

貨物車プローブデータに基づく高速道路 利用特性と経路選択モデルの構築

小澤 俊博¹・岸 邦宏²・野見山 尚志³・中西 哲也⁴・五十嵐 達哉⁵

¹非会員 株式会社建設技術研究所 北海道支社 道路室（〒060-0003 北海道札幌市中央区北3条西3丁目1-6）
t-ozawa@ctie.co.jp

²正会員 北海道大学大学院 工学研究院（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）
kishi@eng.hokudai.ac.jp

³正会員 株式会社建設技術研究所 東京本社 道路・交通部（〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1）
nomiyama@ctie.co.jp

⁴非会員 株式会社建設技術研究所 北海道支社 道路室（〒060-0003 北海道札幌市中央区北3条西3丁目1-6）
t-nakanishi@ctie.co.jp

⁵正会員 株式会社建設技術研究所 北海道支社 道路室（〒060-0003 北海道札幌市中央区北3条西3丁目1-6）
ikarashi@ctie.co.jp

北海道内における貨物車の高速道路利用率は低く、長距離トリップの貨物車が一般道を走行することにより、交通渋滞の発生、沿道環境の悪化の要因となっている。一般に、貨物車は走行時間や安全性、通行料金等を踏まえ高速道路の利用有無を選択していると考えられるが、これまでの経路選択実態の把握では、アンケート・ヒアリングといった定性的な把握にとどまっている。一方、近年、情報処理技術の向上により、車両毎の走行データ（走行速度・走行経路等）の取得が可能になり、貨物車の走行データについても蓄積が進んでいる。

本稿では、貨物車プローブデータの分析により、北海道内の都市間移動における貨物車の高速道路選択実態を定量的に明らかにした。さらに、貨物車プローブデータに基づく、貨物車の高速利用（経路選択）モデルを構築し、暫定2車線区間を含む高速道路への転換施策の効果を予測した。

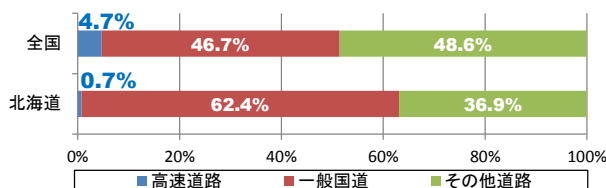
Key Words : probe data , freight car , route choice model

1. はじめに

北海道内における貨物車等大型車の高速道路利用率は、走行台キロの比率で見ると、図-1のように全国平均の約7分の1になっており、全国と比較して非常に低い現状にある。このため、長距離トリップの貨物車が一般道を走行することになり、交通渋滞の発生や交通安全性の低下、沿道環境の悪化等の交通課題における1つの要因になっている。よって、交通課題の解消・緩和に向けては、貨物車の高速道路利用率の向上が有効な対策の1つとなる。

貨物車の高速道路の利用有無の選択、すなわち、「高速道路を利用する経路」と「高速道路を利用せずに一般道のみを通行する経路」の選択は、走行時間が短い、安全性や定時性が高い等の高速道路を利用することによるメリットと高速道路の利用に必要な料金等のデメリットを勘案して行っていると想定される。しかし、これ

まで、このような貨物車の高速道路利用経路と一般道利用経路の選択実態の把握は、特定の物流事業者を対象としてヒアリング調査やアンケート調査等を行い、特定の経路や時期等における当該事業者の選択実態の定性的な把握にとどまっており、また、物流センサスのデータを用いて高速道路利用率を推計した研究は見られるが¹⁾、物流事業者が所有している各車両の日々の業務活動における経路選択実態を連続的・定性的に把握・分析することは困難であった。



出典：平成22年度道路交通センサス²⁾を用いた集計
図-1 大型車の走行台キロ比率（道路種別毎）

一方で、近年、情報通信・処理技術の向上により、道路を走行する車両に搭載されたカーナビデータ等のテレマティクスサービスやスマートフォン等の携帯型移動端末によるプローブデータ（車両毎の走行速度・走行経路等の走行データ）の蓄積が急速に進み、交通実態の詳細な分析等、道路行政に活用されるようになっており、貨物車についてもプローブデータの蓄積がおこなわれるようになってきている³⁾。

本稿では、こうした背景を踏まえて、貨物車プローブデータ（貨物車の運行管理に使用されている緯度・経度等の走行データ）を用いて、北海道内の都市間移動における貨物車の運行実態や高速道路の選択実態を把握するとともに、集計ロジックモデルによる貨物車の高速道路利用率推計モデルを構築し、暫定2車線区間の4車線化や料金変更等の高速道路への転換施策による効果を予測した。

2. 貨物車プローブデータの概要

本稿で使用した貨物車プローブデータの取得方法および仕様は、以下のとおりである。

(1) データの取得方法

本稿で使用した貨物車プローブデータを取得する流れは図-2に示すとおりであり、民間企業が販売している貨物車用のGPS付き車載端末装置（H27.3時点では全国約8,000台の貨物車に搭載）によって貨物車の運行管理に必要な様々なデータを取得し、携帯電話回線により同民間企業のデータセンターに転送して蓄積・一元管理される流れになっている。データセンターに蓄積されたデータは、インターネット回線を通じて、荷主会社や運送会社、荷受会社、3PL会社に、安全や品質・環境に関する情報や到着予測の情報等として提供することで、運行管理を支援する仕組みになっている。

