

商用車プローブデータを用いた関西空港にかかわる貨物車流動特性の解析

東京海洋大学 海洋工学部 教授 兵藤哲朗

本研究では商用車プローブデータを用いて、関西地方を走行するトラック、関西空港を発着するトラックの発着地点の分析を行った。またプローブデータと経済センサスメッシュデータを紐づけすることで、トラック発生量の決定要因も明らかにした。物流や流通に関連の強い産業の事業所数が大きく影響を与えていることがわかった。さらに、2018年9月4日に発生した平成30年台風第21号の甚大な被害によって、関西空港の貨物量や貨物発着地点にどのような変化があったのか、商用車プローブデータを用いて確認した。台風被害後、多くのトラックにおいて、関西空港に発着する割合が減少傾向にあることが明らかになり、運行自体の中止のほか、発着地点が変更されたトラックも確認された。

キーワード：関西国際空港、商用車プローブデータ、経済センサスメッシュデータ

1. はじめに

関西国際空港（以下、関西空港）を擁する関西地方では近年、高速道路の料金改定や高速道路新規区間の開業など、トラックの流動に影響を与えるサービスレベルの変化が見受けられる。また関西空港においても、LCCや国際貨物輸送のハブ空港として好調に業績を伸ばしている。本研究では商用車プローブデータ(以下、PD)を用いて、関西地方を走行するトラック、関西空港を発着するトラックの発着地点の分析を行う。またPDと経済センサスメッシュデータ（以下、ECD）を紐づけすることで、トラック発生量の決定要因も明らかにする。さらに、2018年9月4日に発生した平成30年台風第21号（以下、台風）の甚大な被害によって、関西空港の貨物量や貨物発着地点にどのような変化があったのか、PDを用いて確認する。

2. 研究に用いるPD、ECDの概要

PDは、デジタルタコグラフを装着して日本全国の幹線道路を走行する貨物商用車から、リアルタイムに1秒毎の挙動情報を収集・蓄積してデータベース化したものである。本研究ではPDのうち、ODデータと車種区分データを統合したもので、2016年～2018年の各

年の4月～6月をデータ期間、関西地方を中心とした範囲を分析対象としたデータを使用する。本研究では、車種を特大車・大型車、中型車の2つの分類で分析を行う。

経済センサスは、経済構造統計を得るための調査であり、本研究では、事業所・企業の基本的構造を明らかにする「基礎調査」のうち、関西地方とその周辺の12の府県のデータを3次メッシュデータ（約1km四方）として加工したECDを使用する。産業は17分類、3次メッシュ総数は29,560、変数の数は460に及ぶ。

3. PDを使用した基礎分析

PDを用いて、関西地方を走行するトラックのトリップ発生地点を把握するため、2018年データの特大車・大型車、中型車において、3次メッシュ発生1,000トリップ以上のプロットをそれぞれ図1、図2に示す。主要都市や主要道路周辺にトリップ発生が多くみられ、特大車・大型車は海沿い、中型車は内陸部により多く発着するという特性が確認された。

