

1. はじめに

グローバル化が進展する今日、大規模地震の発生等により、国際交通基盤（空港・港湾）が機能低下あるいは機能停止に至った場合、我が国の経済社会は重大な影響を受けることとなる。そのため、国際交通ネットワークの機能を一定のレベルで安定的に確保し、大規模地震の発生等による経済社会への影響が最小限に抑えられるような対策をあらかじめ講じておく必要がある。

本研究では、こうした対策の検討に資するため、国際空港に関するリスクの顕在化による経済社会に対する影響を最小化するための基礎的な検討を実施した。

主な検討項目は次のとおりである。

① 我が国の国際航空輸送の特性

実態調査やヒアリング調査に基づき、我が国の国際航空旅客・貨物について、国内における流動実態や国際空港の利用特性等を把握する。

② 国際空港の機能低下に関するリスク

報告書、既往事例等をもとに、国際空港をとりまくリスク要因について抽出・整理し、各リスク要因が国際空港の機能等に与える影響について分析する。また、現状の取組み等について整理する。

③ 国際空港の機能低下による影響の評価手法

ある国際空港が機能低下を起こした場合、まずその機能を他の国際空港で補完することが考えられる。この考えを基礎にして、国際空港の機能低下による影響を定量的に評価するモデルを構築する。

④ ケーススタディー

我が国を代表する成田国際空港を対象として、危機発生後においても必要不可欠となる国際旅客・国際貨物に関する需要の想定を行い、その影響を評価する。

⑤ まとめと今後の課題

最後に本研究のとりまとめと今後の課題を整理する。

2. 我が国の国際航空輸送の特性

2.1 国際航空旅客特性と利用空港

1) 国際航空旅客輸送量の推移

1996年度から2005年度までの10年間における全国と我が国を代表する国際空港の1つである成田国際空港の国際航空旅客数を図-2.1.1に示す¹⁾。全国の旅客数はこの10年間で約1.2倍に拡大している。2000年度には過去最高の5,025万人の実績を示し、その後、2001年のアメリカ同時多発テロ

や2003年のイラク戦争、SARSにより旅客数は大きく落ち込んだが、2004年度には2000年度の水準に到達し、2005年度で5,297万人に増加した。

成田国際空港の全国値に対するシェアは図-2.1.2に示すとおりである。2001年まで概ね55%であったが、2002年に降増加し、2005年時点で57%のシェアとなっている。

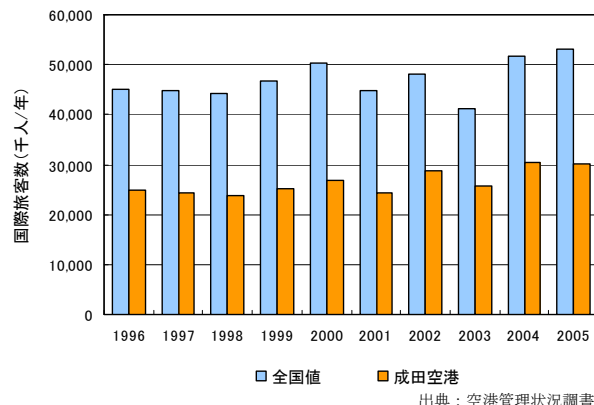


図-2.1.1 国際航空旅客数の推移

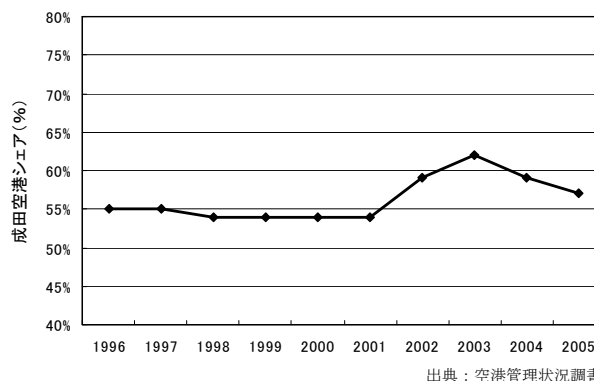


図-2.1.2 成田国際空港の全国値に対するシェア

2) 路線数、便数、提供座席数

これ以降、成田を始め、関西、中部の各国際空港の他、地方空港で国際路線開設数が最も多い福岡空港を対象に検討を進める（以下、それぞれの空港を「成田」、「関西」、「中部」、「福岡」と呼ぶ）。これらの空港は地理的に見ると、首都圏、関西圏、中部圏、九州圏を代表する空港ともとらえることができる。

現状での各空港における国際旅客便の路線数、便数、提供座席数等を整理する²⁾。特に提供座席数は、現状前提ではあるが、各空港での国際旅客受入れ可能量の検討に必要となってくる。

2005年6月時点での空港別の路線開設都市数は、表-2.1.1に示すとおりである。成田では94都市へ旅客便路線が開設されている。これに対し、関西では58都市、中部は28都市、福岡は23都市への路線が開設されている。

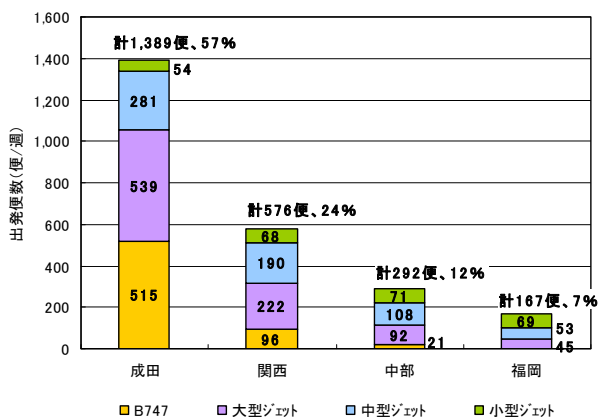
方面別に見ると、中国、韓国・台湾の東アジア方面へは空港によって大きな差はなく同程度の路線が開設されている。その他アジア、オセアニア方面については、成田と関西が主体となって路線開設されている。北中南米、欧州・アフリカ方面については、成田が主体となって路線開設されている。

表-2.1.1 主要国際空港における路線開設都市数

	成田	関西	中部	福岡
全路線数	94	58	28	23
中国	13	13	7	10
韓国・台湾	5	4	4	4
その他アジア	22	15	5	6
北中南米	25	7	5	1
欧州・アフリカ	16	9	2	0
オセアニア	13	10	5	2

空港別の便数を機材構成も含めて整理したものが、図-2.1.3である。成田において、4空港合計便数の57%が運航されている。関西は成田の4割程度、中部は関西の約半分、福岡は中部の約半分に相当する便数が運航されている。

機材構成をB747を含む大型ジェットの割合で見ると、成田が76%、関西で55%、中部で39%、福岡で27%となっており、成田での大型化が顕著となっている。なお、大型、中型、小型の別は、「空港土木施設設計基準（国土交通省航空局監修）」³⁾等を参考にした（大型ジェット：B777, A340, DC11クラス、中型ジェット：B767, A300, DC10クラス、小型ジェット：B737, A320/321, DC9, MD81/87/90クラス）。旅客便1機当たりの座席数は、成田の中国便を例にとると、B747で363席、大型ジェットが298席、中型ジェットが229席、小型ジェットが176席である。



注 2005年6月スケジュールに基づく
資料 JTB時刻表

図-2.1.3 国際旅客便の運航状況

空港別に路線別の提供座席数を整理（一部推計）したものが、図-2.1.4である。4空港の合計は96,010席である。成田は便数の集中と大型機の集中が相まって、4空港合計の提供座席数のうち60%を占め、便数シェア（57%）よりも高くなっている。結果、他の空港では提供座席数のシェアが便数シェアより1%程度ずつ低くなっている。なお、4空港以外の地方空港の提供座席数は計5,030席（4空港計の5%に相当）、そのうち週4便以上（1便/2日以上）は2,970席（3%）であった。約9割が韓国・台湾、中国方面である。

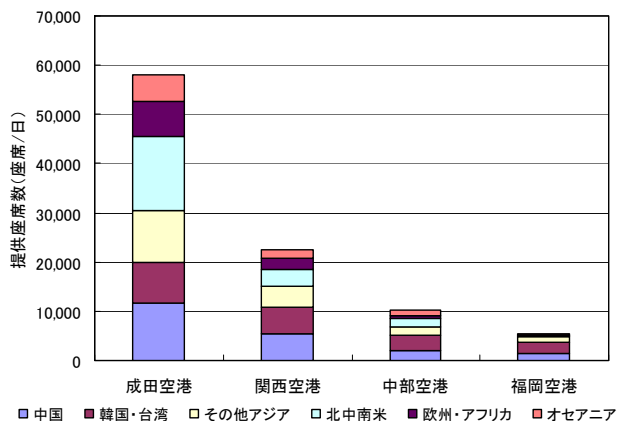


図-2.1.4 方面別提供座席数の実態（日あたり座席数）

3) 国際旅客流動実態

国際旅客の特性について、平成17年度国際航空旅客動態調査を利用して整理する⁴⁾。同調査は、全国25の空港を対象にして、平成17年の8・11月にそれぞれ1週間毎にサンプル抽出して利用旅客（出国）に対しアンケート調査を行った結果をベースにとりまとめたものである。したがって、シェアなどの特性値を中心に分析する。

日本人と外国人別に旅行目的と利用空港を整理したものが、図-2.1.5である。なお、前述のように成田は我が国での影響力が大きく、以降、利用空港の代表としては成田を中心に、適宜、全国の動向と比較しながら分析を進めていく（5.においても成田をケーススタディーの対象とする）。

日本人の利用空港シェアは、成田56%、関西23%、中部11%、福岡4%、その他6%となっている。観光客が約60%を占める。外国人は、成田58%、関西20%、中部7%、福岡5%、その他10%で、成田への依存度がやや高い。業務客とその他が約70%を占める。残りの観光客は約50%が成田以外の空港を利用している。なお、成田では平成17年度実績で日本人63%、外国人27%（除 通過客）である。

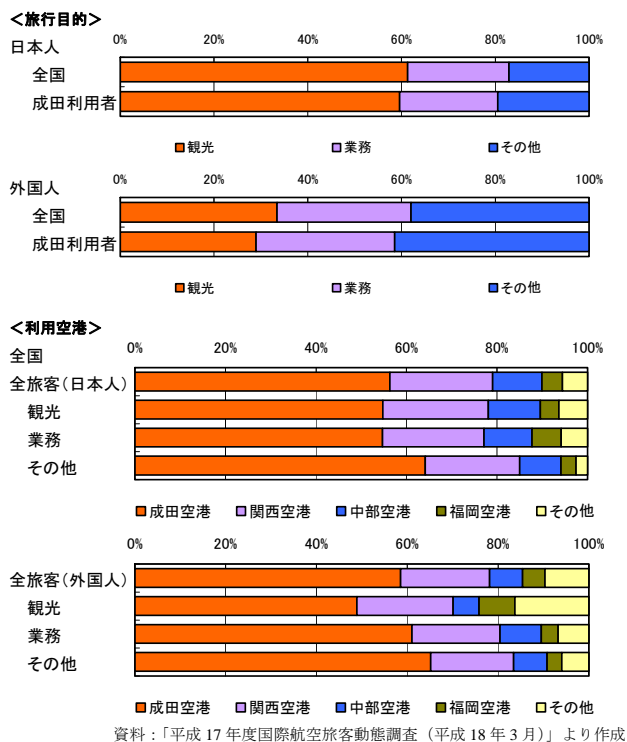
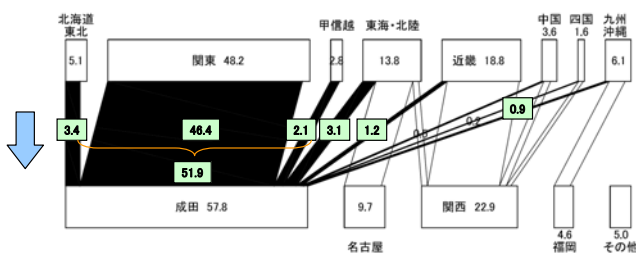


図2.1.5 旅行目的と利用空港

出国日本人の居住地と利用空港の関係は、図-2.1.6に示すとおりである。全国の出国日本人の主な居住地は、関東48%、近畿19%、東海13%となっている。

成田を利用する出国日本人のうちの約90% (51.9/57.8=0.90) が北海道・東北、関東及び甲信越に居住している(また逆に、これらの地域に居住している出国日本人はそのほとんどが成田を利用している)。一方、東海・北陸及び近畿に居住する出国日本人で成田を利用する旅客は成田利用者のそれぞれ5% (3.1/57.8=0.05), 2% (1.2/57.8=0.02) である。

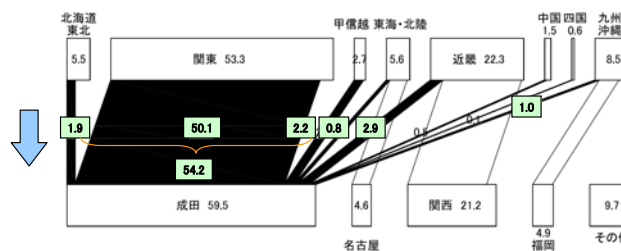


注 図中の数値は%を示す。
資料「平成17年度国際航空旅客動態調査(平成18年3月)」より作成

図-2.1.6 出国日本人の居住地と利用空港(全目的)

出国外国人の最終訪問地と利用空港は図-2.1.7に示すとおりである。成田を利用する出国外国人のうちの約90% (54.2/59.5=0.91) が北海道・東北、関東及び甲信越が最終訪問地であった。一方、東海・北陸及び近畿が最終訪問

地であった出国外国人で成田を利用する旅客は成田利用者のそれぞれ1% (0.8/59.5=0.01), 5% (2.9/59.5=0.05) となっている。



注 図中の数値は%を示す。
資料「平成17年度国際航空旅客動態調査(平成18年3月)」より作成

図-2.1.7 出国外国人の最終訪問地と利用空港(全目的)