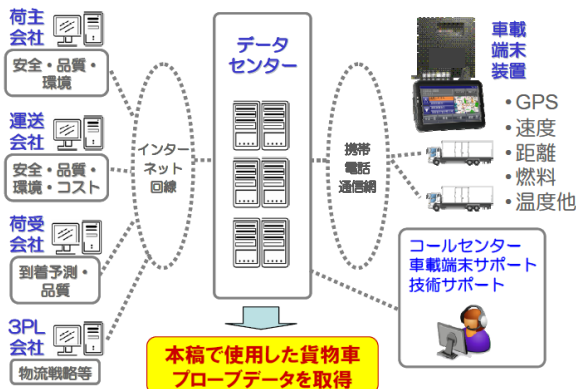


図-2 貨物車プローブデータ取得の流れ

本稿では、データセンターに蓄積されたデータのうち、

貨物車の交通解析に活用可能な一部のデータを取得して、分析に使用した。

(2) データの仕様

本稿で使用した貨物車プローブデータのデータ項目は、表-1に示すとおりである。貨物車プローブデータは、走行データとして、時間経過と連動した走行位置情報（緯度・経度情報）を6分間隔で取得しており、本稿の分析に使用したデータは、6分間隔の走行位置情報による移動距離が18分間（走行位置情報4点の計測間隔）で12m未満の時にトリップを区切る仕様としている。また、本稿に使用した貨物車プローブデータでは、ID番号によって車両を特定することが可能であり、ID番号毎に整理されている車両データによって、当該車両の最大積載量や車両重量、業種を判別することができ、同一車両の日々の運行状況も分析することができる。

表-1 貨物車プローブデータのデータ項目

データ項目		内容
車両データ	最大積載量	車両の最大積載量
	車両重量	車両重量
	業種	車両を利用する業種 ・生活雑貨（コンビニ系） ・その他一般雑貨 ・外食小売大手 ・流通小売大手 ・石油等系（タンクローリ） ・不明
走行データ	移動開始時間	1トリップの開始時間（年月日時分秒）
	移動終了時間	1トリップの終了時間（年月日時分秒）
	走行位置	6分間隔で走行位置（緯度・経度）を測位

※1 トリップは、18分間の移動距離が12m未満の時に終了すると仮定

(3) データのサンプル数

北海道内における貨物車プローブデータの取得対象貨物車数（GPS付き車載端末装置の搭載車両数）は、図-3に示すとおり、H25.12まで増加傾向であり、以降はH27.3までほぼ横ばいで推移し、H27.3時点では約350台になっている。1ヵ月あたりの延べ走行車両台数は、季節変動がある中で、H27.12以降、約4.5万台/月～6万台/月で推移し、H27.3は5.4万台/月になっている。また、取得した貨物車プローブデータの走行軌跡を見ると、図-4のように、北海道内の主要路線をほぼ網羅している。

本稿では、取得対象貨物車数が概ね同程度で推移している1年間分のデータとして、平成26年度（H26.4～H27.3）の1年間の貨物車プローブデータを使用して分析を行った。

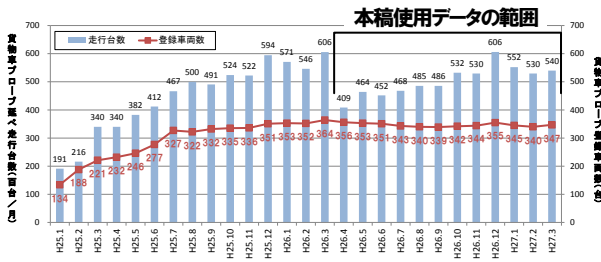


図3 貨物車プローブデータのサンプル数

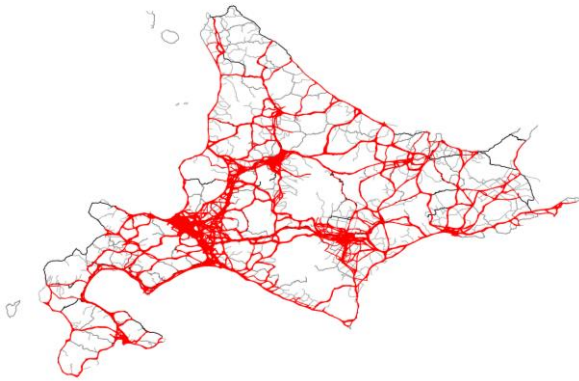


図4 貨物車プローブデータの走行軌跡 (H27.3)

3. 貨物車の運行実態・高速道路利用実態の把握

貨物車プローブデータを用いて、特定車両の運行実態把握を試行するとともに、都市間移動のサンプル数が多い「旭川市→江別市」のトリップを対象として、高速道路利用経路の選択状況等を分析した。

(1) 特定車両の運行実態把握

貨物車プローブデータは、特定車両の走行履歴を追跡

可能であるため、釧路市から帯広市や北広島市・札幌市への輸送を行っていた車両1台に着目して、1日の動きを整理した事例を図-5、表-2に示す。

本事例では、夜11時頃に釧路市を出発した車両が帯広市に立ち寄り、約1時間滞在した後に再び移動し、朝6時頃に北広島市に到着している。その後、帯広市、札幌市清田区と移動し、翌朝の5時前に釧路市に到着している。

車両の特定が可能な貨物車プローブデータを分析することで、貨物車の運行実態として、これまでは詳細な把握が困難であった個車の動き（いつ、どこからどこに、どのような経路で移動し、どの程度滞在したか）を把握することができる。

(2) 「旭川市→江別市」の高速道路利用特性の分析

平成26年度の1年間の貨物車プローブデータから、旭川市から江別市への都市間移動を行っているデータを抽出し、経路選択状況や発着時間を分析した。

「旭川市→江別市」の移動経路は、図-6に示すように、一般道の国道275号を通行する経路（Aルート）が86%を占め、次いで、高速道路（道央自動車道）を主に通行する経路（Bルート）が多くなっている（12%）。AルートとBルート、それぞれの発着時間の集計結果は、表-3、表-4に示すとおりであり、一般道を利用するAルートは、「21時台発-0時台着」、「4時台発-7時台着」、「13時台発-16時台着」、「18・19時台発-21時台着」と様々な時間帯における利用が多くなっているのに対して、高速道路を利用するBルートは、「13・14時台発-15・16時台着」に集中している。このことから、「旭川市→江別市」の貨物車の移動では、日中（午後）の輸送

