一般財団法人 関西空港調査会
2018 年度 調査研究助成事業

我が国の主要空港における航空ネットワークとハブ（拠点）性の定量的評価に関する研究
－関西国際空港の活性化に向けた政策提言－

成果報告書

2019 年 3 月

神　戸　大　学
松　本　秀　暢

共同研究者

関 西 外 国 語 大 学
堂　前　光　司

目　次

1 はじめに ……1

2 国際航空流動からみたアジア主要都市におけるハブ（拠点）性の検証 ……3
2.1 世界都市と都市階層 ……3
2.2 拠点性の評価モデル ……7
2.2.1 分析対象 ……7
2.2.2 分析モデル ……8
2.2.3 分析データ ……9
2.3 アジア主要都市のハブ（拠点）性 …… 11
2.3.1 2016 年の分析結果（都市ランク変数なし） …… 11
2.3.2 1982 年から 2016 年までの時系列的変化 …… 12
2.4 高度生産者サービス（APS）企業の集積と国際航空流動 …… 19
2.4.1 2016 年の分析結果（都市ランク変数あり） …… 19
2.4.2 2000 年から 2016 年までの時系列的変化 …… 19

3 アジア主要国際空港における航空ネットワークの評価 …… 23
3.1 航空ネットワークの類型化 …… 23
3.2 航空ネットワークの評価モデル …… 24
3.2.1 分析対象 …… 24
3.2.2 分析モデル …… 24
3.2.3 分析データ …… 27
3.3 航空ネットワークの多角的検証 …… 28
3.3.1 航空ネットワークの比較 …… 28
3.3.2 航空ネットワークの拡大 …… 31
3.3.3 路線別航空ネットワーク …… 32
3.4 複数空港地域と地域航空ネットワーク …… 39
3.4.1 複数空港地域 …… 39
3.4.2 航空ネットワークの比較 …… 42
3.4.3 航空ネットワークの拡大 …… 43

4 おわりに …… 45

参考文献 …… 47

謝辞 …… 50

図表一覧

【図一覧】

図 2.1　アジア地域と世界都市（2016 年）
図 2.2　都市間国際航空旅客流動における決定要因の時系列的推移（都市ランク変数なし）
（1）基本 3 変数
（2）「Alpha＋」都市
（3）「Alpha」都市
（4）「Alpha－」都市
（5）「Beta」および「Gamma」都市
図 2.3　都市間国際航空貨物流動における決定要因の時系列的推移（都市ランク変数なし）
（1）基本 3 変数
（2）「Alpha＋」都市
（3）「Alpha」都市
（4）「Alpha－」都市
（5）「Beta」および「Gamma」都市
図 2.4　都市間国際航空旅客流動における決定要因の時系列的推移（都市ランク変数あり）
（1）基本 4 変数
（2）「Alpha＋」都市
（3）「Alpha」都市
（4）「Alpha－」都市
（5）「Beta」および「Gamma」都市
図 2.5　都市間国際航空貨物流動における決定要因の時系列的推移（都市ランク変数あり）
（1）基本 4 変数
（2）「Alpha＋」都市
（3）「Alpha」都市
（4）「Alpha－」都市
（5）「Beta」および「Gamma」都市
図 3.1　航空ネットワークの類型化
図 3.2　NetScan モデルの概要
図 3.3　日本の国際拠点空港とアジア主要国際空港における航空ネットワークの比較
図 3.4　ヨーロッパ諸空港との比較
（1）アジア主要 15 国際空港とヨーロッパ主要 15 国際空港における航空ネットワークの比較
（2）関西の航空ネットワークと同クラスのヨーロッパ諸空港（ダイレクト基準）

（3）関西の航空ネットワークと同クラスのヨーロッパ諸空港
（インダイレクト基準）
（4）関西の航空ネットワークと同クラスのヨーロッパ諸空港（ハブ基準）
図 3.5　日本の国際拠点空港とアジア主要国際空港における路線別（潜在的）目的地数の推移
（1）成田
（2）羽田
（3）関西
（4）中部
（5）仁川
（6）北京首都
（7）上海浦東
（8）広州白雲
（9）香港
（10）台湾桃園
（11）ニノイ・アキノ
（12）スワンナプーム
（13）クアラルンプール
（14）シンガポール・チャンギ
（15）スカルノ・ハッタ
図 3.6　日本の国際拠点空港とアジア主要国際空港における路線別ハブ・コネクションの推移
（1）成田
（2）羽田
（3）関西
（4）中部
（5）仁川
（6）北京首都
（7）上海浦東
（8）広州白雲
（9）香港
（10）台湾桃園
（11）ニノイ・アキノ
（12）スワンナプーム
（13）クアラルンプール
（14）シンガポール・チャンギ
（15）スカルノ・ハッタ

図 3.7　日本とアジア地域における代表的な複数空港都市
（1）東京
（2）大阪
（3）名古屋
（4）札幌
（5）ソウル
（6）上海
（7）台北
（8）バンコク
図 3.8　日本の主要都市圏とアジア主要都市圏における航空ネットワークの比較

【表一覧】

表 2.1　既往研究における世界都市
表 2.2　アジア地域における世界都市と都市ランクの推移
表 2.3　都市ダミー変数導入都市
表 2.4　データの出典
表 2.5　都市ランク変数
表 2.6　2016 年における推定結果（都市ランク変数なし）
表 2.7　2016 年における推定結果（都市ランク変数あり）
表 3.1　日本の国際拠点空港とアジア主要国際空港における航空ネットワークの拡大率
表 3.2　IATA 公認のマルチエアポート
表 3.3　日本の主要都市圏とアジア主要都市圏における航空ネットワークの拡大率

1 はじめに

アジア地域では、各国政府が大規模国際空港の整備や既存空港の拡張を推進した結果、国際航空輸送ハブを巡って、国境を越えた都市間競争が起きている。例えば、1990 年以降、深圳（1991 年）、大阪（1994 年）、マカオ（1995 年）、クアラルンプール（1998 年）、香港（1998 年）、上海（1999 年）、ソウル（2001 年）、広州（2004 年）、名古屋（2005 年）、天津（2005 年）、およびバンコク（2006 年）で新空港が開港する一方で、東京やシンガポール、あるいは台北では、滑走路やターミナルをはじめ、既存空港の容量拡張が図られている。その他にも、北京とホーチミンでは、各々、2019 年と 2025 年に新空港が開港予定である。

同時に、世界の 3 大インテグレーターであるアメリカの FedEx と UPS、そしてドイツの DHL が、アジア地域内において、ハブ・アンド・スポーク型航空貨物輸送ネットワークの形成を積極的に推進している。例えば、FedEx は、2009 年にアジア太平洋地区ハブ（Asia-Pacific Regional Hub）をスービック・ベイから広州に移転すると同時に、2012 年にシンガポールで南太平洋地区ハブ（South Pacific Regional Hub）を、2014 年には大阪で北太平洋地区ハブ（North Pacific Regional Hub）を開設した。また、2018 年には、上海国際エクスプレス・貨物ハブ（New Shanghai International Express and Cargo Hub）を新規開設している。UPS は、2010 年にアジア域内ハブ（Intra-Asia Hub）をクラークから深圳に移転し、上海にも国際ハブを構築している。そして、DHL については、香港にセントラル・アジア・ハブ（Central Asia Hub）を構築すると同時に、上海には北アジア・ハブ（North Asia Hub）を、バンコクとシンガポールには地域ハブ（Regional Hub）を、そして、ソウルと台北にはゲートウェイ・ハブ（Gateway Hub）を置いている。

その一方で、我が国では、東京国際空港の再国際化、低費用航空会社（Low-cost Carriers：LCC）時代の到来、あるいは、空港事業運営権の民間売却をはじめ、世界の航空規制緩和と空港民営化の潮流の中で、特に、2010 年代に入ってから、大きな転換期を迎えている。そして、アジア諸国を中心としたインバウンド旅客需要の拡大を背景として、現在、国内外の航空会社による新規路線の開設や既存路線の拡充が相次いでいる。

以上のような背景を踏まえた上で、本研究の主な目的は、まず、国際航空流動の観点から、我が国とアジア地域における主要都市との比較の下で、大阪のハブ（拠点）性を検証することである。そして、我が国の国際拠点空港、およびアジア地域の主要国際空港との比較の下で、関西国際空港の航空ネットワークを評価することである。

その目的を達成するために、本研究では、需要側面と供給側面の双方から、以下の 2 つの研究テーマに取り組む。

テーマ①【需要側面からの分析】

国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization：ICAO）から公表されている都市間国際航空旅客流動数・貨物流動量データに基づき、我が国の 2 大都市（東京、大阪）、およびアジア地域の主要 13 都市（ソウル、北京、上海、広州、香港、台北、マニラ、ハノイ、ホーチミン、バンコク、クアラルンプール、シンガポール、ジャカルタ）を分析対象として取り上げた上で、重力モデルによって、国際航空流動の観点から、これら 15 都市におけるハブ（拠点）性を定量的に評価する。

テーマ②【供給側面からの分析】

Official Airline Guide（OAG）から公表されている航空ネットワーク・データに基づき、我が国の国際拠点 4 空港（成田国際空港、東京国際空港、関西国際空港、中部国際空港）、およびアジア地域の主要 11 国際空港（仁川国際空港、北京首都国際空港、上海浦東国際空港、広州白雲国際空港、香港国際空港、台湾桃園国際空港、ニノイ・アキノ国際空港、スワンナプーム国際空港、クアラルンプール国際空港、シンガポール・チャンギ国際空港、スカルノ・ハッタ国際空港）を分析対象として取り上げた上で、NetScan モデルによって、直行便、経由便（乗継便）、および接続便の観点から、これら 15 空港における航空ネットワークを多角的に評価する。

本研究の構成は、以下の通りとなっている。まず 2 において、先行研究を踏まえながら、世界都市と都市階層の理論を概観した上で、国際航空流動からみた我が国の 2 大都市、およびアジア地域の主要 13 都市の拠点性を検証する。次に 3 では、国際空港協議会（Airports Council International：ACI）でも採用されている NetScan モデルによって、我が国の国際拠点 4 空港とアジア地域の主要 11 国際空港における航空ネットワークの評価と比較を行う。さらに、複数空港地域と地域航空輸送の観点から、考察を加える。最後に 4 において、以上の分析結果に基づきながら、関西国際空港の現状と今後の展望について、本研究のまとめを行う。

2 国際航空流動からみたアジア主要都市におけるハブ（拠点）性の検証

2.1 世界都市と都市階層

世界経済のグローバル化に伴って多国籍企業が出現した 1970 年代以降、世界都市（World City）に関する研究が本格化した。表 2.1 は、世界都市および都市階層に関する既往研究において、世界都市階層の最上位に位置する都市を整理したものである（Beaverstock et al.（1999））。同表からは、1990 年代までの多くの研究では、ロンドン、ニューヨーク、そして東京が最上位の世界都市として位置付けられているが、Cohen（1981）や Martin（1994）では、大阪も世界都市と評価されていることが分かるだろう。

表 2.1　既往研究における世界都市

著者（出版年）	世界都市
Budd (1995)	東京、ロンドン、ニューヨーク、パリ、フランクフルト
Cohen (1981)	東京、ロンドン、大阪、パリ、ライン＝ルール
Drennan (1996)	ロンドン、ニューヨーク、東京
The Economist (1992)	ニューヨーク、東京、ロンドン
The Economist (1998)	ロンドン、ニューヨーク、東京
Feagin and Smith (1987)	ニューヨーク、ロンドン、東京
Friedmann (1986)	ロンドン、パリ、ニューヨーク、シカゴ、ロサンゼルス
Friedmann (1995)	ロンドン、ニューヨーク、東京
Friedmann and Wolff (1982)	東京、ロサンゼルス、サンフランシスコ、マイアミ、ニューヨーク
Glickman (1987)	ニューヨーク、東京、ロンドン、パリ
Hall (1966)	ロンドン、パリ、ランスタッド、ライン＝ルール、モスクワ
Heenan (1977)	コーラル・ゲーブルズ（マイアミ）、パリ、ホノルル
Hymer (1972)	ニューヨーク、ロンドン、パリ、ボン、東京
Knox (1995, 1996)	ロンドン、ニューヨーク、東京
Lee and Schmidt-Marwede (1993)	ロンドン、ニューヨーク、東京
Llewelyn-Davies (1996)	ロンドン、パリ、ニューヨーク、東京
Martin (1994)	ロンドン、ニューヨーク、東京、大阪、シカゴ
Meyer (1986)	ニューヨーク、ロンドン、パリ、チューリッヒ、東京
Muller (1997)	ロンドン、ニューヨーク、東京
O'Brien (1992)	ロンドン、フランクフルト、パリ、香港、シンガポール
Reed (1981)	ロンドン
Reed (1989)	ニューヨーク、ロンドン
Sassen (1991)	ニューヨーク、ロンドン、東京
Sassen (1994a, b)	ニューヨーク、ロンドン、東京、パリ、フランクフルト
Short et al (1996)	東京、ロンドン、ニューヨーク、パリ、フランクフルト
Thrift (1989)	ニューヨーク、ロンドン、東京
Warf (1989)	ニューヨーク、ロンドン、東京

注 1）Hall（1966）を除いて、グローバル都市階層構造の上位 5 都市のみ表記している。
注 2）色付きは、国際金融センターとしての都市研究である。
出所）Beaverstock et al. (1999), Table 1 より、筆者引用。

Friedmann（1986）は、世界都市仮説（The World City Hypothesis）の中で、世界都市とは、

①国籍企業の本社部門、法人本部、および金融センターが立地する都市

②中枢管理機能の集積に伴って、高次ビジネス・サービス（金融、輸送、通信、広告、保険、法務等）が立地する都市

③国際的な都市階層の中に位置付けられる都市

であると定義している。同論文では、特に、多国籍企業の本社立地を重視しているが、Sassen（1991）は、中枢管理機能を支える高次ビジネス・サービスの集積こそが国際的な都市階層を規定し、すなわち、グローバル都市（Global City）を形成すると主張している。

その一方で、イギリスのラフバラー（Loughborough）大学地理学部に設置されている研究グループである Globalization and World Cities Research Network（GaWC）は、Friedmann（1986）や Sassen（1991）のアプローチが、都市属性のみに焦点を当てており、都市の相互関連性を考慮していないと指摘している。そして、高次ビジネス・サービスの中でも、金融、銀行、会計、保険、法律、コンサルタント、および広告を高度生産者サービス（Advanced Producer Services：APS）として取り上げ、これら APS 企業の本支社立地によって、都市間ネットワークや都市相互の連結性を間接的に計測している。具体的には、まず、APS 企業の本社が立地している場合は 5 ポイント、地域本部であれば 4 ポイント、統括支社であれば 3 ポイント、支社であれば 2 ポイント、出張所であれば 1 ポイント、そしてオフィスが立地していなければ 0 ポイントを割り当てる。次に、これら APS 企業の本支社数やその機能的な重要性を基準として、都市を 5 段階（Alpha、Beta、Gamma、High sufficiency、Sufficiency）で評価した上で、さらに、「Alpha」都市は 4 段階（Alpha＋＋、Alpha＋、Alpha、Alpha－）、「Beta」都市と「Gamma」都市は 3 段階（Beta＋、Beta、Beta－、および Gamma＋、Gamma、Gamma－）に区分し、グローバル・サービス・センターとしての都市ランキングを作成している。

すなわち、GaWC による分析では、オフィスの機能的な重要性を反映した連鎖的ネットワークモデル（Interlocking Network Model）によって、都市を得点化する。ここで、企業 i（i=1, ･･･, m）の都市 j（j=1, ･･･, n）におけるサービス価値を v_{ij}（v_{ij}=0, ･･･, 5）とすると、企業 i の都市 a と都市 b の連鎖関係（Interlock）は、

$$r_{ab,\,i} = v_{ai} \cdot v_{bi} \tag{2.1}$$

これを、m 企業で合計すると、

$$r_{ab} = \sum_{i} r_{ab,\,i} \tag{2.2}$$

各都市は n－1 都市と連鎖関係（Interlock）があるため、都市 a のネットワーク連結性（Network Connectivity）、すなわち、都市の世界ネットワークへの統合度は、

$$C_a = \sum_j r_{aj} \quad where a \neq j \tag{2.3}$$

と表わされる。

基本的に、GaWC は 2000 年から 4 年ごとに世界都市に関する研究成果を公表しており、例えば、最新の 2016 年版では、世界の 707 都市における 175 の世界的な APS 企業を取り上げている。そして、2000 年以降、最上位都市（Alpha＋＋）にはロンドンとニューヨークのみが位置付けられ、近い将来、これに香港が加わると予想されている（Taylor and Derudder（2016））。

表 2.2 は、GaWC による都市ランクの推移について、最新年度の 2016 年において、「Sufficiency」以上であったアジア地域の都市を取り上げたものである。同年においては、シンガポール、香港、北京、東京、および上海の 5 都市が「Alpha+」都市であり、同地域の最上位都市に位置付けられている。続いて、「Alpha」都市として、ソウル、クアラルンプール、およびジャカルタの 3 都市が、「Alpha-」都市として、バンコク、台北、広州、およびマニラの 4 都市が位置付けられており、アジア地域には、Alpha クラスの都市が合計 12 都市存在している。

また、各都市の経年的な都市ランクの推移に着目すると、中国の諸都市が急速にランクを上げていることが観察される。例えば、2016 年に「Alpha＋」都市である北京と上海は、各々、2000 年には「Beta＋」都市、および「Alpha－」都市であった。広州については、2000 年は「Gamma－」都市であったが、2016 年には「Alpha－」都市となっている。深圳に関しても、2000 年は最下位の「Sufficiency」都市であったが、2016 年には「Beta」都市となっている。その他、成都や天津、南京をはじめ、2000 年はランク付けされていなかった 24 都市が、2016 年にはランクインするようになった。

我が国における東京以外の都市については、2016 年において、大阪が「Gamma＋」都市、そして名古屋と福岡が「Sufficiency」都市となっている。

表 2.2　アジア地域における世界都市と都市ランクの推移

順位	都市	国	2000年	2004年	2008年	2012年	2016年
1	シンガポール	シンガポール	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋
2	香港	中国	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋
3	北京	中国	Beta＋	Alpha－	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋
4	東京	日本	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋
5	上海	中国	Alpha－	Alpha－	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋
6	ソウル	韓国	Beta＋	Alpha－	Alpha	Alpha－	Alpha
7	クアラルンプール	マレーシア	Alpha－	Alpha－	Alpha	Alpha	Alpha
8	ジャカルタ	インドネシア	Alpha－	Alpha－	Alpha－	Alpha－	Alpha
9	バンコク	タイ	Alpha－	Alpha－	Alpha－	Alpha－	Alpha－
10	台北	台湾	Alpha－	Alpha－	Alpha－	Alpha－	Alpha－
11	広州	中国	Gamma－	Gamma－	Beta－	Beta＋	Alpha－
12	マニラ	フィリピン	Beta＋	Gamma＋	Beta＋	Beta＋	Alpha－
13	ホーチミン	ベトナム	Gamma	High Sufficiency	Beta－	Beta	Beta＋
14	深圳	中国	Sufficiency	Sufficiency	Gamma	Beta－	Beta
15	ハノイ	ベトナム	High Sufficiency	High Sufficiency	High Sufficiency	Beta－	Beta
16	成都	中国	－	－	Sufficiency	High Sufficiency	Beta－
17	天津	中国	－	－	Sufficiency	Gamma－	Beta－
18	南京	中国	－	－	Sufficiency	High Sufficiency	Gamma＋
19	杭州	中国	－	－	－	High Sufficiency	Gamma＋
20	青島	中国	－	－	－	High Sufficiency	Gamma＋
21	大阪	日本	High Sufficiency	Gamma－	High Sufficiency	Gamma＋	Gamma＋
22	大連	中国	－	－	Sufficiency	Sufficiency	Gamma
23	重慶	中国	－	－	－	High Sufficiency	Gamma
24	廈門	中国	－	－	－	Sufficiency	Gamma
25	台中	台湾	－	－	－	－	Gamma－
26	武漢	中国	－	－	－	Sufficiency	Gamma－
27	蘇州	中国	－	－	－	－	Gamma－
28	長沙	中国	－	－	－	－	Gamma－
29	ヤンゴン	ミャンマー	－	－	－	－	Gamma－
30	西安	中国	－	－	－	Sufficiency	Gamma－
31	瀋陽	中国	－	－	－	－	Gamma－
32	済南	中国	－	－	－	－	High Sufficiency
33	ジョホールバル	マレーシア	－	－	Sufficiency	Sufficiency	High Sufficiency
34	プノンペン	カンボジア	－	－	－	Sufficiency	High Sufficiency
35	高雄	台湾	－	－	Sufficiency	Sufficiency	High Sufficiency
36	昆明	中国	－	－	－	－	Sufficiency
37	福州	中国	－	－	－	－	Sufficiency
38	ウランバートル	モンゴル	－	－	－	－	Sufficiency
39	ペナン	マレーシア	－	－	Sufficiency	Sufficiency	Sufficiency
40	スラバヤ	インドネシア	－	－	－	Sufficiency	Sufficiency
41	ラブアン	マレーシア	High Sufficiency	High Sufficiency	Sufficiency	Sufficiency	Sufficiency
42	マカオ	中国	－	Sufficiency	Sufficiency	Sufficiency	Sufficiency
43	太原	中国	－	－	－	－	Sufficiency
44	セブ	フィリピン	－	－	－	Sufficiency	Sufficiency
45	長春	中国	－	－	－	－	Sufficiency
46	寧波	中国	－	－	－	－	Sufficiency
47	鄭州	中国	－	－	－	－	Sufficiency
48	南寧	中国	－	－	－	－	Sufficiency
49	ハルビン	中国	－	－	－	－	Sufficiency
50	名古屋	日本	－	Sufficiency	Sufficiency	Sufficiency	Sufficiency
51	ウルムチ	中国	－	－	－	－	Sufficiency
52	福岡	日本	－	－	－	Sufficiency	Sufficiency

注）同ランクにおける都市の順位については、上位のものから記載している。
出所）The World According to GaWC（http://www.lboro.ac.uk/gawc/gawcworlds.html）より、筆者作成。

2.2 拠点性の評価モデル

2.2.1 分析対象

図 2.1 は、本研究が分析対象とする地域と都市を示したものである。ここで、分析対象都市については、GaWC（2016）において、「Gamma－」以上に位置付けられた都市のうち、2000 年から継続的にランク付けされている都市を取り上げた。ただし、データの関係上、深圳を除外した結果、合計 15 都市となっている。

