

ETCデータを活用した都市間高速道路における 休憩施設滞在時間推定に関する基礎分析

平井 章一¹・Jian XING²・小林 正人³・堀口 良太⁴・宇野 伸宏⁵

¹非会員 株式会社高速道路総合技術研究所 (〒194-8608 東京都町田市忠生一丁目4-1)

E-mail:s.hirai.aa@ri.nexco.co.jp

²正会員 株式会社高速道路総合技術研究所 (〒194-8608 東京都町田市忠生一丁目4-1)

E-mail:xing@ri.nexco.co.jp

³非会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ (〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-10)

E-mail:kobayashi@i-transportlab.jp

⁴正会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ (〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-10)

E-mail:rhoriguchi@i-transportlab.jp

⁵正会員 京都大学経営管理大学院 (〒615-8530 京都市西京区京都大学桂Cクラスター)

E-mail:uno@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

休憩施設の改良による魅力度向上、休憩施設混雑情報の提供など休憩施設関連施策を評価するためには、高速道路利用者の行動変容を分析する必要があるが、そのうち、休憩行動に関しては研究事例が少なく、実態は明らかになっていない。

また、現在開発中である、都市間高速道路ネットワークを対象とした交通シミュレーションは、休憩行動は考慮されていないため、休憩行動モデルの実装により、休憩施設関連施策の評価への適用が可能となる。

本研究では、高速道路における休憩行動のモデル化、交通流シミュレーションへの実装、及び、休憩施設関連施策の路線単位、ネットワーク単位での評価への適用を着地点として、様々な交通データを活用し休憩行動の実態分析を行っている。本稿では、休憩施設滞在時間に着目し、利用率が約9割であるETCデータを活用して、休憩施設滞在時間の推定モデル化を見据えた、トリップ行動実態のマクロ的な分析を行った結果を報告する。

Key Words : *electric toll collection data, resting behavior, inter-urban expressways service area*

1. はじめに

東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株) (以下、合わせて「NEXCO3社」という)ら高速道路管理者は、高速道路の休憩施設に関連した各種施策を実施している。一例として、駐車ます、お手洗い、営業施設など改良による魅力度向上や、駐車場の混雑緩和を目的とした本線や休憩施設内における動的な情報提供¹⁾などが挙げられる。また、本線の渋滞緩和を目的とした休憩施設への一時的な滞留による需要調整などの交通マネジメントもアイデアとしては考えられる。

これらの休憩施設関連施策を評価するためには、高速道路利用者が出発地のインターチェンジ (以下「IC」という) から流入し目的地のICを流出するまでの一連の高

速道路トリップ行動 (以下「トリップ行動」という) が施策の実施によりどのように変容するかを分析する必要がある。

しかし、トリップ行動のうち、「どの休憩施設を選択するか」という休憩施設選択行動と「休憩施設にどれくらい滞在するか」という休憩施設滞在行動から構成される休憩行動の実態に関する交通工学面での既往研究事例は、椎野ら²⁾の休憩施設への立寄りに関する研究、松下ら³⁾の休憩施設選択行動に関する研究などの散発的な研究ぐらいしか見られず、休憩行動の実態は体系的には明らかにされていない。

一方で、NEXCO3社及び(株)高速道路総合技術研究所では、都市間高速道路ネットワークにおける様々な交通施策評価を行うことを目的とした交通シミュレーション

(以下「ENS：高速道路ネットワークシミュレーション」という)を開発している⁴⁾。ENSはトリップ行動を1台毎に再現する仕様となっており、そのうち、交通状況に応じた経路選択行動モデルは実装しているが、休憩行動は考慮されていない。ENSに休憩行動モデルを実装することにより、休憩施設に関連する各種施策の、路線単位、ネットワーク単位での事前評価への適用が可能となる。更に、実態により近いトリップ行動を再現することよりシミュレーションの精度向上も期待できる。

本研究では、高速道路における休憩行動のモデル化、交通流シミュレーションへの実装、及び、休憩施設関連施策の路線単位、ネットワーク単位での評価への適用を着地点として、様々な交通データを活用し休憩行動の実態分析を行っている。休憩施設選択行動と休憩施設滞在行動の両者を詳細に分析するためには、経路情報が付された個々の車両の情報が必要となるが、現状では十分な蓄積がなされていない。そこで、本稿では、休憩施設滞在時間に着目し、利用率が約9割であるETCデータを活用して、休憩施設滞在時間の推定モデル化を見据えた、利用行動実態のマクロ的な分析を行った結果を報告する。

2. 休憩行動分析の視点からのETCデータの特性

ここで扱うETCデータは、個人情報保護に配慮してスクランブルされた車両識別番号(以下、「仮ID」という)と料金車種区分及び流入ICの場所と通過時刻を含むトリップ単位の情報である。このETCデータを用いて、図-1のように流入時刻の差から各トリップの正確な「旅行時間」を知ることができるほか、流入IC間の最短経路を通行する等の適当な仮定をおいた上で、そのときのセンサー速度データから求められる「走行時間」を旅行時間から差し引くことで、トリップ毎に合計の「休憩時間」を推定することができる。

