

2012年春 (第31回)

研 究 報 告 会

開催日：2012年5月25日（金）12時30開場，13時開会
場 所：海運クラブ 国際会議場（千代田区平河町）

開 会 挨 拶

杉山武彦 運輸政策研究所長

来 賓 挨 拶

瀧口敬二 国土交通省総合政策局次長

研 究 報 告

1. 「都市開発と駅整備の整合性に関する研究」
2. 「タクシー事業規制の変遷下での東京都心におけるタクシー交通需要の分析」
3. 「貨物トラックの安全な運行環境に関する研究」

森田泰智 研究員

泊 尚志 研究員

嶋本宏征 研究員



森田泰智



泊 尚志



嶋本宏征

特 別 講 演

「外航海運の現状と課題」

武藤光一 株式会社商船三井代表取締役社長



研 究 報 告

4. 「OD交通量データの視覚的表現手法に関する研究」
5. 「荷主の内航海運利用の可能性に関する研究」
6. 「混雑空港の容量拡大による騒音影響とその負担のあり方に関する研究」

清水英範 前客員研究員，東京大学大学院教授

荒谷太郎 研究員

平田輝満 研究員



清水英範



荒谷太郎



平田輝満

閉 会 挨 拶

春成 誠 運輸政策研究機構理事長

外航海運の現状と課題

武藤光一
MUTO, Koichi

株式会社商船三井代表取締役社長

1——海運市況の動向と海運業

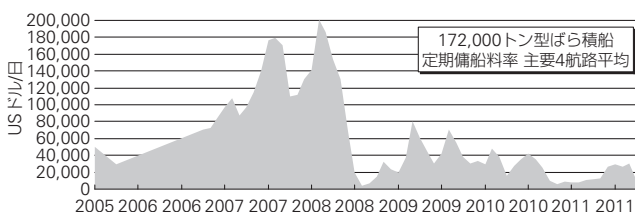
本日は、外航海運の現状と課題について、海運業の立場から述べたい。

外航海運は、リーマンショックの前後を挟んでここ数年、天国と地獄を同時に見ている状況にあると言われている。その主たる要因として底流にあるのは、外航船腹の需給問題であるが、この点については、後ほど詳述したい。

始めに、ここ数年の海運市況の激しい変動状況について、述べたい。海運市況として用いられる外航海運の運賃指標のうち、BDI(バルチック海運指数)とは、英バルチック海運取引所が世界の海運ブローカーから、石炭、鉄鉱石や穀物などドライカーゴばら積み船の平均運賃を船体規模別にとりまとめて算出しているものであり、海運株式相場との連動性が高いとされている。この総合指数のほか、ケープサイズ指数(BCI、積載重量10万トン超)など船型別指数もある。ここで示している運賃指標は、17万トン型ばら積船について、乗組員を乗せての定期備船料を主要4航路で平均しているものである。

図—1のグラフから読み取れるように、市況は、2000年代前半まで概ね4万\$/日で推移していたものが、2008年のリーマンショック直前には20万\$/日まで暴騰している。ところが、その後は一転して荷動き停滞となったために、それまでの2百分の1の約1千\$/日に暴落するといった非常に激しい変動に見舞われてきた。現在では、概ね8千\$/日程度で推移しているが、これは2~3万\$/日程度逆ザヤであり、非常に厳しい経営環境が続いていると言わざるを得ないと考えている。

現在、当社が運用している約100隻のうち、約7割は鉄鋼や



出典：Tramp Data Service

■図—1 主要4航路の17万トン型ばら積船平均定期備船料率

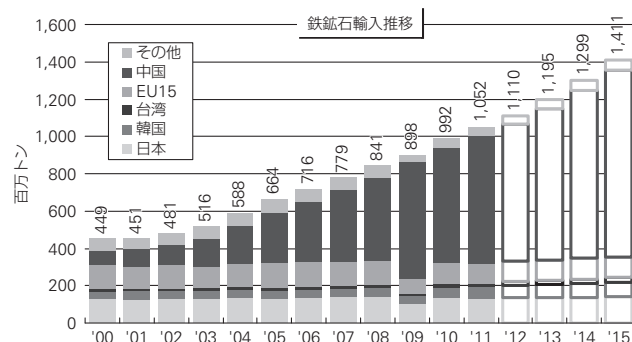
電力など大手のオペレーターとの中長期契約となるため、この部分は市況変動の影響を比較的免れていると言えるが、残る約3割はフリースポットであり、マーケットの激しい変動に日々曝されている状況である。この約30隻で合計約150億円の赤字、つまり5億円/隻の損失ということになり、大きな損失が続いている。

リーマンショック後も、2010年の回復を経て、昨年は東日本大震災やタイ洪水危機などに見舞われたほか、欧州金融危機の影響もあり、市場全体がシュリンクする状況となってきたと認識している。

2——船腹過剰供給問題

このような海運市況の低迷状況を招いている要因のうち、外的要素を除く潜在的要素としては、冒頭に述べた通り、船腹過剰供給問題が挙げられる。

ここで、需要サイドの動きをマーケットの荷動きの推移から、述べてみたい。始めに、鉄鉱石を例に取って示したい。図—2の通り、2000年以降の荷動きの主たる要素は中国の粗鋼生産である。ここ10年間で約10倍に増加するという所謂、爆食経済の影響である。豪州やブラジルを中心に鉄鉱石の輸入を急増させており、当初30\$/トンであったものが、180\$/トンに急伸するなど、その勢いを急速に増している。今後、中国の粗鋼生産規模がどこまで行くのか、というのが重要なポイントではないかと考えている。今後、中国の成長率減速の影響が取り沙汰されるものの、多くの市場関係者の見立てでは、恐



データ：Clarkson & Drewry

■図—2 鉄鉱石輸入推移

らく10億トン/年まで達するだろうと言われている。今後の中国の国産鉄鉱石増産の影響は大きくなく、一方では、豪州やブラジルでの増産計画の動きもあり、海運市況にはプラスの方向が続くだろうと見ている。

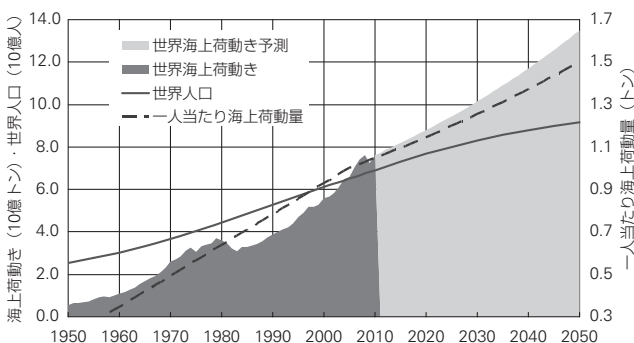
次に、コンテナの荷動きの指標として、アジア積み米国向けコンテナ貨物量の推移を見てみると、2000年代に入ってから劇的な増加から、現在では横這い傾向へと転じてきており、今後、大きな増加は期待し難い状況ではないかと考えている。

続いて、完成自動車の世界での海上荷動き(遠洋)について見てみるとかつては、日本からの輸出が430万台/年という時代もあったが、現在では、グローバル化の進展により海外への生産機能移転も進んだ結果、小ロット化、三国間輸出入が増加しており、海運業の面でも徐々に採算性を悪化させてきている。リーマンショック後や震災後の輸出の落ち込みからは回復してきたとは言え、韓国に加え、タイ・中国・メキシコなど新興国からの輸出増勢が続いており、今後の見通しは楽観を許さない状況と認識している。

これらの推移状況から見てとれるように、日本は、90年代まで、文句なしに世界一の貿易大国、海運大国であったが、2000年代に入って、世界の海上輸送地図が大きく変化してきていると言える。

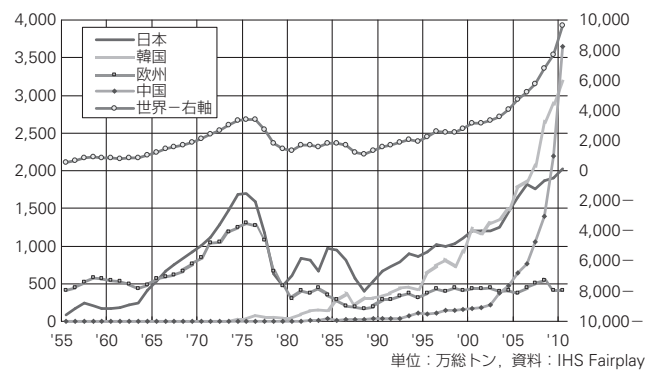
次に、マクロ指標を用いて、今後の海運需要の見通しを考えてみたい。図-3のグラフは、世界の海上荷動きを世界人口との関係で分析したものである。世界人口一人当たりの海上荷動き量は、2005年を境に1トン/人を突破してきており、今後も、アジア・アフリカ諸国の貧困問題が解消する方向に動けば、まだまだ伸びて行く余地があると考えている。

以上が、需要サイドの見通しであるが、次に、供給サイドの船腹生産等の動向について、見てみたい。図-4のグラフは、世界の新造船竣工量の推移を示したものである。日本では、造船不況カルテルによる設備処理が、第1次'78~'80第2次'87~'88と続いてきており、新規設備投資が大幅に遅れている。2013年には生産回復すると見られているものの、このような造船所の状況から、高付加価値船の建造は少なく、低



出典: Feanleys, Clarkson, WTO, UN Stats & MOL Research

■図-3 世界の海上荷動きと人口



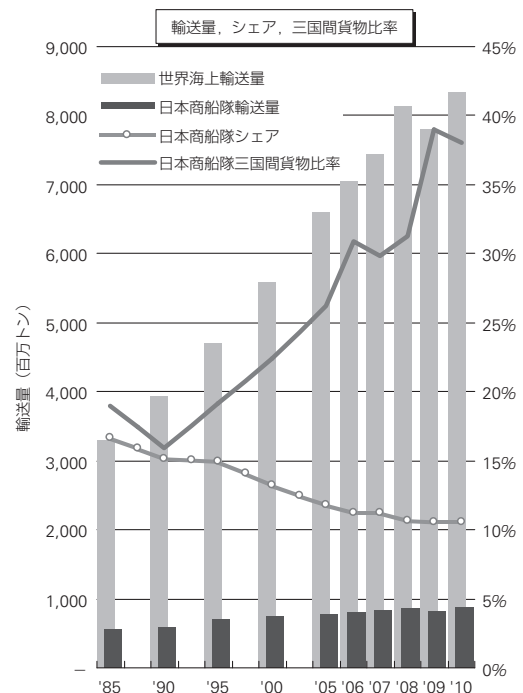
■図-4 世界の新造船竣工量推移

付加価値船が主力である。一方、新興国等では、造船設備の急激な大拡張が続いている。韓国では90年代中から、中国では2000年代後半から急速に供給を膨らませてきており、LNG等の高付加価値船も多い。このような状況が続く中、今後、需要側が5千万トン/年に対して、供給側が1億トン/年に達する見込みであり、完全な供給過剰に陥っている。殊に、わが国では、以上に述べたような国際競争力の遅れから、今後、新規発注残が限りなくゼロに近づく可能性があると考えられており、これは造船界の2014年問題と言われている、関係者の間では、非常に危機感がある。

3—日本の外航商船隊の現況と今後

次に、日本の外航商船隊の現況と今後について、述べたい。

図-5のグラフは、近年の日本の外航商船隊の動向を示している。税制の関係等もあり、パナマなどの外国船籍の船腹



出典: 日本船主協会「日本海運の現状」

■図-5 日本の外航商船隊の動向

の割合が非常に高い。輸送量が、88億トン/年に達する一方で、新興国等での急増もあり、日本商船隊のシェアは低下し続けている。また、三国間貨物の比率が、38%と急激に増加しており、その分、国際競争の激しい波に曝されているとも言える。

本邦3社は、船隊規模としては、世界主要船社の運航船腹量ベスト5の中に全て入っており、世界トップレベルである。

一方、日本人船員は、激減しており、絶滅の危機とも言われている。国際競争の観点からは、コストの問題もあり、外国人船員の活用もより一層重要となってきた。1円の円高で20億円の損失が発生するなど、国際化の波は大きい。産業の海外移転の動向なども踏まえながら、より一層のグローバル化への対応が必要となっている。

このような状況の中、当社としましても、日本の外航海運会社からグローバル海運企業へ、ビジネスの態様の転換を図ることが重要であろうと考えている。即ち、「日本人による日本荷主のための日本の海運会社」から、「世界市場で多国籍要員によって事業を展開するTrans-National Corporation」への脱皮を図ることである。

このためには、コスト構造の抜本的な変革、市場の変化に対応した営業体制の構築、規模の経済効果を追求するなどし、生き残りを図ることが肝要と考えており、今後とも、取り組みを強化したい。

4——香港及び中国での事業展開

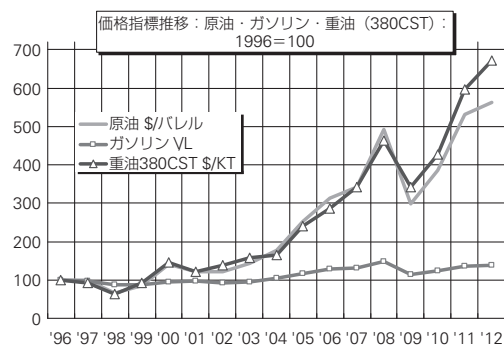
商船三井は、1899年に香港に代理店を設置し、1971年に自営化した。これを機に、世界の代理店網を自営化した。そして、1990年代以降は、日本の本社機能を一部移管するなど、香港を拠点にグローバル化を推進してきた。この最適拠点におけるグローバル化の結果、コンテナ事業の本社機能は2011年に全面的に香港に移管された。

5——わが国海運が抱える経営課題

5.1 燃料費の高騰

わが国海運が抱える経営課題には、新造船の大量竣工、船員の確保、円高、国際競争力の確保、燃料費の高騰、環境問題などがあるが、まずは燃料費の高騰への対応について述べたい。

現在、原油及び重油価格は1996年比で6～7倍に高騰している(図—6)。そのため、本船コストに占める燃料費の割合が大きくなっている。燃料消費を抑制する最も有効な手段は減速航海であるが、減速すると所要時間が増加する。したがっ



データ：原油＝IEA、ガソリン＝石油情報センター、重油＝PLATTS (S'pore)

■図—6 燃料価格の推移

て、同じ物量を輸送するには、通常よりも多くの船舶が必要となるが、それでも減速航海を行ったほうが全体の燃料消費量を抑制することができ、コストの削減となる。しかも、船腹が過剰なマーケットにおいては、船腹の追加使用による過剰分の吸収効果もあることから、各社とも減速航海を推進している。

5.2 国際競争力の確保

次に、国際競争力の確保について述べたい。国際競争力を確保する上で、各国の税制の相違は大きな問題である。先に、日本人船員が絶滅の危機に瀕していると述べたが、東日本大震災で示されたように、有事の際に海上輸送は重要な役割を果たす。政府においても、有事の際には航海命令を発し、必要な物資輸送に従事させることができる。このように、一定規模の日本籍船を確保することの重要性から、日本人船員の維持・拡充が可能な税制として、2008年にトン数標準税制が導入された。

トン数標準税制は、主要海運国ですでに導入されている世界標準の税制であるが、世界的には、当該国の船舶及び船員の確保ではなく、当該国の海運会社の保護を目的としている。したがって、船籍に関わらず、当該国の海運会社の全運航船にトン数標準税制が適用される。一方、わが国では、日本籍船及び日本人船員の確保を目的としていることから、一定数の日本人船員を確保することを条件に、日本籍船における利益に限って適用される。現在、経済や安全保障の観点から、わが国の船会社が実質的に保有する外国籍の船舶(仕組船)にも適用を拡充するための法制化が検討されている。

5.3 船員の確保

その関連で、船員の確保について述べたい。新造船の大量竣工は海運市況の低迷に加えて、深刻な船員不足を招く。高いスキルを有する船員の確保は年々困難となっており、海運会社の経営とは無関係に、船員の給与も上昇の一途をたどっている。現在、世界には外航船の船員が67万人存在すると推計

■表—1 タンカー船長の給与の推移

タンカー船長月給推移（総額）		
	2005	2010
中国	\$4,100	\$10,500
クロアチア	\$8,200	\$15,750
インド	\$7,500	\$13,500
フィリピン	\$5,500	\$11,250
ウクライナ	\$5,750	\$13,750

資料：Drewry

されているが、このうち、免状を必要とする士官は約30万人とみられる。免状を必要としない部員は、給与次第で担い手が多く、不足感はないが、資格を必要とする優秀な士官はすぐに増員することができず、供給に制限がある。

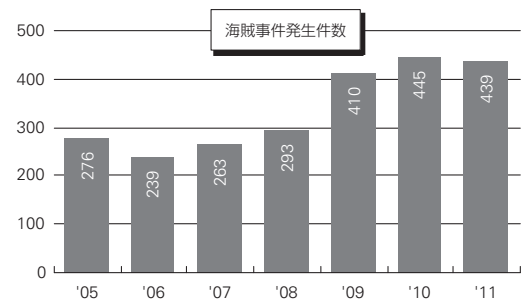
2010年から2014年までの世界の外航船員の需要予測によると、船舶が5千隻増加することに伴って、免状を必要とする士官の需要は約6万人増加すると見込まれている。すでに、引抜きなどで士官の給与水準が高騰しており、2005年から2010年までの5年間で、各国のタンカー船長の給与は約2倍に跳ね上がった(表—1)。

商船三井では、優秀な船員を確保・育成するための拠点を世界各地に設けている。たとえば、船員数の多いフィリピンにおいては、同国政府の認定の下、現地の商船大学7校とタイアップして、ポテンシャルの高い人材の確保を目的とした教育活動を行っている。具体的には、パートナー校に当社から講師を派遣し、補講や教員に対する技術的サポートを実施している他、パートナー校で前半の2年間の課程を修めた学生の中から優秀な学生を選抜して、後半の2年間の課程は当社が教育している。なお、1年目の当社施設での座学、2年目の当社訓練船及び運航船での乗船実習からなる本プログラムは、フィリピン政府から大学教育として認定を受けている。

一方、すでに免状を取得し、乗船経験のある船員や部員、また職員に対しても、定期的に教育・訓練活動を行っている。設備や機器、マニュアルがいかに整備されていようと、最終的には人間に委ねられており、安全に対する意識や文化を深く浸透させる努力を継続することがきわめて重要であると考えられている。

5.4 海賊問題

ソマリア沖では、武装した海賊が船を乗っ取り、数億円にのぼる身代金を要求する海賊事件が頻発している(図—7)。海賊は、当初は小型漁船に乗って、ソマリア沖を通過する船を襲撃していたが、各国の海軍による護衛活動の結果、海賊も「ビジネスモデル」を変更したようである。最近では、まず母船となる大型船を乗っ取り、これに襲撃用の小型船を載せて、インド洋やアラビア海全域で海賊行為を働いている。このよう



■図—7 海賊事件発生件数の推移

に、海賊の出没エリアが以前よりも格段に広域化しており、現在、自衛隊が警戒監視にあたっているエリアのみでは危ういが、このエリアの警戒監視を怠ると、再び小型漁船で襲撃されることになろう。

18ノット以上の速度でジグザグ航行することが可能で、乾舷が8m以上ある船は、海賊も乗り込みにくいため、乗っ取られる可能性が低いとされるが、ロケットランチャーなどで武装している海賊に停船を要求された場合は、それも危うい。そこで、自衛手段として、海賊に乗り込まれた際にろう城できる設備を機関室内に設ける、あるいは本船の周囲にレーザーワイヤーを張り巡らせるなどの措置を講じているが、最近、有効とされているのが武装ガードマンの乗船である。武装ガードマンによる威嚇射撃が海賊の撃退に奏功しているが、武装ガードマンを乗船させることには法的問題もあることから、一定の指針を定めるべく、現在、国際海事機構で検討されているようである。

船舶法の規定により、日本籍船には日本の法律が適用される。したがって、銃刀法の関係から、日本籍船に民間の武装ガードマンを乗船させることはできない。海上保安庁の公的ガードマンであれば、武器を携帯して乗船することが可能であるため、日本船主協会は政府に公的ガードマンの乗船を陳情している。しかしながら、要員の確保の問題などもあり、容易ではない。ましてや、法律の改正は困難である。海賊問題の抜本的解決は、ソマリアの政情安定を待つ他にないが、それには相当の時間を要するであろう。

6——まとめ

世界の海運業界は、現在、船腹過剰問題で厳しい局面にあるが、大量竣工が一段落する2013年後半頃からは明るさが増すと考える。それまでは、さまざまな問題が生ずると思われるが、無事故への信頼をもとに、わが国海運は世界一の地位を守り続けていきたい。

(とりまとめ：大山洋志、渡邊 徹)

都市開発と駅整備の整合性に関する研究

森田泰智
MORITA, Yasutomu

運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1——はじめに

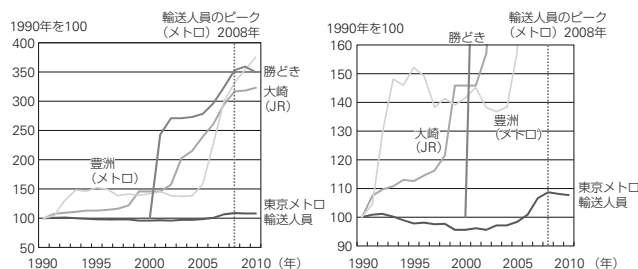
近年、都心駅周辺の急速な都市開発の進展により、鉄道駅の激しい混雑が問題になってきた。都心の都市開発は、都市の活性化に資するとともに、大きな便益が発生する。一方で、都市開発は経済性の高い地区の駅周辺に集中するため、局所的な交通需要の増加により、駅構内の混雑が激化し、想定容量を上回る旅客のホーム上での滞留等が発生する。また、駅構内の混雑に留まらず、乗降時間の増加により列車の停車時分が増加し、これが後続の列車に伝播することで列車遅延が拡大する。そこで本研究では、上記の「都心の都市開発に伴う駅構内の混雑」の解消に向けて、課題解決に向けた検討を行う。

2——都心駅で激しい混雑が発生する要因

初めに、本研究では、都心駅で激しい混雑が発生する要因を整理している。

(1) 都心部で建築物の床面積が急増した要因

公共施設の施設容量を超えないように、建築物の容積をコントロールすることを目的に、1960年代に建築物の容積率規制が導入された。しかし、既存の高容積率で建設された建築物を考慮した現況追認型の緩やかな規制となっている。また、駅の施設容量とのバランスが未担保のまま、総合設計制度等の様々な緩和制度が導入された。このような背景の下、2000年に入り、都心回帰の傾向が見られる中、都市再生特別措置法の制定等により、都市計画自体の規制が緩和され、都心駅周辺で、急速な都市開発の進展が見られる。具体的に、過去10年に竣工した超高層建築物の立地場所を見てみると、特定駅周辺に都市開発が集中し、今後も同地区を中心に再開発が計画されている。そのため、2000年に入り、短期間で乗降人員が急増している駅が見られる。しかし、全体傾向として、東京メトロの輸送人員の推移を見てみると、2008年をピークに既に減少している(図—1)。以上より、今後、東京圏では、人口減少により、鉄道の輸送人員の減少が予想されるが、特定駅