日本人と外国人別に渡航先について整理したのが、図-2.1.8である。全国の出国日本人の主な渡航先は、北中南米20%、韓国・台湾19%、中国、その他アジアそれぞれ18%となっている。一方、成田を利用する場合の主な渡航先は、北中南米25%、その他アジア18%、中国及び欧州・アフリカそれぞれ17%となっており、北中南米、欧州・アフリカのシェアが高くなっている。また、旅行目的別に見ると、業務目的の場合に中国及び韓国・台湾のシェアが増加し、北中南米及び欧州・アフリカのシェアが減少する傾向があるものの、観光客は業務客に比べると相対的に北中南米及び欧州・アフリカへの渡航が多い。日本人のうち観光客が約60%を占めることを考えると、これらの方面への路線が他空港に比べ充実する成田と日本人観光客の関係は非常に特徴的なものとなっている(日本人観光客にとって成田の存在は大きい)。

全国の出国外国人の主な渡航先は、韓国・台湾が43%で圧倒的に多く、次いで中国20%、その他アジア13%、北中南米12%となっている。一方、成田経由の主な渡航先は、韓国・台湾33%、中国21%、北中南米16%、その他アジア14%となっている。出国日本人に比較すると、相対的に近隣諸国が多く、遠方の欧米は少ない。

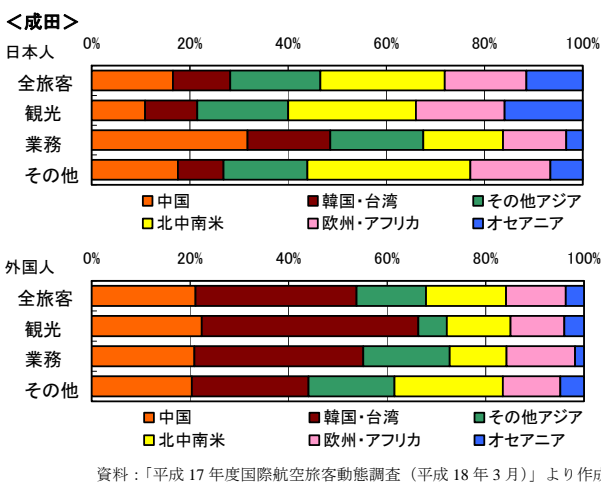
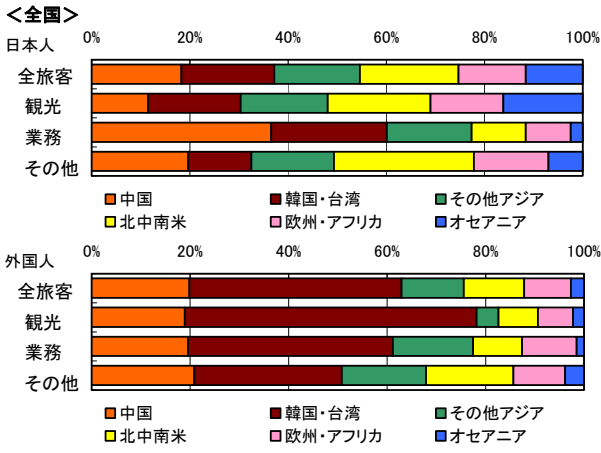


図-2.1.8 渡航先

2.2 国際航空貨物特性と流動実態

1) 国際航空貨物輸送量の推移

1996年から2005年までの10年間で全国の国際貨物取扱量の推移を図-2.2.1に示す¹⁾。取扱量は輸出入合計で、10年間で約1.5倍に拡大した。このうち輸出量は1.7倍、輸入量は1.3倍の拡大であった。2005年の全国取扱量は輸出入合計で337万トンであり、このうち輸出量は163万トン、輸入量は174万トン、輸出入比率は輸出:輸入=48:52となっている。2001年のアメリカ同時多発テロの発生により一時取扱量が減少したが、その後は増加傾向にある。なお、国際貨物流動に占める航空輸送のシェアについては、2004年度の輸送量で見れば海上輸送量のわずか0.3%であるが、金額ベースでは約30%にのぼっている（図-2.2.2）^{5,6)}。高付加価値商品の流動に関する航空輸送の重要性が伺える。

成田の全国値に対する割合を図-2.2.3に示す。2001年まで減少を続け62%まで低下したが、その後増加し、2005年で66%となっている。国際旅客（57%）に比べ、国際貨物

の成田への依存は大きい。

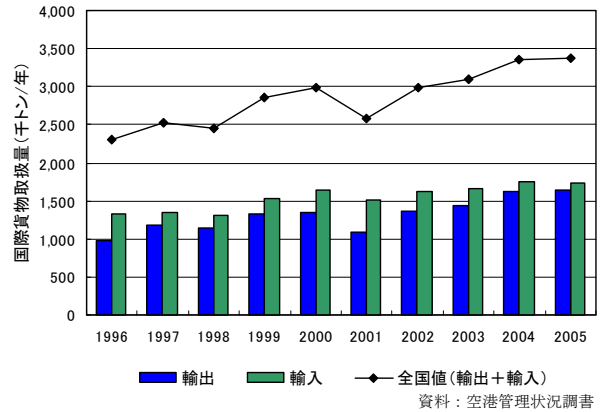
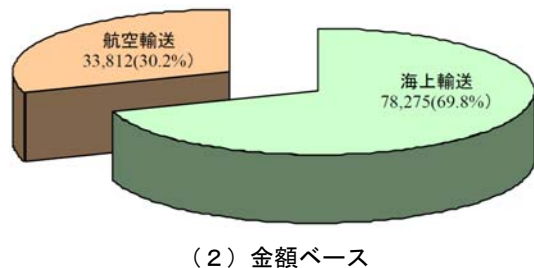
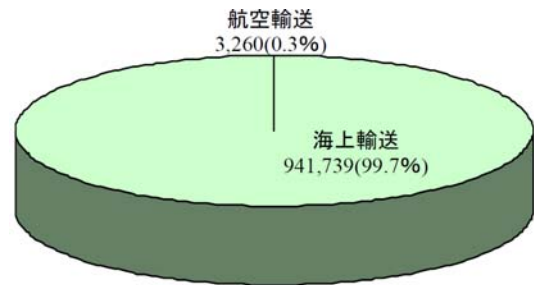


図-2.2.1 国際航空貨物取扱量の推移



資料：「数字でみる物流」 「外国貿易概況」

図-2.2.2 国際貨物流動に占める航空輸送のシェア

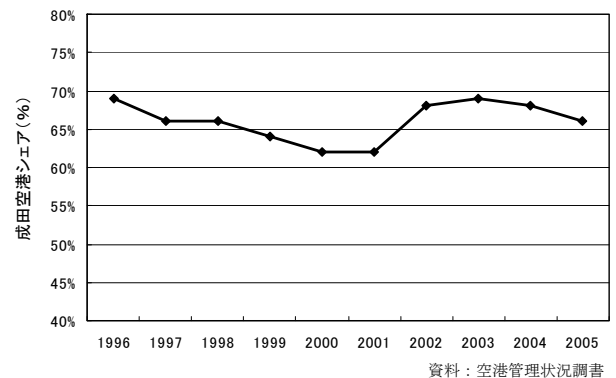


図-2.2.3 成田国際空港の全国値に対するシェア（輸出入合計）

輸出入貨物を金額ベースで整理したものを、図-2.2.4に示す。同図には品目別の内訳も示した⁷⁾。1995年度から2004年度までの10年間で国際貨物の輸出入額は1.7倍に拡大した。このうち輸出額は1.8倍、輸入額は1.6倍の拡大であった。2001年度にアメリカ同時多発テロの発生により取扱額が減少したが、輸出及び輸入ともに2003年度にテロ発生前の2000年度取扱額に回復した。

2004年度の輸出入額は33.8兆円であり、このうち輸出額は19.4兆円、輸入額は14.4兆円、輸出入比率は輸出：輸入＝57：43となっている。品目で見ると、輸出入ともに機械機器の占める割合が圧倒的に大きく、2004年度実績では輸出で73%、輸入で66%を機械機器が占めている。なお、重量ベースでの整理と比較すると、輸出と輸入の割合が逆転している。これにより相対的にはあるが、輸出品がより付加価値の高いものに、輸入品が付加価値が低いものになっていることがわかる。

成田における取扱割合の推移を図-2.2.5に示す^{7,8)}。輸出入合計の全国値に対する割合は概ね60%前後で推移しており、重量ベースの割合に比べ低い値を示している。なお、輸出は50～60%の範囲で推移し、一方、輸入は概ね70%前後で推移していることから、特に輸入について成田への依存度が高い。

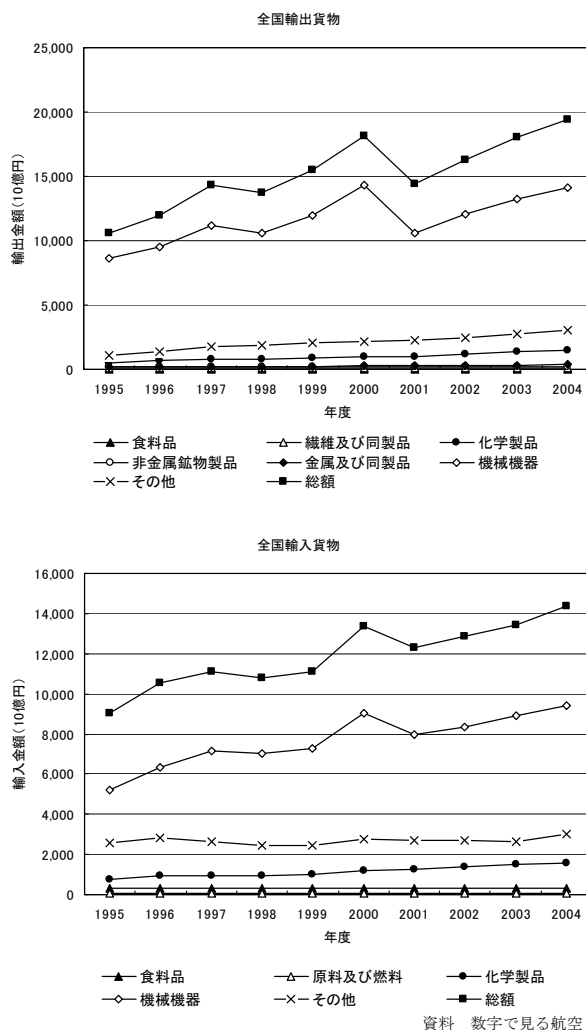


図-2.2.4 国際航空貨物輸出入額の推移

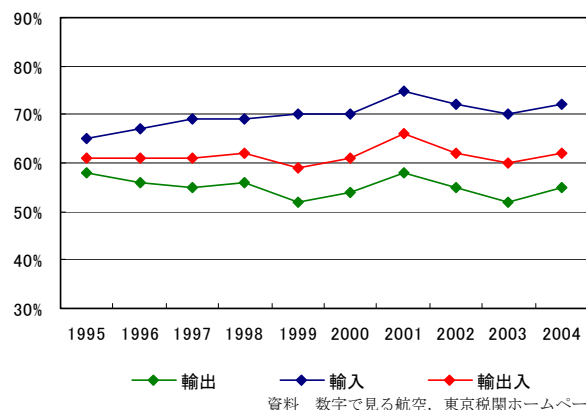


図-2.2.5 成田国際空港の全国値に対するシェア（金額ベース）

2) 路線数，便数，貨物搭載容量

成田，関西，中部及び福岡の各空港における国際貨物（専用）便の路線数，便数，貨物搭載容量を整理する。国際旅客便の貨物搭載容量についても検討する。両者の合計が各

空港における受け入れ可能量となる。

2005年5月時点での空港別の路線開設都市数は、表-2.2.1に示すとおりである⁹⁾。各空港からの路線開設都市数は、成田で39都市、関西で30都市、中部で11都市となっている。なお、福岡からの国際貨物便路線の開設はない。方面別に見ると、成田の中国及び北中南米方面への路線数が関西の約1.5倍となっている。

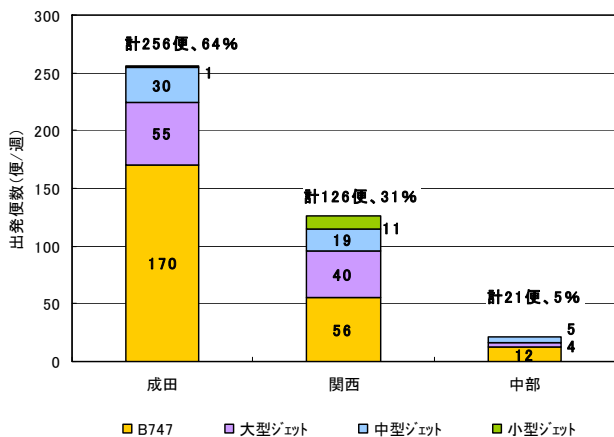
表-2.2.1 主要国際空港における路線開設都市数

	成田	関西	中部
全路線数	39	30	11
中国	8	5	2
韓国・台湾	3	3	2
その他アジア	7	7	2
北中南米	14	9	5
欧州・アフリカ	6	6	0
オセアニア	1	0	0

資料：Fuji Airways Guide (2005年5月)

空港別の便数を機材構成を含めて整理したものが、図-2.2.6である。成田において4空港合計便数の64%が運航されており、関西では成田の半分に相当する31%、中部では5%が運航されている。旅客便に比べ、成田及び関西への集中がより高くなっている。

機材構成について、成田ではB747が66%、大型ジェットが22%となっており、大型機が90%近くを占め、大型化が顕著である（注：大型・中型・小型機材の別は旅客便の場合と同じ）。