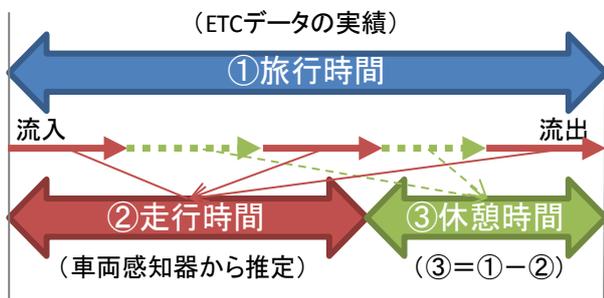


図-1 旅行時間と走行時間・休憩時間との関係

個別車両の位置と時刻を連続して記録したプローブデータを用いれば、休憩回数や具体的な休憩場所といった詳細な休憩行動の情報が得られるものの、現状ではデータ量が少ない、車種ごとの代表性(サンプル率)が不明である等の懸念がある。ETCデータを用いた分析では詳細

な休憩行動はわからないものの、上述したとおり9割近い利用者の休憩行動を把握できる優位性を活かして、車種やトリップ距離あるいは通行時間帯等の要因がどのように休憩時間に影響するかを集計的なアプローチで分析でき、休憩行動のマクロなモデル化ができると期待される。このようなマクロな視点での休憩行動の把握は、今後、個別車両のプローブデータの蓄積が進み、よりミクロな分析に基づく行動モデルが構築された場合の再現性を検証する指針としても有用である。

3. ETCデータによる高速道路トリップ実態分析

(1) 目的と分析対象データ

本章では、ETCデータを活用して、全体的なトリップ数やトリップ距離、旅行時間分布などの高速道路トリップの実態を把握し、休憩施設滞在時間推定にあたっての課題等の抽出を行った。

対象とするトリップは2012年11月の1ヶ月間における、NEXCO3社が管理する、東名高速・名神高速などと連結したネットワークで、流入時及び流出時の2回のみ料金所を通過しているトリップである。なお、分析に際しては、車種は大型(料金区分の中型車、大型車、特大車)、小型(普通車、軽自動車)の2車種、曜日配列は流入時刻を基準とした平日、休日(土曜、日曜、祝日)の2種類に分類している。ただし、月跨ぎのトリップは対象外としている。

また、走行経路は、ICペア間の距離が最短となる経路を走行したものと仮定している。

(2) ICペアトリップの特徴

a) トリップ数と平均トリップ距離

表-1に、車種別、平休別の総トリップ数、日当たりトリップ数及び平均トリップ距離を示す。平日より休日、小型より大型のほうがトリップ距離が長くなる傾向にある。因みに、日当たりのトリップ数は、小型は平日より休日のほうが多く、大型は休日より平日のほうが多くなっており、大型車の混入率は平日で23.8%、休日で11.5%となっている。

表-1 トリップ数と平均トリップ距離

| | 平日小型 | 平日大型 | 休日小型 | 休日大型 |
|-----------------|----------|----------|----------|---------|
| 総トリップ数(千台) | 51,085.7 | 15,931.5 | 25,991.3 | 3,364.4 |
| 日当たりトリップ数(千台/日) | 2,432.7 | 758.6 | 2,887.9 | 373.8 |
| 総走行台キロ(百万台・km) | 2,487.9 | 1,397.7 | 1,678.3 | 303.8 |
| 平均トリップ距離(km) | 48.70 | 87.73 | 64.57 | 90.30 |

b) トリップ距離別トリップ数

表-2に、車種別、平休別のトリップ距離別トリップ数の累加比率を示す。全ての車種・曜日配列で10~20kmのレンジが最頻となっている。トリップ距離が50km以下の割合は、平日小型で70.8%、休日小型で59.1%、大型は54~56%となっている。また、85パーセンタイルトリップ距離は、平日小型で80km程度、休日小型で110km程度、大型は140~150km程度となっている。

休憩行動が期待できる100kmを超えるトリップは、平日小型で10.5%、休日小型で18.3%、大型で23~24%となっており、相対的には少なくなっている。また、500kmを超えるトリップは小型で1%未満、大型で3%弱存在し、1,000kmを超えるトリップもゼロではない。

c) 構成トリップ数別ICペア数

表-3に、車種別、平休別の構成トリップ数別ICペア数を示す。総トリップ数の最も多い平日小型を例にとると、トリップ数1台/日超のICペア数は約53千ペアであり、単純計算で算出した構成可能なトリップ数312千ペア（実際は車種限定や方向限定があり組み合わせ不能のICペアが存在するため過大な数字ではあるが）に対して17%に過ぎず、大多数のICペアは構成トリップ数が少ない、若しくは構成トリップが存在しない。また、1,000台/日を超えるトリップ数を有するICペアは279ペアと、構成トリップの存在する全ICペアの0.1%に過ぎず、特定のICペアを抽出して単独で分析することを想定した場合、分析可能なサンプルは限られてくる。

d) トリップ距離とICペア構成トリップ数との関係

表-4に、平日小型を対象とした、トリップ距離とICペア構成トリップ数との関係を示す。構成トリップ数が1,000台/日を超えるICペア（表中⑥）のほとんどがトリップ距離50km以下となっており、休憩行動が期待できるトリップ距離100km超の割合は0.7%となっている。