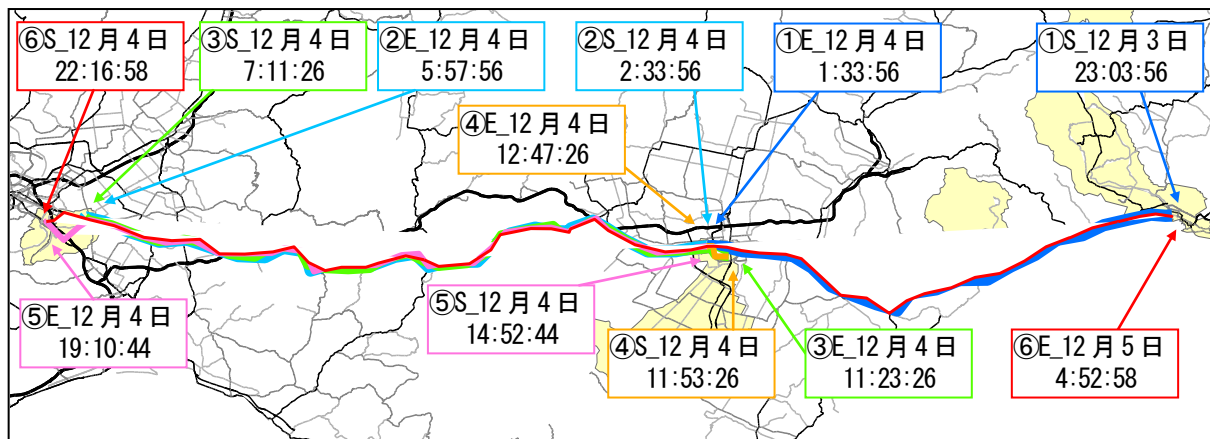


図5 特定車両1台の1日の動き（経路・発着時間）

表-2 特定車両1台の1日の動き（発着時間・出発地・目的地・走行時間）

No	年月日	出発時間：S	到着時間：E	出発地	目的地	走行時間
①	H26.12.3	23:03:56	1:33:56	釧路市	帯広市	2時間24分
②	H26.12.4	2:33:56	5:57:56	帯広市	北広島市	3時間24分
③	H26.12.4	7:11:26	11:23:26	北広島市	帯広市	4時間00分
④	H26.12.4	11:53:26	12:47:26	帯広市	帯広市	0時間42分
⑤	H26.12.4	14:52:44	19:10:44	帯広市	札幌市清田区	4時間06分
⑥	H26.12.4	22:16:58	4:52:58	札幌市清田区	釧路市	6時間12分

において、高速道路利用経路を選択する機会が多くなっていることが分かる。

このように、高速道路利用実態を詳細に把握することで、高速道路の利用促進施策に関するターゲット設定を行う際の基礎データとして利用することができる。

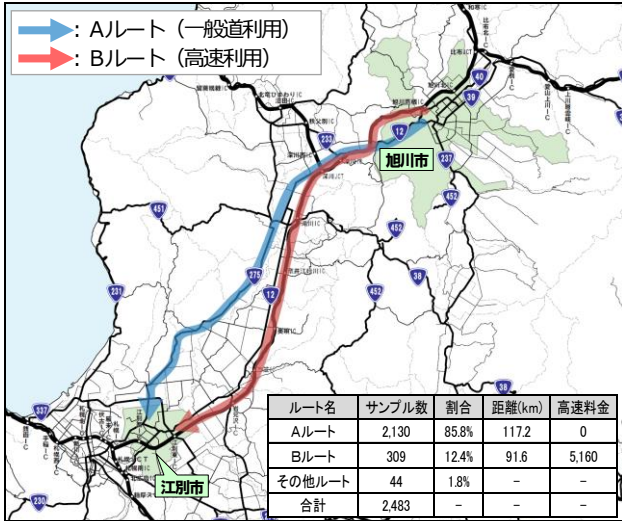


図-6 旭川市→江別市の利用ルート

表-3 Aルート（一般道）の発着時間毎のサンプル数

発着時間	着時間																								合計
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
0				4																					4
1																									2
2																									3
3																									249
4																									81
5																									2
6																									35
7																									29
8																									13
9																									34
10																									66
11																									84
12																									312
13																									82
14																									12
15																									30
16																									51
17																									150
18																									208
19																									9,626
20																									1,54
21																									10,130
22																									1
23																									1
合計	628	42	5	2	3	214	117	40	24	13	31	69	85	316	80	15	41	40	312	43	10	130			

表-4 Bルート（高速道路）の発着時間毎のサンプル数

発着時間	着時間																								合計
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
0																									1
1																									1
2																									1
3																									1
4																									1
5																									1
6																									1
7																									4
8																									16
9																									12
10																									5
11																									5
12																									33
13																									92
14																									61
15																									13
16																									19
17																									14
18																									6
19																									11
20																									8
21																									3
22																									1
23																									1
合計	3	1	1	2	1	1	3	11	15	6	3	22	66	86	26	18	14	12	8	11	1	309			

4. 貨物車プローブデータによる高速道路利用率推計モデルの構築

(1) 高速利用率モデル構築の考え方

国土交通省の将来交通量推計に用いられている従来の

高速道路の転換率式⁴⁾は(式1)のとおりであり、地域別・車種区分別のパラメータは設定されているものの、高速道路利用経路と一般道利用経路の選択は、貨物車も含めて、料金と時間差を基に決定されている。

$$P = \frac{1}{1 + \alpha(X/S)^\beta / T^\gamma} \quad (式1)$$

- P : 転換率
- X : 高速道路利用経路と一般道利用経路の料金/時間差
- T : 一般道利用経路と高速道路利用経路の時間差
- α, β, γ : パラメータ
- S : シフト率