■図—1 都市開発に伴う乗降人員の推移

の混雑は、今後も激化していく可能性がある。

(2) 駅改良が後追いとなる要因

都市開発に対する交通面での対処方法として、交通施設に負荷がかかる場合、都市開発に対応して交通施設を整備する「交通インパクトアセスメント(以下、交通アセスメント)」が導入されている。しかし、鉄道は対象外であり、駅が、建築物の容積増にどこまで耐えられるのかについて、曖昧で把握されていない。また、上記の交通アセスメントの問題に加え、事前に、都市側と鉄道側で混雑対策を協議する場がないため、駅改良が後追いとなる。さらに、駅の混雑対策として、駅改良を実施する際、これを支援する事業制度が、地下駅に限定されている。このような2つの要因により、都心駅で激しい混雑が発生している。

3——駅構内の混雑の実態把握

本章では、都市開発に伴う激しい混雑が見られる都心駅を対象に、駅でどのような現象が起きているのか、また、駅施設が、建築物の容積増にどこまで耐えられるのかに着目し、実態調査を行った結果を説明する。

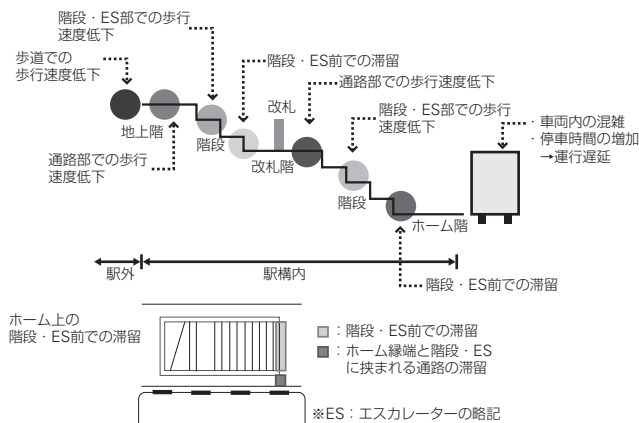
駅構内で混雑が発生するボトルネック箇所は、様々な箇所が発生しており(図—2)、例えば、コンコースの昇降施設(階段、エスカレーター)前の混雑が、ホームの混雑に波及するなど、混雑が連鎖する現象も見られる。

本研究では、その中でも、最も混雑が激しい場合が多く、また、旅客の安全性の観点から最も注視すべき箇所として、ホームの昇降施設前での降車客の旅客流動に着目し、実態調査を

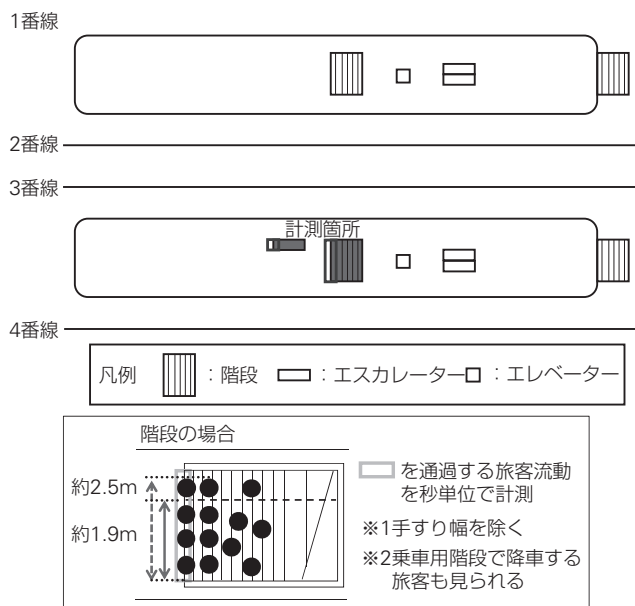
行った。実態調査駅は、2面4線の駅構造(図—3)で、最混雑時に、昇降施設の一番下の端部を通過する旅客流動を秒単位で計測している。

(1)ホームの階段における降車旅客の流動

縦軸に10秒毎にまとめた旅客流動、横軸に時間を取り、旅客流動の捌け方を時系列で見てみると、混雑が激しい時間帯では、旅客は人との間隔を詰めて降車し、旅客流動がピークに達するが、歩行速度の遅い旅客の存在、脇から無理に入り込む旅客の存在により、時間が経つにつれて、詰まりにより、歩行速度の低下が見られ(図—4中のi)、歩行者による渋滞が発生し、捌ける旅客流動が一定になる(図—4中のii)。その後、旅客流動が少なくなり、渋滞が解消されていくが、次の列車が開扉する時、ホーム上の滞留旅客が解消していない場合、前の列車の残留旅客により、歩行速度が低下し、滞留が発生している場合と比べ、処理能力が大きく低下していることが分かる(図—4中のiii)。また、乗車用階段で降車する旅客の存在を除き、降



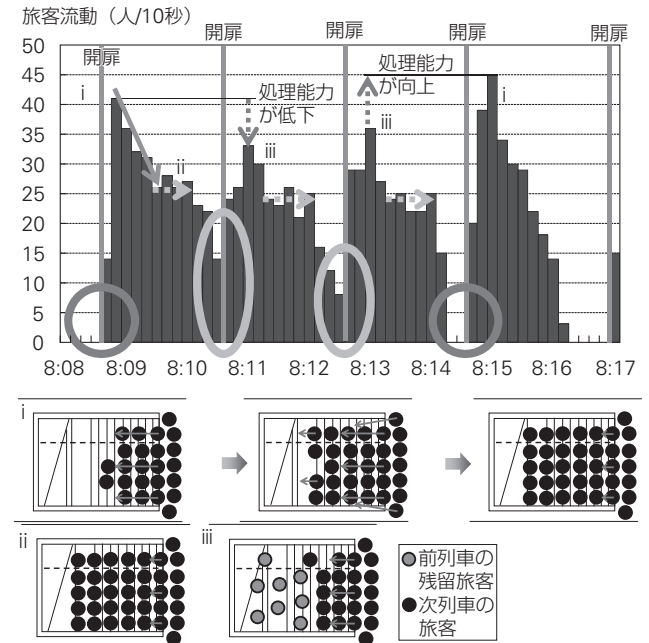
■図—2 駅構内で混雑が発生するボトルネック箇所



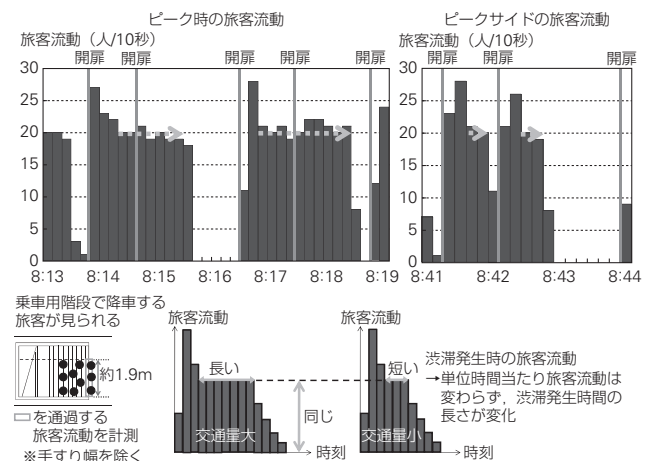
■図—3 実態調査駅の概要

車用階段で降車する旅客流動のみを別の日に計測した結果、交通量の大小に関わらず、渋滞発生時の単位時間当たり旅客流動は変わらず、渋滞発生時間の長さが変化することが分かる(図—5)。

以上を踏まえ、これらの現象をポンチ絵で示すと、同一の運行間隔・旅客流動の列車が続いた場合、次の列車が開扉する時、滞留が発生していない場合、捌け残しと階段の処理能力低下(歩行速度低下)により、階段を通過するまでの時間が増加する。この現象は、改札や出入口階段等の他の箇所でも発生するため、これらが合わさることで、出口までの総移動時間が増加する。また、同様に、前の列車の捌け残しが繰り返されるとともに、階段の処理能力低下により、捌け残しが拡大することとなる(図—6)。実際には、ピーク時の同階段の旅客流動は、8:10~8:20を頂点とする山となり、時間帯で旅客流動に大きな差が見られる。そのため、最混雑時より少ない旅客流動



■図—4 階段における降車旅客の流動(その1)



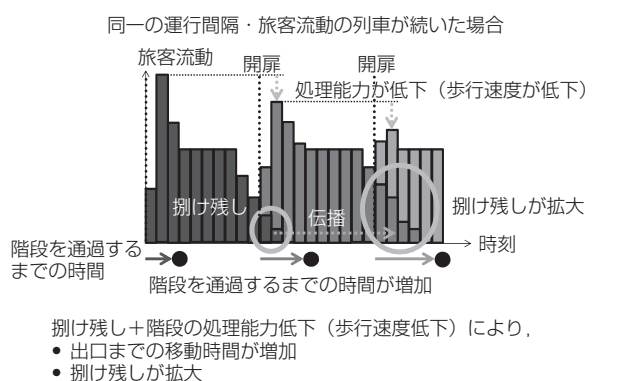
■図—5 階段における降車旅客の流動(その2)

の時間帯で捌け残しが発生すると、図—6より捌け残しがさらに拡大し、これにより、ホーム上の旅客の滞留が雪だるま式に拡大し、次の列車の開扉時に、前の列車の降車客でホーム上に人が溢れている現象につながる(図—7)。このような状況は、降車時の事故やホームからの転落等の危険性が高まるとともに、乗降時間の増加により、列車の停車時分が増加し、これが後続の列車に伝播することで、列車遅延が拡大する。

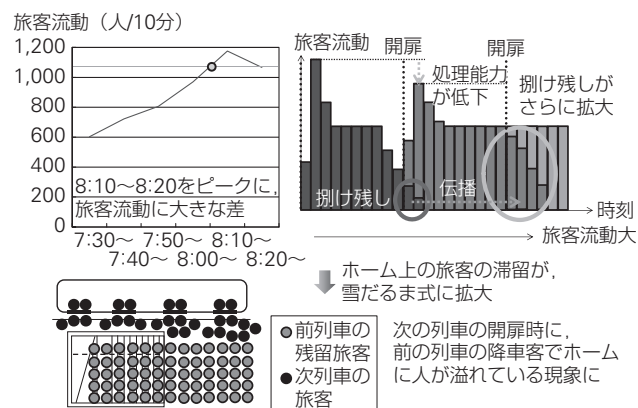
(2)ホームのエスカレーターにおける降車旅客の流動

一方、エスカレーターの降車客の旅客流動を見てみると、一般に、左側が立ち止り、右側が歩きながら昇ると思われるが、旅客流動の捌け方が不規則に変化する。これは、左側でも、開扉時に残留旅客がいない場合、歩きながら昇る旅客の存在が見られること(図—8中の左側ii)、逆に、右側でも、人が立ち止り、処理能力が低下する箇所が見られること(図—8中の右側ii)、さらに、右側では、開扉時に残留旅客がいない場合、小走りで架け上がる旅客の存在が見られ(図—8中の右側iii)、これらが合わさることで、階段と異なり、処理能力が不規則に変化する。

以上より、左側は、階段と同様な旅客流動の捌け方、右側は、処理能力が不規則に変化する点を考慮し、4章で、どこまで旅客流動を許容できるのかを説明する。



■図—6 階段における降車客の捌け残しの拡大(その1)



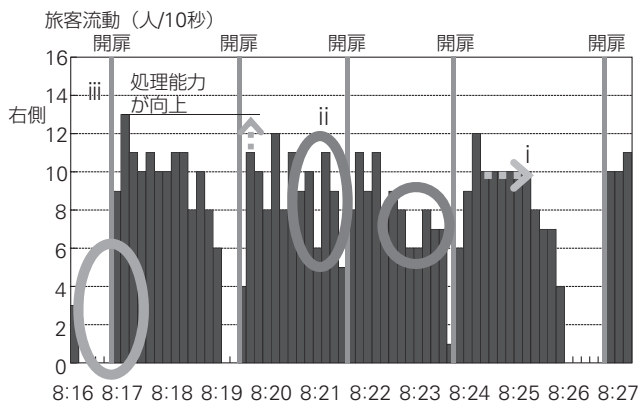
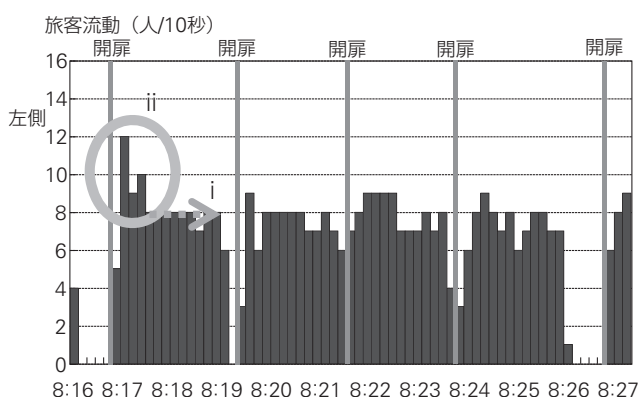
■図—7 階段における降車客の捌け残しの拡大(その2)

(3)ホーム縁端と昇降施設に挟まれる通路の混雑

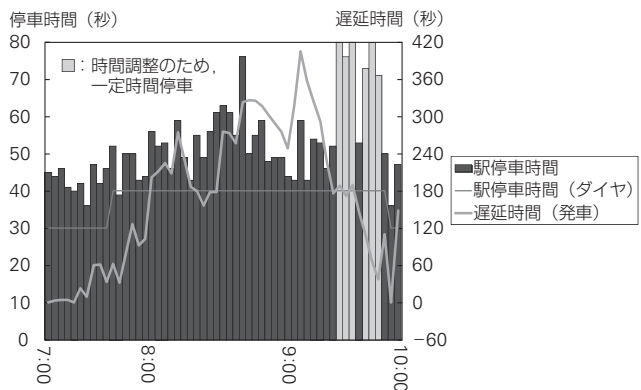
次に、前述とは別の都心駅を対象に、混雑が極めて激しい都心駅で生じるホーム縁端と昇降施設に挟まれる通路の混雑について、実態調査を行った結果を説明する。

図—9は、ピーク時の駅停車時間と遅延時間の関係を示す。他駅での駅停車時間の増加、走行時間の増加による影響も含まれるが、列車の遅れ時間が回復しない状況で、各列車でダイヤより駅停車時間が増加し、列車遅延が雪だるま式に増加していると思われる。

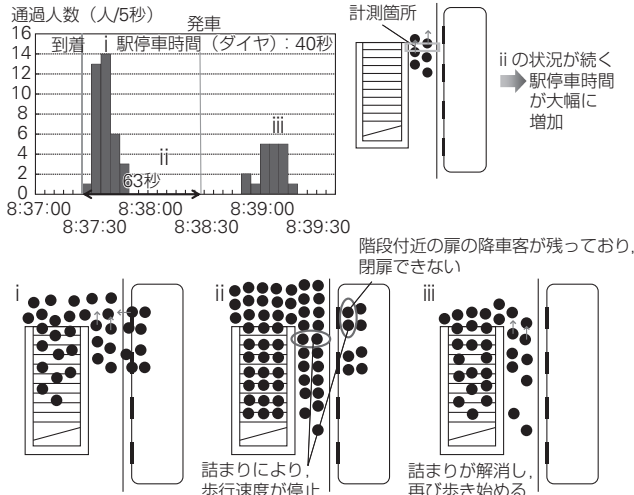
この原因は、ホーム縁端と階段に挟まれる通路において、激しい混雑により旅客の詰まりが発生し、図—10中のiiのように、通路部で旅客の歩行速度が停止、また、階段付近の扉で



■図—8 エスカレーターにおける降車旅客の流動



■図—9 ある都心駅におけるピーク時の駅停車時間と遅延時間の関係



■図—10 ホーム縁端と階段に挟まれる通路の混雑

降車客が残っているため、閉扉できない状況が見られた。このような状況が続くことで、駅停車時間が大幅に増加したと考える。以上より、駅構内の混雑が列車遅延に波及するケースは、図—7中の下図に加え、ホーム縁端と昇降施設に挟まれる通路の混雑によって発生するケースも見られる。

(4) 駅施設の許容捌け交通量のあり方

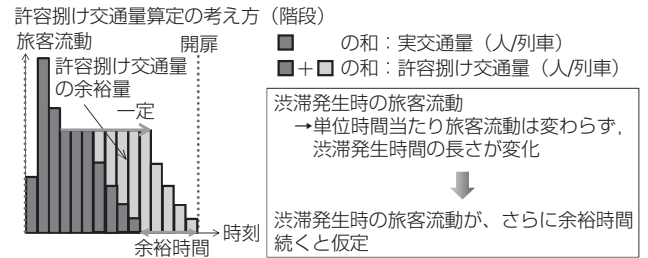
以上を踏まえ、駅施設の許容できる捌け交通量を「許容捌け交通量」と定義し、このあり方として、以下を考える。

- ① 従来の駅施設設計の視点は、ピーク30分間の平均1列車の旅客流動を余裕をもって捌けるかといった「ピーク時の平均的な交通量」に着目しているが、細かく1列車の旅客流動を見てみると、駅施設の処理能力低下や旅客流動の捌け残しが拡大し、これが続くと、ホーム上の旅客の安全性、列車遅延の問題が生じる可能性がある。
- ② また、交通施設の設計容量の考え方として、道路では、経済性も考慮し、30番目時間交通量で施設容量を決めているが、鉄道は、駅施設がパンクすると、旅客のホームからの転落等の危険性が高まり、人の命に関わるため、施設容量の意味合いが異なる。そのため、次の列車に捌け残しを残さない観点で、「最混雑時に、次の列車の開扉前に旅客を捌けるかという視点(最混雑時に、許容捌け交通量以内に抑えること)」が重要と考える。

4——駅施設の許容捌け交通量の検討

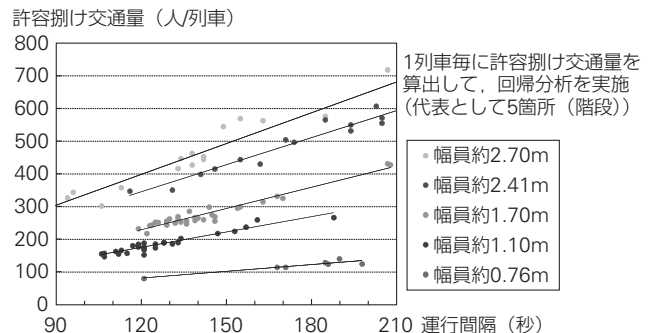
本章では、3章で提案した1列車分の旅客流動は、次の列車の開扉前に捌くという「駅施設の許容捌け交通量」について、具体的に検討した結果を説明する。

初めに、駅施設の許容捌け交通量の算定方法について、説



※ 乗車用階段を通過する旅客を除く
※※ 余裕時間：開扉～階段までの到達時間を含む

■図—11 駅施設の許容捌け交通量の算定方法(階段)



■図—12 運行間隔による許容捌け交通量の変化(階段)

明する。図—5の「交通量の大小に関わらず、渋滞発生時の単位時間当たりの旅客流動は同じとなり、渋滞発生時間の長さだけ変化する」という結果を踏まえ、本研究では、図—11の薄いグレーの箇所のように、渋滞発生時の旅客流動が、さらに余裕時間続くと仮定し、これを許容捌け交通量の余裕量と定義し、開扉から次の列車の開扉までの1サイクルにおける、濃いグレー「実交通量」と薄いグレーの「許容捌け交通量の余裕量」の和を「許容捌け交通量」と設定する。本研究では、上記設定の下、運行間隔・幅員によって、許容捌け交通量がどれくらい変化するのかに着目し、検討した結果を説明する。

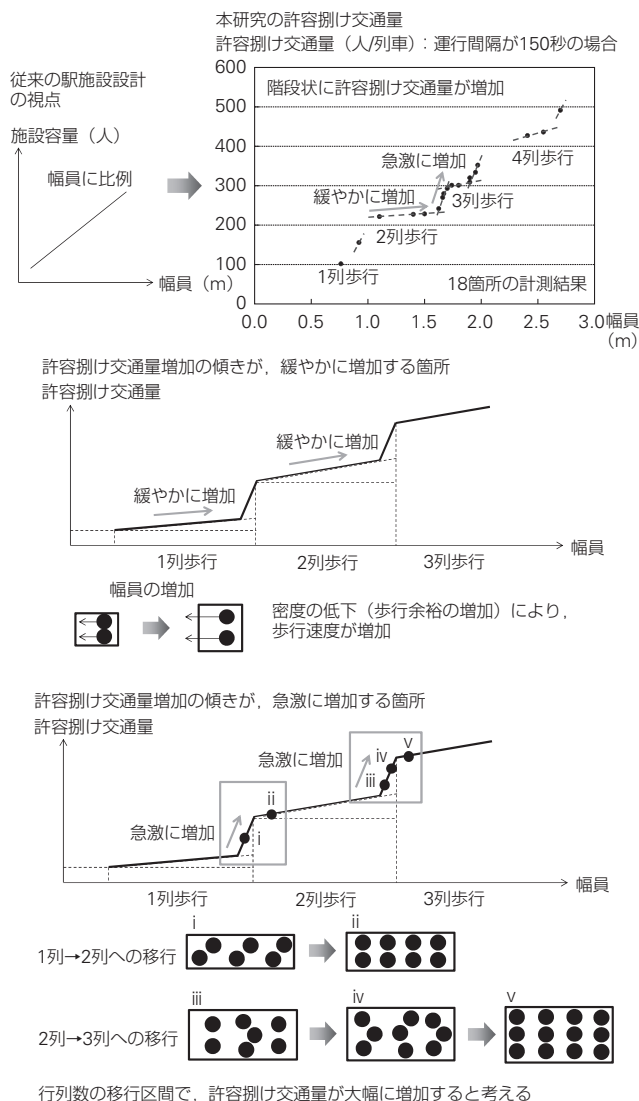
(1) 階段の許容捌け交通量の検討

階段について、1列車毎に許容捌け交通量を算出し、縦軸に許容捌け交通量、横軸に運行間隔をとり、運行間隔によって、許容捌け交通量がどれくらい変化するのを見てみると、線形回帰となり、渋滞発生時の旅客流動が、さらに余裕時間続くと仮説を確認できた(図—12)。

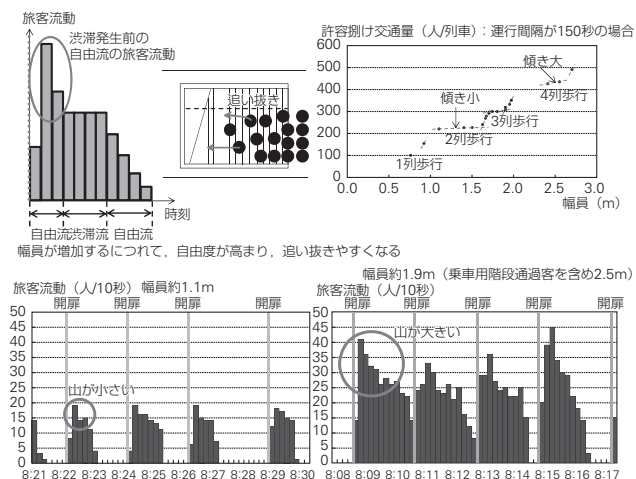
次に、運行間隔2分30秒のところでラインを引き、幅員と許容捌け交通量の関係に着目する。縦軸に許容捌け交通量、横軸に幅員をとり、その関係を見てみると、幅員が増加するにつれて、許容捌け交通量は、緩やかな増加の後、急激に増加するといった階段状に許容捌け交通量が増加する傾向が見られる(図—13中の一番上の右図)。一方、従来の駅施設設計の視点は、図—13中の一番上の左図のように、幅員に比例して施設容量が増加するとしているが、これは実現と異なり、本

