

(研究論文)

アジア市場における航空ネットワーク分析*

松崎 朱芳 (運輸調査局)¹米崎 克彦 (運輸調査局)²

要旨

本稿では、アジア・太平洋地域における2つの航空ネットワーク(バリューアライアンスとエアアジアグループ)を取り上げ、それぞれのネットワークの特徴を整理・分析した。路線距離等の実際に運航するネットワークの基本的な特徴は両ネットワークにおいてほぼ変わらないものであったが、社会的ネットワーク分析の結果、各国のLCC航空事業者の連合であるバリューアライアンスに対して、フランチャイズ化をおこない、巨大なLCC航空ネットワークを作り上げたエアアジアグループとの違いが見られた。

Key Words: LCC、フランチャイズ化、アライアンス、社会的ネットワーク分析、グラフ理論

1. はじめに

ローコストキャリア(LCC:Low Cost Carrier 低費用航空会社)は1978年のアメリカ国内航空市場における自由化から始まり、世界的な航空市場の自由化の流れを受け、大きく発展を遂げた。日本では、2012年がLCC元年と呼ばれ、日本版LCCが本格的に就航してからまだあまり時を経っていないが、アメリカの国内航空市場ではサウスウエスト(Southwest)がシェアのトップを伺い、ヨーロッパ市場においても、輸送量上位5社の中にライアンエア(Ryanair)とイーージージェット(easyJet)が占めるなど既存の航空会社を凌ぐまで成長している。

世界各地で拡大するLCCのビジネスモデルの特徴は、付加的なサービスを課さないノーフリル・エアラインや航空施設利用料の低い空港を利用するなど、各国の代表的な航空会社であるフルサービスキャリア(FSC:Full Service Carrier)に比べて生産面や費用面において効率的であることが挙げられる。こうした航空事業者の取り組みは低運賃による航空サービスの供給を可能にし、多くの旅客を獲得してきた。

2016年、アジア・太平洋地域においてはグループ化したLCCに対抗するため新たな動きが生まれている。LCC8社による航空連合「バリューアライアンス(Value Alliance)」の設立である。計7か国・8社によって設立されたアジア・太平洋地域の国際的な航空連合は、当該地域の160以上の都市に就航し、広大なアジア・太平洋における航空市場を網羅する路線網を形成している。

このように近年のアジア・太平洋地域における動きの1つはLCCにおける航空ネットワークの変化が挙げられる。通常、FSCは旅客量の多い幹線(ハブ)と幹線につながる支線(スポーク)から構成されるハブ・アンド・スポークシステムによるネットワークを形成してきた。一方で、LCCは直接都市間を結ぶポイント・ツー・ポイントシステムによる短距離路線を中心に構成されてきた。それぞれ費用面、需要面においてメリット、

*2016年10月31日初原稿受理、2017年1月28日採択。

¹ まつぎき あけよし (一財)運輸調査局 調査研究センター研究員 問合せ先: 〒160-0016 東京都新宿区信濃町3-4
E-mail: es0501943@yahoo.co.jp

² よねざき かつひこ (一財)運輸調査局 情報センター研究員
E-mail: kyonezaki@hotmail.com

デメリットが存在しており、独自のビジネスモデルを築いている。LCCにおいてはポイント・ツー・ポイントシステムによるビジネスモデルを基本に航空ネットワークの拡大を図っているが³、地域により条件が異なり、独自の進化を進めている。その一つが、フランチャイズ化によって、航空ネットワークの拡大が主であったアジア・太平洋地域における、LCCの航空連合（アライアンス）が結成である。

学術面において、航空ネットワークに焦点を当てた研究は、航空会社にとってどのようなネットワークの構造が効率的（ハブ・アンド・スポークシステムとポイント・ツー・ポイントシステムの比較など）であるのかを分析した Hendricks, Piccione and Tan (1995)、(1999) の一連の研究がある。彼らは、航空会社が独占的状況である場合や複数の航空会社が自由に路線を決定できる状況（政府の規制がない）において、どのようなネットワーク構造が効率的であるかを分析している。独占状態における航空会社は、ハブ・アンド・スポークシステムを構築することが優位になる。その理由は、各路線の旅客を増やせば一人あたりの費用が下がるという密度の経済が働くからである。また、複数の航空会社のケースでは、それぞれハブ・アンド・スポークシステムを形成することは均衡として存在しない（社会的に望ましくない）。反対に、ある航空会社が独占的にハブ・アンド・スポークシステムを利用してすべての都市間にネットワークを形成することが均衡として導かれる（望ましい）。このように航空会社の競争状態によって望ましいネットワークの形状は異なり、一概にすべての航空会社がハブ・アンド・スポークシステムを形成するのが望ましいとは言えない。