しかし、実際には、貨物車の運行経路における高速道路の利用有無の選択（高速道路利用経路と一般道利用経路の選択）は、時間差と料金の他、安全性、定時性等の様々な要素を考慮して判断していると想定される。

よって、ここでは、従来の迅速性（時間差）と高速道路料金を含め、表-5に示す6つの視点を考慮して、集計ロジットモデルにより、高速道路利用率推計モデルの構築を行った。

表-5 高速道路利用率推計モデルの視点

視点	仮説
1 迅速性	・所要時間が短い経路ほど、迅速性が高く、利用率が高いと想定
2 定時性	・所要時間のばらつきが小さい経路ほど、定時性が高く、利用率が高いと想定
3 安全性	・死傷事故の発生件数が少ない経路ほど、安全性が高く、利用率が高いと想定
4 安定性	・走行時の発進・停車の要因となる信号交差点が少ない経路ほど、安定性が高く、利用率が高いと想定
5 経済性	・走行経費 [*] と高速道路料金の合計が小さい経路ほど、経済性が高く、利用率が高いと想定
6 暫定2車線区間の有無	・高速道路の暫定2車線区間は、追い越しができないため、高速道路経路の利用率が低くなると想定

^{*}走行経費は、費用便益分析における「走行経費（燃料費、油脂費、タイヤ・チューブ費、車両整備費、車両償却費等の項目を走行距離単位当たりで計測した原単位（円/台・km）を用いて算定）」を示す。

(2) 高速利用率モデル構築における分析データの概要

集計ロジットモデルによる高速道路利用率推計モデルの構築は、平成26年度（H26.4～H27.3）の1年間の貨物車プローブデータから分析対象とするODを設定した上で、各視点に関する説明変数を季節・時間帯毎に算定して作成した。

a) 分析対象ODの設定

高速道路利用率推計モデルは、貨物車プローブデータを用いて、季節（通常期・冬期）、時間帯別（朝・昼・夕・夜・深夜）にOD毎の高速道路利用経路と一般道利

用経路の走行サンプル数を集計し、高速道路利用率と各視点に基づく説明変数を算定した上で、集計ロジットモデルを構築するものである。

よって、集計ロジットモデル構築における分析対象ODは、平成26年度（H26.4～H27.3）の貨物車プローブデータの各トリップ（約60万トリップ）のODを市町村毎に集計し、下記の条件に合致するODペアを抽出して設定した。

条件1：高速道路利用経路と一般道利用経路の経路選択が可能な都市間ODである。

条件2：貨物車プローブデータの走行経路から高速道路と一般道の経路選択状況が判定可能である。（高速道路と一般道が近接している場合には、判定困難と判断）

条件3：当該ODの高速道路利用経路と一般道利用経路が、それぞれ1経路で代表でき、季節・時間帯別のいずれかのケースで、高速道路利用と一般道利用の代表経路のサンプル数が10サンプル以上ある。

上記の条件に従って、設定した分析対象ODは、表-6のとおり、10ルートであり、高速道路利用と一般道利用の代表経路のサンプル数が10サンプル以上確保されている季節・時間帯は31ケースである。

b) 各視点に関する説明変数の設定・算定

表-5に示した高速道路利用の判断への影響が想定される6つの視点毎に、表-7のように集計ロジットモデルの構築に用いる説明変数およびその算定方法を設定した。

「暫定2車線区間の有無」以外の視点の説明変数は、一般道利用代表経路と高速道路利用代表経路における各指標値（「迅速性」は平均所要時間（所要時間の中央値： T_{50} ）、「定時性」は所要時間のばらつき（余裕時間： $BT=T_{90}-T_{50}$ ）等）の差分として、貨物車プローブデ

表-6 分析対象ODの季節・時間帯別のサンプル数

OD	季節	時間帯*	貨物車プローブデータ (H26.4～H27.3)		
			サンプル数		高速道路利用率
			高速利用代表経路	一般道代表経路	
1 旭川市→江別市	通常期4～11月	昼 (9-17)	159	900	15.0%
		夕 (17-20)	23	78	22.8%
	冬期12～3月	昼 (9-17)	80	432	15.6%
		夜 (20-0.4-6)	19	15	55.9%
2 室蘭市→北広島市	通常期4～11月	昼 (9-17)	72	14	83.7%
		夕 (17-20)	31	22	58.5%
3 釧路市→北広島市	通常期4～11月	昼 (9-17)	156	171	47.7%
4 帯広市→北広島市	通常期4～11月	昼 (9-17)	88	586	13.1%
		冬期12～3月	昼 (9-17)	49	242
5 岩見沢市→北広島市	通常期4～11月	昼 (9-17)	111	615	15.3%
		夕 (17-20)	73	287	20.3%
	冬期12～3月	昼 (9-17)	93	246	27.4%
		夕 (17-20)	46	195	19.1%
6 苫小牧市→石狩市	通常期4～11月	朝 (6-9)	266	18	93.7%
		昼 (9-17)	316	29	91.6%
7 江別市→函館市	通常期4～11月	昼 (9-17)	15	98	13.3%
		朝 (6-9)	18	53	25.4%
8 江別市→苫小牧市	通常期4～11月	昼 (9-17)	377	257	59.5%
		夕 (17-20)	61	27	69.3%
		夜 (20-0.4-6)	36	94	27.7%
		深夜 (0-4)	35	112	23.8%
	冬期12～3月	朝 (6-9)	32	19	62.7%
		昼 (9-17)	264	72	78.6%
		夕 (17-20)	30	16	65.2%
		夜 (20-0.4-6)	42	81	34.1%
		深夜 (0-4)	43	35	55.1%
		朝 (6-9)	405	60	87.1%
9 恵庭市→苫小牧市	通常期4～11月	昼 (9-17)	122	13	90.4%
		朝 (6-9)	313	58	84.4%
10 北広島市→室蘭市	通常期4～11月	朝 (6-9)	88	18	83.0%