注 2005年5月スケジュールに基づく
資料 Fuji Airways Guide

図-2.2.6 国際貨物便の運航状況

空港別に路線別の貨物搭載容量を一部推計を行いながら整理する。貨物便1機あたりの貨物搭載容量（ペイロードベース）は、成田の中国便を例にとると、貨物便は、B747で

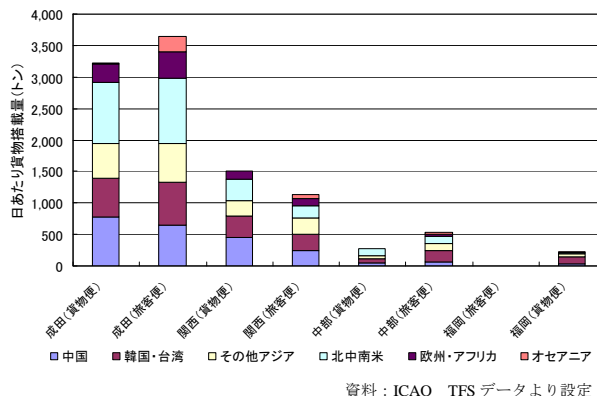
104トン、大型ジェット機が88トン、中型ジェットが51トン、小型ジェットが37トンである。また、旅客便の貨物搭載容量は、次式で推計した。

旅客機の貨物搭載容量

$$= \text{ペイロード} - (\text{座席数} \times 90\text{kg}) \quad \dots \text{(式2.2.1)}$$

その結果は、同じく成田の中国便を例にとると、B747で26トン、大型ジェット機が16トン、中型ジェットが11トン、小型ジェットが5トンとなった。

こうして得られた結果を図-2.2.7に整理した。図には貨物便と旅客便を別々に示した。貨物便だけで見ると、3空港の合計は5,010トン/日、シェアは成田：関西：中部＝65%：30%、5%、旅客便だけで見ると、4空港の合計は5,530トン/日、成田：関西：中部：福岡＝66%：20%：10%：4%である。貨物便と旅客便を合わせると、合計は10,540トン/日、成田：関西：中部：福岡＝66%：25%：8%：2%となる。どのケースをとっても、旅客の提供座席数（60%）に比べ成田への集中度は高い（概ね65%）。なお、小松空港に欧州・アフリカ方面への貨物便が就航しているが、貨物積載量は70トン/日（3空港合計の1.4%相当）である。



資料：ICAO TFS データより設定

図-2.2.7 方面別貨物搭載容量の実態（日あたり貨物搭載量）

3) 国際貨物流動実態（輸出）

平成17年度国際航空貨物動態調査及び物流動向調査を利用して分析する^{10,11)}。前者は、国際航空運送協会(IATA)加盟の航空貨物代理店及び航空貨物運送協会(JAFA)加盟の利用航空運送事業者（混載業者）の取扱貨物につき平成17年10月の1日を対象として、後者は普通貿易統計に計上される通関申告貨物につき1月の1週間を対象として実施されたものである。国際旅客での場合のように、シェアなどを中心に分析する。

輸出貨物につき、図-2.2.8に(1)品目、(2)利用空港、(3)

発生地、(4)仕向国、(5)発送施設、(6)所用日数、(7)旅客便・貨物便を整理した。(1)輸出貨物では、機械機器が78%を占め、次いで化学製品6%、金属・同製品4%となっている。成田で取扱う輸出貨物についてもほぼ同様のシェアとなっている。

(1),(2)全品目の利用空港シェアは、成田62%、関西26%、中部9%、福岡2%、その他1%となっている。全国の品目では、機械機器が78%を占め、次いで化学製品6%、金属・同製品4%となっている。成田で取扱う輸出貨物についてもほぼ同様のシェアとなっている。貨物に占めるシェアが大きい機械機器については、その内訳についても整理した。主な品目は、半導体等電子部品、事務用機器、映像機器である。成田に着目すると、機械機器は62%であるが、事務用機器88%、半導体等電子部品67%が大きい。一方、食料品、繊維・同製品、非金属鉱物製品のシェアは小さい。それぞれ、福岡、関西、中部の利用シェアが大きくなっている。

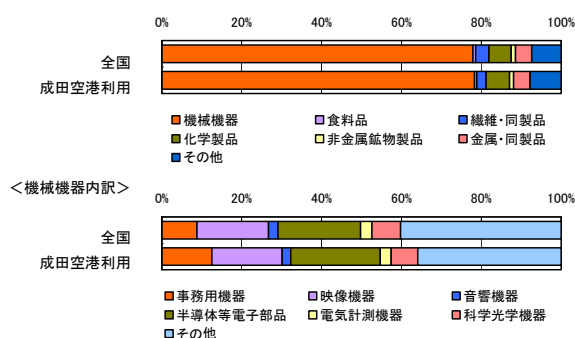
(3)全品目輸出貨物の発生地は、関東32%、東海20%、近畿18%である。成田を利用するものは、関東50%、東海16%、東北10%で関東以北のウェートが高くなる。事務用機器と半導体等電子部品は関東、北海道、東北、甲信越から発生している割合が多い。映像機器については、東海発が44%あるが、全体で成田を選択する割合が61%になっていることが特徴的である。なお、映像機器については近畿からも27%あるが、関西取扱いも33%ある。

また、成田利用では食料品、繊維・同製品、非金属鉱物製品について、それぞれ九州・沖縄、近畿・北陸・東海、東海が発生地になっている割合が多い。前述の利用空港と併せて考えると、地域ごとの主要品目は最寄りの空港を利用することが基本ではあるが、そこでは対応できない貨物等が成田へと流れてきていることが推察される。実際、食料品全体の輸出品の約半分は九州・沖縄から北中南米向けのものである。

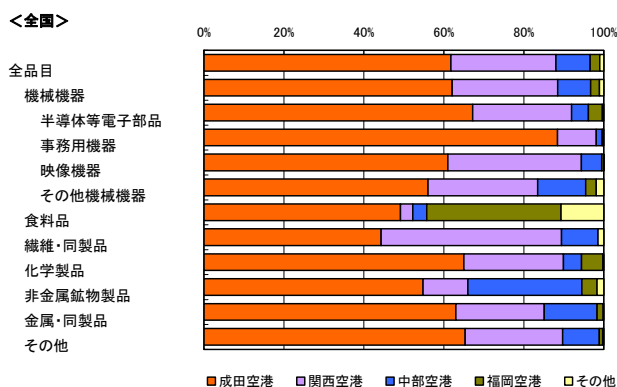
(4)全国の全品目輸出貨物の仕向国は、北中南米28%、中国20%、欧州・アフリカ19%、韓国・台湾16%で、そのうち成田を利用するものも同様の傾向となっている。映像機器は、北中南米(41%)、欧州・アフリカ向け(27%)であり、ほぼ同様の傾向が成田利用の仕向国でも見られることから、これらの路線の成田での拡充度の影響が大きい。東海にある大手メーカーの輸出貨物の利用等が大きく寄与しているようである。同じ機械機器の中で半導体等電子部品は、韓国・台湾(31%)、中国(28%)、その他アジア(18%)で計77%がアジア向けであり、全品目での平均(52%)に比べかなり高い。

(5),(6),(7)空港への発送施設については、工場からが6~8割で、所用日数は全品目で約8割が2日後までとなってい

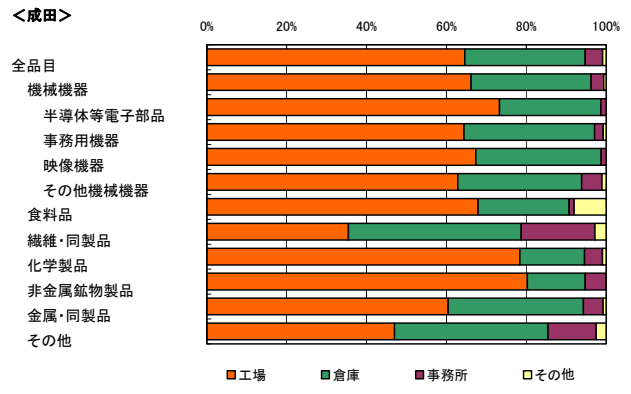
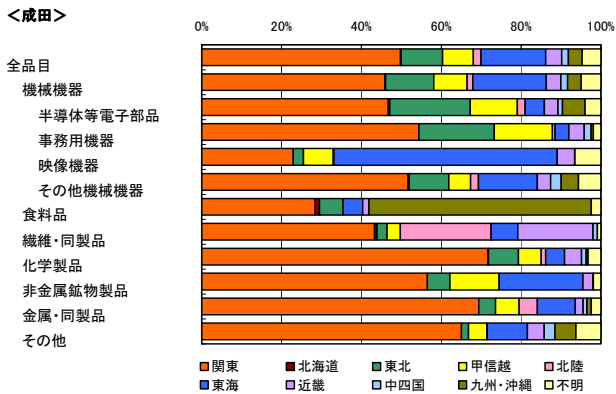
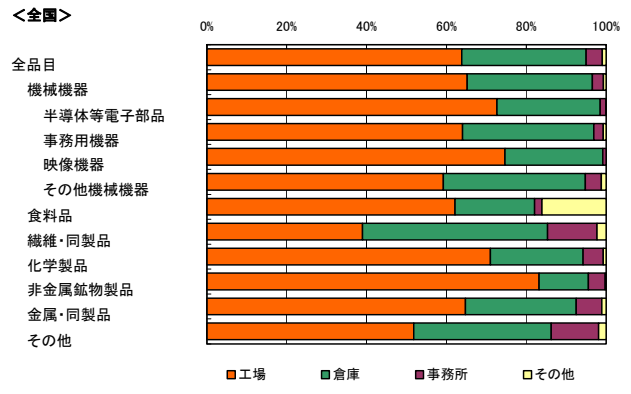
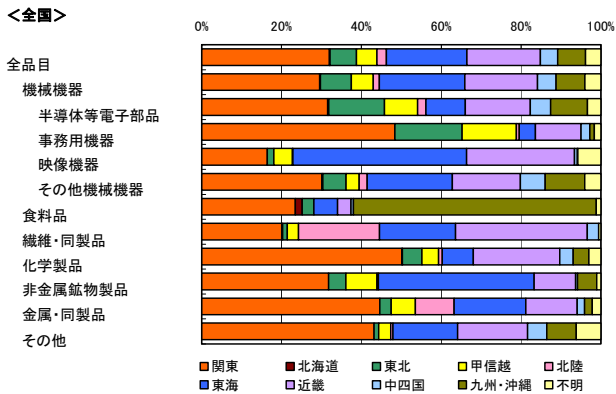
る。工場出荷され航空輸送される貨物は、時間管理が厳しいことがわかる(SCMの中でも重要な位置を占めているのであろう)。繊維・同製品の工場出荷は約4割となり、倉庫や事務所からの発送が約6割と逆転する。所用日数にも関連した傾向が反映されており、2日後までの割合が約6~7割に低下している。食料品は翌日が8割以上を占め、他の品目に対してさらにスピードが求められている。旅客便と貨物便の比率については、約9割を占める主要品目である機械機器(78%)、化学製品(6%)、金属・同製品(4%)について見ると、旅客便が若干多いようである。



(1) 品目

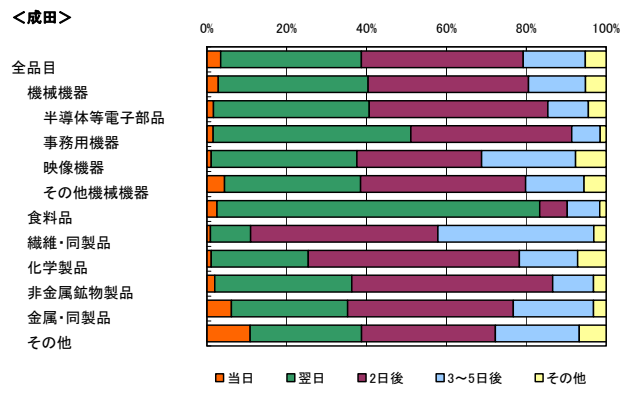
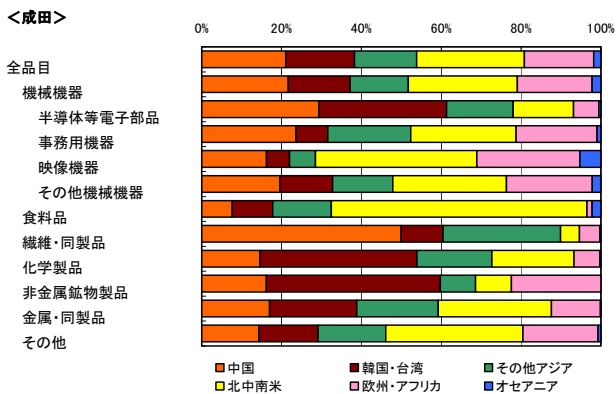
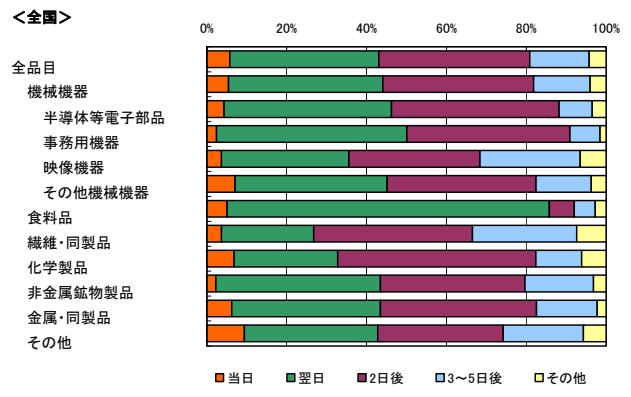
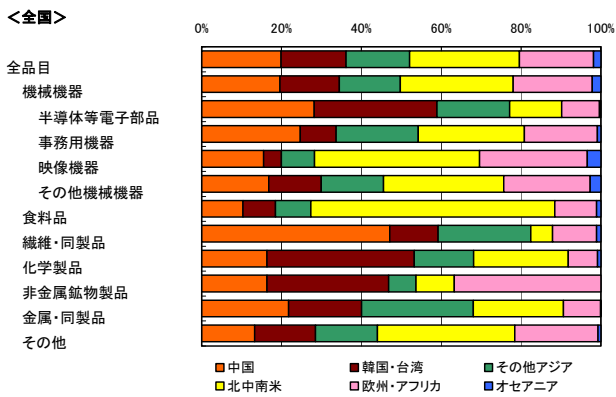


