

2010年春（第27回）

研究報告会

開催日：2010年5月20日（木）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

来賓挨拶

関口幸一 国土交通省総合政策局次長

研究報告

1. 「新たな時代における工業用地整備政策と実現に向けた課題」 伊藤 亮 研究員
2. 「羽田空港における航空遅延の現状と課題－1年6ヶ月の実績データによる分析－」
坂下文規 前政策研究大学院大学開発政策プログラム，社会システム（株） 日比野直彦 前客員研究員，政策研究大学院大学准教授
3. 「地区再整備による魅力ある観光地形成－制度面からのアプローチ－」
毛塚 宏 招聘研究員 早川伸二 前研究員，（株）ANA総合研究所客員研究員



伊藤 亮



坂下文規



毛塚 宏



早川伸二

特別講演

「中国の国土開発について－交通インフラの整備を中心に－」
林 家彬 中国国务院発展研究センター社会発展研究部副部長



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 前客員研究員，広島大学大学院教授
5. 「都市間交通における機関分担の特性分析」 鈴木美緒 研究員
6. 「首都直下地震時の鉄道代行バスに関する研究」 室井寿明 研究員



藤原章正



鈴木美緒



室井寿明

閉会挨拶

深谷憲一 運輸政策研究機構副会長

中国の国土開発について

—交通インフラの整備を中心に—

林 家彬
LIN, Jiabin

中国国務院発展研究センター社会発展研究部副部長

1——はじめに

本講演では、中国の国土開発について交通基盤の整備を中心に、①「基本背景」として、今の中国の国事情、交通基盤整備や国土計画の重要な背景となっているもの、②交通基盤整備の現状と計画、③国土計画・地域開発計画の現状、④国土開発の視点から見た交通基盤整備について紹介する。

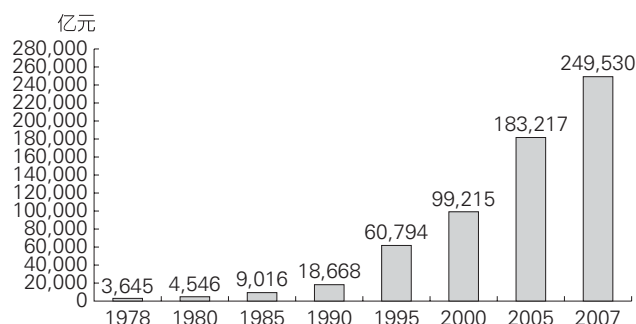
2——基本背景

基本背景として、「30年間続いた経済高度成長」、「工業化、都市化の速い進展」、「遅れていた交通基盤」、「金融危機対策としての積極財政」の4つについて話をする。

30年前は中国の交通基盤は遅れていた。そのために、緊急に整備する必要がある。そして、最近の動向としては、金融危機対策としての積極財政が、交通基盤整備の大きな原動力となっている。

2.1 30年間続いた経済高度成長

30年間続いた経済高度成長についてであるが、中国のGDPの推移を見ると、1978年から2007年にかけて60倍以上増えている(図—1)。



■図—1 中国のGDPの推移

2.2 工業化、都市化の速い進展

1978年の粗鋼生産高は3,178万トンしかなかったが、2009年には5.7億トンまで増え、世界のシェアは46.6%になった。

中国は世界の工場として、2007年にパーソナルコンピュー

ターの92%、デジカメの59%、携帯電話の48%、VTR/DVDプレーヤーの83%を生産するようになり、すでにアメリカに次いで世界第2位の工業国となっている。

都市化率については(都市人口が全人口に占める割合)、1978年には17.9%であったが、2008年には45.7%になり、ここ10年間強で年間平均1%のスピードで都市化が進んでいる。人数に換算すると約1,000万人の人が農村人口から都市人口に変化していることになる。

2.3 遅れていた交通基盤

国土面積がほぼ同じアメリカと比較すると、鉄道営業延長、鉄道網密度、道路延長、道路密度のそれぞれについて、1975年当時はアメリカの約15%程度であった(表—1)。

■表—1 交通基盤整備における中国と米国の比較

1975年	鉄道営業延長 (万km)	鉄道網密度 (km/万km ²)	道路延長 (万km)	道路密度 (km/万km ²)
中国	5.17	53.9	89.02	927
米国	33.13	353.8	618	6,596
中/米(%)	15.6	15.2	14.4	14.06

2.4 金融危機対策としての積極財政

2008年秋からの世界金融危機に向けた対策として、中国政府は迅速な対応策を打ち出した。具体的には4兆元の内需拡大策の大きな投資先は交通基盤整備となっている。

3——交通基盤整備の現状と計画

3.1 高速道路

1988年、上海—嘉定間高速道路が開通したのが、中国最初の高速道路で、当時は数十キロしかなかった。その後、2008年末現在、総延長は6.03万キロになった。1998年以来、年間開通延長は4,000キロを超えている。

2004年12月、「国家高速道路網計画」が国務院の審議を通過した。その内容については以下のとおりである。

<国家高速道路網計画の要点>

・「7918網」：首都放射線7本、南北縦断線9本、東西横断線

18本

- ・計画総延長8.5万キロ、その内、幹線6.8万キロ、地区環状線、連絡線など1.7万キロ
- ・すべての省都、50万人以上の大都市および20万人以上の大都市を繋げ、10億以上の人口をカバー
- ・東部地域平均30分以内、中部地域1時間以内、西部地域2時間以内で高速道路に接続
- ・長江デルタ、珠江デルタ、環渤海経済圏など経済先進地域間の連携を強め、3本以上の高速通路を確保。香港、マカオとの繋がりも強化。三大都市圏内部の都市間高速道路網を形成
- ・西部大開発、東北振興などの地域開発戦略に寄与する幹線道路網を形成
- ・主な国境道路に接続、外向型経済の発展に寄与
- ・50の鉄道ターミナル、67の空港ターミナルに接続、総合運輸体系の形成に寄与

3.2 鉄道

「中長期鉄道網計画」が2004年1月に国務院の審議を通過し、2008年11月に計画改定された。2009年末現在、中国の鉄道営業延長は8.6万キロで世界第2位である。その内、高速鉄道は6,552キロで世界第1位となっている。

2010年に、営業延長を9万キロとし、その内、旅客専用線を約7千キロに、電化率、複線率はいずれも45%に達することを直近の目標としている。さらに、計画の目標最終年次である2020年には、営業延長を12万キロ以上、電化率を60%以上、複線率を50%以上にするという大目標がある。

<中長期鉄道網計画>

- ・「四縦四横」：2020年に旅客専用線1.6万キロ以上を計画
- ・「四縦」：北京－上海間、北京－武漢－広州－深圳間、北京－瀋陽－ハルビン間、上海－杭州－寧波－福州－深圳間
- ・「四横」：徐州－鄭州－蘭州間、杭州－南昌－長沙－昆明－貴陽間、青島－石家荘－太原間、南京－武漢－成都－重慶間
- ・新線12路線、総延長4.1万キロを計画
- ・在来線複線化1.9万キロ、電化工事2.5万キロ
- ・二層コンテナ列車の早期運行
- ・石炭輸送路線の能力強化

3.3 空港

目標年次を2020年とする「全国民用空港配置計画」が2008年1月に公表された。2006年末現在の空港数は147で、2020年までに97空港増やし、総数244に拡大する予定である。

2010年末までに総数190前後に達する見込みである。2020年時点で、82%の住民が1時間半以内で空港にアクセスできるようにする(2006年時点は61%)という目標がある。

なお、2020年までに、全国航空貨物取扱量、旅客数数はそれぞれ年率15%、11.4%で伸びると予測しており、2020年に、年間旅客数3,000万人を超える空港は13箇所に達し(現在3空港：北京、広州、上海浦東)、2,000～3,000万人の空港も6箇所に(現在3空港：上海虹橋、深圳、成都)になるという計画である。

また、五大地域空港群(北方空港群、華東空港群、中航空港群、西南空港群、西北空港群)が形成される計画となっている(表—2)。

■表—2 全国民用空港配置計画表

	北方空港群	華東空港群	中航空港群	西南空港群	西北空港群
地域内訳	北京 天津、 河北 山西、 内モンゴ、遼 寧 吉林 黒 竜江	上海 江蘇、 浙江 山東、 安徽 江西、 湖北 湖南、 福建	広東 広西、 海南 河南、 雲南 貴州、 チベット	重慶 四川、 雲南 貴州、 チベット	陝西 甘肅、 青海 寧夏、 新疆
既存空港数	30	37	25	31	24
新設空港数	24	12	14	21	26

3.4 地下鉄

現在、中国では10都市29路線の地下鉄が運営されており、運営総延長は776キロ、年間旅客数は22.1億人となっている。建設中の路線は15都市で50路線、1,154キロに及ぶ。33都市は地下鉄の建設計画を持っており、現在28都市の計画が許可された。

報道された許可条件は、「人口300万人超、GDP1,000億元超、地方財政一般歳入100億元超」となっており、50近い都市が合格となっている。

4—中国の国土計画・地域開発計画

4.1 中国における空間計画の体系

中国における空間計画の体系は、①経済社会発展計画、②城郷計画、③土地利用計画、④地域発展計画、⑤主体機能区計画の5つの計画が主になっている。

①経済社会発展計画

今まで11の五ヵ年計画が策定されており、3級(国家級、省級、市県級：行政レベルの分類)、3類(全体計画、部門計画、地域計画)という計画体系となっている。

全体計画は経済・社会開発に関する戦略的、総合的計画であり、部門計画はある特定領域に関する計画であり、地域計画は行政圏域を跨る特定地域に関する計画となっており、全

体計画のいわばブレーク・ダウン的な性質をもっている。

中国で最も力のある国家發展改革委員会の主導で策定され、各種計画の中で最上位計画の位置づけである。部門計画と地域計画は全体計画に従い、下級政府の計画は上級政府の計画に従う。1980年代前半に定められた第七次五ヵ年計画から空間開発戦略的なものが入り入れられている。

②城郷計画

都市計画をベースに拡張して形成された計画体系である。1989年12月全人代通過の「都市計画法」が、面的な要素を取り入れるねらいで、2008年1月1日から「城郷計画法」に取って代わられた。

「城郷計画」は城鎮体系計画、都市計画、鎮計画、郷計画、村計画によって構成されている。ところが城鎮体系計画の中身は地域計画そのものであり、重複の問題が発生している。都市計画と鎮計画はさらに全体計画と詳細計画によって構成されている。城鎮体系計画は面的なもの、都市計画、鎮計画などは点的なものの位置づけであり、住宅および城郷建設部の主導で策定されている。

③土地利用計画

1980年代の後半から始まった計画である。工業化が速いスピードで進行して、農地から建設用地への急激な変更があった際、食の危機に懸念があり計画が策定された。

1986年8月1日に国家土地管理局が設立、1987年1月1日に「土地管理法」が施行された。同年に、最初の土地利用関連計画である「全国非農業建設耕地占用計画」が策定、翌年に「建設用地計画」として改定、89年に「土地利用計画」が策定された。

また1998年改定の「土地管理法」においては、第三章「土地利用全体計画」において、計画の編成、批准、実施、改定、法的責任などについて明記されており、土地利用計画に法的地位を与えている。「土地管理法」によれば、土地利用全体計画は国、省、市、県、郷鎮の五つのレベルによって構成される。国、省、市の計画は政策型計画、県計画は管理型計画、郷鎮計画は実施型計画(土地を何に使うか必ず図面で示さなければならない)である。

2008年10月26日、国務院にて、「土地利用全体計画は土地管理の指針であり、土地マクロコントロール、土地用途規制、都市農村整備を実施するに際しての拠り所である」と規定されている。マクロコントロールとは、本来、経済の上下の波動を和らげる為に、国が実施する貨幣政策、あるいは金融・財政政策を手段とすることをいうが、地方にとって土地は大きな財源であり、コントロールの要素になり得ると考えられた。国土資

源部の主導で策定された。

④地域發展計画

新中国建国初期、156の重点プロジェクトの立地決定に際して、都市と地域との関連問題が大量発生し、地域計画の必要性が生じた。1956-1960年の間、多数の地域計画が策定されたが、工業立地指向型の計画であり、都市計画の延長としての性格が強かった。文化大革命等があり、20年以上の中断の後、「全国国土計画要綱」の策定作業に合わせ、一部重点開発地域の地域計画が策定された。

1990年代以来、市場経済体制の移行に伴い、地域計画が模索の段階に入ったと認識している。一方、多くの地方政府は自身の必要性から所轄地域の發展戦略計画を策定した。国家發展改革委員会は2003年から地域計画のパイロット・スタディーを開始し、「地域計画編成ガイドライン」の作成も試みたが、未公表で終わっている。

2009年に入ってから、地域發展計画の未曾有のブームとなり、2010年2月末まで、13の地域計画が国務院に批准された。13の地域計画は、大きく、1)重点地域の開発促進、2)国家の重大戦略方針の貫徹、3)地域間協力と対外開放の推進の3種類に分けられる。省の主導で進められ、国務院のお墨付きで「国家級計画」となる。

＜批准された13の地域計画＞

「珠江デルタ地域改革發展計画要綱」、「福建省の海峡西岸経済区建設を支援する方策について」、「閩中一天水経済区發展計画」、「江蘇沿海地域發展計画」、「横琴全体發展計画」、「遼寧沿海経済ベルト發展計画」、「中部地域振興促進計画」、「中国図門江地域協力開発計画要綱」、「黄河デルタ生態経済区發展計画」、「ハン陽湖生態経済区計画」、「甘肅省循環経済全体計画」、「海南国際観光島建設發展促進について」、「ワン江都市ベルト産業移転受け入れモデル地域計画」

⑤主体機能区計画

「主体機能区」は、4年前の第11次五ヵ年計画策定段階で打ち出された概念で、地域の資源・環境容量、開發現状、發展潜在力に基づいて、その「主体機能」を決めるといものである。開発調整、重点開発、開発制限、開発禁止の四種類からなっており、国家級計画と省級計画の二段階構想で、2020年を目標準年次としている。

現在、「全国主体機能区計画」の素案が完成、修正作業中であるが、どの地域も重点開発区域になりたいと考えており難航している。その中で「広東省主体機能区計画(2009-2020)」の1つの計画が固まり、2010年内に公表・実施の予定である。

4.2 各種計画間の関係

私の認識では、経済社会発展計画が最上位計画の地位、地域発展計画と城郷体系計画は基本的に類似している。都市計画と土地利用計画との間には、密接な相互調整が必要であり各自の策定主体は相手の策定作業に参加しなければならない規定がある。主体機能区計画は、他の計画の空間上の考慮の拠り所となっている。

4.3 最近の動向

国土資源部の主導の下で、全国国土総合計画策定の準備作業が進められており、既に深圳、天津、それから遼寧省、広東省において国土計画編成のモデル事業が実施された。全国国土総合計画の戦略目標、中心内容、他の空間計画との関係などについての研究を実施しているところである。

5——国土開発の視点から見た交通基盤整備

今までの大規模な整備投資により、交通基盤の改善が著しく、地域経済開発と住民の生活利便性の向上に大きく貢献し

ている。

ただ、投資主体の違いにより、整備進捗に顕著な差がある状況である。例えば、高速道路と鉄道の整備進捗状況の比較をすると、高速道路は20年間で、ゼロからスタートして約6万キロまで整備し、世界第2位となったのに対して、鉄道は30年間で、6万数千キロからスタートして約8万キロと約1万キロしか増加していない。その理由は、高速道路は、各省で投資会社を設立して整備しているのに対し、鉄道投資は中央体制の方針にだけ頼っていて、なかなか進捗していないからである。現在、新しい鉄道の融資の手法について検討しているところである。

また、地域間・部門間の総合調整の役割を果たす全国国土計画が不在している。重複投資の弊害も一部存在しており、過度な先行投資のケースもある。

そのため、現在準備している全国国土総合計画の役割に期待をしている。また背後にある体制的な問題を解決することも重要である。

（とりまとめ：梶谷俊夫，横田 茂）

新たな時代における工業用地整備政策と実現に向けた課題

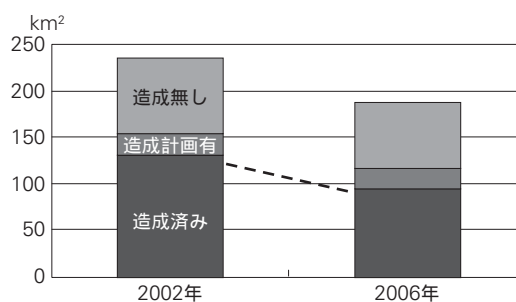
伊藤 亮
ITO, Ryo

(財)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

戦後における我が国の製造業の急速な発展を支えた一つの大きな要因は、各時代のニーズに合わせた交通インフラや工業団地などの、公的な産業基盤の整備であった。こうした工業団地は、オイルショックや、プラザ合意といった製造業を取り巻く要因の変化によって売れ残りが生じ、バブル崩壊後には開発が大きく抑制されるに至ったものの、近年は製造業の国内回帰や企業の立地再編に伴い、これらの用地が再活用される事例が見られる。

しかしながら、こうした立地の活発化により、造成済み工業団地のストックは確実に減少している(図—1)。また、質的な面でも、既存の用地だけで新たな企業のニーズを全て満たすことが困難なケースが見受けられる。本研究はこうした背景を踏まえ、①新たな企業立地ニーズと既存の工業用地供給の間に存在するギャップを解明し、②企業ニーズを満たす工業用地の確保に向けた政策提言を行う。



出典：経済産業省「工場適地総覧」

■図—1 全国未分譲工業適地面積の推移(苫小牧東部, むつ小川原の2団地を除く)

2——わが国における産業政策の変遷

戦後におけるわが国の産業政策の流れを俯瞰すると、大きく3つの時期に分けることが可能である。一つは新産業都市建設促進法・工業特別地域整備促進法などに代表される、臨海部における重工業の立地促進である。次いで、オイルショックから産業の高度化に向かう流れの中で計画された、工業再配置促進法、テクノポリス法などによる、内陸部における加工

組み立て業の立地促進である。さらにプラザ合意やバブル崩壊後の工場の海外流出に歯止めをかけるため、近年は産業クラスター政策や企業立地促進法などによる、地域レベルでの国際競争力の獲得と、地域独自の成長戦略の推進が検討されている。

これまでの産業政策における国の主な財務補助は、次のようなメニューに分類可能である。①地方債の優遇措置：自治体が政策に関係して一定の事業を行う場合、地方債起債による資金調達割合の上限を引き上げるほか、上限および期限付きで利子支払いに対する補助金を国が交付する。②地方税の優遇措置：自治体が立地企業に対し、固定資産税、不動産取得税などの税制優遇を行った際、発生した地方税収の減収分を、国が交付金の優遇措置によって一定期間補填する制度である。③基盤整備補助：自治体の基盤整備に対して国が交付金優遇措置をとるなどの制度のほか、企業の施設整備に対する補助制度も存在する(産業再配置促進補助)。また、港湾や道路などの輸送インフラ整備、地域整備振興公団や住宅都市開発公団による工業団地開発など、国が直接行う基盤整備も存在する。なお、これまでの主要な産業政策における各財務補助制度メニューの適用状況を、表—1にまとめている。

