

商用車プローブデータを用いた高速道路利用 分担率評価による機会ロスの低減検討

兒玉 崇¹・玉川 大¹・鈴木 健太郎²・田名部 淳³

¹正会員 阪神高速道路株式会社 計画部調査課 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3)

E-mail: takashi-kodama@hanshin-exp.co.jp, E-mail: dai-tamagawa@hanshin-exp.co.jp

²正会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒550-0011 大阪府大阪市西区阿波座1-3-15)

E-mail: kentaro-suzuki@hanshin-tech.co.jp

³正会員 株式会社地域未来研究所 (〒530-0003 大阪市北区堂島1-5-17)

E-mail: tanabe@refrec.jp

我が国の現状を踏まえた重要施策に今日位置付けられている「道路を賢く使う取組」の推進を見据え、中心となる高速道路の分担率を適切に引き上げるための一方策の検討にプローブデータを活用した。

対象は、近年利用台数の伸びが堅調で、今後益々増加が見込まれる都市内物流で、商用車プローブデータを使った高速道路の利用分担率に着目した分析を行うことで、これまで利用実績が把握できていた管理道路だけでなく、関西圏の道路ネットワーク全体における都市内物流の高速道路利用傾向を把握することができた。また、分担率向上に寄与する、高速道路利用における「機会ロスの低減」をキーワードに、同データを用いることで、懸念される将来の輸送力不足を見据えて高速道路利用による「物流の効率化」を見える化するとともに、高速道路の利用回避を招く恐れのある「サービス水準」を把握する分析を行った。

本稿は、都市内物流を対象に、商用車プローブデータを使った分析によって抽出された、「道路を賢く使う取組」の検討にあたっての2つの着眼点に係る検討結果について報告するものである。

Key Words : 道路を賢く使う, 高速道路, 分担率, 物流, 商用車, プローブデータ

1. はじめに

今日、「道路を賢く使う取組」が脚光を浴びている。

平成27年10月に公表された社会資本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会の中間答申¹⁾では、人口減少や少子化・高齢化問題、昨今のグローバリゼーションの進展、巨大災害の切迫やインフラの老朽化といった、我が国が直面する危機に対し、新たな国土形成を着実に進め、経済・社会システムのイノベーションを創出するために、高速道路を中心とした今ある道路の運用改善や小規模な改良等により道路ネットワーク全体として、その機能を時間的・空間的に最大限に発揮させるという基本的な考えが示されている。具体的には、一般道路と比較して、安全で環境にやさしい高速道路の分担率を適切に引き上げるための「賢く使う取組」を、目指すべき国土の姿を踏まえた取り組むべき道路政策として位置づけている。

なお、「賢く使う取組」を支えるためには、道路交通状況をきめ細やかに捉えて、高速道路の活用状況を把握

することが必要と思われる。

阪神高速道路でも、従前から車両検知器で区間交通量を観測・蓄積しており、近年では、ETCデータで出入口ランプ間ODをほぼ全数捉えることも可能になるなど、阪神高速道路ネットワークにおける利用実態については、相応に把握できている。しかしながら、一般道路や他高速会社管理の高速道路の利用実態は把握できないため、阪神高速道路の利用実態の変化は捉えられても、それが社会情勢の変化等に伴う移動需要自体の変化に依るものか、阪神高速道路の利用需要の変化に依るものか、確認できず、結局のところ「賢く使う取組」を検討する前提となる高速道路の活用状況が十分把握できていなかった。

また、我が国の社会・経済システムにおいて、生活と経済のライフラインとして重要な存在である「物流」に関して、昨今、貨物輸送が伸び悩むなかでも、インターネット通販に代表される消費者物流の需要増大や時間帯指定などのサービスレベルの向上に伴い、その重要度が益々高まっている。一方で、ドライバーの高齢化や新規

就労の減少などによって、近い将来、深刻な輸送力不足に陥ることが懸念されており、限られた人員・車両で輸送力の最大化を図ることは、物流業界にとって重要な課題²⁾となっている。

このような背景のなか、高速道路の分担率を高める「道路を賢く使う取組」推進の観点から、「都市内物流」を対象に、プローブデータにより、課題であった物流車両の高速道路利用判断の傾向を把握するとともに、高速道路の利用における「機会ロスの低減」をキーワードに、分担率向上に向けた着眼点を見出すことを目的として、下記に着目した分析・検討を行った。

- ①懸念される将来の輸送力不足を補完できる可能性もある高速道路利用による「物流の効率化」の実証
- ②高速道路の利用回避を招く「サービス水準」の把握

本稿は、これら「道路を賢く使う取組」の推進に向けた基礎検討について、とりまとめたものである。

2. 保有データによる阪神高速道路利用実績把握

前章で問題と指摘した物流車両の阪神高速道路の利用傾向の把握に関して、まず営業データから平成24年1月の対距離料金制移行後の普通車と大型車の交通量の比較したところ、大型車の比較的堅調な伸びが確認されたため(図-1)、「賢く使う取組」の検討において、大型車の大半を占める「物流」に着目することにした。