(2) 利用空港



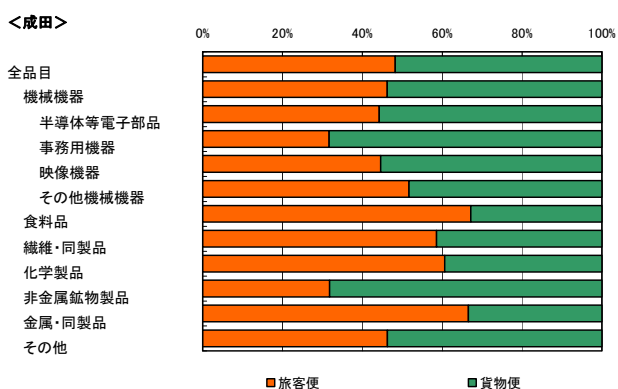
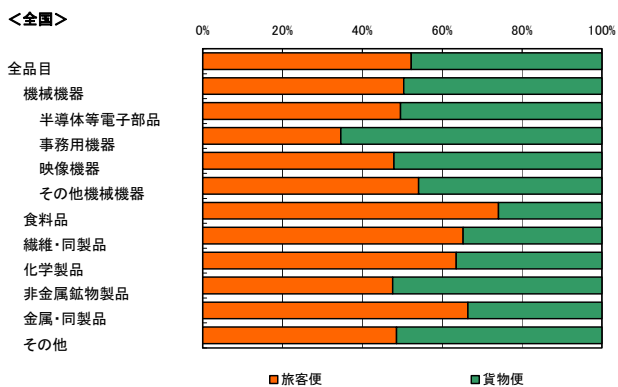
(3) 発生地

(5) 発送施設



(4) 仕向国

(6) 所要日数

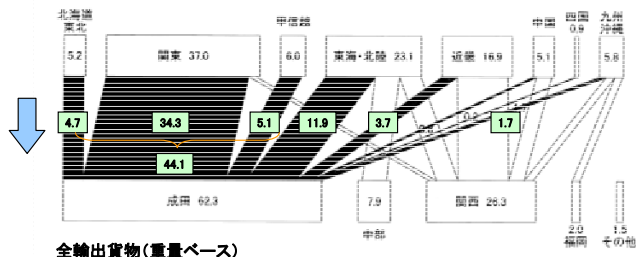


(7) 旅客便・貨物便

資料：「平成17年度国際航空貨物動態調査(平成18年3月)」より作成

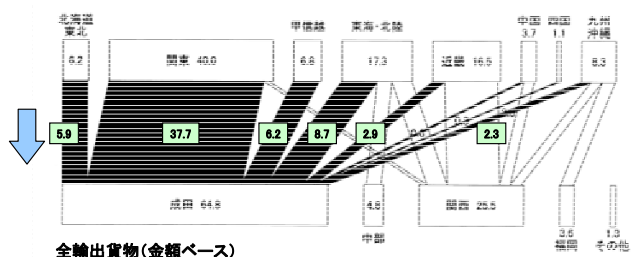
図-2.2.8 輸出貨物の特性

輸出貨物の発生地と利用空港の関係を、図-2.2.9に(1)重量ベース、参考に(2)金額ベースで整理した。まず重量ベースでみると、成田に集まる輸出貨物のうち約70% (44.1/62.3=0.71) が主な背後圏と考えられる北海道・東北、関東及び甲信越からの貨物で占められており、また逆にこれらの地域から発生する輸出貨物のほとんどは成田を利用している。一方、東海・北陸からの貨物は成田空港輸出貨物の約20% (11.9/62.3=0.19) を占め、近畿からの貨物も6% (3.7/62.3=0.06) を占めている。前述のように、東海・北陸からの寄与の主な原因は東海発生映像機器である。金額ベースでみると、成田における取扱割合は重量ベースに比べ5%高くなっている。このことから、成田は他空港に比べると重量のわりに付加価値の高い貨物をより多く取り扱っていることがわかる。



全輸出貨物(重量ベース)

(1) 重量ベース



全輸出貨物(金額ベース)

(2) 金額ベース

注 図中の数値は%を示す。

資料「物流動向調査(平成17年9月調査)」(財務省関税局)より作成

図-2.2.9 輸出貨物の国内流動実態

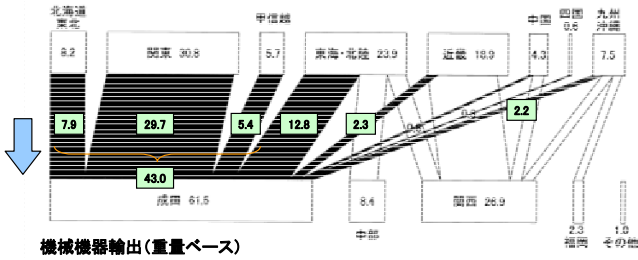
輸出貨物で78%を占める機械機器とその中でもシェアの大きい半導体等電子部品、事務用機器、映像機器について、貨物の発生地と利用空港の関係をそれぞれ図-2.2.10~13(重量ベース)に示す。

機械機器については、成田経由貨物の約70% (43.0/61.5=0.70) が北海道・東北、関東及び甲信越からの貨物で占められている。また逆に、これらの地域から発生する機械機器のほとんどは成田を利用している。成田経由貨物のうち、東海・北陸からは約20% (12.8/61.5=0.21)、近畿からは4% (2.3/61.5=0.04) である。

半導体等電子部品は、成田経由貨物の約80% (55.0/66.8=0.82) が北海道・東北、関東及び甲信越からであり、逆も前述の機械機器とほぼ同様。成田経由貨物のうち、東海・北陸からは7% (4.7/66.8=0.07)、近畿からは4% (2.4/66.8=0.04)、九州からは6% (4.0/66.8=0.06) である。

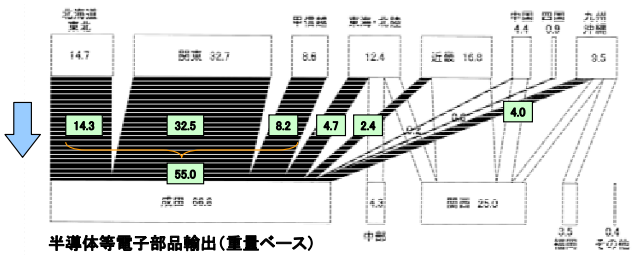
事務用機器は、成田経由貨物の約90% (79.0/88.2=0.90) が北海道・東北、関東及び甲信越からであり、逆も前述の機械機器とほぼ同様。成田経由貨物のうち、東海・北陸からは4% (3.7/88.2=0.04)、近畿からは4% (3.5/88.2=0.04)、九州からは2% (1.5/88.2=0.02) である。

映像機器は、成田経由貨物の約60% (36.3/60.5=0.60) が東海・北陸からの貨物で占められている。成田での北中南米や欧州・アフリカ向け路線の拡充の影響が特に大きく反映されている。



注 図中の数値は%を示す。
資料「物流動向調査(平成17年9月調査)」(財務省関税局)より作成

図-2.2.10 輸出貨物の国内流動実態(機械機器)



注 図中の数値は%を示す。
資料「物流動向調査(平成17年9月調査)」(財務省関税局)より作成

図-2.2.11 輸出貨物の国内流動実態(半導体等電子部品)

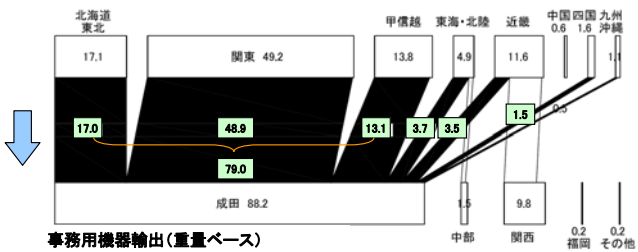
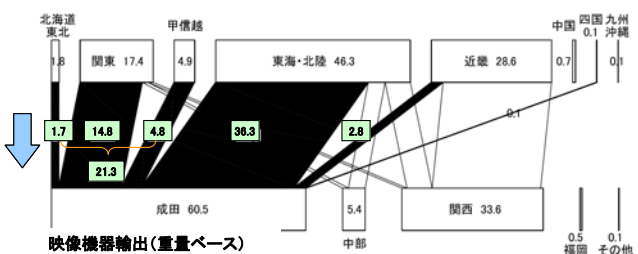


図-2.2.12 輸出貨物の国内流動実態(事務用機器)



注 図中の数値は%を示す。
資料「物流動向調査(平成17年9月調査)」(財務省関税局)より作成

図-2.2.13 輸出貨物の国内流動実態(映像機器)

4) 国際貨物流動実態(輸入)

輸入貨物につき、図-2.2.14に(1)品目、(2)利用空港、(3)

集中地、(4)仕出国、(5)到着施設、(6)所用日数、(7)旅客便・貨物便を整理した。

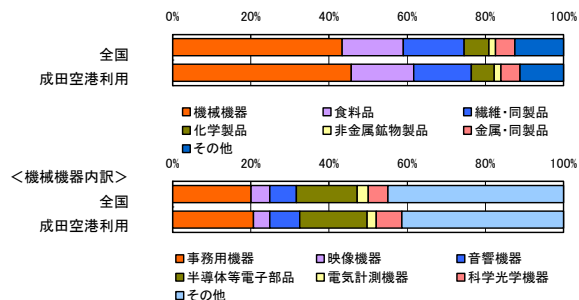
(1),(2)全品目の利用空港シェアは、成田62%、関西25%、中部9%、福岡3%、その他1%となっており、輸出時の状況とほぼ同様である。全国の商品目では、輸出と同じく機械機器のシェアが一番であるが、その割合は半分強に過ぎない(43%)。次いで消費財的な色彩が濃い食料品及び繊維・同製品(衣類が約8割)がそれぞれ16%となっており、全体的に多様な品目が扱われている。成田の貨物についてもほぼ同様のシェアである。これを反映して、輸出貨物に比べると品目ごとによる利用空港のシェアのばらつきは小さい。

(3)国内における集中地は、全国で関東49%、近畿18%、東海15%となっているが、成田を利用する貨物で見ると、関東75%、東海9%、東北6%、甲信越4%となり、どの品目でも成田の背後圏と見られる地域のシェアが非常に高くなっている。

(4)全国の全品目輸出貨物の仕出国は、中国のシェアが大きくなり(37%)、次に欧州・アフリカ19%、その他アジア及び北中南米15%が続く。特に繊維・同製品については、中国のシェアが73%と約倍になる。成田経由の貨物も同様の傾向である。

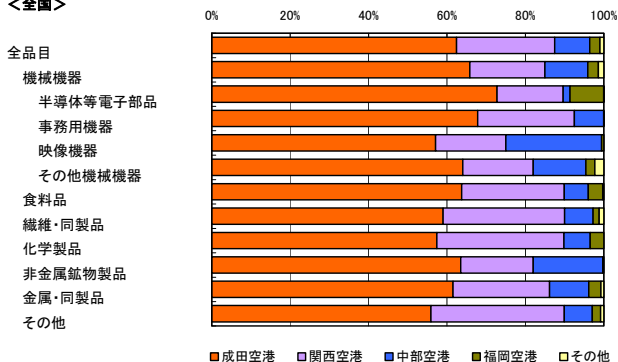
(5),(6)全国の輸入貨物の到着施設は、工場27%、倉庫44%となっている。輸出の場合に比べると倉庫の割合が大きくなっている。成田経由の貨物も同様の傾向である。市場に回る最終製品の割合が多いことが伺える。所用日数については、輸出と同様、全品目で約8割が2日後までとなっているが、そのうち、当日および翌日までの割合が高くなっている。輸入の場合は、到着後そのまま流通へ回り、在庫にかかる余分のコスト等を少しでも削減しようとしていることなどが考えられる。

(7)旅客便と貨物便の比率については、どの品目も旅客便が約4~6割となっており、貨物便の割合と同程度となっている。ただし、食料品については、旅客便が約8割を占めており、輸出国の約7割が中国であることを考えると、便数やロット等からも都合がよく旅客便が選択されているのであろう。