また、構成トリップ数1台/日以下（表中①②）、トリップ距離が100km超のICペアが128,662ペアと、構成トリップの存在するICペアの70%を占める。因みにこれらのトリップ数の合計は月全体で573千台存在し、トリップ距離100km超の総トリップの11%を占め、構成トリップ数の少ないICペアであっても、集計を行うことを前提とすれば、データとしては有用なものと考えられる。

e) 高トリップ数ICペアの特徴

図-2は平日小型並びに平日大型の構成トリップ数の上位50位まで、100位まで及び200位までのICペアについて、地域特性を整理したものである。上位200位までは、平日小型では全てが、平日大型でも97%がトリップ距離100km以下の域内交通である。上位50位まででは平日小型で約半数、平日大型で約7割が首都圏のICペアが占めており、次いで中京圏、関西圏が続いている。また、上位100位まで、200位までと枠を広げるにつれて他の都市

表-2 トリップ距離別トリップ数の累加比率

| | 平日小型 | 平日大型 | 休日小型 | 休日大型 |
|-----------|----------|---------|----------|---------|
| 10km以内 | 11.0% | 8.1% | 7.7% | 9.7% |
| 20km以内 | 32.8% | 24.1% | 24.8% | 23.5% |
| 50km以内 | 70.8% | 55.6% | 59.1% | 54.5% |
| 100km以内 | 89.5% | 77.4% | 81.7% | 76.0% |
| 200km以内 | 97.1% | 89.2% | 94.6% | 88.7% |
| 300km以内 | 98.9% | 93.4% | 98.0% | 93.3% |
| 500km以内 | 99.8% | 97.7% | 99.7% | 97.7% |
| 1,000km以内 | 99.99% | 99.9% | 99.99% | 99.8% |
| 1,500km以内 | 99.9999% | 99.998% | 99.9999% | 99.996% |

表-3 構成トリップ数別 IC ペア数

| | 平日小型 | 平日大型 | 休日小型 | 休日大型 | |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 構成トリップ有全ICペア数 | 183,994 (58.9%) | 164,717 (52.7%) | 178,211 (57.0%) | 105,970 (33.9%) | |
| 構成トリップ数内訳 | 1台/月 | 46,010 (14.7%) | 43,146 (13.8%) | 43,391 (13.9%) | 34,317 (11.0%) |
| | 1台/日以下 | 85,377 (27.3%) | 78,262 (25.0%) | 63,421 (20.3%) | 41,705 (13.3%) |
| | 10台/日以下 | 33,059 (10.6%) | 31,837 (10.2%) | 45,008 (14.4%) | 23,236 (7.4%) |
| | 100台/日以下 | 14,746 (4.7%) | 10,317 (3.3%) | 20,660 (6.6%) | 6,280 (2.0%) |
| | 1000台/日以下 | 4,523 (1.4%) | 1,121 (0.4%) | 5,443 (1.7%) | 418 (0.1%) |
| | 1000台/日超 | 279 (0.1%) | 34 (0.01%) | 288 (0.1%) | 14 (0.004%) |

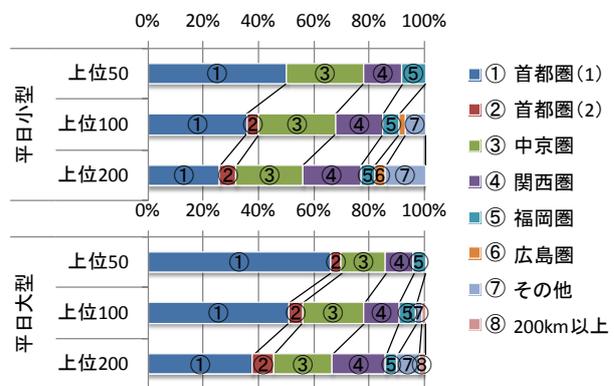
※()は計算上構成可能なICペア数(312,445)に対する比率

表-4 トリップ距離と IC ペア構成関係 (平日小型)