研究のように、旅客流動の実態を正確に分析し、許容捌け交通量の把握が必要であるとする。

なぜ、このような現象が見られるのかについて、考察してみると、許容捌け交通量が緩やかに増加する箇所は、図—13中



■図—13 幅員による許容捌け交通量の変化(階段)



■図—14 渋滞発生前の自由流の旅客流動の影響(階段)

の中図のように、幅員増加に伴い、歩行余裕が増加し、これにより、歩行速度が増加した影響であるとする。一方、許容捌け交通量が急激に増加する箇所は、1列から2列、2列から3列と、行列数が移行する際、図—13中の下図のように、だんだんと人が間に入り込む現象となり、これにより、行列数の移行区間で、許容捌け交通量が急激に増加すると考える。

また、幅員が増加するにつれて、人の自由度が高まり、追い抜きやすくなる。そのため、図—14中の下図のように、幅員が増加すると、渋滞発生前の山の影響が大きくなり、これにより、許容捌け交通量が緩やかに増加する箇所は、行列数が増加するにつれて、許容捌け交通量増加の傾きも大きくなると考える。

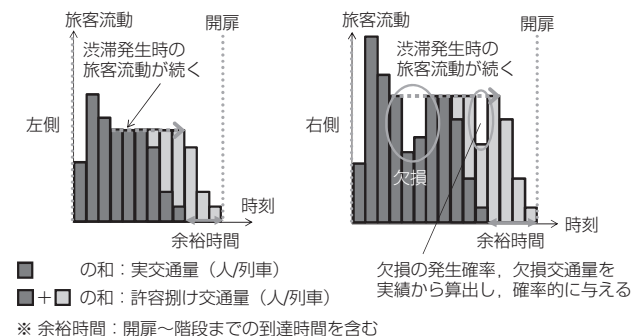
(2) エスカレーターの許容捌け交通量の検討

次に、エスカレーターについて、左側は、階段と同様な許容捌け交通量の考え方、右側は、人が立ち止り、処理能力が低下する箇所について、この欠損部の発生確率、欠損交通量を実績から算出し、許容捌け交通量の余裕量に、この欠損交通量の平均値を確率的に与えると仮定し、分析を行ったところ、階段と同様に線形回帰となり、仮説が正しいことを確認した(図—15, 16)。

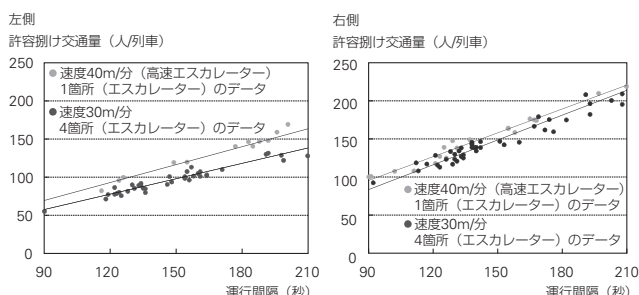
なお、エスカレーターの許容捌け交通量は、左右の許容捌け交通量を足し合わせることで、算出が可能と考える。

(3) 駅の許容捌け交通量算定の考え方

以上を踏まえ、旅客流動の実態を正確に分析し、駅周辺の都市開発の進展に対し、どこまで駅が耐えられるのか(本研



■図—15 エスカレーターの許容捌け交通量の算定方法



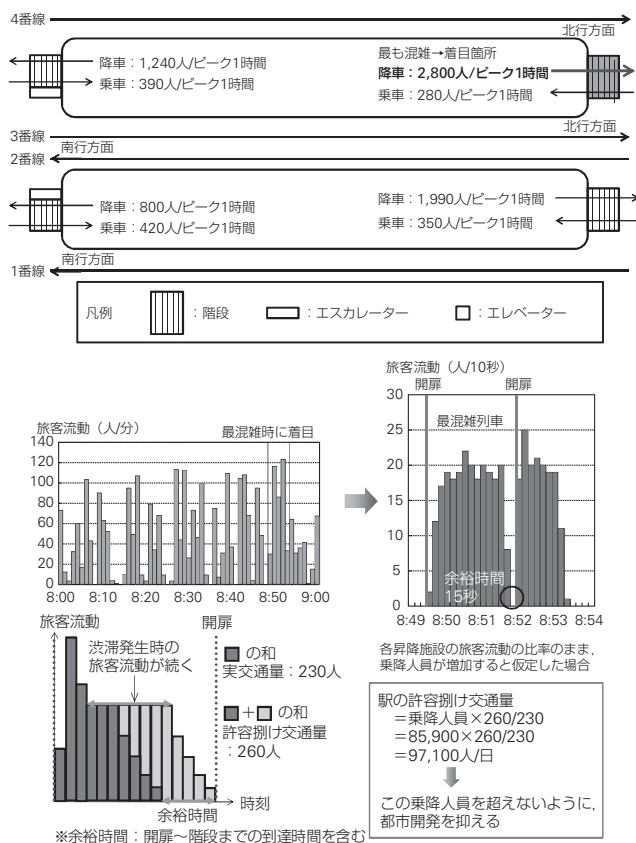
■図—16 運行間隔による許容捌け交通量の変化(エスカレーター)

究では、「駅の許容捌け交通量」と定義)を把握することが重要と考える。実際は、図一17の駅の例のように、昇降施設で旅客流動に偏りが見られるため、駅全体を見渡し、最もボトルネックとなる箇所に着目する必要があると考える。例えば、乗降人員が1日約85,900人の駅では、今後、駅東側の広範囲で大規模都市開発が予定されており、各昇降施設で、乗降人員が急増すると予想される。そのため、最混雑箇所における最混雑列車の旅客流動に着目し、その列車における実交通量と許容捌け交通量の余裕量を算出する。本研究では、各昇降施設の旅客流動の比率のまま、乗降人員が増加すると仮定し、乗降人員に許容捌け交通量と実交通量の比率をかけ合わせ、どれくらいの乗降人員までであれば、駅として許容できるのか、また、この乗降人員を超えないように、都市開発を抑えるといった方法を考える(図一17)。

以上より、都心駅周辺の急速な都市開発の進展により、鉄道駅の激しい混雑が見られ、これにより、旅客の利便性低下や列車遅延が発生するとともに、降車時の事故や転落等の危険性が高まっていると言える。そのため、これらの改善に向けた早急な対策が必要であると考え。

5— 現行制度の改善方策の提案

本章では、上記の「都心駅で激しい混雑が発生する原因」



■図一17 駅の許容捌け交通量の算定方法のイメージ

が、現行制度(計画制度、事業制度)にあると考え、何を改善しなくてはいけないのかについて考察する。

計画制度上の問題点は、建築物の床面積と駅の容積との整合性の問題、また、整合性を担保する観点では、交通アセスメントで鉄道が対象外であること、混雑対策を協議する場がないことが挙げられる。また、事業制度上の問題点は、混雑対策として、駅改良を実施する際、これを支援する事業制度が、地下駅に限定されている問題がある。そのため、予め、駅の許容捌け交通量を認識し、これを超えて、激しい駅の混雑を発生させないようにするために、現行制度の何を改善しなくてはいけないのかについて考察する。

(1) 計画制度の改善方策の提案

これまでは、人口増加に伴い、鉄道輸送人員も増加し、これにより鉄道事業者の収入も増加するため、「鉄道事業者が自ら施設整備をすべき」という主張により、鉄道事業者による駅改良が行われてきた。しかし、①今後、人口減少期を迎え、需要増加が見込まれなくなる中、収益増加に結びつかない巨額な駅改良を鉄道事業者だけに任せることがいいのか。②近年、都市開発が特定駅周辺に集中し、これらの駅では、今後も乗降人員の増加が予想される。③また、従来の激しい混雑が発生してからの後追いの対策でいいのかと考えた場合、社会の中で上記の問題があることを鉄道事業者だけでなく、行政(都市部門、鉄道部門)、開発者、利用者も認識し、これらの「鉄道を取り巻く関係主体が一体となって対策を行う」ことが必要ではないかと考える。

そのため、上記を踏まえ、課題解決に向けた改善方策として、以下を考える。

容積率規制の緩和(割増し)、都市計画規制の緩和により、急激に駅に負荷がかかるため、予め、駅の許容捌け交通量を認識した上で、大規模開発マニュアルにおいて、鉄道に与える影響の検討を行い、この影響について、都市側と鉄道側が対策を協議する場を設けることが必要と考える。

上記の検討の結果、駅の許容捌け交通量を超えると予測された場合、まず、時差出勤を促す施策等のソフト的施策を講じ、駅の許容捌け交通量を超えないように対策を行うことを考える。次に、ソフト的施策では対応が不可能であり、抜本的な対策が必要な場合、以下の2つの対応策を考える。

- ① 都市開発を認めない場合：容積率規制の基本的な考え方に基づき、都市開発の許可を与えず、混雑を引き起こさない地区での開発の再検討など、開発計画自体の見直しを求める。
- ② 都市開発を認める場合：上記の①の方法だけでは、東京都区心部において、都市の活性化、国際競争力の向上を目指す観点で、必ずしも最善の方法とは言えない。そのため、もう1つ

の方法として、公共施設の施設容量(容積率規制の基本的な考え方)を超えて、都市開発を行いたいのであれば、都市開発の許可条件として、開発者が容積率の割増し(ボーナス)により享受する開発利益の一部を公共施設の整備費用(鉄道施設だけでなく、他の公共施設の整備費用も含める)として拠出し、その一部を駅改良の整備費用として積立て、駅改良を実施する。つまり、「公共施設の施設容量の向上に貢献した場合に、都市開発の許可を与える」という方法を考える。また、上記を実施する際、交通アセスメントの基本的な考え方に基づき、都市開発に合わせた駅改良の実施が必要と考える。

さらに、上記の②の資金調達方法だけでは、駅改良の整備費用の積み立てが少ないことも想定される。そのため、交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会(2008年)における「収益増に直結しにくいサービス関連投資を促進するためには、利用者負担のあり方も含めて検討を行っていく必要がある」との提言や、駅構内の混雑が列車遅延に波及する問題を踏まえ、特定都市鉄道整備促進特別措置法を活用し、駅改良の整備費用の一部を加算運賃として利用者から徴収する方法も考える。

(2)事業制度の改善方策の提案

次に、駅の混雑対策を目的とした駅改良の事業制度に着目すると、2010年から地下高速鉄道整備事業費補助により、国・地方自治体が整備費用を補助するスキームが適用可能となった。しかし、①地上駅は補助対象外、②都市側事業と連携し、駅内外の一体的整備を行えない、③新駅整備は補助対象外であるといった課題がある。そのため、上記課題の解決のために、都市鉄道等利便増進法、鉄道駅総合改善事業に着目し、改善方策の提案を行う。

1)都市鉄道等利便増進法

都市側と鉄道側の連携不足により、駅及び駅周辺の一体的整備が進まない問題に対し、「駅内外の一体的整備による交通結節機能の高度化を図る」ことを目的に、2005年に都市鉄道等利便増進法が制定された。しかし、同法による駅施設利用円滑化事業を行う際、駅の混雑対策にはつながるものの、乗継ぎ円滑化にはつながらない駅改良は、補助対象外である。また、具体的に、駅内外の都市側と鉄道側の役割分担、連携方策は示されていない。上記に対し、①都市開発に合わせた駅改良の実施は、同法の理念にも合致するため、同法を適用可能にする。②また、一般に、改札内は鉄道側、改札外は都市側事業と位置づけられ、改良が実施される。しかし、改札外の自由通路等の混雑が、改札内の混雑に波及する場合もあるため、改札内の駅改良に合わせ、改札外の自由通路等の整備を一体的に行えるように、これらの施策も補助対象に追加す

ることが必要と考える。③さらに、上記の①、②を実施するために、混雑対策を協議する場に加え、具体的に、都市側との役割分担、連携方策を明確にし、都市側との連携による駅改良等を行える仕組みを整えることが必要と考える。

2)鉄道駅総合改善事業

一方、鉄道駅総合改善事業は、都市の再生にも資する鉄道駅機能の総合的な改善を目的とし、都市側・鉄道側事業の一体的整備を行う事業制度である。しかし、あくまで、再開発等の都市側事業に合わせ、その延長線上として、駅の中も改良する事業であり、駅の混雑対策を目的とした駅改良は、補助対象外である。しかし、駅及び駅周辺の一体的整備により、駅の混雑対策を行うことは、駅を中心とした都市機能の改善にもつながり、同事業の理念にも合致すると思われるため、同事業を適用可能とし、対応可能にすることが必要と考える。

3)新駅整備を支援する事業制度

また、現在は、新駅整備を支援する事業制度はないが、駅改良と同様に、新駅整備を軸とした駅内外の一体的整備は、上記の3つの事業制度の理念にも合致すると思われるため、これらを適用可能とし、対応可能にすることが必要と考える。

以上より、駅構内の混雑対策として、駅改良を実施する際、従来の鉄道事業者、税金(事業制度)による費用負担に、開発利益の還元、利用者負担も加え、鉄道を取り巻く関係主体が一体となって対策を行うことが必要と考える。また、駅改良を支援する事業制度についても、地下駅だけでなく、地上駅、駅内外の一体的整備、新駅整備も同様に行えるように、事業制度の改善が必要と考える。

6——おわりに

本研究では、都心の都市開発に伴う駅構内の混雑の解消に向けて、①都心駅で激しい混雑が発生する要因を整理している。②次に、駅構内の混雑の実態調査を行い、旅客流動の捌け方を時系列で分析することで、駅施設が建築物の容積増にどこまで耐えられるのか、本研究では、これを「駅施設の許容捌け交通量」と定義し、そのあり方の提案と検討を行っている。③次に、上記を基に、駅として、建築物の容積増にどこまで耐えられるのかといったように、予め、駅の許容捌け交通量を認識し、これを超えて、激しい駅構内の混雑を発生させないようにするため、現行制度の改善方策の提案を行っている。今後は、駅の許容捌け交通量と建築物の床面積との関係の比較分析を行っていく予定である。

タクシー事業規制の変遷下での東京都心における タクシー交通需要の分析

泊 尚志
TOMARI, Naoyuki

運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1—はじめに

わが国のタクシー^{注1)}事業を巡っては、バス事業やトラック事業に続き、1990年代後半から2000年代前半を中心に規制緩和が進められた。その後、全国的にタクシー台数(車両数)が増加したことや、乗務員の労働の長時間化や賃金の低下等、労働環境の悪化をはじめとする社会的問題が顕在化したことを受けて、近年では主に台数の削減を図る「適正化」と呼ばれる規制強化策が進められている。このような背景からもわかるように、タクシー事業の規制政策は、従来、主に供給側の事情に照らして進められてきたと言える。

一方、規制緩和、あるいは規制強化といった規制政策の下で、利用者(旅客)の利益が果たして確保されているのかは明らかになっていない。そもそも、何をもって利用者の利益とするかについて、十分に議論されてきたとは言い難い。しかし、規制緩和にしても規制強化にしても、公共交通であるタクシー交通^{注2)}の規制政策は、利用者の利益の確保を十分に考慮しながら実施される必要がある。さらに、タクシー交通が公共交通として機能するためには、他の公共交通機関と整合的な政策を実施することが重要ではなかろうか。以上を鑑みると、都市の公共交通体系におけるタクシー交通の位置付けや役割を明確化することが必要であると考ええる。

以上を踏まえ、本発表では、基礎的な情報として、①近年のタクシー事業を巡る制度の変遷や状況を整理した上で、②タクシー事業の規制の変遷下での東京都心におけるタクシー交通の需要実態を把握することを目的とする。

なお、都市交通体系においてタクシー交通が担う役割は、地域によって異なることが推察される。本研究で東京都心を対象とする理由は、流し営業の利用が主といわれる¹⁾大都市圏の中で、特に近年の適正化に対応して積極的に台数削減に取り組んできたからである。すなわち、利用者が都市内においていつでもどこでもタクシーを利用できる環境で、特に規制強化の下で台数が変化する中で需要の変化をとらえようとするものである。そして、本研究では特別区・武三交通圏を東京都心と位置付ける。特別区・武三交通圏は、タクシー事業に対して各運輸局長によって定められた営業区域^{注3)}の一つであり、東京特別区(23区)と武蔵野市、三鷹市を範囲とするものである。

2—タクシー事業規制の変遷と東京におけるその反応

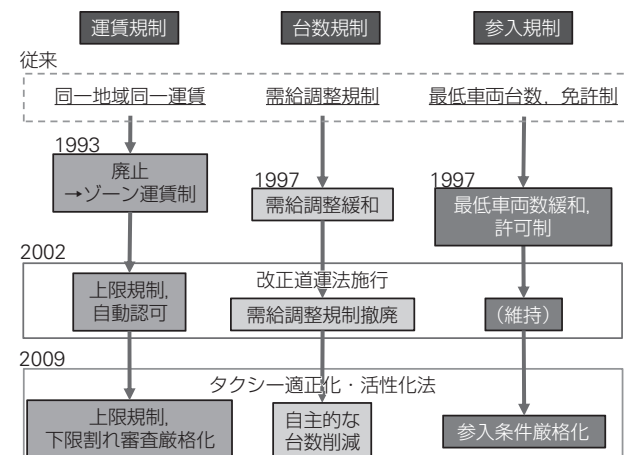
タクシー事業規制は、大きく分けると、運賃規制、台数規制、参入規制の3つで構成される(図—1参照)。このうち特に台数規制と参入規制について記述する。

2.1 台数規制の変遷

タクシーの台数には、従来、いわゆる需給調整規制が適用されていた。これにより、タクシー事業者(以下、事業者)が保有するタクシー台数を増やしたり(増車)減らしたり(減車)する等、事業計画を変更しようとしても、供給輸送力が輸送需要量に対して著しく不均衡となるおそれがある場合に認可されない枠組みとなっていた^{注4)}。しかし、1997年には需給調整の弾力的運用が図られ、改正道路法の下では需給調整規制が撤廃された。その後社会問題の顕在化を受けて、適正化法の下では、特定地域において地域協議会で作成された地域計画に基づき、事業者の自主的な取り組みに基づく台数削減が図られている。

2.2 参入規制の変遷

事業者は従来、タクシー事業を経営するために運輸大臣の免許を受ける必要があり、免許には地域ごとに一定の最低保有台数以上の台数を保有している必要があった。しかし、1997年には免許制から許可制へ変更となり、許可基準を満たしていれば事業者は参入することが可能となった。さらに、許可に必要な最



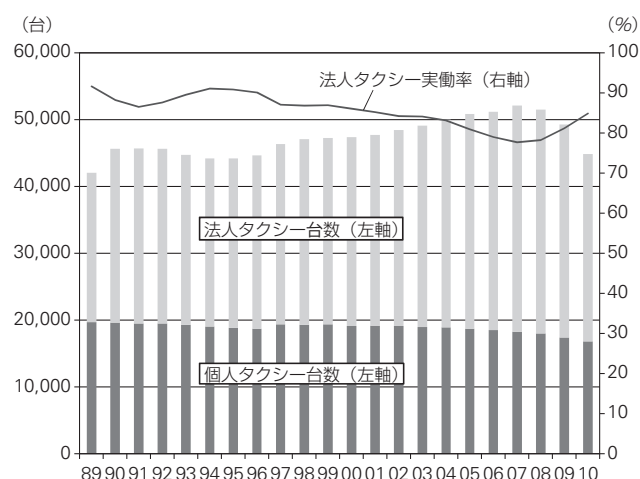
■図—1 タクシー事業規制の変遷

低保有台数も大幅に引き下げられることとなり、新規に参入しやすい環境になったと言える。その後社会問題の顕在化を受けて、適正化法の下では、許可制は維持されたものの、認可基準が厳格化され、最低保有台数については大幅に引き上げられた。

2.3 東京における規制緩和後の状況

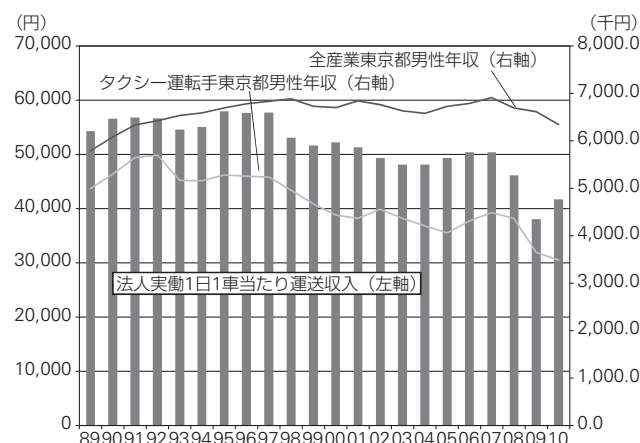
一般的に、事業者には増車するインセンティブがあると指摘されている^{2),3)}。その理由は数多く指摘されており、例えば事業費用の約3/4を人件費が占め、これが収入に応じて変動することや、流し営業では特に増車により収入増を見込みやすいこと、他社の増車により自社の市場シェアを一方的に減じってしまうこと、将来的な数量規制への備え等が挙げられている。

こうした背景の下、規制緩和を経て、東京都心のタクシー台数は2007年まで増加した(図-2参照)。後述するが、この間、輸送人員がほぼ横ばいに推移したため、タクシー1台当たりの営業収入や、ひいては乗務員1人当たりの賃金が、図-3に見るように低下し、乗務員の労働時間増加を招いた。また、道路上の混雑や道路空間の占領に加え、環境影響についても指摘されている。



出典：「数字で見る関東の運輸の動き」各年に基づいて作成

■図-2 タクシー台数と実働率の推移



出典：法人のみ、「数字で見る関東の運輸の動き」各年、賃金センサスに基づいて作成

■図-3 法人タクシーの1日1車当たりの運送収入とタクシー運転手の年収の推移

こうした問題に対して、事業者内、あるいは警察とともに、銀座、六本木、渋谷、吉祥寺をはじめ各所で独自のルールを設けて運用したり、羽田空港ではショットガン方式によって乗り場周辺でタクシーが長蛇の列を作らないようにしたりするなど、策を講じている。さらに環境対策としてはエコタクシーの導入や、エコタクシー専用乗り場の設置等も実施されている。

また、規制緩和後(規制強化期を含む)には各種サービスが新たに導入されている。例えば、東京都心と羽田・成田両空港間の営業に定額運賃が適用される等の運賃の多様化や、福祉や観光等の特定事業タクシーの導入、優良タクシーやエコタクシー、または特定事業者専用等の、専用乗り場の設置や、車両の良質化、配車のIT化あるいはモバイル対応等が挙げられる。