またネットワークの分析は多くの分野においてグラフ理論を援用することでおこなわれている。グラフ理論とはノード（頂点）の集合とリンク（辺）の集合で構成されるグラフの性質について数学的に明らかにする学問である。その一つに社会学で発展した「社会的ネットワーク分析」がある。社会的ネットワーク分析とは、社会を構成するメンバーをノードとし、それぞれの関係を紐帯（リンク）で表すことによって、ネットワークの構造を可視化し、特徴量（頂点間の距離、中心性など）を計算することによりネットワーク構造を明らかにすることである。航空に関わる既存研究として、例えば、李（2008）が挙げられる。李では、国際航空ネットワークにおける各都市のネットワーク性と国際航路の連結度を測定し、国際航空ネットワークがどのような特徴を持っているネットワークであるかをこの社会的ネットワーク分析により明らかにしている。結果として、国際航空ネットワークはロンドンを中心としたグローバルネットワークが形成されていることが導かれている。

さらに、最近のネットワーク研究の進展を受け現実の複雑なネットワークを分析する手法（複雑系ネットワーク）も生まれている。ネットワークの特徴は主にスモールワールド性やスケールフリー性、クラスター性の概念により把握する。この概念を利用した航空ネットワーク分析には、Sawai (2012) がある。あるノードが他のノードとどれだけリンクでつながっているかを表す指標を次数と呼び、一部のノードだけが大きな次数を持ち、大多数のノードは次数が小さいという性質を持つスケールフリー性のある現行の航空ネットワークと比較して、任意の2つのノードが、わずかな数のリンクを介してつながる性質を持つスモールワールド性を持つ航空ネットワークを構築することが、平均航続距離と平均乗換回数を削減できる有用性を提案している。

本稿ではアジア・太平洋地域における LCC の2つの航空ネットワーク（バリューアライアンスとエアアジアグループ）を対象とする。これは、アジア・太平洋地域における航空ネットワークの拡大の中心的な役割を果たしたシステムであるフランチャイズという面と、それに対抗する形として出てきた航空同盟（アライアンス）が、ネットワーク拡大にどのように影響を持つのかを検討するためである。また、それぞれのネットワークを比較、検討する観点から、アジア・太平洋地域において最も大きなグループであるエアアジアグループとバリューアライアンスを分析対象とした。そして、これらのネットワークの現状を明らかにし、また社会的ネ

³ ドガニスら (2015A)、(2015B) において、LCC 成功の条件として大きな路線網を持つことが挙げられている。またネットワーク形態に関しては、ハブ・アンド・スポークシステムではなく、ポイント・ツー・ポイントシステムの有用性が示されている。

ネットワーク分析により航空ネットワークの特徴を示すことでアジア・太平洋の航空市場におけるネットワーク競争に関する基礎的な研究をおこなう。

2. アジアの航空市場と航空ネットワーク

2.1 アジアの航空市場⁴

アジア・太平洋地域では航空自由化の流れを受け、21世紀に入りエアアジア (AirAsia) などが就航し、LCC が本格的に普及をしてきた。現在では、マレーシアのエアアジア以外に独立系 LCC としてインドネシアのライオン・エア (Lion Air)、大手航空会社の子会社としての LCC として、シンガポール航空のタイガーエア (Tiger Air)、タイ国際航空のノック・エア (Nok Air)、カンタス航空のジェットスター・アジア (Jetstar Asia) などがある。中華人民共和国では、2004年の規制緩和で初めての民間資本系 LCC の春秋航空 (Spring Airlines) が発足した。大韓民国では、2004年に韓星航空 (現在のティーウェイ航空 : T'Way Airlines) が設立される。そして2005年に済州を本拠地とした済州航空 (チェジュ航空) が営業を開始し、大韓航空自身も LCC ジンエアーを設立し、LCC が本格的に活動し始めた。