| | ICペア距離レンジ | | | | | | |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | 10km以下 | 20km以下 | 50km以下 | 100km以下 | 200km以下 | 200km超 | |
| 構成トリップ数レンジ※1 | ① | 8 (0.7%) | 10 (0.5%) | 24 (0.3%) | 237 (1.5%) | 3345 (8.2%) | 42,386 (36.2%) |
| | ② | 7 (0.6%) | 19 (0.9%) | 225 (3.1%) | 2,195 (14.3%) | 18,821 (45.9%) | 64,110 (54.7%) |
| | ③ | 152 (13.7%) | 178 (8.7%) | 1,165 (16.0%) | 6,348 (41.4%) | 15,366 (37.5%) | 9,850 (8.4%) |
| | ④ | 550 (49.7%) | 840 (41.1%) | 3,634 (49.8%) | 5,604 (36.6%) | 3,279 (8.0%) | 839 (0.7%) |
| | ⑤ | 330 (29.8%) | 908 (44.4%) | 2,142 (29.4%) | 907 (5.9%) | 204 (0.5%) | 32 (0.03%) |
| | ⑥ | 60 (5.4%) | 89 (4.4%) | 100 (1.4%) | 28 (0.2%) | 2 (0.005%) | 0 (0%) |
| 合計 | 1,107 (100%) | 2,044 (100%) | 7,290 (100%) | 15,319 (100%) | 41,017 (100%) | 117,217 (100%) | |

※1①1台/月、②1台/日以下、③10台/日以下、④100台/日以下、⑤1,000台/日以下、⑥1,000台/日超

注) ()はICペア距離レンジ別ICペア合計に対する内訳



首都圏(1): 東京、八王子、新座、浦和、三郷の本線料金所に足を持つICペア

首都圏(2): 首都圏に足を持つICペアで、首都圏(1)以外

図-2 高トリップ数 IC ペアの内訳

圏や地方部の域内交通の IC ペアが増加する傾向にある。高トリップ数 IC ペアのみでの分析を想定した場合、大都市近郊のトレンドが強くなり、結果を地方部へ適用する際に留意が必要である。

f) ICペアトリップの特徴のまとめ

前項までの結果を、休憩行動分析という視点でまとめると、以下のとおりとなり、集計的な分析が適していると言える。

- ・ 休憩行動が期待できる長トリップに関しては、構成比率は小さく、また、構成トリップ数の少ない IC ペアが大多数を占めているため、特定 IC ペアを抽出した分析はサンプル数的に厳しい。
- ・ 構成トリップ数の多い IC ペアに関しては、短トリップが多数を占めており、特定 IC ペアを抽出した分析を想定した場合、結果に偏りが出る可能性がある。

(3) 旅行時間分布

旅行時間は、車種、曜日、流入時刻、利用目的などにより異なってくるものと考えられる。また、車両毎に希望速度、休憩間隔や休憩時間が異なることから、旅行時間にばらつきが生じるものと想定される。

図-3に、東名高速・東京ICから流入し浜松ICで流出する平日大型の、流入時刻と旅行時間との関係を示す。この事例では、

- ・ 深夜時間帯に流入する車両が多い。
- ・ 旅行時間にばらつきがあり、少数ではあるが、80km/hで走行した場合休憩時間が概ね2時間以上となる5時間以上の旅行時間も散見される。
- ・ 0時以降の流出による料金割引適用を見据えた、時間調整を行っていると思われる車両が散見される。などの特徴がみられる。他の事例においても、特に大型車では料金割引を目的とした時間調整を行っていると思われる車両が確認されており、休憩時間の分析やモデル化にあたっては、車両ごとのばらつきに加え、時間調整などの長時間休憩の車両を考慮する必要がある。

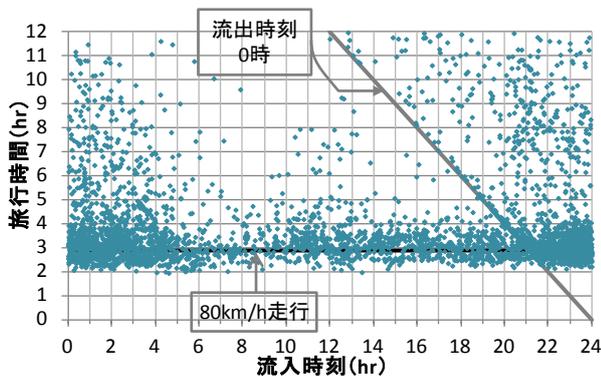


図-3 流入時刻と旅行時間との関係 (東京→浜松, 平日大型)

4. ETCデータによる休憩行動のマクロ分析

(1) 分析対象データの概要

ここでは、2012年11月の1ヶ月間における、NEXCO3社の管理する路線の全国のETCデータ及び感知器5分間速度データを用いる。ただし、そのうち、多くの均一料金区間では料金ゲートを1回しか通行せず、流入出ICに同じ場所が記録されるため、正確なトリップ情報が得られない。このため、均一料金区間のETCデータは対象外とした。また、車種や曜日の区分は、3と同じとした。分析対象としたETCデータ数を表-5に示した。