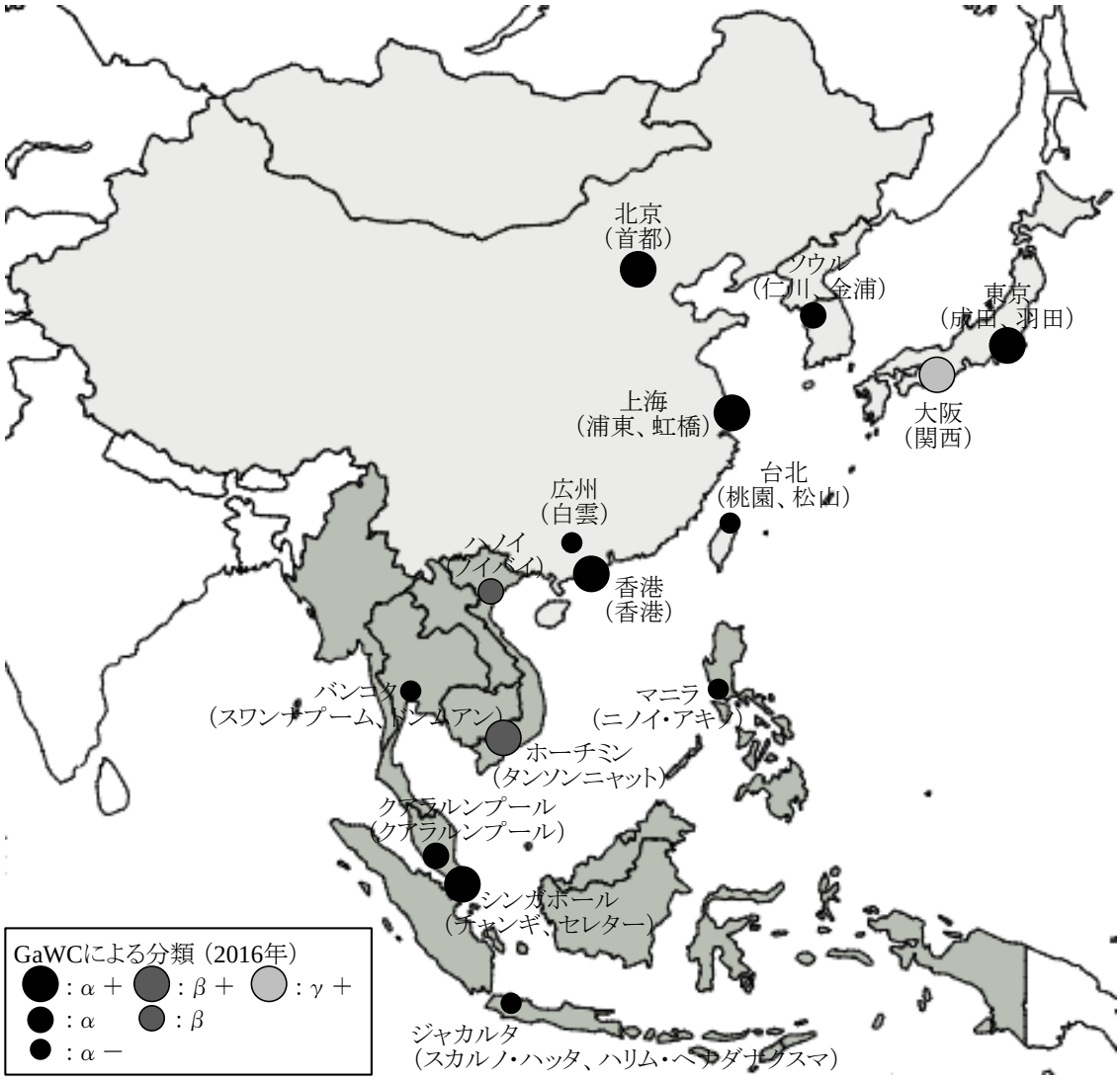


図 2.1　アジア地域と世界都市（2016 年）

注 1）アジア地域とは、大韓民国、中華人民共和国、朝鮮民主主義人民共和国、日本、モンゴル国、中華民国、およびアセアン 10 ヶ国（インドネシア、カンボジア、シンガポール、タイ王国、フィリピン、ブルネイ、ベトナム、マレーシア、ミャンマー、ラオス）、そして東ティモールの合計 16 ヶ国 1 地域である。

注 2）（　　）内は、各都市の国際空港を示している。

2.2.2 分析モデル

以下では、アジア地域における都市間国際航空旅客流動数・貨物流動量を説明するために、重力モデルを用いて分析を行う。同モデルは、航空旅客・貨物流動の空間的秩序や法則性、さらには拠点性を明らかにするために利用されることが多い（Harvey（1951）、Richmond（1955）、Lansing and Blood（1958）、Lansing et al.（1961）、Taaffe（1962）、Howrey（1969）、Long（1970）、Wojahn（2001）、Matsumoto（2004，2007）、Grosche et al.（2007）、Hwang and Shiao（2011）、Matsumoto et al.（2016）、Matsumoto and Domae（2018，2019））。重力モデルはシンプルで適用しやすい利点があり、また分析対象が広範囲にわたる場合には、特に有用である。

被説明変数は、都市間国際航空旅客が双方向で 1 万人以上の都市ペアの流動数、そして都市間国際航空貨物が双方向で 100 トン以上の都市ペアの流動量であり、図 2.1 で示したアジア地域を出発地、あるいは到着地とする全ての都市ペアを分析対象とした。そして、各都市が属する国の 1 人当たり実質 GDP、都市圏人口、および都市間距離を説明変数とし、さらに、都市のハブ（拠点）性を検証するために、図 2.1 で取り上げた合計 15 都市に対して、表 2.3 に示すように、都市ダミー変数を導入した。

ここでは、同変数のパラメーター推定値の大きさによって、国際航空輸送からみたアジア主要都市のハブ（拠点）性を、定量的に評価する。例えば、乗り換え旅客数や積み替え貨物量が多い都市ほど、ハブ（拠点）として機能しているといえ、この値は大きくなる。同時に、新空港の開港やインテグレーターのハブ開設が、都市の拠点性に与える影響も検証する。

さらに、都市ランクの観点からも検証を行う。すなわち、GDP と人口、距離から構成される上記の基本的な重力モデルに対して、新たに世界都市ランクを表す変数（都市ランク変数）を導入した。ただし、データ制約の関係から、都市ランクを考慮した場合と考慮しない場合の 2 つに分けて、以下では、モデルの推定を行った。

以上を踏まえて、ここでは（2.4）式のようにモデルを特定化し、対数変換した上で、最小 2 乗法によって各パラメーターの推定を行った。

$$T_{ij} = A\frac{(G_iG_j)^{\alpha}(P_iP_j)^{\beta}(B_iB_j)^{\gamma}\exp(\varepsilon C_1)\exp(\zeta C_2)\exp(\eta C_3)\cdots\exp(\rho C_{13})\exp(\sigma C_{14})\exp(\tau C_{15})}{(D_{ij})^{\delta}} \quad (2.4)$$

ここで、

T_{ij}：都市 ij 間の国際航空旅客流動数・貨物流動量
G_i：都市 i の属する国の 1 人当たり実質 GDP（2010 年価格／US ドル換算）
G_j：都市 j の属する国の 1 人当たり実質 GDP（2010 年価格／US ドル換算）
P_i：都市 i の都市圏人口（千人）
P_j：都市 j の都市圏人口（千人）

B_i：都市 i の都市ランク変数
B_j：都市 j の都市ランク変数
D_{ij}：都市 ij 間の距離（km）
C_1～C_{15}：都市ダミー変数（表 2.3 参照）
A：定数項

表 2.3　都市ダミー変数導入都市

都市ダミー変数	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
都市	シンガポール	香港	北京	東京	上海
GaWC (2016)	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋	Alpha＋
都市ダミー変数	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
都市	ソウル	クアラルンプール	ジャカルタ	バンコク	台北
GaWC (2016)	Alpha	Alpha	Alpha	Alpha－	Alpha－
都市ダミー変数	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
都市	広州	マニラ	ホーチミン	ハノイ	大阪
GaWC (2016)	Alpha－	Alpha－	Beta＋	Beta	Gamma＋

2.2.3 分析データ

表 2.4 は、利用データを示したものである。都市間国際航空旅客流動数・貨物流動量データは、現時点で 1982 年から 2016 年まで入手可能であるため、時系列分析は同期間に合わせて行った。ただし、Derudder and Witlox（2005a，2005b，2008）が指摘するように、国際民間航空機関（ICAO）の国際航空流動統計は、特に、東南アジア地域において、LCC が急速に発展しているものの（Bowen（2016））、その流動量データが欠損しているケースもある。このような場合には、On-flight Origin and Destination（OFOD）、および Traffic by Flight Stage（TFS）の双方の統計を利用することによって、その不完全性に対処した。

表 2.4　データの出典

データ	出　典
都市間国際航空旅客流動数・貨物流動量	On-flight Origin and Destination, International Civil Aviation Organization, 1982-2016. Traffic by Flight Stage, International Civil Aviation Organization, 1982-2016.
1人当たり実質GDP	World Bank National Accounts Data, and OECD National Accounts Data Files (June 2018), World Bank Statistical Yearbook, Sixty Issue, United Nations World Economic Outlook Database (April 2018), International Monetary Fund
都市圏人口	World Urbanization Prospects (The 2018 Revision), United Nations Demographic Yearbook (1982-2016), United Nations
都市間距離	Great Circle Mapper (http://www.gcmap.com/)

一方、都市ランク変数に関しては、GaWC の都市評価に基づき作成した。具体的には、表 2.5 に示すように、「Alpha＋」都市は 12、「Alpha」都市は 11、「Alpha－」都市は 10、「Beta＋」都市は 9、「Beta」都市は 8、「Beta－」都市は 7、「Gamma＋」都市は 6、「Gamma」都市は 5、「Gamma－」都市は 4、「High sufficiency」都市は 3、「Sufficiency」都市は 2、それ以下の都市は 1 を割り当てた。すなわち、都市ランク変数は、APS 企業の集積指標に基づいた変数であると解釈できる。

表 2.5　都市ランク変数

順位	都市	国	GaWC（2016年）	都市ランク変数				
				2000年	2004年	2008年	2012年	2016年
1	シンガポール	シンガポール	Alpha＋	12	12	12	12	12
2	香港	中国	Alpha＋	12	12	12	12	12
3	北京	中国	Alpha＋	9	10	12	12	12
4	東京	日本	Alpha＋	12	12	12	12	12
5	上海	中国	Alpha＋	10	10	12	12	12
6	ソウル	韓国	Alpha	9	10	11	10	11
7	クアラルンプール	マレーシア	Alpha	10	10	11	11	11
8	ジャカルタ	インドネシア	Alpha	10	10	10	10	11
9	バンコク	タイ	Alpha－	10	10	10	10	10
10	台北	台湾	Alpha－	10	10	10	10	10
11	広州	中国	Alpha－	4	4	7	9	10
12	マニラ	フィリピン	Alpha－	9	6	9	9	10
13	ホーチミン	ベトナム	Beta＋	5	3	7	8	9
14	深圳	中国	Beta	2	2	5	7	8
15	ハノイ	ベトナム	Beta	3	3	3	7	8
16	成都	中国	Beta－	－	－	2	3	7
17	天津	中国	Beta－	－	－	2	4	7
18	南京	中国	Gamma＋	－	－	2	3	6
19	杭州	中国	Gamma＋	－	－	－	3	6
20	青島	中国	Gamma＋	－	－	－	3	6
21	大阪	日本	Gamma＋	3	4	3	6	6
22	大連	中国	Gamma	－	－	2	2	5
23	重慶	中国	Gamma	－	－	－	3	5
24	廈門	中国	Gamma	－	－	－	2	5
25	台中	台湾	Gamma－	－	－	－	－	4
26	武漢	中国	Gamma－	－	－	－	2	4
27	蘇州	中国	Gamma－	－	－	－	－	4
28	長沙	中国	Gamma－	－	－	－	－	4
29	ヤンゴン	ミャンマー	Gamma－	－	－	－	－	4
30	西安	中国	Gamma－	－	－	－	2	4
31	瀋陽	中国	Gamma－	－	－	－	－	4
32	済南	中国	High Sufficiency	－	－	－	－	3
33	ジョホールバル	マレーシア	High Sufficiency	－	－	2	2	3
34	プノンペン	カンボジア	High Sufficiency	－	－	－	2	3
35	高雄	台湾	High Sufficiency	－	－	2	2	3
36	昆明	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
37	福州	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
38	ウランバートル	モンゴル	Sufficiency	－	－	－	－	2
39	ペナン	マレーシア	Sufficiency	－	－	2	2	2
40	スラバヤ	インドネシア	Sufficiency	－	－	－	2	2
41	ラブアン	マレーシア	Sufficiency	3	3	2	2	2
42	マカオ	中国	Sufficiency	－	2	2	2	2
43	太原	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
44	セブ	フィリピン	Sufficiency	－	－	－	2	2
45	長春	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
46	寧波	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
47	鄭州	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
48	南寧	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
49	ハルビン	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
50	名古屋	日本	Sufficiency	－	2	2	2	2
51	ウルムチ	中国	Sufficiency	－	－	－	－	2
52	福岡	日本	Sufficiency	－	－	－	2	2

2.3 アジア主要都市のハブ（拠点）性

2.3.1 2016 年の分析結果（都市ランク変数なし）

表 2.6 は、2016 年における都市ランク変数を除いた分析結果を示したものである。自由度調整済決定係数（Adj.R^2）から、本モデルの適合度は相対的に良好であるといえるだろう。説明変数についても、大阪を除く全ての変数が 1%水準で有意であり、本モデルは、アジア地域発着（域内を含む）の国際航空旅客・貨物流動パターンを、かなりの程度、説明していると判断できる。

各説明変数のパラメーター推定値の大きさについて検証すると、まず、GDP、人口、および距離のパラメーター推定値は相対的に小さく、同地域における都市間国際航空旅客流動数・貨物流動量を説明する上で、これら基本的な 3 変数の重要性は小さいといえる。また、貨物に関する距離の推定値はマイナスとなっており、これは、インテグレーターによるハブ・アンド・スポーク型輸送ネットワーク・システムの影響を反映した結果であると解釈できるだろう。

表 2.6　2016 年における推定結果（都市ランク変数なし）

変数	GaWC（2016年）		旅客					貨物				
			非標準化係数		標準化係数	t値	Sig.	非標準化係数		標準化係数	t値	Sig.
			B	標準誤差	β			B	標準誤差	β		
定数項		lnA	6.80	0.60		11.28**	0.00	-5.03	1.11		-4.56**	0.00
GDP		α	0.18	0.02	0.24	7.58**	0.00	0.36	0.04	0.33	8.32**	0.00
人口		β	0.10	0.02	0.12	3.99**	0.00	0.17	0.04	0.13	3.94**	0.00
距離		γ	0.16	0.04	0.12	4.41**	0.00	-0.21	0.06	-0.11	-3.45**	0.00
シンガポール	Alpha＋	ε	0.83 [2.30]	0.17	0.13	5.02**	0.00	0.67 [1.94]	0.25	0.08	2.71**	0.01
香港	Alpha＋	ζ	1.34 [3.83]	0.12	0.32	11.21**	0.00	2.12 [8.32]	0.18	0.39	11.79**	0.00
北京	Alpha＋	η	0.93 [2.52]	0.13	0.21	7.4**	0.00	1.40 [4.04]	0.20	0.22	6.91**	0.00
東京	Alpha＋	θ	0.99 [2.69]	0.14	0.22	6.86**	0.00	1.46 [4.31]	0.22	0.24	6.57**	0.00
上海	Alpha＋	ι	1.09 [2.97]	0.13	0.24	8.33**	0.00	2.08 [8.00]	0.21	0.31	9.76**	0.00
ソウル	Alpha	κ	1.06 [2.87]	0.11	0.28	9.32**	0.00	1.85 [6.35]	0.18	0.35	10.37**	0.00
クアラルンプール	Alpha	λ	1.83 [6.22]	0.15	0.32	12.38**	0.00	1.01 [2.74]	0.24	0.12	4.24**	0.00
ジャカルタ	Alpha	μ	0.80 [2.23]	0.21	0.10	3.82**	0.00	0.90 [2.47]	0.32	0.08	2.82**	0.01
バンコク	Alpha－	ν	1.32 [3.74]	0.12	0.32	11.24**	0.00	1.91 [6.77]	0.19	0.32	9.95**	0.00
台北	Alpha－	ξ	1.03 [2.79]	0.22	0.12	4.59**	0.00	1.12 [3.06]	0.32	0.10	3.55**	0.00
広州	Alpha－	ο	0.95 [2.57]	0.15	0.17	6.36**	0.00	1.56 [4.75]	0.24	0.19	6.45**	0.00
マニラ	Alpha－	π	1.13 [3.10]	0.16	0.19	7.14**	0.00	0.96 [2.61]	0.25	0.12	3.91**	0.00
ホーチミン	Beta＋	ρ	0.94 [2.56]	0.18	0.13	5.12**	0.00	1.71 [5.53]	0.30	0.17	5.77**	0.00
ハノイ	Beta	σ	1.02 [2.78]	0.20	0.14	5.24**	0.00	1.95 [7.01]	0.31	0.18	6.24**	0.00
大阪	Gamma＋	τ	0.22 [1.25]	0.16	0.04	1.43	0.15	0.36 [1.43]	0.24	0.05	1.45	0.15
Adj.R^2					0.40					0.38		
観測数					1,048					884		

注 1）**は 1%水準で、*は 5%水準で有意を表す。
注 2）［　　］内の数値は、e を“都市ダミー変数のパラメーター推定値”乗した数値、すなわち、国際航空輸送からみた都市の拠点性を表す。

次に、都市ダミー変数のパラメーター推定値については、全都市がプラスを示しており、すなわち、基本 3 変数（GDP、人口、距離）で説明される以上の国際航空旅客流動数・貨物流動量の発着地となっているといえる。そして、旅客については、クアラルンプール、香港、バンコク、およびマニラの拠点性が大きく、貨物に関しては、香港、上海、ハノイ、

バンコク、ソウル、ホーチミン、および広州の拠点性が大きいと判断できる。これらの都市のうち、先に述べた通り、クアラルンプール（1998 年）、香港（1998 年）、上海（1999 年）、ソウル（2001 年）、広州（2004 年）、およびバンコク（2006 年）において、2000 年前後に新空港が開港している。すなわち、新空港の開港は、都市の拠点性の大きさに影響を与えたことが分かる。同時に、貨物については、ベトナム 2 都市を除いた全ての都市において、3 大インテグレーター（DHL、FedEx、UPS）のいずれかが貨物ハブを開設している。このような都市ダミー変数に関する推定結果は、基本 3 変数では説明できない都市の一側面を明らかにしているといえるだろう。

2.3.2 1982 年から 2016 年までの時系列的変化

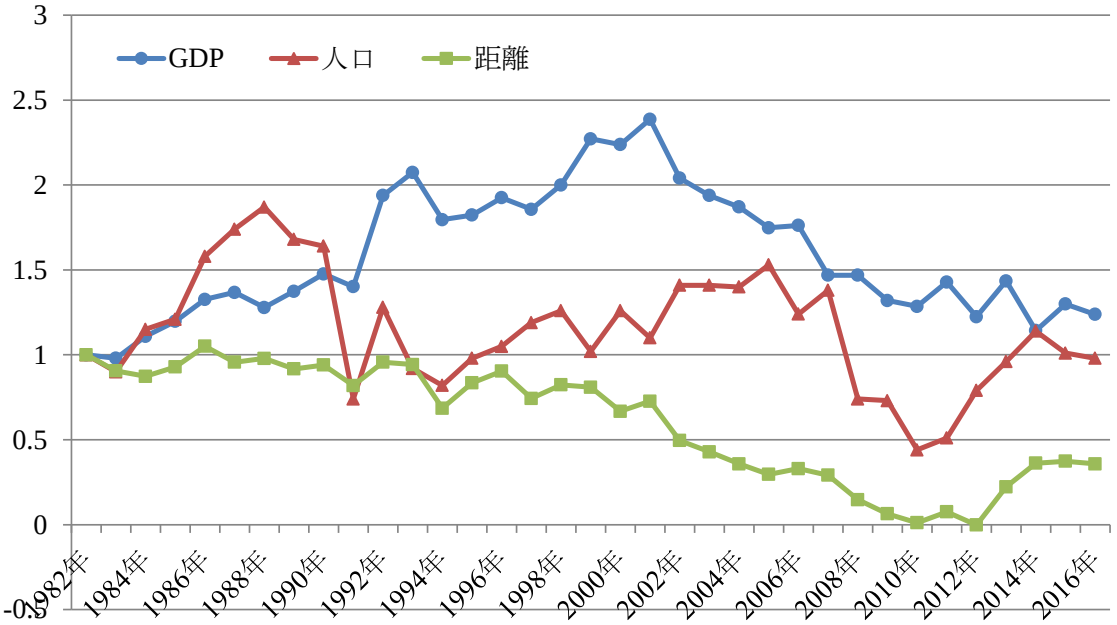
これらの各パラメーター推定値の大きさがどのように推移してきたかを検証するために、1982 年から 2015 年までの 34 年間の都市間国際航空旅客流動数・貨物流動量に対しても、重力モデルによる分析を行った。推定結果は、1982 年の各パラメーター推定値を 1 と基準化した上で、旅客は図 2.2 に、そして貨物については図 2.3 に示されている。

まず、基本 3 変数については、特に、距離のパラメーター推定値に焦点を当てると、分析対象期間中に大きく低下していることが観察される。これは、距離が移動抵抗として小さくなってきていることを意味しており、国際航空輸送分野におけるハブ・アンド・スポーク・システム（Hub-and-spoke Systems：HSS）の進展や、LCC の興隆の影響が表れていると解釈できる。特に、貨物に関しては、1991 年以降（1992 年、1993 年、および 1995 年を除いて）、パラメーター推定値はマイナスとなっている。同時に、航空機の技術革新が進行した結果、飛行時間の短縮が図られていることも、距離のパラメーター推定値に、ある程度、影響していると考えられる（図 2.2（1）および図 2.3（1）参照）。

