

2009年春 (第25回)

研究報告会

開催日：2009年5月19日(火) 12時開場, 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

森地 茂 運輸政策研究所長

研究報告

1. 「大震災時における都市鉄道の代行バスに関する研究」 室井寿明 研究員
2. 「交通施設の災害復旧に対するリスクファイナンスと
公的負担制度に関する現状と課題」 内田 傑 主任研究員
3. 「都市鉄道の列車遅延の拡大メカニズムに関する研究」 仮屋崎圭司 研究員



室井寿明



内田 傑



仮屋崎圭司

特別講演

「わが国のチャレンジ ～世界のNo.1を目指して」
大口清一 国土交通省総合政策局長



研究報告

4. 「都市交通システムの環境効率性に関する研究」 藤原章正 客員研究員
5. 「国内製造業の発展に向けた国土交通政策の役割
－工業団地の開発戦略における現状と課題について－」 伊藤 亮 研究員
6. 「循環資源物流に対応した内航海運活性化方策に関する研究」 石井正樹 調査室主任調査役
7. 「東京圏におけるロジスティクスニーズに対応した
今後の港湾域物流拠点の再開発手法」 久米秀俊 主任研究員



藤原章正



伊藤 亮



石井正樹



久米秀俊

閉会挨拶

深谷憲一 運輸政策研究機構副会長

わが国のチャレンジ ～世界のNo.1を目指して

大口清一
OHKUCHI, Seichi

国土交通省総合政策局長

1—はじめに

日本の人口の推移を見ると、2008年において多くの都道府県が減少傾向であることがわかる。また、近年の人口増加率を諸外国と比較しても、ナイジェリアやエチオピアだけでなく、中国や韓国と比較しても大きく引き離されている。年齢区分別の人口推移を見ると、生産年齢人口は1995、6年をピークに坂道を下っているところである。逆に老年人口に関しては、割合が一気に上昇している。更には、2030～2035年の人口増加率は、日本の47都道府県全てで減少となると予想されている。これは日本の風景が変わっていくということではないだろうか。

2—日本の「今」を解く

現在日本が置かれている状況は、二つの大きな流れの中にある。これにより、日本の「今」を解いていく。

一つ目は、日本を源流とする流れである。先程述べた人口の変化によりこれまでとは違う6,000万人台の人口の国になっていく景色になっていくということである。このことは、人口が減少し、高齢者が増加することを前提に考えていかなければ、取り返しのつかないことになってしまう、ということを示唆している。

もう一つは、外国を源流とする流れである。現代社会は、規制緩和の波の中にあり、既得権にあぐらをかいてはいけなく、ということがいえる。ベルリンの壁の崩壊以降、アメリカによるグローバル化、ITの進展、自由競争という三つのツールにより、国境が低くなった。これは、資本や労働力の移動が容易になったことを意味している。これにより、それまで閉ざされていた中国経済が世界内経済に取り込まれていった。その中で、中国大陸での食べる、飲む、使う、など生活における値段は上昇しているが、反対に、製造される物、労働力マーケットの値段は下がる、という状況が起こっていった。以前赴任していた広島では、中国関連ビジネスはどの業界でも潤っていた。しかし、そこから出来る製品の市場は苦戦を強いられていた。つまり、日本の各地方において、デフレ圧力とインフレ圧力が同時存在するような状況になった。これから我々の社会は、生

物のテリトリー争いそのものの世界のような荒波の中を乗り越えていかねばならないということである。

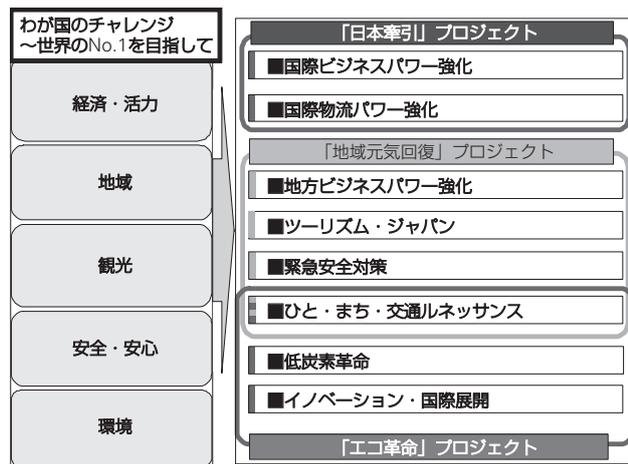
日本を源流とする流れに話を戻すと、冒頭で述べた通り、人口が減り、高齢者が増え、就業年齢の層が薄くなる中で、日本は国の予算の約10年分となる800兆円を超える借金を抱えている。つまり、今まさにこれから禪を締め直さねばならない時代になってきている。生活の質の維持や磨き上げを、今のこの時期に行わないと手遅れになってしまう。そこで、様々な行政改革を身の丈に合わせながら、一つ一つ丁寧に、全てセットで進めていかなければならない。究極は、少子化対策が社会全体で取り組むべき課題であると考えられる。

余談であるが、広島を歩いていたとき、老人が多いだけでなく、若い男性が歩いてないことに気がついた。それは、大学が全て郊外へ移転してしまったことが原因であるということであった。これが、若者たちが肩を組み合いながら街を歩く、都市の日常の風景が薄れてきている。これが広島の元気を削いでいると言う人がいるほどである。

世の中には、安全性、利便性・快適性、コスト主義、効率性、個性、汎用性など、様々な要請があるが、これらは全てベクトルが違う方向を向いている。しかし、それぞれにある程度満足したものにしなければならぬ。これらを乗り越えようとする時に、外国を源流とした流れと、日本を源流とした流れの二つの大きな流れが二重に覆い被さってきている。これらを乗り越えるためには、先送り中毒、前例依存、危機意識欠乏、リスク過敏を意識的に払拭して、政策、経営、生き方を模索する必要がある。つまり理念、戦略、戦術、したたかな行動、生き方が強く求められている時代である。理念とは私にとって、日本の社会の中で、子々孫々生き残ってもらいたいというのが素朴な願いである。割り切りをしながら、倫理を備えながら、しかし、したたかに生き抜いていくことが求められている時代なのではないかと思う。まさに今、大波を被っている時代の中で、霞ヶ関や、国土交通省の行政が問われている。従って、本講演のタイトルである「わが国のチャレンジ ～世界のNo.1を目指して」というのは、思いつめた単純なNo.1ではなく、計算高く、したたかに機関車役も含めてNo.1を目指す必要があるということである。

3—わが国のチャレンジ

世界のNo.1を目指して、大きく分けて五つの切り口がある
と考える。そのためにわが国では、機関車役を演出していく
「日本牽引」プロジェクト、地域の元気を回復するための「地域
元気回復」プロジェクト、環境に関する「エコ革命」プロジェクト
という三つのプロジェクトを推進していく(図—1)。



■図—1 世界のNo.1を目指すわが国のチャレンジ

3.1 経済・活力

現在、世界の主要都市総合力ランキングにおいて、東京は4
位である。特に分野別では「空間・アクセス」で23位、「居住・
環境」で21位となっており、未だ世界に冠たるというところまで
達していない。しかし、よくよく考えていただきたい。東京以外
で、日帰りで登山や温泉や海に行けるような都市は他にある
だろうか。こういったことを考えると、東京もまだまだ勝負が出
来るのではないかと。例えば、東京の高層ビルからは富士山が
見える。今、富士山までの道路は富士スバルラインを始め、何
本か五合目まで通っているが、登山鉄道は一本も通っていな
い。もし、箱根登山鉄道が芦ノ湖スカイラインまで上っていれ
ば、巨大なる富士の大パノラマを望める、世界に冠たる風景を
楽しめる登山鉄道に豹変する。こうしたところを磨けば、日帰
りで登山鉄道の旅が楽しめるようになる。その他にも、日光や
箱根、奥秩父の温泉まで日帰りで行けるなど、これほど恵まれ
ている大都市は世界に無いのではないかと。従って、東京都市
圏はまだまだ磨き上げることができるのではないかと。そのた
めに、大宇宙から見たような企みを持ちながら、巨大なる志を
持って、何か後世に残せるものがあるのではないかと、という
のが、我々行政マンの沸々と沸いてくる思いである。

3.2 地域

2001年度から2006年度まで、一人当たり県民所得の地域

間格差は、5年連続で拡大している。デジタル化した時代にお
いて、地域間格差というものが一義的に表れることは、ある意
味では仕方ない。しかし、質の違いにより競争力を付け、格差
を穴埋めすることが出来るのではないかと。これもまた、知恵の
見せ所であるのではないだろうか。

3.3 観光

外国人旅行者受入数ランキングにおいて、日本は海に囲まれ
ているとはいえ、世界において28位に留まっている。アジア
においても6位である。この点においても、まだまだやれるこ
とがたくさんあり、チャレンジする意味があると考えられる。

3.4 安全・安心

生きる上で、どこまでも安全・安心というものは存在しない。
しかし、社会というものは、どこまでも100%安全・安心を求め
続ける。行政というものは、何か事が起こると、新しい分野に対
して目が開かれ、それに対して取り組む。この連続が、我々社
会の営為であった。しかし、最近は質が変化しており、自然災
害が増えてきた。統計的に見ても、集中豪雨の件数が最近増
えてきている。そうしたことから、今のうちに集中豪雨対策や
高潮対策の基盤を整える必要がある。これについては、交通
の安全を含めて対策をしていく。

3.5 環境

日本は、京都議定書においてこれまでの先進的な取り組み
を原点に戻して、世界とスクラムを組んで行っている。こうした
取り組みはまだまだ序の口であり、これから、中国やアメリカと
いう巨大なCO2排出国や、開発途上国に対して範を垂れると
いうことであるならば、我々が常に磨き上げていく必要のある
分野である。2010年までの日本全体のCO2必要削減量をみ
ると、約3割が国土交通省で取り組むことが出来る分野であ
るため、これから様々な取り組みをしていく必要がある。

これらを背景として、「日本牽引」・「地域元気回復」・「エコ
革命」という三つのプロジェクトを進めていく。

4—三つのプロジェクト

4.1 「日本牽引」プロジェクト

4.1.1 国際ビジネスパワー強化

これから、首都圏、関西圏の経済を大改造していく。これは、
今まで磨き上げてきたものを磨き上げ直すということである。
東京ほど鉄道のネットワークが整備されている都市はない。道
路に関しても、かなり良くなってきている。大掛かりな財政投入
が出来なくなるかもしれない。そこで、今という時代に様々な問

題に取り組んで、後世に引き継いでいく必要がある。これにより、アジアの機関車となって、世界を牽引する力の一つになっていく。

具体的には、羽田・成田空港容量を拡大し、機能を強化する。また、成田～都心～羽田や、関西国際空港～都心～新幹線のアクセスの改善を行う。更には、環状道路のつなぎ合わせを行い、開かずの踏切対策を集中的に行うことで、社会の非効率性を効率化するだけでなく、環境を改善し、街づくりの観点からも東西分裂、南北分裂が無くなることにつながっていく。

4.1.2 国際物流パワー強化

国際物流の強化のために、関西国際空港の国際物流基地の整備などの様々な支援や、中部国際空港の国際物流機能強化を行う。また、スーパー中樞港湾の機能を強化する。2015年にはパナマ運河の拡張により、バルク船が大型化されるため、国際競争から劣後しないためにも、大型化された船を横付けできるような港湾を整備する必要がある。

更に、幹線道路のミッシングリンクを解消することにより、道路ネットワークの強化を今のうちに図っておくことが大事である。

4.2 「地域元気回復」プロジェクト

4.2.1 地方ビジネスパワー強化

整備新幹線に関しては、既着工部分については効率的に早めの完成を目指す。これについては、幹線道路と同様、ソフト運用がしやすいように、戦略的なハード整備が必要である。

近年、建設業の人々が農業に参入している。そのため、農業のあり方の基本を作ることが求められている。それには、建設業のノウハウを農業や林業に転換しながら、効率性を上げていく。これにより食料安全にも寄与することにつながる。つまり、複合的でオールジャパンの目を持った施策が必要となってくる。

地方の拠点空港に関しては、拡充や維持を進めるにあたり、リージョナルジェットの導入促進等、戦略性を持った整備を進めていく必要がある。

4.2.2 ツーリズムジャパン

先に述べた、現在の日本の外客誘致の状況を考えると、磨き上げが必要であるため、ハード、ソフトを様々な総合的な取り組みを進めていく。私の見てきた限り、地域のプロジェクトは、当事者意識の無い自治体や住民が揃った地域においては進まない。自治体、住民、事業者、NPOなど皆が当事者意識を持ち、決断できるリーダーがおり、実務者であるしっかりした

事務局が、同じ方向を向いて合力して出来るかが大事である。和歌山電鐵貴志川線が事業廃止になった際に、地元自治体や電鉄会社、スーパーマーケットの経営者が合力した。結果、今や猫の駅長で有名になった和歌山電鐵は、利用者を増やしている。更に、地元住民も和歌山市に買い物に行く際に必ず利用するようにしている。この例のように地元が一体となって取り組むことが大事である。

経済対策の中で無電柱化の予算を計上している。これを進めるにあたり、地元で合力体制が出来ているか、それにより効果が100倍にも、200倍にもなってくる。

今、話題になっている高速道路料金引き下げについてであるが、昨年二次補正で、2年間で5,000億円の予算を付けた。これに対して様々な議論があり、環境問題に逆行しているのではないかとという批判の声もある。しかし、我々の社会において、直下の経済対策と、これからの環境対策はどちらも大事である。従って、どちらも進めさせていただきたい。これから表れてくる効果や影響を同時並行で分析しながら、今後の経済の回復の度合いや環境問題への対応など、複合的な視野で見していきたいと考えている。

4.2.3 緊急安全対策

ゲリラ豪雨対策や、耐震化など今のうちにやるべき安心・安全対策に関しては、地道に合力しながらやっていこうと考えている。その中で、駅のホーム柵設置も経済対策に入れている。現在、障害者の方々、乳母車を押している主婦の方々から、ホーム柵があると非常に安心であるという意見を頂いている。特に通勤・通学時の混雑区間において、今後も事業者の積極的な合力精神を得ながら、応援していきたい。

4.2.4 ひと・まち・交通ルネッサンス

今年の国土交通白書で、生活から見た国土交通行政という切り口で、全国で約4,000人強にインターネットでアンケート調査を行った。この中の一つの結果として、買い物や用事を一度に済ませたいという願望が強いことがわかった。これは老人だけでなく、ご婦人方のニーズも高い。地域の活力を創出するためにも、こうした切り口が大事であることがわかった。

生活支援機能、商業機能等の駅中心市街地への集積・集約化、これらにも今回経済対策として力を入れている。一つの例として、東急電鐵大岡山駅の上に病院を設置した。これまで電磁波や振動などの影響で、精密機械を扱う病院の設置は不可能であった。免震構造、電磁波の遮断材の開発など、技術進歩のおかげで設置が可能となった。医師にヒアリングをしたところ、社会にとって大変重要な政策である、という声を頂いた。乗り換えや二次交通が無いと、医師、看護師、患

者が非常に通しやすい。これからの時代、乗換えをなるべく少なくすることが、長寿社会を支える大きなツールとなってくる。

とある中国地方の合併した市長から聞いた話であるが、郊外の大型店舗により駅前商店街が衰退している。しかし、スーパーマーケットから、市役所が駅ビルに入ることを条件に、商店街全体でPOSシステムを導入し、商品管理を含めて裏方を任せてもらえるならば、商店街全体のマネジメントが可能であるというオファーがあった、ということである。結果的には、市役所の移転はならなかったことと、地域の合意が取れないことにより、実施できなかった。しかし、観光客としては、とある小さな街の古きよき商店街において、日常生活を垣間見られることが観光そのものでもあるのではないか。そのため、地方都市の昔ながらの商店街を生かす知恵が欲しいところである。LRTやBRTなど商店街に公共交通が入ってもいいのではと考える。

また、今後は一日の乗降客数が5,000人以上の駅だけではなく、乗換駅であればバリアフリー化を進めていく。また、老人が多く利用する公民館などの公共施設がある駅には積極的にバリアフリー化を進めていく。但し、鉄道会社が抱える問題として、エレベーターやエスカレーターなどについては、メンテナンスコストが一台100万円ほど掛かってしまう。こうしたコストを何とかフォーマットを合わせながら、コスト維持を図る知恵が必要となってくる。

4.3 「エコ革命」プロジェクト

4.3.1 低炭素革命

環境対策のため、運輸・住宅・建築物等各分野において、省エネ化、新エネ化を促進する必要がある。環境対応自動車の開発、住宅の省エネ化・長寿命化、ヒートアイランド対策等、合力しながら進めていく必要があるだろう。

現在、架線レスLRV(電池電車)が開発されている。これにより、都市の景観が綺麗になる。メンテナンスがいらなくなる。

人の力を省く、省エネをする、ということを磨き上げていかなければ、人口減少の国においては、今までどうり人を使うことが難しくなるため、こういったことがこれからの時代の大きな切り口となる。

4.3.2 イノベーション・国際展開

日本は得意分野をいくつも持っている。その中で、世界的なイノベーションを我々の生活に取り込んでいく必要がある。更に、わが国の技術を世界に輸出しながら、グローバルスタンダード化できる分野を持つ必要があるのではないか。我々が政策について論議している中で、全ての分野に人的資源や物的資源を投入できなくなる時代に向けて、得意な分野を磨き上げることも大事である、という話が出てきている。

IT技術を活用した車と道路の高度化、超電導リニア、フリーゲージトレインなど、技術を磨き上げていかなければならない分野がある。フリーゲージトレインというのは新幹線から乗り換え無しに在来線に乗り入れられる。先に述べた通り、乗り換え無しというのが、これからのキーワードとなってくる。都市利便増進法というものも出来たため、これから直通の鉄道ネットワークが増えてくるであろう。その他、水ビジネスというものがこれからの日本の先端の技術を世界に広めるものとなっていく。

5——最後に

最後に、本日時間の関係で、あまり言及出来なかった海洋についてであるが、経済対策の中で大きく予算を計上している。日本は、国土は小さいが、世界第七位の海洋面積を保有する。海洋の活用のあり方が、これからの死活問題となると考えている。

(とりまとめ：末吉徹也)

大震災時における都市鉄道の代行バスに関する研究

室井寿明
MURUI, Toshiaki

(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1—はじめに

2036年までにM7規模の直下型地震が発生する確率は約70%とされており¹⁾、この対策として鉄道では耐震補強工事など、被害軽減のための対策が進行している。しかし、構造物が損傷、崩壊した場合は阪神・淡路大震災での事例が示すとおり復旧に数ヶ月もの期間を要する。首都圏において複数の鉄道路線が長期に渡り途絶することは、経済社会活動の停滞に直結することを意味し、その影響は極めて大きいことから、代替輸送手段を検討することが必要である。

当研究所では、一部の鉄道路線の途絶が鉄道ネットワーク全体に与える影響について分析を行ってきた²⁾。本研究は次の段階として、まず鉄道代替としてのバス代行輸送に関わる問題を検討することにより、鉄道全線復旧までの具体的な代替輸送のあり方について提言することを目的とする。

一般的に、鉄道は10両編成で最大3,000人程度輸送可能なのに対し、バスは1台あたり60~70人程度であり、両者では輸送力が大きく異なるため、バスで鉄道の代替を行うのは困難であると認識されている。しかし、阪神・淡路大震災時(平成7年度)におけるJR西日本(以降、JR)東海道線(快速)のピーク時通過人員が31,110人/時に対し、JRバス代行輸送では約9,800人/時と、鉄道の約1/3をバスで輸送した実績がある。すなわち、バスでもある程度の輸送を実現しており、鉄道復旧までの緊急対応輸送手段として有効であるといえる。本報告では、阪神・淡路大震災時のバス代行輸送について整理し、首都直下地震時に鉄道が長期途絶した場合の代行バスのあり方について検討を試みたものである。なお、阪神・淡路大震災時のバス代行輸送の技術的・制度的工夫における成果と課題の詳細は2009年2月に報告³⁾しており、こちらも併せて参照されたい。

2—阪神・淡路大震災時の代行バスの成果と課題

2.1 調整の場の設置による早期運行開始

阪神・淡路大震災により、大阪・神戸間の交通状況は、山陽新幹線(姫路~新大阪間)を含むJR・阪急・阪神の幹線が全て

数ヶ月に渡って途絶した。震災後、鉄道による迂回が実施されたが、当該区間の通常時輸送需要が約106万人/日⁴⁾に対し鉄道による迂回経路の輸送力が5万人/日程度であり、輸送力は極めて限られていた。

このような中、阪神間の陸路を一刻でも早く確保すべく、近畿運輸局の主導で各鉄道事業者によるバスによる輸送の検討が打診され、これが阪神間のバス代行輸送実施の契機となった。当初、JR、阪急、阪神はそれぞれ独自にバス代行輸送の検討を行っており、運行開始、路線、発着場所、運行時間、運行本数などの詳細な運行計画は各社で異なっていた。さらに十分な準備を要するとの判断から運行開始を1/30とする計画であった。しかし、一日でも早く陸路による移動を確保する必要があるという意見もあり、近畿運輸局の判断および指導のもと、当局、JR、阪急、阪神およびバス事業者による調整の場が設置され、必要な人員や機材を圧縮した。その結果、3社合意で1/23から一斉にバス代行輸送の運行開始に至った。

2.2 バス専用レーンと直行便導入による輸送効率の改善

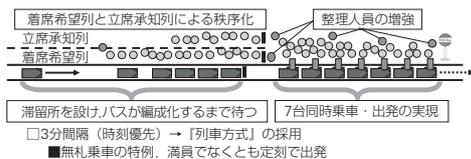
関係各所の取り組みにより、大震災から僅か1週間でバス代行輸送は運行開始に至ったものの、①鉄道途絶のため、一般車両の増大を招き、②大渋滞発生のため、バスの所要時間片道50分が最大で4時間(11.4km)、③準備不足による混乱を招くなど、様々な問題が発生した。

被災地は緊急物資輸送車両や廃棄物処理車両等、多くの緊急車両が流入するために渋滞発生は不可避である。この問題を緩和するためバス専用レーンが導入され、所要時間は約70分~240分であったのが、約50分~120分に短縮された⁵⁾。このことから、バス代行輸送に際してはバス専用レーンの導入、およびそのための事前検討が必要不可欠である。