表-5 休憩行動分析のETCデータ数 (2012年11月)

| | 平日 | 休日 | 計 |
|----|--------|--------|---------|
| 小型 | 67,937 | 34,132 | 102,070 |
| 大型 | 19,958 | 4,277 | 24,234 |
| 計 | 87,895 | 38,409 | 126,304 |

※合計は端数処理の関係で合わない場合がある (単位: 千台)

(2) 休憩時間の推定方法

休憩時間の推定は、2で述べたとおり、まず各ETCデータの流入出IC通過時刻の差から旅行時間を求める。次に、流入出IC間の最短距離経路を走行したと仮定して、流入時刻から、図-4のように感知器勢力範囲をその時点での感知器速度で移動する時空間走行軌跡に沿って走行時間を求め、これを旅行時間から差し引いて休憩時間を推定する。

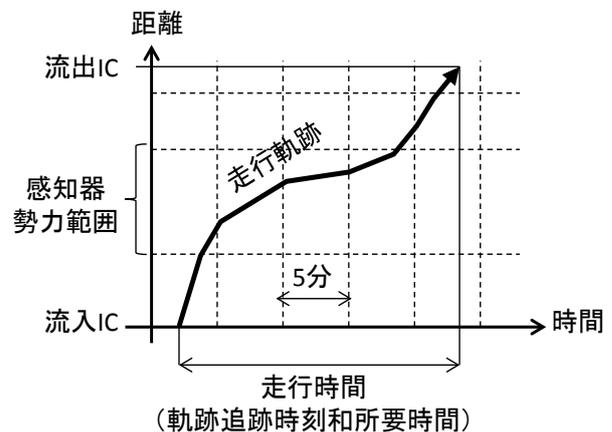


図-4 走行時間の求め方 (軌跡追跡時刻和所要時間)

なお、走行時間を求める際の感知器速度は、車線別交通量で重み付け調和平均した断面平均速度を用いた。ただし、大型車に関しては、これより遅い速度で走行していると考えられるため、制限速度 (100km/h) と大型車法定速度 (80km/h) の差で生じる時間差を走行距離に応じて求め、その差を加えることで走行時間を補正した。例えば、100kmの距離では15分を加える計算となる。

(3) 休憩行動の分析方針

図-5は、平日の小型車トリップについて、推定された休憩時間のヒストグラムを15分毎に示したものである。休憩時間がマイナス側にも分布しているのは、平均速度よりも速い速度で走行し、かつ休憩しなかったトリップがあるためである。このような走行速度のばらつきに伴う休憩時間の推定誤差はプラス側にも分布すると考えられるが、仮にマイナス側と同程度の広がりを持つとすると、15分程度の短い休憩時間については、推定時の誤差の範囲かどうか判別が難しい。従って、トイレ休憩のような短時間の休憩については、マクロ分析での議論の対象外とし、食事や買い物等の目的と考えられる15分を超える休憩行動（以下、通常休憩行動）に注目することが妥当といえる。

また、数は少ないものの、トリップの中には数時間以上、場合によっては1日以上の上の休憩時間となるものも見られる。このような長時間の休憩行動は、夜間の睡眠休息や希望する流出時刻になるまでの時間調整等の目的と考えられ、ここでは通常休憩行動とは区別して分析する。

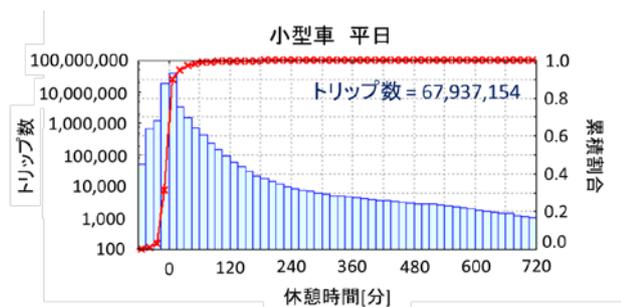


図-5 推定された休憩時間の分布（小型車・平日）

なお、ここでは基礎分析として、トリップ距離、流入時刻、旅行時間、走行時間といった多変量と休憩時間との関係性をOLAP (online analytical processing) 的手法で視覚化することを試みた。以下では、その中で最も視覚的に特徴が把握できた流出時刻及びトリップ距離と休憩時間との関係性を中心に、分析結果を考察する。

(4) 長時間休憩行動の把握

通常休憩と長時間休憩を区分する目安を把握するため、比較的長い休憩時間が多く見られた大型車の長距離トリップに関して、図-6に休憩時間の分布を示した。相対累積頻度のグラフを見ると、120分までは曲線がシグモイド状に推移し、単峰性の分布形状であることがうかがえるが、120分を超えると累積頻度が直線状に増加しており、異なる分布特性であることが示唆される。その他の距離帯でも同様の傾向が認められたため、ここでは120分超を長時間休憩行動の目安とする。

