

空港整備が地域経済に及ぼす効果に関する調査研究

令和 4 (2022) 年 3 月

公益財団法人 アジア成長研究所

空港整備が地域経済に及ぼす効果に関する調査研究

公益財団法人アジア成長研究所 主任研究員 田村一軌
准教授 坂本 博

要旨

令和2年3月26日に那覇空港の第2滑走路が供用開始され、令和7年3月31日には福岡空港の第2滑走路が供用開始となることが予定されている。また北九州空港においても、令和2年度から滑走路延長計画に関する国の調査が開始され、PI（パブリック・インボルブメント）や環境影響評価などが進められている。本研究の主な内容は、このような空港滑走路の拡充および延長が地域経済に及ぼす影響を評価する方法を検討することである。この課題設定は、コロナ禍において航空旅客が減少するなか、航空貨物輸送は堅調に推移しており、滑走路の拡充が航空貨物に与える影響および製造業や流通業を中心とする空港後背圏の地域経済に与える影響を分析することは重要であるとの考え方に基づいている。

第1章では2000年から2020年までの航空貨物輸送の実績データを整理し、日本の空港における貨物輸送の実態を明らかにした。国際貨物と国内貨物それぞれについて、国内空港ごとの取扱量のシェアを整理し、その推移からそれぞれの空港の特徴を考察した。空港別に航空貨物取扱量を整理したところ、北九州空港は他の空港と異なる推移をしていた。すなわち、北九州空港は、2020年度にその貨物取扱シェアを急拡大しているが、これは、北九州の国際航空貨物空港としてのポテンシャルの高さを表しているといえるだろう。

第2章では、『貿易統計』および『航空貨物動態調査』という公的統計を用いて、航空貨物輸送からみた北九州空港の国際貨物輸送および国内貨物輸送における後背地の推定を試みた。国際航空貨物に関する『貿易統計』は悉皆調査であるという長所があるものの、貨物の発生・集中地が分からないという短所がある。国内航空貨物に関する『航空貨物動態調査』は、輸送貨物の発生・集中地が分かるものの、2年に一度、秋の1日のみの調査であり網羅性に欠けるという短所がある。本章における検討結果からは、航空貨物輸送から見た北九州空港の後背地は、国際航空貨物輸送・国内航空貨物輸送いずれにおいても、福岡県を中心とした北部九州地域と考えることができる。したがって、今後の北九州空港の空港整備による地域経済への影響を考える際の地理的範囲としては、主に福岡県を考えればよいといえるだろう。ただし、より詳細な影響を分析するためには、例えば市町村単位で空港の後背地を確定させる必要があるかもしれない。

第3章では、航空貨物輸送のデータから空港の重要性を客観的に評価する指標として、固有ベクトル中心性指標を提案し、実際の輸送データを用いて指標の数値を計算した。『航空輸送統計調査年報』と『空港管理状況調書』という異なる統計から、国内線と国際線とを統合した航空貨物輸送にかかるOD行列を作成した。「海外」空港という仮想的な空港をネットワーク中に設定し、構築したネットワークに対して固有ベクトル中心性指標を適用することで、国際線と国内線の航空貨物輸送量から客観的な重要性指標を構築することが可能となった。ただし、この指標が航空貨物ネットワークのどのような特性を抽出しているのかについての考察や、空港周辺地域の社会経済状況との関連性の分析などが不足していると考えられ、これらの点については今後の課題として研究を継続したい。

目次

要旨	i
目次	ii
第1章 航空貨物輸送実績データからみた国内空港の特徴	1
1.1 はじめに	1
1.2 日本の航空貨物取扱量の推移	1
1.3 空港別の航空貨物取扱量とその推移	2
1.3.1 空港別国際線航空貨物取扱量シェアの推移	3
1.3.2 空港別国内線航空貨物取扱量シェアの推移	4
1.4 まとめ	5
第2章 物流統計からみた北九州空港の後背地	7
2.1 はじめに	7
2.2 貿易統計からみた北九州空港の利用状況	7
2.2.1 北九州空港利用貨物の蔵置税関	8
2.2.2 蔵置税関別にみた空港利用状況	8
2.3 航空貨物動態調査からみた北九州空港の利用状況	9
2.4 まとめ	10
第3章 ネットワーク分析による空港重要度の定量的評価の試み	20
3.1 はじめに	20
3.2 航空貨物輸送ネットワークから見た空港の重要性指標	20
3.3 固有ベクトル中心性による貨物航空ネットワークの分析	21
3.3.1 国内線ネットワークによる固有ベクトル中心性の推移	22
3.3.2 国際線ネットワークによる固有ベクトル中心性の推移	23
3.4 まとめ	25

第1章 航空貨物輸送実績データからみた国内空港の特徴

1.1 はじめに

航空貨物輸送のネットワーク分析を行うにあたり、まずはじめに、航空貨物輸送の実績データを確認し、日本の空港における貨物輸送の実態を明らかにする。本章では、公的統計に基づいて、航空貨物輸送の実績を国内空港別に整理し、その推移から見たそれぞれの空港の特徴を考察する。

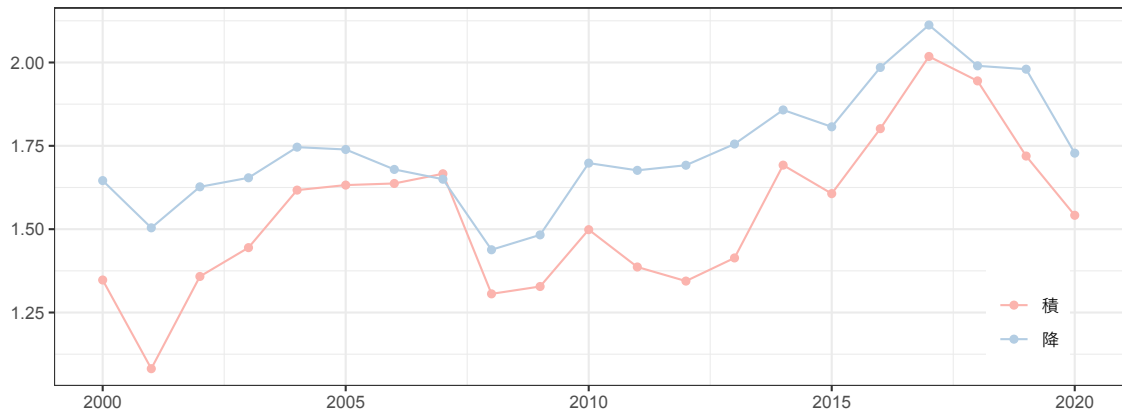
1.2 日本の航空貨物取扱量の推移

本章における分析では、国内航空貨物輸送については、国土交通省の『航空輸送統計調査年報』のデータを用いる。この資料には「国内定期航空空港間貨物流動表」という空港間 OD データが掲載されており、国内線の空港間貨物流動を把握することができる。この OD データを空港ごとに集計した数値を、空港の国内航空貨物取扱量とみなす。国際線については、国土交通省の『空港管理状況調書』にあるデータを利用する。このデータには、国内空港別の国際線の総乗客数と総降客数、および貨物取扱量についても積降別に総取扱量が整理されている。なお、この「空港管理状況調書」には国内空港別の国内航空貨物取扱量が掲載されているが、前述した「国内定期航空空港間貨物流動表」から集計した空港別の貨物取扱量と、この「空港管理状況調書」の貨物取扱量とは必ずしも一致しないことを付記しておく。

図 1.1 は、『空港管理状況調書』から、2000～20 年度の国際線航空貨物取扱量（国内全空港の合計値）をグラフにしたものである。これを見ると、2007 年度を除いて、降（輸入）が積（輸出）を上回っていることがわかる。また、20 年間における貨物量をみると、輸出貨物が 100～200 万トンの間で、輸入貨物が 150～210 万トンの間でそれぞれ変動しながら、長期的には増加傾向にあると見られる。ただし、2008～09 年度（世界金融危機）、2011～13 年度（東日本大震災）、2020 年度（新型コロナウイルス感染症の感染拡大）などの外的要因によって、取扱貨物量が大きく減少している様子も観察される。

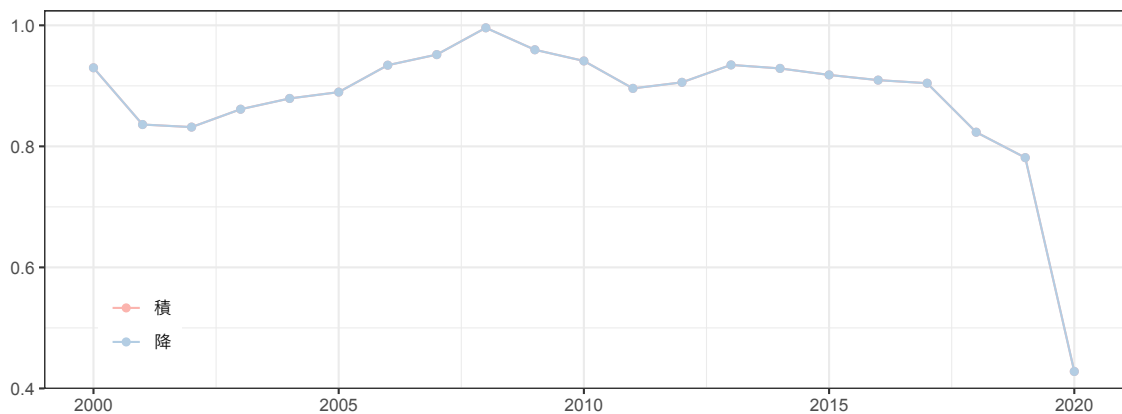
図 1.2 は、『航空輸送統計調査年報』から、2000～20 年度の国内線航空貨物取扱量（国内全空港の合計値）をグラフにしたものである。積貨物量と降貨物量それぞれのグラフを描画しているが、両者の数値が一致するため、完全に重なっている。トレンドとしては、2008 年度までは緩やかに貨物量が増加していたが、2008 年をピークに、その後は緩やかに貨物量が減少する傾向にあった。また、2018 年度までは増減はありながらも年間 80～100 万トンの範囲で推移していたが、2019～20 年度にかけての落ち込みが顕著である。これは新型コロナウイルス感染症の感染拡大にともなう航空便の減便などが主な原因だと推察される。