また、阪神・淡路大震災時では、利用者の大半が鉄道途絶区間の両端間を移動するために代行バスを利用していた。そのため、制度的工夫として鉄道途絶区間の各駅にバスを停車させる「各駅停車便」と、鉄道途絶区間の両端をノンストップで結ぶ「直行便」のバスの2系統を運行し、所要時間の短縮と輸送効率の改善が図られた。

2.3 乗降場の工夫による輸送力向上

所要時間の大幅な短縮だけでは輸送力を大幅に向上させることはできない。そこで、阪神・淡路大震災時では、図一に示すように“バス滞留所”を設け、バスを7台で1編成化させるまで滞留させることとした。編成化したバスを乗降場まで移動させ、利用者は7台のバスに一斉に乗車することとした。さらにバスの運行を3分間隔に維持することを最大優先とした、いわゆる「列車方式」を採用した。この工夫により、定員70人/台×7台を1時間に20回(3分間隔)運行することで、約9,800人/時という輸送力を実現した⁶⁾。



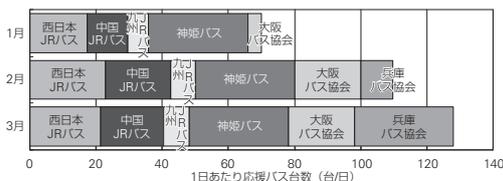
■図一 列車方式によるバスの7台同時乗車および出発

しかしながら、列車方式の採用にあたって、課題が山積していた。具体的には、①バス編成化に必要な滞留所の確保、②運行台数調整に必要な待機場所、③利用者の乗車待ち空間、④多くのバス台数が必要、⑤発車承認者および整理人員の確保である。特に、被災地ではバスの運転士も被災者であり、被災地から大量のバスを確保することは困難を極めた。

2.4 被災地外からのバス車両・運転士の応援

バス代行輸送は阪神間の重要な輸送機関となったため、JRでは1日あたり最大で140台ものバスを投入した⁷⁾。そこで、100台/日以上ものバスをどう確保したか検証した。

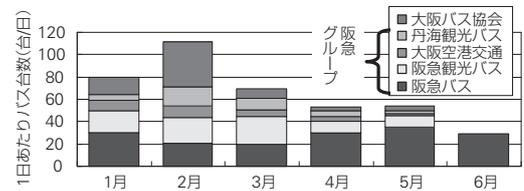
図二には、JRのバス代行輸送実施のために受けた応援のバス台数を示している。JRの系列会社からの応援は35台～50台/日程度であることが分かる。すなわち、鉄道事業者の系列バス会社だけでは十分なバスを集めることができず、神姫バスおよび大阪・兵庫バス協会からの応援が大半を占めたといえる。特に2月は大阪バス協会、3月になると兵庫バス協会からの応援が多くを占めるようになっていく。



■図二 JRが受けた月別平均1日あたり応援バス台数

一方、図三には阪急がバス代行輸送実施のために受けた応援のバス台数を示している。阪急はJRと比較して自社系列会社に多くバスを保有しており、大阪バス協会を通じて受けた

応援バス台数はJRより少なく、1日あたり10台前後であった。それでも、1月から2月にかけてはバスが不足し、ピーク時は1日あたり40台程度応援を受けていた。



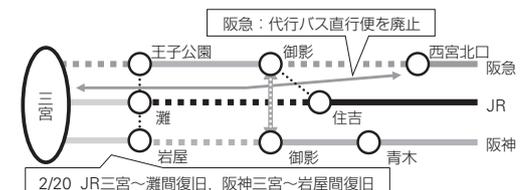
■図三 阪急が受けた月別平均1日あたり応援バス台数

JR、阪急、阪神ともにバス協会からの応援を受けてバス代行輸送を実施していたことが分かった。また、3月以降の復興期・安定期に入っても3社とも自社系列会社から代行バスに投入できたバス台数はさほど変化していないことも分かった。この理由として、乗合バスは減便できず、貸切バスと予備車を主に利用せざるを得なかったために、自社系列会社だけでは投入できるバス台数に限界があったものと考えられる。

2.5 効果的な代行バス運行路線の設定

大震災時は復旧・復興支援物資輸送車両や大量のがれきりや廃材の処理車など、様々な車両が道路を利用する。阪神・淡路大震災時は震災3週間後に警察から道路交通量削減の意向が示され、代行バス台数も削減の対象となった。これに対し、JR、阪急、阪神とも鉄道の全線復旧に至っておらず、代行バス台数を削減することは不可能な状況であった。

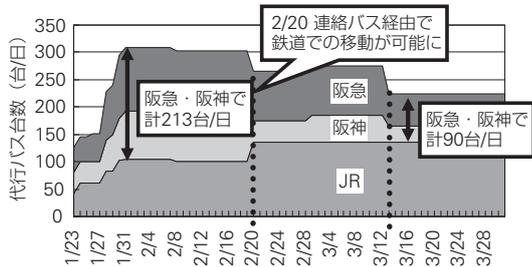
この状況に対し、図四に示すとおりJR三宮～灘間、阪神三宮～岩屋間の復旧に伴い、JR・阪神～(徒歩)～阪急～(連絡バス)～阪神と、異なる鉄道路線を乗り継ぐための連絡バスが運行された。阪急三宮～西宮北口間を代行バス直行便に乗り継いだ場合は1時間半程度に対し、鉄道を乗り継いだ場合は約50分となった⁸⁾。このように復旧した鉄道を乗り継ぐ上で、鉄道連絡バスは大きな役割を果たした。



■図四 2/20時点JR・阪急・阪神の鉄道復旧状況

これにより、阪急は三宮～西宮北口間の代行バス直行便を廃止した。図五にJR、阪急、阪神それぞれの代行バス台数を示す。2社の合計バス台数は、連絡バス運行開始から1ヶ月後には90台/日と、ピーク時の213台/日の半数以下であった。このように、鉄道を“リレーする”役割を担う鉄道連絡バスと振

替輸送の活用によって、代行バス台数を削減しつつ所要時間短縮と輸送力増加を実現したことは、長期鉄道途絶時における大きな教訓であるといえる。



■図—5 JR, 阪急, 阪神の各社代行バス台数の推移

3—首都圏と阪神間の被害想定と鉄道網の比較

3.1 阪神・淡路大震災と首都圏で想定される被災シナリオ

これまで述べたように、阪神・淡路大震災時の代行バス運行に際して、所要時間短縮、輸送力向上のための技術的・制度的工夫について整理した。その一方で、代行バスの長期間実施は容易ではないこと、また鉄道と比較した場合の代行バスによる輸送力には限界があることを考慮すると、大量輸送機関は鉄道であり、鉄道の復旧状況にあわせて代行バスを運行する「つぎはぎ方式」が社会的に望ましいといえる。ここで、鉄道を活用するための代行バスの運行を考えるにあたり、二つの大きな前提条件を検討することとした。ひとつは震災規模によって鉄道の被災は大きく異なることが考えられ、その結果として代行バスの運行も変化することを考慮することが重要である。そのため、首都直下地震においてより被災リスクが高い地域での検討が必要であろう。もうひとつは、阪神間と首都圏では鉄道ネットワークの形状が異なっており、代行バス運行のあり方も首都圏ならではの方法があると考えられるため、この点について検討することとした。

まず、東京都内と神戸市の地層分布を比較すると、都心部から東側の地域における地層は、阪神・淡路大震災で鉄道施設の大被害が発生した地域と同じ沖積層で構成されており、この地域は震度が大きくなる傾向があると予測されている。したがって、京葉間の交通は震災による被災リスクが高く、同地域間の鉄道被災を検討する意義は大きいといえる。

3.2 阪神間と首都圏(京葉間)の鉄道交通の比較

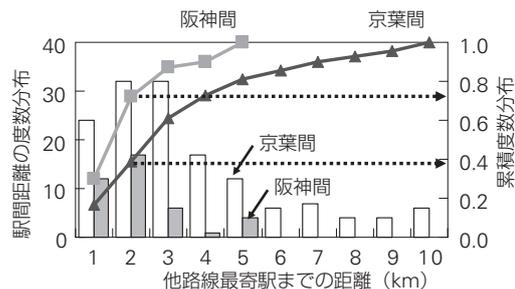
次に、阪神間と京葉間の鉄道網を比較する。京葉間に着目すると、図—6のとおり阪神間よりも需要が圧倒的に大きいことから、バスだけの輸送は阪神間以上に難しく、鉄道との組み合わせが重要になる。また、阪神間は東西方向に郊外路線がほぼ並行にあるのに対し、首都圏では並行する郊外路線が

けでなく、放射状に延びる郊外路線に加え、輸送力の高い複線の環状鉄道も整備されている。したがって、運行可能な鉄道とセットで代行バスを検討する余地が大きく、鉄道とバスの組み合わせでより大きな輸送力が確保できると考えられ、鉄道との組み合わせによるネットワーク化が重要である。



■図—6 阪神間と京葉間の輸送需要と震度(予測)分布

その一方、京葉間は阪神間よりも他の鉄道路線駅との距離が離れているため、複数の鉄道路線が同時被災するリスクは小さいと考えられる。図—7に、阪神間および京葉間の鉄道駅から他の鉄道路線への最寄駅までの距離分布を取ったものを示す。阪神間では、JR・阪急・阪神がほぼ並行するような形のため、例えばJRが途絶しても2km以内には阪急ないし阪神の駅が利用できる駅が約8割であることから、徒歩による他路線への乗換でもネットワーク化が可能であった。これに対し京葉間では、他路線への最寄駅まで2km以内にある駅は4割にも満たず、鉄道の長期途絶時におけるネットワーク化にあたっては、異なる鉄道路線を結ぶバスがより重要になるといえる。



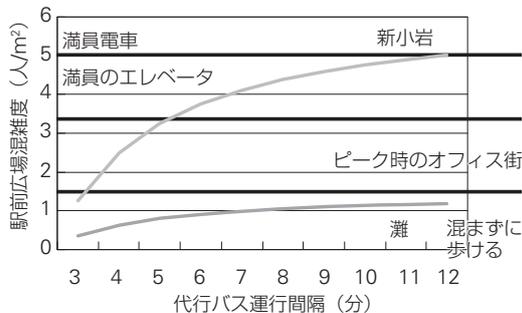
(国土交通省NITASより報告者作成)
■図—7 阪神間と京葉間の鉄道交通の比較

4—鉄道とバスの組み合わせにおける課題

4.1 鉄道とバス接続時の利用者の滞留

首都圏は阪神間の鉄道需要より数倍にものぼり、バスの輸送力が不足しても、駅前やホームで人が殺到しないか検討する必要がある。そこで、阪神・淡路大震災時の実績に基づいて首都直下地震時の鉄道利用者数を試算した。さらに代行

バスによる輸送力も需要に合わせて設定した場合に、渋滞等によって所定のバスの運行頻度が保たれなかった場合の駅における待ち人数を算出した。図-8は横軸に1時間あたりバスの運行間隔、縦軸に駅前広場の混雑度を取ったものである。ここでJR西日本東海道線の灘～住吉間での代行バス利用者数とバスの運行間隔の関係を見ると、バスの所定の運行本数が半分から4分の1ほどしかなかった場合でも、駅前広場の混雑度は“混まずに歩ける”程度の1.5人/m²以内に留まる。これに対し、JR東日本の総武線で同様のケースを考えると、所定のバス運行本数の半分で“満員のエレベータ”程度の3.8人/m²になり、4分の1ほどの運行本数では“満員電車”状態にまで達してしまうことが分かった。このことから、首都圏では鉄道利用者数が多く、代行バスの運行が滞ることによって、駅前広場で大量のバス待ちによる人で危険な状態に陥る可能性が高いことがいえる。



■図-8 代行バスの輸送力低下による混雑度の推計

4.2 大量のバス台数の確保

鉄道が長期にわたり途絶し、代行バスによる輸送を実施する場合は大量のバスが必要となる。これに対し、前述のとおり阪神・淡路大震災時では震災直後にバスが最も必要とされた神戸地区で大幅にバスが不足する状態に陥った。その主な理由は、①運転士自身も被災者であること、②バス路線上の道路が大きく被災し、安全運転上の観点からバス1台あたり運転士が2名必要になったこと、③鉄道途絶により自動車利用者が大幅に増加し、深刻な道路渋滞のため路線バスの運行が滞り、より多くの運転士を路線に充当せざるを得ない状況であったことが挙げられる。そこで、被害の少なかった大阪地区から大阪バス協会を通じてバスおよび運転士の支援を受けたが、大阪では被害が少ないために通常業務を削減してまで応援を出すことが難しく、1事業者あたりが出せる応援には限界があった。

これに対し首都圏では需要が大きく、代行バスで輸送するために必要なバス台数は極めて多くなる。一方、東京都内にあるバス台数は年々減少しており、周辺県からの応援の必要性は高まっていることと、調整がより必要になることが分かる。

また、バスの運転士数そのものも阪神・淡路大震災時より減少しており、運転士を確保することが難しくなっている。以上の点も今後の課題となると考えられる。

4.3 バスの円滑な運用のためのバス優先政策

代行バス利用者数を予測し、提供すべき輸送力に対して必要なバス台数が確保できるとして、首都圏では上述した問題点が起こり得ることから、バスによって安全かつ大量に輸送するためには、バスが円滑に運用できるような優先政策が必要になる。

具体的には、阪神・淡路大震災時の成果が示すように、バス専用レーンの導入であるが、回送に必要な空間と渋滞に巻き込まれないような優先政策が必要である。すなわち、回送経路のバス専用レーン化や交差点でのバス以外の進入禁止措置などが挙げられる。また、代行バスの車庫(待機場所)と乗降場の間においても、バスが円滑に回送できるための優先政策も必要である。当該区間が渋滞によってバスが動かなくなるとは、結局バスが円滑に運行できなくなるためである。これらの条件を満たさせるためのバス運行ルートの設定や計画が必要であるとともに、それを満たすための優先政策が代行バス運行において重要になる。

5 おわりに

本報告では、阪神・淡路大震災時の代行バス運行における技術的・制度的工夫の成果と課題を整理し、首都直下地震時における問題点の提起ならびに鉄道とバスを組み合わせる“つぎはぎ方式”によるネットワーク化の重要性について述べた。今後、鉄道とバスによってネットワークとして輸送力を確保するためのシミュレーションモデルの構築や、情報提供の効果による迂回などを考慮し、必要な代行バス車両数やルートのあり方について検討する予定である。

参考文献

- 1) 文部科学省地震調査研究推進本部[2006], “全国を概観した地震動予測地図”報告書。
- 2) 運輸政策研究機構[2008], “首都震災時の鉄道による帰宅行動がおよぼす危険性について”, 「運輸政策研究」, Vol. 10, No. 4, pp. 67-70, 039.
- 3) 運輸政策研究機構[2009], “首都直下地震による鉄道途絶時のバス代行輸送に関する研究”, 「運輸政策研究」, Vol. 12, No. 1, pp. 75-82, 044.
- 4) 運輸政策研究機構[1995], 『平成7年大都市交通センサス近畿圏報告書総集編』, pp. 63-78.
- 5) 西日本旅客鉄道株式会社[1996], 『阪神・淡路大震災鉄道復旧記録誌』, pp. 822-852, 交通新聞社。
- 6) 関西交通経済研究センター[1996], 『阪神・淡路大震災における運輸関係者の行動記録』, 第8巻・第9巻・第10巻。
- 7) 運輸省鉄道局監修, 『阪神・淡路大震災鉄道復興記録編纂委員会編』[1996], “よみがえる鉄路—阪神・淡路大震災鉄道復興の記録—”, 山海道, pp. 182-184.
- 8) 国際交通安全学会[1998], “阪神・淡路大震災の実態調査に基づいた震災時の道路交通マネジメントの研究”報告書, pp. 162-170.

交通施設の災害復旧に対するリスクファイナンスと公的負担制度に関する現状と課題

内田 傑 UCHIDA, Suguru	講演者	前(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所主任研究員
平田輝満 HIRATA, Terumitsu		(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員
松野由希 MATSUNO, Yuki		前(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員
尹 鍾進 YOON, JongJin		前(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員
末吉徹也 SUEYOSHI, Tetsuya		(財)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、地震や洪水等の大規模災害等のリスクが高まり、地球温暖化により災害の性格も変化してきている。これら自然災害により交通施設が被害を受けることも多く、実際に第3セクターの高千穂鉄道は2005年の台風14号により、災害復旧の金銭的な目処が立たずに廃止を余儀なくされた。高千穂鉄道の例では、被害額の概算が26億円であった。災害復旧制度に則れば、国・関係地方公共団体が各4分の1の補助割合で、残りの半分が事業者負担である。高千穂鉄道は土木構造物保険に加入していたが、支払い限度額が4億円なので、事業者負担として9億円必要だった。しかし被災以前(2004年)の営業収入が183百万円で、経常損失が67百万円という赤字経営下での復旧は不可能であり、廃止届がなされた¹⁾。このように事業の継続に大きな影響を与え得る自然災害リスクへの対応は今後さらに重要となってくる。

リスク^{補注)}とは人々の安心や企業・組織の活動をかく乱する要因であり、リスクを少ないコストで抑えようとする行為をリスクマネジメントと呼ぶ。リスク発生の未然防止・軽減を目的とするのがリスクコントロールであり、リスク発生後の金銭的な備えを行うことがリスクファイナンスである²⁾。リスクファイナンスは、リスクの保有、移転、またはその組み合わせによって資金を確保する。本論の研究対象は、地震や台風などの自然災害に対するリスクファイナンスと公的負担制度である。この理由として、リスクマネジメントの中でリスクコントロールについては政府の取組が進展しているということが挙げられ、また、自然災害を対象としたことについては、前述の通り、近年の大規模災害等のリスクの高まりや、地球温暖化による災害の性格の変化、また、これら大規模災害は発生確率が低く、被害の規模が大きいため、統計も少なく保険原理がなじみにくい一方、近年、金融工学の進展によりリスクを分散するしくみが多様化してきていることなどが挙げられる^{3), 4)}。さらに、交通施設の運営主体が民営化あるいはPFIといった形で変化していること

も背景の一つである。後述のアンケートでは、近年脅威を増す新型インフルエンザについても言及している。

以上の背景から、本研究では、特に鉄道、空港、港湾について自然災害に対するリスクファイナンスと公的負担制度の現状と課題を把握することを目的とし、将来的には、そのあり方についての具体的な提言に繋げる予定である。なお、同じ交通施設の中でも道路については先行研究があるため、主たる研究対象からは外している。

2—先行研究と本研究の位置づけ

道路経済研究所⁵⁾は、道路公団の民営化を契機として、官民の役割分担が重視される中での道路施設の災害リスクファイナンスを対象に、理論面実践面での多面的な考察を行っている。国土交通政策研究所^{6), 7)}は、現状の自然災害リスクへの対応手法や近年の災害復旧費と損害保険支払額の整理、また従来の災害復旧制度や土木構造物保険の問題について考察を行っているが、どちらかという道路や河川といった公共土木施設が念頭に置かれている。経済産業省のリスクファイナンス研究会⁸⁾では様々なリスクファイナンス手法が紹介されているが、交通施設に対する考察はなされていない。以上をまとめると、自然災害などの大規模リスクに対するリスクファイナンス手法については、近年の高度な金融手法も含め整理、分析されており、また、道路については道路経済研究所の研究で深く調査、検討されているが、鉄道・空港・港湾に対するリスクファイナンスについては、その現状も含め、調査、検討が行われていないため、その研究の必要性、新規性は高いと考えられる。

3—災害復旧負担補助制度の現状

3.1 地方自治体の施設

本章では災害復旧負担補助制度の現状についてまとめる。

まず、地方自治体の運営する施設が災害を受けた場合であるが、地方財政逼迫の下支えを目的に昭和26年に公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法(災害負担法)が制定され、交通施設については道路、港湾が対象になっている⁹⁾。また、この法律とは別に昭和37年には空港整備法(現在の空港法)が制定されており、災害復旧の国の負担が規定されている。具体的な国の負担率は、港湾については工事費に応じて工事費の3分の2から全額、空港については10分の8である。

また、災害があるたびに特例法を制定することが問題視され、昭和27年に激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律が制定された⁹⁾。激甚災害に指定されると、例えば港湾については1~2割の国庫負担率のかさ上げが行われ、他にも農林水産関係の補助制度の地元負担を軽減する措置などが講じられている。ただし、自治体が管理する空港については、激甚災害制度の対象ではない。

3.2 地方公営企業

次に同じ地方が運営する事業であっても、地方公営企業については、原則、災害復旧の国庫負担補助制度はない。例えば、ガス事業については政府答弁においても「事業に要する経費は料金収入で回収することが基本であるため、公営、私営を問わず、国庫補助制度は設けられていない」(平成20年4月22日衆議院災害特委)と述べられている。また、港湾のガントリークレーン等も地方公営企業が運営しているため国庫負担補助制度はない。ただし例外は存在し、下水道などは災害負担法の対象となっており、水道も水道法で国の特別な助成という規定があり、災害復旧に対する補助がなされる。また、本研究の対象である鉄道については公営企業も補助対象である。

3.3 地方公共団体以外の施設

地方公共団体以外の施設の中で民営鉄道については、昭和28年に鉄道軌道整備法に災害復旧事業費補助制度が制定され、民間事業者に直接国庫補助されるようになった。もともと地方の中小鉄道を想定していたものが、平成2年の九州集中豪雨を契機に補助要件の緩和と補助率の引き上げがなされ、場合により大手も対象になった¹⁰⁾。ただし、激甚災害制度の対象とはなっていない(激甚災害制度の趣旨は地方公共団体の負担の適正化)。一方、同じライフライン系の電気、ガス、通信は、民間事業者が行うケースが多いが国庫補助制度は無い。高千穂鉄道の例でも述べたが、鉄道の災害復旧の補助率は国・自治体が各4分の1であるが、収益状況の厳しい事業者に限るという条件がついており、JR本州3社などは対象外となる。その他にも復旧費が運営収入の1割以上であること

や、被災路線の収入では復旧費用の回収が困難であることなどの要件が存在する。

次に、地方公共団体以外の施設で鉄道以外のものについて述べる。港湾では、埠頭公社あるいは埠頭会社等が運営する場合、国庫負担補助の規定は存在しない。また、空港については、会社形態により運営されているのは、成田、関空、中部であるが、それぞれの会社法において出資もしくは無利子貸付による支援策が規定されているので、災害のときにはこれらを活用することになる。このうち、成田については段階的な完全民営化が決まっており、成田の会社法も最終的には無くなるが、その場合、国の支援がどう制度化されるのか注目される。また、羽田空港のように国が空港本体を管理している場合でも、空港ビル会社は民間であり、それに対しては災害時でも国からの補助は行われない。これについての具体的事例を空港と港湾で示す。