しかしアジア・太平洋地域の航空市場は、地域的に広大であり、一部多国間協定もあるがそれぞれが二国間オープンスカイ協定によって自由化が進められてきた。これは、広大な領域と需要を持つアメリカ国内市場や欧州単一航空市場 (European Single Sky) 政策により統合されているヨーロッパ市場における自由化を背景とした LCC の発展と異なる。アジア・太平洋の航空市場では、「空の自由」の第7から第9の自由が解放されていない⁵。よって、地域の他国間および他国内での輸送は不可能であり、他国での運航を行いたい場合は、その国の国籍を持つ航空会社を設立しグループ化 (フランチャイズ化) する必要がある。こうした制度的な問題を解決するにあたって、巨大なネットワークを持つ LCC グループ (メガ LCC) が形成された。エアアジアグループやジェットスターグループ、ライオン・エアグループである。また、これらのグループには広大なアジア地域にネットワークを形成するために、中距離・長距離を扱う路線・会社 (エアアジア X など) やライオン・エアのように LCC の子会社に FSC が存在するケースもある⁶。

2.2 航空ネットワークの特徴

ここでは、バリューアライアンスとエアアジアグループの航空ネットワーク特徴をまとめる。結果から述べると、2つの航空ネットワークは、路線数や距離などの面の特徴に大きな差異は見られない。航空ネットワークの規模という面からは、アライアンスの結成は、十分にエアアジアネットワークに対抗しうることを表している。

2.2.1 バリューアライアンス

バリューアライアンスは、バニラエア (Vanilla Air : 日本)、セブパシフィック航空 (Cebu Pacific Air : フィリピン)、チェジュ航空 (Jeju Air : 韓国)、ノックエア (Nok Air : タイ)、ノックスコート (NokSkoot : タイ)、スコート (Scoot : シンガポール)、タイガーエア (Tigerair : シンガポール)、タイガーエア・オーストラリア (Tigerair Australia : オーストラリア) の7か国・8社により構成されている。分析の結果、バリューアライアンスは248の路線を持っていた (図1)⁷。これはエアアジア・グループネットワークとほぼ同様の値

⁴ Taumoepeau (2013) を参照。

⁵ 「空の自由」とは、航空業務の運送形態を分類して、それらを権利として相手国と交換しあう「運輸権」のことであり、第7の自由とは自国を経由しない、相手国と第三国の輸送を行う自由、第8の自由とは相手国から自国に向かう運送において、相手国で載せた旅客を相手国の他の場所で下すことができる自由 (タグエンド・カボタージュ)、第9の自由とは相手国の二地点を結ぶ輸送を行う自由 (カボタージュ) のことである。

⁶ また、ジェットスターグループに関しては、親会社である FSC のカンタス航空とコードシェアを行っており、日本でもジェットスター・ジャパンは日本国内市場において、日本航空などとコードシェアをおこなっている。

⁷ データの収集については2016年7月時点における各社ホームページよりその就航路線の有無を確認した。また各路線の距離については World Airports Codes のウェブサイト (<https://www.world-airport-codes.com/distance/>) より IATA コードを入力し

を示している。そのうち最も距離の長い路線は、フィリピンのニノイ・アキノ国際空港と中東・サウジアラビアのキング・ハーリド国際空港を結ぶ7,777.28kmのスクートの路線である。一方で最も距離の短い路線はフィリピンのマクタン・セブ国際空港とフィリピンのバコロド＝シライ国際空港とを結ぶ117.57kmの路線である。路線の総距離は485,874.77km、1路線当たりの平均距離は1,959.17kmとなる。先述したようにバリューアライアンスのネットワークは8社の航空連合から構成されており、その詳細を見ていくと表1に示しているように事業者間で違いが見られる。例えば、スクートにおいては26の路線を就航しているなかで、平均路線距離が4,000kmを超える。他方で同程度のノックエアにおいては900km余りとなり、事業者間での戦略の違いを確認することができる。他にもセブパシフィック航空、タイガーエアのように長距離・短距離路線を抱えており、エアアジアグループと同様な事業展開を行っている場合もある。

表1 バリューアライアンスとエアアジアグループの特徴について(路線数以外の単位:km)