図 1.1 年度別国際線航空貨物取扱量の推移（百万トン）



(出所) 国土交通省『空港管理状況調書』より作成

図 1.2 年度別国内線航空貨物取扱量の推移（百万トン）



(出所) 国土交通省『航空輸送統計調査年報』より作成

1.3 空港別の航空貨物取扱量とその推移

表 1.1 は、新型コロナウイルス感染症の感染拡大前である 2019 年度における国内線および国際線の貨物取扱量上位 20 空港を示したものである（国際線降貨物を 2019 年度に取り扱ったのは 19 空港しかないため、表 (b) は 19 空港のみ）。国内線の上位 5 空港は羽田、福岡、那覇、新千歳、大阪であるのに対して、国際線の上位 5 空港は成田、関西、羽田、中部、那覇の順であり、国内貨物と国際貨物とは利用される空港に差があることがわかる。羽田および那覇は、国際線・国内線の双方において、上位 5 空港に含まれているが、上位 5 空港のうち残りの 3 空港は、国際線と国内線で異なっている。すなわち、国内線における福岡、新千歳、大阪（伊丹）の重要性と、国際線における成田、関西、中部の各空港の重要性が際立つ結果となっている。また、国内にはおよそ 100 の空港があるが、国際線貨物を取り扱う空港がとても少ないことも確認できる。

国際線の貨物取扱量において特筆すべきは、小松空港と北九州空港であろう。小松空港はルクセンブルグおよびアゼルバイジャンの航空会社による貨物定期便が就航しており、日本海側の国際航空貨物の拠点となっている。

表 1.1 空港別貨物取扱量（2019 年度，トン）

(a) 国際線積貨物		(b) 国際線降貨物		(c) 国内線積貨物		(d) 国内線降貨物	
空港	取扱量	空港	取扱量	空港	取扱量	空港	取扱量
1 成田	953,728	1 成田	1,091,551	1 羽田	288,877	1 羽田	321,164
2 関西	333,452	2 関西	408,703	2 那覇	107,328	2 那覇	138,704
3 羽田	261,582	3 羽田	300,771	3 福岡	98,339	3 新千歳	82,198
4 中部	82,305	4 中部	90,008	4 新千歳	70,764	4 福岡	75,334
5 那覇	48,903	5 那覇	51,121	5 大阪	55,946	5 大阪	60,645
6 福岡	20,554	6 福岡	26,436	6 鹿児島	19,112	6 関西	14,343
7 新千歳	11,677	7 新千歳	4,441	7 関西	14,203	7 成田	12,430
8 小松	3,421	8 小松	2,223	8 成田	10,738	8 石垣	8,942
9 北九州	3,252	9 北九州	2,011	9 中部	10,426	9 宮古島	7,864
10 仙台	139	10 鹿児島	1,603	10 広島	10,213	10 中部	7,345
11 鹿児島	120	11 静岡	616	11 熊本	9,821	11 広島	7,127
12 広島	106	12 百里	193	12 北九州	9,514	12 北九州	6,031
13 新潟	63	13 新潟	63	13 長崎	9,086	13 熊本	5,695
14 長崎	14	14 広島	58	14 石垣	8,196	14 鹿児島	4,793
15 高松	11	15 仙台	38	15 宮古島	7,108	15 長崎	2,953
16 富山	7	16 長崎	26	16 松山	5,700	16 高松	2,437
17 宮崎	5	17 岡山	20	17 大分	4,541	17 岡山	2,173
18 岡山	1	18 富山	20	18 宮崎	4,192	18 仙台	2,141
19 青森	1	19 松山	1	19 函館	4,051	19 宮崎	1,927
20 静岡	1			20 旭川	3,571	20 旭川	1,819

(出所) 国際線は国土交通省『空港管理状況調査』より，国内線は国土交通省『航空輸送統計調査年報』より作成

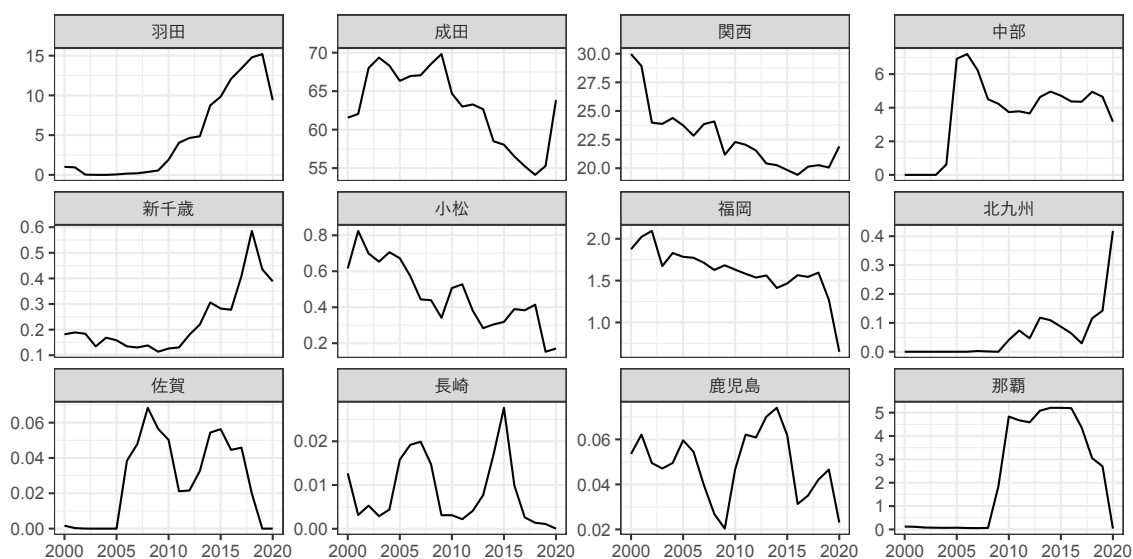
北九州空港には、大韓航空による仁川への貨物定期便が就航しているほか、大型貨物の輸出入のためチャーター便や臨時寄港便が離着陸している。北九州空港の2019年度の取扱貨物量について見ると、国際線積貨物は3,242トン、国際線降貨物は2,011トンであり、いずれにおいても日本の空港で9番目に取扱量が多かった。積貨物と降貨物を比べると、取扱上位の多くの空港では、積貨物よりも降貨物の方が多いのだが、北九州空港においては、上位の空港とは反対に、積貨物の取扱量が降貨物の取扱量を上回っている。

国内線に目を向けると、石垣や宮古島など沖縄離島の空港が上位に食い込んでいること、また熊本・長崎・鹿児島など九州の各空港も比較的貨物取扱量が多いことがわかる。北九州空港の積貨物は9,514トン、降貨物は6,031トン（25位）と、いずれも国内空港で12番目の取扱量であった。積貨物と降貨物を比べると、国内航空貨物においても、取扱上位の多くの空港では、積貨物よりも降貨物の方が多いのだが、北九州空港においては、多くの空港とは反対に、積貨物の取扱量が降貨物の取扱量を上回っている。

1.3.1 空港別国際線航空貨物取扱量シェアの推移

図 1.3 は、国内主要空港および九州各県の空港における国際線貨物取扱量（積降合計）の対全国比（シェア）の推移をグラフにしたものである。これを見ると、まず、羽田空港の国際貨物取扱シェアが2010年頃から急増（ほぼ0%から15%へ）していることがわかる。この羽田空港の国際線貨物取扱シェアの急増は、2010年10月から羽田空港のD滑走路と新国際旅客ターミナル（第3ターミナル）が供用開始され、国際定期便が就航するようになったことによる。その影響で、成田

図 1.3 主要空港における年度別国際線航空貨物取扱量のシェア (%)



(出所) 国土交通省『空港管理状況調書』より作成

空港のシェアが2009年から2018年にかけて(約70%から約55%へ)およそ15ポイント下落している。つまり、羽田空港と成田空港のシェアを合わせると、この20年間はおよそ70%のシェアを維持しているといえる。これに関西空港のシェア(およそ20~30%で推移)を合わせると、日本の国際航空貨物のほぼ9割を成田・羽田の両空港と関西空港の3空港で担っていることがわかる。

2005年に開港した中部空港は、開港直後は6%程度のシェアを記録したが、その後はおよそ4%のシェアで推移している。図1.3を見るかぎりにおいては、関西空港のシェアの下落と中部空港のシェアの増加のタイミングがおおよそ合致しており、中部空港は主に関西空港のシェアを奪っているように見受けられる。

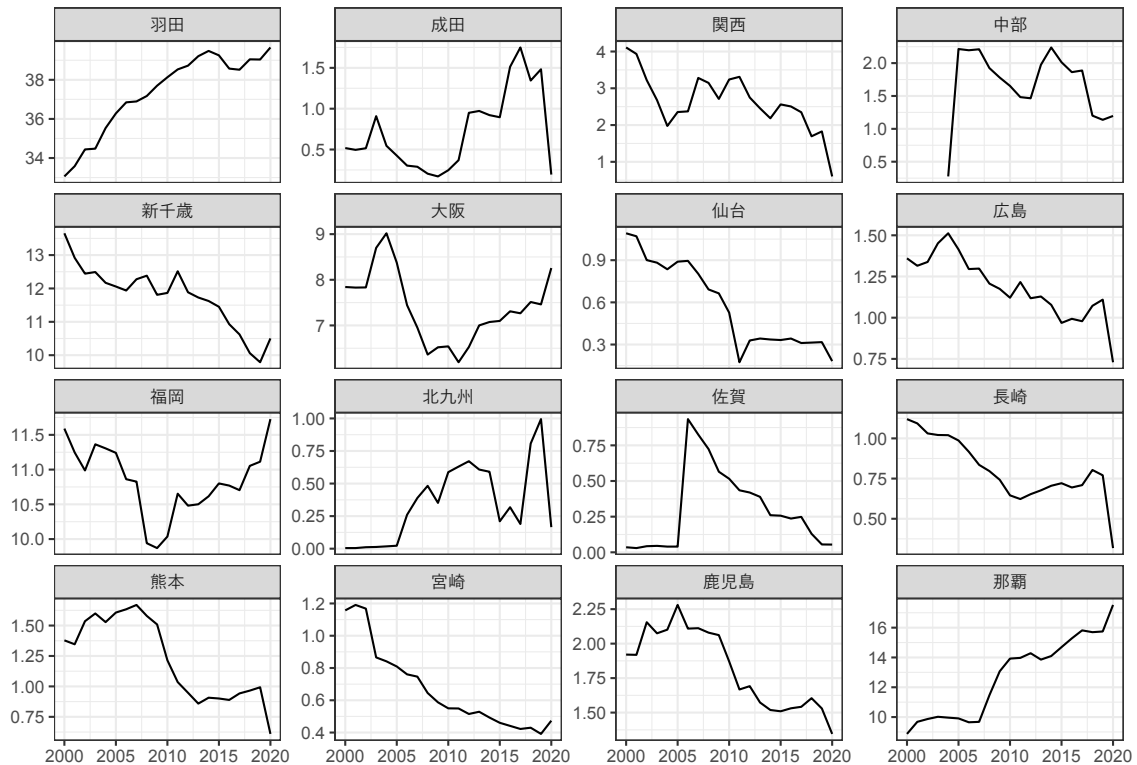
小松空港は2001年度にはシェアが0.8%を超えていたが、その後は減少傾向が続いており、2020年度のシェアは0.2%を下回っている。