一方、2008年7月11日の通達を受けて、東京都心は特定特別監視地域に、さらに適正化法を受けて特別監視地域に、それぞれ指定された。これらを受けて、地域協議会が開催され、台数の削減目標として20～30%を掲げた地域計画が策定された。発表時時点(2012.5)までに、事業者の自主努力により18.3%の台数が削減されている。この台数の削減後、タクシー1台当たりの営業収入は上昇傾向を呈している。しかし、東京都心に限らず、このような枠組みには次のような問題がある。1つに、台数削減に協力しない事業者に対する不平である。台数の削減はあくまでも自主的な努力規定であり、協力している事業者が協力しない事業者に対して不公平を感じるという点である。2つに、台数削減の後に需給バランスが適正化されたと認められた際には特定地域指定が外れ、再び規制が緩和されるという制度的な不安定さである。

3—東京都心におけるタクシー交通需要の分析

3.1 既往の知見と本分析の位置付け

東京都心におけるタクシー交通需要の特徴については、いくつかの知見が見受けられる。例えば、東京都心においては運賃の価格弾力性が低い(絶対値が1以下である)ことや、運賃が変化する際に近距離帯の利用に対しては一時的には需要が弾力化するものの、長距離帯に対して、あるいは近距離帯でも長期的には運賃感度が小さい可能性があることが示唆されている^{4),5)}。また、他の交通モードとの関係として、近距離移動において、タクシーは徒歩やバスと競合関係にあることが示唆されている⁶⁾。これらのほかに、CS調査等を含め、利用者の意向について知見が散見される⁷⁾。一方、需要の実態に係る知見として、例えば、近年開催されている地域協議会の資料において、輸送実績の推移についていくつか示されている⁸⁾。

これらに対して本分析では、需要の実態として、①東京都心における輸送実績のトレンドをマクロ的に改めて横断的に把

握した上で、②ODデータに基づいて需要の特徴や推移をミクロ的に把握することを試みる。

3.2 データの概要と分析内容

本分析では、次の2種類のデータを用いる。1つは、事業者が管轄運輸支局（東京都心では、東京運輸支局）へ提出する輸送実績報告書^{注5)}に基づく集計データ^{9), 10)}である。以下、(3)で用いる。もう1つは、乗務記録（日報）^{注6)}であり、表—1に示す5事業者のものを用いる。なお、事業者によってご協力を賜った乗務記録の期間が異なる。表中のA社、B社の乗務記録に基づいて、5カ年度の需要の推移を、A社、C社、D社、E社の乗務記録に基づいて最近の需要の特徴を、それぞれ以下(4)、(5)で分析する。

3.3 集計データに基づく需要のマクロ的分析

図—4の棒グラフは、東京都心を営業区域とする法人タクシーの利用者数の推移を示している。図—4より、1990年頃、すなわちバブル景気期から、バブル崩壊後の不景気期を経て、その後2007年頃までの好景気期に至る間、利用者数は「長期的に減少」はしておらず、ほぼ同水準で推移していることが読み取れる。特に規制緩和後に当たり、比較的好景気とされる2002年～2006年頃においては、利用者数は増加傾向にあることがわかる。一方、2008年以降は、それ以前に比べて利用者数が大きく減少し

ている。なお、東京都心では2007年に9年ぶりに運賃を改定しており、この改定と、リーマンショックが影響しているものと考え得るが、その大小は明らかではない。また、他の公共交通機関の例として、東京メトロの利用者数の推移（図—4の折れ線グラフ）と比較すると、副都心線が新規に開業した2007年の前年まで、タクシーの利用者数とはほぼ同様に推移していることが分かる。すなわち、同時期においては、タクシーの利用者数の推移は、タクシー固有の傾向ではなく、前述の通り競合相手と指摘されている地下鉄と同様にあったことが推察される。

また、図—5の棒グラフは、同地区法人タクシーの乗車距離（実車キロ）の推移を示している。図—5より、乗車距離はバブル景気期から規制緩和直前まで減少傾向にあるものの、その後は乗車人員と同様の傾向にあることが読み取れる。

以上より、東京都心のタクシー需要の推移をマクロ的に把握すると、規制緩和後、利用者数や乗車距離、実車率は同水準で推移し、比較的好景気時には増加傾向にあったこと、リーマンショック後に大幅に減少したことが示された。

3.4 日報データに基づく需要の変化

続いて、前述したA社とB社の日報を用いて、2007年から2011年まで5カ年度の需要の推移を分析する。

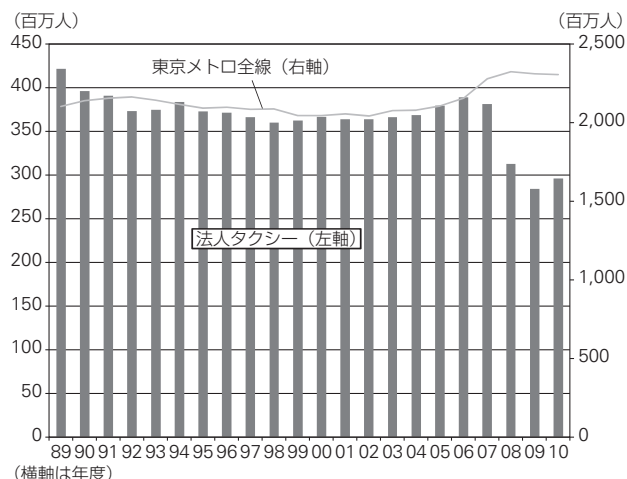
はじめに、図—6は、時間帯別の乗車回数を1日平均でみたものである。さらにこれらの2007年の値を1として推移を見たものが図—7である。これを見ると、リーマンショック後の利用者数の減少や、各社が保有するタクシー台数の削減が要因となり、全体的に乗車回数が減少していることが読み取れる。加えて、A社では、リーマンショック後に深夜帯で特に乗車回数が減少していること、B社ではリーマンショック後に夕方以降で大きく乗車回数が減少していること、さらに規制強化の下で、深夜・早朝で乗車回数が減少していることが分かる。

■表—1 使用する日報データ

保有台数	事業者名	有効な乗車回数	
		5カ年分*	1日分**
300台以上	A社グループ	152,091	29,460
100台以上 300台未満	B社	12,773	
50台以上 100台未満	C社		1,873
50台未満	D社		648
	E社		685

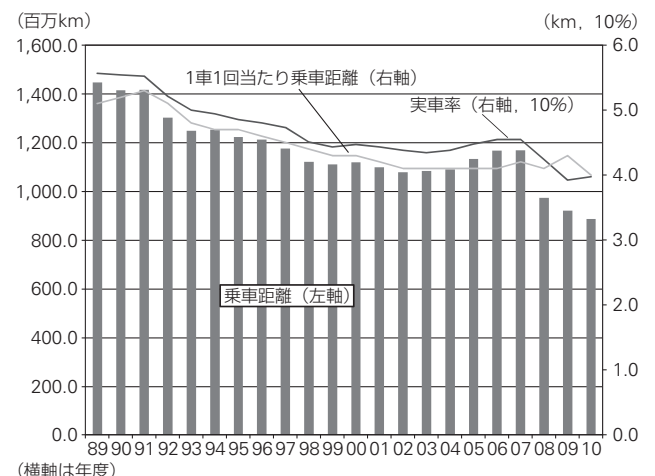
*2007年～2011年、各10月第3週の平日分

**2012年1月31日（火）の隔日勤務1日分



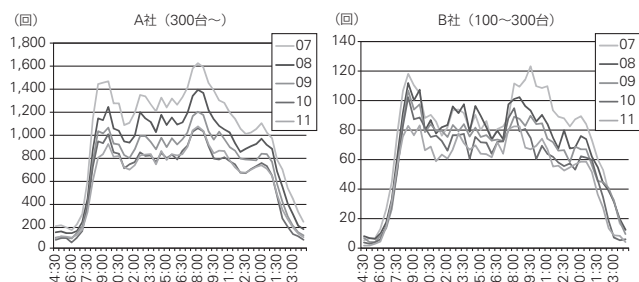
出典：「数字で見る関東の運輸の動き」「東京メトロ要覧」各年に基づいて作成

■図—4 法人タクシー利用者数の推移

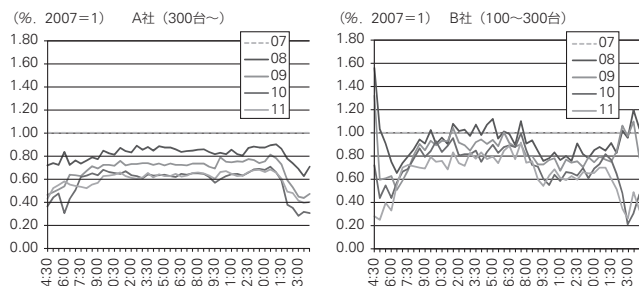


出典：法人のみ、「数字で見る関東の運輸の動き」2011に基づいて作成

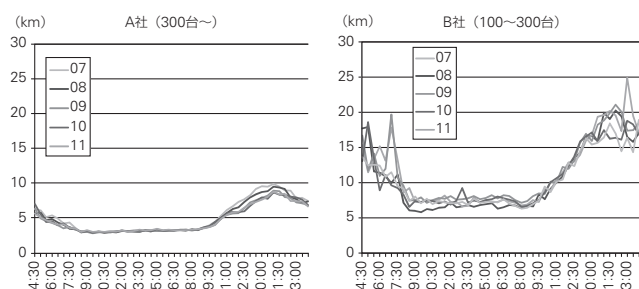
■図—5 法人タクシーの乗車距離（実車キロ）と実車率の推移



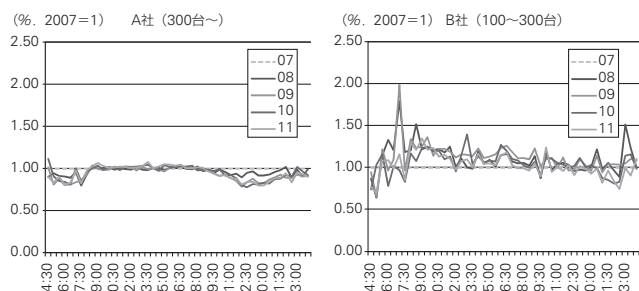
■図—6 時間帯別乗車回数(1日平均)



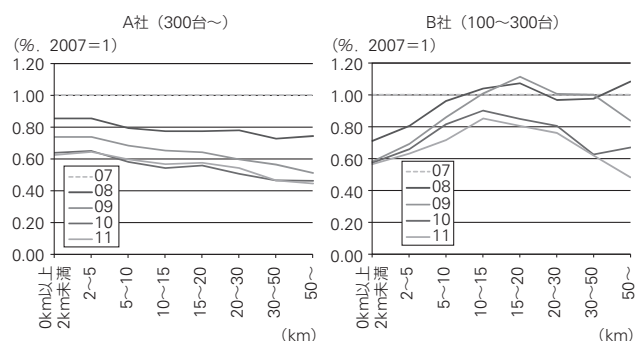
■図—7 時間帯別乗車回数(1日平均, 2007年を1とする)



■図—8 流し・乗り場時の時間帯別1回当たり乗車距離



■図—9 流し・乗り場時の時間帯別1回当たり乗車距離(2007年を1とする)



■図—10 乗車距離別乗車回数(2007年を1とする)

次に、図—8は、流し営業と乗り場の利用(これらの区別はない)で、時間帯別の1回当たりの乗車距離の推移を示している。さらに図—7と同様に、2007年の値を1として推移を見たものが、図—9である。これを見ると、A社では、リーマンショック後、夕方から深夜と、早朝で乗車距離が減少している一方、日中ではほぼ変わっていないことが読み取れる。また、B社では、リーマンショック後に乗車距離が朝を中心に増加していることが分かる。従って、利用者は減少しているものの、1回当たりの乗車距離は増加していることが分かる。

さらに、図—10は、乗車距離別の乗車回数の変化について、2007年の値を1として推移をみたものである。これを見ると、リーマンショック後、A社では乗車距離が長いほど乗車回数が減少していることが読み取れる。一方、B社では10km未満でのみ乗車回数が減少しており、また規制強化の下では長距離での乗車回数が減少していることが読み取れる。

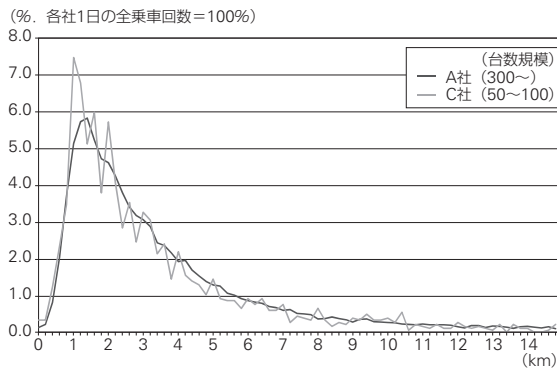
以上に見たように、A社、B社という事業者によって、需要に差異が見受けられるのは、狭い範囲で見た場合の各社の営業エリアや、あるいは各社の営業戦略の違いによるものと考えられる。事業者の特定につながる恐れがあるため、本稿では詳細に触れないが、このような営業内容の違いにより単純に比較することが困難であることに注意した上で、以上をまとめると次のようなことが分かった

- ・乗車回数は、リーマンショック後、主に夜や深夜の時間帯で大きく減少した
- ・また、その後規制強化期には、深夜や早朝で大きく減少した
- ・乗車回数を乗車距離別に見ると、リーマンショック後、長距離で減少する場合と短距離で減少する場合があった
- ・いずれも、規制強化の下では長距離で減少した
- ・1回当たりの乗車距離は、リーマンショック後、主に夕方から深夜において大きく減少した
- ・一方で、早朝には増加する傾向も見受けられた
- ・これらについて、タクシー台数の削減による影響は読み取れていない。

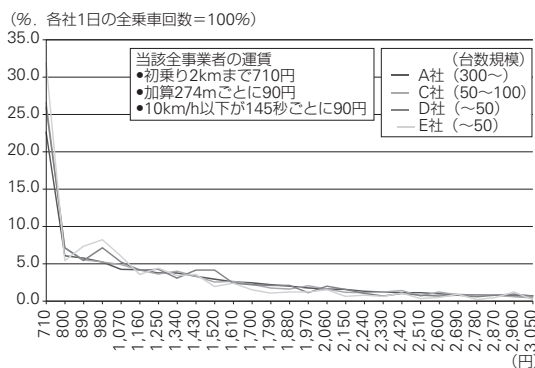
3.5 その他の需要の特徴

また、A社、C社、D社、E社の日報を用いて、2012年1月31日(火)の営業1日分における実績を分析することによって、最近の需要の特徴を把握するよう試みる。紙面の都合上、ここでは乗車距離別と運賃別の利用回数の割合にのみ着目する。

図—11は、乗車距離を記録しているA社とC社について、乗車距離別の乗車回数割合を示している。これによると、1km～1.5km程度の距離帯に乗車回数割合のピークがあり、その後距離が長くなるにつれて乗車回数割合が低下することが分かる。なお、このピーク帯は現在の初乗りの対象である2kmに満たない



■図—11 乗車距離別乗車回数割合



■図—12 運賃別乗車回数割合

ものである。また、図—12は、運賃別の乗車回数割合を示している。どの事業者においても、初乗り利用が最も多く、運賃が高くなるにつれて乗車回数割合が低下することが分かる。ただし、初乗り運賃の乗車回数輪全体に占める割合は、事業者によって異なり、20%台前半から30%台前半まで幅があることも読み取れる。営業エリアや、顧客戦略によっても利用の特徴が異なることから、このような差異の詳細については、別途分析を要する。

4—おわりに

本発表では、近年のタクシー事業を巡る制度の変遷や状況を整理した上で、タクシー事業の規制の変遷下での東京都心におけるタクシー交通の需要実態を把握することを目的として、集計データと日報データに基づく分析をそれぞれ行った。以上で示した結果を踏まえると、次のような示唆を得られる：

- ・規制緩和後、比較的好景気時に利用者数や乗車距離が増加しており、これが供給量の増加に応じている可能性があるが、詳細については更なる分析を要する
- ・インバクトの大きい景気の変動があると、東京都心の中でもより狭い範囲によって需要の受ける影響が異なることが推察される
- ・東京都心では、タクシー交通は2km未満の近距離帯での利

用が、回数ベースでは多数を占める

- ・タクシー台数の総量調整が、時間帯別、エリア別の需要に対応しない可能性があるが、詳細については、今後更なる分析を要する。

本発表では、データ制約の中、特に日報データについては限られた事業者のものに基づいて各分析を行った。今後は、他の事業者のデータを併せて、需要の実態について、供給との関係やODの詳細等、より詳細な分析を行う予定である。さらに、このようなタクシー交通の需要の分析を踏まえて、規制政策に対する評価あるいは東京都心においてタクシーが公共交通として求められる役割について、需要の視点から研究を掘り下げたい。

謝辞：日報データの使用にご協力を賜った匿名の5社(本稿ではA社、B社、C社、D社、E社)の関係者各位に、この場をお借りして深謝の意を表します。

注

- 注1) 本発表における「タクシー」の定義は、タクシー業務適正化特別措置法に準ずる。すなわち、道路運送法における一般乗用旅客自動車運送事業用に供する車両のうち、ハイヤー(運送の引受けが営業所のみにおいて行われるもの)を除くものとする。
- 注2) タクシー適正化・活性化法(特定地域における一般乗用旅客自動車運送事業の適正化及び活性化に関する特別措置法、2009)において、タクシー交通は「地域公共交通」(地域公共交通の活性化及び再生に関する法律 第二条第一号)と位置付けられている。
- 注3) ある営業区域での営業を認可された事業者は、発地及び着地のいずれもがその営業区域外に存する旅客の輸送を禁止されている(道路運送法第20条)。
- 注4) 道路運送法(昭和二十六年法律第百八十三号、制定時)第十八条に基づく。
- 注5) 旅客自動車運送事業等報告規則第2条による。
- 注6) 旅客自動車運送事業運輸規則第25条に基づく乗務記録である。

参考文献

- 1) 例えば、国土交通省[2005]、「交通政策審議会陸上交通分科会自動車交通部 第2回タクシーサービスの将来ビジョン小委員会資料1-II」, <http://www.mlit.go.jp/singikai/koutusin/rikujou/jidosha/taxi/02/images/04.pdf>
- 2) 例えば、戸崎肇[2008]、『タクシーに未来はあるか』, 学文社。
- 3) 国土交通省[2008]、「交通政策審議会陸上交通分科会自動車交通部会タクシー事業を巡る諸問題に関する検討ワーキンググループ 第5回資料」。
- 4) 吉富実[1996]、「東京のタクシー運賃の価格弾力性について」, 『Mobility』, No. 105, pp. 47-52。
- 5) 株式会社企画開発[2008]、「内閣府委託調査 タクシー事業に係る価格変動及び価格弾力性に関する調査分析報告書」。
- 6) 森宣夫・土井健司・高田和幸[1998]、「近距離公共交通機関としてのタクシーの利用嗜好分析」, 『土木計画学研究・講演集』, No. 21(1), pp. 479-482。
- 7) 例えば、社団法人東京乗用旅客自動車協会[2011]、「第20回タクシーに関するアンケート調査報告書」。
- 8) 例えば、国土交通省[2012]、「特定地域におけるタクシー事業の適正化及び活性化の推進について 第8回東京都特別区・武三交通圏タクシー特定地域協議会資料」, http://www.ttb.mlit.go.jp/kanto/jidou_koutu/tabi2/taxi_kyougikai/tokyo/tokubetu/date/8/siryoku.pdf
- 9) 国土交通省関東運輸局、「統計資料 一般乗用旅客自動車運送事業の都県別、年度別実績推移」, http://www.ttb.mlit.go.jp/kanto/youran/cgi/pdf/11/11_j2_003.pdf
- 10) 国土交通省関東運輸局(監修)[各年版]、『数字で見る関東の運輸の動き』, 財団法人運輸振興協会。

貨物トラックの安全な運行環境に関する研究

嶋本宏征
SHIMAMOTO, Hiroyuki

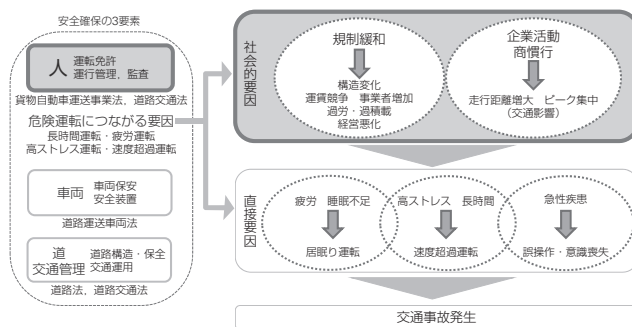
運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1——はじめに

近年の交通事故件数減少傾向の中、大型トラックの関与する交通事故は悲惨な事態を招く可能性が高く、道路利用者の安全を脅かす存在となっている。中でも、居眠り運転や過労が原因のトラック事故は、死亡・重傷事故に至る割合が高い傾向がある。また、全日本トラック協会[2005]¹⁾の調査結果によると、過労や居眠り運転の経験があるトラック運転者は多く、一定の危険因子が道路交通に潜む状態と考えられる。このような、トラック運転手の労働時間や過労を背景とした交通事故の問題は、ITF[2000]²⁾やILO[2005]³⁾等から諸外国でも見られる社会的課題のひとつである。

我が国の貨物自動車運送事業は、1990年物流二法施行から始まった規制緩和(参入規制撤廃や運賃自由化)の影響をはじめ、燃料価格高騰、景気低迷による輸送需要低迷など、厳しい環境にある。このような中、トラック輸送産業の大きな課題として「安全確保」、CO₂排出量抑制などの「環境負荷低減」、運転手の高齢化や労働環境悪化などを原因とした運転手不足等「持続性」の問題を抱えている。このうち安全への取組は、スピードリミッターの設置義務付け等の「車両」に関するもの、飲酒運転や路上駐車等の罰則強化等の「交通管理」に関するもの等、安全規制が強化され一定の効果が出ている。一方、厚生労働省[2011]⁴⁾の調査結果によると、死亡災害等の深刻な交通事故を起こしたトラック運転手の33%が月拘束時間の特例値の320時間を超えた労働を行っている(改善基準告示に違反)状況である。そこで本研究は、「人」が原因となるトラック運転手の疲労運転、長時間運転、高ストレス運転等を招く背景にある社会的要因に焦点をあてる(図—1)。

トラック事故に関する先行研究をレビューする。まず労働科学の観点から自動車運転に関わる労働課題を幅広く記した野沢他[1980]⁵⁾がある。次に、トラックが関与する交通事故の直接的な要因として、過労や睡眠不足による居眠り運転の関係を指摘した厚生労働省[2008]⁶⁾や、居眠り運転の経験を調査した全日本トラック協会[2005]¹⁾が存在する。また、谷川他[2010]⁷⁾による睡眠時無呼吸症候群への対策や、西田[2006]⁸⁾の居眠り運転と走行距離帯との関連を指摘したもの、一杉[2011]⁹⁾の



■図—1 本研究の対象(太い枠の部分)