■表—1 産業政策と財政補助制度の比較

	地方債 特例	地方税 優遇	基盤整備 補助
新産・工特 (1962～01)	上限引上げ 利子補給	固定資産税 不動産取得税	交付金優遇
工業再配置促進 計画 (1973～06)	上限引上げ 利子補給	固定資産税	産業再配置促進補助(自治 体・企業)工業団地造成 利子補給(自治体)
テクノポリス計 画(1983～98)	上限引上げ	固定資産税	産業再配置促進補助金の 継承
企業立地促進計 画(2007～)		固定資産税 不動産取得税	道路・港湾・土地区画整 理等の補助

また、近年は自治体独自の積極的な企業誘致が増加しており、地方税優遇の他に、新規立地企業に対する用地取得補助金、電気料金への補助金などを、多くの自治体が設けている。これらは、大規模な企業に対して相対的に有利な制度であることが多く、また多くの都道府県が10億円以上の補助金の上

限額を明示していることなどからも、地域経済への波及効果の大きい大企業の誘致に熱心であることがうかがわれる。

3——工業用地の分類と整備手法の整理

潜在的な工業用地は、①保有者が工業用途に造成して売却する工業団地と、②その他の用地(臨港地区における工業港区、工場跡地、農地・山林、造成宅地等)に分類可能である。

工業団地の主な整備主体は、地域整備振興公団、住都公団(現都市再生機構)、自治体及び土地開発公社、民間企業などである。工業団地開発は原則として独立採算事業として行われるが、公的機関による造成の場合は補助金が設けられるケースも多い。用地取得の方法は先行取得事業と土地区画整理事業があり、造成方法は先行造成に加え、近年は企業の立地決定後に造成を行うケース(オーダーメイド造成)が増加している。工業団地整備は用地取得から造成完了まで、長い時間を要するため、社会的情勢の変化などによる事業リスクが生じやすいという課題がある。そうした事業リスクへの対応事例として、土地開発公社の事業に対しては、自治体による売れ残った用地の買い取りというオプションが設けられる場合がある。

地域振興整備公団の事業についてもう少し詳しく述べる。当公団は産炭地域振興整備公団を前身としており、その事業は現在、中小機構と都市再生機構に引き継がれている。当公団の工業団地整備事業は、財政投融資資金を活用するほか、国の一般会計からの補助金も給付されている。事業は公団が単独で行うものの他、自治体(または土地開発公社)との共同出資により整備を行う場合もある。ここで当公団の工業団地整備に関わる事業の種類と、整備された工業団地の主な分類は、次の通りである。(①～③は中小機構、④は都市再生機構が現在引き継いでいる)

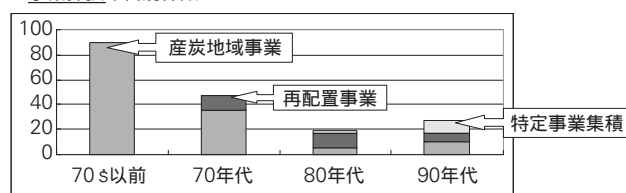
- ①産炭地域振興事業：産炭地域事業用地
- ②工業再配置等業務：中核工業団地
- ③特定事業集積促進事業：リサーチパーク等
- ④地方都市開発整備等事業

上記①～③のそれぞれの事業採択と造成完了の件数を、年別別にまとめたものが図-2である。この図からは、公団の事業変遷の様子だけでなく、事業が土地取得の難航、社会情勢の変化等でしばしば大きな遅れを伴うことが理解できる。

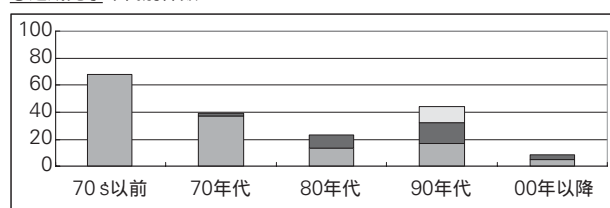
4——工業用地の供給とニーズのギャップ

工業用地の供給と需要の状況及び両者の間のギャップについて、『工場適地総覧』を用いた定量的な考察を行う。『工

事業採択年別件数



②造成完了年別件数



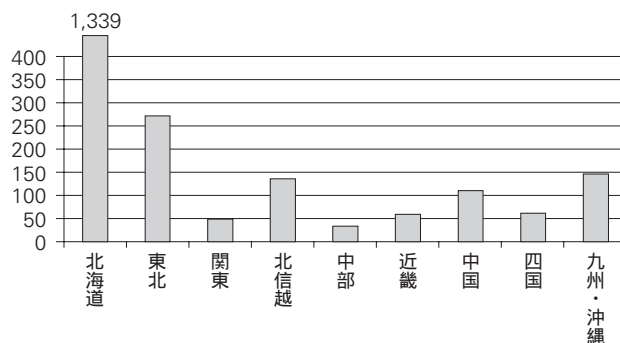
出典：地域経済要覧2000、平成12年会計検査院報告書

■図-2 地域振興整備公団による工業団地事業の状況

場適地総覧』は日本全国における未分譲の“工場適地”(認定されると、農地転用等で優遇措置が受けられる)約1,300カ所が全て掲載されているリストである。主要な工業団地は概ねこのリストに掲載されているが、工場跡地などの民間保有用地、また工業港区などは捕捉率が低い。こうしたデータの制限はあるものの、『工場立地動向調査』によれば、2008年の立地面積の42%はこの“工場適地”への立地であることが示されており、未分譲工業用地の動向を把握するのに役立つデータであるとみなされる。なお、本研究では経済産業省による提供を受けた2002年、2006年、2007年、2008年のデータを加工し、分析に使用している。ここでは、需要と供給のギャップを(1)量的なギャップ、(2)質的なギャップ、(3)価格面のギャップ、に分類し、それぞれ検討する。

(1)量的なギャップ

図-1で示したように2002年から2006年の間で、造成済み工業適地面積は全国で大きく減少している。ここで、製造業の付加価値額を投資のポテンシャルと見なすことで、各地域における造成済み用地の需要と供給のバランスについて見たところ(図-3)、3大都市圏周辺における相対的な用地の需要超過が示された。

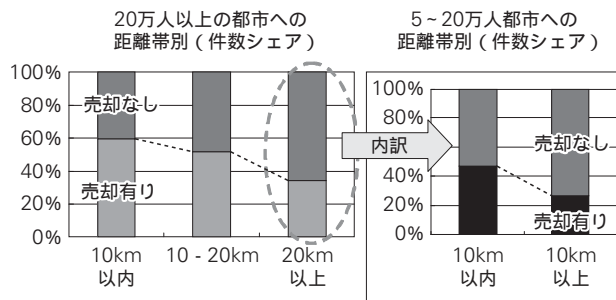


出典：経済産業省『工場適地総覧』、『工業統計年報』

■図-3 製造業付加価値あたり造成済み適地面積(m²/億円)

(2) 質的なギャップ

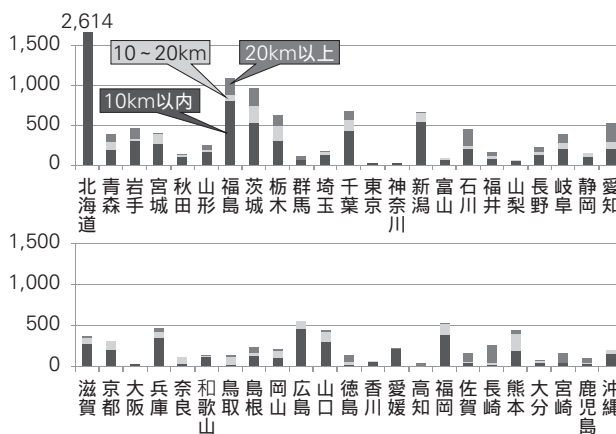
ここでは既存の工業用地のアクセス性に焦点を絞り、それらが企業のニーズに合致しているかどうかを検討する。まず、都市への近接性と用地の売れ行きについて見ると、人口20万人以上の大都市に近い用地ほど、売れ行きの状況が良いことが分かる。しかしながら、大都市から離れた用地であっても、人口5～20万の小都市が近くに存在する用地は売れ行きが良く、地方圏にも一定のチャンスはありと考えられる(図—4)。これは、企業が従業員の通勤の便など、生活環境に配慮するためではないかと推察される。



注：02・07年のサンプル接続による販売実績推計に基づく
出典：経済産業省『工場適地総覧』

■図—4 都市への近接性と用地の売れ行き(02—07年)

また、2008年の『工場立地動向調査』によれば、新規立地件数の約8割は、高速道路ICから10km以内の地点に立地している。他方、工場適地ストックは件数シェアで4割、面積シェアで5割が、上記の条件を満たしていない。これは必ずしも地方だけの問題ではなく、大都市圏周辺部でも臨海部などを中心に、高速道路アクセスの十分でない用地が存在している(図—5)。



出典：経済産業省『工場適地総覧』、『工業統計年報』

■図—5 高速道路からの距離帯別適地面積の状況(単位:ha)

(3) 価格面のギャップ

最後に、工業用地の価格設定がニーズに合致したものかどうかを検討する。まず、2007年の『工場適地総覧』を用いて、工業用地の様々な属性が販売価格にどのような影響を与えてい

るかについて、線形のヘドニックモデルを用いた回帰分析を行った。その結果、販売価格は高速道路への距離、20万人都市への距離と有意な負の相関を持ち、都道府県内の平均商業地価、用地が造成済みであることと有意な正の相関があった。また、公的機関が保有する用地は民間のものよりも有意に価格が低いことから、これまでの産業政策が安価な用地供給に、一定の役割を果たしてきたことが読み取れる。

ではこうした供給側の価格設定行動と、立地企業の持つ支払い意志額の間には、どのようなギャップがあるのだろうか。本研究は、ランダム支払い意志額ロジットモデルを用いて、①支払い意志額を求める(直接推定法)と同時に、②支払い意志額と販売価格設定行動(ヘドニックモデルの推定結果で表される)の差について分析する(間接推定法)。本モデルは、各工業団地に対する潜在的な立地企業の集合を仮定し、用地に対する支払い意志額(様々な用地属性の関数として表現される)が、その販売価格を上回る企業が現れた場合、用地の分譲が発生すると仮定する。このモデルの推定は、用地が期間内に売却された否かという離散データを必要とするため、本研究では2002年と2007年の『工場適地総覧』の各工業団地の“未分譲適地面積”の差分を取り、その団地が期間内に売却されたかどうかを判別した(モデルのこれ以上の詳細な説明は、参考文献2)を参照のこと)。

直接推定と間接推定の結果は、表—2の通りである。最初に直接推定の結果を見ると、企業の支払い意志額もまた、高速道路への距離(D-高速)や20万人都市への距離(D-20万)と負の相関を持つなど、全体として販売価格と同様の傾向を持つことが分かった。しかしながら、間接推定の結果からは、企業の支払い意志額は供給側の販売価格に比べて、都市や高速道路へのアクセスに対して有意に高い感度を持つことが示された。特に5万人都市へのアクセス性(5万-DUM)は、販売価格には有意に影響しないにも関わらず、企業の立地ニ

■表—2 支払い意志額の推定結果

	ヘドニック		WTR(直接)		WTR(間接)	
	係数	T 値	係数	T 値	係数	T 値
D-高速	-123.74	-1.72	-64.98	-0.77	-54.96	-0.65
港湾-DUM	-26.2	-0.01	2,999.06	0.94	3,020.72	0.94
県内生産	4.31	0.71	29.10	2.02	29.01	2.02
商業地価	0.20	10.60	0.00	0.06	-0.02	-0.54
D-20万	-458.00	-6.77	-332.32	-3.56	-294.44	-3.37
D-20(二乗)	19,021.83	5.35	1.18	2.30	1.03	2.07
5万-DUM	3,493.49	1.57	10,854.80	3.60	10,569.72	3.53
値下げ-DUM	-	-	8,081.29	2.62	8,090.96	2.62
適地面積	-	-	-705.81	-1.61	-708.44	-1.61
Const	14,796.51	4.08	14,171.04	2.55	12,939.31	2.39
(価格残差)	-	-	-0.08	-1.25	-0.09	-1.31
修正済み R2	0.46		-		-	
p2	-		0.24		0.24	

ズはそれを重視することが分かった。その他にも、支払い意欲額は近隣地価とは有意な相関を持たないことから、土地の資産価格ではなく操業利益を重視して購入を決定していること、また販売価格値下げは分譲を促進させる等の示唆が得られている。こうした結果から、未分譲用地の適切な活用に向けては、特にアクセス性の条件の不利な用地の、適切な値下げが必要であることが分かる。

5——新たな工業用地政策に向けた課題と提言

既に述べたように、大規模かつアクセス性の良い用地のニーズが近年増加しているが、大都市圏周辺部では量的な面、また地方圏では価格や質的な面を中心に、既存の用地がそれらのニーズを十分に満たしていない可能性がある。これらを解消するためには、既存の用地のさらなる有効活用や、用地の新規確保を効率的に進めなければならない。ここでは、わが国の工業用地整備政策が直面する3つの課題と、それらの解決に向けた提言を行う。

(1) 土地開発公社の経営改革による値下げ

土地開発公社は用地の先行取得による工業団地や公営住宅の開発などを手がけてきたが、バブル崩壊による地価の継続的な値上がりの終焉や、企業立地の低迷による、既存の事業モデルの行き詰まりにより、大量の未分譲用地と負債を抱え込む結果となった。また現在の土地開発公社の会計制度も、適切な土地の値下げと、用地の処分を阻害する要因となっていることが指摘され、現在総務省による制度改革が進められている。こうした塩漬けの土地の有効活用が地域経済に与える影響について十分に検討した上で、自治体による一括買い上げなどの対策を採ってゆく必要があると言

える。

(2) 迅速な立地ニーズに対応した用地開発手法

既存の工業団地開発の事業モデルの行き詰まりや、自治体・土地開発公社等の財政悪化によって、用地の先行取得や先行造成を伴わない、よりリスクの少ない開発手法へのシフトが見られる。その例として、未造成用地のオーダーメイド開発や、既存農地の市街化調整区域撤廃による、工業開発オプションの先行確保などが挙げられる。しかし、迅速な立地ニーズに応えうる先行造成用地は次第に減少しつつあることから、これらの手法だけでは、長期的な用地ニーズを満たしていくのが困難ではないかと懸念される。

(3) 大規模用地の新規確保

近年、企業の新規立地の際に、臨海部の工場跡地(シャープ堺工場、パナソニック姫路工場など)、港湾用地(金沢港のコマツ工場、常陸那珂港の日立建機工場など)、その他公共用地(北九州区港跡地など)を、積極的に活用する事例が見られる。こうした用地活用のメリットは、①大規模かつ都市などへのアクセス条件の良好な用地を、②新規取得のための資金・時間・リスクをかけずに供給可能なことである。こうした用地の確保を行うにあたっての課題として、民間の用地に公的資金を投入して整備することの妥当性の説明や、港湾計画や地域計画など、様々な土地利用計画・政策間の整合性の確保などが挙げられる。これらの条件をクリアするためにも、用地政策を地域計画や政策の上位段階に位置づけ、住民の利益に資するように進めてゆく必要があるだろう。

参考文献

- 1) 経済産業省[2002, 2006, 2007, 2008], 「工場適地総覧」。
- 2) 伊藤亮[2009], “日本における工業団地付け値の推定”, 2009年応用地域学会研究発表大会報告論文。

羽田空港における航空遅延の現状と課題

—1年6ヶ月間の実績データによる分析—

坂下文規

SAKASHITA, Ayanori

講演者

前政策研究大学院大学開発政策プログラム
社会システム(株)

日比野直彦

HIBINO, Naohiko

前(財)運輸政策研究所客員研究員
政策研究大学院大学准教授

1—はじめに

日本の航空の定時性は、他国と比較すると極めて高い。米国の調査会社「Flight Stats」が公表した“Flight Stats 2009 On-time Performance Service Awards”において、メガキャリア部門でJALが世界1位、ANAが世界2位となった。しかし、このデータは15分未満到着割合のランキングであり、どの程度の遅延が、どのような要因により遅延が発生しているのか、定量的に把握されていないのが現状である。

この状況において、2010年10月21日に羽田空港の4本目の滑走路が供用され、発着回数が大幅に増える。そして、国際線の定期便も就航される。これにより羽田空港内の地上走行動線の輻輳や到着時間にバラツキが大きい国際線の就航によって、羽田空港発着便の航空遅延が大きくなる可能性が指摘されている。日本の国内航空旅客のうち約65%が羽田便であり、羽田空港における航空遅延は全国に波及してしまう。

一方米国では、JFK空港において離着陸回数が大幅に増加したことにより、ニューヨークエリアの空港混雑・遅延が拡大し、2007年9月27日のホワイトハウスプレスブリーフィングにおいて、ブッシュ大統領(当時)がニューヨークの空港混雑・遅延問題に対して適切な行動をとるよう指示を出すまでに社会問題化した。羽田空港においても同様の問題が発生しないための対策を事前に準備することが重要であるが、そのためには、航空遅延の実態および遅延要因を十分に把握しておくことが必要不可欠である。

そこで、本研究の目的は、羽田空港発着便の航空遅延の実態を明らかにし、航空遅延要因を把握することである。そして、羽田空港の再拡張後の遅延拡大の可能性を考察していく。

2—利用データと遅延の定義

2.1 利用データ

(1)各航空会社の発着案内

欧米では、航空遅延データは、公的機関により収集、公表されている。しかし、日本では公的機関により公表されているデータは、定時出発率のみである。航空遅延の分析を行うう

えで、まず航空遅延データを収集する必要がある。

各航空会社のホームページには、当日分と前日分の発着案内が公表されている。この発着案内には、出発時刻、出発スポット、到着時刻等が掲載されている。しかし、このデータは、順次更新され、保存されないため、データを毎日取得していく必要がある。本研究では、毎日取得した各航空会社の発着案内を利用し、データベース化した。

(2)羽田空港気象データ

飛行機の運航においては気象の影響を受ける。このうち羽田空港離着陸時の影響をみるため、気象庁のホームページに公表されている羽田空港の1時間ごとの降水量、風速、風向きのデータを利用する。

(3)羽田空港飛行データ

国土交通省において、「飛行コース公開ホームページ」が公開されている。このデータにより、羽田空港定期便の離陸時刻、着陸時刻、利用滑走路、使用機材を把握する。

(4)対象データ数

分析対象期間は2008年10月1日から2010年3月31日までの1年6ヶ月間とし、データ数は、羽田空港から出発する便(以下、「羽田⇒地方便」)は237,576便、羽田空港に到着する便(以下、「地方⇒羽田便」)は237,445便である。

また、羽田空港再拡張後に就航する国際線による影響を考察するため、首都圏に到着する国際線の到着遅延状況を把握する。本研究においては、成田空港のホームページより成田空港に到着する国際線のデータを収集する。データ数は、2009年7月13日から2010年3月31日まで51,762便である。