次に、ETCデータ(2014年10月平日、ETC利用率91%)から大型車の阪神高速道路利用分布を概観する(図-2)。

大型車の利用は、バイエリアに工場や物流施設が多く立地するため湾岸線に集中しており、そのため、湾岸線に接続する大阪港線・東大阪線、神戸線(乗り継ぎにより接続)の利用も多くなっている。また、神戸線は他高速会社管理の高速道路(第二神明道路や名神高速道路)と接続する区間でも比較的多く、同区間の長距離物流利用が窺える結果となっている。なお、同じく他高速会社管理の高速道路(近畿自動車道)と接続する守口・東大阪・松原JCTからの流入はそれほど多くない。東大阪線も交通量の多い一般道路の中央環状線からのアクセスが良い長田出入口以西で激増していることから、近畿自動車道のような他高速会社管理の高速道路との比較的距離の短い連続利用は多くないことが推察された。

また、平成17年度に、京阪神都市圏交通計画協議会が物流基礎調査の一環で実施した意向アンケートの調査結果³⁾(図-3)では、高速道路を利用しない理由の上位を料金負担に関する項目が占めており、続いて、時間短縮メリットの薄さや、高速道路の渋滞となっている。実際に都市内高速道路では、これらを理由とする高速道路の敬遠が少なからず存在すると思われる。

次章では、商用車プローブデータを用いて、物流車両の関西圏の道路ネットワーク全体の利用判断傾向を分析した結果について報告する。

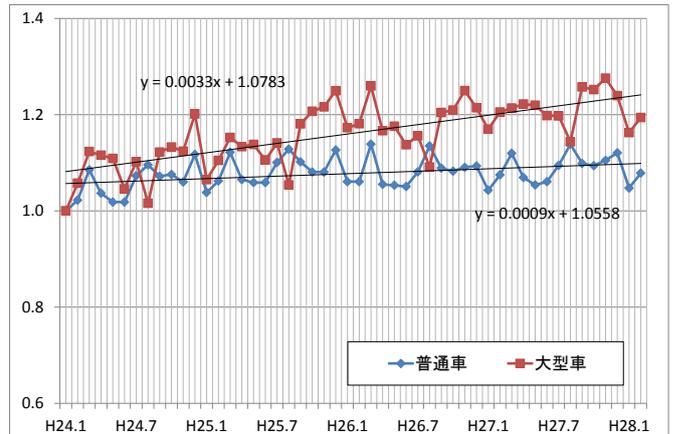


図-1 阪神高速道路における対距離料金制移行後の交通量推移

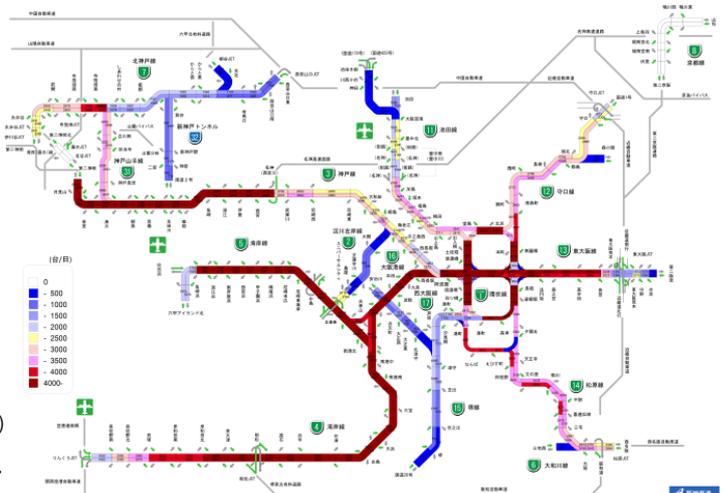
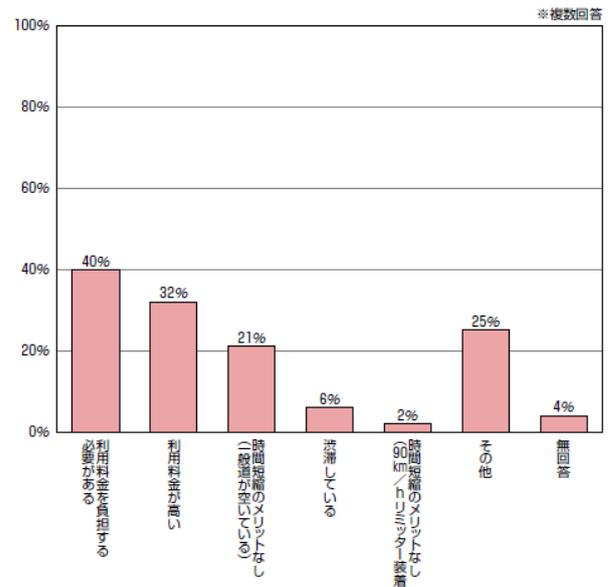


