

地方部における新幹線駅のP & R施設に関する駐車場容量算定基準の検討

Estimation method of the Parking Lots Capacity for Park & Ride
at the Shinkansen Station in a provincial Area

八川圭司*, 徳永幸之**, 須田熙***

By Keiji YAGAWA, Yoshiyuki TOKUNAGA, and Hiroshi SUDA

1. 背景と目的

地方部の人口減少に悩む過疎地域では、地域住民が必要とするすべてのサービスを地域内の施設で満足させることは困難であり、近隣都市圏との交流が地域の利便性の向上、生活機会の改善のために必要不可欠である。従って、地方部における新幹線の活用は地域活性化という観点から非常に重要である。

東北新幹線くりこま高原駅は宮城県北部の過疎地域における地域活性化の核として平成2年に開業した地元請願駅である。くりこま高原駅の周辺地域は公共交通網が貧弱であるため、自治体がアクセス確保のために無料駐車場を整備した結果、パーク・アンド・ライド(P&R)による利用が大部分を占め、新幹線利用者数も増加傾向にある。しかし、図-1の駐車場容量と乗車客数の推移をみると、無料駐車場の容量増加が新幹線乗車客数を増加させ、逆に駐車場容量の制約が乗車客数を抑圧するという可能性がうかがえる。

一方、宮城県南部の東北新幹線白石蔵王駅は最寄りのJR東北本線白石駅との距離が約1.3kmと鉄道からの乗継ぎが非常に悪く、駅へのアクセス手段は自動車交通が中心である。白石蔵王駅にはくりこま高原駅と同様に無料駐車場が整備されているが、十分な容量がないため駅周辺道路における慢性的な路上駐車が問題となっており、新幹線利用者数も伸び悩んでいる。

このように、地方部において新幹線駅に十分な容量の無料駐車場を整備することはアクセス改善に対してだけではなく新幹線の利用促進に対して非常に

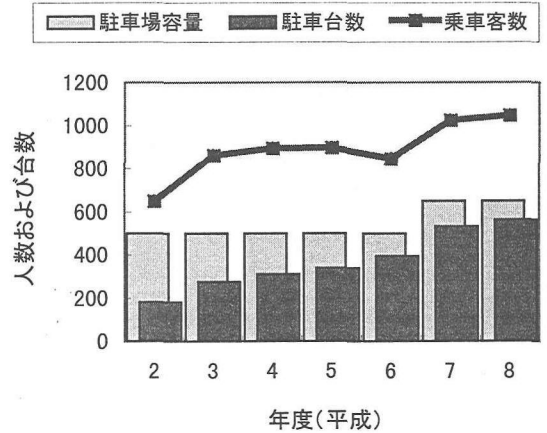


図-1 駐車場容量と乗車客数の推移

有効であると考えられ、地域活性化の観点から沿線自治体为新幹線駅に駐車場を整備することは非常に有意義な政策であるといえよう。しかし、その際に基準となるべきP&Rを考慮した駐車場容量の算定基準はなく、駐車場容量が地域住民の交通行動に与える影響に対する定量的な分析も為されていない。現在、北陸新幹線や秋田新幹線の整備が進められており、これらの駅周辺整備の計画策定においても駐車場の容量算定基準は必要である。

本研究では、新幹線駅の無料駐車場整備が駅周辺地域住民の交通行動に与える影響を明らかにし、新幹線駅の駐車場容量に応じたアクセス手段、交通機関選択行動の変化を表現できる需要推計モデルを構築することを目的としており、これに基づいて地方部の新幹線駅に関する駐車場容量の算定基準について検討を行う。

2. 本研究の基本的な考え方

(1) 従来の研究

地方部における過疎地域の交通問題を対象とした

Key Words : 駐車場計画, 意識調査分析, 交通行動分析

*正会員 情修 中央復建コンサルタンツ(株) 計画設計部
(〒532 大阪市淀川区西宮原1-8-29 Fax 06-393-1145)