*時間帯は、高速道路料金のETC割引を考慮するため、料金割引の時間帯に応じた設定

ータの実績や平成22年度道路交通センサス等を用いて算定した。「暫定2車線区間の有無」は、高速道路利用経路における高速道路通行区間内の暫定2車線区間の有無をダミー変数で設定した。

上記に従って、分析対象OD・ケース（季節・時間帯）毎に説明変数を算定した上で（表-8），説明変数の算定値を横軸、高速道路利用率を縦軸に示した散布図を作成し（図-7），各説明変数と高速道路利用率の係数を確認した。その結果、「迅速性、定時性、安全性、経済性」は、一般道利用経路の指標値と高速道路利用経路の指標値の差分が大きくなるほど、高速道路利用率が高くなる傾向を示し、「暫定2車線区間の有無」は、暫定2車線区間が無い方が高速道路利用率が高くなる傾向を示

表-7 高速道路利用率推計モデルの説明変数および算定方法

視点	説明変数	算定方法
1 迅速性	一般道経路と高速経路の平均所要時間（所要時間中央値： T_{50} ）の差	分析対象の各ODの高速代表経路・一般道代表経路について、貨物車プローブの実績値を用いて、時間帯毎（朝：6～9時、昼：9～17時、夕：17～20時、夜：20～6時）、季節毎（通常期：4～11月、冬期：12～3月）に値を設定
2 定時性	一般道経路と高速経路の所要時間のばらつきの差（余裕時間： $BT(T_{90}-T_{50})$ の差）	分析対象の各ODの高速代表経路・一般道代表経路について、事故データを用いて、季節毎（通常期：4～11月、冬期：12～3月）に値を設定
3 安全性	一般道経路と高速経路の死傷事故件数の差	分析対象の各ODの高速代表経路・一般道代表経路について、H22道路交通センサスデータを用いて設定（OD毎に一定の値）
4 安定性	一般道経路と高速経路の信号交差点数の差	高速道路料金は、分析対象の各ODの高速代表経路について、高速道路ETC割引を考慮して、時間帯毎（朝夕割引：6～9・17～20時、深夜割引0～4時、割引無し：9～17・20～0・4～6時）に値を設定
5 経済性	一般道経路と高速経路の「走行経費+高速道路料金（高速経路のみ）」の差	走行経費は、分析対象の各ODの高速代表経路・一般道代表経路について、H22道路交通センサスの旅行速度（朝・夕：混雑時旅行速度、その他時間帯：12時間平均旅行速度）を用いて、費用便益分析における走行経費の算定手法 ³⁾ に従って設定
6 暫定2車線区間の有無	高速経路における、高速道路通行区間内の暫定2車線区間の有無	分析対象の各ODについて、高速経路で利用する高速道路区間に暫定2車線区間が含まれる場合は1、含まれない場合は0（ダミー変数）

表-8 OD・季節・時間帯別の説明変数（算定値）

OD	季節	時間帯	説明変数						
			迅速性	定時性	安全性	安定性	経済性	高速2車線区間	
			所要時間差	余裕時間差	死傷事故件数差	信号交差点数差	費用差	有1、無0	
1 旭川市→江別市	通常期4~11月	昼(9-17)	24.0	4.8	8.6	481.0	-5247	0	
		夕(17-20)	30.0	6.0	8.6	481.0	-2985	0	
		夜(20-0.4-6)	30.0	18.0	48.0	481.0	-5247	0	
2 室蘭市→北広島市	通常期4~11月	昼(9-17)	36.0	8.4	48.0	481.0	-2985	0	
		夕(17-20)	30.0	6.0	22.9	428.0	-1638	0	
		夜(20-0.4-6)	30.0	18.0	48.0	481.0	-5247	0	
3 網走市→北広島市	通常期4~11月	昼(9-17)	72.0	6.0	6.0	329.4	-4002	1	
		夕(17-20)	18.0	4.2	3.0	239.2	-3281	1	
		夜(20-0.4-6)	18.0	0.0	19.5	239.2	-3281	1	
5 岩見沢市→北広島市	通常期4~11月	昼(9-17)	-6.0	6.0	3.0	72.0	-3069	0	
		夕(17-20)	-6.0	12.0	3.0	72.0	-1835	0	
		夜(20-0.4-6)	-6.0	7.2	25.5	72.0	-3069	0	
6 苫小牧市→石狩市	通常期4~11月	朝(6-9)	33.0	3.0	4.5	258.8	26	0	
		昼(9-17)	42.0	13.2	4.5	258.8	-1242	0	
		夜(20-0.4-6)	30.0	15.6	30.8	659.8	-10779	1	
8 江別市→苫小牧市	通常期4~11月	朝(6-9)	18.0	24.0	4.9	222.7	-1214	0	
		昼(9-17)	18.0	12.0	4.9	222.7	-2680	0	
		夕(17-20)	30.0	16.8	4.9	222.7	-1214	0	
	冬期12~3月	夜(20-0.4-6)	6.0	6.0	4.9	222.7	-2680	0	
		深夜(0-4)	6.0	6.0	4.9	222.7	-1820	0	
		朝(6-9)	24.0	24.0	42.8	222.7	-1214	0	
	冬期12~3月	昼(9-17)	12.0	5.4	42.8	222.7	-2680	0	
		夕(17-20)	21.0	6.0	42.8	222.7	-1214	0	
		夜(20-0.4-6)	12.0	6.0	42.8	222.7	-2680	0	
9 恵庭市→苫小牧市	通常期4~11月	昼(9-17)	12.0	18.0	9.8	96.6	-888	0	
		朝(6-9)	6.0	0.0	52.5	96.6	-331	0	
		夕(17-20)	6.0	7.8	52.5	96.6	-888	0	
10 北広島市→室蘭市	通常期4~11月	朝(6-9)	42.0	7.8	22.9	428.0	-1638	0	