図-2 大型車の阪神高速道路の利用分布(2014年10月平日平均)



資料：物流基礎調査(意向アンケート)
(高速道路を非利用傾向と回答した2,491事業所のサンプル集計)

図-3 物流事業者が高速道路を利用しない理由
～物資基礎調査意向アンケート(2005年度)より～

3. プロブデータによる高速道路利用判断傾向

前述の中間答申では、道路の使い方の課題を解決するために、今後さらに充実が見込まれるビッグデータを活用して、賢く使う取組を具体的に推進することが必要と謳われている。前章では保有データで大型車の阪神高速道路の利用実績を示したが、本章では、関西圏の道路ネットワーク全体の利用傾向の把握として、サンプル数も多い株式会社富士交通・道路データサービス提供の商用車のプローブデータを用いた分析結果について報告する。なお、同プローブデータは、貨物車などの約5万台（2015年4月末時点）の商用車から収集されたデータで、含まれる阪神高速道路の利用トリップ数は、約15.2万トリップ（2014年11月、阪神高速道路の大型車通行台数（約192万台）の約8%）となっている。

(1) 都市内物流の高速道路利用傾向の概要

前述の商用車プローブデータ（2014年10月）を用いて、関西圏におけるODを府県単位で整備し、都市内物流の高速道路利用判断の傾向を把握するために、あわせて阪神高速を含む高速道路利用分担率等を集計した。ここで、OD集計ゾーンは府県単位を基本とし、大阪府は、大阪市中心部とそれ以外の大阪市内、北大阪・東大阪・南大阪に、兵庫県は、神戸市内と阪神間、それ以外に大別した。また、時間帯は、阪神高速道路の利用傾向を参考に、昼間12時間を、午前ピーク（7時～9時）、午前オフピーク（9時～12時）、午後オフピーク（12時～17時）、午後ピーク（17時～19時）に分けて整理した。なお、利用距離に関わらず、高速道路を一部でも利用した場合に高速道路利用トリップとして分担率を算定している。

図-4に午前ピーク時間帯（7時～9時）における都市内物流の代表的な流動を示す。

これより、長距離ODでは、高速道路の分担率が高いことが窺える。また、都心を跨ぐOD（例：北大阪→南大阪）は、高速道路の分担率は高いが、都心の通過が必要な阪神高速道路の利用率が低いことも確認された。さらに、方向の違いで分担率の乖離があるODも散見されるなど、高速道路の利用にはいくつかの判断要素があると思われた。

(2) 利用分担への影響要因

トリップ長と高速道路利用との関係を把握するために、高速道路網が充実している大阪府・兵庫県（神戸市・阪神間のみ）を統合した圏内利用ODに限定して、時間帯別の平均トリップ長と高速道路利用分担率の関係を図-5に示す。また、一般道路利用との所要時間差に着目して、前記と同様の圏内利用ODを対象に、一般道路利用との所要時間差と高速道路利用分担率の関係を図-6に示す。