**正会員 工博 東北大学助教授 情報科学研究科
(〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉 Fax 022-217-7500)

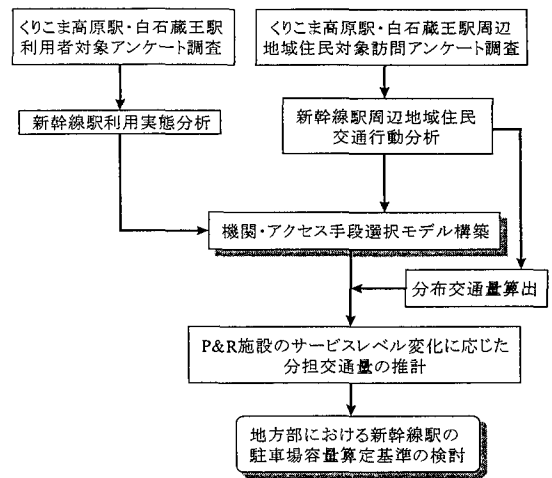
***正会員 工博 八戸工業大学教授 工学部土木工学科
(〒031 八戸市大字妙字大開88-1 Fax 0178-25-0722)

研究はその必要性が高いにも関わらず十分にはなされていない。駅選択、アクセス手段選択に関する従来の研究の多くは都市部あるいは都市近郊地域におけるバス、キス・アンド・ライド (K&R) を中心としたアクセス問題を対象としたもの^{1)・2)}であり、P&R が中心である地方部を対象とした駐車場容量等に関する研究は少ない。駅前広場面積³⁾の算定方法は都市計画協会「駅前広場研究会」式 (28 年式)、小浪式^{4)～6)}、都市計画協会「駅前広場整備計画調査委員会」式 (48 年式) がある。これらの算定方法では、駐車場面積については乗降者数のみの関数で算定されており、P&R によるアクセスに対応する駐車場に関する算定基準としては適切ではない。くりこま高原駅設置の際の駐車場容量算定⁷⁾については、1 日乗降客数の推計値 2100～2500 人に応じた駐車場容量として、小浪式による算定値が 39 台、都市計画協会「都市計画道路の計画標準」における自動車数発生原単位による算定値が 310 台となっており、実際は 500 台が整備された。現在、1 日乗降客数はほぼ推計値と一致しているにもかかわらず駐車場容量は不足しており、駐車場容量を 650 台に拡張しているが、P&R を考慮した駐車場容量の算定基準がないために需要追従型の駐車場整備を余儀なくされている。

(2) 本研究の基本的な考え方

駐車場容量に応じた機関・アクセス手段選択行動の変化を予測するための P&R 分担交通需要推計モデルを構築する。ここで、駐車場容量をモデルの説明変数として取り込む際、RP データのみでは情報量の不足が問題となり、補完的性質を持つ SP データを用いる。分析対象地域は無料駐車場が整備されているくりこま高原駅、白石蔵王駅のそれぞれの周辺地域である。

図－2 に本研究のフローを示す。新幹線駅の利用特性を検証するために、新幹線駅利用者対象のアンケート調査データに基づく新幹線駅利用実態分析を行う。また、新幹線以外の自動車、鉄道などのモードについての利用特性、トリップ発生特性などを検証するために、新幹線駅周辺地域住民対象の訪問アンケート調査データに基づく新幹線駅周辺地域住民交通行動分析を行う。以上の分析結果より、機関・



図－2 本研究のフロー

アクセス手段選択モデルを新幹線駅周辺地域住民対象の訪問アンケート調査データを用いて構築する。さらに、この機関・アクセス手段選択モデルを用いて、駐車場容量の変化に応じた P&R 分担交通量を推計し、この P&R 分担交通量の推計値を基準として新幹線駅の駐車場容量算定基準の検討を行う。

3. 新幹線駅利用実態分析

(1) 駅利用者対象のアンケート調査の概要

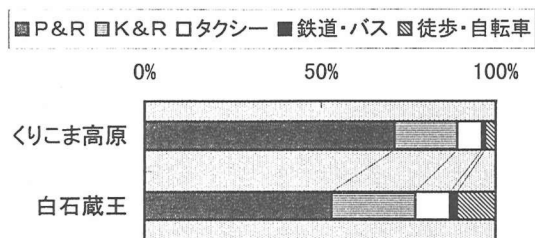
くりこま高原駅、白石蔵王駅において新幹線駅ホームにおける乗車客全員を対象したアンケート調査と乗車人数、駐車車両台数についてカウント調査を行った。アンケート調査方法はホームにおける配布・回収を基本とし、回収できなかった場合には郵送回収を行った。駅利用者対象のアンケート調査の概要を表－1 に示す。

