

経路検索エンジンで算出した仮想経路との比較 による実走経路の評価手法検討

兒玉 崇¹・石井 亜也加²・鈴木 健太郎³・太田 圭祐³・田名部 淳⁴・渡辺 俊彦⁵

¹正会員 阪神高速道路株式会社 管理本部大阪保全部保安全管理課 (〒552-0006 大阪市港区石田3-1-25)

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

²非会員 阪神高速道路株式会社 建設事業本部堺建設部設計課 (〒590-0075 堺市堺区南花田口町2-3-20)

E-mail:ayaka-ishi@hanshin-exp.co.jp

³正会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒530-6123 大阪市北区中之島3-3-23)

kentaro-suzuki@hanshin-tech.co.jp, keisuke-ota@hanshin-tech.co.jp

⁴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

⁵非会員 株式会社ナビタイムジャパン (〒107-0062 東京都港区南青山3-8-38 南青山東急ビル)

E-mail: toshihiko-watanabe@navitime.co.jp

物流業界は、ドライバーの高齢化や慢性的な不足、社会的な労務管理意識の高まりなどから、限られた人員・車両、勤務時間で輸送力の最大化を図ることが最重要課題となっている。

合理的な輸送力強化には高速道路の利用が有効ではあるものの、経費削減が重視されるなか、高速道路利用による時間短縮や走行経費削減効果を把握することは容易ではないため、特に都市圏では、合理的な高速道路利用が進んでいるとはいえない状況にある。

そこで今般、商用車プローブデータから一般道のみを利用したトリップを抽出し、経路探索エンジンを用いて高速道路を利用する代替経路情報を実態に即して作成し、高速道路利用による時間短縮の可能性を提示するとともに、高速道路料金や走行経費も考慮した、高速道路を効果的に利用するための総合的な経路評価手法を提案した。

Key Words : probe data, route search engine, virtual route, route assesment

1. はじめに

近年、「物流クライシス」が社会問題化しつつある。

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「物流」では、昨今、貨物輸送が伸び悩むなかでも、Eコマース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、その重要度が格段に高まっている。

しかし、ドライバーの高齢化や新規就労の減少などで、近い将来、深刻な輸送力不足に陥ることが危惧されており、限られた人員・車両により、輸送力の最大化を図ることは、物流業界にとって最重要課題となっている。

さらに、改善基準告示改定や荷待ち時間記録義務化等、働き方改革実現に向けた取組の推進が強化されており、ドライバーの勤務時間内での労働生産性の向上は喫緊の課題とされている (図-1)。

前述の課題には、輸送時間の短縮が抜本的な解決策となることから、「働き方改革実現に向けた政府行動計画」においても、「高速道路の有効活用」が謳われてきた。

しかしながら、物流事業者は、実際に走行した経路の情報しか把握できておらず、経費削減が重視されるなか、高速道路料金に対し、同利用による時間短縮や走行経費削減といった効果との定量的な比較も容易ではないため、特に経路の選択肢が豊富な都市圏においては、合理的な高速道路利用が進んでいるとはいえない状況にある。

なお、高速道路利用による時間短縮や走行経費削減を考慮した運行計画の立案には、実際に走行した経路以外で選択肢となる「仮想経路」との間で、高速道路料金や走行経費等の「費用」を勘案した総合的な経路評価ができる環境の整備が必要となる。ところが、運行管理等で用いられているプローブデータでは、同環境整備において必要な「仮想経路」や「費用」の情報が不足していた。

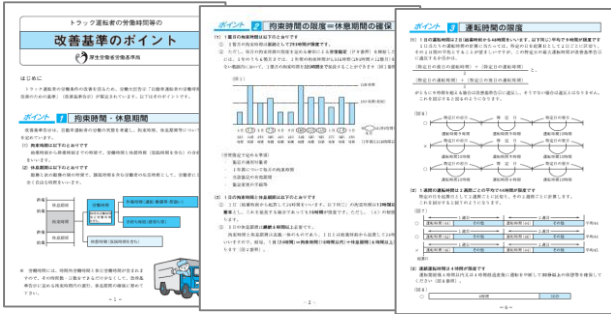


図-1 改善基準告示改定による労務管理の強化概要

そこで、阪神高速は、物流車両が大半を占める商用車プローブデータの経路データを活用して各経路データの比較評価に必要な「仮想経路」を経路探索エンジンで算出し、別途整備した高速道路料金や走行経費を経路データと関係化させて、実走行経路を総合的に評価できる評価用経路データベースを構築するとともに、合理的な高速道路利用の道筋を示すことで、「高速道路の有効活用」を支援する経路評価環境の整備に資することを着想した。

本稿は、我が国の重要なライフラインである物流が抱える課題に対して、その一方策となる「高速道路の有効活用」に着目し、輸送力の合理的な強化を念頭においた運行計画の支援環境構築に資する知見・ノウハウを得ることを目的に据え、阪神都市圏での高速道路利用による時間短縮の可能性を提示するとともに、時間短縮効果や走行経費削減効果も考慮して提案した走行経路の総合的な評価手法について、とりまとめたものである。

2. プローブデータの限界に対する本研究の対応

プローブデータは当該車両の位置情報や挙動情報から構成される実走行データで、当該車両の走行経路・挙動を把握するうえで非常に有用なデータでもあることから、物流事業者の運行管理等にも広く使われている。一方で、様々な車両が様々なデバイスで同データを収集し、それらを活用したサービス競争が激化している現状においては、全数の把握は不可能に等しい。そのため、限られた車両のデータだけの現状では、当該車両が採った挙動の背景にある走行環境を定量的に把握することは困難な状況にある。さらに、同データには、当該経路を選択した背景の把握や選択の妥当性を評価するための情報も不足している。なお、この経路選択の妥当性を評価するには、選択候補となり得る「仮想経路」を算出し、比較評価で