し、仮説と合致している。一方で、「安定性」は、信号交差点数の差が大きくなるほど、高速道路利用率が下がる傾向を示しており、高速道路利用率の説明変数として適さない可能性が確認された。

(3) 高速道路利用率推計モデルの構築および検証

作成した分析データに基づき、高速道路利用率推計モデルとして、集計ロジットモデルの構築を行い、構築したモデルの検証を行った。

a) 高速道路利用率推計モデルの構築

OD・季節・時間帯別の31ケースを用いて、目的変数を各ケースの高速道路利用率として、「迅速性、定時性、安全性、安定性、経済性、暫定2車線区間の有無」の6つの説明変数を対象として、(式2)、(式3)による集計ロジットモデルを最尤法により構築した。

$$P = \frac{1}{1 + \exp\{-f(x)\}} \quad (式2)$$

$$f(x) = \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 + \delta x_4 + \varepsilon x_5 + \zeta x_6 + \mu \quad (式3)$$

- P : 高速道路利用率
- x₁ : 一般経路と高速経路の平均所要時間の差 (迅速性)
- x₂ : 一般経路と高速経路の所要時間のばらつきの差 (定時性)
- x₃ : 一般経路と高速経路の死傷事故件数の差 (安全性)
- x₄ : 一般経路と高速経路の信号交差点数の差 (安定性)
- x₅ : 一般経路と高速経路の費用の差 (経済性)
- x₆ : 高速経路内の暫定2車線区間の有無 (有:1, 無:0)

なお、「安定性」は、信号交差点数の差が大きくなるほど、高速道路利用率が高くなると想定しているが、図-7に示したとおり、集計ロジットモデルの構築に用いる31ケースは、逆の傾向を示していることから、高速道路

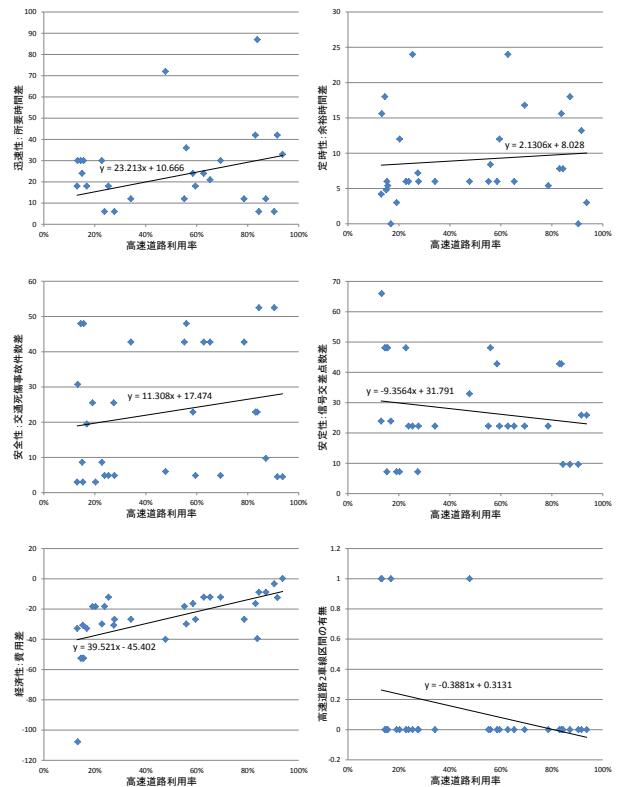


図-7 各説明変数の算定値と高速道路利用率

利用率の説明変数として適さない可能性があるため、「安定性」を含めた6つの説明変数を対象とする場合と「安定性」以外の5つの説明変数を対象とする場合の2パターンで分析を行った。

最尤法により、算定した各説明変数の係数は表-9のとおりである。「安定性」を説明変数に含めた場合(パターン①)、「安定性」の係数の符号がマイナス(信号交差点数の差が大きくなるほど、高速道路利用率が低くなる)になっており、論理的に不整合が生じているが、「安定性」を説明変数に含めない場合(パターン②)では、各説明変数の符号は論理的に整合がとれている。

表-9 各説明変数の係数

パターン	係数						
	迅速性	定時性	安全性	安定性	経済性	高速2車線区間の有無	定数項
①「安定性」を含む	0.0543	0.0064	0.0164	-0.0254	0.0622	-1.3411	0.9146
②「安定性」を含まない	0.0420	0.0160	0.0155	-	0.0756	-0.9718	0.7845

よって、高速道路利用率推計モデルは、「パターン②」「安定性」を含まない」を採用した。

b) 高速道路利用率推計モデルの検証

OD・季節・時間帯別の31ケースを対象として、本稿で構築した推計モデルおよび従来の高速道路の転換率式に従って、高速道路利用率を推計し、貨物車プローブデータによる高速道路利用率との比較検証を行った。

表-10に高速道路利用率の推計値および実データ、図-8に高速道路利用率の実データを横軸、各推計値を縦軸とした散布図を示す。従来の転換率式は、全体的に高速道路利用率が低く推計され、実データに対する相関係数が0.49と低いものに対して、本稿で構築した推計モデルは、実データに対する相関係数が0.86と高くなっており、従来式に対して精度の向上が図られている。