2.2 遅延の定義

本研究では、航空遅延を「出発遅延」、「運航遅延」、「到着遅延」の3つに分けて分析する。「出発遅延」は、スポット出発時に発生する遅延であり、スポット出発実績時刻と運航ダイヤ上の予定出発時刻との差分であらわされる。「運航遅延」は、出発してから到着するまでの間に発生した遅延であり、実績

到着時刻と実績出発時刻の差である実績所要時間と運航ダイヤ上の予定所要時間との差分であらわされる。「到着遅延」は、スポット到着時までには発生する遅延であり、スポット到着実績時刻と運航ダイヤ上の予定到着時刻との差分であらわされる。なお、本研究では平均遅延時間が早発・早着の場合、定刻として扱い算出している。

3——羽田空港の航空遅延の現状

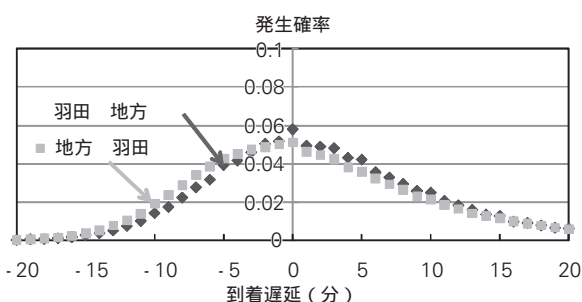
3.1 羽田空港の現状

羽田空港における現在の離陸容量は1時間あたり32回(7時台はハミングバード枠があるため37回)であり、時間帯別の出発予定便数も離陸容量以内に設定されている。しかし、7時～7時59分、7時10分～8時09分と10分刻みで各1時間の出発予定便数をカウントすると、7時20分からの1時間に平均46.8便の出発予定便数が設定されている。羽田空港からの出発ダイヤは、朝夕のピーク時において、離陸容量以上となっているのが現状である。そして、これは羽田空港への到着ダイヤについても同様に、着陸容量以上の便数が設定されていることが確認された。

3.2 羽田空港発着便の到着状況

(1)羽田空港発着便全便の到着分布

図一は、羽田空港発着便全便の到着遅延分布である。定刻より5分以上遅れて到着している割合は、羽田⇒地方便、地方⇒羽田便ともにおよそ3便に1便である。また、遅延時間の分布は、ほぼ正規分布に似た形状となっており、定刻より早く到着する便も約4割を占めている。

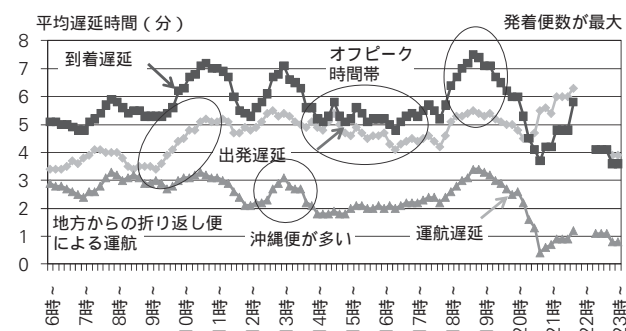


■図一 羽田空港発着便の到着遅延分布

(2)1時間あたり平均遅延状況

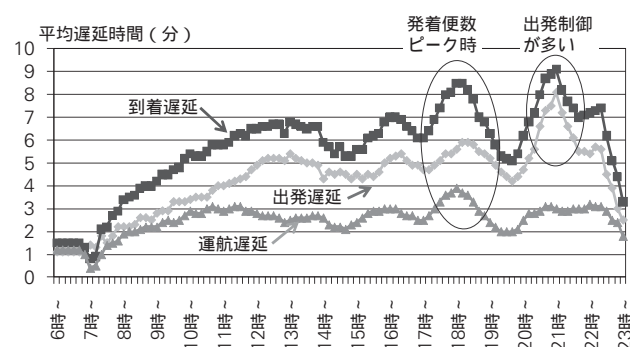
図二は、羽田⇒地方便について、10分刻みの1時間あたりの平均遅延状況である。目的地到着遅延時間では、18時40分から1時間に羽田空港を出発する予定の便が最も遅延が大きく、平均7.5分である。この1時間は、運航遅延も最大となっている。要因としては、羽田空港の出発予定便数と到着予定便数の合計が最大(平均66.1便)の時間帯であり、羽田空

港内の誘導路の混雑により、スポットを出発してから離陸まで時間を要しているため影響と考えられる。



■図二 1時間あたりの平均遅延時間(羽田⇒地方便)

地方⇒羽田便では、図三に示すとおり朝から夕方にかけて徐々に平均遅延時間が大きくなる。そして、夕方の発着便数のピーク時において運航遅延が最大となる。これは、羽田⇒地方便の要因と同様に羽田空港内の誘導路の混雑による影響と考えられる。また、21時台においては、出発遅延が最大となり、これにより平均到着遅延も9.1分と最大となっている。この時間帯は、羽田空港周辺の混雑のため、管制により出発地空港において出発制御がかかる影響と考えられる。



■図三 1時間あたりの平均遅延時間(地方⇒羽田便)

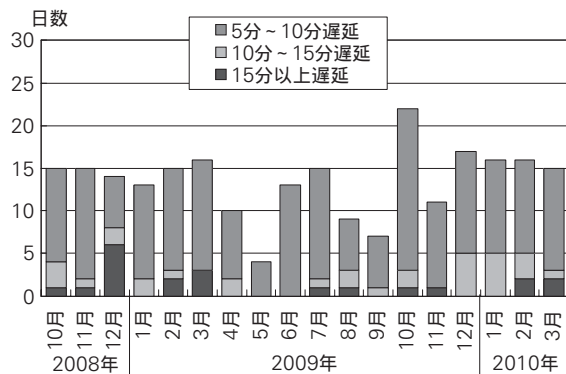
(3)便別定時到着割合(羽田⇒地方便)

羽田⇒地方便の目的地到着遅延を便別にみると、定時到着率が最もよい便は、JAL1431便(徳島便)であり、20日に1回の割合しか5分以上遅れておらず、平均到着遅延時間は0.8分と東海道新幹線並みの高い定時性である。一方、最も悪い便は、JAL139便(伊丹便)であり、1週間に6日以上割合で到着が5分以上遅れている。このように、定時性の高い便から低い便までであることから、羽田空港の遅延を考えるうえでは、全体傾向のみならず詳細な要因分析を行うことが重要である。

(4)月別1日平均到着遅延状況(羽田⇒地方便)

羽田⇒地方便において、図四に示す1日平均遅延時間が5分以上の日数をみると、2009年10月が最も多く31日中22日

であった。一方、2009年5月は31日中4日のみであり、平均10分以上の日はなかった。航空遅延は、季節により変動があることがわかる。



■図—4 月別1日あたり平均到着遅延日数(羽田⇒地方便)

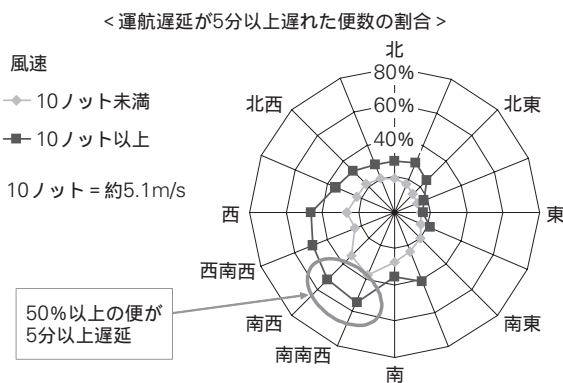
4——羽田空港発着便の航空遅延要因の把握

4.1 風による影響

航空は風の影響により遅延が発生する。ここでは、①風速・風向きによる影響、②偏西風の影響について確認する。

(1)羽田空港周辺の風速・風向きによる影響

地方⇒羽田便の羽田空港着陸時において、羽田空港周辺の風が10ノット(約5.1m/s)でかつ、南南西、南西風のとき半数以上の便が5分以上の運航遅延が発生している(図—5)。要因としては、この状況においては、着陸容量の低いB滑走路に着陸するため、着陸の順番待ちが発生する影響である。



■図—5 羽田空港の風速と風向きによる影響(地方⇒羽田便)

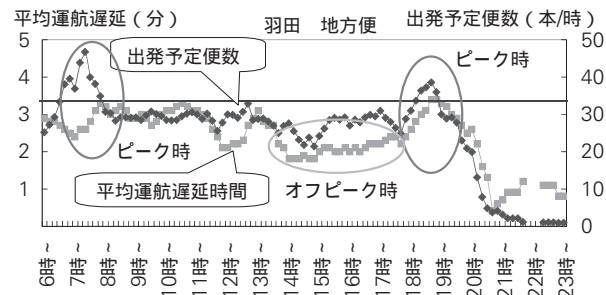
(2)偏西風による影響

飛行機は、偏西風による影響を受ける。各航空会社は偏西風を考慮して所要時間を設定しているが、想定よりも向かい風が強い場合は遅延が発生し、追い風が強い場合は早く到着する。例えば羽田⇒新千歳便より新千歳⇒羽田便、福岡⇒羽田便より羽田⇒福岡便の方が運航遅延は大きい。すなわち、西に向かう便

の方が運航遅延の可能性が大きくなる。さらに、区間距離が長いほどこの偏西風の影響を長く受けるため、伊丹便より那覇便の方が遅延分布のバラツキが大きくなっていると考えられる。

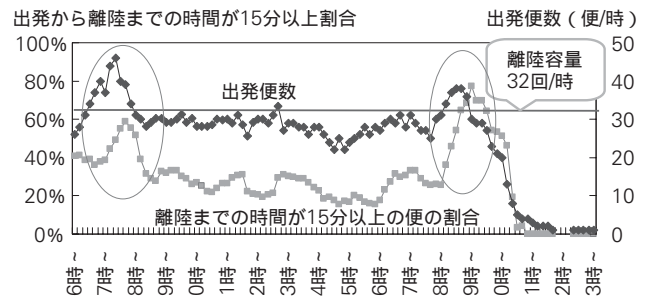
4.2 離着陸容量以上の便数設定

3.1で示したとおり、1時間あたりの出発予定便数が離陸容量を超えている時間がある。図—6に示す羽田空港の出発予定便数と平均運航遅延時間をみると、類似した変化をしている。朝夕のピーク時の出発予定便数が離陸容量を超えると運航遅延が大きくなり、オフピーク時では小さくなる。要因としては、羽田空港における誘導路の混雑・離陸の順番待ちによる影響と考えられる。



■図—6 出発予定便数と平均運航遅延時間(羽田⇒地方便)

これを検証するため、各航空会社の発着案内と羽田空港の飛行データにより推計した羽田空港内地上走行時間(羽田空港内の誘導路を移動している時間)により分析を行う。羽田空港の出発予定便数と地上走行時間が15分以上かかった便の割合をプロットする(図—7)。出発予定便数が多くなると地上走行時間が15分以上の便の割合が高くなっている。このことから、出発予定便数が離陸容量を超えると地上走行時間が長くなり、結果として運航遅延につながるが示された。

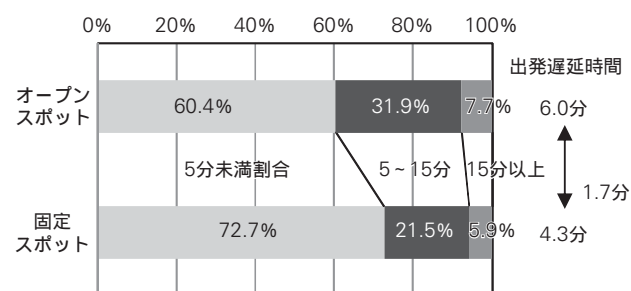


■図—7 出発予定便数と地上走行時間が15分以上の便の割合

4.3 出発スポットの違いによる影響

羽田空港における出発スポット位置の違いによる遅延をみる。図—8は、固定スポット(ターミナルビルから直接搭乗できるスポット)出発便とオープンスポット(ターミナルビルからバス

で移動して搭乗する)出発便の出発遅延を比較である。出発遅延が15分以上の割合はともに同程度である。しかし、オープンスポットでは、5分～15分の出発遅延が固定スポットより10ポイント以上高い。そして、平均出発遅延も固定スポットが4.3分に対してオープンスポットが6.0分である。要因としては、固定スポットおよびオープンスポットともに搭乗口集合時刻は定刻の10分前である。このため、オープンスポットの場合、さらにバスでの移動があるため搭乗まで時間がかかり出発遅延が発生していると考えられる。この数分の出発遅延においても到着遅延⇒折り返し便の出発遅延へと遅延が波及し、遅延が拡大していく可能性がある。



■図—8 固定スポットとオープンスポットの出発遅延

4.4 予定所要時間と実績所要時間の乖離

予定所要時間と平均実績所要時間が乖離している便が多くみられる。利用者にとって、運航ダイヤ通り着くことが重要である。例えばJAL139便(羽田⇒伊丹便)では、1ヶ月のうち20日以上で予定所要時間より5分以上遅れている。このような実績所要時間との乖離による運航遅延が到着遅延、折り返し便の出発遅延と遅延が波及してしまう。予定所要時間を実績所要時間に近づける所要時間設定が重要である。

4.5 管制の指示による出発制御

ある空港や空域で過度の混雑の発生が予想される場合に、航空機の出発を遅らせている(出発制御)。羽田空港の場合、標準時では、30分間の到着予定便数が北風時15～17機、南風時15機を越えた場合に発地空港において出発制御がかかる。ただし、外国空港を出発する飛行機は出発制御の対象外となっている。H19実績では、全出発制御機数は1日平均87機、1機あたり平均6.2分である³⁾。また、三村ら⁴⁾の報告により、羽田空港到着予定時刻が21時台では、60%以上の便で出発制御が指示されていることがわかっている。

5—羽田空港再拡張後の航空遅延可能性と課題

5.1 オープンスポット出発便の増加

4.3において、オープンスポットからの出発便は、固定スポッ

トからの出発便と比較して出発遅延が発生しやすいことを示した。2010年10月の羽田空港再拡張後は、第二ターミナルビルは固定スポットが3つ増設されるが、第一ターミナルは現状のままである。現状のスポット運用の場合、第一ターミナルからの出発便は、オープンスポットからの出発便が増えることとなり、出発遅延が増える可能性がある。

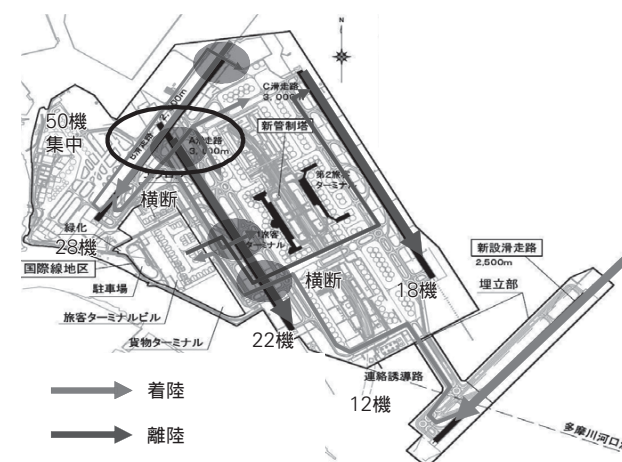
5.2 羽田空港内の地上走行

羽田空港再拡張後は、1時間あたり離陸機40機、着陸機40機の合計80機が羽田空港内を移動する。現状においても、羽田空港内の誘導路の混雑により遅延が発生しており、さらなる遅延の拡大が懸念される。ここでは、南風卓越時および北風卓越時の運用上の課題を示す。

(1)南風卓越時の運用

南風卓越時においては、離陸機はA滑走路とC滑走路、着陸機はB滑走路とD滑走路により運用される。この時、B滑走路に着陸する便および国際線発着便は滑走路を一度横断する必要がある。さらに、A滑走路とB滑走路が交差する付近の狭いエリアにおいて、A滑走路離陸機22機とB滑走路着陸機28機の合計50機が集中し、複雑な運用となる(図—9)。

ここで、発着案内と羽田空港の飛行データにより推計した羽田空港内地上走行時間を着陸滑走路別に集計した。B滑走路着陸機は、滑走路を横断しない現状においてもA滑走路、C滑走路着陸機と比較して1.5分程度着陸から到着まで時間を要している。再拡張後は、滑走路を横断するため、着陸から到着までさらに時間を要し、B滑走路着陸便は、遅延が発生する可能性がある。

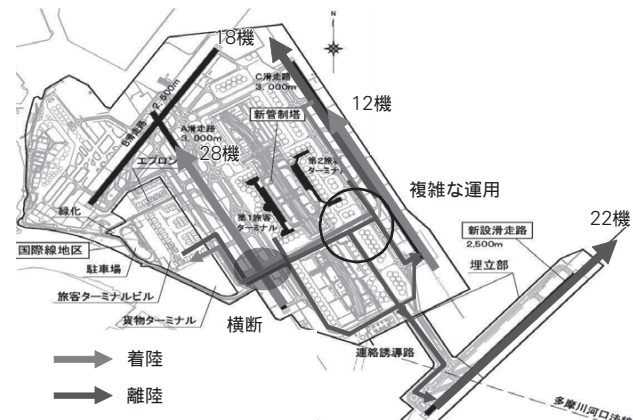


■図—9 南風卓越時の運用

(2)北風卓越時の運用

北風卓越時においては、離陸機はC滑走路とD滑走路、着陸機はA滑走路とC滑走路により運用される。北風卓越時に

においても国際線は、A滑走路を横断する必要がある。そして、第二ターミナルビルの南側付近において、離陸機をC滑走路とD滑走路に割り振られるため、複雑な運用となる(図-10)。



■図-10 北風卓越時の運用

(3)滑走路横断の影響

南風卓越時および北風卓越時においても、滑走路を横断する必要がある。滑走路を横断する影響として、離着陸に使用中に滑走路に誤進入するリスクである。2007年度では4件の誤進入が報告されている。誤進入を防ぐため管制官の対応がより慎重になり、羽田空港内の地上走行時間が増加する可能性がある。

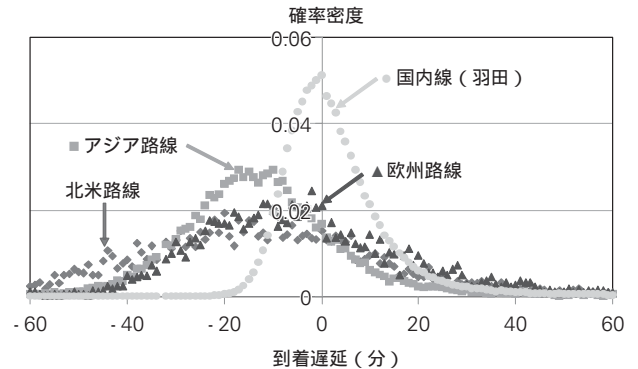
5.3 国際線就航による影響

羽田空港の再拡張により、国際定期便が就航される。昼間時間帯(6時~22時)では、ソウル、釜山、北京、上海、香港、台北路線の就航が予定されている。また、深夜早朝時間帯(22時~6時台、リレー時間帯も含む)においては、欧米路線など長距離路線も就航する予定である。2010年5月現在、乗り入れが認可された米国航空会社の羽田到着予定時刻は、いずれも22時台である。米国以外の便でも22時台に到着する便が多くなると想定される。