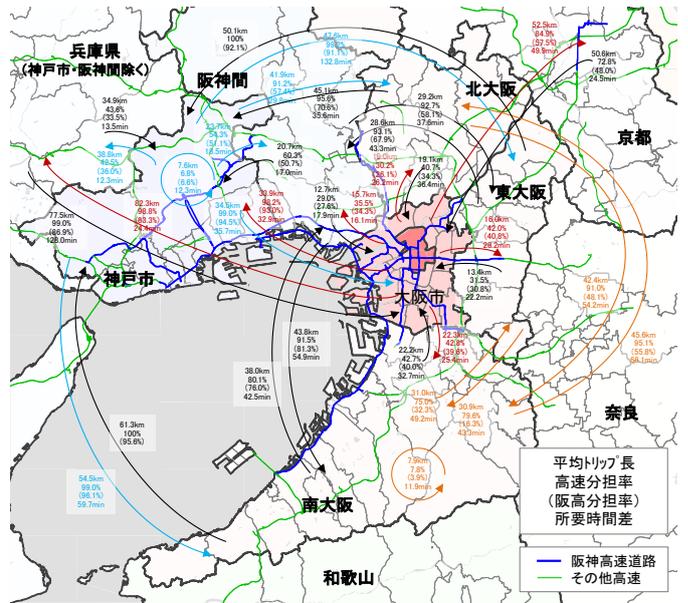


図-4 関西圏における商用車の代表的な流動（午前ピーク時）

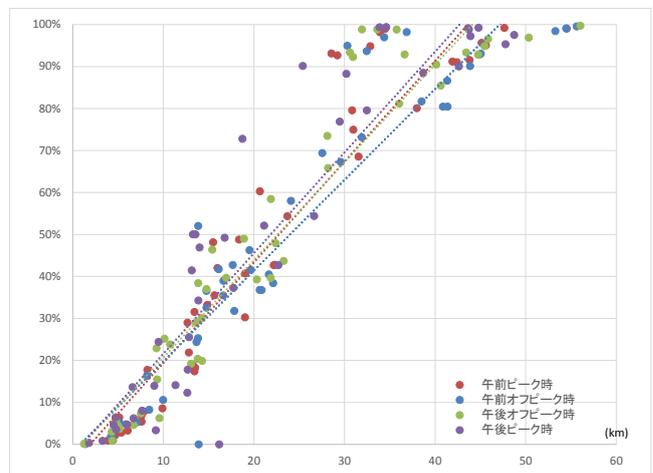


図-5 OD別のトリップ長と高速道路利用分担率との関係

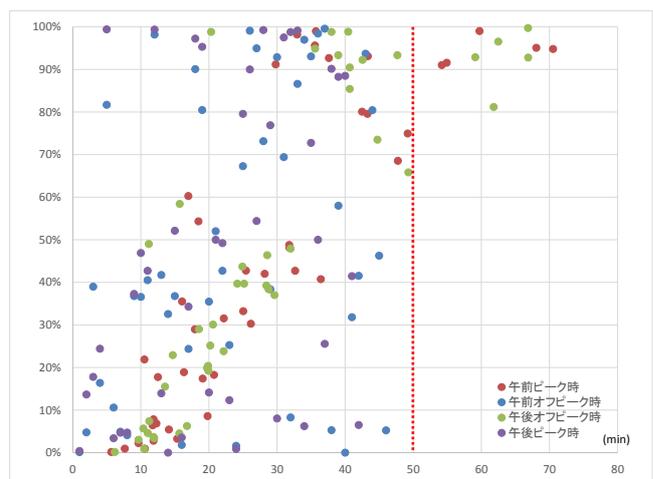


図-6 OD別の所要時間差と高速道路利用分担率との関係

これより、トリップ長と高速道路利用分担率は、時間帯に依らず相関性が高く、50km程度のトリップ長の大半が高速道路を一部区間でも利用している結果となった。

また、一般道路利用との所要時間差と高速道路利用分担率との間には明確な関係性が確認できず、所要時間差 50分超では大半が高速道路を利用しているものの、それ以下では大きくバラつく結果となった。

以上より、都市内物流では、輸送距離を勘案して高速道路の利用を判断していると思われる一方で、高速道路利用による時間短縮効果を具体的に把握・活用して利用判断していない可能性が窺えた。なお、実際に走行していない経路の所要時間を独自に、しかも網羅的に把握することは難しいため、時間短縮効果を配車計画に活かすには、計画時に具体的な所要時間を踏まえた経路比較が手軽にできる新たなスキームが必要と思われる。

続いて、平均トリップ長が概ね等しい (20km/h弱)、大阪市内→北大阪と大阪市内→東大阪について、図-7に午前ピーク時 (7時~9時) の経路利用率の比較を示す。

大阪市内→北大阪では、主要道路とのアクセスも良く大阪市内中心部と大阪北部を最短でつなぐ無料の新御堂筋 (国道423号) の利用率が高く、大阪市内→東大阪と比べて、出発地・目的地に対するアクセス性の良さが、分担率に少なからず影響を及ぼしている傾向が垣間見られる。

