

# 既存統計調査データを用いた アジア中規模都市におけるVKTの推計

毛利 初樹<sup>1</sup>・福田 敦<sup>2</sup>・石坂 哲宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学大学院 理工学研究科社会交通工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail:csha14023@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail:fukuda.atsushi@nihon-u.ac.jp, ishizaka.tetsuhiro@nihon-u.ac.jp

Vehicle Kilometer of Travelled(以下, VKT)は, 都市交通の利用実態, 燃料消費量及びCO<sub>2</sub>排出量の推計に必要不可欠な指標とされ, 近年多くの国において VKTの推計が行われている. しかしながらこれまで中規模都市におけるVKTの推計はほとんどなされておらず, オドメーターの読み取り調査によって推計されることがほとんどであり, VKTの結果に関する検証や比較分析もほとんどなされていない.

本研究ではアジア中規模都市を対象に, 私有車両モビリティを用いて, 年間VKTの推計, 交通利用実態の比較分析を行うとともに, オドメーターの記録による値と交通需要予測からの値との比較分析やCO<sub>2</sub>排出量の試算を通して, 中規模都市で私有車両モビリティが適用可能か確認を行った.

**Key Words :** Vehicle Kilometer of Travelled, Middle-sized Asian city, statistical data, Odometer readings, Traffic Demand forecast, Private Motorised mobility equation

## 1. はじめに

Vehicle Kilometer of Travelled (以下, VKT) とは, 自動車の総走行台キロのことを意味している. VKTは都市における自動車やオートバイの利用実態の把握や, 燃料消費量及びCO<sub>2</sub>排出量の推計に必要不可欠とされる重要な指標である. 推計方法としては,

- ① 走行距離計(オドメーター)の記録による推計
- ② 道路区間長と断面交通量の乗算による推計
- ③ 地域別の平均燃費及び燃料消費量からの推計

などがあり, これまでの研究では上記の方法によって多くの国を対象としたVKTの推計が行われている.

しかしながら過去にVKTが推計されてきた都市は, 東京やニューヨーク, オーストラリア州などといった大規模な都市がほとんどであり, 中規模都市においてVKTが推計された例は多くなく, 特に東南アジアの中規模都市ではほとんど推計されていない. また, 過去に中規模都市においては, オドメーターの読み取り調査という方法が大半であるうえ, VKTの結果に関する検証や比較分析もほとんど行われていない. 一方でCameronらは, 大都市のVKTを次元解析で算出しており, 中規模都市に適用できる可能性があるといえる.

本研究ではCameronらが次元解析に基づいて構築した私有車両モビリティ(Private motorized mobility)を, アジア中規模都市を対象に適用してVKTの推計を行い, 交通利用実態の比較分析を行うと共に, オドメーターの記録に基づくVKTと交通需要予測から求めたVKTの2つと比較を行い, それぞれの推定値の特徴について考察を行うことで, 今後多くの中規模都市にて私有車両モビリティが適用可能かを確認することが目的である.

## 2. 既存研究の整理

ここでは, これまでのVKTの研究及び推計方法に関して整理する. Cameron<sup>1)</sup>らは, 土地利用や移動パターンに基づいて次元解析を行い, それを基に式(1)に示す私有車両モビリティを構築した.

$$\Pi_{mob} = 0.38(\Pi_{uf}^{-0.26}) \left( \frac{1}{1 + \exp(-3.4 \Pi_{vehicle})} \right)^{3.4} \quad (1)$$

ここで,

$$\Pi_{uf} = \frac{\beta_p}{50000 \lambda_a} \quad (2)$$

$$\Pi_{vehicle} = \frac{\alpha_c}{0.85 \beta_p} \tag{3}$$

$\alpha_c$  = 車両登録台数,  $\lambda_a$  = 都市面積,  $\beta_p$  = 人口

式2は、首都において通常1km<sup>2</sup>の範囲における人口が5万人を超えないものとして、分母 $\lambda$ に掛かる係数は50000と決定され、都市形態(Urban Form)の式として定義された。また、式3は、車両保有台数が、人口1人当たり0.85台に飽和するとして、分母の人口に掛ける係数が0.85と決定された。これらを基として、車両飽和係数の式(4)を定義後、年間VKTの方程式(5)の構築を行った。

$$S = \left( \frac{1}{1 + \exp\left(-3.4 \left(\frac{\alpha_c}{0.85 \beta_p}\right)\right)} \right)^{3.4} \tag{4}$$