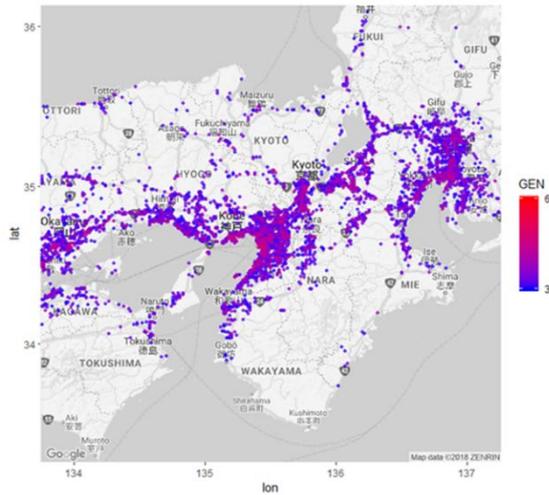


図1 2018年特大車・大型車 発生1000トリップ以上プロット

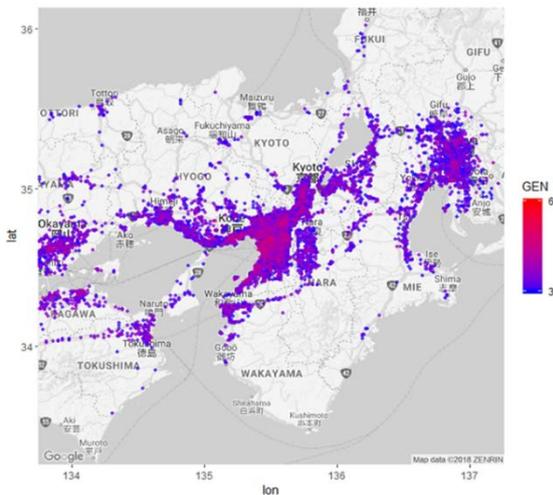


図2 2018年中型車 発生1000トリップ以上プロット

4. ECD を用いたトラック発生量の特性分析

本研究では、スパースモデリングの1つである LASSO 回帰を用いて、分析を行う。LASSO 回帰は二乗誤差を小さくするアイデアと、解をスパースにするための L_1 ノルム最小化のアイデアの組み合わせから成り立つ。LASSO 回帰により最小化する目的関数のモデル式を(1)に示す。

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^p} \left\{ \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N \left(y_i - \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j| \right\} \quad (1)$$

N : サンプル総数, y_i : トリップ発生総数,
 x_{ij} : サンプル i の説明変数 j , β_j : 回帰係数,
 λ : 正則化パラメータ

関西地方を走行するトラックのトリップ発生量の決定要因を明らかにするため、ECDを用いて LASSO 回帰分析を行う。3 年間のデータのうち、特大車・大型車、中型車の LASSO 回帰結果の要約をそれぞれ表 1, 表 2 に示す。被説明変数は、トラックのトリップ発生量である。変数の数が多いため、紙面の都合上、具体的な変数は掲げられないが、報告書を参照頂きたい。推定結果から、特大車・大型車、中型車ともに、特に係数の高い変数には、鉱業や製造業、水運業、倉庫業、郵便業、スーパーなどといった産業の事業所数の項目が選択された。これらの産業は物流や流通に関連が強いため、トラック発生量の大きな要因となっていると考えられる。また、製造業や卸売業、小売業において常用雇用者数の多い企業ほど係数が高い傾向にあること、同産業において従業者数よりも事業所数に関する変数の方が係数の大きい傾向にあることが確認された。

表 1 特大車・大型車 LASSO 回帰結果

結果項目	2016年	2017年	2018年
最小の平均二乗誤差での λ	3.008064	3.037636	2.908452
最小の平均二乗誤差	0.009682483	0.009966492	0.006308809
標準誤差	0.02694208	0.02526869	0.02114462
選択された変数	160	163	193

表 2 中型車 LASSO 回帰結果

結果項目	2016年	2017年	2018年
最小の平均二乗誤差での λ	2.771146	2.929834	2.954503
最小の平均二乗誤差	0.005055946	0.006659978	0.01006357
標準誤差	0.01859769	0.02449793	0.03073269
選択された変数	226	206	160

5. PD を用いた関西空港台風被害影響分析

2018年7月~10月をデータ期間とし、関西空港メッシュを1回以上発着したトラックの全トリップの PD (以下、全データ) を用いて、台風被害前後において関西空港のトリップ発着の変化を確認するため、トリップ数、トリップ長について集計した。関西空港を含む3次メッシュを表3に示す。

表 3 関西空港3次メッシュ

3次メッシュ					
51355146	51355147	51355148	51355149	51355240	51355241
51355136	51355137	51355138	51355139	51355230	51355231
51355126	51355127	51355128	51355129	51355220	51355221
51355116	51355117	51355118	51355119	51355210	51355211
51355106	51355107	51355108	51355109	51355200	51355201
51354196	51354197	51354198	51354199	51354290	51354291