22時台に国際線が到着することによる影響をみるため、就航予定路線の到着遅延状況を同じ首都圏の空港である成田空港の到着データにより把握する。

図-11は、2009年7月13日~2010年3月31日までの成田空港の到着データのうち、羽田空港就航予定路線のみ抜粋した図である。羽田空港に到着する国内線と比較すると、到着のバラツキが大きいことがわかる。そして、半数以上の便で10分以上定刻予定早く到着し、約2割の便で30分以上早く到着している。すなわち、22時台前半に到着する便の場合、実質21時台の到着となる可能性が高くなる。21時台は、羽田空港周辺が混雑する時間帯であり、図-3に示したとおり、出発制御が最も多く、平均到着遅延時間も9.1分と1日で最も大きい時間

帯である。現在、外国空港出発便は、出発制御の対象外である。国際線が早く到着することにより、羽田空港周辺がさらに混雑し、国内線の出発制御が増える等、国内線に過度の負担を負わせることとなる。そして、21時台の国内線の到着便にさらなる到着遅延の可能性がある。



■図-11 羽田就航予定路線の国際線到着遅延分布

6——本研究の成果

本研究では、当日分と前日分しか掲載されず、データが保存されない各航空会社の発着案内を毎日収集することにより、航空遅延データベースを構築した。そして、本研究の成果は、羽田空港における航空遅延の実態を把握し、羽田空港の気象データ等とあわせて分析を行うことによって、航空遅延要因を明らかにしたことである。これにより、これまで定性的に認識されていた航空遅延の実態および遅延要因を、実績データにより定量的に明らかにした。さらに、再拡張後に航空遅延が拡大する可能性があることを示したことである。

羽田空港がJFK空港のように発着回数的大幅増により遅延が増大し社会問題化するようなことがないためにも、中長期的な対策を検討しておくことが重要である。

今後の検討課題としては、再拡張後は羽田空港の誘導路の混雑が大きな問題となると考えられる。このことから、ミクロシミュレーションにより、羽田空港内の飛行機の動きを再現し、誘導路の新設による効果等、地上走行に関する対策を提案していくことが考えられる。

参考文献

- 1) 坂下文規, 森地茂, 日比野直彦[2009], “羽田空港における航空遅延に関する研究”, 第39回土木計画学研究発表会講演集(CD-ROM)。
- 2) 坂下文規, 森地茂, 日比野直彦[2009], “羽田空港における航空遅延および出発時地上走行時間に関する研究”, 第40回土木計画学研究発表会講演集(CD-ROM)。
- 3) 大屋文人[2008], “The Flow Control”, 航空管制, No. 4。
- 4) 三村大地, 三村大地, 平田輝満, 清水吾妻介, 屋井鉄雄[2010], “羽田空港到着機を対象とした出発制御の実態に関する基礎的分析”, 第41回土木計画学研究発表会講演集(CD-ROM)。

地区再整備による魅力ある観光地形成

—制度面からのアプローチ—

毛塚 宏
KEZUKA, Hiroshi

(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所招聘研究員

早川伸二
HAYAKAWA, Shinji

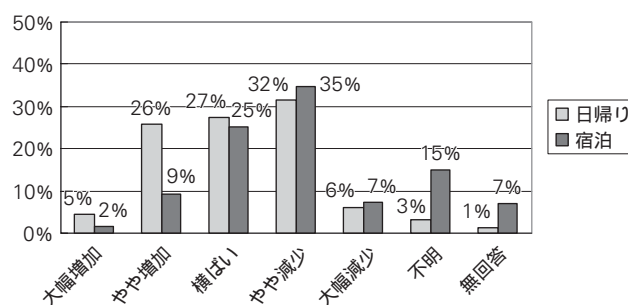
前(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員
(株)ANA総合研究所客員研究員

1——研究の背景と目的

温泉や景勝地など、我が国の伝統的な観光地の多くでは、入込客数が低迷している。そのため、我が国の観光地には魅力がないといわれることがしばしばある。しかしながら、優れた観光資源を有しながら、自ら魅力を消しているのではないのかという観点から、観光地の再整備のあり方に対する提言を行うことが本研究の目的である。今回の報告では、地区再整備に焦点を当て、そのために必要な制度についての提案を行う。また、ハード面の再整備を中心に報告を行うが、ソフト面を軽視しているわけではないことを予めお断りしておく。

2——観光地低迷の背景

社会・経済状況の変化、観光ニーズの変化、観光地域構造の変化、観光地間の競合などへの対応の遅れ、加えて観光地の質的向上へ取り組みの遅れ(滞在力の低下)などから入込みの低迷(図—1参照)、加えて観光消費の低迷、滞在時間の縮小、混雑による環境負荷などが発生している。



資料：運輸政策研究所「観光地再生に関するアンケート調査」(平成21年11月～12月実施、観光地を抱える全国の自治体1,505を対象、回答数：570自治体(642観光地)、回答率：37.9%)

■図—1 当該観光地の5年間(平成16～20年)の入込み状況

また、観光地の質に関しては、次のような問題を抱えている。

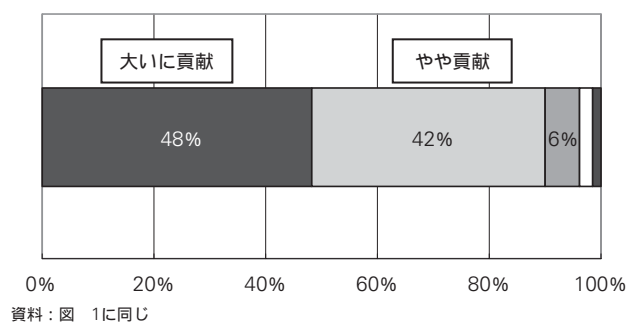
- ①観光施設の老朽化・陳腐化
- ②廃屋・空き家・空き店舗・耕作放棄地の増加
- ③魅力ある食事や買物処の不足
- ④屋外広告や看板の乱立

- ⑤水辺を占有する駐車場・商業施設・道路
- ⑥地区特性に配慮しない施設や工作物のデザイン
- ⑦ままならない環境の保全・維持のコスト
- ⑧観光魅力を損ねているローカル施設や景観阻害物
- ⑨車に煩わされ、そぞろ歩きが楽しめない歩行環境
- ⑩都市化や観光地化のスプロール
- ⑪過剰利用に伴う生活や環境への負荷 など

3——観光地再整備の基本的方向

3.1 観光地再整備の目的

今、観光地は低迷を余儀なくされているが、人口減少や地方格差の拡大が進む状況のもとで、地域における「観光交流人口拡大による地域再生への期待」は大きい(図—2参照)。



資料：図 1に同じ

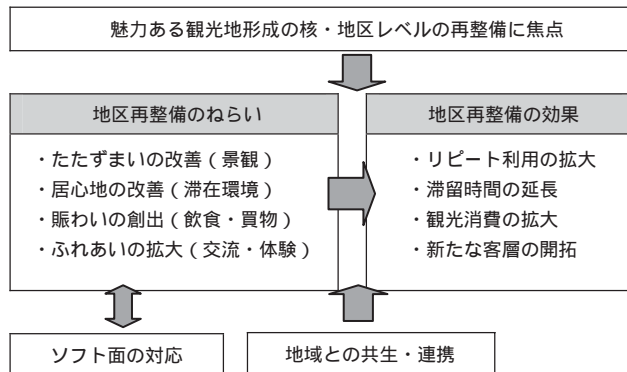
■図—2 当該観光地の地域活性化への貢献度

したがって、観光地再整備においては、外客誘致も視野に、長期的な観点からの「国際的競争力を持ちうる質の高い＝風格ある観光地の形成」、さらには地域と共生して持続的に発展する「観光まちづくり＝豊かな空間づくり」を目指す必要がある。

3.2 地区再整備のねらい

本研究は魅力ある観光地形成の核である地区レベルの再整備に焦点をあてているが、そのねらいは、図—3に示すように、たずまいの改善、居心地の改善、賑わいの創出、ふれあいの拡大などにあり、狙うべき効果として、リピート利用の拡大、滞在時間の延長、観光消費の拡大、新たな客層の開拓な

どがあげられる。なお、再整備においてはハード面ばかりでなく、ソフト面での対応、さらには地域との共生や連携にも配慮することが必要となることは言うまでもない。



■図-3 地区再整備のねらい

3.3 地区再整備に求められる視点

地区再整備においては、次の視点からの取り組みが望まれる。

- ①合意形成：関係権利者を含む地域の多様な主体が協働し、合意形成の下に計画づくりに取り組む。
- ②地区整備：観光事業の特性を考慮しつつ、観光事業の「弱み」を「強み」に転換する発想、単に施設をつくる「足し算」ではなく、マイナス要因の「引き算」、相乗効果を引き出す「掛け算」を一体的に取り組むこと、「公」と「民」の連携による公共的利益の拡大や民間活力の活用などへの配慮、増加する空き地・耕作放棄地・荒廃した山林・空き家・空き店舗・廃屋といったいわば「負の地域資源」の有効活用などを図る。
- ③地域経営：地域の自立性、自律性、内発性にもとづき健全かつ戦略的な地域経営に努める。
- ④利用抑制：持続的発展のために、観光的土地利用のスプロール抑制、利用の適正化などに配慮する。

3.4 地区再整備の対象と手法

再整備の対象と手法については、表-1に示すものがあげられる。これら手法を個別に導入するのではなく、総合的かつ面的に取り組むことが望まれる。

■表-1 地区再整備の対象と手法

再整備の手法	再整備の対象		
	点	線	面
①観光施設の再整備・整備	○		
②廃屋除去、空地・家を活用した施設の整備	○		
観光施設のネットワーク化		○	○
④街並みの再整備		○	○
⑤複合機能（観光＋α）の一体的整備による拠点整備	○		○
⑥水辺等の景観・環境魅力を活用した拠点整備	○		○
⑦景観阻害物の除去・改善		○	○
⑧歩行環境等の再整備（駐車場含む）		○	○
⑨街区・拠点の面的再整備・整備			○
⑩土地利用の整序			○

3.5 地区再整備に係わる事例

ここではタイプの異なる地区における総合的な面的整備の事例を紹介する。

①温泉地区(松山市道後温泉)

道後温泉では松山市で進められている「坂の上の雲ワールドミュージアム」にもとづき地区再整備が進められている。そのポイントは表-2に示すとおりである。

■表-2 道後温泉における地区再整備のポイント

街並みの再整備	・景観法にもとづく景観計画を策定 ・歴史景観まちづくり宣言（道後百年の景） ・旅館ホテルのファサード再整備 ・歓迎アーチ、屋外広告物の撤去 ・観光商店街のアーケード改修
歩行環境の再整備	・道後温泉本館前道路の付け替え、周辺道路の改修、休憩所の整備など ・道後温泉駅周辺の歩行空間の確保（進行中）
回遊の楽しさの創出	・道後村めぐり（句碑、神社仏閣、公園など） ・足湯・手湯のネットワーク（駅前、ホテル旅館など）

②まちなか地区(小布施町)

小布施町では「外のものはみんなのもの、内のは自分たちのもの」をコンセプトに町並み修景事業(1982～1986年、地権者5者で修景事業組合を組織し、土地を売買せずに賃貸あるいは交換)を展開し、賑わいのある街区を形成している。また、半公共空間(セットバックした空間、道路に面したカフェテラスやオープンガーデン、小径など)を巧みに活用したり、まちなかへの車の進入を軽減するなどにより、居心地の良い歩行環境を創出している。

③水辺地区(日光市中禅寺湖畔)

中禅寺湖畔では、「美しい湖畔・歩ける湖畔の再生」をコンセプトに、山側の道路沿いに立体駐車場を増設、それを契機に湖畔の国道沿いの駐車場を撤去するとともに、跡地をプロムナードとして再生(電線の地中化も実施)している。また、駐車場と湖畔を結ぶアクセス園路に展望デッキ(湖を眺める新しい視点場を提供)を整備するとともに、湖畔園地の再整備や乱立するボートの減船や漁船桟橋の統合にも取り組んでいる。

④里並み地区(南丹市美山地区)

美山地区は茅葺き集落の伝建地区として知られているが、地区住民全員で「かやぶきの里保存会」を設立するとともに、自ら「かやぶきの里憲章」を制定し、集落及び農業景観の保全に努めている。また、歴史的景観と生活の両立をめざし「迷惑も・利益も・社会貢献も、みんなで」をモットーに住民全員出資で「(有)かやぶきの里」を設立(2000年)し、国道沿いの観光施設を一体的に運営している。

4——観光地再整備の推進方策

4.1 支援制度の実態と課題

観光地整備に対する支援制度は、ハード面に限定しても、国土交通省、経済産業省、総務省、農林水産省、環境省、厚生労働省、および文化庁などにまたがって、多数の支援制度が存在している。

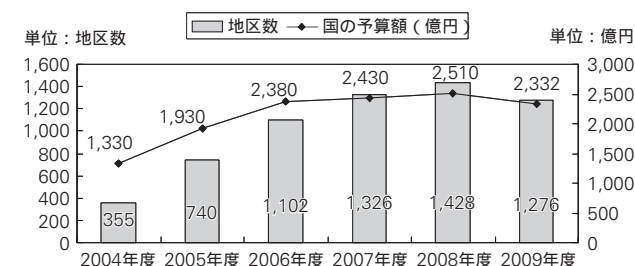
その中でも、「まちづくり交付金」は、多くの市町村で利用されており、その評価も高い支援制度である¹⁾。

そのまちづくり交付金は、本年度より、「社会資本整備総合交付金」(以下「新交付金」)として、より包括的な統合補助金に拡充される。

また、その際の大きな変更点は、まちづくり交付金では、補助対象が個別の市町村のみであったが、新交付金では、都道府県も含む地方公共団体とされ、加えて、複数の地方公共団体の共同提案も可能とされたことがある。この広域連携の問題については、2006年秋の研究報告会において指摘をしていたが、今回の制度変更により、複数の市町村(都道府県)にまたがる観光地整備を一体的に進めることが、制度的にも可能となった²⁾。

現在、補助金の統合化が進められているが、観光地の再整備という観点からは、以下の2点が主たる課題としてあげられる。観光地の再整備には、集中的な投資が求められるが、①交付金の場合、観光よりも地域住民の生活・福祉を優先する可能性が高いこと、②国の財源の制約上、交付を希望する地区(自治体)数が増加すれば、1地区当たりの投資額が少なくなることがある。

実際、まちづくり交付金では、交付される地区数の増加によって、1地区当たりの交付額は減少しており(図—4および図—5)、その結果、本来であれば、景観改善のために電線類への対応まで考えるべきケースが、道路の美装化のみで済まされるなど、中途半端な改善にとどまるケースが多くなると考えられる。

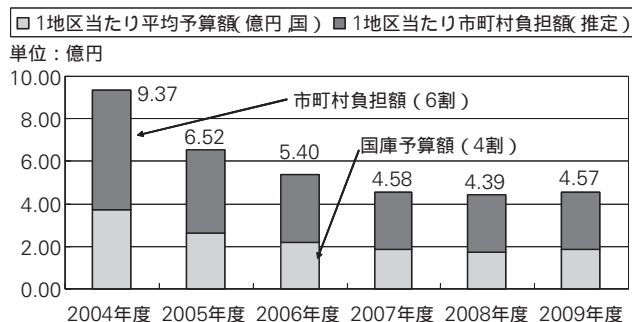


注：観光目的だけでなく、全ての事業を含む
出典：まち交ネットホームページより作成

■図—4 まちづくり交付金(地区数・予算)の推移

4.2 支援制度に対する提案

総論としての地方分権の促進を否定するわけではないが、少なくとも道州制などが導入されていないという現状において



注：自治体負担額は、国庫補助額4割より逆算した金額(単位：億円)
出典：まち交ネットホームページより計算

■図—5 まちづくり交付金の1地区当たり予算額の推移

は、観光地再整備に対する国の関与は、ある程度必要であると考えている。

なぜなら、観光地再整備には、複数の市町村にまたがる観光地整備をどのように調整するのか、あるいは同一自治体内にある複数の観光地を整備する場合に、どのように調整するのかといった、地域内および地域間の調整というやっかいな問題を抱えており、国益よりも地域の利益の優先、長期的な利益よりも目先の利益の優先に走りがちな関係主体に対して、国が一定の関与を必要とするケースが存在すると考えられるためである。

関係主体の個々の判断にのみ依存すると、結局は観光地整備が実施できない、あるいは中途半端な整備に終わると十分に予想され、その結果、近い将来に我が国が直面する「人口減少」および「国際競争」の時代を、「観光立国」として生き残ることは困難であろう。これらの時代を生き残るためには、「リピーターの確保」は必須条件であり、現在の訪日外客に、良い意味での強いインパクトを残すことが重要である。

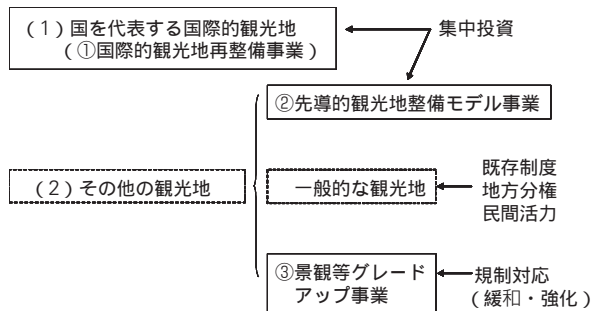
そのためには、前半部分で述べたような、観光地の再整備が早急に求められ、それが実施できるようなメリハリのある集中投資が可能な体制を整えなければならない。

もちろん、国が関与すべき観光地は一部に限定され、基本的には、地域(民間も含む)の創意工夫によって観光地の再整備がなされるべきである。

国が関与すべき観光地を整理したものが、図—6である。ここでは、資金面での支援を行うものとして、我が国を代表する国際観光地を整備するケース(①国際的観光地再整備事業<仮称>)、および我が国の観光地整備のモデルとなるケース(②先導的観光地整備モデル事業<仮称>)、ならびに、規制面での対応が必要なケース(③景観等グレードアップ事業<仮称>)を提案する(以下、<仮称>を省略する)。

4.3 国際的観光地再整備事業

国が関与すべきと考えられる観光地再整備の対象は、我が



■図-6 観光地に対する国の関与(案)

国を代表する国際的観光地である。これは、「風格ある国際観光地の形成」という目的が、対象を数箇所に限定し、戦略的かつ継続的な集中投資をすることによって、達成されうると考えられる。

これを実施するには、自治体のインセンティブを引き出す従来型の手法、もしくは国が直轄事業として行う手法がある。従来型の手法には、①新交付金の優先配分という運用面での対応、②新たな補助制度の創設がある。この際には、関係自治体が積極的に手を挙げやすいように起債枠の拡大、特別交付税による補てんなど、財源面での優遇措置が必要とされるよう。

