的な把握、アンケート調査およびAHP分析等を通じた航空貨物の輸送経路決定要因の分析を行った。これらの研究から得られた知見およびデータ利用可能性の限界等を踏まえ、国際航空貨物の需要予測手法改善のための検討を行い、貨物品目別の経路選択特性の違いを考慮した需要予測手法を提案し、いくつかの仮想的な政策シナリオ分析を行い、本モデルが陸上アクセス交通改善や空港利用時間拡大政策による効果を評価可能であることを確認した。

#### 3.3.4.2 研究成果の活用

本研究で得られた国際航空貨物の輸送経路選択特性、貨物品目毎のODパターンおよび物流特性

の異質性等の知見を踏まえ、次期交通政策審議会へ向けた航空需要予測手法の改善へ反映する予定である。

#### 3.3.4.3 今後の課題

本研究では、国際航空貨物輸送における輸送経路選択に対して特に注目した検討を行った。しかし、より現実的な需要予測・政策評価のためには、航空貨物全体の需要量(貿易額)変化やOD変化についても踏み込んだ検討が必要である。例えば、関西国際空港や中部国際空港の開港により、空港選択だけではなく、航空貨物全体のボリュームに対しても影響が及んだと考えられ、こうした影響も評価可能であることが望ましい。発生集中需要やOD変化の評価に対応した需要分析手法検討が、重要な今後の課題である。

### 参考文献

- 1) 石倉智樹，丹生清輝（2003）：我が国の国際航空貨物輸送における現況と課題，国土技術政策総合研究所資料，No.130
- 2) 石倉智樹，滝野義和，杉村佳寿（2004）：国際航空貨物輸送における輸送経路選択要因の分析，国土技術政策総合研究所資料，No.174
- 3) 石倉智樹，石井正樹（2006）：国際航空貨物の品目特性と国内流動分析，国土技術政策総合研究所資料，No.287