きるが必要になるが、特に、一般道では選択経路も無数に存在することから、「仮想経路」を合理的に算出するための算出アルゴリズムが必要となる。本研究では、その算出に経路探索エンジンを用いることにした。

また、経路を評価するうえでは「時間」だけでなく「費用」も重要な要素となる。そのため、本研究では、最適な経路を評価するにあたり、「時間」と「費用」の双方に着目し、経路データの属性情報として、別途整備した高速道路料金や走行経費を新たに補完し、経路探索エンジンの活用により実態に即した「仮想経路」を算出して代替経路情報として整備することで、実走行経路を総合的に評価できるデータベースを構築することにした。

3. 評価用経路データベースの構築

(1) 分析に使用する経路データの選定

本研究の分析には、様々な物流車両を含む、(株)富士通交通・道路データサービス提供の商用車プローブデータを使用することとし、阪神高速道路及びその周辺の高速道路を含む阪神都市圏エリア(図-2)をODに持つ経路データ(2016年11月~12月, 2017年11月~12月)を対象データとした(表-1)。

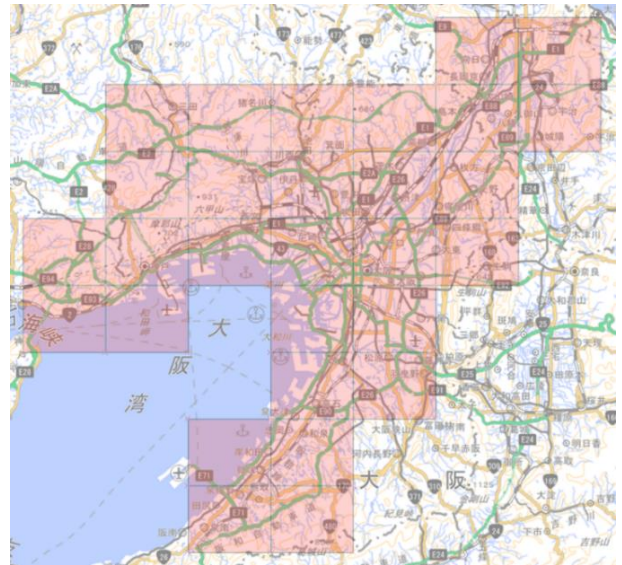


図-2 商用車プローブデータの取得範囲(阪神都市圏)

表-1 商用車プローブデータのトリップ数

年月		トリップ数
2016年	11月	1,309,561
	12月	1,360,542
	小計	2,670,103
2017年	11月	1,642,797
	12月	1,733,685
	小計	3,376,482
合計		6,046,585

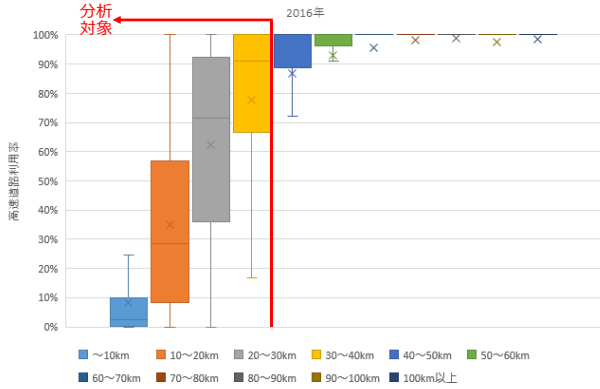


図-3 距離帯別の高速道路利用率（2016年）

ここで、対象データからOD間の高速道路利用率（高速道路利用トリップ／全トリップ）を算定し、OD間の距離帯ごとに比較した箱ひげ図（2016年）を図-3に示す。

これより、距離帯が長くなるにつれて高速道路利用率が高まることがわかる。特に、トリップ長が40km超のODでは、高速道路利用率は平均でも90%程度となり、ほとんどのトリップが高速道路を利用する状況となる。そのため、以降の分析では、高速道路と一般道を使い分けていると考えられるトリップ長40km未満の経路データに着目し、そのうち一般道のみを実際に走行したトリップを使用データとして選定した（実走経路）。

(2) 経路探索エンジンを活用した代替経路情報の算出

前項で選定した経路データの起点及び終点の緯度経度と出発時刻情報をインプットデータとして、NAVITIMEの経路探索エンジンに入力し、「仮想経路」とその詳細情報に該当する代替経路情報を算出した（表-2）。

表-2 代替経路情報の出力項目

カラム名	説明
車両ID	インプットデータ
トリップID	インプットデータ
出発地経度	インプットデータ
出発地緯度	インプットデータ
到着地経度	インプットデータ
到着地緯度	インプットデータ
日時	インプットデータ
距離（メートル）	経路全体の距離
阪高距離（メートル）	経路全体のうち、阪神高速を走行した距離
その他高速距離（メートル）	経路全体のうち、阪神高速以外の高速を走行した距離
一般道路距離（メートル）	経路全体のうち、一般道を走行した距離
車種	中型、大型、特大 阪高旧料金との対応：普通（中型）、大型（大型・特大）
料金種別	ETC
全体料金（円）	阪高料金 + その他料金
阪高料金（円）	阪高の料金
その他料金（円）	その他高速（NEXCO路線、公社路線等）の料金
通過道路名	
通過交差点名	
所要時間（分）	
阪高所要時間（分）	経路全体のうち、阪神高速を走行した所要時間
その他高速所要時間（分）	経路全体のうち、阪神高速以外の高速を走行した所要時間
一般道路所要時間（分）	経路全体のうち、一般道を走行した所要時間
料金発生区間	料金探索エンジン上の判定区間
都心流入	0：流入無し、1：流入適用
乗り継ぎパターン	例：堺→大浜、乗り継ぎでない場合はNULL
阪神高速IN/OUT	