一方、国が直轄事業として行う手法については、既に国交省の道路において行われており、環境省の国立公園の整備・維持管理についてもみられる。

国立公園での総合的かつ面的な再整備がなされた事例としては、先述した中禅寺湖(日光国立公園)の他、北海道上川町の層雲峡温泉(大雪山国立公園)の事例がある(写真-1)。



■写真-1 再整備された層雲峡温泉(北海道上川町)

いずれにせよ、我が国を代表する国際観光地については、早急な対応が求められる地区が存在し、その際には、国・地方自治体・住民などの協働(役割分担と連携)が必要である。

4.4 先導的観光地整備モデル事業

もうひとつの国が関与すべきと考えられる観光地再整備の対象は、他の観光地再整備に参考となりうる観光地である。これは、「観光地の再整備モデルのケースづくり」という目的が、対象を数箇所に限定し、やる気やアイデアのある観光地に集中投資をすることによって、達成されうると考えられる。

これを実施するには、先述した国際的観光地整備事業の自治体のインセンティブを引き出す従来型の手法と同様に、①新交付金の優先配分という運用面での対応、②新たな補助制度の創設がある。ただし、同一市町村内に複数の観光地が存在する場合など、自治体が率先して行動することが困難なケースも想定されるため、観光協会、協議会、もしくはまちづくり会社など、民間推進組織での応募も可能とされることが望ましいといえる。

この制度は、各観光地でのアイデアが要求されることであり、特に以下の事例に限定するものではないが、例えば、

①負の地域資源の観光的活用事業

- ・空家、空き地、耕作放棄地、荒廃林地などを観光的に活用した面的整備

②空間・土地再編事業

- ・駐車場の移設、あるいはまとまった遊休地(施設)の活用
- ・地区外の土地との連携(飛び換地的発想)
- ・ローカル利用の排除(史跡内の学校など)

などが考えられる。

負の地域資源の観光的活用事業としては、限界集落における廃屋を、里並みとして観光活用することなどが考えられる。ここでは、「歴史まちづくり法」の考え方を「里並み」にも拡大し、保全・再生を促進する。具体的には、電柱移設、阻害となる広告物・工作物の除去・改善、および負の地域資源を活用した体験交流拠点の整備などがある(写真-2)。



■写真-2 里並みの保全・再生のイメージ

また、空間・土地の再編として、例えば、湖畔の駐車場については、駐車場の移設や地下化などが考えられる。その際には、跡地や地下化の際の上部を園地化する手法だけでなく、建設費を抑えるために、可能であれば、公開空地の整備を条件にするなど、一定の条件の下で民間に売却し、整備を進める手法も考えられる(写真-3)。



- ①駐車場の移設
→跡地の園地化
- ②駐車場の地下化
→上部の土地売却・商業
施設の整備

■写真—3 湖畔の整備手法のイメージ

他にも、土地に制約のある渓谷温泉地の再整備を促進したり、公共施設の建設を呼び水に新たな地区整備を促す飛び換地的な整備を行うケース、ならびに、まちなかでの廃業施設の活用および小規模な区画整理事業を行うケースなどが考えられるが、各観光地が従来の制度にとらわれない新たな積極的な取り組みを行うことに対して、国が積極的に支援していくことが求められている。

4.5 景観等グレード・アップ事業

原則として、資金面での支援を伴わずに国が関与すべきと考えられる観光地再整備の手法には、規制面での対応がある。これは、「面的な景観対策などによる観光地のイメージアップ」という目的が、規制の緩和、もしくは強化によってなされるものである。

規制の緩和は、法律の弾力的運用および特区(構造改革特別区域)の認定により、かなり進んでいる。例えば、1.5車線道路のような、待避所の整備を中心とした道路整備は道路構造令の弾力的運用により既に認められており、さらに道路標識の小型化も特区認定により可能とされる。

一方、景観の維持・改善のための規制の強化についても、従来から自治体による景観条例により、また2004年の景観法制定を契機に、積極的に進められているところであるが、合意形成の難しさから、まだ十分な成果をあげているとはいえない状況にある。

観光地の景観の維持・改善を進めるために、さらに規制誘導について検討し、観光面での活用を図ることが求められる。

例えば、規制の緩和については、砂浜(ビーチ)は、現在、自由使用原則が全国一律に適用され、入場料の徴収はできないとされている。一方、多くの砂浜では、自治体が維持・管理費を捻出できないため、漂着ゴミ等が放置されているという現状がある(写真—4)。



左：一般の砂浜、右：いわゆるプライベート・ビーチ

■写真—4 石垣島の隣接する砂浜

沖縄のビーチでは、入場料が徴収できないため、駐車場代やトイレ・シャワー・更衣室などの施設使用料として、擬似的に入場料に値する金額を徴収しているが、法的には極めてあいまいさが残された形となっている。

住民の自由使用が完全に制限されない(例えば、代替的な砂浜が存在するなど)ことが条件とされるなど、一定の要件を満たす砂浜については、この規制を緩和し、入場料の徴収を認めることで、砂浜の観光面での積極活用を行うことなども検討される必要がある。

また、規制の強化については、例えば、観光地へのアクセス道路などにおいて、沿道の建物および看板などに対して、形状や色の制限などが実施されることが望ましいといえる(写真—5)。



■写真—5 景観との調和に配慮した案内板と建築物(開田高原)

また、その際には、ガードレールの変更(木製ガードレール、もしくはガードロープなど)、および樹林地の間伐・除伐なども合わせて実施されることが望ましいといえる。

さらに、早急な対応が困難ではあるが、スカイラインを壊す建物、および圧迫感のある建物などの景観阻害要因についても、建替え等の際には、減築などが行われるよう規制の強化が求められる。

5——おわりに

観光地の質的向上には、その核である地区レベルの滞在力の強化が課題であり、その解決には地区再整備、しかも総合的な面的再整備の推進が必要であることを示した。そして、そのためには国の関与が必要であり、制度面からの戦略的、かつ集中的な投資がなされるようにする必要があることを述べた。今後の課題としては、総合的な面的再整備推進のための対策をハード面に加えて、ソフト面からも具体的に検討することがある。

参考文献

- 1) 国土交通省[2009],「まちづくりに関する総合的な支援措置」, <http://www.mlit.go.jp/common/000043250.pdf>, 2010/05/07.
- 2) 早川伸二[2007],「衰退観光地の現状とその再生について」,『運輸政策研究』, Vol. 9 No. 4, pp. 67-70.

都市交通システムの環境効率性に関する研究

その2：地方自治体における運輸部門のCO₂削減可能量の推定

藤原章正 講演者 前(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所客員研究員
FUJIWARA, Akimasa 広島大学大学院国際協力研究科教授

吉野大介 復建調査設計(株)
YOSHINO, Daisuke

1——研究の背景と目的

年々深刻化している地球温暖化問題への対応として昨今では国家レベルのみならず、地方公共団体レベルでも自主的かつ積極的な対策が必要とされている。環境負荷削減に向けた実効性の高い施策案の具現化のためには、各主体における数値目標の設定が重要であり、「地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく地方公共団体の事務及び事業に係る実行計画策定マニュアル及び温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン(環境省地球環境局、平成19年3月)」¹⁾においても、実行計画で達成すべき目標設定の重要性について述べられている。しかし、数値目標の設定方法については手法が確立していない状況にある。

各自治体における運輸部門の環境負荷削減目標及び削減対策の検討に際しては、それぞれの自然的社会的条件を踏まえた上で、持続可能性の観点から物流・人流におけるモビリティの維持向上と環境負荷低減のバランスを考慮する必要がある。その点でYoshino et al. (2010)²⁾が提案したDEA(データ包絡分析)に基づくEnvironmental-efficiency index(環境効率性指標)は、各都市の都市・交通特性を鑑み、各都市の身の丈に合った実効性の高い環境負荷削減目標を設定することが可能であり、この指標は基礎自治体における環境負荷削減目標の設定に対しても応用が可能であろう。

本研究では、ケーススタディーとして中国地方を例に、DEAに基づく環境効率性指標を用いた、基礎自治体の運輸部門におけるCO₂排出削減目標量の設定方法を提案する。

2——環境効率性評価モデル

(1)DEAモデルと入力・出力変数

DEAはCharnes et al. (1978)³⁾によって経営分析手法の一つとして開発され、計算の容易性、理解の容易性から様々な分野において、効率性評価手法として利用されてきた。DEAは、最も優れたパフォーマンスを示す事業体をもとに生産フロンティアを計測し、この生産フロンティアを一つのベンチマークとして、他の事業体を相対的に評価することができる手法で

ある。

本研究では、環境負荷要因を入力変数とする。ここでは入力変数を環境負荷軽減のための政策変数として使用することを想定し、最終的に表—1の変数を選定した。なお、貨物車平均輸送トン数に関しては、値が大きい方が物流効率化の観点では望ましいため、出力変数と同様に順位逆転させた数値を適用している。

■表—1 入力変数リスト

入力変数	出典
自動車保有台数(台/世帯)	民力2008
自動車分担率(%)	H12国勢調査
【順位逆転】 貨物車平均輸送トン数(トン/台)	H17道路交通センサス
1人当たり渋滞損失時間(時間/年)	H18年度渋滞損失確定値

一方、出力変数に関しては、1人当たり運輸部門CO₂排出量(kg-CO₂/人)を適用する。ただし、DEAは出力最大化を目指す構造であるため、原則として、出力変数には値が大きい方が望ましい指標を採用することが一般的である。そのため、刀根(1994)⁴⁾を参考に、以下の式を用いて順位逆転させた数値を出力変数としてモデルに適用する。

$$\hat{y} = 2\mu - y \quad (1)$$

ここで、 $\hat{y}$ は順位逆転させた出力変数、 y は観測された出力変数、 μ は y の最大値と最小値の平均値である。

具体的には、出力変数に関しては、既存統計資料において、市町村別自動車部門(旅客及び貨物)からのCO₂排出量が整理されていないため、松橋ら(2004)^{5), 6)}が提案するOD調査データに基づく自動車起因の排出量推計手法を用いた。

OD調査は、道路交通センサスの一環として行われる自動車の使い方に関するサンプル調査であり、旅客及び貨物の自動車の動きを平日・休日別に把握することが可能である。まず、OD調査のオーナーマスターデータから車種別走行台キロを出発地となる市町村別に集計し、表—2に示す車種別排出係数を乗じてCO₂排出量を推計した。集計方法に関しては、出発地以外にも、目的地、通過地、給油地別などで集計が可能であるが、本研究では、居住者や地元企業の保有車両を対象とする政策評価に適している出発地集計を採用した。なお、

表一2の排出係数は、地方運輸局別に車種別走行キロ燃費に車種別燃料構成比の重みづけをした燃料種別CO₂排出係数を乗じて求めている。また、ここで用いた各種指標の出典は表一3に示す通りである。

■表一2 OD調査CO₂排出係数(中国運輸局管内)

車種	原単位 (g-CO ₂ /台km)
軽乗用車	208
乗用車	267
バス	800
軽貨物車	213
小型貨物車	271
貨客車	271
普通貨物車	655
特殊車	655

■表一3 CO₂排出量算出のための各指標の出典

指標	出典
車種別走行台キロ	H17道路交通センサス
車種別走行キロ燃費	H19年度交通関係エネルギー要覧
車種別燃費構成比	H20年度自動車輸送統計年報
燃料種別CO ₂ 排出係数	H14年度温室効果ガス排出量算定方法検討会エネルギー工業プロセス分科会報告書(燃料)

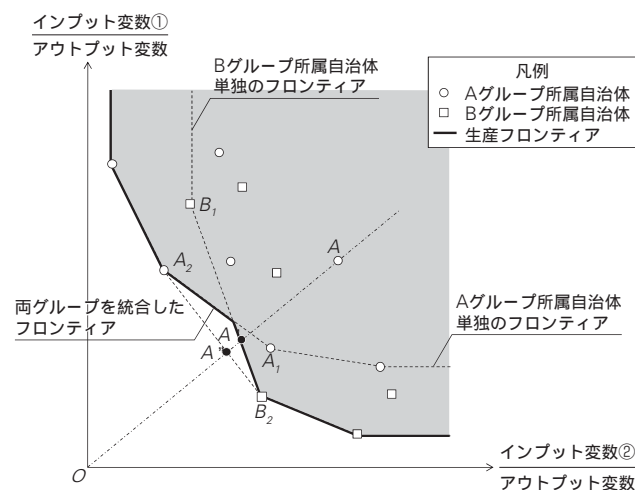
(2)制約条件の設定

各自治体において、都市形態や交通施策の方向性は様々であるが、従来型のDEAモデル(CCRモデル等)を用いて環境効率性を評価した場合、異なる都市特性を有する自治体の組み合わせによってある自治体の参照集合が形成される際に、その折衷案をその自治体の改善案とみなすことになる。しかし、モビリティの形成におけるメカニズムが全く異なる自治体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、従来型のDEAのように、全ての自治体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陥る可能性がある。

この解決策として、Yoshinoらのモデル²⁾では、フロンティアの形成の際に異なる都市特性を有するサンプル間に凸の生産可能性を成立させないという制約条件をモデル内に導入しており、本研究でもこの手法を導入する。この手法は、どのようなタイプの自治体であっても、その自治体の特性に適合した自治体群を参照集合に設定することが可能であるが、フロンティアを形成する際の参照集合の組み合わせは、同じタイプの自治体を設定する手法であり、導入により、得られる改善案の実効性が改善することが確認されている。なお、自治体のグループ分けに関しては、効率性評価を行う前に、分析者がアプリオリに与える必要がある。

以上で説明した制約条件を踏まえた環境効率性評価モデルの概念図(簡略化のため2入力1出力の場合)を図一1に示している。自治体Aが以下のようにプロットされる場合、従来の

DEAモデルではOA'/OAによって環境効率性を算出し、自治体A₂とB₂がAにとっての参照集合(Aが今後効率化を進める上でのベンチマーク)となる。しかし、A₂とB₂はクラスター分析によって設定される所属グループが異なるため、都市構造が大きく異なる。そのため、両者の折衷案は現実的なものにならない可能性がある。



■図一1 環境効率性評価モデルの概念図

本研究のように、両グループ間に凸の生産可能性を仮定しない場合は、OA'/OAによって環境効率性を算出することになり、Aにとっての参照集合はB₁とB₂になる。ここで、B₁とB₂は同じグループに属しているため、両者の折衷案によって得られるAの改善案は、従来のDEAによって得られる改善案よりも実効性が高いものと考えられる。

環境効率性計測に先立って自治体のクラスタリングにあたっては、恣意性を出来る限り排除するため、ユークリッド平方距離を用いたクラスター分析を採用した。変数にはDID人口比率(%)と道路密度(m/km²)を使用することで、都市・交通のコンパクト性の観点からクラスタリングを行い、表一4の通り市町村を4つに分類した。

■表一4 クラスタ分析結果

変数	クラスター1	クラスター2	クラスター3	クラスター4
DID人口比率(%)	0.0	25.2	54.6	92.5
道路密度(m/km ²)	646.5	669.3	817.2	946.8
所属都市数	62都市	20都市	21都市	4都市
所属都市(例)	岩美町(鳥取) 大田市(鳥根) 備前市(岡山) 安芸高田市(広島) 長門市(山口)	倉吉市(鳥取) 浜田市(鳥根) 津山市(岡山) 三次市(広島) 萩市(山口)	鳥取市(鳥取) 松江市(鳥根) 岡山市(岡山) 呉市(広島) 下関市(山口)	広島市(広島) 大竹市(広島) 府中町(広島) 海田町(広島)

表—4に示すクラスターの統計量より、クラスター1はDID地区が存在しないコンパクト性が低い自治体、クラスター2はDID人口比率・道路密度ともに低いコンパクト性が比較的低い自治体、クラスター4はDID人口比率、道路密度共に高く、コンパクト性が高い自治体であり、クラスター3はクラスター2と4の中間程度の自治体群であると判断した。

(3)モデルの定式化

自治体*k*における環境効率性を求めるモデルは、以下の混合整数型問題として定式化できる。

目的関数

$$\text{Min } \theta \quad (2)$$

制約式

$$\sum_{j=1}^{n'} x_{ij} \lambda_{Aj} + \sum_{j=n'+1}^n x_{ij} \lambda_{Bj} \leq \theta x_{ik}, \quad (i=1,2,\dots,m), \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{n'} y_{rj} \lambda_{Aj} + \sum_{j=n'+1}^n y_{rj} \lambda_{Bj} \geq y_{rk}, \quad (r=1,2,\dots,s), \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{n'} \lambda_{Aj} = z_A, \quad (5)$$

$$\sum_{j=n'+1}^n \lambda_{Bj} = z_B, \quad (6)$$

$$z_A + z_B = 1, \quad (7)$$

$$\lambda_{Aj} \geq 0, \quad (j=1,2,\dots,n'), \quad (8)$$

$$\lambda_{Bj} \geq 0, \quad (j=n'+1,\dots,n), \quad (9)$$

$$z_A, z_B = 0 \text{ or } 1. \quad (10)$$

ここで、*i*は入力変数の種類($i=1, 2, \dots, m$)、*r*は出力変数の種類($r=1, 2, \dots, s$)、A、Bはクラスター分析によって設定する所属グループ、*j*は自治体($j=1, 2, \dots, n'$ まではグループA、 $j=n'+1, \dots, n$ まではグループBに所属)、 x_{ij} は自治体*j*の*i*番目の観測された入力変数の値、 y_{rj} は観測された出力変数の値である。 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。なお、ここではモデル式の簡略化のために自治体をA・Bの2グループに分類した場合のモデル式を記載したが、3グループ以上の場合も、バイナリ変数を増やすことで同様に定式化できる。

式(2)～(10)において、最適解 λ^* のもとでの目的関数値を θ^* とすると、 $\theta^*=1$ のとき、自治体*k*は効率的であり、 $\theta^*<1$ のとき、自治体*k*は非効率的である。ただし、 $\theta^*=1$ の場合でも、スラックと呼ばれる余剰が発生する場合がある。

入力*i*に対する余剰(d_i^x)と出力*r*に対する不足(d_r^y)はそれぞれ、式(11)～(12)の通り定式化できる。

$$d_i^x = \theta x_{ik} - \sum_{j=1}^{n'} x_{ij} \lambda_{Aj} + \sum_{j=n'+1}^n x_{ij} \lambda_{Bj}, \quad (i=1,2,\dots,m), \quad (11)$$

$$d_r^y = \sum_{j=1}^{n'} y_{rj} \lambda_{Aj} + \sum_{j=n'+1}^n y_{rj} \lambda_{Bj} - y_{rk}, \quad (r=1,2,\dots,s), \quad (12)$$

d_i^x と d_r^y は、下式を解くことによって求められる。

目的関数

$$\text{Max } \sum_{i=1}^m d_i^x + \sum_{r=1}^s d_r^y \quad (13)$$

制約式

$$\sum_{j=1}^{n'} x_{ij} \lambda_{Aj} + \sum_{j=n'+1}^n x_{ij} \lambda_{Bj} + d_i^x = \theta^* x_{ik}, \quad (i=1,2,\dots,m), \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^{n'} y_{rj} \lambda_{Aj} + \sum_{j=n'+1}^n y_{rj} \lambda_{Bj} - d_r^y = y_{rk}, \quad (r=1,2,\dots,s), \quad (15)$$

$$\lambda_{Aj} \geq 0, \quad (j=1,2,\dots,n'), \quad (16)$$

$$\lambda_{Bj} \geq 0, \quad (j=n'+1,\dots,n), \quad (17)$$

$$d_i^x \geq 0, \quad (i=1,2,\dots,m), \quad (18)$$

$$d_r^y \geq 0, \quad (r=1,2,\dots,s), \quad (19)$$

なお、 θ^* は式(2)の最小化問題により得られる目的関数の最適解を示す。

3—分析結果

図—2に環境効率性モデルの分析結果を示す。図—2において、円の大きさは各自治体における現況の運輸部門からのCO₂排出量(kg-CO₂/人)を示しており、そのうち濃く塗りつぶしている部分は余剰排出されているCO₂の量(効率化によって削減可能な量)、淡く塗りつぶしている部分は目標排出量(これ以上は削減不可能な量)をそれぞれ意味しており、現状のCO₂排出量に対する目標排出量の比率が環境効率性である。