$$\alpha_k = \frac{115552 \beta_p^{0.74} \lambda_a^{0.26} S}{\alpha_0} \tag{5}$$

ここで、 $S$  = 車両飽和係数,  $\alpha_k$  = 年間VKT,

$\alpha_0$  = 平均乗車率

また、同著者<sup>2)</sup>らは、VKTが増加する要因として、人口及び車の保有台数の増加、都市のスプロール化、乗車率の低下であると定義し、ニューヨークやストックホルムなどを対象に1960年から90年までの30年間に渡るVKTの相対的変化を要因指標別に分けて分析を行っている。しかしながらこの研究における分析は、あくまでも統計的なものであるため、年間VKTなどの詳細な結果については示されていない。

Afzal<sup>3)</sup>らは、燃料価格データからVKTを推計する方法を基にして、ディーゼルやLPG等の燃料別価格データからVKTを推計する方法を述べ、公式化を行うと共に、オーストラリア州(シドニー、パースなど)を対象として、1965年から2010年までの35年間に渡るVKTの傾向を、都市別及び燃料別に比較分析を行っているが、この研究で示されているVKTの結果はBITRE等の公的機関が推計したものであるため、著者らが自ら推計を行ったものではない。

カナダ・カルガリー市<sup>4)</sup>では、道路区間長と断面交通量の乗算という方法によって、日VKTと年間VKTの推計が行われた。用いられたデータとしては、フローマップ、交通量、GISによる道路ネットワークの3種類のデータベースが用いられ、主要街路や高速道路などを対象に、VKTの推計が行われた。

### 3. 研究方法

図1は、本研究のフローを示したものである。最初に、各々の都市の人口、車両登録台数、面積等の基本統計データを入手する。それらを本研究で扱う私用車両モビリティ(5)に代入して年間VKTの推計を行い、推計結果を基にして交通利用実態の比較分析・考察を行う。次に、私用車両モビリティによるVKTを基準として、オドメーターの記録及び交通需要予測に基づく値と比較を行い、それぞれの推定値の特徴に関して考察を行う。最後に、本研究で推計したVKTが、燃料消費量及びCO2排出量の推計にも適用できるか考察を行う。また、収集する統計データに関しては、2013年から2015年までの範囲のデータとした。また、交通需要予測、オドメーターの記録からのVKTとの比較に関しては、タイ・コンケン市のデータのみを使用して行った。

各都市の人口、面積、車両登録台数等の統計データの収集



統計データから得られた値を無次元相関式に代入し、各都市のVKTを推計し、交通利用実態の比較分析・考察



推計した値を基準に、オドメーターの読みと交通需要予測からの値を比較分析し、それぞれの推定値の特徴に関して考察



本研究で推計したVKTがCO2排出量の推計にも役立てられるかを考察

図-1 本研究のフロー

#### 1) 交通需要予測からのVKT

交通需要予測からのVKTに関して、最初にJICA STRADAを用いて多段階配分を行い、配分結果を用いて総走行台キロとして求める。配分に用いるデータは、タイ・コンケン市のネットワークデータとOD表を用いることとする。総走行台キロ(VKT)は式(6)を用いて推計を行う。

$$VKT = \sum L * T_i \tag{6}$$

ここで、 $L$  = 道路区間長,  $T_i$  = 車種 $i$ の断面トリップ

#### 2) オドメーターの記録からのVKT

オドメーターからの記録に基づいたVKTに関しては、2012年にタイ・コンケン市にて、井村<sup>5)</sup>らがオドメーターの読み取り調査によって採取したデータを基にして、本研究のVKTと比較を行う。

#### 4. 私用車両モビリティによるVKTの推計結果

表1は、車(ピックアップトラック含む)とオートバイのVKTの結果の他、車両数などの統計データをまとめたもの、図2は、都市毎の車、オートバイのVKT推計結果として示している。コンケン市、新潟市、ヴィエンチャンそれぞれの都市で比較すると、自動車の場合は新潟が最も値が大きく、オートバイはヴィエンチャンが最も大きいということがわかる。