	エアバニラ	タイガー エア	タイガーエア オーストラリア	セブパシフィック	ノックエア
路線数	8	41	21	84	24
最も距離の短い路線	654.69	297.46	442.5	117.57	320.18
最も距離の長い路線	2937.57	4,174.98	4,381.76	7,777.28	981.67
路線距離の合計値	13,595.86	93,931.77	38,371.05	140,461	13,077.9
路線距離の平均値	1,699.483	2,291.019	1,827.193	1,672.155	544.9125
	ノック スクート	スクート	チェジュエア	バリュー アライアンス	エアアジア グループ
路線数	7	26	37	248	245
最も距離の短い路線	1,863.68	1,445.62	225.1	117.57	129.85
最も距離の長い路線	4,644.36	7,359.63	3,697.79	7,777.28	8,702.93
距離の合計値	2,1921.54	106,264.3	58,251.3	485,874.8	464,720.2
距離の平均値	3,131.649	4087.09	1,574.359	1,959.172	1,896.817

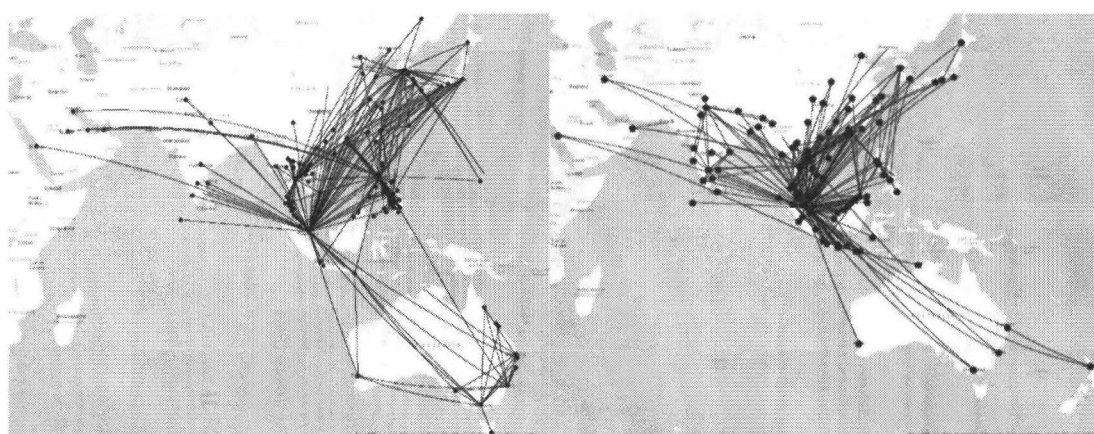


図1 バリューアライアンスの路線網(左図)とエアアジアグループの路線網(右図)

算出した。データの加工においては地理情報システムのソフト ArcGIS で行った。また各空港のポイントデータは datahub のウェブサイト (<https://datahub.io/>) より緯度、経度を取得して作成した。

2.2.2 エアアジアグループ

エアアジアグループは245の路線から形成されている(図1)。このうち最も距離の長い路線は8,702.93kmのニュージーランドのオークランド国際空港とマレーシアのクアラルンプール国際空港を結ぶ路線である。一方で最も距離の短い路線は129.85kmのマレーシアのペナン島と同国のランカウイ国際空港間を結ぶ路線である。また路線の総距離は464,720.2kmとなり、1路線当たりの平均距離は1,896.817kmである。

3. 航空ネットワーク分析

3.1 社会的ネットワークの基礎概念

本節では、分析に利用する社会的ネットワーク分析の基本的概念(次数、密度、中心性)を紹介する⁸。「次数(Degree)」とは、各点に接続するリンクの数を表している。この値が大きいほど、接続するリンクの数が多し。「密度(Density)」は、ネットワークに含まれる関係の密さを示す割合である。密度の値が大きければ大きいほど、辺の数が多いのでグラフが複雑になる。

「中心性(Centrality)」に関しては、「次数中心性(Degree centrality)」、「媒介中心性(Betweenness centrality)」、「近接中心性(Closeness centrality)」、「固有ベクトル中心性(Eigenvector centrality)」の4つの中心性の概念により判断され、整理すると表2のようになる。