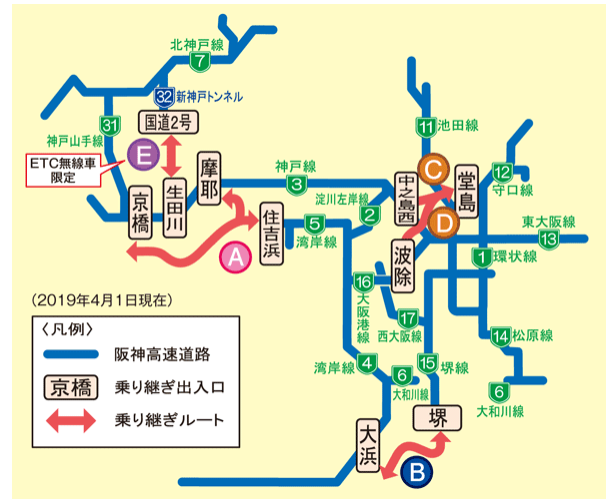


図-4 阪神高速道路における乗り継ぎの概要

ここで、経路探索は、当該トリップの出発日時におけるネットワーク情報を用いており、経路探索に用いるリンク所要時間には、NAVITIMEが収集しているプローブデータから作成された曜日・時間帯を考慮した値を用いることで、経路探索の結果をより実態に即したものにしている。また、NAVITIMEの経路探索エンジンは「乗り継ぎ」に対応していないため、経路探索の結果に乗り継ぎ区間が含まれる場合には、阪神高速道路の料金を、乗り継ぎした場合の料金に置き換える処理を行っている。

ここで、乗り継ぎは、昭和48年の道路審議会答申の提言に基づき路線間ごとに許可を受けている料金制度で、ネットワーク形成途中のため供用中のネットワークと暫定的に切り離されて供用されている路線間に対し、連続して利用する交通が多く、かつ交通処理上一体として取り扱うことが適当な場合に、ターミナルチャージを再度徴収しない距離料金で連続利用できるというものであり

（32号新神戸トンネルと3号神戸線の乗り継ぎは平成12年答申の提言に準拠）、一般道の交通に影響を与えないことを条件に乗り継ぎ対象の入口・出口（図-4）が設定されている。そのため、乗り継ぎ経路は必ずしも最短経路になってはおらず、しかもNAVITIME等の通常の経路探索エンジンは所要時間最短経路を探索するアルゴリズムであることから、結果として、探索結果に乗り継ぎ経路が含まれない場合もあるため上記の処理を行っている。

以上より、当該経路の評価にあたり実際に走行していない経路との定量的な比較評価が難しいという課題に対し、実走経路から「仮想経路」を合理的に算出できるようになったことで、当該経路の比較評価も可能になった。

続いて、距離帯ごとに、算出された「仮想経路」において、高速道路を利用する経路が抽出された割合（2017年）を図-5に示す。

図-5から、トリップ長が10km未満の場合、代替経路情報に高速道路を利用する経路が抽出された割合は25%弱となっている。これは、短距離トリップの場合、高速

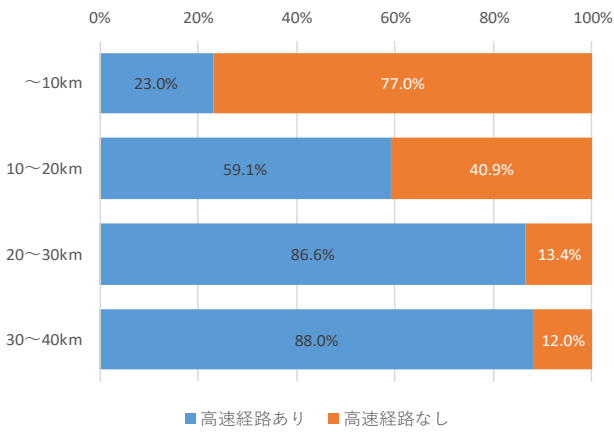


図-5 経路探索による高速道路利用経路の抽出状況 (2017年)

道路のアクセス・イグレスに要する時間が相対的に大きくなり、高速道路を利用するメリットが表れにくくなったためと考えられる。また、トリップ長が20kmを超えると、85%～90%で高速道路を利用する経路が抽出されている。一方、30km以上のトリップ長があっても、1割程度のトリップでは、高速道路を利用する経路が抽出されていない。これは高速道路ネットワークへのアクセス性が悪いODペアが含まれていたためと考えられる。

(3) 高速道路利用による節約時間の傾向

実走経路（一般道のみ）と「仮想経路」（高速道路利用含む）との比較から、時間短縮となる車両を対象に、1日の全ODで高速道路を利用する経路を選択すると仮定した場合の節約時間を、日単位で集計した結果（2017年）を図-6に示す。図-6は、20分～30分程度にピークが存在する分布型を示しているが、1日あたり60分以上の時間短縮が見込まれる車両が20%超も存在していることに注目したい。なお、1日の労働時間を8時間と仮定すると、60分以上の時間短縮はかなりのインパクトがある。

そのため次章では、まず、阪神都市圏における高速道路利用による時間短縮の可能性を把握するために行った分析について報告する。

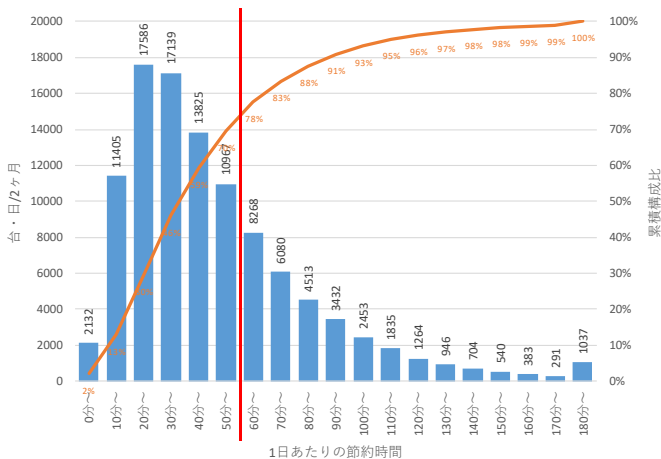


図-6 高速道路利用による節約時間の傾向 (2017年)