まず、空港についてであるが、釧路空港(国管理)のビル会社は第三セクターが運営しており、平成15年9月の十勝沖地震により天井が落下したが、民間企業であるということで全額自己負担により復旧した(被害規模7,300万円:自己負担約300万円、金融機関借入約7,000万円)。港湾については、平成17年3月、福岡西方沖地震の際に博多港が被害を受けた事例がある。港湾については第三セクター会社(博多港ふ頭株式会社)により運営されている施設が被災した場合は当然会社に対応する。国直轄施工部分については、博多港の港湾管理者である市の負担も得ながら国が対応し、市が所有している部分については通常では市が国の負担を得ながら対応する。しかし災害査定に時間がかかると、早期復旧・応急復旧に対応できず長期間のターミナル閉鎖による抜港が懸念される。その事態を避けるため、会社側が応急的に自己負担による補修を行った。

3.4 阪神・淡路大震災の特例^{11), 12)}

平成7年の阪神・淡路大震災の際には、激甚制度では救えない地方公共団体等への特別の財政援助として、阪神・淡路大震災に対処するための特別の財政援助及び助成に関する法律が作られた。交通施設では港湾が特例法の対象となり、通常、事業者の全額負担となる公社の所有する岸壁について、国が10分の8を補助して復旧した。また前述の通り、ガントリークレーンについては災害負担法も激甚法も対象とならないが、阪神特例では国庫から2分の1補助された。鉄道については補助率は変えず、被災路線の収益に係る基準の不適用など、要件を緩和することでJRなどにも適用可能とした(特例法ではなく鉄道軌道整備法施行規則の改正で対応)。ただし実際には、JR西日本、阪急電鉄などの4事業者については開銀

融資は受けたものの(事業費の2分の1), 国の補助は受けなかった。

3.5 災害復旧負担補助制度のまとめ

以上の災害復旧負担補助制度について表—1にまとめる。自治体の管理するものについては概して国が手厚く負担をする傾向がある。ただし空港については激甚災害制度による負担率の嵩上げ対象とはなっていない。他の対象施設と比較すると、空港についても対象とする可能性がありうる。また、鉄道は民間事業者が経営しているが、通常の災害でも補助制度があるというのが特色である。交通施設以外についても表—1にまとめているが、下水道・上水道への災害負担補助は手厚い。また農地についても、最終的には農家に対する補助という形になるが、非常に手厚く支援されている。学校については、公立学校では通常の災害でも復旧補助があり、私立学校でも通常の災害では制度がないが、激甚災害制度の対象にはなっている。私立学校が激甚災害制度の対象となるなら鉄道も対象としてもいいのではないかという考え方もありうる。医療機関では、法制度こそないが、民間であっても、公的性格の強いものについては災害時に補助がなされる。

■表—1 災害復旧負担補助制度のまとめ(国負担補助の有無と負担補助率)

	通常の災害復旧負担補助 (災害負担法, その他)	激甚災害 (嵩上げ)	阪神 特例
港湾 (自治体管理)	○: 2/3~全額 (災害負担法)	○	○
港湾(埠頭公社・ 会社等)	×	×	○
空港 (自治体管理)	○: 8/10 (空港法)	×	×
空港運営事業者 (成田等)	×	×	×
空港ビル会社	×	×	×
鉄道	○: 1/4 (鉄道軌道整備法)	×	○
道路・河川 (自治体管理)	○: 2/3~全額 (災害負担法)	○	×
高速道路会社	×	×	×
下水道	○: 2/3~全額 (災害負担法)	○	×
上水道	○: 国庫補助率は要綱 (水道法)	×	○
農地	○: 5/10~ (農林水産施設補助法)	○	×
公立学校	○: 2/3 (公立学校災害負担法)	○	×
私立学校	×	○	×
医療機関 (公立等)	○: 予算補助 (要綱)	×	○
電気・ガス・ 通信	×	×	×

(災害対策制度研究会⁹⁾等を参考に作成)

4—リスクファイナンスの手法

本章ではリスクファイナンスの手法の概要を述べる。まず鉄道などで広く利用されているのが土木構造物保険である。風

水害などによって土木構造物に損害が発生した場合についての復旧費用を支払うものである。ただし、地震が対象外であること、また復旧費用の支払いを受けると翌年の保険料が上がってしまうことが特徴である^{13), 14)}。

また、企業で近年導入されている2つの手法を紹介する。一つ目は、証券化による資本市場へのリスク移転を行うCATBONDであり、2008年からJR東日本も導入している¹⁵⁾。これは、毎年一定の金額を保険会社に支払うことで、地震が発生した場合(具体的には東京駅から半径70km以内を震源とする一定規模以上の地震があった場合)、被害状況に関係なく金銭の支払いを受けられる方法である。CATBONDは証券化によって機関投資家から資金を集めてくることで、地震リスクを広く資本市場へ移転している。

二つ目は、特定のリスクに対するコミットメントラインについてである。2008年にJR西日本で導入されている¹⁶⁾。これは平常時に銀行と借入予約契約を結び、手数料を払うことで、リスクが顕在化したとき(JR西日本の場合、京阪神地区の大地震発生)に、定められた融資枠の範囲内(JR西日本の場合、1000億円)での短期借り入れを可能とする。この場合のコミットメントラインは、特定のリスクに対する融資枠契約による流動性確保のために行われている。

以上も踏まえ、次章で紹介するアンケート調査の設問設定を行った。

5—リスクファイナンスの実施状況に関するアンケート調査

5.1 アンケートの概要

我が国の交通事業者におけるリスクファイナンスの実施状況の把握等を目的にアンケート調査を実施した。アンケートの内容、対象等については表—2に示す。

■表—2 アンケート調査の概要

内容	・リスクマネジメントの必要性和具体的方策の実施状況 ・リスクファイナンス実施状況 ・公的補助の問題点と過去の被災経験
実施時期	・2008年9~10月 ・郵送配布, 回収
対象	・鉄道: 普通鉄道事業者, モノレール事業者, 新交通システム事業者, 鉄道運輸機構 ・空港: 空港運営事業者, 空港ターミナルビル会社 ・港湾: 埠頭公社, 埠頭運営会社, 民活事業対象事業者
配布数・ 回収率	・鉄道 (175社配布, 84社回答, 48.0%回収) ・空港 (69社配布, 26社回答, 37.7%回収) ・港湾 (123社配布, 32社回答, 26.0%回収) 注) 有効回答数は質問項目毎に異なる

5.2 リスクマネジメントの具体的方策の検討と実施状況

リスクマネジメントの具体的方策の検討と実施状況について図—1に示す。鉄道では、「検討していない」, 「検討してい

が実施していない」という事業者が半数近い。特に、ファイナンスの確保については検討すらしていないという事業者が3割に上る。空港では「検討していない」、「検討しているが実施していない」の割合が更に高くなっており、港湾でも同様の傾向がみられる。

5.3 今後強化したいリスクマネジメントの具体的方策

今後強化したいリスクマネジメントの具体的方策について図一2に示す。鉄道で特徴的であるのは、ファイナンスの確保について、「今後の強化を考えている」、「やや考えている」の割合が非常に少ない。空港ではファイナンスの強化について考えている事業者が鉄道よりは若干多いが半数には達していない。港湾についても空港と同様の傾向であり、十分とはいえない現状である。

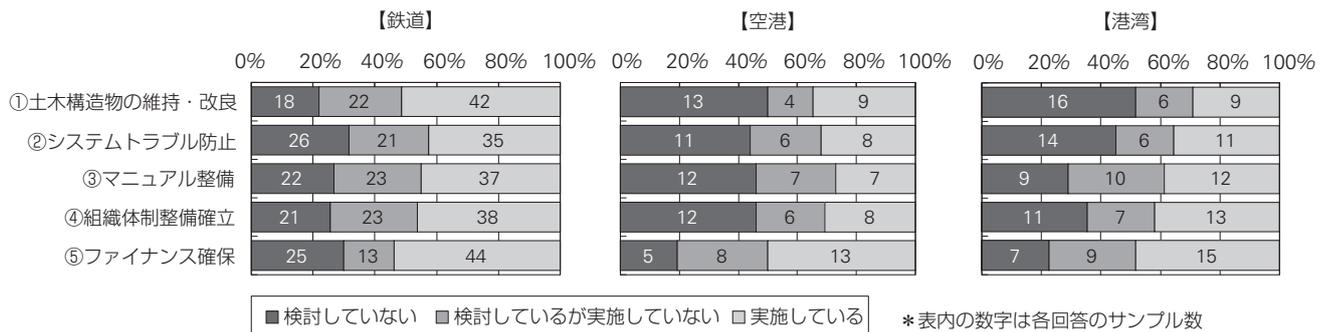
5.4 災害時の被害額の想定

災害時の被害額の想定状況について図一3に示す。最近大流行が懸念されている新型インフルエンザについても質問し

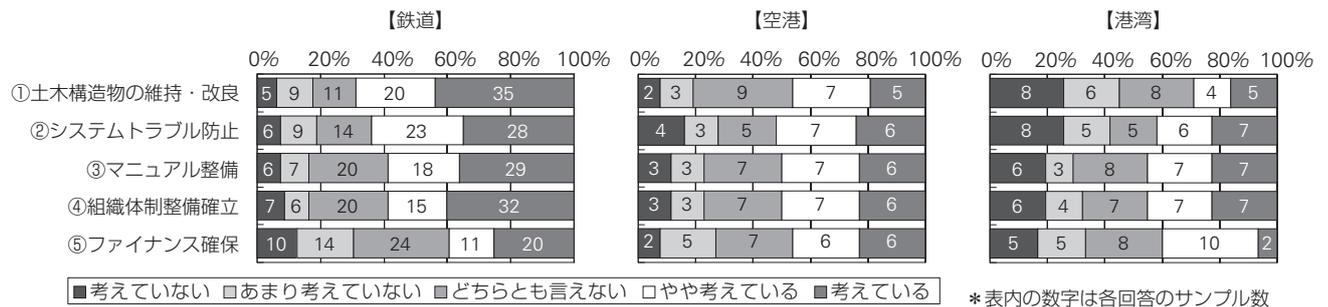
ているが、どの項目についても被害額を想定している事業者は極めて少ない状況である。

5.5 リスクファイナンスの状況

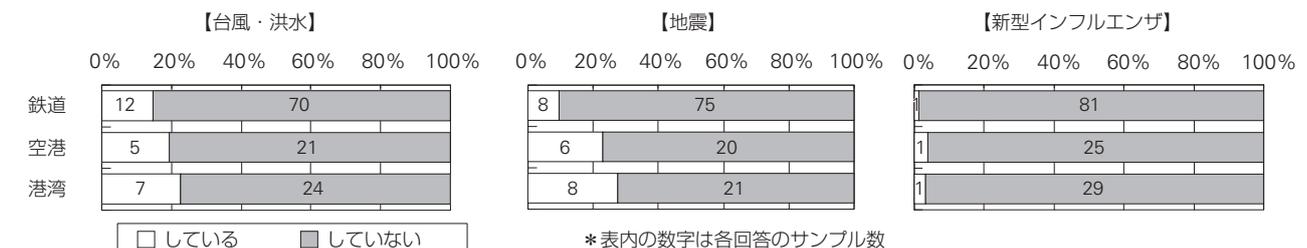
具体的なリスクファイナンス実施状況について図一4に示す。いずれの施設においても、台風・洪水といった自然災害については保険によるリスクファイナンスの実施率は高い。しかし地震については極めて低い。また特徴的であるのは、国・自治体からの支援に期待している傾向が非常に強いということである。新型インフルエンザに関しては、その影響の未知性、不確実性により対策は各施設ともに進んでいないといえる。鉄道について保険の付保状況をさらに詳しくみてみると(図一5)、第3セクターの鉄道が付保率100%で、これは第3セクター鉄道協議会など、団体保険の存在が大きい。団体保険とすることにより単体で保険に加入する場合に比べ、2割程度保険料の低減が図られる¹⁴⁾。大地震については付保率が低い。これは特約で対応すると保険料が高くなることや、低い保険料であると限度額が低くなることが理由の1つであると考えられ、大



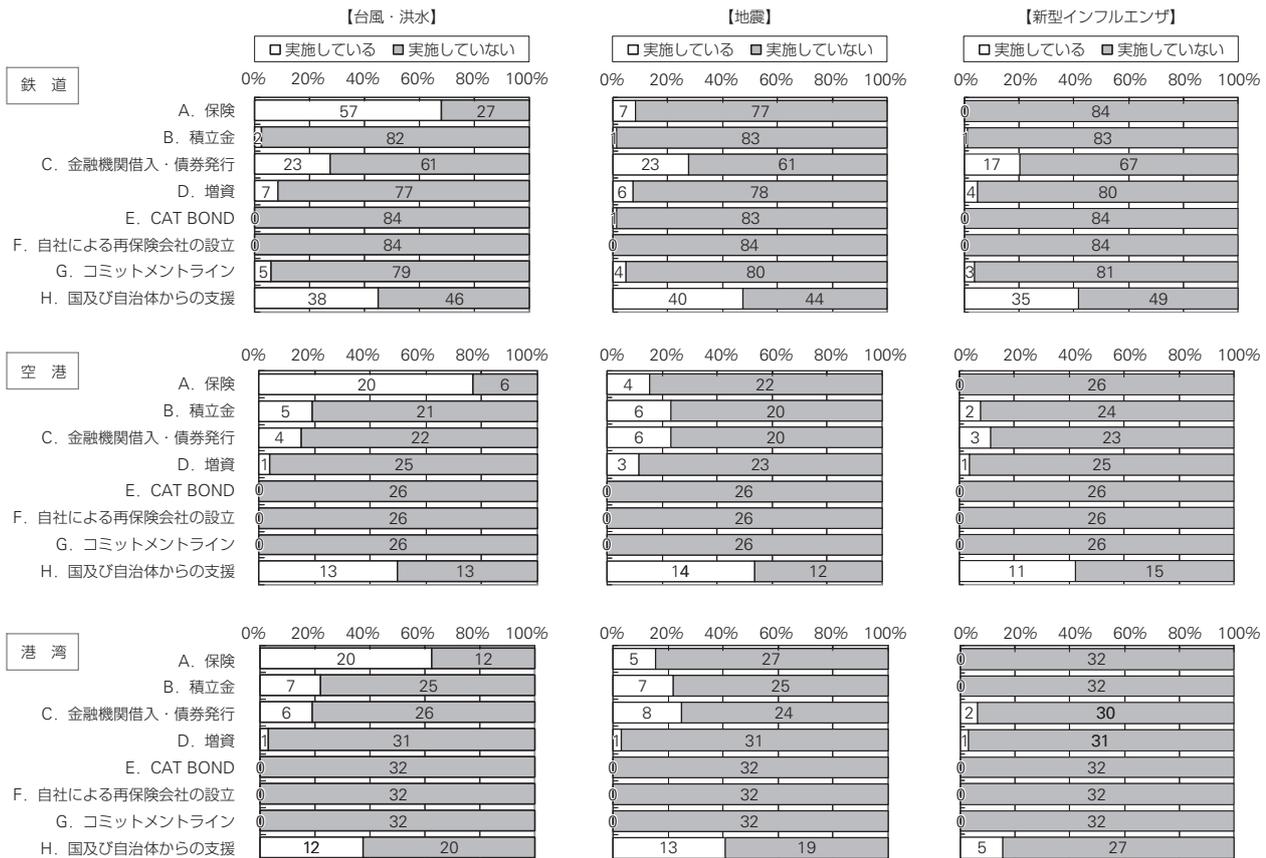
■図一1 リスクマネジメントの具体的方策の検討と実施状況



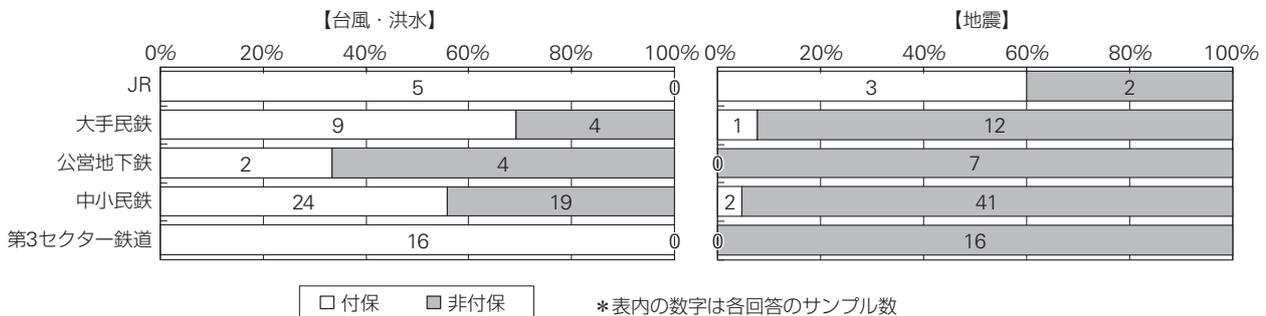
■図一2 今後強化したいリスクマネジメントの具体的方策



■図一3 災害時の被害額の想定



■図—4 リスクファイナンスの実施状況(C・Dは「予定しているか」、Hは「期待しているか」を聞いている)



■図—5 鉄道事業者の保険の付保状況

*表内の数字は各回答のサンプル数

地震被害に対する復旧資金の調達に苦労している様子が伺える。また、他の特徴として、第3種鉄道(鉄道施設の保有者)と第2種鉄道(運行者)が異なる場合、第3種鉄道が保険に加入している場合と第2種鉄道が保険に加入している場合の両方が見られた。さらに、地域の鉄道を支援するための基金が活用されている例がいくつか見られた。これは地域交通体系の整備と地域の鉄道事業者の経営の安定のために自治体が設立している基金(財源は自治体と民間から拠出)で、交通体系整備や赤字補填以外に、災害も含む不測の事故も対象となる場合がある。甘木鉄道や土佐くろしお鉄道、あるいは平成筑豊鉄道といった事業者はこのような基金を活用し、災害復旧費用を無利息の貸付金で賄ったり、基金から復旧費用の会社負担分を充当するなどの対応をしている(表—3)。

■表—3 地域の鉄道を支援するための基金の活用例

朝倉市地域交通体系整備基金： 甘木鉄道	2006年7月の風水害(1.26億円)： 会社負担0.17億円を基金からの無利息長期貸付金で賄う
四十万市鉄道経営助成基金： 土佐くろしお鉄道	2003年12月の風水害(3.0億円)： 会社負担1.6億円を基金から全額充当
田川市等三線沿線地域交通体系 整備事業基金：平成筑豊鉄道	2005年8月の風水害(176.6万円)： 基金から全額充当

5.6 公的補助の問題点や保険商品に関する意見

公的補助の問題点についてもアンケートで質問した。指摘された主な問題点を列挙すると、①民間企業は補助の対象外である(PFI事業者や港湾に関係する民間の事業者)、②現状復旧に限定されている(鉄道事業者)、③公的補助割合が低い(鉄道事業者)、④補助要件が厳しい(鉄道事業者)、⑤手続き

が煩雑である(鉄道事業者)、⑥そもそも制度そのものが良く分からない(鉄道事業者、港湾関連事業者)、などであった。その他では、阪神・淡路大震災では特別法による支援がなされたので、災害時には国からの何らかの措置を企業として期待せざるを得ず、あらかじめ事業者として金銭的な備えがやり難いという意見もあった。また、被災後に具体的な支援制度が導入されるので、事前に公的補助の規模が想定し難いといった意見もあった。

保険商品への意見としては、①土木構造物保険の団体保険料が零細企業にとって重い負担であり、国の主導や支援による保険料負担の軽い保険制度の創設が必要(第三セクター鉄道)、②地震保険の引受限度額が制限されているため、再調達価額を保険で充分にカバーすることができない(空港ビル)、③保険を付ける側、保険を受ける側の双方が、複数の企業で対応する仕組み・制度について国などの公的機関主導での検討が必要(港湾)、といった意見が挙げられた。

5.7 アンケート調査結果のまとめ

アンケート調査の結果をまとめると、まず、リスクファイナンスへの対応の中で特に地震に対する対応が十分ではないことが挙げられる。また、国や自治体からの支援への期待が非常に大きいことも特徴的であった。保険については保険料が高いという意見も多かったが、団体保険を使って保険料を割安にしている例もあり、国や自治体も関与しながら従来型の保険システムについて検討する余地があるといえる。また、新しい金融商品(CATBONDやコミットメントラインなど)については、認知度、普及度ともに非常に低いため、幾つかの先進的な導入事例も参考にしながら、その利活用方法の検討や啓蒙・普及活動の必要がある。その他では、前述の第二種鉄道と第三種鉄道の保険加入の例のように、複数の事業者等が関与している施設における責任関係が複雑なケースがあることが分かった。

6——論点の提示と今後の研究の方向性

以上の既存制度の整理とアンケート結果から、交通施設の災害復旧に対するリスクファイナンスと公的負担制度についての論点を提示して、今後の研究方向を示す。

6.1 災害復旧に対する国の支援の考え方の明確化

まず災害復旧に対する国の支援の考え方を明確にすることが重要である。参考になるのが被災者支援の法制¹⁷⁾である。阪神・淡路大震災以降に被災者の生活の再建のために国としての対策に関する相当な議論があり、平成10年に

被災者生活再建支援法が制定され、国の指定した基金の支給する支援金の半分以上を国が支援する制度が設立された。しかし、当初の制度では住宅本体の建設ができないといった使い勝手の悪さが存在し、平成19年に内閣府の「被災者生活再建支援制度に関する検討会」で議論がなされた結果、改正がなされ、用途を限定しない定額渡し切り(住宅本体の建設も可)の支援制度が制定された。また、従来は社会政策的な意味合いが強くなる要件があったが、これも撤廃された。これについては、「個人資産の形成に税金投入できないという従来の政府見解に対して風穴を開けた」¹⁸⁾との評価がなされている。

このような状況の変化を考えると、本研究で対象としている交通施設のように、公共性が高く、国民生活に不可欠なインフラに対する国の支援のあり方について、白紙で検討しても良いのではないかと考えられる。予算制約も踏まえつつ、被災者支援制度のように、国全体で整合性の取れた議論をする必要があると考えられる。当然、交通施設に限らず他のインフラ施設の問題も併せて検討する必要もある。一方で、政府関与の仕方を間違えれば、通常の維持管理インセンティブを奪うこともあり得るため、そういったモラルハザードを回避するためにも制度の内容の明確化が必要である。