運転手の急性疾患がもたらす交通事故を警鐘する研究といった、医療分野の研究がある。

一方、直接要因の背後にある社会的要因として規制緩和の影響と企業活動の影響に着目した研究をみると、まず、規制緩和によるトラック運送事業の影響について、中田[2007]¹⁰⁾は、トラック運送産業の構造再編の動きを詳述している。齊藤[2004]¹¹⁾は、競争激化、トラック事業者の経営悪化、過労・過積載運転等の影響を指摘している。その他、規制緩和の効果評価を行ったものとして、内閣府[2007]¹²⁾は消費者余剰の増加分で利用者メリットを計測している。また、水谷[2008]¹³⁾は、輸送事業者の費用関数を推計し、貨物運送事業者の費用構造を考察したものがあ。次に企業活動に着目したものとして、河野[2006]¹⁴⁾は、荷主の商慣行が物流貨物車交通に与える影響を指摘し交通負荷を軽減する商慣行改善策を提案している。

本研究は、貨物自動車運送事業の9割を占める一般貨物自動車運送事業を対象に、トラックの危険運転を招く背景にある社会的要因を探り改善方策を検討することを目的とする。本報告では、このうち課題構造の解明を中心に報告する。

2——施策レビュー

トラック運送業の安全を確保するための施策として、運送事業者の運行の安全確保を監視するものと、荷主—運送事業者、あるいは元請事業者—下請事業間における上位者の強制を防止する施策がある。以下では、それらに関連する制度の概

要と、現況の実施体制における課題を指摘する。

(1) 事業者が実施する安全管理と監視制度

一般貨物運送事業者の安全の取組として、まず、日頃の安全運行確保と交通事故防止を図る「運行管理者制度」がある。この制度はバス事業などの旅客運送事業にも基本枠組みが共通し、国家資格である運行管理者資格を保有するなど一定条件を有する者を事業者が運行管理者として選任し、国土交通大臣に届け出るものである。運行管理者は、運行の安全確保に関する業務を事業者(経営者)に代わり実施する安全の責任者と位置付けられている。

次に、旅客・貨物の運送事業者の経営トップが現場まで一丸となった安全管理体制を構築し、全社的な安全性の向上を規定する「運輸安全マネジメント制度」がある。しかし、現行では、車両保有台数で300両以上の事業者(全事業者0.5%、車両換算10%程度(201両以上について試算))のみに安全管理規定作成と安全統括責任者選任という義務が課せられている状況であり、義務化対象範囲が限定的であるといった課題がある^{注1)}。

これら事業者の取組を監視する機能として、国土交通大臣が指定する適正化指導機関による巡回指導と国土交通省地方運輸局等による監査がある。例えば、適正化指導機関の巡回指導37項目のうち過労防止に関する措置不適切^{注2)}に指導があった事業者は年々増加傾向(2000年:6.7%→2010年:15.6%)にある。全国に貨物運送事業者が58,232社(2010年3月末時点)あるなか、適正化指導員は全国に僅か402人(2011年8月末時点)しか存在せず、また国土交通省による年間の監査実績も6,369社程度(2010年度実績値)にすぎず、チェック体制は十分とは言えない状況にある。

(2) 荷主や元請事業者の強制を防止する制度

垂直関係にある荷主・トラック元請事業者の取引、元請・下請事業者の取引における強制など不適正取引を防止するために、国土交通省は、トラック運送業における下請・荷主適正取引推進ガイドライン策定(2008年)など積極的に取り組んでいる。しかし、同時期に従来は過積載運行防止を目的にした荷主勧告制度(貨物自動車運送事業法第64条)の適用範囲を、過労運転や最高速度違反についても拡げたが、未だ勧告の発動実績はない状況にある。

一方、公正取引委員会は、運送業者間の取引は下請法で規制されているが、力関係を悪用した荷主による不当行為を監視する目的で物流分野を特殊指定した(2004年)。しかし、下請法の貨物運送分野の勧告件数は、2.8件/年(平成19～22年平均値、公正取引委員会資料)とわずかであり、荷主一元請一下

請の垂直関係では、取引相手(顧客)を非難する行為は難しいと考えざるを得ない状況である。

3——トラック事故の要因となる社会的背景

トラック輸送産業の安全の問題は、規制緩和後の参入事業者増加と運賃届出制による価格自由化による過当競争が原因であると言われる事がある。これについて幾つかのマクロ統計データを用いて、規制緩和の影響事象を検証し、トラック運転手の労働時間増加との関係を示す。さらに、影響のいくつかは必ずしも規制緩和のみによるものではないことを示す。

3.1 規制緩和の影響

貨物自動車運送事業の規制緩和は、平成2年(1990年)の物流二法(貨物自動車運送事業法、貨物運送取扱事業法)の施行から始まり、平成15年(1993年)の改正貨物自動車運送事業法施行の2段階で実施された。主な規制内容は参入規制を緩和するものと運賃規制を緩和するもので、事業者の増加や価格低下が影響として想定された(表—1)。

これらの影響と、そこからもたらされるトラック運転手の労働時間増加に繋がるいくつか過程(図—2)について、規制緩和前後の統計データを用いて検証する。

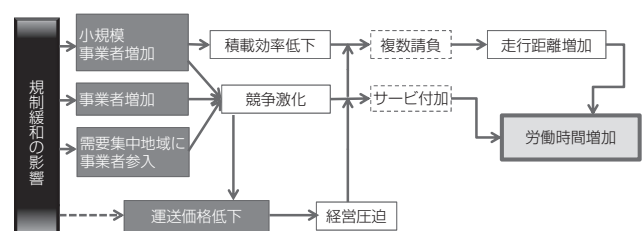
平成2年以降、トラック運送事業者数は増加の傾向であるが、輸送量と車両数は平成19年をピークに頭打ちになっている。車両保有台数の規模別に事業者数の推移をみると、平成7年頃から保有台数10両未満の小規模の事業者が急増し、平成19年以降は横這いの傾向にある(図—3)。

ここで、規制緩和の影響を簡単に考察すると、最低車両台

■表—1 規制緩和の影響想定

規制緩和の主な内容(時期)		影 響
参入	事業免許→許可(H2)	事業者増加
	事業許可 最低車両台数5台以上(H15)	小規模事業者増加
	営業区域廃止(H15)	需要集中地域に 事業者参入増加
運賃	運賃認可→届出(H2)	運送価格低下
	運賃事前届出→事後提出(H15)	

(H2) 平成2年12月物流二法(貨物自動車運送事業法、貨物運送取扱事業法)の施行
(H15) 平成15年4月改正貨物自動車運送事業法の施行



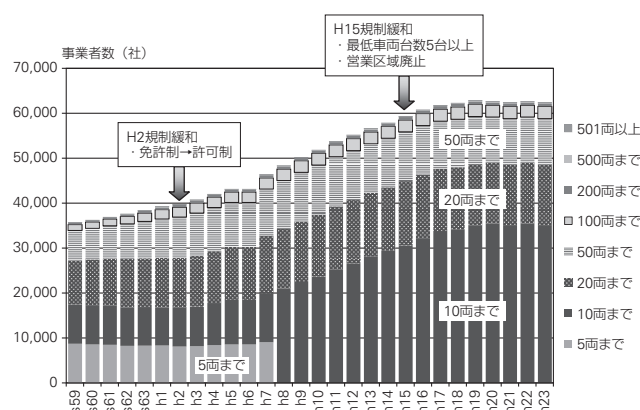
■図—2 規制緩和の影響

数が5台以上に緩和されたのは平成15年であることから、平成7年から保有台数の少ない事業者が増加したのは、規制緩和による事業者の新規参入ではなく、既存事業者が減車したか、事業を分割したためと考えられる。

地域別にみると、貨物需要が高い関東・近畿・中部・九州で事業者数が平成15年以降増加傾向であり、需要集中地域に事業者参入増加を確認した。新規参入事業者は平成16年の2,500社/年をピークに減少傾向である一方で、退出事業者数は平成20年に2,000社/年を越えこの年から退出数が参入数を上回る状況であり、厳しい競争環境にさらされていることが分かる。

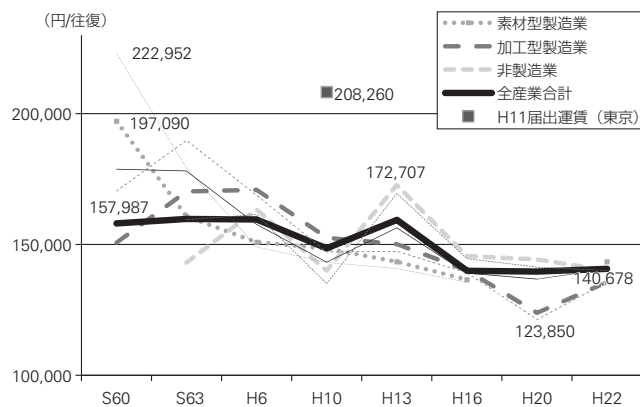
一方、運賃規制の緩和による影響について、大阪―東京間往復運賃の推移をみると、業種により差はあるものの概ね低下傾向であることが分かる(図―4)。ここで、規制緩和の影響については、平成10年時点の実勢運賃が平成11年届出運賃より低いことから、規制緩和以前から実勢運賃の決定には市場調整がはたらいていたと考えられる。

以上から、規制緩和以外の要因が考えられるものとして挙げた「運送事業者規模の縮小」「価格競争による運賃低下」は、いずれも企業経営活動が背景にあると考え以降はこの点に着目する。



出典：国土交通省：陸運統計要覧
自動車利用運送事業（一般、特定、霊柩）の合計値

■図―3 規模別トラック事業者数の推移



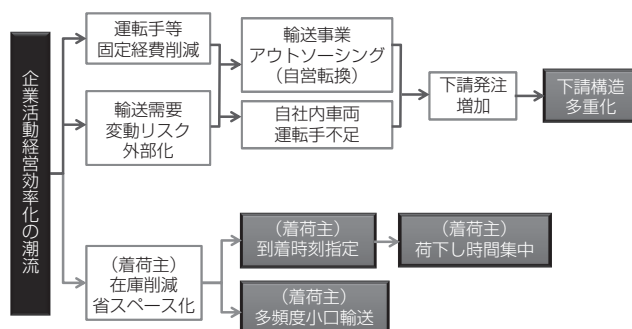
出典：カサ式トラック実勢運賃調査（2010年版）
細線は消費者物価指数H22基準を用いた実質値

■図―4 トラック運送事業の運賃の推移(東京―大阪往復,10t)

3.2 企業活動の経営効率化の潮流

規制緩和以外の社会的背景として、同時期の1990年代の企業経営の効率化の動きから2つの流れに着目する(図―5)。ひとつは運賃低下の原因として指摘される多重下請構造の問題である。これは、以前は大手製造業などの荷主企業が自社内に輸送部門を保有していたものを、輸送需要変化に伴うトラックや運転手等の固定経費負担リスクを回避するため資本調整し、外部から必要分だけ調達するようになったためと考えられる。また、実運送事業者においても輸送需要が低い水準に資本を調整し、需要超過時はトラックや運転手を外部調達する行動をとるようになったためと、同様に考えることができる。

もうひとつの流れは、主に着荷主が省スペース化などを目的に過剰在庫の削減を志向することにより、運送側に到着時刻指定、多頻度小口輸送等ニーズが増加した。これら荷主の商慣行がトラック運転手の行動に与える影響を、以降に述べていく。



■図―5 企業活動経営効率化の潮流

(1) 多重下請構造の影響

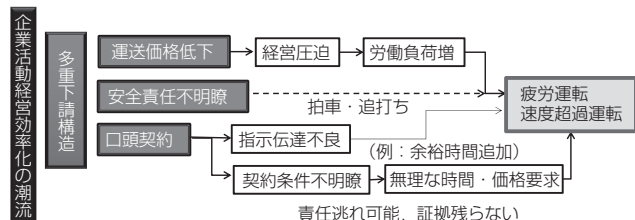
一般貨物自動車運送事業では、下請けの構造が多重化し、最近の国土交通省他[2011]¹⁵⁾調査によると、一部の運送事業者は3次、4次下請けを主な取引段階としている。また、国土交通省[2008]¹⁶⁾によると「元請事業者から5次、6次以降の下請事業者が実運送を行うことがある」ことが示され、深刻な実態であることがわかる。この多重下請構造が招く、トラック運転手への影響を紹介する(図―5a)。

ひとつめは、実際の運転に対する対価が低くなり、利益率が下がり、運行頻度や距離が増加することで、運転者への負荷が増し無理な運転を招く危険性が高まることである。国土交通省他[2011]¹⁵⁾によると、下請事業者利用時の下請に支払う運賃の割合(下払率)は70～100%弱であり、3次下請にまで及んだ場合実際に手にする運送価格は元請金額の半分まで低下することも起きている。

次は、下請けの下層に行くほどより厳しい条件でも運転を拒むことができず、安全に関する責任や意識が希薄にならざるを得ない事業者により、危険運転に拍車がかかることが懸念される点である。

最後は、運送契約を書面でなく口頭で行っている事業者が存在するため、運行に関わる指示情報が最下層の下請運転手まで正確に伝わりにくいことや、無理な運行条件を提示されても法令違反を事後指摘できない点である。

このように多重下請構造は、下層に位置するトラック運転手を厳しい運行環境へと追込み、疲労状態の運転や速度超過運転を強いる要因として考えることができる。

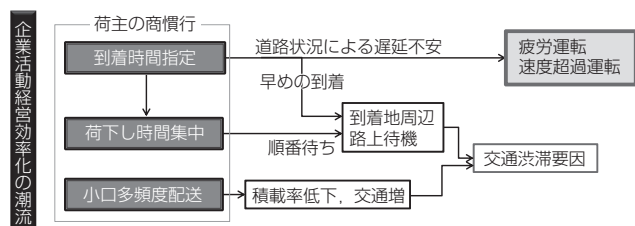


■図-5a 上) 多重下請構造の影響

(2) 荷主の商慣行の影響

(図-5b)に示すように、製造業や小売業、建設工事現場などの到着側の荷主は、自らに都合が良いようにインプット(到着荷物・資材)を調整するために、到着の時間を指定し、必要な量を必要な頻度で搬入するニーズが高まっている。この要求に応えるためトラック運転手は、交通状況が正確に予測できないなか指定時間に間に合うよう、無理(疲労・高速)な運転を強いられることになる。

また、トラック運転手は早めに目的地に到着し周辺で路上駐車し待機するため、交通渋滞要因となる別の問題も発生する(写真-1)。この問題は、複数のトラックが指定時間に集中し、搬入待ち車両が周辺路上で待機することや、多頻度小口



■図-5b 下) 荷主の商慣行の影響



建設工事現場入場待ちダンプの列 (著者撮影)

■写真-1 早朝の六本木通り

輸送のニーズが高まり、トラック積載効率の低下に伴う交通増加も原因のひとつとして考えられる。

4—まとめと今後の課題

規制緩和後における一般貨物事業者間の競争激化と、荷主企業や運送事業者の経営効率化による「価格競争」は、「安全の責任」を下請事業者等の弱い立場に押し付け、危険を黙認する構造を形成してきたと考える。

今後は、荷主や元請による理想的な安全管理の取組を調査し、あるべき役割分担を探究する。さらに、多重下請構造を有する他産業に着目し、それぞれの産業における安全等の責任分担の制度比較を行い、改善施策の提言に結び付けたいと考えている。

注

- 注1)平成24年5月17日国土交通省は「運輸安全マネジメント普及・啓発推進協議会」を設立し、これまで取組が浸透していない中小企業を対象に普及・啓発強化を掲げているが、義務化する事業者規模の範囲拡大には至っていない。
注2)「過労防止を配慮した勤務時間、乗務時間を定め、これを基に乗務割が作成され、休憩時間、睡眠のための時間が適正に管理されているか」の項目が不適切だったもの。

参考文献

- 1)全日本トラック協会[2005],「貨物車の安全運行対策に関する調査研究」。
- 2)International Transport Workers' Federation[2000],「Professional Driver Fatigue Survey」。
- 3)ILO[2005],「The Issues of Fatigue and Working Time in The Road Transport Sector」, International Labour Organization, Working Paper 232, ISBN:92-2-117720-3. .
- 4)厚生労働省労働基準局[2011],「交通事故を発生させたトラック運転者の労働時間等の実態調査結果」。
- 5)野沢浩・小本和孝編[1980],「自動車運転労働—労働科学から見た現状と課題—」,「労働科学叢書55」,労働科学研究所。
- 6)厚生労働省交通労働災害防止専門家検討会[2008],「交通労働災害防止専門家検討会報告書」。
- 7)谷川武・作本貞子・櫻井進[2010],「わが国におけるトラック運転者の睡眠時無呼吸症候群対策」,「国際交通安全学会誌IATSS Review」, Vol. 35, No. 1, pp. 40-45.
- 8)西田泰[2006],「長距離運転による交通事故の実態」,「綜合臨牀」, Vol. 55, No. 1, pp. 45-47.
- 9)一杉正仁[2011],「交通事故死傷者を減らす為の医学的アプローチ」,交通安全環境研究所フォーラム2011。
- 10)中田信哉[2007],「貨物自動車運送業界の構造再編」,「東京経済学会誌(経営学)」,第254号, pp. 65-82.
- 11)齊藤実[2004],「規制緩和とトラック運送業の構造」,「国際交通安全学会誌IATSS Review」, Vol. 29, No. 1, pp. 44-51.
- 12)内閣府政策統括室[2007],「近年の規制改革の経済効果—利用者メリットの分析(改訂試算)2007年版—」,「政策効果分析レポート」, No. 22.
- 13)水谷淳[2008],「規制緩和後における道路貨物輸送事業者の費用関数の推計」,「地域と社会」,第11号, pp. 73-84.
- 14)河野辰男・塚田幸広[2006],「商慣行の改善が貨物車交通に与える影響に関する研究」,「土木学会論文集D」, Vol. 62, No. 1, pp. 54-63.
- 15)国土交通省・全日本トラック協会[2011],「トラック輸送事業の運賃・原価に関する調査」。
- 16)国土交通省[2008],「トラック運送業における下請・荷主適正取引推進ガイドライン」。

OD交通量データの視覚的表現手法に関する研究

清水英範
SHIMIZU, Eihan前運輸政策研究機構運輸政策研究所客員研究員
東京大学大学院工学系研究科教授井上 亮
INOUE, Ryo

東北大学大学院情報科学研究科准教授

1——はじめに

地域間の旅客や貨物の移動量を表現するOD交通量データは、地域の階層性など構造的な特徴を有していると考えられる。これまで、クラスター分析などを用いてOD交通量データから地域の階層構造を抽出し、視覚的に表現する取り組み¹⁾は数多くなされてきたが、OD交通量データから主要な発地・着地の組合せを抽出し、表現する方法については、十分に議論がなされていない。

ここで、OD交通量データを地理的地図上に直線の辺で描き、交通量の多寡を辺の太さや色、主な移動方向を矢印で表現する単純な視覚表現を考える。OD交通量データは、発地と着地の二地域と関連づけられるため、情報量が膨大になるという特徴を持つ。そのため、全データを地図上で表現することを目指す、辺に過度な重なりが生じ読図が困難になる。これまで、すべてのOD交通量データを用いて、地域間の交通依存性やその階層性など構造的な特徴を客観的な基準によって抽出し、その結果を地理的空間上に分かりやすく表現する手法については、有用性の高い手法は提案されていない。

そこで本研究では、OD交通量データの新たな視覚的表現手法の提案を行う。まず、OD交通量データを視覚的に表現する図を作成する問題を、「可能な限り少ない辺で地域の階層性を表現することを目標に、OD交通量データを選別する」グラフ決定問題と、「地理的位置関係に基づき点と辺の近接を緩和し、読図性の高い作図を行う」グラフ配置問題という二種類の問題に分割し、それらに対する解法を示す。次に、全国幹線旅客純流動調査データを用いた事例分析を通して、提案手法の適用可能性を検証する。

2——グラフ決定問題の解法の提案

本章では、グラフ決定問題に対して、近傍グラフ作成を援用したOD交通量データを選別手法を提案する。

近傍グラフとは、距離空間上の点集合に対して、近傍関係を点間距離から定義し、近傍点の組合せを辺で結んだグラフである。最小全域木²⁾・相対近傍グラフ³⁾・ガブリエルグラフ⁴⁾

がその代表である。

さてここで、OD交通量の多寡で地域間の近接性を定義し、近傍グラフ作成を援用して辺選別することを考える。なお、一般にOD交通量データは非対称だが、本研究では辺選別時には非対称性を考慮せず、無向辺として扱う。

いま、地域 ij 間の近接性指標 p_{ij} を、両方向のOD交通量の和 $t_{ij}+t_{ji}$ の逆数として設定する。交通量が大きい地域間ほど小さい近接性指標値を取り、近傍にあると見なされる。この近接性指標を用いて近傍グラフ作成を行えば、交通量の多い地域間を結ぶ辺の選別が可能であろう。

しかし、OD交通量データから定義される近接性指標は、一般に距離の公理を満たさない。通常、近傍グラフ作成は、ユークリッド空間上の点集合を対象としており、距離の公理を満たさない近接性指標に対して近傍グラフ作成を行う例は、筆者らの知る限りでは存在しない。

そこで、近接性指標に対して近傍グラフ作成を応用した際に得られるグラフの特徴を確認し、近傍グラフ作成のグラフ決定問題への適用可能性を検討する。

最小全域木は、グラフの全点と一部の辺からなる連結かつ閉路のないグラフである全域木の中で、辺長の和が最小のグラフである。近接性指標を用いて作成した場合、OD交通量の総和が最大となる全域木が得られる。

相対近傍グラフは、ユークリッド空間上の任意の点 i, j の組合せに対し、点 i と j を中心に点 ij 間距離 d_{ij} を半径とする円を描き、両円の重複領域に他点が存在しない場合に点 i, j が近傍にあると定義し、辺 ij を辺集合 E に加えたグラフである。辺 ij の選別条件は式(1)で表される。

$$d_{ij} \leq \max(d_{ik}, d_{jk}) \quad \forall k \neq i, j \quad (1)$$

近接性指標を用いて作成し、辺 ij が選別された場合、地域 ij 間の交通量よりも、地域 i, j の双方に対して交通量が多い地域が存在しないことを意味する。

ユークリッド空間上の点集合に対する近傍グラフ作成では、最小全域木は相対近傍グラフの部分グラフとなることが証明されている⁵⁾。同様の包含関係は、近接性指標を用いたグラフでも成立することが確認できる。

ガブリエルグラフは、ユークリッド空間上の任意の点 i, j の組

合せについて、辺 ij を直径とする円が空円である場合に点 i ・ j が近傍にあると定義し、辺 ij を辺集合 E に加えたグラフである。空円条件は、距離の2乗を比較する形で表せ、辺 ij の選別条件は式(2)と書ける。

$$d_{ij}^2 \leq d_{ik}^2 + d_{jk}^2 \quad \forall k \neq i, j \quad (2)$$

式(1)(2)の比較から、ユークリッド空間上の点集合に限らず、近接性指標に基づき近傍グラフ作成を行う場合にも、ガブリエルグラフが相対近傍グラフを包含することは明らかである。

