

アフリカの航空路線ネットワーク分析

香川大学 賛助会員 永野 雄貴 香川大学 正会員 紀伊雅教 香川大学 正会員 中村一樹

1. 研究背景と目的

世界の航空需要は高まっており航空旅客数は年々増加している。JADC¹⁾(日本航空機開発協会)の予測では2013年から2032年の20年間で世界全体の航空旅客需要はRPK(旅客伸び率)ベースで年平均4.8%の伸びが予測されている。その中でもアフリカは5.7%となっており高い数値になっている。

また、アフリカの航空路線ネットワークは、域内路線が少なく、欧州の旧宗主国との長距離ダイレクト路線が多いことが特徴である。このため、路線当たりの需要が少なく、便数、搭乗率ともに低く効率が悪いと考えられる。

これに対し、ハブ&スポーク型ネットワークは、長距離路線の搭乗率改善と接続路線における機材の小型化により効率を向上しうることから、欧米を中心に取り入れられてきた。本研究はアフリカでの航空路線ネットワークの効率改善により、ハブ&スポーク型ネットワークが導かれるか検討する。

2. 研究の手法

2.1 本研究で使用するデータ

本研究ではICAOの航空OD(Origin and Destination)需要データを使用する。こちらの航空OD需要データは、ICAOから購入したもので、出発国・出発都市-到着国・到着都市に対して、都市単位での年間航空旅客数が掲載されている。航空OD需要データの年代は1982年から2014年の23年間、発着国数は192ヶ国、発着都市の数は2140都市におよぶ。

2005年から2014年の10年間で最もアフリカ発着都市間のデータ数(需要が0人のデータを除いた)が多いのは2010年であるためICAOの2010年の航空OD需要データを使用して現状ネットワークの分析を行う。

第1章の研究の背景で述べたJADCのRPK(旅客伸び率)ベースでの年間平均の伸び予測より、2010年のICAOの航空OD需要に毎年5.7%の伸び率を与えたものを2030年の航空OD需要データとする。

2.2 ユーザーコストの決定

(1) 使用するモデル式

分析はユーザーが一般化費用を最小化する経路を選択すると考える。次式よりユーザーコストを求める。

$$c_{ij} = \sum_{a \in \Omega_{ij}} \{P_a + P_t \cdot (T_a + T_a^w)\} \quad (1)$$

ただし、 C_{ij} はユーザーコストとし、 a は路線、 Ω_{ij} はij間の経路上の路線集合、 P_a は路線aの運賃(=路線aの運行コスト/乗客数)、 P_t は時間価値、 T_a は路線aの移動時間、 T_a^w は路線aの待ち時間である。

また、航空会社は十分競争的と仮定し、路線毎の平均費用が運賃に等しいと想定する。

(2) 運行条件

運行コストはWilliam M. Swan, Nicole Adler³⁾の研究による運行コストの式を用いて求める。

$$\text{Single-aisle } C = (D + 722) \times (S + 104) \times \$0.019 \quad (2)$$

$$\text{Twin-aisle } C = (D + 2200) \times (S + 211) \times \$0.0115 \quad (3)$$

C は運行コスト、 D は運行距離、 S は座席数である。空港間距離が3000km以下ではシート数に関係なくSingle-aisleのほうがコストが低いいため小型機を使用、3000km以上の路線については大型機を使用し、それぞれ小型機の座席数100席、大型機の座席数400席とする。需要が座席数より少ない場合、上記運行費用を乗客数で割ったものを平均運賃とする。旅客数を座席数で割った商+1を便数 N とし、期待待ち時間は

24(hour)/2N, 航空機速度 822km/h, 旅客の時間価値\$20/hour と仮定する.

2.3 ネットワーク最適化の手順

- ①全席満席で、待ち時間が無いものとして仮定する. このとき Pa が決定, $T_a^w=0$ となる.
 - ②最短経路検索で各 OD 需要を経路に割り当てる.
 - ③経路上の路線に需要を割り当て、搭乗率、必要便数を算定する.
 - ④全路線の需要が前と変化していれば各経路のユーザーコストを更新する.
 - ⑤更新したコストで再び最短経路検索を行い手順を繰り返す.
- ①から⑤までの手順を繰り返し④の時点で変化していなければ終了, 変化していれば⑤を経由して再び②から繰り返す. 最終的に、よりコストの低い経路がなくなるまで繰り返し需要変化が無くなるまで続ける.

3.研究結果

図-3, 図-4 より 2010年・2030年ともに初期ネットワークと最適化後のネットワークを比較した結果、全体の路線数が減少し、便数は増加している. 特に大型機は、路線が大幅に減少し、便数は格段に増加しているため長距離路線が集約されていることがわかる. 需要は小型機が増加し、大型機が減少する結果になっているが全体では需要の増加がみられる. また、需要の定義は旅客数×空港間の距離となっている.

旅客全体のコストを比較してみると、2010年・2030年ともに総コスト(運賃+移動時間コスト+待ち時間コスト)が初期ネットワークに比べ最適化後ネットワークのほうが低い結果となった.

4.まとめ

アフリカでの航空路線ネットワークの効率改善を分析した結果、2010年・2030年ともに路線の減少、便数の増加、需要の増加、コストの減少がみられたためアフリカの航空路線ネットワークの効率改善によりハブ&スポーク型ネットワークが導かれる結果となった.

今後は将来のネットワークの分析を行うにあたって JADC の RPK ベースでの年平均伸び率をもとに算出しているため、将来の需要を予測するようなモデルの作成が必要であると考え.

参考文献

- 1) JADC(日本航空機開発協会):民間航空機に関する市場予測 2013-2032, 2013.
- 2) William M. Swan, Nicole Adler : Aircraft trip cost parameters: A function of stage length and seat capacity, pp.105-115

	2010年					
	初期ネットワーク			最適化後のネットワーク		
	小型機(3000km未満)	大型機(3000km以上)	合計	小型機(3000km未満)	大型機(3000km以上)	合計
路線数	203	201	404	172	32	204
便数	197	43	240	410	31	441
需要(百万人キロ/日)	32	85	117	68	61	129
運賃(百万\$/日)	2.65	10.43	13.08	4.24	2.3	6.54
移動時間(百万\$/日)	0.79	2.07	2.86	1.66	1.48	3.14
待ち時間(百万\$/日)	2.09	3.56	5.65	2.4	1.59	3.99
総コスト(百万\$/日)	5.53	16.06	21.59	8.3	5.37	13.67

図-3 2010年ネットワークの分析結果

	2030年					
	初期ネットワーク			最適化後のネットワーク		
	小型機(3000km未満)	大型機(3000km以上)	合計	小型機(3000km未満)	大型機(3000km以上)	合計
路線数	203	201	404	193	56	249
便数	592	128	720	912	112	1024
需要(百万人キロ/日)	98	258	356	146	223	369
運賃(百万\$/日)	5.98	12.37	18.35	8.49	6.05	14.54
移動時間(百万\$/日)	2.38	6.28	8.66	3.56	5.42	8.98
待ち時間(百万\$/日)	2.87	7.26	10.13	3.25	3.94	7.19
総コスト(百万\$/日)	11.24	25.92	37.16	15.31	15.41	30.72

図-4 2030年ネットワークの分析結果