

積載品目別にみた貨物車の高速道路利用特性の分析

長岡技術科学大学 都市交通研究室 非会員 ○西村 一輝
長岡技術科学大学 都市交通研究室 正会員 佐野 可寸志
長岡技術科学大学 都市交通研究室 正会員 加藤 哲平
長岡技術科学大学 都市交通研究室 正会員 Prasongchai Setthasuravich

1. はじめに

道路事業の費用便益分析では、走行時間短縮便益を車種別の時間価値で評価しており、普通貨物車には積荷の種類によらず一つの値が用いられている¹⁾。しかし貨物車の時間価値には、運転者の人件費や車両の費用に加えて、輸送中の貨物の在庫費用や鮮度の低下など、積荷によって異なる部分が含まれると考えられる。わが国では、貨物車の高速道路の利用選択から時間価値を推定した研究があるが²⁾、積荷の品目別に分けた推定は行われていない。

品目別の時間価値を推定するには、個々の出荷について経路、所要時間、料金がわかるデータが必要であり、筆者らは全国貨物純流動調査（以下、物流センサス）³⁾の調査票情報の利用を申請している。本研究ではその前段として、公表されている集計表と産業連関表から品類別の時間価値を設定し、高速道路の利用選択モデルにより品類別の高速道路利用率を計算する。全品類で同じ時間価値を用いた場合と比べて、実績の利用率にどれだけ近づくかを確かめ、品類別に時間価値を考える意義を検討する。

2. 対象とデータ

2.1 対象

物流センサスの代表輸送機関のうち、一車貸切を対象とする。一車貸切は荷主が車両を1台借り切って輸送する形態であり、高速道路を使うかどうか輸送ごとに選択されると考えられる。品類は物流センサスの9品類とする。

2.2 使用データ

表-1に使用データを示す。物流センサスはいずれも2021年調査の公表集計表であり、高速道路の利用が不明の流動は除いた。品類別の高速道路利用率は全輸送機関の集計である表 II-6-3 から、表 I-2-10 の輸送機関別重量を用いて一車貸切の分を取り出した値を実績値とする。距離帯は、都道府県ごとに県庁所在地に最も近いインターチェンジを代表点とし、

代表点間の高速道路の経路距離により都道府県間の流動を分類した。

表-1 使用データ

データ	内容
物流センサス（年間調査）	産業業種・品類別年間出荷量（表 II-1-1） 一車貸切の品類別流動量（表 II-4-3）、 都道府県間・高速道路利用の有無別流動量（表 V-1-2）、都道府県間・品類別流動量（表 V-2）、品類別・高速道路利用の有無別流動量（表 II-6-3）
物流センサス（3日間調査）	令和2年（2020年）表、統合小分類の国内生産額
産業連関表 ⁴⁾	普通貨物車の時間価値 76.94 円/分・台（令和4年2月、令和2年価格）
費用便益分析マニュアル ¹⁾	

3. 品類別の時間価値の設定

3.1 品類の価格

令和2年の産業連関表には物量表が作成されていないため、国内生産額を物流センサスの年間出荷量で割ることにより品類のトン当たり価格を求める。まず鉱業と製造業の業種 i ごとに、式(1)により業種のトン当たり価格 u_i を求める。

$$u_i = X_i / T_i \quad (1)$$

ここで、 X_i は業種 i に対応する部門の国内生産額、 T_i は業種 i の年間出荷量である。 T_i からは、鉄鋼業の鉱さいのような副産物である排出物を除いた。次に、品類 k の価格 p_k を、その品類を出荷した業種の価格の加重平均として式(2)で求める。

$$p_k = \sum_i s_{ik} u_i, \quad s_{ik} = T_{ik} / \sum_i T_{ik} \quad (2)$$

ここで、 T_{ik} は業種 i が出荷した品類 k の重量である。この方法は、同じ業種の出荷であれば品類によらずトン当たり価格が等しいと仮定している。農水産品は生産者が物流センサスの調査対象外であるため、農業と漁業の国内生産額を卸売業の農水産品出荷量で割った。排出物は、再生資源回収・加工処理の国内生産額を排出物のお荷量で割った。

表-2に結果を示す。金属機械工業品が 51.1 万円/t で最も高く、鉱産品が 1.2 万円/t で最も低い。農水産

品の 17.4 万円/t は、平成 27 年表の物量表による米の価格約 17.5 万円/t に近い値である。

表-2 品別の価格と一車貸切の重量割合

品別	価格 (万円/t)	重量割合 w_k
金属機械工業品	51.1	0.147
雑工業品	35.5	0.046
軽工業品	24.9	0.153
農水産品	17.4	0.073
特殊品	16.2	0.030
林産品	10.8	0.014
化学工業品	8.4	0.328
排出物	2.7	0.028
鉱産品	1.2	0.180