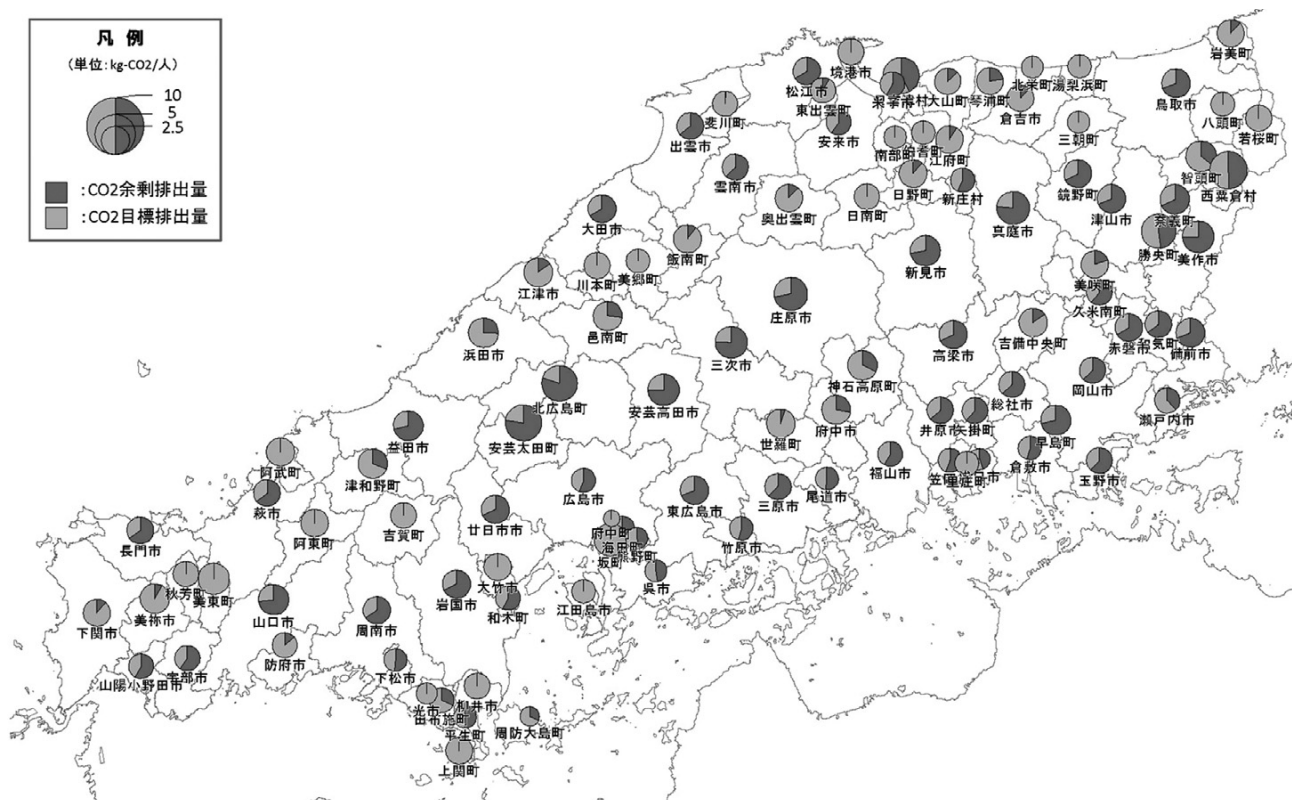
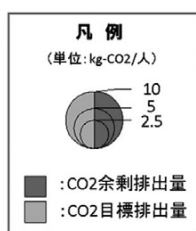
結果より、山陽側と比較して山陰側の地区で環境効率性が高い傾向にある。また、庄原市(広島)・三次市(広島)などの中山間部に立地する自治体では全体的に環境効率性が低く、CO₂削減の余地が大きくなる傾向が確認できる。

また、表—5にフロンティア(環境効率性=1)になった自治体リストを掲載している。表中の参照先都市数は、フロンティア以外の自治体において参照された回数(ベンチマークに設定された回数)を示しており、府中町(広島)はクラスター4に所属する以外にも60もの自治体から参照されており、環境効率性の面では先駆的な自治体であると評価される結果となった。

4—まとめ

本研究では、基礎自治体における運輸部門のCO₂排出削減目標設定のために環境効率性評価モデルの定式化を行った。その結果、各自治体の都市・交通特性に応じた削減目標及び目標に向けての重点施策の把握が可能になった。今後は説明変数の精査やモデル構造の推敲を進める必要がある。

また、市町村別CO₂排出量の算定にあたっては、本研究では出発地集計による推計を行ったが、例えば、通勤・レジャー等の来客を対象とする政策評価への展開を想定する場合は



■図-2 各自治体のCO₂削減可能量

■表-5 フロンティア自治体と参照自治体数

クラスター1		クラスター2		クラスター3		クラスター4	
フロンティア	参照数	フロンティア	参照数	フロンティア	参照数	フロンティア	参照数
江田島市 (広島)	33	該当無し	-	境港市 (鳥取)	1	府中町 (広島)	60
上関町 (山口)	16			坂町 (広島)	1	大竹市 (広島)	7
阿武町 (山口)	15						
阿東町 (山口)	9						
川本町 (島根)	9						
三朝町 (鳥取)	4						
ほか5町							

目的地集計が望ましく、ロードプライシングや通行規制等の道路からの排出抑制を推進する政策評価の場合は通過地集計が望ましい。よって今後は、想定する施策に応じて集計方法を見直す必要がある。更に、船舶や鉄道なども含めた、総合的な政策を検討する際には、パーソントリップ調査や物流センサス、港湾統計等の使用も検討すべきであり、CO₂排出量の推計に使用するデータの選定・データの集計方法に関しては今

後引き続き検討が必要である。

本手法は、運輸部門に留まらず、各自治体の総合的な環境負荷削減目標の設定および施策検討への展開に向けて有用なツールとしての可能性も秘めているものと考えており、今後も継続して研究を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 環境省地球環境局[2007],「地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく地方公共団体の事務及び事業に係る実行計画策定マニュアル及び温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」。
- 2) Yoshino, D., Fujiwara, A. and Zhang, J.[2010], Environmental efficiency model based on data envelopment analysis and its application to environmentally sustainable transport policies, Compendium of Papers CD-ROM, the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 10-14, CD-ROM.
- 3) Charnes, A., Cooper, W.W., and Rhodes, E.[1978], Measuring efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-444.
- 4) 刀根薫[1993],「経営効率性の測定と改善」, 日科技連。
- 5) 松橋啓介, 工藤祐輝, 上岡直見[2004],「市町村における運輸部門温室効果ガス排出量推計手法の開発及び要因分析」,「環境省研究地球環境局研究調査室・環境省地球環境研究総合推進費終了研究成果報告書」。
- 6) 松橋啓介, 工藤祐輝, 上岡直見, 森口祐一[2004],「市町村の運輸部門CO₂排出量の推計手法に関する比較研究」,「環境システム研究論文集」, Vol. 32, pp. 235-242.

都市間交通における機関分担の特性分析

鈴木美緒
SUZUKI, Mio

(財)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

現在、幹線交通に関しては、鉄道や高速道路がほぼ全国的なネットワークを持つのに対し、航空分野では羽田での一極集中が起きている。また、リニア新幹線をはじめとした整備が進む一方で、最近では高速道路の割引・無料化や航空路線の廃止、気候変動への対応等、さまざまな幹線交通政策が検討されつつある。今後、都市間交通政策の影響評価を行ない、国土や各地域における適正な都市間総合交通体系を考えるためには、一律に整備がなされてきた従来と異なり、地域による交通行動(機関選択や旅行先など)の特性や差異を細かく分析する必要があると考えられる。

そこで本研究では、幹線旅客流動の実態を詳細に把握するための基礎的分析として、居住地、移動目的、交通サービス格差が機関選択にどのような影響を及ぼしているかを、2005年幹線旅客純流動データより分析した。

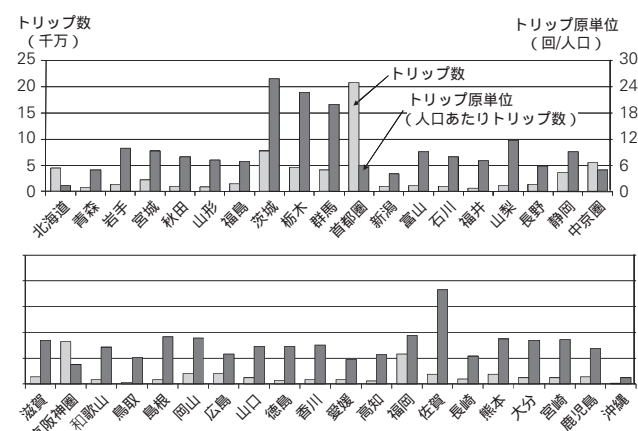
なお、本研究で用いた2005年の幹線旅客純流動データは、出発地から目的地までの人(旅客)の移動を捉えたもので、交通機関間の乗り継ぎが反映されている。1990年から5年に1度の周期で調査されており、2005年で第4回となる。データの対象となるのは、県内トリップ、3大都市圏内トリップ、通勤・通学トリップ以外の、各都道府県間トリップであり、出発地と目的地のODの他に、居住地から目的地への移動を把握することができる。ゾーンは全国を50都道府県に区分したものと207生活圏に区分したものがあり、本研究では主に207生活圏データを用いた。また、このデータからは移動目的(仕事、観光、私用・帰省)の把握も可能である。

2——旅行回数および目的地に関する分析

(1)旅行回数の地域間比較

各都道府県居住者の100km以上の年間旅行回数、および人口あたり年間旅行回数を示したものが図—1である。トリップ数は人口の多い3大都市圏が多いのに対し、人口あたりでは地方都市の移動が多い傾向が見て取れる。なお、人口あたりトリップの移動手段に着目すると、公共交通による移動が多

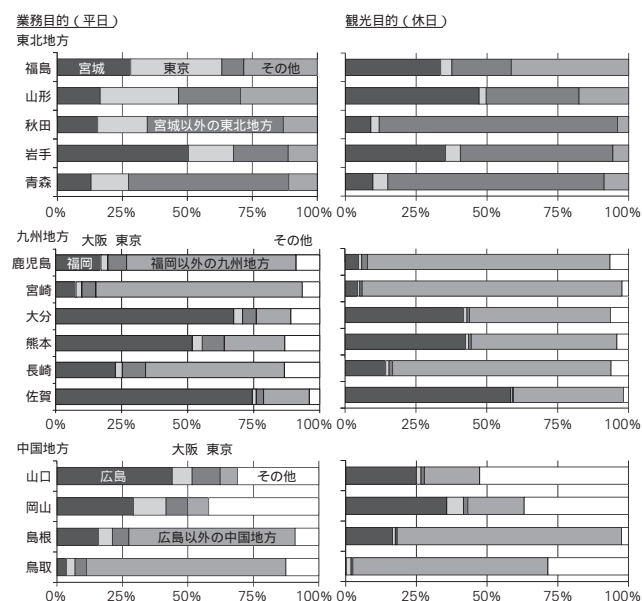
いのは交通サービスの発達している地域であるのに対し、乗用車による移動のほうが多い地域には北関東、高知、和歌山、南九州といった新幹線の開通していない地域が挙げられ、交通サービスの差によって移動手段が異なる傾向が現れている。



■図—1 各都道府県居住者の(100km以上)年間旅行回数

(2)地域ブロック別の旅行圏域

東北地方、九州地方、中国地方を対象とし、地域ブロック内外の旅行先の傾向をみたところ、以下のような特徴があった(図—2)。



■図—2 東北・九州・中国地方における旅行先の傾向

◆ 東北地方；業務目的については、地方内の中核都市（仙台）がある宮城県より、東京都への移動が多い傾向が見られる。しかし、東北地方内では宮城県への移動が最も多く、地方の拠点にはなっていることがわかる。一方、業務目的と比較して、観光目的では宮城県の拠点性が弱まっている。

◆ 九州地方；業務目的では、鹿児島県や宮崎県からは熊本県への移動が多いものの、全体としては福岡県を拠点とする傾向が強く見られる。また、東北地方と同様、観光目的では福岡県の拠点性が弱まっている。

◆ 中国地方；業務目的については、山陽での広島県の拠点性が高いのに対し、山陰では鳥取・島根間を往来するトリップが大多数を占めており、交通サービスの状況によっては地方中核都市が必ずしも地域の拠点とはならないことを示している。なお、観光目的については他の地方と同様、業務目的の場合よりも拠点性が弱まる傾向が出ている。

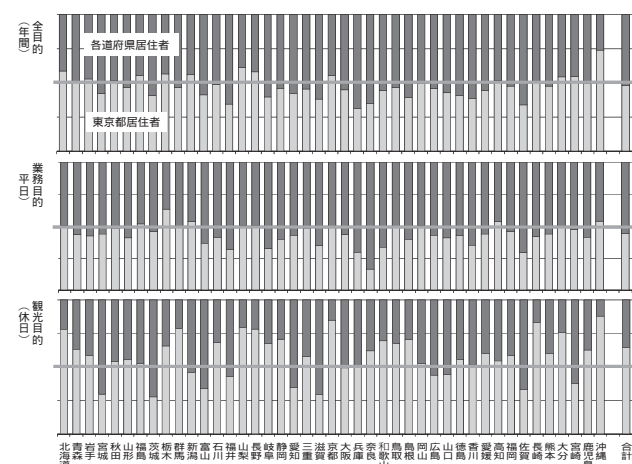
これらから、地域ブロックについても交通サービスやより大きな拠点（東京）との地理的關係によってその移動特性が異なることが確認された。

3——居住地による機関分担の地域特性

(1)居住地と幹線交通機関の利用

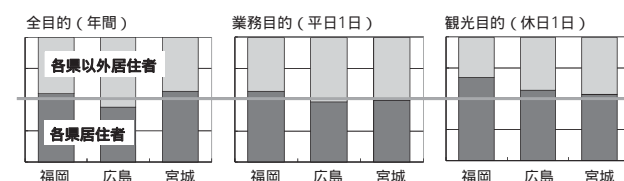
新幹線には東京居住者と地方居住者のどちらが多く乗っているのだろうか。

図—3に、東京都居住者が各道府県へ移動する年間旅行回数と、各道府県居住者が東京都へ移動する年間旅行回数を比較したものを示す。全目的の総トリップ数で比較すると東京への出入りは同程度だが、地域によってその傾向に偏りがあることがわかる。また、これを目的別にみると、業務目的（平日1日）ではほぼ全国的に、地方居住者が東京都へ向かう移動のほうが多く、観光目的（休日1日）では逆に、東京都居住者が各道府県に向かう移動のほうが多いことがわかった。



■図—3 東京—地方間移動の居住地による比率

これに対し、地方中核都市を持つ福岡県、広島県、宮城県を対象に、各県居住者と、各県以外の居住者による、地方拠点県への出入りトリップを比較すると（図—4）



■図—4 中核都市のある県—他都道府県移動の居住地による比較

◆ 地方中核都市では、全目的での出入りトリップ数自体が偏っている都市もあった。

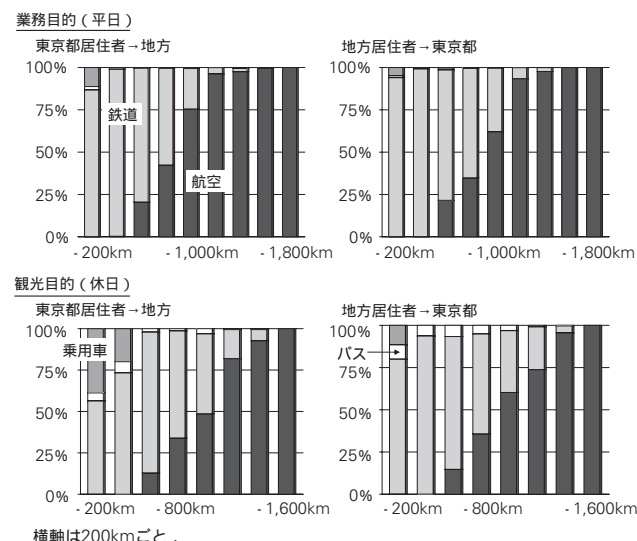
◆ 地方中核都市では、業務目的での出入りトリップ数はほぼ同数であるが、観光目的では東京都の場合と同様、地方中核都市居住者によるトリップのほうが多い傾向がみられた。

このことから、観光においては人口の差がトリップ数に影響するものと考えられるが、業務目的での移動については、全国の拠点である東京都と、地方中核都市のある県とでは異なる傾向が示されており、その特徴の把握には、拠点性の強さや地域特性のより詳細な分析が必要である。

(2)居住地と幹線交通機関選択 ～東京—地方間移動

東京都居住者と地方居住者による東京—地方間の往トリップの距離帯別機関分担を図—5に示す。

業務目的（平日1日）においては、同じ距離帯であっても、東京都居住者の地方への移動で航空分担率が高い傾向がみられた。一方、観光目的におけるバスの利用が比較的多いことがわかった。さらに、いずれの目的においても、東京都居住者のほうが乗用車の利用が多い傾向があることが明らかとなった。これは、地方居住者が東京の道路を走行することを敬遠