表-10 高速道路利用率の比較検証

OD	季節	時間帯	高速道路利用率		
			実データ (貨物車プロブ データ)	本稿の 推計モデル	従来の 転換率式
1 旭川市→江別市	通常期4~11月	昼(9-17)	15.0%	12.3%	11.3%
		夕(17-20)	22.8%	50.4%	21.1%
	冬期12~3月	昼(9-17)	15.6%	25.2%	15.5%
		夕(17-20)	55.9%	71.5%	27.3%
夜(20-0-4-6)	14.5%	29.1%	15.5%		
2 室蘭市→北広島市	通常期4~11月	昼(9-17)	83.7%	88.6%	74.3%
夕(17-20)	58.5%	73.2%	18.2%		
3 釧路市→北広島市	通常期4~11月	昼(9-17)	47.7%	50.0%	51.4%
4 帯広市→北広島市	通常期4~11月	昼(9-17)	13.1%	14.2%	8.1%
	冬期12~3月	昼(9-17)	16.8%	16.7%	8.1%
5 岩見沢市→北広島市	通常期4~11月	昼(9-17)	15.3%	16.2%	0.0%
	冬期12~3月	昼(9-17)	20.3%	35.1%	0.0%
6 苫小牧市→石狩市	通常期4~11月	朝(6-9)	93.7%	90.9%	39.9%
	昼(9-17)	91.6%	86.9%	37.8%	
7 江別市→函館市	通常期4~11月	昼(9-17)	13.3%	0.2%	10.1%
8 江別市→苫小牧市	通常期4~11月	朝(6-9)	25.4%	74.7%	15.6%
		昼(9-17)	59.5%	44.6%	10.5%
		夕(17-20)	69.3%	81.3%	31.7%
		夜(20-0-4-6)	27.7%	30.6%	2.3%
	冬期12~3月	深夜(0-4)	23.8%	45.8%	2.8%
		朝(6-9)	62.7%	87.2%	23.2%
		昼(9-17)	78.6%	50.3%	6.0%
		夕(17-20)	65.2%	81.9%	19.3%
9 恵庭市→苫小牧市	通常期4~11月	昼(9-17)	87.1%	74.2%	10.5%
	冬期12~3月	朝(6-9)	90.4%	83.2%	5.9%
10 北広島市→室蘭市	通常期4~11月	昼(9-17)	84.4%	78.6%	4.0%
	朝(6-9)	83.0%	85.7%	39.8%	
			相関係数	0.86	0.49

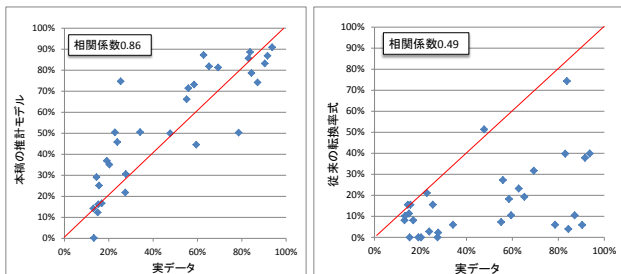


図-8 高速道路利用率の推計値と実データ
(左：本稿の推計モデル，右：従来の転換率式)

5. 暫定2車線区間の利用促進施策の検討と効果

高速道路の暫定2車線区間は、4車線区間のように自由に追い越しを行うことができないため、一般道に対する優位性が低下し、高速道路利用率が低くなる傾向がある。

そこで、暫定2車線区間の利用率向上に資する転換施策について、道東自動車道の暫定2車線区間を対象として、「4車線化(迅速性向上)」および「料金割引(経済性向上)」の2つの施策による効果予測のケーススタディを本稿で構築した高速道路利用率推計モデルを用いて実施した。

(1) 暫定2車線区間の4車線化

本稿における分析対象ODのうち、高速道路利用代表経路が暫定2車線区間である道東自動車道の帯広JCT～夕張IC間(103.2km)を通行する「帯広市→北広島市」のOD(図-9)を対象として、暫定2車線区間が4車線化されることによる高速道路利用率の向上効果を予測した。

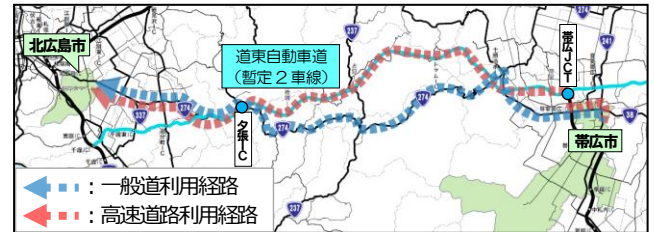


図-9 帯広市→北広島市の利用経路

暫定2車線区間の4車線化では、所要時間が短縮し、迅速性が向上(一般道経路と高速道路経路の所要時間差が増加)する。ケーススタディでは、平成22年度道路交通センサスにおける、北海道内の高速道路の4車線区間および暫定2車線区間の混雑時平均旅行速度の平均値(4車線区間:86.0km/h、暫定2車線区間:75.5km/h)から、暫定2車線区間の4車線化により、「旅行速度が75.5km/hから86.0km/hに向上し、高速道路利用経路の所要時間が10分短縮することで所要時間差が10分拡大する」と仮定した。また、説明変数「暫定2車線区間の有無」も有から無に変更される。

この結果、「帯広市→北広島市」の高速道路利用率は、通常期・昼間は25.8%(14.2%→40.0%)、冬期・昼間は27.9%(16.7%→44.6%)向上すると試算された。

表-11 暫定2車線区間の4車線化の分析結果

ケース	季節	時間帯	説明変数				高速道路利用率		
			迅速性 所要時間差	定時性 余裕時間差	安全性 死傷事故件数差	経済性 費用差	実データ (貨物車プロブデータ)	集計 ロジック モデル	
現況(帯広JCT～夕張IC間:暫定2車線区間)	通常期	昼(9-17)	18.0	4.2	3.0	-3281	1	13.1%	14.2%
	冬期	昼(9-17)	18.0	0.0	19.5	-3281	1	16.8%	16.7%
帯広JCT～夕張IC間4車線化	通常期	昼(9-17)	28.0	4.2	3.0	-3281	0	-	40.0%
	冬期	昼(9-17)	28.0	0.0	19.5	-3281	0	-	44.6%