九州の各空港について見てみると、福岡空港は2000頃年には2%ほどあったシェアの下落傾向が続いており、2020年には1%を下回った。那覇空港は、2008年まではほとんど国際航空貨物の取り扱いがなかったが、全日本空輸(ANA)による那覇空港の航空物流ハブ化が2009年から始まり、これによって一気に国際航空貨物の取扱量が増加した。ただし、2020年には新型コロナウイルス感染症のパンデミックにより国際貨物便だけでなく旅客便も運休を余儀なくされ、再び国際航空貨物のシェアがほぼ0に近づいた。北九州空港の国際貨物取扱シェアは、2020年度において0.4%を超えた。シェアはそれほど高くないとも言えるが、2020年度においてシェアを伸ばしている空港は成田空港・関西空港など数えるほどしかなく、北九州空港の今後の更なるシェア拡大が期待される。

1.3.2 空港別国内線航空貨物取扱量シェアの推移

図1.4は、国内主要空港および九州各県の空港における国内線貨物取扱量(積降合計)の対全国比(シェア)の推移をグラフにしたものである。近年では、国内航空貨物の4割強を羽田空港が取り扱っており、またその比率は上昇傾向にあることがわかる。成田空港・関西空港・中部空港の国際拠点空港は、国内貨物の取扱量は数パーセント程度であり、それほど多くない。その3空港の中

図 1.4 主要空港における年度別国内線航空貨物取扱量のシェア (%)



(出所) 国土交通省『航空輸送統計年報』より作成

でも、貨物取扱量の多い関西空港の国内貨物取扱量のシェアは、2000年度には4%を超えていたが、2020年度には1%を下回るまでに減少した。

国内航空貨物については、やはり国内の航空幹線を担う空港である新千歳・大阪・福岡・那覇のシェアが高い。空港別に見ると、新千歳空港は、この20年間で貨物シェアを14%から10%に下落させている。福岡空港、および大阪空港は、この20年間の全国シェアをそれぞれ11%程度、および8%程度で安定的に推移させている。特筆すべき是那覇空港で、この20年間で貨物シェアを9%から18%へと倍増させており、国内航空貨物輸送における存在感を大幅に増加させた。

北九州空港の国内航空貨物のシェアは2019年度のおよそ1%が最高値だが、九州の各空港がそのシェアを下落させているなかにおいて、シェアが上昇傾向にあることは特筆すべきであろう。

1.4 まとめ

本章では、2000年から2020年までの航空貨物輸送の実績データを整理し、日本の空港における貨物輸送の実態を明らかにした。国際貨物と国内貨物それぞれについて、国内空港ごとの取扱量のシェアを整理し、その推移からそれぞれの空港の特徴を考察した。

日本の航空貨物輸送取扱量は、この20年間緩やかな増加傾向にあり、今後の成長も期待できる。2020年度は新型コロナウイルスの感染拡大による航空便運休によって、国内航空貨物の取扱量は急減したが、国際航空貨物については、それほど落ち込んでいない。このことから、国際航空貨物の重要性が確認できる。

空港別に航空貨物取扱量を整理したところ、北九州空港は他の空港と異なる推移をしていた。北

九州空港と那覇空港は、国際航空貨物の取り扱いを2009年度に開始している。那覇は全日本空輸の航空物流ハブとして、一気に国際貨物取扱量のシェアを5%にまで伸ばしたが、新型コロナウイルスの感染拡大により、一気にそのシェアを落としてしまった。一方北九州空港は、2020年度にそのシェアを急拡大している。これは、北九州の国際航空貨物空港としてのポテンシャルの高さを表しているといえるだろう。

第2章 物流統計からみた北九州空港の後背地

2.1 はじめに

空港整備が地域経済におよぼす影響を考える際には、まず初めにその“地域”が意味する地理的範囲を明らかにする必要がある。本章では、公的統計に基づいて、物流からみた空港の後背地（ヒンターランド）を把握する方法について検討する。

2.2 貿易統計からみた北九州空港の利用状況

本節では、空港に関する研究ではこれまであまり用いられてこなかった、財務省貿易統計の「積卸港別税関別貿易額表」を用いて、輸出入貨物の国内流動の一端を可視化するとともに、それを用いて空港の後背地を把握する方法について検討する。

「積卸港別税関別貿易額表」とは、貨物が積卸された港（海港および空港）の貿易額を把握するための参考資料として、財務省関税局が集計しているもので、輸出入実績のあるすべての開港・税関空港における暦年ベースでの輸出入それぞれの総額を計上している（財務省関税局、各年版）。平成23（2011）年以降の、毎年の「積卸港別貿易額」と「積卸港別税関別貿易額」が貿易統計ウェブサイトにてExcelファイル形式で公表されている。

貿易統計においては、税関別に集計された貿易額に関する統計表が公表されているが、これは、輸出入申告等の際に貨物が蔵置された場所（保税地域など）を管轄する税関官署をもとに集計されている。輸出入の通関手続きにおいては、輸出入貨物を保税地域などに搬入・蔵置する必要があるが、この蔵置場所によって集計された数字、例えば貿易統計において「福岡空港」の貿易額として標章されている数字は、門司税関福岡空港税関支署が管轄する地域に蔵置された貿易貨物の輸出入数量および金額が計上されている。そして、それらの貿易貨物が実際にどの空港から輸出入されるかは、実はその数字に反映されておらず、福岡空港からなのか、それとも他の空港からなのか、あるいは博多港からなのかを問わず、輸出入時に蔵置した場所によって、統計表が作成されている。つまり、貿易統計における「福岡空港」の貿易額は、実際に「福岡空港」から輸出入された貿易額とは異なっており、実際に貨物が積卸された空港の貿易額を把握するには、通常の貿易統計ではなく、「積卸港別貿易額」を参照する必要がある（田村，2021）。

ただし、『国際航空貨物動態調査報告書』によると、国際航空貨物の発生・集中場所と蔵置税関は完全には一致していない可能性がある。2010年7月1日に導入された「申告官署の選択制」および、2017年10月8日に導入された「申告官署の自由化」により、輸出入貨物の通関時の蔵置税関と申告税関が一致しなくなった。これによって、貨物の発生・集中場所と申告税関との不一致が顕著になったが、これらの制度導入前（すなわち蔵置税関と申告税関が原則としては一致していたと考えられる時期）である2007年度の『国際航空貨物動態調査報告書』によると、門司税関で申告・通関した航空輸出貨物のうち、九州で発生した貨物は、件数ベースで90.6%、重量ベースで83.9%

であった（残りは主に中国地方の発生貨物）。輸入貨物について見ると、門司税関で申告・通関した貨物のうち、九州の貨物は件数ベースで93.8%、重量ベースで92.4%であった。九州を管轄する税関には門司税関と長崎税関があり、九州で発生集中する貨物には、長崎税関の管轄内にされた蔵置された貨物が門司税関に申告された可能性が残されている。したがって、貨物の発生集中場所と蔵置税関とは完全に一致しているとはいえないが、その詳細な内訳は公表されておらず、不明である。以上述べたように、貿易統計を利用した本節の分析結果を解釈する際には、このようなデータの制限があることに注意する必要がある。

2.2.1 北九州空港利用貨物の蔵置税関

図2.1～2.3は、2011～20の各暦年において、北九州空港から輸出・輸入された国際航空貨物の蔵置税関を地図上にプロットしたものである。図に配置された円の大きさは、貿易額を表している。これを見るとまず、輸出貨物の蔵置税関は、輸入貨物の蔵置税関と比べて多様であることが見て取れる。

輸出貨物についてみると、成田から鹿児島までの広範囲に渡る税関の貨物が北九州空港を利用していることがわかる。ただし主な蔵置税関（図中に大きな円で示される税関）は、博多、福岡空港、門司、大分、宮崎空港など九州地域の税関に限られている。例外としては、2011～14年の関西空港を挙げることができるが、近年では、関西空港に蔵置した貨物を北九州空港から輸出する例はあまり見られなくなっている。

輸入貨物についてみると、そのほとんどが門司税関に蔵置されていることがわかる。輸出貨物と比較しても、蔵置税関がかなり限定的であることが見て取れる。

2.2.2 蔵置税関別にみた空港利用状況

図2.4は、2019年の輸出航空貨物について、蔵置税関別に輸出空港のシェア（金額ベース）を地図上に円グラフで表示したものである。ただし空港は、北九州空港・福岡空港・関西空港のみを取り上げ、それら以外の空港はすべて「その他」として合計してある。また、以降の分析においては、貿易統計に記載された貿易額のうち、最終的に国内のいずれかの空港から輸出あるいは輸入された貿易額の合計を航空貨物貿易額として、空港のシェアを計算している。

さてこれを見ると、関西空港は中国・四国地方から近畿・北陸地方に強いシェアを持っており、福岡空港は九州北部～東部および四国の一部でシェアを獲得していることがわかる。北九州空港について見てみると、門司税関など近隣の税関においてのみシェアを獲得している。これは、図2.3でみた通りである。

図2.5は、2019年の輸入航空貨物について、蔵置税関別に輸入空港のシェア（金額ベース）を地図上に円グラフで表示したものである。地域的なシェアの傾向としては、輸入貨物に関する同様の図である図2.4と変わらない。すなわち、関西空港は中国・四国地方から近畿・北陸地方に強いシェアを持っており、福岡空港は九州北部～東部でシェアを獲得している。そして北九州空港は門司税関のみで高いシェアを持っているというのも、輸出貨物と同様である。

これまで見たように、国際航空貨物の蔵置税関と輸出入に利用する空港には、地理的近接性が強く影響していることがわかる。そこで次に、税関別の状況を詳しく見ることにする。