■図—5 東京—地方間移動の居住地による距離帯別機関分担

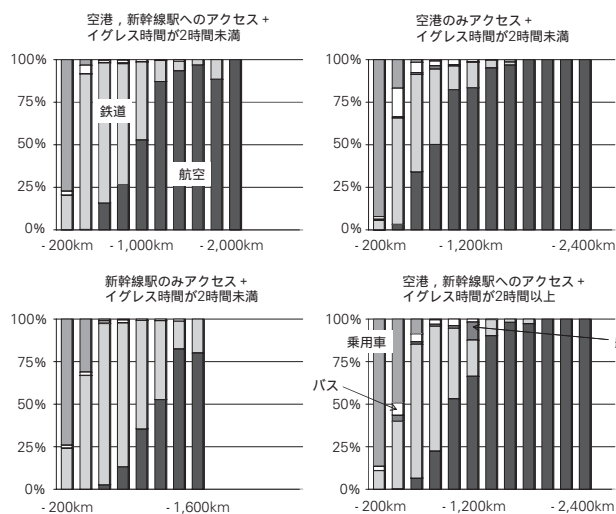
する傾向の表れと考えることができる。

4—交通サービスと交通機関選択

(1)都市の規模と交通機関分担特性

ここでは、地域における交通サービスの差として、高速交通機関(空港および新幹線駅)へのアクセス性に着目する。

純流動調査における全国207生活圏、居住地→目的地ODを、「空港、新幹線駅とのアクセス+イグレス時間がいずれも2時間未満」、「空港とのアクセス+イグレス時間が2時間未満、新幹線駅とは2時間以上」、「新幹線駅とのアクセス+イグレス時間が2時間未満、空港とは2時間以上」、「空港、新幹線駅とのアクセス+イグレス時間がいずれも2時間以上」の4つのサービス水準に分類し、各々の距離帯別交通機関分担率を示したものが、図—6である。空路あるいは鉄道のいずれかへのアクセス性が良いODでは、アクセスしやすい交通機関が選択されやすい傾向が見られる他、空路・鉄道ともにアクセス性の良くないODでは乗用車の選択率が高い傾向が見られる。



横軸は200kmごと、図—7～9も同様。

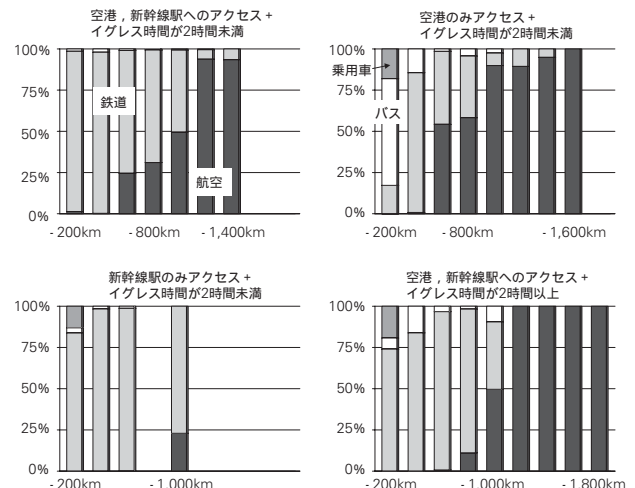
■図—6 全国での居住地発ODの距離帯別機関分担(交通サービス差による分類)

これと同様の分析を東京23区居住者による移動で行なうと図—7のようになり、全国の場合と比較して、

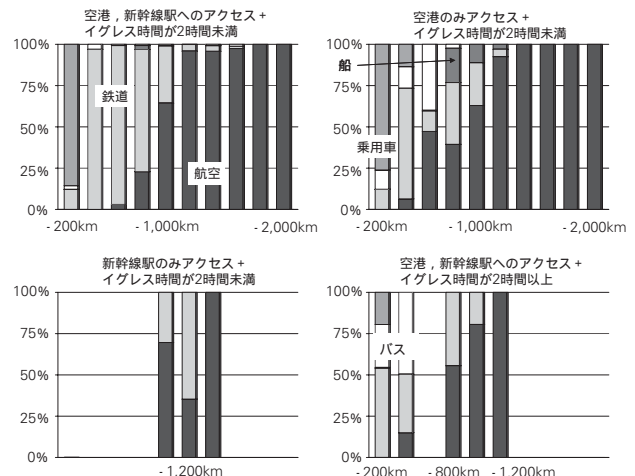
- ◆ 乗用車の分担率が低い
 - ◆ 特に短距離帯で新幹線駅とのアクセス性が悪い場合には、バスの利用が多くなる
- といった傾向が明らかとなった。

また、これを福岡市(地方中枢都市)居住者による移動で行なったものが図—8であり、全国の場合と比較して、

- ◆ 高速交通機関へのアクセス性の良いODであっても短距離



■図—7 東京23区居住者の距離帯別機関分担



■図—8 福岡市居住者の距離帯別機関分担

帯での乗用車の利用が多いこと、

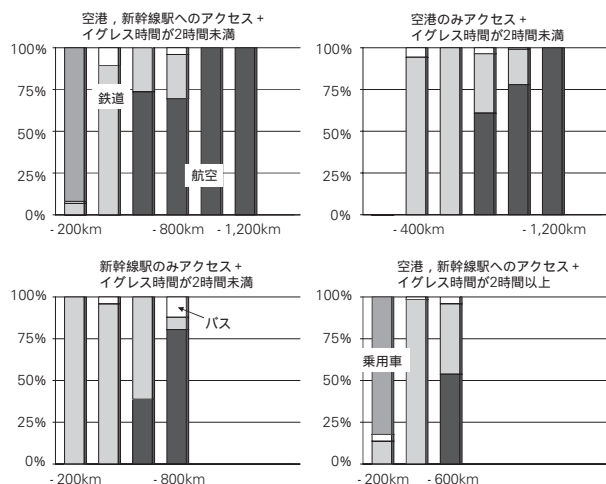
- ◆ 空路・鉄道ともにアクセス性の良いODにおいては鉄道分担率が高いものの、それ以外では特に航空やバスの分担率が比較的高いこと

がわかった。これは、航空やバス路線が発達している九州地方の特色を反映しているものと考えられる。

さらに、金沢市(地方都市)居住者による移動で同様の分析を行なうと図—9のようになり、全国の場合と比較して、

- ◆ 福岡市と同様、高速交通機関へのアクセス性の良いODであっても短距離帯での乗用車の利用が多いこと、
- ◆ アクセス性の違いによらず、鉄道分担率が比較的低いことがわかった。このことから、交通(特に鉄道)サービスの良くない地域では、短距離帯で乗用車、中～長距離帯で航空の分担率が比較的高い2極化が起こることが示唆される。

このように、同等の交通サービスを持つODであっても、都市ごとに機関分担の特性に差があることがわかった。また、地方によって同程度の交通サービスで到達できる距離帯に



■図—9 金沢市居住者の距離別機関分担

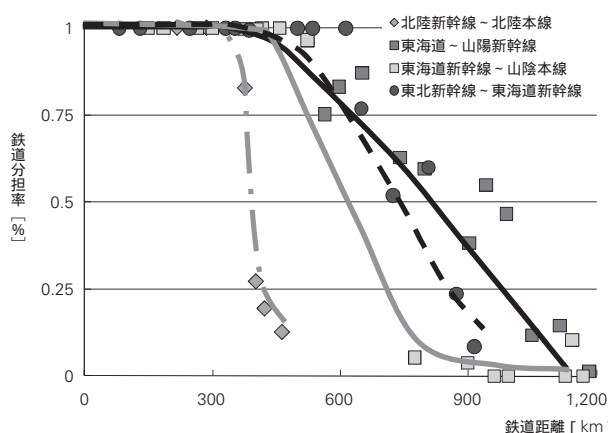
も差があることが確認された(なお、図—7~9のグラフの空白部分は、サンプル数が少なく集計にのらなかった距離帯である。).

(2) 新幹線利用可能性と航空との競争力

ここでは、鉄道と航空の競合に着目し、新幹線の利用形態の差による機関分担について考察する。図—10に示すのは、207生活圏ODにおいて、新幹線のみで行けるOD(東京23区発；東海道～山陽新幹線)、新幹線と在来線の乗り継ぎで行けるOD(東京23区発；東海道新幹線～山陰本線、北陸本線)、新幹線の乗り継ぎで行けるOD(仙台発；東北新幹線～東海道新幹線)の目的別、距離対鉄道分担率である。なお、この図では鉄道と航空の分担率の和を100%としている。

業務目的の場合、同程度の距離帯で比較すると、

- ◆ 新幹線のみで移動できるODでの鉄道分担率が最も高く、



■図—10 新幹線の利用形態と航空との競合状況

600km程度までは(航空に対して)ほぼ100%である。

- ◆ 在来線に乗り継ぐ必要があるODでは、新幹線のみで移動できるODと比較して鉄道分担率は低い。
- ◆ 新幹線の乗り継ぎで移動できるODでの鉄道分担率は、新幹線の乗り継ぎ無しで移動できるODでのそれと同様に600km程度まではほぼ100%である。しかし、それ以上の距離(名古屋以降)の鉄道分担率については、乗り継ぎ無しの場合よりもその低下の度合いが大きいことがわかった。これは、仙台～名古屋間に航空の直行便があり、航空のサービスが良いことが影響しているものと考えられる。

観光目的に関しては、業務目的の場合と比較して距離と分担率の関係に多少ばらつきが見られるものの、全体的な傾向は業務目的の場合とほぼ同様であった。

5—まとめ

本稿では、国土や各地域における適正な都市間総合交通体系を考えるための実態把握の基礎的分析として、都市間交通行動の地域、交通サービスによる差異について考察した。

その結果、

- ◆ 目的のみならず、居住地の地理的要因、交通サービスの現況によって旅行先の傾向が異なる。特に、東京は日本全体の移動の拠点であることから、他の地方中枢都市とも異なる移動特性を持ち、東京との位置関係は他の地域の移動へ影響を及ぼす。
 - ◆ 同程度の距離帯であっても、旅行先によって交通機関の選択が異なる。
 - ◆ ある2地域間の移動でも、どちらが居住地か、目的は何か、により交通機関の選択が異なる。
 - ◆ アクセス性の差や、高速幹線交通の整備状況といった、居住地の持つ交通サービスが、交通機関の選択に影響している。といった特性が示された。このことから、地域特性を考慮した都市間交通体系を考える必要があることが確認され、今後の課題としては
 - ◆ 属性による交通機関選択の差異など、交通機関選択構造をより詳細に把握する。
 - ◆ 交通サービスの差が行動を決定する要因となることから、現況の移動特性のみでは把握できない潜在的な需要にも目を向ける必要があるため、時系列による選択行動の変化を把握する。
- 等が挙げられる。

首都直下地震時の鉄道代行バスに関する研究

室井寿明
MUROI, 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

我が国において災害対策全般が見直される契機となった阪神・淡路大震災から15年が経過した。さらに南関東においてM7規模の直下型地震発生の可能性が国によって指摘されており¹⁾、首都圏においても内閣府による帰宅困難者対策シミュレーション²⁾や東京都による地域防災計画³⁾の策定、鉄道事業者⁴⁾における耐震補強など都市震災対策が進められているところである。その一方で、首都圏の主要である鉄道交通が一旦被災すると、阪神・淡路大震災時の被害が示すように、その復旧には長期間を要する⁵⁾ことが考えられ、鉄道の長期途絶は経済・社会活動に多大な影響を及ぼす。したがって、震災時における鉄道の代替交通手段を検討することが重要であるが、鉄道事業者による鉄道復旧までの輸送計画は見られないなど、現在の対応は十分でない。

このような状況に対し、本研究では鉄道の代替交通手段としてバスに着目している。バスは道路さえ使用可能であれば鉄道よりも自由に走行でき、また被災に対しても道路は鉄道より比較的早期に復旧可能という特徴がある。さらに、道路交通の中では最も輸送力の高い手段であるため、鉄道の代替手段として適していると考えられる。しかし、バスは鉄道と比較して極めて輸送力が乏しく、一般にバスでは鉄道の代替手段にはなり得ないと認識されている。これに対し、阪神・淡路大震災時は朝ピーク時のJR東海道(神戸)線の輸送需要の約1/3を代行バスで輸送したとの実績⁶⁾がある。すなわち、バスでもある程度の輸送が可能であり、鉄道の代替交通手段として機能し得ることを示している。

そこで本研究では、首都直下地震によって鉄道が長期にわたり途絶した場合において、効果的な代行バス運行のための提案を行うことを目的とする。この目的を達成するために、ここでは3つの大きな観点で取り組むこととしている。1つは、バスによってある程度の輸送力を実現するための要件を示すことである。都市鉄道が震災により長期にわたり途絶し大規模な代行バスが運行された事例としては阪神・淡路大震災時のものが挙げられ、この時の教訓から代行バスの運行に関する課題と工夫を整理することが重要である。第2に、バスは鉄

道のサポートであり、鉄道との連携を図るためのバスのあり方を検討することが重要である。このとき、首都圏は鉄道ネットワークが複雑であり、どのようにバスを走らせるべきかが直感的に分かりにくい。これを支援するためのシステムづくりが必要である。第3に、限られた道路やバスで代行バスを運行するためには、被災を免れた鉄道を最大限に活用することが重要である。そのためには途絶時の旅客流動の変化や、鉄道の被災状況や復旧の目安などの把握が欠かせず、震災前および震災後にどのようなプロセスで何を把握すべきかのガイドラインが必要と考えている。本報告では、このうち第1の観点到に着目し、①バスによって鉄道の輸送力に近づけるための要件を整理し、②運転士とバスを集めるにあたっての首都圏の現状を示し、③ケーススタディを通じて首都圏での代行バスと鉄道の連携のあり方を示すこととする。

2——バスによる輸送力向上のための方策

効果的な代行バスの運行を達成するための基礎的要件の1つが、どのようにバスで鉄道の輸送力に近付けられるかである。単純にバスを増便させるだけでは鉄道の輸送力には遥かに及ばないために、鉄道の輸送力に近付けるための工夫と課題の把握が必要である。以上の視点について、本研究では阪神・淡路大震災時の代行バスの実績と課題に基づき、以下に示すように(1)乗車時間の短縮、(2)列車方式での運用、(3)編成化空間の確保、(4)バス専用レーンの設置、(5)交差点容量の考慮、(6)幹線道路上の停留所設置、(7)直行便の導入、(8)他社線接続の運行ルート、という8点に整理し、それぞれの必要性について検討する。

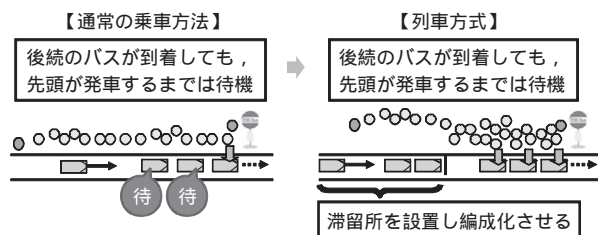
(1)乗車時間の短縮

仮に大量のバスを用意できたとしても、乗車時間を短縮できなければ1時間あたりに出発できるバス台数は限られる。バス1台が停留所に到着し、満員になって出発するまでの乗車時間が仮に5分かかるとすると、1時間あたりでは12台のバスしか出発させることができず、輸送力は約840人/時程度である。ここで、阪神・淡路大震災時は最小3分間隔の出発を実

現し、首都圏(幕張本郷駅発の京成バス)でも2分間隔での出発を行っている。このような乗車時間を短縮するための要素としては、①車外での運賃取扱、②無札乗車の特例(乗車場では乗車票を配布し、降車場で清算する方式)、③バスが満員にならずとも出発間隔を優先、④乗車場と降車場の分離、⑤着席希望列と立席承知列の分離である。最小で2分間隔を維持できれば、1時間あたり30台のバスを出発させることができ、その輸送力は約2,000人/時に達する。

(2)列車方式での運用

乗車時間の短縮だけでは、鉄道の輸送力には及ばず、さらなる工夫が求められる。通常は停留所に複数のバスが次々に到着したとしても、先頭のバスのみが乗降を行い後続のバスは待機している。この時、図一に示すように複数のバスを編成化させ、同時に乗降扱いと出発をさせる『列車方式』を採用することで、輸送力を大幅に増加させることが可能になる。阪神・淡路大震災時は最大で1編成を7台とし、7台の同時乗降・出発をさせ、さらに上述したように最小3分間隔で出発させることで、約9,800人/時の輸送力を実現している。



■図一 列車方式によるバスの7台同時乗車および出発

(3)乗車待ちとバス編成化空間および調整場所の確保

上述した列車方式の採用に際しては、図一に示したとおり複数台のバスに同時乗車を可能とするための利用者待ち空間と、停留所の上流側において複数台のバスを編成化させるための空間(滞留所)が必要である。列車ホームのようなまとまった空間がなければ、車外運賃取扱などの乗車時間短縮が難しくなり、バスを編成化できなければ輸送力の底上げができなくなる。これらが両立できる空間の確保が求められる。

また、編成化によって大量のバスが道路上に待機する可能性があり、大量のバスが渋滞を招いてしまう恐れもある。したがって、滞留所付近のバス台数を一定量にコントロールするための調整場所(待機場所)が必要になる。阪神・淡路大震災時は、図二に示すように滞留所付近の国鉄跡地である建設予定地を滞留所兼待機場所として活用した。また、まとまった空地が取れない場合は図三のように特別許可を得た上で路上を待機場所として確保していた。



■図二 建設予定地を滞留所・待機場所として利用



■図三 路上での待機場所の確保

(4)バス専用レーンの設置

被災地内では災害対策基本法に基づく交通規制のために、一般車の走行は限定されると考えられている。しかしながら、阪神・淡路大震災時は一般車が患者を輸送したり、物資を輸送したりして、実際には一般車を被災地内に入れないことは困難であるとの指摘⁷⁾もある。実際、阪神・淡路大震災時は規制区間内でも大渋滞が発生したため、代行バスの所要時間は片道約15kmを走行するのに4時間ほどを要していた⁸⁾。したがって、交通規制エリア内でさらにバス専用レーンを設置することは、バスが機能するための必須条件であるといえよう。

ここで重要なのは、バス専用レーンは旅客扱いを行う営業区間だけでなく、回送区間も考慮に入れて設定することである。阪神・淡路大震災時は、営業区間約15kmに対し、回送経路の僅か1kmを走行するのに1時間以上を要した。この時、回送経路上はバス専用レーンが設置されず、したがってバスは一般車と同様に大渋滞の中を走行せざるを得ず、事業者がバスを増発させても渋滞によって思うように便数が伸びなかった。さらに、回送経路の渋滞により、バスが本線上まで滞留してしまった結果、所要時間も計画より大幅に上回ることになった。

た。以上のことから、バス専用レーンの設置は必須であるが、回送経路も含めてバスが円滑に運行できるような体制が求められる。

(5) 交差点容量の考慮

大量のバスが円滑に通行できるかを検討する際には、バス専用レーンの導入だけでなく、信号交差点で十分通行できるかを考慮することが必要である。阪神・淡路大震災時は最小3分間隔で、最大7台同時出発であった。当時の信号制御を把握することは困難であるが、おおよそ標準の信号交差点であれば青信号が3回出る間にバスが14台到着していたことになり、青信号1回あたり約5台のバスが交差点に到着していた計算になる。これだけのバスが交差点を通過する際に必要となる青時間を考える。道路条件の良い交差点で単純に既存の設計書に当てはめると⁹⁾、直進であれば15秒程度であり他の車両への影響は小さい。しかし、バスが右折する際に右折専用の青矢印を出す場合は青時間を17秒追加させることが計算上必要になる。さらに、通常の交差点はそれだけのバスが右折専用車線上に滞留できる設計になっておらず、バスが本線上に滞留すれば交差点を通過できる他の車両の交通量はさらに低下し、渋滞を助長させてしまう。歩行者が多い信号交差点で大量のバスを左折させる場合も同様で、歩車分離が図られないとバスは交差点を円滑に通過できなくなってしまう。いずれにせよ、通常の交差点は右左折車線長や信号制御の双方で、大量のバスを通過させるような設計になっておらず、列車方式での運用には交差点での通行を考慮する必要がある。

