

目標計画法による航空貨物シティターミナルの立地問題へのアプローチ

京都大学工学部 正員 吾川和宏
 京都大学工学部 正員 春名 攻
 京都大学大学院 学員 ○松元利徳
 京都大学大学院 学員 堀口健一

1) はじめに

航空貨物輸送の生命はその迅速性・確実性にあると思われるが、これらを保持していくためには地上での端末輸送の合理化が今後一つの課題となろう。空港と貨物の発生集中地とが離れている場合この課題は特に重要となるが本研究ではこのような状況を想定しつつ、A C C T (航空貨物シティターミナル)の立地問題を取りあげ目標計画法を用いて分析を試みた。ここに言うA C C Tとは航空貨物輸送の合理化を目的として都市内あるいは都市周辺に空港とは分離して設けられる貨物ターミナルのことである。本研究では航空貨物輸送の合理化の程度を示す尺度として「総輸送費用」「総輸送時間」「トラック延走行台キロ」「延手続時間」の4つを取りあげ、これらの低減を目標とした。(なおA C C Tの立地において考慮すべき建設費については別に検討を加えることにした。)そしてこのモデルをK空港に対するA C C Tの立地問題へ適用することにより実証的分析を試みた。

2) モデル化(図1を参照)

i) モデルにおける主な前提条件; ①空港の後背圏をm個の地区に分割し各地区の発生集中貨物量は与件とする。また各地区の位置は、貨物量に関する重心点(地区重心)をもって表わす。②A C C Tは1か所建設されるものとし、その建設候補地として各地区重心の中からn個を選び出す。③各地区の発生集中貨物は空港での取扱いが不可欠なものを除いてすべてA C C Tを経由するものとする。④各地区重心とA C C T間の個別輸送に関しては複数の目標をバランスよく達成させようという本研究

の目的に沿うように輸送ルートに代替性をもたせた。またA C C Tと空港間では一括輸送を行なうものとし、その輸送ルートは既に定まっているものとした。なお各輸送ルートの輸送費用、輸送時間、輸送距離は与件とする。

ii) A C C T建設候補地の選定; 既存の資料をもとに各地区重心の中から総輸送時間、総輸送費用、総輸送距離と言う3つの評価尺度に関していずれも上位にある候補地を選び出し、それに対して都市計画、地域計画との整合性という観点からさらに検討を加えた。

iii) 個別輸送における代替ルートの選定; 輸送時間、輸送費用、輸送距離と言う3つの尺度に関して最も望ましいものから順位をつけたときいずれも上位10位以内にある輸送ルートを代替ルートとして取りあげた。なお本研究で得ようとしている情報の要件を考えれば輸送ルートとしては上述の方法で選ばれた代替ルートを取りあげるだけで十分であろう。

以上の手順を含めた本研究のプロセスをフローチャートに示すと図2のようになる。

IV) モデルの定式化

(a) 貨物の流れに関する連続式(個別輸送について)

$$\sum_r x_{ir}^l = g_i^l \quad (i=1, 2, \dots, m) (l=1, 2, \dots) \quad (1)$$

ここに x_{ir}^l ; ルートrを経由して運ばれる地区iの方向lの貨物量。l=1のときは発生貨物、l=2のときは集中貨物であることを示す。
 g_i^l ; 地区iにおける方向lの貨物量。

(b) 目標の制約化; 本研究における各計画目標間の関係をL字型効用関数の形で規定すると、これは制約条件として次のように定式化される、

① 総輸送費用

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} C_{ir} (x_{ir}^l / w_i^l) + \sum_{i \in I} C (\sum_{r \in R} g_{ir}^0) / w_i^0 - y_c + z_c = G_c \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} C_{ir} (x_{ir}^l / w_i^l) + \sum_{i \in I} C (\sum_{r \in R} g_{ir}^0) / w_i^0 \leq G_c \quad (3)$$

② 総輸送時間

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} T_{ir} (x_{ir}^l / w_i^l) + \sum_{i \in I} T (\sum_{r \in R} g_{ir}^0) / w_i^0 - y_T + z_T = G_T \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} T_{ir} (x_{ir}^l / w_i^l) + \sum_{i \in I} T (\sum_{r \in R} g_{ir}^0) / w_i^0 \leq G_T \quad (5)$$

③ トラック延走行台キロ

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} D_{ir} (x_{ir}^l / w_i^l) + \sum_{i \in I} D (\sum_{r \in R} g_{ir}^0) / w_i^0 - y_D + z_D = G_D \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} D_{ir} (x_{ir}^l / w_i^l) + \sum_{i \in I} D (\sum_{r \in R} g_{ir}^0) / w_i^0 \leq G_D \quad (7)$$