6.2 保険システムへの国の関与の必要性

次に、保険システムへの国の関与の必要性についての論点であるが、まず過去の災害復旧事業費の適用実績をみると、過去5年間(平成14～18年度)に港湾で約700億円、鉄道で約10億円、また阪神・淡路大震災では港湾で約1,600億円、鉄道で約250億円の国の負担があり、相当程度の負担であることが分かる。一方、現行保険についてもいくつかの問題点が挙げられており、土木構造物保険では地震が免責であることや、特約保険では加入者にとって料率が高く限度額が低いといった問題がある。これらから、災害時の国の負担を増やさず、また、モラルハザードを避けるという観点からも、国が再保険を引き受けるなど、何らかの関与が必要ではないかと考えられる(公的な再保険スキームの必要性については、道路経済研究所⁵⁾や斎藤¹⁹⁾でも指摘されている)。ここで、参考として、保険システムへの国の関与の実例として2例を挙げる。まず、代表的な保険として地震保険制度(昭和39年～)がある。地震保険の対象は居住用建物と動産に限定されており、企業物件については営業保険で地震の危険が担保されると考えられ対象外となっている。つまり国民一般の生活安定が制度の目的となっている。この保険では、政府によって再保険引受けが行われており、その理由としては、①極めて大きな損害をもたらすリスクであること、②低頻度のリスクのため超長期の保険収支を考える必要があること、などが挙げられている^{20),21)}。

この保険では政府がリスクを丸抱えするわけではなく、民間と政府が保険金の総支払額に応じて支払いを分担するスキームになっている。その他にも国がリスクをカバーしている保険の例として貿易保険制度(昭和25年創設の国営保険)が挙げられる。これは貿易の健全な発展を目的とし、輸出入に関する国際紛争、テロ、相手方の破産あるいは債務不履行などのリスクをカバーするものであり、当初はそのリスクを国が丸抱えていた。その後、民間会社の引受業務への参入が始まったり、全額政府出資の特殊会社への移行などが決定したりしているが、再保険は政府が引き受けている。政府による再保険引き受けは、通商政策上の判断の実現や、国家の外交力を活用した効率的な回収、また長期間の収支相償などが理由である²²⁾⁻²⁴⁾。

保険について国が関与する仕組みを設ける場合、こうした先例の考え方を参考にしながら制度設計する必要がある。

6.3 民営化に際しての考え方の整理

民営化に際しての考え方も今後重要となる。災害復旧の実施について責任関係が不明確とならない民営化が重要である。高速道路の例では、公団民営化後、高速道路資産を保有する機構とそれを利用する高速道路会社は完全に分離されていて、「誰が高速道路や本四架橋の保有者なのか」が全く曖昧な組織体となっており、自然災害リスク管理が抜け落ちていくとの指摘もされている²⁵⁾。民営化の趣旨を踏まえ、民営化後の国の支援策について、災害リスクを過度に民間に負わせることによる高コスト化回避も考慮しながら検討する必要がある。

6.4 その他

その他の論点としては、アンケート調査の中で、制度自体が分からない、金融商品についても知識がないといった意見があったことを踏まえると、国や事業者団体による情報提供と啓蒙が必要であるといえる。また、所有者と運営者(またはPFI等における官と民)の間で明確かつ的確な災害リスク分担についての検討が必要である。PFI事業者の中には、不可抗力リスクを負わされたことに不満を訴える者も存在する(観光施設等)²⁶⁾。このほか、前述の鉄道の例でも述べたが、地域に必要な交通施設については、地域で支える仕組みが必要ではないか(地域交通体系整備基金の活用例)、という論点もある。

6.5 今後の研究の方向性

今後の研究としては、アンケート結果の更なる詳細な分析による課題の抽出、保険についての国の関与の具体的なあり方についての国・地方自治体・保険会社等の意見を踏まえた検討、リスクファイナンス商品の活用や普及の可能性の検討、政策金融や税制優遇措置の現状把握、既存不適格施設の扱いや原形復旧主義についての考察、などが挙げられる。

補注)

経済理論では、不確実性の中でも、過去の事例などから客観的に生起確率を測定し得る(確率分布が分かる)事象を「リスク」とし、逆に生起確率が分からない、生起するかどうか分からない(確率分布を測定し得ない)事象を「真の不確実性(ナイトの不確実性)」とする考え方がある。本研究では、研究対象としている自然災害について、その生起確率の測定可能性に関わらず、広義の「リスク」と呼ぶ。

参考文献

- 1)国土交通省鉄道局資料。
- 2)多々納裕一・高木朗義(編著)[2005]、『防災の経済分析—リスクマネジメントの施策と評価』、勁草書房。
- 3)内閣府[2008]、『自然災害リスクの特殊性とそのリスクマネジメントの困難性』。
- 4)高尾厚[2005]、『自然災害と保険』、『学術の動向6月号』、日本学術会議。
- 5)道路経済研究所[2003-2005]、『道路施設の災害リスクファイナンスに関する研究』(道経研シリーズA-101, 113, 124)。
- 6)大谷悟・安達豊[2001]、『社会資本整備におけるリスクに関する研究』、『国土交通政策研究』、4号。
- 7)瀬本浩史・山田哲也・江岡幸司・渡真利論[2006]、『社会資本運営における金融手法を用いた自然災害リスク平準化に関する研究』、『国土交通政策研究』、第62号。
- 8)リスクファイナンス研究会、経済産業省[2006]、『リスクファイナンス研究会報告書—リスクファイナンスの普及に向けて—』。
- 9)災害対策制度研究会[2008]、『新日本の災害対策』、ぎょうせい。
- 10)運輸省監修[1996]、『よみがえる鉄路』。
- 11)石井隆一・坂本森男・武居丈二・平嶋彰英・関博之・満田誉・末宗徹郎[1995]、『阪神・淡路大震災に係る地方財政対策について』、『地方財政(12月号)』。
- 12)兵庫県土木部[1997]、『阪神・淡路大震災誌「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」—土木施設の地震災害記録—』。
- 13)国土交通省鉄道局資料。
- 14)第三セクター鉄道等協議会[2005]、『20年史』。
- 15)JR東日本プレスリリース(2007年10月17日)
- 16)JR西日本プレスリリース(2008年3月27日)
- 17)内閣府ホームページ: <http://www.cao.go.jp/>
- 18)兵庫県震災復興研究センター[2008]、『世界と日本の震災復興ガイド』、『クリエイツかもがわ』。
- 19)斎藤誠[2007]、『交通社会資本の危機管理とリスク・マネジメント』、『国際交通安全学会誌』。
- 20)保険審議会[1965]、『地震保険制度に関する答申』。
- 21)損害保険料算出機構[2008]、『日本の地震保険』。
- 22)日本貿易保険ホームページ: <http://nexi.go.jp/>
- 23)経済産業省ホームページ: <http://www.meti.go.jp/>
- 24)貿易保険分野における官民のあり方検討会とりまとめ, 2004。
- 25)斎藤誠[2007]、『第29回内閣府経済社会総合研究所経済政策フォーラム「災害被害を軽減するために必要なこと: リスクを知り、備え、長続きさせる社会に向けて」(パネリスト資料)』(2007年2月27日)。
- 26)総務省[2008]、『PFI事業に関する政策評価書』。

都市鉄道の列車遅延の拡大メカニズムに関する研究

仮屋崎 圭司
KARIYAZAKI, Keiji

(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1—はじめに

首都圏の鉄道は、高密度な鉄道網整備、列車の長編成化、高頻度運行、相互直通運転の実施、ホームドアの設置等により、広域かつ膨大な通勤需要を正確かつ安全に輸送可能とした世界に誇れるシステムである。それゆえに、首都圏の鉄道網は「概成された」と言われてきた。

しかし、この高頻度運行、相互直通運転といった日本の最も特徴的な施策は大きな効果をあげた反面、その副作用として、①通勤時間帯の慢性的な遅延、②人身事故、車両故障等により発生した遅延の広域的な連鎖、③一度発生した遅延の回復に数時間も要してしまうといった回復困難性の問題等が起り、ある種のパラドクスとなっている。これら毎日のように発生する遅延は通勤時間帯の混雑と相まって、利用者に多大な苦痛を強めている。

この問題に対して、折り返し運転施設の設置等の対策は行っているものの、抜本的な解決には至っていない。これは、「概成」どころか「日本の鉄道神話が崩れた」とも言うべき状況であり、その対策は急務である。日本の鉄道にとっての再チャレンジとも言えよう。

本報告では、この都市鉄道の運行遅延の事態把握として、実際の列車運行データを用いた現状分析を行い、遅れ時間の増加要因が時間帯により変化することについて報告を行う。また、その変化に着目し、拡大する遅れの抑制についての可能性を示唆する。

2—遅延の現状

首都圏の鉄道において遅延は毎日のように発生している。東京地下鉄株式会社(以下、東京メトロ)の遅延証明書の発行件数を集計すると、昨年9月からの2ヵ月間で、平日の遅延証明書の発行件数は1日当たり平均13.6件、路線当たり平均1.5件であった。首都圏の中心部を運行する東京メトロは、9路線中7路線で他事業者路線との相互直通運転を実施しており、遅延はそれらの路線間で相互に波及することから、慢性的な遅延はある特定路線だけでなく、首都圏の鉄道網全体で広く発

生していると言えよう。

そもそも通勤混雑時における運行ダイヤは大量の乗客を捌くため、非混雑時と比して、駅での停車時間や駅間の走行時間が長く計画されており、表定速度が低下している。始点駅から終点駅までの所要時間が2割~3割程度増加している路線も少なくない。遅延が発生すると、さらに所要時間が増加するため、車内混雑に所要時間の増加と、定刻からの遅延も加わって利用者は幾重もの苦痛を強いられている。また、毎日のように発生する遅延は、日によって遅れ時間が異なるため、重要な会議などがある朝は、いつもより30分早い列車で出勤するといった利用者の声も聞かれる。まさに日本の鉄道の信頼性は危機的な状況にあると言ってよいであろう。

首都圏の全路線長における相互直通運転の路線延長割合は平成17年度で35%に達している。相互直通運転は、路線やターミナルの混雑緩和、乗り換え回数や乗り換え時間の短縮など大きな効果をあげている。しかし一方で、運行形態の複雑化や、他路線の事故等の影響を受ける、また、事故等におけるダイヤ調整の煩雑化といった相互直通運転の負の効果が遅延の発生・波及の現象として顕在化している。その対応として、相互直通運転を一時的に中止し、折り返し運転を実施している。しかし、それに伴う駅ホームの混雑、乗り換え時間の増加、時刻表の乱れといった、相互直通運転の正の効果により解消していた問題が再発し、新たな遅延の発生と波及が生じ、抜本的な解決には至っていない。

3—遅延の発生と波及

3.1 遅延の要因

遅延の発生・波及の要因は3つに分類される。一つ目は人身事故や車両故障、電気・通信設備故障、自然災害など非常時のトラブルによる遅延の発生・波及である。これらの要因による遅延は、遅れ時間とその回復時間が長時間におよぶ可能性がある。

2つ目は、利用者要因による駅停車時間の増加である。車内やホーム上の混雑に伴う列車乗降時間の増加、無理な駆け込み乗車とそれに伴う列車ドア、ホーム柵の再開閉、車内

発病などにより列車の駅停車時間が増加し、遅延が発生・波及する。また乗客の行動・振る舞いの変化も遅延に影響している。携帯電話の画面を見ながらの乗降やプラットホームの移動、乗降時に一端列車を降りることなく列車ドアの両脇に立ち残る人なども遅延の発生・波及の要因となっている。このようにして発生した遅延から、列車のダンゴ運転が生じて遅れが波及する。列車が駅に遅れて到着すると、遅れた時間分だけ通常よりも多くの乗客が待っており、その分の乗降時間が増加する。すると発車時刻がさらに遅くなり遅延が拡大する。この列車の後続列車は通常よりも乗客が少なくなるため、列車間隔は詰まり、ダンゴ運転状態となる。

3つ目は、線路上の列車混雑要因による駅間走行時間の増加である。先行列車による駅進入制限や走行速度の低下・一時停止・再加速、後続列車の遅れによる発車時間の調整などがそれである。限られた線路容量で大量輸送を可能とするための高頻度運行であるが、その反面、遅れが発生し易く、波及し易い状態にある。また、優等列車の存在と相互直通運転により、遅れの影響を受ける列車本数と影響範囲が拡大し、その拡がり方も複雑化する。

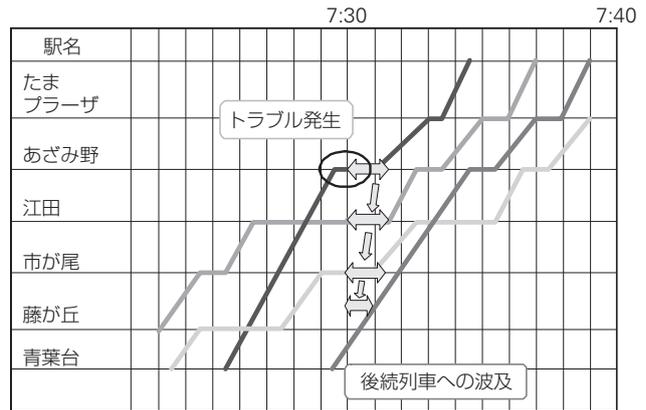
3.2 遅延の波及

そこで今回は、このような遅延の発生・波及要因を実際の列車運行データを用いて検証する。分析データは、相互直通運転を実施しており、かつ、定常的な遅れが発生している東急田園都市線-東京メトロ半蔵門線における列車運行データの実績値を用いた。データ取得日時は平成21年1月19日(月)~21日(木)の7:00~11:00である。

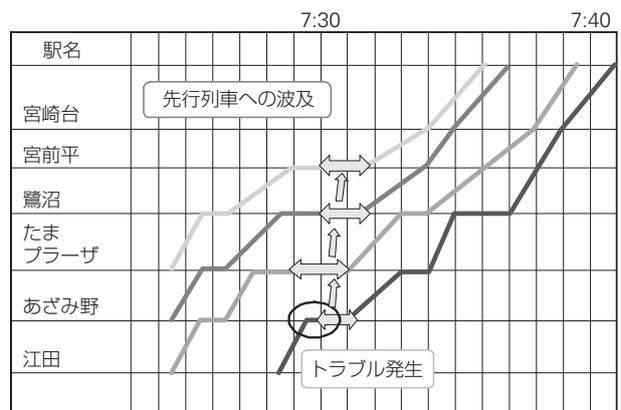
図一1~3は1月19日の運行実績の一部をダイヤグラムで示している。横軸は1分単位の時間経過である。この日の田園都市線は、あざみ野駅7:29発の準急列車において、車内発病による駅停車時間の増加により約1分の出発遅れが生じた。これに伴い、後続の普通列車2本は各々の停車駅において出発時間の調整を行い、約1~2分の出発遅れが生じた。さらに後続の急行列車は普通列車の追い越し駅である江田駅において、先行の普通列車の到着が遅れるため、走行速度の低下が生じた。これにより急行列車の江田駅通過が遅れ、あざみ野駅には約2分遅れて到着している(図一1)。

一方、先行列車では、遅延が発生した急行列車との列車間隔が空くことで、ダンゴ運転による遅延の増加を防ぐため、出発待ちの時間調整が実施されている。この日は3本先の列車まで時間調整を実施し、それぞれ1~2分程度の遅延が発生・波及した(図一2)。

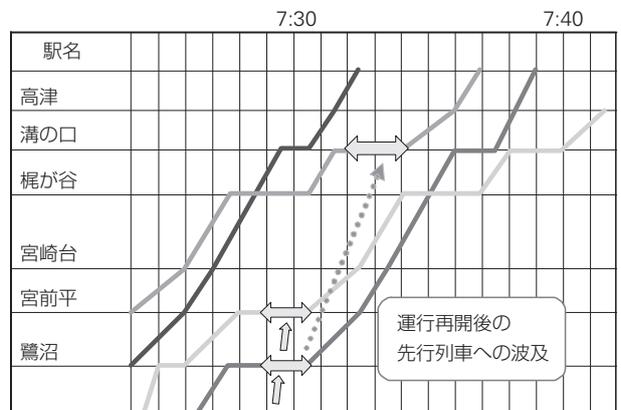
その後、あざみの駅から6駅下流の溝の口駅に停車する普通列車において、鷺沼駅で時間調整のために出発を遅らせ



■図一1 ダイヤグラム図(1/19実績):後続列車への波及



■図一2 ダイヤグラム図(1/19実績):先行列車への波及①



■図一3 ダイヤグラム図(1/19実績):先行列車への波及②

た準急列車との間隔が空いってしまったため、当駅で出発待ちの時間調整が実施された。遅延の発生した列車が運転を再開してから約4分後である(図一3)。

このように、ある列車で発生した遅延が、後続列車、先行列車、そして遅延発生列車の運転再開後も、発生場所から離れた駅で影響を及ぼしていることが分かる。今回の事例は遅延の発生・波及の一例に過ぎないが、発生した遅延が路線内で時間的かつ空間的に波及する様子が伺え、優等列車の存在により、その影響が複雑に広域へと作用することが分かる。

3.3 遅延の増加

次に遅れが発生した準急列車の運転再開後の運行状況を見る。遅延が発生したあざみ野駅から9駅下流の二子玉川駅（これより下流駅は準急列車も各駅に停車する）と、そこから3駅下流の駒沢大学駅におけるダイヤに対する駅停車時間の増加量を、同時帯の前後の列車と比較すると、増加量の値に大きな差はなかった。しかし、さらに2駅下流の田園都市線最混雑区間の始点である池尻大橋駅では、前後の列車と比べ突出して増加量が大きくなった。混雑率と駅の停車時間とは二次関数の関係があると言われており、上昇する混雑率が池尻大橋駅において臨界点を越えてしまい停車時間が急激に増加したと考えられる。遅れ時間の増加を防ぐには、臨界点を越えないための対策が有効であり、その値の把握とともに今後の課題である。

この準急列車があざみ野駅を出発した際の遅れは約1分であったが、二子玉川駅では約6分、渋谷駅では約8分の遅れに増加した。これ以降の列車にも遅れは波及し、その後、他の要因による遅延も加わって、相互直通運転を実施している半蔵門線半蔵門駅におけるこの日の最大遅れは約13分であった。なお、ダイヤの乱れが回復し、田園都市線と半蔵門線で時刻表どおりの運行が再開されたのは10:00過ぎであった。

4—旅客量による遅れと列車密度による遅れ

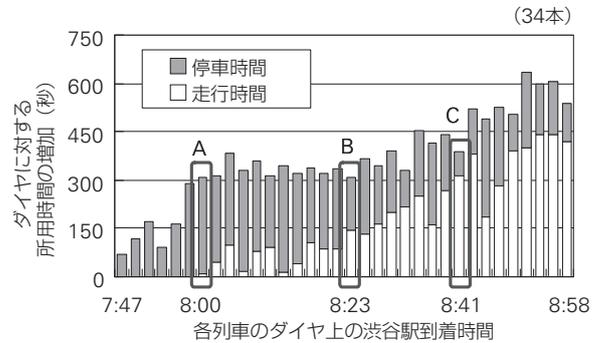
3.1 遅れの要因の変化

19日の渋谷駅でのダイヤに対する到着遅れの最大値は約9分であった。中央林間駅から乗車した人は所要時間が9分増加したことになる。増加した所要時間は、利用者の列車乗降等に関する駅停車時間の増加と、列車が駅間を走行する列車走行時間の増加の2つに分けられる。それぞれの増加量の幅や頻度は、駅毎に様々であるが、発生する時間帯には同様の傾向がみられた。

停車時間は、準急運転時間帯の前半に増加量のピークを迎え、走行時間は同時帯の後半以降に増加量のピークを迎えた。その傾向が顕著に現れている池尻大橋駅では8:00頃に停車時間増加のピークがあり、9:00頃には停車時間の増加はほぼ見られなくなる。一方で、三軒茶屋駅～池尻大橋駅間の走行時間の増加量は、8:00過ぎから徐々に大きくなり9:00頃にピークとなる。また、池尻大橋駅の駅停車時間の最大増加量約70秒と比べ、駅間走行時間のピーク時間帯増加量は120～180秒であり、停車時間の増加量より大きな値を示した。

このように遅れ時間の増加要因は、時間帯によって変化する。準急運転時間帯の34本の列車（渋谷駅到着時間7:47～8:58）において、溝の口駅から半蔵門駅までの遅れ時間の内

訳をみると(図—4)、時間の経過と共に遅れの要因が、駅停車時間から走行時間へと変化していることが分かる。言い換えると、遅れの要因が利用者要因による遅れから、列車混雑による遅れへと変化している。

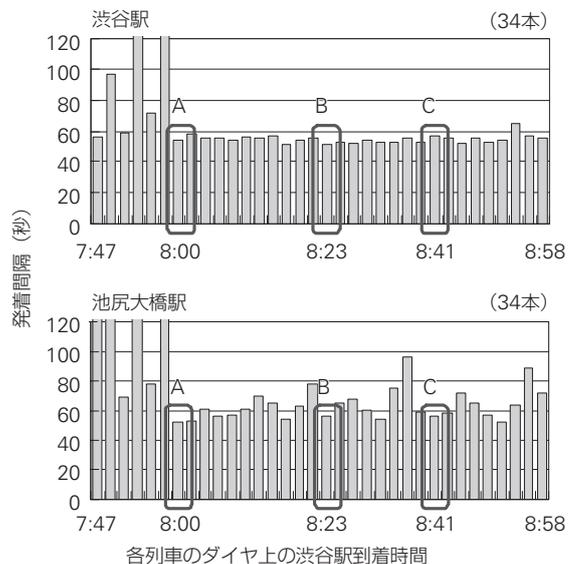


■図—4 各列車のダイヤに対する遅れの内訳
(溝の口駅～半蔵門駅間：1/19実績)

3.2 駅間の走行時間と駅の発着間隔

ここで、図—4の枠で囲ったA, B, Cの3本の列車の遅れの要因について着目する。列車Aはその大部分が駅停車時間の増加である。列車Bは駅停車時間の増加と駅間走行時間の増加の割合が半々。列車Cは駅間走行時間の増加が遅れの要因の大部分を占めている。ここから駅間の走行状態を想定すると、列車Aはダイヤ通りのスムーズな運行であったのに対し、列車Cは先行列車との間隔が詰まっていたため、速度低下や一時停止等が頻繁に発生していたと考えられる。