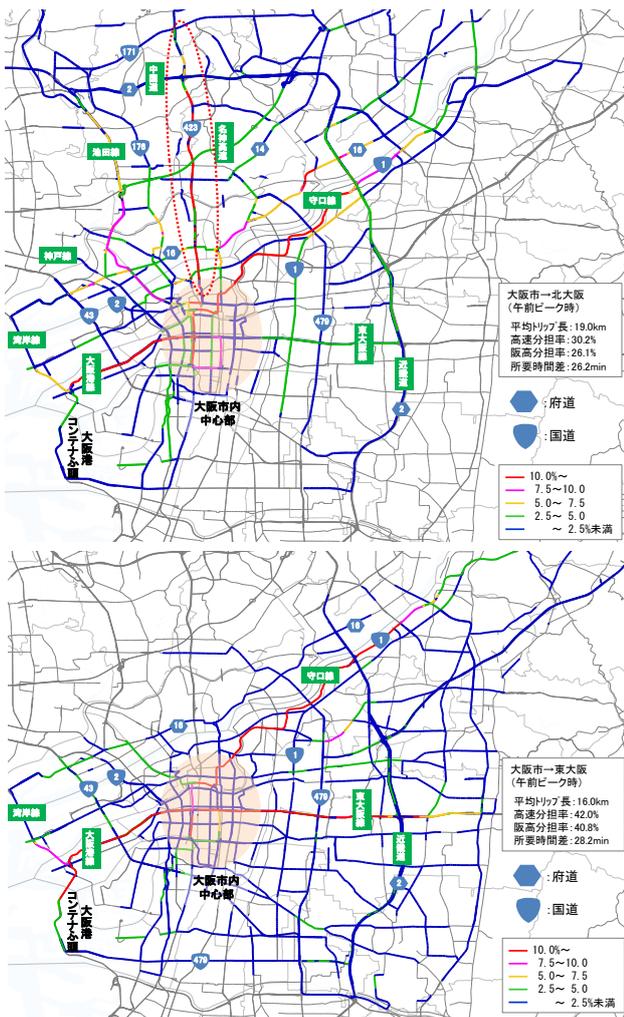


図-7 同等のトリップ長のODにおける経路利用率の比較 (上段: 大阪市内→北大阪, 下段: 大阪市内→東大阪)

最後に、利用時間帯の違いによる分担率への影響の検証として、北大阪→神戸市内について、午前ピーク時 (7時~9時) と午後オフピーク時 (12時~17時) における経路利用率の比較を図-8に示す。

これより混雑する午前ピーク時は阪神高速道路利用 (特に守口線) が高い傾向が確認された。なお、こうした時間帯による違いは、対象区間や比較時間によって傾向は様々と思われ、一般道路や高速道路の混雑状況やその程度差、到着時間の制約などが利用判断に影響を与える代表的な要因として考えられる。

- 以上から、都市内物流の高速道路利用分担率は、
- a) 輸送距離との相関が高いものの、一般道路利用との所要時間差には明確な相関は見られない。
 - b) 出発地・目的地から高速道路へのアクセス性に影響を受ける。
 - c) 時間帯によって特定路線の分担が高まる場合がある。
 - d) 都心を通過するOD間の都市内高速分担率は都心を迂回する代替高速がある場合に低い。

ことが商用車プローブデータを用いた分析により確認された。なお、料金も利用判断に大きな影響を与えると思われるが、料金データの整備は膨大で多大な労力を要するため本検討では実施していない。

また、上記に含まれる利用判断に影響を与える要因については、いずれも利用前の判断材料になっていると思われるが、このうち、所要時間が関係するa), c)については、例えば一般道路利用との所要時間差を踏まえた最適な配車マネジメントが導入されるようになってくると、分担率の向上が見込める可能性を期待させた。

次章以降、「機会ロスの低減」に着目した、「物流の効率化」と「サービス水準」に係る分析結果を報告する。

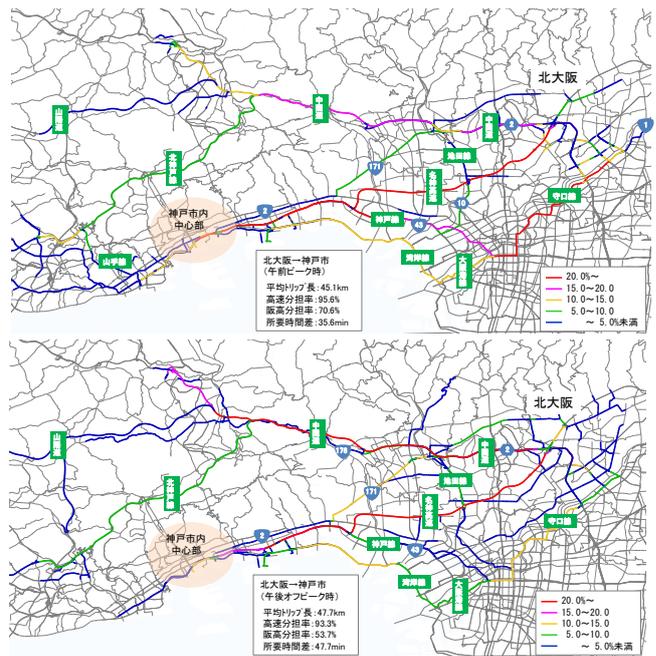


図-8 北大阪→神戸市内における経路利用率の比較 (上段: 午前ピーク, 下段: 午後オフピーク)

4. 高速道路利用による物流の効率化検討

(1) 高速道路利用有無による機会ロスの見える化

前章で物流事業者が時間短縮効果を勘案して利用判断していない可能性を指摘したが、「物流の効率化」を推進するには、物流事業者が見過ごしている高速道路非利用による機会ロスを見る化することが重要である。