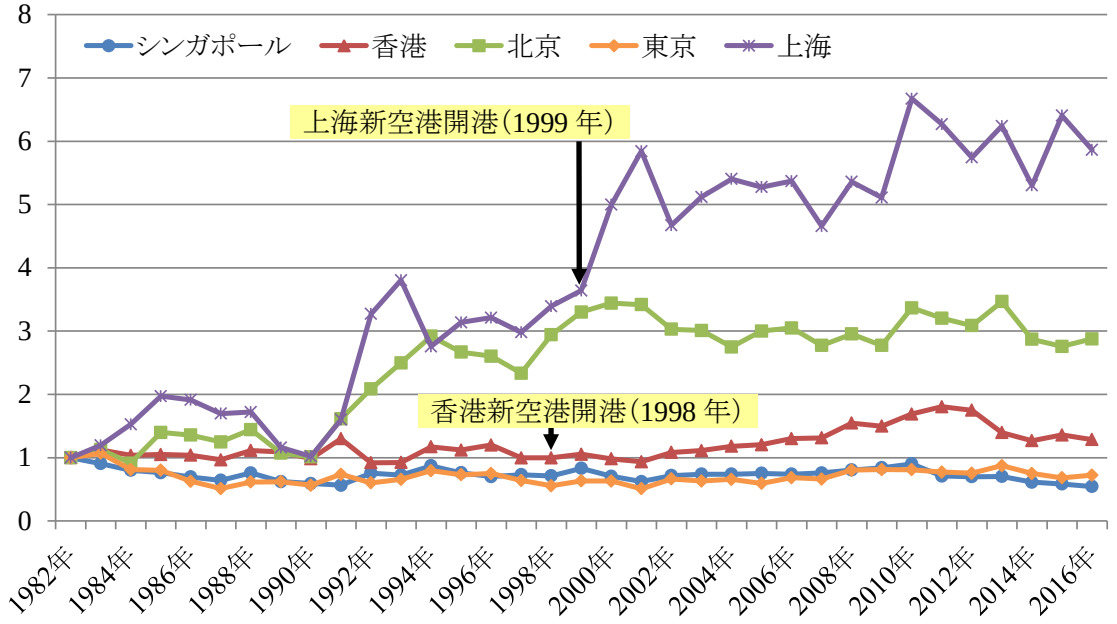
次に、都市ダミー変数については、最上位に位置付けられている「Alpha＋」都市の中では、上海、北京、および香港が大きく上昇しており、特に、旅客と貨物ともに、上海の拠点性の上昇が顕著であることが観察される（図 2.2（2）および図 2.3（2）参照）。これら 5 都市に次ぐ「Alpha」都市については、多少の上下変動はあるものの、基本的に上昇基調にあり、特に、旅客におけるクアラルンプールの拠点性が大きくなっていることが分かる（図 2.2（3）および図 2.3（3）参照）。「Alpha－」都市に関しては、旅客および貨物ともに、広州とバンコクが上昇基調にあり、特に、広州の拠点性が急激に上昇している（図 2.2（4）および図 2.3（4）参照）。そして、「Beta」および「Gamma」都市については、旅客におけるホーチミンの拠点性上昇が顕著であり、貨物におけるホーチミン、ハノイ、および大阪についても、基本的に上昇傾向にあることが分かるだろう（図 2.2（5）および図 2.3（5）参照）。

以上を整理すると、中国本土の 3 都市（北京、上海、広州）に加えて、特に貨物に関しては、アセアン主要 3 都市（クアラルンプール、ジャカルタ、バンコク）やソウルをはじ

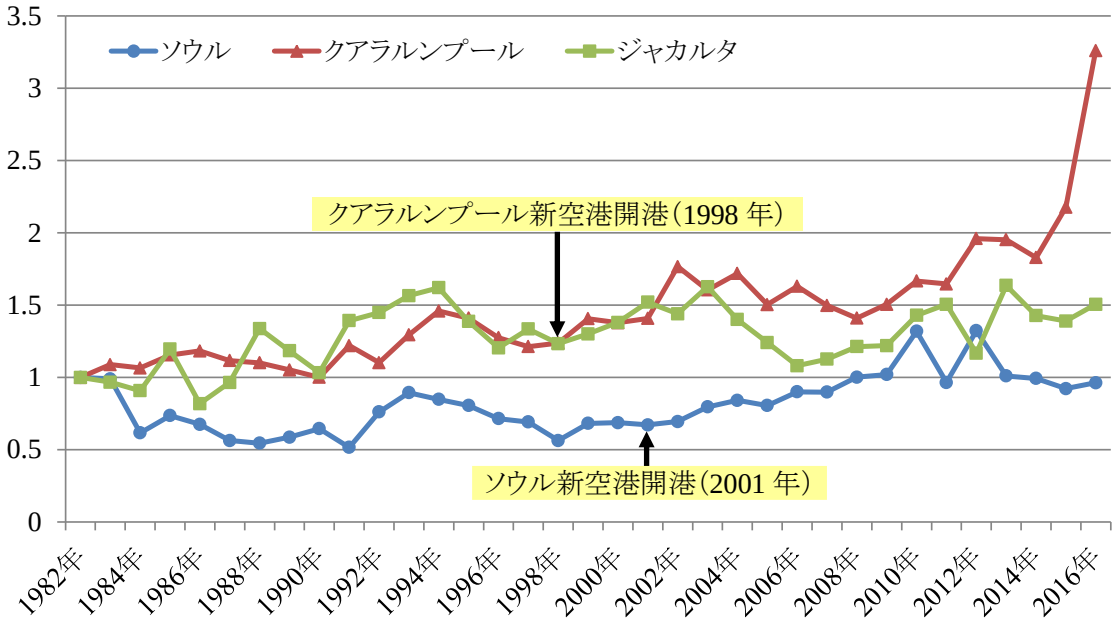
め、第 2 階層都市が急速に成長していると判断できる。そして、旅客および貨物ともに、新空港を開港した都市、貨物については、3 大インテグレーターが貨物ハブを開設した都市の拠点性は、基本的に上昇しているといえるだろう。



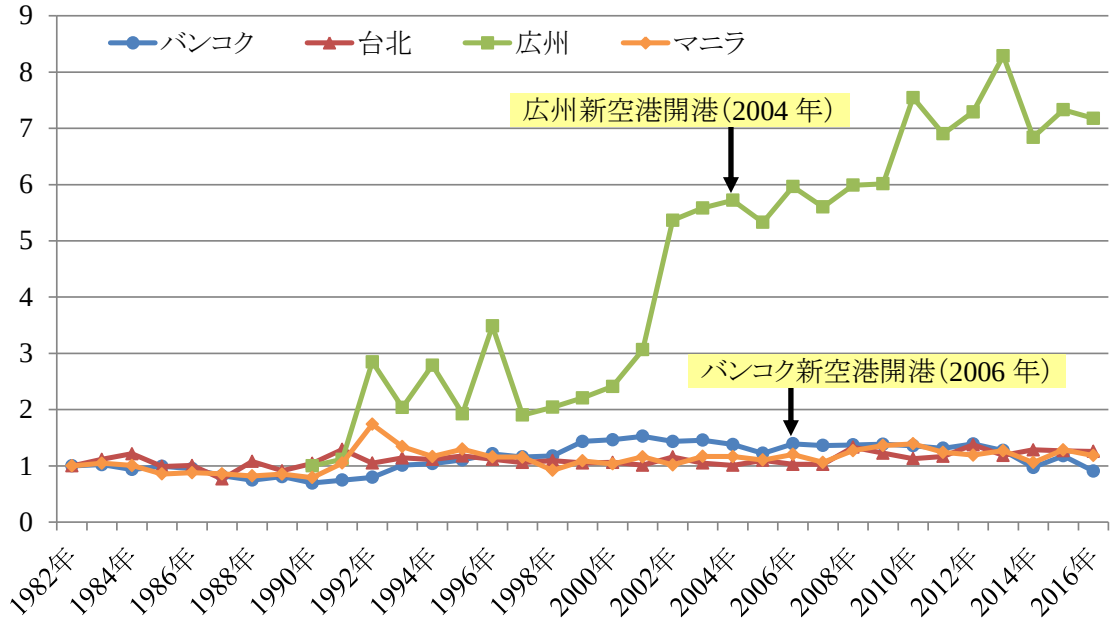
（1）基本 3 変数



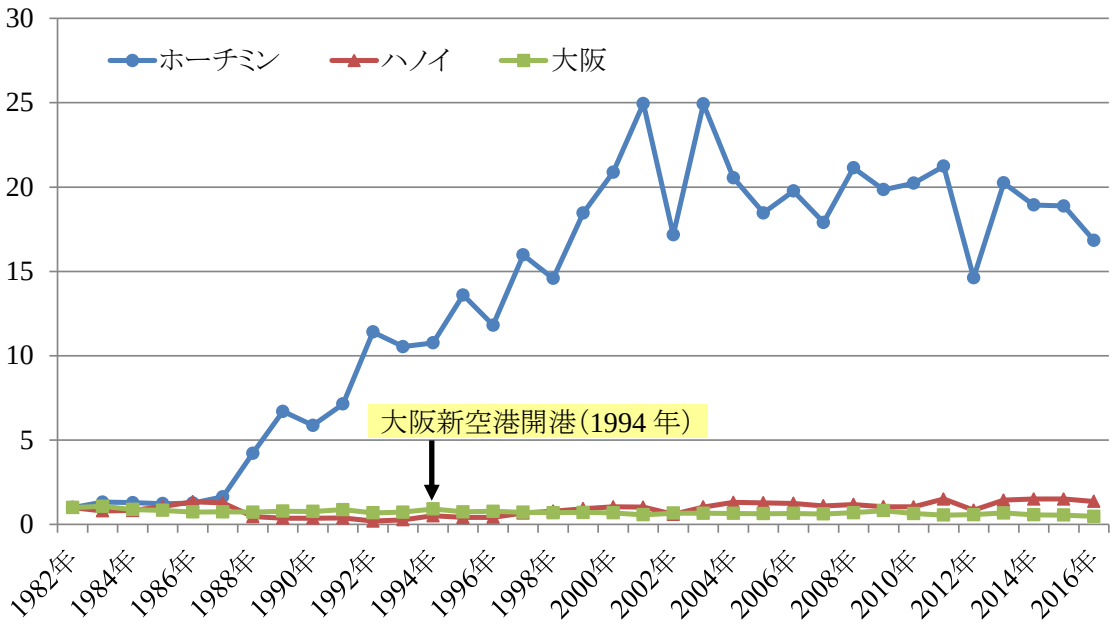
（2）「Alpha＋」都市



（3）「Alpha」都市



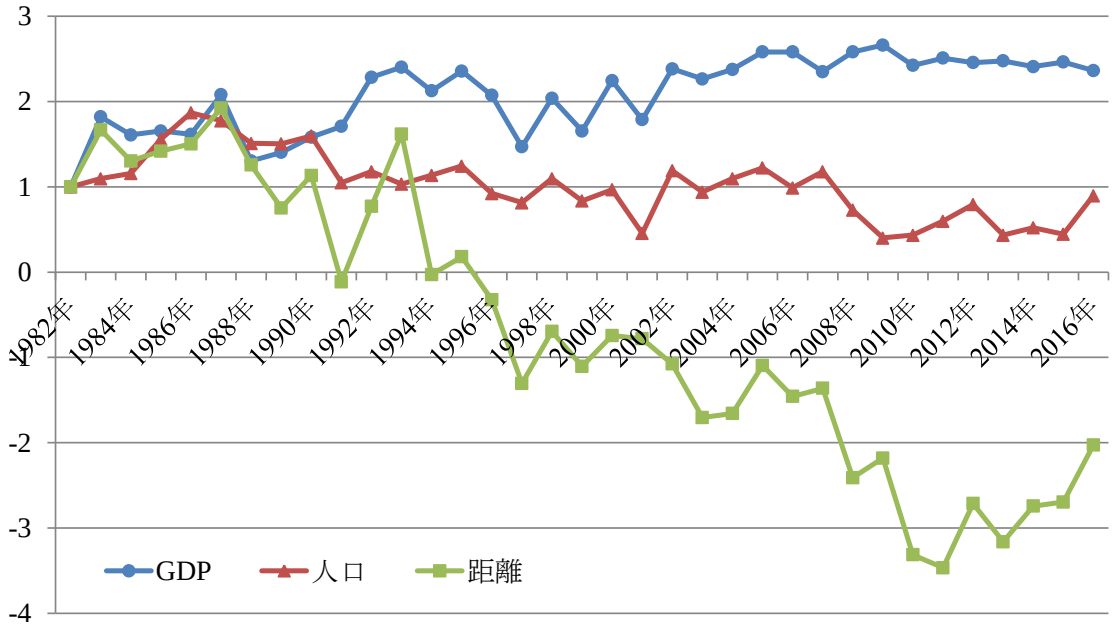
（4）「Alpha－」都市



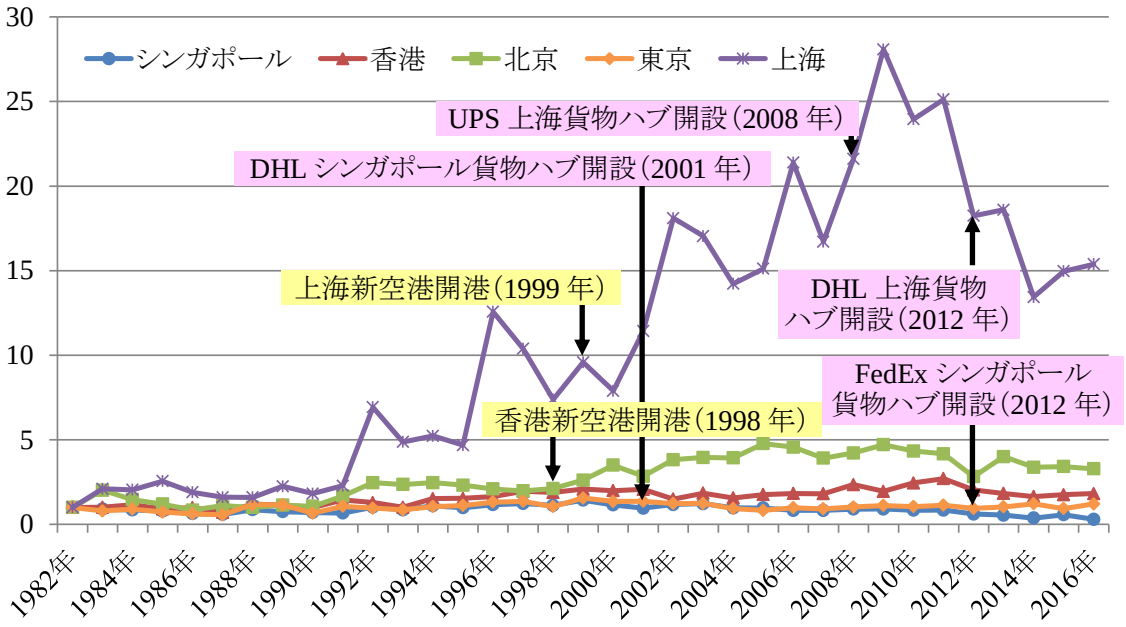
(5)「Beta」および「Gamma」都市

図 2.2　都市間国際航空旅客流動における決定要因の時系列的推移（都市ランク変数なし）

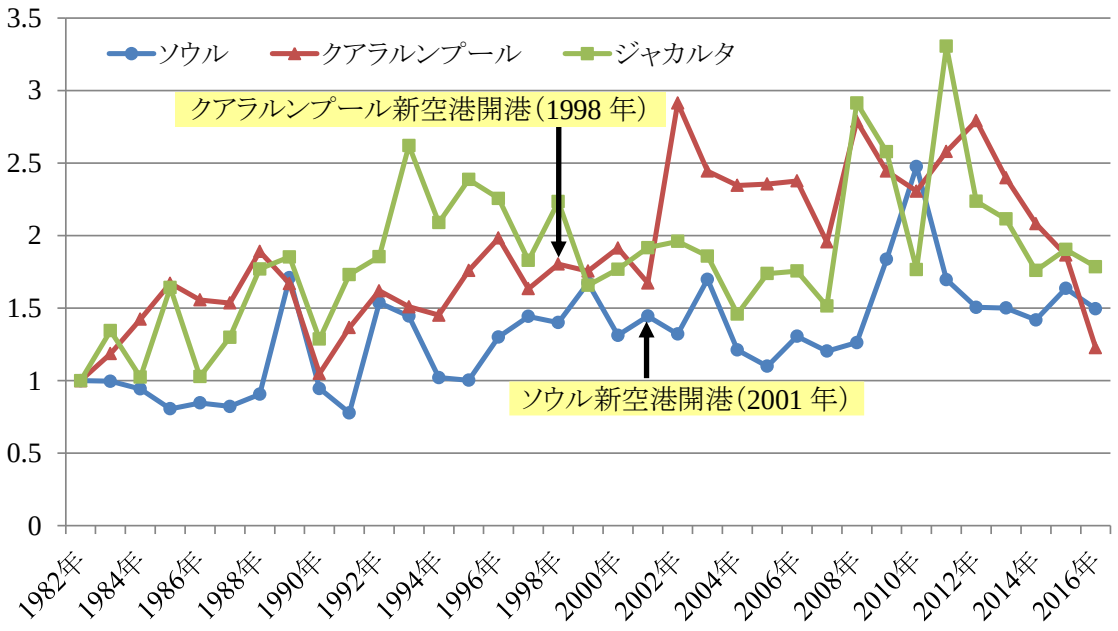
注 1）1982 年＝1 で基準化している。
注 2）広州の初期年は、1990 年である。



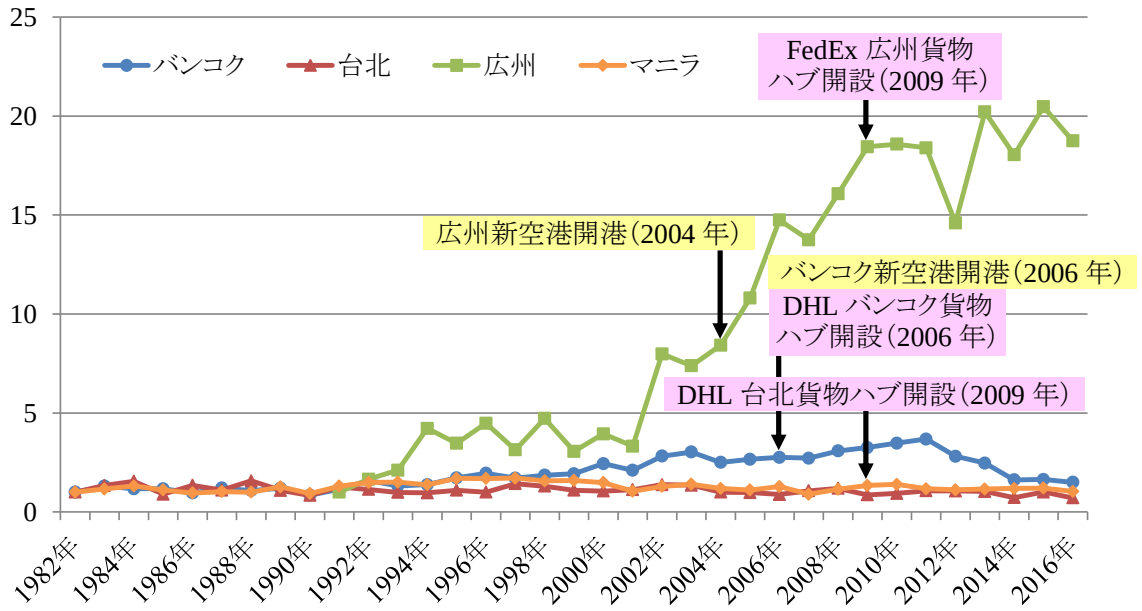
（1）基本 3 変数



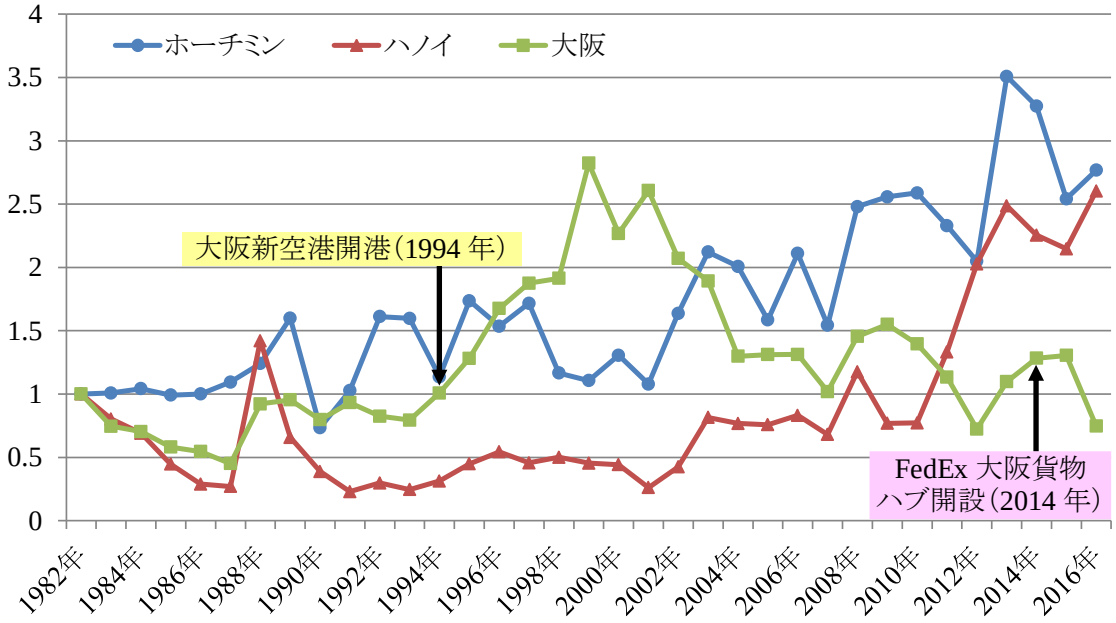
（2）「Alpha＋」都市



（3）「Alpha」都市



（4）「Alpha－」都市



（5）「Beta」および「Gamma」都市

図 2.3　都市間国際航空貨物流動における決定要因の時系列的推移（都市ランク変数なし）

注 1）1982 年＝1 で基準化している。
注 2）広州の初期年は、1991 年である。

2.4 高度生産者サービス（APS）企業の集積と国際航空流動

2.4.1 2016 年の分析結果（都市ランク変数あり）

表 2.7 は、2016 年における都市ランク変数を導入した分析結果を示したものである。自由度調整済決定係数（Adj.R^2）は、都市ランク変数を除いた場合よりも上昇していると同時に、説明変数についても、多くの変数が統計的に有意である。特に、説明変数の中では、都市ランクが GDP や人口よりも大きく、すなわち、高次ビジネス・サービスの集積が、アジア地域発着の国際航空旅客・貨物流動に対して、最も大きな影響を与えていると判断できる。