4. 高速道路利用による時間短縮の可能性の整理

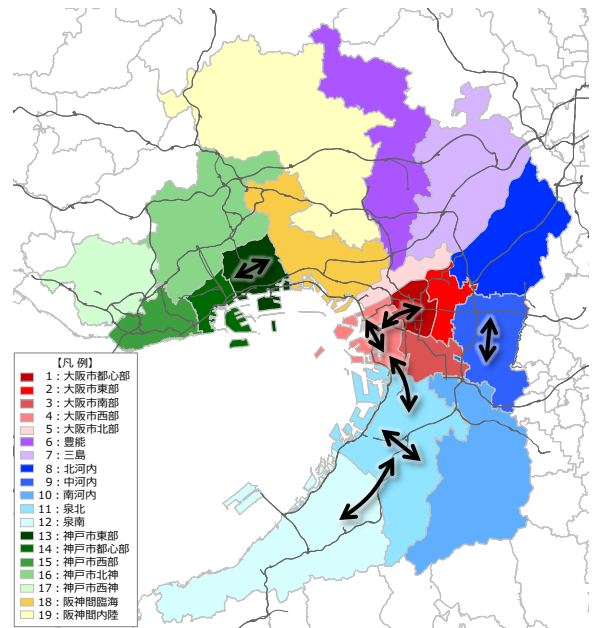
(1) 時間短縮トリップ数 (2017年・昼間12時間)

本章では、まず、実際に一般道を走行した経路（実走経路）と、そのODから経路探索エンジンで算出した高速道路を利用する「仮想経路」とを比較して、時間短縮が図れるトリップを抽出し、阪神都市圏を19のゾーンに集約したゾーン単位に、一般道が混雑している昼間12時間に着目して、ゾーンOD交通量を集計した（図-7）。

図-7から、高速道路利用によって時間短縮が期待できるトリップ数が多いODペアに着目すると、泉北、大阪市西部、大阪市都心部をODに持つトリップ等において、時間短縮となるトリップが多く確認された。

(2) 距離帯別短縮時間の傾向 (2017年・昼間12時間)

直近の2017年11月～12月の昼間12時間において、OD交通量が50トリップ/2か月を超えているペアを対象に、短縮時間が大きいODペアを抽出して集約した。なお、短縮時間はトリップ長に依存するため、本節では、OD間の距離帯ごとに集計している。



■ 時間短縮OD交通量・上位10ペア

O	D	トリップ数
11泉北	11泉北	9,703
04大阪市西部	11泉北	7,410
11泉北	04大阪市西部	7,165
04大阪市西部	04大阪市西部	6,370
01大阪市都心部	04大阪市西部	4,021
04大阪市西部	01大阪市都心部	3,814
11泉北	12泉南	3,067
12泉南	11泉北	2,744
09中河内	09中河内	2,341
13神戸市東部	13神戸市東部	2,248

単位：トリップ/2ヶ月

図-7 時間短縮トリップ数 (2017年・昼間12時間)

a) トリップ長：0km~10km

トリップ長が10km未満の場合に時間短縮が見込まれるトリップは大阪都心部をODに含むものが多く、これを路線間ODで見ると1号環状線、13号東大阪線を流出入するトリップで高い短縮効果が得られていた(図-8)。

この結果は、都心部では一般道が混雑していることに加え、短距離ではアクセス・イグレスに要する時間の影響が相対的に大きくなるため、ネットワークが密な大阪都心部をODに持つトリップの方が、有利となる場合が多かったからと推察される。

b) トリップ長：10km~20km

トリップ長が10km~20kmでは、大阪都心部を含むODペアや大阪都心部を通過するようなODペア(大阪市南部・東部→阪神間臨界, 大阪市西部↔北河内)で時間短縮が大きい。また、高速道路利用は、13号東大阪線で流出入するトリップで短縮時間が大きくなっている。なお、1号環状線を経由するような路線間ODも上位にランクインしている(図-9)。ここで、13号東大阪線は高架下が幹線道路となっているため意外ではあったものの、混雑の激しい大阪都心部を通過するODが上位にランクインしているのは納得できる結果といえる。

c) トリップ長：20km~30km

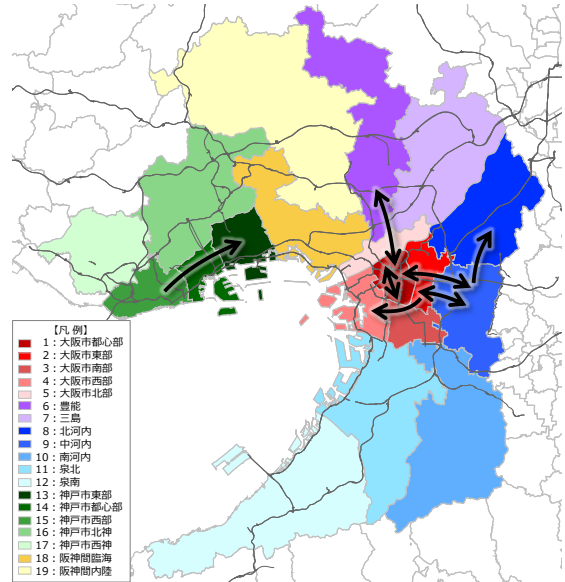
トリップ長が20km~30kmでは、大阪市都心部を通過するODペアで時間短縮が大きい。特に、北河内・中河内と大阪市西部・大阪市北部とを結ぶようなODペアが上位10位の多くを占めている。また、路線間ODでは、13号東大阪線や11号池田線を流出入するトリップの短縮効果が大きく、10km~20km同様、1号環状線や16号大阪港線を経由したトリップが多くなっている(図-10)。