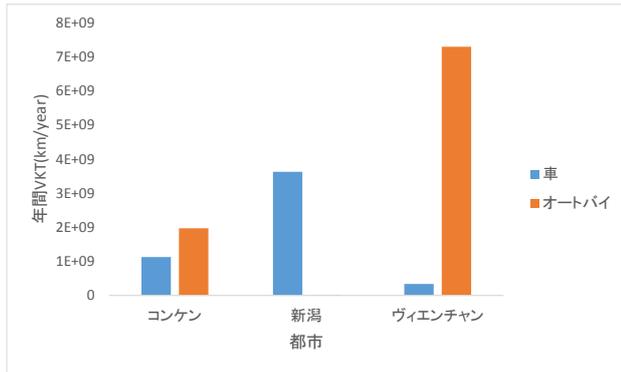


図2 都市毎の各車両の年間VKT比較結果

表-1 車、オートバイの年間VKT推計結果

VKT(km/Year)	コンケン	新潟	ヴィエンチャン
車	1,125,381,625	2,639,711,478	335,050,308
オートバイ	1,972,415,903	16,617,170	7,301,814,690

図3は、車を例に、私用車両モビリティから推計したVKTと人口を軸にし、大規模都市かつ本研究で対象とする中規模都市との値を比較したものである。

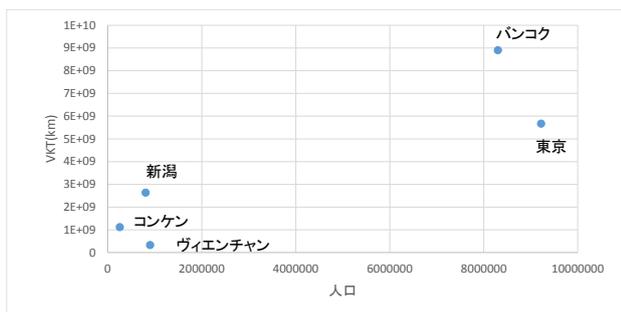


図-3 大規模都市と中規模都市とのVKTの比較(車の例)

上図からわかることとして、大規模都市、中規模都市に関わらず、人口についてはVKTに影響していなかった。よって、VKTの変動に最も大きく影響する要因は、車両台数であるといえる。また、推計した新潟市とヴィエンチャン、コンケン市の値はバンコクと東京より小さいことがわかる。

#### 5. オドメーターの記録、交通需要予測による年間VKTとの比較結果

表2は、本研究で適用している私用車両モビリティからの推計値を基準として、オドメーターの記録からの値と、交通需要予測からの値を比較しているものである。なお、ここで対象としている都市は、オドメーターの読み取り調査の行われた場所がコンケン市のみであるため、コンケン市のみを対象とし、乗用車、ピックアップトラックそれぞれの数値を用いて比較を行っている。

表-2 オドメーターの記録、交通需要予測からのVKTとの比較結果(車の例)

VKT(km/year)	乗用車	ピックアップトラック
私用車両モビリティ方法	507,709,797	617,671,829
オドメーター方法	2,384,725,080	4,265,339,908
交通需要予測方法(全車種)	1,171,468,662	

上の表の通り、私用車両モビリティによる値を基準に、オドメーターの記録による値、交通需要予測からの値の3つと比較したところ、オドメーターの記録からの値の場合は、車が約4.7倍、ピックアップトラックが約7倍といずれも大きいことが分かった。なお、この値は、ガソリンスタンドに訪れた車の台数分の距離を、コンケン市における全ての台数分の値に拡大している。そのため、商用、貨物利用の走行距離が含まれたために、それらが含まれない他の方法と大きく数値が異なると言える。交通需要予測から求めた値に関しては、本研究での値との差はほとんどないことが分かった。

#### 6. VKTに基づくCO2排出量の試算結果

Cameronらが構築した私用車両モビリティを用いて推計したVKTからCO2排出量を試算し、その結果をオドメーターの記録からのCO2排出量の値と比較した。CO2排出量の推計にあたっては、Rungsun<sup>®</sup>らが構築した燃料消費モデルを参考にし、式(7)を用いて燃料消費量を推計後、式(8)を用いてCO2排出量の推計を行った。

$$FC = \sum_i AVKT_i * FE_i * NOV_i \tag{7}$$

$$E = EF_f * FC \tag{8}$$

ここで、 $FC$ =年間燃料消費量、 $AVKT_i$ =年間平均

VKT、 $FE_i$ =平均燃料消費率、 $NOV_i$ =車両台数、

$E$  = CO2排出量,  $EF_f$  = 燃料種類別fのCO2排出係数

CO2排出量の推計に必要な排出係数については、IPCC<sup>7)</sup>が公表しているデータを用いている。また、値の比較に当たっては、コンケン市におけるオドメーターの読み取りと燃費調査の結果を基にして抽出されたデータを利用して比較することとし、車種は車のみとしている。また、車両に使われている燃料に関しては、統計データ上、燃料別の車両台数のデータはないため、ガソリンとガソールのみ考慮した。図3は、CO2排出量の試算・比較を行った結果を示している。オドメーターの記録による値は、本研究で用いている方程式で試算した値よりおよそ4倍もの違いが出ていることがわかり、1年単位としては異常に多いと言える。