都市ダミー変数のパラメーター推定値については、本分析においても、第 1 階層都市である「Alpha＋」都市に加えて、ソウルやクアラルンプール、バンコク、広州、ベトナム 2 都市をはじめ、第 2 階層都市の拠点性が大きいことが観察されるだろう。

表 2.7　2016 年における推定結果（都市ランク変数あり）

変数	GaWC（2016年）		旅客					貨物				
			非標準化係数		標準化係数	t値	Sig.	非標準化係数		標準化係数	t値	Sig.
			B	標準誤差	β			B	標準誤差	β		
定数項		lnA	9.76	0.73		13.37**	0.00	1.57	1.27		1.23	0.22
GDP		α	0.12	0.03	0.16	4.95**	0.00	0.24	0.04	0.22	5.70**	0.00
人口		β	-0.01	0.03	-0.01	-0.25	0.80	-0.10	0.05	-0.08	-1.95	0.05
都市ランク		γ	0.27	0.04	0.29	6.87**	0.00	0.66	0.07	0.38	9.25**	0.00
距離		δ	0.25	0.04	0.19	6.69**	0.00	0.04	0.07	0.02	0.56	0.58
シンガポール	Alpha＋	ε	0.50 [1.64]	0.17	0.08	2.93**	0.00	0.12 [1.13]	0.24	0.02	0.50	0.62
香港	Alpha＋	ζ	1.03 [2.80]	0.13	0.25	8.18**	0.00	1.68 [5.35]	0.18	0.31	9.42**	0.00
北京	Alpha＋	η	0.63 [1.88]	0.13	0.14	4.85**	0.00	0.94 [2.55]	0.20	0.15	4.70**	0.00
東京	Alpha＋	θ	0.86 [2.37]	0.14	0.19	6.08**	0.00	1.46 [4.29]	0.21	0.24	6.86**	0.00
上海	Alpha＋	ι	0.86 [2.37]	0.13	0.19	6.51**	0.00	1.78 [5.91]	0.21	0.26	8.62**	0.00
ソウル	Alpha	κ	0.83 [2.29]	0.12	0.22	7.17**	0.00	1.58 [4.87]	0.17	0.30	9.18**	0.00
クアラルンプール	Alpha	λ	1.44 [4.20]	0.16	0.25	9.24**	0.00	0.35 [1.41]	0.24	0.04	1.45	0.15
ジャカルタ	Alpha	μ	0.45 [1.57]	0.21	0.05	2.12*	0.03	0.26 [1.30]	0.31	0.02	0.82	0.41
バンコク	Alpha－	ν	1.02 [2.78]	0.12	0.25	8.32**	0.00	1.40 [4.06]	0.19	0.23	7.30**	0.00
台北	Alpha－	ξ	0.69 [2.00]	0.22	0.08	3.08**	0.00	0.53 [1.70]	0.31	0.05	1.72	0.09
広州	Alpha－	ο	0.65 [1.91]	0.15	0.12	4.29**	0.00	1.12 [3.07]	0.24	0.14	4.77**	0.00
マニラ	Alpha－	π	0.81 [2.25]	0.16	0.13	5.03**	0.00	0.48 [1.62]	0.24	0.06	2.01*	0.05
ホーチミン	Beta＋	ρ	0.57 [1.76]	0.19	0.08	3.03**	0.00	1.10 [3.01]	0.29	0.11	3.79**	0.00
ハノイ	Beta	σ	0.59 [1.80]	0.20	0.08	2.91**	0.00	1.19 [3.29]	0.31	0.11	3.85**	0.00
大阪	Gamma＋	τ	0.30 [1.35]	0.15	0.05	1.96*	0.05	0.75 [2.11]	0.24	0.10	3.14**	0.00
Adj.R^2			0.42					0.42				
観測数			1,048					884				

注 1）**は 1%水準で、*は 5%水準で有意を表す。
注 2）［　　］内の数値は、e を“都市ダミー変数のパラメーター推定値”乗した数値、すなわち、国際航空輸送からみた都市の拠点性（ハブ効果）を表す。

2.4.2 2000 年から 2016 年までの時系列的変化

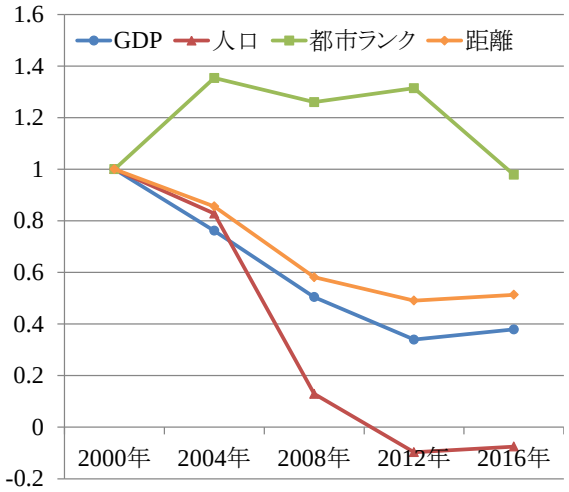
これらの各パラメーター推定値の大きさがどのように推移してきたかを検証するために、2000 年、2004 年、2008 年、および 2012 年の 4 ヶ年における都市間国際航空旅客流動数・貨物流動量に対しても、重力モデルによる分析を行った。推定結果は、2000 年の各パラメーター推定値を 1 と基準化した上で、旅客は図 2.4 に、そして貨物については図 2.5 に示されている。

まず、基本 4 変数については、旅客と貨物ともに、GDP、人口、および距離は全体的に低下傾向にある一方で、都市ランクに関しては、2016 年に低下しているものの、基本的に大きく上昇していることが観察されるだろう（図 2.4（1）および図 2.5（1）参照）。このことは、都市ランク変数によって表される経済活動が、同地域においては、国際航空旅客流動数・貨物流動量を説明する上で、より重要になっていることを意味する。

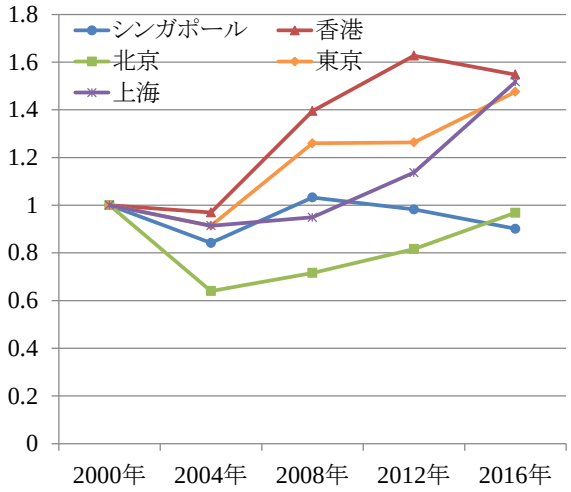
次に、旅客における都市ダミー変数については、最上位に位置付けられている「Alpha＋」都市は、基本 4 変数と同様、2004 年に低下しているものの、それ以降は全て上昇しており、特に、香港、東京、そして上海の拠点性が大きくなっている（図 2.4（2）参照）。これら 5 都市に次ぐ「Alpha」都市および「Alpha－」都市に関しては、ソウル、クアラルンプール、および広州が大きく上昇している（図 2.4（3）および（4）参照）。ソウルについては、堅調な韓国経済に加えて、韓国企業による中国等への直接投資の増加が、その背景にあるといえるだろう（Debaere et al.（2010））。そして、「Beta」および「Gamma」クラスの諸都市については、ハノイの拠点性が上昇しているが、Barlkie（2015）が指摘しているように、ここでも、ベトナムへの海外直接投資の増加が影響していると考えられる（図 2.4（5）参照）。一方、大阪の拠点性には上昇傾向は観察されなかったが、これは O’Connor and Fuellhart（2010）の分析とも一致する結果である。

そして、貨物における都市ダミー変数については、「Alpha＋」都市である上海（図 2.5（2）参照）、「Alpha」都市であるソウル（図 2.5（3）参照）、「Alpha－」都市である広州（図 2.5（4）参照）、そして「Beta」都市であるハノイ（図 2.5（5）参照）の上昇が顕著であった。この背景には、中国経済の成長に加えて、上海は UPS と DHL の貨物ハブ開設の効果が、広州は FedEx の貨物ハブ開設の効果があると考えられる。ソウルに関しては、大韓航空による国際航空貨物輸送ネットワークの積極的な拡大が、顕著に影響しているといえるだろう。

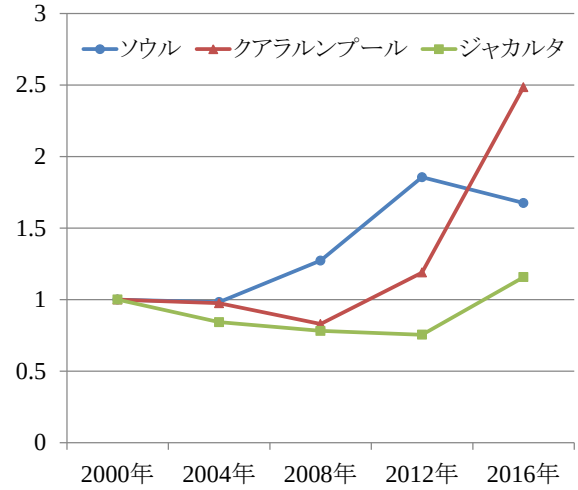
以上の分析結果が示すように、アジア地域における国際航空流動は、APS 企業の集積、すなわち、高次ビジネス・サービスの集積によって最も説明できると同時に、ここでも、ソウルやクアラルンプール、広州、ハノイをはじめ、第 2 階層に位置する都市のハブ（拠点）性が、基本的に大きく上昇していることが明らかとなった。しかしながら、大阪に関しては、1990 年代までは世界都市として位置付けられたこともあったが、本研究における分析では、APS 企業の集積が進まず、基本的には、そのハブ（拠点）性を低下させていた。その理由の 1 つとしては、我が国の経済構造が東京一極集中であると同時に、アジア地域における我が国の経済力自体が、絶対的に優位ではなくなったことが挙げられるだろう。



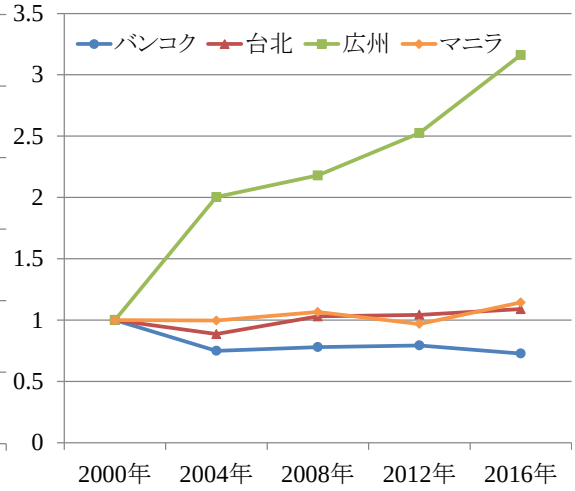
（1）基本 4 変数



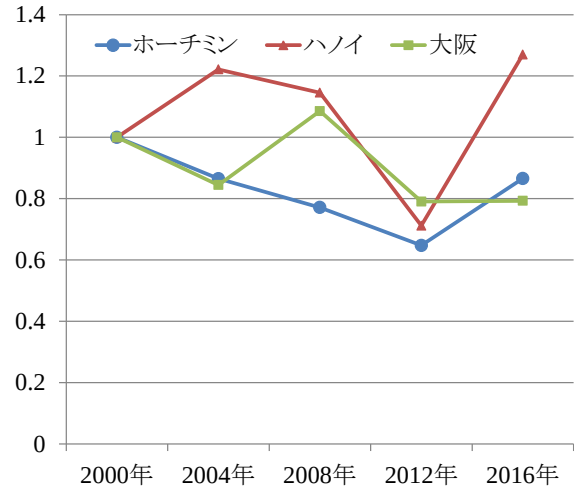
（2）「Alpha＋」都市



（3）「Alpha」都市



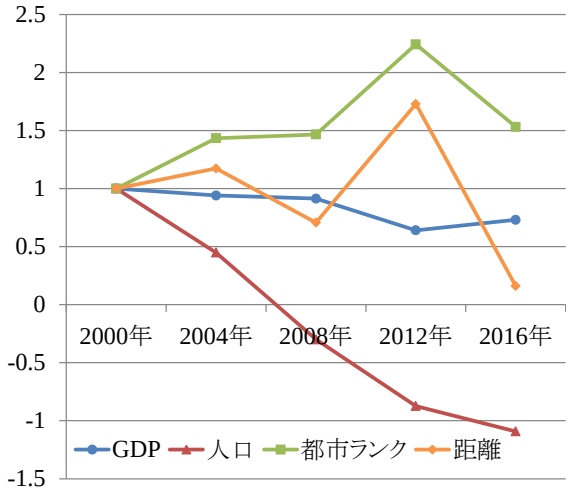
（4）「Alpha－」都市



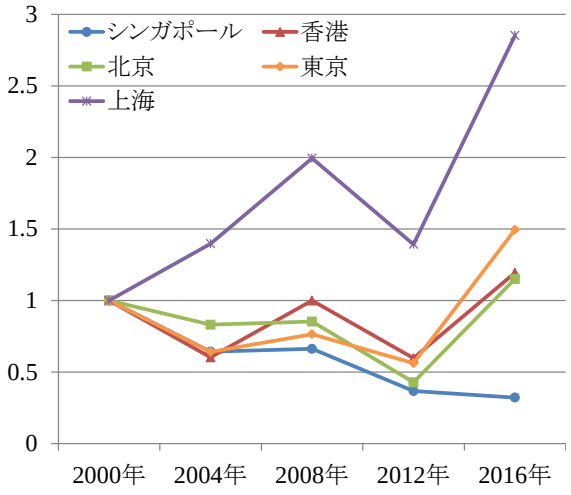
（5）「Beta」および「Gamma」都市

図 2.4　都市間国際航空旅客流動における決定要因の時系列的推移（都市ランク変数あり）

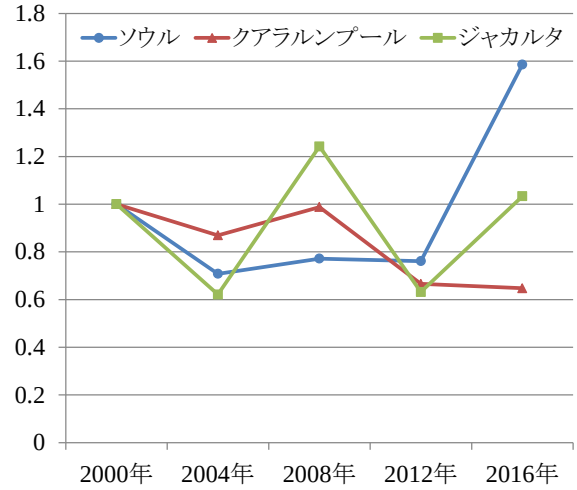
注 1）2000 年＝1 で基準化している。



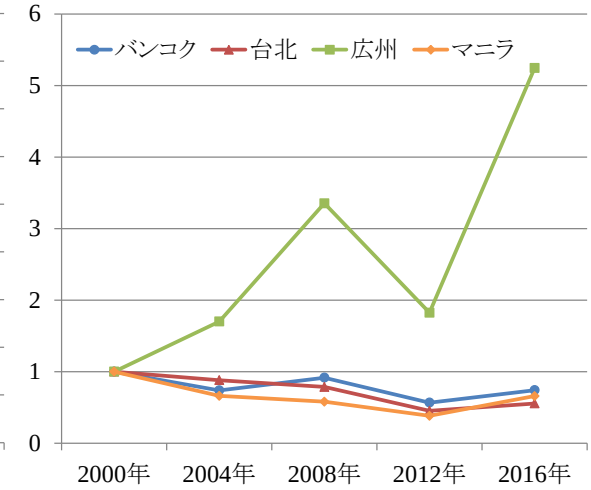
（1）基本４変数



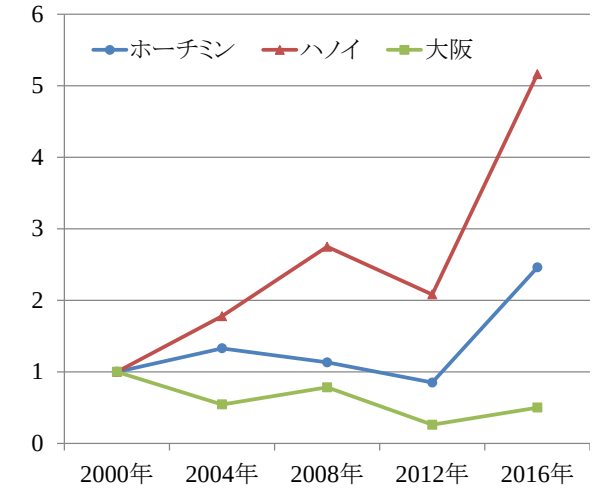
（2）「Alpha＋」都市



（3）「Alpha」都市



（4）「Alpha－」都市



（5）「Beta」および「Gamma」都市

図 2.5　都市間国際航空貨物流動における決定要因の時系列的推移（都市ランク変数あり）

注 1）2000 年＝1 で基準化している。

3 アジア主要国際空港における航空ネットワークの評価

3.1 航空ネットワークの類型化

以下では、図 3.1 に示すように、航空ネットワークを 4 タイプに類型化する。

①ダイレクト・コネクション（直行便）

出発地（A）と目的地（B）を直接結ぶフライト

②インダイレクト・コネクション（経由便）

経由地（X）での乗り換えを伴う、出発地（A）と目的地（B）を結ぶフライト

③オンワード・コネクション（乗継便）

経由地（B）で乗り継いで、出発地（A）と目的地（D）を結ぶフライト

④ハブ・コネクション（接続便）

経由地（A）で接続する、出発地（C）と目的地（B）を結ぶフライト

ダイレクト・コネクションとインダイレクト・コネクションは、空港の（潜在的な）目的地数の評価、そしてハブ・コネクションは、空港のハブとしての評価といえる。ここでは、オンワード・コネクションは、明示的には取り上げない。

本研究では、図 3.1 における A 空港が評価対象となる。

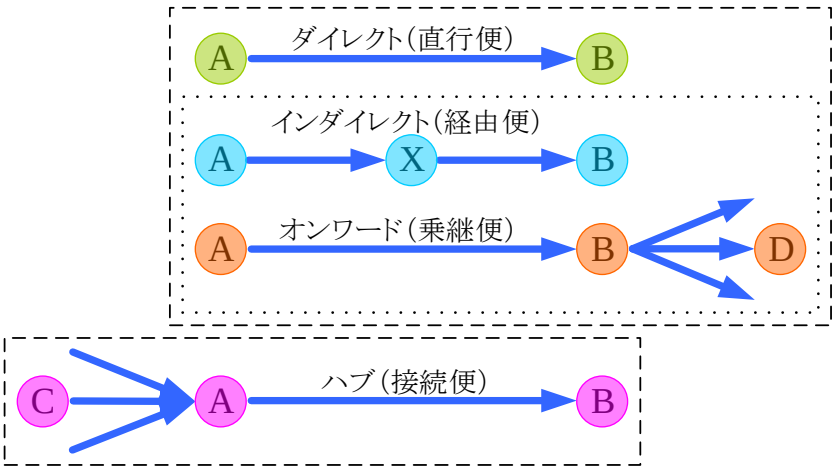


図 3.1　航空ネットワークの類型化

注）ダイレクト・コネクションの存在しない空港には、オンワード・コネクションも存在しない。また、インダイレクト・コネクションは目的地で、オンワード・コネクションは経由地でフライトを区別するものであり、両者の合計は一致する。

3.2 航空ネットワークの評価モデル

3.2.1 分析対象

分析対象空港は、我が国の国際拠点空港である成田国際空港（成田）、東京国際空港（羽田）、関西国際空港（関西）、および中部国際空港（中部）である。そして、アジア地域の主要 11 国際空港（仁川国際空港（仁川、母都市：ソウル）、北京首都国際空港（北京首都、同：北京）、上海浦東国際空港（上海浦東、同：上海）、広州白雲国際空港（広州白雲、同：広州）、香港国際空港（香港、同：香港）、台湾桃園国際空港（台湾桃園、同：台北）、ニノイ・アキノ国際空港（ニノイ・アキノ、同：マニラ）、スワンナプーム国際空港（スワンナプーム、同：バンコク）、クアラルンプール国際空港（クアラルンプール、同：クアラルンプール）、シンガポール・チャンギ国際空港（シンガポール・チャンギ、同：シンガポール）、およびスカルノ・ハッタ国際空港（スカルノ・ハッタ、同：ジャカルタ））についても、我が国における国際拠点 4 空港との比較対象として取り上げる。

なお、複数空港が存在する都市については、その代表的な空港を分析対象とした。すなわち、我が国の主要 4 都市では、東京（成田国際空港、東京国際空港）、大阪（関西国際空港、大阪国際空港、神戸空港）、名古屋（中部国際空港、名古屋飛行場（小牧空港））そして、アジア地域の主要 11 都市では、ソウル（仁川国際空港、金浦国際空港）、北京（北京首都国際空港、北京南苑空港）、上海（上海浦東国際空港、上海虹橋国際空港）、台北（台湾桃園国際空港、台北松山空港）、バンコク（スワンナプーム国際空港、ドンムアン空港）、クアラルンプール（クアラルンプール国際空港、スルタン・アブドゥル・アジズ・シャー空港）、シンガポール（シンガポール・チャンギ国際空港、セレター空港）、そしてジャカルタ（スカルノ・ハッタ国際空港、ハリム・ペルダナクスマ国際空港）が該当する。

3.2.2 分析モデル

ここでは、NetScan モデルによってインダイレクト・コネクションとハブ・コネクションの質を定量化し、理論上のダイレクト・コネクションに転換する（Veldhuis（1997）、Burghouwt and Veldhuis（2006）、ヤン他（2008）、De Wit et al.（2009）、Burghouwt et al.（2009））。図 3.2 は、NetScan モデルの概要を示している。