この結果から、阪神都市圏では、大阪都心部を南北に通過するよりも東西に通過する場合に、高速道路が有効に機能している状況が窺える。なお、神戸都心部を通過する利用が上位に上がっていないことに関しては、大阪湾岸道路西伸部等のミッシングリンクによる現在の3号神戸線の交通負担の大きさが影響したものと推察される。

d) トリップ長：30km~40km

トリップ長が30km~40kmでは、短縮時間が大きいODペアは大阪市西部を含むトリップが圧倒的に多く、ベイエリアや三島・北河内・中河内といった内陸との間で大きな時間短縮が見込まれている。また、この距離帯では、13号東大阪線に加えて4号湾岸線や5号湾岸線を流出入するトリップでも短縮時間が大きくなっていた(図-11)。

なお、この結果は、阪神都市圏の重要物流拠点の一つでもある大阪港から各地区への高速道路ネットワークが充実していることを示唆するものでもある。

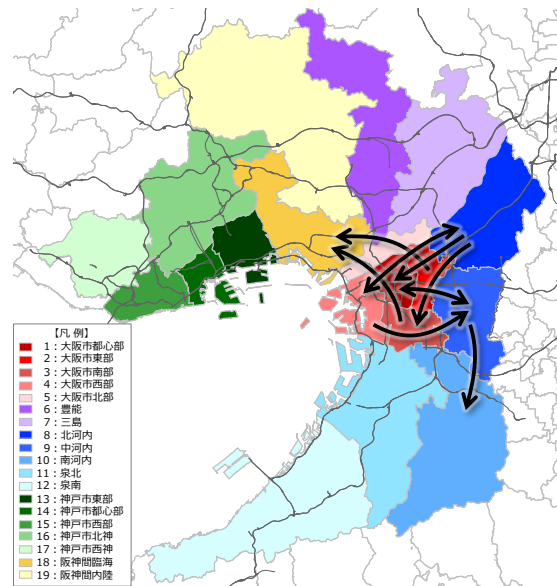


■平均短縮時間上位100ODペア(左), 上位10路線間ODペア(右)
OD間距離: ~10km

O	D	平均短縮時間(分)	O	D	平均短縮時間(分)
01大阪市都心部	01大阪市都心部	20.9	13号東大阪線	1号環状線	20.9
01大阪市都心部	06豊能	19.8	13号東大阪線	11号池田線	20.5
02大阪市東部	09中河内	18.9	11号池田線	1号環状線	18.8
09中河内	01大阪市都心部	18.8	13号東大阪線	13号東大阪線	17.6
01大阪市都心部	09中河内	18.3	1号環状線	12号守口線	17.5
02大阪市東部	04大阪市西部	18.0	1号環状線	13号東大阪線	17.0
09中河内	08北河内	18.0	16号大阪港線	2号淀川左岸線	16.3
06豊能	01大阪市都心部	17.9	1号環状線	14号松原線	16.2
09中河内	02大阪市東部	17.3	12号守口線	1号環状線	16.0
15神戸市西部	13神戸市東部	17.3	1号環状線	1号環状線	15.7

※OD交通量が50(トリップ/2ヶ月)以上のODペアを対象に集計
※OD間距離は商用車プローブデータの一般道路走行距離で分類

図-8 短縮時間(2017年・昼間12時間, ~10km)

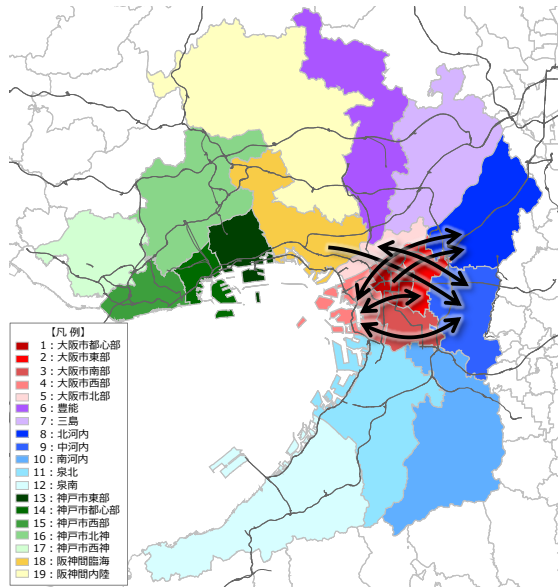


■平均短縮時間上位100ODペア(左), 上位10路線間ODペア(右)
OD間距離: 10~20km

O	D	平均短縮時間(分)	O	D	平均短縮時間(分)
03大阪市南部	18阪神間臨海	30.6	2号淀川左岸線	13号東大阪線	36.5
08北河内	03大阪市南部	30.1	13号東大阪線	2号淀川左岸線	35.0
09中河内	01大阪市都心部	30.1	14号松原線	11号池田線	32.4
02大阪市東部	18阪神間臨海	30.1	5号湾岸線	13号東大阪線	31.8
04大阪市西部	09中河内	29.7	3号神戸線	13号東大阪線	29.8
08北河内	04大阪市西部	29.1	13号東大阪線	1号環状線	29.6
01大阪市都心部	09中河内	29.0	16号大阪港線	13号東大阪線	29.3
04大阪市西部	08北河内	28.8	11号池田線	13号東大阪線	29.1
08北河内	01大阪市都心部	27.8	13号東大阪線	16号大阪港線	29.0
09中河内	10南河内	27.8	13号東大阪線	3号神戸線	28.6

※OD交通量が50(トリップ/2ヶ月)以上のODペアを対象に集計
※OD間距離は商用車プローブデータの一般道路走行距離で分類

図-9 短縮時間(2017年・昼間12時間, 10km~20km)