なお、ユークリッド空間上と異なり、距離の公理を満たさない近接性指標を用いてガブリエルグラフ作成に基づく辺選別を行う場合には、近接性指標の2乗に限定して比較する意味はなく、近傍の定義をより柔軟に設定することも可能である。本研究では、ガブリエルグラフの近傍の定義を拡張し、辺選別条件を式(3)と改める。

$$p_{ij}^\alpha \leq p_{ik}^\alpha + p_{jk}^\alpha \quad \forall k \neq i, j \quad (\alpha > 0) \quad (3)$$

パラメータ α は選別される辺の数を左右し、小さい値を設定すると多くの辺が選別される。なお、距離空間上の点集合では $\alpha \leq 1$ とすると全辺が選択されるが、距離の公理が成り立たない近接性指標の場合では $\alpha \leq 1$ と設定しても必ずしも全辺が選ばれるわけではない。

以上のように、最小全域木・相対近傍グラフ・ガブリエルグラフが包含関係にあることを利用すると、近傍グラフ作成の応用により、OD交通量データを段階的に選別することが可能であることが分かる。更に、ガブリエルグラフの近傍の定義に新たに導入したパラメータ α を用いると、より柔軟に選別するデータの数を段階的に調整することが可能になる。

3—グラフ配置問題の解法の提案

前章で提案したグラフ決定問題の解法によって選別された辺を、地理的地図上に配置された各地域の代表点を結ぶ直線として表すことを考える。しかし、この単純な辺の配置ルールでは、グラフ上の点や辺が近接して配置され、表現されている地域構造の把握が難しいグラフが得られる可能性があることが容易に推察される。そのため、グラフ上の点配置を調整して点・辺の近接を緩和し、読図性を向上させる必要がある。

点と辺の接続関係を判読しやすいグラフ配置を求める問題について、これまでに多くの手法が提案されている⁶⁾。これらの既往研究では、Webのリンク構造⁷⁾など地理的位置と関連がない情報の表現を目指しており、一般に、点配置は自由に定められることを前提としている。

しかし、OD交通量データは、発地・着地という地理的位置に関連付けられた地理空間情報である。地理空間情報を表現するグラフを閲覧する際、その読図者は通常、地理的配置を

念頭に置き、グラフ上の点と地域の対応関係を確認する。そのため、グラフ上の点配置が地理的地域配置と大きく異なると、グラフの読図性は大きく損なわれてしまう。すなわち、点の地理的配置を保持したグラフ配置の決定が、地理空間情報であるOD交通量データの視覚化には極めて重要となる。

そこで本章では、地理的配置に従い点・辺の初期配置を定めた上で、点と辺の近接を緩和する方法を検討する。

点と辺の近接を局所的に緩和する方法は様々考え得るだろう。しかし、ある特定の点・辺間の近接を緩和するために、例えば、点を辺から離す方向に移動させると、点の移動先で、他の辺との新たな近接問題を引き起こす可能性が存在する。そのため、局所的対応の繰り返しで点・辺の近接問題全体を改善することは難しい。そこで、所与の点間距離・方位角を可能な限り再現する点配置を同時に求めることができるカルトグラム作成手法⁸⁾を用いた点・辺近接問題の解法を提案する。

提案解法の手順は以下の通りである。

まず、点・辺近接判定の閾値を設定し、入力された点・辺配置に近接問題が存在するか検索する。なお、点・辺の近接の緩和を目指して配置を一度に大幅に変更すると、他の点や辺の配置に悪影響を与える可能性がある。そこで近接判定の閾値には、最初は微小な値を設定し、点間の最短距離を上限に徐々に増加させながら、以下の点・辺の再配置手順を繰り返して実行する。

もし、設定した閾値に対して、点・辺の近接問題の存在が確認されたら、問題箇所の点と辺の両端点に関して、点間距離・方位角を更新する。具体的には、点・辺間距離を閾値まで離すよう点を移動させたと仮定した場合の、点と辺の両端点の間の距離と方位角を計算して設定する。なお、問題箇所以外については、現配置の点間距離・方位角を設定する。

次に、この新たな点間距離・方位角情報をカルトグラム作成手法に入力し、点・辺の再配置を行う。カルトグラム作成手法は、入力されたすべての点間距離・方位角情報の再現を目指す。多くの場合、入力された情報を完全に達成する配置を得ることはできない。そのため、すべての近接問題を解消することは必ずしもできないが、再配置前に比べると点・辺の近接は緩和することができる。また、局所的な対応と異なり、提案解法ではすべての点・辺の配置が同時に更新されるため、新たな点・辺の近接が生じる可能性は小さい。

その後、新たに得られた配置に対して、近接判定の閾値を増加させて同様の操作を繰り返し、点・辺間の最小距離が最大となったグラフ配置を出力する。

上記の手順を経ると、グラフ上の点と辺の近接した配置を緩和し、表現されている地域構造の把握が容易なグラフを作成することが可能になる。

4——全国幹線旅客純流動調査データへの適用

平成17年度に実施された第4回全国幹線旅客純流動調査の、平日・休日を合計した年間、全旅行目的の都道府県間幹線旅客純流動データを用いて、提案手法の適用可能性を確認する。

なお、集計単位の基本は都道府県だが、首都圏(東京・神奈川・千葉・埼玉)・中京圏(愛知・岐阜・三重)・近畿圏(大阪・京都・兵庫・奈良)はそれぞれ一地域に集約、北海道は道北・道東・道央・道南の四地域に分割されている。結果として、総地域数は42となり、全地域間を繋ぐ完全グラフを作成すると辺数は861となる。

本稿では、紙幅の関係上、最小全域木(図一1)、相対近傍グラフ(図一2)の結果のみを示す。各図の(a)は、県庁所在地など地域の代表点を地理的座標に従い配置し、グラフ決定問題の解法を用いて選別された辺を描いたグラフ、(b)は、グラフ配置問題の解法を用いて点・辺の近接を緩和するよう点配置を改め、選別された辺を描いたグラフである。辺の矢印は、総発生・集中交通量の小さい地域から大きい地域に向けて描いている。なお、沖縄を表す点は図右下に配置している。図上での表現辺数と、全OD交通量に対する表現OD交通量の割合を、表一に示す。

ここで、各図の作成結果について確認する。

最小全域木(図一1)は、完全グラフの辺数861に対し5%弱の41辺で全体の63%の交通量を表現する。都道府県間幹線旅客純流動データについては、最小全域木は主要OD交通量データを表現できているといえる。

首都・中京・近畿圏を表す3点に着目すると、地理的配置上に辺を描いた図一1(a)では、首都・近畿圏を結ぶ辺に近接して中京圏の点が位置しているため、中京圏が首都圏と近畿圏のいずれと辺で繋がれているかが明らかではない。同様に、首都圏と道央を結ぶ辺に近接して青森、福島、栃木の各点が位置し、いずれの地域間が接続されているかが明確ではない。このように点と辺が近接して配置されると、誤った読図を招く可能性がある。

そこで、点・辺の近接を緩和した図一1(b)を確認する。首都・近畿圏を結ぶ辺や、首都圏・道央を結ぶ辺に着目すると明らかに、点・辺の近接が解消し、誤った読図の可能性を軽減させる表現がなされている。近接緩和を行ったグラフでも、点配置は大きく変化せず地理的な配置を保っているため、グラフ上の点と地域との対応関係が分かりやすく表現されていることが確認できる。

最小全域木では、首都・中京圏間は接続されておらず、中京圏は首都圏よりも近畿圏との間の交通量が大きいたことが示されている。なお、OD交通量上位の辺から選別するものの閉路

■表一 各近傍グラフのOD交通量データ表現割合

	最小全域木	相対近傍グラフ
表現辺数	41辺 (4.8%)	47辺 (5.5%)
表現交通量	63%	66%

を避けるため、OD交通量の大きさが第74位の岡山・香川間も選別し、全点を接続するグラフを構成している。

次に、相対近傍グラフ(図一2)では、最小全域木の辺選別結果に中京圏・静岡、首都圏・福岡、中京圏・富山、島根・鳥取、徳島・高知、新潟・富山の6辺が追加され、交通量の66%が表現されている。地理的配置上に辺を描いた図一2(a)では、例えば、新たに選別された首都圏・福岡間を結ぶ辺の近傍に中京圏、近畿圏、香川が位置するため接続関係が読み取りにくい。点・辺近接を緩和した図一2(b)では、点配置が改められた結果、誤解を生みにくい図となっていることが確認できる。

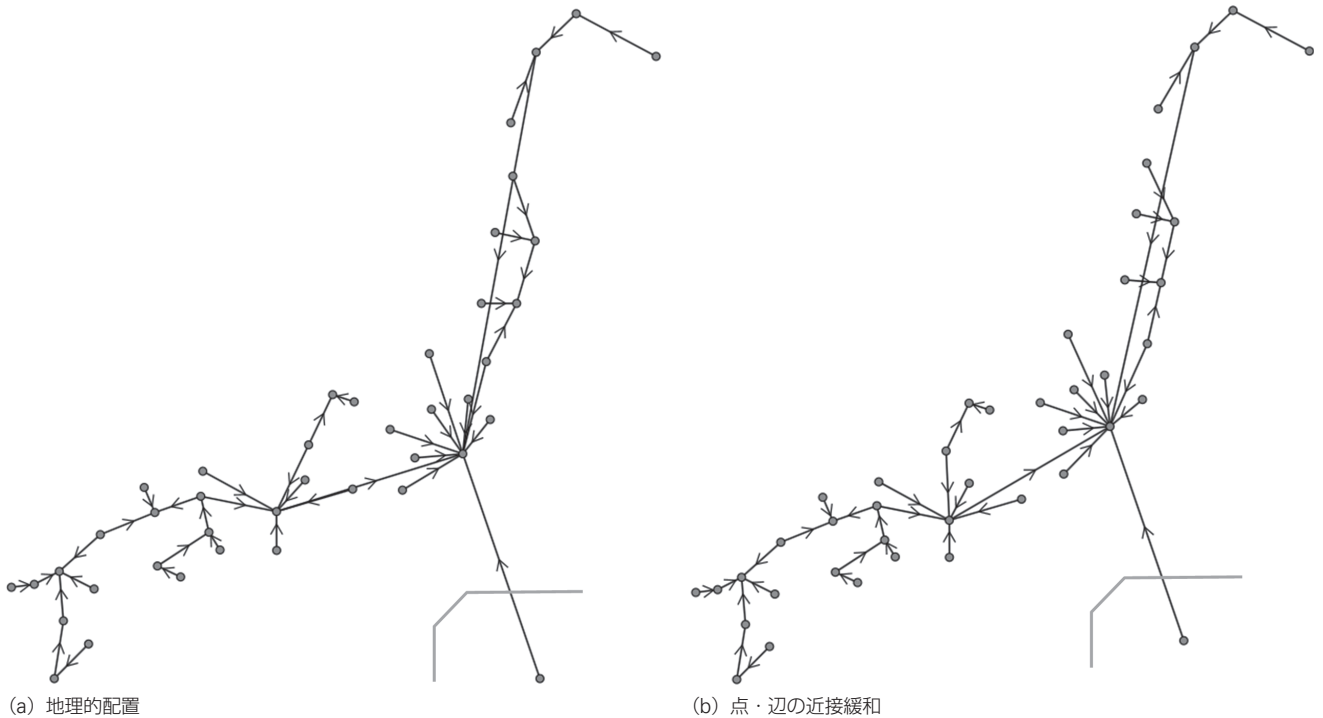
ここで、新たに選別された辺の中で最もOD交通量の小さい、新潟・富山を結ぶ辺に着目する。相対近傍グラフでは全体の5%強の辺しか選別しないにも関わらず、OD交通量第91位の同辺が選別されている。相対近傍グラフの辺選別は、新潟・富山間の交通量以上に、新潟と富山の双方に対して交通量が多い地域が存在しないことを示しており、相対的に新潟・富山間の交通量が多い事実を把握することができる。

以上のように、全国幹線旅客純流動調査データへの適用を通し、近傍グラフ作成の援用により表現するOD交通量データの段階的な選別が可能であること、また、カルトグラム作成の援用により点・辺の近接を緩和した読図性の高いグラフ配置が可能であることが示された。

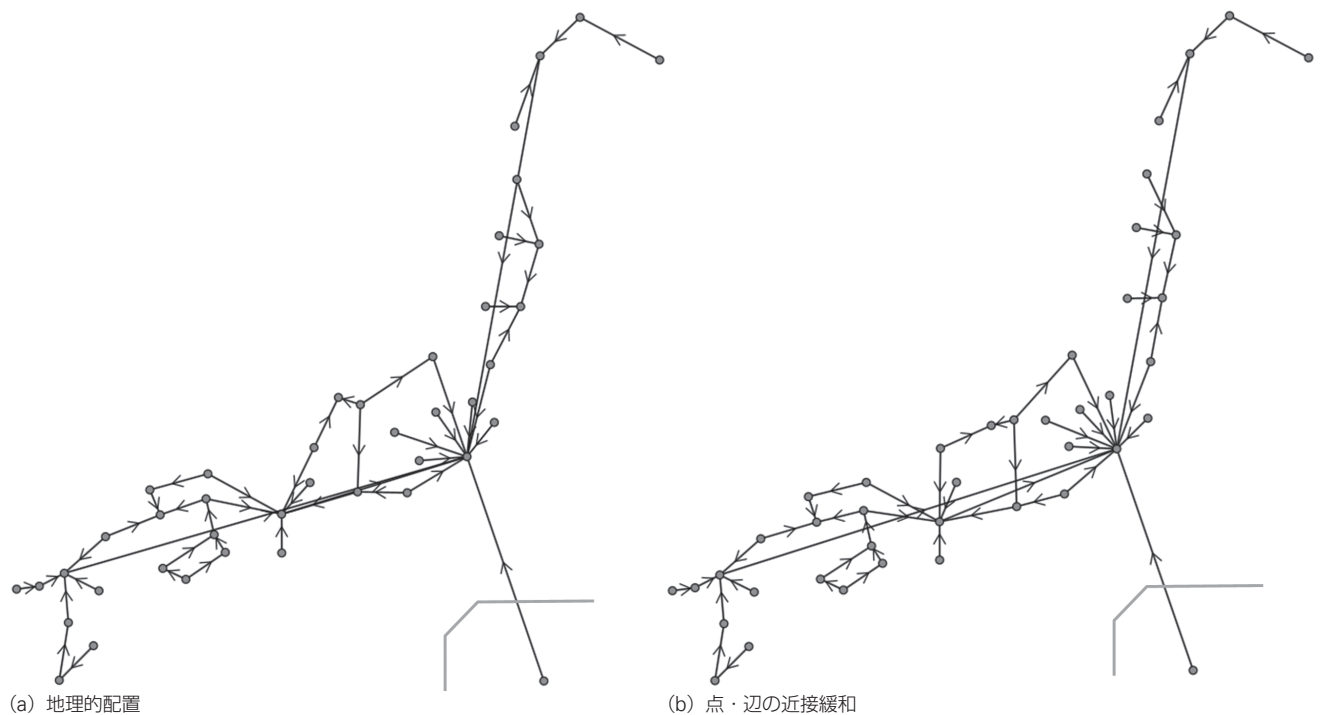
5——おわりに

本研究では、OD交通量データを視覚化するグラフの作成問題を、表現するデータを選別するグラフ決定問題、および、選別されたデータの視覚的表現を求めるグラフ決定問題に分割し、近傍グラフ作成・カルトグラム作成を援用した手法を提案した。その後、全国幹線旅客純流動調査データを用いて提案手法の適用可能性を確認した。

今後、相対近傍グラフ・ガブリエルグラフにより選別される辺の意味解釈を明確にすること、パーソントリップデータなどより大規模な交通ODデータ、情報・通信など交通以外のODデータへの適用可能性を検討することを通して、地域の依存関係・階層性の視覚化手法としての有用性を確認する必要があると考えている。



■図—1 最小全域木



■図—2 相対近傍グラフ

参考文献

- 1) 例えば、梶谷有三・下村光弘・田村亨・斉藤和夫[2002], “クラスター分析法による結節構造の視覚化に関する研究—札幌市の通勤交通を例として—1972-1983-1994—”, 『日本都市計画学会学術研究論文集』, Vol. 37, pp. 97-102.
- 2) 例えば、Prim, R.C.[1957], “Shortest connection networks and some generalizations”, *Bell System Technical Journal*, Vol. 36, pp. 1389-1401.
- 3) Toussaint, G.T.[1980], “The relative neighbourhood graph of a finite planar set”, *Pattern Recognition*, Vol. 12, No. 4, pp. 261-268.
- 4) Gabriel, K.R. and Sokal, R.R.[1969], “A new statistical approach to geographic variation analysis”, *Systematic Zoology*, Vol. 18, No. 3, pp. 259-278.

- 5) 例えば、杉原厚吉[2009], “近さに基づく諸グラフ”, 『なわばりの数理モデル—ポロノイ図からの数理工学入門—』, 共立出版.
- 6) 例えば、中野眞一・西関隆夫[1999], “グラフの自動描画”, 『電子情報通信学会誌』, Vol. 82, No. 2, pp. 175-180.
- 7) 例えば、土井淳・伊藤貴之[2004], “力学モデルを用いた階層型グラフデータ画面配置手法の改良手法とウェブサイト視覚化への応用”, 『芸術科学会論文誌』, Vol. 3, No. 4, pp. 250-263.
- 8) 清水英範・井上亮[2004], “時間地図作成問題の汎用解法”, 『土木学会論文集』, No. 765/IV-64, pp. 105-114.

荷主の内航海運利用の可能性に関する研究

荒谷太郎
ARATANI, Taro

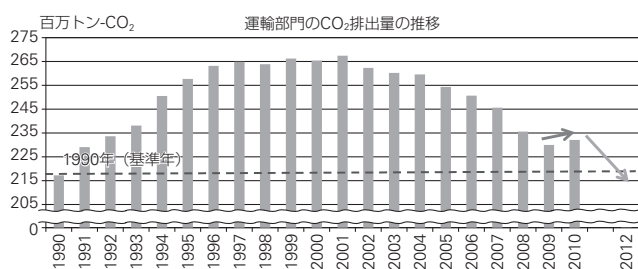
運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1——研究の背景と目的

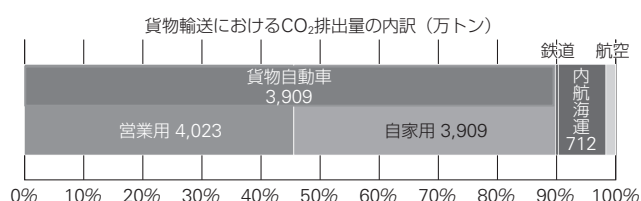
効率的で環境負荷の小さい社会を目指すため、物流関係者が連携して地球環境問題に対応することが求められている。特に京都議定書では、温室効果ガスの削減義務が課されているため、物流分野においてもCO₂排出量の小さい輸送機関への転換といったモーダルシフトの推進が行われている。

物流分野でのモーダルシフトは、1970年代頃エネルギー問題を背景にその重要性が認識され始めた。その後1990年頃にはトラック運転者の労働力不足の問題、1997年の京都議定書採択以降は地球環境問題を背景として、その重要性が謳われてきている。地球環境問題の対策では、京都議定書目標達成計画¹⁾において、2012年末までに1990年(基準年)から排出量6%削減を確実に達成すること、加えてさらなる長期的・継続的な排出削減を目指すこととして明記されている。しかしながら、図—1に示した運輸部門のCO₂排出量の推移を見ると、2009年までは順調に減少していたが、2010年では増加に転じている。2009年までの減少は経済不況の影響もあると言われており、経済が回復した際には再び上昇する恐れもある。

図—2は貨物輸送におけるCO₂排出量の内訳を示したものである。貨物輸送におけるCO₂の約9割が貨物自動車から排



出典：温室効果ガスイベントリオフィスの日本の温室効果ガス排出量データより作成

■図—1 運輸部門のCO₂排出量の推移

出典：温室効果ガスイベントリオフィスの日本の温室効果ガス排出量データより作成

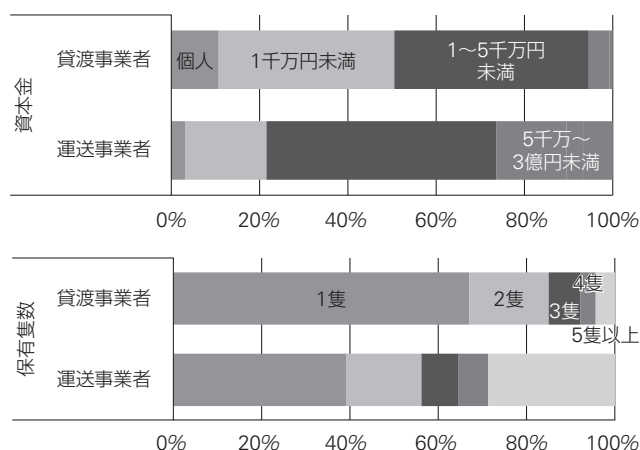
■図—2 貨物輸送におけるCO₂排出量の内訳(万トン)

出されており、CO₂排出量を削減する上では、排出量の多い貨物自動車から鉄道や内航海運へのモーダルシフトを進展させることが必要不可欠である。特に内航海運は1隻でトラック約160台分の貨物を運ぶことができ、輸送効率の高い輸送機関である。しかしながら内航海運業界は、物流業界でよく言われる荷主の優位性が強い業界となっている。そのため内航海運をより活用させるには、まず、荷主を選択されるための検討が必要である。

そこで、本研究は、荷主の内航海運利用の可能性を検討することを目的としている。その中で本稿では、わが国の貨物輸送のデータを用いた実態分析および荷主の輸送機関選択理由の動向把握を行う。

2——内航海運産業の実態構造と事業者数の推移

はじめに物流業界全体に言えることであるが、荷主は仕事を出す側、運送事業者は仕事を受ける側の立場であり、内航海運においても例外ではない。さらに内航海運では、運送事業者の他に船・船員を運送事業者に貸し出す貸渡事業者が存在しているため、内航海運産業は荷主、運送事業者、貸渡事業者のピラミッド構造になっていると言われている²⁾。内航海運事業者の実態を表すものとして、運送事業者および貸渡事業者の資本金別の割合と保有隻数の割合を図—3に示した。



出典：日本内航海運組合総連合会資料より作成

■図—3 運送・貸渡事業者の資本金および保有隻数の割合

資本金では、運送事業者および貸渡事業者の多くが5千万円未満の小規模な事業者であり、さらに保有隻数では、運送事業者は半分以上が2隻以下、貸渡事業者は7割弱が1隻しか保有していないことがわかる。このような小規模な事業者は、船舶の有効活用が行えず、事業者間で競争が働きにくい、輸送サービスの質の高度化や新たなサービス展開が難しく、荷主が内航海運を利用しにくい状態になっている可能性がある。

