極東アジア圏域を対象とした国際航空貨物流動モデルの開発

東北大学　学生員　　石倉智樹
東北大学　フェロー　　稲村　肇

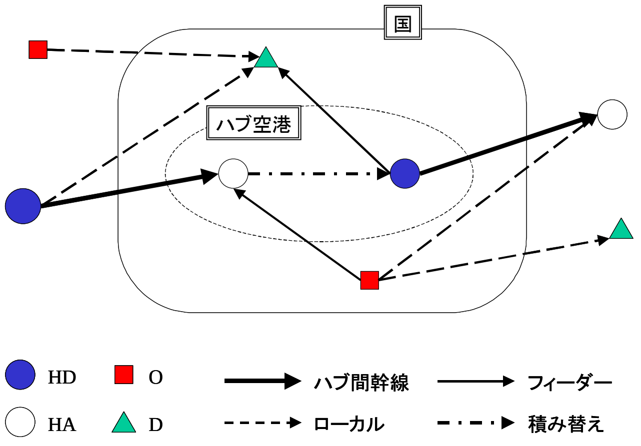
1. はじめに

我が国の国際航空貨物流動において，成田・関西の二大空港に輸出入とも取扱量が集中しており，国内シェアにおいて成田空港は約 65%，これら二空港を合わせると実に 90%以上の割合を占めている．成田空港は現在，世界有数の貨物取り扱い空港であるが，発着スロット・空港施設における深刻な容量不足という問題を持っている．この影響を受けて，アシアナ航空が仙台一ソウル路線にフレイターを導入し，東日本の航空貨物ゲートウェイを成田から仙台へと移行した．今後も同様な変化が生じる可能性がある．本研究は，極東地域を対象とした国際航空貨物流動モデルを構築し，巨大空港への需要集中とフローパターン変化についての要因を把握することを目的とする．

2. モデルの概要

航空旅客輸送ネットワークを対象とした研究としては，1990 年代以降 H&S ネットワーク評価に関する研究が数多くなされている [1)]．これらの研究ではエアラインと旅客の行動の均衡問題による理論的アプローチが主に採用されているが，実際の非対称かつ複雑なネットワークに適用して解を得ることは困難である．コンテナ貨物流動の分野では，巨大ネットワークにも対応可能な，交通配分問題を応用することによりフローを推定する研究 [2), 3)]がなされている．本研究においても同様に交通配分問題を参考として，国際航空貨物流動モデルを構築した．

航空貨物輸送ネットワーク特性を表現するため，ノードを Origin ノード(O)，Destination ノード(D)，ハブ空港出発ノード(HD)，ハブ空港到着ノード(HA)の 4 種類に分類した．リンクについても，ハブ空港間幹線航空輸送リンク(HD→HA)，ローカル航空輸送リンク(O→HA，O→D，HD→D：ハブ空港間以外の航空輸送)，フィーダー輸送リンク(O→HA，HD→D：始終点とハブ空港を結ぶ国内輸送)，積み替えリンク(HA→HD：ハブ空港での積み替え)の 4 種類に分類した．航空輸送リンクとフィーダー輸送リンクにおけるリンクフローは輸送量を表す．積み替えリンクにおけるフローは地点間移動ではなく，施設内での取扱量を表している．



図一1　国際航空貨物ネットワークの構成

Key Words　空港計画，物資流動，国際航空貨物流動
〒980-8579　仙台市青葉区荒巻字青葉 06　東北大学工学部土木工学科棟内
東北大学大学院情報科学研究科　空間計画科学研究室　　TEL 022(217)7497　FAX 022(217)7494

国際航空貨物ネットワークは上記のノード・リンクの組み合わせとして表される．（図ー1）OD 貨物需要は，配分原理に基づいて OD 間の各経路に配分される．モデルの出力結果として各リンクのリンクフローが得られ，需要量・リンクコスト関数・ネットワーク形態などの要素とモデルのパフォーマンスの関連についての評価を行う．

3. リンクコスト関数の定義

各々の属性のリンクについてリンクコスト関数を定義する．航空輸送と陸上輸送，また空港内積み替えについてもリンクコストは異なる．航空輸送においても，ローカル空港と他国を直接リンクする路線では，ハブ空港間路線よりも頻度や使用機材の面で不利である場合が多く，ユーザーの認識する単位リンクコストは異なるものと考えられる．本研究では，リンクコスト関数を以下のように定義する．

$$C_{TAa} = \alpha_{TA} \cdot d_a \tag{1}$$

$$C_{LAa} = \alpha_{LA} \cdot d_a \tag{2}$$

$$C_{Fa} = \alpha_F \cdot d_a \tag{3}$$

$$\begin{aligned} C_{Ta} &= f_T(q_a) \\ &= \beta / q_a + \gamma \end{aligned} \tag{4}$$

C_{TAa}：幹線航空輸送リンク a のリンクコスト（1 /ton），C_{LAa}：ローカル航空輸送リンク a のリンクコスト（1 /ton），C_{Fa}：フィーダーリンク a のリンクコスト（1 /ton），C_{Ta}：トランシップリンク a のリンクコスト関数（1 /ton），q_a：リンク a のリンクフロー（ton），d_a：リンク a におけるリンク長，空港間距離（km）
α_{TA}，α_{LA}，α_F，β，γ：パラメータ

航空輸送およびフィーダー輸送におけるリンクコストはリンクフローに依存しないものとする．すなわち，リンクコストはリンク長のみの関数として表される．リンクコスト関数のパラメータは各リンクにおける単位コストの差を意味している．また，拠点空港の貨物ターミナル施設では施設費用や人件費などの大きな固定費用により，施設規模の経済性が作用し貨物取扱量に伴い平均費用が低下すると考えられる．そこで，積み替えリンクのリンクコスト関数を(4)式のようにリンクフローに関する減少関数として表す．本モデルでは，各リンクのリンクコスト関数の相対評価に主眼を置き，コストはスカラー量として扱う．

4. 極東アジア地域の国際航空貨物ネットワークへの適用

極東地域のネットワークにおいて，成田，関西，ソウル，台北，北京，上海，香港をハブ空港と想定し，その他主要空港および北米・欧州・東南アジアをフロー始終点とした．OD 需要は，各空港の貨物取扱量をもとに推計した値を用いた．配分計算には分割配分法を採用した．分析においては，リンクコスト関数のパラメータを外生変数として感度分析を行い，モデル出力の比較分析を行った．分析結果から，幹線輸送リンクではローカル航空リンクやフィーダーリンクよりも単位コストが大きいこと，ローカル航空輸送のパフォーマンス変化がフローパターンに大きく影響することなどが観測された．紙面の都合上，詳細な分析結果は講演時に報告する．

<参考・引用文献>
1）たとえば Brueckner and Spiller: Competition and Mergers in Airline Hub-and-Spoke Network, 1991, International Journal of Industrial Organization, vol.9, pp.323-342
2) 稲村，中村，具:海上フィーダー輸送を考慮した外貿コンテナ貨物の需要予測モデル，1997，土木学会論文集，No.562，IV-35, pp.133-140
3) 家田，柴崎，内藤: 日本の国内輸送も組み込んだアジア圏国際コンテナ貨物流動モデル，1999，土木計画学研究・論文集, vol.16, pp.731-741