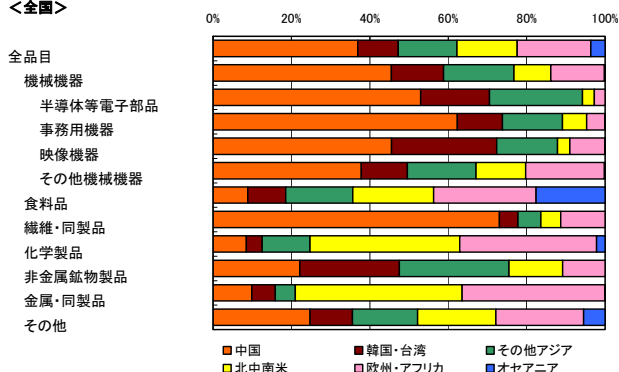
(1) 品目

<全国>

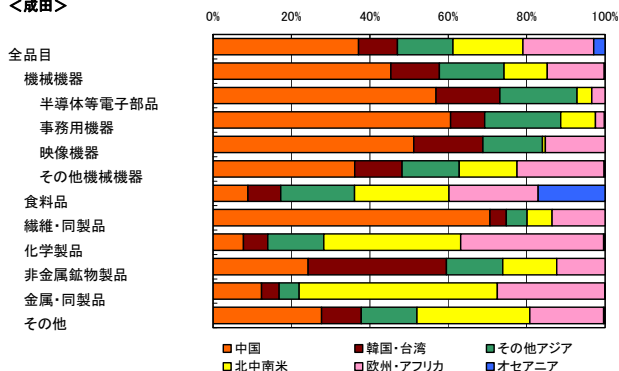


(2) 利用空港

<全国>

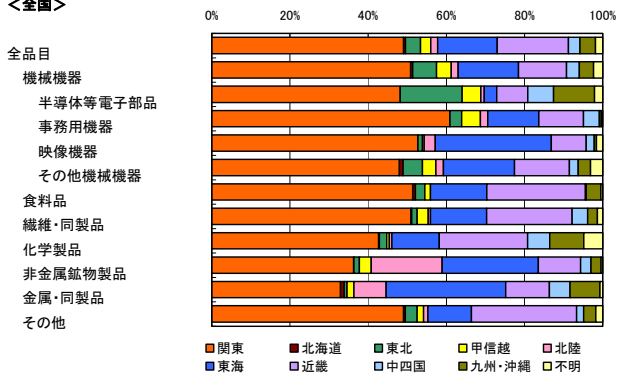


<成田>

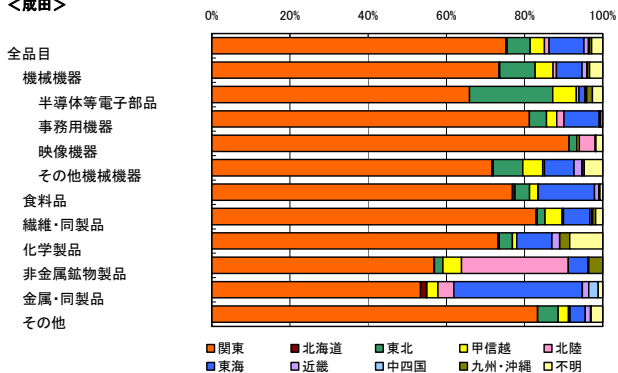


(4) 仕出国

<全国>

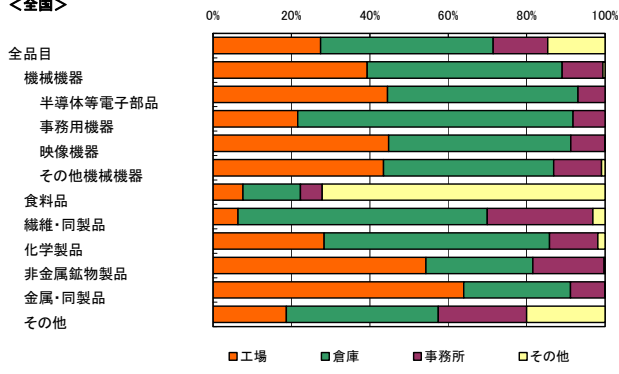


<成田>

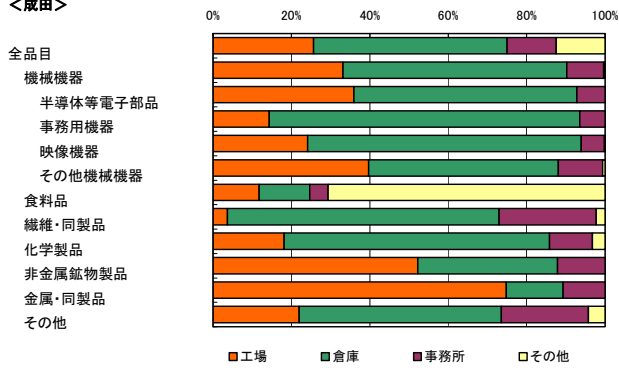


(3) 集中地

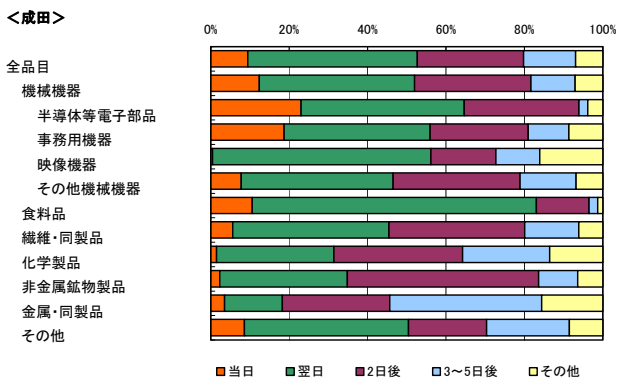
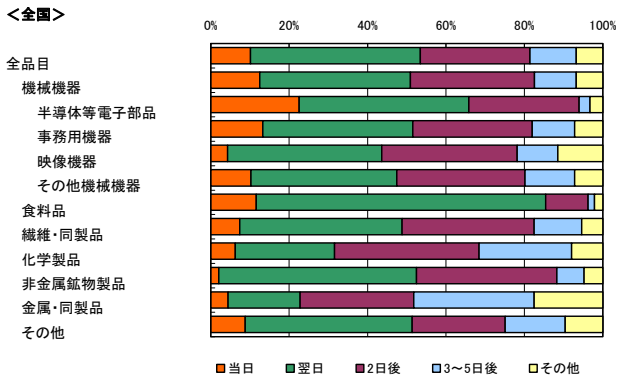
<全国>



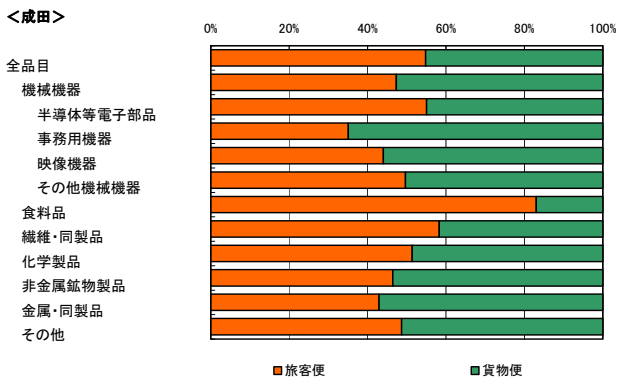
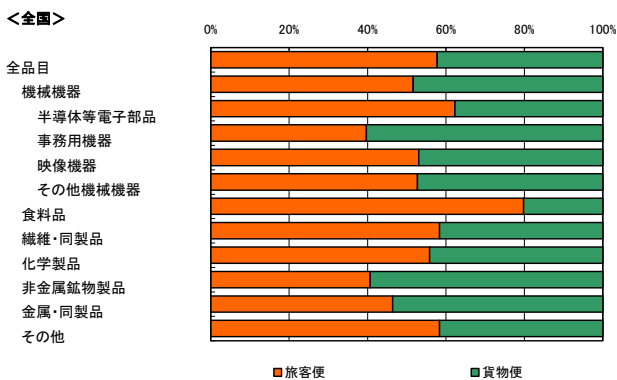
<成田>



(5) 到着施設



(6) 所要日数

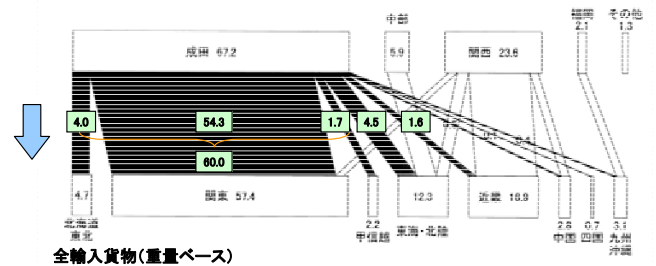


(7) 旅客便・貨物便

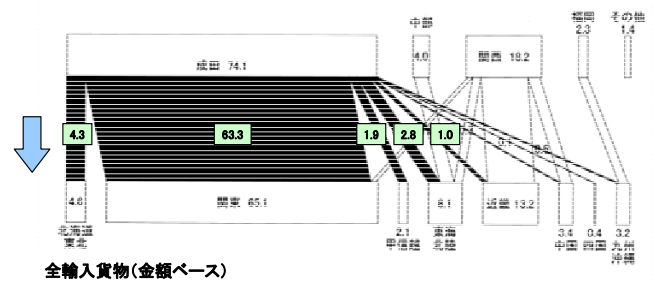
資料：「平成17年度国際航空貨物動態調査（平成18年3月）」より作成

図-2.2.14 輸入貨物の特性

輸入貨物の集中地と利用空港の関係を、図-2.2.15に(1)重量ベース、参考に(2)金額ベースで整理した。重量ベースでみると、成田に入ってくる貨物の約90% ($60.0/67.2=0.89$)が、主な背後圏である北海道・東北、関東及び甲信越へ向けての貨物であり、これらの地域への輸入貨物のほとんどは成田空港を利用している（輸出は約70%）。東海・北陸へは7% ($4.5/67.2=0.07$)、近畿へは2% ($1.6/67.2=0.02$)に過ぎない。金額ベースでみると、成田における取扱割合は重量ベースに比べ7%高くなっている。このことから、成田は重量のわりに付加価値の高い貨物をより多く取り扱っていることがわかる。



(1) 重量ベース



(2) 金額ベース

注 図中の数値は%を示す。

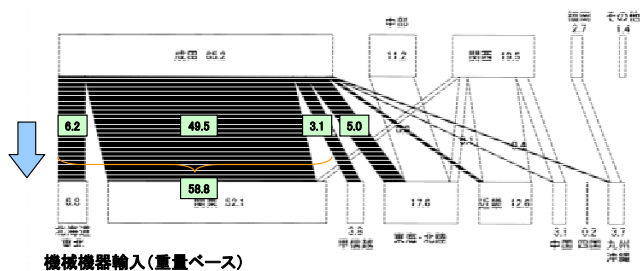
資料「物流動向調査(平成17年9月調査)」(財務省関税局)より作成

図-2.2.15 輸出貨物の国内流動実態

輸入貨物で43%を占める機械機器について、利用空港と貨物の集中地の関係を図-2.2.16(重量ベース)に示す。約90% ($58.8/65.2=0.90$)が、北海道・東北、関東及び甲信越へ向けての貨物であり、また、これらの地域への輸入機械機器のほとんどは成田を利用している。東海・北陸へは8% ($5.0/65.2=0.08$)で、近畿へはわずか1% ($0.9/65.2=0.01$)である。

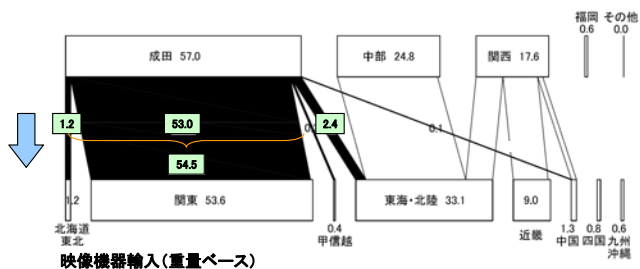
なお、輸出に比較するとそのシェアはかなり低くなるが、参考までに映像機器について見てみる(図-2.2.17, 重量ベース)。成田経由の約95% ($54.5/57.0=0.96$)が関東へ向けての貨物である。東海・北陸へは約4% ($2.4/57.0=0.04$)程度であるが、逆に東海・北陸への貨物の約75% ($24.8/33.1$

=0.75) は中部経由である。中部経由のほぼ全量は背後圏の東海・北陸へ搬入されていることが確認できる。



注 図中の数値は%を示す。
資料「物流動向調査(平成17年9月調査)」(財務省関税局)より作成

図-2.2.16 輸出貨物の国内流動実態 (機械機器)



注 図中の数値は%を示す。
資料「物流動向調査(平成17年9月調査)」(財務省関税局)より作成

図-2.2.17 輸出貨物の国内流動実態 (映像機器)

5) フォワーダーや荷主の動向

これまで主に実態調査データをもとに、国際航空貨物や利用空港の特性を分析してきた。ここでは、実際に国際空港の利用者の動向やニーズを把握する。大手のフォワーダー3社と日本の代表的な機械機器メーカー4社に対し、ヒアリング調査を行った。結果の概要は次のとおりである。

○ フォワーダー

(1) 利用空港の選択は、「国内の仕出し地・仕向地に近い空港」が基本であり、輸入の場合は特にこの傾向が強い。半導体等高価な貨物はトラックによる長距離輸送を避ける意味からも近くの空港を利用する傾向がある。

(2) 特に成田については、「行き先や便数が豊富なこと」、「貨物便が多いこと」等が大きな選択理由となっている。便数が多いため競争原理が働き輸送コストが低い。

(3) コンピューター等事務用機器については九州に顧客が多いため福岡利用の貨物がある。

(4) 関西及び中部地方から成田へ横持ちする貨物があり、その理由として以下の点が挙げられる。

① 関西及び中部における輸送力で賄えない分が成田を利用する(関西空港で路線・便数が充実すれば成田に横持ちしている貨物も関西に移ると思われる)。

② 欧米方面の貨物については便数の多い成田を利用す

る。

③ 成田からの貨物便が多いことから、貨物便を利用する貨物、例えば嵩の大きな半導体製造装置や美術品等貨物便でしか扱えない貨物、半導体のような小さな貨物でもロットを大きくした貨物等は成田から輸送する機会が多い。

(5) 上記(1)~(4)の結果、成田を利用する輸出貨物の仕出し地分布は、概ね関東・東北地域:80%(関東以北の貨物はほとんど同空港を利用)、関西地域:15%、名古屋地域:5%となっている。静岡・浜松地域は中部ではなく成田を利用するケースが多い。

(6) なお、荷主が利用空港を直接指定する場合を除き、荷主の要望(リードタイム、コスト)を考慮し代理店が空港を選択している。その他の要望として、精密機器等についてはトランジット回数を少なくするといったものがある。

(7) 輸送のためのスペースは半期ごとに航空会社との交渉により確保している。また、確保したスペースで不足する場合は、その都度、航空会社と交渉して確保することになる。