しかし、各駅での運行間隔をみると、図—5のように先行列車が出発した後、後続列車が到着するまでの時間(ここでは発着間隔と定義する)に大きな差はなく、各列車とも同じ時間間隔で駅に到着していることが分かる。



■図—5 各列車の発着間隔(1/19実績)

朝ラッシュ時は、利用者の駅での待ち時間を最小にし、運転間隔の乱れによるダンゴ運転の発生を防ぐため、駅において等間隔運行を保つように列車運行が実施されている。日本の鉄道運行システムと鉄道事業者の技術が、現在の高密度な等間隔運行を可能としている。

このように各列車の駅間の運行状態が、各駅での発着間隔に影響を与えないということは、列車Aのように先行列車との間隔が十分空いておりスムーズな駅間走行が可能な場合においても、列車Cのように先行列車との間隔が狭く各列車がその先行列車の運行挙動に左右されて運行している場合においても、どちらの場合も駅での発着間隔を一定に保つことが出来る。つまり、駅間に存在する列車の間隔にはある程度の自由度があり、ある範囲・領域においては列車の間隔に依らず狙った時刻に列車を到着させることが可能である。したがって、ダンゴ運転を発生させることなく、列車の間隔の最適性について議論することが可能であり、運行時の列車間隔に検討の余地があることを示唆している。しかし、列車間隔を空けることは、駅停車時間の増加とそれによる後続への影響が生じるため、駅間走行時間と駅停車時間のトレードオフを含めた議論となる。

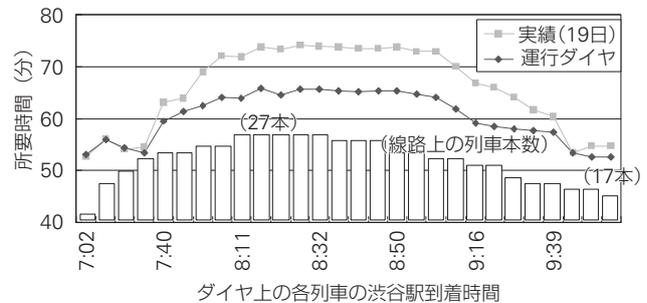
5——列車密度と走行速度

上記の議論を進めるうえで、重要となるのが駅間の走行速度と列車間隔である。ダイヤ上の列車運行は、各列車が先行列車の挙動に左右されることない適度な間隔を保ち、スムーズな運行がなされるよう計画されている。しかし、一度遅れが発生すると列車間隔に乱れが生じ、駅間には駅到着の順番待ちをする列車が存在するようになる。遅れが増加するとその列が所々隙間を空けながら上流の駅まで伸びていく。

現在の列車閉そく区間長は、高頻度運行を可能とするため、以前のそれより非常に短い。田園都市線においては、列車間隔が1編成長よりも短く設定されている区間も多く、列車は線路上に密な状態で運行している。このため先行列車の速度変化が後続列車の運行速度に直接的に影響を与えるような現象が生じており、道路交通の渋滞と類似した線路上における列車の渋滞が発生している。

道路交通においては、交通量と走行速度に関する交通流理論が確立されており、ロードプライシングなど道路使用の最適化の検討に用いられている。その代表例であるQV曲線は、

通過交通量Qと速度Vの関係においてどちらも高い状態が存在することを示したものである。自由走行の状態から自動車の車両間隔が詰まって通過交通量Qが増加すると速度Vが低下する。それと同様な現象が鉄道においても起きている。図一6のように、朝のピーク時は線路上の列車本数が増加すると計画ダイヤと実績値ともに所要時間の増加(走行速度の低下)が起きていることが分かる。しかし、道路交通のQV曲線は走行速度と車両間隔の関係から、通過交通量の最適値が決まるが、鉄道は線路上に駅が存在するため、連続して走行する列車群の途中で新たな遅れが発生するといった現象や、長時間の運行遅延が発生した際に、ボトルネック駅の列車出発間隔あるいは駅停車時間で線路上の全列車の走行速度が決まる等といった、鉄道特有の現象も存在する。走行速度と車両間隔の関係の他に、もう一つ“駅”の要素を組み込んで考える必要がある。



■図一6 線路上の列車本数(1/19実績)と所要時間(中央林間駅～渋谷駅間:普通列車)

6——今後の課題

遅延の波及を抑制する運転間隔はあるのか。また、発生した遅延を素早く回復する運転方法はあるのかについて今後の検討を進めていく。遅延が発生し、列車の運行がダンゴ状態となったとき、そこから通常の運行状態に戻すには、列車を間引くか列車の間隔を空けなくてはならない。その場合、どういったタイミングで、どの位の間隔を空けるのが最適なのか。また短時間の遅れも微少な間隔で戻すのではないかなどについて検討する。そのアプローチ方法として鉄道における交通流理論を考えている。

高密度運行下にある鉄道においては、自動車交通と同様に鉄道独自の交通流理論の確立が必要であり、それを適用して遅延対策の検討を、さらには、既存施設に残されているであろう有効活用の余地について検討を試みたいと考えている。

都市交通システムの環境効率性に関する研究

藤原章正 FUJIWARA, Akimasa	講演者	(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所客員研究員 広島大学大学院国際協力研究科教授
吉野大介 YOSHINO, Daisuke		復建調査設計(株)

1—研究の背景と目的

全地球的環境パートナーシップが求められるいま、先進国、途上国を問わず都市交通システムの政策立案に当たっては、交通に起因する環境負荷の最小化とモビリティの維持向上を両立する解の探索が必要となる。1992年にWBCSD¹⁾が提案した「より大きな価値をより小さな環境負荷で創出する」という環境効率性という概念は、利便性向上と環境負荷削減の間のジレンマを解消し、身の丈に合った実効性のある達成目標を設定する上で有用であると考えられる。

本研究では、途上国と先進国を含む世界46都市の4時点(1960~1990年)データを用い、環境効率性指標をDEA(データ包絡分析法)の概念に基づいて再定義を行うことによって、都市交通システムのエネルギー消費構造を評価する。

2—環境効率性の再定義

DEAモデルの1つであるコスト効率モデル²⁾を採用することによって、都市のエネルギー消費構造の違いを環境効率性評価に反映することを試みる。データの利用可能性を検討した結果、入力変数として公共交通および私的交通の年間平均トリップ距離[km]、コスト変数として私的交通および公共交通の輸送人キロあたりのエネルギー消費量(エネルギー効率)[MJ/人キロ]を設定する。また、出力変数にはモビリティの高さを示すトリップ平均速度[km/h]を設定する。

コスト効率モデルにおいて、 k 番目の都市の環境効率性(EE_k)は式(1)のように算出される。

$$EE_k = \frac{c_k^*}{c_k} = \frac{\sum_{i=1}^m p_{ik} x_i^*}{\sum_{i=1}^m p_{ik} x_{ik}} \quad (1)$$

ここで、 x_{ik} は観測された入力データ、 p_{ik} は観測された単位入力あたりのコストデータ、 i は入力変数の種類($i=1, 2, \dots, m$)、 c_k は実際のエネルギー消費量[MJ/人]、 c_k^* は最小化されたエネルギー消費量[MJ/人]を意味している。最小化されたエネルギー消費量とは、現在の出力変数のレベルを最低限保障した上で、私的交通・公共交通エネルギー消費量(入力変数とコスト変数の積)の総和を最小化した値であり、 x_i^* は次節のコスト

効率モデルによって算出される最適解である。

3—環境効率性モデルの構築

都市及び交通機関の多様性を表現するために以下に示す3つの環境条件をコスト効率モデルの制約式に取り入れて、環境効率性モデルを構築する。

(1)政策的閾値をもつ入力変数の導入

エネルギー効率の高い公共交通の輸送規模はエネルギー消費抑制の際に削減の対象とならず、また一度整備した公共交通インフラを放棄するとは考えにくい。そこで公共交通利用は現状以上を維持するように制約を加え、公共交通年間平均トリップ距離を政策的閾値をもつ入力変数と呼ぶことにする。

(2)都市ごとに異なる交通エネルギー消費システムの下での効率性分析

都市形態や都市の交通政策の方向性は様々であり、各都市にとってモビリティを向上させる際に力を入れる交通手段は異なるものと考えられる。

従来のDEAでは、異なる都市特性を有する都市の組み合わせによってある都市の参照集合が形成される場合、その折衷案をその都市の改善案とみなすことになるが、モビリティの形成におけるメカニズムが全く異なる両都市を折衷させて参照するという事は現実的には考えにくい。そのため、従来のDEAのように、全ての都市の組み合わせが参照集合になり得るモデルでは、得られる改善案が非現実的なものになってしまう可能性がある。

この解決案として、フロンティアの形成の際に、私的交通型都市と公共交通型都市の間に凸の生産可能性を成立させないという方法がある。つまり、都市は私的交通型都市・公共交通型都市どちらでもその都市の都市特性に適した都市群を参照集合に設定することが可能であるが、フロンティアを算出する際の参照集合のセットは同じタイプの都市を設定することにする。

ただし、都市のグループ分けに関しては、効率性分析の前

に分析者がアприオリに付与する必要がある。本研究ではクラスター分析によって都市を分類した。分類に使用した変数は道路延長[m/人]及び公共交通路線長[m/人]であるため、インフラ整備状況によって都市の分類を行ったことになる。分析の結果、都市は3つのタイプに分類され、それぞれのクラスターの統計量から、私的交通発展型都市、私的交通・公共交通両方発展型都市、公共交通発展型都市と命名した。

(3) フロンティア形成不能都市の設定

都市化が進んでおらず極端にエネルギー消費規模の小さい途上国都市を参考にすると、環境効率性が実効性を持たなくなる可能性がある。このような現実的制約を反映するため、都市化指標から外生的に途上国都市の一部をフロンティア形成不能都市と位置付け、先進国都市はこれらの途上国都市を参照集合に設定しないよう条件を設定する。

(4) 環境効率性モデルの開発

以上の環境条件をコスト効率モデルの制約式に加えることにより、都市*k*における環境効率性モデルは以下の式(2)で表される混合整数型問題として定式化できる。

目的関数

$$\text{Min } c_k = \sum_{i=1}^m p_{ik} x_i \quad (2)$$

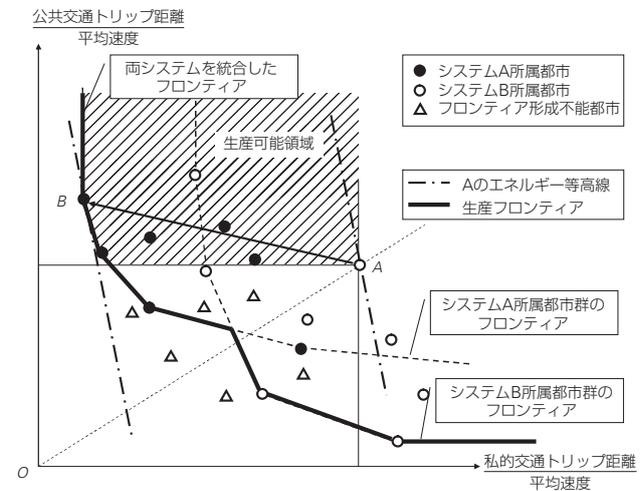
制約式

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{n'} x_{ij} \lambda_{Aj} + \sum_{j=n'+1}^{n''} x_{ij} \lambda_{Bj} &\leq x_i, \quad (i=1,2,\dots,m'), \\ x_{ik} &\leq x_i, \quad (i=m'+1,\dots,m), \\ \sum_{j=1}^{n'} y_{rj} \lambda_{Aj} + \sum_{j=n'+1}^{n''} y_{rj} \lambda_{Bj} &\geq y_{rk}, \quad (r=1,2,\dots,s), \\ \sum_{j=1}^{n'} \lambda_{Aj} &= z_A, \\ \sum_{j=n'+1}^{n''} \lambda_{Bj} &= z_B, \\ x_i &\geq 0, \quad (i=1,2,\dots,m), \\ z_A + z_B &= 1, \\ \lambda_{Aj} &\geq 0, \quad (j=1,2,\dots,n'), \\ \lambda_{Bj} &\geq 0, \quad (j=n'+1,\dots,n''), \\ z_A, z_B &= 0 \text{ or } 1 \end{aligned}$$

ここで、*i*は入力変数の種類(*i*=1,2,...,*m'*までは政策的閾値をもたない入力変数,*i*=*m'+1*,...,*m*までは政策的閾値をもつ入力変数)、*r*は出力変数の種類(*r*=1,2,...,*s*)、A、Bは入力システムが属するグループ、*j*は都市(*j*=1,2,...,*n'*まではシステムA、*j*=*n'+1*,...,*n''*まではシステムBに所属、*j*=*n''+1*,...,*n*まではフロンティア形成不能都市に所属)、 λ_{Aj} 、 λ_{Bj} はそれぞれ*n'*次元、*n''-(n'+1)*次元の非負ベクトル、 z_A 、 z_B は0-1のバイナリ変数を意味する。

以上の環境効率性モデルの概念図を図-1に示している。A都市が以下のようにプロットされ、A都市のエネルギー等高

線が一点鎖線のように表される場合、A都市のフロンティア状態は図のようにB都市と一致するため、両都市のエネルギー消費量の比を環境効率スコアとする。



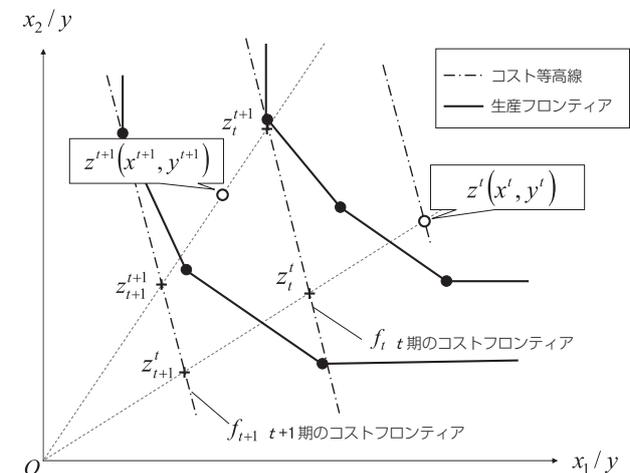
■図-1 環境効率性モデルの概念図

(5) パネル分析への拡張

クロスセクショナルな形でDEAを使う場合、DEAに関する記述は z_t から z'_t に達した時点で終わるが、時系列の場合、ある期間内でフロンティアのシフトがあり、そのプロセスに関する説明を更に拡張する必要がある。つまり、*t*期のパフォーマンスを*t+1*期のフロンティアで評価しなおす必要がある。

パネル分析への拡張にあたり、本研究では、Malmquistアプローチを用いる。このアプローチは、フロンティアのシフトを考慮して各都市の技術進歩を数量化指標で評価できる方法論である。

この図-2では、ある都市のパフォーマンスが*t*期において z_t 、*t+1*期において z_{t+1} で示されていると考える。また、*t*期において効率的フロンティアは f_t で表されている。*t+1*期も同様に、2つの効率的フロンティアは f_{t+1} で表されている。*k*都市に



■図-2 Malmquistアプローチによる効率性の表現

おける t 期～ $t+1$ 期での Malmquist 指数の変化率はフロンティアへの近傍度を示す CU 指数とフロンティア自体のシフトを表す FS 指数の積で計算できるため、以下の式 (3) のように定式化される。

$$M_k = CU \text{ Index} * FS \text{ Index}$$

$$= \frac{F^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{F^t(x^t, y^t)} \cdot \left[\frac{F^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{F^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{F^t(x^t, y^t)}{F^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\left(\begin{array}{l} F^t(x^t, y^t) = z_t^t / z^t \\ F^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = z_{t+1}^{t+1} / z^{t+1} \\ F^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = z_t^{t+1} / z^{t+1} \\ F^{t+1}(x^t, y^t) = z_{t+1}^t / z^t \end{array} \right) \quad (3)$$

ここで、 $F(x, y)$ は投入要素 x と産出要素 y を持つ都市の効率性を意味しており、 F の添字がフロンティアの期間、 x 及び y の添字がそれぞれデータの期間を表している。全ての指数は1未満の場合前年度比で技術退化、1を超えると技術進歩をそれぞれ意味する。

4—都市交通システムの環境効率性評価

(1) 各時点の環境効率性

本研究では、途上国と先進国を含む世界46都市の4時点(1960, 1970, 1980, 1990年)データ^{3),4)}を用い、環境効率性指標をDEA(データ包絡分析法)の概念に基づいて再定義を行うことによって、都市交通システムのエネルギー消費構造を評価する。そして、評価指標に則って各都市において適当なエネルギー消費改善策を提案し、その改善効果を検証することを目的とする。

この世界46都市の4時点データは、国際公共交通連合(UITP)がMurdoch大学のKenworthy, Laube両博士の協力の下で収集したもので、人口、土地利用、交通需給、交通エネルギー消費量などに関する詳細な情報が都市圏レベルで収録されている。

開発した環境効率性モデルを適用し、世界各都市の都市交通システムの環境効率性を計測した(表—1)。分析自体は4時点で行っているが、ここでは紙面の関係上1990年のみの記載になっていることに留意する。表—1において、網掛けをしている都市は効率性が1であることを意味し、太字で記載している都市は参照集合に所属することを意味している。

表—1より、公共交通型都市であるCopenhagenやHong Kongが多くの都市に参照されており、その優位性が確認できるが、自動車依存型都市は自動車依存型都市の中で参照集合を形成していることから、各都市において都市特性に合致した効率性評価が行われていることが伺える。また、Los Angelesのように元々私的交通発展型だった都市が、公共交

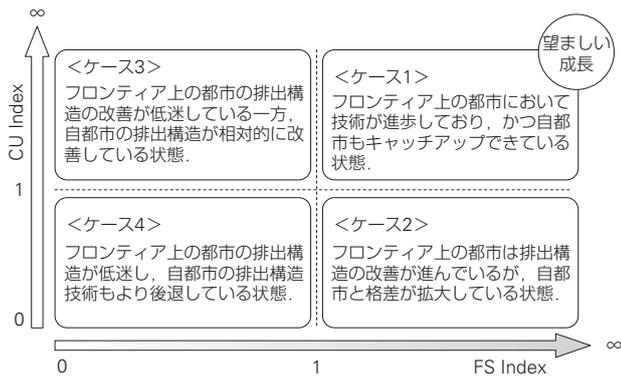
■表—1 都市交通システムの環境効率性評価(1990年)

都市	環境効率性	エネルギー消費 [MJ/人]		参照集合 (括弧内の数字は入の値)
		観測値	理想値	
Boston	0.667	58,429	38,947	Canberra (0.976), Montreal (0.024)
Chicago	0.519	56,128	29,126	Copenhagen (0.835), Hong Kong (0.165)
Denver	1.000	68,275	68,275	Denver (1.000)
Detroit	0.798	62,733	50,068	Denver (0.954), Winnipeg (0.046)
Houston	0.877	71,603	62,767	Denver (0.517), Sacramento (0.483)
Los Angeles	0.424	62,113	26,336	Copenhagen (0.847), Hong Kong (0.153)
Phoenix	0.751	64,661	48,543	Denver (0.775), Winnipeg (0.225)
Portland	0.803	70,709	56,777	Denver (0.676), Winnipeg (0.324)
Sacramento	1.000	76,636	76,636	Sacramento (1.000)
San Diego	0.668	67,213	44,900	Denver (0.930), Winnipeg (0.070)
Washington	0.422	60,466	25,514	Copenhagen (0.728), Hong Kong (0.272)
Winnipeg	0.458	39,365	18,018	Copenhagen (0.363), Hong Kong (0.637)
Adelaide	0.608	37,099	22,557	Copenhagen (0.860), Hong Kong (0.140)
Amsterdam	0.617	19,820	12,237	Copenhagen (0.303), Hong Kong (0.697)
Brisbane	0.906	39,296	35,614	Denver (0.659), Winnipeg (0.341)
Brussels	0.659	28,902	19,039	Copenhagen (0.378), Hong Kong (0.622)
Calgary	0.629	47,157	29,665	Copenhagen (0.871), Hong Kong (0.129)
Canberra	1.000	45,010	45,010	Canberra (1.000)
Edmonton	0.561	44,026	24,684	Copenhagen (0.644), Hong Kong (0.356)
Frankfurt	0.697	38,268	26,666	Copenhagen (0.630), Hong Kong (0.370)
Hamburg	0.407	36,744	14,949	Copenhagen (0.155), Hong Kong (0.845)
Melbourne	0.623	38,934	24,250	Copenhagen (0.778), Hong Kong (0.222)
Montreal	0.859	77,788	66,851	Copenhagen (0.588), Hong Kong (0.412)
Munich	0.797	18,195	14,508	Copenhagen (0.382), Hong Kong (0.618)
New York	0.467	51,655	24,142	Copenhagen (0.483), Hong Kong (0.517)
Ottawa	0.646	33,635	21,733	Copenhagen (0.520), Hong Kong (0.480)
Paris	0.666	24,255	16,151	Copenhagen (0.208), Hong Kong (0.792)
Perth	0.534	41,396	22,086	Copenhagen (0.831), Hong Kong (0.169)
San Francisco	0.418	65,806	27,488	Copenhagen (0.770), Hong Kong (0.230)
Sydney	0.508	35,053	17,822	Copenhagen (0.489), Hong Kong (0.511)
Tokyo	0.532	18,243	9,709	Copenhagen (0.077), Hong Kong (0.923)
Vancouver	0.471	37,146	17,508	Copenhagen (0.560), Hong Kong (0.440)
Vienna	0.557	20,616	11,486	Copenhagen (0.128), Hong Kong (0.872)
Copenhagen	1.000	20,430	20,430	Copenhagen (1.000)
Hong Kong	1.000	9,605	9,605	Hong Kong (1.000)
London	0.648	23,351	15,126	Copenhagen (0.281), Hong Kong (0.719)
Singapore	0.753	18,078	13,610	Copenhagen (0.316), Hong Kong (0.684)
Stockholm	0.873	26,835	23,420	Copenhagen (0.541), Hong Kong (0.459)
Toronto	0.576	33,573	19,330	Copenhagen (0.352), Hong Kong (0.648)
Zurich	0.666	25,230	16,816	Copenhagen (0.380), Hong Kong (0.620)
Bangkok	0.490	29,959	14,684	Hong Kong (1.000)
Jakarta	1.256	9,072	11,397	Copenhagen (0.064), Hong Kong (0.936)
Kuala Lumpur	0.525	20,003	10,497	Copenhagen (0.233), Hong Kong (0.767)
Manila	1.540	7,316	11,267	Copenhagen (0.141), Hong Kong (0.859)
Seoul	1.164	9,598	11,169	Copenhagen (0.214), Hong Kong (0.786)
Surabaya	1.286	5,606	7,212	Copenhagen (0.068), Hong Kong (0.932)