図2.6は、門司税関に蔵置された航空貨物の2011～20年における輸出・輸入それぞれの用空港シェアを帯グラフで表したものである。輸入貨物については、門司税関に蔵置された航空貨物のほ

とんどすべてを北九州空港から輸入していることが見てとれる。一方輸出貨物については、門司税関に蔵置された航空貨物の多くを北九州空港から輸出しているものの、福岡空港や関西空港も利用されていることがわかる。2013年には、ほぼ100%であった北九州空港のシェアはその後減少を続け、特に2018年においては、北九州空港の利用シェアはほぼ0になった（この年に北九州空港から輸出された航空貨物の大部分は、博多税関に蔵置された貨物であった；図2.2(g)参照）。しかし2019年からは再び北九州空港のシェアが増加しており、2020年にはほぼ90%にまで回復している。

門司税関以外の他の税関および税関支署における利用空港のシェアを一覧にしたものが、図2.7および図2.8である。税関および税関支署・出張所ごとに、実際に蔵置貨物を輸出入した空港のシェアを2011～2020年まで帯グラフにしている。なお、税関等の掲載順序は税関別符号(<https://www.customs.go.jp/toukei/sankou/dgorder/a2.htm>)順になっている。

図2.7を見ると、北九州空港を利用するシェアが高いのは、2014～16年に宮崎空港（細島税関支署宮崎空港出張所）で約半分のシェアを獲得した事例、2020年において荻田（門司税関荻田出張所）において高いシェアとなった事例を除けば、ほぼ門司税関のみである。強いて興味深い点を挙げるとすれば、2019年以降、博多税関支署および福岡空港税関支署において徐々にシェアを増やしているように見える点は、今後の動向に注目する必要があるかもしれない。

輸入については、図2.8を見ると一目瞭然だが、門司税関の他には、北九州空港のシェアがある税関はほとんどない。北九州市の西半分（若松区・戸畑区・八幡東区および八幡西区）を管轄する戸畑税関支署でさえ、北九州空港を利用する航空貨物はこの10年ほとんどないことが分かる。ただし、2020年については、博多税関支署、福岡空港税関支署、唐津（伊万里税関支署唐津出張所）、三池税関支署、熊本（八代税関支署熊本出張所）に蔵置された航空輸入貨物で、北九州空港を利用した様子が見受けられ、興味深い。

以上から、国際航空貨物輸送における北九州空港の後背地は、現状では主に門司税関管内（北九州市小倉北区・小倉南区および門司区のうち田浦出張所管内を除いた地域）を中心とした地域だと考えるのが妥当であろう。しかし直近では、博多や熊本・荻田など周辺地域へと滲み出る様子が観察されており、今後の動向を注視する必要がある。

2.3 航空貨物動態調査からみた北九州空港の利用状況

国土交通省の『航空貨物動態調査』は、統計法に基づく一般統計調査であり、国内航空貨物の純流動を把握することを目的として、調査日（調査年の10月または11月の平日1日）に、航空運送事業者、利用航空運送事業者及び航空運送代理事業者が全国の店所で荷主から受託した国内航空貨物（発送貨物のみ）を対象に、2年に1度実施されている。この調査では、品目・取扱区分・流動パターン等を調査しており、空港別・都道府県別等の集計結果を提供している。

前節で分析した『財務省貿統計』は、全ての輸出入貨物に関する統計であるのに対して、この『航空貨物動態調査』は、2年に1度、1年のうち1日だけの調査であり、その調査対象貨物は限定的であると言わざるを得ない。しかし、1日だけとはいえ、国内航空貨物を取り扱っている全事業者が、全国の店所で荷主から受託したすべての国内航空貨物を調査対象としており、ある程度の代表性は確保していると考えられることも可能である。

図2.9は、『航空貨物動態調査』のデータを用いて、北九州空港発着の国内航空貨物の発生・集中地のシェアをグラフにしたものである。これを見てすぐに分かることは、北九州空港を利用する航

空貨物輸送においては、福岡県を発生・集中地とする輸送が最も多いということである。さらに、前節で見た国際航空貨物の場合とは異なり、発送貨物と到着貨物で傾向が大きく異なるということはないことも見て取れる。

調査年によって、福岡県のシェアが大きく変動しているのは、やはり調査が秋の1日だけの調査であるためにサンプルが偏ってしまうことの影響だと考えられる。また、2020年の発送貨物では、山口県からの貨物が北九州空港から発送された貨物のほぼ3分の2を占めているが、これは2020年の国内航空貨物の取扱量が大きく減少している（図1.2）ことも影響していると思われる。

以上から、国内航空貨物における北九州空港の後背地は、福岡県を中心とする北部九州地域と考えてよいだろう。

2.4 まとめ

本章では、『貿易統計』および『航空貨物動態調査』という公的統計を用いて、航空貨物輸送からみた北九州空港の国際貨物輸送および国内貨物輸送における後背地の推定を試みた。

国際航空貨物に関する『貿易統計』は悉皆調査であるという長所があるものの、貨物の発生・集中地が分からないという短所がある。国内航空貨物に関する『航空貨物動態調査』は、輸送貨物の発生・集中地が分かるものの、2年に一度、秋の1日のみの調査であり網羅性に欠けるという短所がある。またそれぞれ、『貿易統計』は金額ベースの、『航空貨物動態調査』は重量ベースのデータでの分析になるという違いもある。

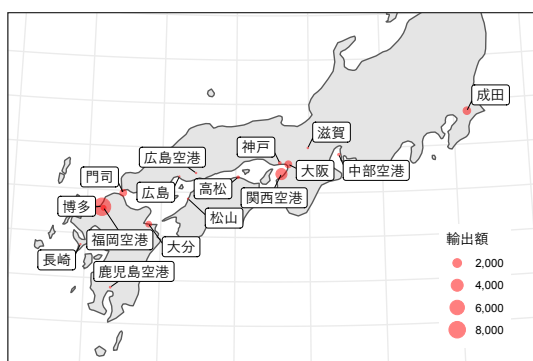
本章における検討結果からは、航空貨物輸送から見た北九州空港の後背地は、国際航空貨物輸送・国内航空貨物輸送いずれの場合においても、福岡県を中心とした北部九州地域と考えることができる。したがって、今後の北九州空港の空港整備による地域経済への影響を考える際の地理的範囲としては、主に福岡県を考えればよいといえるだろう。ただし、より詳細な影響を分析するためには、福岡県内の例えば市町村単位で、北九州空港の後背地を確定させる必要があるかもしれない。この点は今後の課題としたい。

参考文献

- 田村一軌（2021）「貿易統計からみた国際物流における港湾利用状況」『東アジアへの視点』, 32 (1), pp. 42-50, doi:10.20787/agishiten.32.1.42.
- 財務省関税局（各年版）「積卸港別貿易額」『財務省貿易統計』, <https://www.customs.go.jp/toukei/minatobetsu/index.htm>
- 国土交通省航空局（各年版）『航空貨物動態調査』, https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk6_000001.html
- 国土交通省航空局（各年版）『国際航空貨物動態調査』, https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk6_000001.html