④ 延手続き時間

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} T_{ir} \alpha_i x_{ir}^l - y_P + z_P = G_P \quad (8)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} T_{ir} \alpha_i x_{ir}^l \leq G_P \quad (9)$$

⑤ 各目標の達成度の均衡をはかるための条件式

$$y_c / \lambda_c = y_T / \lambda_T = y_D / \lambda_D = y_P / \lambda_P \quad (\lambda = g - G) \quad (10)$$

ここに C_{ir} , T_{ir} , D_{ir} ; それぞれ地区 i の貨物が個別輸送でルート r を経由するときのトラック (2t車) 1台当たりの運送費用, 運送時間, 運送距離である。 C , T , D ; それぞれ一括輸送におけるトラック (18t車) 1台当たりの運送費用, 運送時間, 運送距離である。 w_i^l ; 個別輸送における地区 i の方向 l の貨物の平均積載重量。 $1/\alpha_i$; 地区 i の一件当たりの貨物量。 w_i^0 ; 一括輸送における平均積載重量。 y_c, y_T, y_D, y_P ; 各目標の満足水準からのかい離を示す補助変数, G_c, G_T, G_D, G_P ; 各目標に関する満足水準および許容水準。

(C) 目的関数; 各目標の満足水準からのかい離を示す補助変数 y_c のうち任意の1つを最小化することにより各目標の不達成度を G ベクトルにそって可能な限り小さくできる。ここでは便宜上 y_c を目的関数として取りあげる。

$$y_c \rightarrow \min \quad (11)$$

3) 実証的分析の結果について。

上述のモデルを K 空港に対する ACCT の立地問題に適用し実証的分析を試みた。このとき用いた各目標に関する満足水準と許容水準および計算結果の一部を表1に示す。なお満足水準としては上記モデルで目標に関する制約式を除き各目標をそれぞれ目的関数として候

補地ごとに各目標の値を求め、候補地の中で最も良い値を示したものを用了。許容水準としては ACCT がなくすべての貨物を空港へ個別輸送するときの値を用了。実証的分析の結果として次のことが言える。① ACCT を都心部あるいは都市周辺に建設することにより総輸送費用, 総輸送時間, トラック延走行台キロ, 延手続き時間の減少がかなり期待できる。これは一括輸送による効果の表われであろう。② 総輸送時間は ACCT を W 地区に建設したときに最も小さくなり他の目標は ACCT を E 地区に建設したときに最もよく達成される。一般に貨物の発生集中量の多い都心部に ACCT を建設すれば輸送の効率化を示す各目標の達成度は周辺部に建設したときより良くなる。しかし地価および用地の確保という面からは逆に都心部は不利となろう。なお実証的分析結果についての詳細は講演時に説明する。

図1. モデルの概略図

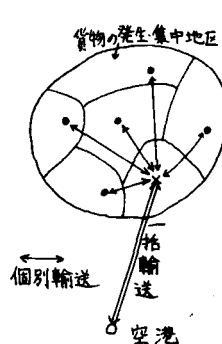


図2 本研究のプロセスを示すフローチャート

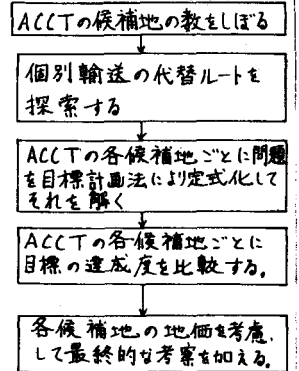


表1 各目標の満足水準, 許容水準および達成値
{× ACCT
○ 各地区重心}

目標	総輸送費用(万円)	総輸送時間(分)	トラック延走行台キロ	延手続き時間(分)
満足水準	172.896	5518.262	3147.947	27227.875
許容水準	672.702	21291.156	13007.168	147246.375
E地区	174.785	5744.227	3255.236	28137.057
W地区	175.291	5675.588	3313.214	27843.887
N地区	175.235	5731.507	3283.281	28307.113
F地区	177.463	5762.442	3448.722	31705.441
M地区	180.724	6438.616	3717.607	36143.478
T地区	178.728	6474.954	3585.993	34385.820
A地区	181.326	7031.011	3747.332	37178.191
I地区	180.786	7648.337	3748.370	43069.461
R地区	187.663	7374.776	4233.267	43770.453
現状	282.854	17661.113	12295.605	138557.187