通発展型へのシフトを伴ってエネルギー消費の改善を行う例も見受けられる。このように参照集合の設定においてクラスター間の越境を許容しているため、各都市の潜在的な成長の可能性の表現にも対応することができているといえる。また、全ての都市において参照集合を同じクラスター内の都市で形成する制約を課したため、両者の折衷案が実現可能性の高いものと考えられる。

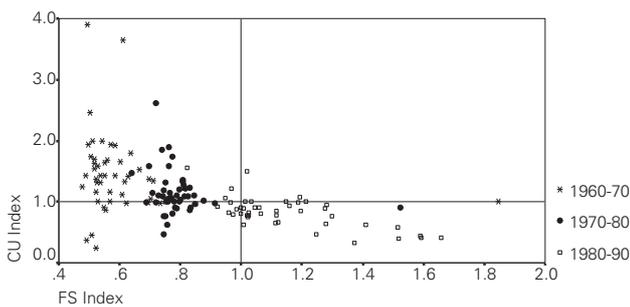
(2) 環境効率性の経年的変化

環境効率性の経年的推移に関しては、Malmquist指数をCU指数とFS指数に分解することで、より詳しい考察が可能である。CU指数、FS指数は両者の組み合わせによって、各都市は図—3のようにケース1～4に類型化できる。図—3では、フロンティア上の都市とそれ以外の都市とによる環境効率性の動向の相違が、ネットでMalmquist指数全体を押し上げているかどうかによって都市のタイプが4つに分けられている。



■図-3 CU指数・FS指数による都市の分類

図-4に全都市・全期間のCU指数とFS指数の関係を図示している。全都市の平均的な動向として、1960年から1990年にかけて図-4における「ケース3:先行都市の技術進歩が伸び悩む一方、当該都市の効率性が向上し、世界的に見ると頭打ちの状態」から「ケース2:先行都市の発展に対し各都市の効率性が悪化し、格差が進んでいる状態」へ移行していることが分かる。



■図-4 CU指数とFS指数の関係

5—まとめ

本研究では、都市交通のエネルギー消費構造のパフォーマンスを評価する上での環境効率性指標の再定義のために、環境効率性モデルを開発した。更に、提案した環境効率性モデルを適用し、世界各都市の都市交通システムの環境効率性を計測した。モデル開発の際には、交通エネルギー消費構造の都市間の多様性を表現するためにア prioriに与えた都市の分類に関しては、クラスター間に凸集合を仮定しないことに

よって都市特性の異なる都市同士が参照集合に所属しないようにした。また、環境効率性の算出の際にクラスター間の越境を容認することによって、各都市の潜在的な改善の可能性を表現することを可能にした。これは、従来のDEAでは成しえなかったことである。

また、パネル分析によって、近年各都市とフロンティア上の都市の間において環境技術の格差が広がっていることが確認でき、フロンティア上の都市の先端技術を他の都市に波及させることの必要性が確認できた。

開発した環境効率性モデルに関する課題としては、コストデータの取扱いが挙げられる。環境効率性モデルの基本モデルであるコスト効率モデルにおいては、従来からコストデータは不変量として扱われてきたため、本研究でもコストデータであるエネルギー効率を不変量とした。しかし、特に公共交通に関しては、輸送密度の増減によってコストデータであるエネルギー効率の大きさが大きく変動することが想定される。そのため、より現実のエネルギー消費構造に即した評価を行うためには、各都市の入力変数の増減に応じてエネルギー効率の変動を許容するモデルを検討すべきであると考えられる。

本環境効率性モデルは、都市の環境診断に留まらず環境政策施行による環境効率性の改善効果に関して分析できる可能性がある。例えば、環境効率性モデルの入力変数間のシフトによってモーダルシフトをコスト変数を減少させることによって私的交通エネルギー効率の改善を表現して、都市内政策による環境効率性の改善に向けてのシミュレーション分析を行うことが考えられる。よりグローバルには、都市間排出権取引政策に関する検証も可能性がある。本手法は、これら環境政策の現実的かつ効果的な目標値の設定に向けて有用なツールとしての可能性を秘めていると考えている。

参考文献

- 1) Verfaillie, H.A., Bidwell, R. [2000], "Measuring Eco-Efficiency: a Guide to Reporting Company Performance", World Business Council for Sustainable Development: Geneva.
- 2) 刀根薫 [1993], 『経営効率性の測定と改善—包絡分析法DEAによる—』, 日科技連.
- 3) Newman, P. and Kenworthy, J. [1999], "Sustainability and Cities -Overcoming Automobile Dependence", Island Press.
- 4) Kenworthy, J.R., and Laube, F.B. [1999], "An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities 1960-1990", University Press of Colorado.

国内製造業の発展に向けた国土交通政策の役割

—工業団地の開発戦略における現状と課題について—

伊藤 亮
ITOHI, Ryo

(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

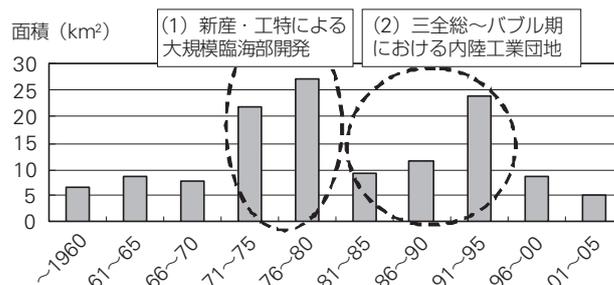
1—はじめに

高度成長期以降の我が国の製造業は、オイルショックとプラザ合意という二度のターニングポイントを経て現在に至っている。オイルショック以前の製造業は鉄鋼や石油化学などを中心に発展してきたが、石油価格の上昇により加工組み立て業へのシフトを余儀なくされた。また、プラザ合意による円高は、それまで輸出に依存してきた製造業に対し大きなダメージを与えた。そしてバブル崩壊以降、国内の工場は安い人件費を理由に成長著しい東アジアへと移転し、国内製造業の空洞化が深刻化した。

一方、近年においては工場の海外流出だけでなく、製造業の国際的な水平分業化を背景とした「国内回帰」の傾向も見られるようになった。国際的な水平分業の下では、一つの製品の製造工程が部品レベルまで分解され、それぞれの生産に最も適した拠点が選択される。その結果、製品の組み立てや外装などの労働集約的な工程の海外流出が進む一方で、液晶TVのパネルや自動車のエンジン製造など、技術集約的な工程は国内に留まる動きを見せた。こうした技術集約的部品の生産と研究開発機能を一体化した、「マザー工場」と呼ばれる大規模・多機能型工場の建設が近年増加しつつあるなど、国内製造業の新規立地件数は、この数年回復しつつある。

こうした製造業の国内回帰の受け皿として近年注目を集めているのが、未分譲のまま売れ残った工業団地である。これらの工業団地を開発年代別に並べると、1960年代後半の新産・工特による拠点開発で開発された臨海工業団地、及び3全総～バブル期にかけて計画された内陸型の工業団地が、その開発・計画の直後に製造業の構造的変化に直面したことで、売れ残ったという状況が読み取れる(図-1)。近年各地方自治体が地域の雇用活性化や税収増加を目指して積極的な工場誘致に乗り出している中、こうした未分譲の工業団地を活用する事例が増加しつつある。

だが企業の立地に対するニーズは時代とともに変化し続けている。そのため既存の工業団地や今後発生する工場跡地を活用するだけでは、質的な面で必ずしも十分な対応が出来ないケースも見受けられる。同時に既存の工業用地の中に



■図-1 開発年代別未分譲工業団地面積¹⁾

は、周辺における住宅地の開発、交通アクセスの不便さ、狭いロットサイズ、等の理由から、工業用地として再利用するのが困難なものも少なからず存在する。

本研究の目的は、地域活性化に資する製造業の立地促進のために、①既存の工業用地の再活用と、②企業ニーズを満たす新規工業用地確保、に向けた土地開発の手法と制度に関する検討を行うことである。本報告では、研究の第一段階として工業団地の活用と整備の現状に焦点を絞り、交通インフラ整備及び地域政策との連携という視点から、これまでの工業団地整備の問題点を指摘することを試みる。

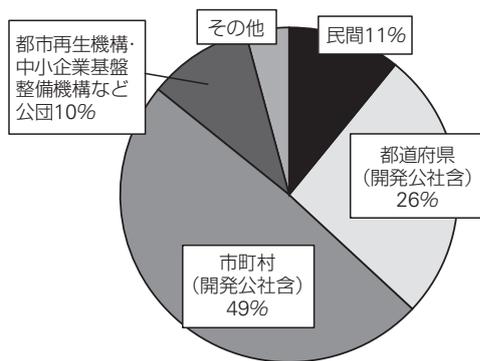
2—工業団地整備の現状

(1) 工業団地整備の動向

「工業団地」という用語については、報告者が知る限り法律等による明確な定義が存在しない。そこで本研究では、自治体・公益法人・企業等が造成を行い、立地企業に対して販売する工業用地全般を工業団地と呼ぶことにする。

これまでの工業団地は、各時代の製造業の動向に合わせて、独立採算事業として整備されてきた。その結果、オイルショック期以前は臨海部の大規模工業団地、またオイルショック以降～バブル期には、加工組み立て業を立地させるための内陸工業団地の開発が盛んに行われた。バブル崩壊後は、高速道路周辺工業団地開発がやや活発であるものの、既存団地の売れ残りを背景として新規整備は減少する傾向にある。しかし一方で、最近10年においては工業団地に立地する企業の割合が増加傾向にあるなど、売れ行きが回復しつつある。

工業団地の開発主体に目を向けると、全工業団地の半数近くは市町村によって整備されていることが分かる(図-2)。これに都道府県による開発も加えれば、地方自治体による整備が全体の4分の3を占めることになる。工業団地の開発は、各自治体の主導で進められてきた事業と見て良いだろう。但し、(独)地域整備振興機構等の公団は、新産・工特及び3全総などの政策に基づいて、各地域の拠点となる大規模工業団地開発に携わってきた。これらの件数はそれほど多くないが、過去における製造業の発展に果たしてきた役割は、決して小さくはない。



■図-2 工業団地の開発主体¹⁾

(2)工業団地に対する立地企業のニーズ

企業が新たな工場の立地点を選択するプロセスを概念的に整理すれば、①立地する広域ブロックや都道府県など地域の選択、と②工業団地などの具体的な立地点の選択、という2つの段階に大きく分けることが出来る。1997年～2003年の「工場立地動向調査(経済産業省)」における、立地地域と立地地点の選定理由についての企業の回答をそれぞれ集計したところ、図-3に示すような結果が得られた。図-3によれば、地域を選択する際には関連企業・市場・本社への近接性を最も重視するが、同時に用地確保・地価や労働といった生産要素など、多様な項目を選択基準にしていることが分かる。一方で具体的な立地点を絞り込む段階においては、「用地の確

保」に加えて「工業団地である」や「周辺環境の制約」まで含まれれば、半数以上の企業が条件に合う用地確保を最優先事項にしていることが分かる。この調査結果からは、企業ニーズに合致する工業用地供給の重要性を読み取ることができる。

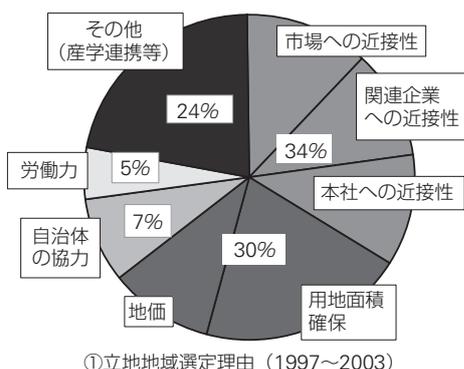
一方で、立地企業から見た工業団地立地のメリットを挙げれば、①上下水道・電力などの工業インフラが整っている、に加え、②煩雑な土地開発手続きが省略可能、という点が重要である。一定規模以上の面積の工場を建設する場合、都市計画法や都道府県の条例に基づく開発許可の取得、環境アセスメント、農地転用許可等が求められ、規模によってはマスタープランとの整合性確保も要求される。近年これらの手続きは自治体による立地手続きのワンストップ化の取り組みによって簡略化される傾向にあるものの、依然煩雑であると同時に長い時間を要求するものである。一方工業団地は、自治体等がその開発段階でこれらの手続きの大部分を完了させるため、立地企業の手続きの負担が軽減され、迅速な操業開始が可能となる。

3—整備・運営の課題

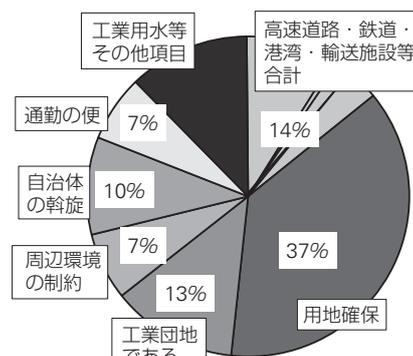
現状における工業団地の整備・運営には、多くの課題が存在する。ここでは(1)事業のコストとリスクの負担、(2)地域政策との連携、(3)交通インフラ整備との連携、という3点に着目し、それぞれの課題について検討する。

(1)事業のコスト調達とリスクの負担

既に述べたように、我が国の工業団地造成事業は、自治体等が主体であっても原則として独立採算の事業として進めることが求められてきた。そのため、土地の取得費用と造成費用が大部分を占める開発事業のコストは、分譲価格にそのまま反映される。また自治体が造成を行う場合、コストの調達は自己資金を活用するケースと、民間の金融機関からの融資や起債などの借金を行うケースの、大きく二種類に分けることが



①立地地域選定理由 (1997～2003)



②立地地点選定理由 (1997～2003)

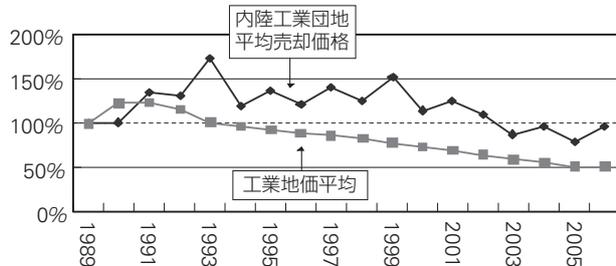
■図-3 工業団地に対する立地ニーズ²⁾

出来る。後者の場合は開発コストに利子支払いが加わることになる。

一方で、工業団地の開発においては煩雑な行政手続きが必要である。そのため事業の事前調整の開始から造成開始までは最短でも2年ほどかかり、10年以上を要した例も見られる。だが長期化した事業は、ときに経済情勢の急激な変化による、工業団地の需要の変化に直面する。その結果、事業主体は造成済みの未分譲工業団地や、あるいは取得済みだが未開発のいわゆる「塩漬け」の土地を抱えることになる。これらの取得・開発費用が外部からの融資によってまかなわれている場合、事業主体は長期にわたる利子支払いに悩まされる。また造成済みの未分譲団地は、時間とともに設備の老朽化に直面する。

長期的な売れ残りという事態を逃れるためには、リース制度の導入や分譲価格の値下げも検討される必要がある。しかし、開発の原価を下回るような値下げは、これまで避けられる傾向が強かった。バブル崩壊以降の地価の下落にも係わらず、工業団地の価格が10年近くの間、高い水準を維持してきたのは、バブル期に計画・開発された工業団地が、当時の土地取得コストを価格に反映させ続けてきたためである(図一4)。しかしながら近年は、自治体が損失を補填して大幅な価格値下げに踏み切るケースが目立つようになってきている。

(1989年水準=100%)



■図一4 工業団地販売価格の推移²⁾

(2) 地域政策との連携

大規模拠点開発や工場の地方移転促進など、これまで主に国の主導によって行われてきた地域産業政策は、近年その主体が地方自治体に移りつつある。まず、企業立地促進法や産業クラスター政策のもとで、各地域は独自の成長シナリオやマスタープランを策定している。また地域の雇用や税収の増加を目指して、自治体自らが企業誘致に向け活発に動いている。国による一律の補助金だけでなく、雇用創出や波及効果の大きな企業に対し、自治体自らが固定資産税等の減免等を行うのが、近年における企業誘致の特徴である。

こうした大規模企業誘致において、誘致企業の受け皿として未造成の工業団地を活用するケースが見られる。02年に内

定した三重県亀山市へのシャープ工場進出にあたって、亀山市と三重県は総額135億円に及ぶ補助金と、立地に対する全面的なサポートを約束した。このとき工場用地として自治体側が用意したのが、バブル崩壊によって住友商事による開発が中断した「亀山テクノヒルズ」である。開発許可は既に取得済みだったため、造成がスムーズに進み、進出内定からわずか2年後の04年には工場の稼働開始に至っている。また当該団地は、シャープ側の要望に合わせて区画割りやインフラを決定する、オーダーメイド開発がなされた。

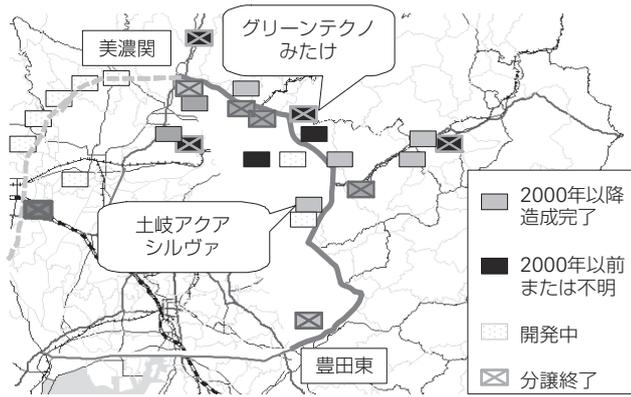
また、2010年に操業開始が予定されている、宮城県大衡村のセントラル自動車工場の用地取得に際しても、開発計画が中断されていた「仙台北部第二中核工業団地」が活用された。工場の移転は、宮城県知事を中心とする県職員総動員による誘致活動により実現したものである。当該団地は、東北地方の産業クラスター計画「東北ものづくりコリドー」の自動車産業の中心集積地として指定されており、地域計画と国土交通省の連携事業によりアクセス道路が整備されている。

ここで紹介した二つの事例のように、近年地域政策と関連づけた工業団地の開発及び活用が行われる例が見られる。また未分譲団地を地域の雇用創出につなげるという視点からの価格の見直しや、自治体による団地への立地補助金給付も増加している。これまでの工業団地開発事業は、事業としての採算性が求められてきたが、工業団地の売れ残りや自治体による積極的な工場誘致増加を背景に、政策という視点から工業団地の活用を見直す動きがある。また今後さらなる企業の誘致を行おうとする地域については、新規開発計画についても同様の視点から事業計画を検討する必要があるだろう。

(3) 交通インフラ整備との連携

近年企業は工場立地の際に交通アクセスを重視する傾向が強まっており、とりわけ高速道路の開通に合わせてインターチェンジ周辺に企業の進出が相次ぐ例が多く見られる。ここでは最近の事例として、東海環状、第二名神、鳥取姫路道路の開通に伴う工業団地の開発と分譲の状況を紹介し、課題について検討する。

2005年3月に開通した東海環状自動車道東回り区間(豊田東～美濃関区間)は、土岐～豊田東間の所要時間を約70分短縮するなど、沿道地域における大幅なアクセスビリティ向上をもたらした。この高速道路開通に伴い、沿道上では自動車関連をはじめとする企業の立地が活性化し、バブル期に計画・開発された工業団地が好調な売れ行きを見せた(図一5)。例えば岐阜県御嵩市の工業団地「グリーンテクノみたけ」は、バブル末期に開発計画が立ち上がり、バブル崩壊後の不況のただ中である1998年に造成が完了している。そのため完成当



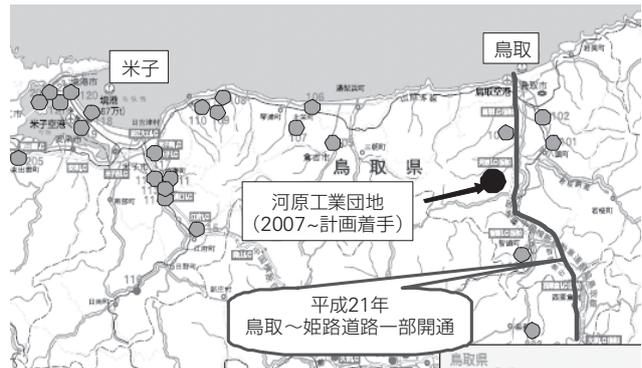
工場適地総覧³⁾および各工業団地HP等から作成

■図-5 東海環状沿道における工業団地の状況

初は売れ行きが鈍かったものの、東海環状自動車道の完成と前後して売れ残り区画の分譲が進み、2005年に完売した。その一方で、2007年に完成した「土岐アクアシルヴァ」など、企業の立地需要増加に対応した新規計画による工業団地も、次々に完成している。さらに今後の西回り区間の完成を見据え、美濃関以西の地域で現在多くの工業団地開発計画が進められている。

また滋賀県南部地域では、第二名神高速道路の亀山～草津JCT間開通(2008年2月開通)による中部圏とのアクセス性向上が、企業の工業団地進出の追い風となっている。この地域においても進出企業の受け皿として、既存の工業団地開発計画の有効活用がなされている。例えば2000年完成の甲賀西工業団地と、03年完成の近江水口工業団地は、ともに1980年代に計画開始されている。これらはバブル崩壊以降開発計画が停滞していたのだが、1997年～1999年の第二名神施工命令を受けて計画が再び活性化している。2004年頃からこれらの団地の分譲が進んだ結果、現在沿道上の主な工業団地は、わずか6.5haを残して分譲が完了している。

一方09年4月に一部開通した鳥取-姫路道路沿道では、工業団地の整備に遅れが見られる(図-6)。鳥取-姫路道路完成は県内外の企業からの注目を集める一方で、鳥取市内の工業団地はほぼ分譲済みであり、用地不足は以前から問題視されてきた。こうした立地企業の要望に応えるため、鳥取市は中断していた旧鳥取中核工業団地の開発計画を、河原工業団地(仮称)と改名して07年に再開しており、2012年度の分譲開始を目標としている。



資料：鳥取県

■図-6 鳥取姫路道路沿道の工業団地

近年の新規高速道路開通に伴う工場立地需要の増加の受け皿となったのは、これまで開発された未分譲の工業団地及び、過去に中断された工業団地開発計画であった。前者のような即時供給可能な用地の売れ行きに応じて後者の開発を進めることで、自治体は企業の用地需要に対して柔軟に対応することが可能であった。だが一部地域では整備が追いつかず、企業の立地需要への対応が遅れているケースも見られる。

近年製造業の海外流出が進み、地方自治体の財政が逼迫する中で、分譲見込みが確実でない工業団地整備が合意を得ることは、困難な状況にある。だが本来工業団地整備は年数を要する事業であり、企業の立地需要を予測して先回りした計画に基づいた整備が求められる。従って、特に新たに整備される交通インフラ施設周辺のような、将来の立地需要が見込まれる地域に対しては、県や国が事業リスクを負担することで工業団地整備を適切に進めてゆく必要があると思われる。

4—まとめ

本報告では工業団地の活用と整備に関する考察を行った。今後は港湾部の用地などの工業用地への移転や、工業用地の他用途への移転についての分析を進める予定である。

参考文献

- 1) 経済産業省[1989-2009], 「工場立地動向調査」.
- 2) 経済産業省[2008], 「工場適地総覧」.
- 3) (株)重化学工業通信社[2009], 「日本の設備投資20年間データ」.