図 2.1 北九州空港輸出入貨物の蔵置税関別貿易額（2011～14年）

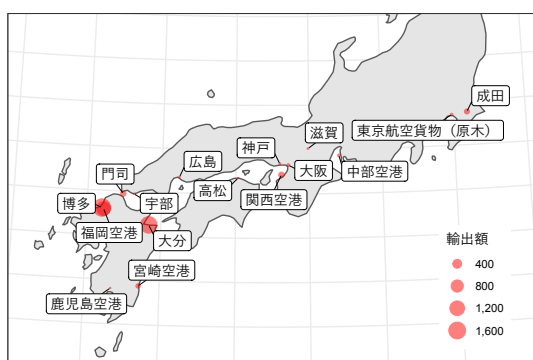
(a) 輸出（2011年）



(b) 輸入（2011年）



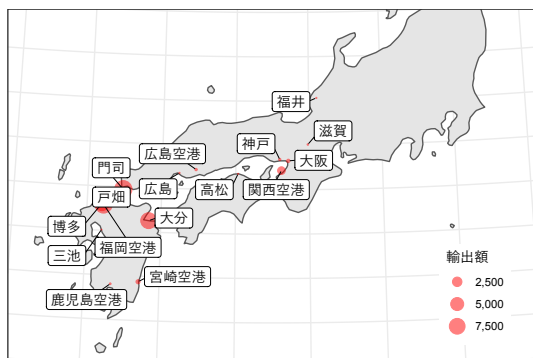
(c) 輸出（2012年）



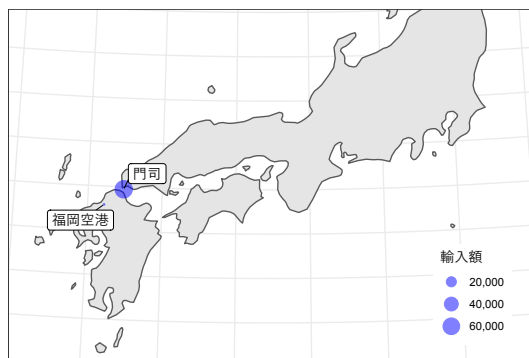
(d) 輸入（2012年）



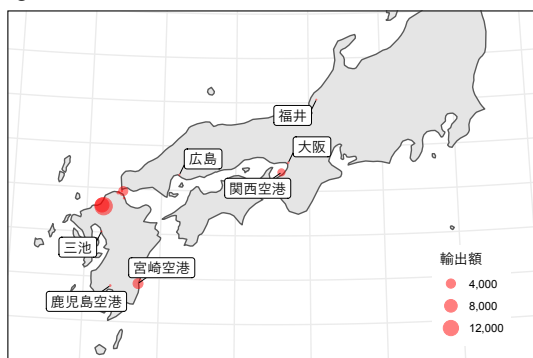
(e) 輸出（2013年）



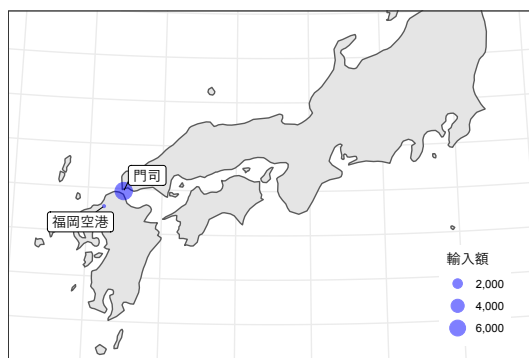
(f) 輸入（2013年）



(g) 輸出（2014年）



(h) 輸入（2014年）

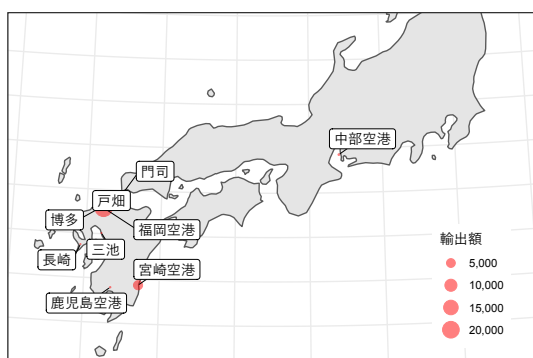


(注) 蔵置税関と貨物の発生・集中地とは必ずしも一致しない。

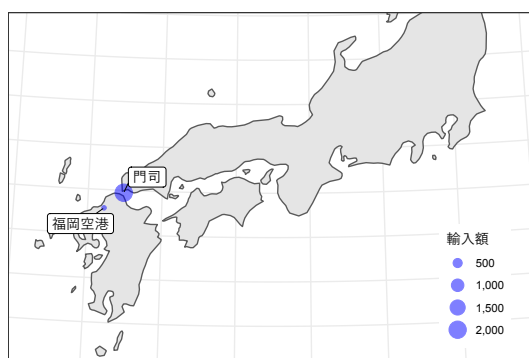
(出所) 財務省関税局「積卸港別貿易額」より作成

図 2.2 北九州空港輸出入貨物の蔵置税関別貿易額（2015～18年）

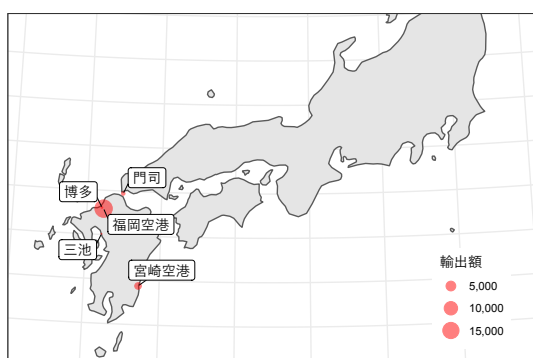
(a) 輸出（2015年）



(b) 輸入（2015年）



(c) 輸出（2016年）



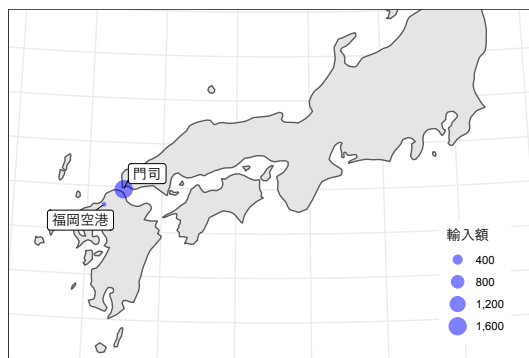
(d) 輸入（2016年）



(e) 輸出（2017年）



(f) 輸入（2017年）



(g) 輸出（2018年）



(h) 輸入（2018年）

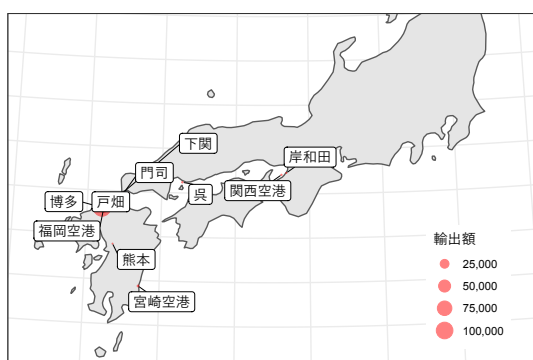


(注) 蔵置税関と貨物の発生・集中地とは必ずしも一致しない。

(出所) 財務省関税局「積卸港別貿易額」より作成

図 2.3 北九州空港輸出入貨物の蔵置税関別貿易額（2019～20 年）

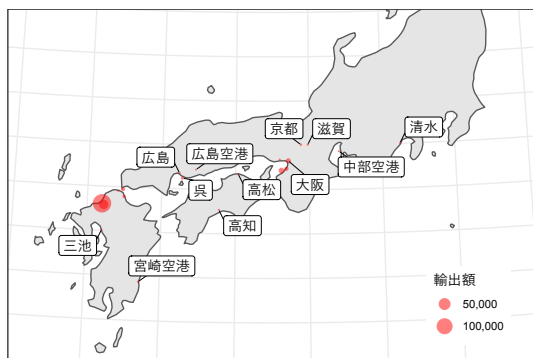
(a) 輸出（2019 年）



(b) 輸入（2019 年）



(c) 輸出（2020 年）



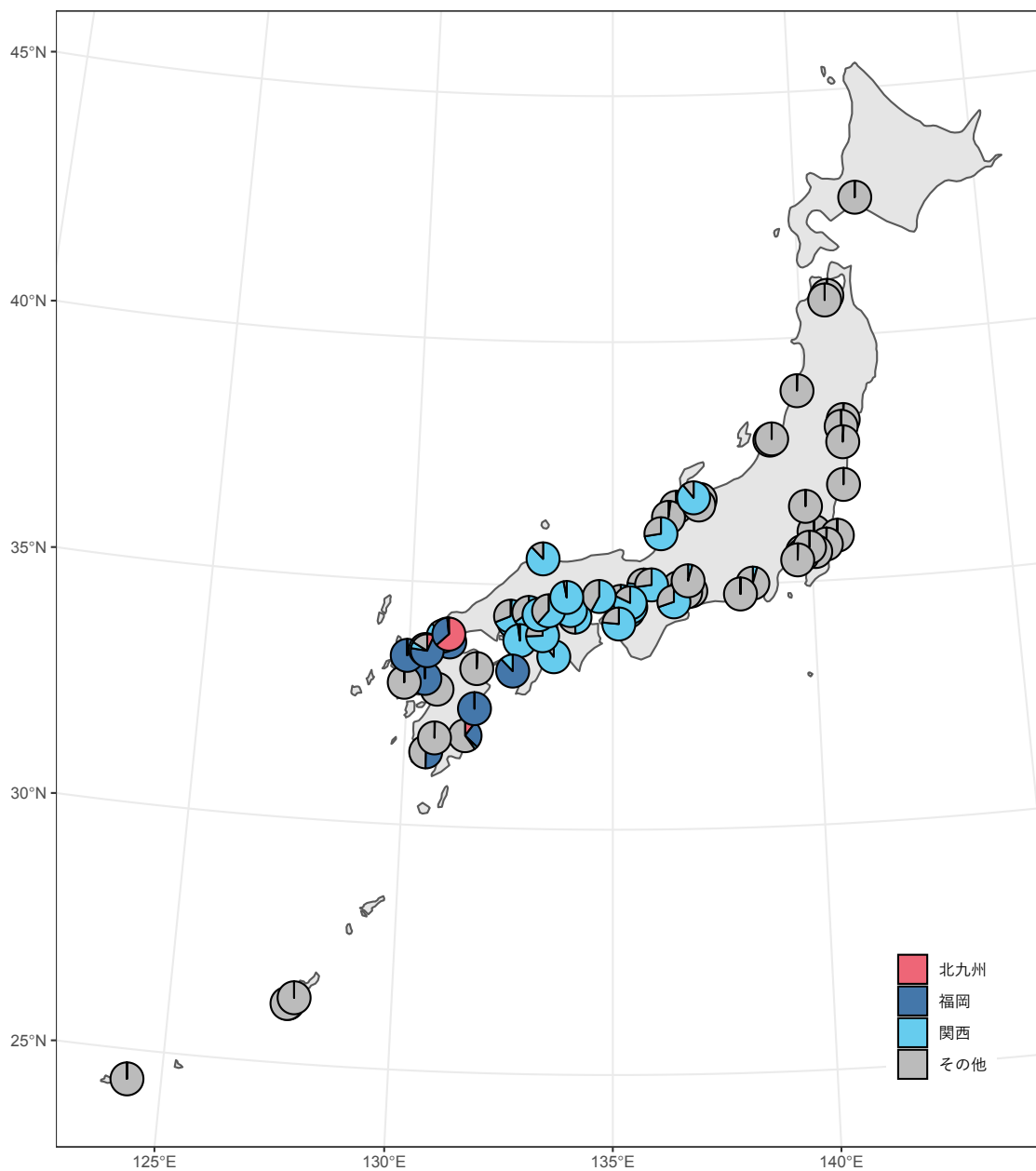
(d) 輸入（2020 年）



(注) 蔵置税関と貨物の発生・集中地とは必ずしも一致しない。

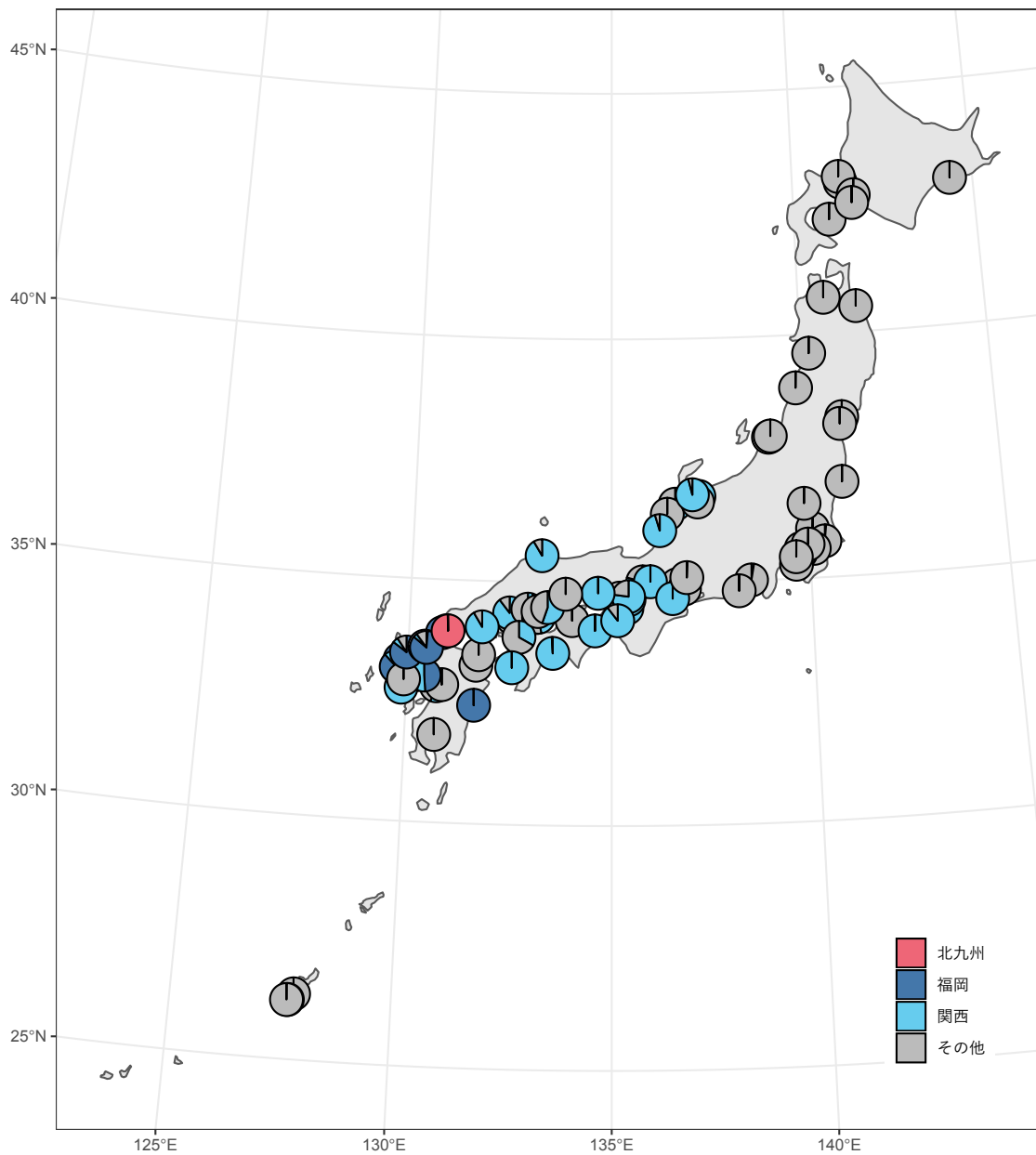
(出所) 財務省関税局「積卸港別貿易額」より作成

図 2.4 輸出航空貨物の蔵置税関別利用空港シェア（2019 年，金額ベース，単位：％）



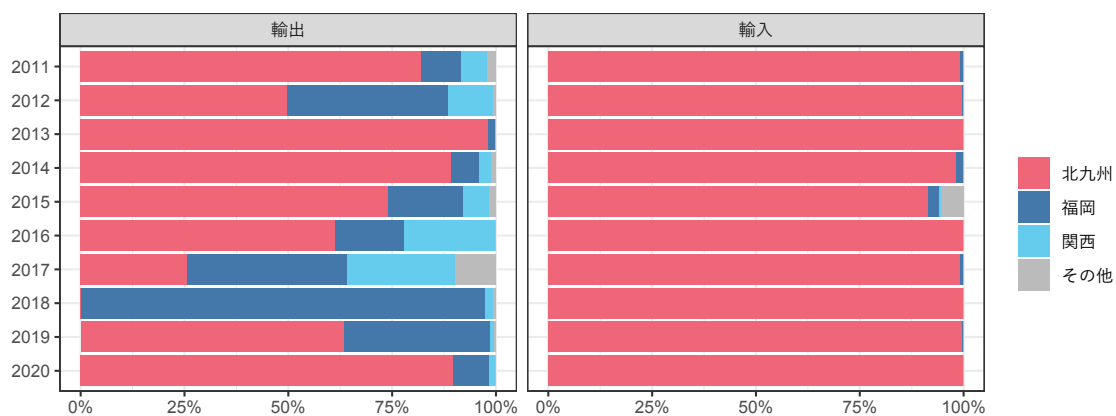
(注) 蔵置税関と貨物の発生地とは必ずしも一致しない。
 (出所) 財務省関税局「積卸港別貿易額」より作成

図 2.5 輸入航空貨物の蔵置税関別利用空港シェア（2019 年，金額ベース，単位：％）



(注) 蔵置税関と貨物の発生地とは必ずしも一致しない。
 (出所) 財務省関税局「積卸港別貿易額」より作成

図 2.6 門司税関蔵置貨物の輸出・輸入空港シェアの推移（2011～20年，金額ベース）



(注) 蔵置税関と貨物の発生地とは必ずしも一致しない。
 (出所) 財務省関税局「積卸港別貿易額」より作成

図 2.7 税関別蔵置貨物の輸出空港シェアの推移（2011～20年，金額ベース）



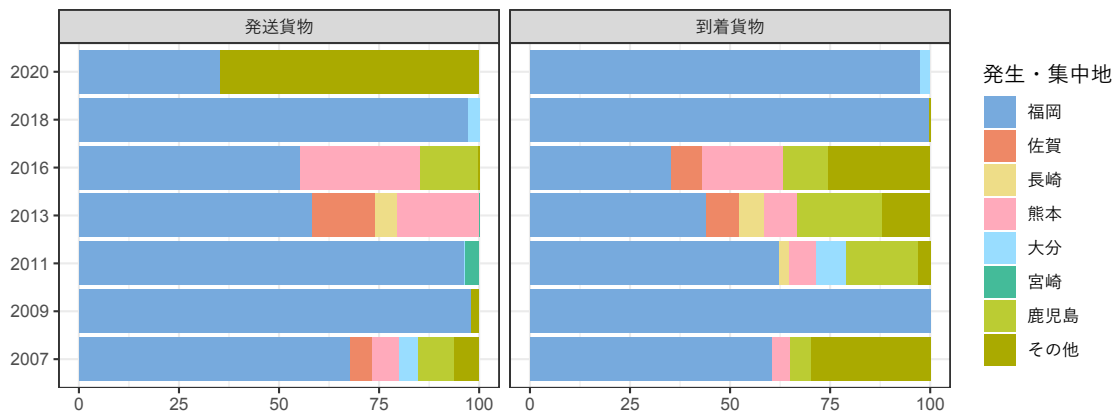
(注) 蔵置税関と貨物の発生地とは必ずしも一致しない。
 (出所) 財務省関税局「積卸港別貿易額」より作成

図 2.8 税関別蔵置貨物の輸入空港シェアの推移（2011～20年，金額ベース）



(注) 蔵置税関と貨物の集中地とは必ずしも一致しない。
 (出所) 財務省関税局「積卸港別貿易額」より作成

図 2.9 北九州空港発着の国内航空貨物の発生・集中地のシェア（重量ベース，単位：％）