表－1 アンケート調査概要

対象者	くりこま高原駅利用者	白石蔵王駅利用者
調査実施日	H5.12.9 (木)	H6.10.19 (水)
回答数	511	599
乗車客数	819	1002
回収率	62.4%	59.8%

(2) アクセス手段分担率

くりこま高原駅、白石蔵王駅についてのアクセス手段分担率の比較を図－3 に示す。1 日乗車客数はくりこま高原駅、白石蔵王駅がともに約 1000 人で



図－3 アクセス手段分担率

あるが、駐車場容量はくりこま高原駅が500台（現650台）、白石蔵王駅が180台と駐車容量に大きな差異がある。P&R選択可能層である駅周辺地域住民の全利用者に対する割合はくりこま高原駅が70%と高く、白石蔵王駅は49%となっている。P&R施設整備検討の際においては来訪者については考慮する必要はなく、従って、アクセス手段分担率は周辺地域住民についてのみ検証する。駐車場容量が大きいくりこま高原駅ではP&Rが71%を占めているが、容量制約のある白石蔵王駅ではP&Rの分担率は53%にとどまっている。

4. 新幹線駅周辺地域住民交通行動分析

(1) 駅周辺地域住民対象訪問アンケート調査の概要

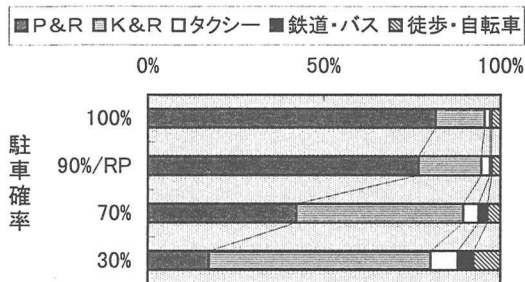
くりこま高原駅、白石蔵王駅のそれぞれの周辺地域住民を対象とした訪問アンケート調査の概要を表－2に示す。アンケート調査方法は訪問配布・訪問回収を基本とし、回収できなかった場合について郵送回収を行った。

表－2 訪問調査概要

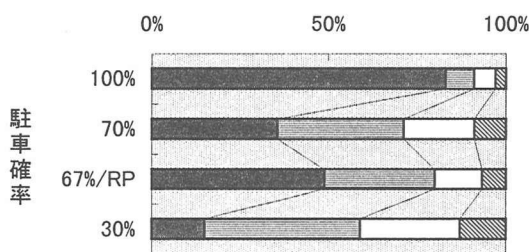
対象地域	くりこま高原駅 周辺11町	白石蔵王駅 周辺8市町
調査実施日	平成8年5月	平成8年5月
対象世帯数	700	800
回収世帯数	321	354
回収率	45.9%	44.2%

(2) 駐車確率満足度

実際にP&Rを行う際には、トリップ主体者は駐車場容量ではなく自分の自動車が駐車できるか否かを基準に交通行動を行っていることから、駐車場容量について条件設定した場合、回答者にとってその条件を具体的にイメージすることは困難である。従