(8) 主要品目の機械機器(輸出・輸入とも)については、輸出は部品、輸入は完成品が主となっている。輸出における航空利用は20%程度、輸入では船舶利用が基本となっている。

○ 荷主

(1) 利用空港の選択は「近い空港を選択する」ことが基本であるが、トータルのリードタイムを考慮して他空港を利用する場合もある。航空便の予約は、リードタイムを指定した上でフォワーダーに任せることが多い。輸出が滞ると海外での製造に支障が生じる。また、輸入貨物は消費地に近い空港を利用する傾向が輸出貨物よりも強い。

(2) 便数や就航方面が多いという理由から、成田を利用することがある。中国地域からは、国内輸送費が関西に比べ割高でも、航空運賃が安いいためトータルで安くなる成田を利用する場合もある。

(3) 福岡の利用はアジア方面の貨物のみである(旅客便による輸送)。なお、九州地区から欧米方面の貨物はトラック輸送により関西を利用している。

(4) 貨物の保全(雨濡れ等を避ける)のため、極力、直行便を利用することとしている。また、半導体等の輸送には、貨物へのダメージ回避を考慮して成田からULD(Unit Load Devices: コンテナやパレットなどの貨物搭載用具の総称)による輸送をしており、これに乗せるために関西から横持ちしている貨物もある。

(5) 船舶での輸送との関係については、次のとおり。

① 通信機器、パソコン・パーツについては高価格なものや新製品は航空を利用するが、それ以外のものは船舶を

利用するケースが多い。特に、半導体については、高価な上に湿度等の問題もあるため、100%航空輸送としている。輸送期間中の市場価格低下リスクや輸送期間の長期化に伴う流通在庫増大を回避するといったことも航空を利用する理由となっている。

② 医用機器の輸出については船舶利用が主であるが、納期が厳しいものについて航空を利用している。背の高いものが多く、貨物便の利用が多い。

③ 最近、コスト削減のための船舶利用についても検討しており、アジア方面の貨物については船舶への移行を考え始めている

以上のフォワーダーや荷主へのヒアリング結果は、先の実態調査の分析結果とほぼ一致するが、数字の分析だけから得ることができない貨物の特性やコストなどに関する知見も得られた。まとめると次のようになる。

(1) 国際貨物の輸出入にあたり、国内の仕出地・仕向地に近い空港を利用することが基本となっている（関東以北の貨物はほとんどが成田を利用する）。輸入貨物の方がより近い空港を利用する傾向が強い。

(2) 輸出時に西日本から成田へ横持ちする貨物があるが、これには、① 関西や中部における航空機の搭載スペースが不足していること、② 成田における路線が多いこと（特に欧米方面）、③ 成田における便数（特に貨物便でしか対応できない大きな貨物の場合）が豊富であること、④ 成田では競争が厳しく航空運賃が安い場合がある等が同空港を選択する理由として挙げられる。

3. 国際空港の機能低下に関するリスク

空港会社、航空会社等の航空活動に携わる企業や航空輸送を利用する航空貨物代理店などのフォワーダー、製造業等の荷主企業にとって、大規模災害やテロ、ストライキ、伝染病など航空輸送に多大な影響を及ぼすリスクが顕在化した場合、企業活動の停止あるいは縮小を招き、経済的に多大な損失を被ることが予想される。このようなリスクの発生の可能性に対して、企業は戦略的な判断に基づく事業の継続を求められている^{12,13)}。

ここで、「リスク」という言葉は、分野や対象によってさまざまな使われ方をしており、その定義は曖昧である¹³⁻¹⁷⁾。しかしながら、リスクに共通の性質として、次の2つの性質を含んでいることが多い。

① リスクの顕在化による影響（多くの場合は好ましくない影響）が発生する

② いつ顕在化するかが明らかでない発生の不確実性がある（注：人々の行動や企業活動等に直接関わって発生する投機的リスクを除く）

②の不確実性については、発生確率で表現される場合があるが、これも定量的に把握される場合と定性的に把握される場合がある。ここで注意を要することは、「リスク＝発生確率×規模」とする定義が一般に普及しているが、その定義を用いる人々も単にかけ算の結果としてのリスク値のみで、リスクを判断しているわけではないことである。小発生確率×大規模のリスクと大発生確率×小規模のリスクは区別して取り扱われている。一般的に、リスク値が同じであれば、発生確率が小さく影響規模が大きいリスクの方が、より重要なリスクと認定される場合が多い。本研究では、国民の安心、企業や組織の活動、それらを支える空港・港湾などの公共インフラの機能を攪乱する要因をリスクと呼ぶことにする。

また、リスクへの対応も、安全活動から危機管理やリスクマネジメントと呼ばれる活動までいくつか存在する。特に、大規模地震や事故・事件等に遭遇した場合に最近必要性が強調されている危機管理とリスクマネジメントの概念や用語の差異も必ずしも明確でない。一般的に、事故や危機がなるべく起きないように対処する活動をリスクマネジメントと呼び、事故や危機的な状況が発生した後の活動を危機管理と呼んでいるようである。しかしながら、そのような場合でも、危機時の体制やマニュアルの整備等まで含むリスクマネジメントもあれば、危機発生時に被害や悪影響を最小にとどめることに限定せず、危機を発生させない活動も含めて危機管理としている場合もある。

リスクの影響を適切に処理するためにはリスクの測定が不可欠であり、できるだけ定量的な把握が望ましい。事故発生の可能性である発生確率および損失の規模の積から損失額を算出し、これに必要なコストを予測できる。なお、損失発生頻度および強度の測定に当たっては発生の確率を求める方法と確率によらないカテゴリ接近法といわれる方法がある。接近法は事故発生頻度や強度を大・中・小などいくつかに分類する。具体的なリスクへの対応手段は、大きくリスクコントロール手法とリスクファイナンス手法に分けることができる。リスクコントロールはリスク事象の生起確率ないしリスク発生時の損害規模そのものを減少させる技術（リスクの回避、予防・軽減、分散、非財務手段による移転）であり、リスクファイナンスはリスクコントロールによっても事故の発生を完全には防止することはできないため、損失の発生に備え、リスクの数量化と損失予想を適切に行って事前に計画的に資金調達の方法を講じておく財務的なリスク手段（被害を社会全体に分散させる技

術) である。

なお、リスクは発生頻度および強度（規模）から大きく四つのグループに分類できる。第一のグループは発生頻度は低く、かつ損失の規模の小さなリスク、第二のグループは発生頻度は低いが一度発生すると損失の規模の大きなリスク、第三のグループは発生頻度は高いが損失の規模の小さなリスク、第四のグループは発生頻度は高く、また損失の規模の大きなリスクである。リスクはリスク処理のコストと関連させて第一グループのリスクは「保有」、第二グループは「リスクコントロール及び保有」、第三グループは「リスク移転」、第四グループは「リスクコントロール」等々の方法で行われている。

3.1 リスクの抽出・整理

企業をとりまくリスクについては、投資家への開示を求める声が大きくなり、2004年3月期より、上場会社は有価証券報告書で業績に悪影響を与える可能性のある「事業等のリスク」について記載を義務づけられるようになった。

航空活動に関係する空港会社¹⁸⁻²⁰⁾、航空会社^{21,22)}、航空貨物代理店^{23,24)}、航空貨物荷主^{25,26)}の各企業の有価証券報告書に記載されている「事業等のリスク」から空港機能の低下及び停止に関連するリスク要因を拾い上げ、その他に考えられる要因も追加し整理した結果を、表-3.1.1に示す。整理にあたっての分類は、港湾の場合に想定されるリスク要因として整理されている資料(表-3.1.2²⁷⁾)も参考とした。

表-3.1.1 空港機能の低下及び停止に関連するリスク要因の整理

分類	リスク要因
○自然災害	地震・津波、台風・高潮、大雪、潮位上昇、(落雷)(濃霧)
○事故	システム障害、ハードウェア/ソフトウェア欠陥、停電、設備故障、(火災)(航空機事故)
○事件	テロ/サイバーテロ、(ハイジャック)(爆破)(不法侵入)
○労働	ストライキ
○国際情勢	国際紛争、戦争、暴動、政治情勢の悪化
○環境	伝染病
○訴訟	供用差し止め訴訟 ^{注2)}
○維持管理	地盤沈下 ^{注3)} 、(補修工事)

注1: ()内は有価証券報告書から抽出した要因以外の要因を示す。

注2: 成田国際空港株式会社

注3: 関西国際空港株式会社

表-3.1.2 想定されるリスク要因（港湾の場合）

リスク要因		影響
自然災害	大地震、津波、高潮、洪水	港の経済的機能の停止 港内施設の稼働停止 港内の人命被害 港の競争力の低下
産業災害・事故	船舶等大事故、工場火災、油流出事故、 原子力関連事故、放置座礁船等	港の一時閉鎖 港へのアプローチ障害 入港船舶の制限
事件	国内テロ、シージャック等	港の一時閉鎖
	不法入国、密輸	
安全保障	日本有事、周辺有事、国内テロ、難民の大量流入等	港の一般利用の制限
	不審船の接近	港の閉鎖
	シーレーンの途絶	入港船舶・貨物の減少
経済	競争港の発展、コストの高騰	港湾競争力の低下
	石油危機、産業貿易構造の変化、制度の変更	貨物の減少
労働	国内の港湾スト	港の経済的機能の一部停止
	国外の港湾スト	港の競争力の低下 貨物の減少
情報	風評被害、爆破事故	貨物の減少
	サイバーテロ	港の一時閉鎖
環境	公害、環境破壊等	海域汚染
	SARS、悪性伝染病の蔓延等	客船の寄港減

出典 「港湾」（2004年7月号）

3.2 リスクの顕在化による影響

1) リスクが影響を与える対象

各リスク要因が空港に与える影響は、まず、空港の機能そのもの（ハード、ソフト面）に着目すると、空港施設に損壊を与えるリスク要因から、損壊には至らないものの運用を休止させ利用者の利便性を著しく損なうものなどがある。また、その影響が及ぶ範囲についての視点からは、空港内に限定される場合や他のインフラをも含んだ範囲にまで影響が及ぶものなどがある。ここでは、空港が受ける影響を以下のように設定し、各リスク要因の分類整理について検討することとする。

① 空港機能に対する影響

- a. 施設：施設に影響を及ぼし、リスクが排除された後にも運用停止等の影響が残るリスク
- b. 運用・サービス：施設への影響はなく、リスクが排除されれば機能回復するリスク

② リスクの影響が及ぶ範囲

- a. 空港内：リスクの影響の及ぶ範囲が空港内に限定され

るリスク

- b. 航空システム内：リスクの影響の及ぶ範囲が空港の範囲を超えるものの、航空システム内に限定されるリスク
- c. 地域全体：リスクの影響の及ぶ範囲が航空システムの範囲を超え、地域全体に及びひいては他の交通インフラにまで影響が及ぶリスク

検討結果を表-3.2.1に示す。

表-3.2.1 リスク要因の分類整理

リスク要因	リスク事象	リスクに関する対象		リスクに関する範囲		
		施設	運用・サービス	空港内及び隣接地域	航空システム(注)	地域全体
○自然災害	地震・津波	滑走路等損壊・水没	○			○
	台風・高潮	強風・施設損壊・滑走路水没	○			○
	大雪	滑走路等堆雪		○		○
	潮位上昇	滑走路等水没	○		○	
	落雷	滑走路等損壊	○		○	
	濃霧	視界不良		○	○	
○事故	システム障害	通信途絶		○		○
	ハードウェア等欠陥	〃		○		○
	停電	〃		○	○	
	設備故障	施設利用制限		○	○	
	火災	運航停止	○		○	
	航空機事故	滑走路等損壊	○		○	
○事件	テロ	運航停止		○		○
	サイバーテロ	通信途絶		○		○
	ハイジャック	運航停止		○		○
	爆破	施設損壊、運航停止	○		○	
	不法侵入	滑走路使用回避		○	○	
○労働	ストライキ	空港業務停止		○	○	
○国際情勢	国際紛争	運航自粛		○		○
	戦争	〃		○		○
	暴動	〃		○		○
	政治情勢の悪化	〃		○		○
○環境	伝染病	運航自粛		○		○
○訴訟	供用差し止め訴訟	運航停止		○		○
○維持管理	地盤沈下	滑走路等損壊、水没	○		○	
	補修工事	運航停止		○	○	

注 他空港や航空輸送面にまで影響が及ぶことを示す。

以上で整理した2つの視点をそれぞれ縦軸、横軸として、リスク要因を整理し分析したものが、図-3.2.1である。これによれば、リスク要因とそれが及ぼす影響については、次のような関係がある。