3.2 分析結果

2つの航空ネットワークについて、各種指標の値を求めてみると、表3、図2のようになる⁹。次数に関するデータを表2から見ると、10以上の次数を持つ空港は、エアアジアグループで7、バリューアライアンスで8となっているおり、大きな違いはないが、エアアジアグループの方がクアラルンプール国際空港(KUL)やドムアン空港(DMK)といった空港に路線が集中している。バリューアライアンスにおいてはチャンギ国際空港(SIN)が61、ニノイ・アキノ国際空港(MNK)が48となり集中の度合いが小さい。ただし、図2に示すように両ネットワークとも、次数(路線数)の多い順に並べたグラフの特徴に、累乗近似が当てはまり、それぞれスケールフリー性の特徴を持つ。通常、両ネットワークは異なる経緯から構成されるネットワークであり、特にバリューアライアンスにおいてスケールフリー性はそれほど高くないのではないかと予想されたが、十分に高いスケールフリー性を示す結果となった。

表4には直径、平均測地線距離、密度、そして4つの中心性の分析結果を示している¹⁰。直径においてはエアアジアグループが1ノード分、小さなネットワークになっているが、平均測地線距離、密度の指標に関してはバリューアライアンスと大きな違いが見られない。

他方で4つの中心性については違いが見られた。それぞれ見ていくと、次数中心性は最大、平均、中央値とも、バリューアライアンスに比べてエアアジアグループの方が高くなっている。これは先述したようにエアアジアグループは、路線の集中度が高い空港を持っており、これが次数中心性の高さを示すものとして、スケールフリー性を高めている。

また媒介中心性は最大でエアアジアグループの方が高く、平均でバリューアライアンスの方が高いという結果となった。エアアジアグループにおいては、様々な経路において、ハブとなるノードを通過する必要があることから最大が高い結果になったと考えられる。一方でバリューアライアンスにおいてもスケールフリー性

⁸ 牧野(2012)、安田(1997)を参照。

⁹ 図2は縦軸に次数、横軸に次数の多い空港から順番に並べたものである。

¹⁰ このうち直径はノードとリンクで構成されるネットワークの中で、任意の2点間のノードに移動する場合において、最も遠くに到達するノードの数を示す。また平均測地線距離は任意の2点間のノード間の移動に際して、平均していくつノードを通るのかを示すものである。最後にグラフ密度はこの値が高いほどリンクの数が多くなり、複雑なネットワークとなる。

が見られるものの、1つのノードへの集中度が低く複数のハブが存在するため、媒介中心性の平均が高い結果となった。

次に近接中心性は最大、平均ともにエアアジアグループの方が高い値を示しているものの、大きな違いは見られなかった。スケールフリー性の高いエアアジアグループの方が他のノードに対して短い距離で到達できる。

最後に固有ベクトル中心性はバリューアライアンスの方が最小、最大、平均、中央値のいずれにおいても高い値となった。バリューアライアンスはスケールフリー性の程度がエアアジアグループに比べて小さく、複数のハブの抱えていることから、結果に違いが生じていると考えられる。

表2 4つの中心性について

次数中心性 (Degree Centrality)	媒介中心性 (Betweenness Centrality) ¹¹
<p>ノードから生じるリンクの数により中心性を測る指標。この値が高いほどノードから出ているリンクの数が多く、中心性が高い。</p> $C_i^D = \frac{k_i}{N-1}$ <p>k_i は節点<i>i</i>を一端とする辺数</p>	<p>ノード間の移動の間にどれだけ通過するノードがふくまれているかを示す指標。この値が高いノードほど他のノードとの仲介性が高い。</p> $C_i^B = \frac{\sum_{j < k \in \{1, \dots, N\}} path_{jk}(i) / path_{jk}}{(N-1)(N-2)}$ <p>$path_{jk}$: 節点<i>j, k</i>間の最短経路の数</p> <p>$path_{jk}(i)$: 節点<i>i</i>を経路に含む最短経路の数</p>
近接中心性 (Closeness Centrality) ¹²	固有ベクトル中心性 (Eigenvector Centrality) ¹³
<p>ネットワーク内における他のノードへの近さを示す指標。高いノードほど他のネットワークとの距離が近く、距離的に優位性を持つ。</p>	<p>あるノードとリンクを形成するノードがどの程度、他のノードとの関係性を持つのかを測る指標。高い値であるほど、他のノードとの関係性が強い。</p>