まず、第 1 段階として、OAG のフライト情報から、ダイレクト・コネクションを検索する。そして、このダイレクト・コネクションから、最小／最大接続時間を設定した上で、インダイレクト・コネクションとハブ・コネクションを構築する。ここで、最大接続時間は一律 420 分、最小接続時間については、国内路線同士は 30 分、国内路線・国際路線同士と国際路線同士は 45 分と設定したが、世界の上位 50 空港に関しては、公表されている実際の最小接続時間を採用した。

次に、第 2 段階として、全てのコネクションに対して、0 から 1 の間でクオリティー指

数を割り当てる。ノンストップであるダイレクト・コネクションには、最大クオリティー指数である 1 が割り当てられる。インダイレクト・コネクションとハブ・コネクションについては、乗換時間や迂回飛行に伴う追加的な旅行時間を反映して、クオリティー指数は 1 未満となる。そして、総旅行時間がある閾値を超えた場合、インダイレクト・コネクションとハブ・コネクションのクオリティー指数は 0 となる。ここで、インダイレクト・コネクションとハブ・コネクションの閾値は、当該 2 空港間における理論上のダイレクト・コネクションの飛行時間によって決まる。理論上のダイレクト・コネクションの飛行時間は、出発地と目的地の地理的位置、飛行速度、および離陸と着陸に必要な時間によって決定される。さらに、同モデルでは、乗り換えに伴って発生する物理的／心理的な負担を考慮し、乗換時間にこれらの費用を反映したペナルティーを科す。

最終的に、クオリティー指数と当該 2 空港間の便数を掛けることによって、コネクティビティー・ユニット（Connectivity units: CNU）、すなわち、理論上のダイレクト・コネクション数が算出される。

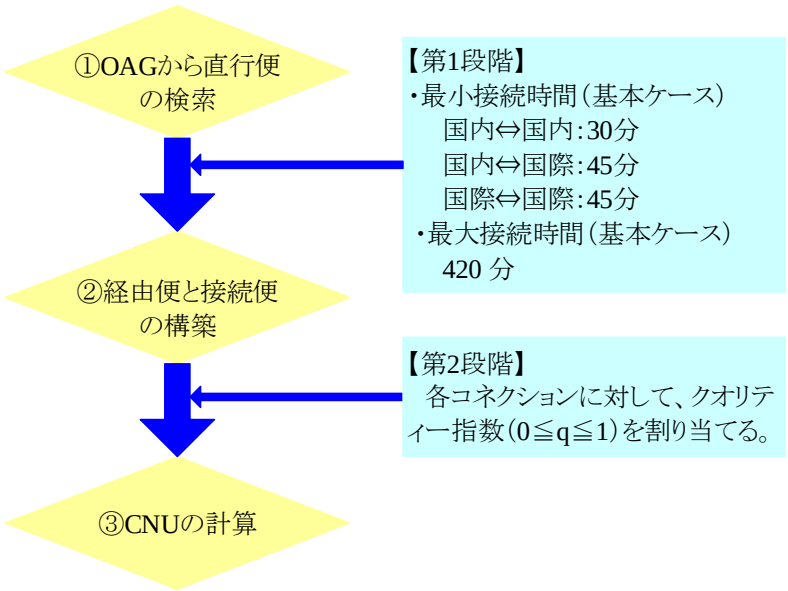


図 3.2　NetScan モデルの概要

すなわち、NetScan モデルは、以下の式で表される（Airports Council International（2014）、Boonekamp and Burghouwt（2013））。

$$t_{xy}^{flight,nonstop} = (40 + 0.068 * \mathrm{gcd}\, km) / 60 \tag{3.1}$$

$$t_{xy}^{perceived,\max} = t_{xy}^{flight,nonstop} + 5\ln(t_{xy}^{flight,nonstop} + 0.5) \tag{3.2}$$

$$t_{x(h)y}^{perceived,actual} = \begin{cases} t_{xy}^{flight,actual} & for\ direct\ flights \\ \\ (t_{xh}^{flight,actual} + t_{hy}^{flight,actual}) + p_{xy} * t_h^{transfer} & for\ indirect\ flights \end{cases} \tag{3.3}$$

$$q_{x(h)y} = \begin{cases} 1 & if\ t_{x(h)y}^{perceived,actual} \le t_{xy}^{flight,nonstop} \\ 1 - \dfrac{t_{x(h)y}^{perceived,actual} - t_{xy}^{flight,nonstop}}{t_{xy}^{perceived,\max} - t_{xy}^{flight,nonstop}} & if\ t_{xy}^{flight,nonstop} < t_{x(h)y}^{perceived,actual} < t_{xy}^{perceived,\max} \\ 0 & if\ t_{x(h)y}^{perceived,actual} \ge t_{xy}^{perceived,\max} \end{cases} \tag{3.4}$$

ここで、

$t_{xy}^{flight,nonstop}$ ：ノンストップ飛行時間

$\gcd km$：大圏距離

$t_{xy}^{perceived,\max}$ ：最大許容認識旅行時間

$t_{x(h)y}^{perceived,actual}$ ：現実認識旅行時間

$t_h^{transfer}$ ：乗換時間

p_{xy} ：乗換時間に対するペナルティー（$= 3 - 0.075 t_{xy}^{flight,nonstop}$）

$q_{x(h)y}$ ：クオリティー指数（Quality index）

ノンストップ飛行時間とは、ノンストップのダイレクト・コネクションにおける理論上の飛行時間であり、出発地と目的地の地理的位置、飛行速度、および離陸と着陸に必要な時間によって決定される。ここでは、飛行速度は分速 1／0.068（＝14.7）キロ・メートル、そして離陸および着陸に必要な時間は、各々、20 分と仮定している（式（3.1））。最大許容認識旅行時間とは、インダイレクト・コネクションにおいて、乗客が最大限許容できる総旅行時間であり、式（3.2）によって表される。同式は、ヨーロッパ地域内のトリップ・データ、および乗客への旅行パターンや交通行動に関するアンケート調査に基づき、実証的に導かれたものである。NetScan モデルに基づく先行研究では、最大許容認識旅行時間はノンストップ飛行時間とともに増加するが、その増加率は減少する、すなわち、2 次関数と特定している。しかしながら、現在では、ノンストップ飛行時間が延びていることから、本研究では、最大許容認識旅行時間はノンストップ飛行時間の増加関数であると仮定

する。式（3.3）によって導出される現実認識旅行時間とは、飛行時間と乗換時間から構成され、乗客が認識する旅行時間を意味する。飛行時間は、実際に乗客が飛行に費やした時間である。乗換時間については、乗換便への接続ミスや預入荷物の紛失等の危険を伴っていることから、これらの物理的／心理的負担を反映したペナルティー（p_{xy}）を科している。本モデルでは、アムステルダム・スキポール空港における経路選択に関する乗客へのアンケート調査に基づき、同ペナルティーは、ノンストップ飛行距離とともに低下する、すなわち、近距離路線で相対的に大きく、長距離路線では相対的に小さくなると仮定する。具体的には、アンケート調査の分析結果から、まず、近距離路線（ヨーロッパ域内）におけるペナルティーを 3 と推定した上で、本モデルでは、同ペナルティーは最大許容認識旅行時間とノンストップ飛行時間の比率であると考える。

以上の各時間を推定した上で、式（3.4）によって、全てのコネクションに対して、0 から 1 の範囲でクオリティー指数を割り当てる。現実認識旅行時間がノンストップ飛行時間以下のコネクションは 1（＝最大クオリティー指数）となり、現実認識旅行時間が最大許容認識旅行時間以上のコネクションは 0 となる。ここで、クオリティー指数の割当方法を示すために、新千歳（札幌）－仁川（ソウル）路線を事例として取り上げると、両空港間のノンストップ飛行時間は、3 時間である（QLX＝1）。最大許容認識旅行時間は、式（3.2）から 9.26 時間となる（QLX＝0）。乗客が、羽田（東京）で乗り換えるインダイレクト・コネクションを選択した場合、新千歳－羽田と羽田－仁川の飛行時間は、各々、1.5 時間と 2.5 時間、そして乗換時間を 45 分と仮定すれば、同インダイレクト・コネクションの現実認識旅行時間は、式（3.3）より 6.08 となる。クオリティー指数は、現実認識旅行時間に反比例する結果、同インダイレクト・コネクションのクオリティー指数は、式（3.4）より 0.51 となる。

ここで、先行研究のモデルから改良を加えた点は、上記で述べた最大許容認識旅行時間に関する改良以外に、まず、最小／最大接続時間をより実態に合わせたことが挙げられる。そして、先行研究のモデルでは、同一会社内か同一アライアンス内での接続のみを考慮していたが、本研究のモデルでは、アライアンスが異なる航空会社同士がコード・シェアを実施している場合に、インダイレクト・コネクションとハブ・コネクションを構築したことも、大きな改良点となっている。例えば、ワンワールドに加盟している日本航空は、スカイチーム加盟のエール・フランスや大韓航空、あるいは中国東方航空等とコード・シェアを実施している。このように、現在では、アライアンスの枠組みを超えた航空会社同士の提携は、一般的に行われている。

3.2.3 分析データ

ここで行った分析は、OAG から検索した 2001 年、2009 年、および 2017 年の各年 9 月第 3 週のフライト情報に基づいている。9 月第 3 週を選択した理由は、年間を通して、最

も標準的なフライト情報を得るためである。

ただし、以下で参考のために示すヨーロッパ諸空港における航空ネットワークは、6 月第 3 週のフライト情報に基づいているが、9 月第 3 週と同様に、夏ダイヤの標準的なフライト情報を反映しているといえる。

3.3 航空ネットワークの多角的検証

3.3.1 航空ネットワークの比較

図 3.3 は、2017 年 9 月第 3 週における分析対象 15 空港のダイレクト・コネクション、インダイレクト・コネクション、およびハブ・コネクションの大きさ（CNU）を示したものである。

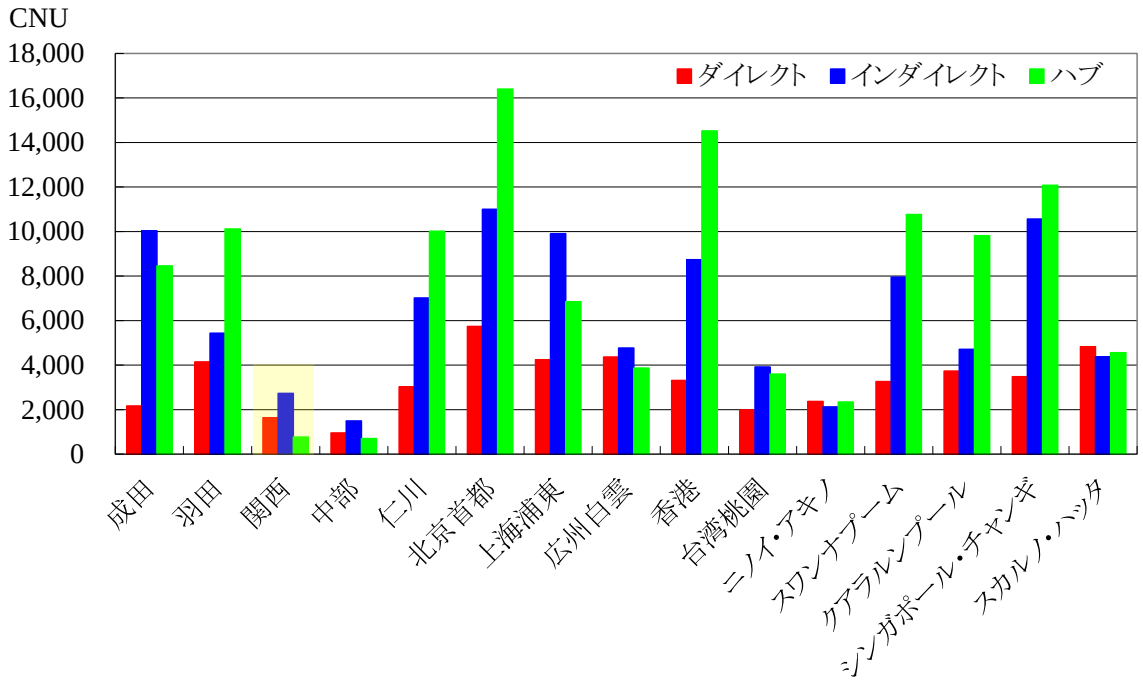


図 3.3　日本の国際拠点空港とアジア主要国際空港における航空ネットワークの比較

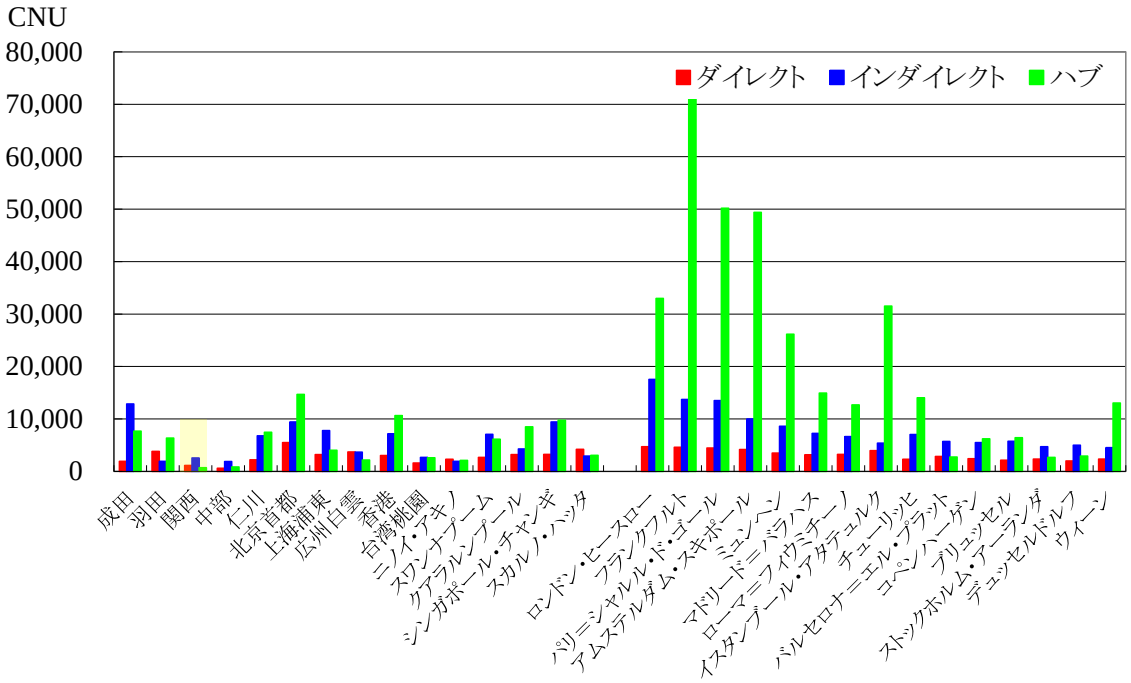
注）2017 年 9 月第 3 週の OAG フライト情報に基づく。

まず、我が国の国際拠点空港については、成田のインダイレクト・コネクション（10,029 CNU）とハブ・コネクション（8,454 CNU）、そして羽田のハブ・コネクション（10,117 CNU）が絶対的に大きい一方で、関西と中部においては、全てのコネクションを通して、極めて小さいことが観察される。

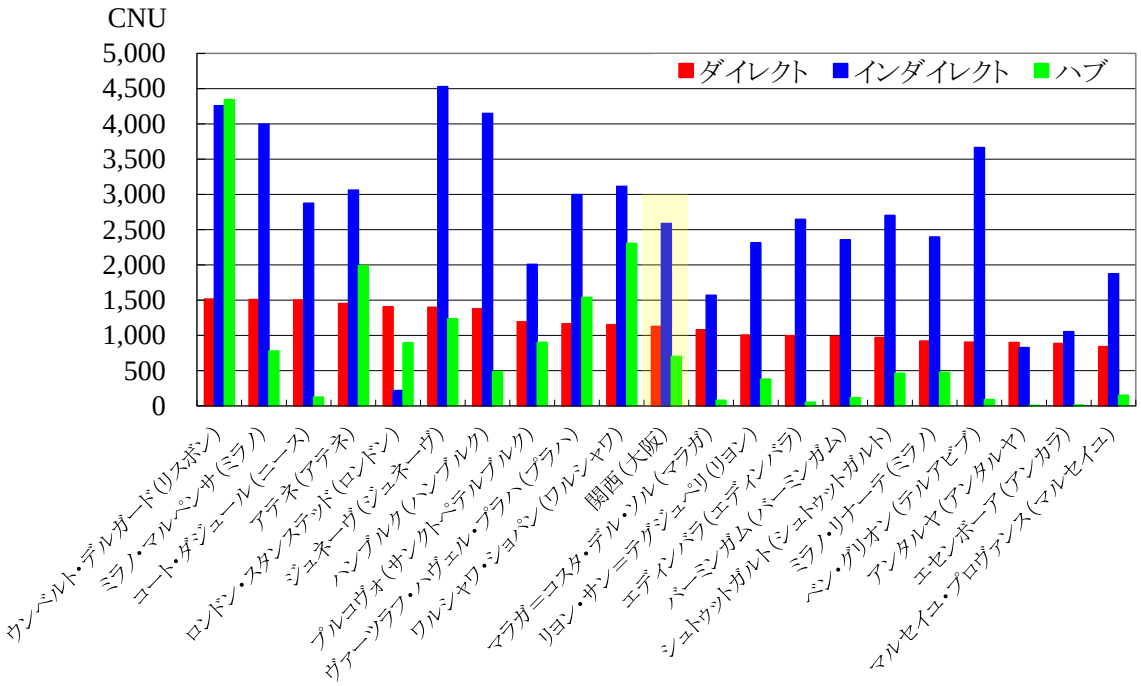
次に、比較対象であるアジア地域の主要国際空港に関しては、まず、ダイレクト・コネクションについては、北京首都（5,737 CNU）、広州白雲（4,364 CNU）、上海浦東（4,239 CNU）、および香港（3,308 CNU）の中国主要 4 空港が顕著であった。その他、アセアン主要 4 空

港（スカルノ・ハッタ（4,827 CNU）、クアラルンプール（3,728 CNU）、シンガポール・チャンギ（3,477 CNU）、およびスワンナプーム（3,257 CNU））、そして仁川（3,027 CNU）も多いことが分かるだろう。インダイレクト・コネクションについては、成田以外には、北京首都（11,000 CNU）とシンガポール・チャンギ（10,561 CNU）が 10,000 CNU を上回っていた。一方、ハブ・コネクションについては、羽田以外には、北京首都（16,400 CNU）、香港（14,520 CNU）、シンガポール・チャンギ（12,077 CNU）、さらには、スワンナプーム（10,766 CNU）と仁川（10,014 CNU）が 10,000 CNU を超えていた。

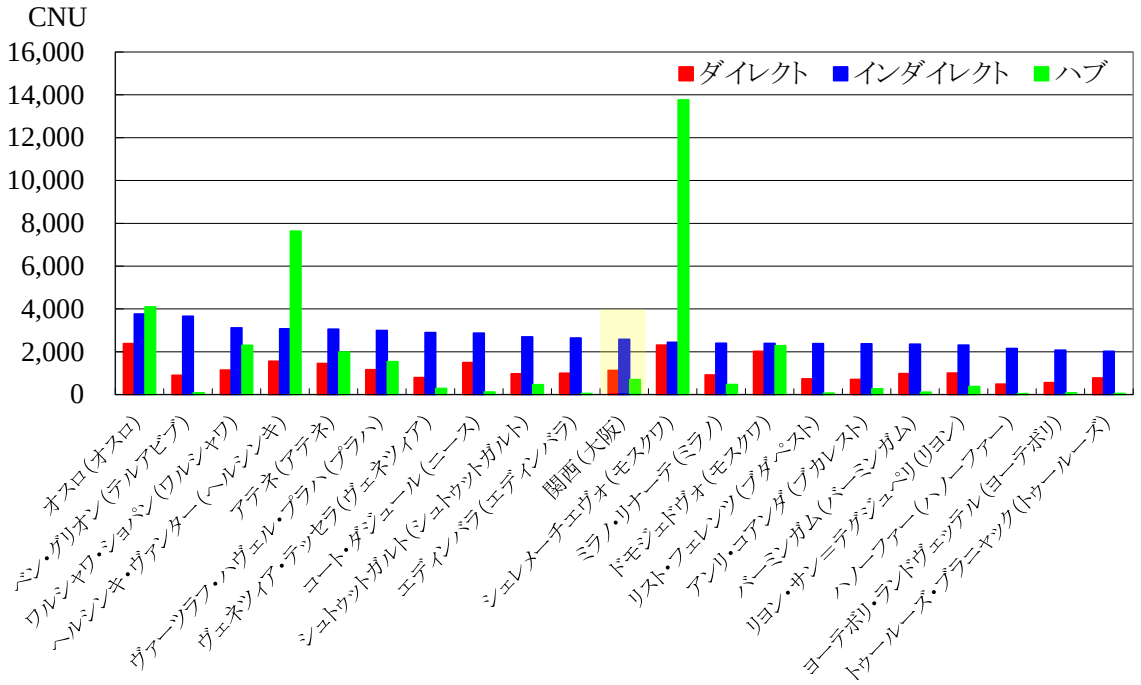
図 3.4 は、参考のために、ヨーロッパ諸空港との比較を示したものである。ただし、先に述べたように、アジア諸空港は 2017 年 9 月第 3 週、そしてヨーロッパ諸空港は 2014 年 6 月第 3 週のフライト情報に基づいている。まず、図 3.4（1）は、図 3.3 で取り上げたアジア地域における主要 15 国際空港と、その比較対象として、ヨーロッパ地域における上位 15 国際空港の航空ネットワークを示しているが、明らかに、ヨーロッパ主要国際空港の方が、圧倒的に大きな航空ネットワークを有していることが分かる。そして、図 3.4（2）から（4）については、特に関西に焦点を当て、同空港と同規模の航空ネットワークを有するヨーロッパ諸空港を、ダイレクト基準（図 3.4（2））、インダイレクト基準（図 3.4（3））、およびハブ基準（図 3.4（4））で示したものである。これらの図からは、ヨーロッパ地域でみた関西における航空ネットワーク規模の位置付けが分かるだろう。