3——内航海運の実態

3.1 内航海運の特徴

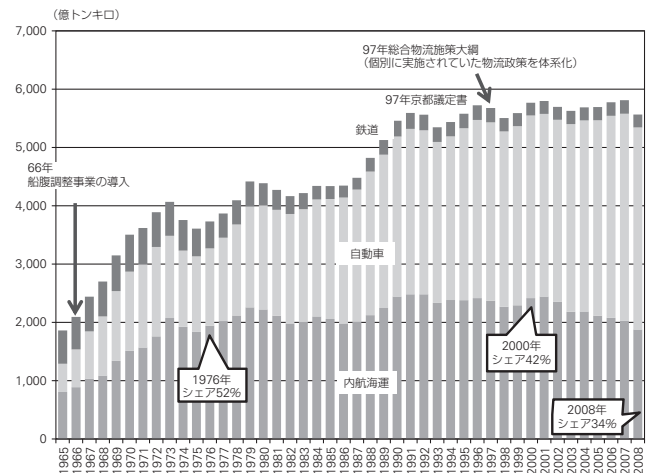
内航海運へのモーダルシフトを検討する際の貨物流動の実態や、品目別の特性などの基礎的な実態について統計データを用いて把握する。

図—4は、輸送機関別の輸送活動量(トンキロ)の推移を示している。自動車の輸送活動量は年々増加しているが、内航海運の輸送活動量は2000年をピークに近年では減少傾向である。分担率を見ても1976年は内航海運のシェアが52%であったが、2001年には42%、2008年には34%となり、減少傾向となっている。次に、どの品目で内航海運の輸送活動量が減少しているのかを明らかにするために、2000年と2010年の内航海運による品目別輸送活動量の変化を表—1に示した。増減量でみると、雑工業品(製造工業品等)の輸送のみ増加しており、他の品目においては全て減少している。減少率では、農水産品および軽工業品の減少が大きいことがわかる。

図—5は、内航海運の地域間流動が多い順に上から示し、その品目の内訳を示したものである。1番多いのは、中国—九州、2番目は関東—九州、3番目が近畿—中国であり、九州や中国地方との地域を結ぶ流動が多いことがわかる。また、流動量順に10番目まで確認すると、内航海運による輸送は瀬戸内海周辺および太平洋側で盛んであり、日本海側の輸送は少ない。これらの流動地域の中で多い品目は、鉱産品、金属・機械工業品、化学工業品である。しかし、その割合は地域間によってばらつきがみられ、中国—九州、近畿—九州では鉱産品が、中部—九州、関東—近畿では金属・機械工業品が、中国—四国、東北—関東、関東—中部は化学工業品が多くを占めている。

3.2 トラックと内航海運の分担率の拮抗状況の実態

トラックと内航海運の分担率の拮抗状況の実態では、地域間のトラックと内航海運の分担率がどの程度拮抗しているのかを明らかにすることで、モーダルシフトの可能性およびモーダルシフトを進展させるための検討を行う。



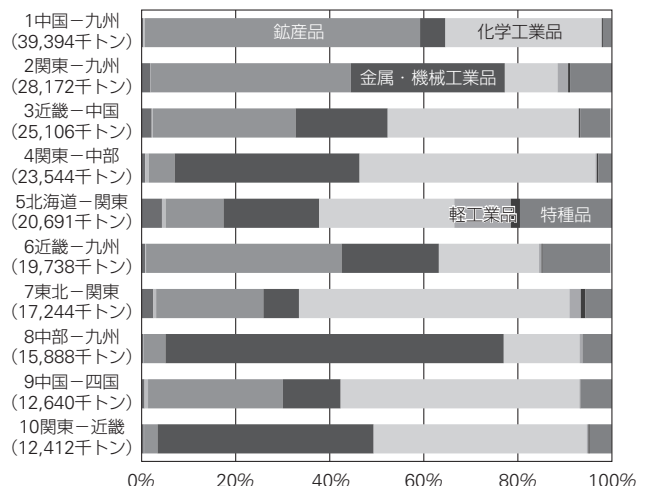
出典：鉄道統計年報、自動車輸送統計年報、内航船舶輸送統計年報より作成

■図—4 輸送機関別の輸送活動量(トンキロ)の推移

■表—1 内航海運による品目別輸送活動量の変化

品目	2000年 (百万トンキロ)	2010年 (百万トンキロ)	増減量	増減率
農水産品	2,704	1,176	-1,528	-57%
林産品	1,679	1,224	-455	-27%
鉱産品	71,073	44,554	-26,519	-37%
金属機械工業品	37,670	31,595	-6,075	-16%
化学工業品	92,427	71,995	-20,432	-22%
軽工業品	5,009	2,167	-2,842	-57%
雑工業品	13,210	17,317	4,107	31%
特種品	17,695	9,860	-7,835	-44%
その他	1,998	6	-1,992	-97%
合計	241,671	179,898	-61,773	-26%

出典：内航船舶輸送統計年報より作成



出典：平成21年度貨物地域流動調査より作成

■図—5 内航海運の地域間流動量と品目内訳

まず、本分析ではモーダルシフト対象貨物といわれている16分類(穀物、野菜・果物、その他農産品、畜産品、水産品、木材、金属製品、機械、紙・パルプ、繊維工業品、食料工業品、日用品、その他製造工業品、金属くず、動植物性飼肥料、その他特種品)について分析を行い、その他の品目も概観するために全品目9分類(農水産品、林産品、鉱産品、金属・機械工業品、

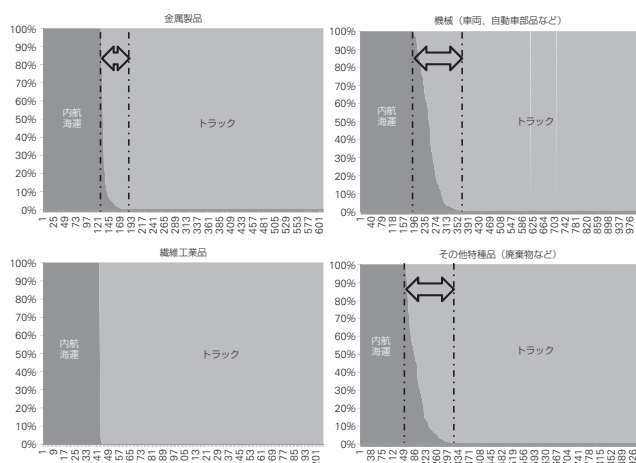
化学工業品、軽工業品、雑工業品、特種品、その他)における分析も行った。

図一6は、縦軸に分担率、横軸に県間OD(図では番号コード)をとり内航海運の分担率が高い順に左から並べたもの(一部抜粋)である。矢印で示した幅が広いほど、分担率が拮抗していることを示している。品目によって分担率の拮抗状況が異なっており、機械(車両や自動車部品等)やその他特種品(廃棄物)は拮抗している県間ODが多いが、繊維工業品はほとんど拮抗している県間ODがなく、マーケットが2分されている。次に、全品目9分類における分類を示したものが図一7(一部抜粋)である。この図をみると、鉱産品、化学工業品、金属・機械工業品は拮抗している県間ODが多いが、雑工業品をみると、拮抗している県間ODが一部に限られ、多くの県間ODにおいてトラックによる輸送が行われている。これら図一6、図一7について、分担率の拮抗状況を品目毎に整理したのが表一2である。これを見ると、多くの県間OD、一部の県間ODで分担率が拮抗している品目、全く分担率が拮抗していない品目に分けられ、拮抗している品目に関して

は、モーダルシフトの可能性が高い品目と考えられ、拮抗している県間ODにターゲットを当てて、輸送サービス面からの検討などを行っていく必要がある。一方、拮抗していない品目に関しては、モーダルシフトの可能性は低いと考えられるが、拮抗している県間ODが少なくても施策を行っていくことが重要であり、マーケットの違いや工場の立地と流動の関係など、モーダルシフトが進まない根本的な原因を分析する必要がある。

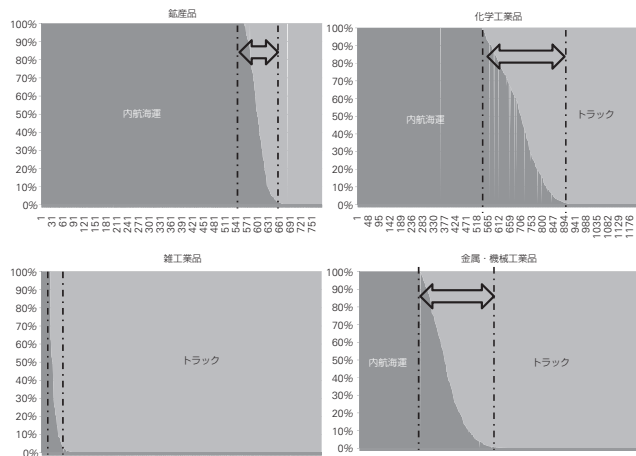
■表一2 品目別の分担率拮抗状況の整理

	モーダルシフト 対象貨物	全品目9分類
多くの県間ODで 分担率が拮抗	機械 その他特種品	農水産品 鉱産品 金属機械工業品 化学工業品 特種品
一部の県間ODで 分担率が拮抗	穀物 野菜・果物 その他農産品 畜産品 水産品 木材 金属製品 紙・パルプ 食料工業品 その他製造工業品 金属くず 動植物性飼肥料	林産品 軽工業品 雑工業品
県間ODで分担率が ほぼ拮抗していない	繊維工業品	



出典：平成21年度貨物地域流動調査より作成

■図一6 モーダルシフト対象貨物の分担率拮抗状況(一部抜粋)



出典：平成21年度貨物地域流動調査より作成

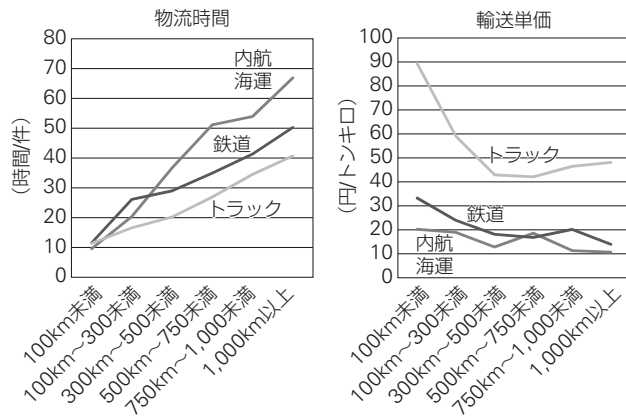
■図一7 全品目9分類による分担率拮抗状況(一部抜粋)

4——貨物輸送サービスと荷主の輸送機関選択理由

4.1 貨物輸送サービスの実態

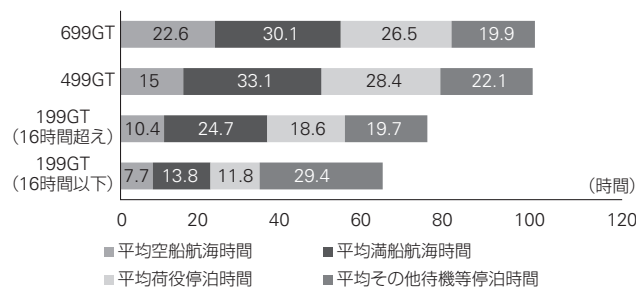
貨物輸送サービスの実態では、輸送機関別に物流時間および輸送単価の違いがどの程度あるのかを明らかにし、内航海運のサービス面での問題点を示す。

図一8は、距離帯別の物流時間および輸送単価を示している。ここでいう物流時間・輸送単価は、貨物が出荷されてから届先地に到着するまでの時間(積み替え時間含む)・価格を示している。物流時間(図一8左)をみると、300km以上からトラックと内航海運の差が開き始め、1,000km以上では、内航海運の物流時間はトラックの約1.7倍となっている。このように内航海運の物流時間が長い要因の一つとして、航海時間や荷役時間の長さが挙げられる。図一9は、船腹量(船舶の大きさ)別の内航海運の航海時間、停泊時間の構成を示したものである。荷役の停泊時間、その他待機等停泊時間が長く、海上輸送時間の約1.5倍から3倍近くの差がある。つまり航海時間よりもこれらの停泊時間が長いことが、内航海運の物流時間が



出典：第9回全国貨物純流動調査結果より作成

■図—8 距離帯別の物流時間および輸送単価



出典：(財)運輸政策研究機構「内航海運コスト分析調査報告書 2007年」より作成

■図—9 船腹量別の航海時間の内訳³⁾

長い一つの要因であると考えられる。

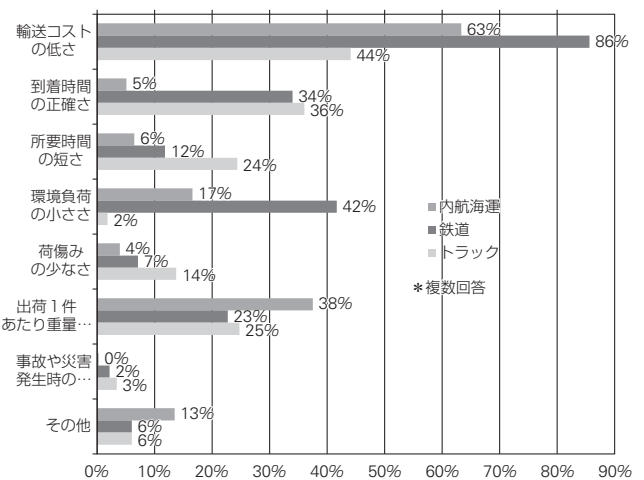
次に輸送単価(図—8右)を見るとトラックは短距離の輸送単価が高く、長距離になるにつれて安くなる傾向がみられる。内航海運・鉄道は都市間距離に関わらず同じ傾向を示している。そのため、トラックとの輸送単価の差は100km未満では、約70円/トンキロであるが、500km以上になると約30円/トンキロにまで縮まっている。

4.2 荷主の輸送機関選択理由

荷主はどのような理由で輸送機関を選択しているのかを明らかにするために、代表輸送機関別にみた荷主の輸送機関選択理由を図—10に示した。トラックを選択している理由は、輸送コストの低さが43%と最も多く、次いで到着時間の正確さ36%、出荷一件当たりの重量に適合25%、所要時間の短さ24%となっている。さらに荷傷みの少なさに着目すると、トラックが14%と他の輸送機関より多くなっている。一方、内航海運を選択している理由は、輸送コストの低さが63%と最も多く、次いで出荷一件当たりの重量が38%となっている。

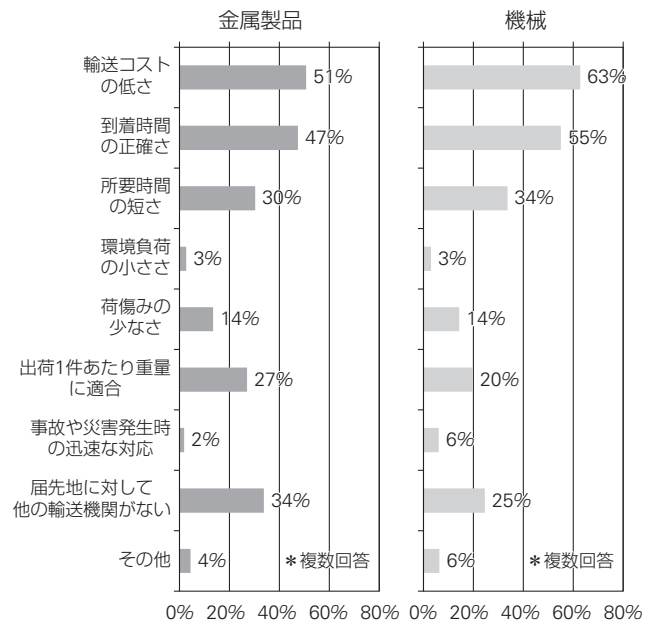
つまり内航海運に不足しているサービスとしては、到着時間の正確性と所要時間の短さであるといえる。

次に図—11に、品目別にみた輸送機関の選択理由(一部抜粋)を示した。一部の県間ODのみで分担率が拮抗している金属製品と多くの県間ODで分担率が拮抗している機械(車



出典：第9回全国貨物純流動調査結果より作成

■図—10 代表輸送機関別の輸送機関選択理由



出典：第9回全国貨物純流動調査結果より作成

■図—11 品目別の輸送機関選択理由

両、自動車部品など)を比較すると、分担率の拮抗している品目の方が、輸送コスト、到着時間の正確さ、所要時間の短さを重視していることがわかる。

このように、トラックを選択している理由では、輸送単価、物流時間の短さ、到着時間の正確さを重視している傾向にあり、内航海運が利用されるには、これらの項目に対して、どこまで対応出来るのかが重要であるといえる。

5—まとめ

本稿では、モーダルシフト進展へ向けた荷主の内航海運の利用可能性を検討する上で、内航海運の特徴整理、内航海運輸送の実態把握および輸送モードを決定している荷主の意識の把握を行った。

内航海運の特徴としては、内航海運小規模事業者が多い、輸送活動量が年々減少(トラックは増加)している、地域間の輸送では瀬戸内海および太平洋側が多いといったことが挙げられる。さらに、モーダルシフトの可能性としては、品目別に分担率の拮抗状況が極端に異なり、それぞれに合ったモーダルシフト施策が必要であるといえる。

荷主が内航海運を選択するようになるためには、運賃、所要時間はもちろんのこと、その他(定時性や荷傷みなど)にどこまで内航海運が対応出来るのかが重要である。モーダルシフトを急速に行っていくことは難しいが、拮抗している県間ODが少ない品目にも着目をし、様々な施策を行っていくことが重

要であるといえる。

今後は、モーダルシフトの可能性のある品目の県間ODに着目したより詳細な分析を行っていくこと、荷主の意向を考慮した輸送機関選択理由の要因分析、さらにはモーダルシフトの成功要因、失敗要因の分析を行い、内航海運利用へ向けた施策の提案を行う予定である。

参考文献

- 1) 環境省[2008],「京都議定書目標達成計画」。
- 2) 国土交通省海事局[2003],『内航海運ハンドブック』,成山堂書店。
- 3) 財団法人運輸政策研究機構[2007],「内航海運コスト分析調査報告書」。

混雑空港の容量拡大による騒音影響とその負担のあり方に関する研究

平田輝満
HIRATA, Terumitsu

運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1——研究の背景と目的

首都圏空港では成田・羽田空港の拡張事業により大幅な発着容量拡大が達成されつつある。一方で、アジアを中心とした国際需要の伸び、LCC参入による新規需要の創出、新型の小型機材による多頻度化と路線開設、またピーク時間帯の需給逼迫への対応など、中長期的な容量拡大ニーズも依然存在すると考えられる¹⁾。これに対し運輸政策研究所では過去に羽田空港のさらなる容量拡大方策について技術検討を行い、新規滑走路整備による大幅な容量拡大には現在は原則使用していない東京都心上空飛行ルート²⁾の開放が必要不可欠であることを示した¹⁾。しかしながら都心上空利用は騒音影響からいわばタブー視されてきている。現状の羽田空港発着便の航空機騒音をみても、千葉方面にその負担が偏っている問題が従来から存在し、首都圏全体での騒音の分担の必要性が指摘されることも多い^{注1)}。騒音面だけではなく航空機の運航や管制の運用面からみても特定の空域に増加する交通流が集中し、その業務負担が高まっている。一方、成田空港では長年の問題を乗り越え年間発着回数30万回化に向けた地域合意がなされ、その過程では従来は騒音影響を考慮して使用してこなかった空域を開放し航空管制の運用制約の緩和により空域混雑を軽減している²⁾。空港の容量拡大に対して空港と地域が一体となって取り組む姿が見られ、羽田空港とは対照的に映る。航空機の低騒音化が進展した今、首都圏の空域全体の有効活用による騒音の広域分担と容量拡大、また管制負担軽減に向けて、都心上空の活用可能性についても改めて議論をする必要があると考えられる。

以上を背景に、本研究では、海外混雑空港における航空機騒音への政策対応、特に騒音の分散や公平負担の実施状況を調査し航空機騒音の負担のあり方について考察するとともに、羽田空港の既存ストックを対象に都心上空利用による騒音分散と容量拡大方策に関して検討した。

2——海外混雑空港における騒音分散と公平負担の事例

空港近傍では特定の地域に騒音を閉じ込め騒音暴露人口を最小化し、そこに騒音対策を集中的に行うことが通常であると思

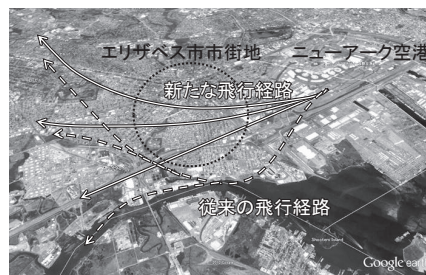
われる。一方で、騒音の広域分散・公平負担を志向している空港も存在しており、本研究では世界の2大混雑空域であるニューヨークとロンドンに加え、積極的な騒音の広域分散を実施してきたシドニーの事例を紹介する。騒音分散という視点以外にも従来使用していなかった空域の開放という視点でも事例紹介をする。

2.1 ニューアーク空港における離陸経路分散と容量拡大

ニューヨーク首都圏空域では航空機の混雑による深刻な遅延問題などを解決するために2007年から大規模な空域再編を実施している(詳細は別稿³⁾を参照)。この中でニューアーク空港(EWR)やフィラデルフィア空港において遅延削減のために、新たに複数の離陸経路を設定し容量を拡大している^{注2)}。EWRでは従来は市街地(City of Elizabeth:人口約12万人)の中心を避けて飛行経路を設定していたが、空域再編に伴い離陸直後の飛行経路を市街地中心にも設定した(図一)。ただし、それら地域の騒音軽減のために新たな離陸経路はピーク時間帯など遅延が拡大した時に限定して使用している。

2.2 ヒースロー空港におけるRunway Alternationと制約解消による騒音負担の公平化

ロンドンのヒースロー空港(LHR)は世界でも有数の混雑空港であり、2本の平行滑走路を有している。通常は1本の滑走路を離着陸共用(Mixed-mode)で運用した方が容量を増やせるが、LHRではそれぞれを離陸専用、着陸専用で離着陸を分離して運用している。これは騒音対策上の理由であり、毎日15時に離陸滑走路と着陸滑走路を交代し、空港近傍の飛行経路直下の地域に対して1日の半分の時間は航空機騒音から解放される時間(Respite Period^{注3)})を提供している。これを

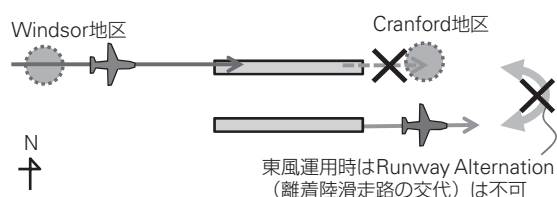


■図一 ニューアークにおける離陸経路分散と容量拡大

滑走路交代運用方式(Runway Alternation, 以降Rwy.Alt.)と呼んでいる。ここで、航空機は基本的に向かい風で飛行するため風向きが変わると滑走路の運用方向も変わることになるが、このRwy.Alt.は西風運用時のみで、東風運用時には実施されていない。これは1950年代から長く続く Cranford 合意(Cranford Agreement, 以降Cran.Agr.)の存在が影響している。この合意は、北側滑走路の西方直近に位置する Cranford 地区の上空は騒音影響の大きな離陸経路として使用しない、とするものである(図-2)。このため東風運用時には北側滑走路から西側への離陸ができないためRwy.Alt.もできず、例えば北側滑走路の東方に位置する Winsdor 地区の上空などは東風運用時には常に着陸経路となり Respite Period も提供されないことになる。しかし、東風運用時にも Rwy.Alt.を行うことで騒音のより公平な負担を実現することを目的として2009年1月に当該合意を解消することを決定した。この背景には2003年の英国航空白書(The Future of Air Transport White Paper^{注4)})で整備の必要性が指摘されたLHRの第3滑走路に関して、その後の3年間の技術検討(Project for the Sustainable Development of Heathrow), 2007~2008年にかけての大規模なコンサルテーション(市民協議)を経て、2009年1月に第3滑走路建設を政府がサポートする決定を下したことがある⁴⁾。この一連の検討の中でCran.Agr.の解消も議論がされていた。2010年の政権交代で第3滑走路計画はキャンセルされたがCran.Agr.の解消決定は引き継がれた^{注5)}。