そこで、阪神高速道路の沿線ODで、高速道路を利用していない車両のある一日の全トリップを抽出して高速道路利用による時間短縮効果を具体的に試算した。

なお、物流業界では、近年の改善基準告示の改訂（連続運転は4時間まで等）を背景に、ドライバーの勤務時間の有効活用が、重要な経営課題の一つに位置づけられつつある。

分析対象とした車両は、朝5時に出発して夕方16時に帰庫していた車両（11トリップ、すべて一般道路利用）で、阪神高速道路利用が可能なトリップ（同一ODで阪神高速道路利用の実績があった場合に利用可能と判断）を阪神高速道路利用に置き換えることで時間短縮効果を見る化した（図-9参照）。なお、一般道路の阪神高速道路利用への置き換えは、同一日・同一時間帯に同じODで阪神高速道路を利用している車両がいる場合はその速度を、いない場合は他の平日同一時間帯を利用した他車両の速度を適用して所要時間を試算している。

図-9より、阪神高速道路を利用することで帰庫時間が2時間半程度早くなる可能性が示された（拘束時間が11時間から8.5時間に短縮）。この結果は、仮に拘束時間を11時間で固定すると、当該車両が当日2往復していた豊中市～大阪市港区のトリップがさらに2往復できる（輸送回数が2回増加）計算になる。なお、その一方で、高速代が計7,600円（阪神高速の大型車定価料金）掛かっている（経費が7,600円増加）。

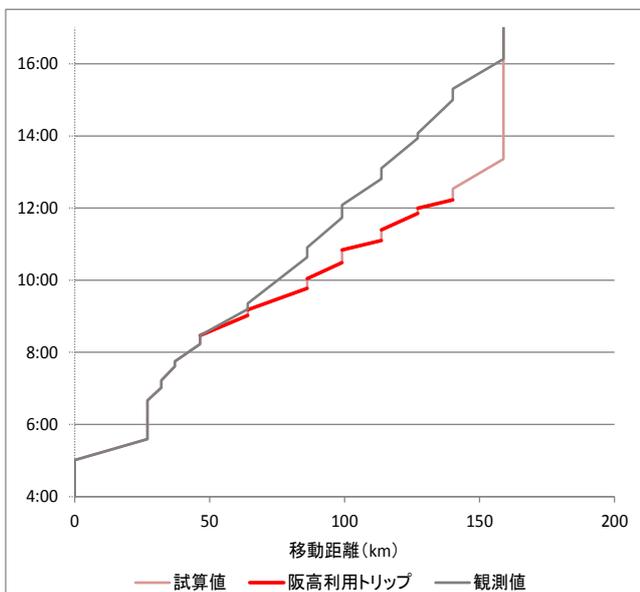


図-9 高速道路利用有無による時間短縮効果の一例

物流事業者が抱える経営課題は様でないため、単純な評価はできないが、以上の試算及び前章で示した高速道路利用と一般道路利用の所要時間差と分担率を踏まえると、高速道路利用により確かに経費は増加するものの、現課題の一つである勤務時間の短縮が十分図れる。

さらに、懸念される将来課題（輸送力不足）を見据えた場合、一日単位でも新たな輸送機会の創出や輸送回数/台の最大化といった効率化が十分図れる程度の機会ロスが見過ごされている車両が少なくない可能性が窺えた。

(2) 都市内物流の機会ロスの低減に向けた提言

前述のとおり、都市内物流は、その時間効率性に改善の余地があり、将来的に輸送力不足が懸念されることを鑑みると、物流の効率化を支援する環境の整備は重要である。そしてその効率を高めるためには、事前の経路選択を支援する新たなスキームが必要と思われる。なお、大型トラックが通行可能な経路は限定されるため、道路リンク速度を整備する前提として、大型車が通行可能な道路リンクの整備が必要となる。それには、本検討で用いたような商用車プローブデータの活用も有効で、車体規格別通行実績から大型車が実際に通行可能な道路ネットワークリンクの整備や、道路リンク別時間帯別速度の整備への活用が期待できる。

このように、高速道路の有効活用にも寄与する「物流の効率化」が今後図られていくことが予想されるなかで、本検討で実施したような現状の問題点の把握だけでなく、取組の具現化に必要な環境整備においても、経路を把握可能なプローブデータは重要な役割を果たすと思われる。

今後、本検討で実施したような分析を土台に、「高速道路の有効活用」が「物流の効率化」の一端を担うことを期待したい。

5. 機会ロスの低減に必要なサービス水準検討

(1) 阪神高速道路の利用回避条件の見える化

前述の物流基礎調査のアンケート結果（図-3）では、高速道路を利用しない理由として、料金以外では高速道路の渋滞等による時間短縮メリットの少なさがあげられていた。確かに、都市内高速道路の渋滞は激しいが、前章の分析結果でも示されたように、実際には高速道路を利用した方が時間ロスは少ないことが明白である。