循環資源物流に対応した内航海運活性化方策に関する研究

石井正樹
ISHII, Masaki

(財)運輸政策研究機構調査室主任調査役

1—研究の背景と目的

廃家電、廃自動車、廃プラなどの循環資源は、今や重要な産業資源であり、その活用のために、循環資源を広域的に流動させることが求められているが、こうした循環資源の広域流動を担う輸送機関としては、安価で大量輸送が可能な海運の役割が期待されている。

しかしながら、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」において、廃棄物の運搬容器は廃棄物が飛散、流出するおそれのないものでなければならないとの規制があること等により、必ずしも海運の効率的な利用は進展していない。

そこで本研究は、離島における循環資源の輸送を担うことを主とした内航海運の今後の活用方策、及び循環資源の効率的な輸送を行うための新しいシステムを検討・提案することを目的として実施することとした。

2—循環資源の発生・処理・輸送に係わる現状と課題

2.1 循環資源の発生・処理・輸送に係わる全国的な動向

環境省が実施している「一般廃棄物処理事業実態調査」¹⁾によると、平成17年度における「ごみ総排出量」は5,272万トン、1人1日あたりのごみ排出量は1,131グラムであり、近年継続的に減少する傾向にある。

一般廃棄物のうち、資源としてリサイクルされるものには、焼却・破碎・選別等の中間処理を経て資源化されるもの(処理後再生利用)、中間処理を経ずに直接リサイクル企業に渡されて資源化されるもの(直接資源化)のほか、ペットボトルなどのように当初から資源化することを目的に町内会などで自主的に分別して集団回収されるもの(集団回収)があるが、環境省のデータ²⁾によると、これら3つを合計した一般廃棄物の資源化量は平成17年度で1,003万トン、リサイクル率は19.0%となっており、近年、一般廃棄物のリサイクルは着実に進んでいる状況にある。

平成17年度に実施された「第8回全国貨物純流動調査」³⁾によると、循環資源等の流動量は全貨物の流動量の4%弱を占めている。その内訳を品目別で見ると、「金属スクラップ」、

「その他の産業廃棄物」、「古紙」、「鋳さい」の上位4品目で全体の約94%となっている。また、循環資源等の品目別の代表輸送機関の分担率を見ると、ほとんどの品目がほぼすべてトラック輸送に依存している中、「鋳さい」、「古紙」、「金属スクラップ」のように、海運が一定のシェアを担っているものもある。

2.2 離島における循環資源の発生・処理・輸送の現状と課題

日本全国に存在する6,800以上の離島のうち、本研究においては、「離島振興法」等のいわゆる離島4法において指定される有人離島314島に、「離島振興法」の適用を受けていない小豆島を加えた315島を「対象離島」とした。

既往の研究や、本研究におけるアンケート等の知見から、離島における循環資源の発生・処理・輸送にかかる現状と全体的な課題をまとめると、主として次のようなものがある。

- ①離島自治体においても近年、廃棄物の焼却場、中間処理施設、埋立処分場の整備が進捗しているが、人口の少ない離島自治体ではこれらの施設すべてを整備することはできないため、処理施設の不足を挙げる自治体も多い。
- ②離島においては、海岸線が本土より相対的に長いために海岸漂着物が多いが、回収や処理の仕組みが制度化されていない場合が多く、離島自治体にとっては負担が大きい。

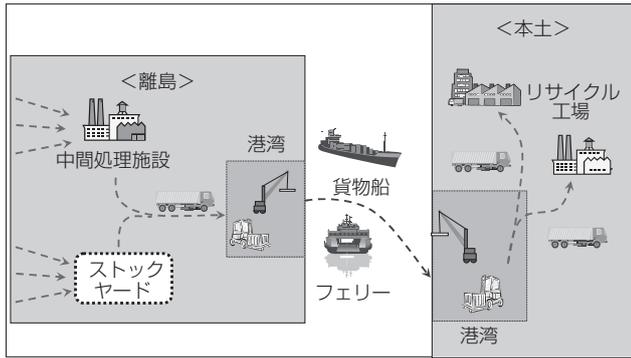
3—内航海運による循環資源輸送における課題の整理

離島において発生した循環資源は、現状では島内にあるストックヤード、あるいは中間処理施設において保管され、トラック等により、搬出を行う離島内の港湾に運ばれている。離島内の港湾からは、貨物船やフェリーなどによって本土側の港湾に海上輸送が行われ、そこからは、トラック等による陸上輸送で各リサイクル施設・工場に運搬されている(図—1)。

このような流動の過程における課題は、大きく次の4つにまとめられる。

①各島・市町村ごとでの非効率な取組

離島内での循環資源の収集、処理、輸送等は、各島あるいは各市町村ごとに実施されているため、小規模な単位での非効率な取り組みになっている。



■図一 離島からの循環資源輸送の現状

②内陸部における循環資源のストック

島外搬出を行う循環資源のストックヤードは、内陸部の焼却場や最終処分場の周辺であることが多い。このため、収集した循環資源は、内陸部のストックヤードまで運搬して一時保管した上で、船積みのタイミングに合わせて搬出港まで再度陸上輸送をするという、非効率な輸送が行われている。

③個別品目ごとの「その都度輸送」

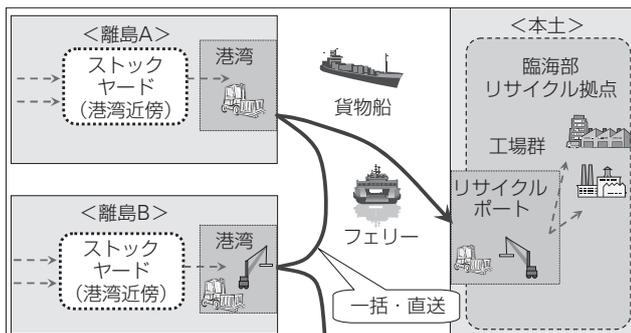
循環資源の収集、処理等は、品目毎に取り扱う事業者が異なり、循環資源の輸送も、各事業者毎に「その都度」行われている。また、廃棄物の処理業務を他者に再委託することが禁止されていることもあり、複数種類の循環資源を一括して輸送するためにとりまとめを行うという事業者も存在しない。

このため、離島から発生するたくさんの種類の循環資源が、小さいロットで非効率に輸送されている。

④リサイクル工場までの長距離トラック輸送

循環資源の海上輸送には、多くの場合、既存の貨物定期航路が使われているが、既存定期航路を利用したルートでは、到着側の本土の港湾の近くにリサイクル工場が必ずしも存在せず、海上輸送以外に長距離のトラック輸送が必要になるため、輸送コストが高くなりがちである。

これらの課題を踏まえ、本研究においては「離島循環資源・広域リサイクルネットワークシステム」(以下「本システム」という。)



■図二 離島循環資源・広域リサイクルネットワークシステムの概念

を提案する。これは、複数の離島を対象とした循環資源の収集も考え、複数種類の循環資源を一括して、背後にリサイクル工場群を擁するリサイクルポートに内航海運により直送するという考え方(図一2)であるが、本システムの具体的なモデルについては、5—の項目において説明する。

4—内航海運を活用した循環資源物流の実証実験の実施

4.1 モデル地域における循環資源の輸送計画の検討・策定

本研究においては、循環資源の処理・輸送問題を抱える離島自治体のモデルとして、長崎県の対馬市を取り上げた。

対馬は九州本土の北西に位置し、直線距離で釜山市まで約50km、福岡市までは約120kmと、我が国の中では「韓国に最も近い島」である。

島内の主要港湾は、南部にある重要港湾の厳原港、北部にある地方港湾の比田勝港であり、両港からは、博多港、及び釜山港との間に、旅客・貨物の定期航路が開設されている。このうち、対馬と博多港との間に就航する定期貨物航路については、その所要時間は片道約4.5～6.0時間となっている。

対馬における廃棄物処理の現状を見ると、海岸漂着ごみの問題が極めて深刻であることが特徴的なこととして挙げられ、韓国の大学生を含むボランティアによる清掃活動が盛んに行われている。

現状では、対馬で発生する循環資源は、厳原港からフェリーや貨物船により博多港に海上輸送され、そこから北九州や長崎・佐賀の処理業者にトラック等で陸上輸送されている。これに対して、本研究においては、貨物船により「北九州リサイクルポート」に循環資源を直送し、その背後に立地する「北九州エコタウン」で処理をするというものを、望ましい輸送、処理のパターンとして考えた。

具体的には、帰りに本土から対馬に輸送する貨物の確保のしやすさなどを考慮し、本実証実験では「厳原港から北九州

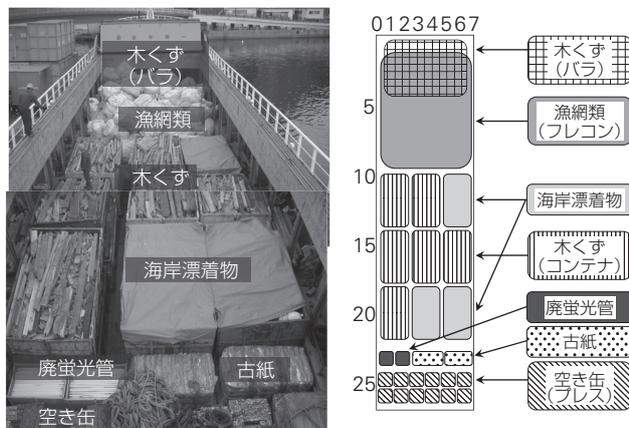


■図三 実証実験の実施工程

港に直航し博多港経由で厳原港に帰るルート」を設定して実施することとした(図-3)。

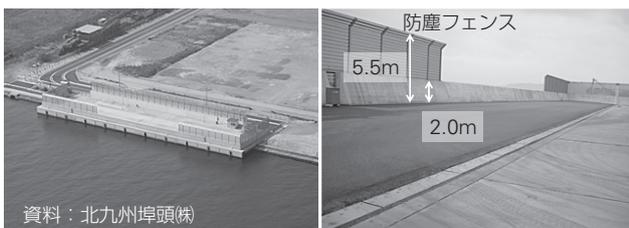
4.2 実証実験の実施

実証実験の目的は、複数の循環資源等を積み合わせた貨物船がリサイクルポートへ直航することを試し、本システムの効果を検証するとともに、その実現に向けた課題を抽出することと設定した。また、輸送形態としては、一般廃棄物、産業廃棄物、海岸漂着物を同じ船に混載することとしたが、混合の可能性等を排除するため、個々の貨物のほとんどを品目毎に8m³コンテナ等の容器に収め、整然と積み込んだ(図-4)。これにより、同時に荷役作業の効率化も図ることができた。



■図-4 複数種類の循環資源の混載の状況

循環資源の受け入れ側になる「北九州リサイクルポート」は、北九州港響灘地区において平成19年6月1日に供用を開始した施設である。リサイクル施設が集積する「北九州エコタウン」に隣接しているため、様々な循環資源の受入れ、リサイクル、残渣の処分までを一貫して行えるという利点を有している。施設としては、水深-5.5m、延長100mの公共岸壁が1バースとその背後に荷捌き地があり、荷捌き地の周囲には廃棄物の飛散を防止するための防塵フェンスが高さ5.5mで張り巡らされている(図-5)。



■図-5 北九州リサイクルポート

4.3 実証実験の結果の整理

実証実験の結果については、厳原港から博多港まで海上

輸送をし、博多港から北九州へはトラックによる陸上輸送を行うという現在の輸送ルート(従前ルート)と、厳原港から北九州リサイクルポートまで貨物船で直航するルート(実験ルート)の定量的比較を行うことにより整理した。なお、いずれのルートでも、海上輸送にはチャーターした貨物船を使用するという前提で分析を行った。

①総輸送距離、所要時間の比較

実験ルートでは、海上輸送距離が従前ルートの約1.5倍となったが、荷揚げ港から北九州エコタウンまでの陸上輸送距離は約70分の1になり、その結果、全体の所要時間は延びるものの、総輸送距離は約11%短縮となった。

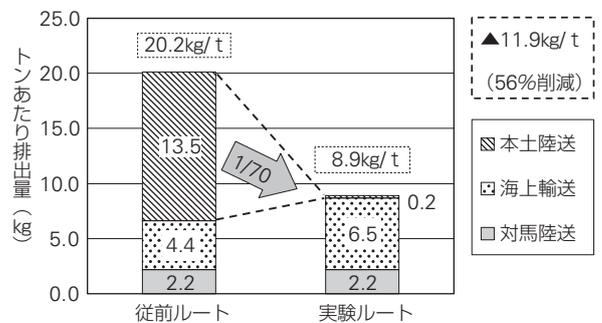
②所要コストの比較

実験ルートでは、陸上輸送費用が従前ルートより約80%削減され、全体としては約17%のコスト削減となった。

③輸送量1トンあたりのCO₂排出量の比較

CO₂排出量は、貨物の輸送トンキロにCO₂排出原単位(トンキロあたり、内航船舶が39g、営業用普通トラックが173g)を掛け合わせる一般的な方法に従って算出した。

その結果、循環資源の輸送量1トンあたりのCO₂排出量は、従前ルートに比べて約56%の削減となった。これは、陸上輸送距離が約70分の1に短縮したことに起因するもので、内航海運を活用した輸送を行うことのメリットを端的に表すものであると考えられる(図-6)。



■図-6 輸送量1トンあたりのCO₂排出量の比較

一方、今回の実験の成果に関して、参加した関係者から寄せられた主な意見としては、次のようなものがある。

①対馬側における廃棄物保管場所の確保の必要性

内陸部のストックヤードから厳原港までの陸送距離が長いこと、厳原港に近い場所にストックヤードを確保できれば、さらなる時間やコストの削減につながる可能性がある。

②輸送容器(コンテナ)の確保の重要性

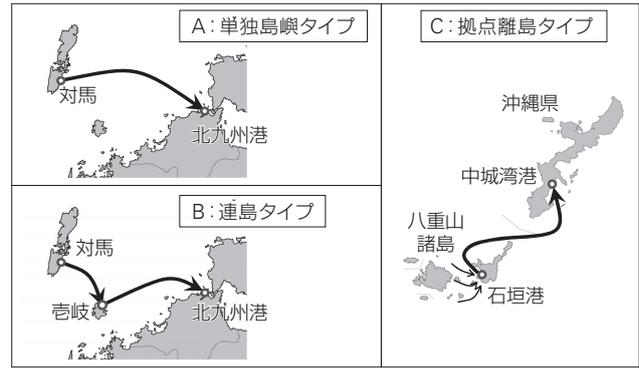
船舶への混載を行う場合に、他の廃棄物や一般貨物との混合等を防ぐために相当量の輸送容器が一時に必要となるため、これらを離島において十分に手配できることが重要である。

③事前の情報共有の重要性

今回の実験ではユニット化した循環資源を船倉内に整然と積み合わせ、事前に北九州側の輸送・荷役業者、リサイクル企業に対して荷姿や量などに関する情報を提供することができたため、北九州側での各関係者の作業が効率的に進められた。これは、今後の事業化に際しても重要なことである。

④手続きの簡素化

今回のような輸送方式を事業化する場合には、例えば経験が豊富で優良な船会社・荷役業者などには、リサイクルポートの使用に係る手続きを簡素化するような措置も必要である。



■図—7 離島循環資源・広域リサイクルネットワークシステムのモデルタイプ

5—「離島循環資源・広域リサイクルネットワークシステムの」提案

本システムの類型としては、次の3つを考えた。

1つ目は、1つの離島から発生する循環資源を単独でリサイクルポートに直送する「単独島嶼タイプ」、2つ目は、近接した複数の離島で発生する循環資源を貨物船が収集してリサイクルポートに直送する「連島タイプ」、3つ目は、複数の離島が比較的狭い範囲に分布する地域において、その地域の拠点となる港湾に一旦循環資源を集積した上でリサイクルポートに直送する「拠点離島タイプ」である(図—7)。

各タイプの効果を検証するため、机上での試算により、総輸送距離、所要時間、所要コスト、及び輸送量1トンあたりのCO₂排出量を、本システムによらない現状のルートと比較したところ、どのタイプにおいても、海上輸送距離が延びることから所要時間は若干増加する結果となったが、総輸送距離、所要コスト、CO₂排出量については現状ルートに比べて削減されるという結果となった(表—1)。

これらの分析により、本研究で提案したシステムの経済的な有効性などが示されたものと考えられる。

以上のことを踏まえ、本システムにおける内航海運の活用方策について、本研究では次のようにまとめた。

①離島からの循環資源輸送の基本方針

離島で発生する循環資源は、島内でリサイクル処理が可能なものを除いては、すべて島外に搬出することによりその有効活用を図るのが望ましい。

②リサイクルポートへの直航輸送

循環資源の島外への搬出においては内航海運を活用し、リサイクル工場の集積するエリアに直航するのが望ましい。

この際、リサイクルポートがある港湾との間に定期貨物航路が存在しない場合には、チャーター船を適宜活用してリサイクルポートに直航輸送することになる。

■表—1 各タイプごとの現状ルートとの比較

タイプ	輸送距離	所要時間	コスト	CO ₂
単独島嶼タイプ	-23.4km (-11.5%)	+1.6時間 (+20.0%)	-37.8万円 (-17.0%)	-11.2kg (-55.7%)
連島タイプ	-25.3km (-11.3%)	+2.0時間 (+21.3%)	-25.2万円 (-11.3%)	-11.4kg (-50.7%)
拠点離島タイプ	+1.0km (+0.2%)	+0.9時間 (+3.9%)	-46.0万円 (-33.2%)	-6.7kg (-26.2%)

6—実現に向けて

内航海運を活用した離島の循環資源輸送を恒常的かつ円滑に行っていくためには、輸送・処理する循環資源の品目や輸送ルール、連絡調整体制を関係自治体間で予め検討すること、関係自治体が相互に長期的にメリットを享受できるような相互協力協定の締結に取り組むことが必要である。

また、事業立ち上げの段階においては、試験的に循環資源を輸送する「パイロット事業」を継続的に実施し、離島からの循環資源の輸送・受入れにおける問題点や課題の抽出と、対応策の検討を行うことが有用であると考えられる。

7—おわりに

本調査研究は、平成19・20年度の2ヶ年にわたり日本財団の助成を受け、早稲田大学の永田勝也教授を委員長とする調査研究委員会において有識者のご指導を頂きながら進めてきたものである。本調査研究の実施にあたり多大なご協力を頂いた関係各位に、深く感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1), 2) 環境省廃棄物・リサイクル対策部[2007], “一般廃棄物の排出及び処理状況等(平成17年度実績)について”。
- 3) 財団法人運輸政策研究機構[2007], “第8回全国貨物純流動調査報告書”。

東京圏におけるロジスティクスニーズに対応した 今後の港湾域物流拠点の再開発手法

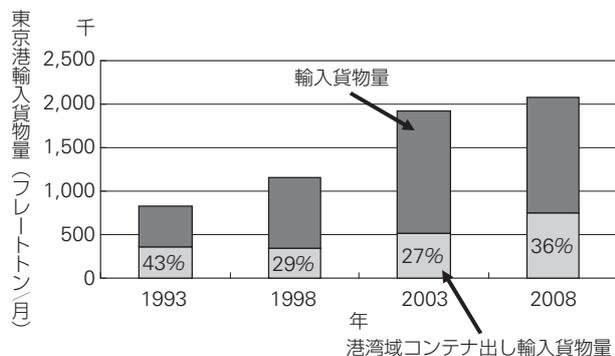
久米秀俊
KUME, Hidetoshi

前(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所主任研究員

1— 研究の背景と目的

アジアを中心とした経済成長の進展, 貿易の拡大, 産業の国際分業が進行し, これらを支える国際貨物輸送, 特にコンテナ貨物輸送が, 経済成長を上回る勢いで増加する中, 大都市圏を中心に広域配送, 流通加工による価値付加などを可能とする大規模な物流施設の立地が進んでいる。

例えば, 東京港のコンテナ貨物取扱量は, 平成20年約380万TEU, 日本一の取扱量となっている。平成20年度の輸出入コンテナ流動調査によれば, 港湾域のコンテナ出し貨物量は, 昨年の米国リーマンショック後の不況下においても着実に増加するとともに, 輸入全体に占める比率も36%と増加している。今後も輸出入貨物の増大が見込まれており, 港湾域での貨物取扱ニーズが高まっていることから, 今後とも港湾域での輸出入貨物取扱需要への着実な対応が重要である(図一)。



数字：港湾域コンテナ出し比率
データ：全国輸出入コンテナ貨物流動調査・各調査年度のほぼ10月1日から10月31日までの一ヶ月間の実績 (財) 港湾空間高度化環境研究センター