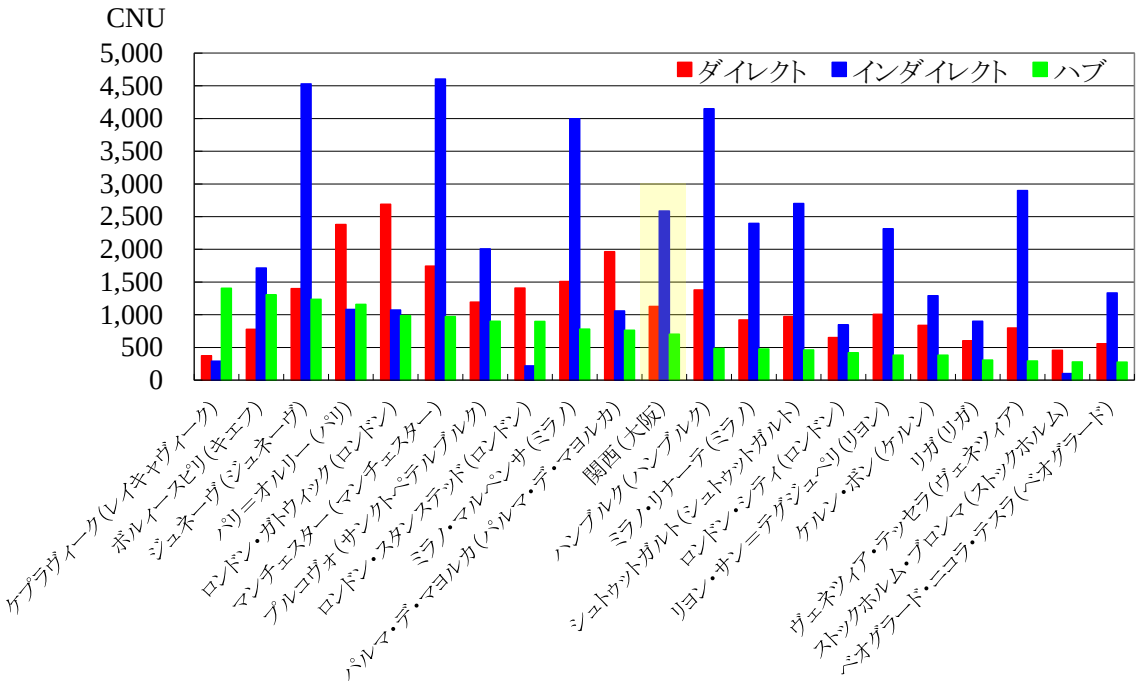
（1）アジア主要 15 国際空港とヨーロッパ主要 15 国際空港における航空ネットワークの比較



（2）関西の航空ネットワークと同クラスのヨーロッパ諸空港（ダイレクト基準）



（3）関西の航空ネットワークと同クラスのヨーロッパ諸空港（インダイレクト基準）



（4）関西の航空ネットワークと同クラスのヨーロッパ諸空港（ハブ基準）

図 3.4　ヨーロッパ諸空港との比較

注）アジア諸空港は 2017 年 9 月第 3 週、そしてヨーロッパ諸空港は 2014 年 6 月第 3 週の OAG フライト情報に基づく。

3.3.2 航空ネットワークの拡大

表 3.1 は、分析対象 15 空港におけるダイレクト、インダイレクト、およびハブの各コネクションについて、2001 年から 2017 年までの増加率（%）を示したものである。

最も高い増加率は、全てのコネクションを通して、中国本土の主要 3 空港で観察された。特に、上海浦東におけるハブ・コネクションの増加は顕著であり（12,876%）、北京首都のハブ・コネクション（1,079%）、そして広州白雲のインダイレクト・コネクション（2,955%）とハブ・コネクション（5,630%）についても、大きく増加していることが分かる。この背景としては、中国経済の急成長に加えて、各空港を拠点に運航している航空会社のアライアンス加盟が挙げられるだろう。例えば、北京首都をハブとする中国国際航空は、2007 年 12 月にスターアライアンスに加盟した。また、広州白雲を中心に運航している中国南方航空、および上海浦東に拠点を置く中国東方航空は、各々、2007 年 11 月と 2011 年 6 月にスカイチームに加盟した。それ以外でも、分析対象空港をハブとする航空会社の中では、2001 年以降に、日本航空がワンワールド（2007 年 4 月）、アシアナ航空がスターアライアンス（2003 年 3 月）、チャイナエアラインがスカイチーム（2011 年 9 月）、エバー航空がスターアライアンス（2013 年 6 月）、マレーシア航空がワンワールド（2013 年 2 月）、そしてガル

ーダ・インドネシア航空がスカイチーム（2014 年 3 月）に加盟している。

さらに、上海浦東と広州白雲は、各々、1999 年と 2004 年に開港しており、それに伴う空港容量の増大が、これら 2 空港における航空ネットワークの拡大に寄与したといえるだろう。その他、クアラルンプールとスカルノ・ハッタのインダイレクト・コネクション、および仁川とスカルノ・ハッタのハブ・コネクションに関しても、分析対象期間中に大きく増加しているが、これについても、これら 3 空港にハブを置いている航空会社のアライアンス加盟の影響が大きい。同時に、東南アジア地域や韓国における LCC の急成長が、これら 3 空港におけるダイレクト・コネクションの増加にも繋がっていると判断できる。

表 3.1　日本の国際拠点空港とアジア主要国際空港における航空ネットワークの拡大率

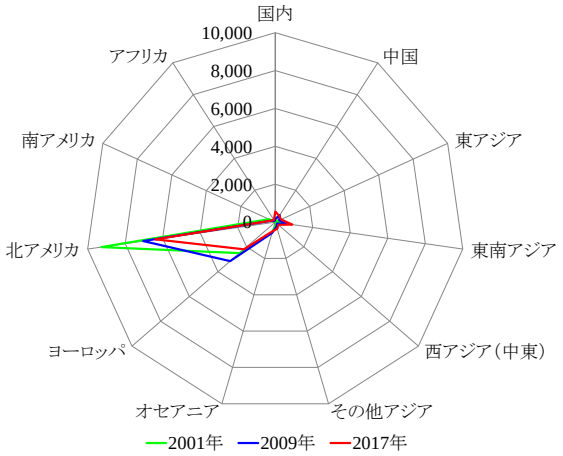
	ダイレクト・コネクション			インダイレクト・コネクション			ハブ・コネクション		
	2001－2009	2009－2017	2001－2017	2001－2009	2009－2017	2001－2017	2001－2009	2009－2017	2001－2017
成田	31	33	75	-9	-11	-19	155	13	189
羽田	28	31	67	37	1,793	2,494	115	656	1,528
関西	-18	68	39	-46	25	-32	-31	21	-17
中部	8	13	22	-14	4	-11	-1	60	58
仁川	71	85	218	25	58	98	206	102	521
北京首都	126	21	173	100	108	314	870	21	1,079
上海浦東	311	70	598	196	106	510	3,046	312	12,876
広州白雲	166	36	262	769	251	2,955	380	1,093	5,630
香港	22	45	77	13	50	69	121	121	387
台湾桃園	9	69	85	-27	166	94	19	135	179
ニノイ・アキノ	53	36	108	-15	65	40	139	68	303
スワンナプーム	30	36	78	7	34	43	32	122	192
クアラルンプール	92	66	218	37	95	168	42	86	164
シンガポール・チャンギ	31	46	92	-1	49	47	33	69	126
スカルノ・ハッタ	88	106	288	51	147	273	157	210	697

注 1）各年 9 月第 3 週の OAG フライト情報に基づく。
注 2）単位：%

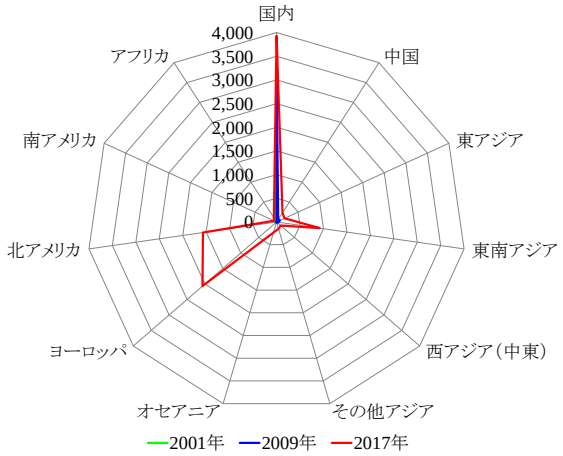
一方、我が国の国際拠点空港については、2010 年 10 月に再国際化した羽田における航空ネットワークの急速な拡大が顕著である。同空港のインダイレクト・コネクションは、分析対象 15 空港の中でも 2 番目に増加しており（2,494%）、ハブ・コネクションについても、中国本土の 3 空港を除けば、充実した国内路線と新たに開設された国際路線の接続が実現した結果、極めて高い拡大率を記録した。その一方で、成田、関西、および中部のインダイレクト・コネクション、そして関西のハブ・コネクションは減少しており、その原因の 1 つとして、2010 年における日本航空の経営破綻に伴う路線縮小が挙げられる。

3.3.3 路線別航空ネットワーク

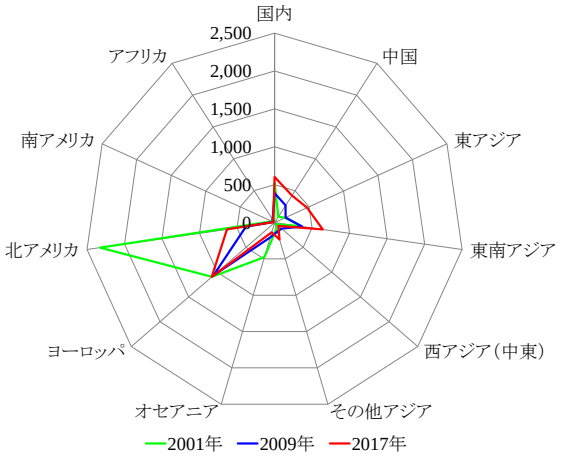
図 3.5 は、2001 年、2009 年、および 2017 年の各年 9 月第 3 週における分析対象 15 空港のダイレクト・コネクションとインダイレクト・コネクションの合計値（CNU）、すなわち、（潜在的な）目的地数について、路線別にその推移を示したものである。



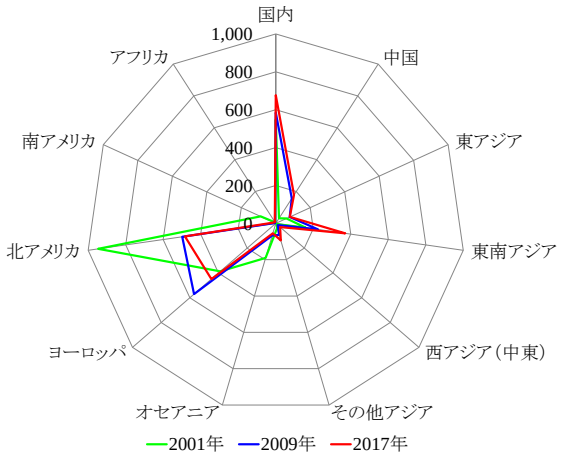
（1）成田



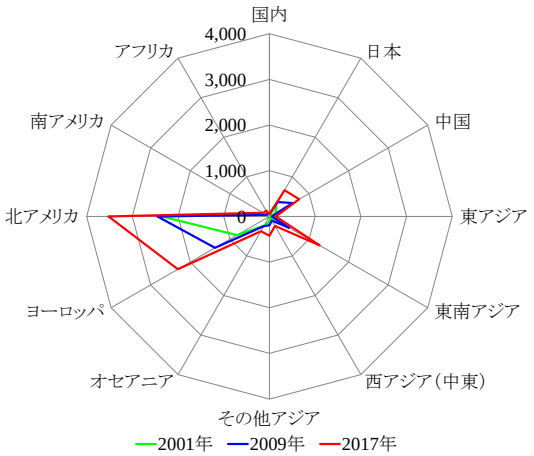
（2）羽田



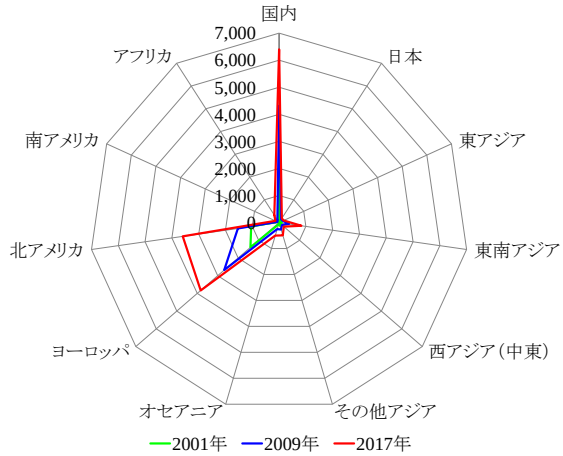
（3）関西



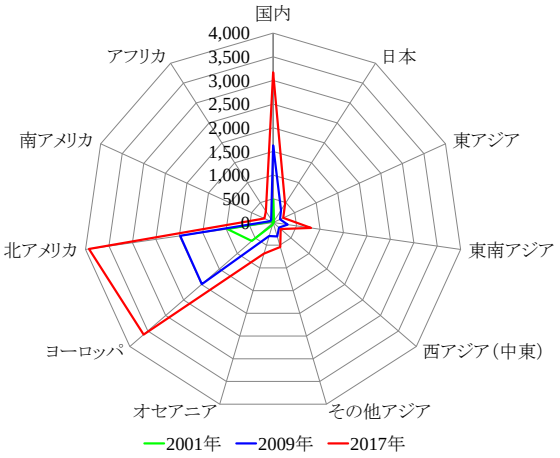
（4）中部



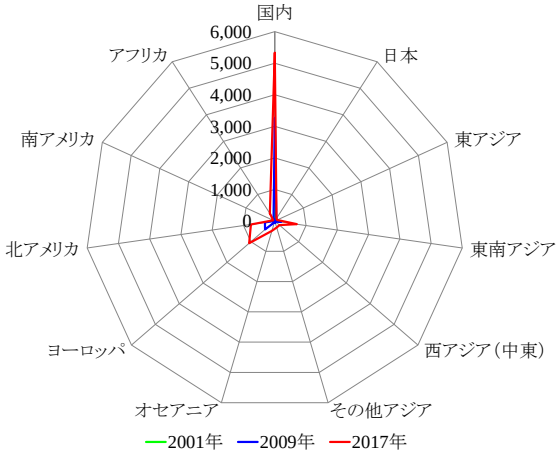
（5）仁川



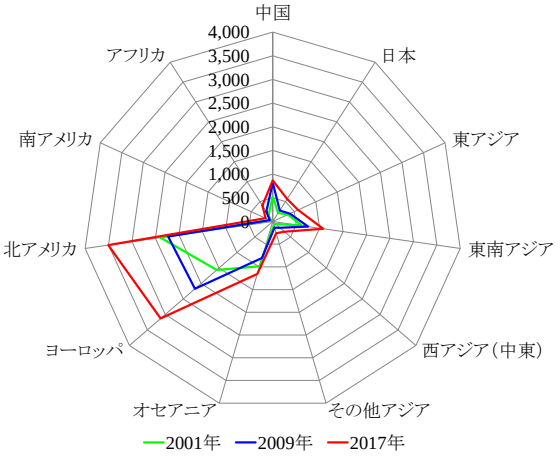
（6）北京首都



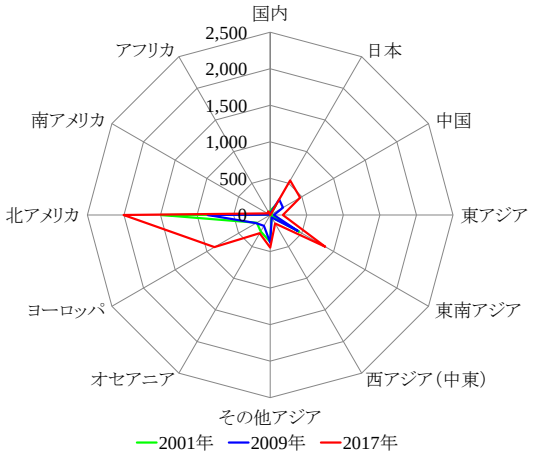
（7）上海浦東



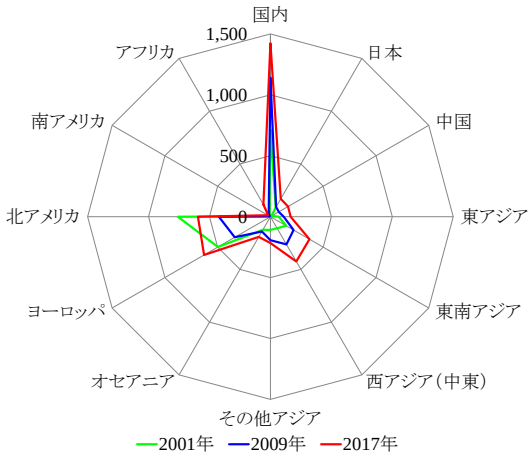
（8）広州白雲



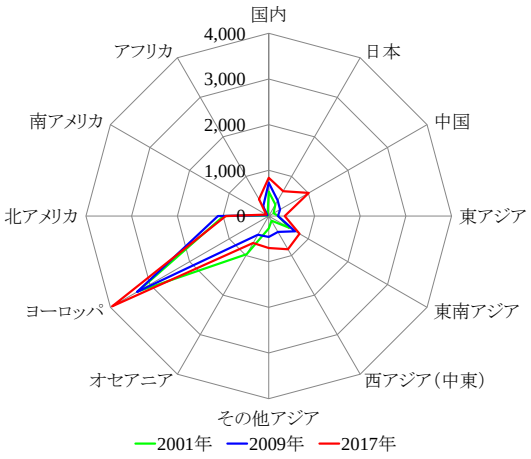
（9）香港



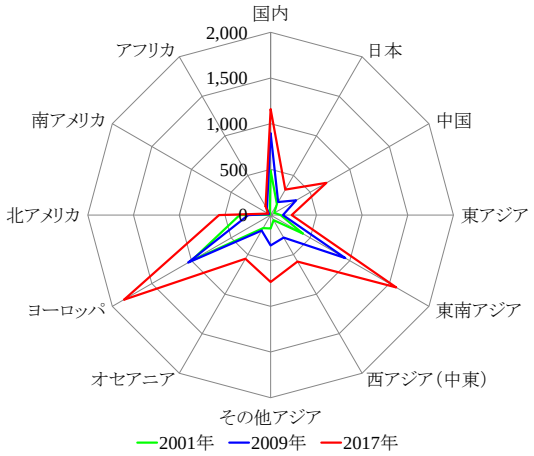
（10）台湾桃園



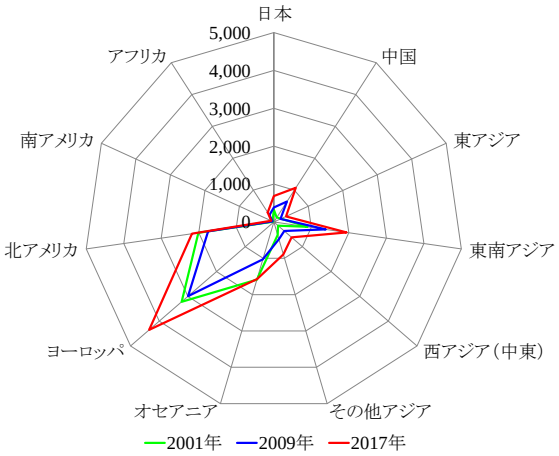
（11）ニノイ・アキノ



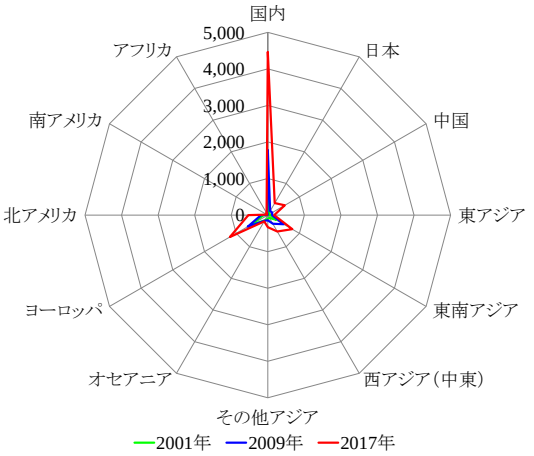
（12）スワンナプーム



（13）クアラルンプール



（14）シンガポール・チャンギ



（15）スカルノ・ハッタ

図 3.5　日本の国際拠点空港とアジア主要国際空港における路線別（潜在的）目的地数の推移

注）各年 9 月第 3 週の OAG フライト情報に基づく。

まず、我が国の国際拠点空港については、成田は北アメリカ路線やヨーロッパ路線に競争的優位性があるものの、表 3.1 で示したインダイレクト・コネクションの減少を反映して、その航空ネットワークは縮小していることが観察されるだろう。これは、2010 年に経営破綻した日本航空が、その前年から、成田を中心に運休や減便を実施した影響が大きい。その一方で、羽田は順調に航空ネットワークを拡大しており、国内路線に加えて、北アメリカ路線を除けば、成田と互角かそれ以上の（潜在的な）目的地数を有していることが分かるだろう。関西と中部に関しては、北アメリカ路線は縮小しているものの、関西ではア

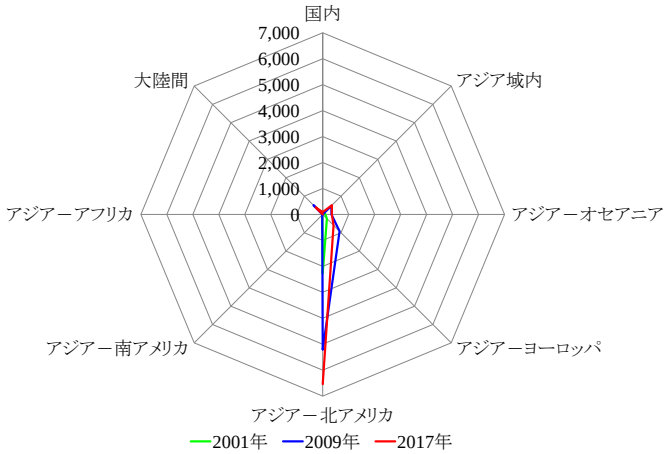
ジア路線、そして中部ではアジア路線とヨーロッパ路線が拡大している。

次に、アジア地域の主要国際空港に関しては、仁川と香港は北アメリカ路線とヨーロッパ路線において、北京首都、広州白雲、ニノイ・アキノ、およびスカルノ・ハッタは国内路線において、上海浦東は国内路線、北アメリカ路線、およびヨーロッパ路線において、台湾桃園は北アメリカ路線において、スワンナプームとシンガポール・チャンギはヨーロッパ路線において、そしてクアラルンプールは東南アジア路線とヨーロッパ路線において、各々、航空ネットワークを急速に拡大していることが観察されるだろう。