(6) 幹線道路上の停留所設置

震災時は通常時以上に道路もバスも限られており、効率的にバスを運行することが望まれる。図—4には例として東京メトロ東西線の東陽町駅～西船橋駅間が途絶した場合を考え、代行バスを運行する場合を想定する。鉄道事業者が代行バスの運行を検討する際は、途絶した鉄道区間の各駅前に停留所を設置し、図—4の破線で示した各駅前停留所を結ぶようなルートが第一の検討として考えられる。実際、阪神・淡路大震災時では途絶した鉄道の各駅を結ぶ代行バスがまず運行されていた。しかしながら、鉄道の線路沿いにバス専用レーンが設置できるような幹線道路が整備されていることは稀であり、ここでの想定でも各駅前にバスを止めようとすれば、幹線道路に出入りする回数が増加し、バスのルートは相当迂回せざるを得なくなる。そうするとバスの所要時間は増大し、輸送力を維持しようとするればさらに大量のバスを投入せねばなくなる。この時、バス専用レーンの設置や、大量のバスが複数の交差点で右左折を繰り返すことで前述したような交差

点の処理問題やその解決のためのバス優先策が必要となる。それが不可能となると、バスは計画通りに運行することができなくなり、輸送力が維持できず所要時間が増大し、乗車待ち時間も増加していく。



■図—4 幹線道路上の停留所設置による効率的運行

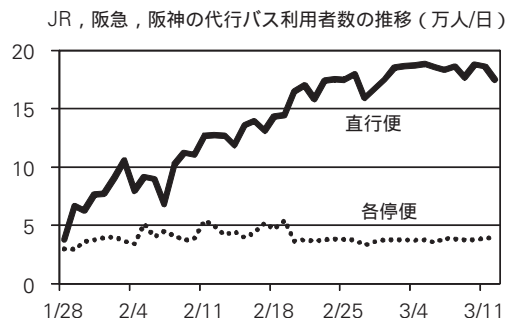
ここで重要なのは、停留所を駅前に設置する必要があるかどうかを検討することである。幹線道路上に設置することで限られたバスで円滑に運用することができれば、輸送力が維持されることで乗車待ち時間も短縮されることにつながる。図—4の実線で示したルートは途絶各駅に近い幹線道路上に停留所を設置した場合であり、バスの走行距離を減少させ、限られたバスで運行便数を最大限確保することが可能となる。阪神・淡路大震災時は、駅前にバスが進入できるアクセス道路がないためにやむを得ず幹線道路上に停留所を設置した事例もあったが、それが結果的には限られたバスで効率的な運行の実現に至った。

(7) 直行便の導入

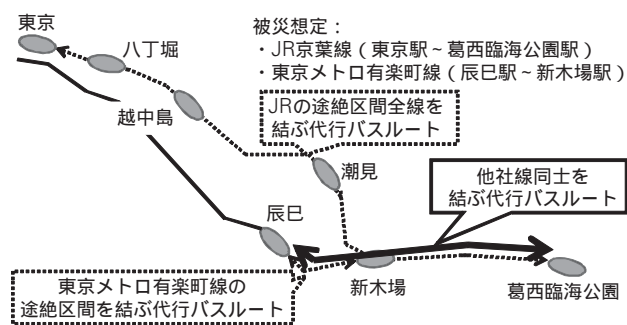
途絶区間の各駅と幹線道路があまりにも離れており、バスを駅前まで寄せなければならない状況が発生する恐れもある。このような状況でも、全てのバスを鉄道途絶区間の各駅に停車させるべきかを検討することが重要である。すなわち、途絶区間の両端を直接ノンストップで結ぶ直行便を導入する方法である。図—5は阪神・淡路大震災時のJR、阪急、阪神の直行便と各停便の代行バスそれぞれの利用者の推移を示している。鉄道の復旧状況等にもよるが、鉄道の途絶区間の両端を結ぶ需要の方が支配的であると同時に、直行便の方が所要時間も短く利用者が増加していることが分かる。このように、同じバス台数でも、利用者のニーズが高い両端をノンストップで結ぶことでより多くの輸送力を実現できることが考えられる。

(8) 他社線接続の運行ルート

これまで述べてきた対策に加え、自社鉄道線の途絶区間を全てバスで結ぶことが真に必要な考慮することも重要である。図—6に示すようにJR京葉線の東京駅～葛西臨海公園駅間と東京メトロ有楽町線の辰巳駅～新木場駅間が途絶した場合を



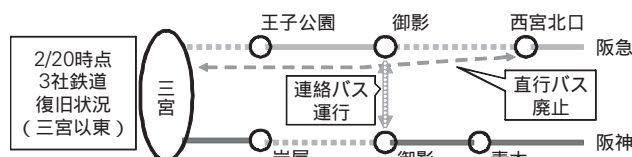
■図—5 直行便と各停便の利用者の推移



■図—6 他社鉄道線を接続するバスの運行ルート例

考え、代行バスを運行する場合を想定する。前述のとおり、鉄道事業者は途絶区間を結ぶようなバスを運行するようなルートを検討すると考えられる。すなわち、JRと東京メトロがそれぞれ代行バスを運行させる場合を想定した走行ルートが、図—6の破線で示したものである。

ここで、代行バス利用者の多くは都心へ向かうか、都心からの帰宅である。利用者の観点から見れば、鉄道と比較すると旅行速度の低いバスの乗車時間をできる限り短くし、JRであっても東京メトロであっても利用可能ならばできる限り鉄道を利用して、早く都心に到着できるようなバスの運行が望ましいと考えるのが妥当であろう。すなわち、この場合はJRがJR京葉線の途絶区間の全線を結ぶバスのみ検討するのではなく、東京メトロ辰巳駅～JR葛西臨海公園駅間を結ぶような、他社線に接続するバスの運行ルートも考慮することが重要である。新木場駅以東からのバスが東京駅まで運行するよりも辰巳駅まで運行し、後は鉄道を利用してもらうことで、バスの運行距離も短くなり少ないバスで輸送力を確保でき、利用者にとっても短い時間で都心まで到着可能となり、さらにはバス専用レーンとして規制する区間も短縮できる。他社線を活用するバスの運行ルートによって、事業者、利用者、道路・交通管理者ともに大きなメリットが得られる可能性がある。阪神・淡路大震災時は、図—7に示すように阪急電鉄と阪神電鉄が相互に振替乗車を可能とする連絡バスを運行することで、利用者の所要時間を短縮しつつ三宮～大阪方面の直通バスを廃止でき、バスの台数を削減することに結び付いた。



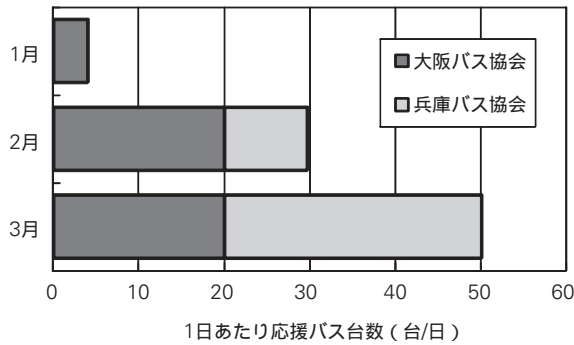
■図—7 阪神・淡路大震災時の事例(阪急・阪神)

3—運転士とバスの確保

これまで述べてきたことは、限られたバスと道路をどう活用して効果的に代行バスを運行することができるか、という観点から対策を整理した。もう1つの重要な観点は、運転士とバスをどのように確保していくかである。言うまでもないが、運転士とバスがある程度確保できなければ、代行バスを運行すること自体が不可能である。

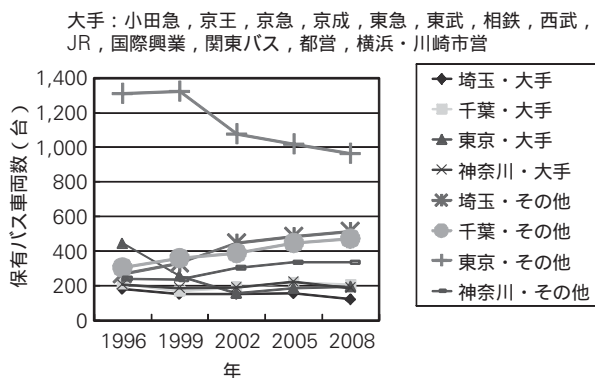
阪神・淡路大震災時の阪神間代行バスでは、JR、阪急、阪神の各社がバスを手配したが、各社とも自社および自社系列会社のバスだけでは不足したため、バス協会を通じ主として貸切バスの応援を受けていた⁸⁾。この時、重要なことは3点ある。まず1つは、被災地域内においては運転士も事業者も被災者であるため、地元から即座にバスを用意することは難しいということである。図—8には当時のJR西日本がバス協会を通じて受けた応援のバス台数の推移を示している。当時は事前対策がなかったこともあり、震災直後は地元である兵庫バス協会は応援を出すことができず、やむを得ず遠方のお阪バス協会を通じて応援を得た状況であった。その後の復興に従い、地元の兵庫バス協会を通じての応援が得られる体制ができていったことが分かる。2つめは、即座に応援が出せる遠方の地域は被害が比較的小さいため、バス事業者も通常営業を行いながらの応援となることである。通常営業を行いながらの応援には、1事業者あたりが出せる応援のバス台数に限界があり、多くの事業者から広くバスと運転士の応援を集めなければならないことを意味している。阪神・淡路大震災時も、地元の兵庫バス協会は安定期の3月以降は通常営業を休止あるいは縮小している事業者から1日あたり10台以上のバスを確保できたが、遠方のお阪バス協会は1事業者あたり1～2台のバスしか確保できなかった。3つめは、現状の制度およびバス事業者の意識としては、道路上をバスが走行できれば、路線バスを休止することは極めて難しく、したがって代行バスに充てられるのは比較的運休しやすい貸切バスであったということである。阪神・淡路大震災時はちょうど観光のオフシーズンであったこともあり、貸切バスを応援に出すことが比較的容易だったことも挙げられよう。

ここで日本バス協会に登録している首都圏のバス事業者の保有貸切バス台数について、都県別に示したものが図—9で



■図—8 JR西日本がバス協会から受けた応援バス台数

ある。この図から、阪神・淡路大震災時と比較して、鉄道事業者と関連するバス事業者が運転士およびバスを集めるのが困難になっている状況が2点ある。まず1点目として、大手事業者が保有する貸切バス台数が総じて減少傾向にあることが挙げられる。原因としては規制緩和など様々あると考えられるが、これにより鉄道事業者と関連のバス事業者が即座に対応することが難しくなっていることが伺える。2点目としては、東京にあるバス台数が大幅に減少していることである。こちらも規制緩和による事業者の経営力低下や排ガス規制の強化など原因は様々あると考えられるが、いずれにせよ首都直下地震時も周辺県からの幅広い応援体制がより必要な環境であることが指摘される。



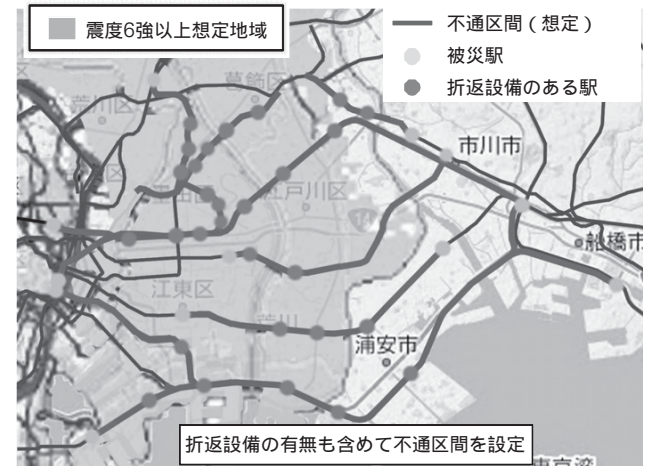
■図—9 首都圏におけるバス台数（貸切・事業者別）

4 ケーススタディの検討

これまでのバスでの輸送力向上と、運転士およびバス車両の確保について述べてきた。ここで、首都直下地震時にどの程度のバスが必要になるか、利用者の潜在需要はどのようになるかケーススタディを通じて把握し、対策の必要性について述べることにする。

対象とする地震は、中央防災会議が示している¹²⁾東京湾北部地震M7.3とし、甚大被災地域として東京都墨田区、江東区、江戸川区、葛飾区南部および千葉県浦安市を想定する。この地域において鉄道の高架区間が物理的に被災したと考え、物

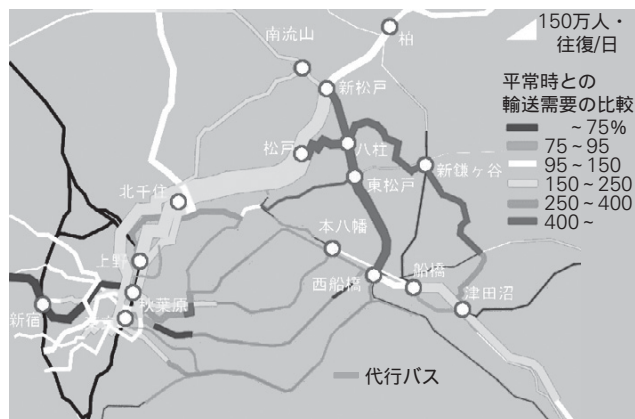
理的被災から折返設備がある区間までは鉄道が運行できないものと仮定し、その状況をまとめたものを図—10に示す。



■図—10 想定する鉄道不通区間の設定

この被災想定で、最初は図—10の不通区間と並行する形で代行バスが運行された場合、利用者がどのようにバスや周辺の鉄道を利用するかシミュレーションを行う。ここでのシミュレーション手法は、運輸政策審議会答申第18号^{注1)}時に作成した鉄道需要予測モデルをベースとし、①代行バス運行区間の道路はバスが通行できる、②代行バスの旅行速度は既存研究¹³⁾を参考に9.0km/hと仮定、③被災を免れた鉄道の区間は通常通りの運行を行い、④ゾーンの中心から半径5kmまで駅勢圏として扱うこととし、⑤阪神・淡路大震災時も比較的早期に通常の通勤・通学が再開された¹⁴⁾ことを鑑み、このケーススタディでも通常時と同様の需要で計算することとした。その計算結果を図—11に示す。この図から、このケースでは迂回鉄道としてJR常磐線（快速線、緩行線の双方）、JR武蔵野線、新京成線、北総線の利用が通常時より2倍～4倍にも達し、迂回鉄道の利用意向が大きいことが伺える。この状況で途絶鉄道の代行バス利用者数の最混雑区間を求めると、利用者の多い路線では東京メトロ東西線で14万人/日、都営新宿線で9万人/日、JR総武線で9万人/日、JR京葉線で17万人/日となり、阪神・淡路大震災時とほぼ同規模の結果であった。その一方で、この利用者数を輸送するために必要なバス台数を算出したところ2,629台となり、現実的でない結果となった。すなわち、この規模で鉄道が途絶した場合は、単純に不通区間の各駅を結ぶようなバスの運行では限界があり、これまで述べたような様々な対策を行い、必要なバス台数を削減しつつ輸送力を向上させることが必須となることを示している。

さらに、阪神・淡路大震災時の貴重な教訓として、迂回鉄道利用がさほど進まなかったことも指摘しておく。表—1には阪神間の代替交通利用状況をまとめたもの⁸⁾であるが、迂回鉄



■図—11 代行バス運行時の鉄道迂回利用シミュレーション

道利用が2割以下であったことが特筆すべき状況である。これは、当時の阪神間の迂回鉄道が単線・非電化であり、かつ鉄道による迂回によって所要時間が1時間半～2時間も増加することになったため、代行バスの利用が極めて高い状況になったことが考えられる。つまり、迂回鉄道の利用が進まなければ、その分だけ代行バスの利用が増加することになり、バスが機能なくなる恐れがある。阪神間以上に首都圏の鉄道事業者数は多く、またネットワークも複雑である。本報告では詳細は触れないが、迂回鉄道の利用促進も代行バスを機能させるために必要な施策であろう。

■表—1 阪神・淡路大震災時の代替交通利用状況

代表利用ルート	比率	利用交通手段
姫路 → 迂回鉄道 → 大阪	16.6%	迂回鉄道利用
姫路 → 代行バス → 大阪	36.7%	在来線 バス 在来線
三宮等 → 代行バス等 → 大阪	38.3%	バス(自転車等) + 在来線
王子公園等 → 徒歩 → 大阪	4.8%	在来線 + 徒歩での 乗り継ぎ
神戸港 → 大阪	3.9%	船舶利用

5—おわりに

本報告では首都直下地震時の鉄道途絶時において、代行バスによってある程度の輸送力を実現するための要件を示した。今後はバスをどのように走らせるべきかを支援するためのシステムづくりと、震災前および震災後にどのようなプロセスで何を把握すべきかのガイドラインが必要と考えている。

注

注1) 運輸政策審議会答申第18号 運輸政策審議会『東京圏における高速鉄道に関する基本計画について』

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」, http://www.jishin.go.jp/main/p_hokokukaigi.htm
- 2) 中央防災会議首都直下地震避難対策等専門調査会[2008],「首都直下地震避難対策等専門調査会報告」.
- 3) 東京都防災会議[2007],「東京都地域防災計画震災編(平成19年修正)」.
- 4) 各鉄道事業者公表の安全報告書, 例えば東京地下鉄株式会社[2009],「安全報告書」, <http://www.tokyometro.jp/corporate/profile/anzen/ebook/index.html#1>
- 5) 運輸省鉄道局監修[1996], 阪神・淡路大震災鉄道復興記録編纂委員会編,『よみがえる鉄路—阪神・淡路大震災鉄道復興の記録』, pp. 93-423.
- 6) 西日本旅客鉄道株式会社[1996],「阪神・淡路大震災鉄道復興記録誌」, pp. 822-852, 交通新聞社.
- 7) 中川大・小林寛[2006],「大都市における震災時の交通対応策に関する研究—阪神淡路大震災の教訓と現状の課題—」,『土木学会論文集D』, Vol. 62, No. 1, pp. 187-206.
- 8) 関西交通経済研究センター[1995],「震災等発生時の旅客交通に関する調査研究報告書」, pp. 109-128.
- 9) 社団法人交通工学研究会[2002],『改訂 平面交差の計画と設計—基礎編』, pp. 84-94.
- 10) 近畿運輸局資料.
- 11) 日本バス協会資料.
- 12) 中央防災会議首都直下地震避難対策等専門調査会[2008],「首都直下地震避難対策等専門調査会報告」.
- 13) 竹村宗能, 家田仁, 上西周子[1997],「震災後の鉄道代替バス輸送の効果と実施上の課題」,『土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集』, pp. 465-470.
- 14) 本間正勝, 森健二, 木戸伴雄, 齋藤威[1997],「大規模災害時の交通行動実態—阪神・淡路大震災を例として—」,『土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集』, pp. 327-332.