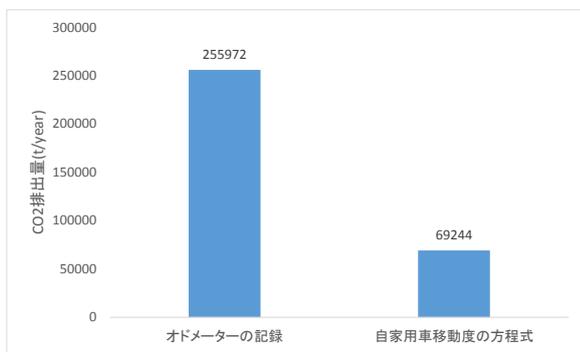


図3 CO2排出量の試算・比較結果

## 7. まとめ

本研究では私用車両モビリティを用いて年間VKTを推計し、各都市の交通利用実態に関する考察を行うとともに、オドメーターからの記録及び交通需要予測からの値との比較、CO2排出量の試算を行った。最初に、私用車両モビリティによるVKTの推計結果について、ヴェンチャンのオートバイのVKTが異常に長いことを確認した。そのため、本研究で用いた私用車両モビリティの式の係数及びパラメータはそのまま使うことはできない可能性がある。また、本研究で用いた式の場合、あくまでも私用で使われる車両のみを考慮して構築されたものであり、物流などのビジネス用の車両については考慮されていない。

次に、交通需要予測、オドメーターの記録からの値と比較すると、オドメーターの記録による値が、車で約4.7倍、ピックアップトラックで約7倍といずれも本研究の値より異常に大きな差があった。この理由として、オドメーターによる値の場合は、実際のオドメーター読み取り調査時に採取した分の車両数と、コンケン市全体の車両登録台数との差が激しいこと、かつ累積VKTの値の

変化によっても、年間VKTやCO2排出量に大きく影響してくることが言える。さらにピックアップトラックの場合、車両の特性上、貨物輸送などのビジネス目的で使われることが多いため、その分走行距離も長くなることが重なり、異常な差になったことが考えられる。

交通需要予測からの値の場合、あくまでもパーソントリップのOD表を用いての配分によって出た数値であり、車両のみのトリップによって算出しているものではない。また、OD表の場合は車種別に分割することは不可能であること、さらには貨物車については含まれていない。これにより、車両のみの総走行台キロとして考えると、実際には推定値より小さい可能性が高いと考えられる。

今後の課題としては、本研究で用いた私用車両モビリティのパラメータに関して、それぞれの都市の人口や車両台数の統計データに合わせ、非線形回帰、回帰分析などを通して変えていく必要があると考える。また、社用車など、ビジネス目的で使われる車両のモビリティについても考慮する必要があると考えられた。

## 参考文献

- 1) I. Cameron, J.R. Kenworthy, T.J. Lyons: Understanding and predicting private motorized urban mobility, *Transportation Research Part D* 8 (2003) 267-283
- 2) I. Cameron, J.R. Kenworthy, T.J. Lyons: Trends in vehicle kilometers of travel in world cities, 1960-1990: underlying drivers and policy responses, *Transport Policy* 11 (2004) 287-298
- 3) Vehicle Kilometers Travelled in Calgary, Proposed Methodology, The city of Calgary Transportation Planning June 2010
- 4) Afzal Hossain, David Gargett: Road vehicle kilometers travelled estimated from state/territory fuel sales, *Australasian Transport Research Forum 2011 proceedings* 28-30 September 2011, Adelaide Australia
- 5) Daisuke Imura, Atsushi Fukuda, Thaned Satiennam, Hideyuki Ito, Somphod Kedsadayurat: Study on estimation of VKT and fuel consumption in Khon Kaen city Thailand, *Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.9, 2013
- 6) Rungsun Udomsri, Punravee Kongboontiam: Fuel consumption models of household vehicles in Chiangmai Urban area, *Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.5, October, 2003
- 7) Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://www.ipcc.ch/>

(2015. 7. 28 受付)