■図一 港湾域でコンテナ出しを行う東京港輸入貨物量の推移

こうした物流ニーズに対応し, 東京港では, 明治維新以降, 大井埠頭, 青海埠頭など, 水面の埋め立てにより新たな物流拠点を整備してきており, 現在は, 中央防波堤外側地区で水深16m高規格コンテナターミナルや背後の物流拠点の整備を進めている。しかし, 東京湾において倉庫などの物流施設を集積させるべき用地の十分な拡大は望めない状況にあり, 既存埠頭の物流エリアの再開発による拡張を進めることが重要な課題となってきた(図二)。



出典：東京都港湾局

■図二 東京港の残された水面

また, こうした貨物取扱需要の高い港湾域の例として東京港大井埠頭は, 東京港最大規模のコンテナターミナルを有し, JR貨物ターミナルが埠頭内に位置するなど, 貨物輸送利便性に恵まれた東京都市圏, さらにはわが国経済を支える物流拠点である。しかし, 整備後, 20年以上を経た倉庫などの物流施設が多数存在し, 近年整備されている物流施設に比して敷地面積・延床面積ともに小さい。コンテナターミナル背後の物流エリアの交通渋滞も深刻である。

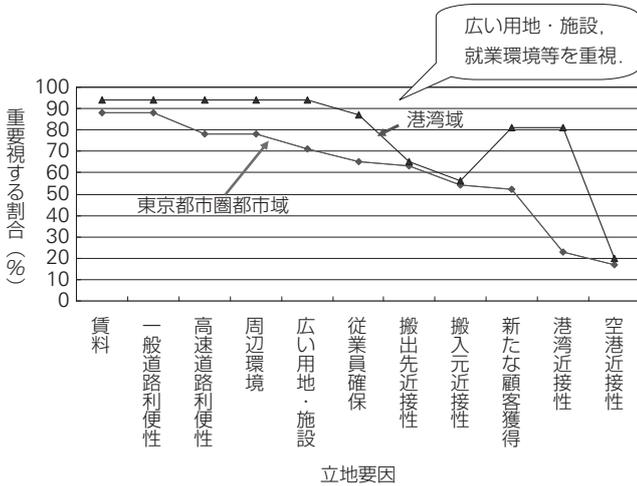
本報告では, こうした現状を踏まえ, わが国産業の国際競争力強化に資するべく, 港湾域物流拠点の物流効率化, 交通接続性の強化, 拠点性の強化などを促進させる既存埠頭の再開発手法を検討提案することを目的としている。

2— 最近のロジスティクスニーズ

平成18年度, 倉庫・物流センター・配送センターなどの物流施設の事業者約1,500社を対象に実施された東京都市圏物流流動調査アンケート調査結果から, 港湾域物流事業者の施設立地や機能強化の意向を把握した。ここでは, 港湾の機能を確保するための土地利用区分である臨港地区を港湾域とした。

強化したい機能については, 港湾域に立地する物流事業者は, 都市域に立地する事業者に対し, 配送機能・流通加工機能の強化を重要視する割合が20%以上高くなっている。

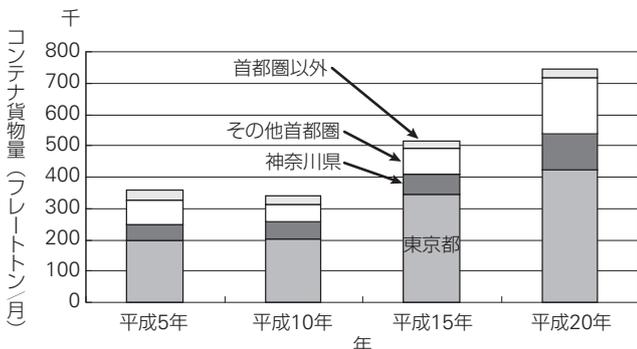
また、物流施設の立地要因については、港湾域に立地する物流事業者は、都市域に立地する事業者に対し、広い敷地や施設、従業員確保の容易さ等を重要視する割合が20%以上高くなっている。これらは、港湾域の現状に対する不満の表れとも考えられ、こうした機能の強化や立地要因の改善が港湾域のロジスティクスニーズとして重要と考えられる(図-3)。



データ：第4回東京都市圏物流流動調査をもとに作成
図-3 東京都市圏物流事業者が重要と考える施設立地要因

次に、港湾域での最近のロジスティクスニーズとして、臨港地区でコンテナ出しを行う貨物の仕向け地、コンテナ詰めを行う貨物の生産地を分析した。

東京港港湾域コンテナ出し輸入貨物については、昨年秋のリーマンショック後の不況下においても増加しており、平成20年度は、平成15年度の約40%増となった。また、その仕向け地については、近年、北関東や首都圏外などの遠方域の比率が増えており、平成20年度には約30%となった(図-4)。



データ：全国輸出入コンテナ貨物流動調査・各調査年度のほぼ10月1日から10月31日までの一ヶ月間の実績(財)港湾空間高度化環境研究センター
図-4 東京港の港湾域コンテナ出し輸入貨物の仕向け地

東京港港湾域コンテナ詰め輸出貨物については、リーマンショック後の不況の影響があっただけ大きく減少している。しかし、その生産地については、北関東、首都圏外などの遠方域の

比率が平成5年度以降一貫して約70%となっている。

また、最近のロジスティクス作業の実際については、例えば、タイや中国で製造した約5千アイテムのベアリング等製品の輸入を主に取り扱うM社物流施設の場合、1フロア1万m²を超える大規模な床面積を確保するとともに、十分に照明や防塵に配慮した流通加工作業用の中2階を設置した物流施設としている。かつて、M社施設は東京港大井埠頭に立地していたが、広い敷地・床面積の倉庫が手当てできないこと、交通渋滞のためにジャストインタイム等の多頻度小口配送ニーズに対応できないことが原因となって、約10年前に現在の千葉県市川市原木に移転した経緯がある(図-5)。



図-5 最近のニーズに対応した物流施設の状況

以上より、港湾域に求められる最近のロジスティクスニーズとしては、広域的な貨物取扱、検品・保管・在庫管理・流通加工等の多様なニーズに対応できる物流施設が集積していること、広域からの集荷や広域への配送に対応できる交通接続性・利便性があることが特に重要と考えられる(図-6)。

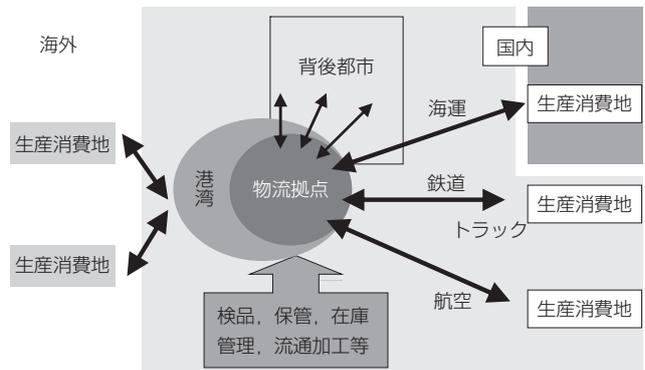


図-6 最近のロジスティクスニーズ

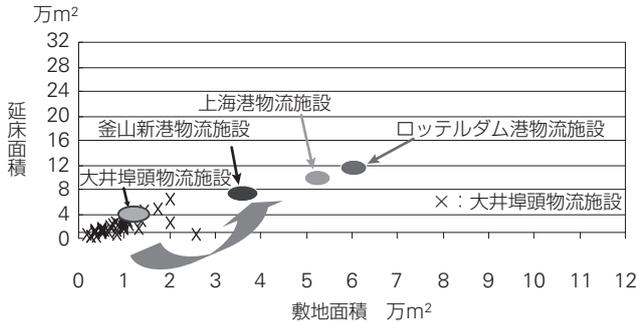
3—課題と対応

第一に、物流施設の大型化・高度化への対応である。

例えば、釜山港は、東京港が担っている日本各地への広域的な配送機能に負けないサービスの提供を目指している。釜山新港の物流施設の規模は、東京港の施設に比して大きくなっており、釜山港など海外諸港に負けない競争力を発揮する上で物流施設規模拡大が重要である。

また、施設の大型化は、内陸部に比して相対的に高い地価

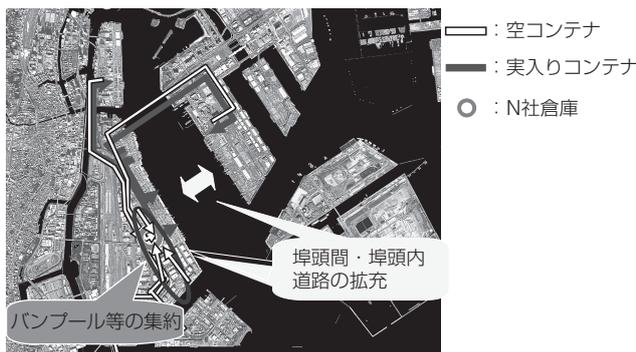
に対する地価負担力を高め、十分な採算性を確保する上でも重要である(図一七)。



データ：東京港ハンドブック、海外各港パンフレット等
■図一七 大井埠頭及び海外諸港湾の物流施設の平均的な規模の比較

第二に、交通接続性・利便性の向上への対応である。
 例えば、N社倉庫で輸出貨物をコンテナ詰めしてコンテナターミナルに搬入するトレーラーの動きは、空コンテナをバンプールに取りに行き、N社倉庫に空コンテナを持ち込む動きと、コンテナ詰めしたあと、実入りコンテナをコンテナターミナルに搬入する動きから構成される。ある一日の動きを見ると空コンテナを積んだトレーラーの動きが約半分を占め、混んで渋滞している時間帯に多数の空コンテナが行き来していることがわかる。こうした空コンテナの動きと実入りコンテナのコンテナターミナルへの搬入・搬出とが錯綜することが、大井埠頭などの交通渋滞の大きな要因になっている。

そこで、コンテナターミナル背後へのバンプール等の集約整備や埠頭間・埠頭内の道路拡充により、物流拠点の錯綜交通の軽減、交通接続性の強化などの効果が期待される(図一八)。



データ取得日：平成21年1月7日
 データ：物流事業者N社
■図一八 N社倉庫コンテナ詰め輸出貨物にかかるコンテナ積載トレーラーの動き

第三に、エリアとしての総合的な拠点性の強化への対応である。
 海外港湾の場合、コンテナターミナルとその背後の物流拠点とが、より一体的・大規模に整備されている。東京圏港湾域の物流拠点もこうした総合的・戦略的な拠点性を持つことが今後大切であると考えられる。

そこで、港湾域を保税機能・特殊車両(ターミナル内シャーシ等)通行機能・保安機能など国際物流に強化したゾーンと一般的な物流ゾーンにゾーニングすること等により物流機能を強化することが、総合的な拠点性を高める上で重要である。

4 再開発手法

東京圏、特に東京港の物流拠点の現状、最近のロジスティクスニーズを踏まえ、本報告では、施設の大規模化・高度化、コンテナデポの集約等による錯綜交通の改善、国際貨物積替機能の強化、これらを考慮した総合的な拠点性の強化に資する再開発手法を提案する。

(1) 計画制度

港湾域の物流拠点の活動は、港湾活動そのものと密接な関係にある。また、航路誘致、コンテナターミナル整備運営は、港湾のユーザーである物流事業者等の意向を踏まえたものとする事で初めて効果的に進められる。

そこで、港湾域物流拠点の役割、機能、規模などを港湾計画に位置づけ、港湾活動と物流拠点の活動とがより効果的に展開されるよう、港湾整備と物流拠点の整備・再開発とをより密接な連携のもとに進めることが重要である。

また、港湾域物流エリアは、多彩な物流活動を展開しており、各物流事業者の施設整備・機能強化にかかる意向もさまざまである。そこで、公的セクターが中心となって、当該地域の地権者等と密接な意見交換を行い、再開発ビジョンやそれを具体化する再開発計画を作成することが必要である。その際、再開発ニーズの的確な把握、関係者間の意見交換を深めるための地区カルテの作成が有効な手段である。また、港湾管理者の再開発計画作成への国の支援も重要である。

(2) 事業制度

次に、再開発計画の実施に当たっては、総合的な拠点性強化への対応等の観点から、公共・公益施設整備、換地手法の導入等による面整備の事業手法と規制・誘導手法とを組み合わせることがより効果的である(表一)。

■表一 港湾域物流拠点の事業制度の考え方

課題		物流施設の大規模化	交通接続性・利便性向上	総合的拠点性強化
事業手法	公共・公益施設整備	○	△	△
	面整備	○	△	△
規制・誘導手法		○	△	△

従来の事業制度：□ ○：より効果あり
 今後の事業制度：□ △：少し効果あり

具体の事業制度については、事業手法と規制・誘導手法があり、以下、それぞれについて示す(表-2)。

■表-2 新たな事業制度の提案

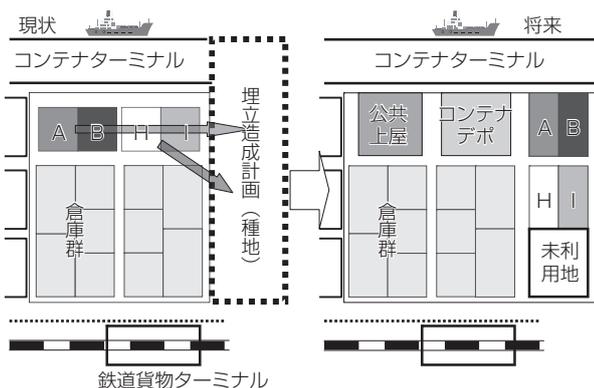
港湾域の特性	港湾域再開発手法の提案		
<ul style="list-style-type: none"> ・営業倉庫で飽和。 ・地権者の敷地面積拡大意向。 ・高度利用に限界。 ・土地利用増進が見込めない。 	[公共・公益施設整備]	事業手法	
	① 埋立造成に併せた埠頭整備		規制・誘導手法
	② 道路整備に併せた沿道整備		
③ 換地手法の導入による面整備			
<ul style="list-style-type: none"> ・地権者の移転誘導支援策が乏しい。 ・一般借地権のため、借主の権利が強い。 ・市街地近接の港湾域地権者に都市的利用ニーズあり。 	④ ニーズに応じた施設移転の促進	規制・誘導手法	
	⑤ 定期借地権制度の導入		
	⑥ 高度利用誘導の土地利用規制		
	⑦ 容積率移転手法の活用		
	⑧ 都市開発を行う地権者の港湾域への開発利益還元		

1) 事業手法

公共・公益施設の整備については、従来は、新たに埋立造成を行う場合、造成資金を回収するために新たな進出希望事業者への分譲方式を採用することが多く、既存の物流エリアが抱えている課題の解決には殆どつながっていない。

また、道路の整備を行う場合も、個々の地権者との調整に終始することが多く、沿道の面整備には殆どつながっていない。

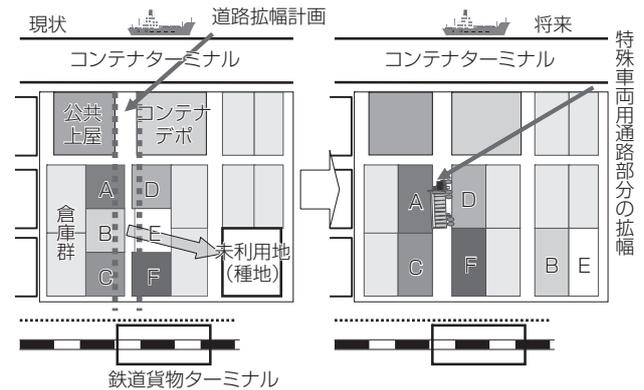
そこで、今後は、物流エリアの新たな埋立造成に際して、その一部を貨物積替施設やバンプール等の集約整備の種地として活用するなど、物流拠点の機能強化に資する面整備の一環として埋立造成を進めることが効果的である(図-9)。



■図-9 埋立造成に併せた埠頭整備

また、各種コンテナ積載車両の通行にも配慮した道路等の拡張整備を行うに際し、地権者の意向に応じた施設の大型化・高度化に資するよう、沿道の面整備を併せて行うことが物流拠点の機能強化に有効である(図-10)。

面整備については、従来、港湾域では、埋立造成や物流施設の整備は鋭意行われてきたが、土地の権利変換を伴う面整

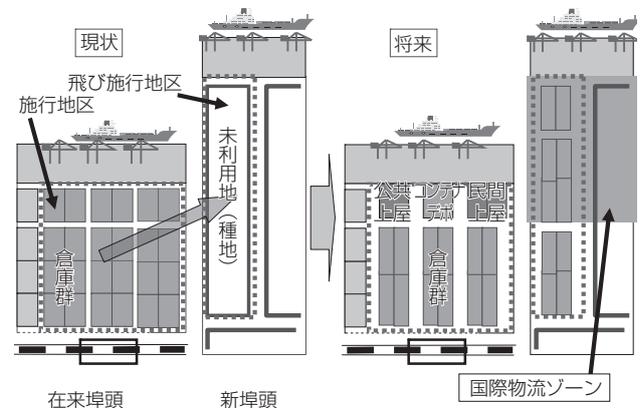


■図-10 道路整備に併せた沿道整備

備は殆ど行われてこなかった。しかし、土地の権利変換を伴う面整備は、最近のロジスティクスニーズに対応し、物流施設の大規模化、交通接続性の強化、総合的拠点性の強化を図る上で有効な手段である。

そこで、今後は、地権者の土地権利変換の促進、物流拠点にふさわしい効率的な土地利用の経済的な実現に向け、換地手法の導入を検討すべきである。特に、都市整備において近年、多く適用されている個人施行型/敷地整序型の飛び施行地区土地区画整理は、土地利用の増進効果が期待できない等の港湾域の特性に適した手法である。

在来の港湾域物流拠点の場合、小規模な倉庫が過度に集中し、道路などの公共施設が不足している一方、新たな物流埠頭には、いまだ未利用の用地も多く存在している。そこで、新埠頭の未利用地を在来埠頭の道路などの公共用地の拡大等のための種地として活用するべく、未利用地区の一部を飛び施行地区とした換地手法を導入することにより、在来埠頭の再開発をより効果的に進める効果が期待される(図-11)。



■図-11 換地手法の導入による面整備

確かに港湾域は、土地利用の増進効果があり見込めないなど、換地手法の導入には困難な課題がある。しかし、新たな施設整備を目論む事業者が換地手法を用いて施設整備を

行う場合には、自ら土地を買い換える場合に比して、約1割事業費を削減できる見込みである。更には、公共施設管理者負担金制度を活用すれば、さらに事業費を軽減できる可能性がある。

2) 規制・誘導手法

規制・誘導手法については、ニーズに応じた施設移転の促進、定期借地権制度の導入、高度利用誘導の土地利用規制、容積率移転手法の活用、都市開発を行う地権者の港湾域への開発利益還元などが考えられる。

本報告では、大井埠頭など東京圏港湾域がかかえる課題に対応したコンテナターミナル背後の物流拠点再開発手法として、最初の2項目について提案する。

ニーズに応じた施設移転の促進については、都市域では市街地に立地する流通業務施設の流通業務団地への移転に関して、資金のあっせんを努めることとしており、所得税・法人税などの税制優遇、政策金融による資金支援等がなされている。一方、港湾域での施設移転促進に関しては、現在のところ、「流通業務の総合化及び効率化の促進に関する法律」による税制優遇が講じられているが、再開発を促進させる支援内容とはなっていない。そこで例えば、同法第6条による「港湾流通拠点地区」への移転に関して、法人税・所得税などの買い替え特例を手当てするなど、流通業務団地への移転と同様の支援が講じられることが検討されるべきである。

定期借地権制度の導入については、平成4年度に借地借家法改正により創設された同制度は、現在のところ港湾域では適用されていない。同制度は、借主側にとっては、買収に比して少ない土地確保費用での事業展開が可能、増改築に高い自由度があって物流ニーズへの柔軟な対応が可能、といったメリットがある。一方、貸主側にとっては、土地の賃貸の場合、分譲に比してロジスティクスニーズに応じた再開発を進めやすい。加えて、定期借地権制度とすることにより、貸付期間満了後、確実に土地が変換されるので、一層当該地区の将来の再開発を確実に進められるなどのメリットがある。

そこで、港湾域においても、土地について分譲方式ではなく借地権方式を採用することが、更には借地権制度の中でも定期借地権制度を採用することが、再開発を進める上で効果的である。なお、現在の一般借地権を定期借地権に変更するに当たっては、在来物流拠点であれば地権者の拠点外への移転段階で、また、新規物流拠点であれば事業者の進出段階で、地権者のニーズを踏まえつつ、定期借地権制度の導入を検討することが現実的である。

(3) 再開発体制

こうした物流拠点の再開発を効果的に進めるためには、適切な体制整備が不可欠である。例えば、海外港湾では、港湾管理者が海上コンテナ貨物の内陸生産地・消費地と港湾間の貨物輸送を効果的、効率的に行うための貨物鉄道会社への出資、物流施設の整備運営が効果的に行われるためのCIQ面の各種配慮、立地企業への各種インセンティブの付与等を行っている。

我が国においても、港湾運営を担う公的セクターの物流拠点整備運営への参画、地権者間の調整など再開発をマネージできる組織体制の整備が、わが国港湾ひいてはわが国産業の国際競争力を高める上で必要である。例えば、東京港では、平成20年4月に東京港埠頭株式会社が従来の公社の位置づけから完全民間会社の位置づけに変更された。今後、こうした港湾運営を担う公的セクターが港湾のみならず、物流拠点全体の整備運営に参画する組織として機能を一層充実させることが重要である。

あわせて、再開発に不可欠な多様な意見を持つ地権者間の調整など、再開発をマネージできる組織体制の強化が必要である。例えば、都市整備において(財)都市再生機構が果たしている役割などが参考になる。

5—おわりに

本報告のまとめは以下の通りである。

- ①計画制度では、港湾管理者が地権者等と密接な意見交換を行いつつ再開発計画を策定するに際し、地区カルテの作成が有効である。
- ②事業手法では、公共整備に併せた埠頭や沿道整備、換地手法の導入による面整備が効果的である。特に、新たな物流エリアの未利用地を飛び施行地区とした換地手法による面整備が有効である。
- ③規制・誘導手法では、地権者のニーズに応じた施設移転促進のための支援、定期借地権制度の導入などが効果的である。
- ④こうした物流拠点の再開発には、港湾運営を担う公的セクターの物流拠点整備運営への参画、地権者間調整など再開発をマネージできる組織体制の整備が重要である。

今後の課題としては、港湾域における権利変換を伴う面整備による再開発手法について、さらに検討を深めるとともに、港湾域と都市域の境界域における物流拠点再開発手法について、検討を進めたいと考えている。