① リスクの影響が空港内のみならず、地域全体に及ぶリ

スクは自然災害に分類されるリスク（地震・津波、台風・高潮）であり、また、施設に対しても影響が大きい。

② 自然災害以外のリスクの多くは、施設の損壊等を引き起こさないリスクであり、その影響は空港内と航空システムが主である。

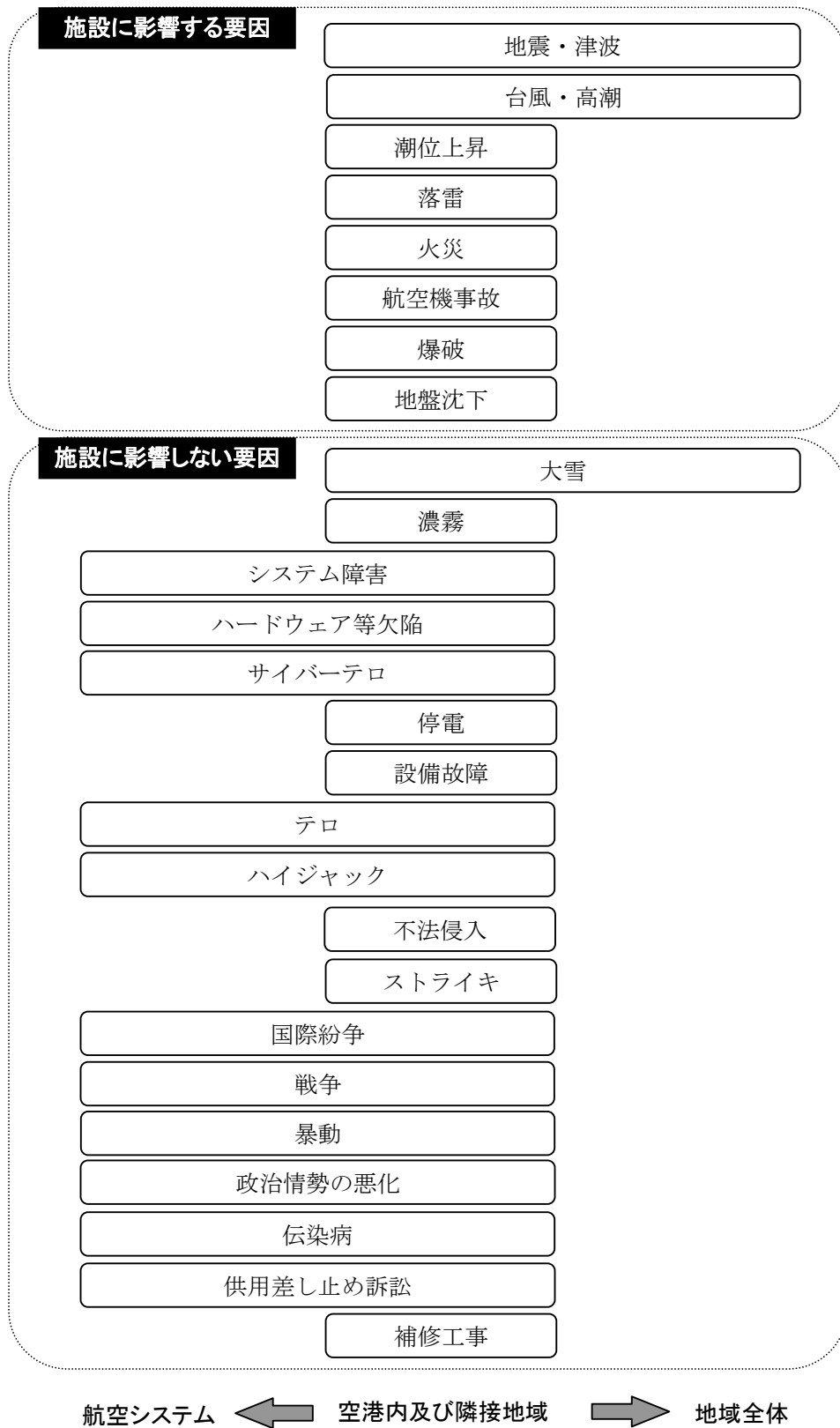


図-3.2.1 リスク要因の分類整理

2) リスクが影響する期間 (港機能影響期間が長い順からとするようにした) .

空港が機能停止期間した事例を、インターネットの検索等から収集した結果を、表-3.2.2に示す(同表では同種のリスク要因をできるだけまとめ、その中での記載順序は空

表-3.2.2 空港が機能停止した事例

	リスク要因	空港	リスク事象	空港機能影響期間	備考
自然災害	火山噴火 2002年11月3日	キト国際空港 (エクアドル)	火山灰堆積	空港機能停止:10日間	
	鳥取西部地震 2000年10月6日	米子空港	滑走路クラック、段差発生	空港機能停止:5日間	
	神津島近海地震 2000年7月1日	神津島空港	滑走路段差発生	航空機発着中止 (7月3日~7月6日)	
	台風18号 1999年10月6日	山口宇部空港	滑走路水没 ILS、VOR/DEME 不能 誘導灯火類 不能	空港機能停止:4日間	
	大寒波 2007年2月	ジョン・F・ケネディ国際空港 (アメリカ)	悪天候で出発できない便 に加え、到着便集中による ゲート不足等	空港機能低下:5日間	同空港を拠点とする ジェットブルーは 1000フライト以上 がキャンセル
	大雪 2006年2月11日	ジョン・F・ケネディ国際空港 ラガーディア空港 ニューアーク国際空港 (アメリカ)			500便以上欠航
	大雪 2005年12月22日	中部国際空港	滑走路利用不可	空港機能停止:約9時間	224便欠航
	鳥の襲来 2006年8月18日	リマ国際空港 (ペルー)	航空機事故の警戒	空港機能停止:約8時間	数百羽の鳥が襲 来
	濃霧 2002年8月14日	アントニオ・カルロス・ジョビ ン国際空港 サントス・ドゥモン空港 (ブラジル)	視界不良	空港機能停止:約6時間	
	落雷 2006年8月24日	熊本空港	滑走路利用不可	空港機能停止:約45分	滑走路に穴。 14便に影響
事故	自家用飛行機事故による 滑走路補修工事 2004年3月12日	フィレンツェ空港 (イタリア)	滑走路利用不可	空港機能停止: 3/29PM19:00~3/31	
	着陸事故 2006年5月3日	サンボアンガ空港 (フィリピン)	滑走路利用不可	空港機能停止:約30時間	タイヤバンク 修理機材の到着 遅れ
	自衛隊機着陸失敗 2000年4月10日	三沢空港	滑走路利用不可 (機体撤去のため)	空港機能停止:約3時間	自衛隊機の油圧 系統異常 滑走路を外れて停 止
	自衛隊機着陸失敗 2005年9月17日	那覇空港	滑走路利用不可	空港機能停止:約1時間	タイヤバンク 20便に影響
	自衛隊機着陸失敗 2000年4月5日	小松空港	滑走路利用不可	空港機能停止:約1時間	減速できず停止用 ワイヤに引っかか りタイヤバンク
	管制塔停電 2005年8月2日	羽田空港	レーダー、無線等 不能	空港機能停止:約30分	27便に影響
事件	ファルージャ総攻撃 2004年11月8日	バグダッド国際空港 (イラク)		空港機能停止:無期限	
	テロ警備 2006年2月10日	トリノ国際空港 (イタリア)	離着陸停止	空港機能停止: 10日PM6:45以降 11日から通常運航	
	手荷物に爆発物反応 2006年8月18日	トライステート空港 (アメリカ)	空港閉鎖	空港機能停止:約10時間	
	空港内不法侵入 2006年7月8日	羽田空港	滑走路利用回避	空港機能停止:約2時間	
	日航爆破予告 2005年8月29日	仙台空港	機内検索	空港機能停止:約2時間	
その他	補修工事 2006年2月~5月	フィレンツェ空港 (イタリア)		空港機能停止: 2006年2月1日~5月31日	滑走路拡張工事
	滑走路補修工事 2000年6月30日	三沢空港		空港機能停止: 6/30~7/6AM6:00	
	英警備会社スト 2006年6月25日	バグダッド国際空港 (イラク)			500人以上の警備 員が職場放棄

収集事例をもとに、リスクの発生頻度と機能停止期間の関係について分析する。発生頻度を縦軸に、空港機能影響期間を横軸のマトリックスで整理したのが図-3.2.2である。発生頻度は、小から大（発生の可能性がある～発生したことがある～過去に数回発生）、機能影響期間は、短期間から長期間（数時間・半日～数日間～1週間程度以上）のオーダーで考えている。図の右上に位置するリスク程、対策の必要性の優先順位が高くなる（一方、左下に位置するリスクは頻度も小さく影響も限定的である）。同図から、発生頻度が大き影響が大きいのは大型台風・高潮、次に大雪、ストライキ、発生頻度が中ながら影響が大きいのは大地震・津波、大火災などと大ざっぱな傾向が読みとれる。なお、テロ、爆破や国際紛争、戦争などは人為的なもので、自然現象で長期にわたって継続する可能性がある地盤沈下や潮位上昇などに比較して、相対的に機能停止期間が「中」の分類に整理してあるが、事案の内容によっては機能停止が相当期間に及ぶ。いずれのリスク要因も定量的な検討が望ましいが、さらなる分析が必要である。

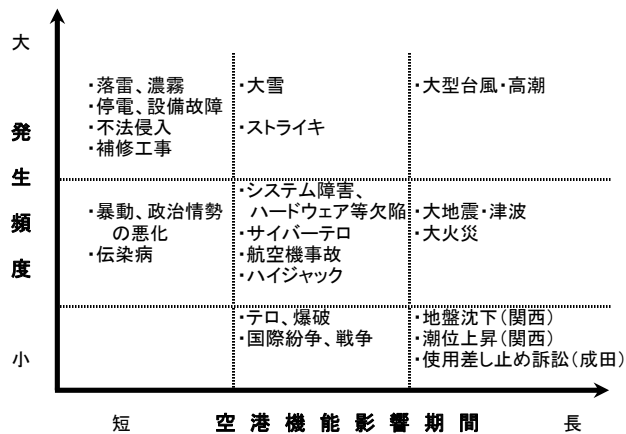


図-3.2.2 リスクマトリックスによるリスク要因の分析

3.3 関係者による取組みの現状

1) 政府の取組み

我が国においては、災害対策の一環として、中央防災会議が内閣府を事務局として設置されている。同会議は、内閣総理大臣をはじめとする全閣僚、指定公共機関の代表者及び学識経験者により構成されており、防災基本計画の作成や、防災に関する重要事項の審議等が行われている²⁸⁾。平成19年6月に「平成20年度防災対策の重点」が決定された。そこでは、1. 大規模災害の被害軽減への戦略的取組、2. 国民運動の展開等による社会防災力の向上、3. 迅速・的確な防災情報の提供、4. 建築物の耐震化の促進、5. 災害に強い

社会基盤づくりの推進、6. 災害応急対応力の増強、7. 被災地の復旧・復興支援、8. 国際防災協力の推進が位置づけられている。特に5.では、地震・津波、風水害、土砂災害等様々な災害が頻発する我が国において、災害に強い社会基盤づくりを推進するため、災害時防災拠点施設や道路・空港・港湾等交通インフラ、電気・ガス・上下水道・通信等ライフライン、治山・治水施設等の防災関連施設について、緊急度の高いものから重点的・効果的な整備運用を図ることとされている。

また、同会議では、専門的事項を調査させるため、種々の専門調査会が設置されている。このうち、「首都直下地震対策専門調査会」は、首都直下の地震の切迫性に対し、観測データ等の蓄積等を踏まえて、経済機能など首都機能の確保対策等を検討し、平成17年9月に「首都直下地震対策大綱」を、平成18年4月に「首都直下地震の地震防災戦略」等を策定した。前者は、予防から、応急、復旧・復興までの対策のマスタープランであり、後者では、今後10年間で死者数（想定）を半減するとともに経済被害額（想定）を4割減する具体的な減災目標を掲げ、具体的な実現方策が定められた。航空では、1時間以内には空港の被災状況を確認し、その後、順次、応急復旧を実施した滑走路等により運用を開始、港湾では、ライフライン拠点施設に近接する緊急物資輸送に対応した岸壁等について1日以内に利用できるようにする、とされている。また、地震発生時の各省庁の具体的な役割や応援規模等は、「首都圏地震応急対策活動要領（平成18年4月）」に定められている。

さらに、「民間と市場の力を活かした防災力向上に関する専門調査会」では、平成17年10月に、企業の防災の努力を促進する(1) 事業継続(BC)の普及のための、「事業継続ガイドライン」(2) 防災に対する企業の取組みの評価のための、企業自身による自己評価を可能にする「自己評価項目表」及び、顧客、投資家等に積極的にPRするための「防災報告書(仮称)」記載項目等を策定し公表した。その内容は継続的にフォローされ、平成19年3月には、「『事業継続ガイドライン』(第一版)解説書」等が出されている。同解説書では、はじめに想定する災害として重大な災害リスクで海外からも懸念の強い「地震」を推奨し、その後、段階的に想定する災害の種類を増やしていく現実的で応用がきくアプローチとし、地震を想定リスクとしている。

国土交通省では、平成17年度の白書に「安全・安心社会の確立に向けた国土交通行政の展開～真の『安全・安心大国』を目指して～」をつけ、多くのページをさいている²⁹⁾。同白書では、安全・安心を脅かす多発する事例として、①自然災害(地震、台風・集中豪雨等)、②事故・トラブル

(鉄道事故・踏切事故, 航空会社・管制, 船舶・バス, ヒューマンエラー), テロ・海賊事件(同時多発爆破テロ, 襲撃), ③偽装(建築構造計算書), ④アスベスト問題を挙げている。特に①に関連して, 先の首都直下地震対策専門調査会の, 首都中枢機能を構成する各主体は事業継続計画(BCP)を策定すべきだとの報告に触れつつ, 国土交通省では, 「大規模地震を始めとする自然災害, 事故, 輸送障害等の発生時におけるBCPの策定を進める必要がある。また, 基礎的なインフラである道路, 港湾, 空港等に関しては, どのように継続・復旧させるのかを検討するとともに, 鉄道, 建設業等の国土交通省関係民間企業のBCPの策定について促進する必要がある。」としている。また, 危機管理・テロ対策として②の同時多発テロなどの国際情勢を踏まえ, 陸・海・空の交通機関や空港, 港湾, ダム等の重要施設等に対する警備の強化, 港湾・空港における水際対策の強化等に取り組んでいる。

そして平成18年6月, 自然災害対策として, 「安全・安心のためのソフト対策推進大綱」を策定した。ここでは, 1. 災害・事故時の情報提供で, ①情報の受け手の立場にたった, ②情報の発信における, ③情報の伝達の改善を行うとともに, 2. 平時における広報活動では, ①ハザードマップ等の改善, ②災害・事故時における情報提供についての広報を行うとしている。また, 3. 事業継続計画への取組みとして, ①国土交通省の首都圏直下地震応急対策業務のBCPの策定, ②国土交通行政のその他業務のBCPの策定, ③スパイラルアップと業務継続に関する枠組み, ④民間企業のBCP作成促進を実施するとともに, 4. 自助・共助・公助の機能強化 ～地域の防災力の再構築～ ①地域の防災力の再構築を行っていく, とした。平成19年6月には, 「国土交通省業務継続計画」が決定され, その他の施策も実施に移されつつある。