表3 バリューアライアンスとエアアジアグループの10以上の次数を持つ空港

	1	2	3	4	5	6	7	8
バリューアライアンス	SIN	MNL	DMK	ICN	CEB	PUS	NRT	MEL
	61	48	32	23	18	10	10	10
エアアジアグループ	KUL	DMK	BKI	JHB	MNL	PEN	SIN	
	86	56	16	13	12	12	11	

¹¹ ネットワークの構造上、そのノードを取り除くとそれまで連結であったネットワーク（もしくはその一部分）がバラバラに分離してしまうノードのことを切断点 (cutpoint) と呼び、また、そのノードを取り除くと連結されていたネットワークが切断されてしまうノードのことをブリッジ (bridge) と呼ぶ。それらは1つとは限らないので、これらを集めて切断集合 (cutset) とよぶ。このような切断点やブリッジの概念は社会ネットワークにおける「要衝」、すなわち、ある社会ネットワークにおいて異なる集団同士をつなぐ顔の広いキーパーソンだったり、また交通網で言えばそこがボトルネックになるような重要な地点の可能性が高い、という捉え方ができる。

¹² グラフの最短経路長に基づく中心性は、近接中心性以外にも「離心中心性」(Eccentricity centrality) がある。

¹³ 隣接行列が非対称的な場合は、注意が必要である。

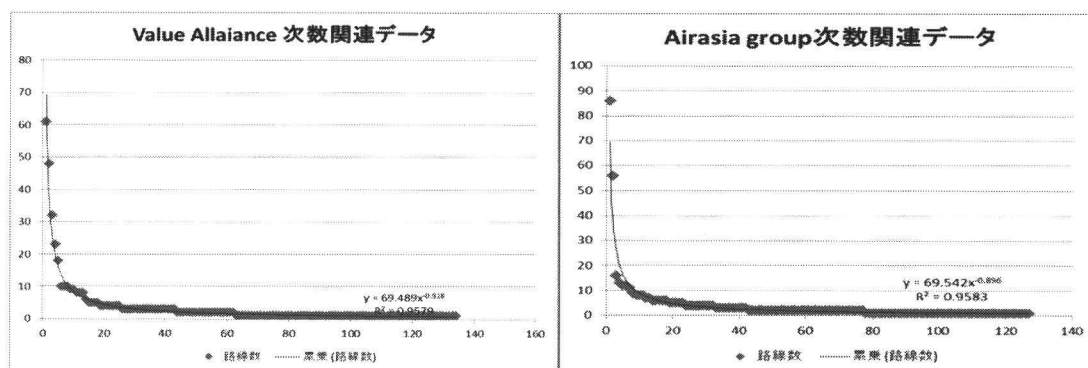


図2 バリュアライアンスとエアアジアグループの次数関連データ

表4 バリュアライアンスとエアアジアグループとの社会的ネットワークの分析結果

		バリュアライアンス	エアアジアグループ
直径(Diameter)		6	5
平均測地線距離 (Average Geodesic Distance)		2.716	2.389
密度(Density)		0.026	0.030
次数中心性 (Degree Centrality)	最小	0.008	0.008
	最大	0.459	0.677
	平均	0.026	0.031
	中央値	0.008	0.016
媒介中心性 (Betweenness Centrality)	最小	0	0
	最大	4979.602	5329.501
	平均	115.500	87.349
	中央値	0	0
近接中心性 (Closeness Centrality)	最小	0.002	0.002
	最大	0.005	1
	平均	0.003	0.019
	中央値	0.003	0.003
固有ベクトル中心性 (Eigenvector Centrality)	最小	0.350	0
	最大	16.920	0.067
	平均	1.000	0.008
	中央値	0.409	0.006

4. 結語

本稿では、バリュアライアンスとエアアジアグループの2つの航空ネットワークを取り上げ、それぞれの特徴を記述し、さらにネットワーク分析をすることによりそれぞれのネットワーク構造を分析した。