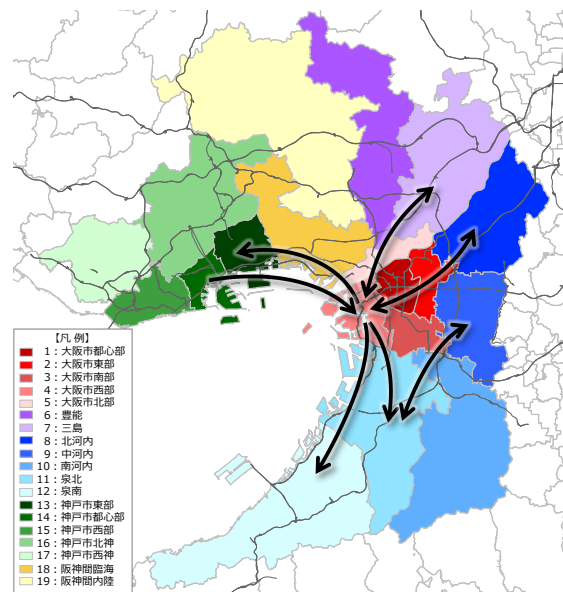


■平均短縮時間上位10ODペア (左), 上位10路線間ODペア (右)
OD間距離: 20~30km

O	D	平均短縮時間(分)	O	D	平均短縮時間(分)
18阪神間臨海	09中河内	54.9	3号神戸線	13号東大阪線	55.2
05大阪市北部	09中河内	50.4	11号池田線	14号松原線	54.2
04大阪市西部	09中河内	49.1	11号池田線	13号東大阪線	51.2
04大阪市西部	02大阪市東部	46.9	13号東大阪線	16号大阪港線	49.0
01大阪市都心部	08北河内	45.0	13号東大阪線	2号淀川左岸線	48.2
08北河内	04大阪市西部	44.9	5号湾岸線	13号東大阪線	47.3
09中河内	04大阪市西部	44.9	2号淀川左岸線	13号東大阪線	46.9
09中河内	05大阪市北部	44.6	13号東大阪線	5号湾岸線	45.0
02大阪市東部	04大阪市西部	44.3	13号東大阪線	4号湾岸線	44.2
04大阪市西部	08北河内	43.6	13号東大阪線	11号池田線	43.1

※OD交通量が50(トリップ/2ヶ月)以上のODペアを対象に集計
※OD間距離は商用車プローブデータの一般道路走行距離で分類

図-10 短縮時間 (2017年・昼間12時間, 20km~30km)



■平均短縮時間上位10ODペア (左), 上位10路線間ODペア (右)
OD間距離: 30~40km

O	D	平均短縮時間(分)	O	D	平均短縮時間(分)
04大阪市西部	11泉北	60.9	5号湾岸線	13号東大阪線	57.4
08北河内	04大阪市西部	57.8	13号東大阪線	4号湾岸線	51.2
04大阪市西部	08北河内	57.2	1号環状線	13号東大阪線	50.0
04大阪市西部	13神戸市東部	48.1	4号湾岸線	13号東大阪線	49.9
07三島	04大阪市西部	47.8	5号湾岸線	5号湾岸線	49.6
11泉北	09中河内	47.4	12号守口線	4号湾岸線	47.7
14神戸市都心部	04大阪市西部	47.3	11号池田線	4号湾岸線	47.5
09中河内	11泉北	45.8	16号大阪港線	13号東大阪線	47.1
04大阪市西部	12泉南	44.2	1号環状線	14号松原線	46.5
04大阪市西部	07三島	43.8	4号湾岸線	5号湾岸線	46.5

※OD交通量が50(トリップ/2ヶ月)以上のODペアを対象に集計
※OD間距離は商用車プローブデータの一般道路走行距離で分類

図-11 短縮時間 (2017年・昼間12時間, 30km~40km)

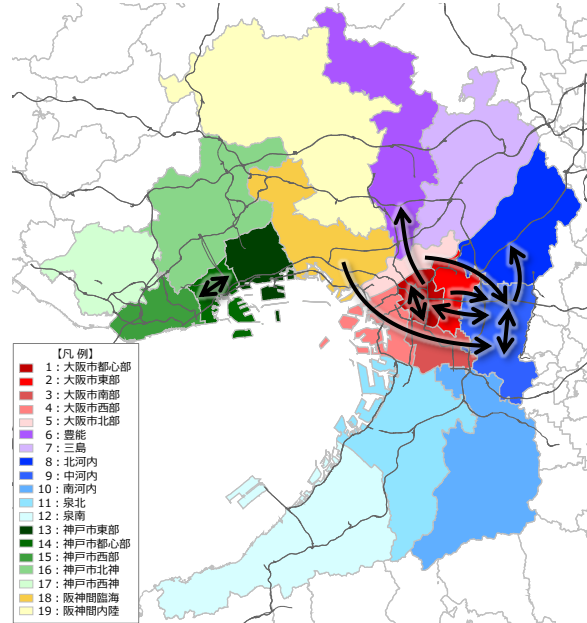
(3) 距離あたりの短縮時間の傾向 (2017年・昼間12時間)

前項では距離帯ごとに集計・比較したが、本項では、短縮時間をトリップ長で除すことで基準化し、その上位10ペアを集計した(図-12)。

これより、上位10ペアは10km未満が大半で、最もkmあたりの短縮時間が大きかったのは大阪市都心内々ODであった。また、中河内をODに持つ短トリップでも短縮時間が大きかった。これらのゾーンでは、一般道の混雑が激しいため、短距離であっても、高速道路を利用することで得られる時間短縮が大きくなったと考えられる。

なお、この結果は、都心部の混雑を回避できる都市高速道路の重要性を再認識させるものであり、都市高速道路事業者にとって、都心部での短距離利用を推奨するうえでの拠り所となり得る非常に重要な結果でもあった。

一方、高速道路利用の障害となる高速道路料金に対し、経路選択時に、高速道路料金や、時間短縮及び経費削減効果等との異なる次元間で、定量的な比較評価ができれば合理的な同利用が進むと想像される。そのため、次章では、「費用」を「時間」に換算して評価する手法を提案し、高速道路料金以上の時間短縮効果を評価して示す。