そこで、物流の効率化にも寄与する可能性のある高速道路利用について、その回避を招く恐れのある所要時間の増大がどの程度であるか把握するために、3号神戸線入り淀川断面（図-10参照）を対象に、入口情報板で提供される所要時間と利用率との関係を分析した。

分析は、渋滞が発生しやすい時間帯のみに限定するこ

ととし、2014年10月～12月における淀川断面直前の武庫川入口から環状線までの平日の時間帯別所要時間を整理（図-11参照）したところ、通常15分程度の所要時間が午前中にもやや長くなる時間帯があるものの、急増するのは15時以降であり、その影響が19時台まで残るという状況であることがわかった。この結果を踏まえて、分析対象時間を15時～19時台の5時間とした。

なお、淀川断面（大阪市内方向）を期間中の平日に複数回利用した車両のうち、3号神戸線を含む経路（5号湾岸線、国道2号、国道43号）を使い分けしている車両（全体の47%）を対象として、15時～19時台の混雑時における3号神戸線上りの利用率と平均所要時間との関係を整理した（図-12参照）。これより、利用率と平均所要時間との関係は単純な線型モデルではなく、一定の所要時間以上になった場合に利用率が低下する傾向が見受けられた。

そこで、所要時間ランク毎の平均利用率を算定し、F検定及びt検定によりランク間で有意な差異の見られる関係を検証したところ、統計的には「30分未満」と「30分以上」の場合にのみ、平均利用率に有意な差（1%有意）が見られた（図-13参照）。

この結果は、通常よりも15分以上所要時間が掛かるような状況では、阪神高速道路の利用率が3%程度減少することを意味している。

また、所要時間の増大により利用を回避した車両の特性を分析したところ、北大阪や東大阪、京都府、奈良県方面が多いことがわかった（図-14参照）。

これらの方面は、淀川断面上流にある西宮ICから名神高速道路を利用する、あるいは湾岸線を利用してアクセスできる目的方面であり、一般道路ではなく、代替可能な他の高速道路を利用した状況が垣間見られた。