ネットワーク競争において、外部性が存在するのであれば、モデル分析からは複数のネットワークが存在する可能性は、非常に低くなる。よって、今まで、広大なフランチャイズネットワークを作ることによって、アジア・太平洋地域でネットワークを構築してきたエアアジアなどに対して、バリュアライアンスが、ネット

ワークの構造上、競争力を持っているのか注目点である。ネットワークの構造から比較すると両航空ネットワークにおける現状の分析は、路線数、路線の長さなどほぼ同程度のネットワークとなっていたことが明らかとなった。

また社会的ネットワーク分析から、フランチャイズ化をおこない、巨大な LCC 航空ネットワークを作り上げたエアアジアグループは、各国の LCC 航空事業者の連合体であるバリューアライアンスに比べて一部の空港への集中度が高いネットワークを構築していることがわかる。両ネットワークとも、複雑ネットワークにおいてはスケールフリー性をもっているが、その詳細を見るとバリューアライアンスにおいてはアライアンスの各航空会社の拠点が複数のハブをとなっており、ネットワークの構造上スモールワールド性を持つことが見て取れる。これはもしハブとなる空港などでトラブルがある場合、ネットワークの連合である利点を生かし他の経路を利用できる利点がある。ただし、バリューアライアンスは、現時点ではあくまでもネットワークを接続した状態であり、サービスの統合や乗換のための時間の調整などは行っていない。ネットワーク構造上の利点を生かすための取組が行われるのか、注視していく必要がある。

アジア航空市場は、今後も規模が大きくなると予想されているが、アセアン統一市場など自由化もさらに進み、北米やヨーロッパ市場のように成熟に向けてこれから様々な変化も生まれると考えられる。ここでは2つのネットワークの現時点での構造を捉える取り組みをおこなったが、ヤンら (2008) のような既存の研究のパフォーマンス指標などと組み合わせた分析を行うことが今後の研究課題である。また、本稿では現在のネットワークを対象として分析を行ったが、時間的な変化によりネットワーク構造がどのように変化するかなどに注目し、ネットワーク競争の時間的な変化をとらえ、自由化政策の影響を分析することも課題である。

謝辞

第 75 回日本交通学会研究報告会では討論者の竹内健蔵先生 (東京女子大学) より貴重なアドバイスをいただきました。この場をお借りして深く感謝の意を表します。ただし本稿の文責は筆者に帰します。

参考文献

- Hendricks, K., Piccione, M., and G. Tan (1995) "The Economics of Hubs : The Case of Monopoly", *Review of Economic Studies*, 62, pp.83-99. (「ハブの経済学：独占の場合」『高速道路と自動車』1995年10月号 pp.59-64, 11月号 pp.62-70.)
- Hendricks, K., Piccione, M., and G. Tan (1999) "Equilibria in Networks", *Econometrica*, 67, pp.1407-1434.
- H. Sawai (2012) "Reorganizing A New Generation Airline Network Based on An Ant-Colony Optimization-Inspired Small-World Network", *Proceedings of the IEEE World Congress on Computation Intelligence*.
- A. Taumoepeau (2013) "Low Cost Carriers in Asia and the Pacific", Gross, S. and Luck, M., "The Low Cost Carrier World Wide" Ch.7, pp.113-138.
- 牧野真也 (2012) 「Excel による社会ネットワーク分析 I—ネットワークの基本特徴量—」和歌山大学経済学部ワーキングペーパーNo.11-03.
- 安田 雪 (1997) 『ネットワーク分析 -何が行為を決定するか-』新曜社
- ヤン フェルトハイス・ギョーム ブルハウト・ヤップ ドウウィット・松本秀暢 (2008) 「日本の主要空港における航空ネットワーク・パフォーマンスの評価—総合的な評価方法の提案と適用—」『運輸政策研究』第3巻第11号 pp.2-12.
- 李 虎相 (2008) 「社会ネットワーク分析にもとづく国際航空ネットワークの構造」『地学雑誌』第117巻 pp.985-996.
- リーガス=ドガニス・村上英樹・竹林幹雄・花岡伸也 (2015A) 「LCCの成功の条件 (前編)」『ていくおふ』第138巻 pp.24-39.
- リーガス=ドガニス・村上英樹・竹林幹雄・花岡伸也 (2015B) 「LCCの成功の条件 (後編)」『ていくおふ』第139巻 pp.12-25.