■kmあたり平均短縮時間上位10ペア

O	D	距離帯	kmあたり短縮時間(分/km)
01大阪市都心部	01大阪市都心部	~10km	3.24
09中河内	01大阪市都心部	~10km	2.62
01大阪市都心部	09中河内	~10km	2.55
09中河内	09中河内	~10km	2.41
02大阪市東部	09中河内	~10km	2.36
14神戸市都心部	14神戸市都心部	~10km	2.29
01大阪市都心部	06豊能	~10km	2.28
09中河内	08北河内	~10km	2.27
05大阪市北部	09中河内	20km~30km	2.26
18阪神間臨海	09中河内	20km~30km	2.24

※OD交通量が50(トリップ/2ヶ月)以上のODペアを対象に集計
※OD間距離は商用車プローブデータの一般道路走行距離で分類

図-12 距離あたりの短縮時間 (2017年・昼間12時間)

5. 費用を考慮した場合の高速道路利用の有効性

(1) 料金を考慮した高速道路利用の有効性

前章までは所要時間のみに着目した集計を行ってきたが、実際に高速道路を利用する際は、高速道路料金を支払うことになる。従って、物流事業者は、実際には短縮時間と高速道路料金とのトレードオフを直感的に考慮したうえで運行経路を選定していると考えられる。

そのため、本項では、料金を時間価値（費用便益分析マニュアル（平成30年2月）¹⁾（以下、B/Cマニュアル）の普通貨物車の時間価値原単位67.95円/分・台（平成29年）を適用）で除して、「一般化所要時間」とすることで定量的な経路比較評価を行う手法を提案する。

図-13は、料金以上の時間短縮効果が得られたトリップの内訳を示しており、2016年では高速道路利用により時間短縮が見込まれる10km未満のトリップのうち、料金に見合う短縮効果が得られたのは30%であった。一方、2017年6月3日からの料金体系の移行により短距離利用の料金が引き下げられた2017年では75%ものトリップで料金に見合った短縮効果が得られた。なお、料金変更後、高速道路の渋滞も幾分緩和されていたこともあり、値上がりとなったトリップ長30km～40kmでも短縮効果が得られた割合が増加していることは興味深い結果といえる。

(2) 料金・走行経費を考慮した高速道路利用の有効性

前項の評価では、高速道路料金に見合った時間短縮が得られていないと評価されたトリップが料金変更後も30%程度存在していた。しかし、高速道路の利用は、一般道の利用よりも燃料費、油脂（オイル）費、タイヤ・チューブ費、車両整備、車両償却費等の走行経費が減少する。そこで、OD間の平均速度を使って走行経費を概算（高速道路を利用する経路では、一般道と高速道路で各々の平均速度を算出）し、前項同様、時間価値で除して「一般化所要時間」とすることで、高速道路利用の有効性を、高速道路料金に加え、走行経費も考慮した総合的な手法で検証した（図-14）。なお、走行経費の原単位はB/Cマニュアルの普通貨物の値を用いている。

図-14から、料金変更後の2017年で比較すると、走行経費まで考慮することで、高速道路利用が有効となるトリップ数がいずれの距離帯でも5%程度増加している。

元来、走行経費は所要時間や料金ほど明確に意識されないコストではあるものの、経路比較においては無視できないコストであることが、本結果より明らかとなった。

なお、本稿では、OD間の平均速度で走行経費を概算したが、経路データを構成する点列データは測位点ごとに速度情報を有しており、実装の際は、それらを用いてさらに精緻に走行経費を算出することも可能であろう。