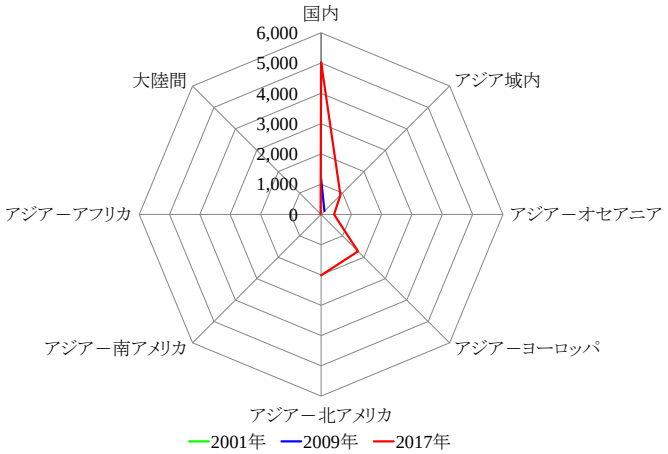
一方、図 3.6 は、2001 年、2009 年、および 2017 年の各年 9 月第 3 週における分析対象 15 空港のハブ・コネクション（CNU）について、路線別にその推移を示したものである。ここでは、国内路線と大陸間路線を除いて、出発地はアジア地域、すなわち、図 3.1 における C 空港がアジア地域の空港に該当する。

まず、我が国の国際拠点空港については、成田は南アメリカ路線とアフリカ路線を除く全ての路線において、ハブ・コネクションが増加していることが分かる。特に、北アメリカ路線におけるハブ・コネクションが極めて多いが、これは、アメリカ系航空会社が同空港に保有している以遠権の影響であると考えられる。羽田は、国内路線におけるハブ・コネクションの急増（2001 年：620 CNU、2017 年：5,030 CNU）に加えて、再国際化に伴って、従来は存在しなかった国際路線におけるハブ・コネクションが出現した。関西については、オセアニア、ヨーロッパ、および北アメリカの各路線におけるハブ・コネクションは減少しているものの、国内路線とアジア路線では順調に増加しており、中部に関しても、国内、アジア、オセアニア、そしてヨーロッパの各路線で増加していることが観察される。

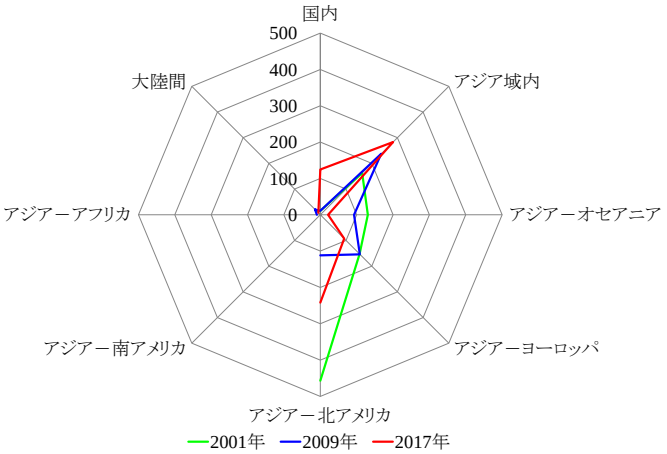
次に、アジア地域の主要国際空港に関しては、仁川と台湾桃園は北アメリカ路線において、北京首都と上海浦東は北アメリカ路線とヨーロッパ路線において、広州白雲はオセアニア路線と北アメリカ路線において、香港はアジア域内路線、北アメリカ路線、およびヨーロッパ路線において、ニノイ・アキノとクアラルンプールはアジア域内路線において、スワンナプームはアジア域内路線とヨーロッパ路線において、シンガポール・チャンギはアジア域内路線、オセアニア路線、およびヨーロッパ路線において、そしてスカルノ・ハッタは国内路線とアジア域内路線において、各々、ハブ・コネクションが増加していることが観察されるだろう。



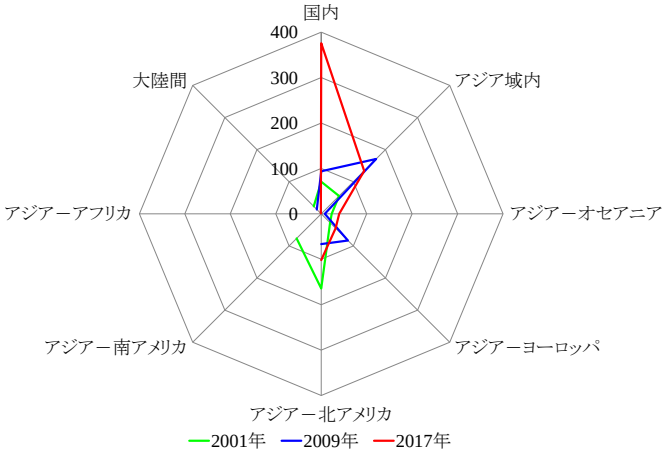
（1）成田



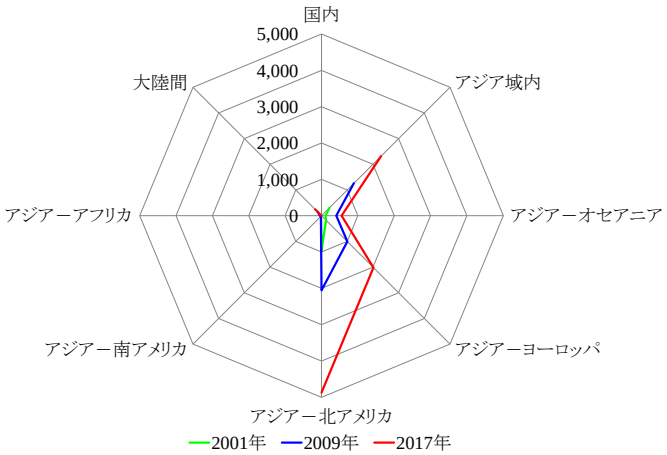
（2）羽田



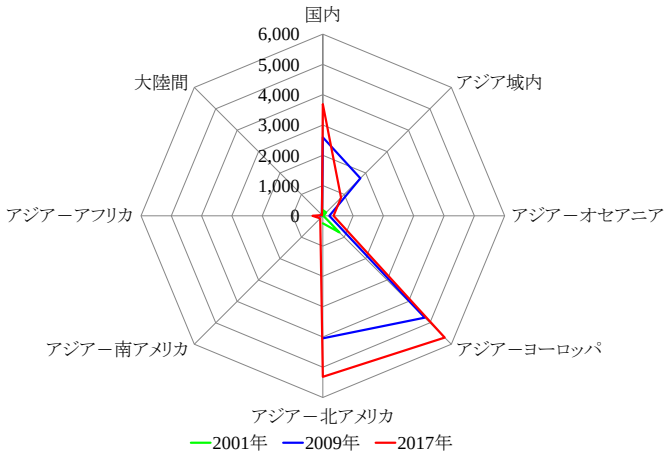
（3）関西



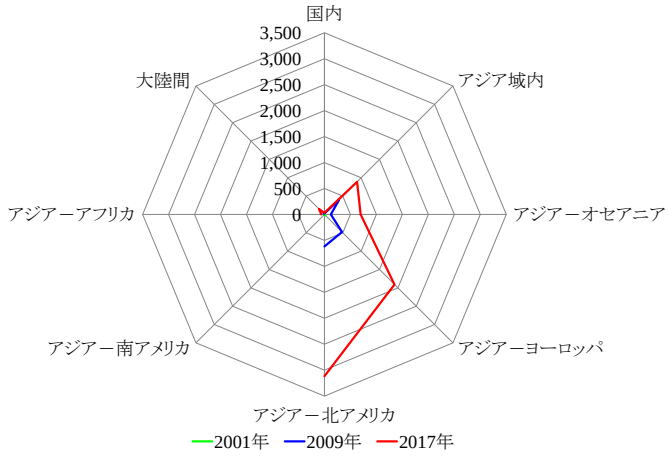
（4）中部



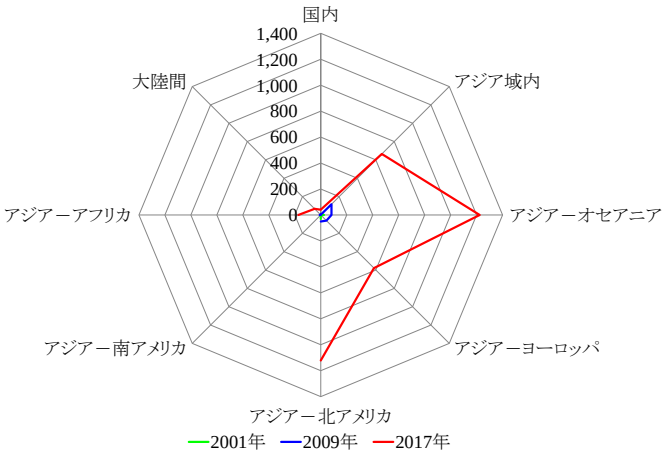
（5）仁川



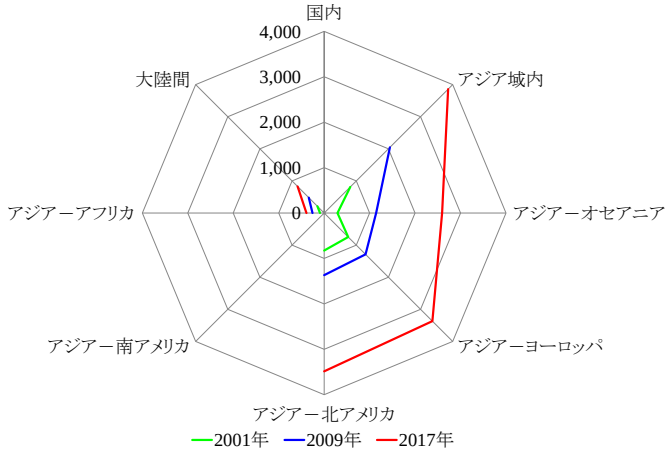
（6）北京首都



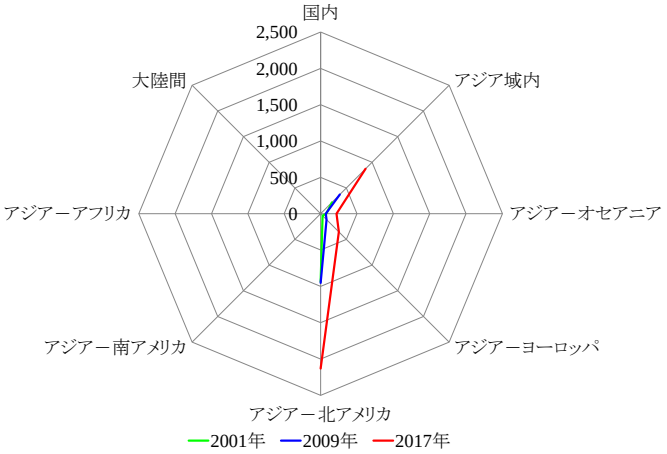
（7）上海浦東



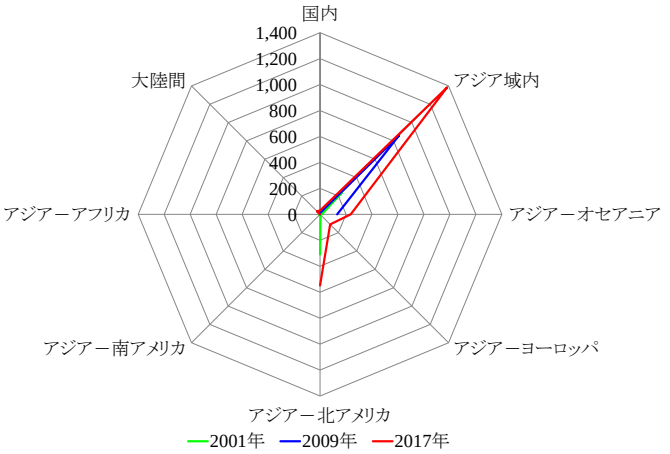
（8）広州白雲



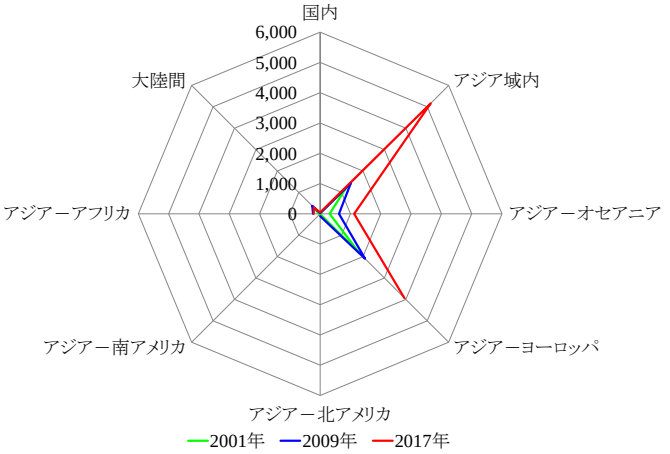
（9）香港



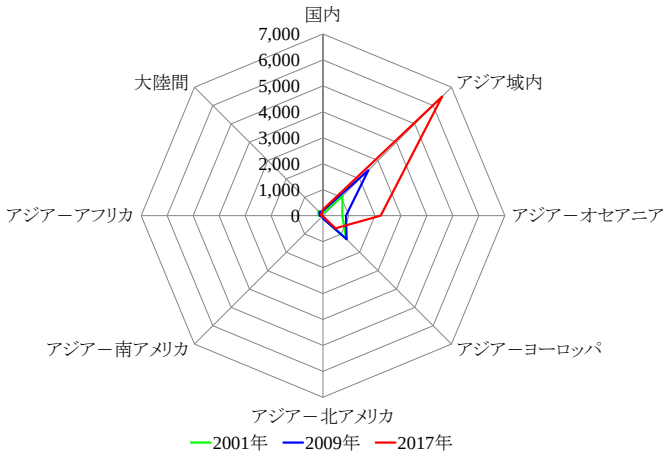
（10）台湾桃園



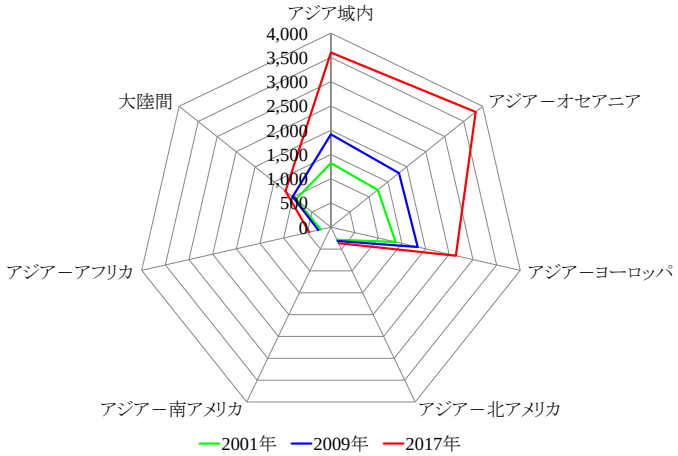
（11）ニノイ・アキノ



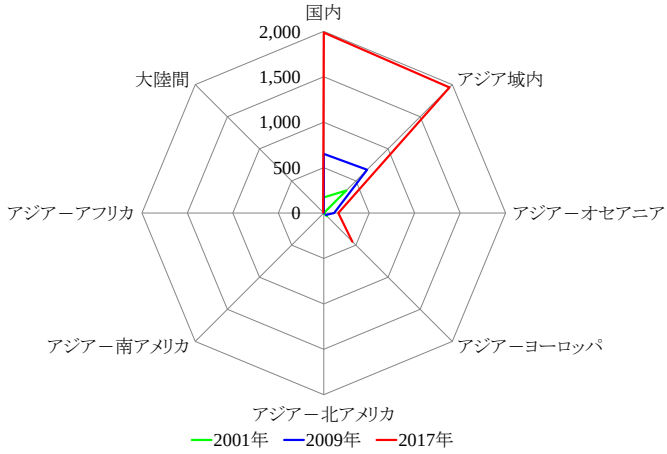
（12）スワンナプーム



（13）クアラルンプール



（14）シンガポール・チャンギ



（15）スカルノ・ハッタ

図 3.6　日本の国際拠点空港とアジア主要国際空港における
路線別ハブ・コネクションの推移

注）各年 9 月第 3 週の OAG フライト情報に基づく。

3.4 複数空港地域と地域航空ネットワーク

3.4.1 複数空港地域

以下では、複数空港が立地する地域に焦点を当て、地域航空輸送の観点から、航空ネットワークの評価と比較を行う。

表 3.2 は、国際航空運送協会（International Air Transport Association：IATA）公認の複数空港地域（マルチエアポート・リージョン）を示しているが、我が国には、東京、大阪、

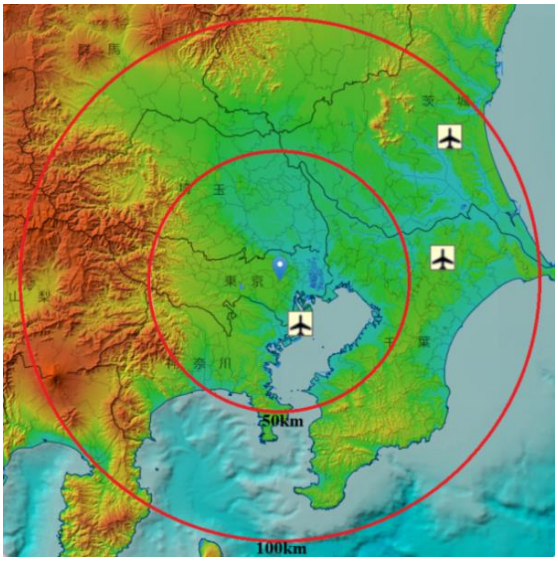
および名古屋の 3 地域が指定されている。図 3.7 は、我が国のこれら 3 地域に札幌を加えた上で、アジア地域の代表的な複数空港地域であるソウル、上海、台北、およびバンコクにおける複数空港の立地状況を示したものである。まず、我が国の 4 地域については、全ての空港が、各々、市中心部から 100 キロ圏内に存在し、特に、大阪に関しては、3 空港（関西、伊丹、神戸）が近接して立地している。次に、アジア地域の複数空港地域に関しても、全ての空港が、各々、市中心部から 50 キロ圏内に立地していることが分かるだろう。

3.3 では、空港を分析対象として、航空ネットワークを多角的に検証した。すなわち、我が国の国際拠点空港である成田、羽田、関西、および中部に加えて、アジア地域の主要国際空港である、仁川、北京首都、上海浦東、広州白雲、香港、台湾桃園、ニノイ・アキノ、スワンナプーム、クアラルンプール、シンガポール・チャンギ、およびスカルノ・ハッタを取り上げて、それら 15 空港における航空ネットワークを比較した。以下では、複数空港が存在する地域については、各空港の航空ネットワークを合計することによって、複数空港地域としての航空ネットワークの評価と比較を行う。具体的には、東京は成田と羽田、大阪は関西、伊丹、および神戸、名古屋は中部と小牧、そして札幌は新千歳と丘珠の合計であり、アジア地域の主要都市については、ソウル（仁川、金浦）、北京（北京首都、北京南苑）、上海（上海浦東、上海虹橋）、台北（台湾桃園、台北松山）、バンコク（スワンナプーム、ドンムアン）、クアラルンプール（クアラルンプール、スルタン・アブドゥル・アジズ・シャー）、シンガポール（シンガポール・チャンギ、セレター）、そしてジャカルタ（スカルノ・ハッタ、ハリム・ペルダナクスマ）が該当する。

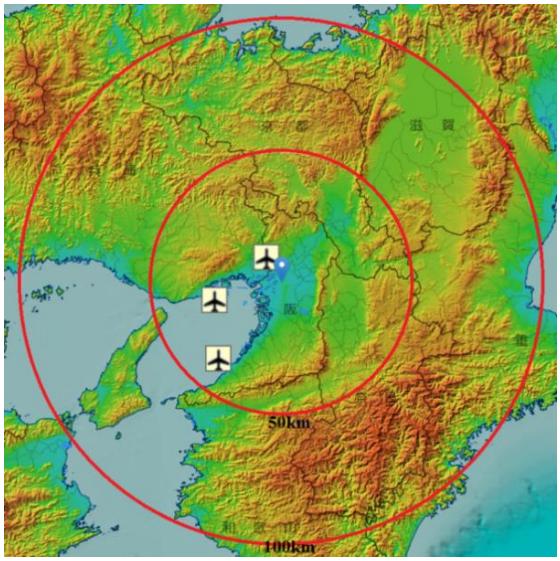
表 3.2　IATA 公認のマルチエアポート

No.	都市	都市コード	空港	空港コード	空港	空港コード	空港	空港コード
1	東京	TYO	成田国際空港	NRT	東京国際空港	HND		
2	大阪	OSA	関西国際空港	KIX	大阪国際空港	ITM	神戸空港	UKB
3	名古屋	NGO	中部国際空港	NGO	名古屋飛行場	NKM		
4	ソウル	SEL	仁川国際空港	ICN	金浦国際空港	GMP		
5	北京	BJS	北京首都国際空港	PEK	北京南苑空港	NAY		
6	上海	SHA	上海浦東国際空港	PVG	上海虹橋国際空港	SHA		
7	台北	TPE	台湾桃園国際空港	TPE	台北松山空港	TSA		
8	バンコク	BKK	スワンナプーム国際空港	BKK	ドンムアン空港	DMK		
9	シンガポール	SIN	シンガポール・チャンギ国際空港	SIN	セレター空港	XSP		
10	ジャカルタ	JKT	スカルノ・ハッタ国際空港	CGK	ハリム・ペルダナクスマ国際空港	HLP		