なお、所要時間が15分以上増加するのは、環状線以東から延伸する渋滞（東大阪線高井田先頭渋滞等）時に多いことを保有する車両検知器データにて確認している。

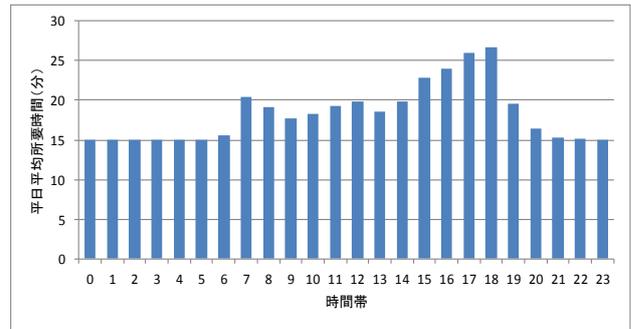


図-11 武庫川入口から環状線までの時間帯別所要時間

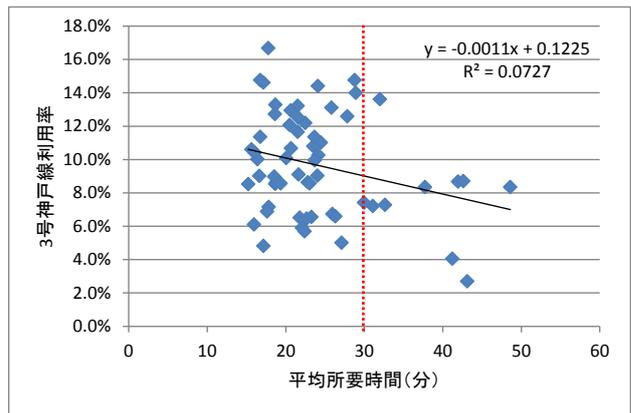


図-12 3号神戸線の利用率と平均所要時間との関係

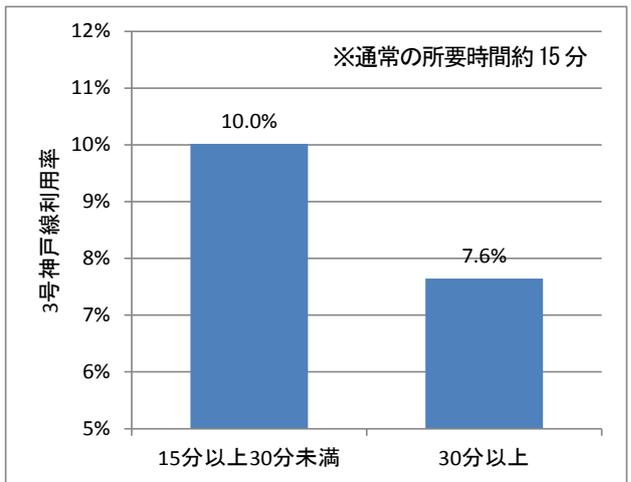


図-13 阪神高速道路の利用率が変化する所要時間



図-10 淀川断面と周辺ネットワークの概要

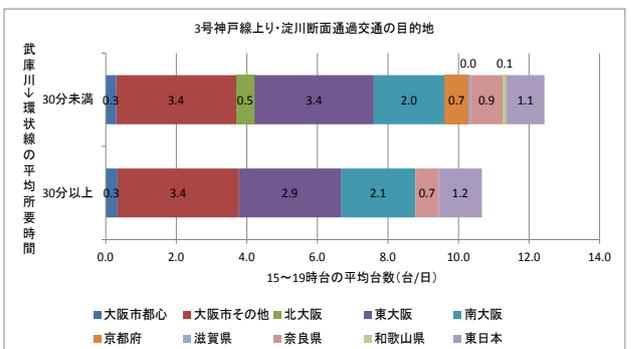


図-14 所要時間の違いによる目的地別トリップの比較

(2) 阪神高速道路の有効活用に向けた今後の方向性

前項より阪神高速道路の利用を回避する判断目安として、通常よりも15分以上所要時間がかかるような状況が多い場合と推定された。なお、利用回避先の経路については、本検討対象では、例えば上流に位置する西宮ICから名神高速道路に迂回したと想定されるが、このような迂回傾向は、目的地や代替路の有無によって傾向が異なると思われる。

今後、代表的な渋滞ボトルネックに対して、それぞれの迂回傾向を把握し、渋滞対策の優先度設定への活用や、留意すべき渋滞程度や時間帯の把握に活かしていきたい。

5. まとめ

本稿では、今日、重要施策に位置付けられている「道路を賢く使う取組」を推進するうえで、中心となる高速道路の分担率を適切に引き上げるための方策の検討にあたり、近年利用台数の伸びが堅調で、今後ますます増加が見込める大型車に着目し、大型車の大半が物流車両であることを踏まえ、商用車プローブデータを使って課題であった都市内物流の高速道路利用傾向を把握した。

その結果、輸送距離に応じて高速道路が利用されている一方で、物流事業者が本来重視すべき所要時間については、所要時間を具体的に勘案した配車計画はされていない可能性が推察された。なお、時間とともに重要なファクターである高速料金については、対象となるトリップデータが高速料金の属性を保有していないため、今回は分析対象外とした。今後は、高速料金や燃料消費量もトリップデータの一部として効率的に整備し、より具体的な高速道路利用効果の検証につなげていきたい。

また、将来、輸送力不足に陥ることも懸念されるなか、所要時間を具体的に勘案した適切な高速道路利用は、物流の効率化に寄与する可能性があるため、高速道路の利用判断の重要性が、今後益々高まることも予想される。

そのため本稿では、高速道路利用における「機会ロスの低減」をキーワードに、輸送経路に高速道路利用を採り入れることによる効果を見える化して、高速道路の有効活用が、新たな輸送機会の創出や輸送回数/台の最大化といった「物流の効率化」に寄与することを具体的に例示した。

また、他機関実施のアンケート結果から、渋滞が高速道路利用を回避する原因の一つとなっていることを鑑み、3号神戸線上りの淀川断面を対象に、高速道路の利用回避につながる恐れのあるサービス水準の低下程度を把握する分析を行い、通常より15以上所要時間が増大する場合に、少なからず利用が回避される可能性が明らかとなった。今後は、検討対象を阪神高速道路ネットワーク全体に広げ、「より利用しやすい高速道路の運営」に活かしていきたいと考える。

また、「道路を賢く使う取組」の検討において、そして同施策の実現にあたって、経路を把握可能なプローブデータを有効に使いこなすことが重要であることが、本検討を通じて再認識できた。

今後、プローブデータの利用環境がさらに拡大されるとともに、より具体的な高速道路利用効果の検証に活用できるようなデータ項目の充実も期待したい。

謝辞：本研究の実施にあたり、(株)富士通交通・道路データサービスの宮里氏には多大なる協力を賜った。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 1) 高速道路を中心とした「道路を賢く使う取組」、中間答申、社会資本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会、2015.7.30
- 2) 日本のトラック輸送産業現状と課題、公益社団法人全日本トラック協会、2014
- 3) 京阪神都市圏における物流実態について、京阪神都市圏中間年次調査中間報告、京阪神都市圏交通計画協議会、2007.3

REDUCTION CONSIDERATION OF A CHANCE LOSS BY THE EVALUATION OF THE ALLOTMENT RATE ABOUT EXPRESSWAY USING PROBE DATA

Takashi KODAMA, Dai TAMAGAWA, Kentaro Suzuki and Jun TANABE