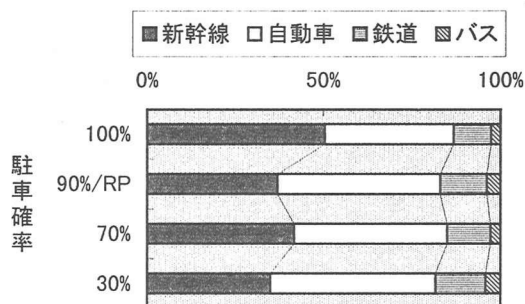


(a) くりこま高原駅

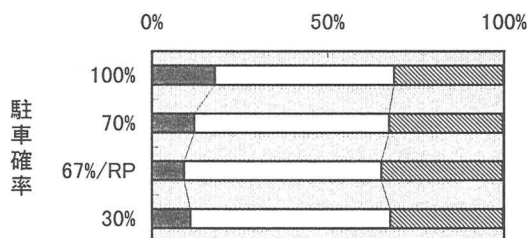


(b) 白石蔵王駅

図－4 駐車確率満足度別アクセス手段分担率



(a) くりこま高原駅



(b) 白石蔵王駅

図－5 駐車確率満足度別機関分担率

って、本研究では駐車場容量を駐車確率という概念に置き換えて、駐車確率満足度に基づいた形式で交通手段選択行動についてのSPデータを得る。なお、

駐車確率満足度とは駐車場における自動車を駐車できる可能性についてのトリップ主体者の意識値であり、実際の駐車確率とは異なるものである。例えば、駐車確率満足度 70% とは P&R を試みた際に 10 回中 7 回駐車可能であるとトリップ主体者が認識している状態である。

現在の駐車確率満足度については、地域住民の意識データより、利用者平均駐車確率満足度はくりこま高原駅が 90%、白石蔵王駅が 67% となっている。新幹線利用者に対する駐車場容量はくりこま高原駅が 0.93 台/人、白石蔵王駅が 0.37 台/人と大きく異なっているが、駐車確率満足度についてはそれほど差は大きくない。これは白石蔵王駅周辺地域住民が駐車確率満足度の小さい時間帯にはアクセス手段転換などにより事前に P&R を回避していることが原因であると考えられる。

(3) 駐車確率満足度別トリップ変化意識

(a) アクセス手段分担率

仙台方面トリップにおけるアクセス手段について図-4 に示す。P&R の分担率は駐車確率満足度が 100% の場合はくりこま高原駅が 81%、白石蔵王駅が 82%、駐車確率満足度が 30% の場合は 16%、15% となっており、2 駅について P&R の分担率に大差はなく、駐車確率満足度の減少に伴う分担率の変化は大きい。また、SP データにおいては、転換抵抗の無視などによるバイアスが生じている。東京方面トリップにおいては、仙台方面と同様、駐車確率満足度の低下に伴う P&R 分担率の減少傾向があるが、P&R 分担率は全体的に小さい。これは駐車場に自動車を長時間放置することを嫌う利用者特性が原因であると考えられる。

(b) 機関分担率

仙台方面トリップにおける機関分担率について図-5 に示す。くりこま高原駅については、新幹線の分担率は駐車確率満足度が 100% の場合は 51% に対し、70% の場合は 43%、30% の場合は 36% となっている。2 駅において、SP データのバイアスとして新幹線の過大評価が生じている。東京方面トリップについては、駐車確率満足度に関わらず新幹線の分担率は大きく、駐車確率満足度の機関選択に与える影響は小さい。

5. 新幹線駅の駐車場容量算定基準の検討

(1) 緒言

本章では、P&R 分担交通需要推計モデルとして新幹線駅における無料駐車場の駐車場容量に応じた機関選択行動及びアクセス手段選択行動の変化を表現できる非集計ロジットモデルを構築し、この交通需要推計モデルによるシミュレーション分析を用いて駐車場容量算定基準の設定方法について検討を行う。

(2) 機関・アクセス手段選択モデル

(a) モデル構築に使用するデータ

駐車確率満足度 100%、70%、30% の条件下の SP データ⁹⁾ と、各個人の最近のトリップについて回答させた RP データに基づいて機関・アクセス手段選択モデルを構築する。RP データにおける選択行動の際の駐車確率満足度については、各個人の駐車確率満足度に対する意識回答値が RP データにおけるトリップ行動を行った際に感じている駐車確率満足度と必ずしも一致しないため、利用者平均駐車確率満足度を用いることとし、くりこま高原駅は 89.9%、白石蔵王駅は 66.7% を用いる。

(b) モデル構造

クロス分析より、駐車確率満足度は仙台方面トリップにおけるアクセス手段選択、機関選択、東京方面トリップにおけるアクセス手段選択に対して影響を与えることが明らかである。従って、それを反映させるため、アクセス手段選択モデルと機関選択モデルのそれぞれに駐車確率満足度を説明変数として取り込み、トリップ方面別に非集計ロジットモデルを構築する。また、SP データによるバイアス問題の解消のため、森川ら⁸⁾ による「RP データと SP データを同時に用いた非集計行動モデルの推定法」を適用する。パラメータ推定結果を表-3 に示す。