また全データと、そのうち関西空港メッシュを発生または集中するトリップのPD(以下、関空データ)の、平日1日ごとのトリップ数をそれぞれ図3、図4、平日1日ごとの1トリップ数あたりの平均トリップ長を図5、平日1日ごとのトリップ長の標準偏差を図6に示す。横軸は日を表し、図中の縦線は台風被害当日である9月4日を示している。全データ、関空データともに、台風被害後に大幅にトリップ数が減少しているが、9月末には台風被害前と同等にまで回復している。1トリップ数あたりの平均トリップ長において、関空データでは9月4日以降大幅に短くなっており、9月半ばには台風被害前と同程度に回復していることがわかる。またトリップ長の標準偏差において、関空データでは9月4日以降不安定な状態にあることがわかるが、台風被害後のトラックが、普段とは異なった地点への発着や運行経路の変更といった変化があったことが理由と考えられる。

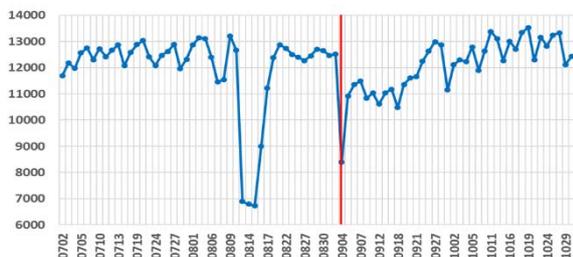


図3 全データ平日1日ごとのトリップ数



図4 関空データ平日1日ごとのトリップ数



図5 平日1日ごとの1トリップ当たりの平均トリップ長 (m)



図6 平日1日ごとのトリップ長の標準偏差

また、関西空港を発着していたトラックの発着地点における台風被害前後の変化をみるため、全データのうちトリップ発生が、7月初めから9月3日までのデータと、9月5日から9月末までのデータの運行特性を比較する。全データのうち、関西空港メッシュを発着する回数が上位100台のトラックの発着地点及び集中地点に着目し、それぞれのデータで、3次メッシュ単位でプロットした。そのプロットによるトラックの種別をした結果を表4に示す。100台中のほとんどのトラックにおいて、台風被害後関西空港に発着する割合が減少していることがわかる。また台風被害後関西空港に発着しなくなったり、そもそも運行自体中止となり全トリップがなくなったりするトラックがある一方で、中部地方や中国地方側にトリップの発着地点が変更されたトラックもみられた。台風被害後、中部空港に発着するようになったトラックも32台と多く見受けられた。

表4 関西空港メッシュ発着回数
上位100台のトラックの種別

トラックの種別	台数(台)
台風被害後、関西空港メッシュに発着する割合が減少したトラック	88
台風被害後、関西空港メッシュに発着しなくなったトラック	7
台風被害後、全トリップがなくなったトラック	2
台風被害後、中部地方側にトリップが増えたトラック	25
台風被害後、中部空港メッシュに発着するようになったトラック	32
台風被害前後ともに、中部空港メッシュに発着しているトラック	4
台風被害後、中国地方側に増えたトラック	8

6. おわりに

PDを用いて、関西地方を走行するトラック、関西空港を発着するトラックの運行特性を客観的に把握することができ、ECDを用いて、関西地方を走行するトラックの発生量の特性を把握することができた。またPDを用いて、関西空港の台風被害影響分析を行い、

台風被害後の貨物量や貨物発着地点の変化を確認することができた。今後の課題としては、空間統計などを用いて、3 年分のトリップ発生量や発生地点の変化を追う必要がある。またトラック発生量の特性分析では、関西空港を発生または集中するトラックでも同様の分析を行い、関西地方を走行するトラックとの比較を行う必要がある。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、大塚翔太氏（東京工業大学大学院）の協力を得た。ここに記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 富士通交通・道路データサービス HP, 商用車プローブデータサービス
<http://www.fujitsu.com/jp/group/ftd/services/commercial-vehicle/probe/>
- 2) 総務省統計局 HP, 経済センサス
<https://www.stat.go.jp/data/e-census/index.html>
- 3) 川野秀一・松井秀俊・廣瀬慧：統計学 One Point 6 スペース推定法による統計モデリング，共立出版，2018 年
- 4) 大阪税関 HP 貿易統計，
<http://www.customs.go.jp/osaka/toukei/index.html>
- 5) 名古屋税関 HP 中部空港貿易概況
http://www.customs.go.jp/nagoya/boueki/sisho_chubu.htm