図-7はトリップの推定休憩時間を流出時刻が1時間毎、トリップ距離が10km毎のセル単位で集計し、各セルの

85%タイル値を色分けしたコンターで視覚化したもので、色が赤に近いほど長時間休憩の占める割合が高いことを意味している。これより、長時間休憩の目安とした120分超（黄緑～黄色～赤）の分布形状の特徴から、以下の時間調整行動が読み取れる。

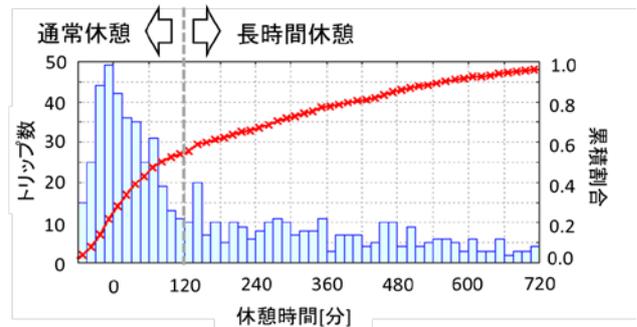


図-6 推定休憩時間の分布（大型車・休日・トリップ距離320km～330km・流出時刻6時台）

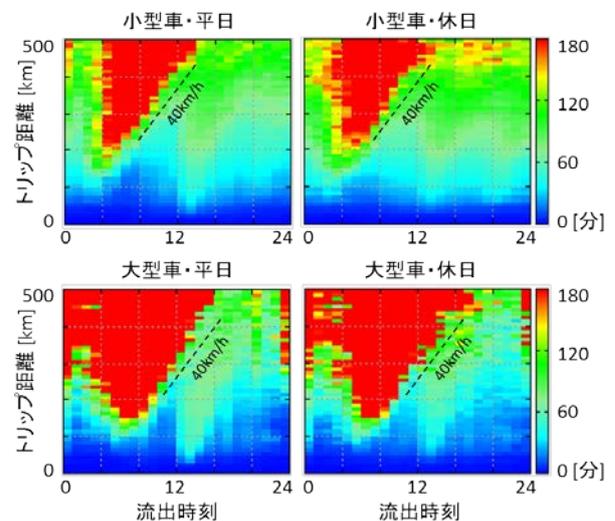


図-7 推定休憩時間 85%タイル値コンター図

a) 深夜割引時間帯を待つ流出するための時間調整

1つ目の特徴は、小型車では約350km以上、大型車では約250km以上の距離帯で、流出時刻が0時台のセルで長時間休憩の割合が増えていることである。これは、当時、0時～4時に通行（流出）する車両に対して、通行料金が半額になる割引が設定されており、割引が開始される時間帯に流出できるよう、時間調整していたものと考えられる。

いずれの車種でも長距離になるほど、長時間休憩の割合が増加するのは、短距離では夜間の走行時間を比較的正確に見込めるため、0時台に流出できる時刻で流入し、長時間休憩で時間調整する必要が少ないのに対して、長距離ではそもそも疲労防止等で休憩する機会が増えるほか、夕方のピーク時間帯で渋滞に巻き込まれる可能性など不確定要素も多く、その分余裕を見たスケジュールで早めの時刻に流入するため、スムーズに走行できた場合

に割引を受けるための時間調整をする必要が生じるためと推察される。

なお、大型車については、23時台のセルでも長時間休憩の割合が大きくなっているが、これは夜間に大型車の通行量が多い東名高速・東京ICと東名阪道・亀山ICで、当時は特例として23時から深夜割引を適用しており、この時間帯での流出を狙った時間調整の長時間休憩が増えたためである。

b) 業務開始時刻に合わせて流出するための時間調整

2つ目の特徴は、長時間休憩の割合が大きい黄色から赤の領域が、早朝から午前中の時間帯にかけて下向き三角形形状に分布していることである。この三角形形状の領域は、小型車では4時台を境に約200km以上の距離帯で出現し、徐々にコンター図の右上方向に境界部が推移して、14時頃に収束している。また、大型車でも三角形の頂点が6時台にずれているものの、4時台から長時間休憩の領域が増え、午前中から15時頃までに収束する類似の状況が見られる。これらの三角形形状領域の斜辺の傾きは、およそ40km/hの速度に相当する。

これは、次の2通りの休憩行動パターンを仮定することで、定性的に説明できる。

1つ目は、流入時刻と流出時刻に業務上の制約がある仮定である。即ち、駐車スペース利用の制約等で、余り遅い時間まで出発地に留まることができず、かつ翌日の業務開始時刻の制約で、あまり早い時刻に目的地に到着できない状況で、睡眠を兼ねた時間調整の長時間休憩を行うものである。図-8は平日の小型車トリップのうち、距離が300kmで長時間休憩をしたものについて、流入時間分布を図-7のコンター図に重ねたもので、流出ピークが7時台にあることがわかる。仮に流入時刻に制約がなく、かつできるだけ短い旅行時間になるような行動パターンを採るとすれば、制限速度で走行した場合の流入時刻である4時台から2時間程度早い1~2時台に流入ピークがあるはずと考えられる。しかしながら、実際には5時間程度早い前日22~23時台が流入ピークになっており、上述の仮定が示唆される。