(2) 暫定2車線区間の料金割引

高速道路の暫定2車線区間は、4車線区間のように自由に追い越しを行うことができないが、料金設定は同じであるため、暫定2車線区間に限定した料金割引施策による高速道路利用率の向上効果を予測した。対象ODは、暫定2車線区間の4車線化と同様に、「帯広市→北広島市」とした。ケーススタディでは、「帯広市→北広島市」の高速道路利用経路で通行する「道東自動車道 帯広JCT～夕張IC間」の料金(昼間大型車料金:4,560円)を半額に割引くと仮定した。

この結果、「帯広市→北広島市」の高速道路利用率は、通常期・昼間は33.9%(14.2%→48.1%)、冬期・昼間は

36.2% (16.7%→52.8%) 向上すると試算された。

表-12 暫定2車線区間の料金割引の分析結果

ケース	季節	時間帯	説明変数					高速道路利用率		
			迅速性	定時性	安全性	経済性	高速2車線区間	実データ (貨物車 プローブ データ)	累計 ログット モデル	
			所要 時間差	余裕 時間差	死傷事故 件数差	費用差	有1 無0			
現況(帯広JCT～タ張IC:料金通常)	通常期	昼(9-17)	18.0	4.2	3.0	-3281	1	13.1%	14.2%	
	冬期	昼(9-17)	18.0	0.0	19.5	3281	1	16.8%	16.7%	
帯広JCT～タ張IC 料金半額	通常期	昼(9-17)	18.0	4.2	3.0	-1001	1		48.1%	
	冬期	昼(9-17)	18.0	0.0	19.5	-1001	1		52.8%	

6. おわりに

本稿では、高速道路利用率推計モデルを構築し、高速道路利用促進施策を検討した。主な成果は以下のようまとめられる。

- 1) 1台の車両に着目して貨物車プローブデータを分析することで、貨物車の運行実態として、これまでは詳細な把握が困難であった個車の動き（いつ、どこからどこに、どのような経路で移動し、どの程度滞在したか）を把握した。また、都市間移動等の特定ODに着目した分析を行うことで、発着時間に応じた利用経路・高速道路利用状況を把握した。
- 2) 特定ODの貨物車プローブデータ等を用いて、経路選択状況や各経路の状況を迅速性、定時性、安全性、経済性等の多様な視点で分析することで、従来の転換率式よりも精度が高い高速道路利用率推計モデルを構築した。
- 3) 構築した高速道路利用率推計モデルを用いて、高速道路の暫定2車線区間の4車線化等の転換施策の効果を予測した。

また、今後の課題として、以下の2点が挙げられる。

- 1) 本稿では、貨物車プローブデータを用いて、「迅速性、定時性、安全性、安定性、経済性、暫定2車線区間の有無」の6つの視点で分析を行い、「安定性」以外の5つの視点を説明変数とした高速道路利用率推計モデルを構築したが、物流事業者へのヒアリング、アンケート調査を行い、これらの視点の妥当性、影響度を検証する必要がある。
- 2) 本稿に用いた貨物車プローブデータは、H27.3時点で、全国は約8,000台、北海道内は約350台の貨物車が対象となっているが、以降も対象車両は増加しており、今後、更なるサンプル数の拡大が期待される。また、貨物車プローブデータでは、一部の車両ではあるが、燃費情報を取得可能である。よって、高速道路利用率推計モデルの精度向上に向けては、分析対象サンプルを追加することで、対象ODの拡大等を行うとともに、燃費情報を推計モデルにおける「経済性」に反映することで、より実データに即したモデル構築を行うことが考えられる。

参考文献

- 1) 関谷 浩孝・上坂 克巳・小林 正憲・南部 浩之: 輸送品の特性と貨物車の高速道路利用率との関係, 土木学会論文集 D3, Vol.67, No.5, I_769-I_777, 2011
- 2) 国土交通省: 平成 22 年度道路交通センサス, 2010
- 3) 土屋 三智久, 金子 玲大, 大井 孝通, 河田 明博, 笠井 巖祐: 貨物車プローブデータを活用した道路整備効果の分析事例, 第 49 回土木計画学研究発表会, 2014
- 4) 国土交通省: 将来交通需要推計手法, 2010
- 5) 国土交通省: 費用便益分析マニュアル, 2008

(2016.4.22 受付)

CHARACTERISTIC OF USING EXPRESSWAY AND ITS ROUTE CHOICE MODEL BASED ON THE FREIGHT CAR PROBE DATA

Toshihiro OZAWA, Kunihiro KISHI, Hisashi NOMIYAMA, Testuya NAKANISHI and Tatsuya IKARASHI

In Hokkaido, expressway using rate of freight cars is low. Instead many long distance trip freight cars are using general road. That is one main cause of traffic jam problem and roadside environment pollution problem.

Generally, it is known that freight car driver considers the required travel time, safety and toll expense to choose whether to use expressway or not. However, so far there are only qualitative studies of route choice like questionnaire, hearing survey and so on.

On the other hand, due to the information process technology improvement enables collecting of driving data of each vehicle (speed, route, etc) possible and the freight car trip data is getting accumulated.

This paper quantitatively reveals the fact of expressway choice decision making of inter-city trip freight car in Hokkaido by analyzing freight car probe data. Furthermore, this paper implemented the effect prediction of conversion promotion measure of expressway including a temporary two lane section by the freight car route choice model that build based on freight car probe data.