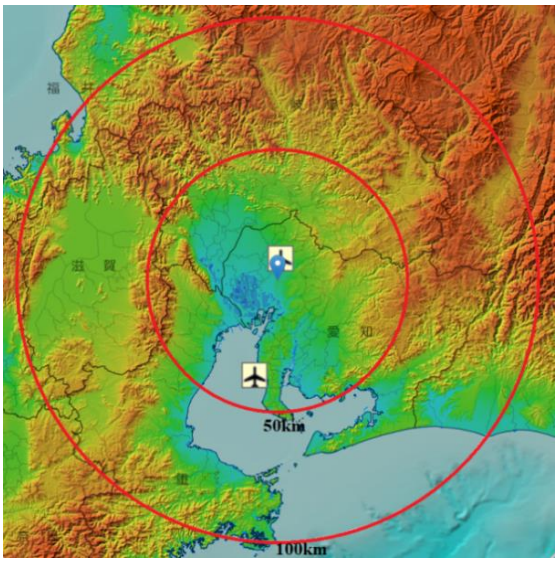
出所）IATA（2015）より、筆者作成。



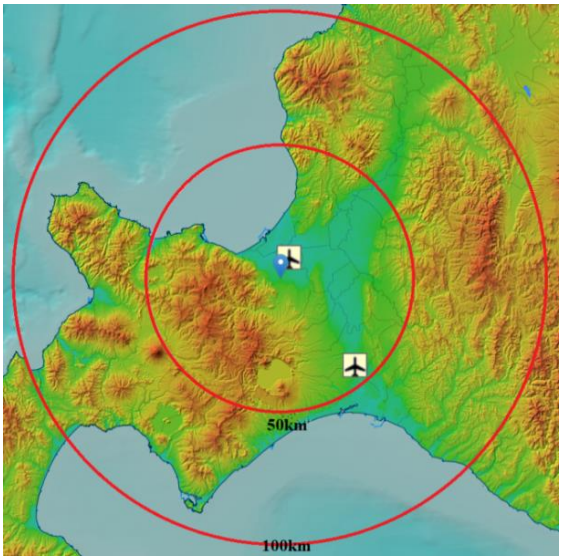
（1）東京



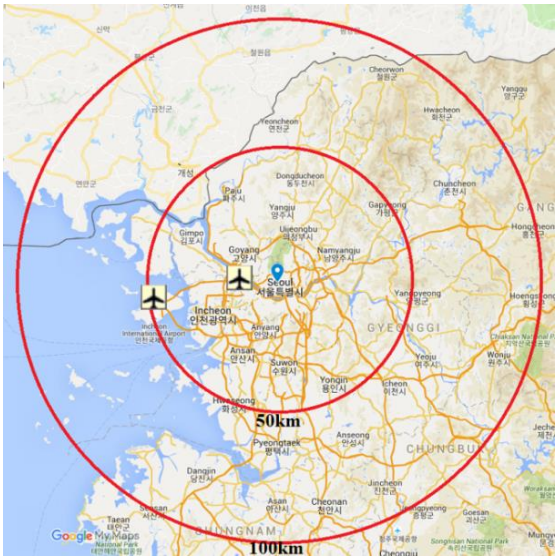
（2）大阪



（3）名古屋

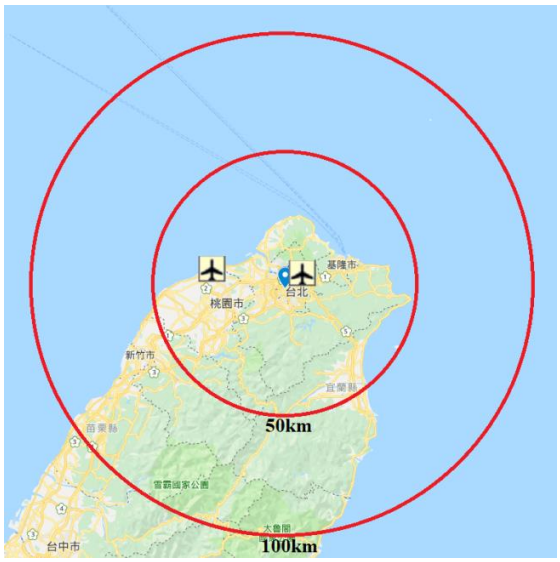


（4）札幌

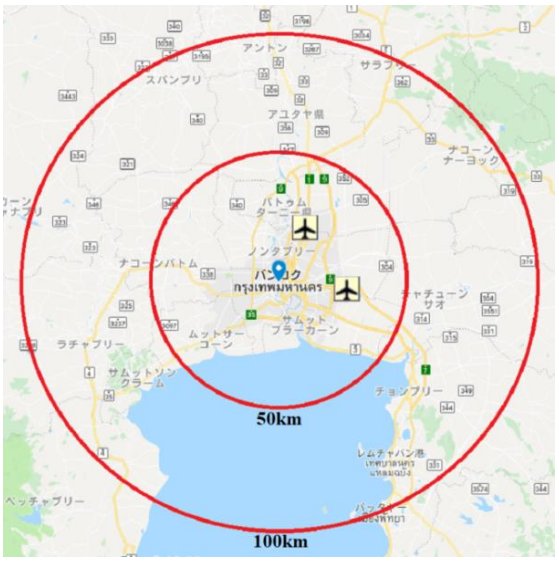


（5）ソウル

（6）上海



（7）台北



（8）バンコク

図 3.7　日本とアジア地域における代表的な複数空港都市

3.4.2 航空ネットワークの比較

図 3.8 は、2017 年 9 月第 3 週における分析対象 19 都市のダイレクト・コネクション、インダイレクト・コネクション、およびハブ・コネクションの大きさ（CNU）を示したものである。ここでは、我が国における札幌（新千歳と丘珠の合計）、福岡、および那覇の 3 都市、そして、アジア地域における釜山（韓国）と高雄（台湾）の 2 都市についても取り上げた。

同図からは、まず、複数空港地域でみた場合、アジア地域においては、東京の航空ネッ

トワークが最も大きいことが観察されるだろう。これは、空港レベルでみた場合とは、異なる分析結果であるといえる。具体的には、ダイレクト・コネクションは、上海（6,723 CNU）、東京（6,309 CNU）、および北京（6,198 CNU）が、インダイレクト・コネクションについては、東京（15,460 CNU）、上海（11,705 CNU）、北京（11,000 CNU）、およびシンガポール（10,561 CNU）が、そしてハブ・コネクションに関しては、東京（18,571 CNU）、北京（16,750 CNU）、香港（14,520 CNU）、シンガポール（12,077 CNU）、バンコク（11,539 CNU）、およびソウル（10,052 CNU）が絶対的に大きいことが分かるだろう。

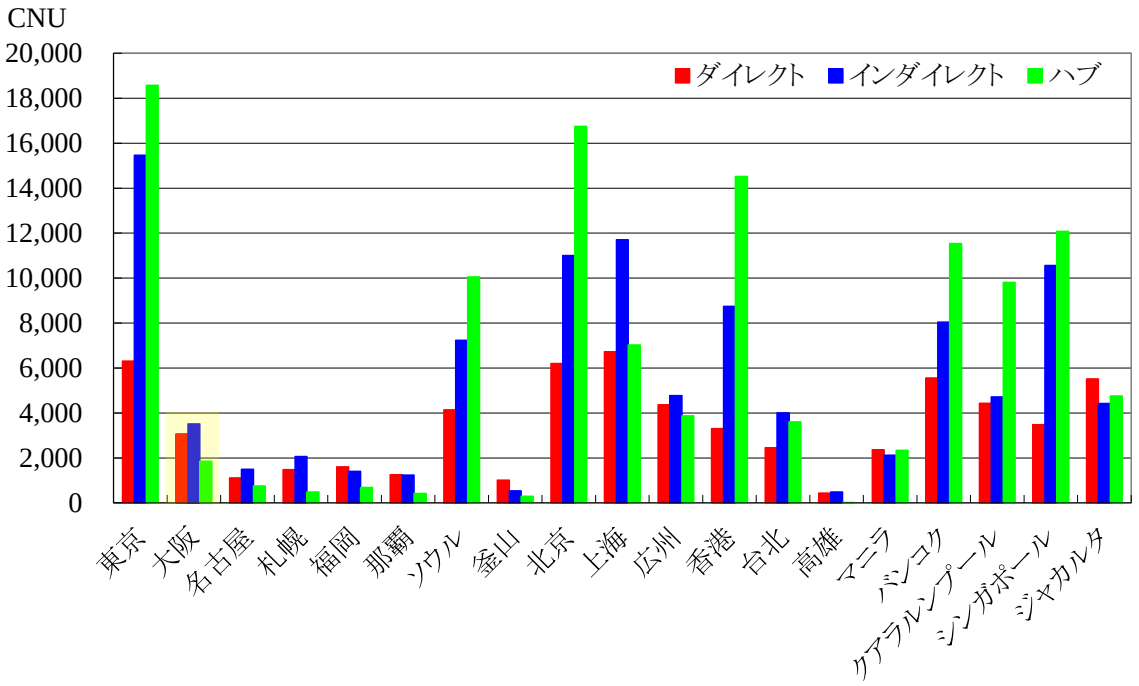


図 3.8　日本の主要都市圏とアジア主要都市圏における航空ネットワークの比較

注）2017 年 9 月第 3 週の OAG フライト情報に基づく。

3.4.3 航空ネットワークの拡大

表 3.3 は、分析対象 19 都市におけるダイレクト、インダイレクト、およびハブの各コネクションについて、2001 年から 2017 年までの増加率を示したものである。

複数空港地域でみた場合、アジア地域では、全てのコネクションを通して、中国本土の主要 3 都市、および釜山で高い増加率を記録していることが分かる。2001 年から 2017 年における航空ネットワークの拡大では、上海浦東のハブ・コネクション（5,013%）、北京首都のハブ・コネクション（1,104%）、広州白雲のインダイレクト・コネクション（2,955%）とハブ・コネクション（5,630%）、そして釜山のハブ・コネクション（4,953%）が顕著に拡大している。一方、我が国の都市についても、基本的に拡大傾向にあるが、縮小しているコネクションも観察される。例えば、2001 年から 2017 年における航空ネットワークで

みれば、大阪のインダイレクト・コネクション（-15%）と名古屋のインダイレクト・コネクション（-11%）が縮小していることが分かるだろう。

表 3.3　日本の主要都市圏とアジア主要都市圏における航空ネットワークの拡大率

	ダイレクト・コネクション			インダイレクト・コネクション			ハブ・コネクション		
	2001－2009	2009－2017	2001－2017	2001－2009	2009－2017	2001－2017	2001－2009	2009－2017	2001－2017
東京	29	32	69	-8	34	23	148	111	423
大阪	-1	50	48	-41	43	-15	-22	122	73
名古屋	25	15	43	-14	4	-11	-1	73	71
札幌	15	41	62	26	222	306	-12	962	835
福岡	-5	52	44	19	185	241	65	104	236
那覇	30	42	86	47	262	434	130	13	161
ソウル	24	50	86	26	61	104	207	103	523
釜山	10	68	84	358	-19	269	732	507	4,953
北京	132	27	195	100	108	314	871	24	1,104
上海	165	53	306	195	123	560	1,215	289	5,013
広州	166	36	262	769	251	2,955	380	1,093	5,630
香港	22	45	77	13	50	69	121	121	387
台北	-38	56	-3	-27	171	97	19	135	180
高雄	-59	15	-53	-66	294	35	-69	62	-49
マニラ	53	36	108	-15	65	40	139	68	303
バンコク	42	113	203	7	35	45	32	138	213
クアラルンプール	76	82	221	36	95	166	42	86	164
シンガポール	32	46	92	-1	49	47	33	69	126
ジャカルタ	88	135	343	51	150	277	157	224	732

注 1）各年 9 月第 3 週の OAG フライト情報に基づく。
注 2）単位：%

4 おわりに

本研究の主な目的は、まず、国際航空流動の観点から、我が国とアジア地域における主要都市との比較の下で、大阪のハブ（拠点）性を検証することであった。そして、我が国の国際拠点空港、およびアジア地域の主要国際空港との比較の下で、関西国際空港の航空ネットワークを評価することであった。

本研究の成果をまとめると、以下の 9 点を指摘できるだろう。

1. 重力モデルによる 2016 年の都市ランク変数を除いた分析結果からは、旅客については、クアラルンプール、香港、バンコク、マニラ、上海、ソウル、および台北の拠点性が、貨物に関しては、ハノイ、上海、香港、バンコク、ホーチミン、ソウル、および広州の拠点性が大きいことが明らかとなった。大阪については、基本 3 変数（GDP、人口、距離）で説明される以上の国際航空旅客流動数・貨物流動量の発着地となっていたが、他都市と比較して、その拠点性は大きくはなかった。
2. 1982 年から 2016 年までの 35 年における時系列的考察からは、中国 4 都市（北京、上海、広州、および香港）の拠点性が大きく上昇しており、特に、上海と広州における貨物の拠点性上昇が顕著であった。そして、ソウルやバンコク、クアラルンプール、広州、ベトナム 2 都市をはじめ、第 2 階層都市が、急速に拠点性を上昇させていることが判明した。大阪についても、基本的に上昇傾向にあることが観察された。
3. 新空港の開港には、旅客と貨物における都市の拠点性を向上させる効果が、インテグレーターによる貨物ハブの開設には、貨物における都市の拠点性を向上させる効果が認められた。大阪に関しては、関西国際空港が開港した 1994 年以降の数年間において、貨物における拠点性が上昇していた。その一方で、2014 年に開設された FedEx の北太平洋地区ハブの効果は、現時点では、明確には認められなかった。
4. 重力モデルによる都市ランク変数を考慮した分析結果からは、アジア地域における国際航空旅客流動数・貨物流動量は、APS 企業の集積、すなわち、高次ビジネス・サービスの集積の程度によって最も説明できると同時に、その重要性は、経年的に大きくなっていることが明らかとなった。
5. NetScan モデルによる分析結果からは、中国本土の 3 空港（北京、上海、および広州）をはじめ、アジア地域における主要国際空港の航空ネットワークは急速に拡大している一方で、我が国における国際拠点空港の航空ネットワークは、相対的に縮小していることが明らかとなった。しかしながら、東京国際空港については、再国際化以降、充実した国内路線と新たに開設された国際路線の接続が実現した結果、その航空ネットワークは急速に拡大していた。

6. 路線別航空ネットワークについては、羽田は、成田と互角かそれ以上の（潜在的な）目的地数を有していることが明らかとなった。また、成田の北アメリカ路線におけるハブ・コネクションは極めて多い一方で、羽田においては、再国際化に伴う国際路線の新たなハブ・コネクションが出現していた。
7. 関西における航空ネットワークに関しては、成田や羽田、あるいは、アジア地域の主要国際空港と比較して、その規模は絶対的に小さく、経年的には、インダイレクト・コネクションとハブ・コネクションが減少していることが明らかとなった。
8. 関西の路線別航空ネットワークについては、アジア路線において、ダイレクト・コネクションとインダイレクト・コネクションの合計、すなわち、（潜在的な）目的地数が、国内路線とアジア路線において、ハブ・コネクションが増加していた。
9. 複数空港地域で分析を行った結果、アジア地域においては、東京の航空ネットワークが最も大きいことが明らかとなり、空港レベルで分析を行った場合とは、異なる結果が得られた。

現在、シンガポール航空によるシンガポールーニューアーク路線（約 1 万 6,670 キロ）、カタール航空によるドーハーオークランド路線（約 1 万 4,530 キロ）、カンタス航空によるパースーロンドン路線（約 1 万 4,500 キロ）、エミレーツ航空によるドバイーオークランド路線（約 1 万 4,190 キロ）、あるいは、ユナイテッド航空によるロサンゼルスーシンガポール路線（約 1 万 4,100 キロ）やヒューストンーシドニー路線（約 1 万 3,830 キロメートル）をはじめ、新型機の登場と原油価格の下落に伴って、超長距離路線が続々と就航している（Zhang（2018））。同時に、短距離路線市場で急成長を遂げた LCC は、中距離路線市場、そして長距離路線市場にも進出するようになった。

このことからも、今後の展開としては、経済発展に伴うアジア発着の航空需要増加や大規模国際空港の整備推進の影響に加えて、航空機性能向上に伴う上記のような超長距離路線の出現が、我が国における国際拠点空港の地理的優位性に与える影響を分析する必要がある。例えば、これらの要因が、太平洋路線における航空会社の直行便化を加速した結果、現在、成田をバイパスする傾向が強まっている。

分析モデルの精緻化も含め、このような新しい動向を反映した分析への拡張は、今後の検討課題としたい。

参考文献

1) ヤン フェルトハイス・ギオーム ブルハウト・ヤップ ドゥウィット・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 11 巻，第 3 号，pp.2-12.
2) Airports Council International (2014) *Airport Industry Connectivity Report 2004-2014*. ACI Europe.
3) Barklie, G. (2015) Vietnam leads emerging market greenfield FDI performance index. Financial Times Emerging Markets. London. Financial Times. (http://www.ft.com/cms/s/3/6949ac06-2a1b-11e5-acfb-cbd2e1c81cca.html#axzz3wEgvFcGT)
4) Beaverstock, J.V., Smith, R.G. and Taylor, P.J. (1999) A roster of world cities. *Cities*, 16(6), pp.445-458.
5) Boonekamp, T. and Burghouwt, G. (2013) Aanpassingen en verbeteringen aan het Netscan-model. *SEO Discussion Paper*. Amsterdam: SEO.
6) Bowen, J.T. (2016) “Now everyone can fly”? Scheduled airline services to secondary cities in Southeast Asia. *Journal of Air Transport Management*, 53, pp.94-104.
7) Burghouwt, G. and Veldhuis, J. (2006) The competitive position of hub airports in the transatlantic market. *Journal of Air Transportation*, 11(1), pp.106-130.
8) Burghouwt, G., De Wit, J., Veldhuis, J. and Matsumoto, H. (2009) Air network performance and hub competitive position: Evaluation of primary airports in East and Southeast Asia. *Journal of Airport Management*, 3(4), pp.384-400.
9) Derudder, B. and Witlox, F. (2005a) An appraisal of the use of airline data in assessing the world city network: a research note on data. *Urban Studies*, 42(13), pp.2371-2388.
10) Derudder, B. and Witlox, F. (2005b) On the use of inadequate airline data in mappings of a global urban system. *Journal of Air Transport Management*, 11(4), pp.231-237.
11) Derudder, B. and Witlox, F. (2008) Mapping world city networks through airline flows: context, relevance, and problems. *Journal of Transport Geography*, 16(5), pp.305-312.
12) De Wit, J., Veldhuis, J., Burghouwt, G. and Matsumoto, H. (2009) Competitive position of primary airports in the Asia-Pacific Rim. *Pacific Economic Review*, 14(5), pp.639-650.
13) Friedmann, J. (1986) The world city hypothesis. *Development and Change*, 17(1), pp.69-83.（藤田 直晴訳編（1997）「世界都市の論理」鹿島出版会，pp.191-201.）
14) Grosche, T., Rothlauf, F. and Heinzl, A. (2007) Gravity models for airline passenger volume estimation. *Journal of Air Transport Management*, 13(4), pp.175-183.
15) Harvey, D. (1951) Airline passenger traffic pattern within the United States. *Journal of Air Law and Commerce*, 18, pp.157-165.

16) Howrey, E.P. (1969) On the choice of forecasting models for air travel. *Journal of Regional Science*, 9, pp.215-224.

17) Hwang, C.C. and Shiao, G.C. (2011) Analyzing air cargo flows of international routes: an empirical study of Taiwan Taoyuan International Airport. *Journal of Transport Geography*, 19(4), pp.738-744.

18) IATA (2015) IATA regional codes (http://www.iata.org/services/pages/codes.aspx)

19) Lansing, J.B. and Blood, D.M. (1958) A cross section analysis of non-business air travel. *Journal of American Statistical Association*, 53, pp.928-947.

20) Lansing, J.B., Liu, J. and Suits, D.B. (1961) An analysis of interurban air travel. *Quarterly Jurnal of Economics*, 75, pp.87-95.

21) Long, W.H. (1970) The economics of air travel gravity model. *Journal of Regional Science*, 10, pp.353-363.

22) Matsumoto, H. (2004) International urban systems and air passenger and cargo flows: some calculations. *Journal of Air Transport Management*, 10(4), pp.239-247.

23) Matsumoto, H. (2007) International air network structures and air traffic density of world cities. *Transportation Research Part E*, 43(3), pp.269-282.

24) Matsumoto, H., Domae, K. and O'Connor, K. (2016) Business connectivity, air transport and the urban hierarchy: A case study in East Asia. *Journal of Transport Geography*, 54, pp.132-139.

25) Matsumoto, H. and Domae, K. (2018) The effects of new international airports and integrator's hubs on the mobility of cities in urban hierarchies: A case study in East and Southeast Asia. *Journal of Air Transport Management*, 71, pp.160-166.

26) Matsumoto, H. and Domae, K. (2019) Assessment of hub status of cities in Europe and Asia from an international air traffic perspective. *Journal of Air Transport Management*, forthcoming.

27) O'Connor, K. and Fuellhart, K. (2010) Air services at second ranked cities: decline or growth?. *Proceedings of the 15th International Conference of the Hong Kong Society for Transportation Studies*, pp.687-694.

28) Richmond, S.B. (1955) Forecasting air passenger traffic by multiple regression analysis. *Journal of Air Law and Commerce*, 22, pp.434-443.

29) Sassen, S. (1991) *The Global City: New York, London, Tokyo.* Princeton: Princeton University Press.（伊豫谷 登士翁監訳（2008）「グローバル・シティーニューヨーク・ロンドン・東京から世界を読むー」，筑摩書房.）

30) Taaffe, E.J. (1962) The urban hierarchy: an air passenger definition. *Economic Geography*, 38, pp.1-14.

31) Taylor, P.J. and Derudder, B. (2016) *World City Network: A Global Urban Analysis*. 2nd ed., London: Routledge.
32) The World According to GaWC (http://www.lboro.ac.uk/gawc/gawcworlds.html)
33) Veldhuis, J. (1997) The competitive position of airline networks. *Journal of Air Transport Management*, 3(4), pp.181-188.
34) Wojahn, O.W. (2001) Airline network structure and the gravity model. *Transportation Research Part E*, 37(4), pp.267-279.
35) Zhang, B. (2018) The 11 longest flights in the world, ranked, Business Insider (https://www.businessinsider.com/longest-flights-in-the-world-ranked-oag-2018-1?op=1)

謝　辞

本研究は、一般財団法人関西空港調査会「2018 年度調査研究助成事業」の研究助成を受けた。また、本研究の 3 は、SEO Amsterdam Economics と共同で実施した。

本研究に取り組む機会を与えていただきました黒田勝彦理事長をはじめ、一般財団法人関西空港調査会の皆さまに対しまして、ここに記して、心より深く感謝申し上げます。どうもありがとうございました。

2019 年 3 月

神戸大学　　松本 秀暢

関西外国語大学　　堂前 光司