2つ目は、業務上の理由による流出時刻制約のため、当日早朝に出発する際、割引終了時刻から一定範囲内であれば、割引が受けられるよう早発する仮定である。例えば、図-9のように、トリップ距離が300kmで、長時間休憩の三角形領域の斜辺に近い8時台に流出を希望する車両を考える。この場合、制限速度で走行するなら5時台に流入すれば良い計算になるが、1時間程度であれば割引を受ける動機が勝って早発し、その分を時間調整することで長時間休憩が多くなると考えられる。

また、トリップ距離が300kmでは、9時台以降に長時間休憩の割合が減少するが、これは流入時刻を早発する範囲、言い換えれば、割引時間帯の引き込み領域に一定

の限界があるためと考えられる。この引き込み領域は、先に述べたとおり三角形領域の斜辺の傾きが40km/h程度であること、また2時間を超える長距離運転では疲労防止のための休憩の必要性⁵⁾も増し、制限速度で走行する場合の予定流入時刻よりも早い時刻を選択することを踏まえると、図-10のように2時間程度と推察される。

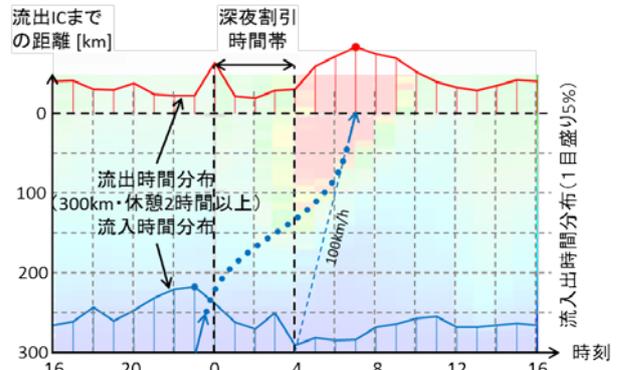


図-8 業務開始時刻に合わせて流出するための時間調整 (トリップ距離 300kmの場合)

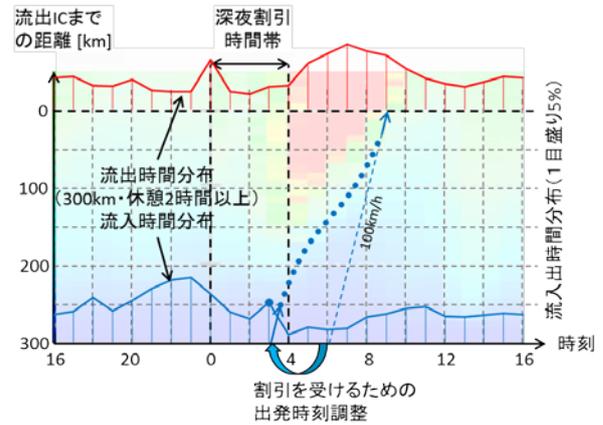


図-9 深夜割引を受けるための早発に伴う時間調整 (トリップ距離 300kmの場合)

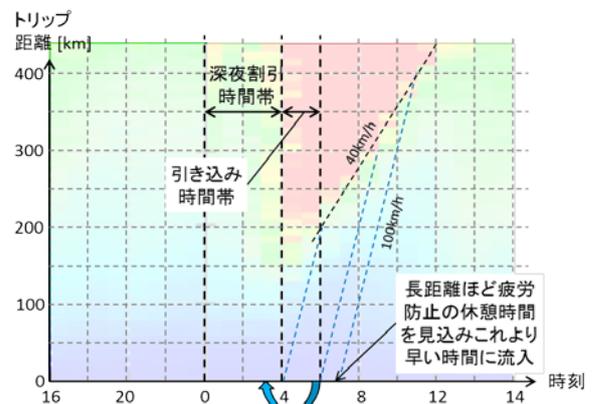


図-10 深夜割引を受けるための早発引き込み時間帯

(5) 通常休憩行動の把握

図-11はトリップの推定休憩時間を流出時刻が1時間毎、トリップ距離が10km毎のセル単位で集計し、各セルで60分より長く休憩をしたトリップのパーセンタイル値を色分けしたコンター図である。スケールが赤に近い色は

ど、60分超の休憩時間が多いことを意味している。この場合は、コンター図から、平日と休日の両方で、12時を境に60分超の休憩時間の割合が大きい三角形領域が、また、休日では20時を境に同様の三角形形状の領域が新たに認められる。