(c) 新幹線駅へのアクセス手段選択モデル

仙台方面については、パラメータ推定に用いたサンプル数は SP データが 503、RP データが 159 である。すべてのパラメータについて t 値は 1% 有意水準を越えており、尤度比も高い値を示していることから、説明力の高いモデルであると言える。特に、P&R 施設のサービスレベルを表現する説明変数である駐車確率満足度は t 値が非常に大きく、パラメ

ータの安定性が高い変数である。K&R 固有変数である世帯内免許保有者有無とは、トリップ主体者以外の世帯内にいる免許保有者の在宅状況を表現する説明変数であり、常に在宅している場合を1とするダミー変数である。誤差分散比を表現する μ のパラメータ推定値より、SP モデルのランダム項の標準偏差はRP モデルの1.4 倍であることが分かる。これは回答の際に生じる仮想状況を十分に把握していないための誤解、または実際には存在する手段転換抵抗などの制約条件の無視といった要因が影響を及ぼしているためであると思われる。

東京方面については、パラメータ推定に用いたサンプル数はSP データが655、RP データが219 である。すべてのパラメータについてt 値は1%有意水準を越えているが、尤度比、 χ^2 値はそれほど高くない値を示している。

(d) 機関選択モデル

仙台方面トリップにおける機関選択モデルのパラメータ推定に用いたサンプル数はSP データが1325、RP データが755 である。すべてのパラメータについてt 値は1%有意水準を越えており、それぞれの説明変数についてパラメータの安定性は高い。尤度比はアクセス手段選択モデルにおける値と比較すると多少低い値を示しているが、パラメータベクトルの全体的な有意性を示す χ^2 値は高い値を示しており、現況再現性の高いモデルであると言える。選択肢共通変数のコストの設定条件については、自動車に関するコストとしては燃料費、目的地における駐車費

用、高速道路利用の場合の高速道路料金の総和をトリップ同行人数によって除した値を用い、鉄道に関するコストとしては鉄道運賃に鉄道駅までのバス運賃として鉄道駅へのアクセス距離が1km 以上の場合について180 円を一律に加えた値を用いている。

(3) シミュレーション分析

表-3 に示す機関・アクセス手段選択モデルを用いて、新幹線駅に整備された無料駐車場の駐車確率満足度を政策変数として分担交通量についてシミュレーションを行う。分担交通量はトリップ方面別に推計し、分布交通量に各モードのシェアを乗じて得る。分布交通量は駅周辺地域住民対象の訪問アンケート調査データによる方面別年間トリップ発生数と人口データから市町村別に算出する。各モードのシェアは機関・アクセス手段選択モデルに対して市町村別にサンプル数え上げ法を適用した集計値である。サンプル数え上げ法による各モードのシェアの集計値は(1)式で表される。

$$S_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{n \in N} P_n(i|Z, \beta) \quad \cdots (1)$$

S_{ij} : 市町村 j におけるモード i のシェア
 N : サンプル数
 $P_n(i)$: サンプル n についてのモード i の
選択確率

シミュレーションの結果、駐車確率満足度が100% になった場合のP&R 利用者数はくりこま高原駅で現在の1.14 倍、白石蔵王駅で1.94 倍と推計された。

表-3 パラメータ推定結果

説明変数	仙台		東京
	7ヶ所	機関	7ヶ所
駐車確率満足度 [P&R] (0~1)	3.021 (12.94)	2.186 (16.71)	6.148 (12.18)
世帯内免許保有者有無 [K&R] (常に在宅=1, 他=0)	1.719 (6.89)		0.923 (6.46)
新幹線駅への7ヶ所距離 [徒歩等] (km)	-0.112 (-3.70)		
P&R 固有定数			-3.895 (-9.55)
(新幹線駅7ヶ所距離) / (仙 台への距離) [新幹線]		-4.604 (-14.53)	
コスト [全機関] (千円)		-0.307 (-8.54)	
μ	0.606 (8.89)	1.421 (10.74)	0.702 (6.93)
χ^2 値	443.44	540.24	268.68
尤度比	0.310	0.118	0.140