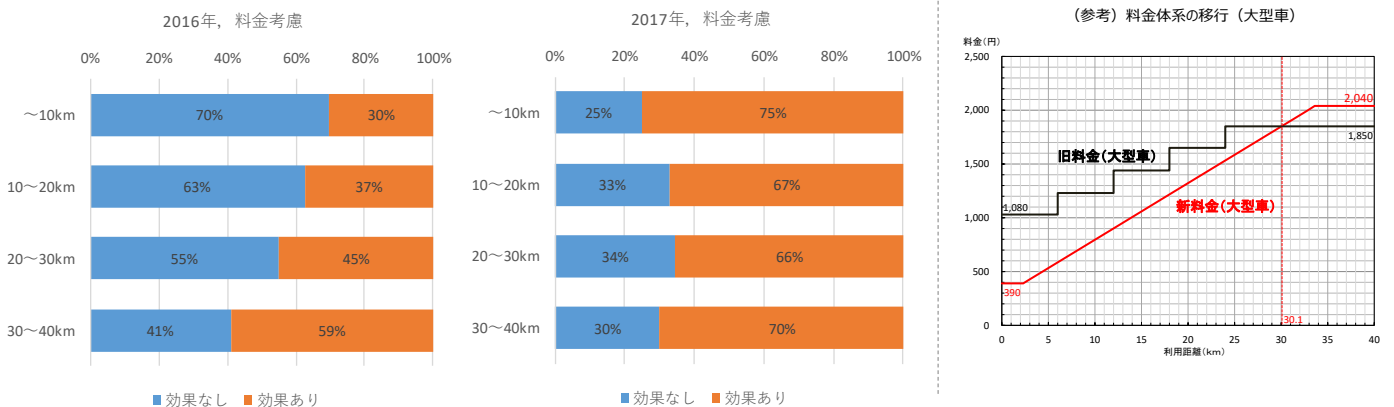


図-13 料金を考慮した場合の高速道路利用の有効性

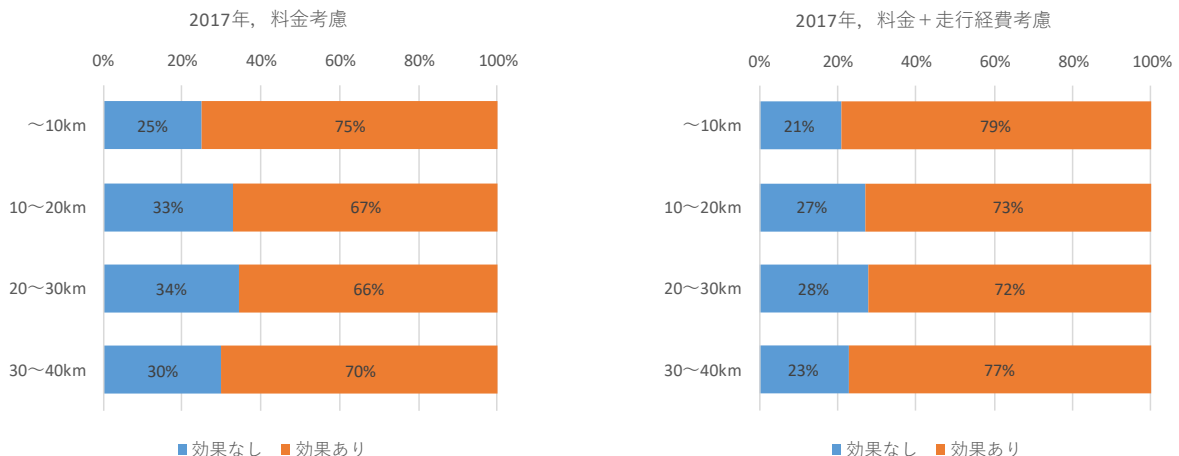


図-14 料金・走行経費を考慮した場合の高速道路利用の有効性

6. まとめと今後に向けた提案

本稿は、物流の輸送力の合理的な強化に「高速道路の有効活用」が求められている社会情勢を背景に、商用車プローブデータに経路探索エンジンを導入して、阪神都市圏における高速道路利用による時間短縮の可能性や得られた知見を示すとともに、高速道路利用による時間短縮効果や走行経費削減効果も考慮した走行経路の総合的な評価手法を提案したものであり、今後、「高速道路の有効活用」の実現に資する知見・ノウハウを発信していくことを念頭にとりまとめている。

具体的には、まず実走行データである商用車プローブデータから一般道のみを利用したトリップを抽出し、経路探索エンジンを活用して、高速道路を利用する代替経路情報を実態に即して算出した（中長距離トリップでは、85%以上で高速道路を利用する「仮想経路」が算出）。

その結果、高速道路利用による短縮時間では、1日あたり20～30分が多く、60分以上短縮できる車両も20%超存在することがわかった。特に、一般道の混雑が激しい都心部において、高速道路利用の有効性が顕著であった。

次に、時間短縮効果に加え、高速道路料金や走行経費といった「費用」を「一般化所要時間」に換算し、次元を「時間」に統一することで、高速道路利用の有効性を総合的かつ定量的に評価する手法を提案した。

なお、提案した同手法の活用により、70%以上で高速道路利用が有効との結果が得られるなど、現在一般道を利用している物流車両には、高速道路利用にメリットがある利用が相当数潜在している状況が確認されている。

物流事業者は、今後、輸送力を合理的に強化するうえで運行計画の適切な立案がより重要になっていくと推察されるが、一方で、高速道路料金に対し、高速道路利用による具体的な走行時間短縮効果や経費節減効果を知る機会や、それらを総合評価できる環境が不足している。

そのため、本研究で得られた知見・ノウハウを物流関係者に発信していくことを通じて、物流事業者が時間短縮・料金・走行経費等を総合的に比較のうえ「高速道路の有効活用」を中心に据えた、合理的な運行計画の立案が可能になるような環境が整備されることを期待したい。

そして、同環境の活用による合理的な走行経路の選択を通じて、勤務時間（走行時間）の合理的な短縮が図られ、我が国の社会・経済システムを支える物流が抱える課題の解決に少なからず貢献できることを期待している。

一方、実際の走行記録であるプローブデータについて、走行事実を把握できるという点で大変価値があるものの、全数把握は当面不可能と予想されるなか、一部の車両の位置・経路・挙動情報までのデータに過ぎない段階からステップアップする時期に来ていると思われる。例えば、高速道路料金や走行経費、代替経路情報が、経路データに追記されれば、経路選択の背景の把握や実態に即した評価も可能になることは、本稿で示したとおりである。

ここで、デジタル社会が成熟していくことでの恩恵の一つに最適化がある。例えば、現在、経験やノウハウに頼っていた複雑な判断が、AIなどによりアルゴリズム化されていくのはその潮流の一つであろう。しかしながら、その複雑な判断をアルゴリズム化するためには、判断を難しくしている複雑な条件を数値化し、構造化されることが前提となる。ところが、物流事業者は「時間」と「費用」を考慮して、複数の選択肢から運行経路を選定したいにも関わらず、プローブデータには「費用」に関する情報がなく、実走経路を比較評価するための「仮想経路」情報もないところに現状の課題が見える。

一方、今後、輸送力不足という課題に対処していくためには、運行計画の最適化、具体的には「高速道路の有効活用」が必要となる。プローブデータがそれに資するためには、実走行データであることの強みに加え、当該車両の選択経路を総合的に評価するための、比較すべき「仮想経路」や「費用」情報を充実させていくことが、重要になっていくと本研究を通じて感じたところである。そして、これらの情報の充実こそが、今後、本格化するであろうデータ駆動型社会において、プローブデータがさらに有効に活用されていくために必要な進化になるものと期待している。

謝辞：本稿は、(株)富士通交通・道路データサービスと阪神高速道路(株)で実施した「交通ビッグデータを活用した社会的価値の創出に関する共同研究」の成果である。同共同研究の関係者に対し、この場を借りて厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局・都市局：費用便益分析マニュアル，2018.2.

(2019.10.4 受付)

STUDY ON EVALUATION METHOD OF ACTUAL DRIVING ROUTE BY COMPARISON WITH VIRTUAL ROUTE CALCULATED BY ROUTE SEARCH ENGINE

Takashi KODAMA, Ayaka ISHII, Kentaro SUZUKI, Keisuke OTA, Jun TANABE and
Toshihiko WATANABE