(注) 各暦年においてシェアが6番目以降の都道府県はその他に含まれる。2007年の発送貨物には長崎・宮崎，2007年の到着貨物には佐賀・長崎・大分・宮崎，2011年の到着貨物には佐賀・宮崎，2013年の到着貨物には大分，宮崎，2016年の到着貨物には長崎，大分，宮崎がそれぞれ含まれる。

(出所) 国土交通省航空局『航空貨物動態調査』より作成

第3章 ネットワーク分析による空港重要度の定量的評価の試み

3.1 はじめに

本章では、社会ネットワーク分析（Social Network Analysis）における中心性（Centrality）による分析手法を日本の航空路線ネットワークへの分析に適用し、路線ネットワークにおける各空港の中心性について定量的に議論する。

本章における航空貨物ネットワークのデータには、第1章で使用した、国土交通省の『航空輸送統計調査年報』のデータを用いる。この資料には「国内定期航空空港間貨物流動表」という空港間ODデータが掲載されており、国内線の空港間貨物流動を把握することができる。

国際線については、国土交通省の『空港管理状況調書』にあるデータを利用する。第1章でも述べたように、このデータには、国内空港別の国際線の総乗客数と総降客数、および貨物取扱量についても積降別に総取扱量が整理されている。ただし、日本国外の空港別の貨物量は不明なので、「海外」という1つの仮想的な空港を設定し、この海外空港と日本国内の各空港との流動量を、上記ODデータに組み込むことで、国際航空貨物を考慮した貨物流動ODデータを作成する。

このようにして、2000年度から2020年度までの21年間にわたる年度ごとの航空貨物の空港間ODデータを整理した。

3.2 航空貨物輸送ネットワークから見た空港の重要性指標

本章での分析の目的は、日本の航空貨物ネットワークにおける各空港の重要度を定量的に評価することである。そこでまず、評価対象である空港*i*の重要度を x_i と表すものとする。また、空港*i*から空港*j*への流動量を f_{ij} とする。

重要な仮定として、空港*i*の重要度 x_i は、空港*i*への航空路線をもつ空港（例えば空港*j*）の重要度（同じく x_j ）に影響を受けるとする。これは、航空路線によって重要な空港と結びついている空港の重要性が高く評価されるという考え方に基づくものであるが、この考え方自体は、それほど的外れなものとは言えないだろう。もう1つの仮定は、空港が他の空港の重要度に与える影響の強さは、空港間の輸送量に比例するというものである。これは、空港間の結びつきが強いほど、その空港から強い影響を受けるということを意味し、結びつきの強さを定量的に表す指標として、空港間の貨物輸送量を利用するの強さを利用するということを意味している。

さて、この考え方を数式を使って表現する。すなわち空港*j*の重要度が、航空路線によって空港*i*へ影響すると考える。また、影響度の度合いは、空港*j*から空港*i*への流動量 f_{ji} の大きさに（比例定数 α で）比例するものとする。すると、上で述べた定義から、空港*i*に接続する航路を持つすべての空港*j*について、その空港の重要度 x_j に αf_{ji} を掛けたものを足し上げたものが x_i になるから、

これは

$$x_i = \alpha \sum_j f_{ji} x_j \quad (3.1)$$

と表現できる。 x_i のベクトルを \mathbf{x} , f_{ij} の行列 (すなわち OD : Origin-Destination 行列) を F とすると、上の式 (3.1) は次のように表現することができる :

$$\lambda \mathbf{x} = F' \mathbf{x} \quad (3.2)$$

ここで記号 ($'$) は転置を表す。また、 $\lambda = 1/\alpha$ である。この式を見ると明らかのように、このような関係を満たす \mathbf{x} は F' の固有ベクトルであり、 λ は固有値である。すなわち、OD 行列 (の転置行列) の最大固有値に対応する固有ベクトルを、ネットワークにおけるノードの重要度、すなわち中心性指標とみなすことができることがわかる。