(4) 新幹線駅の駐車場容量算定基準の検討

(a) 基本的な考え方

地方部においては低い駐車確率満足度がトリップの発生を潜在化させてしまう可能性があり、この状態は地域住民のトリップ発生欲求が満たされない環境であると言える。過疎地域における地域活性化を図る際には地域住民のトリップ発生欲求を満たす必要がある。地方部における新幹線駅の駐車場整備は地域活性化、生活機会の改善という効果を期待する施策であり、トリップの発生を潜在化させないためには、新幹線駅周辺地域住民が感じる駐車確率満足度は100% であることが望ましい。

しかし、需要推計モデルによる P&R 分担交通推計量がそのまま必要駐車容量になるわけではない。すなわち、一人一台ではないこと、1 日でも多少の回転率が望めること、宿泊利用もあること、さらに、日変動により容量オーバーする可能性があることなどが考えられる。特に、個々の利用者が感じる駐車確率満足度は、駐車場容量に対する実際の利用台数とは異なる。そこで、ここでは駐車確率満足度 X に対応した P&R 分担交通推計量 $T_{P\&R}(X)$ に対する駐車容量 C の比を容量係数 K と定義し、容量係数と駐車確率満足度の間に相関関係があるものとする。

$$K = \frac{C}{T_{P\&R}(X)} \quad \cdots (2)$$

K : 容量係数

C : 駐車場容量

$T_{P\&R}(X)$: 駐車確率満足度 X の時の

P&R 分担交通推計量

X : 駐車確率満足度 (0~1)

(b) 駐車場容量の算定基準式の推定

現在のくりこま高原駅及び白石蔵王駅の駐車場容量と需要推計モデルによる P&R 分担交通推計量から容量係数を求め、横軸に駐車確率満足度、縦軸に容量係数を取り、この 2 点と原点を通る曲線として(3)式の指数曲線を当てはることとした。これに(2)式を代入すれば(4)式の駐車場容量算定基準式を求めることができる。

$$K = b\{exp(aX) - 1\} \quad \cdots (3)$$

$$C = b\{exp(aX) - 1\} T_{P\&R}(X) \quad \cdots (4)$$

現在の駐車場容量はくりこま高原駅が 650 台、白石蔵王駅が 180 台、駐車確率満足度はくりこま高原駅が 90%、白石蔵王駅が 67%である。また、くりこま高原駅は平成 7 年に駐車場容量の拡張が行われているが、拡張された 150 台の容量に関しては未舗装で設置位置が駅から幾分離れているため地域住民の認知が薄く、実質の駐車場容量は 500 台とも考えられるため、駐車場容量を 500 台とした場合についても検討を行うこととする。

現在のくりこま高原駅の駐車場容量を 650 台、500 台としたときの駐車場容量算定基準式はそれぞれ(5)、(6)式となる。

駐車場容量算定基準式

[くりこま高原駅駐車場容量を 650 台としたとき]

$$C = 0.0024\{exp(5.70X) - 1\} T_{P\&R}(X) \quad \cdots (5)$$

[くりこま高原駅駐車場容量を 500 台としたとき]

$$C = 0.0051\{exp(4.56X) - 1\} T_{P\&R}(X) \quad \cdots (6)$$

(c) 必要駐車場容量の算定

駐車確率満足度を 100%とするために必要な駐車場容量は、くりこま高原駅が 922 台 (1373 台)、白石蔵王駅が 1534 台 (2287 台) と推計された (括弧内はくりこま高原駅の駐車場容量を 650 台と考えた場合)。これはくりこま高原駅で現在の 1.8 倍、白石蔵王駅では 8.5 倍の駐車場容量が必要ということになる。これに対し、P&R 利用者数は駐車確率満足度 100%の場合でもそれぞれ 1.14 倍、1.94 倍程度と推計されていることから、100%満足させるのは過剰とも考えられる。しかし、くりこま高原駅の状況を考慮すると、地方部における新幹線駅 P&R 用駐車場の整備は現在のくりこま高原駅における駐車確率満足度 90%以上の水準を目指すべきと考える。

なお、今回の推定は 2 駅のデータのみから求めたものであるため、適合性については今後データを蓄積して検証する必要がある。

6. 結論

本研究は、新幹線駅の無料駐車場について、駐車場容量を駐車確率満足度という概念に置き換えて分析を行った。得られた結論は以下の通りである。

- 1) 駐車確率満足度はアクセス手段選択行動のみならず、機関選択行動、トリップ発生量に対して影響を与えることが明らかとなった。
- 2) 駐車確率満足度を説明変数に取り込んだ交通需要推計モデルを用いたシミュレーション分析から駐車場容量の算定基準式を導出した。