これらはそれぞれ昼食時間帯及び夕食時間帯に高速道路を通行するトリップが、食事等の目的で休憩した行動が顕れたと解釈できる。トリップ距離が長いほうが60分超の休憩になる割合が多くなるのは、食事時間帯において、流出ICまでの距離が短ければ、休憩せずに高速道路外で食事を取る選択肢もあるが、距離が長い場合は休憩施設で食事摂るほかなく、休憩する割合が高くなるためと考えられる。また、領域が三角形になるのは、トリップ距離が長いほど、食事休憩をした場所から長い距離を走る場合が多くなり、流出時刻が後の方になるためと考えられる。

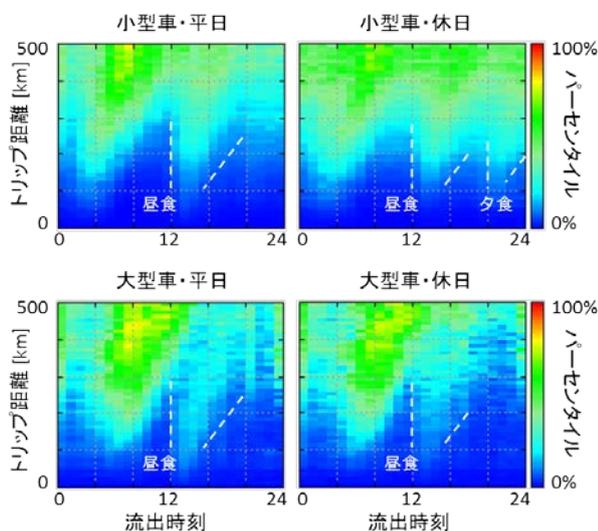


図-11 推定休憩時間60分超のパーセンタイル値コンター図

5. まとめと今後の課題

以上において、都市間高速道路でのETCトリップデータと感知器速度データから推定した休憩時間の分布特性について集計的なアプローチでの基礎分析を行った。分

析では、2時間以上の長時間休憩と食事や買い物等が目的と考えられる1時間程度の休憩（通常休憩）が、トリップ距離と流出時刻でどのように変化しているかを、大小車種別及び平休別に分析した。その結果、200kmを超える距離帯で深夜割引を受けるための時間調整目的での長時間休憩が頻出する実態と、通常休憩が昼食及び夕食時間帯に通行する場合に頻出する実態が確認できた。

今後は、これらの基礎分析で得た知見を活用し、シミュレーションのような逐次計算手法で利用できるよう、IC流入時刻とトリップ距離を元に、トリップ中の合計休憩時間を推定する「マクロ休憩行動モデル」の構築を試みる。その際、本研究で確認できた深夜割引時間帯や食事時間帯と通行時間帯の関係を反映させることに配慮する。「マクロ休憩行動モデル」は、具体的な休憩場所や休憩回数などを推定することができないものの、さらなる発展型として、個別車両の高速道路上での経路や休憩場所がわかるプローブデータ等の分析に基づく「ミクロ休憩行動モデル」を構築する際に、合計休憩時間を推定する手がかりになるなど、有用性があるものと考えている。

参考文献

- 1) 例えば、村松忠久，多田壽，高橋秀喜：空きマス情報提供による高速道路休憩施設駐車場の効率的運用について，第29回日本道路会議論文集，No.1083，2011
- 2) 椎野修，日比野直彦，森地茂：高速道路休憩施設の立寄り特性と混雑対策，土木計画学研究・講演集，Vol.43，（CD-ROM），2011
- 3) 松下剛，熊谷孝司，野中康，石田貴志：高速道路の休憩施設選択要因に関する基礎分析，土木計画学研究・講演集，Vol.44，（CD-ROM），2011
- 4) 平井章一，Jian Xing，高橋亮介，堀口良太，白石智良：都市間高速道路ネットワークを対象とした交通流シミュレーションの開発，土木計画学研究・講演集，Vol.50，（CD-ROM），2014
- 5) JAFMATE ホームページ，
<http://www.jaf.or.jp/qa/ecosafety/careful/04.htm>（アクセス日：2015.04.22）。

(2015.???.?? 受付)

Preliminary Analysis on the Resting Time of Inter-urban Expressway Users with ETC Data

Shoichi HIRAI, Jian XING, Masato KOBAYASHI, Ryota HORIGUCHI and Nobuhiro UNO

This paper describes the preliminary analysis on the resting behavior of expressway users by using electric toll collection (ETC) data. For the sake of the impact assessment of various traffic management schemes, we have been developing a mesoscopic traffic simulator which covers whole inter-urban expressway network in Japan. The simulator takes account of the dynamic route choice behavior of drivers and, for the further step, is expected to model the resting behavior during their trips. For this purpose, ETC data of which penetration is almost 90% is one of valuable data sources. In this paper, the procedure of the analysis to estimate the resting duration from ETC data is outlined with its result. Some findings highlighting the distinct behaviors to be considered in the modeling are discussed.