3.2 時間価値の設定式

貨物車の時間価値を、積荷によらず全品別に共通する部分と、貨物の価格に比例する部分の和と考え、品別 k の時間価値 v_k を式(3)で設定する。

$$v_k = V_0 \{ (1-\beta) + \beta p_k / p_a \} \quad (3)$$

$$p_a = \sum_k w_k p_k, \quad w_k = W_k / \sum_j W_j \quad (4)$$

ここで、 V_0 は費用便益分析マニュアルの普通貨物車の時間価値 76.94 円/分・台、 β は時間価値のうち価格に比例する部分の割合 ($0 \leq \beta \leq 1$)、 W_k は一車貸切の品別 k の重量、 w_k はその割合である。平均価格 p_a は一車貸切の重量で重み付けして求め、17.9 万円/t となった。このとき、 $\sum_k w_k = 1$ 、 $\sum_k w_k p_k = p_a$ であるから、式(5)のとおり、 β によらず重量で重み付けした時間価値の平均は V_0 に一致する。

$$\sum_k w_k v_k = V_0 \{ (1-\beta) + \beta \} = V_0 \quad (5)$$

図-1 に、 $\beta = 0.25, 0.5, 1$ のときの品別別の時間価値を示す。 $\beta = 0$ のときは全品別が 76.94 円/分・台となる。 $\beta = 1$ では鉱産品が 5.0 円/分・台、排出物が 11.8 円/分・台まで下がり、運転者の人件費を下回る値となるため、時間価値のすべてを価格に比例させることは現実的でない。

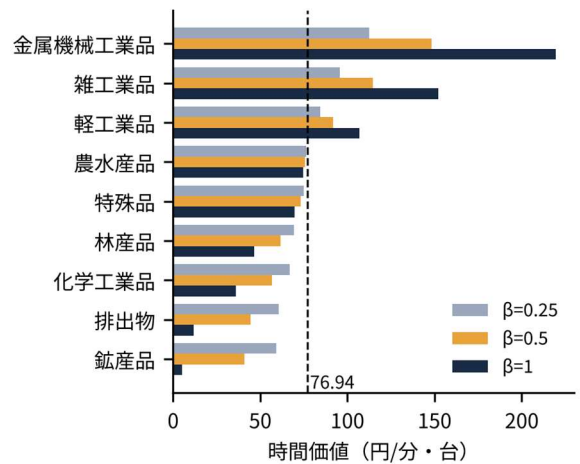


図-1 品別別の時間価値

4. 高速道路利用率モデル

4.1 モデルの構造

距離帯 d において品別 k の貨物車が高速道路を利用したときの得 G_{kd} を、短縮時間を時間価値で金額に換算した値から高速道路料金を引いた値として式(6)で表す。

$$G_{kd} = v_k \Delta T_d - C_d \quad (6)$$

ここで、 ΔT_d は高速道路の利用による短縮時間、 C_d は高速道路料金である。高速道路を利用する確率 P_{kd} は二項ロジットモデルで式(7)により表し、品別 k の高速道路利用率 $\hat{O}_k$ は、品別 k の距離帯構成で重み付けして式(8)で求める。

$$P_{kd} = 1 / [1 + \exp \{ -(a_d + \lambda G_{kd}) \}] \quad (7)$$

$$\hat{O}_k = \sum_d s_{kd} P_{kd} \quad (8)$$

ここで、 a_d は距離帯ごとの定数、 λ は得に対する感度、 s_{kd} は品別 k の重量に占める距離帯 d の割合である。

表-3 に距離帯ごとの値を示す。 p_d は距離帯 d の実績の高速道路利用率である。短縮時間は、代表距離 L_d を一般道 35 km/h、高速道路 80 km/h で走るとして $\Delta T_d = L_d/35 - L_d/80$ (時間) から求めた。料金は NEXCO の普通区間の距離制料金に大型車の車種間比率 1.65 を乗じた値とした。県内流動の代表距離は 20 km とした。

表-3 距離帯ごとの値 (a_d は $\beta = 0$ の値)

距離帯 (km)	L_d (km)	ΔT_d (分)	C_d (円)	p_d (%)	a_d
県内	20	19.3	1,165	8.3	-2.42
～50	35	33.8	1,835	30.3	-0.88
50～100	75	72.3	3,621	51.9	-0.03
100～200	150	144.6	6,411	50.2	-0.26
200～300	250	241.1	9,649	53.3	-0.37
300～500	400	385.7	14,337	65.8	-0.21
500～	700	675.0	23,713	74.9	-0.50

4.2 パラメータの設定

感度 λ は、全品類で同じ時間価値 ($\beta = 0$) とし、定数を県内流動と県間流動の 2 つとして、距離帯別の実績利用率 p_d との差の二乗を各距離帯の重量で重み付けして合計した値が最小となるように求め、 $\lambda = 5.65 \times 10^{-5}$ /円を得た。