実は、これは固有ベクトル中心性 (鈴木, 2017 など参照) として知られている、ネットワーク分析における中心性指標の 1 つであり、都市解析の分野において、都市内の交通網から都市内の各地点の「地の利」を評価する「地利値」を用いた分析が行われている (大澤・林, 2008 など) が、これは本質的には固有ベクトル中心性と同じ概念である。

固有ベクトル中心性と似た概念の中心性指標に、Google がウェブページの重要度評価に用いている PageRank がある (Brin and Page, 1998)。インターネットは、ウェブページ間のハイパーリンクによる巨大なネットワークとみなせるが、PageRank はこの巨大ネットワークの中心性指標を計算している。PageRank と固有ベクトル中心性との最も大きな違いは、 x_j から x_i への重要度の影響が、ノード j から出ているすべてのリンクのうち、ノード i に向かっているリンクの比率に比例する、としている点である。すなわち、

$$x_i = \alpha \sum_j \frac{f_{ji}}{\sum_k f_{jk}} x_j$$

である。これは、OD 行列である F を遷移確率行列に変換した行列 G に対する固有ベクトル中心性だと言うことができる。また PageRank では、実際にはリンクのないノードへの確率的な遷移も考慮している点も固有ベクトル中心性と異なっている。

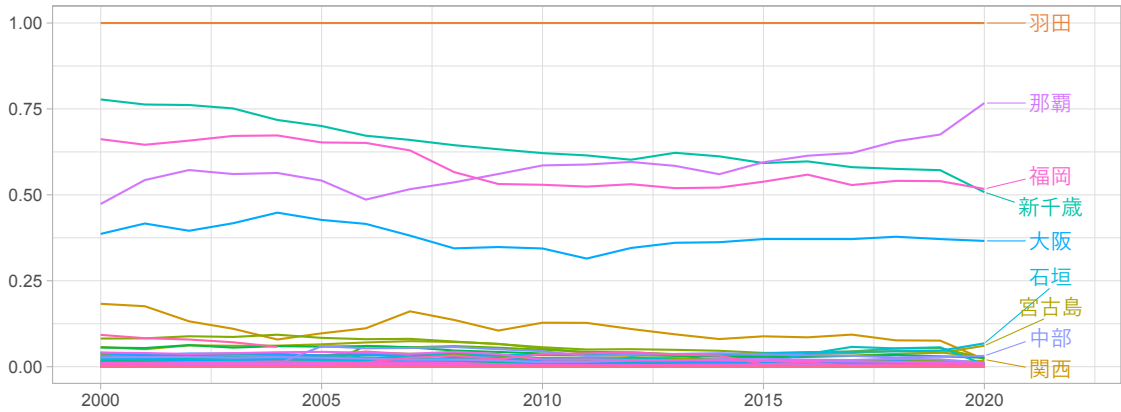
その実体が固有ベクトルであることからわかるように、固有ベクトル中心性として計算される数値の絶対的な大きさには意味がない。したがって、他のノードと比較した相対的な大きさ (固有ベクトルの最大成分を 1 として基準化されることが多い)、あるいは大きさの順位にもとづいて結果を解釈する必要がある。

本章では、次節以降において、この固有ベクトル中心性を評価指標として、航空ネットワークにおける空港の重要度を評価した結果について報告する。

3.3 固有ベクトル中心性による貨物航空ネットワークの分析

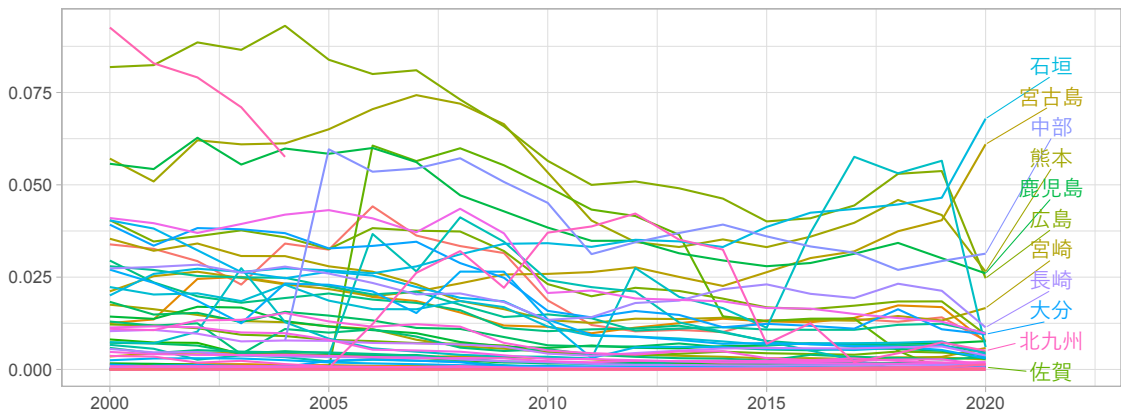
本節では、前節において述べたデータを用いて、航空貨物輸送ネットワークに対して固有ベクトル中心性指標を計算した結果を示し、考察する。なお、固有ベクトル中心性の計算には、統計解析ソフトウェア R の `igraph` パッケージを利用した。また、先に述べた通り、OD 行列から計算される固有ベクトル中心性指標の数値の絶対的な大きさには意味がない。そこで本稿では、各空港の指

図 3.1 国内線ネットワークにおける固有ベクトル中心性の推移



(出所) 筆者作成

図 3.2 国内線ネットワークにおける固有ベクトル中心性の推移（上位 6 空港を除く）



(出所) 筆者作成

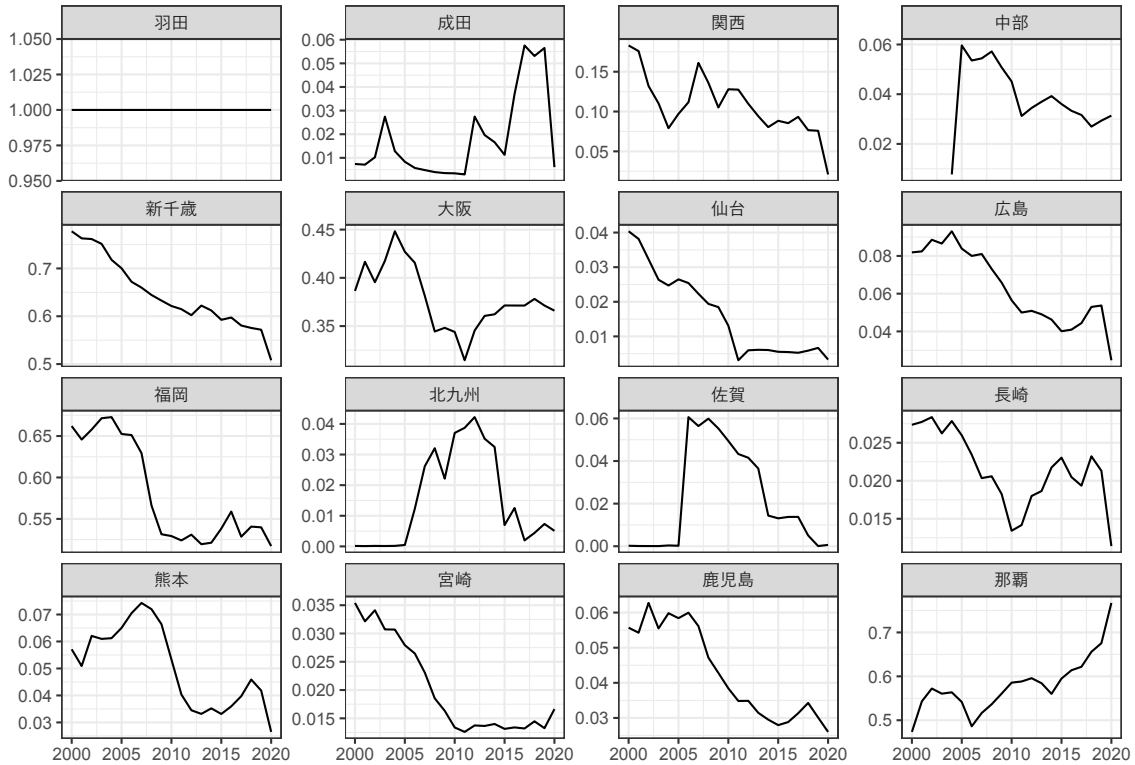
標値を、固有ベクトル中心性の値が最も大きくなる空港、すなわち国内貨物輸送ネットワークにおいては羽田空港、国際貨物輸送ネットワークにおいては成田空港もしくは仮想的な空港である「海外」空港（詳しくは後述する）の、それぞれの固有ベクトルに対する比率として計算される。

3.3.1 国内線ネットワークによる固有ベクトル中心性の推移

図 3.1 は、2000～20 年度までの国内線ネットワークによる固有ベクトル中心性の推移を示している。また図 3.2 は、図 3.1 から、羽田、那覇、福岡、新千歳、大阪、関西の上位 6 空港を除いたグラフである。これらを見ると、まず、国内線貨物取扱量の多い羽田、那覇、福岡、新千歳、大阪の 5 空港においては、固有ベクトル中心性指標の値も大きくなっていることがわかる。特に、羽田空港の固有ベクトル中心性指標は期間を通して 1 になっており、これは国内航空貨物輸送における羽田空港の重要性を表しているといえる。北九州空港について見ると、2006 年の開港以降、国内貨物ネットワークにおける重要度が増加を続け、2012 年には日本の空港で 8 番目（上位 6 空港＋7 位は広島空港）の重要度となった、しかしその後は九州の空港でも、熊本・鹿児島・宮崎・長崎・大分の各空港の重要度を下回っている。

さらに、固有ベクトル中心性指標は、必ずしも空港の取扱貨物量と同じように推移しているわけ

図 3.3 国内主要空港における国内線ネットワークにおける固有ベクトル中心性の推移



(出所) 筆者作成

ではないこともわかる。図 3.3 は、国内主要空港および九州各県の空港の固有ベクトル中心性指標の推移を示したものである。これと図 1.4 とを見比べると、およその推移は似ているものの、必ずしも一致した動きをしていないことが分かる。福岡空港の国内線貨物取扱量の国内シェア（図 1.4）は 2008 年から上昇を続けているにもかかわらず、福岡空港の固有ベクトル中心性指標は 2008 年以降横ばいを続けている（図 3.3）。