地方部における新幹線駅の駐車場整備を地域活性化、生活機会の改善という効果を期待する施策とする場合、地域住民のトリップの発生を潜在化させないためには十分な駐車確率満足度が得られる駐車場容量を持つ駐車場整備が必要である。地方部にお

る新幹線駅の駐車場整備について、現状は P&R に対応する駐車場容量の算定基準がないために需要追従型の整備が為されており、地域住民のトリップ発生欲求が抑圧されている可能性がある。従って、地域活性化の観点から、P&R に対応した駐車場容量の算定基準の必要性は高いと言える。

参考文献

- 1) 原田昇, 太田勝敏: Nested Logit モデルの多次元選択への適用性—駅・アクセス手段同時選択の場合—, 交通工学 Vol.18, No.6, pp.3-11, 1983
- 2) 石田東生, 加藤勇樹, 谷口守: 大都市近郊地域における手段・駅選択の変更行動, 都市計画論文集, No.28, pp.73-78, 1993
- 3) 依田和夫編著: 交通工学実務双書 6 「駅前広場・駐車場とターミナル」, (社) 交通工学研究会編, 1986
- 4) 小浪博英: 駅前広場面積を増大させる要因に関する考察, 都市計画, No.192, pp.72-78, 1995
- 5) 小浪博英: 駅前広場周辺の建物立地特性と発生集中トリップ数に関する分析, 土木学会論文集, No.542, pp.57-67, 1996.7
- 6) 小浪博英, 西健吾, 小国俊樹: 駅前広場の面積算定について, 第 11 回日本道路会議論文集, pp.859-860, 1973
- 7) 宮城県志波姫町: 東北新幹線新駅 (仮称栗駒登米駅) 建設による地域への整備効果の検討報告書, 1986
- 8) 森川高行, M. Ben-Akiva: RP データと SP データを同時に用いた非集計行動モデルの推定法, 交通工学, Vol.27, No.4, pp.21-30, 1992
- 9) 杉恵頼寧, 藤原章正: 選好意識データを用いた交通手段選択モデルの有効性, 交通工学, Vol.24, No.5, pp.21-30, 1989

地方部における新幹線駅の P & R 施設に関する駐車場容量算定基準の検討

八川圭司, 徳永幸之, 須田 熙

地方部において新幹線駅に無料駐車場を整備することはアクセス改善に対してだけではなく新幹線の利用促進に対して非常に有効であると考えられる。また、地方部の人口減少に悩む過疎地域では、近隣都市圏との交流が地域の利便性の向上、生活機会の改善のために必要不可欠であり、地方部における新幹線の活用は重要である。このように、地方部における新幹線駅の無料駐車場整備は非常に重要であるにもかかわらず、P&R を考慮した駐車場容量の算定基準はなく、駐車場容量が地域住民の交通行動に与える影響に対する定量的な分析も為されていない。本研究では、新幹線駅の駐車場容量に応じたアクセス手段、交通機関選択行動の変化を表現できる需要推計モデルを構築することを目的としており、これに基づいて地方部の新幹線駅に関する駐車場容量の算定基準について検討を行った。

Estimation method of the Parking Lots Capacity for Park & Ride at the Shinkansen Station in a provincial Area

By Keiji YAGAWA, Yoshiyuki TOKUNAGA, Hiroshi SUDA

In a provincial area, the parking service at Shinkansen station leads not only to the increase of Shinkansen demand but also to the improvement of convenience to that area. Therefore, it is the important to estimate the capacity of the parking lots for Park and Ride (P&R). Nevertheless there is no estimation method of the parking lots capacity for R&R, and no quantitative analysis for effects on trip behavior brought by the change of parking capacity. The purpose of this study is to develop a disaggregate demand model for planning of the parking lots capacity at Shinkansen station in a provincial area. Using this model, the estimation method of the parking lots capacity is formulated. Finally, the parking lots capacity that satisfies inhabitants in a provincial area is estimated.