さらに国土交通省航空局では, 平成18年度「地震に強い空港のあり方」(地震に強い空港のあり方検討委員会報告)を平成19年4月にまとめたところである³⁰⁾。その中では, 空港を大きく2つに分け, それぞれに求められる機能を次のように整理している(特に②に関し, 本研究への期待も大きい)

① 緊急輸送の拠点となる空港

- ・救急・救命活動等の拠点機能(発災後極めて早期の段階)。
- ・緊急物資・人員等輸送受け入れ機能(発災後3日以内)。

② 航空輸送上重要な空港(緊急輸送の拠点となる空港のうち, 特に, 航空ネットワークの維持, 背後圏経済活動の継続性確保において重要と考えられる空港)

- ・発災後3日を目途に定期民間航空機の運航が可能となる機能。

- ・地震災害による経済被害の半減を目指し, 再開後の運航規模は, 極力早期の段階で通常時の50%に相当する輸送能力を確保。

- ・航空ネットワークの維持及び背後圏経済活動の継続性確保と首都機能維持。

2) フォワーダーや荷主の対応

空港の主な利用者として, 先の2.2 5)では, 仮に成田が機能低下した場合を想定して, その対応についてもヒアリング調査を行っている。結果は次のとおりであった。

○ フォワーダー

(1) 関西及び中部を利用することにより代替輸送を行う。

(2) 成田の閉鎖期間が長くなると企業側の生産体制が西日本にシフトしていくと想定され, 代替の空港に貨物が集中し, さらに供給スペースが少なくなることが予想される。

(3) 代替空港利用によるトラック輸送の長距離化に伴う輸送力への影響については, 企業努力や鉄道輸送の利用等によりそれほど大きくないと考えられる。

(4) チャーター便の確保については, 本邦企業では余裕機材が少ないため対応の自由度が低いと考えられる。さらに日本の場合, チャーター便を運航するまでには手続き等に2～3週間を要する。

(5) 航空輸送貨物の5割以上は船舶での代替は難しいと考えられる。特に電子部品等のセンシティブな貨物は船舶への代替は難しい。また, 欧米のように日数が長くなる地域は船舶による代替はできない。

(6) アジア方面のように船舶でも所要日数が短い地域は船舶による代替は可能である。さらに, 日本→(船舶)→東アジア都市→(航空機)→欧米といったシーアンドエアによる輸送も可能性として考えられる。

○ 荷主

(1) 在庫を極力持たない方針のため, 2～3日輸入が途絶すると工場はストップすると思われる。運航再開後の貨物の集中を考慮すると運航停止が3～4日に及ぶと致命的な影響が出ると考えられる。

(2) 代替空港よりも航空会社がどの程度, 便数を確保してくれるかが重要である。

(3) 代替空港へのトラック輸送についても問題なく行えると考えている(関東以北から関西へのトラック輸送についても問題ない)。

(4) 船舶による代替について, 近隣アジアであれば輸出入ともに代替は可能と考えられる。ただし, 半導体や欧米等の遠距離輸送の貨物は困難である。特に, 半導体について船舶輸送を行う場合には, 湿気を防ぐための密封加工が必要であるが, 国外においてはこれを実施することが困難で

ある。

以上をまとめると次のようになる。グローバル化が進展する現在、我が国の企業活動が国際航空輸送に大きく依存していることが改めて浮きぼりになった。

(1)在庫の関係から、運航停止が3~4日に及ぶと致命的な影響が出る場合がある。

(2)羽田、中部、関西の各空港で代替輸送を行う。航空会社による便の確保が重要。トラック輸送については問題ないと考えている。

(3)市場や在庫等を考えると、欧米方面への長距離貨物や湿気をきらう半導体製品は、船舶による代替はほとんどできない。逆に、近隣アジア向けまたは近隣アジアからの半導体以外の貨物については船舶による代替が可能と考えられる。

4. 国際空港の機能低下による影響の評価手法

これまで得られた結果を用いて、国際空港が機能低下を起こした場合、この影響を定量的に評価する基礎的なモデルを構築する。この検討には、空港が機能低下するとの条件だけを考慮し、リスク要因までは特定化しない。しかしながら、他のリスク対応にも応用がしやすいと考えられることから、空港の基本施設などのハードが大きなダメージを受けた場合を想定する。その復旧にも相応の物理的な時間が必要となり影響が大きいからである。ハードに大きなダメージを与える具体例としては、3.でも見てきたように、まず大規模な地震が挙げられるが、テロや大規模な事故の場合等も同様である。一方、リスク要因がソフト的なものである場合には、その原因の除去後、すみやかな空港機能の回復が可能になる(3.2参照)。

4.1 基本的な考え方

ある国際空港が機能低下を起こした場合、まずその機能を他の国際空港で補完することが考えられる。この最も基本的な対応をもとに検討を進める。

1) 前提条件

・ 利用する国際空港を、成田、関西、中部および福岡の4空港とする。

・ 各空港における現状の国際旅客便と貨物便および現状の利用状況を前提とする(ある空港が機能低下した場合は、必要となる需要を他の空港の現状余裕容量で受け入れる)。方面別を考慮する。

・ ただし実際には、緊急物資・人員等輸送や救急・救命活動等の拠点機能としての利用も勘案しなければならないが、これらは発災後極めて早期の段階(発災後3日程度以内)に行われることや必要とされる施設の性格等も本来の航空輸送の場合と大きく異なると想定されることから、本研究ではとりあえず考慮しないこととした。

2) 確保すべき需要

① 旅客需要(旅客ケース1および2)

機能低下した空港の利用旅客のうち、リスクの顕在化後も旅行の手段を確保すべきと考えられる需要(必要需要)について、次のような仮定をする。

(仮定1)当該空港の運用が停止した場合でも、業務客は旅行を中止することができないと考え、輸送確保の対象とする。

(仮定2)観光客のうち「帰国の途に着く観光客」については輸送確保の対象と考える。したがって日本人については当該空港での入国、外国人については出国時の輸送確保を考慮する。これから旅行を始める観光客は、旅行をとりやめる。

(仮定3)その他の旅客(業務客及び観光客以外)については旅行を取りやめるものとして、輸送確保の対象に含めない。また、通過客も他の空港を利用すると考え考慮しない。

図-4.1.1に必要需要について、検討ケースをまとめた。旅客の入出国者数はほぼ対称であることから、旅客ケース1および2の業務客部分の需要は共通で、それに外国人観光客を加えたものが旅客ケース1(片側)、日本観光客を加えたものが旅客ケース2(片側)ともとらえることができる。

旅客ケース1(成田から出国する場合)

	①業務客	②観光客	①②以外	通過客
日本人	○	×	×	×
外国人	○	○	×	×

旅客ケース2(成田に入国する場合)

	①業務客	②観光客	①②以外	通過客
日本人	○	○	×	×
外国人	○	×	×	×

注:○は輸送手段を確保すべき対象となる旅客を示し、×は対象としない旅客を示す。

図-4.1.1 必要需要(旅客)

② 貨物需要(貨物ケース1および2)

機能停止した空港の利用貨物のうち、リスクの顕在化後も輸送の手段を確保すべきと考えられる需要(必要需要)

について、次の2ケースを仮定をする。

(貨物ケース1)

当該空港で現在取り扱っている国際航空貨物全体を輸送確保の対象とする(最も危険側のケース)。

(貨物ケース2)

当該空港で現在取り扱っている国際航空貨物のうち、国際航空貨物に占める構成比が高く、航空化率も高い"機械機器"は航空輸送への依存度が高いと考え、これを輸送確保の対象とする。なお、同品目の航空化率(金額ベース)は平成16年度輸出で32.2%、輸入で60.7%である⁷⁾。

	対象とする貨物
貨物ケース1	全品目
貨物ケース2	機械機器

図-4.1.2 必要需要(貨物)

3) 各空港における受入れ可能旅客数と貨物量

各空港で処理できる旅客数は、現状運航されている便による最大の輸送力(ロードファクターを最大限高めた場合の輸送力)と現状の輸送量の差分を活用するものとする。

貨物の場合も基本的には旅客の場合と同様に考える。

4) 機能停止の場合の影響の検討

2)で求めた確保すべき需要を、残りの空港の3)受入れ可能能力で分担して処理する。処理できない部分はオーバーフローし、滞留する。

5) 機能回復に伴う影響の変化の検討

機能回復のシナリオを次のように想定する。(本研究では、評価モデルの構築が主眼であるため、設定するシナリオは1つであるが、評価モデルでは必要に応じて種々のシナリオを検討することができる。)

(機能回復シナリオ)

当該空港は機能停止後1週間で機能が50%回復し、その後3週間で全面的に機能回復する状況を想定する。

(注)1週間の機能停止期間については、表-3.3.2を参考にした。米子空港が鳥取西部地震(2000年10月6日)による滑走路のクラック、段差の発生による空港機能停止期間が5日間であった。また、滑走路がダメージを受けた場合、補修が必要となるが、同表を参考にすれば、三沢空港の場合、空港閉鎖期間として7日間を要している。三沢空港は民間の他、自衛隊と米軍が使用する空港であるが、この間は軍用機も飛行を停止している。機能の50%回復については、航空局の「地震に強い空港のあり方」の極力早期に通常時

の50%を目標にする、と同じにした。全面的な回復まで4週間については、阪神・淡路大震災(1995年1月17日)では、神戸港の港湾施設が大きな被害を受け、外航定船の入港は被災後1ヶ月後であったことを参考とした(ガントリークレーンを使っての荷役開始は2ヶ月後、第1号の本格復旧バースの供用は6.5ヶ月後)¹²⁾。

機能が50%回復時点で、需要と供給バランスに変化が生じる。当該空港で機能が50%回復しているので、先に2)で設定した確保すべき需要も50%とする。受入れ可能量については、他の空港分は同じであるが、当該空港についても機能が50%回復しているので、余剰の受入れが可能である。当該空港に関し、3)で計算した受け入れ容量の50%がそれに相当する。

滞留需要の推移についても分析する。機能停止後1週間の間に滞留した需要も少しずつ解消されていく。

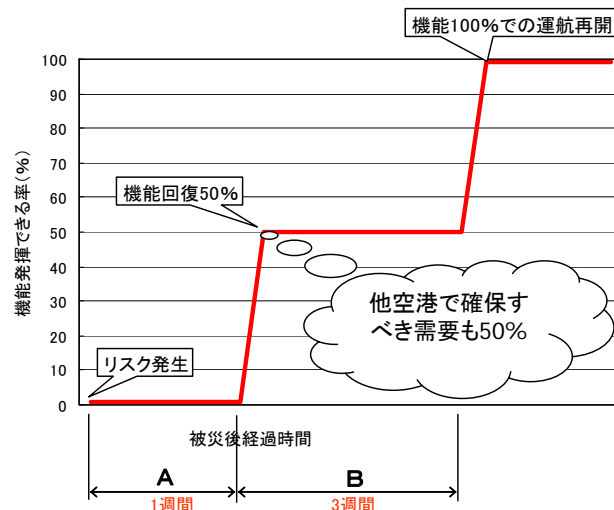


図-4.1.3 機能回復のシナリオ

4.2 評価モデルの構築

前節で設定した基本的な考え方に準拠しながら、実際に評価するモデルを構築する。構築したモデルの具体的な計算フローは、図-4.2.1に示すとおりである。対象とする国際空港をA, B, CおよびD空港とし、このうち機能低下が生じる空港をDとした。D空港の現状の輸送量(旅客数または貨物量)は D_D で輸送容量は S_D である。他空港も同様の標記である(各空港の現状の輸送容量Sについては次節で具体的に設定する)。

まず、D空港が機能停止している場合を考える。最低確保すべき必要需要量を D_D' とする。方面別を考慮する。機能回復率 $\alpha = 0\%$ であるので、機能回復時必要需要量(②) $(1 - \alpha) \cdot D_D' = D_D'$ となる。これをA, B, Cの各

空港の現状での方面別の輸送可能量(=輸送余力) C_{0A} , C_{0B} , C_{0C} とD空港の輸送可能量 $\alpha \cdot C_{0D}$ の合計(①)で受け入れる(いずれの空港も輸送可能量Cは、現状の輸送容量Sから輸送量Dを差し引きすることによって得られている). $\alpha=0\%$ の場合, $C_{0ABC} + \alpha \cdot C_{0D} = C_{0ABC}$ である. 需要(②, $\alpha=0\%$ なので D_D')に対して容量(①, $\alpha=0\%$ なので C_{0ABC})の方が大きければ, 必要需要量は他空港で受入れ可能で, 逆の場合は処理できない分が発生し, 滞留が生じていく.

機能が $\alpha\%$ 回復した時点で, 処理すべき需要量は残りの D_D' から $(1-\alpha) \cdot D_D'$ (②)へと減少する. なお, 受入れ空港もA, B, Cの空港に加え, D空港の受入余力 C_{0D} の(0%でない) $\alpha\%$ 分が活用できることになる. 受入余力は, $C_{0A} + C_{0B} + C_{0C} + \alpha \cdot C_{0D}$ (①)に増加する. したがって処理の可能性の割合(①-②)も増加する. 余剰枠が増加していくと, それまでに累積していた滞留も徐々に処理されていくようになる. なお, 滞留累積量は滞留日数 β 日を日々の滞留量(②-①)に乘じること(③)によって, 同様に余剰処理枠の累積は, 日々の余剰処理可能量に同枠の発生日数 γ 日を乘じること(④)によって計算できる. 滞留累積(③-④)がゼロ以下になった日数($\beta + \gamma$)日をもって, 以降滞留は発生せず, 必要な需要が日々処理されている状況となる.