なお、旧政権で検討したLHRの拡張プロジェクトの中では現有滑走路へのMixed-modeの導入による容量拡大方策も検討されたが、Rwy.Alt.による Respite Period 提供が無くなることを問題視し、Mixed-modeは実施しないことを決めた。ここでも特定地域への騒音集中を回避し、むしろ第3滑走路により騒音を広域分散する姿勢が見られる。

現政権ではロンドンを含む英国の南東地域の空港政策に関して明確な長期ビジョンを未だ策定していないが、LHRの混雑解消対策として2011年から「Operational Freedoms Trial⁵⁾」という現滑走路の運用自由度向上実験を行っている。これは旧政権でも検討されていた運用ではあるが、遅延拡大時や容量低下時に限ってMixed-modeに近い運用を行うものである。従来も上空待機による到着機の遅延拡大時には



■図-2 Cranford Agreementによる運用制約

2本の滑走路への着陸を実施してきており、上記トライアルでは運用の自由度をさらに上げている^{注6)}。このように、LHRでは騒音負担をより公平にしながらも、運用制約の一部緩和による容量拡大(遅延軽減)も検討、試行している。

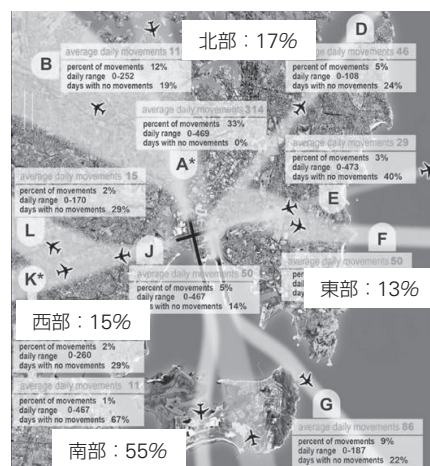
2.3 シドニー空港における Noise sharing^{6), 7)}

シドニー空港(SYD)は空港南部がボタニー湾に面している一方で、他の方面は市街地に非常に近接している。そして90年代半ばの第3滑走路問題を契機とした航空機騒音の社会問題化を背景に、騒音を極力広域に分散し、薄く広く共有する政策(Noise sharing)を実行してきている。

SYDは1993年以前、2本の交差滑走路を有する空港であったが、1994年に南北平行滑走路を供用開始し容量拡大を行った。しかしながら、それまでは東西南北に比較的均等に騒音が分散されていたが、南北の平行滑走路が主に使用されることとなり、当然ながら空港北部地域に騒音が集中し北部住民の反対運動が激化した^{注7)}。95年に上院の特別委員会からの報告書^{注8)}を受け、その後、96年に政府からの指示に基づき Airservices Australia(航空管制会社)が東西滑走路の使用頻度の増加を含めた長期運用計画(Long Term Operating Plan: LTOP)に関する技術検討を行い、LTOPを策定した。1997年から本格的にLTOPに基づく滑走路運用が始まった。

このLTOPの基本方針としては、3本全ての滑走路を活用、空港南部のボタニー湾と非住居エリアの飛行経路を最大限活用、そして、居住エリア上空の飛行による騒音については「公平に負担する(fairly/equitably shared)」などである。

図-3に現状のSYDの離着陸経路のイメージ図を示す。着陸経路は技術的に分散することが難しいため滑走路の延長方向に直線的に伸びているが、自由度の高い離陸経路は着陸で使用する経路位置も考慮しながら極力広域に分散する



出典：Sydney Airport Master Plan 2009

■図-3 シドニー空港の飛行経路のイメージと方面別使用比率の目標

ように設定されている。また、LTOPで定められている各方面の空域の使用比率の目標を図中に付記しているが、気象条件などを考慮しながら陸域の方面別使用比率が極力公平になるように目標が設定されている。この飛行経路の分散を行うために、SYDでは10種類の滑走路運用方式を使用している。主要な方式としては大きく2種類あり、南北平行滑走路のみを使用し処理容量の高い「Parallel Mode」と、東西滑走路も併せて使用する「Noise Sharing Mode」である。後者は飛行経路を分散できる一方で交差滑走路の運用となるため滑走路全体の処理容量が低下する。そのためNoise Sharing Modeは早朝・昼間帯・夜間のオフピーク時に使用している^{注9)}。運用方式の選択においては、Parallel Modeで騒音が集中する南北地域に極力Repit Periodが提供することが考慮される。

さて、滑走路の運用方式は、通常、気象条件や交通量に応じて選択されるが、SYDはこれら条件に加え騒音の公平な分担が条件に加わる。気象条件と交通量はそれぞれ安全性、効率性に対応するため、これら条件を満たした上で騒音といった環境面の考慮がなされる。SYDでは滑走路運用方式の選択を行う航空管制官に対する支援システム(TARDAS:The Advanced Runway Decision Advisory System)を活用している^{注10)}。これは、気象条件や交通条件、さらに過去の短期および長期の運用履歴を参考に、Noise sharingの目標を達成するための滑走路運用方式選択について管制官に自動的に推奨するシステムである。

使用滑走路の実績も常にモニターし評価が行われている。最近の結果をみると北部に騒音影響が多少偏っており、気象条件などに応じて必ずしも目標を達成できているわけではないようである。重要な要因として航空需要の増加も挙げられる。SYDでは騒音対策上、時間発着回数を80回に制限しているため、ピーク時の需要が拡大すると前後の時間帯に需要がにじみ出ることも影響し、Noise Sharing Modeを使用できるオフピーク時間が減少する。2012年3月には独立検討委員会からシドニーエリアの空港容量に関する報告書⁸⁾が提出され、その中では短期的には時間容量制約の緩和によるNoise sharing能力の強化や、長期的には第2空港建設の可能性に関して提言がなされている。

最後にSYDの航空機騒音に関する近年の評価例を紹介したい。1つ目は政府の空港担当者の評価であるが、「Noise sharingという環境正義のコンセプトは広く受け入れられるようになってきた。騒音に関して「受容できるか?」から「公平か?」という問いに変化してきた。騒音の絶対量より相対的な量に、共通した関心が置かれている⁹⁾」との評価であり、象徴的な文章であると思われる。もう1つは政府の白書¹⁰⁾で、「空港から離れた地域からの騒音苦情や対策要望が増加、発着回数の増加によりRespite時間の減少が苦情の原因になっている」などの評価がなされている^{注11)}。

2.4 海外事例のまとめ

以上、限られた事例からではあるが、特徴的な点としては、従来は使用を避けていた市街地上空空域を開放し容量拡大や騒音の公平な分担を志向している空港が存在すること、また、追加的な騒音負担を伴う飛行経路の分散や容量拡大を実施する際にはピーク時・遅延拡大時・容量低下時など時間を限定していることが多いこと、などが挙げられる。全体的には、今後、航空交通量が増加する中、特定の地域や空域に騒音・飛行経路を閉じ込め続けることが、環境正義上、安全上、望ましいか、また、さらなる容量拡大の検討時などには従来からの制約の緩和も検討する必要性が高まっているのではないだろうか、といったことを改めて考えさせられる事例である。

3——都心上空活用による羽田空港の騒音分散と容量拡大方策に関する一考察

3.1 都心上空利用の検討で考慮すべき特性と本研究の視点

本章では、上記海外事例も参考に、従来から原則として使用されてこなかった都心上空空域の活用による羽田空港の騒音分散と容量拡大方策に関して、既存ストックの活用を前提に検討する。

まず都心上空活用において検討すべき主な特性を挙げる。まず、(1)空港の北部・西部が市街地に近接しているため離着陸経路が低高度となり、環境基準上、都心上空の発着回数を大幅に増加することは困難である点である。また、(2)南風運用時の到着ルートが特に千葉上空に集中すること、容量面でも北風運用時に比べ南風運用時の容量制約が厳しいと考えられる¹⁾ことから、南風運用時を対象とした検討が重要である。その他、本稿では詳細に検討はしていないが、(3)羽田空港に近接する横田・百里空域、成田空域(セクター)との調整が必要であり、特に軍の基地機能との共存方法の検討が必要であることや、(4)都心の地上物件と制限表面の関係について検討が必要であること、(5)現状の方面別滑走路方式による制約を含む広域の空域設計と飛行方式設計に関わる検討、などが挙げられる。

ここで、環境基準となる騒音指標は航空機の単発の騒音の大きさと発生回数(および発生の時間帯)が考慮されるが、これら点から(1)の特性に対しては、大きく2つの対応が考えられる。1つ目は都心上空経路を使用する機数の制限、2つ目は小型機・新型機などの低騒音機材に限定した使用である。前者の機数制限には、①時間発着回数を制限して終日使用、②時間発着回数は大きい時間帯を限定して使用、③都心上空の中で経路を分散、の3つの方法が考えられる。本研究では海外事例も参考に、まとまったRespite時間を提供できる②の時間限定および③の経路分散の視点から考察した。

時間限定の都心上空活用については使用頻度と発着枠設定

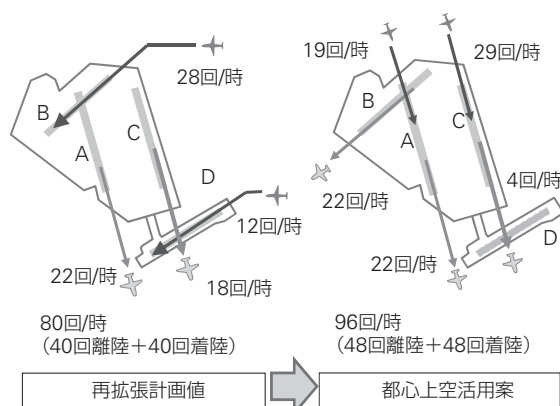
の点から2つの方法がある。1つは「固定型」で、毎日決まった時間帯で都心上空を固定的に活用する方法であり、発着枠の拡大も可能である(毎日といっても今回の例でいえば南風時のみ都心上空を使用)。もう1つは前述の海外事例で実施している「状況依存型」で、遅延拡大時や悪天による容量低下時などのサービスレベル低下時に活用する方法である。または使用頻度はさらに少なくなるがインシデント発生時の代替的滑走路運用方法として活用する方法(地震やバードストライクなどへの緊急対応)も考えられ、いづれにしても発着枠の拡大はせずに状況に応じてサービスレベル維持のためのバッファ容量としての活用である。次節では「固定型」を前提に検討を行った結果を示す。

3.2 都心上空活用による羽田空港の容量拡大方策と騒音影響

南風時に都心上空等を活用した羽田空港の容量拡大方策の一例を図一4に示す。都心上空等を活用すると南北の平行滑走路であるA・C滑走路に北側から直線的に進入が可能となり、さらに川崎方面にB滑走路から離陸が可能となる。これらの飛行経路を活用し、離着陸機の順序付けを一定程度戦略的に行うことで、計算上、時間発着回数を最大で2割(+16回/時)増加させることができる^{注12)}。なお、同様の方法で計算すると、北風時は現状の飛行経路を前提に同程度の容量拡大が可能であり(A滑走路からの北側離陸、いわゆるハミングバードも実施)、北風時はこの運用を前提とする。

次に、この滑走路運用方法を使用する時間の長さを変化させた際の騒音影響を評価した。騒音評価は米国連邦航空局(FAA)で開発され海外で広く使用されている Integrated Noise Model (INM) version 7.0を使用した。評価指標としてはWECPNL^{注13)}を使用した。騒音評価の際の各種パラメータについては、基本的には評価としての安全側(騒音評価値を大きく見積もる側)で設定しているが、設定を簡略化しているため、あくまで参考の騒音影響(コンター図)である^{注14)}。

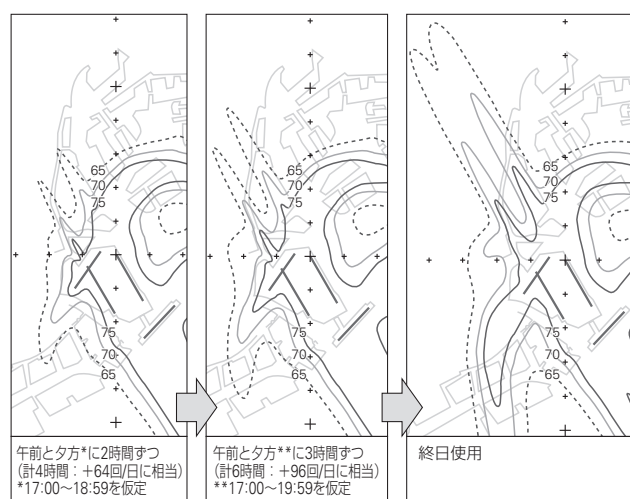
図一5は時間限定で都心上空活用案を使用した際の騒音コンターである。4時間/日(+64回/日の容量増加に相当)と6



■図一4 都心上空活用による容量拡大方策

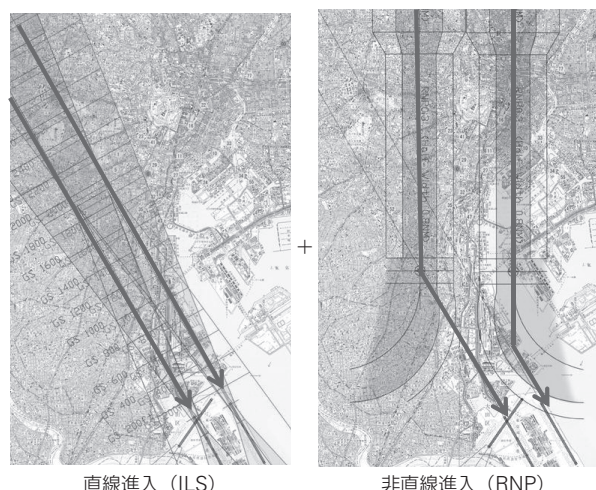
時間/日(+96回/日の容量増加に相当)の活用ケース^{注15)}、そして参考として終日活用したケースの比較をしている。この結果から終日活用では内陸部に環境基準を超えるエリアが発生するが、上記程度の時間限定をすれば都心方面の環境基準を十分に満たせる可能性があることが分かる。ここで、都心上空を活用している時間帯は千葉上空の到着ルートの使用を回避できるため、その時間は千葉にRespite時間が提供でき、騒音影響の軽減が可能となる。

次にこの時間限定方式に加え都心上空経路の分散方式を併用したケースを検討した。図一6に示すとおり直線進入方式に加えて都心上空を使用する時間の半分以上を非直線進入方式にする経路分散を考えた^{注16)}。図一7に6時間/日の時間限定ケースにおいて経路分散の有無による騒音コンターの相違を示す(コンターの差を分かりやすくするためWECPNL60まで図示)。滑走路端の比較的近傍から経路分散されているC滑走路進入経路では特に騒音分散が促進されている様子が分か

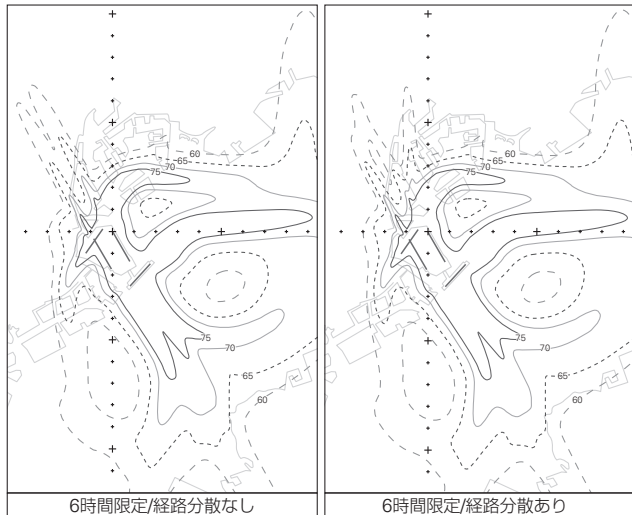


注：図中の騒音コンターは内側からWECPNL値75、70、65を示す(75：商業地域等の基準、70：住居地域等の基準、65：参考の値)。図一7ではもう一つ外側に参考の値としてWECPNL値60を示している。北風運用時はハミングバード以外は都心上空は使用しない。

■図一5 時間限定の都心上空活用時の騒音コンター



■図一6 都心上空の経路分散の例^{注14)}



■図—7 経路分散による騒音コンターの变化

る。また、以上の騒音影響評価結果からは、今回仮定した運用では都心方面の騒音影響は騒音指標の上では千葉県飛行経路直下(海岸付近)と同程度であることも分かる。

3.3 まとめ

羽田空港は市街地に近接していることから内陸の発着回数を限定する必要性が高く、時間限定方式やバッファ容量としての活用は一つのオプションであると考えられる。今回は再拡張後の計画値より時間容量の拡大できる滑走路運用方法を前提として検討したが、一方で、時間容量の拡大を前提としない騒音分散対策としてのだけの都心上空活用では、より様々な滑走路運用方法のオプションが考えられるであろう。

4—おわりに

本研究では首都圏における航空機騒音の分散と容量拡大へのニーズを背景として、まず、海外混雑空港の事例紹介から航空需要の増加に対して騒音を広域で公平に負担するコンセプトを打ち出す空港の存在、そのための空域開放の決断、新たな騒音負担が生じる際の滑走路運用方法などについて紹介した。これらは混雑空港一般に参考となる事例であると思われる。続いて、都心上空を活用した羽田空港の騒音分散と容量拡大方策(既存ストック活用)の一つのオプションとして、時間限定型・経路分散型の運用方法と騒音影響について提示した。

注

- 注1)千葉の騒音も環境基準は十分クリアしており、騒音基準を超えない騒音の分担問題であると言える(生活水準の向上とともに従来は問題にならなかった騒音レベルに対する不満が顕在化する傾向がある)。
 注2)Fanned Departureとも呼ばれ、15度以上分岐する複数の離陸経路を交互に使用すると離陸時の最低安全間隔が短縮できる。
 注3)「Respite」は「一時中断、小休止」といった意味。

- 注4)英国の白書は政府の長期ビジョンやインフラ整備の基本方針を示す。
 注5)東風運用時のRunway Alternationは北側滑走路から東方へ離陸するための誘導路整備が完了した後に実施予定となっている。
 注6)詳細は割愛するが、2本滑走路への着陸や離陸ができるトリガーの緩和(基準となる遅延時間の縮小、強い向かい風による容量低下時など)や、プロアクティブ対策として後方乱気流による容量低下の影響が大きなA380の離陸滑走路への着陸実施などを実施。
 注7)この背景には環境影響評価書(EIS)作成段階におけるプロセスや騒音影響評価指標の分かりにくさが問題視されていたこともある。
 注8)国民党(第3政党)の働きかけにより上院の航空機騒音に関する特別委員会が騒音問題に関して調査報告書を提出。その後、新政権(自由党・国民党)からの指示でAirservices Australiaは多くの関係主体が参画するTask Forceを組織し、滑走路や空域運用の技術検討、騒音影響の評価と負担方法の検討を実施。その後コンサルテーションを経て31のRecommendationからなるLTOPを策定。
 注9)特に早朝夜間は騒音に敏感な時間帯であり、この時間帯は極力公平に騒音を分担することが望ましいとしているため、運用はこれに対応しているともいえる。
 注10)これは米国ボストンのローガン空港で使用されてきた優先滑走路選択支援システム(Preferential Runway Advisory System)を参考に開発された。
 注11)その他、騒音軽減のための飛行経路(迂回経路)はCO₂排出の面では望ましくなく、将来的には他の環境要因も含めた総合的な騒音管理手法を検討する必要がある、高精度の航法システムにより飛行経路(騒音)が特定地域に集中する問題がある、といった評価もされている。
 注12)計算条件などの詳細は参考文献1)を参照。
 注13)加重等価平均感覚騒音レベル、うるささ指数とも呼ばれ、航空機から発生する音の大きさを回数や昼夜の差を考慮して積算した評価指標。我が国では2013年度からLdenに移行予定。
 注14)騒音評価のパラメータは将来の機種構成、時間帯別便数、離陸上昇率であり、機種を3機種に集約するなど、設定を簡略化している。また北風南風運用比率は7:3とし、悪天好天比率は東京国際空港再拡張事業に係る環境影響評価書と同程度を仮定。騒音評価時の条件の詳細は参考文献1)を参照。
 注15)現状の羽田空港のダイヤ設定では時間帯ごとに発着回数を限定しているが、細かくみると午前と午後それぞれにピーク時需要的ニーズが伺える。これを参考に、午前と午後2時間、または3時間ずつ都心上空活用を行うことを前提とした。計6時間ケースでは1時間だけ騒音評価上の機数が割増になる時間帯を入れている。その他の時間帯は再拡張後の航空局計画値と基本的に同じ運用を仮定。
 注16)非直線進入は現在の滑走路22・23へのLDA進入と同様な方式だが滑走路の間隔はより狭い。図—6はRNP進入(RNP0.3)を想定して描いたイメージ図的なものであり、東京タワー等の主要な物件高さは考慮してあるものの、全ての地上物件の高さを詳細に考慮したものではない。進入経路の配置、進入復行開始点の位置、最低降下高度など、今後検討が必要な事項は多い。

参考文献

- 1)首都圏空港将来像検討調査委員会編[2010]、『首都圏空港の未来～オープンスカイと成田・羽田空港の容量拡大』、運政研叢書006。
- 2)成田国際空港株式会社、「飛行コースおよび飛行高度の変更について」(オンライン)、http://www.naa.jp/jp/csr/course_change.html
- 3)平田輝満[2010]、「ニューヨーク首都圏空域における航空管制の現状と空域再編—我が国首都圏空域における航空管制運用の効率化への示唆—」、『運輸政策研究』、Vol. 13, No. 2, pp. 33-41。
- 4)英国交通省(DfT)[2009]、Britain's Transport Infrastructure - Adding Capacity at Heathrow: Decisions Following Consultation。
- 5)ヒースロー空港、「Heathrow Noise: Operational Freedoms trial」(online)、<http://www.heathrowairport.com/noise/noise-in-your-area/operational-freedoms-trial>
- 6)Airservices Australia[1996]、「Long Term Operating Plan for Sydney Airport & Associated Airspace」。
- 7)Commonwealth Department of Transport and Regional Development[1997]、「Sydney Airport Long Term Operating Plan- Proponent's Statement(Excerpt)」。
- 8)Australian and NSW Governments[2012]、Joint Study on aviation capacity for the Sydney region。
- 9)Dave Southgate[2011]、「The Evolution of Aircraft Noise Descriptors in Australia over the Past Decade」、『Proceedings of ACOUSTICS 2011』。
- 10)AU Government[2009]、「Aviation White Paper - Flight Path to the Future」。