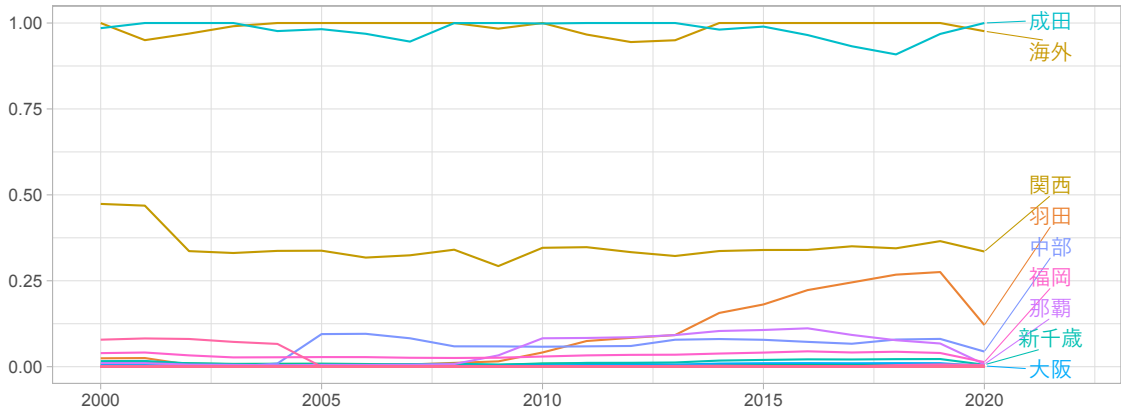
固有ベクトル中心性指標の定義式 (3.1) から分かるように、①航空路線で結ばれた空港の中心性指標から影響を受ける、②降貨物（到着貨物）のみの影響を受け、積貨物（発送貨物）の影響は受けない。したがって、固有ベクトル中心性指標の値を大きくするためには、①中心性指標の高い空港との間に貨物航空路線を設ける、②発送貨物よりも到着貨物を増やす、ことが効果的だと考えられる。

3.3.2 国際線ネットワークによる固有ベクトル中心性の推移

前節で分析した国内線航空貨物輸送ネットワークに、各空港と仮想的な空港である「海外」空港との貨物の輸送リンクを追加し、国際線航空貨物ネットワークを作成した。図 3.4 は、2000～20 年度までの国際線ネットワークによる固有ベクトル中心性の推移を示している。また図 3.5 は、図 3.4 から海外、成田、関西、羽田、中部の各空港を除いた図である。

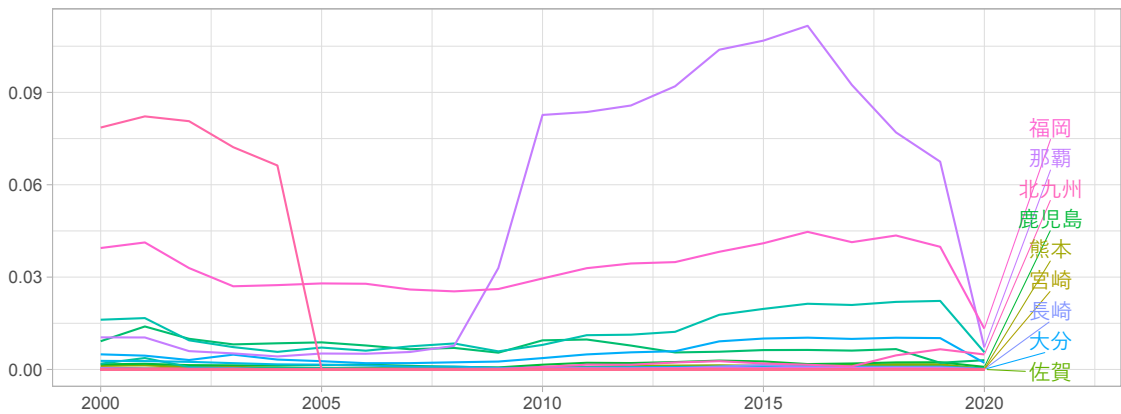
これらを見てまず分かるのは、国内線ネットワークのみによる中心性指標（図 3.1 および図 3.2）とは傾向が全く異なるということである。やはり国際航空貨物ネットワークにおける成田空港の重要性が際立っていることがわかる。成田空港と「海外」空港の中心性指標にほとんど差がないということから、成田空港が日本の国際航空貨物輸送をほぼ担っているといえるだろう。また、図 1.3

図 3.4 国際線ネットワークにおける固有ベクトル中心性の推移



(出所) 筆者作成

図 3.5 国際線ネットワークにおける固有ベクトル中心性の推移



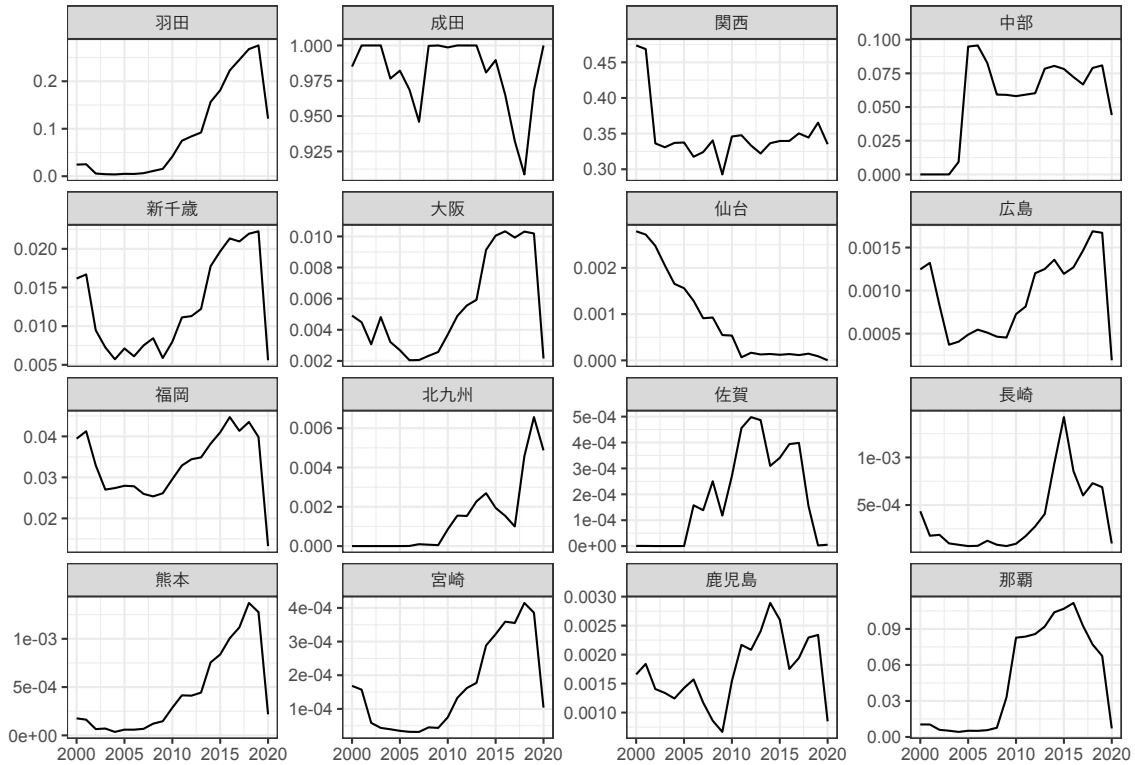
(出所) 筆者作成

を見ると、国際線航空貨物取扱量のシェアはおよそ 55～70 %まで大きく変動しているのにも関わらず、成田空港の固有ベクトル中心性指標はそれほど大きな変化はない。空港の中心性指標は、空港の取扱貨物量だけで決まるわけではなく、他の空港との関係性が重要であることを示しているともいえる。関空は、国際航空貨物のシェアを落としているが、中心性指標としては横ばいになっている。羽田空港の 2010 年頃からの中心性指標の増大も特徴的である。

北九州空港の国際航空貨物取扱量は 2020 年がピークでおよそ 0.4 %であったが、中心性指標では 2019 年のおよそ 0.006 がピークとなっている。また、2019 年の北九州空港の国際線貨物取扱量（表 1.1）は、小松空港の取扱量を下回っていたが、国際線貨物の中心性指標では、小松空港の中心性指標を上回っている。小松空港は国内線航空貨物の取り扱いが少なく、その分北九州空港に差をつけられている格好になっている。

国際貨物輸送ネットワークを用いた中心性指標の分析は、ある意味において、国際線航空貨物取扱量と国内線航空貨物取扱量をうまく融合した、航空貨物からみた空港の重要性を客観的に評価する方法であると考えられるだろう。

図 3.6 国内主要空港における国際線ネットワークにおける固有ベクトル中心性の推移



(出所) 筆者作成

3.4 まとめ

本章では、航空貨物輸送のデータから空港の重要性を客観的に評価する指標として、固有ベクトル中心性指標を提案し、実際の輸送データを用いて指標の数値を計算した。『航空輸送統計調査年報』と『空港管理状況調書』という異なる統計から、それぞれ国内線と国際線に関する航空貨物輸送にかかる OD 行列を作成した。「海外」空港という仮想的な空港をネットワーク中に設定し、構築したネットワークに対して固有ベクトル中心性指標を適用することで、国際線と国内線の航空貨物輸送量を客観的に有効した重要性指標を構築することができたのではないかと考えている。

しかし、この固有ベクトル中心性指標が、航空貨物ネットワークのどのような特性を抜き出しているのかについての考察や、空港周辺地域の社会経済状況との関連性の分析などが不足していると考えられる。これらの点については、今後の課題として研究を継続したい。

参考文献

Brin, S. and L. Page (1998) 'The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine' *Computer networks and ISDN systems*, 30(1-7), doi:10.1016/S0169-7552(98)00110-X.
 大澤義明・林利充 (2008) 「隣接グラフと地利値最大化」『日本建築学会計画系論文集』, 73 (633), pp. 2417-2424, doi:10.3130/aija.73.2417.
 鈴木努 (2017) 『ネットワーク分析 (第2版)』(Rで学ぶデータサイエンス/金明哲編集, 8), 共立

出版.

空港整備が地域経済に及ぼす効果に関する調査研究

令和4年3月発行

発行所 公益財団法人アジア成長研究所
〒803-0814 北九州市小倉北区大手町11番4号
Tel : 093-583-6202 / Fax : 093-583-6576
URL : <http://www.agi.or.jp>
E-mail : office@agi.or.jp