定数 a_d は、 β ごとに、品類の重量で重み付けした距離帯の利用率が実績値と一致するように式(9)により定めた。

$$\sum_k N_{kd} P_{kd} / \sum_k N_{kd} = p_d, \quad N_{kd} = W_k S_{kd} \quad (9)$$

これにより距離帯ごとの利用率は常に実績と一致し、品類間の差は時間価値の違いによる得の差からのみ生じる。 $\beta = 0$ の $\hat{O}_k$ は、品類の距離帯構成だけから見込まれる利用率に等しい。実績値 O_k との当てはまりは、重量で重み付けした誤差 E を式(10)で評価する。

$$E = \{ \sum_k w_k (\hat{O}_k - O_k)^2 \}^{1/2} \quad (10)$$

4.3 結果

図-2 に、 $\beta = 0, 0.15$ のときの品類別の高速道路利用率 $\hat{O}_k$ と実績値 O_k を、図-3 に β と誤差 E の関係を示す。誤差は $\beta = 0.15$ で最小となるが、 $\beta = 0$ の 7.27 ポイントから 7.19 ポイントへ約 1%減少するにとどまり、 β を大きくすると増加する。

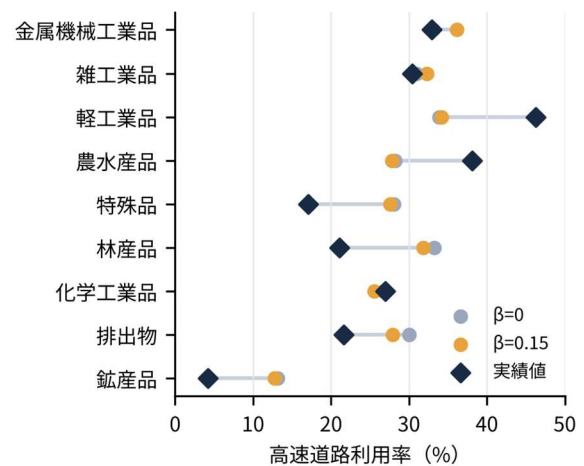
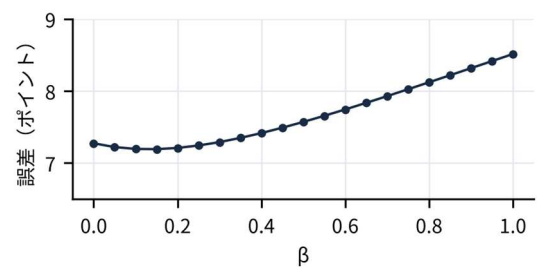


図-2 品類別の高速道路利用率

図-3 β と誤差 E の関係

時間価値を価格に比例させると、価格の低い鉱産品と排出物の利用率は下がり、実績に近づく。一方で、価格が最も高い金属機械工業品は $\beta = 0$ の 33.1% から 36.2% へ上がるが、実績は 32.9% であり、かえって離れる。 $\beta = 1$ では 46.4% となる。また、軽工業品と農水産品の実績は 46.3%, 38.1% であり、 $\beta = 0.15$ の計算値 34.2%, 27.8% を 10 ポイント以上上回るが、その差は価格による時間価値の違いではほとんど埋まらない。

価格による時間価値の差が利用率に与える影響が小さいのは、感度 λ が小さいためでもある。100～200 km 帯では、 $\beta = 0.15$ の金属機械工業品と鉱産品の得の差は約 4,650 円であるが、利用確率の差は 6.6 ポイントにとどまる。 λ は速度の仮定による短縮時間から求めており、この点は結果の限界である。

5. おわりに

本研究では、産業連関表と物流センサスの公表集計表から品類別の時間価値を価格に応じて設定し、高速道路の利用選択モデルにより品類別の高速道路利用率を計算した。得られた知見は以下のとおりである。

(1) 品類のトン当たり価格は、金属機械工業品の 51.1 万円/t から鉱産品の 1.2 万円/t まで約 44 倍の差がある。

(2) 一車貸切の重量で重み付けした平均価格を用いることで、重み付け平均がマニュアルの値に一致する品類別の時間価値を設定できる。

(3) 時間価値を価格に比例させても、品類別の高速道路利用率は実績にほとんど近づくかず、価格だけでは品類による利用の違いを説明できない。農水産品のように、鮮度や到着時刻の指定など価格以外の性質が影響している可能性がある。

今後は、NITAS により算出した短縮時間を用いて感度を求め直すとともに、物流センサスの調査票情報を用いて品類別の時間価値を推定する。

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，2022 年 2 月。
- 2) Konishi, Y., Mun, S., Nishiyama, Y. and Sung, J.E.: Measuring the value of time in freight transportation, RIETI Discussion Paper Series, 14-E-004, 2014.
- 3) 国土交通省：第 11 回全国貨物純流動調査（物流センサス）集計表，政府統計の総合窓口（e-Stat），2023.
- 4) 総務省：令和 2 年（2020 年）産業連関表，政府統計の総合窓口（e-Stat），2024.